

MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING CITY LINK ETAPP 2 – ANNEBERG – SKANSTULL

MAJ 2015

Miljökonsekvensbeskrivningen omfattar anläggande och drift av tunnelanläggningen City Link etapp 2 och utgör underlag till ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för grundvattenbortledning och skyddsinfiltration enligt miljöbalken respektive ansökan om koncession (tillstånd) enligt ellagen.



SVENSKA
KRAFTNÄT

PROJEKTORGANISATION

Svenska kraftnät

Projektledare
Rolf Axén

Ansvarig tillstånd och MKB
Helene Boström

Projektsamordnare tillstånd och MKB
Sofia Miliander (SWECO)

Ansvarig teknisk utformning
Magnus Leander

MKB, COWI AB

Uppdragsledare
Kristina Bernstén

Handläggare
Maria Andersson
Caroline Örtengren

Karta/GIS
Andreas Skymberg
Daniel Johansson

Interngranskning
Anna Wilhelmsson

Foton, illustrationer och kartor har tagits fram av
COWI AB och Svenska kraftnät.

Kartmaterial har använts med tillstånd från
Lantmäteriet:
© Lantmäteriet / Svenska kraftnät—Geodata-
samverkan

Svenska kraftnät
Box 1200
172 24 Sundbyberg
Sturegatan 1

Tel 010-475 80 00
Fax 010-475 89 50

www.svk.se

Org.nr 202100-4284

SVENSKA KRAFTNÄT

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges stamnät för elkraft – elens motorvägar. Stamnätet omfattar 400 kV och 220 kV ledningar, stationer och utlandsförbindelser. Svenska kraftnät utvecklar stamnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, miljövänlig och kostnadseffektiv elförsörjning. Därmed har Svenska kraftnät också en viktig roll i klimatpolitiken.

Riksdagen anger ramarna för Svenska kraftnäts verksamhet och investeringar. Svenska kraftnäts huvuduppdrag är att:

- > erbjuda säker, effektiv och miljöanpassad överföring av el på stamnätet,
- > utöva systemansvaret för el och naturgas kostnadseffektivt,
- > främja en öppen svensk, nordisk och europeisk marknad för el,
- > verka för en robust elförsörjning.

Svenska kraftnät har cirka 500 anställda, de flesta vid huvudkontoret i Sundbyberg. Där finns också det nationella kontrollrummet varifrån stamnätet övervakas och styrs dygnet runt. Svenska kraftnät har även kontor i Sundsvall och Halmstad samt en driftcentral i Sollefteå. Därutöver sysselsätts flera hundra personer på konsult- och entreprenadbasis runt om i landet.

Svenska kraftnät har ett dotterbolag och sex intressebolag, bland andra den nordiska elbörsen Nord Pool Spot. Mer information finns på Svenska kraftnäts webbplats www.svk.se.

FÖRORD

Tunnelanläggningen City Link etapp 2 utgörs av en ca 13,4 km lång bergborrad tunnel med tillhörande förbindelsetunnlar och ventilations-schakt för förläggning av 400 kV växelströmsledningen Anneberg-Skanstull. Kabeltunneln planeras under de mest exploaterade delarna av Stockholm och ingår tillsammans med City Link etapp 1, 3 och 4 i projektet Stockholms Ström, som innehåller ett femtiotal delprojekt som Svenska kraftnät utför tillsammans med Fortum Distribution AB och Vattenfall Eldistribution AB.

För City Link etapp 2 har Svenska kraftnät utfört olika utredningar och inhämtat myndigheters, särskilt berörda, berörd allmänhets och organisationers synpunkter m.fl. genom samråd i flera steg för att finna den bästa sträckningen för den planerade kabeltunneln. Tunneln planeras att starta i ett berggrum i anslutning till stamnätsstation Anneberg i Danderyds kommun, till vilken ledningen ansluts via markförlagda kablar. Längs tunnelsträckningen behöver sex ventilationsschakt anläggas, främst för att ventilera bort överskottsvärme från kablarna när de är i drift, men även för att kunna användas som evakueringsvägar från tunneln. Omfattande lokaliseringsutredningar och samråd har föregått schaktens placering, av vilka två planeras i Danderyds kommun och fyra i Stockholms stad. I söder avslutas tunneln genom ett ventilations-schakt i södra Hammarbyhamnen, Stockholms stad, och ledningen ansluts via en kortare jord-tunnel till planerad stamnätsstation Skanstull.

Den planerade tunnelanläggningen berör Danderyds kommun, Solna stad och Stockholms stad i Stockholms län. Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning (MKB) omfattar såväl anläggande som drift av tunnelanläggningen och utgör underlag till Svenska kraftnäts ansökan om tillstånd enligt ellagen (koncession) och ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för grundvattenbortledning och skyddsinfiltration enligt miljöbalken.

INNEHÅLL

Projektorganisation	2	ering av City Link, etapp 2	33
Svenska kraftnät	3	5.2 Kabeltunneln och förbindelsetunnlar	34
Förord	3	5.3 Tunnelpåslag Anneberg	36
		5.4 Ventilationsschakt	37
		5.5 Anslutning till station Anneberg och Skanstull	39
SAMMANFATTNING	6	5.6 Länshållningsvatten	40
		5.7 Tid för genomförande	43
		5.8 Brand och säkerhet — driftskedet	45
01. INLEDNING	10	06. NULÄGESBESKRIVNING OCH FÖRVÄNTADE MILJÖKONSEKVENSER	46
1.1 Bakgrund och syfte	10	6.1 Inledning och läshänvisning	46
1.2 Syfte med denna MKB	14	6.2 Hydrogeologiska förutsättningar och grundvattenpåverkan	46
1.3 Avgränsningar och metod	14	6.3 Konsekvenser av anläggande av kabeltunneln	51
02. TILLSTÅND OCH SAMRÅD	15	6.4 Konsekvenser av anläggande av ventilationsschakt inklusive förbindelsetunnlar	88
2.1 Koncessionsansökan och prövningsprocess	15	6.5 Driften av City Link etapp 2	108
2.2 Tillståndsansökan och prövningsprocess vattenverksamhet	15	07. UPPFÖLJNING OCH KONTROLL	111
2.3 Samråd	15	7.1 Kontroller av grundvattennivåer	111
2.4 Tidplan	16	7.2 Kontroll av länshållningsvatten	112
03. ÖVERGRIPANDE FÖRUTSÄTTNINGAR	17	7.3 Kontroll av naturvärden	113
3.1 Svenska Kraftnäts planerings- förutsättningar	17	7.4 Kontroll av buller och vibrationer	113
3.2 Relevanta miljömål och miljökvalitetsnormer	18	7.5 Kontroll av kulturmiljö	113
04. ALTERNATIVREDOVISNING	23	08. SAMLAD BEDÖMNING	114
4.1 Nollalternativ	23	09. REFERENSER	117
4.2 Avförda utformningar för City Link etapp 2	23	10. FÖRTECKNING BILAGOR	120
4.3 Alternativa anläggningsmetoder	25		
4.4 Alternativa lokaliseringar av kabeltunneln	26		
4.5 Alternativa lokaliseringar av ventilationsschakt samt tunnelpåslag	27		
4.6 Alternativa recipienter för länshållningsvatten	31		
4.7 Beskrivning av huvudalternativet	31		
05. VERKSAMHETSBEKRIVNING	33		
5.1 Utformning och dimension-			

SAMMANFATTNING

INLEDNING

Detta dokument utgör en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) tillhörande koncessionsansökan enligt ellagen samt tillståndsansökan enligt miljöbalken avseende planerad 400 kV-förbindelse Anneberg-Skanstull (även kallad City Link etapp 2) mellan station Anneberg i Danderyds kommun och planerad station Skanstull i Stockholms stad. Elförbindelsen är planerad att anläggas i en ca 13,4 km lång bergbörad tunnel, samt ansluter till station Anneberg via en kort markkabelsträcka respektive till station Skanstull via en kort jordtunnel.

Den nya elförbindelsen City Link är en viktig del i projektet Stockholms Ström för att skapa ett driftsäkert och robust stam- och regionnät i Stockholmsregionen. City Link byggs i fyra etapper och förstärker elnätet från Upplands Väsby i norr till Huddinge i söder. Föreliggande MKB omfattar enbart City Link etapp 2.

TILLSTÅND

För att bygga eller använda starkströmsledning krävs tillstånd enligt ellagen, s.k. nätkoncession för linje. Koncession söks hos Energimarknadsinspektionen och ett beslut gäller tills vidare.

Vid anläggande av tunneln kommer grundvatten att läcka in. För att leda bort grundvatten under anläggningsfasen samt under driftsfasen krävs tillstånd för vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. Att släppa ut läns hållningsvattnet (inläckande grundvatten och processvatten) under an-

läggningsfasen utgör anmälningspliktig verksamhet. Som en skyddsåtgärd för den grundvattensänkning som uppkommer på grund av anläggande av tunneln kan skyddsinfiltration behöva utföras. För skyddsinfiltration krävs också tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken. Tillstånd söks hos Mark- och miljödomstolen.

I en ansökan om nätkoncession och ansökan om vattenverksamhet ska en MKB ingå, som i sin tur styrs av bestämmelserna i 6 kap. miljöbalken.

Inför byggstart behövs även tillträde (markåtkomst) till berörda fastigheter. Markåtkomsten säkras genom markupplåtelseavtal med berörda fastighetsägare. Avtalen ligger sedan till grund för ansökan om ledningsrätt enligt ledningsrättslagen.

SAMRÅD

Samråd har hållits i flera steg med länsstyrelse, kommuner, andra myndigheter, enskilda som kan antas särskilt berörda, allmänhet, organisationer som kan antas bli berörda och andra intressenter. Inför det första samrådet 2012 utgick Svenska kraftnät från ett utredningsområde med alternativa lokaliseringar och tekniska utföranden. Under 2014 hölls samråd kring föreslagen sträckning för en tunnelanläggning med tillhörande ventilationschakt och förbindelsetunnlar.

Länsstyrelsen i Stockholms län har fattat beslut om att projektet medför betydande miljöpåverkan avseende såväl prövning av vattenverksamhet enligt miljöbalken som för nätkoncessionsprövning enligt ellagen.

ALTERNATIV

Ett nollalternativ innebär att elnätet inte kan förstärkas som planerat för att säkra Stockholmsregionens framtida elförsörjning med avseende på samhällsutvecklingen. En mycket viktig del i elnätet blir 400 kV-förbindelsen, som byggs i fyra etapper genom Stockholms centrala och östra delar. Alla fyra etapper är beroende av varandra och behövs för att nå ett driftsäkert robust stam- och regionnät. Den andra etappen av City Link, som planeras i tunnel, är avgörande för hela City Link-förbindelsen. Att inte bygga City Link etapp 2 medför även att leveranssäkerheten inte kan upprätthållas i Stockholmsregionen och att det framtida elförsörjningsbehovet därmed inte kan tillgodoses.

Svenska kraftnät har genom hela samrådsprocessen arbetat med att finna bästa möjliga utformning och lokalisering för den planerade 400 kV-förbindelsen. I förstudien, som låg till grund för den första delen av samrådet, presenterades en alternativutredning med sjökabel, markförlagda kablar och kabeltunnel, samt alternativa lokaliseringar för dessa. I det andra steget i samrådsprocessen, utreddes ett tunnelalternativ vidare som ett huvudalternativ. Tunnelsträckningen har bland annat valts utifrån minsta avstånd mellan stationerna Anneberg och Skanstull samtidigt som hänsyn har tagits till befintliga undermarksanläggningar såsom befintliga tunnlar, energianläggningar i berg, geologi och vattenförekomster. Under samrådet våren 2014 presenterades en 50 meter bred utredningskorridor, undantaget området vid Stocksundet där korridorens bredd uppgick till ca 250 meter.

Inom utredningskorridoren har Svenska kraftnät tagit fram en sträckning för vilken koncession och tillstånd för vattenverksamhet nu söks. Utredningar, beräkningar och bedömningar samt inkomna synpunkter i samråden har legat till grund för framtagande av denna slutliga sträckning som bedömts vara den mest lämpliga utifrån miljöpåverkan och anläggningstekniska aspekter.

VERKSAMHETSBESKRIVNING

Kabeltunneln kommer att borraras med en s.k. tunnelbormaskin (TBM) och blir totalt ca 13,4 km lång. Tunneln kommer att få en diameter på ca fem meter.

400 kV-kablarna kommer att monteras på tunnelns ena vägg, totalt nio kablar som förläggs i tre grupper om tre kablar i varje grupp.

Längs tunneln anläggs sex ventilationsschakt som har till syfte att ventilerar bort den värme som skapas vid drift av elförbindelsen. Dessa ventilationsschakt kommer att anläggas genom att fyra schakt borraras (s.k. raiseborrning) och två sprängs ut på konventionellt sätt. Mellan ventilationsschakten och kabeltunneln anläggs fem förbindelsetunnlar som anläggs genom sprängning. Kabeltunneln ansluter direkt mot ventilationsschaktet i Skanstull i södra Hammarbyhamnen. Ventilationsschakt kommer att anläggas vid Mörby, Stocksundet, Frescati, KTH, Stadsgårdskajen och vid den planerade stationen Skanstull.

Tunneln kommer att borraras under grundvattennivån och har sina två lågpunkter vid schakt Stocksundet och Stadsgårdskajen. Under anläggande och drift kommer grundvatten att läcka in till tunneln som behöver ledas bort. Detta kommer att ske från alla ventilationsschakt under byggskedet respektive från pumpstationer i ventilationsschakten vid Stocksundet och Stadsgårdskajen under driftskedet. Kabeltunneln kommer att vid behov, framför allt i krosszoner med dåligt berg, tätas med finmald cement genom förinjektering, d.v.s innan borrhningen utförs. Vid behov kan även efterinjektering bli aktuellt. Inom starkt vattenförande krosszoner, exempelvis under Strömmen, kan även platsgjuten betong användas som förstärkningsåtgärd.

De bergmassor som uppkommer till följd av att tunneln, förbindelsetunnlar och ventilationsschakten anläggs kommer i huvudsak att transporteras ut genom tunneln på transportband, buffertlagras i bergrummet vid Anneberg och därefter lastas om till lastbil. Massorna kommer att tas omhand av den anlitade entreprenören för vidare transport och användning av resursen.

Ledningsanslutningen, ca 165 meter, mellan kabeltunneln och befintlig station Anneberg kommer att ske genom markkablar. Ledningsanslutningen, ca 100 meter, mellan kabeltunnel och den planerade stationen Skanstull kommer att ske med 400 kV-kablar i en jordtunnel.

MILJÖKONSEKVENSER

Omgivningspåverkan och konsekvenser kan aldrig helt uteslutas för ett sådant större infrastrukt

turprojekt som tunnelanläggningen utgör. Tunnelanläggningen kommer att förläggas under och inom de centrala delarna av Danderyd och Stockholm samt del av Solna, vilket medför stora utmaningar. Omfattande detaljstudier och inventeringar har genomförts inför upprättande av denna MKB. Den inhämtade kunskapen har fungerat som underlag vid beskrivning av nuläget och bedömning av de konsekvenser projektet förväntas få på sin omgivning. Efter färdigställande av tunnelanläggningen kommer det enda synliga intrycket ovan mark att vara ventilationshuvorna. Utformningen av ventilationshuvorna har skett i samråd med berörd kommun, berörda fastighetsägare, nyttjande-, tomträtts- och dispositionsrättsinnehavare.

GRUNDVATTENSÄNKNING

Anläggandet av City Link etapp 2 innebär bortledning av grundvatten under såväl bygg- som driftskedet. Bortledning av grundvatten påverkar grundvattenmagasinen och kan ge upphov till avsänkta grundvattennivåer. Omfattande kartläggning av grundvattenförhållanden har utförts som har legat till grund för modellering av förväntad påverkan på grundvattnet. Påverkansområde har identifierats inom vilket grundvattensänkning bedöms uppkomma och inom det föreligger risk för skada till följd av vattenverksamheten. Området är väl tilltaget och tar hänsyn till skyddsåtgärder såsom tätning av anläggningen men inte skyddsinfiltration. Inom detta område har olika objekt identifierats som riskerar att påverkas av en grundvattensänkning. Utanför påverkansområdet bedöms ingen påverkan eller skada uppstå till följd av en grundvattensänkning.

En grundvattensänkning kan inom påverkansområdet ge upphov till sättningar inom lerområden vilket i sig, på sikt, kan medföra skador på byggnader och anläggningar, påverka naturvärden om växttillgängligt vatten minskas samt medföra förändrade grundvattenströmningar vilket kan leda till mobilisering och förändrad spridning av befintliga föroreningar i mark. Grundvattensänkning i berg kan påverka bergborrade energibrunnar negativt genom att möj-

ligt energi- och vattenuttag reduceras.

Konsekvenserna av anläggandet av City Link etapp 2 för byggnader och andra anläggningar, på grund av sättningar orsakade av grundvattensänkning som kan härledas till tunnelanläggningen, bedöms sammantaget bli små.

Skyddsinfiltration planeras att vid behov utföras inom delar av påverkansområdet och i huvudsak begränsat till byggskedet. Under driftsskedet planeras i särskilt känsliga områden permanent skyddsinfiltration.

För energianläggningar som skadas till följd av anläggandet av City Link etapp 2 kommer åtgärder att vidtas i syfte att vidmakthålla funktionen hos dessa. Konsekvenserna för energianläggningar bedöms därmed som små.

Påverkan från anläggande av City Link etapp 2 på natur- och kulturmiljö bedöms som liten och konsekvenserna bedöms som små.

Spridningsrisken av eventuella föroreningar i mark, som tidigare verksamheter kan ha lämnat efter sig, bedöms inte öka av den grundvattenbortledning som äger rum vid anläggandet och driften av tunnelanläggningen.

BULLER, STOMLJUD OCH VIBRATIONER

Under anläggningsfasen kommer buller, stömljud och vibrationer att uppkomma till följd av anläggande av kabeltunnel och ventilationschakten med tillhörande förbindelsetunnlar. En anpassning av arbetstider under dygnet utifrån förekomsten av boendemiljöer och verksamheter längs sträckningen och vid ventilationsschakten har utretts som en skyddsåtgärd för att minimera bullerpåverkan för boende m.fl. Konsekvenserna för buller från tunnelanläggningen bedöms därmed sammantaget bli små till måttliga.

Under byggskedet uppkommer även påverkan på trafiken med hänsyn till ökade transporter till och från ventilationsschakten samt tunnelpåslag Anneberg. Denna påverkan är dock övergående och konsekvenserna härav bedöms som små till måttliga.

FÖRSTAHANDS- OCH ANDRAHANDS- ALTERNATIV UNDER SÖDERMALM OCH SÖDRA HAMMARBYHAMNEN

Under Södermalm och södra Hammarbyhamnen har två alternativa djuplägen utretts, varav det grundare av dessa utgör förstahandsvalet. Det alternativa djupläget (andrahandsalternativet) medför ett större hydrologiskt påverkansområde, men lägre stomljuspåverkan jämfört med förstahandsalternativet. Ett större påverkansområde innebär att ytterligare sättningsbenägna leror kan komma att påverkas. Därtill tillkommer ytterligare byggnader med grundvattenberoende grundläggning och energibrunnar som kommer att behöva kontrolleras och följas upp under lång tid. Konsekvenserna av andrahandsalternativet bedöms därmed sammantaget bli mer omfattande än förstahandsalternativet. Andrahandsalternativet innebär visserligen ett lägre stomljud, men stomljuden utgör en kortvarig störning.

UTSLÄPP AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Inläckande grundvatten under byggskedet kommer att tillsammans med det processvatten som behövs för tunnelborrningen att behöva ledas bort ur tunneln. Grundvattnet tillsammans med processvattnet kommer att, efter lokal rening bestående av sedimentation, oljeavskiljning och vid behov även pH-justering, att släppas till befintliga dag- och spillvattensystem. Länshållningsvatten kommer också om vattenkvaliteten tillåter att släppas direkt till recipient vid ventilationsschakten Stocksundet (Lilla Värtan/Edsviken) och Stadsgårdskajen (Strömmen). Under driften kommer inläckande grundvatten att behöva ledas bort och pumpas ut ur tunneln från de två läggpunkterna, vid ventilationsschakt Stocksundet och Stadsgårdskajen, och släppas till recipienterna (Lilla Värtan/Edsviken respektive Strömmen).

Utsläpp av bortlett grundvatten, och i byggskedet även processvatten, bedöms inte påverka möjligheten för recipienterna att uppnå miljökvalitetsnormerna god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus.

SAMLAD BEDÖMNING

Sammanfattningsvis bedöms konsekvenserna av att anlägga City Link etapp 2 bli små med vidtagna skyddsåtgärder. Konsekvenserna av driften av City Link etapp 2 bedöms bli obetydliga till små. Konsekvenserna under byggskedet bedöms till huvudsak att vara övergående, exempelvis buller. Omfattande kontroller och uppföljning kommer att behöva utföras för att i ett så tidigt skede som möjligt kunna upptäcka förändringar som kan leda till skador. Skyddsåtgärder, t ex skyddsinfiltration, ska vid behov vidtas för undvika skada.

City Link etapp 2 kommer inte att ge upphov till några elektriska och magnetiska fält i markplan. Detta på grund av att 400 kV-förbindelsen är förlagd i bergtunnel långt under marknivån, mellan 50–100 meter. Den samlade bedömningen är även att anläggande och drift av City Link etapp 2 inte motverkar miljökvalitetsmålen mer än temporärt under anläggningstiden (exempelvis genom buller och luftemissioner från anläggningsarbetena).

01. INLEDNING

1.1 BAKGRUND OCH SYFTE

Stockholmsregionens elberoende ökar och regionen är liksom övriga delar av landet beroende av en väl fungerande elförsörjning. Svenska kraftnät fick därför den 29 januari 2004 regeringens uppdrag att utreda utformningen av ett framtida ledningsnät i Stockholmsregionen. Målet var att åstadkomma ett driftsäkert och miljösäkert stam- och regionnät, som till lägsta möjliga kostnad och intrång klarar regionens långsiktiga elförsörjning. Utredningsarbetet bedrevs i samarbete med regionnätetsföretagen Fortum Distribution AB och Vattenfall Eldistribution AB, länsstyrelsen, berörda kommuner, interkommunala samarbetsorgan och övriga ledningsägare inom regionen.

Ett förslag till det framtida elnätet presenterades i en slutrapport i januari 2008. Projektet tog namnet Stockholms Ström och innehåller ett femtiotal delprojekt som utförs av Svenska kraftnät, Vattenfall och Fortum. Projektet finansieras av dessa tre ledningsägare tillsammans med berörda kommuner och några fastighetsbolag. Delprojektet berör ungefär 20 kommuner och beräknas vara klara tidigast år 2024. Figur 1.1 och Figur 1.2 visar elnätet före och efter Stockholms Ström.

Genom Stockholms Ström förnyas och förstärks elnätet för att möta framtidens behov av säkra elleveranser. Ytterligare förstärkningar väster om Stockholm utreds också för närvarande - en 400 kV-förbindelse mellan Odensala, norr om Märsta i Sigtuna kommun, och Beckomberga i Stockholm.

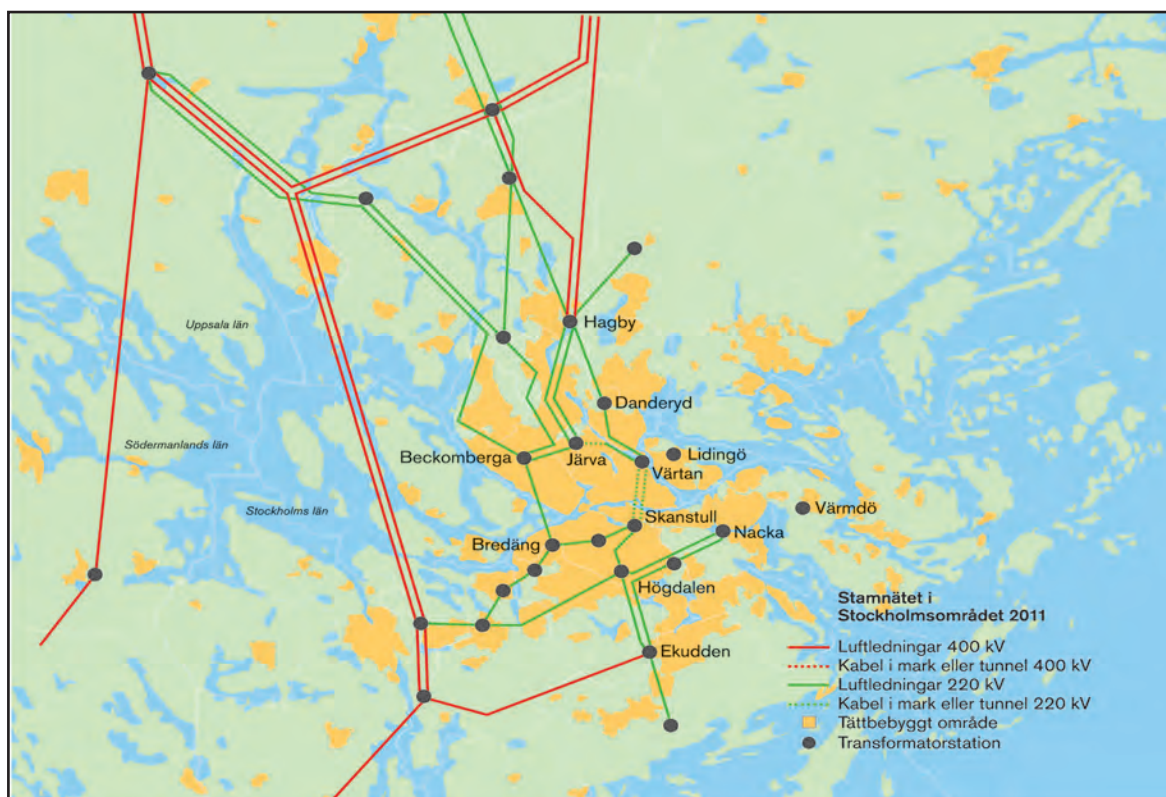
Inom Stockholms Ström ingår 400 kV-förbin-

delsen City Link, bestående av luftledning och tunnel- och markförlagda kablar från Upplands Väsby i norr till Huddinge i söder. City Link består av fyra etapper, vilka illustreras i Figur 1.3. Den första etappen, Hagby-Anneberg, är byggd. Den första delsträckan av Hagby-Anneberg, mellan stationen i Hagby till en ny terminalstation vid Fjäturen i Täby kommun, är en luftledning. Därifrån går markkablar genom Rösjö- och Rinkeby-skogen till en ny station i Anneberg i Danderyds kommun.

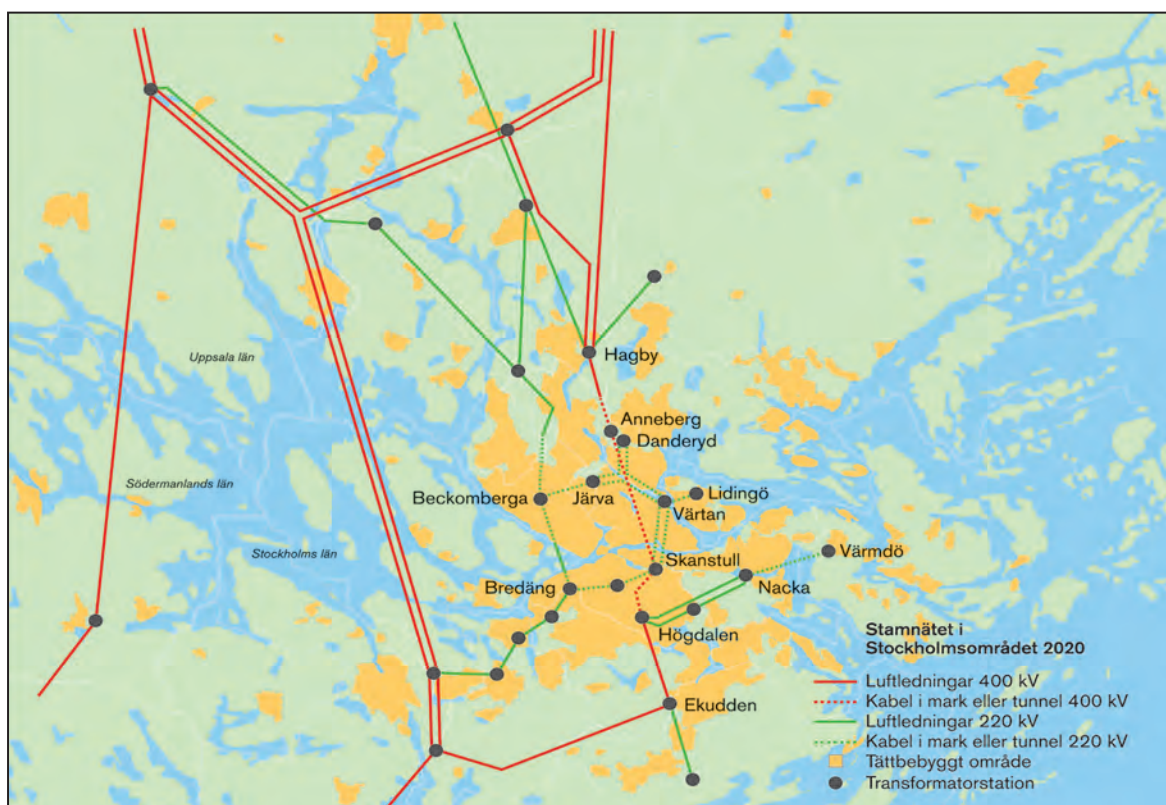
Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) avser den andra etappen av City Link, Anneberg-Skanstull. Etapp 2 planeras mellan station Anneberg i Danderyds kommun och den planerade stationen Skanstull¹, inom befintligt stationsområde i södra Hammarbyhamnen i Stockholms stad.

Den tredje etappen, Skanstull-Snösätra, är delvis klar och är i drift mellan Skanstull och Örby. Dessa 400 kV-kablar är förlagda i en befintlig tunnel. På sträckan mellan Örby och den planerade stationen Snösätra inom Stockholms stad sker planeringsarbetet för närvarande för 400 kV-förbindelsen. Svenska kraftnät planerar att samråda om alternativa sträckningar, utredningskorridorer, för elförbindelsen inom delsträckan Örby-Snösätra under senvåren-tidig höst 2015.

1. I underlaget till samrådet år 2012 benämndes den södra stationen för anslutning av City Link etapp 2 som Mårtensdal. I samrådsunderlaget för samrådet som genomfördes under vintern 2014 och i denna MKB benämns stationen Skanstull.



Figur 1.1. Stam- och regionnätet i Stockholmsregionen före utbyggnader inom projektet Stockholms Ström.



Figur 1.2. Stam- och regionnätet efter planerade utbyggnader, rivningar och ombyggnader inom projektet Stockholms Ström. Utöver detta utreder Svenska kraftnät ytterligare förstärkningar väster om Stockholm - en 400 kV-förbindelse från Odensala norr om Märsta i Sigtuna kommun till Beckomberga i Stockholm.

Lokaliseringen av och utredningen för elförbindelsen inom den fjärde etappen, Snösätra-Ekudden, är även den i planeringskedet. Samråd

om alternativa sträckningar, utredningskorridorer, planeras samtidigt som för etapp 3, d.v.s. senvåren-tidig höst 2015. För båda dessa etapp-



Figur 1.3. City Link och dess fyra etapper.

per följer därefter samrådsprocess om vald sträckning för elförbindelsen, upprättande av koncessionsansökan och MKB samt koncessionsprövning etc. innan byggstart kan ske kring år 2019–2020. För Örby-Snösätra planeras byggprocessen att ta upp till två år, och drifttagning är planerad till sommaren 2021. Även för Snösätra-

Ekudden planeras byggprocessen att ta upp till två år, och drifttagning är därmed planerad kring 2021.

City Link etapp 2 är den sträcka som korsar de mest exploaterade delarna av Stockholm. I det tidigare samrådsunderlaget och samrådet från 2012 utreddes olika alternativa sträckningar och



Figur 1.4. Sträckning av City Link etapp 2, från Station Anneberg, Danderyds kommun till Station Skanstull i södra Hammarbyhamnen, Stockholms stad för vilken koncession enligt ellagen samt tillstånd enligt miljöbalken söks.

utformningar av elförbindelsen samt alternativa utföranden av en tunnelförläggning.

Efter samrådet 2012 beslutade Svenska kraftnät att arbeta vidare med ett av de föreslagna stråken för en tunnelförlagd elförbindelse. Under våren 2014 och senhösten 2014-vintern 2015 genomfördes samråd om valt sträckningsalternativ.

1.2 SYFTE MED DENNA MKB

Syftet med en MKB är att möjliggöra en samlad bedömning av åtgärdens eller verksamhetens effekter på människors hälsa och miljön. I en MKB ska både direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten kan medföra på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi identifieras och beskrivas. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och på miljön.

Denna MKB utgör underlag för tillståndsprövning enligt miljöbalken och ellagen. För att anlägga en ledning krävs tillstånd enligt ellagen, så kallad nätkoncession för linje. Bortledning av inläckande grundvatten och utförande av skyddsinfiltration kräver tillstånd för vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. Tillståndsansökan för vattenverksamhet prövas av Mark- och miljödomstolen och koncessionsansökan prövas av Energimarknadsinspektionen.

1.3 AVGRÄNSNINGAR OCH METOD

Denna MKB beskriver de effekter och konsekvenser som förutses uppkomma vid byggande och drift av tunnelanläggningen Anneberg-Skanstull (även kallad City Link etapp 2). I Figur 1.4 visas vald tunnelsträckning tillsammans med ett påverkansområde inom vilket fördjupade studier har utförts inom ramen för denna MKB.

I MKB:n beskrivs och bedöms konsekvenserna av den miljöpåverkan som projektet antas medföra. De miljöaspekter och intressen som behandlas i MKB:n är mark och vatten, natur- och kulturmiljö, bebyggelse, samt människors hälsa.

Arbetet med denna MKB utgår från det sam-

rådsunderlag (2012 och framåt) som tagits fram för City Link etapp 2 med beskrivning av alternativa sträckningar och utformningar av alternativ. I samrådsunderlaget från februari 2014 presenterades huvudalternativet i form av en 50 meter bred utredningskorridor. Vid Stocksund var korridoren bredare till följd av att de geologiska förhållandena på platsen krävde mer omfattande undersökningar. I samrådsunderlaget redovisades alternativa lägen för placering av ventilationsschakt längs sträckningen. För varje ventilationsschaktläge har en lokaliseringsstudie utförts och dialog om vald placering har förts med berörda myndigheter, fastighetsägare, tomträtts-, dispositionsrätts- och nyttjanderättsinnehavare.

De olika utredningar som har utförts för att ge underlag för bedömning av projektets miljöpåverkan består framförallt av hydrogeologiska utredningar för att beräkna påverkan på grundvattnet. Dessa beräkningar möjliggör i sin tur en bedömning av påverkan på bland annat byggnader, biologiska och ekologiska värden samt energianläggningar. Buller- och vibrationsberäkningar har gjorts samt naturinventeringar. En särskild utredning om påverkan på skyddsvärda träd kring ventilationsschakten har även utförts. Efter genomfört samråd har utredningarna för planerad tunnelsträckning inom korridoren förfinats, inkomna synpunkter från samråd behandlats och förslag till skyddsåtgärder och kontrollprogram har utarbetats.

I arbetet med denna MKB har även tidigare utredningar samt digital information från länsstyrelsen och aktuella myndigheter använts, vilket framgår av referenslista.

02. TILLSTÅND OCH SAMRÅD

2.1 KONCESSIONSANSÖKAN OCH PRÖVNINGSPROCESS

För att bygga eller använda elektriska starkströmsledningar krävs enligt ellagen tillstånd, s.k. nätkoncession för linje. En nätkoncession gäller tills vidare. Koncession söks hos Energimarknadsinspektionen. I en ansökan om nätkoncession ska en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) ingå, vilken i sin tur styrs av bestämmelserna i 6 kap. miljöbalken.

Förutom nätkoncession för linje krävs också tillträde till berörda fastigheter. Detta uppnås vanligen genom tecknande av frivilliga markupplåtelseavtal mellan fastighetsägaren och Svenska kraftnät. Tillträde till berörda fastigheter säkerställs även genom ledningsrätt enligt ledningsrättslagen. I förrättningen värderar lantmäteriet det intrång som tunnelanläggningen orsakar. Värderingen ligger sedan till grund för fastighetsägarens engångsersättning.

2.2 TILLSTÅNDSANSÖKAN OCH PRÖVNINGSPROCESS VATTENVERKSAMHET

Vid anläggande av tunnel kommer grundvatten att läcka in. För att kunna leda bort grundvatten, tillsammans med tillsatt processvatten under byggskedet, krävs tillstånd för vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. Inläckande grundvatten och processvatten benämns länshållningsvatten. Som en skyddsåtgärd för den grundvattensänkning som uppkommer på grund av anläggande av tunneln

kan skyddsinfiltration behöva utföras. För skyddsinfiltration krävs också tillstånd för vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. Tillstånd för vattenverksamhet söks hos Mark- och miljödomstolen. Tillståndsansökan ska bland annat innehålla en MKB. Mark- och miljödomstolen remitterar ärendet till berörda sakägare och berörda myndigheter. Efter remisstiden och därefter följande huvudförhandling meddelar Mark- och miljödomstolen en miljödom.

Att släppa ut länshållningsvatten (bortlett grundvatten och tillkommande processvatten) under anläggningsfasen utgör anmälningspliktig verksamhet enligt 9 kap. miljöbalken.

2.3 SAMRÅD

Vid ansökan om nätkoncession för linje och vid ansökan om tillstånd enligt miljöbalken ska sökanden genomföra samråd enligt 6 kap. 4 § miljöbalken. I lagrummet anges bl.a. samrådsretsens omfattning. City Link etapp 2 antas medföra betydande miljöpåverkan, vilket medför att samrådsretsen är något utvidgad, i enlighet med 6 kap. 4 § 2 p miljöbalken. Utöver länsstyrelse, tillsynsmyndighet och de enskilda som kan antas bli särskilt berörda ska samråd därmed ske även med övriga statliga myndigheter samt de kommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda. Gentemot denna krets ska samråd ske i god tid och i behövlig omfattning.

Syftet med ett samråd är att i ett tidigt skede inhämta synpunkter, identifiera eventuella miljöris-ker och alternativa lösningar för att på så sätt få bästa möjliga underlag för beslut av projektet i fråga. Vad gäller frågan om formerna för samråd har Svenska kraftnät i City Link etapp 2 genomfört samråd på samma sätt som i tidigare, liknande projekt, vilket har omfattat annonsering i lokaltidningar (Dagens Nyheter, Svenska Dagbladet och Mitt i) för att nå ut med samrådsinbjudningar till den krets som anges i 6 kap. 4 § miljöbalken. Med anledning av påverkansområdets storlek utgör nämnda krets en mycket stor grupp. Därutöver har fastighetsägare och tomträttsinnehavare inom påverkansområdet fått särskilda samrådsinbjudningar med bifogat samrådsunderlag samt har särskilda utskick gjorts till berörda kommuner, statliga myndigheter, tillsynsmyndigheter samt berörda organisationer och företag m.fl. Flera samrådsmöten har genomförts med länsstyrelsen, kommuner, fastighetsägare, nyttjanderättshavare och andra berörda. De samråd som har skett redovisas i detalj i Bilaga 1A. Genom detta tillvägagångssätt har Svenska kraftnät nått ut till samrådsgruppen och syftet med samrådet uppfylls därmed.

Samråd för City Link etapp 2 har genomförts i två faser. Inför det första samrådet 2012 utgick Svenska kraftnät från ett utredningsområde med alternativa lokaliseringar. Efter de inledande samråden upprättades en samrådsredogörelse som skickades till länsstyrelsen. Med stöd av samrådsredogörelsen beslutade länsstyrelsen i oktober 2013 att den planerade ledningen kan antas medföra betydande miljöpåverkan. Projektet erhöll nytt beslut den 12 juni 2014 från länsstyrelsen i Stockholm om att projektet har betydande miljöpåverkan enligt miljöbalken 6 kap. 5 § avseende såväl prövning av vattenverksamhet enligt miljöbalken som för nät-koncessionsprövning enligt ellagen, se Bilaga 1B.

Den andra fasen inom samrådsprocessen genomfördes under februari-mars 2014 då samråd hölls kring förelagda sträckning med tillhörande anläggningar för City Link etapp 2. Svenska kraftnät genomförde bland annat tre öppna hus där allmänheten fick möjlighet att ställa frågor och lämna synpunkter på projektet, se Bilaga 1A för ytterligare beskrivning kring samråden.

Ett kompletterande samråd med myndigheter,

berörda ledningsägare och fastighetsägare hölls under våren 2014. Detta på grund av ett alternativ med en djupare tunnelförläggning mellan Bleck-tornsparken och station Skanstull, vilket medförde ett större påverkansområde för grundvatten, och därmed fler berörda.

Ytterligare ett kompletterande samråd hölls under november 2014 till januari 2015 avseende ett alternativt tunneldjup mellan ventilationsschaktet vid Stadsgårdskajen och Skanstull. Förändringen medförde ytterligare berörda genom att det hydrologiska påverkansområdet utökades. I samma samråd redogjordes också mer i detalj för förläggningen mellan ventilationsschakt Skanstull och station Skanstull i södra Hammarbyhamnen. Även vid detta tillfälle hölls ett öppet hus där allmänheten fick möjlighet att ställa frågor och lämna synpunkter.

Efter genomfört samråd kring huvudalternativet har en ny samrådsredogörelse upprättats. Denna samrådsredogörelse återfinns i Bilaga 1A.

2.4 TIDPLAN

Tidplanen är helt beroende av att Svenska kraftnät får koncession och miljödom senast 2016/2017, eftersom det är först när dessa tillstånd finns som upphandling kan göras av tunnelbormaskinen (TBM). Från det att tillstånd meddelas, beräknar Svenska kraftnät att upphandling och byggnation av TBM tar cirka 2,5 år. Tunneldrivningen pågår sedan under cirka 3,5–4 år. Under denna tid kommer även ventilationsschakten att anläggas. Därefter sker kabelinstallationer etc. under cirka 1,5–2 år för att möjliggöra drifttagning av elförbindelsen.

03. ÖVERGRIPANDEFÖRUTSÄTTNINGAR

3.1 SVENSKA KRAFTNÄTS PLANE- RINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

3.1.1 SÄKERHET

Säkerhetsbestämmelser för ledningar (luftledning och kablar) finns i ellagen, starkströmsförordningen och Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifter. Elsäkerhetsverket har ett tillsynsansvar när det gäller lågfrekventa elektriska och magnetiska fält från ledningar och stationer. Svenska kraftnät tillämpar Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektriska och magnetiska fält.

3.1.2 ROBUSTHET OCH BEREDSKAP

Genom olika författningar ställer samhället krav på att elförsörjningens infrastruktur ska göras mera motståndskraftig och uthållig mot skador som kan uppstå av olika skäl, bland annat till följd av extrema väderförhållanden. Lämpliga åtgärder för att öka robustheten vidtas därför i samband med till- och utbyggnader inom elförsörjningen.

När det gäller beredskap vid eventuella fel vid drift av City Link etapp 2 kommer ett avtal att upprättas mellan Svenska kraftnät och det bolag som kommer att svara för underhåll och reparation. Avtalet kommer bland annat att föreskriva att personal ska finnas till hands för att omedelbart starta upp ett reparationsarbete.

3.1.3 SVENSKA KRAFTNÄTS MILJÖPOLICY

Svenska kraftnät har följande miljöpolicy:

”Svenska kraftnäts vision är att ha en ledande roll för en säker och hållbar elförsörjning. Vi ska utveckla energieffektiva och miljöanpassade lösningar för överföring av el på stamnätet. Genom arbetet bidrar vi till att EU:s klimatmål och Sveriges miljö kvalitetsmål uppnås.

Vi ska verka för att verksamhetens² miljöbelastning ständigt minskar. Detta innebär att utsläpp av växthusgaser och andra miljöskadliga ämnen ska begränsas. Vi ska effektivisera vår energianvändning och verka för att användningen av ämnen och material sker med god resurshushållning. Vid utbyggnad och förvaltning av stamnätet ska vi så långt som möjligt ta hänsyn till omgivande natur och landskap samt bevara värdefulla biotoper. Vi uppnår detta genom att:

- > fatta långsiktigt hållbara beslut där miljöhänsyn är en viktig del av underlaget
- > ställa miljökrav i upphandlingar och säkerställa att kraven följs
- > kommunicera och agera med ansvar, öppenhet och respekt kring både globala och lokala miljöfrågor
- > bedriva och stödja forskning och utveckling som leder till miljöanpassad teknik och metoder

2. Med verksamheten avses Svenska kraftnäts totala verksamhet inkl. de egna gasturbiner som ingår i störningsreserven.

- > följa lagar och andra krav inom miljöområdet
- > se till att anställda och övriga som utför arbete åt oss är miljömedvetna och har tillräcklig miljökompetens för att ta hänsyn till miljön i det dagliga arbetet.”

3.2 RELEVANTA MILJÖMÅL OCH MILJÖKVALITETSNORMER

3.2.1 NATIONELLA MILJÖMÅL

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål, sexton miljö kvalitetsmål samt tjugo-fyra etappmål som är steg på vägen i att nå det till-

stånd i den svenska miljön som arbetet med miljö kvalitetsmålen ska leda till (Naturvårdsverket, 2013). Generationsmålet anger en inriktning för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att nå miljö kvalitetsmålen. Miljö kvalitetsmålen har preciserings som förtydligar målen och används i arbetet med att följa upp hur det går med miljöarbetet. De miljömål som projektet City Link etapp 2 inte bedöms påverka är ”stor-slagen fjällmiljö”, ”ett rikt odlingslandskap” samt ”skyddande ozonskikt”.

De miljö kvalitetsmål som projektet City Link etapp 2 bedöms beröra presenteras nedan och en samlad bedömning av påverkan på de nationella miljömålen görs i kapitel 8.

TABELL 3.1. AKTUELLA MILJÖKVALITETSMÅL

NATIONELLA MILJÖKVALITETSMÅL		PROJEKTETS PÅVERKAN
Begränsad klimatpåverkan	Förbränningen av fossila bränslen (olja, kol, naturgas, bensin, diesel), står för det största bidraget till växthuseffekten både i Sverige och övriga världen.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner.
Frisk luft	Utsläpp till luft kommer framför allt från vägtrafiken, men även från arbetsmaskiner.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner.
Bara naturlig försurning	De ämnen som har störst betydelse för försurningen är svaveldioxid, kväveoxider och ammoniak som mestadels kommer från trafik, jordbruk, industri och energianläggningar och transporteras hit med vinden från andra länder samt internationell sjöfart.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner.
Giftfri miljö	Risker med kemikalier är svåra att begränsa, då det saknas mycket kunskap om vilka egenskaper hos kemikalier och föroreningar som påverkar människors hälsa och miljön.	Vid anläggande av City Link etapp 2 kan kemisk injektering komma att utföras för att täta berget.
Säker strålmiljö	Miljömålet syftar bland annat till att exponeringen för elektriska och magnetiska fält i arbetslivet och i övriga miljön är så låg att människors hälsa och den biologiska mångfalden inte påverkas negativt.	400 kV-kablar alstrar ett elektrisk och magnetiskt fält.
Ingen övergödning	Näringsämnen som kväve och fosfor tillförs atmosfären av bland annat trafiken.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner. Länshållningsvattnet i samband med sprängningsarbeten kommer att innehålla kväverester.
Levande sjöar och vattendrag	Miljömålet innebär bland annat att sjöar och vattendrag har god ekologisk och kemisk status samt att ekosystemtjänsterna som vattendrag bidrar med bibehålls. Dessutom ska friluftsvärden som strandmiljöer, fritidsfiske, badliv, båt liv värnas och behållas i sitt nuvarande skick.	Länshållningsvattnet under byggskedet samt utsläpp av bortlett grundvatten under driftskedetsläpps till olika recipienter.
Havi balans samt levande kust och skärgård	Miljömålet innebär bland annat att kust- och havsvatten ska ha god miljöstatus med avseende på fysikaliska, kemiska och biologiska förhållanden, samt en god ekologisk status eller potential och god kemisk status samt att ekosystemtjänster bibehålls.	Länshållningsvattnet under byggskedet samt utsläpp av bortlett grundvatten under driftskedetsläpps till olika recipienter.

TABELL 3.1. AKTUELLA MILJÖKVALITETSMÅL

Myllrande våtmarker	De flesta kvarvarande våtmarker är mer eller mindre påverkade av markavvattnings och kvävenedfall. Den påverkan våtmarker utsätts för leder till ändrade livsvillkor för de arter som lever där.	En bergtunnel kan medföra att grundvattennivåerna kring tunneln riskerar att förändras, både i bygg- och driftskedet.
Grundvatten av god kvalitet	I miljömålet ingår att grundvattennivåerna ska hållas på en sådan nivå att negativa konsekvenser för vattenförsörjning, markstabilitet eller djur- och växtliv i angränsande ekosystem inte uppkommer.	En bergtunnel kan medföra att grundvattennivåerna kring tunneln riskerar att förändras, både i bygg- och driftskedet.
God bebyggd miljö	Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.	City Link etapp 2 är ett infrastrukturprojekt avseende energiförsörjning.
Ett rikt växt- och djurliv	Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Biologisk mångfald främjar folkhälsan genom att många natur- och kulturmiljöer är en viktig källa till rekreation och friluftsliv.	En bergtunnel kan medföra att grundvattennivåerna kring tunneln riskerar att förändras, både i bygg- och driftskedet.

TABELL 3.2. REGIONALA MILJÖMÅL

REGIONALA MILJÖMÅL	PROJEKTETS PÅVERKAN	
Begränsad klimatpåverkan	Energiproduktion och vägtrafik är de största utsläppskällorna i länet. Vägtrafiken ökar, medan energiproduktionens utsläpp minskar.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner.
Frisk luft	Den främsta orsaken till ohälsosam luft i länet är vägtrafikens utsläpp. I centrala tätbebyggda områden finns problem med för höga halter av bland annat partiklar och kvävedioxid.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner.
Giftfri miljö	Länet är särskilt belastat på grund av den stora befolkningstätheten, tillväxttakten, hög konsumtion, transporter, ökande avfallshantering och förbränning samt industrihistoria. Det finns en ökad belastning av läkemedel och kemikalier i vattenmiljön.	Vid anläggande av City Link etapp 2 kan kemisk injektering komma att utföras för att tätta berget.
Ingen övergödning	En växande befolkning ökar konkurrensen och trycket på infrastrukturen. Åtgärder behövs för att överföra näringsämnen till produktiv mark, åter skapa miljöer för att fånga upp näring samt minska förlusterna till vatten från jord- och skogsbruk, avlopp dagvatten och trafik.	Transporter och arbetsmaskiner under byggskedet medför utsläpp av luftemissioner. Länshållningsvattnet isamband med sprängningsarbeten kommer att innehålla kväverester.
God Bebyggd miljö	En utmaning är att bygga den täta, tillgängliga och hälsosamma staden med frisk luft, god inom- och utomhusmiljö och grönområden.	City Link etapp 2 är ett infrastrukturprojekt avseende energiförsörjning.
Ett rikt växt- och djurliv	En långsam och kontinuerlig förlust av biologisk mångfald pågår i länet. Det beror bland annat på fragmentering av grönsstrukturen till följd av en hög exploateringstakt.	En bergtunnel kan medföra att grundvattennivåerna kring tunneln riskerar att förändras, både i bygg- och driftskedet.

3.2.2 REGIONALA MILJÖMÅL

Länsstyrelsen i Stockholms län samordnar det regionala miljömålsarbetet och har valt ut sex av de sexton miljömålen för särskilda insatser för att nå målen till 2020 (Länsstyrelsen Stockholm, 2014a). Länsstyrelsen följer även upp resultaten av arbetet med miljömålen. Det är endast miljömålet ”bara naturlig försurning” som beräknas nås till 2020.

De sex miljömål som prioriteras presenteras nedan (Naturvårdsverket, 2013c). En samlad bedömning av påverkan på de regionala miljömålen görs i kapitel 8.

3.2.3 MILJÖKVALITETSNORMER

Miljökvalitetsnormer, MKN, anger det tillstånd i miljön som ska uppnås vid en viss tidpunkt. Det finns för närvarande miljökvalitetsnormer för buller, luft och vattenkvalitet. I 5 kap. miljöbalken anges att regeringen kan anta bestämmelser som anger övre gränser för påverkan och utsläpp som människor och miljön kan utsättas för. Miljökvalitetsnormerna kommer att användas som underlag

för bedömning av den eventuella påverkan projektet City Link etapp 2 kan komma att få på människors hälsa och miljön.

Buller

Miljökvalitetsnormen för omgivningsbuller gäller alla vägar, järnvägar, flygplatser och tillståndspliktiga hamnar samt en del industrier. För kommuner med över 100 000 invånare, som Stockholms stad, ska omgivningsbullret kartläggas och en åtgärdsplan fastställas (Naturvårdsverket, 2013a). Den senaste kartläggningen för Stockholm genomfördes 2012. Även små och medelstora kommuner ska begränsa bullernivåerna enligt bestämmelser bland annat enligt miljöbalkens hänsynsregler. Mindre kommuner berörs av kvalitetsnormerna i närheten av stora vägar, järnvägar och flygplatser.

Luft

Luftkvalitetsförordningen reglerar miljökvalitetsnormer för luft som gäller för hela landet. Det finns MKN för kvävedioxid/kväveoxid, svavel-



Figur 3.1. Vattenförekomster som berörs av City Link etapp 2.

dioxid, bly, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, ozon, arsenik, kadmium nickel och bens(a)pyren. Det finns både normer som innehåller gränsvärden som ska följas, och andra riktvärden som inte är tvingande (Naturvårdsverket, 2013b).

Vattenkvalitet

Miljökvalitetsnormer som berör vatten finns för ytvattenförekomster och grundvattenförekomster, havsmiljön samt för fisk-och musselvatten. En grundvattenförekomst är enligt kriterierna en sådan som producerar mer än 10 m³/dag eller försörjer fler än 50 personer. Inom påverkansområdet för City Link etapp 2 berörs inga sådana grundvattenförekomster. Föreskrifter för hur ytvattenförekomster klassificeras ges ut av Havs-och Vattenmyndigheten enligt lagstiftning om förvaltning av vattenmiljön. De ytvattenförekomster som berörs av City Link etapp 2 är Stora och Lilla Värtan, Strömmen, Edsviken och Astriksfjärden, se Figur 3.1 och Tabell 3.3. På vilket sätt dessa vattenförekomster berörs beskrivs i kapitel 5.

