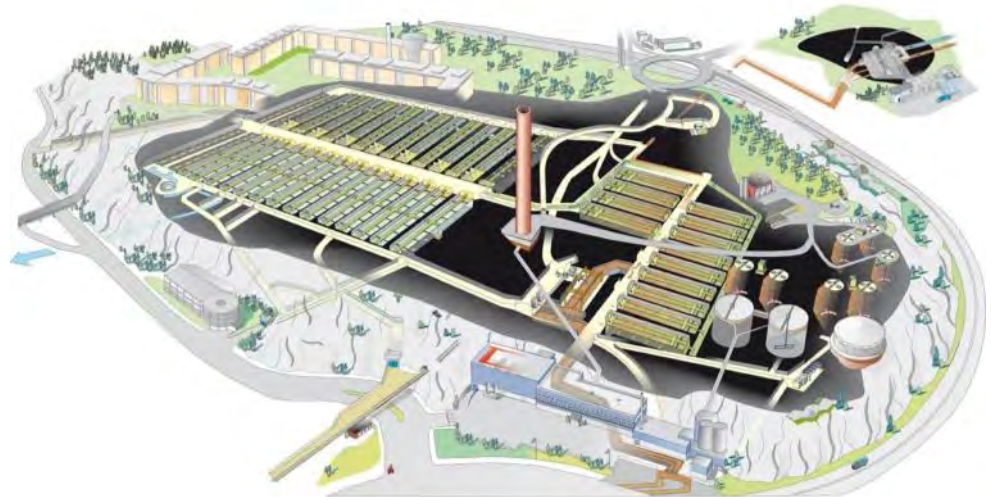


Stockholms framtida avloppsrening

Miljökonsekvensbeskrivning för tillståndsansökan enligt 9 och 11 kap. miljöbalken



Läsanvisning

Olika läsare har olika syften och läser också miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) på olika sätt beroende på tidigare kunskap om projektet, om man är boende nära tunnelsträckningen, beslutsfattare, företrädar någon myndighet med särskilt ansvar, teknisk konsult som ska arbeta med projektet i nästa skede och så vidare. Därför kan en läsanvisning underlätta läsandet.

Sammanfattningen ger en koncentrerad och lättillgänglig bild av hela projektet och dess miljökonsekvenser. I kapitel 1, Inledning redovisas bakgrunden till projektet, hur miljökonsekvensbeskrivningen har tagits fram och vilka samråd som bedrivits. I kapitel 2, Nuläge redogörs för hur Bromma och Henriksdals reningsverk samt avloppsledningsnätet är uppbyggt idag.

Kapitel 3, Planerad verksamhet, bygger vidare på beskrivningarna av de olika anläggningarna och redogör för de förändringar som planeras som Stockholm Vatten söker tillstånd för. Under kapitel 4, Alternativ, redogörs för alternativa lokaliseringar, utformningar och tekniska lösningar för att uppnå syftet med projektet, en långsiktigt hållbar lösning för avloppsrening i Stockholm. I detta kapitel motiveras också varför olika alternativ valts bort. Dessutom beskrivs ett så kallat nollalternativ, vad som skulle hända om den planerade verksamheten inte genomförs.

I kapitel 5, Förutsättningar, beskrivs dels omgivande landskap, natur- och kulturvärden, vattenförekomster, närboende med mera, och dels de administrativa förutsättningarna för projektet, såsom befintliga domar och tillstånd, planförhållanden och andra gällande bestämmelser.

Utifrån den planerade verksamheten som beskrivits i kapitel 3 och de förutsättningar som redovisats i kapitel 5, redovisas de centrala delarna i MKB, skyddsåtgärder och konsekvensredovisning, i kapitel 6. Miljökonsekvenserna delas upp utifrån om de berör byggskede eller driftskede. I kapitel 7, Information, övervakning och kontroll redogörs för hur Stockholm Vatten kommer att säkerställa att föreslagna skyddsåtgärder vidtas och hur detta kommer att kommuniceras till närboende och myndigheter. Kapitel 8, Samlad bedömning, ger en samlad och övergripande beskrivning av miljökonsekvenserna för varje ämnesområde och för projektet som helhet.

I kapitel 9 finns ordförklaringar. I dokumentet används en del fackuttryck av naturvetenskaplig, teknisk eller juridisk karaktär som behövs för att beskrivningarna ska bli korrekta. För att underlätta läsandet finns en ordlista med förklaringar till alla ord som författarna har bedömt vara fackuttryck.

Sammanfattning

Befolkningstillväxt kräver utökad avloppsrening

Från år 2000 har Stockholms stads befolkning ökat från ca 750 000 till ca 900 000 invånare. 2040 förväntas det bo minst 1 150 000 människor i staden. Den snabba tillväxten innebär att kapaciteten för avloppsrening behöver utökas på ett sätt som gör att dagens och framtidens miljökrav uppfylls.

Valt alternativ – ökad kapacitet och positiva miljöeffekter

Fyra huvudalternativ samt ett nollalternativ har utretts. Det mest fördelaktiga från miljömässiga, tekniska och samhällsekonomiska utgångspunkter bedömdes vara att fokusera avloppsreningen till reningsverket i Henriksdal och stänga Bromma reningsverk. Det valda alternativet har tillsammans med alternativ 2 och 3 de mest positiva miljöeffekterna av de fyra huvudalternativen och det valda alternativet har den lägsta kostnaden.

Efter genomförandebeslut i Stockholms stads kommunfullmäktige i maj 2014 söker Stockholm Vatten nu därför tillstånd enligt miljöbalken för utökad och förändrad verksamhet vid Henriksdals reningsverk inklusive avloppsnät samt för en ny avloppstunnel som ska gå 30-90 meter under marken från Bromma till Henriksdal.

Ombyggnaden av Henriksdals reningsverk säkrar avloppsreningen i Stockholm fram till 2040. Därefter finns möjlighet till ytterligare utbyggnad av reningsverket. Utöver ökad reningskapacitet innebär satsningen förbättrad vattenkvalitet både i Mälaren och i Östersjön.

Med den nya avloppstunneln utökas ledningsnätet, vilket innebär att risken för att nätet ska bli överfullt minskar. Därmed kommer nödutsläppen av orenat avloppsvatten till Mälaren att minska kraftigt.

Genom införande av så kallad membranteknik i Henriksdalsverket väntas utsläppen av kväve minska med 40 procent från 10 mg till 6 mg per liter. Utsläppen av fosfor väntas minska med 33 procent från 0,3 mg till 0,2 mg per liter. Membrantekniken ger också nya möjligheter att rena vattnet från bakterier, virus, mikroplast och läkemedelsrester.

Ansökans innehåll

I korthet ansöker Stockholm Vatten om följande förändringar:

1. Fördubblad kapacitet för avloppsrening i Henriksdals reningsverk samt ökad kapacitet för förbehandling och en ny pumpstation i Sickla. Reningsverksamheten sker fortsatt inne i Henriksdalsberget.
2. Fem istället för dagens tre utsläppsrör vid Danvikstull.
3. Utökad biogasutvinning ur matavfall i Henriksdals reningsverk, med anledning av att Stockholm Vatten vid halvårsskiftet tog över renhållningsverksamheten från Trafikkontoret i Stockholms stad.
4. Utökning av avloppsnätet från dagens ca 200 mil med ytterligare 1,5 mil i form av en ny avloppstunnel från Bromma till Henriksdal. Tunnelns sträckning har planerats för att påverka fastighetsägare i så liten utsträckning som möjligt och går därför nästan helt under allmän mark, se Figur 0.2.

I de fall då tunneln går under fastigheter kommer noggranna besiktningar av fastigheterna att genomföras före och efter att tunneln dras fram. Med dagens teknik är det mycket ovanligt att fastigheter påverkas av tunnelarbeten. Om det ändå skulle uppstå någon skada kommer Stockholm Vatten ersätta berörda fastighetsägare fullt ut.

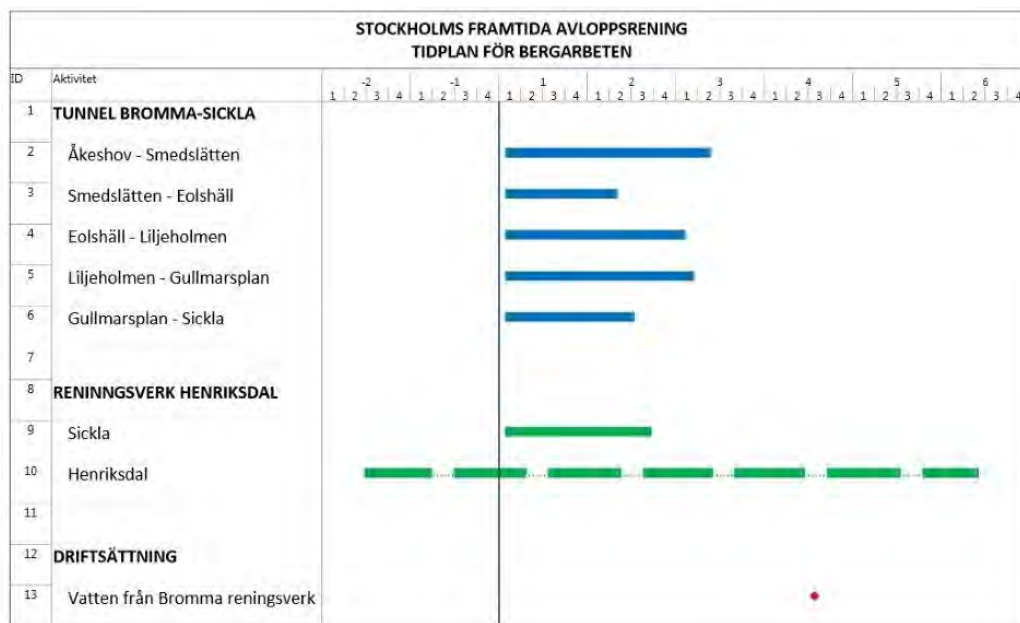
Byggprocessen

Den sammanlagda byggtiden beräknas till omkring fyra år, varav tunnelbygget pågår under de tre inledande åren. Tunneln kommer att drivas fram med borrning och sprängning, vilket är den vanligaste metoden i Sverige.

Under byggtiden kommer närboende längs med tunnelsträckningen framförallt att påverkas av 1) ljud och vibrationer från borrning och sprängning, 2) transporter av jord och sten från tunnelmynningar samt 3) att mark tas i anspråk för arbetsplatser i anslutning till ett antal tunnelmynningar.

Tunneln kommer att dras fram med ca 20 meter per vecka. Det innebär att enskilda fastigheter i normalfallet kommer att märka av borrningar och sprängningar upp till 10 veckor. Boende i närheten av den nya pumpstationen i Sickla kommer att märka av borrhings- och sprängningsarbeten under drygt tre år.

Arbetet med tunneln kommer att ske vid befintliga tunnelmynningar i Bromma, Åkeshov, Liljeholmen och Sickla samt vid nya tunnelmynningar i Eolshäll och vid Gullmarsplan. När tunneln är färdig kommer samtliga arbetsplatsytor samt tunnelmynningen vid Eolshäll att återställas. Tidplanen för bergarbeten återfinns i Figur 0.1.



Figur 0.1 Tidplan för bergarbeten för Stockholms framtida avloppsrening

Från de sex tunnelmynningarna kommer det under byggtiden i genomsnitt utgå 2-4 transporter per timme vardagar mellan 07.00 och 22.00.

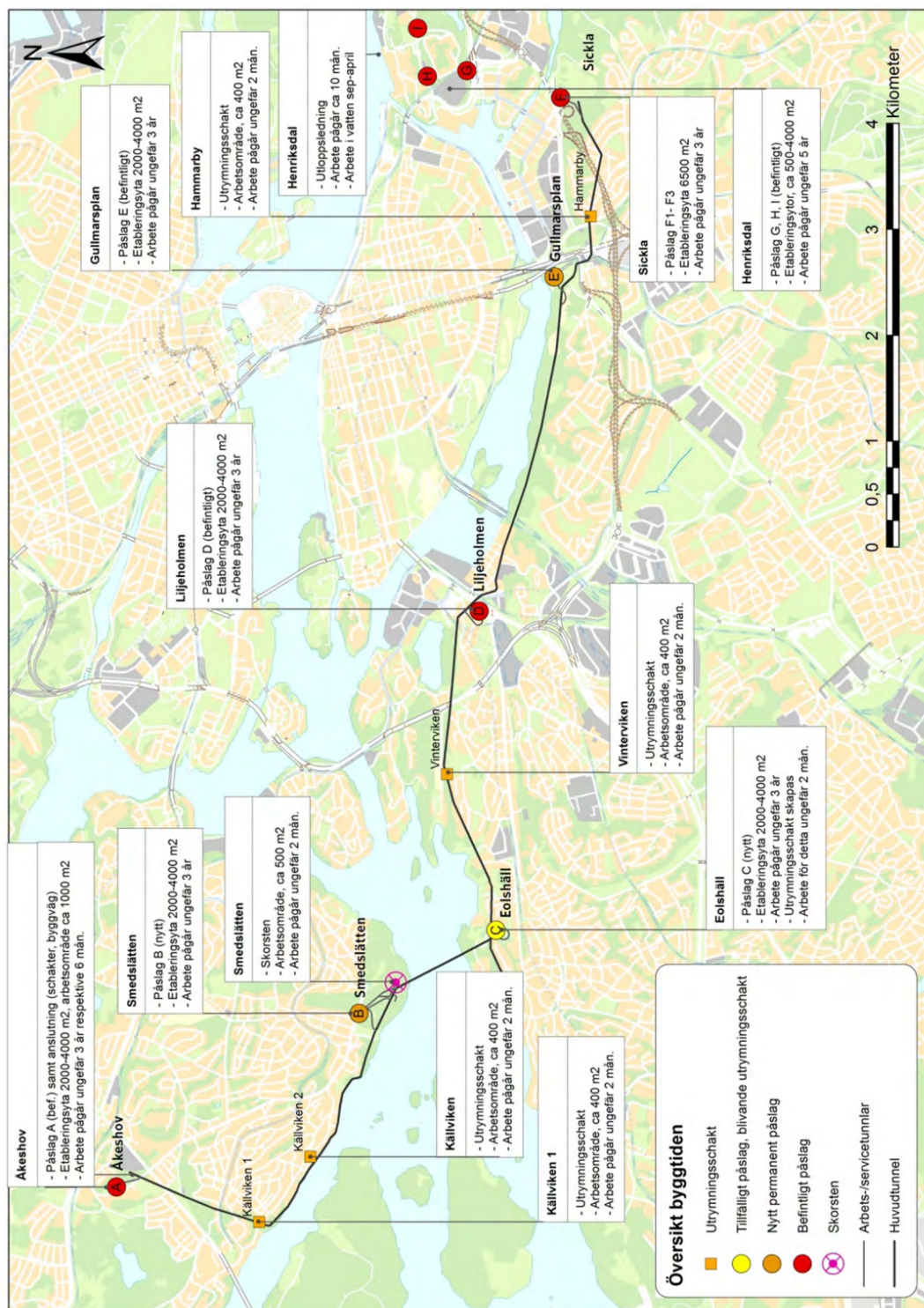
Samråd och informationsgivning

Inför tillståndsansökan för den planerade verksamheten har Stockholm Vatten i enlighet med miljöbalken hållit samråd med berörda privatpersoner och organisationer, allmänheten, tillsynsmyndigheter och berörda kommuner. Samrådsmöten har hållits där synpunkter framförts. Därtill har Stockholm Vatten mottagit omkring 300 skriftliga synpunkter.

De synpunkter som kommit in har beaktats i den slutliga utformningen av verksamheten som tillståndsansökan gäller. En samrådsredogörelse finns i Bilaga 2.

Stockholm Vatten har under hösten 2014 utöver formella samråd även arrangerat ett antal informationsmöten för allmänheten i berörda områden. Sådana informationsmöten kommer att hållas löpande under hela projektet.

Därtill kommer Stockholm Vatten att genom hela projektet arbeta aktivt med brev till närboende, nyhetsbrev, en särskild hemsida för projektet, SMS-aviseringar, hög tillgänglighet för att besvara frågor per telefon samt en jourtelefon som är bemannad dygnet runt.



Figur 0.2 Preliminär översiktskarta som visar avloppstunnelns läge och planerade åtgärder för tunneln samt ombyggnad av Sickla och Henriksdal.

Konsekvenser av föreslaget alternativ jämfört med nollalternativet

Positiva konsekvenser:

- Ökad biologisk mångfald genom minskade kväveutsläpp i Östersjön
- Minskad lukt och färre transporter i Bromma och Sickla med ny tunnel
- Renare ytvatten i Mälaren och Östersjön genom minskade utsläpp
- Sammantaget förbättrad landskapsbild – Bromma reningsverk och slamsilon i Sickla försvinner, skorsten i Ålstensskogen tillkommer
- Ökad biogasproduktion ger förbättrad resurshållning
- Minskad klimatpåverkan: modernisering ger minskade utsläpp av metan och lustgas
- Möjligt bygga nya bostäder där Bromma reningsverk finns idag

Ingen skillnad:

- Ingen ytterligare mark kommer att tas i anspråk långsiktigt
- Projektet bedöms inte påverka grundvattenkvaliteten
- Kulturlämningar och kulturarv berörs inte

Negativa konsekvenser:

- Ljud, vibrationer och transporter påverkar närboende under byggtiden
- Påverkan på fastigheter och bergvärmeanläggningar
- Den nya membrantekniken använder mer el och kemikalier än dagens teknik

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	9
1 INLEDNING	13
1.1 Bakgrund till projektet.....	13
1.2 Syfte med miljökonsekvensbeskrivningen.....	15
1.3 Bedömning av miljökonsekvenser.....	16
1.4 Metod för miljökonsekvensbeskrivning.....	18
1.5 Samråd.....	21
2 NULÄGE.....	31
2.1 Bromma reningsverk.....	32
2.2 Henriksdals reningsverk.....	34
2.3 Befintligt ledningsnät	41
3 PLANERAD VERKSAMHET	51
3.1 Övergripande förändringar	51
3.2 Om- och tillbyggnad av Henriksdals reningsverk.....	52
3.3 En ny utloppsledning.....	62
3.4 Åtgärder som rymts inom gällande tillstånd	63
3.5 Hantering av kemiska produkter.....	65
3.6 Energianvändning.....	68
3.7 Avfallshantering	69

3.8	Transporter	71
3.9	Avloppstunneln	76
4	ALTERNATIV LOKALISERING OCH UTFORMNING	99
4.1	Nollalternativ	99
4.2	Alternativ lokalisering av reningsverket.....	108
4.3	Alternativ utformning av reningsverket.....	110
4.4	Alternativa VA-system.....	117
4.5	Alternativ lokalisering och utformning av avloppstunneln....	119
4.6	Sammanfattande jämförelser	127
	NYTT RV.....	128
5	FÖRUTSÄTTNINGAR.....	132
5.1	Omgivningsförutsättningar.....	132
5.2	Planer, gällande bestämmelser, beslut och miljömål.....	171
6	MILJÖKONSEKVENSER.....	181
6.1	Landskap.....	181
6.2	Naturmiljö.....	184
6.3	Rekreation och friluftsliv.....	191
6.4	Kulturmiljö	196
6.5	Grundvattenrelaterad miljöpåverkan	198
6.6	Förorenat grundvatten och förorenad jord.....	206
6.7	Ytvatten	207

6.8	Markanvändning.....	222
6.9	Lukt.....	223
6.10	Luftburen smitta	227
6.11	Andra utsläpp till luft.....	229
6.12	Buller	233
6.13	Stomljud.....	268
6.14	Vibrationer.....	273
6.15	Resurshantering.....	277
6.16	Stockholms och Huddinges avloppsledningsnät.....	283
6.17	Energi och växthusgaser.....	285
6.18	Anpassning till klimat och extrema vädersituationer	290
6.19	Risk- och säkerhet	293
6.20	Haveri och driftstörningar.....	294
6.21	Åtgärder från barnkonsekvensanalys	294
7	INFORMATION, ÖVERVAKNING OCH KONTROLL	296
7.1	Information.....	296
7.2	Övervakning och kontroll.....	298
8	SAMLAD MILJÖBEDÖMNING	301
8.1	Övergripande konsekvenser.....	301
8.2	Sammanfattning miljökonsekvenser.....	302
8.3	Överensstämmelse med de nationella miljökvalitetsmålen..	305

8.4 Överensstämmelse med lokala (Stockholms Miljöprogram 2012-2015) miljökvalitetsmål	308
---	-----

9 ORDFÖRKLARINGAR.....	309
------------------------	-----

10 REFERENSER	318
---------------------	-----

11 BILAGOR.....	322
-----------------	-----

1 Stockholms recipienter - Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening	
--	--

2 Samrådsredogörelser Stockholms framtida avloppsrening	
---	--

3 Barnkonsekvensanalys	
------------------------	--

4 Luktutredningar i samband med utbyggnad av tunnelsystem och reningsverk	
---	--

5 PM Transporters påverkan på luftmiljön	
--	--

6 Tillfällig hamn Eolshäll Teknisk Beskrivning för vattenverksamhet och hamnverksamhet	
--	--

7 Tillfällig hamn Eolshäll Konsekvensbeskrivning ur ett miljöperspektiv för vattenverksamhet och hamnverksamhet	
---	--

8 Riskanalys Yttre Miljö	
--------------------------	--

1 Inledning

1.1 Bakgrund till projektet

Stockholms befolkning beräknas öka med i genomsnitt en procent per år till år 2040 vilket innebär en ökad belastning på avloppsreningen i Stockholm. Befolkningsökningen och ändrade förutsättningar i form av ett förändrat tillflöde av vatten på grund av klimatförändringar och nya miljöhot har uppmärksamats och det finns behov av att modernisera Stockholms avloppsrening med ny teknik. För att möta framtidens krav på höggradig rening har Stockholm Vatten AB undersökt olika tekniska alternativ.

Stora och genomgripande förändringar (tekniksprång) har genomförts för de större reningsverken i Stockholmsregionen ungefär vart 20-30:e år. Drivkraften är vanligen skärpta krav och/eller kapacitetsbrist. I Figur 1.1 illustreras historiken för Stockholm Vatten AB:s reningsverk genom att visa utsläppta mängder och halter av totalkväve respektive totalfosfor vid Koviksudde.

MILSTOLPAR

1970-talet Kemisk fällning infördes vilket innebar en dramatisk minskning av utsläppen av fosfor och förbättring av vattenkvaliteten.

År 1989 Överleddes det renade avloppsvattnet från Bromma reningsverk från Mälaren till Saltsjön. Detta innebar att Mälaren avlastades och att badvattenkvaliteten i Mälaren nedströms Nockeby sund förbättrades dramatiskt. Totalkvävehalten höjdes tillfälligt i Saltsjön men minskades sedan kraftigt när kvävereningen vid Henriksdal var utbyggd.

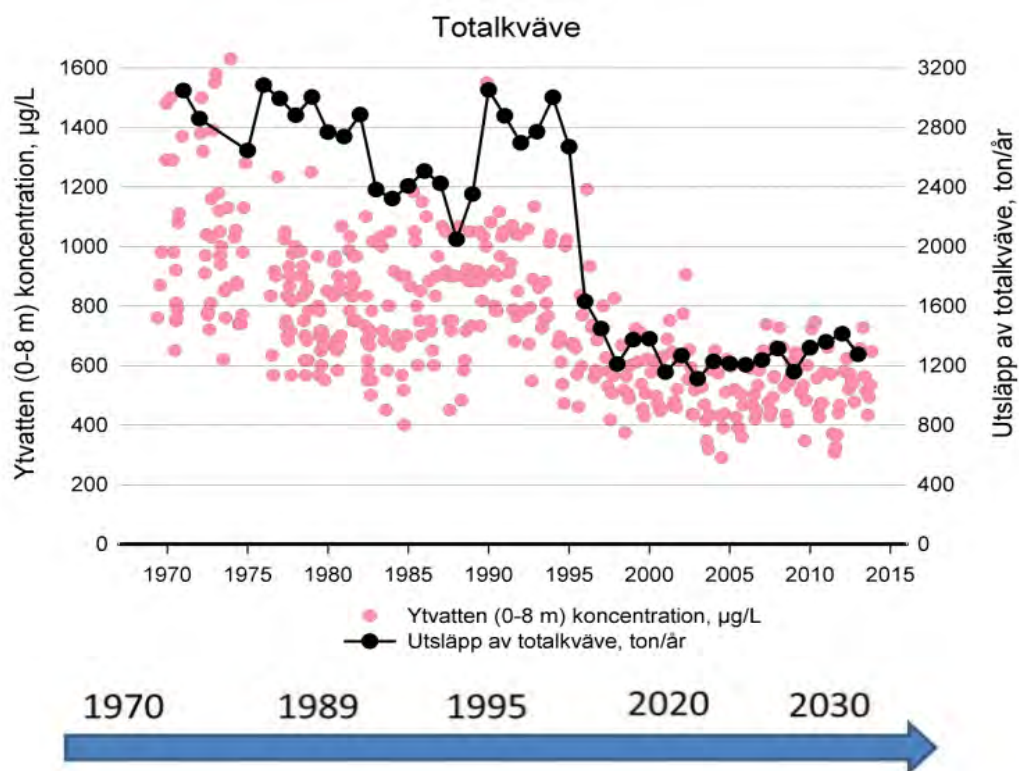
År 1990 – 1995 I mitten på 90-talet uppgraderades Henriksdals reningsverk för bättre kväverening med anledning av krav på kväverening ner till 10 mg totalkväve per liter. Samtidigt förbättrades även fosforreningen i och med att filter introducerades som slutreningssteg.

År 2020 Utmaningen nu är vattendirektivets krav på god ekologisk status samt Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan (BSAP) att minska belastningen på Östersjön. Även förmågan att klara ändrade nederbördsmonster är en utmaning.

År 2030 Vattenmyndigheten har i sitt remissförslag Åtgärdsplan 2015 – 2021 påtalat behov av avancerad rening av miljöstörande ämnen som läkemedelsrester.

Kommunfullmäktige i Stockholm fattade ett genomförandebeslut [1] den 26:e maj 2014 att Bromma reningsverk ska läggas ned och att det avloppsvatten som renas där idag ska överföras till Henriksdals avloppsreningsverk, som byggs om med kraftigt förbättrad rening. Ombyggnaden innebär också att slamhanteringen flyttas från Sickla och in i Henriksdalsberget.

För att överföra avloppsvattnet till Henriksdals avloppsreningsverk planeras en ny avloppstunnel från Bromma till Henriksdalsverket. Tunneln byggs via Sickla. Den del av Stockholms avloppsvatten som idag avleds till Himmerfjärdsverket i Botkyrka kommun kommer i stället att ledas till Henriksdals avloppsreningsverk via den nya avloppstunneln. Idag finns 190 mil avloppsledningar och 10 mil avloppstunnlar inom verksamhetsområdet. Den nya tunneln kommer att bli 14 km. Genom en strategisk utformning och placering gör tunneln det möjligt att



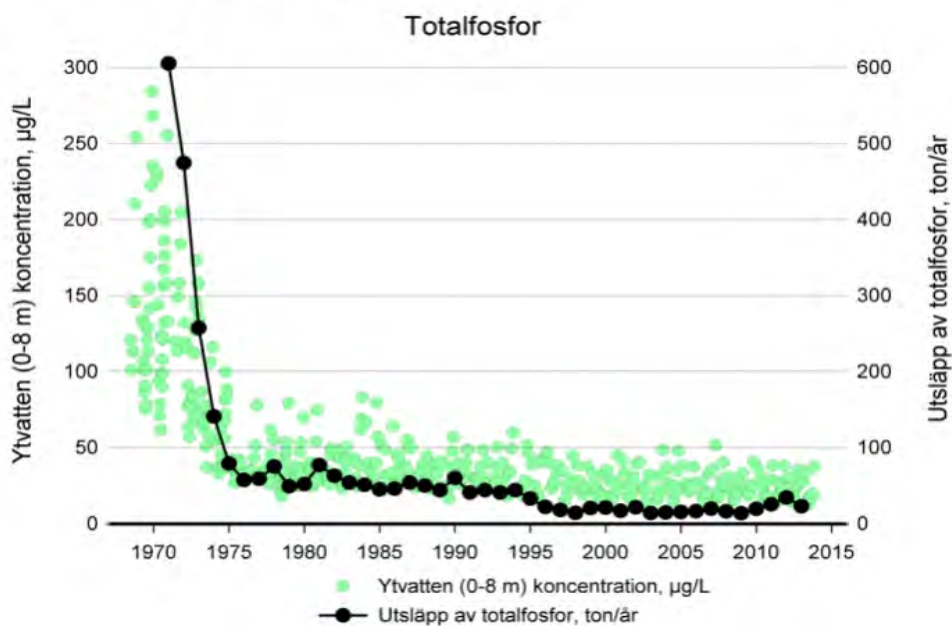
Övergödning
Kemisk fällning
av Fosfor

**Skydd av
Mälaren.**
Brommas
utlopp flyttas
till Saltsjön via
Saltsjö-
Mälartunneln

EU-direktiv 10
mg/l Tot-N
Uppgradering
av Henriksdal

Vattendirektiv
Baltic Sea Action Plan
Kapacitet, Brädd

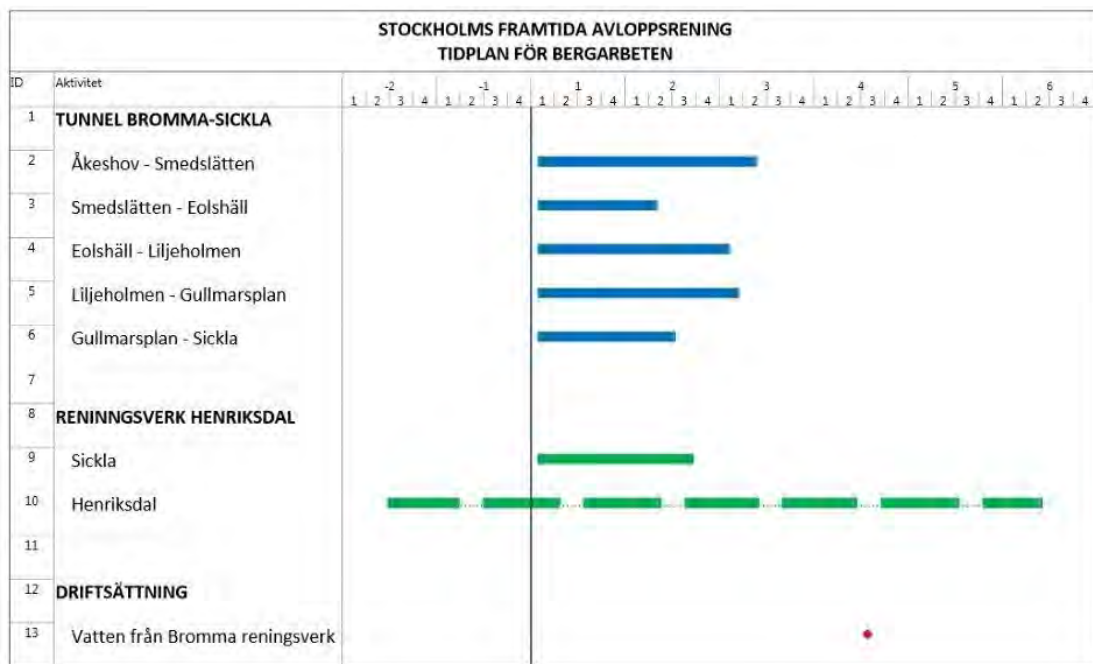
Avskiljning/rening
av andra ämnen än
Kväve och Fosfor
som
läkemedelsrester



Figur 1.1 Vattenkvalitet vid Koviks Udde. Utsläppta mängder och halter av totalkväve respektive totalfosfor vid Koviksudde. Provpunkten är belägen strax nedströms det samlade utsläppet.

minska bräddningarna av obehandlat avloppsvatten från avloppsledningsnätet till Mälaren och Saltsjön. Tidplanen för bergarbeten åskådliggörs i Figur 1.2.

Stockholm Vatten AB har från och med årsskiftet 2014/2015 tagit över renhållningsverksamheten från Trafik- och renhållningsnämnden. Därmed ska mottagningen och biogasutvinningen för matavfall och annat externt organiskt material byggas ut. Alla dessa förändringar kräver tillstånd enligt miljöbalken.



Figur 1.2 Tidplan för bergarbeten

1.2 Syfte med miljökonsekvensbeskrivningen

Syftet med en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter den planerade verksamheten kan medföra på bland annat människor, växter, djur, mark, vatten, luft, hushållning med mark, vatten och råvaror. I MKB används begreppen påverkan, effekt, konsekvens och åtgärder:

- Påverkan är en fysisk förändring, till exempel att mark tas i anspråk för att anlägga en infart i berget för en arbetstunnel eller att utsläpp ökar.
- Effekten är den förändring påverkan medför, till exempel att byggtrafik från arbetstunnlar medför ökade ljudnivåer vid närliggande bostäder eller att halten av föroreningar ökar i miljön. Effekten uttrycks neutralt, till exempel som ändrad ljudnivå.
- Konsekvens är en värdering av effekten, till exempel hur boende påverkas av trafikbuller, hur möjligheten att klara gällande miljö kvalitetsnormer förändras eller hur vattenlevande organismer svarar på verksamhetens

påverkan. Konsekvensen uttrycks som positiv, negativ, övergående, permanent, lokal, global osv. Konsekvensen graderas också i storlek från liten/försumbar till mycket stor (se vidare nedan) och relateras till bedömningsgrunder av olika slag.

- Åtgärder kan vara av olika slag och ska vara invägda i konsekvensbedömningen. Det kan handla om skadeförebyggande åtgärder, skyddsåtgärder under byggtiden, minskade utsläpp (bräddningar) från ledningsnät, installerande av effektivare reningsteknik i reningsverket m.m.

För att avgöra graden av konsekvensen sker en sammanvägning av vilket värde som påverkas och hur stor förändringen är. För att avgöra vilket värde olika aspekter har används bedömningsgrunder av olika slag. Som exempel kan nämnas att Natura 2000-områden, riksintressen och byggnadsminnen bedöms ha högst värde, medan mer vanliga objekt bedöms ha lägre värde.

Information från samråd med allmänheten, de direkt berörda av verksamheten m.fl. kan också påverka vilket värde en miljö tillskrivs. Detta kan exempelvis vara aktuellt om det vid samråd visar sig att en mycket stor del av närboende använder en skog för rekreation.

1.3 Bedömning av miljökonsekvenser

Påverkan kan ske på allmänna och enskilda intressen eller människors hälsa och miljö. Graden av konsekvensen bedöms utifrån hur värdet förändras. Som exempel kan nämnas om området tas i anspråk helt eller marginellt, om värdet försvinner helt eller delvis eller hur vattenmiljön påverkas. Påverkan och konsekvens är också beroende av om åtgärder inom projektet kan avhjälpa delar av de effekter som uppstår.

Tabell 1.1 Kriterier för bedömning av konsekvenser. Exempelfärger negativa konsekvenser.

	<i>Stor förändring</i>	<i>Måttlig förändring</i>	<i>Liten förändring</i>
<i>Stort miljövärde (exempelvis Natura 2000 eller riksintresse)</i>	Mkt stor konsekvens	Stor Konsekvens	Måttlig Konsekvens
<i>Måttligt miljövärde (exempelvis regionalt eller kommunalt intresse)</i>	Stor konsekvens	Måttlig Konsekvens	Liten Konsekvens
<i>Litet miljövärde (exempelvis lokalt intresse)</i>	Måttlig konsekvens	Liten Konsekvens	Mkt liten (försumbar) konsekvens

Tabell 1.2 Kriterier för bedömning av konsekvenser. Exempelfärger positiva konsekvenser.

	Stor förändring	Måttlig förändring	Liten förändring
Stort miljövärde (exempelvis Natura 2000 eller riksintresse)	Mkt stor konsekvens	Stor Konsekvens	Måttlig Konsekvens
Måttligt miljövärde (exempelvis regionalt eller kommunalt intresse)	Stor konsekvens	Måttlig Konsekvens	Liten Konsekvens
Litet miljövärde (exempelvis lokalt intresse)	Måttlig konsekvens	Liten Konsekvens	Mkt liten (försumbar) konsekvens

Tabell 1.3 Förklaring av graden av negativa och positiva konsekvenser.

Grad av konsekvens	Förklaring
Mycket stor negativ konsekvens	Stor förändring av stort värde som exempelvis riksintresse, skyddsvärda arter eller recipient. Påverkan bedöms så omfattande att den har avsevärda effekter på värdet i området. Värdet försvinner eller påverkas i mycket hög grad. Många människor drabbas under lång tid.
Stor negativ Konsekvens	Måttlig förändring av exempelvis stort värde alternativt stor förändring av måttligt värde. Påverkan bedöms så omfattande att den har stora effekter på värdet i området. Värdet försvinner inte, men påverkas i hög grad. Relativt många människor drabbas.
Måttlig negativ Konsekvens	Liten förändring av stort värde, måttlig förändring för måttligt värde eller stor förändring för litet värde. Påverkan bedöms medföra måttliga negativa effekter för värdet i området. Värdet minskar i omfattning eller kvalitet. Relativt få människor drabbas.
Liten eller försumbar negativ konsekvens	Måttlig förändring av litet miljövärde eller liten förändring för måttligt miljövärde. Påverkan bedöms medföra små negativa effekter för värdet i området. Värdet finns kvar, men kan minska något i kvalitet. Få människor drabbas.
Liten eller försumbar positiv konsekvens	Måttlig förändring av litet miljövärde eller liten förändring för måttligt miljövärde. Påverkan bedöms medföra små positiva effekter för värdet i området. Värdet kan öka något i kvalitet. Få människor får bättre närmiljö.
Måttlig positiv konsekvens	Liten förändring av stort värde, måttlig förändring för måttligt värde eller stor förändring för litet värde. Påverkan bedöms medföra måttliga positiva effekter för värdet i området. Värdet ökar något i omfattning eller kvalitet. Relativt få människor får en bättre närmiljö.
Stor positiv konsekvens	Måttlig förändring av exempelvis stort värde alternativt stor förändring av måttligt värde. Påverkan bedöms så omfattande att den har stora positiva effekter på värdet i området. Värdet ökar i yta eller i kvalitet i hög grad. Relativt många människor får en bättre närmiljö.
Mycket stor positiv konsekvens	Stor förändring av stort värde som exempelvis riksintresse, skyddsvärda arter eller recipient. Påverkan bedöms så omfattande att den har avsevärda positiva effekter på värdet i området. Värdet ökas i yta eller påverkas i kvalitet i mycket hög grad. Många människor får en bättre närmiljö.

Miljöaspekter ska i MKB konsekvensbedömas i förhållande till relevanta bedömningsgrunder.

1.4 Metod för miljökonsekvensbeskrivning

Arbetet med bedömningar om miljöpåverkan och miljökonsekvenser har skett parallellt med tekniska utredningar kring alternativ för projektet. Arbetssättet integrerar miljöfrågorna i projekteringen och medför att negativa miljökonsekvenser kan i möjligaste mån undvikas eller förebyggas.

MKB:n baseras på databaser över kända värden, fältarbete och kompletterande inventeringar och undersökningar samt samråd med myndigheter, organisationer och allmänhet. Avgränsningen av MKB:n har diskuterats i samråd med bland andra särskilt berörda enskilda, Länsstyrelsen i Stockholms län och berörda kommuners tillsynsmyndigheter.

Konsultgruppen har specialister inom bland annat avloppsrening, hydrologi, geologi, biologi, limnologi, landskapsarkitektur, fysisk planering, trafik, luft, lukt, smitta och miljörisker.

1.4.1 Faktamässigt, väsentliga aspekter

Denna MKB fokuserar på de väsentliga aspekter som bedöms uppkomma av framtida rening i Sickla och Henriksdal samt den planerade avloppstunneln. Aspekter där små eller inga konsekvenser bedöms uppkomma har inte analyserats.

Följande aspekter beskrivs i denna MKB:

- Landskap; infarter i berg, etableringsytor, bygg- och driftvägar, skorstenar
- Natur; skyddade områden, biotoper, växter och djur
- Rekreation; skyddade områden, anläggningar och andra målpunkter, tillgänglighet och lokala värden
- Kultur; skyddade områden, byggnader, fornlämningar
- Boendemiljö och hälsa; lukt, smitta, buller, vibrationer, stomljud, etablering, trafik, trafiksäkerhet och barnperspektiv
- Mark och vatten; ytvatten, grundvatten, sättningar, energibrunnar, förorenade områden
- Resurshushållning; näringsämnen, energi, hantering av bergmassor, produktval
- Risk och säkerhet; risker i bygg- och driftskedet, kemikaliehantering, anpassning mot framtida klimat
- Klimat; produktval vid anläggande och drift, trafik

1.4.2 Geografiskt påverkansområde

Påverkansområde är det område som ligger innanför den yttre gräns där en effekt kan uppträda. Innanför gränsen kan såväl positiva som negativa effekter och

konsekvenser uppkomma. Påverkansområdet kommer att variera beroende på vilken miljöaspekt som avses.

Regionalt påverkas hållbarhetsfrågor, robusthet i avloppssystemet, ytvatten och miljökvalitetsnormer (MKN) av att en mer långsiktig avloppshantering säkerställs samt av att avloppshanteringens miljöpåverkan minskar. En regional fråga är också användning av de bergmassor som genereras inom projektet. En delvis regional fråga är också projekt inom södra Stockholm, som exempelvis den följdexploatering som förväntas runt Brommaplan när Bromma avloppsreningsverk läggs ner.

Den planerade avloppstunneln kommer att påverka omgivande miljö både direkt och indirekt. Inom det direkta närområdet till arbeten ovan mark påverkas natur, kultur, rekreation, boendemiljö och vatten av byggskedet samt markanspråk. Störningar kopplade till byggtiden kommer främst att uppstå lokalt.

Påverkansområdet för grundvattensänkningar definieras som det geografiska område inom vilket 0,3 m avsänkning av grundvattenytan i jord respektive 1 m avsänkning av grundvattenytan i en bergborrad brunn kan uppstå. Påverkansområdet redovisas inklusive skyddsåtgärd i form av tätning.

Påverkansområde för buller definieras som det geografiska område där ljudnivåer över föreslaget villkor om 50 dBA som ekvivalent ljudnivå riskerar att uppstå, om inte särskilda skyddsåtgärder vidtas. Påverkansområdet omfattar inte föreslagna transportvägar längs gatu- och vägnätet eftersom beräkningar visar att de ekvivalenta ljudnivåerna inte påverkas av tillkommande transporter.

Påverkansområde för stomljud längs avloppstunneln definieras som det geografiska område som sträcker sig maximalt 32 m från tunneln för avloppstunneln och inom vilket stomljudsnivåer över 45 dBA kan uppkomma.

Påverkansområde för stomljud kring bergrummen i Sickla/Henriksdal definieras som det geografiska område som sträcker sig maximalt 60 m från tunneln för avloppstunneln och inom vilket stomljudsnivåer över 45 dBA kan uppkomma.

Påverkansområde för vibrationer definieras som det geografiska område som sträcker sig 150 m från fronten i bergrummen i Sickla samt avloppstunneln. Inom området har riskanalys för fastigheter upprättats.

Indirekt har tunneln även en positiv inverkan på hela avloppssystemet kopplat till Henriksdalsverket.

Tabell 1.4 Översiktlig tabell över arbetsplats, moment, påverkan, tid och åtgärder

Arbetsplats	Arbetsmoment	Påverkan	Tid	Åtgärder
Etablering, anslutningspunkt Åkeshov	Etablering, sprängning, borrhning, uttransport av berg	Buller, trafik, vibrationer stomljud	2-3 år	Trafikplaner. bullerdämpande åtgärder, besiktningar information.
Tunnel Åkeshov-Smedslätten	Borrhning, sprängningsarbeten,	Stomljud, vibrationer, grundvattenpåverkan	2-3 år	Besiktningar, mätningar och kontroller, tätning av tunnel enligt åtgärdstrappa.
Etablering, Anslutningspunkt Smedslätten	Etablering, borrhning sprängning, uttransport av berg, byggande av pumpstation (under mark) och en 30 m hög skorsten	Buller, trafik, vibrationer, stomljud	2-3 år	Trafikplaner. bullerdämpande åtgärder, besiktningar information. Luktreduktion ventilationsluft till skorsten.
Etablering, Anslutningspunkt Eolshäll	Etablering, sprängning, schaktning, borrhning, uttransport av berg	Stomljud, vibrationer, buller, trafik.	2-3 år	Trafikplaner, bullerdämpande åtgärder, besiktningar, information. Området återställs helt.
Tunnel Eolshäll Sickla	Sprängningsarbeten	Stomljud, vibrationer, grundvattenpåverkan	2-3 år	Besiktningar, mätningar och kontroller, tätning av tunnel enligt åtgärdstrappa.
Etablering, Anslutningspunkt Liljeholmen, Skanstull och Sickla	Etablering, sprängning, uttransport av berg	Stomljud, vibrationer, buller, trafik.	2-3 år	Trafikplaner. bullerdämpande åtgärder, besiktningar, information
Berg- och installationsarbeten Sickla. 960 000 ton berg.	Borrhning, sprängningsarbeten, transporter.	Stomljud, vibrationer, buller, trafik.	2-3 år	Trafikplaner. bullerdämpande åtgärder, besiktningar information
Berg, installations- och rivningsarbeten i Henriksdal	Borrhning, sprängningsarbeten, transporter, avfallshantering	Stomljud, vibrationer, buller, trafik.	Ca 5 år	Trafikplaner. bullerdämpande åtgärder, besiktningar, information
Utlappsledning Danviken	Etablering, anläggningsarbeten, begränsad muddring och pålning i sjön	Buller, grumling, tillfällig begränsning av strandpromenad	10 mån	Bullerdämpande åtgärder, skyltning, information. Arbeten utförs aug-maj. Området återställs helt

1.4.3 Tidsmässig avgränsning

För bedömningar av miljökonsekvenser av den planerade avloppstunneln har prognosåret 2040 använts. Det är det år som det framtida reningsverket dimensioneras för. År 2040 har den planerade avloppstunneln byggts färdigt och funnits i cirka 20 år.

Den tidsmässiga avgränsningen är komplicerad eftersom en del störningar uppstår direkt när avloppstunneln börjar byggas. Som exempel kan nämnas buller, stomljud, vibrationer och tillfällig grundvattensänkning. Andra effekter uppstår först efter att avloppstunneln har färdigställts och funnits ett antal år. Som exempel kan nämnas långsiktiga effekter på vattenkvaliteten, permanent grundvattensänkning och påverkan på växtliv. Bedömningen av berörda värden samt nollalternativets konsekvenser avser år 2020. Då väntas de nya utloppsroren ha varit i drift i 1-2 år.

Den tidsmässiga avgränsningen beskriver därför vad som händer från och med det att avloppstunneln börjar byggas fram till och med år 2040.

1.5 Samråd

Inför tillståndsansökan för den planerade verksamheten enligt projektet Stockholms framtida avloppsrening har samråd hållits enligt 6 kap. 4 § Miljöbalken. Stockholm Vatten har samrått med särskilt berörda enskilda samt med tillsynsmyndigheter, kommuner, berörd allmänhet och berörda organisationer. Synpunkter har kunnat lämnas till Stockholm Vatten muntligen under samrådsmöten samt skriftligen via e-post eller brev.

Inför och under samrådstiden har informationsmaterial skickats ut för att uppmärksamma och informera allmänheten om projektet via följande kanaler:

- Inbjudan och information skickades ut via brev till cirka 3 000 fastigheter som ligger inom ett definierat utredningsområde kring den planerade avloppstunneln. Dessa inbjudningar skickades ut cirka två veckor innan mötena hölls.
- Information om samrådsmöten annonserades i lokala tidningar mellan datumen 19 och 29 april för Södermalm, Årsta/Enskede, Liljeholmen/Älvsjö Nacka Värmdö, Bromma, Bandhagen och Hammarby Sjöstad.
- På Stockholm Vattens hemsida har projektet en egen sida. Där återfinns bland informationsmaterialet, samrådsunderlag och information om samrådets genomförande.

Samrådsunderlaget bestod av: "Broschyr om projektet inför samrådsmöten" (4 sidor), "Broschyr om projektet" (20 sidor) "Samrådsunderlag 2014-04-25" (104 sidor) samt "Västerorts framtida avloppsrening", tre delrapporter om val av utbyggnadsalternativ, teknik, avloppstunnlar och miljökonsekvenser.

Fyra samrådsmöten hölls mellan 5-8 maj 2014 utmed tunnelsträckningen och i Henriksdal. Samrådsmötena började kl. 18.30 och pågick sedan under 2-3 timmar. De hölls på följande platser:

- Måndagen den 5 maj, Hägerstensåsens medborgarhus, Riksdalervägen 2, (101 besökare).
- Tisdagen den 6 maj, Teologiska högskolan, Åkeshovsvägen 29, (104 besökare).
- Onsdagen den 7 maj, Danvikscenter, Hästholmsvägen 28, (30 antal besökare).
- Torsdagen den 8 maj, Årsta Folkets Hus, Hjälmarsvägen 28, (38 antal besökare).
- Måndagen den 17 november, Hägerstensåsens medborgarhus, Riksdalervägen 2, (120 besökare). Gällande transporter och etablering vid Eolshäll. Kompletterande samråd.