TABELL 3.3. BESKRIVNING AV DE VATTENFÖREKOMSTER SOM BERÖRS AV CITY LINK ETAPP 2. STATUSKLASSNING I ENLIGHET MED TERMINOLOGI I EU:S RAMDIREKTIV FÖR VATTEN OCH BESLUTADE MILJÖKVALITETSNORMER SAMT FÖRSLAG PÅ NYA KLASSNINGAR OCH NORMER.

VATTENFÖREKOMST	TYP AV VATTEN	STATUS 2009 EKOLOGISK/KEMISK	MKN	UNDANTAG/ TIDSFRIST	STATUS 2013/2014 EKOLOGISK/KEMISK	FÖRSLAG MKN	UNDANTAG/ TIDSFRIST
STORAVÄRTAN (SE592400-180800)	Övergångsvatten	Otillfredsställande ekologisk status	God ekologisk status år 2021	Pga övergödning år 2021	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status år 2027	Pga övergödning år 2027
LILLAVÄRTAN (SE658352-163189)	Övergångsvatten	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus år 2015		Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus	Ingen tid satt pga kvicksilver
	Övergångsvatten	Måttlig ekologisk potential	God ekologisk potential år 2021	Pga övergödning och morfologiska förändringar år 2021	Måttlig ekologisk potential	God ekologisk potential år 2027	Pga övergödning och morfologiska förändringar år 2027
	Övergångsvatten	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus år 2015	Pga tributyltenn-föreningar år 2021	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus	Pga tributyltenn år 2021 Antracen år 2027
STRÖMMEN (SE591920-180800)	Övergångsvatten	Måttlig ekologisk potential	God ekologisk potential år 2021	Pga övergödning och morfologiska förändringar år 2021	Otillfredsställande ekologisk potential	God ekologisk potential år 2027	Pga övergödning och morfologiska förändringar år 2027
	Övergångsvatten	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus år 2015	Pga tributyltenn-föreningar år 2021	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus	Pga tributyltenn år 2021 Antracen år 2027 Pentabromerad difenyleter (PBDE) år 2027 Bly och blyföreningar år 2027
EDSVIKEN (SE659024-162417)	Övergångsvatten	Otillfredsställande ekologisk status	God ekologisk status år 2021	Pga övergödning år 2021	Dålig ekologisk status	God ekologisk status år 2027	Pga övergödning år 2027
	Övergångsvatten	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus år 2015		Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus	Pga tributyltenn år 2021 Antracen år 2027 Pentabromerad difenyleter (PBDE) år 2027
ASKRIKEFJÄRDEN (SE592290-181600)	Övergångsvatten	Måttlig ekologisk potential	God ekologisk status år 2021	Pga övergödning år 2021	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status år 2027	Pga övergödning år 2027
	Övergångsvatten	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus år 2015		Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus*	God kemisk ytvattenstatus	Pga tributyltenn år 2021 Antracen år 2027

* Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status med avseende på kvicksilver, vars halter i fisk överskrider EU:s gränsvärden. Den troligtvis största källan är historiska utsläpp av kvicksilver, som via atmosfärisk deposition har lagrats in i omgivande mark och nu läcker kontinuerligt till ytvattnet och ackumuleras i fiskar. Vid markanvändning bör åtgärder som hindrar ökat kvicksilverläckage från omgivande mark vidtas. På grund av att den största källan är atmosfärisk deposition går det inte att avgöra inom vilken tid det är möjligt att minska halterna under EU:s gränsvärde i fisk (Länsstyrelsen Stockholm, 2014c).

04. ALTERNATIVREDOVISNING

Svenska kraftnät har kontinuerligt genom hela projektet arbetat med att finna bästa möjliga utformning och lokalisering av den planerade 400 kV-förbindelsen. I förstudien, som låg till grund för den första delen av samrådet, presenterades en alternativutredning som behandlade alternativa utformningar, som sjökabel, markförlagda kablar och kabeltunnel, samt alternativa lokaliseringar för dessa. I samrådsunderlaget, som utgjorde underlag för den andra delen av samrådet, utreddes alternativet med en tunnelanläggning vidare i form av ett huvudalternativ inom en 50 meter bred korridor (undantaget området vid Stocksundet där korridorens bredd uppgick till ca 250 meter).

De avförda alternativa utformningarna och lokaliseringarna sammanfattas nedan, men först redogörs för ett nollalternativ, d.v.s. konsekvenserna om projektet inte genomförs. Därefter följer en sammanfattning av lokaliseringsutredningen för ventilationsschakten, ett resonemang kring alternativa tätningsmetoder för tunneln, avfört alternativ avseende utsläppspunkt av länshållningsvatten samt en beskrivning av huvudalternativet.

4.1 NOLLALTERNATIV

Nollalternativet är det alternativ som bedöms vara den förutsedda utvecklingen om den planerade elförbindelsen mellan stationerna Anneberg och Skanstull inte byggs. Alternativet innebär att Stockholmsregionens elnät inte förstärks som planerat för att säkra den framtida elförsörjningen.

En mycket viktig del i det nya elnätet är den nya 400kV-förbindelsen City Link som byggs i fyra etapper genom Stockholms centrala och östra delar. Elförbindelsen bidrar till flera starka inmatningar av el till Stockholmsområdet, vilket förstärker elnätet, ökar driftsäkerheten samt bidrar till att tillgodose det framtida elförsörjningsbehovet. Alla fyra etapper är beroende av varandra och behövs för att nå detta mål.

Den andra etappen av City Link, som planeras i tunnel, är avgörande för hela City Link. Att inte bygga etapp 2 medför att leveranssäkerheten inte kan upprätthållas i Stockholmsregionen och att det framtida elförsörjningsbehovet därmed inte kan tillgodoses. Det medför även att ett antal inplanerade rivningar av befintliga 220 kV-luftledningar inte kan genomföras. Ungefär 60 000 personer som idag bor inom 200 meter från dessa luftledningar kommer således även i fortsättningen att ha en luftledning i sin närmiljö. Den mark som idag begränsas av luftledningar kommer därmed inte att kunna användas till andra ändamål.

4.2 AVFÖRDA UTFORMNINGAR FÖR CITY LINK ETAPP 2

Svenska kraftnäts huvudalternativ för nya elförbindelser är att de utformas som en luftledning. I detta fall har möjligheten att utforma förbindelsen som en luftledning avförts tidigt i processen på grund av att en luftledning genom de mest exploaterade delarna av Stockholm inte bedömdes

som möjligt ur ett framkomlighetsperspektiv. De alternativa utformningar som har utretts vidare är därmed mark-, sjö- och tunnelförlagda kablar och en kombination av dessa, se Figur 4.1. Ett alternativ med enbart markkabel, samt sjökabel i kombination med markkabel avfärdades efter det första samrådet. Skäl för de avförda alternativen anges nedan.

4.2.1 MARKFÖRLAGDA KABLAR

För att minimera markanspråk, kostnader och elförluster i ett system behöver en markkabel förläggas utefter en så rak linje som möjligt. Eftersom aktuellt projekt korsar de hårdast exploaterade delarna av Stockholm behöver anpassningar på sträckningen göras för bebyggelse, infrastruktur, fornlämningar och förekommande naturvärden, vilket kraftigt försvårar möjligheterna till en rak sträckning med acceptabla kostnader, elförluster och markanspråk. De förekommande vattenpassagera skulle även medföra kombination med sjöka-

bel och landtagning i känsliga kustmiljöer och hårt trafikerade farleder.

Teoretiskt finns många sträckningar att tänka sig och det troligaste är att markkablarna skulle gå genom Nationalstadsparken, under eller i större trafikleder och genom de centrala delarna av Stockholm. I vägar och gator finns redan idag ett utbyggt nät av el, fjärrvärme, telekommunikation, VA m.m. som behöver flyttas om ledningen ska kunna förläggas. Ett kabelschakt kräver en bredd på ca 4 meter.

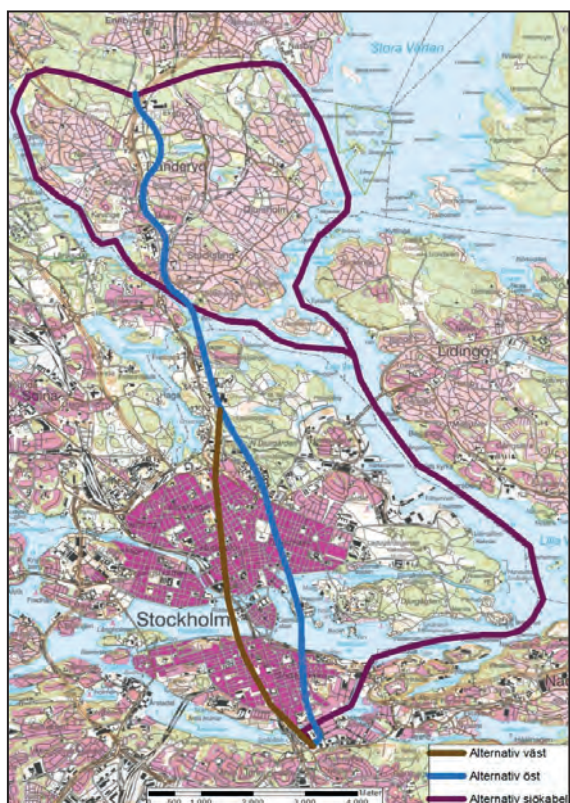
Sammantaget bedöms påverkan på bland annat infrastruktur, markanvändning/naturresurser och planförhållanden bli så stor att förslaget inte är praktiskt genomförbart. Alternativet uppfyller med denna utformning dessutom inte Svenska kraftnäts krav på tillgänglighet och driftsäkerhet genom oacceptabla risker för yttre påverkan genom grävning eller andra aktiviteter i närheten av kablarna. Skulle en skada uppkomma är tillgängligheten för reparationer dessutom sämre än för kablar i tunnel eller luftledning.

4.2.2 SJÖKABLAR

Projektets norra anslutningspunkt, station Anneberg, ligger ca 2 km från kusten varför ett alternativ med sjökablar skulle kräva en delsträcka med markförlagda kablar, endera västerut mot Edsviken, österut mot Stora Värtan eller söderut mot Stocksundet.

Sjöförlagda kablar skulle passera Lilla Värtan med Värtahamnen och Frihamnen, ut i Saltsjön mellan Djurgården och Fjäderholmarna och in i Hammarbykanal och Hammarby sjö. Öster om Hammarbyslussen skulle sjökablarna tas i land och förläggas som markkablar ca 300 meter fram till station Skanstull. Sjökabelalternativet är totalt 21-24 km, beroende av vilken sträckning som skulle väljas från station Anneberg till kusten.

Sjökablar i ett starkt trafikerat område som Stockholms inlopp bör av driftsäkerhetsskäl inte läggas direkt på bottensedimenten utan företrädesvis övertäckas eller spolas ner för att undvika risker för påverkan från släpande ankare eller annan mekanisk påverkan. Bottensedimenten vid Stora och Lilla Värtan är förorenade på grund av tidigare verksamheter (Länsstyrelsen (2014c), vilket skapar risker för spridning av föroreningar vid förläggning och eventuellt underhåll av kablarna. I vattenområdena finns ett flertal kablar för överföring



Figur 4.1. Alternativa utformningar som redovisades i förstudien, en kombination av sjö- och markförlagda kablar samt tunnelförlagda kablar. Alternativ väst och alternativ öst utgjorde tunnelförlagda kablar, alternativ sjökabel utgjordes av sjökabel i kombination med markkabel.

av bland annat vatten och el mellan fastlandet och Lidingö, över Nybroviken och Strömmen. Korsning av befintliga ledningar kan komma att skapa stora svårigheter i anläggningsskedet och innebära svårigheter vid eventuell reparation av kablarna. Kabelförbanden måste dessutom förläggas med ett inbördes avstånd som är likastort som avståndet till vattenytan, dock maximalt 35 meter. Detta för att kablarna ska kunna lyftas upp till ytan vid eventuell reparation och sedan läggas tillbaka utan att påverka närliggande kabelförband.

Hammarbykanal är fördjupad genom sprängning. Kablarna bör inte placeras på botten utan kräver ytterligare nedsprängning under nuvarande bottennivå. En fördjupning av Hammarbykanal kräver en längre tids avstängning, vilket skulle medföra att all passage av större fartyg in till Mälaren i Stockholmsregionen måste ske via Södertäljekanal istället.

Ett alternativ med sjökablar innefattar även anslutande delar på land, som markförlagda kablar eller i jordtunnel, till anslutningspunkterna i respektive stamnätsstation. Övergången från markförläggning till sjöförläggning kräver omfattande markarbeten, vanligtvis bergschakter långt in på land och långt ut i vattnet. Marken vid sjökanten är vanligtvis hårt utnyttjad för annan verksamhet, såsom bebyggelse eller friluftsområden, varför märkbar påverkan kan uppkomma.

Sammantaget bedöms alternativet medföra mycket stor påverkan med avseende på föroreningar i sediment och stor påverkan på naturmiljö, markanvändning/naturresurser och infrastruktur. Alternativet uppfyller dessutom inte de krav på tillgänglighet och driftsäkerhet som Svenska kraftnät kräver, genom oacceptabla risker för yttre påverkan från bland annat ankring och muddringsarbeten. Skulle en skada uppkomma krävs omfattande insatser med stor omgivningspåverkan. Tillgängligheten vid en reparation av sjöförlagd kabel är starkt begränsad och påverkad av exempelvis is under vinterhalvåret. För reparationer på sjöförlagd kabel krävs kabelfartyg.

4.2.3 SAMFÖRLÄGGNING I BEFINTLIG TUNNEL

En befintlig tunnel för samförläggning ska ha lämplig sträckning och djup, tillräckligt utrymme för ledningen, rätt dimension med avseende på ventilation m.m. och inte ha andra ledningar eller sys-

tem som påverkar eller påverkas så att förläggning och underhåll av City Link etapp 2 innebär allvarliga arbetsmiljörisker. Samförläggning har inte bedömts aktuellt då det inte finns någon tunnel som uppfyller beskrivna kriterier.

4.3 ALTERNATIVA ANLÄGGNINGSMETODER

4.3.1 ALTERNATIVA ANLÄGGNINGSMETODER FÖR KABELTUNNEL

En kabeltunnel kan drivas fram på olika sätt. I förstudien utreddes två alternativa tunneldrivningsmetoder, konventionell tunneldrivning genom borrhning och sprängning och mekaniserad tunneldrivning med hjälp av tunnelborrmaskin (TBM). Konventionell tunnelframdrivning görs genom sprängning och förinjektering (tätning) samt förstärkning av berget efter genomförda sprängningar. En sprängd tunnel skulle, till följd av den lägre framdrivningshastigheten, för aktuellt projekt kräva flera angreppspunkter, s.k. mellanpåsag, där bergmassor tas ut. Det skulle medföra stora utmaningar vad gäller logistik och tunga transporter till och från tunneln i centrala Stockholm. Mellanpåsag skulle även orsaka miljöpåverkan i stadsmiljön i form av vibrationer, buller och spränggasar.

Tunneldrivning med TBM utgör huvudalternativet för City Link etapp 2 och beskrivs närmare i avsnitt 4.7. Några av fördelarna med TBM är att bergmassorna hanteras vid en plats, det uppstår inga kännbara vibrationer och framdrivningen går snabbare än för traditionellt borrhning och sprängning tunnel vilket medför en kortare period av stomljudspåverkan för omgivningen.

Svenska kraftnät har även undersökt möjligheten att driva tunneln från två håll med TBM, men alternativet har avfärdats på grund av svårigheter att etablera TBM och hantera massor vid ventilationsschakt Skanstull. Alternativet har avfärdats på grund av att det är ont om plats och många verksamhetsutövare redan idag, exempelvis Betongindustri AB i södra Hammarbyhamnen, skulle påverkas negativt. Att arbeta med en extra TBM skulle dessutom göra projektet ca 100–150 miljoner kronor dyrare.

I förstudien avfördes alternativen att passera Strömmen med sjökabel och sänktunnel, och TBM

förordades. Tunneldrivning med TBM för denna passage har dock under projektets gång visat sig tekniskt svårt efter noggranna bergtekniska undersökningar på grund av omfattande krosszoner i berggrunden. Därför planeras istället passage under Strömmen genom konventionell tunneldrivning med borrhning och sprängning.

4.3.2 ALTERNATIVA FÖRLÄGGNINGSMETODER FÖR ANSLUTNING TILL STATION SKANSTULL

Kabelförläggningen mellan ventilationsschakt Skanstull och den planerade stationen Skanstull, en sträcka på ca 100 meter, kommer att ske med kablar förlagda i en jordtunnel. Som alternativ till jordtunnel har markkablar studerats, se Figur 4.2. En stor mängd befintliga kablar inom det befintliga stationsområdet medför att jordtunnel är mer fördelaktigt vid jämförelse mellan jordtunnel och markförlagd kabel. Detta alternativ har i samrådet även förordats av berörd verksamhetsutövare (Fortum Distribution AB).

4.4 ALTERNATIVA LOKALISERINGAR AV KABELTUNNELN

I förstudien presenterades ett västligt och ett östligt alternativ för en kabeltunnel, se Figur 4.1. Det västliga alternativet var förknippat med flera anlägg-

ningstekniska utmaningar. En kabeltunnel skulle på denna sträckning bland annat;

- > passera under områden där anläggning av Citybanan pågår,
- > korsa den kraftigt vattenförande Stockholmssåsen samt
- > korsa områden med flera tunnlar i flera nivåer där tidigare erfarenheter visar på dåliga berggrundsförhållanden och svårigheter att tätta mot inläckande grundvatten.

Det östliga alternativet ansågs mer fördelaktigt med hänsyn till ovanstående men här utgjorde istället passage av Strömmen och dess krosszon på ett stort djup den stora utmaningen.

Sammantaget bedömdes det östliga alternativet medföra minst miljöpåverkan och har sedan dess utgjort huvudalternativ.

4.4.1 JUSTERING AV HUVUDALTERNATIVET

Sedan samrådsunderlaget togs fram i februari 2014 har justeringar av huvudalternativet gjorts, genom att sträckningen rätades ut de sista 750 meterna och tunneldjupet justerades. Detta föranledde ett kompletterande samråd. Justeringarna har i första hand gjorts för anpassningar till omkringliggande verksamheter och för andra tekniska aspekter.

4.4.2 ALTERNATIVA DJUP

För att inte påverka andra planerade undermarksanläggningar, närmare bestämt den planerade tunnelbanan till Gullmarsplan och söderort, utreddes även ett alternativt tunneldjup mellan ventilationsschakt Stadsgårdskajen och ventilationsschakt Skanstull. Samråd även kring detta alternativ har skett.

Det alternativa djupare läget medför ett större hydrologiskt påverkansområde och utgör därmed andrahandsalternativ. Det grundare tunneldjupet utgör förstahandsvalet.



Figur 4.2. Anslutning mellan ventilationsschakt Skanstull och station Skanstull. Jordtunnel är det sökta alternativet.

4.5 ALTERNATIVA LOKALISERINGAR AV VENTILATIONSSCHAKT SAMT TUNNELPÅSLAG

Längs tunnelsträckningen behöver vertikala ventilationsschakt anläggas, främst för att ventilera bort överskottsvärme från kablarna när de är i drift, men även för att kunna användas som evakueringsvägar från tunneln. En närmare beskrivning av varje ventilationsschakt framgår av den tekniska beskrivningen, som biläggs ansökan, samt kapitel 5 Verksamhetsbeskrivning i denna MKB. Vid lokalisering av ventilationsschakten har hänsyn tagits dels till en ventilationsutredning och dels till lämpliga platser i marknivå. Platserna har valts med hänsyn taget till geologiska förhållanden, planförhållanden, diskussioner med berörda fastighetsägare och rättighetsinnehavare samt inkomna synpunkter under samråden.

De föreslagna lokaliseringarna av ventilationschakten har föregåtts av utredningar med utgångspunkt från följande tre primära kriterier;

- > Avståndet mellan ventilationsschakten bör vara mellan 2 och 3 km för optimal ventilation av överskottsvärme.
- > Förbindelsetunneln mellan kabeltunneln och ventilationsschakten bör vara maximalt 40 meter för att ventilationen ska vara optimal. Om förbindelsetunneln blir längre ökar uttaget av bergmassor, och transporter samt logistik försvåras. Längre tunnlar ger även ökade kostnader.
- > Säkerhetsavståndet till annan undermarksanläggning ska vara minst 10 meter.

Sex ventilationsschakt planeras. Dessa har namngivits Mörby, Stocksundet, Frescati, KTH, Stadsgrårdskajen och Skanstull. Lokaliseringsutredningen för dessa beskrivs kortfattat nedan tillsammans med tunnelpåslaget vid Anneberg.

4.5.1 TUNNELPÅSLAG ANNEBERG

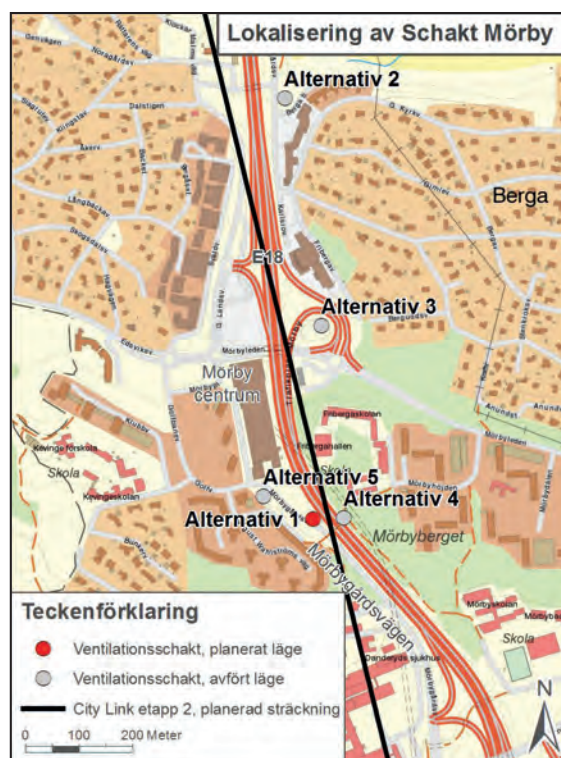
Tunnelpåslaget i norr, som startar i ett planerat bergrumsförråd i Anneberg, har av systemtekniska skäl lokaliserats i nära anslutning till station Anneberg, till vilken ledningskablarna kommer att anslutas. Förutom närheten till stationen talar också befintligt bergrum och goda logistiska möjligheter för den här förordade placeringen. Några alternativa lägen, i likhet med vad som presenteras

för schaktlägena nedan, har därmed inte bedömts aktuella att studera.

4.5.2 VENTILATIONSSCHAKT MÖRBY

För ventilationsschakt Mörby har fem schaktlägen utretts, varav två bedöms vara möjliga lokaliseringar; alternativ 1 och 3, se Figur 4.3. Alternativ 3 innebär dock risker eftersom det är placerat inom vägområde och är inte förenligt med en eventuell utveckling av E18. Alternativ 1 anses vara det bäst lämpade ventilationsschaktläget. Ventilationsschaktet är i huvudsak placerat på en grönyta bestående av en mindre gräsplan med ett fåtal träd som ligger bredvid en parkeringsplats och återvinningsstation. Endast ventilationshuven kommer att finnas kvar när ventilationsschaktet är byggt varför påverkan på grönytan anses vara acceptabel. Schaktplaceringen bedöms vara förenlig med en framtida gång- och cykelväg längs E18 respektive utefter Mörbygårdsvägen.

En process rörande ändring av detaljplan pågår för alternativ 1 och plansamråd pågår under mars-april 2015. Ventilationsschaktet påverkar inte andra tunnars säkerhetszoner. Alternativ 2, 4 och 5 uppfyller inte de primära kriterierna och är därför inte aktuella som lokaliseringsalternativ.



Figur 4.3. Alternativa lägen för ventilationsschakt Mörby. Alternativ 1 är huvudalternativet.

4.5.3 VENTILATIONSSCHAKT STOCKSUNDET

Vid Stocksundet har tunneln en av sina två lågpunkter. I anslutning till lågpunkterna ska pumpstationer för bortledning av grundvatten från berget placeras. Ventilationsschaktet kräver därför en direkt närhet till Stocksundet, så att länshållningsvattnet kan avledas dit.

Fyra alternativa schaktlägen har utretts, varav två bedöms vara möjliga lokaliseringar; alternativ 1 och 3, se Figur 4.4. Alternativ 2 ligger för långt ifrån kabeltunneln (ca 100 meter). Ytterligare ett alternativ (alternativ 4) har utretts med anledning av inkomna synpunkter under öppet hus i samband med Danderyd kommuns samråd om ny detaljplan för att pröva möjligheten att uppföra ett ventilationschakt enligt alternativ 1. Alternativ 4 innebär dock en ca 90 meter lång förbindelsetunnel och uppfyller därmed inte heller de primära kriterierna.

Både alternativ 1 och 3 bedöms vara möjliga även om avståndet till huvudtunneln blir ca 50 meter för båda istället för det primära kriteriet om maximalt 40 meter. Båda alternativen ligger nära broar. Påverkan på broarnas eventuella drift- och underhåll bedöms dock kunna förhindras genom restriktioner under byggskedet. Alternativ 1 ligger mellan

brofästen för E18 och Roslagsbanan och förordas då det bedöms medföra minst omgivningspåverkan och bästa byggtekniska förhållanden, med anledning av att ventilationsschaktet kan anläggas direkt på berg utan spontning eller jordschakt och det finns inga närliggande undermarksanläggningar.

Alternativ 3 skulle innebära intrång i ett område som används för och som anvisats för båtuppläggning i detaljplan. Alternativ 3 innebär även intrång i Nationalstadsparken. Enligt Solna stads fördjupade översiktsplan för Nationalstadsparken utgör strandområdet längs Stocksundet ett grönt stråk som är viktigt för rekreation och som spridningskorridor för växter och djur. Alternativ 3 ligger dessutom mycket nära en bergtunnel för avloppsvatten som går under båtuppläggningsplatsen.

Enligt ovan pågår en process rörande ändring av detaljplan för alternativ 1, plansamråd pågår under mars-april 2015.

4.5.4 VENTILATIONSSCHAKT FRESCATI

Vid Frescati har fyra schaktlägen utretts, varav tre uppfyller de primära kriterierna. Samtliga alternativ ligger inom Nationalstadsparken.

Alternativ 1 är förenat med stora geotekniska



Figur 4.4. Alternativa lägen för ventilationsschakt Stocksundet. Alternativ 1 är huvudalternativet.



Figur 4.5. Alternativa lägen för ventilationsschakt Frescati. Alternativ 3 är huvudalternativet.

risker och det primära kriteriet på 40 meter mellan ventilationsschakt och kabeltunnel överskrids då förbindelsen till tunneln blir 90 meter. Alternativ 1 bedöms därför inte genomförbart.

Alternativ 2, 3 och 4 bedöms vara möjliga lokaliseringar, se Figur 4.5. Alternativ 4 skulle innebära svårigheter vid förläggningen eftersom bergytan ligger på ett stort djup och stora delar av ventilationsschaktet skulle hamna under grundvattenytan vilket medför problem med tätning av spont och medför risker för sättningar av jordarna i området.

Alternativ 2 är placerat i skog med yngre träd som är något glesare än i omgivningen. En längre tillfartsväg behöver anläggas från Vargstigen som kräver schaktningsarbeten. Detta medför ytterligare nedtagning av träd och påverkan på träd i området. Läget innebär även att ventilationsschaktet blir 10 meter djupare än övriga alternativ.

Alternativ 3 förordas och har de mest fördelaktiga geotekniska förutsättningarna. Det växer endast glest med träd bl.a. rönn och lönn på platsen som ligger intill den befintliga vägen, Vargstigen, vilket minimerar påverkan på träd/nedtagning av träd. Den föreslagna placeringen har tagits fram i dialog med Kungliga Djurgårdens Förvaltning (KDF).

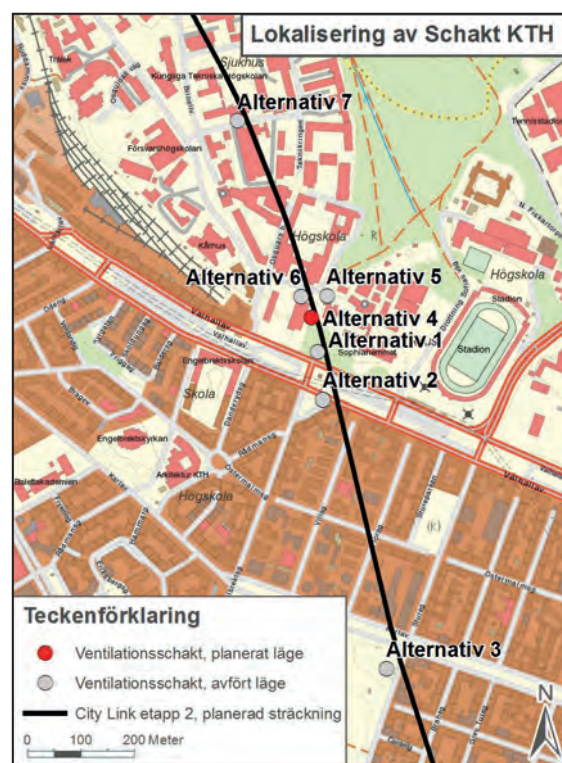
4.5.5 VENTILATIONSSCHAKT KTH

Vid KTH har sju olika schaktlägen utretts, se Figur 4.6, varav sex uppfyller de primära kriterierna. Det sjunde alternativet uppfyller inte kravet på avstånd mellan ventilationsschakten, vilket är viktigt för ventilationen och elförbindelsens funktion. Alternativ 1, 2, 3, 4, 5 och 6 uppfyller de primära kriterierna.

Alternativ 1 påverkar delvis SLLs säkerhetszoner. Placeringen i ett parkområde i de yttre delarna av Nationalstadsparken innebär ett jordschakt som är större till ytan samt att större träd påverkas. Placeringen har bedömts som olämplig på grund av påverkan på skyddsvärda träd i Nationalstadsparken.

Alternativ 2 ligger i en planterad grönyta bredvid en parkeringsplats intill Lill-Jans plan. Alternativet ligger i en trafikerad miljö i direkt anslutning till Valhallavägen där det råder platsbrist för ett etableringsområde under byggtiden. Påverkan under byggtiden bedöms bli stor.

Alternativ 3 är placerat i ett skyddsrum vid Flo-



Figur 4.6 Alternativa lägen för ventilationsschakt KTH. Alternativ 4 är huvudalternativet.

ras kulle, Humlegården. På grund av nivåskillnad mellan skyddsrummets botten och nivån för Karlavägen skulle en ca 30–40 meter lång ramp behöva anläggas. Ett etableringsområde är tänkt att placeras utmed Karlavägen. Placeringen bedöms som olämplig på grund av att skyddsrummet vid besiktning bedömts vara för litet för behoven, vilket därmed skulle innebära omfattande sprängningar. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har dessutom meddelat att skyddsrummet är aktivt. Platsen är känslig för nya intrång.

Alternativ 5 är placerat bredvid en varuinfart till Sophiahemmet i Nationalstadsparken. Området är av riksintresse för både kulturmiljö och Nationalstadsparken. Placeringen bedöms störa KTH:s karaktäristika utomhusmiljö, och kan även utgöra ett hinder för varutransporter till Sophiahemmet.

Alternativ 6 är planerat norr om KTH:s tidigare biblioteksbyggnad, och omfattas av riksintresse för kulturmiljö. Området där ventilationsschaktet är tänkt utgör byggnadsminne. Platsen består av plantering och parkeringsplatser. Platsen anses olämplig på grund av intrånget i utomhusmiljön och områdets riksintresse.

Alternativ 4 ligger i fastighetsgränsen mellan

niska skäl, varit beroende av närheten till Fortums befintliga 220 kV-ställverk i södra Hammarbyhamnen. Lokaliseringen av den planerade stamnätsstationen har utretts inom planprocessen för planen

**Figur 4.7. Alternativa lägen för ventilationsschakt Stads-
gårdskajen. Alternativ 2 är huvudalternativ.**

Figur 4.8. Det sökta läget för ventilationsschakt Skanstull.

4.5.7 VENTILATIONSSCHAKT SKANSTULL

Vid lokaliseringen av ventilationsschakt Skanstull har utgångspunkten varit att placera ventilationsschaktet på minsta möjliga avstånd till Svenska kraftnäts planerade stamnätsstation i södra Hammarbyhamnen (station Skanstull), till vilken elförbindelsen kommer att anslutas. Placeringen av den nya stamnätsstationen har i sin tur, av systemtek-

2012-02448. Denna detaljplan har ännu inte vunnit laga kraft. Ventilationsschaktet kan dock inte till följd av geotekniska svårigheter, på grund av en djupsvacka, placeras inom stationsområdet. Inom kvarteret Mårtensdal i södra Hammarbyhamnen finns det mycket begränsat med plats för anläggande av ventilationsschakt. Det sökta läget för ventilationsschaktet är den närmaste möjliga, se Figur 4.8. Lokalisering och utformning av ventilationsschaktet har förankrats med berörd tomrättsinnehavare, Betongindustri AB, och fastighetsägaren Stockholms stad.

4.6 ALTERNATIVA RECIPIENTER FÖR LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Det grundvatten som läcker in samt processvatten (länshållningsvatten) vid anläggande och drift av tunnelanläggningen måste ledas bort. I samrådsunderlaget presenterades tre avledningspunkter; Anneberg (startpunkt), Stocksundet (lågpunkt) samt Stadsgårdskajen (lågpunkt). Under byggskedet kommer lenshållningsvatten att ledas bort från alla ventilationsschakten och från pumpstationer i ventilationsschakten vid Stockstundet och Stadsgårdskajen under driftskedet. Länshållningsvatten kommer att avledas till befintliga spill- eller dagvattenssystem efter diskussion med respektive vattenmottagare. I driftskedet kommer det inläckande grundvattnet att släppas ut i Stocksundet (gränzonen mellan Edsviken och Lilla Värtan) samt Strömmen.

Ett avledningsalternativ som studerats men som har avskrivits var vid Anneberg, där det var tänkt att leda bort lenshållningsvattnet via dagvattenssystemet till Nora Träsk för att slutligen nå Borgen viken i Edsviken. Detta alternativ har avfärdats då Nora Träsk har bedömts vara en förkänslig miljö för kloridhaltigt lenshållningsvatten. Den tilltänkta vattenavledningen vid Anneberg redovisas under avsnitt 5.6.2.

4.7 BESKRIVNING AV HUVUDALTERNATIVET

Genomförda tekniska utredningar och samrådsprocessen för den tunnelförlagda elförbindelsen har lett fram till ett huvudalternativ som i detta avsnitt redo-

görs för avseende lokalisering och teknisk lösning. En mer djupgående beskrivning av systemets uppbyggnad, anläggande och drift redogörs för i nästkommande avsnitt, se kapitel 5.

4.7.1 HUVUDALTERNATIVETS UTFORMNING

Huvudalternativet utgörs av att 400 kV kablarna förläggs i en ca 13,4 km lång tunnel med sex tillhörande ventilationsschakt samt fem förbindelse-tunnlar mellan station Anneberg i Danderyds kommun och station Skanstull i Stockholms stad. Tunneln kommer huvudsakligen att drivas med tunnelborrmaskin (TBM). Under Strömmen kommer traditionell drivning genom borrar och sprängning att ske. Berggrundens kvalitet under Strömmen, i kombination med det höga vattentryck i tunnelns planerade djup medför, lämpar sig inte för TBM-drivning.

Anslutningen mellan elförbindelsen i tunnel och respektive stations anslutningspunkt utförs vid Anneberg som markförlagd kabel på en sträcka av ca 165 meter respektive som kabelförläggning i jord-tunnel på en sträcka av ca 100 meter vid Skanstull.

4.7.2 TUNNELSTRÄCKNING

Tunneln sträcker sig från Anneberg i norr till södra Hammarbyhamnen i söder, se Figur 1.4. I Danderyds kommun följer tunnelsträckningen i huvudsak E18:s sträckning. Även inom Solna går tunnelsträckningen i huvudsak i samma sträckning som E18, under östra delen av Bergshamra.

I Stockholms stad går tunnelsträckningen under Norra Djurgården och rakt under Stockholms universitet. Ytterligare söderut passerar tunnelsträckningen strax öster om danshögskolan och under KTH och Sophiahemmet. Vidare söderut passeras Östermalm och Humlegården i dess nordöstra hörn. Tunnelsträckningen passerar ca 150 meter väster om Hedvig Eleonora kyrka och ca 150 meter öster om Dramaten. Därefter fortsätter tunnelsträckningen under Nybroviken, Skeppsholmen och Strömmen. Södermalm passeras från Stadsgårdskajen till Hammarbykanal. Tunneln går fram till ventilationsschakt Skanstull i kvarteret Mårtensdal i södra Hammarbyhamnen som placeras ungefär 100 meter från station Skanstull som är ändpunkten för elförbindelsen. Mellan Södermalm och Skanstull finns i ansökan två olika djup-

lägen för tunneln. Ett grundare läge som benäms förstahandsalternativ och ett djupare andrahandsalternativ som tar hänsyn till den ännu inte beslutade sträckningen för SLLs planerade förlängning av tunnelbanans blå linje till Gullmarsplan och söderort.

4.7.3 LOKALISERING AV VENTILATIONSSCHAKT

Utmed tunnelsträckningen kommer sex ventilationsschakt att anläggas. Ventilationsschaktens djup beror på var schaktet är beläget i förhållande till planerad tunnelsträckning.

I Danderyds kommun planeras två ventilationsschakt. Det första, ventilationsschakt Mörby, ligger ungefär 2,5 km från tunnelpåslaget i Anneberg, mellan E18 och Mörbygårdsvägen. Avståndet till kabeltunneln är ca 30 meter i sidled vilket innebär att en 30 meter lång förbindelse-tunnel kommer att anläggas för att förbinda ventilationsschaktet med kabeltunneln. Det andra ventilationsschaktet i Danderyds kommun, ventilationsschakt Stocksundet, planeras ca 1,6 km söder om ventilationsschakt Mörby i en yta mellan E18 och Roslagsbanans broar, ca 10 meter från strandkanten. Avståndet till kabeltunneln är här ca 50 meter.

I Stockholms stad planeras de fyra sydliga ventilationsschakten. Det första, ventilationsschakt Frescati, ligger ungefär 2,5 km från ventilations-schakt Stocksundet söder om Frescativägen och öster om Baron Rålambs väg, några hundra meter söder om Stockholms universitets campusområde på Frescati och i Nationalstadsparken. Avståndet till huvudtunneln är ca 35 meter. Det andra ventilationsschaktet, ventilationsschakt KTH, är placerat ca 1,9 km från ventilationsschakt Frescati vid ett gångstråk bakom KTH:s gamla bibliotek (IVLs byggnad) och i utkanten av Sophiahemmets parkområde. Avståndet till huvudtunneln är här ungefär 15 meter. Det tredje ventilationsschaktet, Stadsgårdskajen, ligger 3,1 km från ventilations-schakt KTH i berget mellan bergsskärningen och bakomliggande järnvägstunnel för Saltsjöbanan. Avståndet till huvudtunneln är ungefär 20 meter. Ventilationsschaktet kommer att sprängas in i bergväggen vid Stadsgårdskajen mellan hissen upp till Katarinavägen och mitt emot den västra gaveln på Fotografiska. Det sista ventilations-schaktet, Skanstull, placeras inom kvarteret Mår-

tensdal i södra Hammarbyhamnen nära Svenska kraftnäts planerade stamnätsstation. Här ansluter ventilationsschaktet direkt till tunneln, på tunnelnivå. Förbindelse-tunneln ersätts med ett bergrum som kommer att sprängas ut för att ge utrymme för demontering av delar av TBM samt till installationer.

05. VERKSAMHETSBESKRIVNING

I detta avsnitt beskrivs anläggande och drift av tunnelanläggningen. För ytterligare information hänvisas till den tekniska beskrivningen, som biläggs ansökan.

5.1 UTFORMNING OCH DIMENSIONERING AV CITY LINK, ETAPP 2

Svenska kraftnät har genom utredningar och samråd kommit fram till en förordad sträckning i en tunnel som huvudsakligen borraras med hjälp av tunnelbormaskin (TBM). Tunnelsträckningen har bland annat valts utifrån minsta avstånd mellan stationerna Anneberg och Skanstull samtidigt som hänsyn har tagits till befintliga undermarksanläggningar såsom befintliga tunnlar, energianläggningar i berg samt geologi och vattenförekomster.

Hela tunnelanläggningen har konstruerats och dimensionerats utifrån gällande europeiska normer (Eurokoder) genom Trafikverkets föreskrifter och krav för konstruktioner och dimensionering av tunnlar. För den elektriska installationen har dimensioneringen följt starkströmsföreskrifterna i ELSÄK-FS och Svenska kraftnäts Tekniska Riktlinjer (TR). Avsäkerhetsskäl är tunnelanläggningen även dimensionerad utifrån att ingen person ska uppehålla sig i tunneln när kablarna är i drift. Inga installationer för övervakning och säkerhet kommer därför att finnas i kabeltunneln vilket medför att belysning och elförbindelse av lågspänningsled inte behövs i tunneln. Utrustning för service och drift av tunnel, så som ventilation och pumpar, ska vara

nåbar för personal för regelbunden inspektion och service och är därför avskilt från kabeltunneln och förläggs i förbindelse-tunnlarna.

Kabeltunneln är ca 13,4 km lång och har fem förbindelse-tunnlar, ca 20–50 meter långa, förlagda mellan ventilationsschakt och kabeltunneln. Kabeltunneln utgår i norr från bergrum Anneberg varefter den drivs de första 500 meter med ca 10 procents lutning. Utmed resten av sin sträckning har tunneln en lutning av minst 1–2 procent för att skapa avvattning av inläckande grundvatten till pumpstationer i tunnels lågpunkter. Kabeltunneln slutar i ett ventilationsschakt i anslutning till Svenska kraftnäts planerade station Skanstull i södra Hammarbyhamnen. Därifrån förläggs kablarna i en ca 100 meter lång jordtunnel fram till stationen.

Kabeltunneln kommer att ha en diameter på 5 meter och en tvärsnittsarea på ungefär 20 m². Säkerhetsavståndet till andra undermarksanläggningar är 10 meter. En undermarksanläggning blir berörd av ett kortare säkerhetsavstånd. Vid passage av Stocksundet och Strömmen har ca 30 meter bergtäckning valts som säkerhetszon.

Vid anläggningens planerade läge vid Hammarbykanal finns en konfliktpunkt med planerad utbyggnad av tunnelbanan till Gullmarsplan och söderort, vars sträckning i nuläget inte är bestämd. För att undvika en eventuell konfliktpunkt har en djupare sträckning av kabeltunneln utretts mellan lågpunkten vid ventilationsschakt Stadsgårdskanalen och tunnelslutet vid ventilationsschakt Skanstull. Med det djupare alternativet erhålls ett mer

betryggande avstånd mellan de två planerade tunnelanläggningarna. Förstahandsalternativet är den mer ytnära sträckningen. Detta alternativ ger ett mindre hydrologiskt påverkansområde. Dessutom blir byggkostnaderna lägre då kabeltunneln blir något kortare jämfört med den djupare förläggningen. Det djupare alternativet är därmed ett andrahandsalternativ.

5.2 KABELTUNNELN OCH FÖRBINDELSETUNNLAR

5.2.1 TUNNELDRIVNING MED TUNNELBORRMASKIN (TBM)

TBM är vald utifrån krav på att minimera omgivningspåverkan och en snabb genomförandetid. En TBM är ungefär 200 meter lång och har all utrustning som behövs vid tunneldrivningen med sig på bakriggen, se Figur 5.1. Längst fram sitter ett borrhuvud med borrhkrona, som roterar och krossar berget. Bergkrosset faller ner och transporteras via transportband inuti maskinen till dess bakre ände, där det transporteras vidare bakåt på band, ut ur tunneln. Bakom borrhuvudet finns det utrustning som behövs för sondering, bergförstärkning samt för- och efterinjektering (tätning). Borrningen sker kontinuerligt med undantag för förflyttning av gripparna som ger mothåll mot bergväggarna, byte av slitdelar samt när det behövs bergförstärkning och injektering.

Omfattningen av injektering och bergförstärkning bestäms av geologin (bergets hårdhet och sprickighet samt vattenförande egenskaper) och beskrivs närmare under 5.2.3. Tunnelborrningens olika arbetsmoment är beroende av varandra och

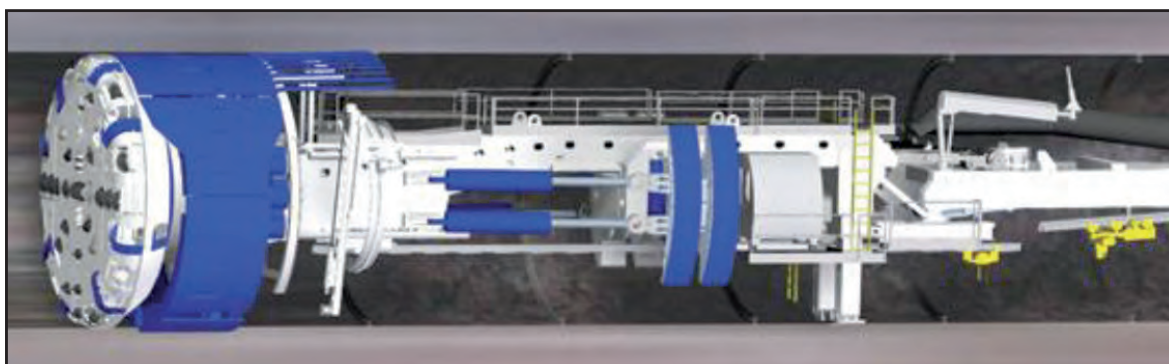
utgör tillsammans en sk. borrhcykel, se en generell beskrivning i tabell 5.1. De olika momenten i borrhcykeln tillämpas utifrån behov, liksom pusselbitar, och ger den totala framdrivningshastigheten för en viss delsträcka längs tunnellen. Förutom geologin påverkar även andra parametrar framdriften såsom tunnellenjens radie och lutning, TBM:s robusthet/tillgänglighet och maskinförarens skicklighet med mera. Framdriften av TBM kommer därför att variera mellan olika områden. En bedömd genomsnittlig framdriftshastighet är ca 100 meter per vecka.

Efter det att TBM nått slutmålet vid ventilationsschakt Skanstull demonteras de främre delarna och borrhkronan för att kunna lyftas ut genom ventilationsschakten Skanstull och Stadsgårdskajen. De bakre delarna av TBM planeras att tas ut i Anneberg.

TBM kräver kylvatten under borrningen. Utöver kylvattnet används även vatten framför tunnelborrhuvudet för att binda damm, renhållning samt vattenspolning vid borrning för förundersökning, bultsättning mm, s.k. processvatten. Vattnet tillförs inledningsvis från en anslutning till det kommunala vattenledningsnätet i närheten av tunnelpåslag Anneberg, men efterhand som mängden inläckande grundvatten ökar kan detta användas som process- och kylvatten.

5.2.2 FÖRBINDELSETUNNLAR

Kabeltunneln förbinds med ventilationsschakten genom fem förbindelsetunnlar. Förbindelsetunnlarna är mellan 20–50 meter långa och anläggs genom borrning och sprängning med utgångspunkt från kabeltunneln. Tunnelarean i förbindelsetunnlarna är samma som för kabeltunneln. I förbindel-



Figur 5.1. Exempel på en TBM (Svenska kraftnät, 2015).

TABELL 5.1. GENERELL BESKRIVNING AV ARBETSMOMENT I BORRCYKEL FÖR TUNNELDRIVNING MED TBM.

Arbetsmoment i borrarcykel	ca. tid (min)	Stömljudsalstrande moment
Sonderingsborrning, 4 x 25 m	75	Ja
Injekteringsborrning 1	180	Ja
Injektering 1	75	Nej
Väntetid injektering 1	180	Nej
Injekteringsborrning 2	180	Ja
Injektering 2	75	Nej
Väntetid injektering 2	180	Nej
TBM borrning (1 slaglängd 1,8 meter)	90	Ja
Bergförstärkning, lätt (parallellt med TBM borrning)	40	Ja
Bergförstärkning, omfattande	60	Ja
Bergförstärkning, mycket omfattande	190	Ja
Förflyttning av mothåll på TBM	5	Nej

setunnarna kommer installationer såsom elkraft, pumpar och dörrar att installeras. Vid ventilationsschaktet Skanstull ansluter kabeltunneln direkt mot ventilationsschaktet och här ersätts förbindelse-tunneln med ett bergum.

Bergmassor från förbindelse-tunnarna samt ventilationsschakten Mörby, Stocksundet, Frescati och KTH transporteras ut via transportfordon och tas ut i bergummet vid Anneberg. Bergmassor från förbindelse-tunneln vid ventilationsschakt Stads-gårdskajen kommer att tas ut via schaktet liksom massorna från själva ventilationsschaktet. I ventilationsschakt Skanstull ansluter kabeltunneln till ventilationsschaktet via ett bergum. Bergummet sprängs ut i samband med uttaget av ventilationsschaktet och massorna transporteras ut via schaktet. Berget i de sprängda tunnarna kommer att injekteras och förstärkas.

I förbindelse-tunnarna vid Stocksundet och Stads-gårdskajen kommer pumpgropar att gjutas för permanent hantering av inläckande grundvatten i driftskedet.

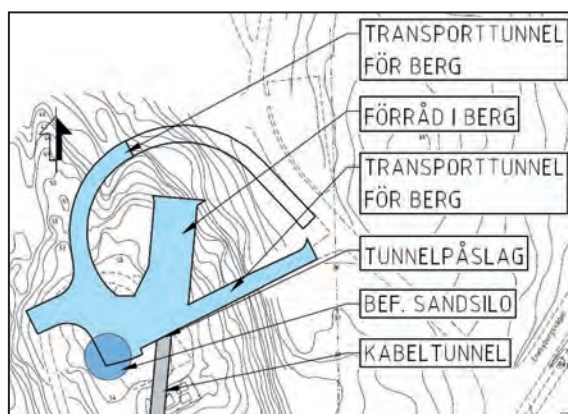
5.2.3 TÄTNING OCH BERGFÖRSTÄRKNING

Tättningsbehovet längs tunnellen har utretts med hjälp ett omfattande program med tester av bergets vattenledande förmåga samt ett undersökningsprogram med bland annat kärnbörning längs

med tunnelsträckningen. På mer än 50 meters djup bedöms berget vara relativt tätt, med en medelkonduktivitet av ca $1 \cdot 10^{-8}$ m/sek. Längs sträckningen förväntas ett flertal sprick- och krosszoner som bedöms vara vattenförande (med en konduktivitet av $1 \cdot 10^{-6}$). I dessa zoner krävs tätning för att minska inläckage av grundvatten. Genom att minimera grundvattensänkningen kan det område som kan påverkas av en grundvattensänkning minskas och således även konsekvenser för byggnader med sättning känslig grundläggning, energianläggningar m.m.

Tätningen kommer att ske med cementinjektering och huvudsakligen i de större krosszonerna. Framför TBM:en undersöks berggrunden genom att kontinuerligt borra fyra 25 meter långa sonderingshål. På motsvarande sätt kommer sonderingshål att borraras även för utsprängning av förbindelse-tunnarna. Om injektering krävs kommer den att utföras runt själva borrarfronten i god tid före borrningen, s.k. förinjektering. Vid injektering borraras ett antal borrhål i berget efter ett förbestämt mönster och från borrhålen pressas sedan injekteringsmedel in. Förinjekteringsmedlet består av finmald cement.

Vid behov kan det även bli aktuellt med efterinjektering och då i första hand med liknande cementbaserade produkter som används vid för-



Figur 5.2. Illustration av planerad verksamhet vid tunnelpåslag Anneberg (Svenska kraftnät (2015)). De ytor som markerats med ljusblå färg i figuren avser planerat berggrumsförråd med transportvägar, som kommer att kunna utnyttjas under tunneldrivningen.

injekteringen. I de fall då cementbaserade produkter inte uppfyller tätningskraven kan även kemiska injekteringsmedel bli aktuella att använda. Bakom det roterande borrhuvudet finns det möjlighet för bergförstärkning i form av bergbult och armeringsnät eller eventuellt sprutbetong.

5.2.4 BERGARBETE VID PASSAGE UNDER STRÖMMEN

De geologiska undersökningarna har visat att bergförhållandena under delar av Strömmen är olämpliga för TBM-drivning och att det finns risk för vattenintrång från havet till tunneln i samband med drivningen. Mot den bakgrunden har det beslutats att använda konventionell sprängning på denna sträcka i god tid innan TBM når Strömmen. Passagen kommer att drivas med sprängning, successiv förstärkning och injektering. Den permanenta förstärkningen i krosszonerna kan komma att ske genom platsgjuten betong.

Lösningen för passagen under Strömmen är att ventilationsschakt Stadsgårdskajen (söder om Strömmen) drivs ner till planerad kabeltunnelnivå i god tid före TBM:en når området. Ventilations-schaktet drivs som ett så kallat blindschakt från markytan och neråt, till ca -100 meter nivå. Från ventilationsschaktet drivs sedan tunneln norrut genom sprängning, en ca 200 meter lång sträcka. Under Strömmen finns minst två identifierade krosszoner som kräver förstärknings- och tätningsåtgärder. När den andra krosszonen har passerats tar drivningen med TBM vid norrifrån.

Bergmassor från drivningen av kabeltunneln ge-

nom borrhning och sprängning under Strömmen tas upp via ventilationsschakt Stadsgårdskajen.

5.3 TUNNELPÅSLAG ANNEBERG

Vid tunnelpåslaget Anneberg, kommer borrhning med TBM att starta och här kommer även TBM att monteras. Svenska kraftnät planerar att anlägga ett förrådsutrymme i berget intill station Anneberg. Under tunneldrivningen kan förrådsutrymmet nyttjas som arbetsplats för drift och service av maskindelar, uppställningsplats för transportfordon samt utrymme för hantering av de bergmassor som kommer från kabeltunneln. I förrådsutrymmet kommer även den ventilationsanläggning som krävs för TBM i byggskedet att stå.

Ett etableringsområde kommer att anläggas vid Anneberg, bland annat för att ställa upp bordar, maskiner och reservdelar. I Figur 5.2 illustreras den planerade verksamheten i Anneberg under byggskedet.

Bergmassor som uppkommer till följd av TBM-drivningen kommer att tas ut i Anneberg. Som beskrivs i avsnitt 5.2.2 kommer även bergmassor från anläggande av vissa förbindelsetunnlar och från ventilationsschakt som raiseborras (avsnitt 5.4.1) att tas ut i Anneberg. Bergmassorna kommer att transporteras ut från tunneln på transportband. All omlastning av berg från transportband till lastilar sker med hjälp av hjullastare i ljudisolerat utrymme, antingen inne i bergrummet (i befintlig silo) eller i en ljudisolerad byggnad.

I båda fallen bedöms hanteringen inte alstra buller som innebär en störning för omgivningen. Genom att använda silon alternativt den särskilda ljudisolerade byggnaden skapas en buffert som gör att TBM driften inte är direkt beroende av borttransporten. Totalt kommer ca 0,5 miljoner m³ bergmassor att tas ut vid tunneldrivningen, vilket motsvarar ca 600 m³ bergmassor per dag. I förrådsutrymmet i Anneberg finns utrymme för förvaring av ca 2400 m³ berg. Utslaget per dygn kommer det att behövas i snitt ca 25–30 lastbilar för att transportera bort bergmassor. Utöver bergtransporterna kommer ungefär en lastbil per dag till Anneberg med material som behövs för tunnelbygget, till exempel cement, stål och reservdelar.

Bergmassorna är att betrakta som en restpro-

dukt från tunnelbörningen och anläggande av ventilationsschakt samt förbindelse-tunnlar. Bergmassorna kommer i möjligaste mån att användas som en resurs till andra anläggningsprojekt utan någon egentlig bearbetning annat än sortering och eventuell krossning. Massorna kommer att tas om-hand av entreprenör för vidare transport och användning av massorna.

5.4 VENTILATIONSSCHAKT

5.4.1 UTFORMNING AV VENTILATIONSSCHAKT

Längs tunnelsträckningen behöver vertikala ventilationsschakt anläggas, främst för att ventileras bort överskottsvärme från kablarna när de är i drift, men även för att kunna användas som evakueringsvägar från tunneln. Avståndet mellan ventilationsschakten är ca 2–3 km och är fastställt utifrån en värmebalansberäkning. Bergets kylande förmåga tar hand om ca 50 procent av värmeöverskottet, resten ventileras ut genom ventilationsschakten. Ventilation kommer även att ske i tunnelpåslaget Anneberg.

Den del av ventilationssystemet som kommer att synas ovan mark är en byggnad (ventilationshuv). Dialog om gestaltningen av ventilationsbyggnaden har förts med respektive stadsbyggnadskontor, fastighetsägare, tomträtts- och nyttjanderättsinnehavare. En arkitekt har arbetat fram utformningsförslag, som har anpassats till natur- och kulturmiljöerna samt landskapsbilden. Inom Danderyds kommun sker för närvarande detaljplane-processer rörande ventilationsschakten vid Mörby och Stocksundet. Avseende ventilationsschakten inom Stockholms stad kommer gestaltningen att beaktas i respektive bygglovsprövning. Gestaltningförslag presenteras i avsnitt 6.5.5.

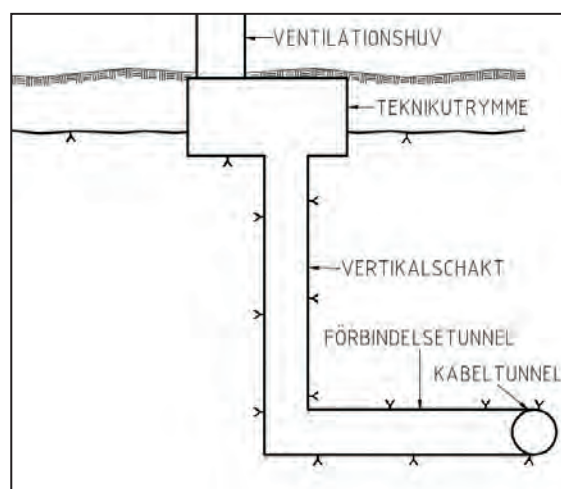
I ventilationsbyggnaderna kommer det att finnas trappa eller hiss ner till teknikutrymmet, som utförs i två plan för att minska utbredningen. Teknikutrymmet kommer att vara en gjuten betongkonstruktion under markytan i ventilationsschaktets översta del. I teknikutrymmet installeras hiss och reservkraftanläggning. I ventilationsschakten kommer det att installeras nödvändig ventilationsutrustning. Fläktar kommer under drift att finnas i Anneberg, Frescati och Skanstull som trycker ut

luft via ventilationsschakten vid Mörby, Stocksundet, KTH och Stadsgårdskajen. Fläktstationerna kommer att utrustas med ljuddämpare.

Pumpar kommer under drift att finnas på tunnelnivå i Stocksundet och Stadsgårdskajen. Övriga installationer är utrustning för drift av ovanstående samt utrustning för larm och säkerhet. För illustration av ett ventilationsschakt, se Figur 5.3.

5.4.2 ANLÄGGANDE AV VENTILATIONSSCHAKT

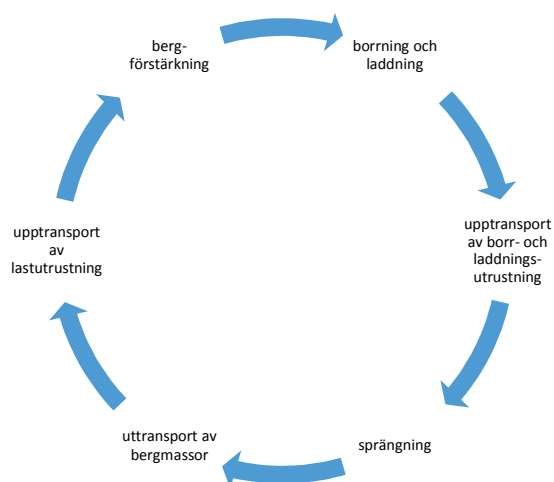
Fyra av de sex ventilationsschakten: Mörby, Stocksundet, Frescati och KTH kommer att utföras genom borrhning med schaktbörningsmaskin, s.k. raiseborrning. Ventilationsschakten kommer att utföras efter det att TBM har passerat läget för respektive ventilationsschakt och efter att en för-



Figur 5.3. Illustration av ventilationsschakt, förbindelse-tunnel och kabeltunneln (Svenska kraftnät (2015)).



Figur 5.4. Illustration av schaktbörningsmaskin, s.k. raiseborrning (Svenska kraftnät, 2015).



Figur 5.5. Schematiskt flödesschema som beskriver sekvenserna vid sprängning av blindschakt.

bindelsetunnel mellan kabeltunneln och läget för ventilationsschaktet har drivits genom sprängning, se Figur 5.4. Anläggande av de raiseborrade ventilationsschakten kan delas upp i tre faser: förberedande arbete, raiseborrning samt återställande. Varje ventilationsschakt kommer att ta ungefär 1,5 till 2 år att färdigställa.

Förberedande arbeten

Innan raiseborrningen sker förbereds schaktlägena genom spontning, förinjektering, schaktning och sprängning på markytan. Schaktning och sprängning sker ned till ungefär 10 meter under marknivå. De betongkonstruktioner som krävs för att skapa teknikutrymmet gjuts. Därefter avvaktas passage av TBM innan raiseborrningen påbörjas.

Raiseborrning

Från botten av teknikutrymmet borrar ett ”pilot-hål” genom betongbotten och ner till den i förväg sprängda förbindelsetunneln. När hålet borrar ner till tunnelnivån monteras borrar-kronan och sedan borrar sig kronan uppåt. Det lossade berget faller ner till tunnelnivån, varefter det transporteras ut via kabeltunneln på band eller med fordons-transport till Anneberg. För borrarning av pilothålet krävs vatten för själva borrarningen samt för kylning av maskinens hydraulsystem. Vattentillförsel sker via vattentankar ovan mark alternativt anslutning till VA-nätet och merparten av vattnet kommer att recirkuleras.

Efterarbeten

När ventilationsschaktet är klart förstärks berget med bult och sprutbetong. Vid behov tätas det med injektering.

Ventilationsschakten Stadsgårdskajen och Skanstull anläggs långt innan TBM når platsen och kommer att sprängas uppifrån och ned, s.k. blindschakt. Nedåtriktad schaktsänkning är tidskrävande och utförs i sekvenser enligt Figur 5.5.

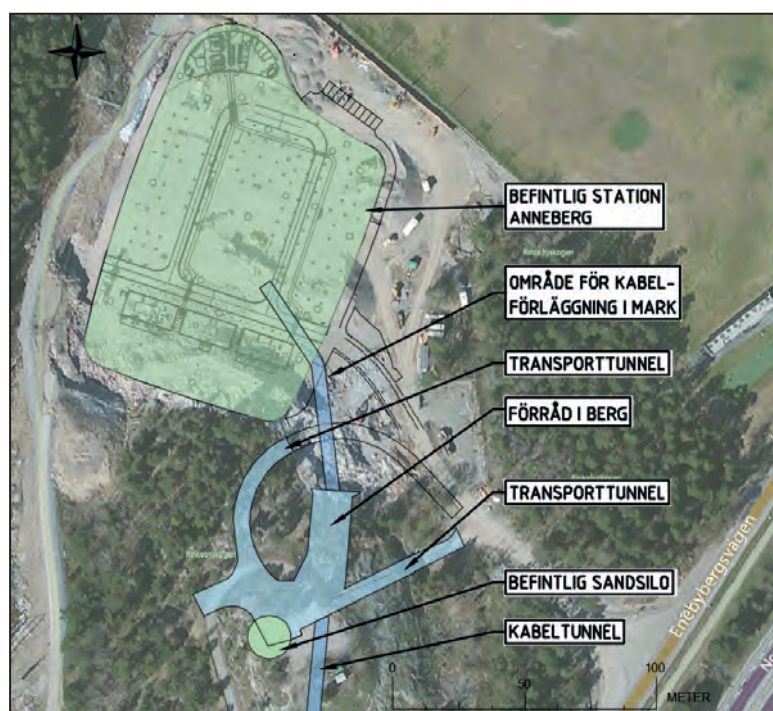
Byggandet av ventilationsschaktet vid Stadsgårdskajen, vilket också inkluderar drivning av förbindelsetunneln samt kabeltunneln fram till och förbi krosszonerna, byggande av teknikutrymme, installationsarbeten samt återställning av etableringsområdet beräknas ta ca 2,5 till 3 år. I detta schakt kommer ca 20000 m³ (teoretisk fast volym) berg att tas ut.

Byggande av ventilationsschaktet vid Skanstull bedöms ta ca ett år och här kommer ca 4700 m³ (teoretisk fast volym) berg att behöva fraktas bort. Via ventilationsschakt Stadsgårdskajen kommer betong att transporteras in i tunneln för platsgjutning av krosszonen under Strömmen.

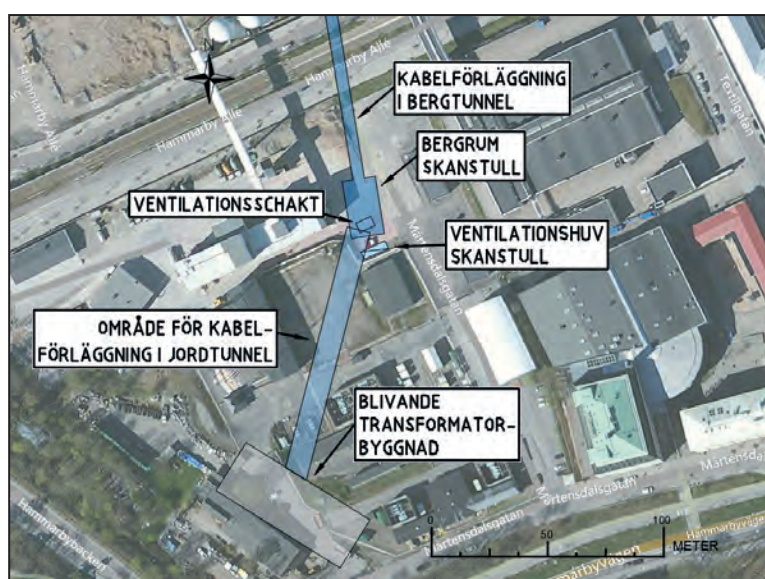
Vid anläggande av ventilationsschakt Stocksundet och Stadsgårdskajen utförs arbeten direkt på berg, för övriga schakt krävs till en början schaktning i jord i varierande omfattning. Vid val av schaktlägen har platser sökts utifrån så litet avstånd till berg som möjligt för att minimera jordschakt. Vid schaktlägena Mörby, Frescati, KTH och Skanstull krävs spontning för att begränsa utbredningen av schaktning i jord. För varje ventilationsschakt kommer maximalt ca 1000 m³ lösa massor att behöva schaktas och transporteras bort. Till varje ventilationsschakt kommer betong att transporteras in för byggnation av teknikutrymmet.

Under byggskedet behövs ett etableringsområde vid respektive ventilationsschakt för bland annat sedimentationstankar och oljeavskiljare, maskiner och manskapsbodar. Markbehov för respektive etableringsområde har utretts under detaljprojekteringen.

Ledningar i mark förekommer allmänt i området för vilka hänsyn kommer att behöva tas vid anläggande av ventilationsschakt. Allmänt gäller att entreprenören ska identifiera lägen för ledningarna innan mark- och sprängningsarbeten påbörjas samt anpassa arbetena efter ledningsägarnas föreskrif-



Figur 5.6. Anslutning mellan kabeltunneln och befintlig station Anneberg.



Figur 5.7 Anslutning mellan kabeltunnel och planerad station Skanstull.

ter eller anvisningar. Ledningar i sättningskänslig mark kommer att följas upp i kontrollprogram.

5.5 ANSLUTNING TILL STATION ANNEBERG OCH SKANSTULL

Anslutningen mellan kabeltunneln och befintlig station Anneberg kommer att utformas som markkabel (ca 165 meter), se Figur 5.6. Inne i bergrummet i Anneberg kommer ett ca 1,5 meter djupt schakt att anläggas som fortsätter som

ett jordschakt fram till stationen. Inom stationen finns redan förlagda kabelskyddsror som leder till anslutningsspunkt utanför stationsområdet.

Sträckan mellan ventilationsschakt Skanstull och planerad station Skanstull kommer att utföras med jordtunnel till följd av geotekniska svårigheter, på grund av djupsvacka, samt svårigheter med utrymme för schaktarbeten i detta område. Jordtunneln kommer att bestå av ett betongrör med en diameter om ca 2,5 meter. Jordtunneln för-

TABELL 5.2. UPPSKATTAD MÄNGD INLÄCKANDE GRUNDVATTEN FRÅN TUNNELANLÄGGNINGEN (L/MIN) UNDER OLIKA BYGGETAPPER. NÄR TBM ÄR I DRIFT TILLKOMMER CA 50 L/MIN KYLVATTEN/PROCESSVATTEN TILL LÄNSHÅLLNINGSVOLYMEN. VÄRDE INOM PARENTES ANGER ANDRAHANDSALTERNATIVET.

Ventilationsschakt	Etapp 1	Etapp 2	Etapp 3	Etapp 4
Anneberg	0-210	210-750	0	0
Stocksundet	0	0	750-2 470	1080
Stadsgårdskajen	0-180	180-320	320	320-1 730 (1780)
Skanstull	0	0	0	100

Etapp 1 – Drivning av kabeltunnel från Anneberg söderut till läge för ventilationsschakt Mörby. Byggnad av ventilationsschakt Stadsgårdskajen genom borrhning/sprängning från markytan.

Etapp 2 – Anläggande av ventilationsschakt Mörby genom raiseborrning. Drivning av kabeltunnel söderut från ventilationsschakt Mörby, förbi ventilationsschakt Stocksundet samt under vattenområdet Stocksundet. Anläggande av ventilationsschakt Stocksundet genom raiseborrning. Drivning av kabeltunnel norrut från ventilationsschakt Stadsgårdskajen genom krosszoner under Strömmen.

Etapp 3 – Drivning av kabeltunnel söderut fram till redan anlagd kabeltunnel vid Strömmen. Anläggande av ventilationsschakt Frescati och KTH genom raiseborrning.

Etapp 4 – Anläggande av ventilationsschakt Skanstull genom borrhning/sprängning från markytan. Drivning av kabeltunnel söderut från ventilationsschakt Stadsgårdskajen till slutpunkt, ventilationsschakt Skanstull.

läggs med hjässan på ca 3–5 meters djup och blir ca 100 meter lång, se Figur 5.7. Jordtunneln anläggs genom rörtryckning av betongringar, från teknikutrymmet vid ventilationsschaktet och fram till källaren i transformatorstationen.

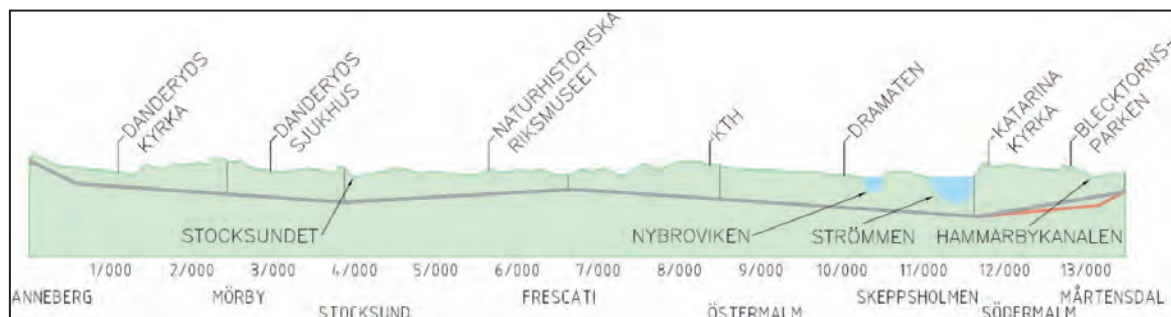
5.6 LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Under byggskedet såväl som under drift av tunneln kommer grundvatten att läcka in, trots omfattande tätningsåtgärder. Detta vatten måste ledas bort. Under byggskedet ökar mängden inläckande vatten i takt med att mer berg exponeras i tunneln. Det inläckande grundvattnet måste ledas ut ur tunneln tillsammans med det processvatten som krävs till processer i tunnelbyggandet. Grundvatten tillsammans med processvatten kallas samlat för länshållningsvatten. För mätning och kontroll av inläckande grundvatten under genomförandet anläggs

mättdammar med jämna avståndsintervall i tunneln. Processvattnet kommer att kunna återanvändas efter lokal rening.

Mängden inläckande grundvatten varierar från 0 l/min vid byggstart till maximalt ca 2910 l/min vid färdigt berguttag. Till detta kommer ca 50 l/min kylvatten/processvatten från TBM då denna är i drift. Den totala volymen vatten som behöver länshållas uppgår därför till ca 2960 l/min. För det djupare andrahandsalternativet bedöms inläckaget öka med ca 50 l/min. I tabell 5.2 anges en uppskattad volym länshållningsvatten från tunnelanläggningen som under genomförandet samt driften behöver pumpas ut från tunnelanläggningen för rening och delvis återanvändande.

Även under driftskedet, d.v.s. när tunneln är färdigbyggd och tagen i drift, måste inläckande grundvatten pumpas ut från tunneln. Då bortleds vattnet vid de två lågpunkterna i kabeltunneln, Stocksundet och Stadsgårdskajen.



Figur 5.8. Schematisk bild över tunnelprofilen och lågpunkterna, Stocksundet och Stadsgårdskajen. I figuren är det djupare sträckningsalternativet, andrahandsalternativet, angivet (röd linje).

det (ca – 65 meter) och Stadsgårdskajen (ca – 100 meter), se Figur 5.8.

5.6.1 LÄNSHÅLLNINGSVATTNETS KVALITET

Det vatten som släpps ut från tunneln är salt grundvatten med en bedömd kloridhalt på ca 1000 mg/l, vilket kan jämföras med kloridhalten i Östersjön som ligger på ca 4000 mg/l. I anläggningsskedet kommer länshållningsvattnet även att innehålla processvattnet från tunnelframdrivningen vilket innehåller finpartiklar från krossat berg, samt högt pH orsakat av cementrester.

Ventilationsschakten Stadsgårdskajen och Skanstull kommer att borrar och sprängas innan TBM är framme vid schakten, likaså kommer samtliga förbindelsetunnlar mellan kabeltunneln och ventilationschakten att anläggas genom sprängning. Även för övriga schaktlägen kommer sprängning att utföras i form av en liten bergvolym för teknikutrymmena. Länshållningsvatten från dessa sprängningsarbeten kommer därför att innehålla kväveföreningar från sprängmedelrester.

5.6.2 BYGGSKEDET

Länshållningsvatten under byggskedet kommer att behöva ledas bort i alla ventilationsschakt men huvudsaklig utpumpning av länshållningsvatten sker i Anneberg, Stocksundet, Stadsgårdskajen och Skanstull. I ventilationsschakten Mörby, Frescati och KTH kommer det att behöva bortledas vatten under schaktning och sprängning av teknikutrymmet samt borrarningen av pilothål. Allt länshållningsvatten från kabeltunneln som uppkommer under de första ca 1,5 åren fram till dess att ventilationsschakt Stocksundet är klart kommer att tas ut från Anneberg.

Länshållningsvatten kommer att släppas ut till befintliga dagvatten- /spillvattensystem efter rening i markplan i form av sedimentationsbassänger och oljeavskiljning. Vid behov kommer även pH-justerings att utföras. Kvävehaltigt vatten kommer att kontrolleras och beroende på kvävehalt släpps vattnet till reningsverk med kväverening. En generell beskrivning av hantering av länshållningsvatten ses i tabell 5.3.

Inledande diskussioner har förts med alla berörda mottagare av länshållningsvatten. Riktvärden kommer att tas fram i diskussion med

mottagande reningsverk och kommun. Vid Stocksundet bedöms direktavledning till recipient kunna ske förutsatt att riktvärdena underskrids.

Automatisk provtagning av vattnet kommer att ske vid varje utpumpningspunkt före utsläpp till dag- eller spillvattensystem. Parametrar som kväve, klorid, suspenderad halt och pH kommer att analyseras.

5.6.3 DRIFTFASEN

När kabeltunneln är i drift kommer inläckande grundvatten samt kondensvatten att avledas och släppas ut från ventilationsschakt Stocksundet och Stadsgårdskajen till recipienterna Lilla Värtan/Edsviken och Strömmen. Varje pumpstation förses med två pumpar som styrs helt automatiskt, och är dimensionerade för att klara bortfall av en pump.

Från ventilationsschakt Stocksundet kommer inläckande grundvatten från sträckan Anneberg till Frescati att släppas ut och resterande del av tunneln, från Frescati till Skanstull, kommer att släppas ut vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen. Respektive sträcka motsvarar ca 7 km tunnel och utpumpningsbehovet uppskattas till ca 760 l/min vid Stocksundet och ca 1080 l/min vid Stadsgårdskajen. För andrahandsalternativet uppskattas utpumpningsbehovet till ca 1130 l/min.

Vattnet från ventilationsschakt Stocksundet pumpas till marknivån och släpps till Stocksundet (recipient Lilla Värtan/Edsviken) via självfall i öppet dike till strandkant. Under gång- och cykelvägen leds vattnet i en rörledning. Vattnet från ventilationsschakt Stadsgårdskajen leds i befintlig dagvattenledning under Stadsgårdsleden till Strömmen. Under driften kommer mängden utpumpat vatten att mätas vid respektive pumpanläggning vid respektive schakt.

5.6.4 SKYDDSFILTRATION

I områden där skadlig grundvattensänkning orsakad av tunnelbyggnationen kan komma att ske och där känsliga objekt har identifierats kan skyddsinfiltration bli aktuell. Framför allt är det vid och under byggnader som är känsliga för grundvattensänkning som skyddsinfiltration utförs. Skyddsinfiltration kan utföras via brunnar anlagda i friktionsjord eller i sprickig berggrund för att motverka eller förhindra en grundvattensänkning. Under

TABELL 5.3. SAMMANSTÄLLNING AV HUR LÄNSHÅLLNINGSVATTNET KOMMER ATT HANTERAS UNDER BYGGSKEDET.

Utsläppspunkt länshållnings- vatten	Kommentar	Bortlett länshållningsvatten Dagvatten/spillvatten- ledning	Mottagare	Recipient
Anneberg	Länshållningsvatten under första ca 1,5 åren till dess att Stocksundet är klart. Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare.	Dagvatten	Täby och Danderyd kom- mun	Stora Värtan
	Kontroll av kvävehalten vid sprängning.	Spillvatten	Käppalaförbundet (Käppa- laverket)	Askrikefjärden
Mörby	Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare.	Dagvatten	Danderyds kommun	Edsviken
	Kontroll av kvävehalten	Spillvatten (behovet får när- mare utredas då kväve- mängderna bedöms bli små)	Käppalaförbundet (Käppa- laverket)	Askrikefjärden
Stocksundet	Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare. Lågpunkt - Allt länshållningsvatten tas härifrån till dess att Stadsgårdskajen är klar.	Direkt till Stocksundet	Danderyds kommun	Edsviken / Lilla Värtan
	Kontroll av kvävehalten	Spillvatten	Käppalaförbundet (Käppa- laverket)	Askrikefjärden
Frescati	Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare.	Dagvatten	Stockholm stad	Lilla Värtan
	Kontroll av kvävehalten vid sprängning	Spillvatten (behovet får när- mare utredas då kväve- mängderna bedöms bli små)	Stockholm Vatten (Hen- riksdals reningsverk)	Strömmen
KTH	Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare.	Kombinerat spill- och dag- vatten	Stockholm Vatten (Hen- riksdals reningsverk)	Strömmen
Stadsgårdskajen	Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare. Lågpunkt	Dagvatten	Stockholm Vatten	Strömmen
	Kontroll av kvävehalten vid sprängning	Spillvatten	Stockholm Vatten (Hen- riksdals reningsverk)	Strömmen
Skanstull	Bortleds till bassäng för olje- och slam-avskiljare.	Kombinerat spill- och dag- vatten	Stockholm Vatten (Hen- riksdals reningsverk)	Strömmen
	Kontroll av kvävehalten vid sprängning	Kombinerat spill- och dag- vatten	Stockholm Vatten (Hen- riksdals reningsverk)	Strömmen

byggskedet kommer skyddsinfiltration att utföras med kommunalt dricksvatten, medan det under efterföljande driftskede kan bli aktuellt med annan vattenförsörjning.

Erfarenhet från andra aktuella infrastrukturprojekt har visat att skyddsinfiltration är en effektiv skyddsåtgärd för att begränsa risken för skada.

Infiltrationen kan lokalt dock ge upphov till förhöjda grundvattennivåer med påföljden att negativa konsekvenser kan uppkomma. Exempelvis kan översvämning eller fuktskador i källare och andra undermarksanläggningar uppkomma till följd av skyddsinfiltration. Denna skyddsåtgärd måste därför noggrant kontrolleras och följas upp.

5.7 TID FÖR GENOMFÖRANDE

Tunnel- och schaktarbeten för elförbindelsen kommer att pågå under ungefär 3,5–4 års tid. Härfter följer tid för installationer av ledningar och annan kringutrustning.

5.7.1 ARBETSTIDER FÖR TUNNELDRIVNING

Det optimala för framdriften skulle vara att driva tunneln dygnet runt sju dagar per vecka, då borryklerna kan rulla på kontinuerligt utan avbrott. För varje begränsning av tillåten arbetstid för borryning blir tunneldrivningen mindre effektiv till följd av ökade väntetider i borrykeln. Ju effektivare tunneldrivning, desto kortare blir den totala ljudstörningstiden för den enskilda fastigheten samt att den totala genomförandetiden minskas liksom kostnaden.

Med målsättningen att hitta en balans mellan påverkan av stomljud till omgivningen vid olika tidpunkter och reducering av den totala ljudstörningstiden för den enskilde samt den totala genomförandetiden planerar projektet att anpassa arbetstiderna efter ovanliggande bebyggelse enligt tre kategorier, se tabell 5.4. I obebyggda eller glesbebyggda områden planeras tunneldrift 24 timmar om dygnet, sju dagar per vecka. För större sammanhängande områden med undervisningsverksamhet, som är känsliga för bullerpåverkan dagtid men inte nattetid, planeras tunneldrift mellan kl. 18–07, sju dagar per vecka. För områden med bostadsbebyggelse, som främst är känsliga för bullerpåverkan nattetid, planeras tunneldrift dag- och kvällstid under vardagar (kl. 07–22) samt mellan kl. 09–18 under helgen. Indelningen är geografiskt baserad och

framgår av karta i Figur 5.9. För arbetstider som omfattar lördag, söndag och helgdagar har tiderna reducerats med två timmar på morgonen och fyra timmar på senefttermiddagen och kvällen jämfört med vardagar, med ambitionen att anpassa till majoriteten av de boendes dygnsrytm och behov av helgvila.

Under varje arbetsdygn är TBM stilla mellan 4–6 timmar för åtgärder som t.ex. service och byte av slitdelar samt förflyttning av transportband och ventilationstuber. På de sträckor där drivningen inte görs dygnet runt kommer projektet att sträva efter att utföra arbetsmoment som inte genererar stomljud när TBM ändå måste stå stilla.

5.7.2 ARBETSTIDER FÖR VENTILATIONSSCHAKTEN

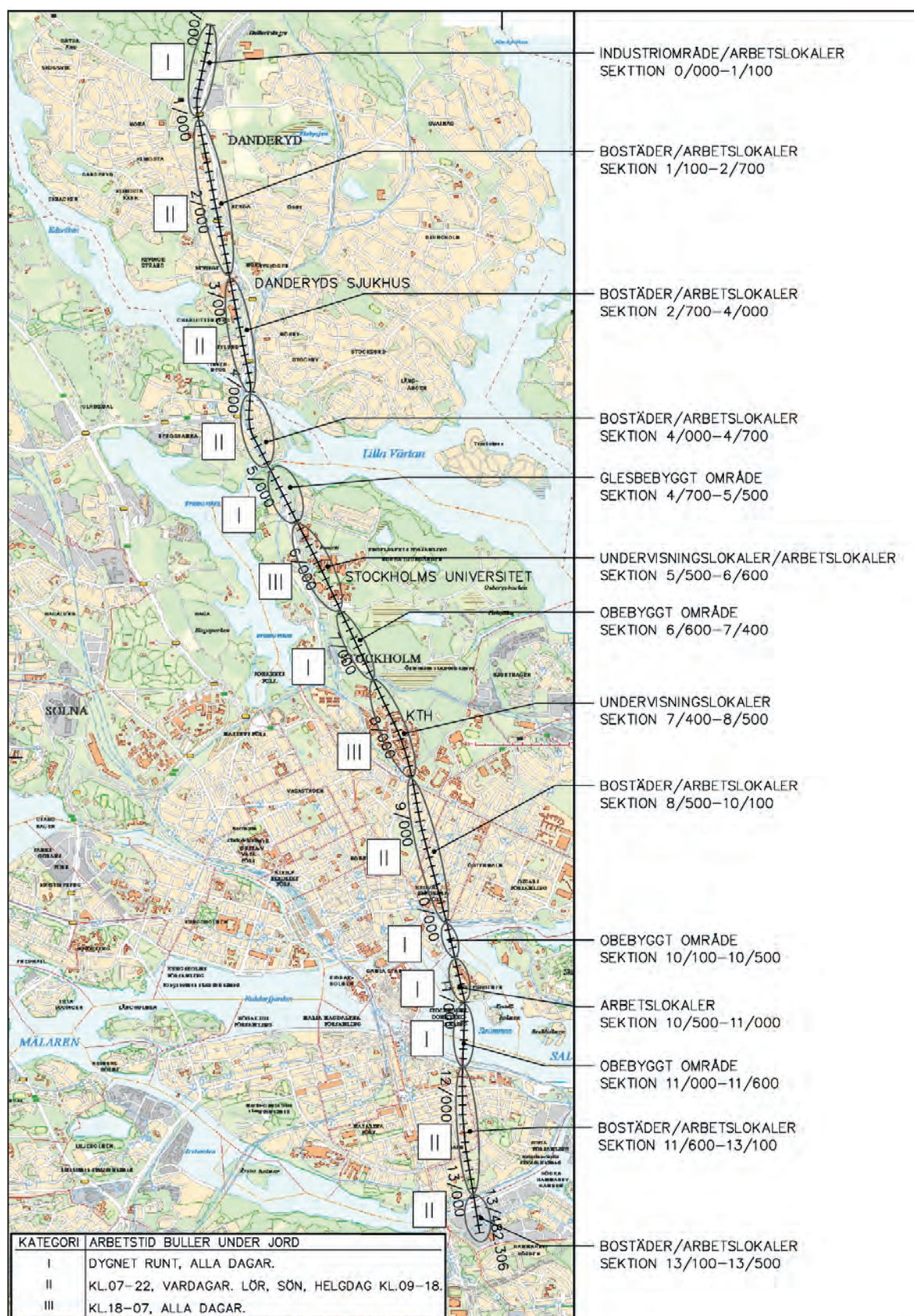
Varje schakt kommer att ta ungefär 1,5 till 2 år att färdigställa. Ventilationsschaktet vid Skanstull bedöms ta ca 1 år. Etableringsområden vid varje schakt kommer dock att nyttjas under längre tid.

Ventilationsschaktet vid Stadsgårdskajen, vilket också inkluderar drivning av förbindelsetunneln samt kabeltunneln fram till och förbi krosszonerna, beräknas ta ca 2,5 till 3 år. Dessa arbeten kommer att starta när tunneldrivningen från Anneberg startar.

Buleralstrande arbeten (stomljud och luftburet buller) vid ventilationsschakten planeras att utföras vardagar dagtid kl. 07–19. Buleralstrande arbeten under anläggande av förbindelsetunnlarna planeras att utföras motsvarande arbetstider som för tunneldrivningen (se avsnitt 5.7.1).

TABELL 5.4. PROJEKTETS PLANERADE ARBETSTIDER ENLIGT TRE OLIKA KATEGORIER.

Kategori	Typavområde	Arbetstid
I	Glesbebyggt/obebyggt område, industriområde, arbetslokaler	Sju dagar i veckan dygnet runt
II	Bostäder/arbetslokaler	Vardagar kl. 07–22 lördagar, söndagar och helgdagar kl. 09–18
III	Undervisningslokaler, arbetslokaler	Sju dagar i veckan kl. 18–07



Figur 5.9. Geografisk indelning av planerade arbetstider under byggskedet för City Link etapp 2.

5.8 BRAND OCH SÄKERHET — DRIFTSKEDET

Som tidigare nämnts har tunnelsystemet av säkerhetsskäl delats upp i två olika zoner baserat på risker och hur ofta personal ska vistas där. Indelningen är en zon för 400 kV-förbindelsen (totalt 9 kablar som förläggs i tre grupper om tre kablar i varje grupp) och en zon för service och drift av tunnelanläggningen. Inga fasta installationer som behöver service ska finnas i kabeltunneln, och därför behöver personal aldrig vistas där under normal drift, d.v.s. undantag kan ske vid akut behov av kabelreparation. Genom att ingen personal uppehåller sig i kabeltunneln under drift minskar även riskerna för skada på kablarna som i värsta fall kan leda till brand och driftavbrott.

Installationer inom service- och driftzonen behöver regelbunden service vilket gör att dessa utrymmen har övervakningssystem, skydd och kommunikationsmöjligheter. Inom zonen ska det finnas nödvändig säkerhetsutrustning.

Kabeltunneln utgör en egen brandcell medan service- och driftzonen delas in i två brandceller; en cell för teknikutrymmet strax under markytan och en cell för ventilationsschaktet och förbindelsetunnel med pumpstation vid vertikalschakt Stocksundet och Stadsgårdskajen. Reservkraftsanläggningen placeras i separat brandcell inom teknikutrymmet. Syftet med brandcellerna är att begränsa brandspridning och skapa en säker utrymning.

Vid brand eller annan olycka kommer pumparna att stängas av och vattnet kommer att provtas för att bedöma om det finns föroreningar i vattnet och baserat på resultat bedöms hur vattnet ska hanteras/omhändertas. Tunneln utgör en stor reservoarmöjlighet som kan nyttjas vid t.ex. brand eller olycka. Detta innebär att huvudtunneln vid pumpstopp kan hårbärgera mer vatten än vad den är dimensionerad för i ett normaldriftläge.

06. NULÄGESBESKRIVNING OCH FÖRVÄNTADE MILJÖKONSEKVENSER

6.1 INLEDNING OCH LÄSHÄNVISNING

I detta kapitel beskrivs de förväntade miljökonsekvenserna för huvudalternativet avseende City Link etapp 2. Först beskrivs de hydrogeologiska förutsättningarna och grundvattenpåverkan. Därefter är kapitlet uppdelat i tre huvuddelar; konsekvenserna av anläggandet av kabeltunneln, konsekvenserna av anläggandet av ventilationsschakten som inkluderar förbindelsetunnlar, samt förväntade konsekvenser av driften av City Link etapp 2.

Anläggande av City Link etapp 2 innebär ett antal aktiviteter som medför en påverkan. Denna påverkan kan i sin tur orsaka konsekvenser. I tabell 6.1 sammanfattas de aktiviteter som förväntas ge upphov till påverkan samt de aspekter där konsekvenser för människors hälsa och miljön bedöms kunna föreligga. Aktiviteterna beskrivs även i kapitel 5 "Verksamhetsbeskrivning", samt med högre detaljeringsgrad i den tekniska beskrivningen som biläggs ansökan.

Ovan nämnda aspekter kommer att beskrivas utifrån en nulägesbeskrivning, påverkan och konsekvenser och förslag till skyddsåtgärder. Beskrivningen av nuläget redogör för förutsättningar med förekommande miljöer, värden och restriktioner.

I konsekvensavsnittet beskrivs på vilket sätt tunnelanläggningen (kabeltunneln med tillhörande ventilationsschakt och förbindelsetunnlar) och elförbindelsen förväntas påverka omgivningen samt de effekter och konsekvenser detta förväntas få på människors hälsa och miljön. Konsekvenserna graderas enligt obetydliga, små, måttliga eller stora

konsekvenser. Under förslag på skyddsåtgärder beskrivs de åtgärder som Svenska kraftnät avser att vidta och som därmed beaktats vid konsekvensbedömningen. I beskrivande text rörande dessa aspekter kommer löpande referenser att ske till id-nummer som R1, R2...RX (riksintressen) o.s.v. Referenserna hänvisar till respektive objekt i kartbilagorna till denna MKB.

Bedömd påverkan och konsekvenser från aktiviteter i anläggnings- och driftsskedet beskrivs i tabell 6.1.

6.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR OCH GRUNDVATTENPÅVERKAN

City Link etapp 2 kommer att byggas under rådande grundvattennivå vilket kommer att påverka grundvattenförhållandena i berg och jord och medför bortledande av grundvatten under både bygg- och driftsskedet. De största inläckagen uppstår under byggskedet innan tättningsarbetena slutförts. Detta är mest påtagligt vid passage av uppsprucket berg.

Bortledning av grundvatten medför i huvudsak sänkta grundvattennivåer i berg vilket i sin tur kan ge avsänkta grundvattennivåer i undre grundvattenmagasin i jord. Sänkta grundvattennivåer i undre magasinet kan i sin tur ge sänkta nivåer i övre grundvattenmagasinet. För att kunna prognosticera den påverkan på grundvattnet som kan uppstå vid anläggande

TABELL 6.1. BEDÖMD PÅVERKAN OCH KONSEKVENSER FRÅN AKTIVITETER I ANLÄGGNINGS- OCH DRIFTSSKEDET FÖR CITY LINK ETAPP 2.

Aktivitet i anläggningsskede	Aktivitet i driftsskede	Påverkan	Bedömd konsekvens för följande aspekter
Tunnel drivning med TBM och bortledning av grundvatten		Grundvattensänkning, stomljud, uttag av berg	Riksentressen, naturmiljö, kulturmiljö, ytvatten, byggnader och anläggningar, undermarksanläggningar, boende- och arbetsplatsmiljö, förorenad mark
Konventionell tunnel drivning (förbindelsetunnlar, tunnel drivning under Strömmen) och bortledning av grundvatten		Grundvattensänkning, vibrationer, buller, uttag av berg	Riksentressen, naturmiljö, kulturmiljö, ytvatten, byggnader och anläggningar, undermarksanläggningar, boende- och arbetsplatsmiljö, förorenad mark
Sprängning/raiseborrning av ventilationsschakt		Vibrationer, buller, stomljud, uttag av berg	Byggnader och andra anläggningar, kulturmiljö, boende- och arbetsplatsmiljö
Transporter av berg och byggmateriel		Resursanvändning, buller, trafikpåverkan, utsläpp till luft	Byggnader och anläggningar, boende- och arbetsplatsmiljö, trafik
Etablering av arbetsområden vid ventilationsschakt och tunnel påslag Anneberg		Ändrad markanvändning och landskapsbild vid ventilationschakten	Byggnader och anläggningar, boende-, och arbetsplatsmiljö, trafik, kulturmiljö, landskapsbild, stadsplanering
	Bortledning av inläckande grundvatten	Grundvattensänkning	Naturmiljö, byggnader och anläggningar, undermarksanläggningar, förorenad mark
Utsläpp av läns hållningsvatten (grundvatten och processvatten)	Utsläpp av grundvatten	Recipienter	Utsläpp av läns hållningsvatten
	Driften och användande av City Link etapp 2	Magnetfält, restriktioner för markanvändning	Boende- och arbetsplatsmiljö, stadsplanering, landskapsbild, byggnader och anläggningar, förorenad mark, naturmiljö

av tunnelanläggningen har hydrogeologiska och geotekniska förhållanden utretts genom ett antal borrhningar, sonderingar och provtagningar. Utredningar och inventeringar har utförts sedan 2011 av COWI AB. Den grundvattenpåverkan som uppkommer inom projektet är av central betydelse och ligger till grund för konsekvensbedömningen av flera av de aspekter som behandlas i efterföljande avsnitt. Följande fyra kategorier av objekt bedöms kunna ta skada av en grundvattenpåverkan:

- > Grundvattenberoende grundläggning: byggnader och anläggningar som är grundlagda på sättningsbenägen mark samt trägrundläggning som är beroende av att ligga under grundvattenytan. Sänkt grundvattenyta kan orsaka skadlig sättning. (Beskrivs i efterföljande kapitel under "Byggnader och anläggningar").
- > Energianläggningar och vattenbrunnar: Grundvattennivåsänkning i berg kan påverka energianläggningars kapacitet genom minskad möjlighet till energiuttag och ener-

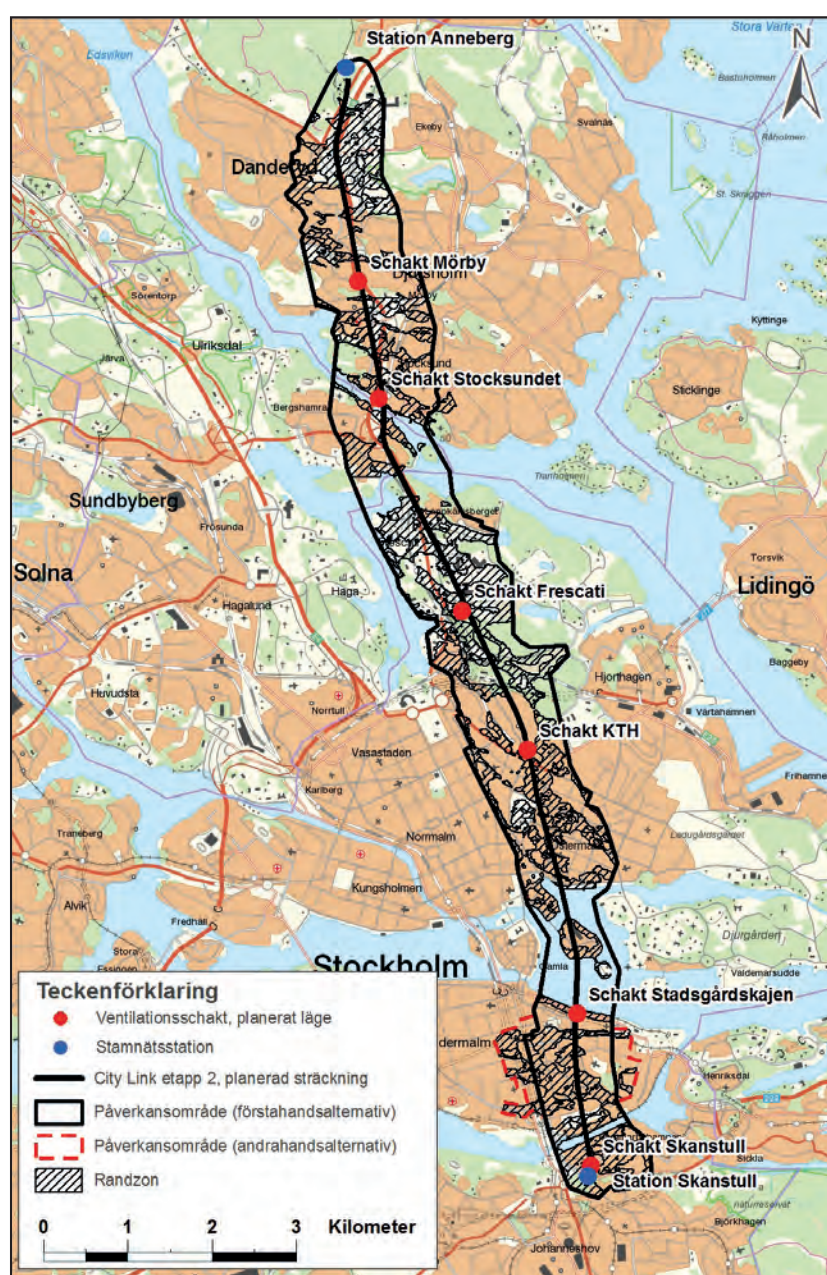
gilagring. Utöver energibrunnar finns inom utredningsområdet ett mindre antal brunnar där annan användning har registrerats (vattenuttag). En sänkt vattennivå minskar möjligt vattenuttag. (Beskrivs i efterföljande avsnitt under "Undermarksanläggningar").

- > Naturvärden: skyddsvärda träd och biotoper, t.ex. gamla stora ädellövträd, samt olika typer av grundvattenberoende biotoper. Förändrad grundvattennivå/växttillgängligt vatten och ändrad strömningsriktning kan ge upphov till skador på kort och lång sikt. (Beskrivs i efterföljande avsnitt under "Naturvärden").
- > Markföroreningar: verksamheter som hanterar eller har hanterat bl.a. kemikalier och skadliga produkter vilka kan ha bidragit till förekomst av föroreningar som riskerar att mobiliseras samt spridas till följd av grundvattenpåverkan inklusive ändrade vattenkemiska och vattenfysikaliska förhållanden (Beskrivs i efterföljande avsnitt under "Förorenad mark").

Utredningsinsatserna inom City Link etapp 2 har i första hand fokuserat på dessa fyra kategorier. Ny kunskap om området tillsammans med inventerat befintligt geologiskt, geotekniskt och hydrogeologiskt material har samlats i en databas, vilket möjliggjort ett flertal analyser och framtagande av geologiska modeller, bl.a. bergnivåmodell, geomodell över jordarter, samt modeller som visar grundvattennivåer och grundvattenflöden.

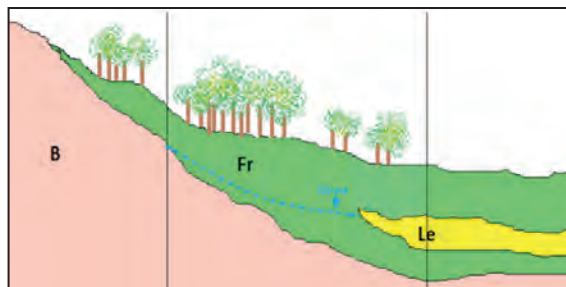
Utredningarna med inventeringar har bland annat använts som grund för att ta fram ett påverkansområde, se Figur 6.1. Med ett påverkansområde

menas det område inom vilket grundvattennivåförändringar kan uppkomma till följd av City Link etapp 2. Området är väl tilltaget (konservativt) och tar hänsyn till skyddsåtgärder såsom tätning i tunnel och ventilationsschakt men inte skyddsinfiltration. Grundvattennivåsänkning definieras som en avsänkning som överstiger 0,3 meter i jord respektive 1,0 meter i berg. Flera faktorer har betydelse för påverkansområdets storlek, bland annat inläckage av grundvatten till tunnelanläggningen, områdets vattenbalans, den vattenförande förmågan i berggrund och jordlager, samt topografi och tunnels



Figur 6.1. Påverkansområde och randzoner för City Link etapp 2.

djup under grundvattenytan. Förutom påverkansområdet har även områden där grundvattenmagasinet i berg står i direkt kontakt med yttjordar identifierats, vilket har betydelse för naturmiljön. Detta sker endast där täckande lerlager saknas eller är tunna och där grundvattennivåerna är ytliga. De områden där detta förekommer är framför allt i grundvattenmagasinens så kallade randzoner, se Figur 6.2.



Figur 6.2. Grundvattenpåverkan i randzonen. Grundvattenpåverkan till följd av City Link etapp 2 uppkommer primärt i bergets spricksystem (B). Grundvattenpåverkan fortplantar sig till ovanliggande undre och övre grundvattenmagasin i jord (Fr), med följd att främst grundvattennivåer i jord och berg förändras i en randzon beläget mellan höga bergslagen och jordfyllda sänkor. Påverkan kan även uppkomma i övre grundvattenmagasin i lersänkor, vilket främst styrs av lerans (Le) vattenförande förmåga och mäktighet. Generellt sett blir påverkan inom sänkornas övre magasin störst inom randzoner och minskar mot de centrala delarna.

I områden med täta lerlager skapas ett övre grundvattenmagasin i jord ovan lerlagret och ett undre grundvattenmagasin i jord under lerlagret. En grundvattensänkning i ett område med tunt lerlager kan medföra att grundvattennivån sjunker ner under lerlagret med följd att leran torkar upp och förlorar sin förmåga att hålla kvar vatten. Det övre grundvattenmagasinet i jorden töms då på vatten.

Grundvattenförhållandena inom de områden som kan komma att påverkas av City Link etapp 2 är komplexa. Tunnelanläggningen kommer att anläggas i vitt skilda hydrogeologiska miljöer, från täta till genomsläppliga jordarter och berg. Dessutom är grundvattenförhållandena i Stockholms innerstad sedan lång tid tillbaka påverkade av olika anläggningar och åtgärder. Grundvattenbildning begränsas av hårdgjorda ytor och bortledning av dagvatten, av att grundvatten dräneras via undermarksanläggningar och otäta ledningar samt av att vatten tillförs via infiltrationsanläggningar och läckande ledningar. Denna redan påverkade vatten-

balans kan öka områdets generella känslighet mot ytterligare påverkan.

För detaljer kring områdets topografi, vattenavrinning, berggrund, jordlager och grundvattenförhållanden samt framtagna modeller och prognoser hänvisas till PM Hydrogeologi (COWI, 2015b), som är bilaga till ansökan. Nedan följer en övergripande beskrivning av områdets topografi, vattenavrinning, berggrund och jordlager samt dess grundvattenförhållanden.

Topografi

Liksom de geologiska och hydrogeologiska förhållandena varierar topografin längs tunnelsträckningen. Tunneln passerar under två större vattenområden; Lilla Värtan (Stocksundet) och Strömmen.

I den norra delen av sträckningen, inom Danderyd och Norra Djurgården, bildar terrängen ett typiskt småbrutet skärgårdslandskap med mindre höjdparter och mellanliggande dalsänkor. Vid övergången mot Östermalm avtar den småbrutna karaktären och bergområden och dalgångar upptar större arealer och markytan blir flackare. Exempel på detta är höjdområdet vid KTH och de lägre liggande områden som utgör centrala Östermalm.

Vattenområdet Strömmen/Saltsjön mellan Östermalm och Södermalm har utbildats i en djup tektoniskt skapad bergsänka i väst - östlig riktning där Skeppsholmen och Kastellholmen utgör lokala bergplintar kringskurna av zoner. Vattenområdet avslutas mot en kraftig förkastningsbrant vid Södermalms norra strand. Södermalm ligger förhållandevis höglänt och sluttar från höjderna på norra sidan svagt mot söder ner mot Hammarbykanal.

Närmast söder om Hammarbykanal är markytan låglänt och flack. Området var tidigare sjöbotten och har senare utfyllts med fyllningsjord. Längst i söder reser sig topografin skarpt mot Hammarbyhöjdens väst - östligt orienterade bergsida.

Vattenavrinning

Avrinning av yt- och grundvatten följer generellt topografin och rinner från högre liggande områden till lägre, framförallt till vattenområdena Lilla Värtan, Stocksundet, Edsviken, Brunnsviken, Ladugårdslandsviken, Strömmen och Hammarbykanal. Ytavrinningen på Östermalm och Södermalm är kraftigt påverkad av dagvattensystem.

Avrinningen av grundvatten styrs även av geologiska förhållanden och dränering till befintliga undermarksanläggningar såsom tunnlar, länshållna schakt och grundläggningar m.m. I områden med mer vattenförande jordar, exempelvis åsmaterial i Östermalm och Södermalm, ligger grundvattennivån förhållandevis lågt vilket medför tillflöde av grundvatten från omkringliggande områden med lägre genomsläpplighet. Sprickor och zoner i berg kan ge upphov till avrinningsmönster som avviker från den generella marktopografin.

Jordlager och grundvatten i jord

Områdets jordlager består huvudsakligen av morän, glaciala sediment såsom lera, silt och sand, organiska jordar samt fyllnadsjord. Morän förekommer inom hela området och har avsatts direkt på berg. Morän återfinns ytligt i områden med höga berglägen samt i gräns mot sedimentfyllda dalgångar. De glaciala sedimenten består vanligtvis av silt som i sin tur överlagras av lera.