Totalt besöktes samråden utav 393 personer. Under mötena höll Stockholm Vattens projektledare en presentation med övergripande information om projektet. På varje möte fanns fyra olika stationer där besökarna fick tillgång till ytterligare och mer detaljerad information samt möjlighet att ställa frågor och prata med sakkunniga. Under samrådsmötena informerades besökarna om var de kunde hitta information på hemsidan och de uppmanades att lämna skriftliga synpunkter till Stockholm Vatten senast den 28 maj. Stockholm Vattens representanter tog anteckningar om besökarnas frågor och synpunkter under presentationerna.

Stockholm Vatten har även haft samrådsmöten med Länsstyrelsen i Stockholms län, miljöförvaltningarna i Stockholms stad och Nacka kommun (2014-02-12) samt miljöförvaltningen Huddinge kommun (2014-03-26). Samrådsunderlag har även skickats till övriga berörda myndigheter och organisationer, både nationella och regionala.

Ett kompletterande samråd har hållits mellan 27 april till den 28 maj 2015. Inför och under samrådstiden för samrådet återfanns informationsbroschyren "Framtidens avloppsrening i Stockholm – november 2014" daterad 2015-04-23 tillgänglig via Stockholm Vattens hemsida. Här fanns även informationsfilmen "Introduktion till Stockholms framtida avloppsrening - varför behövs satsningen och vad gör vi i korthet?". Informationsmaterialet kompletterades med ett samrådsunderlag. Information om samrådet annonserades i dagspressen SvD och DN den 17:e april 2015, se vidare Bilaga 2 Samrådsredogörelse.

Totalt inkom cirka 300 inlagor. Dessa kan sammanfattas i nedanstående huvudsakliga synpunkter:

- Att verksamheten kommer att generera störande buller för boende samt utsläpp till luft.
- Att verksamheten kommer att orsaka skador på hus eller skred i lerområden.

- Att verksamheten kan komma att orsaka luktemissioner från verksamheten.
- Önskan om ersättning för skador på hus och bergvärmeanläggningar och för störningar såsom buller och stomljud.
- Förslag till alternativa tunneldragningar, främst i Eolshäll.
- Synpunkter på Stockholm Vattens val av alternativ för den framtida avloppshanteringen, där aspekter som risk- och kostnadskalkyler, miljöaspekter, sårbarhet samt myndighetssamordning anses dåligt belysta.
- Personer eller organisationer som borde ha bjudits in till samrådsmötena men som inte har blivit bjudna samt kritik mot genomförandet av samrådet och samrådsmöten.
- Förslag på att använda sig av pråmar eller färjor för att forsla sprängstenen vattenvägen via Mälaren istället för med lastbilar inom bostadsområdena.
- Verksamhetens konsekvenser för barn.
- Allmänna frågor som avloppstunnelns exakta läge och vilka fastigheter som berörs avseende effekt och ersättning för bergvärme/energibrunn.

Synpunkterna finns sammanfattade i projektets samrådsredogörelse. Där har även synpunkter och yttranden från övriga organisationer och myndigheter inkluderats samt protokoll från möten med andra angränsande projekt bifogats. I samrådsredogörelsen till länsstyrelsen har Stockholm Vatten kommenterat hur synpunkterna kommer att tas om hand i MKB:n.

För utloppsrören skickades skriftligt underlag för samråd ut 2014-09-22 till enskilda som kan antas bli särskilt berörda. Åtta svar kom in. Synpunkterna gällde risker för olägenheter under byggtiden, säkerhetsåtgärder för sjöfarten och risk för påverkan på fartygslämningar. Samrådsmöte med Länsstyrelsen i Stockholms län, Nacka kommun och Stockholms stad hölls den 24 september. Samråd med utökad samrådsrets hölls under perioden 2014-11-11 till 2014-12-02. Sju svar kom in. Synpunkterna gällde redovisning av föroreningar i sedimenten, skyddsåtgärder, hänsyn till klimatförändringar, behov av kontrollprogram samt kontakt med Sjöfartsverket om underrättelser till sjöfarten under byggtiden.

Tabell 1.5 Sammanfattning av frågor från samråden

Fråga	Svar, Referens MKB
Hur påverkas jag av buller från transporter?	Genomförda bullerutredning visar riktvärden för närbelägna bostäder klaras dag- och kvällstid, se vidare kapitel 6.12.
Klarar vägarna transporten?	Transportvägarna är godkända av väghållarna, trafikkontoret och trafikverket, se vidare kapitel 6.14.
Påverkan av vibrationer från transporter	Stockholm Vatten har genomfört fullskaleförsök med lastade bilar och uppmätt vibrationer på särskilt vibrationskänsliga vägvägar i Bromma. Försöken visade att de uppmätta vibrationerna inte kan förorsaka skador på byggnader, se vidare kapitel 6.14.

Skador och störningar i samband med sprängningsarbeten	Sprängningsarbetena ger upphovtill störningar i form av stomljud vid borrar och vibrationer vid sprängning. Tunneln rör sig med ca 20 m/vecka varför störningarna är övergående. Tunneln drivs på drygt 20 m. djup och gällande riktlinjer kommer sannolikt att klaras. Sprängningar skall genomföras säkert. Fastigheter kommer att besiktigas, se vidare kapitel 6.12 -6.14
Besiktningar och åtgärder i samband med sprängningar. Kommunikation av mätningar.	Sygeförrättning (Besiktning) erbjuds alla ägare till besiktningsobjekt inom 150 m från kommande sprängningsarbeten. Sygeförrättning kommer att utföras i god tid innan sprängningsarbetena kan komma att påverka byggnaderna. Kopior på protokoll överlämnas alltid till fastighetsägare, bostadsrättsförening eller dess representant. Besiktning och provtryckning av eventuell skorsten utförs samtidigt. Vibrationskänslig utrustning som bedöms vara känslig vibrationsdämpas. Vibrationsmätning utförs i erforderlig omfattning på byggnader inom påverkansområdet och resultaten finns tillgängliga för projektet omedelbart efter salva. Önskas information om de vibrationsmätningar som successivt utförs kan protokoll fås från projektet på begäran genom att ringa 08-522 128 80. När sprängningsarbetena är avslutade kommer efterbesiktningar att utföras på samtliga objekt som besiktigats innan sprängningarna startade.
Hur ersätts förlorad bergvärme och vilka besiktningar görs innan för att kunna bedöma ersättningsnivån?	Skador orsakade av minskat möjligt effektuttag i energibrunnar ska kontrolleras genom att pejla grundvattennivån i brunnen eller i närliggande brunn. Kontroller utförs inom det teoretiska påverkansområdet för grundvatten i berg. Eventuella skador bedöms utifrån faktisk grundvattenavsänkning i förhållande till aktiv borrhålslängd (dvs borrhålslängd i berg), se bilaga 2 i Teknisk beskrivning, bortledning av grundvatten.
Hur lång tid gäller tiden för ersättning av oförutsedd skada?	15 år
Vi har inte bergvärme än och ligger nära tunneln kan vi borra för bergvärme i framtiden. Vad gäller?	Tunneln kommer att ha en skyddszon på ca 5m. Dvs inom tunnelbredd + 5 m. går det inte att borra energibrunn. Då skyddszonen alltid är mindre än fastigheten finns dock plats för energibrunn utanför skyddsområdet. Skulle hinder ändå uppkomma hittas lösning i det enskilda fallet.
Vad görs för att skydda	Tunneln kommer att tätas så avsänkningen av grundvattennivån inte orsakar sättningsskador. Vilken

sättningskänsliga byggnader(grundvattenpåverkan)?	tättningsmetod som väljs beror på de hydrogeologiska förutsättningarna. Ytterligare åtgärder som kan bli aktuella är skyddsinfiltration, åtgärder vid skadeobjekt och grundförstärkning, se vidare kapitel 6.5.
Alternativ påslag, tunnelsträckning	Detta redovisas i kapitel 4.5.
Alternativa transporter	Sjötransporter har utretts men har vid en sammanvägd bedömning av kostnader, rådighet och miljöeffekter valts bort, se vidare kapitel 4.5.4.
Samhällsekonomisk lönsamhet samt alternativ till projektet	Detta redovisas i kapitel 4.
Skydd av befintliga markanläggningar	Inventering av samtliga byggnader, avseende grundläggning, byggnadsmaterial m.m., inom 150 m från kommande arbeten har utförts. Besiktning kommer att ske i god tid innan vibrationsalstrande arbeten kan komma att kunna påverka respektive byggnad. Kopior på besiktningsprotokoll överlämnas alltid till respektive fastighetsägare, styrelse i bostadsrättsförening eller dess representant. Kontrollprogram avseende sättningar kommer att upprättas och mätningar kommer att utföras i erforderlig omfattning. Stockholm Vatten kommer att redovisa en grundvattenutredning som bygger på faktiska omständigheter och kommer att redovisa ett influensområde avseende grundvattenpåverkan. Projektet kommer att utföra precisionsavvägning, loggning av befintliga och nya grundvattenvattenrör enligt upprättat kontroll- och åtgärdsprogram. Det finns ett flertal olika skyddsåtgärder som brukar användas för att minska den påverkan på grundvattennivåer som anläggningen kan innebära samt att avhjälpa konsekvenserna av denna påverkan. Förutom val av tunnelsträckningen med hänsynstagande av hydrogeologiska förhållanden och skyddsobjekt avseende grundvattensänkning kan, för att begränsa omfattningen av och konsekvenserna av inläckaget av grundvatten till tunnlarna, följande åtgärder bli aktuella: · Tätning av berget kring tunneln genom injektering · Tätning av tunneln genom byggande av vattentäta inklädnader(lining) i extra känsliga områden · Skyddsinfiltration. De känsliga områden som identifierats och där lining och förberedelse för lining och skyddsinfiltration(under byggtiden) är aktuella redovisas i Teknisk Beskrivning Grundvattenbortledning.

Ersättning för minskat värde på fastigheten	Ersättning för minskat marknadsvärde utgår till de fastighetsägare som ingår i lantmäteriförrättningen rörande markåtkomst. Ersättningen ska följa gällande praxis. Innan lantmäteriförrättning kontaktas fastighetsägare i syfte att träffa överenskommelse. Värdering kommer utföras som grund för överenskommelsen. Tecknas ej överenskommelse utgår ersättning enligt lantmäterimyndighetens beslut.
Hur hanteras skadeanmälningar och tvister?	Om någon som drabbats av en skada eller störning vill ansöka om skadestånd för det inträffade så kan detta meddelas via telefon 08-522 128 80 som bemannas dygnet runt. Anmälan loggas och projektet återkopplar till anmälaren omgående. En skadeutredning görs av projektets experter inom tre veckor. Projektets skadeståndsgrupp fattar sedan ett beslut i ärendet så snart som möjligt. Beslutet med tillhörande underlag skickas sedan till anmälaren.
Finns ersättningar med i projektkalkylen?	Ja
Hur påverkas Judarnsjön och naturreservatet?	Sjön Judarn med dess reservat ligger utanför projektets påverkansområde och påverkas inte
Hur bedöms grundvattenpåverkan för de olika tunnelsträckningarna?	En detaljerat underlag för grundvattenpåverkan och markförhållanden finns i Teknisk beskrivning Hydrogeologi. Utifrån de beräkningar och analyser som gjorts här planeras de olika avsnitten för tunneln. En sammanfattning finns i kapitel 6.5
Radon	Radon är något som finns naturligt i all berggrund och förekomsten av radon kan inte öka vid ett uttag av en bergtunnel. Radonhalten nere i tunneln är dock ett arbetsmiljöproblem speciellt vid sprängning vilket åtgärdas med god ventilation. Radon är en flyktig gas som snabbt blandas ut med omgivande luft. Ingen radonmätning kommer att utföras i området.
Trafik och trafiksäkerhet	En barnkonsekvensanalys har genomförts för att kartlägga barns rörelsemönster. Denna analys är ett viktigt underlag för skyddsåtgärder och trafikplaner, se vidare kapitel 6.21
Masshanteringsplan	Projektet har inte behov av de massor som uppkommer. Massorna kommer således att tillfalla entreprenören (så kallade Fall B massor). Det innebär att entreprenören äger massorna. Stockholm Vatten har beslutat att massor inte får mellanlagras inom projektet. Det innebär således att massorna kommer att lastas direkt i tunneln för vidare borttransport. Behovet av krossmaterial i

	Stockholmsregionen bedöms vara stort. Materialet kan krossas och sorteras vid befintliga krossanläggningar i Stockholm med omnejd innan de återanvänds i andra regionala bygg- och anläggningsprojekt.
Hur är samordningen med övriga av stadens projekt?	Löpande möten hålls med staden. Samordning sker även vid hanteringen av framtagande av detaljplaner för projektet.
Hur påverkas luftkvaliteten av trafiken särskilt påverkan på barn?	Situationen idag redovisas i en rapport liksom bedömning av den påverkan som byggprocessen innebär. Inom båda områdena är slutsatsen att bidragen eller tillskotten av föroreningar (kvävedioxid och partiklar) i omgivningsluften är små och att den ökning dessa skapar inte innebär att någon norm eller tröskelvärde passeras. Med föroreningshalter förstås här dygnsmedelvärden uttryckta på samma sätt som miljökvalitetsnormerna för respektive ämne. I kraven vid upphandling av transporter gäller att tunga fordon skall uppfylla EU:s krav Euro V.
Trafik och parkeringsfrågor kring Eolshällspåslaget	De trafiklösningar som föreslagits är godkända av väghållarna. Sannolikt blir det inte möjligt att parkera på Hägerstens Allé under byggtiden. Alternativa parkeringsplatser kommer att anordnas.
Hälsoeffekter av spränggaser	Utsläppen av luftföroreningar i samband med anläggningsarbeten är begränsade och bedöms inte leda till överskridande av miljökvalitetsnormer, se vidare kapitel 6.11
Produktionen av biogas	I och med mottagningen av matavfall och uppgradering avrötningsprocessen kommer gasproduktionen att öka.
Möjligheten att tanka vid Brommaplan	Tankstället för biogas vid Bromma reningsverk läggs troligen ner. Vilket alternativ som kommer att erbjudas är inte klart. Det är inte Stockholm Vatten som ansvarar för tankställena
Kommer projektet att ge störande lukt?	Nej Stockholm Vatten har gjort beräkningar och projektet kommer att ge bättre förutsättningar att undvika luktstörningar för omgivningen än i dag.
Rening av läkemedel	Membrantekniken kommer att i flera avseenden ge ett renare avloppsvatten. En fullständig rening av läkemedel erhålls inte med enbart membran, men membrantekniken ger de bästa förutsättningarna för vidare rening t.ex. med ozon och aktivt kol.
Skyddsåtgärder för att undvika driftavbrott och minska nödutsläpp	Särskilda driftinstruktioner för de nya anläggningsdelarna kommer att tas fram. De riskanalyser som gjorts är ett viktigt underlag i detta arbete.

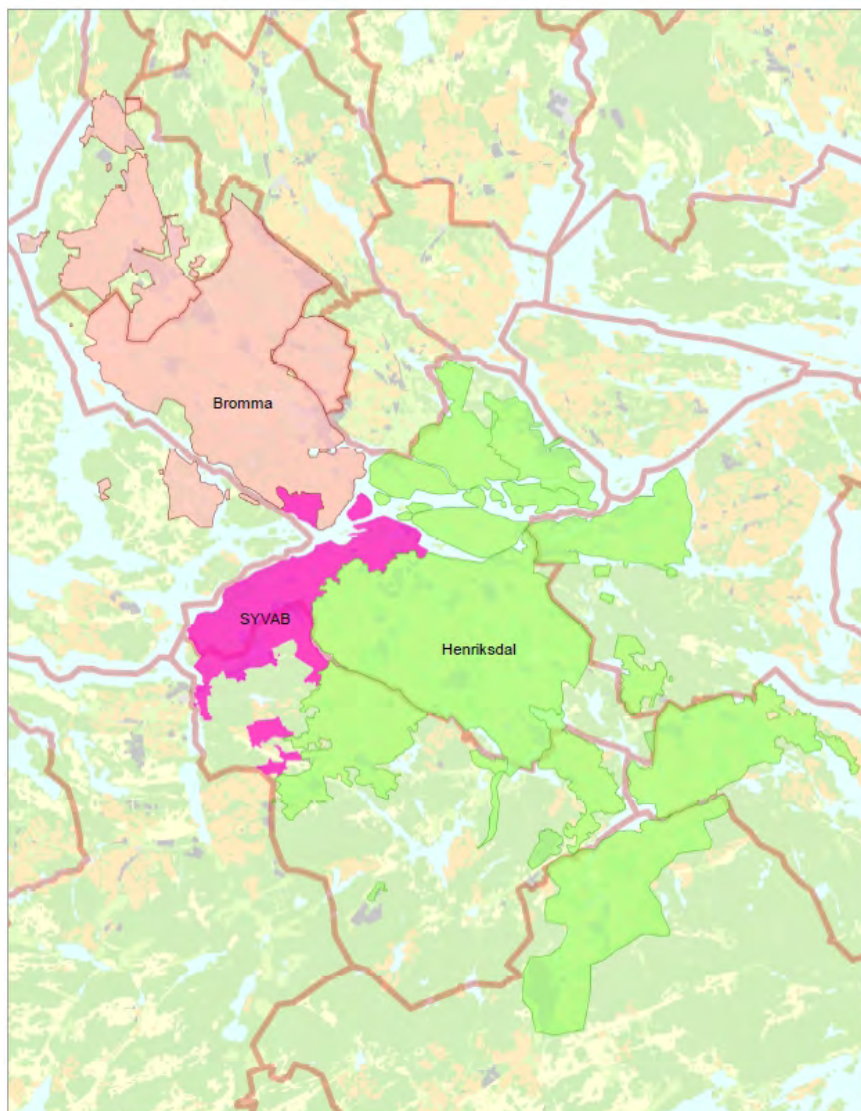
Resultat av riskanalyser (yttre Miljö)	Risikanalyser avseende yttre miljö har gjorts och redovisas i separata rapporter. En kortare sammanfattning finns i denna MKB, kapitel 6.19
Redovisning av kostnader för alternativen	Det finns del en sammanställning i MKB samt en fullständig utredning, i rapporten "Västerorts framtida avloppsrening - Sammanfattande slutrapport för reningsverk, ledningsnät, miljö och tillstånd samt avtal" augusti 2013, se vidare kapitel 4.5
Varför används inte befintliga Saltsjö Mälartunneln?	Denna tunnel är avsedd för renat avloppsvatten inte för orenat, och mycket otillgänglig för underhåll. Sträckningen möjliggör inte heller anslutning av bräddpunkter.
Hur tar ni hand om inläckande vatten från Mälarpassagen?	Tunnelsträckningen under Mälarpassagen kommer att tätas, ett visst inläckage kommer dock att ske. Det pumpas upp och samlas i en reservoar. Vattnet används sedan som spolvatten för ledningarna som går i tunneln under Mälarpassagen
Skadar inte projektet kulturvärden?	Inventeringar har gjorts. Projektet bedöms inte påverka kulturvärden, se vidare kapitel 6.4.
Skadar inte projektet naturvärden? Har artkarteringar gjorts?	Karteringar har gjorts. Projektet bedöms inte påverka naturvärden, se vidare kapitel 6.2.
Påverkar projektet fornlämningar?	Inventeringar har gjorts. Projektet kommer inte att arbeta inom områden där det finns fornlämningar, se vidare kapitel 6.4.
Hur tas bygg- och spillvatten från projektet om hand?	Processvatten kommer under byggskedet att samlas upp i tillfälliga pumpgröpar och hanteras på etableringsytorna. Vattnet kommer att genomgå avskiljning av oljor och partiklar/slam samt vid behov pH-justering. Innan processvattnet förs till det kommunala avloppsledningsnätet kommer det att kontrolleras och behandlas för att klara de krav som Stockholm Vatten AB ställer, se vidare kapitel 3.9.9.
Hur påverkas 4H gården vid Eolshäll?	4H gården ligger i de förslag på etableringar och arbetsytor som upprättats utanför påverkansområdet för arbetena vid Eolshäll.
Evakueringsboende	Om en störning uppstår kan den drabbade anmäla störningen via telefon 08-522 128 80 som bemannas dygnet runt. Störningen utreds då omgående av projektet för att hitta en lämplig åtgärd. Det kan röra sig om att sätta upp ett bullerplank eller att prata med entreprenören som orsakar störningen. Som en sista utväg erbjuds den drabbade evakuering. Grundregeln är att den boende som drabbas av ljud över riktvärdet på 45 decibel under mer än

	en vecka erbjuds evakuering. Projektet kommer dels att erbjuda lokaler där man kan komma undan tillfälligt om man behöver vara ostörd, dels ersättningsboende.
Hur sköts kommunikation med boende under byggtiden?	Projektet har en informatör som organiserar informations- och meddelandemottagning och som ansvarar för rutiner för besvarande av frågor via flera olika media – telefonjour, hemsida, epost och sms samt eventuellt sociala media. Alla sakägare (fastighetsägare, tomträttshavare eller annan rättighetshavare) ska informeras före byggskedet om huvuddragen i projekt och särskilt om hur deras fastighet eller rättighet påverkas. Sakägare informeras särskilt före besiktning eller andra undersökningar av fastighet. På begäran aviseras sakägare och allmänheten via telefon eller sms inför varje sprängning. Informatörer ska finnas tillgängliga på telefon, sms, epost, projektets hemsida och eventuellt Facebook. Allmänna frågor från tredjeman om projektets aktiviteter kan inrapporteras via media enligt ovan. Frågorna besvaras i normalfallet av informatören. Kan frågan inte besvaras inhämtas information så att frågan kan besvaras. Arbetsplatserna kommer att vara skyltade med kontaktinformation.
Brister i samrådsprocessen	Den kritik Stockholm Vatten fått har bemötts med extra informationsmöten och kompletterande samråd i Eolshäll
Önskemål om mer information om etableringen, installationer och verksamhet vid Smedslätten	Stockholm Vatten har haft och kommer att ha extra informationsmöten både i Bromma och vid Eolshäll de områden där det inkommit mest frågor och synpunkter från samråden.
Önskemål om kartor med bättre upplösning som visar tunnelsträckning	Den exakta tunnelsträckningen kan av säkerhetsskäl inte göras offentlig. Däremot finns kartor med delsträckor i en tillräckligt bra upplösning för att fastighetsägare skall kunna orientera sig tillgängliga på Stockholm Vattens hemsida
Påverkan på skyddsavstånd kring reningsverken	Projektet påverkar inte skyddsavstånd från reningsverken. När Bromma reningsverk rivs försvinner behovet av skyddsavstånd där.
Redovisa åtgärder för att minska brädd om Bromma reningsverk behålls.	Dessa åtgärder är kostnadsberäknade till 1,3 miljarder och redovisas i PM som biläggs ansökan.
Varför används inte borrning (TBR)?	Se kapitel 4.4.3
Vad händer med	För närvarande utreds olika alternativ att tillvarata värmen

Norrenergis fjärrvärme-produktion?	i avloppsvattnet från Bromma reningsverk; värme som i dag utvinns av Norrenergi.
Hur påverkas slammet och spridningen på åkermark?	Slammet skall vara av en sådan kvalitet att REVAQ certifieringen kan upprätthållas vilket är en förutsättning för spridning på jordbruksmark.
Varför flyttas inte etableringen vid Skanstull till andra sidan bron?	Diskussion har förts huruvida påslaget och etableringsytan vid Gullmarsplan kan flyttas till östra sidan av Skanstullsbron där exploatering redan pågår. Den alternativa placeringen skulle medföra att avståndet mellan befintligt påslag i Liljeholmen och nytt påslag blir för långt. Det är också svårt att hitta en plats med bra bergtäckning och intilliggande lämplig yta för etablering. Alternativet har därför avfärdats, se vidare kapitel 4.5.2
Kommer membrantechniken att fungera?	Membrantechniken är listad av EU som BAT (Best Available Technique) och används i flera anläggningar i världen. Stockholm Vatten har tecknat avtal med världens ledande membrantillverkare.
Hur påverkas pulkabacken i Ålstensskogen?	Ur barnkonsekvensanalysen identifierades följande åtgärder som kommer att vidtas. Nedre delen av pulkabacken kompletteras med ett skydd mot den föreslagna etableringsytan. Alternativt kortas backen ner och skyddet anläggs mitt i dagens pulkabacke där slutningen planar ut. En ny stig anläggs för att underlätta rörelser till och från pulkabacken och för att säkerställa en trafiksäker passage. Pulkabacken kommer med föreslagna åtgärder att kunna användas under byggtiden och återställs helt efter avslutade arbeten.
Varför byggs inte ett reningsverk i norra Stockholms-regionen?	Ett nytt reningsverk kräver nya anlutningspunkter och en ny tunnel. De eventuella olägenheter som kan uppstå vid tunnelbygget flyttas då någon annan stans. Norr om Stockholm finns inga lämpliga utsläppspunkter för det renade avloppsvattnet. Vattendirektivet tillåter inte att statusen försämras i ett vattenområde. En ny anslutningstunnel till Bromma reningsverks nuvarande utloppstunnel måste sannolikt anläggas. Att bygga ett nytt reningsverk norr om Stockholm blir dyrare och är ett sämre miljömässigt alternativ, påverkan vid anläggningsarbetena blir sannolikt inte mindre än för det föreslagna alternativet. Det möjliggör inte heller att minska bräddarna till Mälaren.
Varför satsas inte på lokala och källsorterande system?	Detta belyses i kapitel 4.4. De huvudsakliga skälen är Kunskapskravet, försiktighetsprincipen och kostnad.