I lägre liggande områden förekommer mäktiga lerlager med stor utbredning, exempelvis ett flertal sänkor i Norra Djurgården, Södermalm och Östermalm. I väster ligger Stockholmsåsen vars isälvsavlagringar dominerar i nord-sydlig sträckning genom Östermalm och Södermalm. Åsen uppbyggs i dess centrala del av grova sandiga-grusiga sediment med inslag av sten och block. Stockholmsåsen var tidigare en topografisk höjdrygg, men betydande urschaktningar och utfyllnader har jämnat ut åsens ytstruktur. Återstående åshöjder finns bland annat i Gamla Stan och i Bellevueparken vid södra Brunnsviken.

I hela området förekommer fyllnadsjord av varierande karaktär, ursprung och mäktighet. Fyllnadsjorden är mestadels oorganisk, men organiskt material kan förekomma. Större utfyllnader har gjorts för att utöka markarealer, till exempel vid Nybroviken och längs Strandvägen, Stadsgårdskajen och längs Hammarbykanals båda sidor. Utfyllnader har även gjorts av tidigare kärr och sjöar, såsom Fatburssjön i Södermalm och Träsksjön i Östermalm.

Grundvatten i jord förekommer i undre magasin samt lokalt i övre magasin. Undre grundvattenmagasin förekommer i dalgångar och sänkor över hela området. Undre grundvattenmagasin utgörs av

grovkornig jord på berg, huvudsakligen morän eller sand, men även magasin bestående av tätare siltiga jordlager förekommer. Det undre magasinet har ställvis god hydraulisk kontakt med underliggande berg vars övre del kan vara uppsprucket (rösberg), och bildar lokalt ett gemensamt grundvattenmagasin. Övre grundvattenmagasin i jord utgörs av ytliga friktionsjordar på lera, mestadels fyllnadsjord, svallmaterial (sand) och torrskorpelera.

Övre och undre grundvattenmagasin står i begränsad inbördes hydraulisk kontakt via naturliga kontaktvägar såsom strömning igenom lerlagren som avskiljer magasinerna. Kommunikationsvägar mellan övre och undre magasin kan också ha skapats i samband med schaktning, geoteknisk borrhining och pålning.

I strandnära områden kan både övre och undre grundvattenmagasin ha kontakt med ytvattenmagasin (exempelvis sjö). I närheten av Stockholmsåsen är denna kontakt framträdande, då isälvsavlagringens grova vattenförande sediment är dominerande hydraulisk struktur. Identifierade randzoner ses i Figur 6.1.

Berggrund och grundvatten i berg

Den kristallina berggrunden består mestadels av omvandlade sediment och magmatiska bergarter. Bergarterna uppträder ofta i form av linser, band och gångar som sträcker sig från väst till öst. De vanligaste bergarterna längs sträckan är metagråvacka, gnejs, metabasit, granit och diabas.

Geologiska utredningar inom projektet har identifierat ett 90-tal zoner av olika karaktär. De flesta zonerna är orienterade mellan nordväst-nord och grupperade i tydliga kluster. Berggrundens sprickor och krosszoner finns i nordväst, nordost samt i öst-västlig riktning. Riktningar hos flertalet av områdets sprickor och zoner överensstämmer med områdets dominerande lerfyllda dalgångar och utsträckta vattenområden, såsom Stocksundet, Nybroviken och Strömmen norr om Södermalm.

Grundvattenbildningen har avgörande betydelse för vattentillgången i berggrunden, och därmed mängden inträngande grundvatten i den planerade tunneln. Grundvattenbildningen eller grundvattenomsättningen inom ett område styrs av vattentillgång vid bergets överyta, bergets

vattenledande förmåga samt topografin. Under naturliga och ostörda förhållanden kan grundvattenbildningen typiskt beräknas till 20–40 mm räknat över ett år. Vid påverkade förhållanden, till exempel vid en grundvattensänkning vid anläggande av kabeltunnel, kan grundvattenbildningen bli betydligt högre beroende på vattentillgång och bergets hydrauliska egenskaper. Områden med höga berglägen utgör vanligtvis grundvattenbildningsområden, medan låga bergnivåer utgör utströmningsområden, där grundvatten strömmar till ovanliggande jordlager.

Mobilt grundvatten förekommer i princip uteslutande i bergets spricksystem. Större vattenförande sprick- och krosszoner förekommer huvudsakligen i dalgångar, men sprickor förekommer överallt i någon omfattning. Bergets vattenförande förmåga är beroende av sprickors och spricksystems hydrauliska egenskaper, där sprickornas storlek och deras inbördes förbindelse är avgörande.

Det finns oftast fler sprickor i ytliga delar av berget där också genomsläppligheten är högre, medan berget är tätare djupare ner och därmed har lägre genomsläpplighet. Den vattenförande förmågan i berggrunden varierar inom ett brett intervall från 10^{-9} m/s eller lägre i berg med relativt täta vattenförande strukturer, till 10^{-3} m/s eller högre i berg med kraftigt vattenförande strukturer.

6.3 KONSEKVENSER AV ANLÄGGANDE AV KABELTUNNELN

6.3.1 RIKSINTRESSEN

Beskrivning

Syftet med ett riksintresse är att bevara något för framtiden eller att säkerställa ett intresse som berör hela landet och regleras i 3 och 4 kap. miljöbalken. Riksintressen kan vara områden som är värdefulla för naturvården, kulturmiljövården, friluftsliv, energiproduktion och kommunikationer.

I områden av riksintresse får områdets värde eller betydelse inte påtagligt skadas av annan tillståndspliktig verksamhet. Områden av riksintressen ska prioriteras i den fysiska planeringen och väger alltid tyngre än eventuella motstående lokala

allmänna intressen. Hushållningsbestämmelserna innebär också för områdena att turismens och friluftslivets intressen särskilt ska beaktas vid bedömning av exploateringsföretag m.m. Av tabell 6.2 framgår de riksintressen som berörs av City Link etapp 2.

Kommunikationer utgör en stor del av riksintressena i Stockholms län med vägar (t.ex. E18), järnvägar, sjöfart, Stockholms hamn och Bromma flygplats. Den största delen av det statliga befintliga vägnätet är av riksintresse, se Bilaga 2. Riksintresset omfattar vägar som är under planering och byggs ut samt mark- och vattenområden som ska användas för framtida vägförbindelser (Länsstyrelsen Stockholm, 2014b). Den största delen av det statliga järnvägsnätet är av riksintresse och omfattar även stationer, spårområden och godsterminaler. Även flera planerade nya anläggningar och ombyggnader i järnvägsnätet ingår i riksintresset, som t.ex. Citybanan.

Ett riksintresse för kulturmiljövård ska bland annat visa hur människor utnyttjat tillgängliga resurser, näringsliv, sociala villkor, utvecklingen av samhället samt byggnadsskick och estetiska ideal. I Danderyds kommun finns sedan 1987 två större områden av riksintresse för kulturmiljövården, Djursholms villastad och Stocksunds villastad, karaktärsområden med villabebyggelse från 1890–1930-talen. Av dessa är det endast Stocksunds villastad som ligger inom påverkansområdet, se R2 i Bilaga 3.

Hela Stockholms innerstad är av riksintresse (AB 115) då staden varit ett politiskt, administrativt och kulturellt centrum sedan medeltiden. Inom riksintresseområdet har miljöer och karaktärsdrag, som representerar särskilt höga kulturvärden pekats ut (ÖP 2010). Se Bilaga 3 för riksintresse för kulturmiljövården.

Nationalstadsparken är ett riksintresse skyddat enligt 4 kap 7 § miljöbalken och sammanfaller inom vissa delar med riksintresset för kulturmiljövård, se Bilaga 3. Nationalstadsparken sträcker sig från Ulriksdal och Sörentorp i norr till Djurgården och Fjäderholmarna i söder, belägen inom Stockholm stad, Solna och Lidingö kommun. Lagskyddet syftar till att skydda det historiska landskapet med sina natur- och kultur- samt rekreationsvärden. Detta övergripande skydd ska hindra ex-

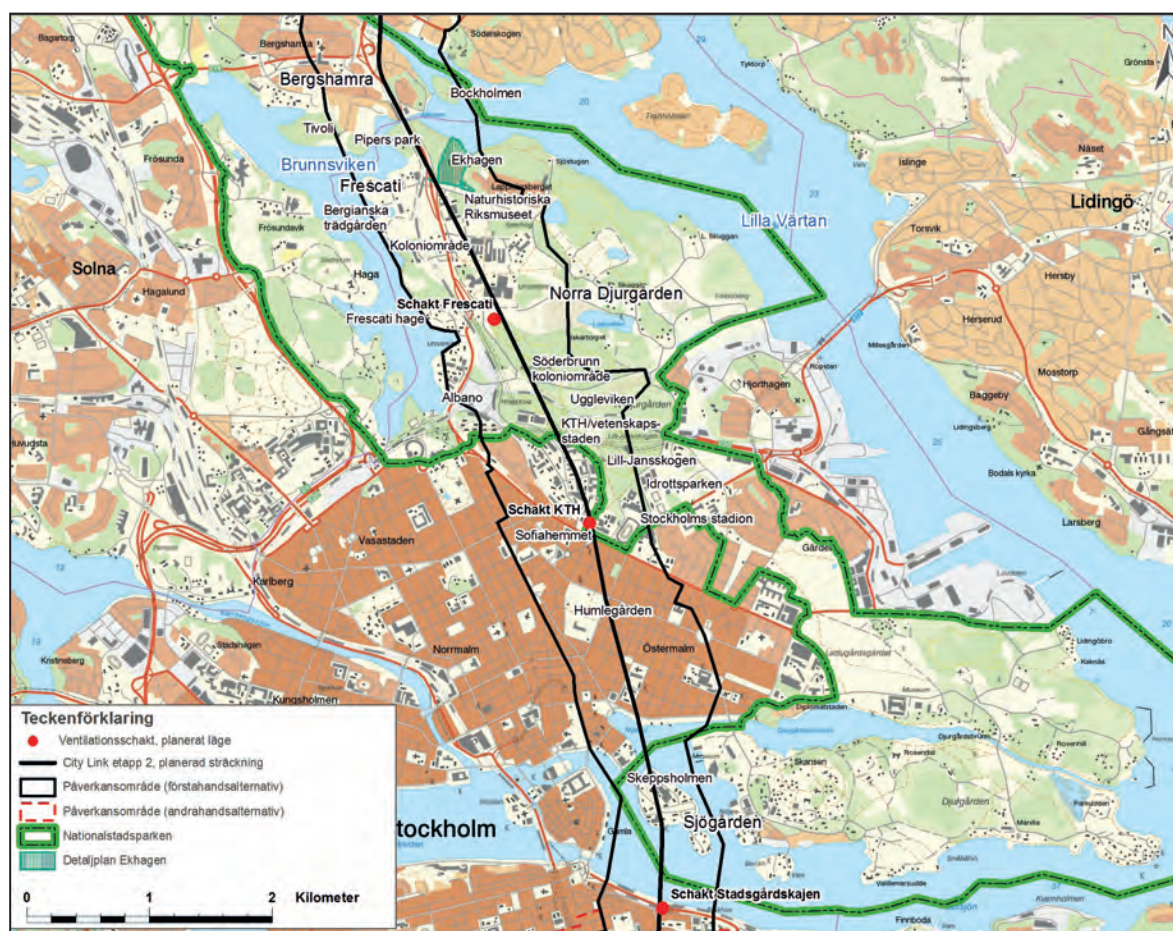
ploatering och fragmentisering av det historiska landskapet. I Nationalstadsparken ingår både områden som utgör stora park- och naturområden men också områden som är kraftigt exploaterade. Nationalstadsparken skyddas även mot åtgärder utanför området som påtagligt kan skada det historiska landskapets natur- och kulturvärden. För Nationalstadsparken gäller en översiktsplan antagen 20 april 2009 (Stockholms stad, 2009).

Utformningen av Nationalstadsparken är starkt präglad av att det under århundranden har utformats och förvaltats av kungar och kungligheter i form av jaktmarker, institutionsbyggande och privata tomtar samt förvaltningen genom jordbruksmark och senare betesmark. Inom den del av Nationalstadsparken som finns inom påverkansområdet är det framför allt Villa Frescati och Skeppsholmskyrkan som mynnar tillbaka till det kungliga inflytandet i form av byggnader. Norra Djurgården påminner om de gamla jaktmarkerna med dess betes- och ängslandskap. De områden inom Nationalstadsparken som

ligger inom påverkansområdet finns i Bergshamra, på Norra Djurgården, Skeppsholmen samt områden kring KTH, se Figur 6.3.

Det finns en vetenskaplig prägel på hela Nationalstadsparken, genom Stockholms Universitet och ett tiotal andra utbildningsinstitutioner samt ett stort utbud av museum, t.ex. Naturhistoriska riksmuseet. Större delen av detta utbildningsstråk ligger inom påverkansområdet, framför allt på Norra Djurgården. Här finns också den Bergianska trädgården som är både av nuvarande akademi och en historisk symbol från trehundra år av plantskolor, försöksodlingar för jord- och skogsbruk samt hortikulturell utveckling.

Växt- och djurlivet i Nationalstadsparken ses som ett biologiskt kulturarv som utvecklats genom de olika förvaltningarna och idéerna som förverkligats i området genom århundrandena. De stora ekarna har ett specifikt biologiskt värde och det finns många arter inom området som är värda att bevara. Andra biotoper inom området är ädellöv-



Figur 6.3. Områden inom Nationalstadsparken som ligger inom påverkansområdet. Inom detaljplanen Ekshagen är träden skyddade sedan 17 maj 2014.

skogar, sjöar och vattendrag, ängs- och betesmark, barrskog, sumpskog och våtmarker. Detta har resulterat i en miljö med många naturvärden och stor biologisk mångfald.

Nationalstadsparken är också en viktig del av Stockholms stad och gör den attraktiv för turister och boende som en plats för friluftsliv och rekreation vilket har en hälsofrämjande effekt. Vid Ekshagen inom Nationalstadsparken finns ett detaljplanerat område med skyddsbestämmelser för kulturhistoriskt och ekologiskt värdefulla träd. Skyddsbestämmelserna innebär att samtliga träd av de flesta trädslag och över en viss dimension inte får fällas eller skadas. Marklov kan dock sökas för trädfällning om särskilda skäl finns.

Länsstyrelsen har i olika sammanhang framfört att Energimyndigheten bör peka ut stamnätet för eldistribution som riksintresse för eldistribution. I avsaknad av ett sådant beslut har Länsstyrelsen i Stockholms län gjort bedömningen att stamnätet för elförsörjning med 400 kV och 220 kV ledningar/kablar inklusive transformatorstationer är av riksintresse. I tabell 6.2 görs en genomgång av berörda riksintressen.

Konsekvenser

Inga områden av riksintresse för kommunikationer kommer att påverkas av City Link etapp 2. Under avsnitt 6.3.2 beskrivs hur anläggningar berörs av en grundvattenpåverkan i det fall anläggningarna förekommer på sättningskänslig mark. Vid planering av ventilationsschakt Mörby har särskild hänsyn tagits till riksintresset för E18. Den förordade placeringen av ventilationsschaktet medför ingen påverkan på riksintresset.

Anläggandet av kabeltunneln bedöms inte få några konsekvenser för de berörda områdena av riksintresse för kulturmiljövården då inga karaktärer eller syften med riksintressena kommer att påverkas. Byggnader inom riksintressena som är av kulturell betydelse och vars grundläggning är känslig för grundvattensänkning behöver följas upp i kontroll- och åtgärdsprogram för att säkerställa att de inte påverkas negativt. Dessa byggnader behandlas vidare under avsnitt 6.3.2.

Bestämmelsen i 4 kap. 7 § miljöbalken för Nationalstadsparken skyddar områdets värden när förändringar aktualiseras genom planer, bygglov eller

när andra tillståndspliktiga åtgärder provas enligt väglag, ellag, miljöbalk m.fl. lagar. Bestämmelsen formulerar krav på markanvändning och utveckling med stoppregler för åtgärder som innebär intrång eller skada. Åtgärder i områden som direkt gränsar till Nationalstadsparken kan också beröras.

För Nationalstadsparken gäller;

”Området Ulriksdal-Haga-Brunnsviken-Djurgården är en nationalstadspark. Inom en nationalstadspark får ny bebyggelse och nya anläggningar komma till stånd och andra åtgärder vidtas endast om det kan ske utan intrång i parklandskap eller naturmiljö och utan att det historiska landskapets natur- och kulturvärden i övrigt skadas. Trots bestämmelsen i andra stycket får en åtgärd som innebär ett tillfälligt intrång eller en tillfällig skada i en nationalstadspark vidtas om;

- > 1. åtgärden höjer parkens natur- och kulturvärden eller tillgodser ett annat angeläget allmänt intresse, och
- > 2. parken återställs så att det inte kvarstår mer än ett obetydligt intrång eller en obetydlig skada.”

För åtgärder utanför Nationalstadsparken gäller;

”Exploateringsföretag och andra ingrepp i miljön får komma till stånd endast om det kan ske på ett sätt som inte påtagligt skadar områdets natur- och kulturvärden”.

Anläggande av kabeltunneln innebär ingen direkt påverkan på riksintresset Nationalstadsparken förutom ventilationsschakt Frescati som anläggs inom riksintresset samt ventilationsschakt KTH som delvis anläggs inom riksintresset. Påverkan av anläggandet av ventilationsschakt hanteras under avsnitt 6.4.1. Indirekt kan Nationalstadsparken påverkas av den grundvattensänkning som kabeltunneln kan ge upphov till. Detta kan medföra effekter på naturvärden och hanteras vidare under avsnitt 6.3.4.

Andrahandsalternativet vid Södermalm, d.v.s. det djupare alternativet, medför att ett större område inom riksintresse för kulturmiljövården omfattas av påverkansområdet. Inga karaktärområden eller syftet med riksintresset kommer dock att påverkas. Påverkan på kulturhistoriska byggnader som har en grundvattenberoende grundläggning behandlas vidare under avsnitt 6.3.2.

Sammantaget bedöms konsekvenserna av anläggande av City Link etapp 2 på riksintressena som obetydliga.

Förslag till skyddsåtgärder

Vissa åtgärder krävs för att minimera påverkan på lokala naturvärden och byggnader med grundvattenberoende grundläggning och dessa beskrivs vidare under avsnitt 6.3.2 Byggnader och anläggningar och i stycke 6.3.4 Naturmiljö.

6.3.2 BYGGNADER OCH ANLÄGGNINGAR

Beskrivning

Från Anneberg till Skanstull varierar både markanvändningen och graden av urbanisering längs med tunnelsträckningen. I Danderyd dominerar småhusbebyggelse. Längs de större trafiklederna

förekommer områden med lättare industri, affärsverksamhet, kontor, kommunal verksamhet och flerfamiljshus. På Norra Djurgården tar Nationalstadsparken vid som utgörs av dels naturområden och dels av bebyggelse (bostadsbebyggelse, trafikleder, kommunala verksamheter och Stockholms Universitet). På Östermalm och Södermalm dominerar tät stadsbebyggelse och affärs- och kontorsverksamheter.

Inom påverkansområdet förekommer jordlager där grundvattensänkning kan ge upphov till konsolideringssättningar i lera till följd av sänkta portryck. Därutöver kan så kallad krypning³ bidra till marksättningar.

Med sättningsbenägen lera avses lera under

3. Deformation vid konstant last även efter att full portrycksutjämning har skett (COWI, 2015).

TABELL 6.2. GENOMGÅNG AV BERÖRDARIKSINTRESSEN, SE BILAGA 2 OCH 3 FÖR KARTA MED ID NR.

Riksintresse	ID Nr
Nationalstadsparken	R1
Kulturmiljövård, Stocksund	R2
Kulturmiljövård, Solna	R3
Kulturmiljövård, Stockholm innerstad	R4
Järnväg, Roslagsbanan	R6
Järnväg, Stockholm övrig, bl.a. Värtabanen, godsbangård i anslutning till Älvsjö.	R7
Järnväg, Stockholm Älvsjö-Ulriksdal/Sundbyberg ingår i Ten-T.	R8
Järnväg, Saltsjöbanan	R9
Väg E18. Stockholm - Riksgränsen, Ingår i Ten-T.	R10
Väg E18 - E20. Bergshamra - Roslagstull, ingår i nationella stamvägnätet.	R11
Väg E20. Malmö - Göteborg - Stockholm, ingår i nationella stamvägnätet. Malmö - Göteborg samt Örebro - Stockholm ingår i Ten-T.	R12
Väg E4.25. TPL Karlberg - TPL Sofielundsplan, utgör förbindelse mellan regionala centra.	R13
Väg 222/260. Stadsgårdshamnen - TPL Sickla utgör en anslutning till hamn.	R14
Väg 73. Stockholm - Nynäshamn, utgör förbindelse mellan regionala centra och till hamn.	R16
Allmän farled. Stockholm, Stockholms Ström ingår i Ten-T.	R17
Allmän farled. Stockholm, Danvikstullskanalen, ingår i Ten-T.	R18
Allmän hamn. Stockholm, Ten-T	R20
Väg E20 Norra länken (Norrtull - Värtan), ingår i Ten-T.	R21
Framtida Väg östlig (Värtan-TPL Lugnet, regional eller interregional trafik.	R22

grundvattennivå. Inom påverkansområdet finns sättningsbenägna jordar företrädesvis i sänkor med mäktiga lerlager. I angränsande områden som inte har sättningsbenägna jordar består marken av tunna jordlager på berg, alternativt fasta eller ej sättningsbenägna jordar. Utbredningen av sättningsbenägna jordar ses i PM Hydrologi (COWI, 2015) som är bilaga till ansökan. Marksättningar till följd av grundvattensänkning utbildas inte omedelbart i lera utan är en process som tar olika lång tid beroende på portrycksutjämnings förlopp.

Förekomst av sättningsbenägna jordlager inom påverkansområdet har analyserats och kombinerats med byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning. Med anläggningar avses t.ex. ledningar, järnvägar, vägar och broar.

Vissa byggnader och anläggningar inom påverkansområdet har konstaterats vara fast grundlagda och därmed inte grundvattenberoende.

Konsekvenser

En grundvattensänkning i undre magasin kan ge upphov till marksättningar som i sin tur kan ge sättningsrörelser i byggnader och anläggningar. En grundvattensänkning i övre magasin kan orsaka röta i trägrundläggningen som kan skada grunden och ge upphov till sättningsrörelser. Byggnader och anläggningar kan vara känsliga för en grundvattensänkning om:

- > de är anlagda på mark med lösa leror och som riskerar att få konsolideringssättningar på grund av grundvattentrycket sänks. Objekt på sådan mark kan skadas framför allt om sättningen sker ojämnt under byggnaden,
- > de har trägrundläggning (d.v.s trärustbäddar och/eller träpålar). Trägrundläggningen kan skadas om grundvattennivån i övre magasinet sjunker så att trägrundläggningen syresätts och ruttningsprocessen startar i virket,
- > de har golv som är direkt grundlagda på marken utan armering, t.ex. källargolv som ligger direkt på sättningskänslig mark kan skadas även om byggnadens grundläggning i övrigt är fast. Källargolv som är byggda med armering är fribärande och inte känsliga för grundvattensänkning.

Byggnaderna och anläggningar inom påverkansområdet har inventerats och kategoriserats be-

roende på grundläggning. Alla byggnader inom sättningsbenägen lera i påverkansområdet har kategoriserats till någon av kategorierna i tabell 6.3. I Danderyd-Bergshamra har information om grundläggning i första hand inhämtats för de byggnader som ligger inom lerområden. De byggnader som ligger utanför lerområden antas vara fast grundlagda. För Östermalm och Södermalm ligger grundläggningskartor från Stockholms stad till grund för huvuddelen av utförd inventering i innerstaden. Även lagskyddade och kulturhistoriskt klassade byggnader med grundvattenberoende grundläggning ingår i inventeringen. Inventerade och kategoriserade byggnader och anläggningar ses i Bilaga 4.

DANDERYD

I norra delen av Danderyd finns inom påverkansområdet sättningsbenägen lera i avgränsade mindre områden. Grundvattenberoende byggnader och anläggningar finns vid Nora torg, norr och söder om Danderyds kyrka och vid Mörby centrum. Bebyggelsen består i allmänhet av småhus grundlagda på lera med platta på mark, samt några flerfamiljshus och övrig bebyggelse.

I södra delen av Danderyd finns inom påverkansområdet sättningsbenägen lera i avgränsade mindre områden: vid Danderyds sjukhus söder om Mörbyberget, i avgränsade smala sänkor i bergområdet öster om tunnelanläggningen och i anslutning till Stocksundet.

Grundvattenberoende grundläggning finns i samtliga nämnda områden, främst i form av enskilda bostadshus samt ett fåtal flerfamiljshus. Flertalet byggnader är belägna längs dalgångarnas bergsidor vilket kan innebära varierande grundläggning och risk för differentialsättningar. Ledningar i mark förekommer allmänt inom påverkansområdet.

SOLNA

I Bergshamra har de flesta byggnader inte en känslig grundläggning. I de mest sättningskänsliga delarna av Bergshamra finns en större koloniträdgård.

STOCKHOLM/DJURGÅRDEN

I norra delen av Norra Djurgården finns inom påverkansområdet mäktiga lager av sättningsbenägen lera norr och väster om Naturhistoriska riksmuseet. I den södra delen av Norra Djurgården

finns sättningsbenägen lera i Laduvikens och Ugglevikens dalgångar samt i smala sänkor väster om tunnelanläggningen ner mot Brunnsviken. I övriga jordfyllda sänkor är mäktigheten av sättningbenägen lera förhållandevis liten.

Det finns ett fåtal grundvattenberoende byggnader i identifierade sättningsriskområden, såsom t.ex. Bergianska trädgården och Naturhistoriska riksmuseet.

Grundvattenberoende anläggningar i område är främst Bergiusvägen, Roslagsbanan och Värtabanan. En större markförlagd vattenledning finns öster om Ugglevikskällan.

ÖSTERMALM

I norra Östermalm är förekomsten av sättningsbenägen lera inom påverkansområdet sparsam, med undantag i väster längs Roslagsvägen - Birger Jarls-gatan och i öster vid Tennisstadion. Ett mindre område med sättningsbenägen mark finns även direkt norr och öster om KTH-området, medan själva KTH-området utgör ett högt bergparti med i huvudsak fasta och tunna jordlager. Sydost om KTH ligger Stockholms Stadion där marken delvis är sättningskänslig. Stadions centrala del är sedan tidigare utsatt för betydande sättningar. Sättnings-

benägen lera förekommer även längs strandkanten mot Nybroviken och Ladugårdslandsviken.

I de centrala och sydöstra delarna av Östermalm finns sänkor i berget med sättningsbenägen lera. Centralt i området ligger en sänka som sträcker sig från Stureparken norr om Humlegården i sydöstlig riktning, följer påverkansområdets gräns söderut mot Ladugårdslandsviken. Med början centralt i Humlegården förekommer sättningsbenägen lera i ett sydligt orienterat stråk till ett område med djupa jordlager vid Norrmalmstorg och Berzeliipark mot Nybroviken. Sättningsbenägna leror förekommer längs påverkansområdets gräns via Eriksbergsparken söderut mot Norrmalmstorg. På Blasieholmen förekommer begränsade områden med sättningsbenägen lera.

Humlegården med angränsande lerfyllda områden är sedan tidigare kraftigt påverkade av grundvattenbortledning och sänkta grundvattennivåer. Orsaken till denna påverkan är dränering till ett flertal berganläggningar. Inom stora delar av Humlegården är påverkan så stor att lerans underkant för närvarande ligger över grundvattennivån, vilket medför att leran inte klassas som sättningsbenägen för eventuell ytterligare grundvattenbortledning. Inom områden med prognosticerad sättning finns

TABELL 6.3. KATEGORISERING AV GRUNDLÄGGNING.

Kategorier		Tolkning
Känslig grundläggning	Grundlagd på lera	Grundlagt helt eller delvis på lera, t.ex. stenmurar och grundplatta på mark.
	Trägrundläggning	Grundlagt på träpålar och/eller rustbädd.
Golv på mark	Golv på mark	Källargolvet är inte fribärande därför känsligt där sättningsbenägen lera förekommer.
	Eventuellt golv på mark	Information om källargolv är bristfällig. I grundläggningskartor från Stockholms stad finns golv markerade som oklart.
Data saknas	Eventuellt känslig	Byggnaden är inte klassad då informationen om dess grundläggning inte är fullständig. Byggnaden är inte inventerad.
Ejkänslig grundläggning	Grundlagd på berg	Byggnaden är grundlagd på berg och inte känslig för nivåändringar i grundvattnet.
	Grundlagd på fast mark	Byggnaden är grundlagd på fast mark och inte känslig för nivåändringar i grundvattnet.
	Grundlagd på pålar	Grundlagt på stöd- eller friktionspålar av betong och/eller stål. Inte känslig för nivåändringar i grundvattnet.
	Förstärkt grundläggning	Byggnadens grundläggning är förstärkt och inte längre känslig för nivåändringar i grundvattnet.

ett stort antal byggnader som har grundvattenberoende grundläggning, dels grundläggning av stomme på lera, men även golv på lera och trägrundläggning.

Inom påverkansområdet finns ett stort antal byggnader som har grundvattenberoende grundläggning. Dessa objekt är beroende av grundvattennivåer både i övre och undre magasin i jord. Flertalet byggnader är kulturminnesklassade. Ledningar i mark och gator förekommer allmänt i området.

Längs de strandnära områdena vid Saltsjön (Gamla stan, Skeppsholmen, Kastellholmen, Helgeandsholmen och Djurgården) förekommer lera längs vattenområdets gränser. I de strandnära områdena har de övre och undre magasinerna god kontakt med vattenområdet. En grundvattenpåverkan bedöms därför utbli eller bli mycket marginell i dessa områden.

SÖDERMALM

På Södermalm finns ett stort antal grundvattenberoende byggnader och anläggningar inom de två alternativa påverkansområdena. Flera av byggnaderna är kulturminnesklassade. Sättningsbenägen lera finns inom påverkansområdet (förstahandsalternativet) vid Slussen, från medborgarplatsen, längs Folkungagatan och längs Katarina Bangata. Utöver dessa områden finns lokala förekomster av sättningsbenägen lera främst på sydöstra delen av Södermalm. Ledningar i mark och gator förekommer allmänt i området.

I området finns ett stort antal äldre anläggningar som gett upphov till sänkta grundvattennivåer och förändrade hydrogeologiska förhållanden. I vissa områden pågår marksättningar. I delar av området, där grundvattennivån ligger under lerans underkant, bedöms ej leran som sättningsbenägen (särskilt i väster i anslutning till Stockholmsåsen). På båda sidor om Hammarbyleden förekommer sättningsbenägna leror inom påverkansområdet, men här förväntas endast begränsad grundvattensänkning.

En alternativ och djupare placering av City Link etapp 2, andrahandsalternativet, innebär ett något större påverkansområde. Detta större påverkansområde medför att ytterligare sättningsbenägna leror kan komma att påverkas, t.ex. vid Fatbursparken och Åsötorget samt Färgarplan sydöst om Vita bergen.

Samlad bedömning

Beräkning av sättningsrisk (konsolideringssättningar efter lång tid) har gjorts för 0,5, 1 samt 2 meters antagen grundvattensänkning inom lereförekomster överstigande 1 meters mäktighet. Beräkningar visar att marksättningar generellt uppkommer där det finns stora lermäktigheter och där grundvattennivån i det undre magasinet ligger nära markytan. Baserat på beräkningen av sättningsrisk inom påverkansområdet kan överlag konstateras relativt små sättningar (COWI, 2015). I ett tiotal områden uppkommer dock större sättningar och särskilt kan nämnas vid Nora-Ekeby gård, Danderyds kyrka, Stocksundet, Naturhistoriska riksmuseet, Nybroviken och öster om Blecktornsparken.

För varje byggnad och anläggning som har grundvattenberoende grundläggning kommer åtgärdsnivåer att fastställas inom ramen för kontrollprogrammet och kommer att användas för styrning av skyddsåtgärder (se nedan förslag till skyddsåtgärder). Med detta arbetssätt bedöms påverkan kunna begränsas och skador undvikas. Inom nyligen utförda tunnelprojekt i Stockholmsområdet, där detta arbetssätt har använts, är erfarenheterna att arbetssättet är praktiskt genomförbart och att resultatet är mycket små sättningar. Konsekvenserna av byggandet av kabeltunneln på byggnader och anläggningar på grund av sättningar orsakade av grundvattensänkning bedöms sammantaget bli små.

Förslag till skyddsåtgärder

Alla identifierade byggnader som har grundvattenberoende grundläggning eller om "data saknas" kommer att detaljstuderas i en så kallad kvartersbeskrivning. Målsättningen är att med kompletterande inventering i största möjliga utsträckning begränsa antalet byggnader och anläggningar med okänd eller oklar grundläggning. Kvartersbeskrivningarna har till syfte att i detalj beskriva markförhållanden samt hydrogeologiska förhållanden inom och i direkt anslutning till aktuellt kvarter, exempelvis bergnivå, jordlageruppbyggnad, historiska och aktuella grundvattennivåer samt beskrivning av befintliga kontrollpunkter för sättningar och eventuella infiltrationsanläggningar. Kvartersbeskrivningarna kommer vidare att innehålla uppgifter kring respektive byggnads grundläggningsförhållanden, överkant trägrundläggning

och källargolvnivåer.

Genom dessa detaljstudier kommer flera av de fastigheter vars byggnader idag är bedömda enligt "data saknas" att klaras ut. Beskrivningarna kommer att mynna ut i förslag på åtgärdsnivåer för varje känsligt objekt samt vilken eller vilka kontrollpunkter som knyts till varje enskilt riskobjekt. Kvartersbeskrivningarna kommer att resultera i omfattande kontrollprogram för kontroll och uppföljning i syfte att i tidigt skede kunna vidta skyddsåtgärder om risk för skador noteras. Planerade skyddsåtgärder för att motverka en skadlig grundvattensänkning är skyddsinfiltration samt tätning av tunneln. Kvartersbeskrivningar kommer att upprättas löpande inför domstolsförhandlingen i mark- och miljödomstolen.

Idag har ett antal områden identifierats inom vilka det högst troligt blir aktuellt med permanent infiltration. Dessa områden är nordöst om Nora torg, Mörby centrum, Danderyds sjukhus, nordväst och väst om Naturhistoriska riksmuseet, väst om Uggleviken, vid Humlegården, sträckan Valhallavägen - Östermalmstorg, Tjärhovsgatan och söder om Katarina södra skola ner mot Blecktornsparken. Dessa områden beskrivs närmare i PM Hydrogeologi (COWI, 2015).

6.3.3 UNDERMARKSANLÄGGNINGAR

Beskrivning

Anläggningar under mark omfattar t.ex. energianläggningar i berg, skyddsrum och annan infrastruktur under mark. Konsekvenser för dessa kan uppkomma till följd av sättningar, orsakade av en sänkt grundvattennivå, eller från vibrationer.

TUNNLAR OCH BERGRUM

City Link etapp 2 kommer att passera ett antal befintliga undermarksanläggningar. Infrastruktur under mark som finns i närheten av City Link etapp 2 är trafiktunnlar (väg och järnväg), VA-tunnlar, kommunikationstunnlar, berggarage och övriga berggrum (av lagerkaraktär). Vid planeringen av City Link etapp 2 har hänsyn tagits till befintliga och planerade undermarksanläggningar.

Inventeringar av befintliga undermarksanläggningar i berg har utförts genom kontakter med tunnelägare och sammanställning av befintligt källmaterial. Med hjälp av 3D-modelleringar har

det säkerställts att kabeltunneln inte står i konflikt med andra befintliga undermarksanläggningar och att erforderligt avstånd kommer att kunna hållas. Erforderligt avstånd bestäms utifrån anläggningens karaktär och i samråd med företrädare för anläggningarna.

ENERGIANLÄGGNINGAR

Även energianläggningar i berg har inventerats i samband med projekteringen och inför upprättandet av tillståndshandlingarna. Via brunnregister hos kommunerna och SGU:s Brunnarsarkiv har det inom påverkansområdet (förstahandsalternativet) identifierats totalt 709 energianläggningar. För andrahandsalternativet (inom Södermalm) tillkommer ytterligare fyra anläggningar. Enligt Stockholms stad och Danderyds kommun borras ett 100-tal nya energibrunnar inom kommunen varje år. Innan City Link etapp 2 påbörjas kommer sannolikt ett antal energianläggningar att tillkomma.

En energianläggning består av ett eller flera borrhål, som utnyttjar jordvärmen och den solenergi som lagras i grundvattnet och i berg. Energiöverföringen sker via vatten som fungerar som kontaktmedium mellan slangar i brunnen och omgivande berggrund. En grundvattensänkning kan medföra konsekvenser för brunnar i berg genom ett minskat möjligt effektutbyte (energibrunnar) eller minskad uttagskapacitet av vatten (vattenbrunnar). Minskat möjligt effektuttag står i direkt proportion till storleken på avsänkningen, vilket i sig styrs av avståndet till tunneln, borrhålsdjup samt närhet till sprickzon. En mindre sänkning på 1–2 meter ger normalt en knappt märkbar påverkan på energiuttaget.

Störst antal energibrunnar finns i Danderyd där många enskilda hushåll har en eller två brunnar installerade på fastigheten. I Stockholm finns ett stort antal större anläggningar för bostadsrättsföreningar bestående av tre eller fler borrhål. Se tabell 6.4 för en sammanställning av inventeringen samt Bilaga 5.

Inom påverkansområdet förekommer även brunnar som inte angivits ha borrats för energiändamål. Exempel på annan användning är observationsbrunnar, vattentäkt eller okänt användningsområde (COWI, 2015), i det fall användningsområdet inte har angivits. Inom påver-

TABELL 6.4. ANTAL ENERGIANLÄGGNINGAR INOM PÅVERKANSOMRÅDET FÖR CITY LINK ETAPP 2.

Område	Antal energianläggningar	
	Förstahandsalternativ	Andrahandsalternativ
Danderyd/Bergshamra	586	586
Norra Djurgården	42	42
Östermalm	56	56
Södermalm	25	29
TOTALT	709	713

kansområdet finns det identifierat 12 brunnar som anges som vattentäkt och 37 brunnar med övrig/okänd användning. Inom Danderyd förekommer de flesta brunnar för vattentäkt (10 st) och inom Östermalm förekommer flest brunnar för övrigt/okänt användningsområde.

Konsekvenser

TUNNLAR OCH BERGRUM

Den framtida planerade bussterminalen vid Slussen kommer inte att påverkas av City Link etapp 2 och ingen konflikt föreligger. Ett kompletterande samråd om ett alternativt tunneldjup mellan Stadsgrådkajen och södra Hammarbyhamnen (Skanstull) hölls med anledning av den planerade men ännu inte bestämda tunnelbanesträckningen Sofia-Gullmarsplan/Söderort hölls under november-januari 2014/2015. Detta alternativa tunneldjup utgör Svenska kraftnäts andrahandsalternativ. I dagsläget bedöms att det grundare alternativet, som utgör förstahandsalternativ, medför en konflikt med tunnelbanesträckningen. Den djupare alternativet medför inte en sådan konflikt. Inom området för ventilationsschakt Skanstull planerar SLL en fordonsgasanläggning. Inga konsekvenser bedöms uppkomma för denna anläggning p.g.a. City Link etapp 2.

Framtida utbyggnad av tunnelbanan mot Täby och Arninge via Danderyd bedöms inte påverkas av kabeltunneln då det finns erforderligt bergutrymme mellan berörda tunnelanläggningar. Kabeltunneln ligger dessutom på ett större djup än tunnelbanan, och bedöms därför inte heller påverka Roslagsbanans eventuella framtida förlängning till Odenplan/Centralstationen genom

Nationalstadsparken. På grund av att kabeltunneln ligger så djupt bedöms inte en eventuell framtida nedgrävning av E18 förhindras genom delar av Danderyd. Detta beskrivs vidare under Svenska kraftnäts bemötande på Danderyds kommuns yttrande i bifogad samrådsredogörelse (Bilaga 1A).

Den samlade bedömningen av påverkan på undermarksanläggningar, förutom energianläggningar som behandlas nedan, är att påverkan från planerad tunnelanläggning blir liten och att inga konsekvenser till följd av byggskedet bedöms uppkomma.

ENERGIANLÄGGNINGAR/BERGVÄRMEANLÄGGNINGAR

Energianläggningar inom påverkansområdet riskerar att påverkas av City Link etapp 2 och risken är störst för avsänkning i de energibrunnar som ligger närmast tunnelsträckningen. Baserat på hydrogeologiska förhållanden, bedömd påverkan samt förväntade konsekvenser på anläggningar inom påverkansområdet, har anläggningarna indelats i tre klasser beroende på avstånd till tunneln: 0–50 m, 50–100 meter och >100 meter fram till gräns för påverkansområde, se tabell 6.5 och Bilaga 5.

I dagsläget bedöms ett 20-tal energianläggningar inom 50 meter från tunnelsträckningen riskera påtaglig skada till följd av anläggande av City Link etapp 2. I dessa energianläggningar kan konkreta åtgärder behöva utföras för att säkerställa anläggningens funktion. Åtgärder för att förhindra konsekvenser i energianläggningar kan bestå i att fördjupa befintlig brunn, att fylla brunnen med termiskt konduktivt material som ersättning för vatten eller att borra en ny brunn. Beslut om lämp-

TABELL 6.5. ANTAL IDENTIFIERADE ENERGIANLÄGGNINGAR INOM PÅVERKANSOMRÅDET FÖR OLIKA KLASSER BEROENDE PÅ AVSTÅND FRÅN TUNNELANLÄGGNINGEN VILKET ÄVEN SES I BILAGA 5. ANTAL INOM PARENTES AVSER ANDRAHANDSALTERNATIVET.

Huvudområde	Klass 1 (0-50 m)	Klass 2 (50-100 m)	Klass 3 (>100 m)	TOTALT
Danderyd/Bergshamra	10	11	565	586
Norra Djurgården	2	4	36	42
Östermalm	2	5	49	56
Södermalm	3	1	21 (25)	25 (29)
TOTALT	17	21	671 (675)	709 (713)

lig skyddsåtgärd tas i samråd med fastighetsägaren och utförs under tidsperioder då betydande energitagg inte pågår.

På större avstånd från tunnelsträckningen kan uppkomma sänkta vattennivåer i brunnar som påverkar möjligt effektutbyte, men som inte äventyrar anläggningens huvudsakliga funktion. Större energianläggningar kommer att hanteras utifrån deras särskilda förutsättningar och behov.

Sammantaget bedöms konsekvenserna på energianläggningar som små.

Förslag till skyddsåtgärder

Ett kontrollprogram kommer att tas fram för energianläggningar i berg och identifierade brunnar som inte angivits har borrats för energiändamål. I kontrollprogrammet kommer kontroll och uppföljning, planerade skyddsåtgärder och åtgärder vid konstaterad skada finns med. För att dokumentera faktisk påverkan från tunnelanläggningen krävs omfattande kontrollmätningar av vattennivåer i energibrunnarna.

Svenska kraftnät kommer löpande att bevaka antalet nyinkomna bergvärmeärenden då det kan förväntas att ett stort antal anläggningar kommer att tillkomma inom det hydrologiska påverkansområdet.

6.3.4 NATURMILJÖ

Beskrivning

Inom påverkansområdet för tunnelanläggningen finns naturvärden i form av skyddsvärda träd och biotoper, vilka utgör viktiga livsmiljöer och spridningskorridorer för växter och djur. En grundvattensänkning kan leda till att levnadsvillkoren förändras, vilket i sin tur kan påverka förutsätt-

ningarna för bevarande av biologisk mångfald.

Träd och biotoper⁴ inom påverkansområdet har inventerats och kartlagts med hjälp av tillgänglig bakgrundsinformation från bl.a. länsstyrelsen och kommunala miljöförvaltningar. Syftet har varit att ta fram underlag för att kunna bedöma risk för negativ påverkan på bl.a. skyddsvärda träd, arter och biotoper.

De naturvärden som finns inom tunnelns påverkansområde har inventerats i en "skrivbordsstudie" med hjälp av GIS-material från länsstyrelsen, Artportalen samt information från Danderyds kommun, Solna stad och Stockholms stad. En översiktlig naturvärdesinventering⁵ i fält och en hydrogeologisk inventering för identifierade naturområden med sannolikhet för påverkan har även utförts. Fältinventeringarna utfördes av COWIAB under hösten 2014. Totalt omfattar studien 1673 skyddsvärda träd och samtliga biotoper inom bedömt påverkansområde i Stockholms stad, Solna kommun och Danderyds kommun.

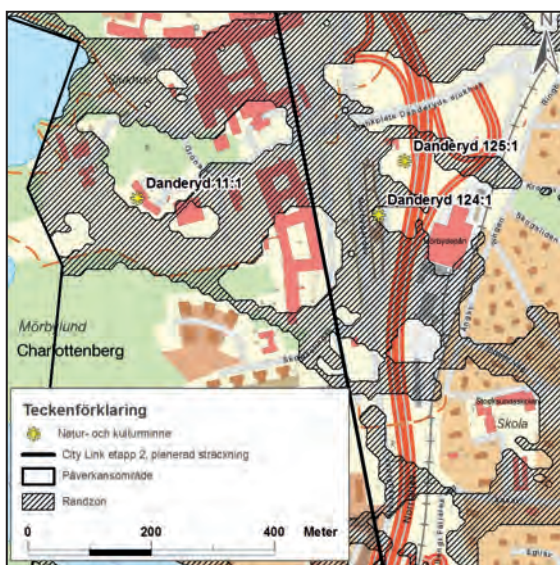
Flertalet av de skyddsvärda träden finns i Danderyds kommun och inom Nationalstadsparken, medan inventerade biotoper främst förekommer inom Nationalstadsparken (Stockholms stad och Solna stad). I angränsning till påverkansområdet i Danderyds kommun finns Ekebysjöns naturre-

4. En biotop är ett område vars karaktär, struktur och organismsammansättning är relativt enhetlig. Exempel på detta är ekhagar och videokärr. Det som avgör en biotops känslighet för en grundvattensänkning är biotoptyp och underliggande geologiska och hydrogeologiska förhållanden.

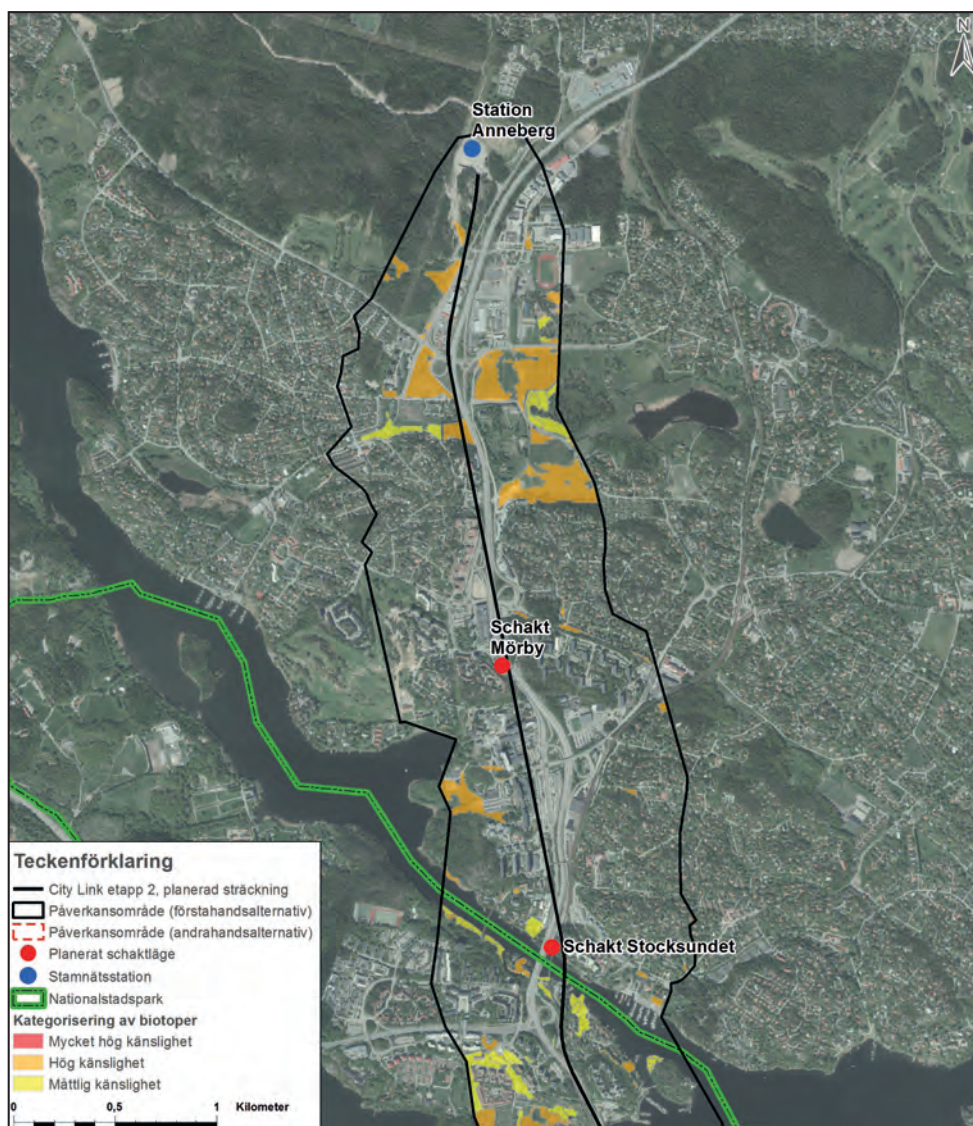
5. Bedömning av naturvärdesklass utfördes utifrån vägledningen i SS 199000:2014 (SIS, 2014)), Klass 1 – högsta naturvärde, Klass 2 – högt naturvärde, Klass 3 – påtagligt naturvärde, Övrig mark – resterande områden.

servat. Inga Natura 2000-områden, vattenskyddsområden eller biotopskyddsområden förekommer inom påverkansområdet.

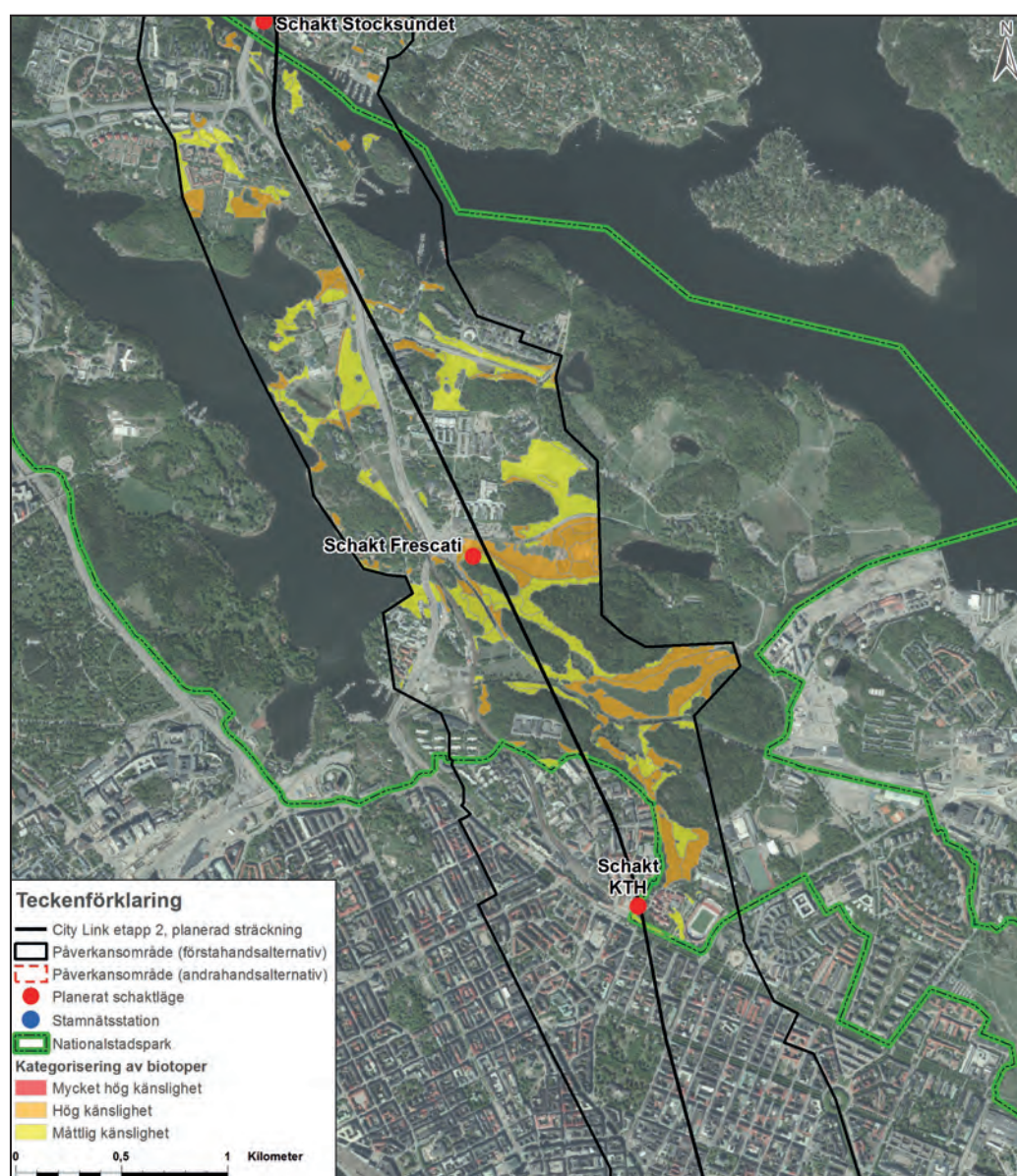
Inom påverkansområdet finns ett mindre antal så kallade "naturminnen". Beslut om naturminnen fattas av länsstyrelse eller kommun, med stöd av 7 kap. 10 § miljöbalken. De flesta naturminnena är inrättade genom äldre beslut och med stöd av tidigare naturvårdslagstiftning. I Figur 6.4 ses identifierade natur- och kulturminnen. I Danderyds kommun finns objekten "Danderyd 11:1" (även känd som Mörbyeken) med en omkrets på 711 cm, "Danderyd 125:1", en stor ek med omkretsen 406 cm, samt "Danderyd 124:1" som är en ask. Samtliga av dessa objekt ligger utanför randzonerna. Detta innebär att det inte kommer att bli någon påver-



Figur 6.4. Natur- (och kultur-) minnen inom Danderyd.



Figur 6.5. Kategorisering av biotoper inom randzonen i Danderyd och Solna utifrån biotopers känslighet för förändrad vattentillgång.

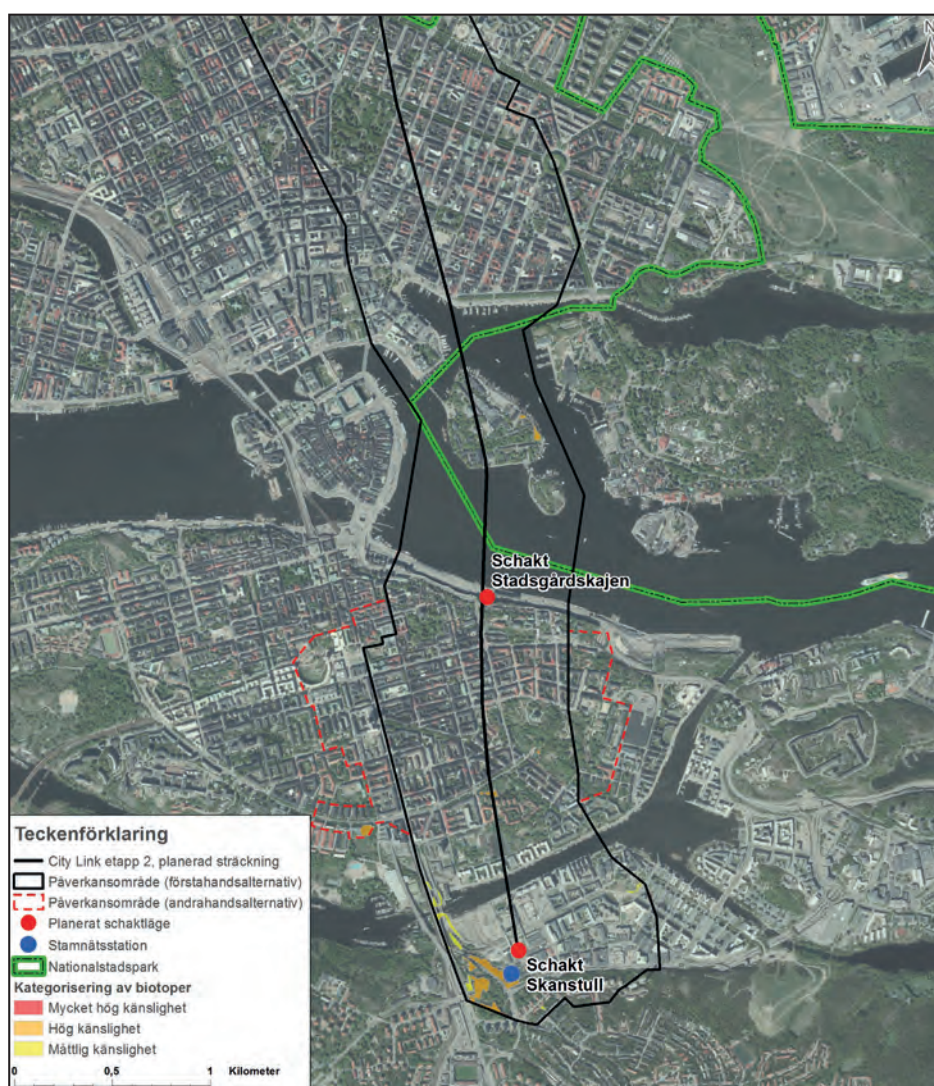


Figur 6.6. Kategorisering av biotoper inom randzonen i Norra Djurgården/Nationalstadsparken utifrån biotopers känslighet för förändrad vattentillgång.

kan i det övre grundvattenmagasinet och således mycket liten risk för påverkan på träden/naturminnena. Generellt föreligger liten risk för påverkan på träd till följd av en grundvattensänkning, då träd till övervägande del försörjs med ytvatten och till mindre del av grundvatten. Eken är inte heller särskilt känslig för torka, och växer ofta på åsar och hållmarker där tillgången på grundvatten är låg (Skogsstyrelsen, 2003).

Risken för att vegetationen påverkas är störst för grundvattenberoende biotoper belägna i randzonerna, se tidigare avsnitt om hydrogeologi 6.2. De biotoper som finns inom påverkansområdet och

randzonerna har efter inventering (skrivbordsstudie och översiktlig fältinventering) kategoriserats efter känslighet för förändrad vattentillgång. Kategoriseringen är gjord i fyra kategorier; mycket hög känslighet, hög känslighet, måttlig känslighet samt låg känslighet, i enlighet med Collinder (2012), se tabell 6.6 och Figur 6.5–6.7. Biotoper som har låg känslighet och sannolikt inte kommer att påverkas av en grundvattensänkning har inte vidare behandlats inom denna MKB. Nedan beskrivs naturvärdena inom respektive område: Danderyd, Solna, Norra Djurgården/Nationalstadsparken samt Östermalm/Södermalm.



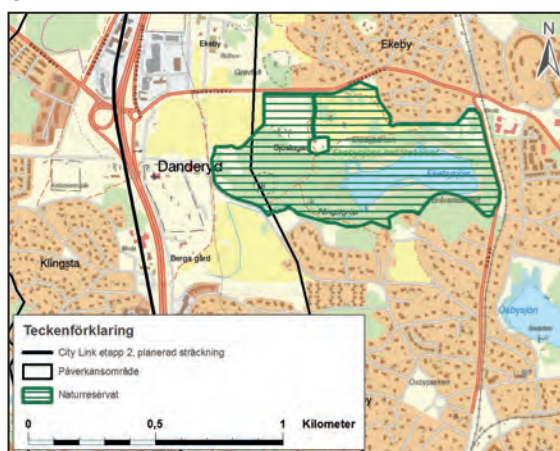
Figur 6.7. Kategorisering av biotoper inom randzonen i Östermalm och Södermalm utifrån biotopers känslighet för förändrad vattentillgång.

DANDERYD

Danderyds kommun har stora sammanhängande naturområden, främst i den norra och centrala delen av kommunen. Dessa utgörs av Rinkebyskogen, Altorpsskogen och området runt Ekebysjön. Inom påverkansområdet för det aktuella projektet finns naturvärden i Ekebysjöns naturreservat, i anslutning till Berga och Ekeby gårdar samt vid Danderyd kyrka.

Naturreservatet Ekebysjön ligger centralt i Danderyds kommun och dess omgivningar har dokumenterat höga naturvärden i form av bl.a. ett rikt fågelliv, se Figur 6.8. Sjön är en grund slättlandsjö med högt naturvärde i form av vattenväxtlighet och bottenfauna. Stora delar av reservatet utgörs, förutom sjön, av sumpskog och våtmark. Naturre-

servatet är den viktigaste lokalen för kräldjur och groddjur i kommunen, och bland de viktigaste i regionen.



Figur 6.8. Naturreservatet Ekebysjön.

TABELL 6.6. KATEGORISERING AV BIOTOPER UTIFRÅN KÄNSLIGHET FÖR FÖRÄNDRAD VATTENTILLGÅNG (COLLINDER, 2012).

	Mycket hög känslighet	Hög känslighet	Måttlig känslighet	Låg känslighet
Naturtyp	öppen myr/våtmark	Trädklädd myr/våtmark	Övrig barrskog	Torr gräsmark
		Sumpskog	Övrig lövskog	Hällmark/hällmarkstallskog
		Fuktig gräsmark	Blandskog	Öppen vattenyta
		Ädellövskog	Frisk gräsmark	Vattenyta med flytbladsvegetation

Bedömt påverkansområde sträcker sig som mest ca 100 meter in i naturreservatets västra del. Här utgörs naturtypen av hagmark, kärr och betad skogsmark. Området ligger i ytterkanten av bedömt påverkansområde, vars yttre gräns har definierats av grundvattensänkning i berg på tunneldjup. Någon grundvattenpåverkan i jordlagren bedöms inte uppkomma inom naturreservatet och inte heller i de öppna diken som avleder vatten från Ekebysjön. Inga anläggningsarbeten kommer att utföras inom reservatsgränsen. De restriktioner som meddelats i reservatsföreskrifterna avser verksamheter inom naturreservatets gränser och således krävs ingen dispens för åtgärderna inom projektet.

I Danderyd förekommer enskilda skyddsvärda träd. Värdefulla träd förekommer i huvudsak i påverkansområdets södra del i områden med högt bergläge och förhållandevis tunna jordar, exempelvis områdena Klingsta, Berga, Mörby och Stockby. Med skyddsvärda träd menas både döda och levande träd som uppfyller vissa kriterier avseende storlek och andra naturvärdeskvaliteter (Naturvårdsverket, 2004). Många rödlistade arter lever i anslutning till skyddsvärda träd, framför allt lavar och svampar. Skyddsvärda träd kan även ge goda häckningsmöjligheter och utgöra viloplatser för hålbbyggande fåglar och fladdermöss. För födosökande fåglar är många skyddsvärda träd betydelsefulla genom sin insekts- och frörikedom. Med skyddsvärda träd avses i detta fall ⁶:

- > Jätteträd; träd som har en diameter som överstiger 1 m.
- > Mycket gamla träd; träd äldre än 200 år.

- > Grova hålträd; träd med utvecklade håligheter i en huvudstam som överstiger diametern 40 cm i brösthöjd.

Skyddsvärda träd inom utredningsområdet består till ca 85 procent av ek, varav de flesta återfinns i Nationalstadsparken och i Danderyd, Figur 6.9.

Eken är stresstålig och tolerant gällande förändringar i markvattenhalt och näringstillförsel. Eken växer bäst på lerhaltiga jordar med god tillgång till vatten, men växer också på tunna jordlager och på berg. Även öppna platser med god tillgång på sol och värme lämpar sig bra för ek (Skogsstyrelsen, 2003).

SOLNA

I Solna finns inom påverkansområdet naturvärden i områdena Tivolihälvön, Pipers park och Bergshamra, alla belägna inom Nationalstadsparken. Tivolihälvön är en landskapspark från sent 1700-tal och är idag ett stort koloniträdgårdsområde. Framför allt finns här ek och hassel men även hällmarker, torrbacksflora och ovanliga kulturväxter (Länsstyrelsen Stockholm, 2012).

I norra delen av Stocksundtorp finns en del skyddsvärda träd. Bockholmen består av park- och naturområden med mycket skog och är en del av ett biologiskt spridningsområde mellan större kärnområden, precis som området kring Bergshamra och Tivolihälvön (Solna, 2014). Blandad skogsmark och fuktig gräsmark är dominerande naturtyper längs Stocksundet.

NORRA DJURGÅRDEN/NATIONALSTADSPARKEN

Ekar finns inom hela Nationalstadsparken och särskilt bevarandevärda bestånd finns på Norra och Södra Djurgården. I Ekhagen på norra Djurgården, finns norra Europas största bestånd av ekar.

⁶. För Nationalstadsparken finns en egen definition av skyddsvärda träd.

Ekbestånden har pekats ut som viktiga kärnområden eftersom en stor del av områdets artrikedom är kopplad till ekar, speciellt de äldre träden. Eken har en viktig funktion för den biologiska mångfalden som hem till fladdermöss, hålhäckande fågelarter samt för ett stort antal insektsarter. Cirka 1500 arter av lavar, mossor, svampar och insekter är direkt beroende av de gamla ekarna för sin överlevnad. Av dessa är cirka 60 arter rödlistade. Variation i trädens ålder samt att döda träd får finnas kvar i området är en viktig komponent för att främja den biologiska mångfalden och skapa gynnsamma platser för flora och fauna.

Över 1850 träd inom Nationalstadsparken räknas som särskilt skyddsvärda, av dessa har 112 träd en stamdiameter på över 1,6 meter (Länsstyrelsen Stockholm, 2012). Inom Nationalstadsparken finns en egen definition av skyddsvärda träd, som inkluderar betydligt fler träd än Naturvårdsverkets definition av skyddsvärda träd. Med skyddsvärda träd avses inom Nationalstadsparken:

- > Ek, alm, bok, avenbok, fågelbär, vildapel, rönn, oxel, hägg med en omkrets över 60 cm.
- > Ask, lind, sälg, gran, pil, al med en omkrets över 95 cm.
- > Alla övriga träd över 125 cm.
- > Hasselknippen över 300 cm.

Det är inte bara ekarna som är viktiga för den biologiska mångfalden inom Nationalstadsparken. Här finns även alm, ask, lind, hassel och lönn. Se Figur 6.9 för en sammanställning av identifierade skyddsvärda träd inom påverkansområdet. Bok har också planterats in och under de senaste 100 åren har lundliknande miljöer bildats till exempel på Tivoli. Förr fanns i Nationalstadsparken stora områden med barrträd, men idag finns endast få områden kvar. I vissa områden går dock att finna områden med flera hundra år gamla tallar.

Inom Ekhamnen är träden skyddade sedan 17 maj 2014, Figur 6.3. Träd inom Ekhamnen (Nationalstadsparken) får enligt tilläggsbestämmelser till områdets detaljplan inte skadas eller fällas. Bestämmelsen gäller inte träd som bedöms utgöra en risk för allmänheten eller en risk för spridning av smittsam trädskjudom. Den södra delen av Ek-

hamnen ligger inom identifierade randzoner, inom vilka en grundvattensänkning i övre grundvattenmagasinet kan komma att ske. Generellt föreligger dock en liten risk för påverkan på träd till följd av en grundvattensänkning. Detta beror på att träd till övervägande del försörjs med ytvatten och till mindre del av grundvatten. Eken är inte särskilt känslig för torka och låga grundvattennivåer, den anses som stresstålig och tolerant gällande förändringar i markvattenhalt och näringstillförsel. Eken växer bäst på lerhaltiga jordar med god tillgång till vatten, men växer också på tunna jordlager och på berg (Skogsstyrelsen, 2003). Ekbeståndet har minskat kraftigt under de senaste 200 åren både genom en förändrad markanvändning samt ett minskat bete i området. Därför är bristen på skötsel det största hotet mot ekbeståndet (Länsstyrelsen Stockholm, 2012).

Det finns både naturliga och anlagda våtmarker inom Nationalstadsparken. Många av dessa består av tidigare havsvikar som torrlagts på grund av landhöjningen. Våtmarkerna finns bland annat i Bergianska trädgården och på Norra Djurgården. I våtmarkerna huserar både insekter och fåglar, och fyller även en viktig funktion genom att fosfor och kväve binds i våtmarken vilket i sig minskar övergödningen i havet. I söder är våtmarken Uggleviken belägen som är en av de större fågelrika områdena i Nationalstadsparken. Uggleviken har idag inget naturligt tillrinningsområde utan tillrinningen kommer mest från bebyggelsen och vägar i området. Den största sjön inom Nationalstadsparken är Laduviken som gränsar till en sumpskog som är ett viktigt rekreationsområde.

ÖSTERMALM OCH SÖDERMALM

I Humlegården och söder om KTH-området finns ett antal skyddsvärda träd och vid östra Skeppsholmen finns enstaka skyddsvärda träd samt små arealer med torr-frisk lövskog. Inom Södermalm förekommer ett mindre antal skyddsvärda träd vid randzonens yttre gräns, exempelvis söder om Katarina kyrka. I Hammarbyhamnen finns inom påverkansområdets västra del gles ädellövskog.

Konsekvenser

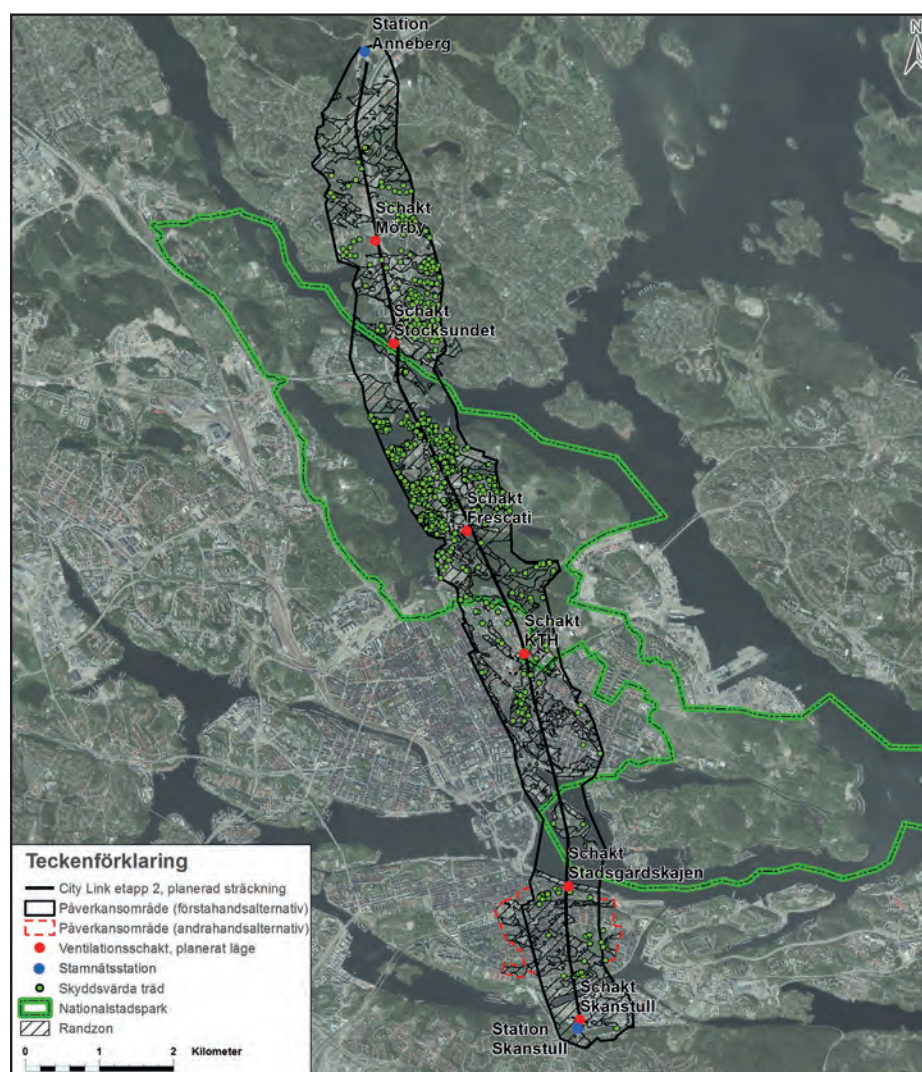
Det aktuella projektet kan ge upphov till en grundvattensänkning, som skulle kunna medföra conse-

kvenser på naturmiljön. Det finns dock få studier där man sett att sänka grundvattennivåer leder till betydande påverkan på vegetationen. Växter påverkas främst av tillgången på vatten i den omättade zonen, vilket gör att mängden nederbörd generellt är den avgörande faktorn för växternas tillgång på vatten. Om grundvattennivån ligger högt eller vid finkorniga jordarter med hög kapillär stighöjd, t. ex. siltjor, kan dock en sänkning av grundvattennivån minska mängden växttillgängligt vatten i den omättade zonen. Detta kan medföra effekter på växtligheten särskilt under torrperioder. Känsligheten för uttorkning beror framför allt på jordens kornstorleksfördelning som bestämmer det växttillgängliga vattenmagasinet. Växtlighet på t. ex. svallsand och grus är mer känslig för uttorkning än växtlighet på lera.

En sänkning av grundvattennivån påverkar växtligheten endast i de fall då grundvattennivån ligger högt under vegetationsperioden och variationen i grundvattennivå är liten, samt jorden har en låg vattenhållande förmåga som t.ex. grus och sand.

Andra riskområden är sluttningar där grundvattnet är syrerikt och flödar rikligt. Här kan träden periodvis ta upp vatten via rötterna direkt från grundvattnet. En sänkning av grundvattennivån kan här ge förändringar i vegetationen, som startar med gräs och örter och kan iakttagas inom några år (Axelsson och Follin, 2000).

En bedömning av risk för konsekvenser för biotoper och träd till följd av anläggande av City Link etapp 2 har utförts, baserat på fältbesök samt tillgängliga studier som behandlar påverkan på vegetation till följd av grundvattensänkningar (Axelsson



Figur 6.9. Skyddsvärda träd inom påverkansområdet för City Link etapp 2.

och Follin, 2000; Florgård et al., 2000; Hamrén et al., 2010).

En slutsats från de svenska studierna som behandlat påverkan på träd till följd av sänkta grundvattennivåer är att träd generellt inte löper någon betydande risk att ta skada. För att kunna bedöma påverkan på träd inom påverkansområdet har jordartsprovtagningar utförts på ett antal platser längs kabeltunnels sträckning. I jordartsbedömningen har typjordar identifierats inom vilka en grundvattenavsänkning skulle kunna medföra påverkan på träd (VIÖS AB, 2015a), se Bilaga 7. I denna utredning gjordes bedömningen att risken är liten för att trädets växtförutsättningar ska försämras vid en grundvattensänkning i samband med det aktuella projektet. Detta då nivån av grundvattensänkningen bedöms bli liten eftersom jordarterna i området främst består av jordar med höga kapillärbindningsegenskaper.

En grundvattensänkning på 0,5–1 meter, vilket är bedömningen för avsänkningen i jord, medför en marginell minskning av det växttillgängliga vattnet i översta markskiktet. Merparten av trädens vattenupptagande rötter befinner sig djupt och där sker i princip ingen minskning av mängden växttillgängligt vatten. En viss risk för påverkan på trädets växtförutsättningar föreligger i randzoner med högytlig markfuktighet. Risken är dock förhållandevis låg då de överliggande jordarna här har en hög vattenhållande förmåga av det vatten som kommer från nederbörd. Endast vid långvarig frånvaro av nederbörd tillsammans med hög marktemperatur bedöms en påverkan kunna uppkomma.

Inom Nationalstadsparken fyller speciellt områden med ädellövskogen en viktig roll för att bevara och utveckla den biologiska mångfalden. Ädellövskogarna fungerar både som kärnområden och spridningskorridorer inom vilka arter kan förflytta sig och spridas. De ädla lövträden växer generellt på näringsrika marker med varierande fuktighet, och är i allmänhet inte särskilt känsliga för torka (Skogsstyrelsen, 2003; Skogsstyrelsen, 2009). Som det påpekas i tidigare studier av grundvattensänkningar och påverkan på träd (Axelsson och Follin, 2000; Florgård et al., 2000, VIÖS AB, 2015a) har de flesta trädarter en god förmåga att anpassa djupen på sitt rotsystem efter rådande fuktförhållanden i jorden och därmed anpassa sig efter eventuellt ändrade grundvattennivåer.

Nationalstadsparken bidrar även med ett flertal ekosystemtjänster. Dessa är till exempel minskade luftföroreningar och bullerdämpning, vilket bidrar till bättre miljö och hälsa för närboende. Ingen påverkan på parkens ekosystemtjänster till följd av anläggande av City Link etapp 2 är att vänta, i och med att inga fysiska ingrepp sker ovan mark. Anläggande av ventilationsschakten medför lokala ingrepp vilka inte påverkar ekosystemen inom Nationalstadsparken. Mer om ventilationsschakten i avsnitt 6.4.

När det gäller skogliga naturvärden i form av hotade arter, är dessa oftast knutna till äldre träd. Av de rödlistade skogsarterna i Sverige är mer än 70 procent av arterna beroende av gamla eller döda träd (Gustafsson et al., 1995). Om en grundvattensänkning inte medför någon större påverkan på träd, är det därmed inte troligt att de skogliga naturvärdena (förekomst av hotade arter) påverkas i någon större utsträckning. Om en grundvattensänkning, mot förmodan, skulle leda till att träd dör skulle detta sannolikt vara (delvis) positivt för de skogliga naturvärdena, eftersom en hög andel av de rödlistade skogsarterna är knutna till död ved (Gustafsson et al., 1995, Niklasson och Nilsson, 2005). De skogsarter som löper störst risk att påverkas negativt av sänkta grundvattennivåer är fuktkrävande växter som är beroende av miljöer med ytligt grundvatten, t. ex. arter knutna till kärr och sumpskogar.

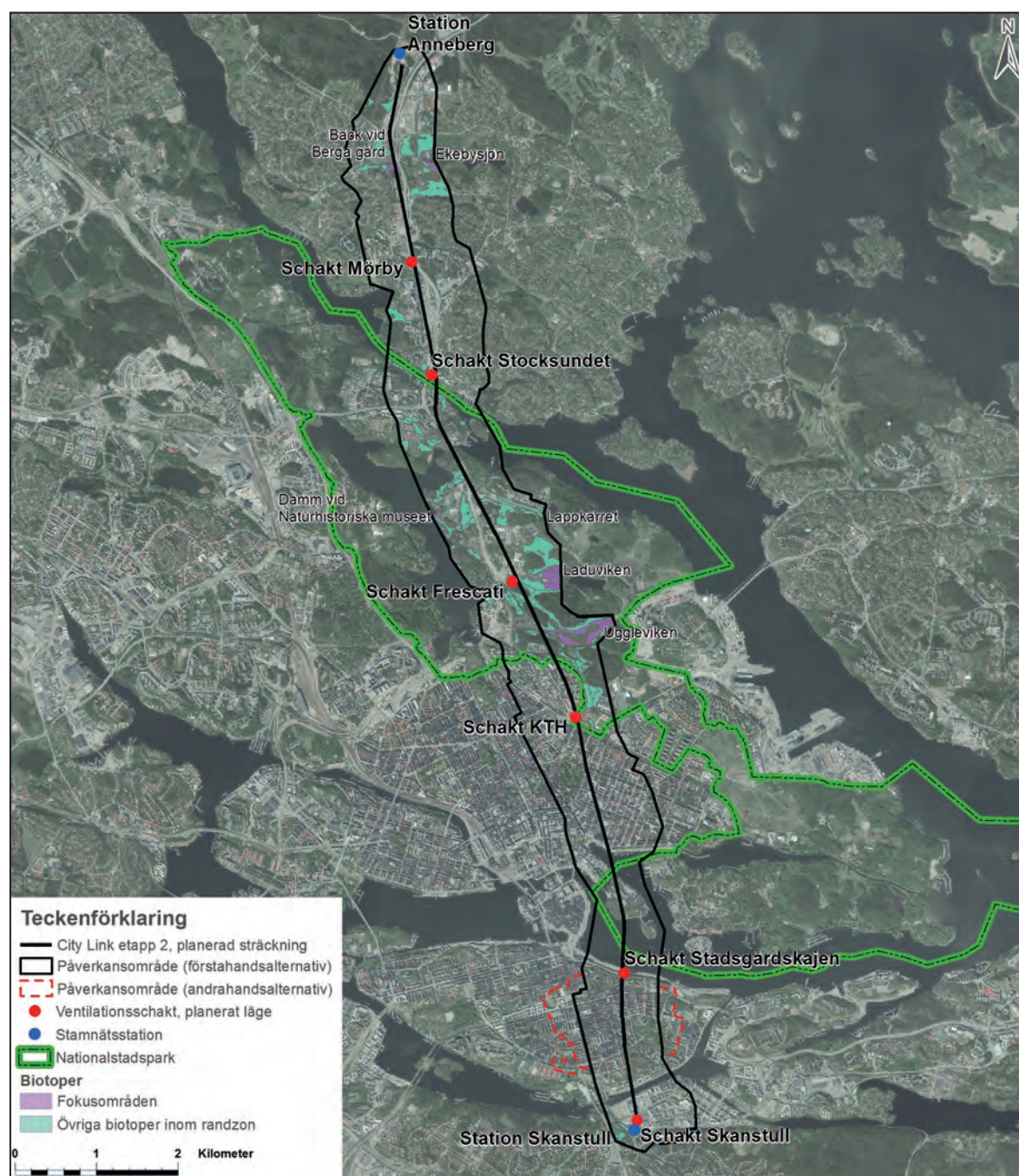
I den utförda riskbedömningen för biotoper har även skyddsvärda arter inom Nationalstadsparken bedömts. Med begreppet ”skyddsvärda” avses här arter som är fridlysta, rödlistade eller så kallade Natura 2000-arter (arter som används för att peka ut Natura 2000-områden enligt EU:s fågel- och habitatdirektiv). Inom Nationalstadsparken finns fynd av 46 skyddsvärda arter dokumenterade inom påverkansområdet. Utav dessa arter är 23 kärlväxter, där de flesta inte är knutna till miljöer som löper störst risk att påverkas av en grundvattensänkning. Resterande arter är insekter/leddjur (12 arter), fåglar (6 arter), svampar (3 arter) samt groddjur (2 arter). Arternas känslighet har bedömts utifrån vilken biotop de hittats i och hur känslig denna biotop har ansetts vara. Arternas känslighet har även bedömts utifrån en litteratursökning gällande deras ekologi och habitatkrav.

Baserat på ovan nämnda resonemang har totalt sex områden identifierats som fokusområden inom

vilka det finns skyddsvärd natur som kan komma att påverkas vid en grundvattensänkning. Samtliga områden ligger inom Danderyd och Norra Djurgården och benämns "Ekebysjön", "bäck vid Berga gård", "damm vid Naturhistoriska museet", "Lappkärrret", "Laduviken" samt "Uggleviken". En beskrivning av respektive område ges nedan. I Bilaga 6 samt i Figur 6.10 finns en översikt av var områdena finns.

DANDERYD

Naturområden inom randzonerna i Danderyds kommun har fältinventerats med avseende på hydrogeologi för att kunna bedöma risken för en grundvattensänkning i övre magasin. Vissa utvalda områden har även naturvärdesinventerats. Inom Danderyd är det två områden som bedöms som fokusområden, d.v.s. skyddsvärda områden som kan komma att påverkas av en grundvattensänkning. Dessa är området väster om Ekebysjön (våtmark



Figur 6.10. Identifierade fokusområden inom påverkansområdet för City Link etapp 2.

med alsumpskog och intilliggande betesmark) och bäcken vid Berga gård.

Ekebysjöns vattenyta ligger utanför påverkansområdet och kommer således inte att påverkas av City Link etapp 2. Den västligaste delen av Ekebysjöns våtmarker ligger inom påverkansområdet. Markytan i området är i stor utsträckning övervämmad och består av varierad växtlighet med både träd, buskar och gräs. Vattennivån i våtmarken regleras av ett dämme som reglerar sjöns nivå till ca +6,1 meter, vilket ger ett stabilt välbuffrat system med stor motståndskraft mot grundvattensänkning i området. Diket som avleder vatten från Ekebysjön kommer sannolikt inte att påverkas när det gäller flöde och vattenstånd. Diket är sammankopplat med ett stort dagvattennät som omfattar delar av Ekeby och Berga. Diket går i huvudsak över områden med mäktiga lerlager som innebär marginell hydraulisk kontakt med underliggande grundvattenmagasin.

Betesmarken som ligger i anslutning till våtmarken har naturvärdesinventerats och klassats till "högt naturvärde" (klass 2). Betesmarken innehåller fuktiga partier med bl. a knappsav och starr, men det är inte troligt att fuktigheten i dessa påverkas av nivån i övre grundvattenmagasin, Figur 6.11. Det bedöms inte heller som troligt att betesmarkens naturvärden skulle påverkas negativt av sänkta grundvattennivåer i övre magasin. Naturvärdesintressanta betesmarker hyser ofta ovanliga kärlväxter och flera av dessa arter är sådana som gynnas av torr och näringsfattig mark (Ekstam och Forshed, 1996).

Den sammantagna bedömningen av den hydrologiska påverkan på Ekebysjöns våtmarker är att de inte kommer att påverkas nämnvärt av sänkta grundvattennivåer eller ytvattennivåer. Det faktum att det handlar om ett naturreservat som innefattar naturvärden knutna till våtmarker, gör att våtmarken med alsumpskog väster om Ekebysjön ändå bör vara ett fokusområde för uppföljande kontroller av grundvattennivåer. Sammantaget bör Ekebysjön innefattas av kontrollprogrammet för naturmiljön.

En bäck med omgivande lövskog rinner i västlig riktning från Ekebysjön förbi Berga gård. Den ca 2 meter breda bäcken rinner under E18 genom en kulvert, Figur 6.11. Trädvegetationen runt bäcken

utgörs av lövskog med stort inslag av ädla lövträd. Dominerande trädslag i träd- och buskskikt är asp, lönn, vårt- och glashjörk, gran, sälg och hägg. Norr om bäcken finns öppen mark med högrötsvegetation som ansluter till det närbelägna bostadsområdet. Bäcken och dess närmaste omgivning bedöms hysa vissa naturvärden kopplade till det strömmande vattnet med omgivande busk- och trädvegetation. Det kan t.ex. utgöra en värdefull miljö för vattenlevande insekter, kärlväxter och fåglar.

Den hydrologiska bedömningen är att det är mycket osannolikt med sänkt vattennivå i bäcken. Om det trots allt skulle bli en sänkt vattennivå skulle det vara negativt för bäckens naturvärden, och bäcken bör därför utgöra ett fokusområde för kontroll av grundvattennivåer.

NORRA DJURGÅRDEN/NATIONALSTADSPARKEN

Identifierade fokusområden inom Nationalstadsparken är Lappkärrret, Laduviken och Uggleviken



Figur 6.11. Övre bilden: Betesmark nordväst om Ekebysjöns våtmarksområde.

Undre bilden: Bäckens utlopp ur kulvert under E18.

samt ett område i anslutning till en damm väster om Naturhistoriska riksmuséet, se Bilaga 6.

Största delen av Lappkärret är beläget öster om påverkansområdet, Figur 6.12. Lappkärrets västra ytterkant hamnar inom påverkansområdet och där finns biotoper som skulle kunna påverkas av sänkta grundvattennivåer. Dessa biotoper utgörs av fuktig gräsmark och en sötvattensstrandäng. Biotoperna är helt beroende av vattennivån i sjön och så länge sjönivån är oförändrad bedöms ingen påverkan ske på biotoperna.

Tillrinningen till sjön sker från omgivande avrinningsområde, varav ca 30 procent ligger inom påverkansområdet. Vattnet i avrinningsområdet tillförs genom nederbörd och/eller genom tillrinnande grundvatten. Huvuddelen av avrinningsområdet inom påverkansområdet består av avrinning på bergsytor vilka inte påverkas av en grundvattensänkning. Den hydrologiska bedömningen är att det är mycket liten risk för påverkan på vattennivån eftersom det aktuella projektet inte bedöms påverka avrinningen till kärret. Området är bedömt som ett fokusområde för kontroll av grundvattennivåer. I dag finns det etablerat en hydrologisk mätpunkt i kärret och som mäts inom ramen för pågående kontrollprogram.

Den del av Laduviken som ligger inom påverkansområdet utgörs av fuktig och våt gräsmark samt en våt och fuktig lövskog, Figur 6.12. Växtligheten består främst av vass, gräs, buskar och alskog. Biotoperna är grundvattenberoende och påverkas starkt av rådande vattenyta i sjön. Så länge nivån i sjön är oförändrad bedöms ingen förändring i biotoperna ske till följd av City Link etapp 2.

Laduviken ligger i huvudsak på lera men mot kanterna av magasinet kan hydraulisk kontakt förekomma med undre grundvattenmagasin i jord. Det öppna vattnet i Laduviken ligger helt utanför påverkansområdet men likväl ligger omkring halva tillrinningsområdet inom påverkansområdet. Sjöns överskott på vatten bedöms dock vara stort och vid fältbesöket observerades ett utflöde mot öster trots den mycket torra hydrologiska situation som pågick (COWI AB, 2014b). Den hydrologiska bedömningen är att det inte kommer bli någon märkbar påverkan på vattenbalans, flöde eller vattenyta i Laduviken. Risken för påverkan på de grundvattenberoende biotoperna vid Laduviken bör därmed också vara liten.



Figur 6.12. Uppifrån och ner; Lappkärret och sötvattensstrandängen. Tredje och fjärde bilden visar Uggleviken, med öppna vattenspeglar i alsumpskogen och glasbjörkar på torrare mark.

Uggleviken utgörs av ett delvis igenväxt alkärr., Figur 6.12. Inom randzonerna förekommer fuktig och våt lövskog och våt gräsmark. Alskogen utgör Stockholms största fuktlövskog men en area på 12,4 ha (Stockholm stad, 2000). Vid fältbesöket den 29 september 2014 var den lägst belägna delen av alsumpskogen mycket blöt, med flera öppna vattenspeglar. Detta trots att perioden som föregick fältbesöket varit mycket nederbördsfattigt. De blötaste partierna domineras av medelgrov klibbal, med visst inslag av lönn och glasbjörk. Alarna har ännu inte uppnått en sådan ålder att de utvecklat ”socklar” vid basen som är typiskt för äldre klibbal, och grövre träd förekommer mycket sparsamt. Däremot finns ett relativt rikligt inslag av död ved, med en del högstubbar av klibbal och liggande döda träd, vilket är värdefullt för bl a fåglar (t.ex. hackspettar) och insekter. I buskskiktet växer bl a gran, hassel, rönn och ask.

De öppna vattenspeglarna utgör potentiellt värdefulla habitat och lekområden för groddjur, vattenlevande insekter mm. Alsumpskogen bedömdes vid fältinventeringen i september 2014 till naturvärdesklassen ”påtagligt naturvärde” (klass 3).

Jordlagren i undre magasin i sänkan är förhållandevis täta och grundvattenflödet är därför lågt. Detta har bidragit till att områdets avrinning i stället sker som ytvatten (och därmed skapat ett kärr). En grundvattensänkning i undre magasin kommer inte att ge märkbar förändring av vattenbalans, flöden eller nivåer i kärret. En sänkt grundvattennivå skulle dock kunna påverka vattenförhållanden en bit upp från kärrkanten.

I samband med anläggandet av ”Norra länken” sänktes lokalt grundvattennivån kraftigt (i kärrets sydligaste del) utan att övre magasin eller ytvatten påverkades. Idag sker skyddsinfiltration inom projektet ”Norra länken” för att hålla uppe undre grundvattennivå i jord. Inom ramen för kontrollprogrammet mäts grundvattennivåer och vattenstånd i kärret och dess omgivning. Merparten av Ugglevikens tillrinningsområde ligger inom påverkansområdet och pågående, inte synliga grundvattenflöden mot området kan komma att påverkas.

Om grundvattennivån, mot förmodan, skulle sänkas i övre grundvattenmagasin i alsumpskogen, skulle det kunna ge en negativ påverkan på naturvärdena. Områdets öppna vattenspeglar skulle kunna minska i omfattning vilket vore negativt för

bl.a. groddjur. Dessutom skulle trädvegetationen på sikt kunna få en annan artsammansättning, med större inslag av gran och andra trädslag som är mer konkurrenskraftiga än klibbal när markförhållandena är torrare.

Ur naturvärdessynpunkt vore det önskvärt att alsumpskogen får utvecklas fritt, med bevarade hydrologiska förhållanden. En fri utveckling, med oförändrad hydrologi, skulle på några decennier innebära en ytterligare höjning av sumpskogens naturvärden i form av fler grova träd, större mängd död ved och en chans för ovanliga skogsarter (t. ex. vedlevande mossor och lavar) att etablera sig i området.

Växtligheten i den fuktiga gräsmarken kring dammen vid Naturhistoriska riksmuseet (Bilaga 6) består främst av vass och gräs som är beroende av vatten i dammen. Dammen ligger i huvudsak på lerjordar och den hydrologiska bedömningen är dammen troligen inte har hydraulisk kontakt med grundvattennivån. En grundvattensänkning skulle sannolikt inte påverka vattennivån i dammen, men om det skulle ske kan det medföra påverkan på biotopen.

Samlad bedömning

Den sammantagna bedömningen av konsekvenser från anläggande av City Link etapp 2 på naturvärden är att konsekvenserna blir små.

Förslag till skyddsåtgärder

Inga förebyggande skyddsåtgärder utöver den tätning som utförs av tunneln bedöms behövas för att skydda naturvärdena inom påverkansområdet. De biotoper som pekats ut som så kallade ”fokusområden”, bör ingå i ett kontrollprogram för naturmiljön. Kontrollprogrammet syftar till att tidigt upptäcka eventuell påverkan på grundvattennivåer, som kan påverka naturmiljöer negativt, och vid behov vidta skyddsåtgärder, som skyddsinfiltration och bevattning.

En uppföljning av grundvattentillgång görs genom grundvattenmätning i jord och fuktighetsmätning för träd. En åtgärdsplan ska tas fram med åtgärder som ska vidtas innan en skadlig förändring sker på de utvalda kontrollobjekten. Exempel på skyddsåtgärder är utöver skyddsinfiltration bevattning av träd eller andra naturmiljöer eller ersättning genom plantering i det fall skador uppkommer.

6.3.5 KULTURMILJÖ

Beskrivning

Med kulturmiljö menas de fysiska spår som människan åstadkommer, vilka vittnar om historiska skeenden och geografiska sammanhang. Det kan gälla alltifrån enskilda objekt till stora landskapsavsnitt. Kulturmiljön är en viktig del av det arv som vi medvetet eller omedvetet förmedlar i form av traditioner, idéer och värden mellan generationer. City Link etapp 2 passerar under stadsdelarna Norra Djurgården, Östermalm och Södermalm vilka omfattas av riksintresse för kulturmiljövården - Stockholms innerstad, se tidigare avsnitt om riksintressen, avsnitt 6.3.1.

Kulturbyggnader/Kulturmiljöer

DANDERYD

I Danderyd finns inom påverkansområdet flera av kommunen utpekade bevarandeområden (Danderyds kommun, 2003), se Bilaga 8. Kabeltunneln passerar under ett koloniområde väster om E18 vid Danderyds kyrka, vilket pekas ut som ett kommunalt bevarandeområde. Även områden norr om Stocksundet är utpekade bevarandeområden. Danderyds kyrka är klassad som kyrkligt kulturminne och är skyddad enligt kulturmiljölagen. Inom området för Danderyds sjukhus berör tunnelsträckningen en byggnad, som pekas ut som en kommunalt värdefull byggnad.

SOLNA

I Solna finns inom påverkansområdet kulturhistoriskt värdefulla byggnader som Bockholmen, Fredriksberg, Ekensberg, Klinten samt Bergshamra kyrka, se Bilaga 8. Sammanhängande kulturhistoriskt värdefulla miljöer inom påverkansområdet är Bergshamra koloniområde, Tivoliludden samt Alnäs och Stocksundstorp.

STOCKHOLM

I Stockholm ligger inom påverkansområdet ett antal byggnader som är klassade som statliga byggnadsminnen (SBM), byggnadsminnen (BM), kyrkliga kulturminnen (KY) eller blåklassade (BLÅ), se Bilaga 8. Blåklassade byggnader innebär den högsta klassningen i Stockholms stadsmuseums klassificering av kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Det kulturhistoriska värdet motsvarar kraven för byggnadsminne i kulturmiljölagen.

På Norra Djurgården ligger Naturhistoriska riksmuseet (SBM) och Stockholms universitet (BM), som kabeltunneln passerar under. Ytterligare söderut passerar kabeltunneln strax öster om Danshögskolan (BLÅ) och vidare in under KTH (SBM/BM). Här är ett ventilationsschakt planerat. Vidare söderut fortsätter tunneln in under Östermalm där Trefaldighetskyrkan (BM) ligger strax väster om tunnelsträckningen. Vidare passeras Hedvig Eleonora kyrka (KY/BLÅ) ca 150 meter öster om tunneln. Söder om Hedvig Eleonora kyrka ligger Armémuseet, Musik- och teatermuseum och Kungliga hovstallet (alla SBM). Vidare ligger Dramaten (SBM/BLÅ) ca 150 meter väster om tunneln. Därefter fortsätter tunnelsträckningen ut under Nybroviken och vidare in under Skeppsholmen där bland annat Östasiatiska (SBM) och Moderna museet (SBM) passeras. Tunneln fortsätter in under Södermalm och Nytorget (BLÅ). Slutligen passeras Blecktornsplanen (BLÅ) och Hammarbykanal innan station Skanstull nås.

Fornlämningar

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

Den som leder arbetet ska omedelbart anmäla förhållandet till länsstyrelsen. Till varje fornlämning hör ett skyddsområde vars storlek bestäms av länsstyrelsen i varje enskilt fall. Länsstyrelsen kan lämna tillstånd till borttagande av fornlämning om samhällsintresset överväger fornlämningens betydelse. Inventering av fornlämningar inom tunnelanläggningens påverkansområde har gjorts med hjälp av Riksantikvarieämbetets Fornsök och FMIS som behandlats digitalt i GIS.

Fornlämningar kan påverkas av de sättningar och sprickbildning som kan uppkomma i samband med grundvattensänkning, av anläggnings- och sprängningsarbeten samt av de vibrationer som kan uppkomma av dessa arbeten. Fornlämningar av organiskt material kan snabbt brytas ner om

TABELL 6.8. IDENTIFIERADE FORNMINNEN INOM PÅVERKANSOMRÅDET OCH INOM SÄTTNINGSKÄNSLIG JORD.

ID nr	RAÄ nr	Enligt legend i bilaga 9	Beskrivning
F102	Danderyd 114:1	Fast fornlämning	Ristning på block/fast håll, medeltid/historisk tid "Calles klinp"
F103	Danderyd 111:1	Fast fornlämning	Stensättning, övertorvad
F104	Stockholm 178:1	Fast fornlämning	Källa med tradition (midsommar/trefaldighet)
F117	Stockholm 687	Fast fornlämning	Fartygs-/båtlämning
F118	Stockholm 723	Fast fornlämning	Fartygs-/båtlämning
F119	Stockholm 725	Fast fornlämning	Fartygs-/båtlämning
F120	Stockholm 690	Fast fornlämning	Fartygs-/båtlämning
F122	Stockholm 724	Fast fornlämning	Fartygs-/båtlämning
F123	Stockholm 717	Fast fornlämning	Fartygs-/båtlämning
F302	Stockholm 223	Fast fornlämning	Gravfält
F306	Stockholm 120:1	Fast fornlämning	Begravningsplats, ödekyrkogård
F308	Stockholm 103:1	Fast fornlämning	Stadslager
F309	Brännkyrka 79:1	Fast fornlämning	Begravningsplats, pest-/kolerakyrkogård
F107	Stockholm 289	Bevakningsobjekt	Gravvård
F108	Stockholm 288	Bevakningsobjekt	Gravvård
F109	Stockholm 290	Bevakningsobjekt	Gravvård
F110	Stockholm 287	Bevakningsobjekt	Gravvård
F111	Stockholm 181:1	Bevakningsobjekt	Begravningsplats, pest-/kolerakyrkogård
F301	Danderyd 203	Bevakningsobjekt	Bytomt/gårdstomt "Berga"
F101	Danderyd 119:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Fornlämningsliknande bildning
F105	Stockholm 79:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Byggnad annan
F106	Stockholm 74:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F112	Stockholm 71:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F113	Stockholm 70:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F114	Stockholm 69:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F115	Stockholm 71:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F116	Stockholm 71:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F121	Stockholm 62:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Byggnad annan
F124	Stockholm 65:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Statligt byggnadsminne
F201	Danderyd 34:1	Övrig kulturhistorisk lämning	Färdväg
F303	Stockholm 848	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar
F304	Stockholm 846	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar

TABELL 6.8. IDENTIFIERADE FORNMINNEN INOM PÅVERKANSOMRÅDET OCH INOM SÄTTNINGSKÄNSLIG JORD.

F305	Stockholm 849	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar
F310	Stockholm 845	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar
F311	Stockholm 854	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar
F312	Stockholm 852	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar
F313	Stockholm 853	Övrig kulturhistorisk lämning	Område med militära anläggningar

Förslag till skyddsåtgärder

Om det vid anläggningsarbetena inom arbetsområdet för markkabeln eller jordtunnel påträffas misstänkta kultur- eller fornlämningar, avbryts arbetet och förhållandet anmäls omedelbart till länsstyrelsen enligt 2 kap. 10 § kulturmiljölagen.

Skyddsåtgärder för grundvattenberoende byggnader hanteras i avsnitt 6.3.2.

6.3.6 FÖRORENAD MARK

Beskrivning

En inventering av förorenad mark inom påverkansområdet har utförts inom ramen för PM Hydrogeologi (COWI, 2015). Utredningsområdet för City Link etapp 2 är kraftigt exploaterat och utsatt för ett hårt föroreningsstryck. Grundvattnet nyttjas inte som dricksvatten och i princip är hela påverkansområdet förorenat utav historiska aktiviteter och befintliga verksamheter.

Förorenade områden inom påverkansområdet har inventerats med hjälp av uppgifter från länsstyrelsens MIFO-databas samt Länsstyrelsens databas EBH-stödet samt även andra databaser som ECOS och Gröna Boken. Vid klassningen av de olika verksamheterna har Naturvårdsverkets branschkartläggning (BKL) använts. I BKL tilldelas ett 60-tal branscher en riskklass i skalan 1–4 där branscher i riskklass 1 medför störst risk för människa, natur och miljö samt sannolikheten för att en verksamhet bidragit till uppkomst av förorening.

Genomgång av inhämtat underlag från ovan nämnda källor har lett fram till identifiering av totalt 155 verksamheter som bedömts kunna ha förorsakat föroreningar i mark. För dessa kan föreligga en förhöjd risk för spridning av eventuella föroreningar vid en grundvattenbortledning. Riskbedömningen baseras på bl.a på föroreningars egenskaper och mängden ämnen som hanterats i verksamheten. Av de 155 identifierade verksamheterna utgör

kemtvättar 96 verksamheter och drivmedelshantering 23 verksamheter. Resterande 36 verksamheter utgörs av en mängd olika typer av verksamheter, ex färgindustrier, verkstäder, bensinstationer med flera, se tabell 6.9.

Merparten av verksamheterna ligger i Östermalm och i Södermalm samt Danderyd/Bergshamra. I Norra Djurgården finns ett fåtal dokumenterade verksamheter. Alla identifierade verksamheter inom påverkansområdet återfinns i Bilaga 10 samt i tabell 6.10.

Konsekvenser

Inom påverkansområdet finns olika förutsättningar för föroreningsspridning. Dessa styrs i huvudsak av berggrundens och jordlagrens geologiska uppbyggnad samt grundvattenförhållanden där verksamheten varit/är lokaliserad, omfattningen av användandet av föroreningen (kemikalien), typ och mängd samt föroreningens mobilitet i vatten. Inom påverkansområdet är stora områden kraftigt exploaterade och utsatta för ett hårt föroreningsstryck.

Identifierade verksamheter kan ha medfört att marken i deras närhet är förorenad. Föroreningarna kan då förekomma i fast eller fri fas i marken och ofta över grundvattennivån. Nederbördsvattnet som tränger ner i marken kan laka ut och löser föroreningar och kan på så sätt öka föroreningshalterna i grundvattnet. Föroreningar kan spridas vidare som lösning i vatten, i fri fas eller partikulärt i vatten.

Inom påverkansområdet är det endast ett fåtal verksamheter där föroreningar konstaterats i marken och för dessa finns även grundvattenprovtagningar utförda. För övervägande del av verksamheterna finns begränsad kunskap gällande de enskilda verksamheternas föroreningspotential. Dagens föroreningsspridning från förorenad mark

TABELL 6.9. SAMMANSTÄLLNING AV "ÖVRIGA VERKSAMHETER" MED FÖRHÖJD RISK VID SPRIDNING. IDNR ÅTERFINNS I BILAGA 10.

ID Nr	Verksamhet	Ämnen som verksamheten hanterat
FÖ1	Markinventering förorenat område / Kemtvätt	Höga halter klorerade lösningsmedel i mark
FÖ2	Markinventering förorenat område	Höga blyhalter i grundvatten, PAH:er i schaktmassor
FÖ3	Verkstadsindustrier / Kemiska industri	Oljor, fetter, lösningsmedel och färgavfall
FÖ4	Brandövningsplats	Flamskyddsmedel, flyktiga org. kolväten, metaller
FÖ5	Markinventering förorenat område	Metaller, antimon, aromatiska kolväten, PAH:er
FÖ6	Färgindustri / Kemtvätt	Petroleumprodukter
FÖ7	Verkstadsindustri / Ytbehandling av metall	Trikloretylen
FÖ8	Färgindustri	Klorerade lösningsmedel, metaller
FÖ9	Garverier	Krom
FÖ10	Verkstadsindustri	Halogenerade lösningsmedel
FÖ11	Verkstadsindustri	Trikloretylen
FÖ12	Elektroteknisk industri	Kviksilver har används i prod.
FÖ13	Färgindustri	Oljor och metaller
FÖ14	Färgindustri	Lösningsmedel, metaller
FÖ15	Verkstadsindustri / Ytbehandling av metall	Klorerade lösningsmedel
FÖ16	Ytbehandling av metall	Sannolikt klorerade lösningsmedel, tungmetaller, petroleumprod.
FÖ17	Järnindustri / Kemisk industri	Metaller
FÖ18	Markinventering förorenat område / Kemtvätt	Halogenerade lösningsmedel, metaller
FÖ19	Verkstadsindustri / Elektroteknisk industri	Halogenerade lösningsmedel, oljor och metaller
FÖ20	Textilindustri / markinventering förorenat område	Troligen metaller, klorerade lösningsmedel, aromater, cyanider, PAH
FÖ21	Verkstadsindustri	Trikloretylen
FÖ22	Verkstadsindustri	Trikloretylen
FÖ23	Verkstadsindustri	Klorerade lösningsmedel
FÖ24	Verkstadsindustri	Trikloretylen
FÖ25	Verkstadsindustri / Ytbehandling av metall	Halogenerade lösningsmedel
FÖ26	Färgindustri	Lösningsmedel, metaller
FÖ27	Ytbehandling av metall / Elektroteknisk- och verkstadsindustri	Metaller, klorerade lösningsmedel, cyanider, aromater, PAH:er, PCB
FÖ28	Elektroteknisk industri / Ytbehandling av metall / Bensinstat.	Petroleumprodukter / Klorerade lösningsmedel / metaller
FÖ29	Verkstadsindustri / Elektroteknisk industri	Halogenerade lösningsmedel
FÖ30	Ytbehandling av metall	Stora mängder klorerade lösningsmedel har hanterats
FÖ31	Färgindustri	Lösningsmedel, metaller

TABELL 6.9. SAMMANSTÄLLNING AV "ÖVRIGA VERKSAMHETER" MED FÖRHÖJD RISK VID SPRIDNING. IDNR ÅTERFINNS I BILAGA 10.