2 Nuläge

Idag fördelas avloppsvattnet i Stockholm till Henriksdal, Bromma och Himmerfjärdsverket, se Figur 2.1.



Figur 2.1 Nuvarande upptagningsområden för avloppsvatten i Stockholm.

För att klara de framtida kraven på rening kommer Stockholm Vatten att koncentrera reningen till ett reningsverk. Reningskapaciteten vid Henriksdal utökas och Bromma läggs ner. Nedan beskrivs verksamheten vid dessa två reningsverk mer ingående.

2.1 Bromma reningsverk



Figur 2.2 Bromma reningsverk, Åkeshovsanläggningen. På bilden syns bland annat slamutlastningen och en av rötkamrarna.

2.1.1 Storlek och anslutningar

Bromma reningsverk består av två delar, en i Åkeshov och en i Nockeby. Åkeshovsanläggningen invigdes 1934. Sedan dess har Brommaverket byggts ut och moderniserats i takt med att staden har vuxit. Den senaste ombyggnationen genomfördes vid millennieskiftet då kvävereningen förbättrades i luftningsbassängerna. Nockebyanläggningen byggdes på sextiotalet och är inrymd i ett 120 000 m³ stort bergum.

Reningsverket tar emot avloppsvatten från västra förortsområdet, från Tranebergsbron i öster till och med Hässelby och Spånga i väster samt Sundbyberg, Järfälla och delar av Lovön i Ekerö. Antalet anslutna personer är cirka 330 000.

Det inkommande flödet är cirka 130 000 m³ [8]. Antalet anslutna från grannkommunerna är:

Tabell 2.1 Anslutna kommuner till Bromma reningsverk

Sundbyberg	40 000 personer
Järfälla	62 000 personer
Ekerö (del av Lovön)	1 000 personer

2.1.2 Rening av avloppsvatten

Reningen av avloppsvattnet sker mekaniskt, kemiskt och biologiskt. Fosfor fälls ut genom tillsats av järnsulfat vid inloppet och före sandfiltren.

Försedimentering sker i Åkeshovsanläggningen. Därifrån rinner avloppsvattnet med självfall till Nockebyanläggningen, där det pumpas till biologisk rening, kemisk fällning och sandfiltrering. Överskottslammet pumpas tillbaka till Åkeshovsanläggningen för slambehandling och biogasframställning. År 2013 producerades 15 600 ton avvattnat avloppsslam.

Det renade avloppsvattnet leds via en 4,5 km lång avloppstunnel till värmepumpverket Norrenergi vid Bällstaviken i Solna. Norrenergi utvinner fjärrvärme och fjärrkyla från restvärmen i avloppsvattnet för brukare i Solna och Sundbyberg. Därefter går vattnet med självfall i den 7,5 km långa Saltsjötunneln österut till Kastellholmen. Utloppet ligger cirka 250 meter utanför Kastellholmen. Utloppsledningens diffusorer ligger cirka 1,4 kilometer väster om Henriksdals avloppsreningsverks utlopp.

Liksom det renade vattnet från Henriksdal följer Brommaverkets renade vatten med den utåtgående strömmen på 10-20 m djup genom innerskärgården.

2.1.3 Produktion av biogas

Det slam som bildas vid reningsprocesserna rötas i Brommaverkets sju rötkammare som rymmer totalt 17 100 m³. Rötningen sker i det mesofila temperaturintervallet, 35 - 37°C, och det rötade slammet avvattnas därefter i centrifug. Liksom i Henriksdal köps rågasen av en extern aktör som ansvarar för uppgradering till fordonsgas. Syftet med slambehandlingen är att utvinna biogas, reducera slammängden och stabilisera slammet. Behandlingen minskar dessutom lukten från slammet.

Slamhanteringen är certifierad enligt Svenskt Vattens certifieringssystem REVAQ. Detta innebär en rad åtaganden, bland annat att systematiskt arbeta för en långsiktig och ständig förbättring av kvaliteten på slammet. Den rötrest som blir kvar efter rötning och biogasutvinning är näringsrik och innehåller mullbildande organiskt material, som efter kvalitetskontroll enligt gällande lagstiftning och de frivilliga reglerna enligt REVAQ, kan användas som gödsel- och jordförbättringsmedel i jordbruket. Slammet mellanlagras i väntan på att i första hand användas som gödsel- och jordförbättringsmedel på åkermark.



Figur 2.3 REVAQ-certifierat slam på Stockholm Vattens mellanlager i Valsta (Foto: Ingmari Holmsten, 2011).

2.2 Henriksdals reningsverk

2.2.1 Storlek och anslutningar

Henriksdals avloppsreningsverk invigdes 1941. Det hade då kapacitet att rena cirka 150 000 m³ avloppsvatten per dygn. Kapaciteten har byggts ut succesivt sedan dess. Under de kommande åren byggdes försedimenteringen ut och på 1970-talet kompletterades verket med kemisk och biologisk rening. På 1990-talet gjordes de senaste större ombyggnationerna för att förbättra kväve- och fosforreningen. Under 2011 färdigställdes den senaste ombyggnationen av Henriksdalsanläggningen; ett bergrum för grovrening tillkom liksom ett bergrum för mottagning av fettavskiljar slam och externt organiskt material för att öka produktionen av fordonsgas och för att minska påverkan på omgivningen i form av buller och lukt. Se kapitel 3.4 avseende kommande ombyggnation som anmälts till tillsynsmyndigheten.

Henriksdalsverket består av två anläggningar: en i Henriksdal och en i Sickla. De två anläggningarna har separata inlopp och avloppsvattenbehandling.

Till Henriksdalsinloppet går tunnlar från Danvikens pumpstation dit de centrala delarna av Stockholm är anslutna. Dessutom ansluter en tunnel från Nacka, till vilken även avloppsvatten från upptagningsområdet för det forna Louddens reningsverk är påkopplad.

Till Sicklainloppet ansluter Farstatunneln och Årstatunneln. Till Farstatunneln är delar av de södra förorterna Tyresö, Haninge och Huddinge anslutna. Även till

Årstatunneln är delar av de södra förorterna anslutna. 70 procent av avloppsvattenmängden kommer in via Sicklaanläggningen.

Avloppsreningsverket har två utloppstunnlar med varsin utloppstub. Det ena utloppet, som används för avloppsvatten, avslutas med tre dysförsedda utloppsledningar och mynnar på cirka 30 meters djup cirka 180 meter ut i Strömmen, ungefär mitt för Waldemarsudde. Det andra utloppet, som idag används framför allt för dagvatten, mynnar i strandkanten vid Danvikstull. Det avloppet ska förlängas och användas för utsläpp av renat avloppsvatten.

Till Henriksdals reningsverk är cirka 780 000 personer anslutna. Det inkommande flödet var cirka 250 000 m³ per dygn år 2013.

Henriksdals reningsverk tar emot avloppsvatten från innerstaden samt södra förortsområdet med undantag för de delar som ligger närmast Mälaren och Årstaviken. Antal anslutna personer från grannkommunerna är:

Tabell 2.2 Anslutna kommuner till Henriksdals reningsverk

Tyresö	41 500 personer
Nacka	45 200 personer
Haninge	51 000 personer
Solna (Karlberg)	100 personer



Figur 2.4 Sprängskiss över Henriksdals reningsverk. Sicklaanläggningen syns uppe till höger, Henriksdalsanläggningen (den större) i mitten. Norr ligger åt vänster i bild (©Stockholm Vatten).

2.2.2 Rening av avloppsvatten

I Henriksdals reningsverk renas avloppsvattnet mekaniskt, kemiskt, biologiskt och avslutningsvis i sandfilter. Reningsverket är i sin nuvarande utformning en konventionell aktivslamanläggning med försedimentering, kväverening (nitrifikation och denitrifikation), eftersedimentering och sandfilter. Fosfor fälls ut genom tillsats av järnsulfat (heptahydrat) före förluftningen och före sandfiltren. Polymer används till förtjockning av slam före rötning och vid avvattning av rötat slam.

30 procent av avloppsvattenmängden tas in via en separat tunnel till Henriksdalsanläggningen och grovrenas före den fortsatta behandling som beskrivs ovan. Det renade avloppsvattnet släpps ut i Strömmen, i sundet mellan Waldemarsudde och Finnbo.

Avloppsvattenreningen är helt förlagd i bergrum. Ovan mark finns verkets slamtankar, slamutlastning (vid Sicklaanläggningen), rötkammare och gasklocka. Alla bergrum ventileras via en skorsten i Henriksdal (80 meter hög) och en i Sickla (68,5 meter hög).

Sedan 2010 används en mobil luftreningsanläggning vid temporära utsläpp, till exempel i samband med service av rötkammare.

2.2.3 Produktion av biogas

Det slam som bildas vid reningsprocesserna rötas i Henriksdalsverkets sju rötkammare som har en volym om totalt 39 000 m³. Rejektvatten från förtjockning och slamavvattning belastar vattenreningsdelen av avloppsreningsverket.

Anläggningen i Henriksdal tar emot fett från fettavskiljare från restauranger och storkök, tidvis även mindre mängder källsorterat externt organiskt material. Fettavskiljarlammet och det externa organiska materialet levereras med slamsugbilar. Mellan år 2011 och 2013 uppgick den mottagna mängden fettavskiljarlam till cirka 33 000 ton per år. Exempel på externt organiskt material som Stockholm Vatten har tillstånd att ta emot är restprodukter från biodiesel- och livsmedelsproduktion (till exempel sockerlösningar och glycerol) samt matavfall från hushåll, restauranger och storkök. Mängden mottaget externt organiskt material är dock försumbar i dagsläget.



Figur 2.5 Slamsugbil som tömmer fettavskiljare (foto: Henrik Tideström 2014).

Det organiska materialet blandas med det avloppsslam som avskiljs från avloppsvattnet, och ur det samlade slammet utvinns biogas, som kan användas som drivmedel för bland annat SL:s bussar.

Vid rötningen av primär-, överskotts- och fettavskiljarslam, som sker mesofilt inom temperaturintervallet 35 - 37 °C, utvinns biogas. En extern aktör köper den bildade rågasen och ansvarar för uppgradering till fordonsgas. Huvuddelen av den gas som utvinns i Henriksdal och Bromma, cirka 15 av de drygt 16 miljoner Nm³ (normalkubikmeter) gas som producerades år 2012, uppgraderades till fordonsgas av en extern part. Mellanskillnaden användes som bränsle i reningsverkens värmepannor samt för elproduktion för eget bruk i Henriksdal. En liten mängd (0,05 miljoner Nm³) facklades.

Slamsugbilar med fettavskiljarslam kommer för närvarande dagtid, men entreprenörer har framställt behov att komma även på kvällar/nätter/helger.

Henriksdals reningsverk tar även emot slam från mindre reningsverk (externslam) i Värmdö och Haninge kommuner för behandling och rötning. Förtjockat slam från Dalarö avloppsreningsverk i Haninge transporteras en gång i veckan med slamsugbil till Hallstens slammottagning. Därifrån leds det via avloppsledningsnätet till Henriksdals avloppsreningsverk. Mängderna externslam från Värmdö har de senaste åren varierat mellan 4 000 och 6 500 m³ per år medan mängden slam från Dalarö reningsverk har varierat mellan 1 000 och 2 000 m³ per år.

2.2.4 Hantering av rötat och avvattnat slam

Det rötade slammet avvattnas i centrifuger. År 2013 producerades 58 200 ton avvattnat avloppsslam vid Henriksdals reningsverk. Hela slamhanteringen är certifierad enligt certifieringssystemet REVAQ.

Större delen av Stockholm Vattens slamproduktion transporteras idag med järnväg till gruvbolaget Boliden, där det används för återställning av framför allt gråbergssupplag och sandmagasin vid koppargruvan i Aitik strax söder om Gällivare. Syftet är att underlätta etableringen av ny växtlighet och minska erosionsrisken. Omkring 20 procent av slammet transporteras med bil till olika mellanlager i väntan på att användas i jordbruket. Bland annat lagras det på Stockholm Vattens mellanlager i Valsta, Haninge kommun län cirka 35 km söder om Stockholms innerstad.

Mellanlagringen fungerar även som hygienisering enligt reglerna i certifieringssystemet REVAQ. Marken för mellanlagret arrenderas av Stockholm Vatten som har ett eget tillstånd enligt miljöbalken. Mellanlagret i Valsta ingår inte i den nu aktuella miljöprövningen.

Förutom i Valsta mellanlagras avvattnat slam i andra mellanlager som anlitate entreprenörer har, år 2013 även i Knivsta och Norrköpings kommuner. Denna hantering görs i enlighet med separata egna tillstånd och ingår inte i den nu aktuella miljöprövningen.

2.2.5 Utsläppspunkter och utsläppta mängder renat avloppsvatten

Stockholm Vattens nuvarande tillstånd att släppa ut renat avloppsvatten i Saltsjön är gemensamt för Henriksdals och Bromma avloppsreningsverk samt det numera nedlagda reningsverket i Loudden. Enligt dom från dåvarande Miljöödomstolen vid Stockholms tingsrätt är tillståndet förknippat med utsläppsvillkor för BOD₇, totalfosfor, totalkväve och ammoniumkväve och för skyddsåtgärder som avser ledningsnäten inom Stockholms stad.

Utsläppen från de kommunala avloppsreningsverken varierar år från år och beror utöver antal anslutna personer även på nederbördsberoende tillförsel av tillskottsvatten och inläckage till ledningsnäten. Som ett genomsnitt under åren 2009-2013 har Stockholm Vattens avloppsreningsverk släppt ut cirka 23 ton fosfor och 1 310 ton kväve per år, vilket framgår av Tabell 2.3.

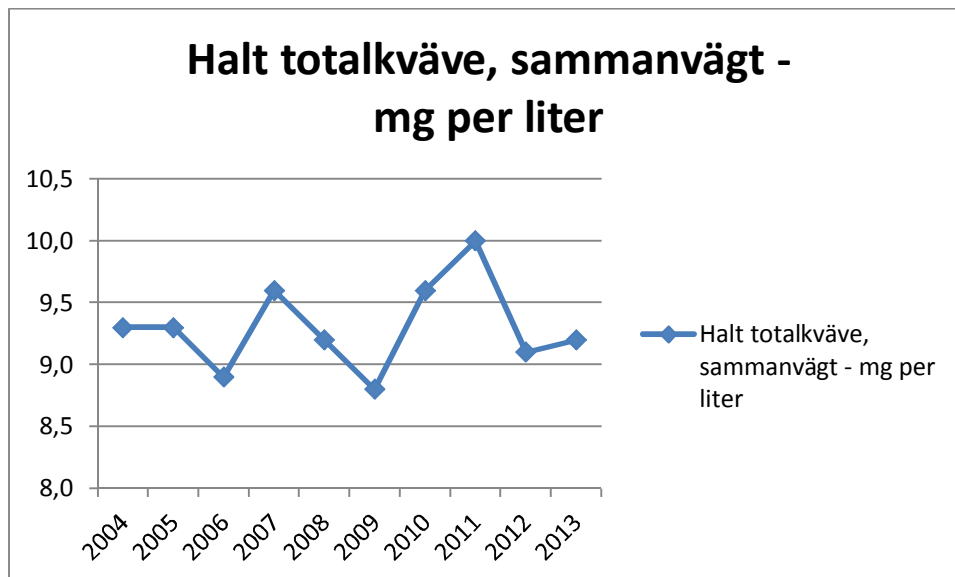
Tabell 2.3 Sammanlagda utsläppsmängder från Henriksdals och Bromma avloppsreningsverk som medelvärde för åren 2009-2013 samt tillståndets riktvärde för mängdutsläpp.

	Utsläppsmängd, ton / år medelvärde 2009-2013	Gällande begränsningsvärde (riktvärde), ton / år
Totalfosfor	23	50
Totalkväve	1 310	1 750
BOD ₇	520	1 500

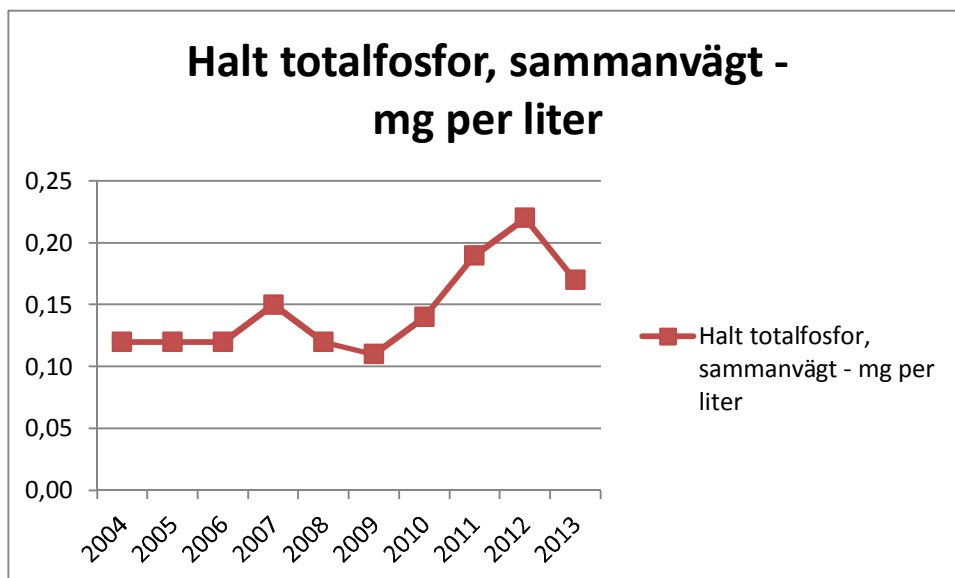
Tabell 2.4 Föroreningshalt i utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma avloppsreningsverk 2012 samt gällande begränsningsvärden

	Utsläpp (mg / l)			Gällande begränsningsvärden (mg / l)
	Henriksdal	Bromma	Sammanvägt	
Totalfosfor	0,27	0,13	0,22	0,3 Gränsvärde, kvartalsmedel
Ammoniumkväve, juli-oktober	1,3	2,3	1,6	3 Riktvärde
Totalkväve	8,1	11,2	9,1	10 Riktvärde, årsmedel
BOD ₇	5,1	3,7	4,7	8 Gränsvärde, kvartalsmedel

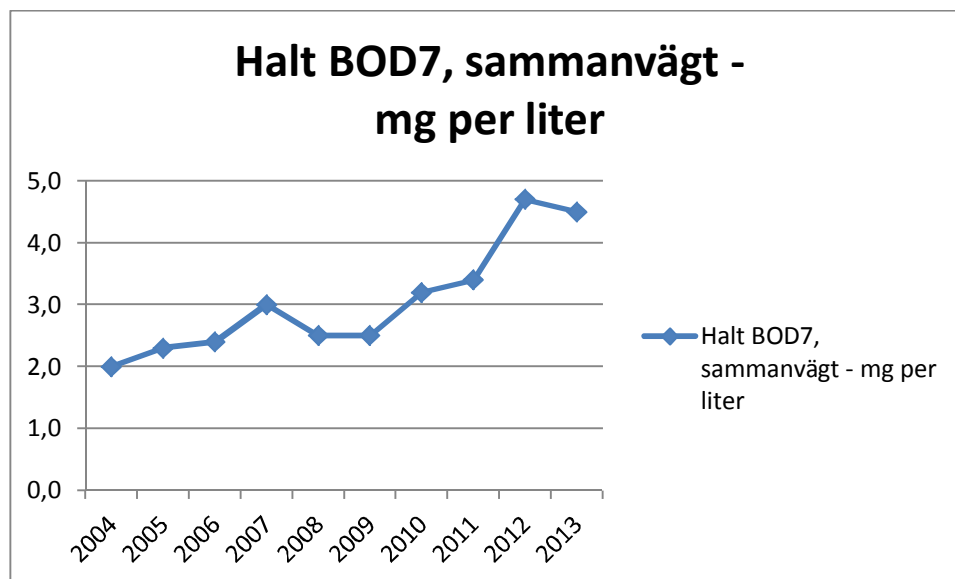
Sett under en längre period har utsläppen varierat på det sätt som visas i histogrammen nedan som illustrerar utsläpp av totalkväve, totalfosfor och BOD₇ under åren 2004-2013.



Figur 2.6 Totalkväve i utgående avloppsvatten 2004-2013. Sammanvägd halt, mg/l.



Figur 2.7 Totalfosfor i utgående avloppsvatten 2004-2013. Sammanvägd halt, mg/l.



Figur 2.8 BOD₇ i utgående avloppsvatten 2004-2013. Sammanvägd halt, mg/l.

Utgående halt och mängder av kväve, totalfosfor och BOD₇ har ökat under de senaste åren i huvudsak på grund av ökad belastning, svårigheter med avskiljning av bioslammet i sedimenteringen och minskad kapacitet i filtren. Filtren är nu åtgärdade.

Det renade avloppsvattnet släpps ut i vattenförekomsten Strömmen (i dagligt tal kallad "Saltsjön"). Recipienten belastas även av avloppsvatten från Käppalaförbundets avloppsreningsverk på Lidingö. Käppalaverket renar avloppsvatten från cirka 450 000 personer [3], vilket kan jämföras med de tillsammans cirka 1 100 000 personer som är anslutna till Henriksdals och Bromma avloppsreningsverk (2012).

2.3 Befintligt ledningsnät

Detta avsnitt berör spillvattenförande tunnlarna, rörledningar och pumpstationer inom Henriksdals reningsverks upptagningsområde. Ledningsnätet beskrivs mer i detalj i en egen teknisk beskrivning som bifogas tillståndsansökan.

Det ledningsnät som är anslutet till reningsverken från Stockholm Vattens verksamhetsområde utgörs av drygt 190 mil avloppsledningar och 10 mil tunnlarna inom Stockholms stad och Huddinge kommun. Därtill finns ledningsnät anslutna inom sex grannkommuner. Upptagningsområdet för reningsverken utgörs, utöver områdena i Stockholm och Huddinge, av områden belägna i Haninge, Nacka, Tyresö, Järfälla, Sundbyberg och Ekerö kommuner. Dessa grannkommuner har egna ledningsnät, som inte tas upp i denna miljökonsekvensbeskrivning.

Eolshålls pumpstation drivs för närvarande av Sydvästra Stockholmsregionens VA-verksaktiebolag (SYVAB) och kommer att läggas ner om Mark- och miljödomstolen lämnar tillstånd till det. Det nya upptagningsområdet framgår av Figur 3.2.

2.3.1 Utbyggnad och verksamhetsområde

Inom Stockholm Vattens verksamhetsområde ingår ledningsnät i Stockholms stad och Huddinge kommun. I det allmänna avloppsnätet (såväl spill- som dagvattenförande ledningar) i Stockholm stad och Huddinge kommun ingår totalt drygt 275 mil ledningar och cirka 78 000 serviser. Därutöver finns cirka 15 mil avloppstunnel. Cirka 30 procent av ledningsnätet är anlagt före 1950, 45 procent mellan 1950-1980 och 25 procent efter 1980.

Avloppsledningsnätet har 153 pumpstationer för spillvatten och 14 pumpstationer för dagvatten.