FÖ32	Elektroteknisk industri/Ytbehandling av metall/Bensinstat.	Petroleumprodukter
FÖ33	Färgindustri	Klorerade lösningsmedel, metaller
FÖ34	Elektroteknisk industri, verkstadsindustri	Lösningsmedel, klorerade lösningsmedel
FÖ35	Textilindustri/verkstadsindustri	Metaller, petroleumprod., klorblekmedel, klorerade lösningsmedel
FÖ36	Ytbehandling av metall	Klorerade lösningsmedel

TABELL 6.10. FÖREKOMST AV VERKSAMHETER INOM PÅVERKANSOMRÅDET MED EN FÖRHÖJD RISK VID SPRIDNING.

Huvudområde	Antal verksamheter med förhöjd spridningsrisk i det fall verksamheterna visar sig ha orsakat förorening i mark		
	Kemtvättar	Drivmedelshantering	Övriga verksamheter
Danderyd	4	10	5
Norra Djurgården	1	2	0
Östermalm	50	7	10
Södermalm	41	4	21
TOTALT	96	23	36

till recipient via grundvattnet, bl.a. genom nuvarande grundvattenbortledningar som sker i området p.g.a. ledningar, ledningsgravar och dränerande undermarksdelar (källare) kommer att kvarstå under anläggandet och driften av tunnelanläggningen. En eventuell gruvvattensänkning till följd av anläggandet av City Link etapp 2 bedöms inte på något avgörande sätt påverka dessa befintliga spridningsförutsättningar. Halter och spridningsvägar till recipienterna kommer att förbli desamma. Ingen ökad risk för människors hälsa, natur och miljön bedöms uppkomma. Konsekvenserna av anläggande av City Link etapp 2 på förorenad mark bedöms som obetydlig.

Förslag till skyddsåtgärder

Inga särskilda åtgärder anses nödvändiga.

6.3.7 UTSLÄPP AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Beskrivning

Vid borrhning av kabeltunneln tränger grundvatten in som måste avledas ut ur tunneln tillsammans med processvatten, vilket tillsammans benämns som länshållningsvatten. Inläckande grundvatten från tunneln kommer att pumpas ut från Anne-

berg, Stocksundet, Stadsgårdskajen och Skanstull. Länshållningsvatten kommer att släppas till dag- och/eller spillvattensystem efter lokal rening och i enlighet med vad som överenskommes med vattenmottagarna. Vid Stocksundet kommer länshållningsvattnet att ledas direkt ut till recipient (Lilla Värtan/Edsviken) om samtliga riktvärden underskrids. Inledande möten har under hösten 2014 hållits med berörda vattenmottagare, dvs. Täby kommun, Danderyds kommun, Käppalaförbundet, Stockholms stad samt Stockholm Vatten, för att presentera tilltänkta vattenavledningspunkter och planerad hantering av länshållningsvattnet. Vattenmottagarnas avsikt är att ta emot vattnet (se även Bilaga 1A Samrådsredogörelsen).

Konsekvenser

Länshållningsvatten som uppkommer vid tunneldrivning har höga halter av suspenderat bergmaterial, kan ha högt pH och i det fall det är aktuellt med tunnelsprängning även höga halter av kväveföreningar. Borrkax (finpartiklar) uppkommer vid bergborrning, pH höjs vid användning av cement- och betongmaterial och kväveföreningar vid användning av sprängämnen. Vid sprängning förekommer även

vattning av sprängsten innan utlastning för att motverka damning vilket också medför kväveföreningar i processvattnet. Vid en eventuell olycka eller oljespill kan tunnelvatten även innehålla oljeföreningar. Vanligaste orsaken till oljespill i tunnelvatten är att slangar med hydraulolja går sönder från de maskiner som används inom tunneldrivningen.

Tunnelvatten kan även innehålla metaller som naturligt finns i berget och som vid borrarbete frigörs i vattnet. Metaller binds oftast i hög grad till partiklar men en viss del av metallerna går dock i lösning och blir biotillgängligt.

Länshållningsvatten som innehåller höga halter av partiklar och oljerester kan skada organismer. Vattnet kan dock rensas med hjälp av sedimentation och oljeavskiljare, vilket också planeras att göras inom projektet innan länshållningsvattnet släpps till dag- och/eller spillvattensystemen. Sedimentation kan kombineras med flockningsmedel för att halten suspenderat material ska sänkas ytterligare och kan i vissa fall vara en nödvändighet för att nå det gränsvärde som satts i det specifika projektet (Weimann, 2014). Länshållningsvattnet bör även pH-justeras innan det släpps till dag- och/eller spillvattensystem alternativt till recipient. Hög pH i sig är toxiskt för vattenlevande organismer och höga pH halter kan även påverka metallers mobilitet (rörlighet).

För höga kvävehalter kan bidra till övergödning och försurning om det släpps ut direkt till recipient. Någon kvävereduktionsmetod som fungerar problemfritt i fält och som kan motiveras ekonomiskt finns idag inte (Weimann, 2014). Tunnelvatten som innehåller kväveföreningar bör därför skickas till avloppsreningsverk som har kväverening.

Utredningar gjorda i City Link etapp 2 har efter provtagning och analys av grundvattnet visat på kloridhalter på upp till 3000 mg/l vid Stocksundet och Strömmen. Kloridhalterna ligger något lägre för övriga sträckor; mellan 500–1000 mg/l. Länshållningsvattnet bedöms som medel innehålla en kloridhalt på 1000 mg/l. Som jämförelse kan nämnas att det bräckta vattnet i Östersjön innehåller en kloridhalt på ca 4000 mg/l.

Länshållningsvatten kan även komma att innehålla rester av kemiska injekteringsmedel som endast i undantagsfall kommer att användas när cementbaserade injekteringsmedel av en eller annan anledning inte uppfyller ställda krav på tätning.

Vid användning av injekteringsmedel, oljor för arbetsmaskiner och andra kemikalier såsom gjutbetong, sprutbetong, sprängmedel och vattenreningskemikalie för anläggningsprocessen och drift av TBM har Svenska kraftnät antagit en kemikalieinstruktion (Svenska kraftnät, 2015b). Syftet är att säkerställa att entreprenören väljer tillåtna produkter, vidtar försiktighetsåtgärder vid användning samt att lagkrav i miljöbalken följs. De produkter som ska användas ska vara granskade och godkända av Svenska kraftnät innan arbetet sätter igång.

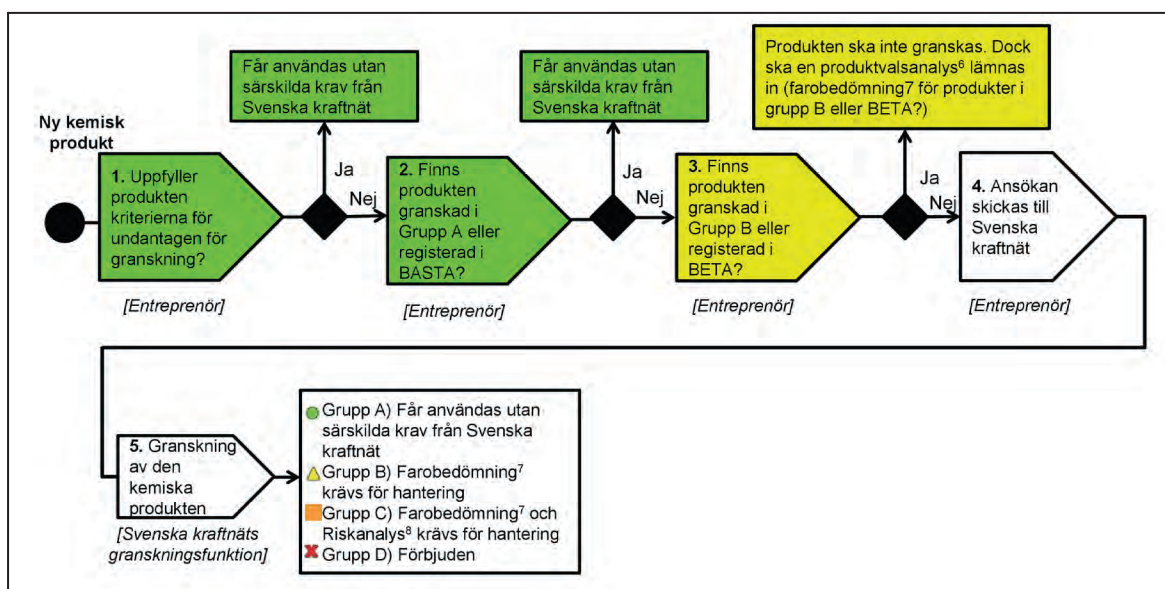
När Svenska kraftnät granskar kemikalier klassas de i fyra grupper enligt BASTA-kriterierna (Basta, 2014). BASTA är ett oberoende bedömningssystem för bygg- och anläggningsprodukter baserat på europeisk och svensk kemikalielagstiftning (REACH EG/907/2006, KIFS 2005:7, KI2014). Vid granskningen klassas produkterna till någon av grupperna A-D där grupp A motsvarar kemikalier som får användas utan särskilda villkor och grupp D innehåller kemikalier som är förbjudna att använda, Figur 6.14.

- > Grupp A: Tillåten – får användas utan särskilda villkor
- > Grupp B: Riskminskning – får användas om särskilda villkor uppfylls
- > Grupp C: Utfasning – får användas om särskilda villkor uppfylls
- > Grupp D: Förbjuden – får inte användas

Samlad bedömning

Konsekvenserna på ytvattenrecipienterna från utsläpp av länshållningsvatten under anläggningsfasen av kabeltunneln bedöms bli små. Tunnelvattnet bedöms att efter lokal rening i form av sedimentation (vid behov med flockning), oljeavskiljning och vid behov även pH-justering att släppas till befintligt spill- och dagvattensystem. För Stocksundet kommer länshållningsvattnet att släppas direkt till recipient via egen ledning om riktvärden underskrids.

Kvävehaltigt tunnelvatten uppkommer vid de delar av tunneln som anläggs med borrarbete och sprängning. Detta vatten kommer efter kontroll att vid behov att släppas till vattenreningsverk med kväverenningssteg. De mottagande recipienterna bedöms inte påverkas negativt av att länshållningsvattnet innehåller kloridhalter då recipienterna är



Figur 6.14. Svenska kraftnäts rutin för granskning och klassning av kemiska produkter (Svenska kraftnät, 2015b).

vatten med salthaltskaraktär. Någon negativ konsekvens av användande av kemiska injektionsmedel bedöms inte uppkomma till följd av att mängden injektionsmedel som kommer att användas är liten samt att Svenska kraftnäts granskningsrutin säkerställer en kontrollerad användning av kemikalier.

Fortsatt dialog om hanteringen av länshållningsvattnet kommer föras med vattenmottagarna. Riktvärdena kommer att fastställas tillsammans med vattenmottagarna. Erfarenheter från Trafikverkets senaste tunnelprojekt, Förbifart Stockholm, och Svenska kraftnäts kabeltunnel i Danderyd, Mörbyttunneln, kan användas som underlag för detta.

Utsläpp av länshållningsvatten bedöms inte påverka recipienternas möjligheterna att uppnå god ekologisk status år 2021 (eller enligt förslag år 2027) och god kemisk ytvattenstatus år 2015 (eller enligt förslag 2021/2027 beroende på vilken parameter som avses), vilka beskrivs i kapitel 3.

Förslag till skyddsåtgärder

Förutom föreslagna skyddsåtgärder i form av lokal rening innan länshållningsvattnet släpps till befintliga spill- och dagvattensystem kommer ett kontrollprogram att tas fram för provtagning av bl.a. suspenderad halt, pH, oljeföreningar, kväveföreningar, klorid och metaller. Riktvärdena kommer att fastställas i det avtal som tas fram i dialog med berörda vattenmottagare.

6.3.8 BOENDE OCH ARBETSPLATSMILJÖ

Beskrivning

I den planerade tunnelsträckningens närhet bor och vistas många människor. De norra delarna av påverkansområdet karakteriseras av enfamiljshus. De centrala delarna går under Nationalstadsparken på Norra Djurgården samt de södra delarna går under områden med flerbamiljshus på Östermalm och Södermalm. Förutom bostäder förekommer även verksamheter som skolor, Danderyds sjukhus, Naturhistoriska riksmuseet, Stockholms universitet och KTH samt kyrkor längs tunnelsträckningen.

Buller-, vibrations-, och stomljudsutredning har utförts av Nitro Consult AB (2014). Prognoser har gjorts för att prognosticera hur höga ljudnivåer boende längs kabeltunnelns sträckning kan utsättas för.

I en byggnad kan ljudutbredning ske genom luftljud eller stomljud. Luftljud är som det låter, ljud från en ljudkälla som sprids genom luften till exempel från en musikanläggning. Stomljud är ljud som överförs inom en byggnadsstomme eller från fasta material såsom berg genom grundläggning och byggnadsstomme. Ett exempel på ett vanligt stomljud är ljud som uppstår i angränsande lägenhet när en granne borrar i en betongvägg eller när borrhningsarbeten utförs i bergtunnlar. Vid TBM-borrning kan stomljud uppstå i närliggande byggnader. Utmed kabeltunneln kommer stomljud från TBM-borrningen att höras i berggrundlagda byggnader trots att tunneln huvudsakligen ligger djupt,

ca 50–100 meter under marknivå.

Med buller menas oönskat ljud eller ljud som människor störs av. Hur ljudet uppfattas beror på vilken typ av ljud det är, hur länge det varar samt vilken tid på dygnet det är. Ljud upplevs också olika beroende på hur mycket annat ljud som finns runtomkring. I sovrum är det inte ovanligt att bakgrunds nivåerna är 25–30 dBA på natten, då exempelvis ventilation och hushållsmaskiner inte är helt tysta. En viskning motsvarar ungefär 30 dBA medan trafiken på en storstadsgata motsvarar 75–85 dBA, se Figur 6.15. Ett buller blir mer påtagligt i områden med låg bakgrunds nivå eller under nattetid då bakgrunds nivåerna är lägre.

Konsekvenser

Konsekvenser av anläggande av City Link etapp 2 som kan kopplas till människors hälsa och välbefinnande förväntas i första hand uppkomma till följd av buller, vibrationer och stomljud. TBM-borrning kommer inte att medföra några vibrationer som kan uppfattas av människor eller som kan komma att orsaka skador på byggnader. Vibrationer från TBM-borrning kommer att vara mindre än 0,1–0,2 mm/s i byggnaders grundläggningsnivåer och detta är mindre än människans känseltröskel som ligger på 0,3–0,5 mm/s. Endast exceptionellt vibrationskänslig utrustning kan påverkas av så små vibrationer.

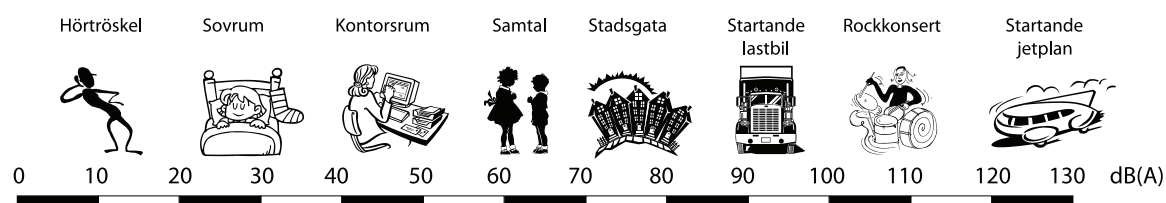
Stomljud från TBM-borrningen kommer att höras i berggrundlagda byggnader och kan upplevas störande för boende och i arbetsplatsmiljöer. Bullret kan upplevas som ett mullrande ljud. För byggnader anlagda på sand, lera eller andra lösa jordmaterial kommer inget nämnvärt stomljud att höras. Inte heller för pågrundlagda byggnader kommer stomljud att höras. TBM-borrningens

framdrift beror på ett antal faktorer varav den viktigaste är de geologiska förhållandena, vilket beskrivs under kapitel 5. Borrnyckeln består av olika arbetsmoment varav vissa av dessa innebär stomljud. I en borrnyckel som inkluderar injektering och bergförstärkning är ca 40 procent av arbetsmomenten ej stomljudsalstrande, såsom väntetid medan injekteringsmedlet härdar. Detta illustreras schematiskt i tabell 5.1 i kapitel 5.

Med hjälp av beräkningar har förväntade stomljud från TBM-borrning samt sonderings- och injekteringsborrning tagits fram för byggnader ovan mark (Nitro Consult AB, 2014). I Figur 6.16–6.18 illustreras beräknade stomljuds nivåer kring tunnelborrningen längs tunnelsträckningen.

Bullerutbredningen är konservativt beräknad genom att samtliga byggnader bedöms vara berggrundlagda och beräkningarna avser plan 1 eller markplan. För varje våningsplan kan beräknade ljudnivåer reduceras med 2 dBA. Likaså ökar stomljuds nivån med 2 dBA per plan för bostäder under marknivå (t.ex. suterränghus). För byggnader med annan grundläggning kommer stomljuds nivåerna att bli lägre eller inte höras alls. Observera att illustrationen visar den totala påverkan under hela byggtiden. Alla bostäder utsätts inte för stomljuds påverkan samtidigt, snarare ska bullerutredningen ses som en zon som förflyttar sig fram längs tunnelsträckningen i takt med TBM:ens framdrift.

I Naturvårdsverkets allmänna råd (NFS 2004:15) om buller från byggarbetsplatser anges riktvärden på ekvivalenta ljudnivåer (L_{Aeq}) inomhus och utomhus (Naturvårdsverket, 2004a). Inomhus får ljudnivån enligt de allmänna råden inte överstiga 45 dBA dagtid (kl. 07–19), 35 dBA kvällstid (kl. 19–22) och 30 dBA nattetid (kl. 22–07). För lördag, söndag och helgdagar gäller 35 dBA dagtid,

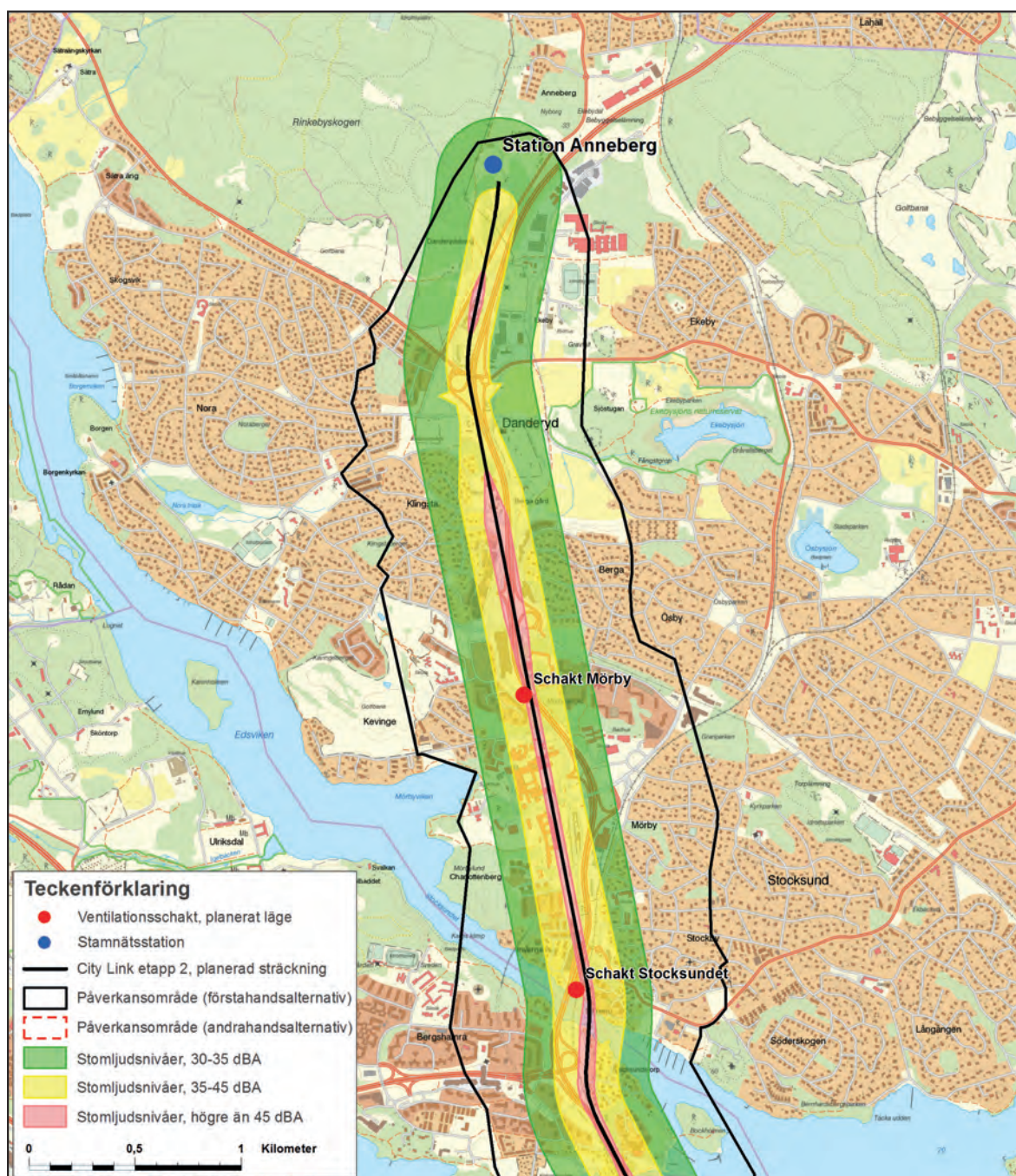


Figur 6.15. Ljud mäts i decibel (dB). Den lägsta nivån är 0 dB vilket motsvara det svagaste ljud en människa med god hörsel kan uppfatta. I figuren är exempel på ljudkällor och deras ungefärliga ljudnivå (Nitro Consult AB, 2014).

30 dBA kvällstid och nattetid. För undervisningslokaler får ljudnivån inomhus dagtid under vardagar inte överstiga 40 dBA och för arbetslokaler gäller motsvarande tid 45 dBA. För permanentbostäder, fritidshus och vårdlokaler anges även ett värde för maximal ljudnivå ($L_{A_{fmax}}$) nattetid mellan kl. 22–07.

Vid Naturhistoriska riksmuseet samt Geovetarcentrum/Stockholms Universitet bedöms de högsta stomljudsnivåerna uppkomma på grund av att

ventilationsschakt Frescati ligger relativt grunt. Här visar stomljudsberäkningarna på ljudnivåer som uppgår till cirka 50–55 dBA. Det är tydligt hörbara ljudnivåer men långt under de nivåer som kan ge hörselskador. Även vid borrhälsarbeten i anslutning till de sydöstra delarna av Södermalm och de västra delarna av Hammarby Sjöstad kan stomljudsnivåerna vara högre, drygt 45 dBA under någon eller ett par veckor (gäller förstahandsalter-



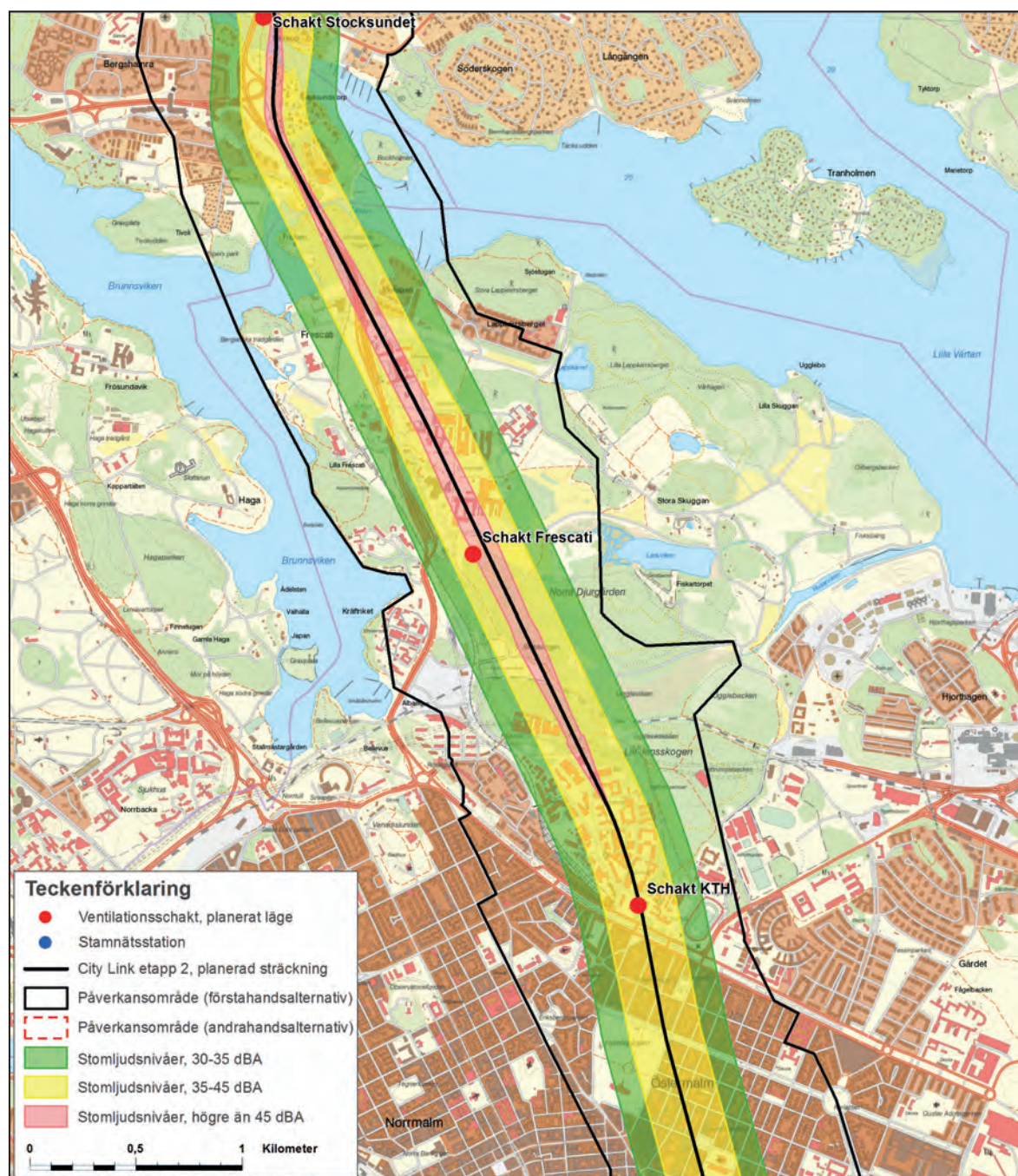
Figur 6.16. Beräknade stomljuds nivåer från station Anneberg till ventilationsschakt Stocksundet för bergrundlagda hus plan 1.

nativet). Vid det djupare andrahandsalternativet av djupläget minskar stomljuds nivåerna tydligt till omgivningen.

Förväntade stomljuds nivåer och varaktighet från TBM-borrningen illustreras i Figur 6.16–6.20. Stomljuds nivåerna är inte lika höga under hela påverkansperioden utan ökar successivt till ett maximum när TBM är som närmast under byggnaden för att sedan avklinga i takt med framdriften av

TBM. På grund av TBM-borrningens höga framdrift blir omgivningspåverkan från stomljud relativt kort.

Stomljud från TBM-borrning bedöms bli hörbart dag- och kvällstid (d.v.s. >35 dBA) upp till ca 20 dagar i berggrundlagda byggnader ovanför tunnelns sträckning, räknat utifrån en genomsnittlig framdriftshastighet på 100 meter/vecka och förstavåningsplanet. Vid ett avstånd på 150 meter från



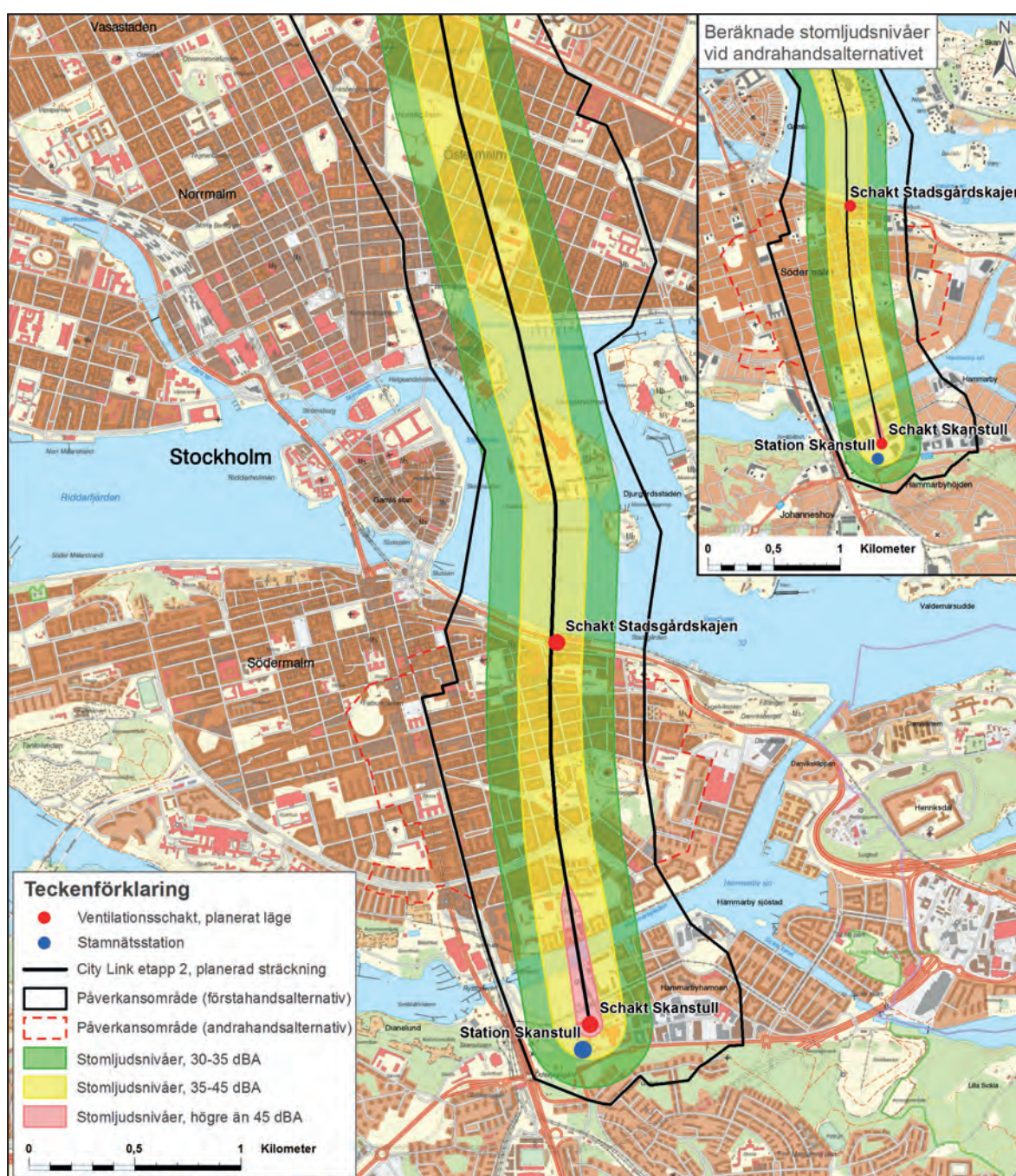
Figur 6.17. Beräknade stomljuds nivåer mellan ventilationsschakt Stocksundet och Östermalm för berggrundlagda hus plan 1.

tunneln halveras tiden som stomljudet bedöms bli hörbart dag- och kvällstid.

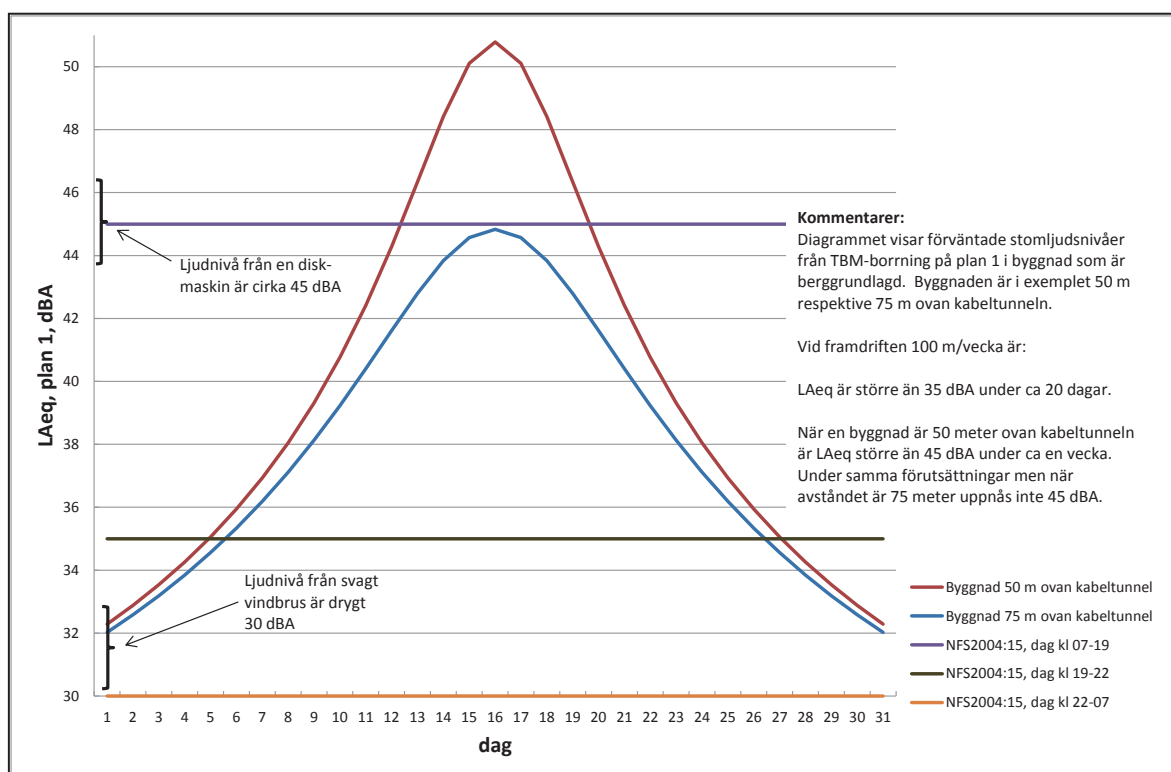
Som beskrivs i kapitel 5 kommer stomljudsalt-rande arbetsmoment i en TBM-borrning alterne-ras med arbetsmoment som inte alstrar stomljud samt att framdriften kommer att variera längs med tunnelsträckningen. Ju mindre injektering och bergsförstärkning desto snabbare framdrift och desto kortare blir påverkansperioden för byggnader

ovanför tunneln. Injekterings- och sonderingsborrning bedöms ge ca 10 dBA lägre ljudnivåer jämfört med TBM-borrning.

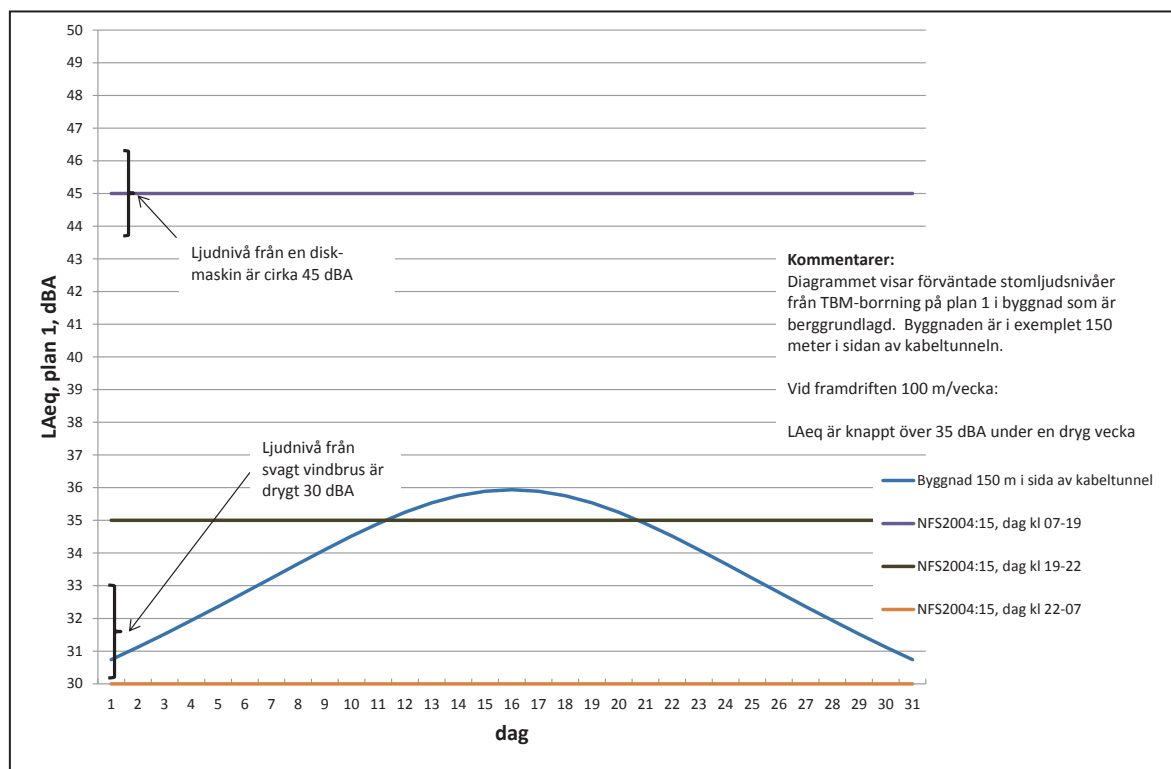
Hushållen som berörs av stomljuds nivåer högre än 35 dBA kommer att störas under förhållande-vis kort period jämfört med konventionell drivning av tunnlar (borrning och sprängning). I City Link etapp 2 bedöms framdriften till ca 100 meter per vecka jämfört med ca 20 meter per vecka för en



6.18. Beräknade stomljuds nivåer för Östermalm och Södermalm för berggrundlagda hus plan 1. Den infällda bilden visar beräknade stomljuds nivåer för andrahandsalternativet.



Figur 6.19. Förväntade stomljuds nivåer från TBM-borring inomhus på plan 1 i byggnader som är berggrundlagda och belägna 50 och 75 meter rakt ovanför borrhningsarbeten (Nitro Consult AB).



Figur 6.20. Förväntade stomljuds nivåer från TBM-borring inomhus på plan 1 i byggnader som är berggrundlagda och belägna 150 meter bredvid tunnelns centrum (Nitro Consult AB).

konventionell drivning av tunnel. Detta kan motivera att riktvärden på tillåtna stomljuds nivåer höjs jämfört med konventionellt drivna tunnlar, vilka sprängs ut i långsammare takt och påverkar omgivningen under en betydligt längre tid. I syfte att optimera framdriften och samtidigt minimera påverkan av stömljud till omgivningen har en anpassning av arbetstider gjorts utifrån bebyggelsen ovan tunnelsträckningen, vilket illustreras i Figur 5.9 i kapitel 5. Tunnelsträckningen är dessutom under längre sträckor planerad att följa befintlig infrastruktur (E18) i syfte att minimera antalet påverkade ur bland annat ett bullerperspektiv.

I obebbyggda eller glesbebyggda områden planeras tunneldrift dygnet runt. För större sammanhängande områden med undervisningsverksamhet, som är känsliga för bullerpåverkan dagtid men inte nattetid, planeras tunneldrivning kl. 18–07 sju dagar per vecka. För områden med bostadsbebyggelse, som främst är känsliga för bullerpåverkan nattetid, planeras tunneldrift dag- och kvällstid under vardagar samt mellan kl. 9–18 under helgen. Arbetstiderna på lördag, söndag och helgdag har reducerats jämfört med vardagar för att minimera störningen till majoriteten av de boendes dygnsrytm och behov av helgvila.

Sammanfattningsvis kan konstateras att de enskilda som kommer att påverkas av de högsta stomljuds nivåerna är de som vistas i berggrundlagda byggnader på första våningen rakt över tunneln där tunneln går som grundast (Danderyd, Solna, Norra Djurgården samt runt Hammarbyhamnen). Ljudnivåerna avtar för varje våningsplan och avtar även markant med avståndet från tunneln. Vid en framdrift av ca 100 meter per vecka beräknas buller som är hörbart dag- och kvällstid, d.v.s. högre än 35 dBA, pågå upp till cirka 20 dagar för varje enskild berggrundlagd byggnad ovanför tunneln. På ett avstånd av 150 meter från tunneln har motsvarande påverkansperiod halverats.

Ljudnivån är inte lika hög under hela påverkansperioden och under påverkansperioden kommer i många fall även icke stomljudsstrande arbeten att utföras. Injekterings- och sonderingsborrning bedöms dessutom ge ca 10 dBA lägre ljudnivåer jämfört med TBM-borrning. Inget stomljudsstrande arbete kommer att utföras när de boende är mest störningskänsliga d.v.s. nattetid samt tidig morgon

(före kl. 09) och kvällstid (efter kl. 18) under helger och helgdagar.

Vid större sammanhängande områden med undervisningsverksamhet (Stockholms Universitet och KTH) kommer inget stomljudsstrande arbete att utföras dagtid. Förutom anpassning av arbetstiderna är även fortlöpande information under byggtiden till de berörda en viktig åtgärd som kan öka omgivningens acceptans för en tillfällig stomljudsstörning. Den sammantagna bedömningen av konsekvenser på hälsa, boende- och arbetsplatsmiljö till följd av TBM-borrningen är små till måttliga då bullerpåverkan är av tillfällig karaktär och endast under byggskedet. En ytterligare begränsning av arbetstiden skulle medföra längre påverkansperiod och bedöms därmed inte minska de negativa konsekvenserna för de berörda.

Förslag till skyddsåtgärder

Det är inte möjligt att åtgärda stomljudsproblem på samma sätt som luftburet buller, till exempel genom avskärmning av bullerkälla. Om bullerriktvärdena inomhus överskrider under fem dagar i följd eller mer än fem dagar under en tiodagarsperiod erbjuds ersättningsboende för de drabbade. Avgöranden får även göras i andra enskilda fall där ersättningsboende kan vara nödvändigt (t.ex. för förvärvsarbete nattetid). Kontroll av villkor på riktvärden för stömljud sker genom bullermätning.

Inom KTH-området finns uppgifter om exceptionellt vibrationskänslig utrustning. I närtid inför TBM-borrningen kommer det att utredas om TBM-borrningen kan medföra påverkan på utrustningen, och vid behov utreds skyddsåtgärder i detalj för denna utrustning.

6.3.9 TRAFIK

Beskrivning

Anläggande av tunnelanläggningen kommer att medföra transporter till och från tunnelpåslag Anneberg där huvuddelen av bergmassorna kommer att tas ut. Totalt kommer ca 0,5 miljoner m³ bergmassor att tas ut i Anneberg. Detta motsvarar ca 600 m³ bergmassor per dag. Bergmassor kommer även att tas ut från ventilationschakt Stadsgårdskajen (ca 20000 m³ fast volym) och Skanstull (ca 4700 m³ fast volym). Nödvändigt byggmaterial kommer att transporteras till

station Anneberg. Från Anneberg kommer ungefär 25–30 lastbilar per dag att transportera de bergmassor som kommer från tunnelbygget. Vid Anneberg kommer lastbilarna att köra ca 500 meter för att komma ut på E18, och sedan norrut på motorvägen. Infartsvägen från Enebybergsvägen har i en tidigare entreprenad byggts om så att in- och utfart från arbetsplatsen kan ske på ett säkert sätt.

För närvarande finns miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly. I dagsläget överskrider både miljö kvalitetsnormen och miljömålen för kvävedioxid i Stockholms län (Trafikverket, 2014b). Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel, bly och PM2,5 är så låga att miljö kvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela Stockholmsregionen. Miljö kvalitetsnormen för marknära ozon har inte överskridits de senaste 10 åren, och de lokala utsläppen bidrar mycket lite till ozonhalten i Stockholm (Stockholms stad, 2014).

De värden för PM10 och kvävedioxid som inte ska överskridas enligt miljö kvalitetsnormen visas i tabell 6.11. Den nuvarande situationen för luftkvalitet med avseende på PM10 har uppmätts på skolor intill motorvägar i Täby, Danderyd och Stockholm av SLB analys⁸ på uppdrag av Trafikverket (Trafikverket, 2014 a, b). Två av de kontrollerade skolorna längs motorvägarna var i farozonen att överskrida gränsvärden. De platser där miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid riskerar att överskridas är på E18 mellan Danderyds kyrka i norr till Mörby centrum i söder.

Årsdygnstrafiken längs E18 uppmätta vid skolor i Danderyds och Täby kommun varierar mellan 45930 – 63134 fordon (Trafikverket, 2014a). Den tunga trafiken utgör ungefär 6–8 procent av den totala årsdygnstrafiken baserat på Trafikverkets siffror (Trafikverket, 2014 a, b). Det motsvarar ungefär 2800–5100 tunga fordon per dygn.

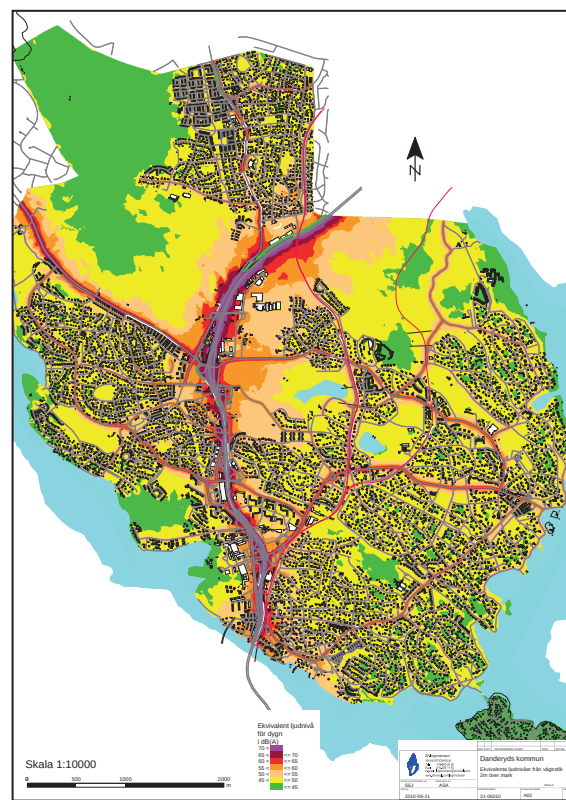
Även bullernivåerna kommer att påverkas till följd av den ökade trafiken som projektet genererar. Längs E18 uppgår ljudnivåerna i dagsläget till 55–

70dB, Figur 6.21. Vid stationen i Anneberg är ljudnivån i nuläget relativt hög (Danderyd, 2010).

Konsekvenser

Konsekvenserna från den ökade trafiken från tunnelpåslag Anneberg under anläggningstiden förväntas dels uppkomma genom försvårade trafiksituationer på grund av anläggningsarbeten, buller och från utsläpp till luft. Arbetsfordon orsakar utsläpp framför allt av kväveoxider, kolväten, partiklar och koldioxid.

Transporterna till och från station Anneberg kommer att stå för den största delen av transporterna då merparten av det krossade bergmaterialet tas ut därifrån. Transporterna skervia lokalgata ungefär 500 meter, och därefter norrut på E18. I Anneberg kommer ungefär 25–30 lastbilar om dagen hämta berg, vilket innebär ca 60 ytterligare transporter på E18. Det motsvarar 1–2 procent ökning av nuvarande trafikmängd på E18. Det skulle teoretiskt kunna innebära motsvarande ökning av PM10 och kväveoxider (utan hänsyn tagen till att tung trafik släpper ut mer föroreningar än personbilar). Transporterna antas inte medföra att någon miljö kvalitetsnorm överskrids. Inte heller PM10 och



Figur 6.21 Nuvarande bullersituation i Danderyds kommun (Danderyds kommun, 2010).

8. SLB analys är en enhet inom Miljöförvaltningen i Stockholm Stad som bl.a. ansvarar för övervakning av luftmiljön i staden.

TABELL 6.11. MILJÖKVALITETSNORMER (MKN) FÖR PM10 OCH KVÄVEDIOXID.

Medelvärdestid	Normvärde µg/m ³	Kommentar
MKN PM 10		
1 dygn	50	Värdet får överskridas 35 ggr/kalenderår
1 år	40	
MKN Kvävedioxid		
1 timme	90	Värdet får överskridas 175 ggr/kalenderår förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m ³ under en timme mer än 18 ggr/kalenderår
1 dygn	60	Värdet får överskridas 7 ggr/kalenderår
1 år	40	

kvävedioxid bedöms överskridas eftersom transporterna från Anneberg huvudsakligen bedöms gå norrut, där halterna idag ligger med marginal under miljö kvalitetsnormer, se Tabell 6.12.

Transporter till och från Stadsgårdskajen styrs delvis av arbetsplatsens utformning där en långsmal yta används längs Stadsgårdsledens södra körfält (mot bergväggen). Enkelriktad trafik förutses där transport till arbetsplatsen kommer från väster via E4 och Slussen. Transport från arbetsplatsen följer väg 222 österut mot Henriksdal och därifrån vidare via väg 75 mot E4. Planerade arbeten vid Slussenområdet kan påverka trafiklösningarna på ett sätt som inte kan förutses i dagsläget. Samråd har skett med Stockholm stads Trafikkontor samt representanter från Slussenprojektet och dialog i frågan pågår.

Transporter till och från Skanstull är beroende av pågående byggarbeten och trafikomläggningar på grund av dessa. Ett flertal varianter är möjliga att via lokalgator ansluta till E4. Troligast är att uttransport sker via Betongindustrins befintliga anslutning mot Hammarby Allé och därifrån vidare mot närliggande E4.

Den extra bullerpåverkan från transporter som anläggandet av City Link etapp 2 bidrar med antas påverka sträckan mellan tunnelpåslaget i Anneberg och påfarten till E18 mest. Endast några få bostäder påverkas av denna bullerpåverkan som upphör när City Link etapp 2 är anlagd.

I syfte att minimera antalet kabelskarvningar kommer Svenska kraftnät att vidare utreda möjligheterna till att transportera kabel på fartyg. Vid transport av kabeltrummor via vägnätet begränsas leveranslängderna. Vid transport på fartyg skulle

antalet skarvar kunna minskas betydande samt även minska vägtransporterna. Färre antal skarvningar medför betydande besparingar av montagetid och i viss mån kostnader. Ett möjligt scenario som Svenska kraftnät kommer att utreda vidare är att ett fartyg med kabeln på kabelkarusell går in via Strömmen och lägger till vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen.

Sammantaget bedöms den ökade trafiken orsakade av anläggningen av City Link etapp 2 ge små konsekvenser på trafiken samt människors hälsa och miljö. Den ökade trafiken p.g.a anläggningen kommer helt att upphöra när City Link etapp 2 är i drift.

TABELL 6.12. UNGEFÄRLIGT TEORETISKT TILLSKOTT AV KVÄVEDIOXIDER OCH PM10 *

Kommun	Kvävedioxid tillskott (ton/år)	PM 10 tillskott (ton/år)
Danderyd	4	1,6
Stockholm	62	17,2
Täby	6,4	2,4

* Beräkningar baserat på en ungefärlig trafikökning på 2 procent på grund av anläggandet av City Link etapp 2.

Förslag till skyddsåtgärder

Svenska kraftnät har obligatoriska miljökrav på entreprenörer att använda miljövänliga drivmedel (miljöklass 1) och ställer särskilda krav på utsläpp av koldioxid till luft. Enligt Svenska kraftnäts tekniska riktlinjer (TR13-01) ska entreprenörer ha utbildning i sparsamt framförande av arbetsfordon.

6.4 KONSEKVENSER AV ANLÄGGANDE AV VENTILATIONSSCHAKT INKLUSIVE FÖRBINDELSETUNNLAR

Figur 6.22–6.28 visar vilka miljöaspekter som respektive ventilationsschakt bedöms beröra och dessa bilder kommer att hänvisas till i efterföljande avsnitt.

6.4.1 OMRÅDEN AV RIKSINTRESSE

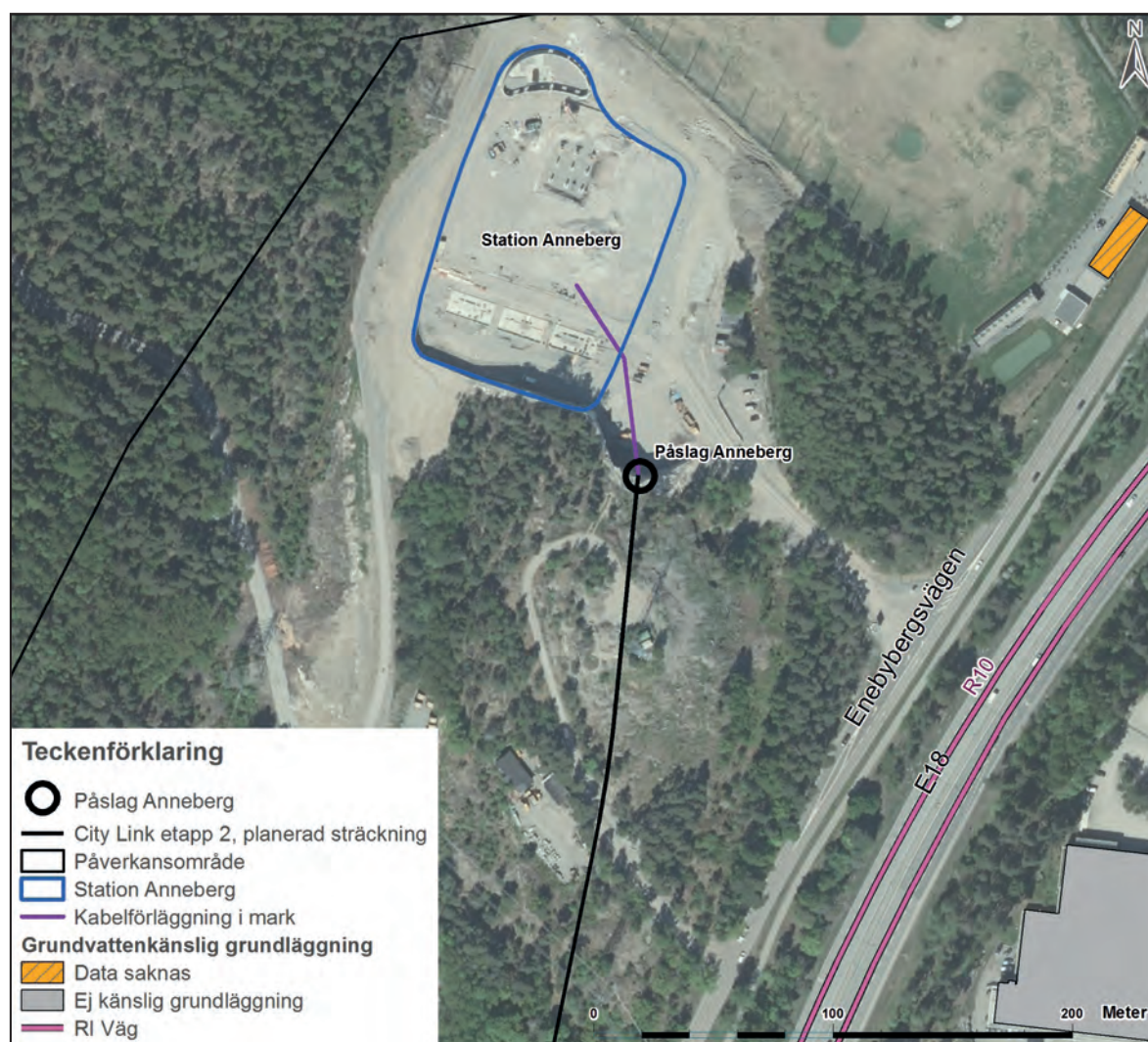
Beskrivning

Vid planering av ventilationsschakt Mörby har särskild hänsyn tagits till riksintresset för kommunikation, E18, Figur 6.23 (R10 i Bilaga 2). Likaså vid planering av ventilationsschakt Stocksundet har hänsyn tagits till riksintresset för E18, Figur 6.24, (R10) och Roslagsbanan (R6). Hänsyn har också tagits till Stadsgårdsleden (R14), som är anslutning

till hamnarna vilka är av riksintresse, samt för lokaljärnvägen Saltsjöbanan (R9) vid planering av ventilationsschakt Stadsgårdskajen, se Figur 6.24–6.27.

Två av ventilationsschakten, Frescati och KTH, Figur 6.25 och Figur 6.26, ligger inom Nationalstadsparken (R1 i Bilaga 3) som är riksintresseskyddat enligt 4 kap 7 § miljöbalken. Nationalstadsparken innehåller många naturvärden och har en stor biologisk mångfald. Detta beskrivs mer i avsnitt 6.3.1.

Ventilationsschakten Frescati, KTH och Stadsgårdskajen ligger inom riksintresse för kulturmiljövård (R4 i Bilaga 3). Tunnelpåslag Anneberg och ventilationsschakt Skanstull berörs inte av något riksintresse, se Figur 6.22 och 6.28.



Figur 6.22. Tunnelpåslag Anneberg.



Figur 6.23. Ventilationsschakt Mörby.

Konsekvenser

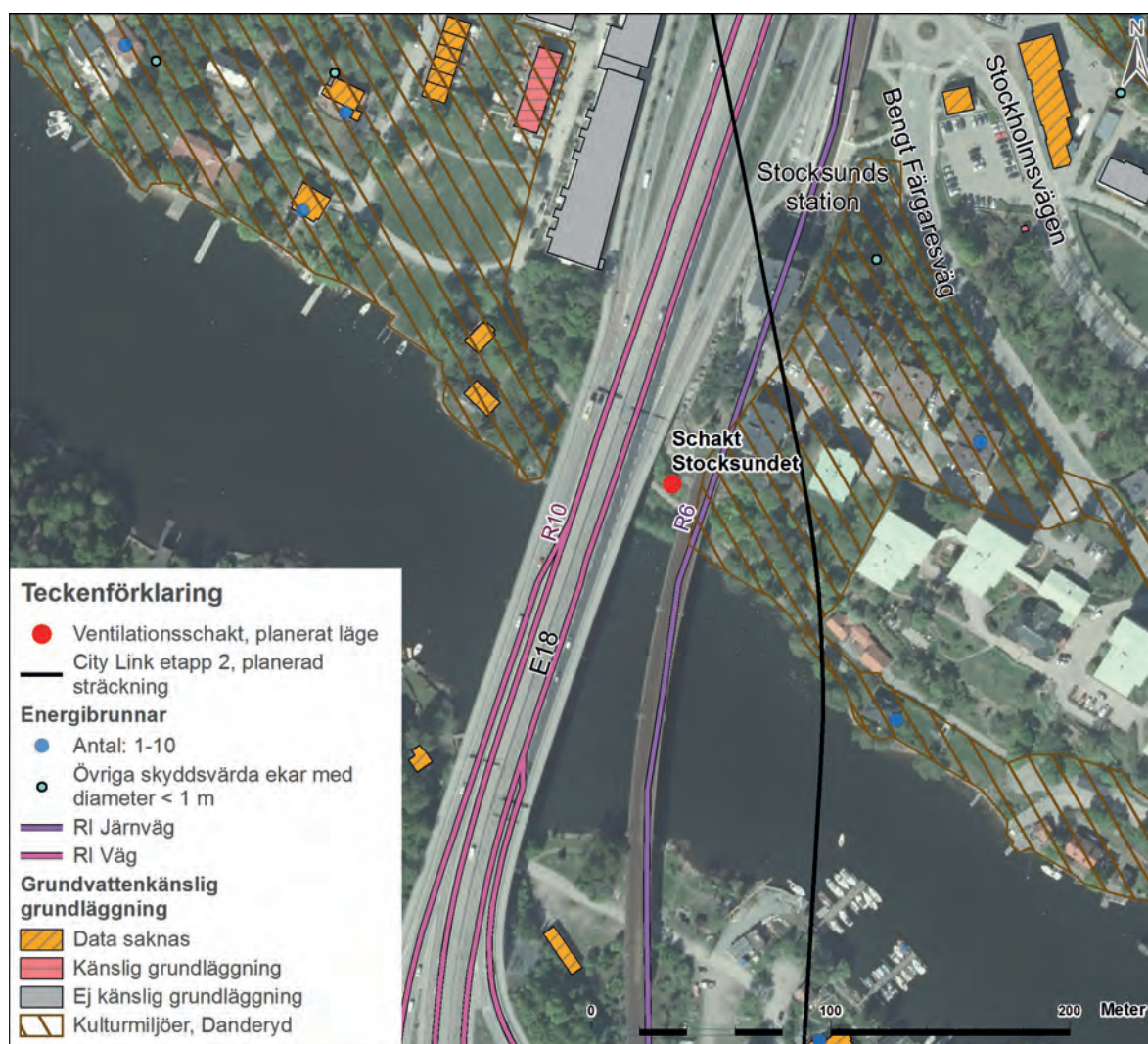
I planeringen av ventilationsschakten har hänsyn tagits till riksintressena och någon konflikt med riksintressena föreligger inte. I anläggningskedet kommer ett arbetsområde att etableras för respektive ventilationsschakt och schaktning, spontning, borrning, sprängning kommer att ske för anläggande av ventilationsutrymmena. När City Link etapp 2 är färdigbyggd kommer endast ventilationshuvorna att vara synliga.

För ventilationsschakt Stadsgårdskajen kommer schaktet och ventilationen att utformas i berget. Förslag på utformning av ventilationshuvorna för respektive ventilationsschakt har gjorts efter inkomna synpunkter i samrådsprocessen och dialog med såväl kommuner, fastighetsägare,

nyttjanderättsinnehavare som tomträttsinnehavare i syfte att anpassa ventilationshuvorna till rådande miljöer. Syftena med riksintresset för kulturmiljö (storstadsmiljö – landets politiska och administrativa centrum sedan medeltiden) bedöms inte påverkas av dessa ventilationshuvor.

Anläggande av ventilationsschakt Frescati och KTH innebär att enstaka träd behöver tas bort, vilket beskrivs mer i efterföljande avsnitt, 6.4.3 Naturmiljö. Ventilationsschakten KTH och Frescati ligger inom Nationalstadsparken som regleras av bestämmelser i 4 kap 7 § miljöbalken. Lagskyddet för Nationalstadsparken syftar till att skydda det historiska landskapet med sina natur- och kultur- samt rekreationsvärden.

”Inom Nationalstadsparken får ny bebyggelse



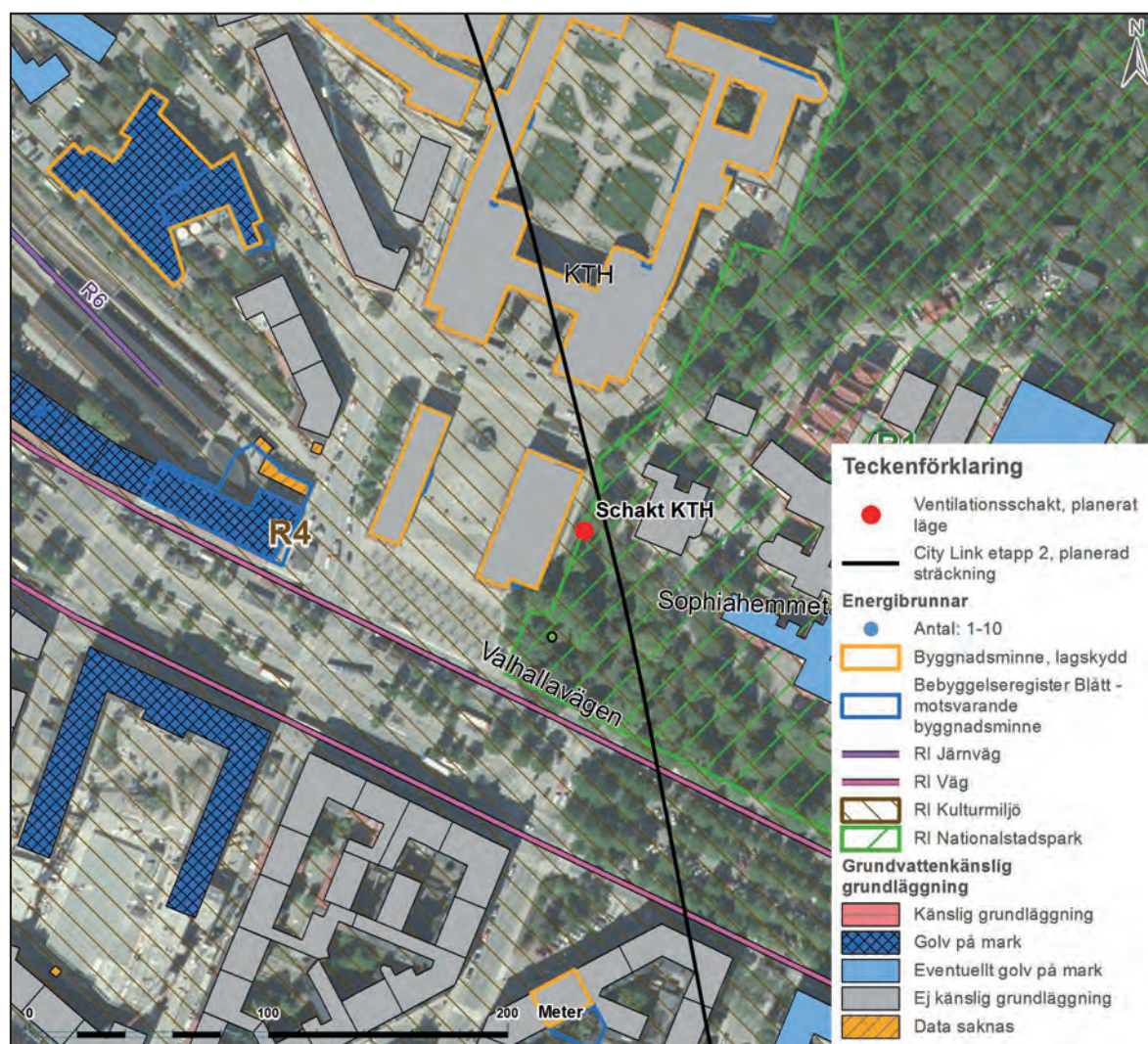
Figur 6.24. Ventilationsschakt Stocksundet.

och nya anläggningar komma till stånd och andra åtgärder vidtas endast om det kan ske utan intrång i parklandskap eller naturmiljö och utan att det historiska landskapets natur- och kulturvärden i övrigt skadas. Trots bestämmelsen i andra stycket får en åtgärd som innebär ett tillfälligt intrång eller en tillfällig skada i en nationalstadspark vidtas, om

- > åtgärden höjer parkens natur- och kulturvärden eller tillgodoser ett annat angeläget allmänt intresse, och
- > parken återställs så att det inte kvarstår mer än ett obetydligt intrång eller en obetydlig skada.”

City Link etapp 2 har till syfte att förstärka elnätet för att möta framtidens behov av säkra elleveranser och är ett angeläget allmänt intresse. Anläggande av ventilationsschakten Frescati och KTH kommer endast att innebära ett tillfälligt intrång, under byggskedet, i parklandskapet och naturmiljön. För anläggande av arbetsområdena kommer ett antal träd för ventilationsschakt Frescati och KTH att behöva tas bort. Arbetsområdena har dock anpassats utifrån att bevarandevärda träd i möjligaste mån ska skyddas. Några natur- och kulturvärden inom Nationalstadsparkens historiska landskapet bedöms därför inte skadas.

Sammantaget bedöms konsekvenserna för riksintressena som obetydliga.



Figur 6.26. Ventilationsschakt KTH.

Konsekvenser

Den grundvattensänkning som uppkommer till följd av anläggande av ventilationsschakten kan komma att påverka byggnader om dessa har en grundvattenberoende grundläggning. Identifierade byggnader inom påverkansområdena för ventilationsschakt Stocksundet, KTH, Stadsgårdskajen och Skanstull kommer att omfattas av kontroll- och skyddsåtgärder som beskrivits under avsnitt 6.3.2. Ytterligare uppgifter kring byggnadernas grundläggning kommer att tas fram i kvartersbeskrivningarna. Konsekvenserna av en grundvattensänkning vid ventilationsschakterna på byggnader och anläggningar bedöms som små.

Konsekvenser för byggnader och anläggningar kan uppkomma till följd av vibrationer

från sprängning av ventilationsschakt (framför allt Stadsgårdskajen och Skanstull), förbindelse-tunnlar samt kabeltunneln under Strömmen. Vibrationer kan medföra sättningsskador och sprickbildning på byggnader. Sprickbildningen kan vara både strukturell och kosmetisk. Vibrationer från sprängningar har beräknats enligt svensk standard "Vibration och stöt- Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader" (SS4604866:2011). Byggnader och anläggningar kommer att vara dimensionerande för vilken sprängteknik som kommer att användas samt storlek på sprängladdningarna. Eftersom sprängladdningarna dimensioneras efter omgivningen kommer riktvärden för vibrationer inte att överskridas.



Figur 6.27. Ventilationsschakt Stadsgårdskajen.

Vid alla ventilationsschakt kommer även vibrationer från schaktnings-, eventuella spontnings- och packningsarbeten att uppkomma, men vara mycket små, troligtvis under människans känseltröskel som är 0,3 – 0,5 mm/s. Denna nivå påverkar inte byggnader eller anläggningar.

Förslag till skyddsåtgärder

Identifierade byggnader med en grundvattenberoende grundläggning kommer att följas upp i samma kontrollprogram som tas fram för kabeltunneln, se vidare under kapitel 7 Kontroll och uppföljning.

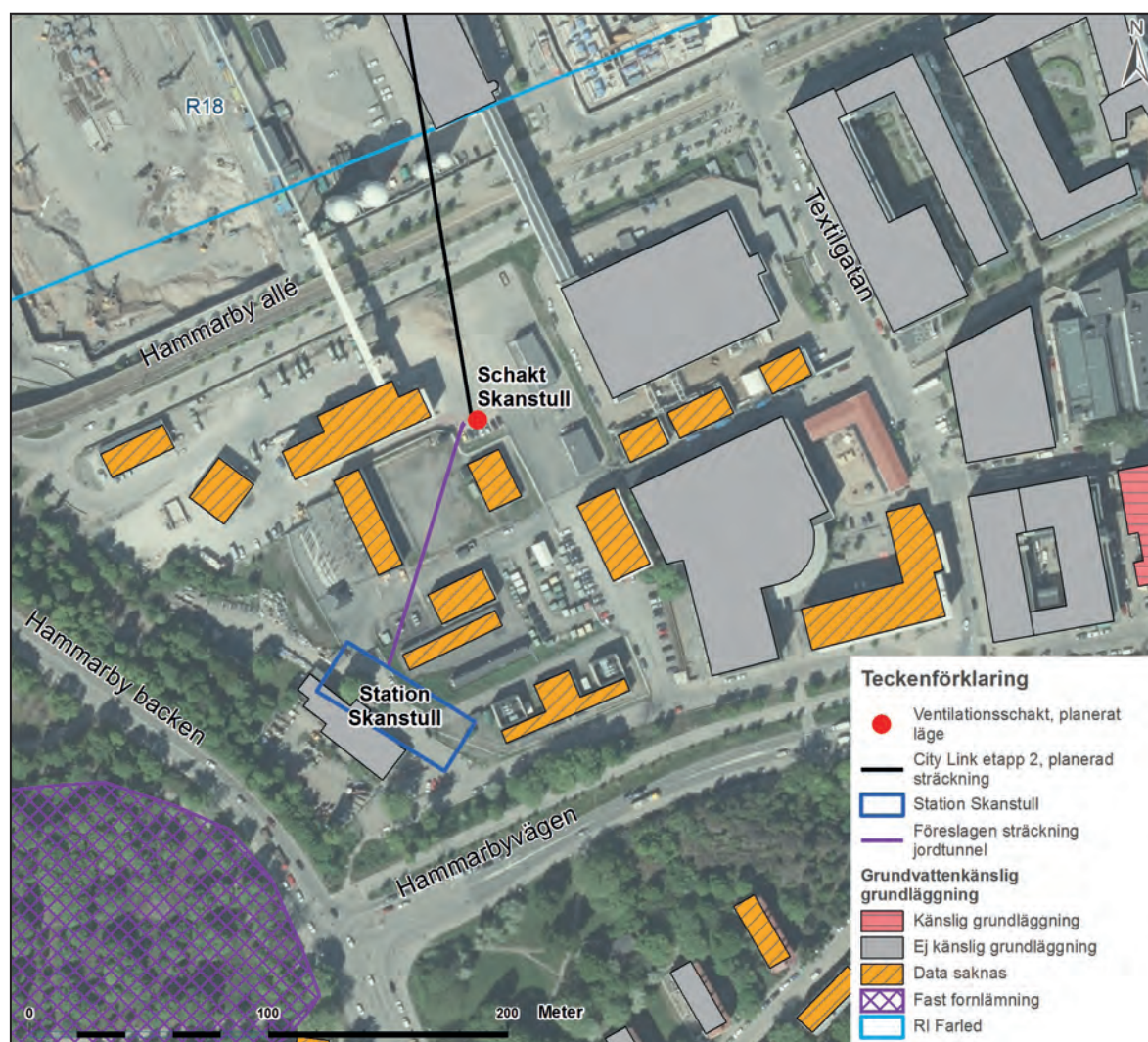
Risakanalyser har upprättats inför sprängningsarbetena, inom vilka byggnader, ovan- och

undermarksanläggningar har inventeras inom ett område av ca 75–100 meter. Tillåtna vibrationsvärden, rikt- eller gränsvärden har satts på alla dessa byggnader och anläggningar. I risakanalyserna ges förslag på mätpunktsplacering, omfattning av besiktning och behov av eventuell vibrationsisolering. I närtid inför sprängningsarbetena kommer även vibrations- eller störningskänslig utrustning eller verksamheter att inventeras och införas i risakanalysen.

6.4.3 NATURMILJÖ

Beskrivning

Vid anläggande av ventilationsschakt Mörby, Stocksundet, Frescati och KTH kommer olika naturmiljöer att påverkas i samband med anlägg-



Figur 6.28. Station Skanstull.

ningsarbetena. Tunnelpåslaget Anneberg utgörs redan idag av ett arbetsområde och några naturvärden bedöms inte påverkas av anläggande City Link etapp 2, se Figur 6.22. Ventilationsschakt Stadsgrårdskajen och Skanstull anläggs inom områden där det inte förekommer några naturvärden, se Figur 6.27 och Figur 6.28.

En trädutredning kring ventilationsschakten Mörby, Stocksundet, Frescati och KTH har utförts av Viös AB (2015b), se Bilaga 11. För de planerade ventilationsschakten har en övergripande bedömning av trädbeståndet utförts genom besiktning. För trädbeståndet vid det planerade ventilationschaktet KTH utfördes en inventering och besiktning på individnivå.

Bedömningen av träden kring ventilationsschakten har delats in i tre kategorier;

- > 1. Mycket högt bevarandevärde: Trädbeståndet består av äldre stora träd med för platsen ovanliga arter samt speciell karaktär. Trädbeståndet samt dess trädindivider bedöms ha ett unik och ovanlig habitat för området. Träden är mer eller mindre oersättliga på platsen.
- > 2. Bevarandevärde: Träden på plats är stora och äldre där vissa träd innehar en speciell karaktär. Trädbeståndet och dess individer bedöms dock inte som ett unikt habitat.
- > 3. Lågt bevarandevärde: Träden på plats är antingen allmänt vanliga, ej så stora/gamla eller i sämre vigör. Statusen på habitatet utifrån art, ålder, kondition samt karaktär gör att den bedöms som fullt ersättningsbart.

VENTILATIONSSCHAKT MÖRBY

Trädbeståndet vid ventilationsschaktet Mörby består av oxel, lind, prydnadsapel samt poppel, se Figur 6.29. Träden bedöms vara ca 30 år med en relativt låg tillväxt. De träd som växer i gräsytor har etablerat sig bäst medan träden i hårdgjorda beläggningar har en betydligt sämre vigör. Träden bedöms ha ett lågt bevarandevärde. Träd som befinner sig inom område som ska schaktas är en poppel och ett antal oxlar, vilka bedöms ha lågt bevarandevärde på grund av deras kondition och vigör.



Figur 6.29. Trädbestånd vid Mörbygårdsvägen med lågt bevarandevärde (VIÖS AB, 2015b).



Figur 6.30. Trädbeståndet vid Stocksundet (VIÖS AB, 2015b).

VENTILATIONSSCHAKT STOCKSUNDET

Träden vid planerad placering för ventilationsschakt Stocksundet består av en yngre trädpopulation som förmodligen är självförökade, se Figur 6.30. Vid strandkanten växer ca sju stycken alar och på andra sidan gångstigen mot berget finns ett uppslag av flera unglönnar som står inom det planerade arbetsområdet. Trädbeståndet på denna plats bedöms ha ett lågt bevarandevärde.

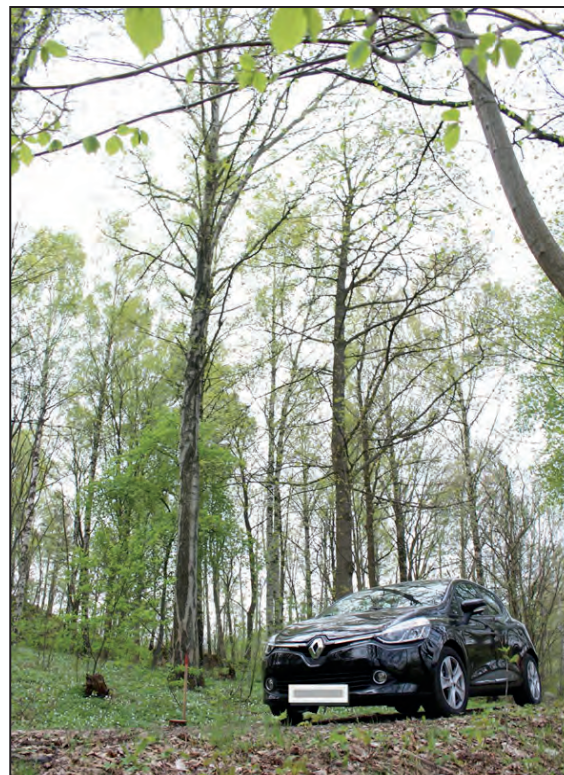
VENTILATIONSSCHAKT FRESCATI

Ventilationsschaktet Frescati är planerad i en lövträdsdominerad skog, Figur 6.31. Majoriteten av träden består av björk och ek samt inslag av skogslönn, tysklönn, tall, rönn och hägg. Åldern på träden bedöms till yngre/ medelgamla med undantag för några äldre ekar. Trädbeståndet bedöms som bevarandevärt men inte oersättligt, dels med tanke på trädens ålder och dels att majoriteten av träden består av björk som har en relativt kort livscykel.

De träd som växer inom det planerade arbetsområdet består till största delen av björkar i varierande storlek och ålder. Björkar med en omkrets över 125 cm anses skyddsvärda inom Nationalstadsparken, se kap 6.3.4. Övriga träd som växer inom det planerade arbetsområdet är asp, lönn, rönn, hägg samt ek (av mindre storlek). Precis utanför det planerade arbetsområdet, på andra sidan Vargstigen, i brynet mot ängsmarken, förekommer ekar med högt bevarandevärde.

VENTILATIONSSCHAKT KTH

Trädbeståndet vid ventilationsschakt KTH bedöms ha mycket högt bevarandevärde, och omfattar



Figur 6.31. Trädbeståndet vid det planerade ventilationsschaktet Frescati består mestadels av medel/gamla björkar. Bilen är placerad ungefär där ventilationsschaktet är planerat (VIÖS AB, 2015b).

tar unika trädindivider beträffande art, ålder och karaktär. Träden som växer inom närområdet till ventilationsschaktet är stora och gamla, bl.a bok och avenbok, som utifrån Stockholmsregionen är relativt ovanliga, se Figur 6.32. Kronstrukturen är starkt karaktärsbildande för området. Majoriteten av träden är i god kondition och bedöms kunna stå kvar på platsen i minst i 100 år till. På platsen är det dock fyra träd som är i sämre kondition som bedöms behöva tas ner inom den närmaste tiden.



Figur 6.32. Stor avenbok som kommer att kunna skyddas och sparas i samband med byggnation av ventilations-schakt KTH (VIÖS AB, 2015b).

Konsekvenser

Ventilationsschaktens placering har gjorts med hänsyn till att så få träd som möjligt ska påverkas. Generellt kommer träd som har bevarandevärde och är vitala att i möjligaste mån skyddas under anläggningstiden. För träd som bedöms kunna bevaras under anläggningstiden bör följande förutsättningar beaktas:

- > minimal förlust av rot- och jordmassor
- > bibehålla goda förutsättningar för gasutbyte i marken
- > goda förutsättningar för infiltration av regnvatten i närheten av trädet

- > bibehålla möjligheter till kontinuerlig tillförsel av organiskt material ner i marken

VENTILATIONSSCHAKT MÖRBY

Inom det planerade arbetsområdet kommer fyra träd att behöva tas ned, en poppel och ett antal oxlar, vilka bedöms ha lågt bevarandevärde på grund av deras kondition och vigör. Dessa träd bedöms med fördel kunna tas bort på grund av låg vitalitet och kondition. Övriga träd (prydnadsapel och lind) inom arbetsområdet kommer att kunna skyddas under entreprenadtiden.

VENTILATIONSSCHAKT STOCKSUNDET

Inom det planerade arbetsområdet är det endast unglönnarna i slänten som behöver tas bort. Bevarandevärdet för träd och naturmiljöer vid lokaliseringen är generellt lågt.

VENTILATIONSSCHAKT FRESCATI

Vid ventilationsschaktet Frescati bedöms ca 20 träd behöva tas bort inom det planerade arbetsområdet. Majoriteten av dessa träd är björkar i varierande storlek och ålder samt asp, lönn, rönn, hägg och ek. Träden är bevarandevärda men inte oersättliga dels med tanke på trädens ålder och dels att majoriteten av träden består av björk som har en relativt kort livscykel.

Enligt Stockholm stads definition för skyddsvärda träd i vissa delar av Nationalstadsparken inkluderas även yngre träd så kallade pionjärträd björk, sälg etc. Området för det planerade arbetsområdet har dock inte givits detta formella skydd. Dialog har förts med länsstyrelsens Nationalstadsparksgrupp och Kungliga Djurgårdens Förvaltning om lokalisering, som vid denna plats har bedömts ge minsta möjliga påverkan på naturmiljön.

Vid planering av arbetsområdet har hänsyn tagits till de skyddsvärda ekarna i brynet mot ängsmarken. Arbetsområdets stängsel sätts upp mellan ekridån och Vargstigen. Vargstigen kommer inte att breddas mot ekridån, utan istället på dess södra sida. I inventeringen, Bilaga 11, rekommenderas att schakt, sprängning samt arbetsområdet hålls så långt som möjligt från ekridån ut mot fältet, och att träd med en diameter på 30–65 cm (uppmätt 100 cm ovanmark) ska ha ett skyddsavstånd till schakt eller fyllnad på minst 5 meter. Större träd med stamdiameter

meter över 65 cm ska ha ett skyddsavstånd på 10 meter för att trädet ska kunna skyddas i samband med byggnationen. Rekommenderade skyddsavstånd kommer inte kunna hållas till samtliga träd runt arbetsområdet.

VENTILATIONSSCHAKT KTH

Vid anläggande av ventilationsschakten kommer en douglasgran och en äldre bok att behöva tas bort. Boken bedöms som minst bevarandevärd av de bokar och avenbokar som växer nära planerat ventilationsschakt. Douglasgranen är i sämre kondition och bedöms inte som bevarandevärd. Inom arbetsområdet kommer också två mindre prydnadskörbär att behöva tas bort. Övriga träd i anslutning till arbetsområdet bedöms kunna sparas och skyddas under schaktets anläggningstid.

Samlad bedömning

Sammantaget bedöms avverkning av träden för anläggande av ventilationsschakten inte påverka biotopen på respektive plats negativt och konsekvenserna på naturmiljö bedöms bli små.

Arbetsområdena kring ventilationsschakt Frescati och KTH kommer endast att innebära ett tillfälligt intrång, under byggskedet, i parklandskapet och naturmiljön. Arbetsområdena kommer att återställas efter byggskedet. Vid planering av arbetsområdena har hänsyn tagits till bevarandevärda träd. Kvarstående ventilationshuvor bedöms medföra obetydlig skada på natur- och kulturvärdena inom Nationalstadsparken samt att ventilationshuvorna tillgodoser ett annat angeläget allmänt intresse.

Förslag till skyddsåtgärder

En specifikation av skyddsåtgärder för närliggande träd som berörs av anläggningen vid KTH och Frescati kommer att göras i dialog med Kungliga Djurgårdens Förvaltning och Stockholms stad i samband med prövningen av marklov inför planerade arbeten vid ventilationsschaktet vid KTH/Sophi-ahemmet respektive i samband med framtagande av genomförandeavtal med Kungliga Djurgårdens Förvaltning. Dessa skyddsåtgärder överförs därefter till ett kontrollprogram för kontroll och uppföljning av naturmiljön och de skyddsvärda träden. Exempel på skyddsåtgärder finns i Bilaga 11.

För övriga ventilationsschaktlägen bedöms inga

skyddsåtgärder vara miljömässigt motiverade med tanke på naturmiljön och trädbestånden inte bedöms som bevarandevärda.

6.4.4 KULTURMILJÖ

Beskrivning

Ventilationsschakt Frescati, KTH och Stadsgårdskajen ligger alla inom riksintresset för kulturmiljövård (R4 i Bilaga 3) omfattande Stockholms innerstad med Djurgården, se tidigare avsnitt 6.4.1. Ventilationsschakt Frescati och KTH ligger även inom respektive delvis inom Nationalstadsparken. Inom Nationalstadsparken finns områden som är skyddade för fina kulturvärden.

Två kulturlämningar har identifierats vid ventilationsschakt Frescati och KTH. På ett avstånd av ca 20 meter från ventilationsschakt Frescati ligger stridsvagnshinder från andra världskriget (RAÄ-nummer Stockholm 845) som utgör en "övrig kulturhistorisk lämning". Inom området (ca 45 × 12 meter) ligger ungefär 45 betonghinder anlagda i tre linjer. Varje hinder är 2 × 1 meter och ungefär 1,1 meter högt. Hindren har utsatts för klotter, och är enligt RAÄ skadade. Byggnaden närmast ventilationsschakt KTH är KTH:s gamla bibliotek (RAÄ-nummer Stockholm 81:1) och är klassat som statligt byggnadsminne.

Konsekvenser

Ventilationshuvorna och dess utformning vid ventilationsschakten kan få betydelse för påverkan på omkringliggande kulturmiljöer. Bygglov kommer sökas för ventilationshuvorna. Gestaltningen av ventilationshuvorna har tagits fram i samråd med berörda kommuner, fastighetsägare och nyttjanderättsinnehavare. För ventilationsschakt Frescati har samråd även skett med Länsstyrelsens Nationalstadsparksgrupp, Kungliga Djurgårdens Förvaltning samt Statens fastighetsverk. För ventilationsschakt KTH har samråd skett med Länsstyrelsens Nationalstadsparksgrupp och Kungliga Djurgårdens Förvaltning, Akademiska hus, Sophi-ahemmet och Statens fastighetsverk.

Länsstyrelsen har gjort bedömningen att det planerade ventilationsschaktet inte ligger inom skyddsområdet för byggnadsminnet vid KTH:s gamla bibliotek och att tillstånd enligt kulturmiljölagen därför inte behövs.

Ventilationsschakt Frescati och KTH kommer till övervägande del att borrar (raiseborrning) men teknikutrymmet under mark kommer att behöva sprängas ut. Likaså kommer förbindelsetunnlarna att borrar och sprängas ut. Nitro Consult AB har beräknat vibrationer från sprängningar enligt svensk standard "Vibration och stöt- Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader" (SS4604866:2011) (Nitro Consult, 2014b). Riktvärdet är ett rekommenderat erfarenhetsmässigt värde för att minimera risken för skada och dimensioneras utifrån de vibrationsrestriktioner som finns för anläggningar i området. KTH:s gamla bibliotek bedöms därmed inte påverkas och konsekvenserna bedöms bli små.

Kulturlämningarna intill ventilationsschakt Frescati bedöms inte påverkas av de vibrationer som uppkommer vid anläggande av ventilationsschakten. Lämningarna ligger utanför arbetsområdet och kommer inte att påverkas av anläggningsarbetet.

Anläggningen av ventilationsschakten Frescati och KTH inom Nationalstadsparken bedöms inte medföra någon skada på det historiska landskapets kulturvärden. Intrånget är att betrakta som obetydligt då endast ventilationshuvorna återstår efter byggskedet.

Sammantaget bedöms konsekvenserna på kulturmiljön från anläggningsarbetena för ventilationsschakten som små.

Förslag till skyddsåtgärder

För kulturhistorisk skyddad bebyggelse som är belägen i närheten av blivande ventilationsschakt vid Frescati, KTH och Stadsgårdskajen ska Svenska kraftnät arbeta fram kontrollprogram avseende vibrationer från anläggandet av dessa ventilationschakt. Programmen ska tas fram i samråd med länsstyrelsen. Med kulturhistoriskt skyddad bebyggelse avses bebyggelse skyddad enligt kulturmiljölagen, förordningen om statliga byggnadsminnen samt blåklassad enligt Statsmuséets kulturhistoriska byggnadsklassificering.

Om det vid anläggningsarbetena inom arbetsområdet för ventilationsschakten påträffas misstänkta kultur- eller fornlämningar, avbryts arbetet och förhållandet anmäls omedelbart till länsstyrelsen enligt 2 kap. 10 § kulturmiljölagen.

6.4.5 FÖRORENAD MARK

Beskrivning

Inget av de planerade ventilationsschakten ligger nära platserna för identifierade verksamheter som kan ha förorenat mark. Således föreligger ingen risk att grundvattenbortledningen för anläggande och drift av schakten kan medföra en förhöjd risk för spridning av dessa eventuell föroreningar, se Bilaga 10.

Under 2013 utfördes miljöteknisk undersökning av Vectura Consulting AB (Svenska kraftnät 2013a,b samt 2014 a,b,c), inom lägena för ventilationsschakt Mörby, Frescati, Stadsgårdskajen och Skanstull samt för tunnelpåslag Anneberg.

Lägena för ventilationsschakt Stocksundet och KTH har flyttats sedan undersökningen. Dessa områden kommer att undersökas innan entreprenadarbetena startar.

TUNNELPÅSLAG ANNEBERG

Föroreningar finns identifierade inom tunnelpåslag Anneberg. En miljöteknisk undersökning utfördes 2009 (enbart jordprov) samt provtagning av grundvattnet under 2013. Jordproverna uppvisar PAH och aromatiska kolväten i fyllnadsmaterialet med halter över KM (känslig markanvändning) men väl under MKM (mindre känslig markanvändning) (Naturvårdsverket, 2009). I grundvattnet påvisades förhöjda halter av arsenik, bly och zink i förhållande till SGU:s bedömningsgrunder. En förenklad bedömning av spridningsrisk av funna föroreningar inom tunnelpåslag Anneberg gjordes i samband med den miljötekniska undersökningen. Inget grundvattenuttag sker i området och närmaste vattendrag/våtmark (Nora Träsk) ligger ca 2 km i västlig riktning. Inga skyddsvärda biotoper eller andra värden finns identifierade i området. Inga människor utsätts för någon exponering av föroreningarna på denna plats.

VENTILATIONSSCHAKT MÖRBY

Den genomförda miljötekniska markundersökningen visar att det fanns PAH och aromatiska kolväten i fyllnadsmaterialet i halter över MKM. Förekomsten av dessa föroreningar kan härröra från gamla fyllnadsmassor med innehåll av rester från tjärsfalt. I grundvattnet påvisades förhöjda halter av nickel i förhållande till SGU:s bedömningsgrun-

der. En förenklad bedömning av spridningsrisk av funna föroreningar inom det planerade schaktläget för ventilationsschakt Mörby gjordes i samband med den miljötekniska undersökningen. Analys av jordprover från området visar på förekomst av höga halter (över MKM) av de tyngre PAH-fraktionerna. Dessa är normalt hårt bundna till partiklar, varför spridningsrisken för dessa fraktioner bedöms som liten. Analys av grundvattenprover från området visar på låga halter av metaller, petroleumkolväten och PAH. Inget grundvattenuttag sker i området och avståndet till närmaste ytvatten (Mörbyviken) är drygt 450 meter i sydvästlig riktning.

VENTILATIONSSCHAKT FRESCATI

Den miljötekniska markundersökningen visar inga halter över KM. I grundvattnet påvisades förhöjda halter av nickel och zink i förhållande till SGU:s bedömningsgrunder.

VENTILATIONSSCHAKT STADSGÅRDSKAJEN

Den miljötekniska markundersökningen visar inga halter över KM för metaller, men väl för tunga alifatiska petroleumkolväten (> C16-C35). Halterna ligger dock under MKM. Ingen grundvattenprovtagning utfördes då synligt vatten i provgropen bedömdes utgöras av dagvatten från intilliggande väg (Stadsgårdsleden) med tung trafik.

VENTILATIONSSCHAKT SKANSTULL

Den miljötekniska markundersökningen visar inga halter över KM. I grundvattenproven påvisades förhöjda halter av nickel i förhållande till SGU:s bedömningsgrunder. Tyngre fraktioner av PAH (PAH-H) detekterades i ett prov och halterna var mer än 100 gånger högre än riktvärdena för dricksvatten. En förenklad bedömning av spridningsrisk av funna föroreningar inom det planerade schaktläget för ventilationsschakt Skanstull gjordes i samband med den miljötekniska undersökningen. PAH:er är normalt inte lösliga i vatten utan binds hårt till partiklar, varför spridningsrisken för dessa bedöms som liten. Inget grundvattenuttag sker i området och avståndet till närmaste ytvatten (Hammarbyleden) är ungefär 300 meter i nordlig riktning. Inga människor utsätts för någon exponering av föroreningarna på denna plats och skydds-

värdet är lågt. Den samlade bedömningen är att området bedöms löpa liten risk för påverkan på miljön och människors hälsa men att halterna av PAH-H i länshållningsvattnet måste följas upp i kontrollprogrammet.

Konsekvenser

Vid anläggandet av ventilationsschakten kommer jord ner till berg att schaktas bort och omhändertas. Om jordmassorna är förorenade kan länshållningsvattnet förorenas och behöva omhändertas. Utförda miljötekniska undersökningar visar att jordmassor inom tunnelpåslag Anneberg, ventilationsschakt Stadsgårdskajen och Skanstull är något förorenade (>KM) och kan återanvändas inom arbetsområdet först efter godkännande av tillsynsmyndigheten. Om massorna måste tas bort ska de transporteras till godkänd mottagare. De jordmassor som uppkommer inom ventilationsschakt Frescati är att betrakta som inerta (rena) och för dessa finns inga restriktioner. Schaktmassor som uppkommer inom ventilationsschakt Mörby är ställvis förorenade (>MKM) och ska transporteras till godkänd mottagare. Eftersom lägena för ventilationschakt Stocksundet och KTH är ändrade, sedan de miljötekniska markundersökningarna utfördes, kommer dessa områden att undersökas innan entreprenadarbetena startar. Dialog förs då med respektive miljöförvaltning.

Det länshållningsvattnet som uppkommer inom ventilationsschakten måste kontrolleras i samband med schaktningsarbetena och omhändertas i enlighet med erhållna analysvärden.

Den samlade bedömningen är att åtgärderna bedöms utgöra en liten till måttlig risk för påverkan på miljön och människors hälsa. Inga människor utsätts för någon exponering av föroreningarna på platserna och inget grundvattenuttag sker. Inte heller några skyddsvärda naturvärden finns identifierade i områdena. Konsekvenserna av anläggande av ventilationsschakten avseende förorenad mark bedöms sammantaget som små.

Förslag till skyddsåtgärder

En påträffad förorening skall enligt miljöbalken (10 kap. 11 §) snarast anmälas till miljöförvaltningen. Efterbehandlingsåtgärder, markarbeten och schaktningsarbete som vidtas i förorenade mark-

områden ska föregås av en anmälan enligt § 28 i förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Anmälan ska göras till tillsynsmyndigheten minst sex veckor innan arbetet startar.

I samband med att saneringsanmälan inlämnas kommer också ett kontrollprogram upprättas för hur förorenade massor och grundvatten ska hanteras i de enskilda områdena under schaktnings- och anläggningsarbetet. Tillämpliga skyddsåtgärder bedöms preliminärt kunna omfatta rening av förorenat schaktvatten (genom filtrering, avskiljare eller liknande), separat hantering av förorenade massor samt krav om skyddsutrustning vid arbeten då man riskerar att komma i kontakt med föroreningar.

6.4.6 UTSLÄPP AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Beskrivning

Under byggskedet kommer länshållningsvatten att behöva bortledas och släppas ut från alla ventilationsschakten. Processvatten, inläckande grundvatten och regnvatten utgör tillsammans länshållningsvatten. Mängden länshållningsvatten som kommer släppas ut varierar mellan ventilationschakten. Vid Mörby, Frescati och KTH rör det sig endast om länshållningsvatten som uppstår vid anläggande av teknikutrymme samt borrning av pilothål.

Vid Stocksundet kommer länshållningsvattnet att ledas direkt ut till recipient (Lilla Värtan/Edsviken) om samtliga riktvärden underskrids. Länshållningsvatten från ventilationsschakten kommer att hanteras på samma sätt som länshållningsvatten från kabeltunneln, avsnitt 6.3.7. Inledande möten har under hösten 2014 hållits med berörda vattenmottagare, och dessa samtal kommer att fortgå under arbetet med framtagande av kontrollprogram för länshållningsvatten.

Konsekvenser

Länshållningsvatten som uppkommer vid anläggande av ventilationsschakt innehåller finpartiklar, höga pH, och halter av kväveföreningar. Borrkax (finpartiklar) uppkommer vid bergborrning, pH höjs vid användning av cement- och betongmaterial och kväveföreningar vid användning av sprängämnen. Vid sprängning förekommer även vattning av sprängsten innan utlastning för att motverka dam-

ning vilket också medför kväveföreningar i processvattnet. Vid en eventuell olycka eller oljespill från arbetsmaskiner kan länshållningsvatten även innehålla oljeföreningar. Länshållningsvatten kan även innehålla metaller som naturligt finns i berget och som vid borrning frigörs i vattnet. Metaller binds oftast i hög grad till partiklar men en viss del av metallerna går dock i lösning och blir biotillgängligt.

Konsekvenserna på ytvattenrecipienterna från utsläpp av länshållningsvatten under anläggningsfasen av ventilationsschakten bedöms bli små. Länshållningsvattnet kommer att efter lokal rening i form av sedimentation (vid behov med flockning), oljeavskiljning och vid behov även pH-justering att släppas till befintliga spill- och dagvattensystem (för Stocksundet direkt till recipient (Lilla Värtan/Edsviken) efter lokal rening, förutsatt att riktvärdena underskrids). För Stadsgårdskajen kommer länshållningsvattnet att släppas till spill- alternativt dagvattensystemet och därefter till Strömmen. Kvävehaltigt tunnelvatten kommer efter kontroll att vid behov släppas till vattenreningsverk med kvävereningssteg.

För ventilationsschakt Stocksundet och Stadsgårdskajen kan inläckande grundvatten komma att innehålla kloridhalter. Mottagande recipient för Stocksundet (Lilla Värtan/Edsviken) är en recipient med saltvattenkaraktär varför kloridhalterna inte bedöms påverka vattenmiljön negativt. För Stadsgårdskajen kommer länshållningsvattnet att släppas till dagvattensystemet och därefter till Strömmen. Strömmen är också en recipient av saltvattenkaraktär varför kloridhalterna inte bedöms påverka recipienten negativt.

Fortsatt dialog om hanteringen av länshållningsvattnet kommer föras med vattenmottagarna. Riktvärdena kommer att fastställas i samarbete med vattenmottagarna. Erfarenheter från Trafikverkets senaste tunnelprojekt, Förbifart Stockholm, och Svenska kraftnäts kabeltunnel i Danderyd, Mörbyntunnel, kan användas som underlag för det.

Utsläpp av länshållningsvatten till recipienterna via befintliga spill- och dagvattensystem bedöms inte påverka möjligheterna att uppnå god ekologisk status år 2021 (eller enligt förslag år 2027) och god kemisk ytvattenstatus år 2015 (eller enligt förslag 2021/2027 beroende på vilken parameter som avses), vilka beskrivs i kapitel 3.

Förslag till skyddsåtgärder

Förutom föreslagna skyddsåtgärder i form av lokal rening innan länshållningsvattnet släpps till befintliga spill och dagvattensystem kommer ett kontrollprogram att tas fram för provtagning av bl.a. suspenderad halt, pH, oljeföreningar, kväveföreningar, klorid och metaller. Riktvärdena kommer att fastställas i det avtal som tas fram i dialog med berörda vattenmottagare.

6.4.7 BOENDE- OCH ARBETSPLATSMILJÖ

Beskrivning

Arbetet med att anlägga ventilationsschakt kommer att medföra både stomljud och luftburet buller som tillsammans benämns byggbuller. Stomljud uppkommer i huvudsak från olika typer av bergborrning och bergrensning med hydraulhammare. Borrning för sprängning, injekteringsborrning, borrning för bultsättning, raiseborrning, borrning för pilothål till raiseborrning samt borrning för rörspont är exempel på olika bergborrningar som kommer att orsaka stomljud vid anläggande av ventilationsschakten. Geologi och markförhållanden påverkar stomljudsutbredningen samt avstånd till närmaste bebyggelse. Homogent berg med liten sprickfrekvens och hög hållfasthet överför stomljud bättre än uppsprucket berg med låg hållfasthet. En utredning kring stomljud och luftburet buller från anläggande av ventilationsschakten har utförts av Nitro Consult AB (2015a). Beräknade stomljudsnivåer avseende bergborrning och bergrensning baseras på erfarenheter, såsom stomljudsmätningar och utvärderingar, från Norra länken och Citybanan.

Luftburet buller orsakas mer eller mindre av samtliga arbeten som utförs ovan mark. Men även arbeten som utförs under mark i de öppna schakten orsakar luftburet buller. Luftburet buller har prognostiserats vid närmaste fasad i markplan. Fasad-dämpning kan variera stort mellan olika byggnader, men schablonmässigt brukar fasaddämpningen sättas till 25 dBA (konservativ bedömning), vilket motsvarar en äldre fasad med vanligt tvåglasfönster. Med modernare fasader och framförallt modernare fönster uppnås ofta en klart högre dämpningsgrad. Flera av ventilationsschakten ligger nära högttrafikerade trafikleder (E18 vid ventilationsschakt Mörby och Stocksundet, Stadsgårdsleden vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen) och närliggande

fastigheter kan således förväntas ha högre fasaddämpning än 25 dBA. Beräkningarna för luftburet buller baseras på erfarenheter från utförda mätningar vid anläggande av Citybanan.

Konsekvenser

Konsekvenser av anläggande av ventilationsschakt som påverkar människors hälsa, boende- och arbetsmiljö förväntas i första hand uppkomma till följd av stomljud och luftburet buller.

I Naturvårdsverkets allmänna råd om byggbuller från byggplatser, NFS 2004:15, framgår riktvärden för byggbuller inomhus och utomhus (Naturvårdsverket, 2004a). Inomhus får den ekvivalenta ljudnivån (L_{Aeq}) enligt de allmänna råden inte överstiga 45 dBA dagtid (kl. 07–19), 35 dBA kvällstid (kl. 19–22) och 30 dBA nattetid (kl. 22–07). För undervisningslokal är riktvärdet inomhus dagtid 40 dBA och för arbetslokal dagtid 45 dBA. För permanentbostäder, fritidshus och vårdlokaler anges även ett värde för maximal ljudnivå (L_{Amax}) nattetid under tiden kl. 22–07.

Arbetstiden vid ventilationsschakten är planerad till vardagar kl. 07–19. Bulleralstrande arbeten under anläggandet av förbindelsetunnlar mellan kabeltunneln och ventilationsschakten planeras att ske motsvarande tider som för TBM-borrningen, se avsnitt 6.3.8.

Utredningen avseende stomljud och luftburet buller som uppkommer vid anläggande av ventilationsschakten har, på samma sätt som för andra stora infrastrukturprojekt i stadsmiljö, avgränsats till att enbart göra jämförelser med inomhusriktvärden då utomhusriktvärdena inte bedöms möjliga att innehålla med skäliga medel. Luftburet buller från pilothålsborrning för raiseborrningen, vilket kommer att äga rum vid ventilationsschakten Mörby, Stocksundet, Frescati och KTH, har inte medtagits då denna verksamhet bedöms pågå 1–2 dagar per schakt och därmed kan anses som ”verksamhet med begränsad art” som får överskrida riktvärdena med 10 dBA enligt NFS 2004:15.

Stomljudsutbredningen har enbart beräknats för berggrundlagda byggnader eftersom stomljud i byggnader grundlagda på sand, lera eller som har pålade grundläggningar kan anses försumbara. Stomljudsnivåer har beräknats för en referensbyggnad, d.v.s den byggnad i närheten av ventila-

tionsschakten som beräknas bli utsatt för störst påverkan.

Vid alla ventilationsschakt utom för ventilationschakt Stadsgårdskajen är det samma referensobjekt som valts ut för både stomljud som för luftburet buller. Vid ventilationsschakt Mörby, Stocksundet och vid KTH är det de byggnader som förväntas bli utsatta för högst bullernivåer som är referensobjekt. Vid ventilationsschakt Frescati är den mest utsatta byggnaden en bensinstation och här valdes istället Studenthuset på Stockholms Universitet som referensobjekt. I närområdet vid ventilationsschakt Skanstull finns ingen störningskänslig verksamhet identifierad utan här har närmast lokal i vilken människor vistas valts. Vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen är det Fotografiska museet som

blir mest utsatt för luftburet buller medan fastigheten (undervisningslokal) närmst ovan ventilationschaktet är valt till referensobjekt för stomljud.

Av tabell 6.13 framgår beräknade stomljudsni-
våer inomhus vid markplan för referensobjekten. I den ena kolumnen framgår antal veckor med ljudnivåer över 35 dBA och den andra antal veckor med ljudnivåer över 45 dBA. För varje våningsplan högre upp i en byggnad reduceras ljudnivån med 2 dBA.

Som framgår av tabellen kommer stomljudet ligga under riktvärdet 45 dBA under större delen av tiden i de flesta av referensbyggnaderna runt ventilationsschakten. I referenslokalen vid ventilationschakt KTH kommer dock stomljudet att ligga över 45 dBA hela tiden som anläggningsarbetena pågår. De högsta stomljudsnivåerna bedöms uppkomma

TABELL 6.13. ANTAL VECKOR MED BERÄKNADE STOMLJUDSNIVÅER (L_{Aeq}) INOMHUS JÄMFÖRT MED RIKTVÄRDEN (NFS 2004:15).

Ventilationsschakt	Verksamhet/referensfastighet	Kortaste radiella avstånd (m)	Antal veckor 35-45 dBA	Antal veckor >45 dBA
Mörby	Bostäder /August Wahlströms Väg 13,15	40	10	2
Stocksundet	Bostäder/Sikrenovägen 3	40	8	2
Frescati	Arbetslokaler/Universitetsvägen 2	140	0	0
KTH	Arbetslokaler/Valhallavägen 81, 83	5	0	11
Stadsgårdskajen	Undervisningslokaler/Fjällgatan 23 B	27	6	6
Skanstull	Övrigt (ej störningskänsligt)*/Hammarby Allé 18	45	22	0

* Inga fastigheter med störningskänslig verksamhet enligt NFS 2004:15 beräknas bli utsatta för stomljud

TABELL 6.14. ANTAL VECKOR MED BERÄKNADE LJUDNIVÅER FÖR LUFTBURET BULLER (L_{Aeq}) INOMHUS JÄMFÖRT MED RIKTVÄRDEN (NFS 2004:15).