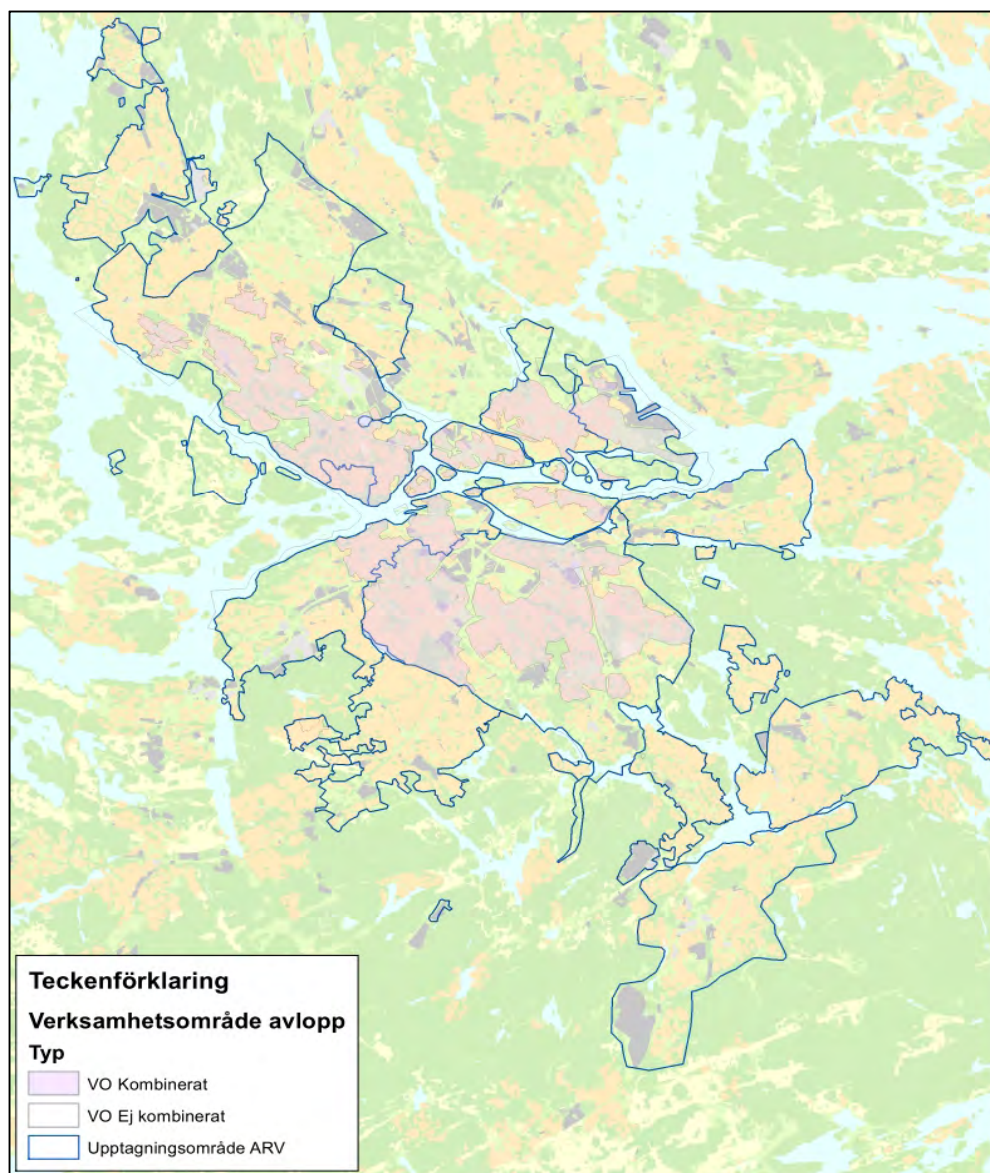
Figur 2.9 Pumpstation Kungsholms hamnplan (Foto: Hans Hammarlund, 2014).

Ledningsnätet i Stockholms stad är utbyggt med såväl kombinerat (spill- och dagvatten i samma ledning) som duplicerat system (spill- och dagvatten i separata ledningar). Till det kombinerade ledningsnätet är dagvatten från hårdgjorda ytor, såsom till exempel vägar och hustak, anslutna. Inom många områden är även dränvatten från husgrunder anslutna.

Ledningsnätet i Huddinge kommun är ursprungligen utbyggt som ett duplikatsystem men även som separat system där spillvattnet avleds i ledning och dagvatten i dike. Med tiden har dock både medvetna och omedvetna påkopplingar av dagvatten gjorts på det spillvattenförande ledningsnätet. Av den totala spillvattenförande ledningslängden är 54 procent utbyggt med duplikatsystem.

Tabell 2.5 Ledningslängd och antal serviser inom verksamhetsområdet
(Stockholms stad och Huddinge kommun).

	2010	2011	2012
Ledningslängd, spill+kombinerat (km)	1 797	1 803	1 808
Antal spillvattenförande serviser (st)	60 132	60 491	60 769
Ledningslängd, dagvatten (km)	1 016	963	969
Antal dagvattenförande serviser (st)	17 750	17 800	17 900



Figur 2.10 Typ av utbyggnadssystem inom reningsverkens upptagningsområden.

2.3.2 Bräddpunkter och nödutlopp

Bräddning är utsläpp som behövs för att avlasta ledningar, pumpstationer, magasin, bassänger m.m. Det bräddade avloppsvattnet avleds till recipient alternativt dagvattenledning när tillrinningen är större än avloppsanläggningens kapacitet, det vill säga vid hydraulisk överbelastning. Vid hydraulisk överbelastning tillåts avloppsvatten att brädda för att förhindra översvämningar uppströms i systemet. De lägst belägna fastigheterna riskerar annars att få källar- och/eller marköversvämningar. Vid dessa tillfällen är bräddvattnet helt orenat, men oftast mycket utspätt av inläckage, regnvatten eller snösmältning.

Utsläpp som endast sker vid haveri till exempel på grund av strömavbrott, brott på huvudledningar eller på grund av spolning av ledningar eller andra underhållsarbeten definieras som nödutsläpp och inte som bräddning [4]. Problem med nödutsläpp är att hänföra till avloppsanläggningens driftsäkerhet. Vid nödutsläpp har avloppsvattnet ungefär samma sammansättning som det avloppsvatten som normalt kommer till avloppsreningsverken.

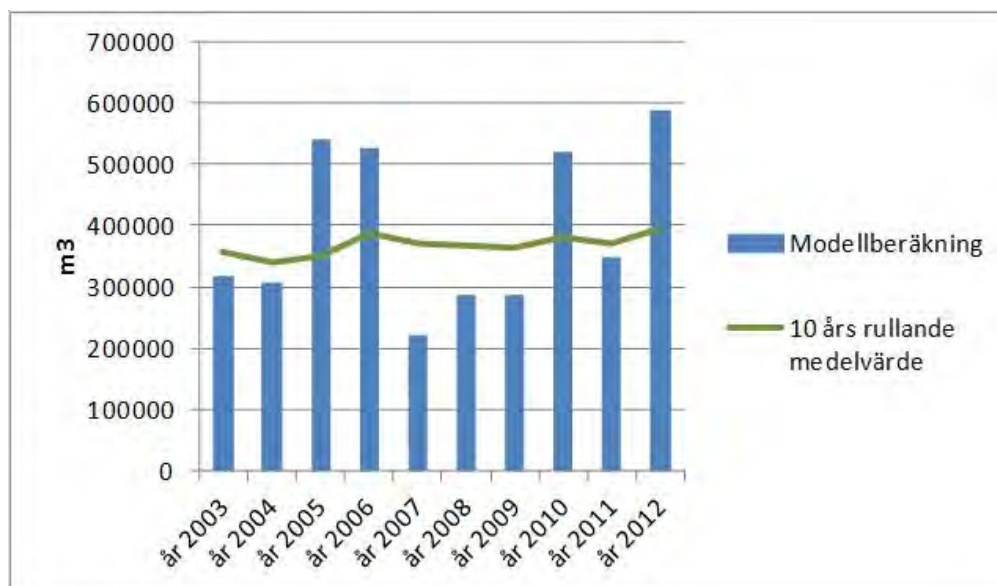
Utgjmnings-, bräddnings- och avsättningsmagasin bidrar till att minska mängden bräddavloppsvatten till recipienten. Det finns drygt 20 stycken magasin, som totalt rymmer över 100 000 m³. Det största är Ormen, en tunnel som är borrarad med en Tunnel Boring Machine (TBM) med en diameter av 3,5 meter. Ormen är cirka 2,7 km lång, rymmer cirka 35 000 m³ och sträcker sig mellan Roslagstull och Karlavägen i Stockholm.

Nuvarande bräddvillkor och beräkning av bräddning och nödutsläpp
Enligt nuvarande tillstånd ska bräddning från ledningsnätet inom Stockholms stad till följd av nederbörd succesivt minskas, för att senast 2010 som riktvärde högst uppgå till 325 000 m³/år, beräknat som ett rullande 10-årsmedelvärde. Inga villkor finns för avloppsledningsnätet i Huddinge kommun. För tioårsperioden 2002-2011 har bräddade volymer i genomsnitt beräknats till 370 000 m³/år. I det kombinerade systemet i Stockholm finns cirka 300 bräddpunkter och i Huddinge finns 8 kända bräddpunkter. I Stockholm är cirka 80 av dessa bräddpunkter anslutna till utgjmningsmagasin. Övriga bräddpunkter är huvudsakligen anslutna via dagvattenledning direkt till recipient. Bräddavloppen mynnar i Mälaren eller Strömmen.

Bräddade mängder i samband med nederbörd beräknas med hjälp av kalibrerade hydrauliska modeller. Modellerna uppdateras med fysiska förändringar i ledningsnäten och förbättras regelbundet efter att ny kunskap erhålls. Under normala nederbörds- och driftförhållanden beräknas bräddningen på grund av nederbörd teoretiskt uppgå till cirka 0,4 Mm³/år. Antalet bräddtillfällen per år varierar mellan olika år och mellan olika recipienter. Bräddvolymen från bräddpunkter på ledningsnätet beräknas teoretiskt och mäts endast i begränsad omfattning i enlighet med gällande föreskrifter från Naturvårdsverket [5].

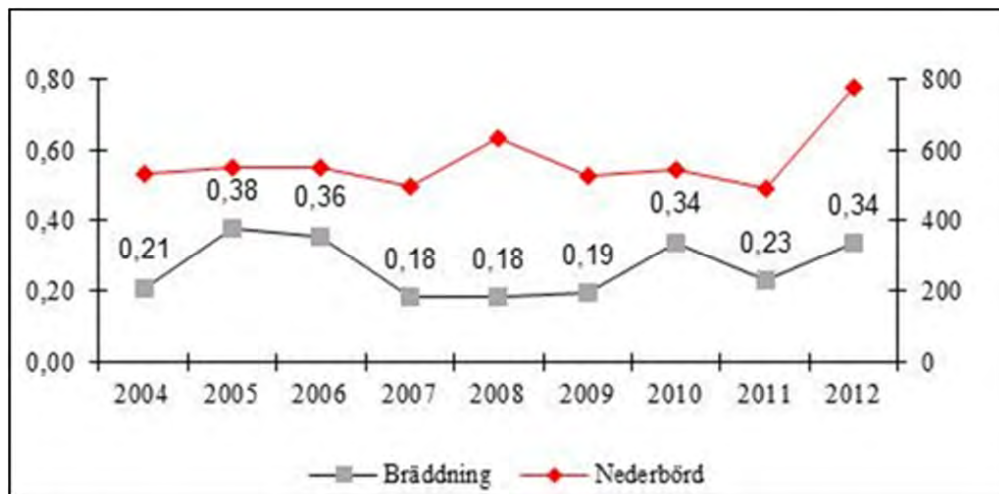
I Plan 2002 [65], som beskriver Stockholm Vattens planerade bräddningsreducerande åtgärder, och planen som godkändes av Länsstyrelsen 2004, utreddes hur ofta respektive bräddavlopp trädde i funktion. Det fanns då bräddavlopp som trädde i funktion ända upp till 40 gånger per år.

De flesta av de cirka 150 pumpstationerna i Stockholm och de cirka 60 pumpstationerna i Huddinge är försedda med nödutlopp. Nödutloppen går oftast direkt till vattenrecipient. Bräddregistrering finns placerade i några pumpstationer. Reningsverkens processer påverkas negativt av stora flöden, vid utspätt vatten och låga temperaturer. Det finns en gräns för hur utspätt avloppsvatten som ska renas kan vara. Sämst reningsresultat erhålls vid långvariga nederbörds- och snösmältningsperioder. Bräddning sker dock framförallt vid kortvariga häftiga regn. Det kan vid dessa tillfällen vara motiverat att begränsa avloppsvattenflödet till reningsverken då utspädningen kan innebära att mer föroreningar släpps ut via det renade avloppsvattnet än via bräddvattenutsläppet. Hänsyn måste dock även tas till vilken recipient som belastas av utsläppen.



Figur 2.11 Total beräknad årsvis bräddad volym från ledningsnätet i Stockholm.

2012 är ett av de regnrikaste åren i historien enligt SMHI:s mätare vid Observatoriekullen i centrala Stockholm. 779 mm nederbörd föll över Stockholms innerstad jämfört med 550 mm som brukar anges som normalnederbörd. 2012 kan därför illustrera ett av de värsta åren ur bräddsynpunkt. Bräddningen var då 680 000 m³, vilket kan jämföras med 160 miljoner m³ som totalt behandlades i reningsverken under detta år. Bräddningen motsvarade således cirka 0,5 procent av den totala avloppsvattenmängden. Eftersom det avloppsvatten som bräddar från ledningsnätet är orenat, är andelen föroreningar högre.



Figur 2.12 Nederbörd samt bräddning från ledningsnät i Stockholm som andel av avloppsvattenmängden år 2003-2012. Årsnederbörd (mm) i Observatorielunden.

Bräddvattnets innehåll och bräddningens fördelning i tid

Studier har tidigare genomförts kring andelen spillvatten i bräddvattnet och en siffra kring 10 procent har tagits fram. Under de år som studien gjordes var den totala bräddmängden ungefär hälften så stor som de under år 2012. Det finns därför anledning att misstänka att andelen spillvatten 2012 var ännu lägre. Till dag- och bräddvattenmagasinet Älvsjö-Mälarmagasinet avleds dagvatten från bland annat Fruängen, Hagsätra och Rågsved, men även bräddvatten från områden med kombinerade system i Västertorp, Långbro, Älvsjö, Örby och Bandhagen. Enligt Plan 2002 används magasinet som sedimenteringsbassäng och under perioden oktober-april leds flödet därefter ut i Mälaren. Under badperioden maj-september pumpas flöden till spillvattensystemet och leds till Himmerfjärdsverket. För att inte belasta avloppsreningsverket med inläckande vatten och dagvatten avleds bakgrundsflödet, cirka 30 l/s, via en grundflödesledning till Mälaren under denna period.



Figur 2.13 Bräddningens fördelning under 2012.

2.3.3 Tillskottsvatten

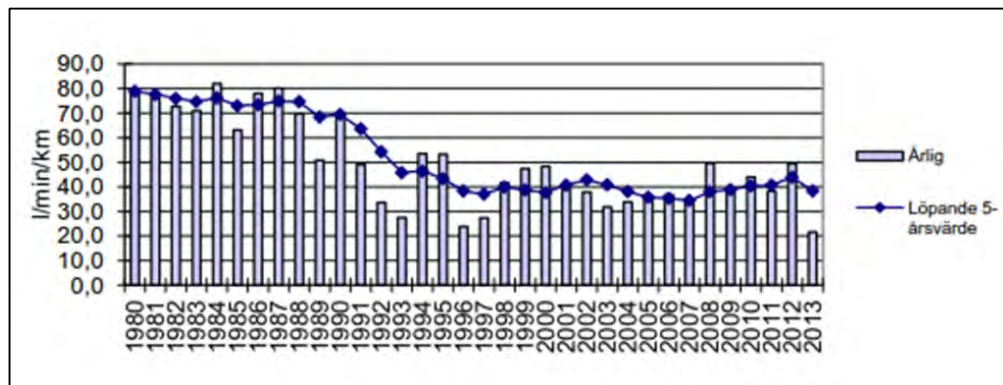
Belastningen på ett reningsverk kan delas upp dels i föroreningsbelastning av organiskt material, fosfor, kväve m.m. och dels i flödesbelastningen. Föroreningsbelastningen kommer huvudsakligen från de anslutna personerna, förutom specifika föroreningar från dagvatten. Flödet påverkar processerna i anläggningen på flera sätt, bland annat genom olika uppehållstider och temperaturer. Kraftiga variationer i flöde försämrar exempelvis möjligheterna att avskilja partiklar genom sedimentering.

Flödesbelastningen kan indelas i:

- Spillvatten, inklusive förbrukning för skötsel av VA-anläggningen.
- Tillskottsvatten
 - o Dagvatten, från anslutna hårdgjorda ytor.
 - o Dränvatten och avrinning från ansluten obebyggd mark inom kombinerade system.
 - o Dränvatten från duplikatsystem, inkopplad med dispens.
 - o Felkopplat dag- och dränvatten från duplikatsystem.
 - o Inläckande vatten från mark (inklusive utläckande dricksvatten) och vattendrag.

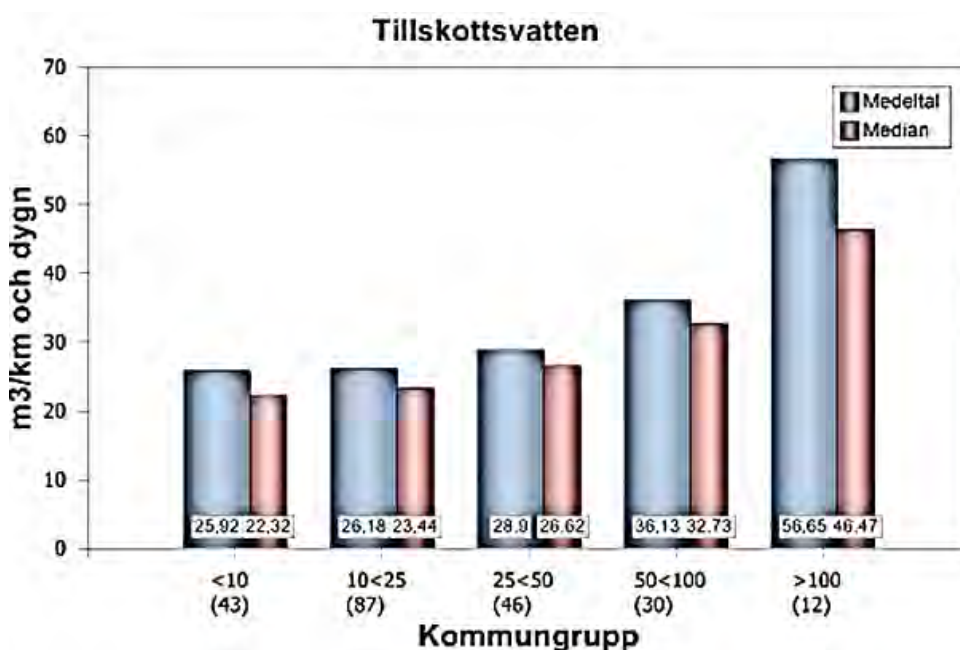
I denna rapport används begreppet tillskottsvatten om det vatten som inte är önskvärt i reningsverket. Termen ovidkommande vatten förekommer ibland istället för tillskottsvatten, men det begreppet är dock bara användbart om avloppssystemet endast utgörs av duplikata system.

Variationen i mängden tillskottsvatten till det spillvattenförande ledningsnätet under åren 1980-2013 redovisas i Figur 2.14.



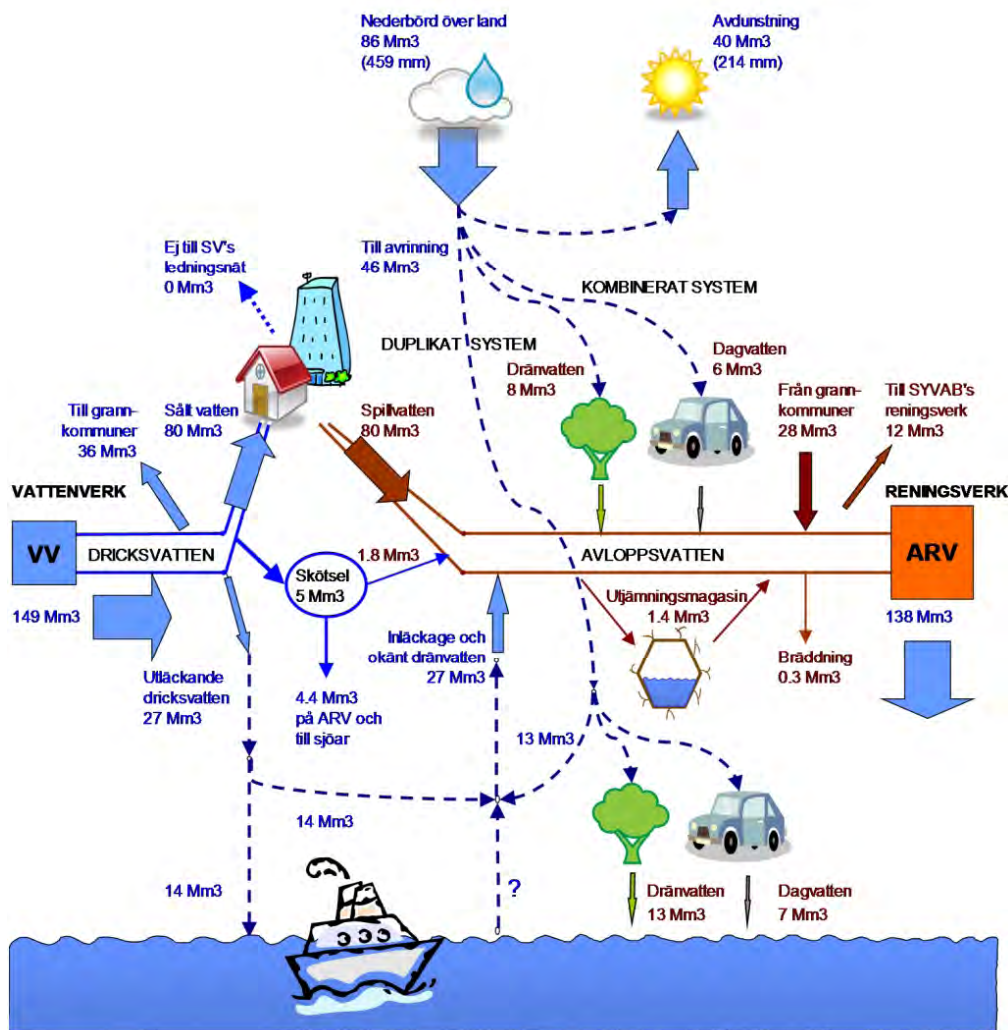
Figur 2.14 Tillskottsvatten (läck-, drän- och dagvatten) från Stockholms stad och från 1997 även Huddinge. 1 l/min/km motsvarar 1,44 m³ per km och dygn.

Eftersom ledningsnätet till stor del är kombinerat är dagvatten och dräneringsvatten medvetet anslutet till samma system som spillvattnet i de områdena. Vid en jämförelse med andra kommuner som har tagits fram med hjälp av Svenskt Vattens statistik över kommunala vatten- och avloppsanläggningar, är utspädningsgraden, det vill säga förhållandet mellan total avloppsvattenmängd och spillvattenmängd, trots detta låg. Detta förhållande gällde även det mycket nederbördsrika året 2012. Utspädningsgraden var då 1,79 vilket är lägre än riksgenomsnitt [6].



Figur 2.15 Tillskottsvatten (läck-, drän- och dagvatten) för kommungrupper under 2012, m³/km och dygn [7]. Diagrammet bygger på uppgifter från 218 kommuner.

VATTENBALANS FÖR STOCKHOLMS STAD 2013



Figur 2.16 Vattenbalans för Stockholms stad år 2013.