Ventilationsschakt	Verksamhet/referensfastighet	Kortaste radiella avstånd (m)	Antal veckor 35-45 dBA	Antal veckor >45 dBA
Mörby	Bostäder /August Wahlströms Väg 13,15	40	2	8
Stocksundet	Bostäder/Sikrenovägen 3	40	30	6
Frescati	Arbetslokaler/Universitetsvägen 2	140	15	0
KTH	Arbetslokaler/Valhallavägen 81, 83	5	0	44
Stadsgårdskajen	Undervisningslokaler/Fjällgatan 23 B	22	8	22
Skanstull	Övrigt (ej störningskänsligt)*/Hammarby Allé 18	45	0	27

* Inga fastigheter med störningskänslig verksamhet enligt NFS 2004:15 beräknas bli utsatta för stomljud

av raiseborrningen och vid ventilationsschakt KTH riskerar raiseborrningen att alstra stomljuds nivåer över 80 dBA. Vid ventilationsschakt Frescati kommer stomljud inte vara hörbara i närmaste byggnaderna eftersom dessa är grundlagda på pålar. Vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen och Skanstull kommer schakten att drivas som ett sänkschakt istället för raiseborrning och för dessa schakt kommer salvborrhning och injekteringsborrhning att orsaka de högsta stomljuds nivåerna.

I tabell 6.14 redovisas beräknade ljudnivåer för luftburet buller för referensobjekten. I den ena kolumnen framgår antal veckor med ljudnivåer över 35 dBA och den andra antal veckor med ljudnivåer över 45 dBA.

Som framgår av tabellen är det främst ventilationsschakt KTH och Stadsgårdskajen som blir utsatta för störst bullerpåverkan. För ventilationschakt Frescati bedöms inga riktvärden överskridas till följd av arbetena. Inte heller för ventilationschakt Skanstull bedöms riktvärdena överskridas på grund av att inga störningskänsliga verksamheter har identifierats i närområdet vid det planerade schaktet. Vid ventilationsschakten Mörby, Stocksundet, KTH och Stadsgårdskajen bedöms riktvärdena enligt NFS 2004:15 överskridas inomhus, vardagar mellan kl. 07–19. Vid KTH förekommer förutom referenslokalen tre fastigheter med undervisningslokaler som bedöms bli utsatta för bullernivåer över 40 dBA inomhus.

Ventilationsschakt Mörby, Stocksundet och Stadsgårdskajen ligger alla tre intill högtrafikerade leder. Det är därför rimligt att anta att bullerdämpande fasadåtgärder har gjorts i berörda fastigheter vilket medför en högre dämpning än den (25 dBA) som antagits i utredningen. De mest utsatta fastigheterna vid ventilationsschakt Mörby och Stocksundet är bostäder och dessa kommer under de veckor som stomljud alstras bli störda av stomljud, som inte går att skärma av. För dessa boende kommer ersättningsboende att erbjudas när bullerriktvärdet överskrids, både i form av stomljud och av luftburet buller.

För ventilationsschakt Stadsgårdskajen är det Fotografiska som blir mest utsatt för luftburet buller. Med antagandet att Fotografiska har en bättre fasaddämpning än 25 dBA, d.v.s. cirka 30 dBA, så bedöms inomhusvärdet inte överskridas. Utförda

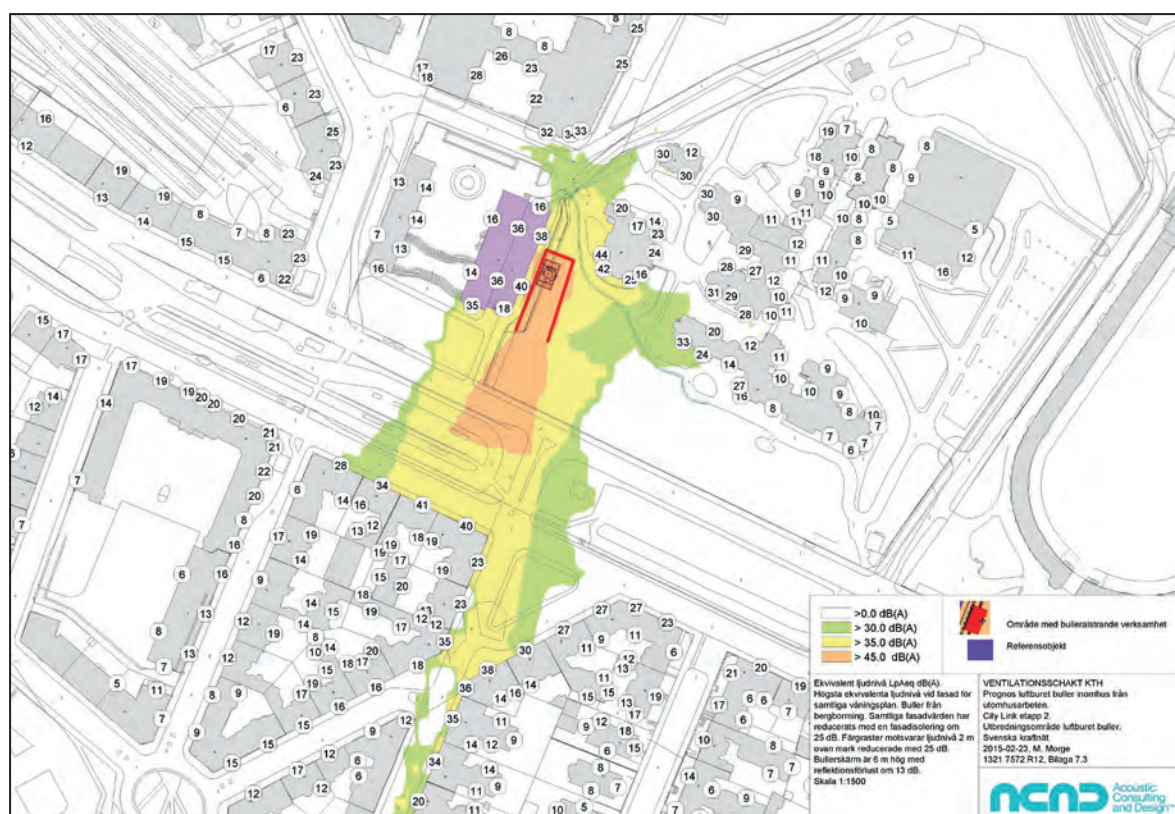
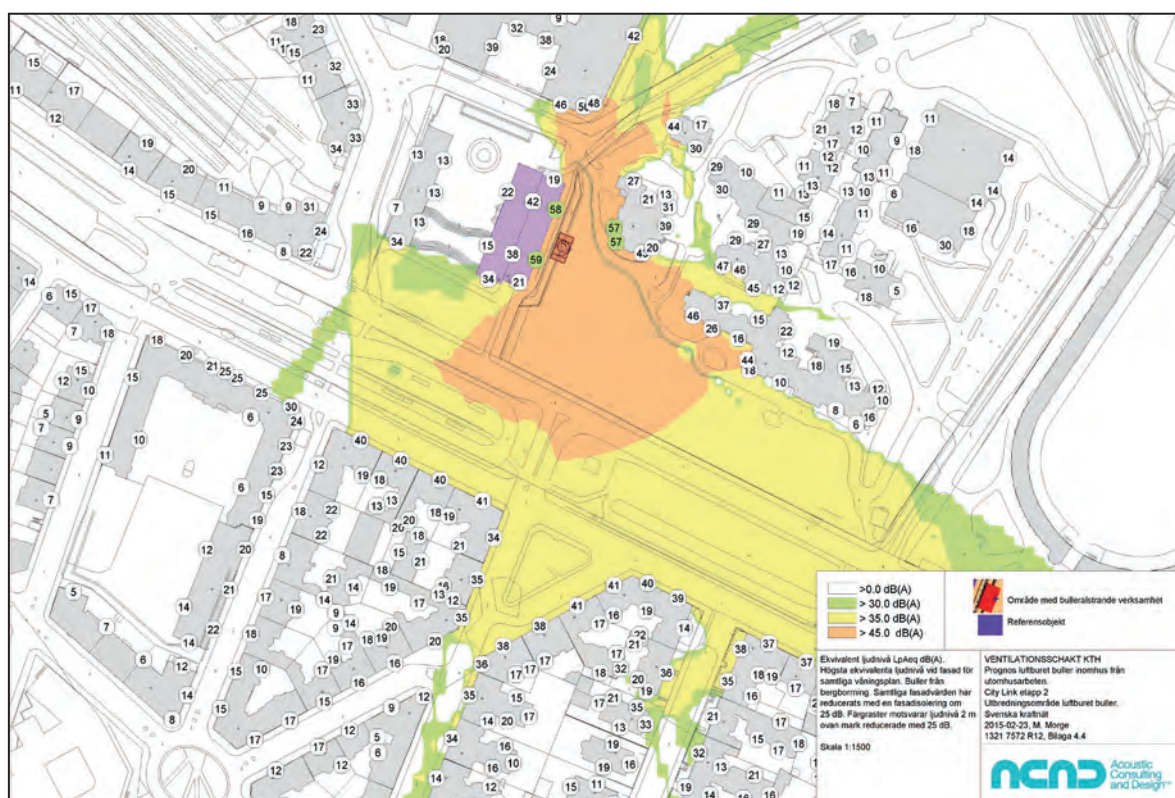
bullermodellerings visar att även två fastigheter ovanför bergsskärningen, öster om ventilationschaktet, på Fjällgatan bedöms bli påverkade av luftburet buller. I den ena byggnaden (Fjällgatan 29) förekommer bostäder och arbetslokaler och här beräknas bullernivån bli 47 dBA. I den andra byggnaden (Fjällgatan 31) förekommer en förskola (undervisningslokal) där den beräknade bullernivån i den mest utsatta delen av byggnaden, vilket är en utbyggnad i form av en glasveranda, är 43 dBA. För de boende på Fjällgatan 29 kommer ersättningsboende att erbjudas på samma sätt som gäller vid överskridande i anledning av stomljud. För förskolan på Fjällgatan 31 kommer en fortsatt utredning att göras för att bedöma vilken verklig fasaddämpning som byggnaden på Fjällgatan 31 har, varefter bedömning görs om och vilka skyddsåtgärder som är motiverade med hänsyn tagen till omfattningen av överskridande av gällande riktvärde 40 dBA, tidsperioden för överskridande, möjliga åtgärder, kostnader, miljönytta m.m.

För ventilationsschakt KTH bedöms det vara motiverat att som skyddsåtgärd mot det luftburna bullret anlägga en bullerskärm, se Figur 6.33 och 6.34. Bakgrundsnivån i området runt det planerade ventilationsschaktet bedöms som relativt lågt jämfört med beräknade bullernivåer orsakade av kommande schaktarbeten. Ett bullerplank bedöms effektivt dämpa det luftburna bullret. Dämpningsåtgärden medför också att riktvärdet för samtliga undervisningslokaler i närområdet innehålls.

Sammantaget bedöms konsekvenserna av bullrande arbetsmoment från anläggande av ventilationsschakten för människors hälsa, boende- och arbetsplatsmiljöer som små, men under kortare perioder måttliga.

Förslag till skyddsåtgärder

Bullerdämpande åtgärder i form av bullerskärm avses att genomföras vid ventilationsschakt KTH. En fortsatt utredning kring verklig fasaddämpning kommer att göras för byggnaden på fastigheten (förskolan) på Fjällgatan 31. Därefter görs bedömning om och vilka skyddsåtgärder som är motiverade, bl.a. med hänsyn till omfattningen av överskridande av gällande riktvärde 40 dBA, tidsperioden för överskridande, möjliga åtgärder, kostnader, miljönytta.



Generellt kommer ersättningsboende att erbjudas för boende om bullervärdena överskrider riktvärdet 45 dBA inomhus under fem dagar i följd, eller mer än fem dagar under en tiodagarsperiod. Avgörande får även göras i andra enskilda fall där ersättningsboende kan vara nödvändigt.

6.4.8 TRAFIK

Beskrivning

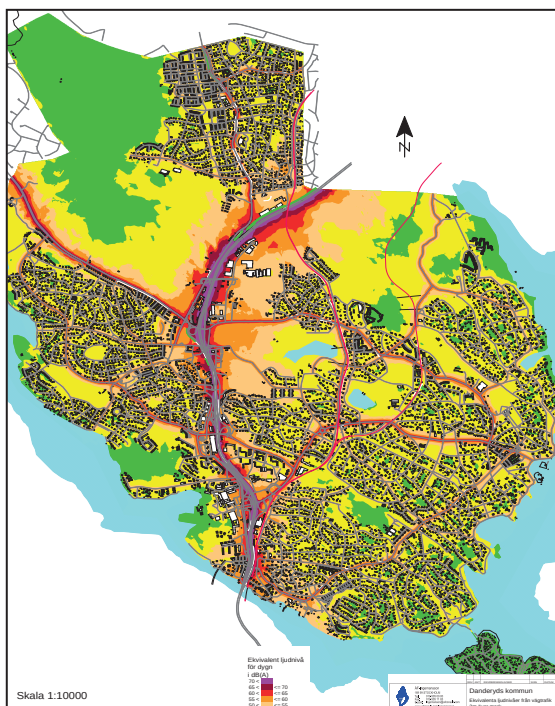
Anläggande av ventilationsschakten innebär ökad trafikbelastning av tunga fordon, tillfälligt buller och luftemissioner. Från ventilationsschakten kommer jord- och bergmassor att transporteras bort, varav bergmassor i huvudsak från ventilationsschakt Stadsgårdskajen och Skanstull. Därtill blir det transporter till ventilationsschakten med diverse arbetsmaterial såsom t.ex. betong, sponter, armering m.m.

Under kapitel 3 beskrivs de miljö kvalitetsnormer som gäller för luftemissioner och att i dagsläget överskrider både miljö kvalitetsnormen och miljömålen för kvävedioxid i Stockholms län (Trafikverket, 2014b).

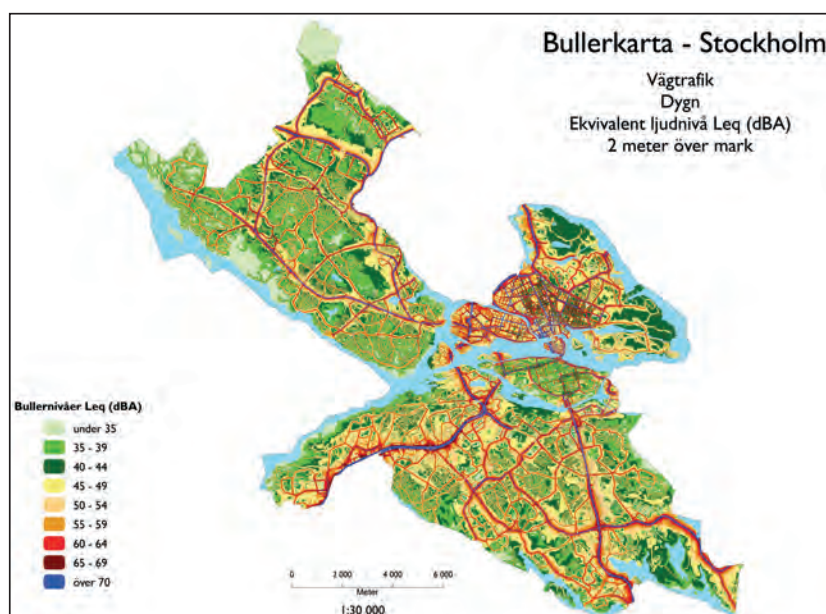
Bullersituationen i Danderyds kommun samt i Stockholms stad visar att bullersituationen idag är hög på de större ledarna samt inom centrum, se Figur 6.35 och Figur 6.36.

Konsekvenser

Bergmassor från ventilationsschakt Stadsgårdskajen och Skanstull kommer att medföra extra transporter inom Stockholm stad. Totalt kommer ca 2250 lastbilar av berg att transporteras ut från Stadsgårdskajen och ca 700 lastbilar från Skanstull under en sammanlagd tid om cirka 2,5–3 år för Stadsgårdskajen och 1 år för Skanstull.



6.36. Nuvarande bullersituation i Danderyds kommun (Danderyds kommun (2015)).



Figur 6.35. Nuvarande bullersituation i Stockholm (Stockholm Stad (2015)).

Utöver detta kommer normal byggtrafik till och från samtliga ventilationsschakt att ske några gånger per dag. Till ventilationsschakten kommer arbetsmaterial i form av betong, armering, spont mm att transporteras. Från de ventilationsschakt där jordschakt kommer att ske behöver även jordmassorna transporteras bort.

Vid transporter uppstår luftburet buller. Vid anläggande av ventilationsschakt kommer det att förekomma trafikpåverkan såsom trafikomledning och att körfält kan komma att behöva stängas av (t.ex. vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen). Påverkan är av temporär karaktär och när tunnelbyggnationen är klar kommer endast ventilationshuvorna att finnas kvar av schakten/arbetsområdet.

Anläggande av ventilationsschakten är av tillfällig karaktär vilket även den ökade belastningen av luftemissioner och buller är.

Sammantaget bedöms konsekvenserna på trafiken vid byggnation av ventilationsschakten bli måttliga och miljökvalitetsnormerna bedöms inte överskridas till följd av anläggningsarbetena.



Figur 6.37. Gestaltungsforstag for ventilationsschakt Mörby (forstag på material är rostfritt stål).

Förslag till skyddsåtgärder

Svenska kraftnät har obligatoriska miljökrav på entreprenörer att använda miljövänliga drivmedel (miljöklass 1) och ställer särskilda krav på utsläpp av koldioxid till luft. Enligt Svenska kraftnäts tekniska riktlinjer (TR13-01) ska entreprenörer ha utbildning i sparsamt framförande av arbetsfordon.

6.4.9 LANDSKAPSBILD

Beskrivning

Varje ventilationsschakt kommer att ha en ventilationshuv ovan mark. Ventilationshuvorna är det enda visuella intrycket ovan mark av City Link etapp 2, se Figur 6.37–6.42. Utseendet på ventilationshuvorna har anpassats för varje plats i samråd med respektive kommun. Materialval m.m. bestäms i kommande bygglovsprövning. Nedan presenteras gestaltungsforstag for respektive ventilationsschakt. Ventilationshuvorna for ventilationsschakt Mörby, Stocksundet, Frescati och KTH är snäckformade och inte helt cylindriska. Bredden på huvorna blir ca 7 meter och höjden blir ca 6 meter. Vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen blir det ingen överbyggnad, då ventilationsschaktet anläggs i berget.



Figur 6.38. Gestaltungsforstag for ventilationsschakt Stocksundet (forstag på material cortenstål eller rostfritt stål).

Tillträde och luftuttag sker genom ett nytt beklätt valv i bergväggen öster om Stadsgårdshissen, se gestaltungsförslag i Figur 6.41.

Överbyggnaden för ventilationsschakt Skanstull skiljer sig från övriga överbyggnader, se Figur 6.42. Måtten för denna överbyggnad är ca 5 meter hög, 115 meter lång och ca 4 meter djup.



Figur 6.39. Gestaltungsförslag för ventilationsschakt Frescati (förslag på material är cortenstål).



Figur 6.40. Förslag på utförande av ventilationsöverbyggnad med utförande i cortenstål vid ventilationschakt KTH.

Konsekvenser

Förutom ventilationshuvorna finns det inga visuella effekter av City Link etapp 2. Ventilationshuvorna kan upplevas som ett intrång i stadsbilden/landskapsbilden. Gestaltningen av ventilationshuvorna anpassas dock för varje plats i samråd med respektive kommun. Konsekvenserna för landskapsbilden bedöms sammantaget bli små.

Förslag till skyddsåtgärder

Utformningen av varje ventilationshuv har i möjligaste mån anpassats till förhållanden på platsen. Materialval m.m. kommer att bestämmas inom kommande bygglovsprövning.



Figur 6.41. Ovan: Gestaltungsförslag för ventilationschakt Stadsgårdskajen.



Figur 6.42. Gestaltungsförslag för ventilationsschakt Skanstull (förslag på material är glansigt stål).

6.5 DRIFTEN AV CITY LINK ETAPP 2

6.5.1 ANVÄNDANDE AV CITY LINK ETAPP 2

Vid användande av kabeltunnel och ventilations-schakten kommer ingen påverkan på människors hälsa att uppkomma. Användandet av kabeltunneln och ventilationsschakten kommer inte att få någon betydande inverkan på omgivningen. Det beror på att det enda avtryck som driften av City link etapp 2 ger är ventilationshuvorna vid respektive ventilationsschakt. Några förhöjda magnefält kommer inte att uppkomma i markplan vid driften av City link etapp 2 till följd av den djupa placeringen av tunneln. Användandet av kabeltunneln och ventilationsschakten medför således ingen betydande miljöpåverkan.

6.5.2 BORTLEDANDE AV GRUNDVATTEN

Beskrivning

När City Link etapp 2 är färdigbyggd kommer det att läcka in grundvatten i tunnelanläggningen även om kabeltunnel och ventilationsschakt inklusive förbindelsetunnlar tätas. För att styra tätningsarbetet har täthetskrav tagits fram för olika sträckor av kabeltunnel och för övriga anläggningsdelar.

För detaljer när det gäller tätningsarbetets utförande samt uppställda krav hänvisas till teknisk beskrivning i ansökan (Svenska kraftnät, 2015a). De största tätningsinsatserna planeras vid passage av vattenförande zoner i berg samt i områden där det förekommer objekt som kan skadas av en grundvattensänkning.

Konsekvenser

En grundvattensänkning till följd av inläckage av grundvatten i tunnelanläggningen kan medföra risk för negativa effekter på byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, naturvärden, energianläggningar och förorenade markområden. För konsekvenser av anläggande av tunnelanläggningen se kap 6.3. Risken för negativa effekter och konsekvenser är mindre under driftskedet jämfört med anläggningstiden innan slutlig tätning uppnåtts. Områden med sättningsbenägna jordar är de samma som de områden som identifierats i byggfasen.

En samlad bedömning är att konsekvenserna av bortledning av grundvatten under driften av

City Link etapp 2 är små för byggnader och anläggningar, små för undermarksanläggningar, små för naturmiljö samt obetydliga för förorenad mark.

Förslag till skyddsåtgärder

Ett kontrollprogram för uppföljning av grundvatten kommer att tas fram i vilket mätningens frekvens m.m. för kontroll av bortlett grundvatten anges.

Mätning av grundvattennivåer kommer att utföras inom de områden som det föreligger risk för sättningar. Permanent skyddsinfiltration kan bli aktuell inom områden med risk för sättningar och utifrån de skyddsobjekt som är belägna där (COWI, 2015).

6.5.3 UTSLÄPP AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Beskrivning

Permanent utpumpning av inläckande grundvatten kommer att ske vid tunnelns lågpunkter, ventilationsschakt Stocksundet och Stadsgårdskajen. Länshållningsvatten vid ventilationsschakt Stocksundet kommer att släppas till Stocksundet, i gränsområdet mellan vattenförekosterna Edsviken och Lilla Värtan, via nytt dike till strandkanten. Vid ventilationsschakt Stadsgårdskajen släpps vattnet till befintlig dagvattenbrunn som leder ut i Strömmen.

Edsviken har i dag klassificerats som otillfredsställande ekologisk status till följd av övergödning och uppnår ej god kemisk ytvattenstatus. Vattenmyndigheten har bedömt att det finns skäl till att fastställa miljö kvalitetsnormen till god ekologisk status med tidsfrist till år 2021 (nytt förslag är år 2027). Nytt förslag för god kemisk ytvattenstatus är år 2021 för tributyltenn och 2027 för antracen och PBDE.

Lilla Värtans ekologiska status har i dag klassificerats till måttlig och kemisk status uppnås ej i dag med nuvarande miljö kvalitetsnormer. Det beror på övergödning och fysisk påverkan samt förekomst av tributyltenn. Vattenmyndigheten har bedömt att det finns skäl till att fastställa miljö kvalitetsnormen till god ekologisk potential med tidsfrist till år 2021 (nytt förslag är år 2027) och god kemisk ytvattenstatus till år 2021 (nytt förslag är år 2021 gällande tributyltenn och år 2027 för antracen).

Strömmens ekologiska status har klassifice-

rats till måttlig och har fastställt miljö kvalitetsnormen till god ekologisk potential med tidsfrist 2021 (pga övergödning och fysisk påverkan). Nytt förslag på statusklassning är otillfredsställande ekologisk potential och nytt förslag på miljö kvalitetsnorm är god ekologisk potential år 2027. För den kemiska ytvattenstatusen uppnår Strömmen i dag inte god status och tidsfrist är satt till 2021 pga tributyltenn-föreningar (nytt förslag är år 2021 för tributyltenn, år 2027 för antracen, PBDE, bly och blyföreningar.)

Konsekvenser

Grundvattnet bedöms inte innehålla några ämnen som medför några negativa konsekvenser för recipienterna. Länshållningsvattnet bedöms innehålla en kloridhalt om ca 1000 mg/l. Recipienterna är alla så kallade övergångsvatten, d.v.s. vatten med salthaltskaraktär mellan kustvatten och sötvattenutflöde. Salthalten bedöms därför inte negativt påverka recipienterna efter den utspädningsseffekt som sker vid utsläppspunkten. Utpumpat grundvatten från tunneln bedöms inte påverka recipienternas möjligheter att uppfylla god ekologisk status år 2021 (nytt förslag år 2027) och god kemisk ytvattenstatus år 2021/2027 (beroende på vilken parameter som avses).

Förslag till skyddsåtgärder

Inga särskilda åtgärder anses nödvändiga.

6.5.4 BOENDE- OCH ARBETSPLATSMILJÖ

Beskrivning

Elektriska och magnetiska fält uppkommer när el produceras, transporteras och förbrukas. Fältet finns i stort sett överallt i vår miljö, kring ledningar och kring elapparatur som används dagligen i hemmet. Magnetfält sjunker snabbt med avståndet, vilket gäller såväl hushållsapparaturer som ledningar. Kring en luftledning för växelström finns ett elektriskt och ett magnetiskt fält. Spänningen mellan faserna (linorna) och marken ger upphov till det elektriska fältet medan strömmen ger upphov till det magnetiska fältet. Magnetiska fält uppstår även runt kablar.

Det magnetiska fältet mäts i mikrottesla (μT) och beror främst av strömlasten och avståndet till ledningen. Myndigheterna har inte satt några

gränsvärden för magnetfält. Valet av försiktighetsnivå i Svenska kraftnäts magnetsfältspolicy utgår därför från de samlade forskningsresultat som finns och de rekommendationer som myndigheterna har tagit fram.

Forskning som gjorts inom området har inte påvisat några samband mellan exponering för magnetfält och påverkan på hälsan vid nivåer under $0,4 \mu\text{T}$. Svenska kraftnäts magnetsfältspolicy anger därför att vid planering av nya ledningar ska magnetfälten normalt inte överstiga $0,4 \mu\text{T}$ i miljöer där människor stadigvarande vistas.

Enligt beräkningar som utförts kommer magnetfältet kring City Link etapp 2 vid årsmedelströmlast att vara mindre än $0,4 \mu\text{T}$ på ett avstånd på ca 6 meter från tunnelväggen. Några förhöjda magnetfält på markytan kommer därför inte att uppkomma ovan kabeltunneln eftersom kabeltunnel ligger på ett stort djup. Inga hus ligger inom 6 meter från tunnelväggen.

I ventilationsschaktens utrymme finns det reservkraftsanläggningar som behöver provköras. Dessa anläggningar kommer att behöva provköras ca fyra gånger per år och körs då runt 15–30 minuter. Det medför visst buller och avgasutsläpp.

Konsekvenser

Avståndet från tunneln till markytan medför att inga människor utsätts för någon magnetfältspåverkan från City Link etapp 2. Inga konsekvenser för människors hälsa kopplade till elektriska och magnetiska fält bedöms därmed föreligga.

Risk för hälsokonsekvenser kopplade till radon har utretts men avskrivits. Under driften kommer det via ventilationsschakten att ventileras ut luft innehållande radon från berggrunden. Radon späds dock snabbt ut i utomhusluften och utgör inga risker för människors hälsa eller miljö.

Provkörning av reservkraftsanläggningarna bedöms inte medföra några konsekvenser för människors hälsa och miljön.

Förslag till skyddsåtgärder

Inga särskilda åtgärder anses nödvändiga.

6.5.5 LANDSKAPSBILD

Beskrivning

Utseendet på ventilationshuvorna har anpassats för varje plats i samråd med berörda kommuner. Gestaltungsförslag på ventilationshuvorna ses i avsnitt 6.4.9.

Konsekvenser

Ventilationshuvorna kan upplevas som ett intrång i landskapsbilden. Ventilationsschakt Frescati och KTH ligger inom Nationalstadsparken och bedöms medföra obetydlig skada på parkens natur- och kulturvärden. Den samlade bedömningen av ventilationshuvornas påverkan på landskapsbilden är liten och konsekvenserna därav små.

Förslag till skyddsåtgärder

Inga särskilda åtgärder anses nödvändiga.

6.5.6 STADSPLANERING

Beskrivning

City Link etapp 2 kommer att passera under centrala delarna av Stockholm.

Konsekvenser

City Link etapp 2 medför restriktioner, inom ledningsrättsområdet, vid byggande av anläggningar i närheten av tunnelanläggningen och vid anslutningarna mellan transformatorstationerna och ventilationsschakten.

Jämfört med alternativen luftledning och markkabel kommer tunneln inte att innebära några restriktioner i markanvändning förutom för anläggande av nya tunnlar och andra undermarksanläggningar som kommer att behöva hålla erforderliga säkerhetsavstånd till tunnelanläggningen.

Förslag till skyddsåtgärder

Inga särskilda åtgärder anses nödvändiga.

07. UPPFÖLJNING OCH KONTROLL

Kontrollprogram syftar till att visa hur villkor i tillståndsbeslutet för vattenverksamheten innehålls samt hur de föreskrifter och förordningar som gäller för de planerade arbetena efterföljs. Kontroller i kontrollprogrammet inriktas både mot den påverkan som kan uppkomma, samt de effekter och konsekvenser som är följden av påverkan. Kontrollprogram skapar också underlag för styrande av skyddsåtgärder.

Kontrollerna i kontrollprogrammet kommer generellt att vara indelade enligt följande:

- > Referenskontroller – kontroller utförs innan planerade arbeten startar för att kartlägga befintliga förhållanden och för att i senare skede kunna avgöra om förändringar beror på projektets genomförande eller inte.
- > Kontroller – utförs under tiden planerade arbeten genomförs för att kontrollera miljöpåverkan.
- > Efterkontroller – utförs efter arbetena är avslutade för att följa upp eventuella miljökonsekvenser.

Kontrollprogrammet ska tas fram i god tid innan anläggningsarbetena påbörjas och i samråd med tillsynsmyndigheten.

7.1 KONTROLLER AV GRUNDVATTEN-NIVÅER

Anläggande av City Link etapp 2 innebär en grundvattenbortledning och för att dokumentera påverkan samt vilka effekter och konsekvenser som uppkommer följs detta upp av olika mätningar. Eftersom vissa effekter och konsekvenser av en grundvattenbortledning utbildas efterhand, och i vissa fall efter lång tid, inriktas kontrollen i stor utsträckning på att dokumentera bortledda mängder grundvatten samt påverkan i form av grundvattennivåsänkning.

I kontrollprogrammet kommer riskobjekt, d.v.s. byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning, energianläggningar, vattenbrunnar och naturvärden att följas upp.

De kontroller som planeras för City Link etapp 2 kommer att samordnas i den mån det är möjligt med övriga pågående vattenverksamheter som pågår i området, t.ex. Norra Länken, Södra Länken och Citybanan (alla tre är Trafikverkets projekt) samt Slussen (Stockholms Stad) och utbyggnad av tunnelbana (SLL).

För att reducera påverkan från bortledning av grundvatten kommer skyddsåtgärder att anges i kontrollprogrammet. De primära skyddsåtgärderna är:

- > Vid behov tätning av tunnelanläggningen genom förinjektering och efterinjektering.
- > Tätning av övergång mellan betongkonstruktion och bergsschakt.
- > Skyddsinfiltation - ökning av grundvattenmängd genom infiltation av vatten i övre eller undre grundvattenmagasin i jord och berg.

En ytterligare skyddsåtgärd som eventuellt kan bli aktuell är bevattning (naturmiljö).

7.2 KONTROLL AV LÄNSHÅLLNINGSVATTEN

Kontrollprogrammet kommer även att följa upp länsställningsvattnets kvalitet. Vattnet kommer att kontrolleras med avseende på bl a suspenderad halt, oljeinnehåll, pH, salinitet, kväveinnehåll och metaller. Prover tas före och efter eventuella reningssteg och analyseras av ackrediterade laboratorium. Halterna av kväve är avgörande hur vatten från sprängningarna skall omhändertas.

Under byggtiden kommer mätning av bortpumpat vatten att utföras vid avledningspunkterna. För att bestämma mängden inläckande grundvatten kommer även mängden processvatten som tillförs tunnlar och ventilationsschakt att mätas.

Under driftskedet kommer mätning av bortpumpat vatten utföras vid permanent pumpanläggning vid Stocksundet och Stadsgårdskajen.

TABELL 7.1. SAMMANSTÄLLNING AV PLANERADE KONTROLLER KOPPLADE TILL GRUNDVATTENPÅVERKAN.

	Riskobjekt	Kontrollparametrar		Förslag skyddsåtgärder
		Påverkan	Effekt/konsekvens	
Sänkt grundvattennivå genom bortledning av grundvatten	Grundvatten-beroende byggnader, anläggningar mm	Grundvattennivåer i övre/undre magasin (rör, brunn), porttryck	Sättningsmätning (dubb, markpegel mm), Besiktning	Tätning, Skyddsinfiltation, Grundförstärkning
	Naturvärden	Grundvattennivåer i övre/undre magasin (rör), markvattenhalt, Fuktighetsmätning på träd	Markvattenhalt-mätning, Naturbesiktning	Bevattning
	Energianläggningar	Vattennivåer i brunn	Minskat maximalt energikuttag, effektförlust	Åtgärder i brunn/anläggning
	Vattenbrunnar	Vattennivåer i brunn	Minskat vattenuttag	Åtgärder i brunn
Höjd grundvattennivå genom ökad grundvattenbildning (infiltation)	Källare eller annan undermarksanläggning	Grundvattennivåer i övre/undre magasin	Vattennivåer, besiktning	Justera flöden, omlokalisera infiltation
	Naturvärden	Grundvattennivåer i övre/undre magasin	Markvattenhalt-mätning, naturbesiktning	Justera flöden, omlokalisera infiltation

7.3 KONTROLL AV NATURVÄRDEN

Identifierade biotoper inom fokusområdena kommer att följas upp i kontrollprogrammet för uppföljning av grundvattennivåer. Exempel på skyddsåtgärder kan vara bevattning av träd eller andra naturmiljöer eller ersättning genom plantering i det fall skador uppkommer.

Ett kontrollprogram för uppföljning av naturvärden och skyddsvärda träd vid ventilationsschakten kommer att upprättas. I kontrollprogrammet kommer specifikationer och skyddsåtgärder för varje träd som berörs av ventilationsschakten att beskrivas.

7.4 KONTROLL AV BULLER OCH VIBRATIONER

7.4.1 STOMLJUD

Bullermätningar kommer att utföras för att följa upp villkor på riktvärden för stömljud. Bullermätningar utförs kontinuerligt inomhus i ett urval av källare med stationär mätutrustning kompletterat med handhållen och övervakad ljudmätning i bostad.

Generellt gäller att bullermätningar påbörjas strax innan borrhningsarbetena startar i syfte att registrera befintliga bakgrunds nivåer. Förutom kontinuerlig bullermätning kan stickprovsmätning eller mätning vid klagomål utföras.

7.4.2 LUFTBURET BULLER

Kontroller av villkor på riktvärden för luftburet buller sker genom bullermätning. Bullermätning kan komma att ske både som kontinuerliga mätningar och som stickprovsmätningar eller mätning vid klagomål. Bullermätningar utförs innan anläggningsarbetena startar i syfte att registrera befintliga bakgrunds nivåer.

7.4.3 VIBRATIONER

Översiktliga riskanalyser för mark- och sprängningsarbeten vid ventilationsschakten har upprättats inom vilka vibrationskänsliga byggnader, ovan- och undermarksanläggningar har identifierats.

Förslag på mätpunktsplaceringar och tillåtna vibrationsvärden har tagits fram. Mätutförande och

mätssystem skall uppfylla krav enligt Svensk Standard (SS460 48 66 och SS 02 52 11). En okulär besiktning kommer att göras enligt rekommendationer i Svensk Standard (SS 460 48 60) "Vibration och stöt – Syneförrättning – Arbetsmetoder för besiktning av byggnader och anläggningar i samband med vibrationsalstrande verksamhet".

Risikanalyserna kommer utgöra underlag till kontrollprogrammet. Inför mark- och sprängningsarbeten kommer inventering av vibrations- eller störningskänsliga utrustningar eller verksamheter att göras inom ett område av cirka 75–100 meter från tunnelsträckningen. Vibrationskänslig utrustning kommer på sätt som överenskommes med berörda att skyddas.

7.5 KONTROLL AV KULTURMILJÖ

För kulturhistoriskt skyddad bebyggelse som är belägen i närheten av planerade ventilationsschakt kommer ett separat kontrollprogram att tas fram avseende vibrationer.

08. SAMLAD BEDÖMNING

Omgivningspåverkan och negativa konsekvenser kan aldrig helt undvikas vid ett större infrastrukturprojekt som City Link etapp 2 är. Under hela samråds- och utredningsprocessen har slutlig sträckning och utformning förfinats och optimerats med utgångspunkt att minimera omgivningspåverkan och beakta de negativa konsekvenserna av projektet. TBM har valts som det tekniska alternativet för anläggningsarbetena vilket medför en kortare genomförandetid och mindre omgivningspåverkan jämfört med konventionell sprängning.

Anläggande av City Link etapp 2 innebär bortledning av grundvatten under såväl bygg- som driftskedet. Bortledning av grundvatten påverkar grundvattenmagasinen och kan ge upphov till avsänkta grundvattennivåer. Ett påverkansområde har identifierats inom vilket det bedöms att en grundvattensänkning riskerar uppkomma. Området är väl tilltaget (konservativt) och tar hänsyn till skyddsåtgärder såsom tätning i tunnel och ventilationsschakt men inte skyddsinfiltration. Utanför påverkansområdet bedöms ingen påverkan eller skada uppstå till följd av grundvattensänkning.

En grundvattensänkning kan inom påverkansområdet ge upphov till sättningar inom lerområden vilket i sig, på sikt, kan medföra skador på byggnader och anläggningar, påverka naturvärden om växttillgängligt vatten minskas samt att förändrade grundvattenströmningar kan leda till mobilisering och förändrad spridning av befintliga föroreningar i mark. Grundvattensänkning i berg kan påverka

bergborrade brunnar negativt genom att möjligt energi- och vattenuttag reduceras.

En samlad bedömning av konsekvenser av anläggande samt driften av City Link etapp 2 ses i tabell 8.1. Det alternativa djupläget under Södermalm (andrahandsalternativet) medför ett större påverkansområde men lägre stomljud. Ett större påverkansområde innebär att ytterligare sättningsbenägna leror kan komma att påverkas. Därtill tillkommer ytterligare byggnader med grundvattenberoende grundläggning och energibrunnar som kommer att behöva kontrolleras och följas upp under lång tid. Konsekvenserna av andrahandsalternativet bedöms därmed sammantaget bli mer omfattande än förstahandsalternativet. Andrahandsalternativet innebär visserligen ett lägre stomljud, men stomljuden utgör en relativt kortvarig störning.

Konsekvenserna av anläggandet av City Link etapp 2 på byggnader och anläggningar på grund av sättningar orsakade av grundvattensänkning bedöms sammantaget bli små. Skyddsinfiltration planeras att vid behov utföras inom påverkansområdet, i huvudsak begränsat till anläggningsskedet. Under driftsfasen planeras för permanent skyddsinfiltration i särskilt känsliga områden. För energibrunnar som skadas till följd av anläggandet av City Link etapp 2 kommer åtgärder att vidtas i syfte att vidmakthålla funktionen och konsekvenserna bedöms som små. Påverkan på natur- och kulturmiljö bedöms som liten och konsekvenserna bedöms som

små. I områden där det förekommit verksamheter som kan ha förorenat marken bedöms inte grundvattenbortledningen medföra någon ökad spridningsrisk av de eventuella föroreningar som kan finnas i marken.

Buller, stömljud och vibrationer uppkommer under anläggningsfasen och en anpassning av arbetstider under dygnet utifrån förekomsten av boende och verksamheter längs sträckningen och vid ventilationsschakten har utretts som en skyddsåtgärd för att minimera bullerpåverkan för boende m.fl. Konsekvenserna bedöms sammantaget bli små till måttliga.

Under anläggningsfasen kommer även trafiken att påverkas med hänsyn till ökade transporter till och från ventilationsschakten. Konsekvenserna härav bedöms bli måttliga.

Efter färdigställande av tunnelanläggningen kommer den enda påverkan på landskapsbilden vara ventilationshuvorna ovan mark. Utformningen av ventilationshuvorna har skett i samråd med berörda kommuner.

Utsläpp av bortlett grundvatten, i byggskedet även processvatten, kommer att, efter lokal rening bestående av sedimentation, oljeavskiljning och vid behov även pH-justering, att släppas till befintliga dag- och spillvattensystem. Länshållningsvatten kommer också om vattenkvaliteten tillåter att släppas direkt till recipient vid ventilationsschakt Stocksundet (recipient Lilla Värtan/Edsviken). I driftskedet kommer grundvattnet att släppas från Stocksundet och Stadsgårdskajen direkt till recipienterna.

Utsläpp av bortlett grundvatten, bedöms inte påverka möjligheten för recipienterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus. Den samlade bedömningen är även att anläggande och drift av City Link etapp 2 inte motverkar miljö kvalitetsmålen mer än temporärt under anläggningstiden (exempelvis buller och luftemissioner från anläggningsarbetena), se tabell 8.2 för en sammanställning.

TABELL 8.1. SAMLAD BEDÖMNING AV KONSEKVENSERNA FÖR ANLÄGGANDE AV KABELTUNNELN OCH VENTILATIONSSCHAKT SAMT DRIFT AV TUNNELANLÄGGNINGEN.

	Anläggande av kabeltunnel	Anläggande av ventilationsschakt	Drift av tunnelanläggningen
Riksintressen	Obetydlig	Obetydlig	*
Byggnader- och anläggningar	Små	Små	Små
Undermarksanläggningar	Små	*	Små
Naturmiljö	Små	Små	Små
Kulturmiljö	Små	Små	*
Förorenad mark	Obetydlig	Små	Obetydlig
Utsläpp av länshållningsvatten	Små	Små	Obetydlig
Boende- och arbetsplatsmiljö	Små/måttliga	Små/måttliga	Obetydlig
Trafik	Små	Måttliga	*
Landskapsbild	*	Små	Små
Stadsplanering	*	*	Små

*Ej relevant att konsekvensbedöma

TABELL 8.2. SAMLAD BEDÖMNING AV BYGG- OCH DRIFTSKEDET PÅ MILJÖMÅLEN.

Miljömål	Samlad bedömning
Begränsad klimatpåverkan Frisk luft Bara naturlig försurning	Anläggande av City Link etapp 2 bedöms enbart ge en temporär påverkan genom luftemissioner från transporter och arbetsmaskiner. Svenska kraftnät har obligatoriska miljökrav på entreprenörer att använda miljövänliga drivmedel (miljöklass 1) och ställer särskilda krav på utsläpp av koldioxid till luft. Enligt Svenska kraftnäts tekniska riktlinjer (TR13-01) ska entreprenörer ha utbildning i sparsamt framförande av arbetsfordon. City Link etapp 2 bedöms inte påverka MKN för luftemissioner.
Giftfri miljö	Användning av kemikalier kommer att följa Svenska kraftnäts kemikalieinstruktion som syftar till att endast för ändamålet godkända kemikalier kommer att användas.
Säker strålmiljö	City Link etapp 2 förläggs på sådant djup att inga elektriska eller magnetiska fält kommer att alstras i markplan. Magnetfälten från de korta kabelsträckor som i anslutning till stationerna förläggs som markkabel respektive i jordtunnel kommer också vara i enlighet med Svenska kraftnäts magnetfältspolicy.
Ingen övergödning	Kvävehaltigt länshållningsvatten i samband med sprängningsarbeten under byggskedet kommer att ledas till reningsverk i enlighet med överenskomna riktvärden.
Levande sjöar och vattendrag Havi balans samt levande kust och skärgård	Länshållningsvattnet under byggskedet kommer att renas lokalt och kontrolleras mot de riktvärden som kommer att fastställas med vattenmottagarna. City Link etapp 2 bedöms inte påverka möjligheten för recipienterna att uppnå miljökvalitetsnormerna god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus.
Myllrande våtmarker Ett rikt växt- och djurliv	Påverkan av City Link etapp 2 på biotoper inom påverkansområdet bedöms som liten. Inom ramen för ett kontrollprogram kommer identifierade fokusområden att följas upp.
Grundvatten av god kvalitet	City Link etapp 2 bedöms inte påverka grundvattenkvaliteten inom påverkansområdet. Påverkan på byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning kommer att följas upp inom ramen för kontrollprogram för styrning av eventuella skyddsåtgärder.
God bebyggd miljö	City Link etapp 2 bidrar positivt till att upprätthålla en god infrastruktur för energisystemet. Energisystemet kommer att vara integrerat i stadsplaneringen och anpassat efter människors behov.

09. REFERENSER

- Axelsson, C-L, Follin, S., 2000. Grundvattensänkning och dess effekter vid byggnation och drift av ett djupförvar. SKB Rapport R-00-21.
- Collinder, P., 2012. E4 Förbifart Stockholm. PM kompletterande natur- och kulturmiljöutredningar, metodikrapport. Framtagen av Ekologigruppen på uppdrag av Trafikverket.
- COWI AB, 2014a, Fältbesök i naturområden med risk för påverkan från sänkta grundvattennivåer inom projektet City Link, författare E. Heyman
- COWI AB, 2014b. Hydraulisk naturvärdesinventering Danderyd och Norra Djurgården.
- COWI AB, 2015, City Link Tunnel - PM Hydrogeologi, författare Sandqvist U. mfl
- Danderyds kommun, 2003, Kulturmiljöhandbok för Danderyds kommun
- Danderyds kommun, 2006, Översiktsplan 2006
- Danderyds kommun, 2010, Trafik/bullerbidrag <http://www.danderyd.se/Global/Trafik,%20infrastruktur/Trafik/bullerkarta%20f%c3%b6r%20Danderyds%20v%c3%a4gn%c3%a4t.pdf>
- Danderyds kommun, 2013, Förslag till Översiktsplan 2030
- Ekstam, U., Forshed, N., 1996. Äldre fodermarker. Naturvårdsverket förlag.
- Enetjärn Natur AB, 2014, Kartläggning av detaljplaner – Detaljplaner som berörs av City Link inom Danderyds, Solnas och Stockholms kommuner, 2014-11-24.
- Gustafsson, L., Berg, Å., Ehnström, B., Hallingbäck, T., Jonsell, M., Weslien, J., 1995, Skogens rödlistade arter. Fakta skog nr 2 1995. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2014, Norra Östersjöns vattendistrikt, grundvatten (hämtad 2014-04-04), <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/norra-ostersjon/Pages/default.aspx>
- Hamrén, U., Collinder, P., Allmér, J., 2010, Bortledning av grundvatten från en slutförvarsanläggning i Laxemar. Beskrivning av konsekvenser för naturvärden och produktionsmark. Ekologigruppen AB på uppdrag av SKB.
- Huskvarna Ekologi, 2011, Nora Träsk, Nätprovfiske
- L. Weismann, 2014, Utsläpp från tunnelsprängning till ytvatten med fallstudier vid Gerumstunneln och Ulricehamnstunnel, Uppsats för anläggande av filosofie matsterexamen, Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs Universitet, juni 2014

- Länsstyrelsen Sockholm, 2012, Vård och utvecklingsplan för Kungliga Nationalstadsparken, Rapport 2012:33.
- Länsstyrelsen Stockholm, 2014a, Miljömål (hämtad 2014-04-03), <http://www.lansstyrelsen.se/stockholm/sv/miljo-och-klimat/miljomal/Pages/default.aspx>
- Länsstyrelsen Stockholm, 2014b, Webb-gis, Stockholms planeringsunderlag, <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>
- Länsstyrelsen Stockholm, 2014c, Webb-GIS, Vattenkartan, (hämtad 2014-12-19), www.viss.lansstyrelsen.se
- Länsstyrelsen Stockholm, 2014c, Kulturmiljöenheten, Sofia Andersson 140820
- Naturvårdsverket, 2009, Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning, rapport 5976
- Naturvårdsverket, 2013a, Miljökvalitetsnorm för buller, (hämtad 2014-04-04), <http://www.utslappshandel.se/sv/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljokvalitetsnormer/Miljokvalitetsnorm-for-buller/>
- Naturvårdsverket, 2013b, Miljökvalitetsnorm för luft, (hämtad 2014-04-04), <http://www.utslappshandel.se/sv/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljokvalitetsnormer/Miljokvalitetsnormer-for-utomhusluft/>
- Naturvårdsverket, 2013c, www.miljomal.nu
- Naturvårdsverket, 2004a, NFS 2004:15, Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggsplatser
- Naturvårdsverket, 2004b, Rapport 5411, Åtgärdsprogram för särskilt skyddsvärda träd i kulturlandskapet
- NFF, 2009, Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg, Oslo, Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk.
- Nitro Consult AB, 2014 City Link etapp 2, Omgivningspåverkan akustik – stomljud och vibrationer från TBM-borrning, författare Lind C., Linddahl E.
- Nitro Consult AB, 2015a City Link etapp 2, Omgivningspåverkan akustik – stomljud och luftburet buller från ventilationsschakt, författare Lindgren S.
- Nitro Consult AB, 2015b, Översiktlig riskanalys schakt Mörby, författare Linddahl E, 2015-04-27.
- Nitro Consult AB, 2015c, Översiktlig riskanalys schakt Stocksundet, författare Morge R, 2015-04-17.
- Nitro Consult AB, 2015d, Översiktlig riskanalys schakt Frescati, författare Morge R, 2015-04-17.
- Nitro Consult AB, 2015e, Översiktlig riskanalys schakt KTH, författare Lind C, Morge R, 2015-04-17.
- Nitro Consult AB, 2015f, Översiktlig riskanalys schakt Stadsgårdskajen, författare Linddahl E, 2015-04-17.
- Nitro Consult AB, 2015g, Översiktlig riskanalys schakt Skanstull, författare Linddahl E, 2015-04-17.
- Norén, M., Nitare, J., Larsson, A., Hultgren, B., Bergengren, I., 2002. Handbok för inventering av nyckelbiotoper. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Riksantikvarieämbetet, 2009, Riksintressen Stockholm, 2009-09-09 (www.raa.se)
- Skogsstyrelsen, 2003. Våra ädla lövträd. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Skogsstyrelsen, 2009. Skötsel av ädellövskog. Skogsskötselserien nr 10.
- Solna kommun, 2011, Översiktsplan för dagens och

framtidens Solna 2006–2025

Stockholm Stad, 2014, miljöbarometern
http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/mhu/10/0707_boende_bullerintervall.pdf

Stockholms Stad 2010, Översiktsplan

Stockholm Stad 2009, Översiktsplan Nationalstadsparken

Svenska kraftnät, 2015a, City Link etapp 2 - Teknisk beskrivning, författare Magnus Leander.

Svenska kraftnät, 2015b, Granskning av kemiska produkter - Guide till Svenska kraftnäts entreprenörer, 2015–02–20.

Trafikverket, 2011, Miljöanpassad hastighet på E18, Danderyds kommun, Stockholms län, Resultatrapport, forskningsuppdrag december 2010

Vectura Consuting AB, 2013a, Schaktplats Mörby Centrum - PM Miljöteknisk markundersökning, Författare E Peters

Vectura Consuting AB, 2013b, Excavating site Frescati - PM Environmental site investigation, Författare E Peters

Vectura Consuting AB, 2014a, Excavation site Anneberg - MD_NE010A, Författare A Lindelöf

Vectura Consuting AB, 2014b, Excavation site Stadsgård - MD_NE010F, Författare A Lindelöf. mfl

Vectura Consuting AB, 2014c, Excavation site Skanstull - MD_NE010G, Författare P Rylander. mfl

Vattenmyndigheterna, 2009, Miljökvalitetsnormer för Norra Östersjöns vattendistrikt

VIÖS AB, 2015a, Projekt City Link etapp 2 Konsekvensutredning gällande grundvattensänkning

VIÖS AB, 2015b, Projekt City Link etapp 2 Trädbesiktning ventilationsschakt

Övriga referenser

Danderyds kommun (2003), Kulturmiljöhandbok för Danderyds kommun

Danderyds kommun (2006), Översiktsplan 2006

Danderyds kommun (2013), Förslag till Översiktsplan 2030

Huskvarna Ekologi (2011), Nora Träsk, Nätprov-fiske

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

Naturvårdsverket (2004), Rapport 5411, Åtgärdsprogram för särskilt skyddsvärda träd i kulturlandskapet

Solna kommun (2011), Översiktsplan för dagens och framtidens Solna 2006–2025

Trafikverket (2011), Miljöanpassad hastighet på E18, Danderyds kommun, Stockholms län, Resultatrapport, forskningsuppdrag december 2010

Vattenmyndigheterna (2009), Miljökvalitetsnormer för Norra Östersjöns vattendistrikt

10. FÖRTECKNING BILAGOR

BILAGA 1A. SAMRÅDSREDOGÖRELSE

BILAGA 1B. BESLUT OM BETYDANDE MILJÖPÅVERKAN

BILAGA 2. RIKSINTRESSEN - INFRASTRUKTUR

BILAGA 3. RIKSINTRESSEN - NATUR OCH KULTUR

BILAGA 4. GRUNDVATTENKÄNSLIG GRUNDLÄGGNING

BILAGA 5. ENERGIANLÄGGNINGAR

BILAGA 6A. NATURVÄRDEN

BILAGA 6B. NATURVÄRDEN TABELL

BILAGA 7. TRÄD OCH GRUNDVATTENPÅVERKAN

BILAGA 8. KULTURHISTORISKA BYGGNADER

BILAGA 9. FORNMINNEN

BILAGA 10. FÖRORENAD MARK

BILAGA 11. TRÄDUTREDNING