Inläckaget till ett otätt avloppssystem kommer från grundvatten, markvatten, överläckande dagvatten, sjövattnet och utläckande dricksvatten. Tidigare beräkningar har visat att detta uppgår till mellan 5 och 25 procent av Stockholms stads del av flödena till avloppsreningsverken. Till tunnlarna som är anslutna till reningsverken, cirka 80 km, har inläckaget beräknats till cirka 4,5 Mm³/år [9]. För ledningsnätet till Bromma reningsverk har det under 2010-2012 utförts ett arbete för att hitta områden med stor del inläckage. I slutrapport från Grontmij AB framgår det att:

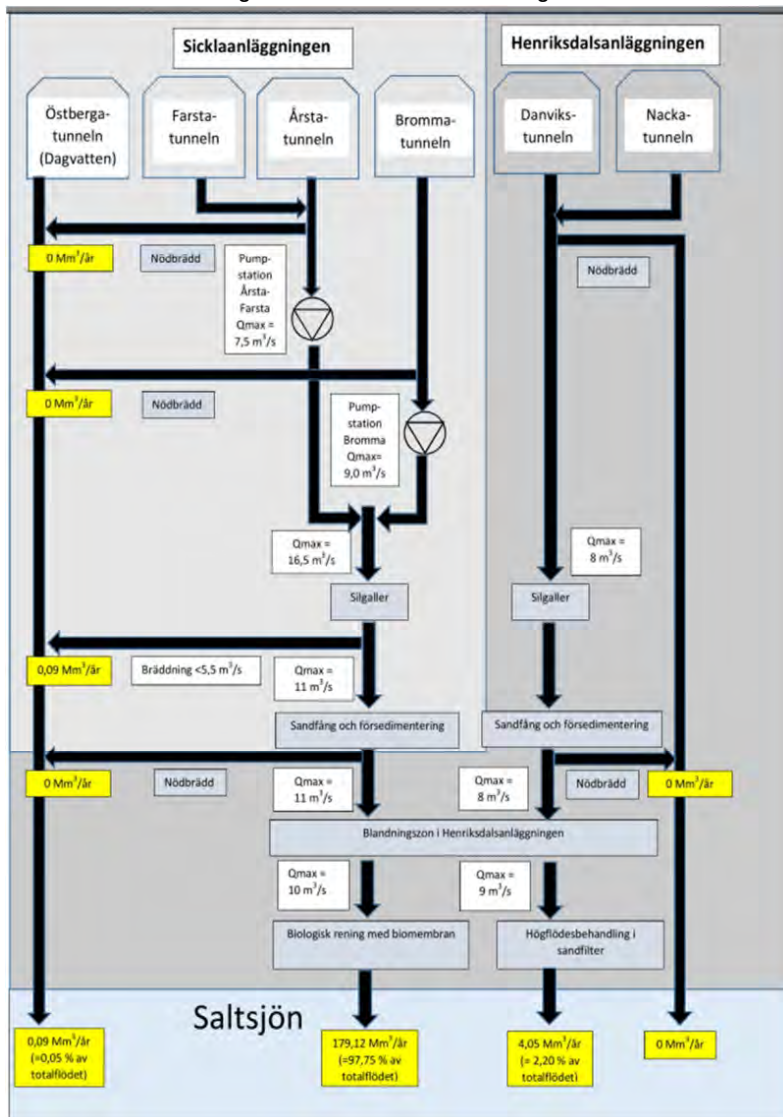
- 30 procent av det dagvatten som rinner av inom verksamhetsområdets hårdgjorda ytor leds till Bromma reningsverk, resten leds via dagvattenledningar till 17 olika delrecipienter.
- Cirka 17 procent av årsinflödet till Bromma reningsverk består av dagvatten.
- Endast cirka 5 procent av dagens kombinerade områden är "duplicerade öar" som ansluter till kombinerat system.
- Mindre än 1 procent av det totala årsinflödet kan tas bort vid en separering av de duplicerade öarna.

För ledningsnät i Huddinge kommun har tidigare studier visat att västra Huddinge, som är anslutet till SYVAB:s avloppsreningsverk, har låg andel tillskottsvatten medan centrala och östra Huddinge har cirka 40-50 procent tillskottsvatten [11]. Enligt modellberäkningar för år 2013 uppgick tillskottsvattenmängden från Huddinge till cirka 50 procent av det totala flödet.

3 Planerad verksamhet

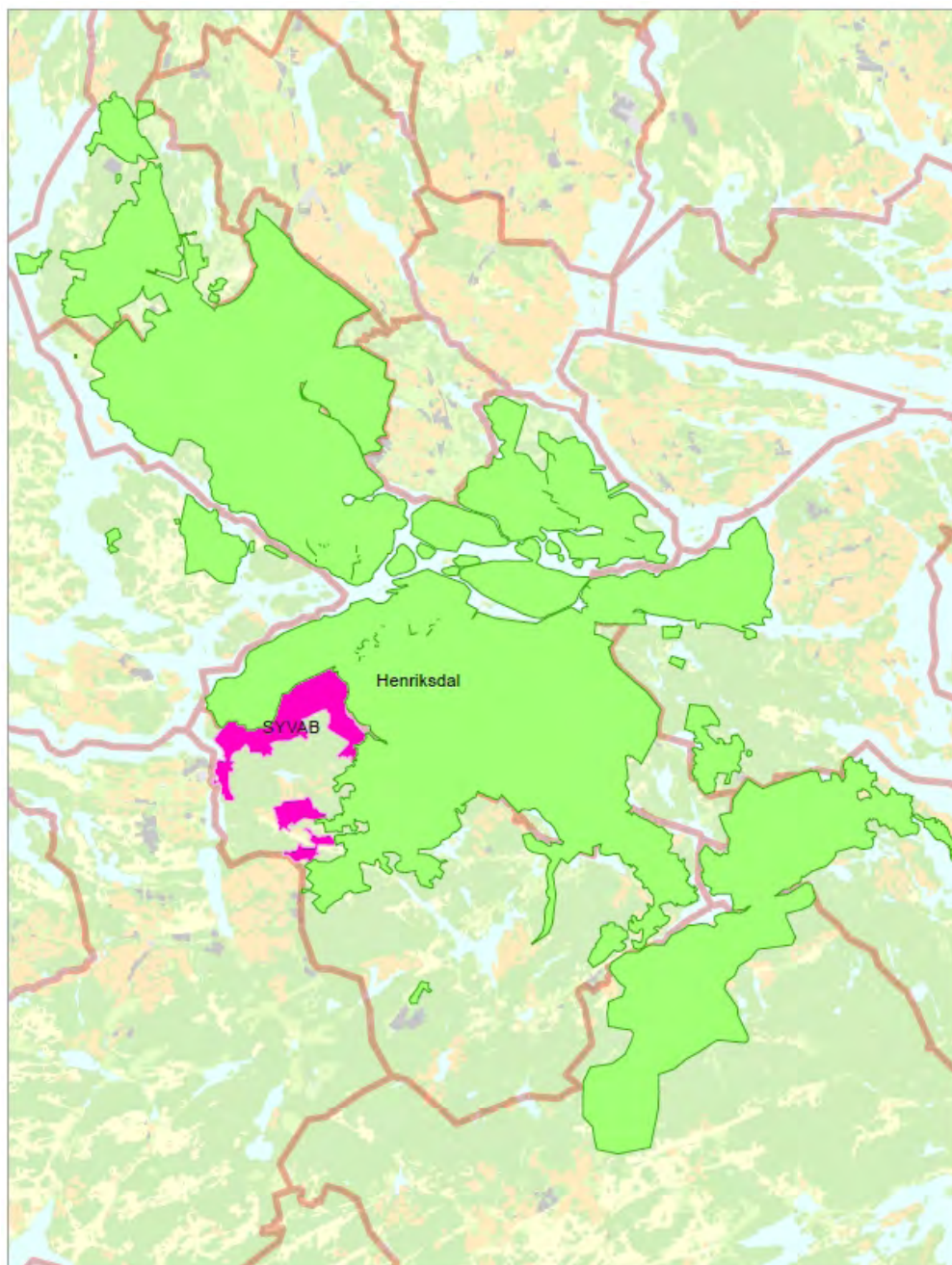
3.1 Övergripande förändringar

En detaljerad beskrivning av de tekniska lösningar som valts återfinns i den tekniska beskrivningen av Henriksdals reningsverk.



Figur 3.1 Schematisk bild av det beräknade tillflödet av avloppsvatten till Henriksdals reningsverk och utsläppta volymer 2040.

En anslutning av avloppstunneln och en påkoppling av Eolshäll innebär att verksamhetsområdet för Stockholm Vatten förändras. Framöver kommer endast avloppsvatten från en mindre del av Huddinge att ledas till SYVAB.



Figur 3.2 Upptagningsområde för det utbyggda Henriksdalsverket.

3.2 Om- och tillbyggnad av Henriksdals reningsverk

Reningsverket består idag av två delar; en anläggning i Henriksdal och en i Sickla (se Figur 3.3). Förändringar kommer att ske i både Sicklaanläggningen och i

Henriksdalsanläggningen och alla ombyggnadsarbeten kommer att utföras medan reningsverken är i drift.



Figur 3.3 Lokaliseringen av Henriksdals avloppsreningsverk. Anläggningen består av två delar: en i Sickla och en i Henriksdal. (©Lantmäteriet, medgivande 12013/0123).

3.2.1 Anläggningen i Sickla

Ansökans omfattning

Sammanfattningsvis planeras om- och tillbyggnader av Sicklaanläggningen att omfatta följande moment:

- En ny inloppstunnel från Bromma anläggs.
- Ny inloppspumpstation för att hantera ökade avloppsvattenmängder.
- Ny grovrening, som inkluderar silgaller (hållplåtsilar), sandfång samt rens- och sandtvätt.
- Ny försedimentering, inklusive slutflockningsbassänger och försedimenteringsbassänger med kemisk fällning.
- Mottagningsstationer och förvaringstankar för järnsulfat och järnklorid samt mottagningsstation, beredningstank och lagringstank för polymer kommer att uppföras. Järnsulfat används till förfällning, järnklorid och polymer till direktfällning vid höga flöden.
- Installation av utrustning för luktreducering.

Ovanstående arbeten kommer att medföra bergarbeten och sprängning av nya bergum och arbetstunnlar. Arbeten som genererar buller, vibrationer och stomljud i anslutning till bostäder kommer att utföras kl. 07-22 på helgfria vardagar.



Figur 3.4 Den befintliga anläggningen visas i magentafärg och den planerade utbyggnaden i turkos. Lokalisering av nya bergutrymmen vid Sickla. Lokaliseringen är i huvudsak under Hammarbybacken. Båda anläggningarna kommer att vara i drift i framtiden.

3.2.2 Anläggningen i Henriksdal

Ansökans omfattning

Ansökan omfattar följande om- och tillbyggnader av Henriksdalsanläggningen:

- Befintlig dispergeringsutrustning demonteras och ersätts av nya renstvättpressar.
Vid en installation av membranfiltrering är det viktigt att vattnet är fritt från partiklar före biosteget. Detta är en av flera åtgärder för att uppnå det.
- Två sandtvättar och två containrar med skruvar installeras.
- Försedimenteringen åtgärdas.
För att få en effektiv kemisk fällning krävs förutsättningar för en bra flockning. Ett ökat flöde medför en alltför hög vattenhastighet i försedimenteringen för att förutsättningarna för flockningen ska vara bra. Åtgärder vidtas därför för att minska flödet. De planerade åtgärderna medför en bättre vattenfördelning till fördelningskanalen som leder till försedimenteringsbassängerna. Några mindre åtgärder kommer också att göras i inloppen till försedimenteringsbassängerna. De tretton försedimenteringsbassängerna är byggda vid olika tillfällen och är delvis olika utformade. Efter ombyggnationen kommer samtliga bassänger att vara likvärdiga.
- Finsilning av rötslamrejekt.
Vid grovningen installeras en finhålig hålblåsil för att avskilja partiklar i rötslamrejekt (vatten från avvattning av rötslam). Vattnet avleds därefter till den första zonen i biosteget. Om partiklarna inte avskiljs, kan det orsaka att den hydrauliska kapaciteten hos membranläggningen minskar.
- Kompletterande inloppspumpar till det biologiska steget.
- De sex kvarvarande linjerna i biosteget, efter det att anmälda åtgärder enligt kapitel 3.4 har genomförts, byggs om för att förbättra vattenreningen.
En linje består av två biobassänger och två eftersedimenteringsbassänger, som byggs om till bassänger för avskiljning med hjälp av membran (MBR). Biobassängerna delas av med mellanväggar för att utformas med zoner för fördenitrifikation, luftning, avluftning och efterdenitrifikation. Nya omrörare, nytt luftningssystem och nya blåsmaskiner installeras. Eftersedimenteringsbassängerna förses med membranbioreaktormoduler (MBR-moduler). Eftersedimenteringen kommer att ersättas med membranfiltrering. Membranfiltrering är en teknisk lösning som inte kräver utökade volymer, samtidigt som det ger en förbättrad separation av det aktiva slammet i biosteget.
Utformningen av biosteget med membran är mycket känsligt för driftstörningar. För en säker drift av membranen krävs en förbehandling av det inkommande vattnet med hålblåsilor med mycket små hål (diameter 1-2 mm). Två hålblåsilor kommer att installeras före varje

linje. De kommer att placeras strax före inloppet till det biologiska reningssteget.

- Två tankar för metanol eller annan kolkälla för bakterierna i kvävereningen anläggs på Henriksdalsberget.
- De befintliga sandfiltrena kommer efter ombyggnaden att användas för att rena det avloppsvatten som vid höga flöden (flöden $>10 \text{ m}^3/\text{s}$) leds förbi det biologiska reningssteget. För att fälla ut fosfor kommer järnklorid och polymer doseras före filtren.
- Nya mottagsplatser för förbehandlad matavfallsslurry och externt organiskt material installeras.

I Henriksdalsanläggningen finns, placerad i bergrum, en befintlig mottagningsstation och behandlingsanläggning för rötning av såväl avloppsslam som slam från fettavskiljare och mindre mängder av externt organiskt material. Nya anläggningar kommer att byggas för att kunna ta emot betydligt större mängder externt organiskt material än idag. Se även vidare i kapitel 3.2.2.

Mottagningarna kommer att anslutas till utrustning för luktreducering.

- Biogasanläggningens befintliga slamtank byggs om till en hygieniseringstank för att förbereda för förväntade krav på hygienisering av slammet.
- Rötkammarna förses med nya omrörare för att klara en högre torrsubstanshalt som avvattning av primär- och överskottsslam ger upphov till.
- Den befintliga dagvattentunneln förlängs för att komplettera nuvarande utloppstunnel. Tunneln förses med två nya utloppsledningar för spillvatten, motsvarande de tre befintliga ledningarna som finns på den befintliga utloppstunneln för avloppsvatten (enligt TB 2014-09-15).
- Utrymme förbereds för en utloppspumpstation som kan behövas vid en framtida havsnivåhöjning.



Figur 3.5 Henriksdalsanläggningens kontorsbyggnad (©Stockholm Vatten).

Membranteknik

I Henriksdal behövs en teknisk lösning i det biologiska reningssteget som inte kräver utökade volymer för den biologiska processen samt en förbättrad separation av det aktiva slammet. Utrustning för membranseparation, Membrane BioReactor (MBR) planeras att installeras i de befintliga eftersedimenteringsbassängerna. Vilken typ av membran som kommer att bli aktuellt vid ombyggnaden är inte bestämt, utan avgörs vid upphandling.

MBR-modulerna installeras i de befintliga eftersedimenteringsbassängerna i Henriksdals biosteg. De kommer att göra att de befintliga sandfiltren blir överflödiga. Den befintliga sandfilteranläggningen anpassas för att behandla det avloppsvatten som framöver kommer behöva ledas förbi biosteget vid en hydraulisk överbelastning.

Membranteknik har inte använts på större avloppsreningsverk i Sverige tidigare. I Sjöstadsverket¹ och på Henriksdalsberget pågår nu pilotförsök för att utvärdera tekniken. Två principiellt olika lösningar testas: hålfiber (Hollow Fibre) respektive plattmembran (Flat Sheet). Syftet med denna utprovning av MBR-tekniken är att efter en utvärdering anpassa processen så att önskade reningsresultat kan uppnås med tekniken. Därtill finns möjlighet att skaffa kunskap kring eventuella driftproblem och svagheter med membranen. Försök i full skala kommer att göras i den av de sju linjer som Stockholm Vatten kommer att bygga i ett första skede i enlighet med inlämnad anmälan till tillståndsmyndigheten.

Kemisk fällning ger tillsammans med membranteknik en effektiv separation av vatten- och slamfasen i det ingående avloppsvattnet. Eftersom förutsättningarna för avskiljning inte är beroende av slamfasens sedimenteringsegenskaper gör tekniken att en hög slamhalt kan användas i den biologiska reningen, vilket ökar reningskapaciteten betydligt.

Material

Membranen tillverkas vanligen av polyvinylidenfluorid (PVDF). Även andra material som polyetylsulfon och polyetylen förekommer. PVDF är en mycket inert polymer. Enligt uppgift från leverantörer läcker materialet inte fluororganiska föreningar. Stockholm Vatten kommer att ställa krav på att framtida leverantörer återtär förbrukade membran.

Resursförbrukning

Membrantekniken förbrukar betydligt mer energi än konventionell rening; dels genom den trycksättning som behövs och dels genom den konstanta luftning som behövs för att förhindra igensättning. Det pågår en kontinuerlig utveckling av membrantekniken och membranen och energiförbrukningen har minskat betydligt. Membrantekniken förbrukar även mer kemikalier, men det kompenseras till viss del av att tekniken är robust och tolererar slam med dåliga

¹ Sjöstadsverket är en försöks- och utvecklingsanläggning som drivs av Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och Svenska miljöinstitutet, IVL.

sedimenteringsegenskaper. Slammet behöver med andra ord inte prepareras lika mycket före detta reningssteg, därmed minskas behovet av insatskemikalier som polymerer och fällningskemikalier.

Dåliga slamegenskaper och slamflykt är ett återkommande problem vid konventionell rening, särskilt efter snösmältningen på våren. Det kan ta lång tid och kräva en stor mängd insatskemikalier för att komma till rätta med detta. Reningsresultaten blir sämre när slamegenskaperna är dåliga vilket kan innebära en risk för att gällande gränsvärden inte uppfylls.

Användande av membrantechniken höjer "lägsta nivån" för avloppsrening på ett avgörande sätt, och det är just den lägsta nivån som ofta avgör om reningsverket uppfyller sina gränsvärden eller ej.

Kvalitet på det renade avloppsvattnet

Att det membranrenade avloppsvattnet är partikelfritt och syremättat är positivt ur recipientsynpunkt. Partiklar bestående av organiskt material är syretärande. Den höga avskiljningsgraden innebär även att små partiklar, bakterier och virus avskiljs.

I och med att membrantechniken möjliggör en högre koncentration av slam och mindre partikelstorlek på slamflockar gynnas inte bara kvävereningen, utan även nedbrytningen av organiska ämnen. I och med en högre slamkoncentration och mindre partikelstorlek på slamflockarna ökar även adsorptionen av olika organiska ämnen. Det renade avloppsvattnet som släpps till recipient blir i detta avseende renare än det som renas i dag.

Det finns därför all anledning att tro att membrantechniken är överlägsen traditionell reningsteknik inte bara när det gäller kväverening och avskiljning av fosfor utan även med avseende på avskiljningen av olika organiska ämnen som läkemedel, hormonstörande ämnen och andra tillsatskemikalier som används i hushållen. Hur membrantechniken påverkar slamkvaliteten kommer att undersökas vidare.

Membrantechnik är i princip en förutsättning för att med till exempel ozon och aktivt kol kunna rena vattnet från sådana vattenlösliga organiska ämnen som finns i vissa läkemedel på ett resurseffektivt sätt.

Klororganiska föreningar

För att regenerera och rena membranen backspolas dessa med tillsats av hypoklorit. Förutom att hypoklorit är alkaliskt har det även en starkt desinficerande och oxiderande verkan. Det finns andra kemikalier som väteperoxid och ozon som har testats av andra för samma ändamål, men hypoklorit har visat sig effektivast.

Hypoklorit bildar i kontakt med organiska ämnen klororganiska ämnen i olika omfattning beroende på bland annat pH, temperatur, koncentration och uppehållstid.

I samband med de pilotförsök med membranrening som pågår i Sjöstadsverket pågår en kvalitativ och kvantitativ kartläggning av bildandet av klororganiska föreningar och var dessa hamnar: i slammet eller i tvättvattnet. Det är i dagsläget

oklart i vilken omfattning de klororganiska föreningarna bryts ner när tvättvattnet returneras till reningsprocessen.

Framöver kommer det att ske ett kontinuerligt utvecklingsarbete både i pilotskala och i full skala för att kunna minska bildningen av klororganiska föreningar. Försök i full skala kommer att utföras i den av de sju linjer som Stockholm Vatten avser att bygga i ett första skede. Ett särskilt kontrollprogram med syfte att minska bildandet av klororganiska föreningar kommer att upprättas. [16]

Ökad flödesbelastning på reningsverket

Det ökade flödet, på grund av bland annat att ett större område ansluts, uppskattas till i genomsnitt 150 liter per tillkommande person och dygn. I denna ansats ingår att mängden bräddvatten minskar och att det inte tillkommer dagvatten från ytterligare hårdgjorda ytor. Den ökade anslutningen beror på att bebyggelsen förtätas. Nyanlagda spillvattenledningar kommer att vara täta mot inläckage. Dagvatten belastar inte reningsverket, utan tas om hand lokalt vid källan genom infiltration eller fördröjningsmagasin.

Den mängd avloppsvatten som ska ledas in till Henriksdals reningsverk i den sökta verksamheten har beräknats med utgångspunkt i uppmätta historiska flödesdata. Det dimensionerande flödet baseras på år 2012 och redovisas utförligt i den tekniska beskrivningen som bifogas ansökan. Detta är historiskt sett ett unikt år med höga flöden, vilket innebär en säkerhetsfaktor för dimensioneringen.

Utsläpp av renat avloppsvatten från Henriksdals reningsverk



Figur 3.6 Henriksdalsverkets utlopp (© Stockholm Vatten).

Henriksdals avloppsreningsverk dimensioneras så att halten av BOD₇ (biokemisk oxygenförbrukning), fosfor och kväve inte överstiger värdena i kolumnen "Maxhalt efter ombyggnad" i tabell 3.1. Halten jämförs med tillåten maximal halt i nollalternativet, vilket motsvarar de gemensamma begränsningsvärdena i nuvarande tillstånd för Bromma, Henriksdals och Louddens avloppsreningsverk.

Tabell 3.1 Yrkande begränsningsvärden för den sökta verksamheten efter ombyggnad av Henriksdals avloppsreningsverk jämfört med tillåten maximal halt i nollalternativet (enligt nu gällande tillstånd).

Parameter	Enhet	Maxhalt efter ombyggnad	Maxhalt i nollalternativet	Kommentar
Biokemisk syreförbrukning, BOD ₇	mg/l	6	8	Månadsmedelvärde
Totalkväve, Tot-N	mg/l	6	10	Årsmedelvärde
Totalfosfor, Tot-P	mg/l	0,2	0,3	Månadsmedelvärde

I reningsverket oxideras avloppsvattnets ammoniumkväve (NH₄-N) till nitratkväve (NO₃-N) med hjälp av nitrifikationsbakterier. Reningsverket dimensioneras så att denna nitrifikation ska vara nästintill fullständig året runt. Därför har Stockholm Vattens avloppsreningsverk ett produktionsmål för ammoniumkväve på högst 3 mg/l. I det nu gällande tillstånd finns ett riktvärde på högst 3 mg NH₄-N/l.

Efter ombyggnaden av Henriksdals reningsverk, nedläggningen av Bromma reningsverk och överledningen av avloppsvattnet från Västerort och Eolshäll kommer Henriksdalsverkets befintliga utsläppspunkt i Strömmen att användas för hela det renade avloppsvattenflödet. Idag släpper Bromma och Henriksdals reningsverk ut sitt renade avloppsvatten i Strömmen, ungefär en kilometer från varandra.

De båda befintliga utloppstunnlarna kommer att ha ett framtida dimensionerande flöde av total 29 m³/s fördelat på 19 m³/s avloppsvatten och 10 m³/s dagvatten från den dagvattentunnel som ansluter till utloppstunnlarna från Sicklaanläggningen.

Den tunnel som används för dagvatten behöver försees med motsvarande utloppsanordningar som befintligt utlopp för avloppsvatten och förlängas längre ut i Strömmen, en sträcka som uppskattas till cirka 200 meter.

Torrsubstanshalten i avvattnat slam från och med driftstart (2020) förväntas vara cirka 30 procent. I siffrorna inkluderas en maximal mottagning av cirka 48 000 ton per år av matavfall och annat externt organiskt material både för 2020 och 2040. Slammängden förväntas som ett genomsnitt vara cirka 375 ton per dygn år 2020 vid en anslutning på 1 290 000 personer (se Tabell 3.2). År 2040, då anslutningen beräknas ha ökat till 1 600 000 personer uppskattas slammängden till 450 ton per dygn.

Tabell 3.2 Slammängder

År	Antal anslutna	Ton per år
2020	1 290 000	137 000
2040	1 600 000	164 000

Biogasutvinning

Stockholm Vatten är ägare av anläggningen för uppgradering av den biogas som utvinns i Henriksdalsanläggningen. Stockholm Vatten är däremot inte verksamhetsutövare när det gäller uppgradering, distribution och annan gashantering när gasen väl är producerad. Denna verksamhet utövas av en extern part, som även hanterar LNG, flytande naturgas. Stockholm Vatten ansvarar för gashantering fram till och med gasklockan.

Huvuddelen av gasen kommer även fortsättningsvis att uppgraderas till fordonsgas av en extern part. Biogasen levereras för närvarande via en ledning från Henriksdalsanläggningen till SL:s bussdepå på Södermalm. Innan gasen kan användas som drivmedel för SL-bussar renas den från bland annat koldioxid, varefter den torkas och komprimeras. Som drivmedel innehåller gasen minst 97 procent metan och resten koldioxid.

En del av den rågas som inte går till uppgradering används av Stockholm Vatten som bränsle i reningsverkens värmepannor och för elproduktion för eget bruk i Henriksdal. Små mängder rågas kan liksom idag behöva facklas, det vill säga förbrännas som överskottsgas.

Den producerade mängden biogas förväntas öka i proportion till den framtida ökningen av antalet anslutna personer. År 2040 beräknas produktionen ha ökat till i storleksordningen 23 – 37 miljoner Nm³ biogas per år. Den framtida produktionen av biogas varierar beroende på vilka externa material som kommer att tas emot och vilken processlösning som väljs.

Ändringar i nuvarande verksamhet som planeras i samband med om- och tillbyggnaderna

Följande ändringar i verksamheten planeras i samband med om- och tillbyggnaderna i enlighet med denna ansökan om tillstånd:

- Röttningsprocessen ställs om till termofil rötning.
- Utökad behandling av externt organiskt material och avloppsslam.

Stockholm Vatten ansöker om att öka sin mottagning och biologiska behandling av externt organiskt material i form av avfall och restprodukter enligt definitionerna i lagen (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen.

Stockholm Vatten har tagit över ansvaret för avfallsverksamheten från Stockholms stads trafikkontor. Den planerade mottagningen och biogasutvinningen av källsorterat matavfall är en del i detta ansvar. I Stockholm Vattens ansökan ingår ett yrkande på att få ta emot och behandla högst 100 000 ton pumpbart externt organiskt material per år. Initialt planerar Stockholm Vatten att årligen ta emot och behandla cirka 86 400 ton slurry, som har beretts av 48 000 ton insamlat matavfall från restauranger storkök och hushåll. Före leverans till Henriksdal har matavfallet malts och späts med vatten.

3.3 En ny utloppsledning

Figur 3.7 Lokalisering och sträckning på de nya utloppsledningarna vid Danviken.

Nedan följer en sammanfattning av utformningen av de nya utloppsrören. De arbeten som ska utföras i vatten är vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. En mer ingående beskrivning finns i den tekniska beskrivning som bifogas ansökan.

De nya utloppsrören kommer att kunna tas i drift när det avloppsvatten som idag går till Brommaverket och till Himmerfjärdsverket via Eolshäll kopplas över till Henriksdals reningsverk. Anläggningsarbetena beräknas ta sammanlagt tio månader, från och med augusti till och med maj, varav arbeten i vatten utförs under perioden september - april.

För att grundlägga de nya rören på samma nivå som de befintliga behöver botten muddras där de nya rören ska läggas. Muddringsdjupet bedöms variera mellan en och två meter. Mängden muddermassor är troligen mellan 4 000 och 7 000 kubikmeter. Muddringen bedöms ta sex veckor och planeras ske från slutet av oktober till början av december. De nya rören kommer att grundläggas på pålar. För att rören ska ligga stabilt i vattnet planeras pålning ner till berg i två sektioner, med fyra pålar per sektion.

De befintliga och de planerade utloppsrören ligger/kommer att placeras norr om Östra Finnbodavägen i Nacka kommun. De befintliga rören går i marken och under vattenytan och är inte synliga från land. För den markförlagda delen finns det idag en gångväg över rören. Mot vattnet finns en strandskoning av stora stenar som är relativt brant. Ytan på land är gräsbevuxen och slutar i en utsprängd bergskärning.

Närmaste bostadshus har adress Östra Finnbodavägen 15 och ligger cirka 50 meter från det område där utloppsrören ansluter till berget. Östra Finnbodavägen trafikeras av buss i linjetrafik. Högt ovanför och ca 100 meter från området ligger Danvikshems äldreboende. I byggnaden närmast öster om de planerade ledningarna bedrivs snickeriverksamhet.

3.4 Åtgärder som ryms inom gällande tillstånd

Om- och tillbyggnad av Henriksdals reningsverk kommer att ske i etapper. När Mark- och miljödomstolen har bifallit Stockholm Vattens tillståndsansökan kan planerade arbeten i Sickla- och Henriksdalsanläggningarna genomföras fullt ut.

Henriksdals reningsverk har under de senaste åren haft svårigheter att klara sina villkor. Både fosfor och BOD₇ har överskridits vid några tillfällen. Anläggningen saknar också nödvändig redundans för kraftförsörjningen. Slamhanteringen är vidare i stort behov av uppgradering. Kapaciteten för avvattningen är för liten och anläggningen för borttransport av slam är olämpligt placerad vilket medför att transporter idag behöver gå på lokalgator.

För att säkerställa driften vid Henriksdals avloppsreningsverk under de närmaste åren har Stockholm Vatten anmält till miljöförvaltningen i Stockholms Stad att utföra sådana förbättringsåtgärder som ryms inom det befintliga tillståndet. Dessa åtgärder beräknas påbörjas i april 2015 och bedöms pågå under två år. Åtgärderna utförs innan de stora tillståndspliktiga ombyggnationerna som inkluderas i ansökan om tillståndet genomförs. De anmälda åtgärderna ingår därmed i nollalternativet.

Anmälan inlämnades till miljöförvaltningen den 10 oktober 2014. Beslut om anmälan togs 24 november 2014.

Anmäla ändringar av anläggningen är åtgärder för att:

- Öka kapaciteten i den biologiska reningen
- Säkerställa kraftförsörjningen
- Förbättra slamhanteringen
- Förbättra arbetsmiljön och minska utsläppen av lukt
- Förbättra gashanteringen

I ovan nämnda verksamheter ingår även bergarbeten.

Nedan beskrivs de anmälda förbättringsåtgärderna närmare.

Öka kapaciteten i den biologiska reningen

Den biologiska reningen på Henriksdal består idag av sju linjer med biobassänger och sedimentering. Sedimenteringen är volymkrävande och begränsar reningsverkets kapacitet. Genom att byta ut sedimenteringen mot membran kan kapaciteten mer än fördubblas. Om en linje byggs om med membran ökar kapaciteten så att större marginal uppnås till gällande villkor. Den ombyggda linjen ger också viktig kunskap inför den planerade ombyggnaden av de övriga sex linjerna.

Ombyggnaden av den ena biolinjen omfattar rivning, byggnation av mellanväggar och installation av maskinell utrustning i biolinjens luftningsbassäng samt ombyggnad av tillhörande eftersedimenteringsbassäng till membrantank. För att membranseparationen ska fungera krävs att inkommande avloppsvatten är fritt från störande ämnen såsom hår, plaster med mera. En väl fungerande grovrening samt finsilning av vattnet måste därför vara på plats. Likaså måste försörjningssystem i form av el, till- och frånluft samt processluft vara i funktion.

Säkerställa kraftförsörjningen

Kraftförsörjningen till Henriksdal kommer att dubbleras och ska inte som tidigare bara komma från ett håll. Det nuvarande kraftsystemet uppfyllde inte kraven på redundans. Utredningar har visat att det finns risker med kraftförsörjning från bara ett håll. Matningen ska ha full redundans, vilket innebär att varje matning ska kunna kraftförsörja hela anläggningen (100 procent last). Den nya kraftförsörjningen har även ny reservkraft och nya dieselaggregat.

Den nya kraftförsörjningen kommer att placeras i ett nytt bergrum med infart från Kvarnholmsvägen och från Lugnets trafikplats.

Åtgärder för förbättrad slamhantering

Slamhanteringen vid Henriksdal behöver uppgraderas. Det primär- och överskottslam som idag pumpas till rötkamrarna har för låg torrsubstans. Genom

att förtjocka slammet behöver mindre mängd vatten uppvärmas och uppehållstiden i rötningen blir längre än vad den är idag.

Slamavvattningen som idag är placerad i Sickla ska flyttas till Henriksdal. De transporter av avvattnat slam som idag sker genom Hammarby Sjöstad kommer att upphöra. Ett av skälen är att kapaciteten i Sicklaanläggningen inte är tillräcklig för att klara de driftsituationer som uppstår. Idag måste slammet ibland lagras i anläggningen innan det avvattnas vilket inte är bra för vare sig driften eller för miljön då det innebär en risk för ökade metanutsläpp.

Med den nya anläggningen i bergrum i Henriksdal med infart från Lugnets trafikplats skapas en modern och effektiv anläggning för att hantera slam. Anläggningens nya placering i berg underlättar förutsättningarna för att begränsa lukt. Transporterna ut från anläggningen kommer att ske via Lugnets trafikplats direkt ut på stora trafikleder.

Förbättrad arbetsmiljö och reduktion av lukt

Stockholm Vatten genomför kontinuerligt åtgärder för att förbättra arbetsmiljön och minska påverkan av lukt. Åtgärder för detta är ökad luftomsättning i anläggningen och förbättrad luktreduktion på ventilationsluft från speciellt luktande verksamhet.

Åtgärder för förbättrad gashantering

För att klara framtida dimensionerande gasflöden och samtidigt klara säkerhetskrav måste ett helt nytt system för gashantering byggas. Nuvarande (februari 2015) gassystem har trånga sektioner och begränsad kapacitet för att klara den ökade gasproduktionen som blir följd av den ökade mottagningen och behandlingen av externt organiskt material. Anledningen till att gashanteringen behöver förbättras innan de tillståndspliktiga ombyggnationerna påbörjas är att en ombyggnad av ett befintligt system under drift är förenat med stora svårigheter och risker.

3.5 Hantering av kemiska produkter

Den ökade avloppsvattenbelastningen och den ökade rejektvattenmängden på grund av den ökade mottagningen av externt organiskt material ökar behovet av befintliga kemiska produkter. Dessutom tillkommer behov av att använda nya produkter.

Nya kemiska produkter som behövs i den sökta verksamheten är en kolkälla för kväverening (används i Bromma reningsverk, men inte i Henriksdalsverket idag), järnklorid för högflödesrening samt citronsyra, oxalsyra och natriumhypoklorit för rengöring av membran. Etanol kan komma att ersätta metanol som kolkälla. Kolkällan förbrukas i processen, rengöringskemikalierna tillförs avloppsvattnet och går ut med utgående vatten.

Den beräknade förändringen i kemikaliehanteringen för Henriksdal och för Stockholm Vattens reningsverk mellan åren 2013-2040 framgår av Tabell 3.4.

Metanol är en ny kemisk produkt som används som kolkälla i biosteget.

Järnsulfat och polymerer används redan idag. Järnsulfat används för fällning av fosfor i det kemiska steget och polymerer används för avvattning av slam och rening av avloppsvatten vid höga flöden.

De kemiska produkter som kommer att användas i verksamheten i större mängder (förvaring av $>30\text{m}^3$) redovisas i Tabell 3.3.

Säkerhetsblad över de kemiska produkter som används förvaras tillgängliga för driftpersonalen. Kemikaliehanteringen revideras regelbundet i enlighet med Stockholm Vattens certifiering enligt miljöledningsstandarden ISO 14001.

Förvaring av kemiska produkter

Tankar och pumputrustning för respektive produkt samlas på så få platser som möjligt i anläggningen. De processkemikalier som hanteras i större mängder förvaras i avgränsade utrymmen. Tankar ställs upp inom invallning och pumputrustningen placeras i skåp i eller utanför berget. Risken för utsläpp och läckage är liten.

Ovanpå Henriksdalsberget, direkt ovanför bergutrymmet för slutavvattningen, uppförs en ny byggnad för avvattningsutrustning i enlighet med anmälda åtgärder. Ett nytt polymerrum för torr polymer i storsäck skapas. I polymerrummet placeras vidare en polymerberedare med ett separat blandnings- och mognadskärl.

Även järnsulfatet lagras i pulverform på Henriksdalsberget. Anläggningen, som är en separat byggnad, består av två lagringstankar, där järnsulfatet tippas vid leverans. Vatten (RA-vatten) tillsätts för att blanda ut järnsulfatet till rätt koncentration.

Metanol kommer att förvaras i två tankar i rostfritt stål på 100 m^3 vardera uppe på Henriksdalsberget vid foten av den befintliga skorstenen och inom invallning under tak. De pumpar och annan doseringsutrustning som behövs placeras i separat pumphus.

Natriumhypoklorit, citronsyra och eventuell oxalsyra kommer att lagras i var sin tank på 30 m^3 vardera. Tankarna placeras i kassuner inne i Henriksdalsberget för uppsamling av eventuellt läckage.

Eldningsolja 1 förvaras i en invallad 60 m^3 tank vid Henriksdals huvudbyggnad.

Prodicerad biogas är också en kemisk produkt. Som framgår ovan lagras biogasen i en gasklocka på Henriksdalsberget. Förhållandevis små mängder gas finns även i rötkamrarna. Maximalt beräknas $4,5\text{ ton}$ gas förvaras vid ett och samma tillfälle i Henriksdal.

Användning av de övriga kemiska produkter i verksamheten som används i liten omfattning bedöms inte påverkas av ombyggnaden och den utökade anslutningen i någon större omfattning.

Kemiska produkter som omfattas av Sevesodirektivet

Biogas, metanol och natriumhypoklorit omfattas av lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor, populärt kallad Sevesodirektivet och av förordning (1999:382).

Sevesodirektivet har olika kravnivåer enligt Tabell 3.5. Tabellen omfattar de kemiska produkter som ligger närmast² den lägre kravnivån. I tabellen finns även uppgifter om de mängder som kan förvaras i Henriksdal.

Tabell 3.3 Kemiska produkter som kommer att användas i driften av Henriksdals reningsverk

Kemiska produkter i större mängd	Användningsområde	Farliga egenskaper (yttre miljö och arbetsmiljö)	Kommentar
Metanol	Kolkälla i biologisk rening	Mycket brandfarlig. Giftigt vid inandning, hudkontakt och förtäring.	Farligt gods. Ångorna kan bilda explosiv blandning med luft. (Flampunkt <21°C).
Natriumhypoklorit	Rengöring av membran	Frätande. Utvecklar giftig gas vid kontakt med syra. Mycket giftigt för vattenlevande organismer.	Farligt gods.
Citronsyra/oxalsyra	Rengöring av membran	Allvarlig ögonirritation vid kontakt med ögonen.	Ej farligt gods.
Järnsulfat (heptahydrat) ³	Kemisk fällning vid normal drift (fosforrening)	Farligt vid förtäring. Irriterar ögon och hud.	Ej farligt gods. Stabil vid normal hantering.
Järnklorid	Kemisk fällning vid flöde >10 m ³ /s (högflödesrening av fosfor)	Frätande Skadligt vid förtäring Orsakar allvarliga ögonskador Irriterar huden Kan vara korrosivt för metaller	Farligt gods
Polymer	För slam-avvattning och högflödesrening	Irriterar huden	Ej farligt gods.
Eldningsolja 1	Reservbränsle	Brandfarlig vätska Giftig för vattenorganismer	Farligt gods

Utöver de kemiska produkter som förtecknas i

² Exempelvis tar Tabell 3.3 inte upp eldningsolja 1, som kan lagras i 49 ton jämfört med den lägre kravnivån på 2 500 ton (den högre är på 25 000 ton).

³ Hydratiserad järnsulfat (FeSO₄ x 7H₂O).

Tabell 3.5 används mindre mängder av andra kemiska produkter såsom smörjolja och smörjfett för maskinell utrustning samt acetylen gasol, laboratoriekemikalier, rengöringsmedel och dylikt.

Tabell 3.4 Förväntad förändring av kemikalieförbrukningen mellan åren 2013-2040.

	Stockholm Vatten totalt 2013	Varav Henriksdal 2013	Henriksdal 2040
Järnsulfat, ton/år	8 200	6 400	11 800
Järnklorid, ton/år	0	0	2 800
Polymer, ton/år	190	120	790
Kolkälla (metanol), ton/år	325	0	3 500
Citronsyra, ton/år	0	0	760
Natriumhypoklorit, ton/år	0	0	800

Tabell 3.5 Förvaring i Henriksdal av kemiska produkter som omfattas av Sevesodirektivet.

Kemisk produkt	Högre kravnivå	Lägre kravnivå	Maximal förvaring i Henriksdal
Biogas	50 ton	10 ton	4,5 ton
Metanol	200 ton	200 ton	160 ton
Natriumhypoklorit	200 ton	100 ton	34 ton

Var och en av de olika kemiska produkterna redovisade i Tabell 3.5 kommer att ligga under de båda kravnivåerna, men när produkterna summeras enligt lagstiftningens bestämmelser överstigs den lägre kravnivån. Verksamheten är alltså anmälningspliktig, men tas upp i miljöprövningen av hela verksamheten. Stockholm Vatten ska upprätta en säkerhetspolicy (handlingsprogram) för att förebygga allvarliga olyckshändelser. Målet är att säkerställa en hög skyddsnivå för människor och miljö. Stockholm Vatten har också en informationsplikt gentemot allmänheten och myndigheter.

3.6 Energianvändning

Både el- och värmeförbrukningen förväntas öka i och med utbyggnaden och i takt med de ökade avloppsvattenmängder som tas in i verket. Värmeförbrukningen i den sökta verksamheten beror bland annat på vilken processlösning som väljs för rötning och hygienisering. I huvudsak sker värmeförsörjningen i form av fjärrvärme från Fortums kraftvärmeverk i Högdalen. Fjärrvärmes produceras i dagsläget av i huvudsak förnybara bränslen då cirka 70 procent av bränslemixen är hushållsavfall och cirka 30 procent industriavfall. [17]. En liten andel av den

biogas som produceras i Henriksdal används för intern uppvärmning och elproduktion. Genom installation av värmeväxlare kommer betydligt mer värme än tidigare att återvinnas.

En del av den ökande energiförbrukningen beror på införandet av membranteknik. Energiförbrukningen påverkas av om luftningen av membranen sker intermittent eller kontinuerligt. Hur luftningen kommer att ske är ännu inte bestämt. En kontinuerlig luftning ökar energiförbrukningen med cirka 20 procent. Den högre elförbrukningen vid användande av membranteknik bör dock ställas i relation till att tekniken i sig innebär att volymen på bassängerna för den biologiska reningen inte behöver öka. Se specifikt avsnitt om membranteknik i 3.2.2.

Den ökade värmeförbrukningen beror dels på utökade bergrum som ska värmas upp och dels på rötning av slammet vid en högre temperatur. Nuvarande el- och värmeförbrukning och den förändring som förväntas i den sökta verksamheten framgår av Tabell 3.6.

Tabell 3.6 Förväntad förändring av energiförbrukningen mellan åren 2013-2040.

Stockholm Vatten AB energinyckeltal	Sort	2013		2020	2040
Antal anslutna		1148000		1200000	1640000
Totalt använd energi	MkWh	85		123	169
Köpt el	MkWh	49		100	136
Rötgas (egenförbrukning ej såld)	MkWh	4,6		0	0
Rötgas producerad	MkWh	104		174	237
Fjärrvärme	MkWh	30		7,5	10
Metanol	MkWh	1,0		16	22

Fortum tar i dag ut värmeenergi ur det renade avloppsvattnet från Henriksdal, motsvarande cirka 1 100 GWh/år. Det är osäkert hur detta energiuttag kommer att förändras på sikt.

3.7 Avfallshantering

I detta avsnitt beskrivs hanteringen av det avfall som uppkommer i verksamheten. Källsorterat matavfall m.m. som tas emot för att utvinna biogas tas upp i andra avsnitt av MKB:n.

Sand som avskiljs i sandfång och grovrens (även kallat gallerrens) som avskiljs i galler på inkommande vatten är de största avfallsmängderna från verksamheten. De mängder sand och grovrens som uppkommer idag i Henriksdal och Bromma reningsverk redovisas i Tabell 3.7. Dessa mängder bedöms öka i proportion till ökningen av antalet anslutna pe. När Brommaverket läggs ned, antas den mängd rens som anges i tabellen öka i motsvarande grad i Sickla.

Den nuvarande behandlingen av grovrens i Henriksdal består av dispergeringsutrustning (malning och återföring till reningsprocessen för rötning)

som upphör eftersom membrantechniken förutsätter en mycket god avskiljning av rens. Mängderna gallerrens kommer därför att öka efter ombyggnationen.

Grovrenset komposteras med annat avfall men kan framöver komma att användas för energiåtervinning. Sand tas omhand av avfallsentreprenör, som tvättar och återvinner den.

Tabell 3.7 Nuvarande bedömda och kommande mängder av avvattnat avloppsslam, grovrens och sand, ton/år, baserade på transportuppgifter från Stockholm Vatten samt beräkning för prognosåret.

Avfallsslag	Avfallskod ⁴	Nuläge, ton / år	Prognos, ton / år	
			Henriksdal 2020 (driftstart)	Henriksdal 2040
Avvattnat avloppsslam	190805	74 000	120 000	164 000
Grovrens	190801	800	2 400	2 900
Sand	190802	830	2 300	2 700

Utöver grovrens, sand och förbrukade membran uppkommer även annat avfall i verksamheten, fast i betydligt mindre mängder, till exempel förbrukade membran (från MBR-modulerna, ca 75 ton/år), hushållsavfall från kök och kontor, tidningar, förpackningsavfall, glasflaskor, avfall från underhållsarbeten m.m. Avfall som uppstår i verksamheten sorteras och hämtas av avfallsentreprenör som har de tillstånd som krävs enligt avfallsförordningen. Avfallstransporter från Henriksdal och Sickla beskrivs i avsnitt 3.9.

Behovet av underhåll kommer att öka i och med den nya membranprocessen och hållplåtssilsteget. Hur ofta membranerna behöver bytas ut är inte klarlagt i dagsläget och bestäms inte förrän under upphandlingen. Membranens livslängd förväntas vara 10 – 15 år. I denna MKB antas att cirka 10 procent av membranerna byts varje år.

Tabell 3.8 Avfall som faller i verksamheten (2013).

Avfalls- kategori	Avfallskod	Henriksdal, ton / år	Sickla, ton / år	Bromma, ton / år	Summa, ton / år (avrundat)
Brännbart	200199	12,0	0	14,0	26
Ej brännbart	200199	4,8	0	5,5	10
Metall	200140	8,0	0	6,4	14
Returpapper	200101	0,7	0,2	1,9	3
Trä	200138	2,7	0	5,2	8

⁴ Kod enligt avfallsförordningen (2011:927).

Elavfall	200136	6,5	0,5	0,9	8
Farligt avfall	<i>Se nedan</i>	0,1	0,1	0,2	
<i>Summa (avrundat)</i>		35	0,7	34	

Farligt avfall i form av spillolja uppkommer normalt endast vid reparationer och oljebyten på maskinell utrustning. I övrigt förekommer farligt avfall i form av oljefilter, annat oljehaltigt material, färg, lack, lim, kvicksilverhaltiga batterier, småbatterier, blybatterier, lysrör, kvicksilverhaltigt avfall, metallförpackningar och tryckbehållare samt laboratoriekemikalier.

Tabell 3.9 Avfallskoder för farligt avfall.

Typ av farligt avfall*	Kod
Oljefilter	160107
Oljehaltigt avfall	160708
Färg, lack, lim och oljerester	200127
Kvicksilverhaltiga batterier	160603
Småbatterier	200133
Blybatterier	160601
Lysrör och kvicksilverhaltigt avfall	200121
Metallförpackningar och tryckbehållare	160504
Laboratoriekemikalier	160506
*) Avfall som markeras med * i bilaga till avfallsförordningen (2011:927)	
Idag transporteras nästan hela slamproduktionen i Henriksdals reningsverk med bil till Jordbro för att efter tågtransport till Gällivare användas för täckning och återställning av gruvområden. Slammet från Bromma transporteras till olika mellanlager.	

3.8 Transporter

3.8.1 Transporter under driftskedet

Tunga transporter av slam, processkemikalier och avfall till och från Bromma kommer att upphöra för att i stället flyttas till Henriksdals reningsverk. Med tunga transporter avses transporter med fordon vars totalvikt är högre än 3,5 ton. Transporterna kommer delvis att gå via andra vägar än idag, vilket ändrar transportmönstret inom Stockholm.

Antalet transporter till och från Henriksdalsanläggningen kommer att öka avsevärt, delvis eftersom det avloppsslam som tidigare transporterades från Sicklaanläggningen kommer att transporteras från Henriksdal efter ombyggnaden. Mängden avloppsslam, och därmed antalet transporter till Henriksdals reningsverk, kommer också att öka när avloppsvattnet från Bromma och Eolshäll renas i Henriksdal. En stor del av transportökningen in till Henriksdal kommer att bero på

transporterna av externt organiskt material, i huvudsak källsorterat matavfall för biogasproduktion, som verket inte tar emot idag.



Figur 3.8 Väg 222 söderut mot Lugnets trafikplats (Foto: Henrik Tideström, 2014).

Så gott som alla transporter till och från Henriksdal kommer att gå via infartstunneln vid Lugnets trafikplats på Värmdöleden (Länsväg 222), vilket innebär att det inte kommer att gå några transporter inom bostadsområdena runt anläggningen. Endast underhållstrafik och personalförskott kommer in till verket via infarten på Kvarnholmsvägen (adress: Värmdövägen 23). I nödfall, om infarten vid Lugnets trafikplats blockeras, kan transporterna av metanol, järnsulfat och polymerer behöva gå upp på Henriksdalsberget, via Kvarnholmsvägen och Henriksdalsringen. Så är det redan idag när det gäller transporterna av järnsulfat och polymerer.

Till och från tunneln vid Lugnets trafikplats kommer de flesta transporterna att gå via Sicklavägen och Södra länken (Riksväg 75). Slamsugbilar med fettavskiljarlam kommer dock i huvudsak från Stockholms City via Danviksbron och Värmdövägen.

Efter det att de åtgärder som tidigare anmälts (se avsnitt 3.6) genomförts kommer slamtransporterna från anläggningen i Sickla att upphöra. De kommer då i stället att gå från anläggningen i Henriksdal direkt ut på Södra länken. Idag transporteras nästan hela slamproduktionen från Henriksdals reningsverk med bil till Jordbro. för att efter tågtransport till Gällivare användas för täckning och återställning av gruvområden. Slammet från Bromma transporteras till olika mellanlager.

Återstående transporter till och från anläggningen i Sickla blir av fällningskemikalier, polymerer, tvättad sand, tvättad och pressad grovrens och mindre mängder övrigt avfall. Alla transporter kommer att gå via Södra länken. Utgående transporter av sand, grovrens och övrigt avfall kommer att gå österut längs Hammarby fabriksväg innan de kommer ut på Södra länken. Även Värmdöleden kan bli aktuell.



Figur 3.9 Infartstunneln till Henrikdals avloppsreningsverk (© Stockholm Vatten) från Lugnets trafikplats respektive servicetunneln på Kvarnholmsvägen (Henrik Tideström, 2014).

In till Henrikdals transporteras källsorterat matavfall och annat externt organiskt material samt fettavskiljarslam, kolkälla till kvävereningen, fällningskemikalier, polymerer, membran till biologiska reningssteget och kemiska produkter för membranrengöring (natriumhypoklorit, citronsyra och eventuellt oxalsyra). Ut från Henrikdals transporter i huvudsak avvattnat slam, förbrukade membran, sand och rens. Tabell 3.10 visar antal transportrörelser per vecka till och från Henrikdals och Sickla.

Transporterna till och från anläggningen i Henrikdals kommer att ske dygnet runt både under och efter ombyggnaden. Under lågtrafiktid, till exempel nattetid, kan transporternas andel av trafiken bli högre. Uppgifter saknas dock för att beräkna hur stor andel av den totala trafiken kvälls- och nattetid som utgörs av transporter till och från Henrikdals.

Stockholm Vatten har för avsikt att transportera material dygnet runt. De flesta transporter, utom de av externt organiskt material, kommer att ske dagtid (kl. 08:00 – 17:00). Externt organiskt material, och på sikt även fettavskiljarslam, kommer att levereras dygnet runt. Avvattnat slam, fettavskiljarslam, externt organiskt material och fällningskemikalier kommer att transporteras alla dagar i veckan, även lördagar och helger.

Tabell 3.10 Beräknat antal transportrörelser per vecka till/från Henriksdals avloppsreningsverk, när det fullt utbyggda avloppsreningsverket (2020) tas i drift och för prognosåret 2040.

Material och mängd per transport	Antal transportrörelser per vecka år 2020			Antal transportrörelser per vecka år 2040		
	Henriksdal	Sickla	Totalt ARV	Henriksdal	Sickla	Totalt ARV
Inkommande material						
Citronsyra/Oxalsyra (22 m ³ /trp)	0,9	0	0,9	1,1	0	1,3
Externt organiskt material (30 m ³ /trp)	110	0	110	110	0	110
Fettavskiljarslam (7 ton/trp)	275	0	275	275	0	275
Fällningskemikalier (järnsulfat och järnklorid) (35 ton/trp)	4,5	7,5	12	5	11	16
Kolkälla (metanol) (30 m ³ /trp)	4	0	4	6	0	6
Natriumhypoklorit (22 m ³ /trp)	1	0	1	1,2	0	1,2
Polymer (10 m ³ /trp)	1,9	0,2	2	3	0,03	3
Övriga leveranser* (varierande mängder/trp)	25	5	30	25	5	25
Utgående material						
Avloppsslam (30 ton/trp)	190	0	190	210	0	210
Sand (10 ton/trp)	8	0	8	10	0	10
Rens (10 ton/trp)	9	0	9	11	0	11
Uttjänade membran** (10 ton/trp)	0,3	0	0,3	0,3	0	0,3
Övrigt uttjänat material (10 ton/trp)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Slamhämtning vid underhåll av biosteg (7 ton/trp)	2	0	2	2	0	2
Övrigt avfall (varierande mängder/trp)	3	1	4	4	2	6
Summa (avrundat uppåt)	640	14	650	665	18	680
*) Övriga leveranser (godstransporter) = leveranser av membran, andra förbrukningsmaterial och reservdelar, verktyg m.m. som behövs för drift och underhåll. **) Nya membran levereras samtidigt som uttjänade membran hämtas med samma bil det vill säga ingår i samma transportrörelse.						

3.8.2 Transporter under ombyggnaden av reningsverket

Från Sicklaanläggningen ska stora mängder bergmassor, cirka en miljon ton, lastas ut. Massorna kommer att lastas ut via två arbetstunnlar, F1 och F2. Majoriteten av massorna, drygt 900 000 ton, kommer att tas ut via F2. Lastning sker dygnet runt inne i berganläggningen och bergtunnlarna och körs sedan iväg.

Från planerat påslag F1 kommer ca 78 000 ton berg att tas ut jämt fördelat under ca 75 veckor. Då servicetunneln vid påslag F1 har snäva kurvor och brant lutning är det troligt att mindre lastbilar som tar ca 15 ton per bil kommer att användas. Antaget att bergmassorna transporteras ut 7 dagar i veckan ger detta i genomsnitt 10 lastbilstransporter per dygn eller 20 transportrörelser per dygn.

Från planerat påslag F2 kommer drygt 900 000 ton berg att tas ut. Vid detta påslag är servicetunneln rymligare vilket medför ett antagande om att större lastbilar med lastkapacitet på 30 ton kommer att användas. Den största delen av bergmassan, ca 750 000 ton, kommer att tas ut under de inledande 40 veckorna och detta medför ca 130 lastbilar per dygn och därmed 260 transportrörelser per dygn under den mest intensiva fasen i bergproduktionen.

Under efterföljande 30 veckor transporteras resterande drygt 150 000 ton ut med 36 lastbilar per dygn, det vill säga ca 75 transportrörelser per dygn.

Bergtransporter kommer att ske alla tider på dygnet men möjligheter att använda anslutningen till Södra Länken begränsas då inga transporter tillåts under det timmar då det är rusningstrafik i området. Med andra ord antas masstransport-hanteringen till Södra Länken begränsas på vardagar mellan kl. 07-09 och 16-18.

Förutom uttransport av bergmassor kommer även annan trafik att vara påkallad vid Sicklaanläggningen såsom leverans av betong och annat byggmaterial liksom maskinell utrustning, arbetsmaskiner mm. Dessa transporter kommer dock att bli färre till antalet jämfört med transporten av bergmassor. Totalt antal transporter till och från Sicklaanläggningen framgår av tabell 3.11.

Tabell 3.11 Beräknat antal transporter under byggtiden vid Sicklaanläggningen.

Parameter	Fordonstyp	Kapacitet	Antal fordon
<i>Uttransporter</i>			
Transporter av berg, påslag F2	Lastbil	15 ton	5190
Transporter av berg, påslag F3	Lastbil	30 ton	30600
Transporter av riven betong	Dumper	13 m ³	37
Transporter av rivet stål	Lastbil	5 ton	24
<i>Intransporter</i>			
Transporter av ny betong	Betongbil	6 m ³	4833
Transporter av nytt stål	Lastbil	5 ton	545
Transporter av ny prefab	Lastbil	24 ton	42
Transporter av nya massor	Dumper	13 m ³	231
Transporter av ny asfalt	Asfaltbil	16 m ³	394
Transporter av ny mursten	Lastbil	24 ton	19

Även till Henriksdalsanläggningen kommer det att ske trafik för leverans av betong och annat byggmaterial liksom maskinell utrustning, arbetsmaskiner med mera. Antalet av dessa transporter kommer att uppskattningsvis vara totalt 120, fördelat under tiden för ombyggnaden. Antalet transporter till och från Henriksdal är alltså få jämfört med bergtransporterna från Sickla.

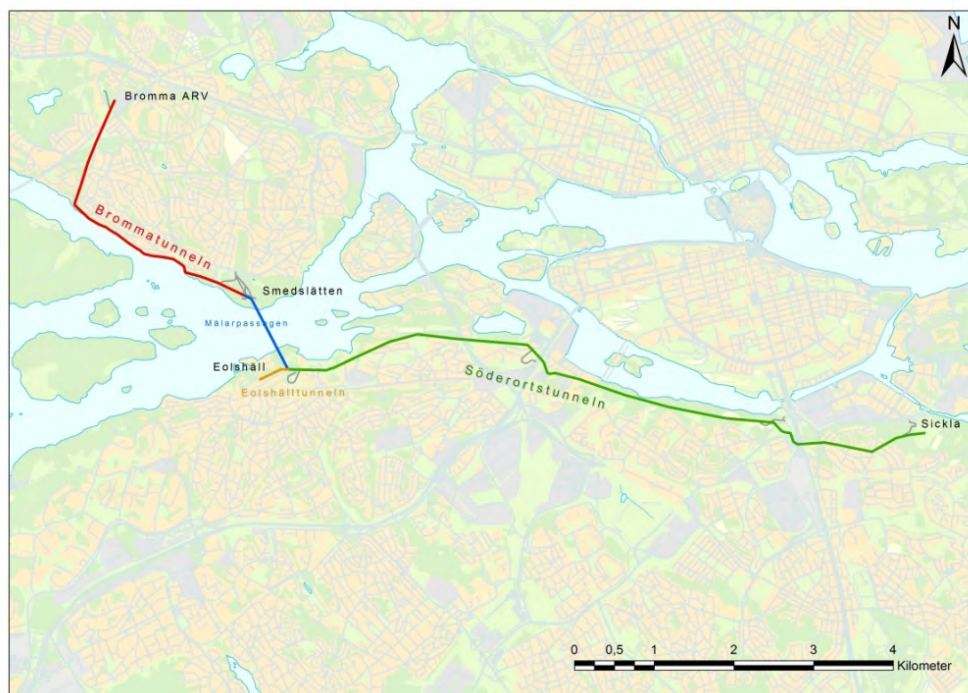
3.9 Avloppstunneln

Huvudsyftet med den nya avloppstunneln är att leda avloppsvatten till Sickla/Henriksdal istället för som idag till Bromma och Eolshäll. Genom en strategisk utformning och placering gör avloppstunneln det möjligt att minska bräddningarna av obehandlat avloppsvatten till Mälaren. Det valda läget innebär även att befintliga anläggningar som har en sämre kapacitet och driftsekonomi i framtiden kan anslutas till avloppstunneln. Detta gäller främst pumpstationer längs sträckan, men även olämpligt placerade spillvattenledningar.

Den planerade sträckningen framgår i Figur 3.10 uppdelning i delsträckor framgår av Tabell 3.12.

Tabell 3.12 Avloppstunnelns uppdelning i delsträckor.

Benämning	Sträcka
Brommatunneln	Bromma ARV Smedslätten, ca 4 km
Mälarpassagen	Smedslätten Eolshäll, ca 1 km
Söderortstunneln	Eolshäll - Sicklaanläggningen, ca 8,8 km

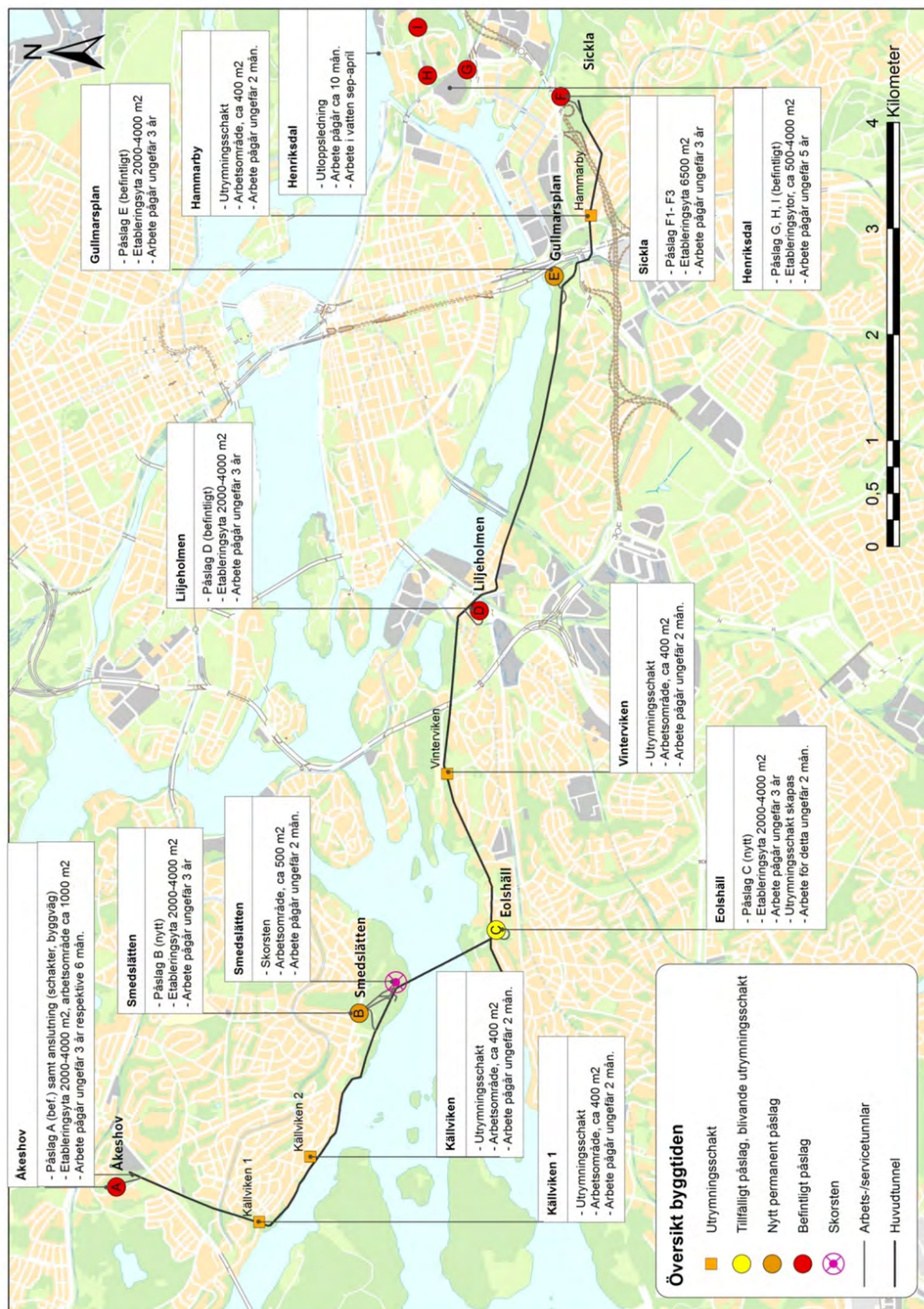


Figur 3.10 Den planerade sträckningen av avloppstunneln. De olika delsträckorna är markerade med olika färger.

3.9.1 Tunnelns sträckning

Den planerade avloppstunneln ansluts till den befintliga Järvatunneln vid Bromma reningsverk. Sträckningen går under Mälarens sydvästra strand, korsar under Mälaren till Eolshäll och österut till Sicklaanläggningen. Sträckan är ungefär 14 km lång exklusive servicetunnlar.

Valet av tunnelsträckning och påslagslägen har styrts av tekniska faktorer avseende VA- och bergteknik samt miljövärden. Sträckningen är till exempel anpassad till geologin, befintliga anläggningar, teknisk utformning, energiåtgång. Åtkomst till berget planeras ske via redan befintliga infarter i så stor utsträckning som möjligt. Se vidare under kapitel 4.4 Alternativ lokalisering och utformning av avloppstunneln.



Figur 3.11 Planerade anläggningsarbeten ovan jord för avloppstunneln samt utloppsledning.

En ambition har varit att reducera graden av intrång på privata fastigheter. Avloppstunneln anläggs därför längs stor del av sträckan under befintliga tunnlar. Avloppstunneln ligger också företrädesvis under park- och gatumark (så kallad allmän platsmark i gällande detalj- eller stadsplaner).

3.9.2 Utformning av avloppstunnel och arbets-/servicetunnlar

Avloppstunneln anläggs via sex olika påslag; Bromma, Smedslätten, Eolshäll, Liljeholmen, Gullmarsplan och Sickla. Tre av dessa påslag är befintliga och tre är nya.

Avloppstunnelns tvärsnittsarea ligger generellt på ca 21 m², vilket ger ca 18 m² nettoarea (det vill säga den yta som går att nyttja ur VA-synpunkt). Detta är vad som behövs för att klara kapacitetsbehovet vid Sickla med hänsyn tagen till Stockholms befolkningsutveckling. Tunnelns tvärsnitt utökas vid eventuellt behov av lining samt i passagen under Mälaren (till 69-80 m²). För Mälarpassagen planeras en torr tunnel med inhängda ledningar.

Själva avloppstunneln förses med en botten av betong som lutar mot mitten. Från Bromma kommer avloppsvattnet att rinna med självfall till Smedslätten. För att undvika sedimentation vid Mälarpassagen anläggs ett spolmagasin som med självfall trycker avloppsvattnet till Eolshäll i ledningar. Därifrån rinner avloppsvattnet med självfall till en ny pumpstation vid Sickla, där vattnet lyfts upp till ett första reningssteg.

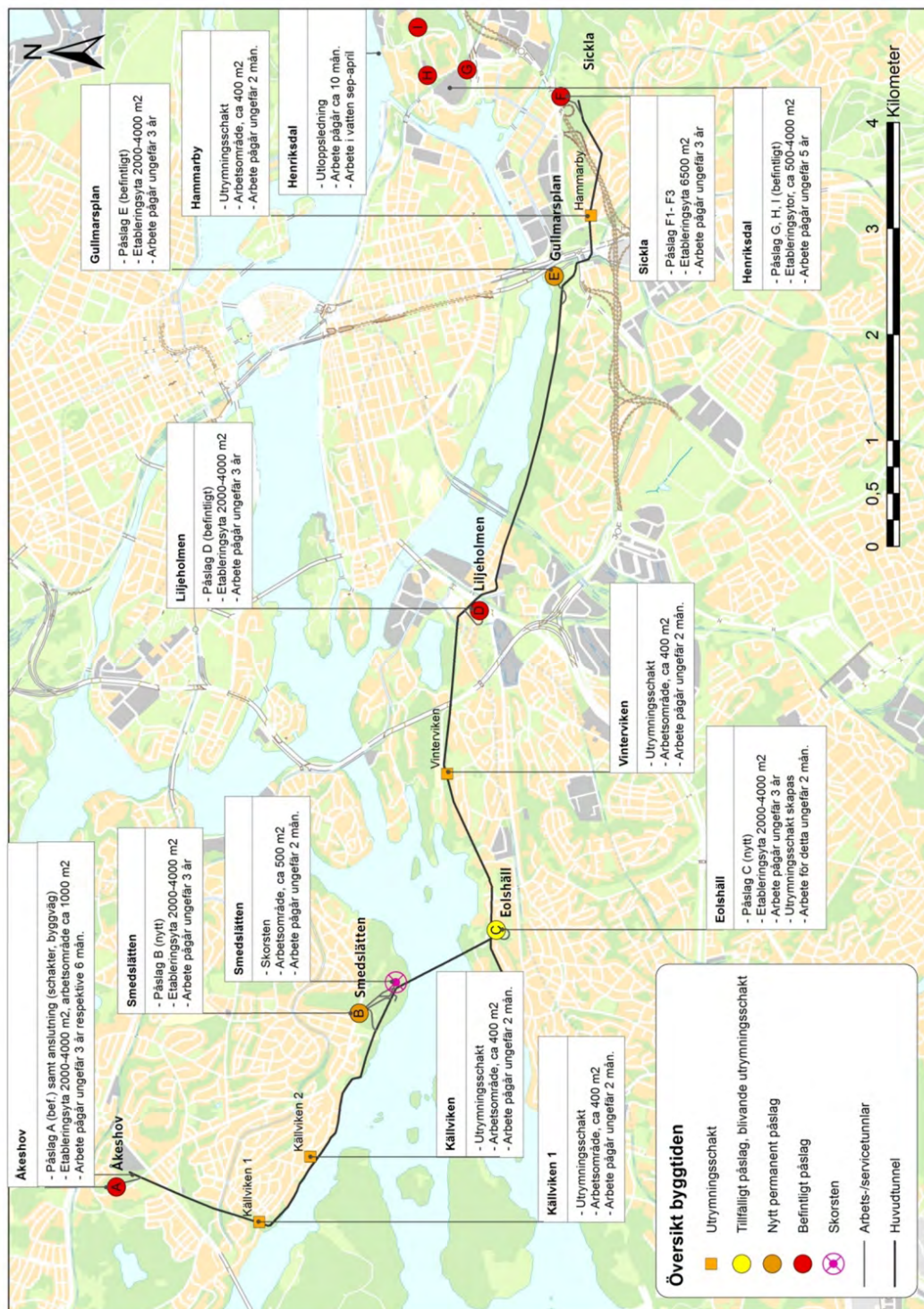
De arbetstunnlar som anläggs under byggskedet är också tänkta att fungera som servicetunnlar och utrymningsvägar i driftskedet. Undantaget är arbetstunneln i Eolshäll som kommer att pluggas igen. Istället skapas här ett utrymningsschakt. Servicetunnlarna planeras för enkeltrafik.

Arbetstunnlarna har av transporttekniska skäl en tvärsnittsarea om ca 25 m², det vill säga något större än avloppstunnelns. Tunnlarna kan komma att kompletteras med mötes-, ventilations- och lastnischer. Dessa nischer kan göra tunneln ca 3 meter bredare längs begränsade sträckor.

För den övervägande delen av påslagen är en arbetstunnel kopplad till avloppstunneln. Undantaget gäller Smedslätten där transportlogistik och arbeten med ledningsinstallationer i Mälarpassagen ställer krav på en servicetunnel för avloppstunneln och en för Mälarpassagen. Här krävs dessutom en servicetunnel för tillsyn och underhåll av spolmagasin och ventilation.

Utrymningsschakt

Längs avloppstunneln krävs också ett antal utrymningsschakt med tillhörande uppställningsytor för fordon. Schakten blir ungefär 2,5 m² med en intilliggande uppställningsyta för fordon. Utrymningsschakt som mynnar i marknivå planeras i Nockebyskogen (Källviken 1), längs Grönviksvägen (Källviken 2), Aspudden (Vinterviken), vid Eolshäll samt i Hammarbyhöjden (se



Figur 3.11). Ytterligare två utrymningschakt som mynnar i andra ledningstunnlar och har nödutgång via redan befintliga servicetunnlar planeras också.

Den planerade tvärsnittsarean för avloppstunneln innebär att det finns kapacitet för anslutning av bräddpunkter till avloppstunneln. Avloppstunnelns livslängd är dimensionerad till minst 100 år och därför är det positivt att ha en överkapacitet för förhållandena efter år 2040.

Vid de utrymningsschakt som kommer att anläggas upp till marknivå kommer arbetsområden som är ca 400 m² att upprättas. Här ska schaktning ner till berget, raiseborrning samt gjutning och installation utföras. Beroende på markförhållanden kan temporära stödkonstruktioner, exempelvis stödmur, bli aktuellt för att säkerställa åtkomst till berget från markytan. Arbete utförs under den senare delen av byggskedet och bedöms pågå ca 2 månader.

Vid skorstenen i Smedslätten behövs ett arbetsområde om ca 500 m². De arbeten som ska utföras här är schaktning ner till berget, raiseborrning, gjutning och installation samt anläggande av skorstenen. Arbeten inom detta arbetsområde bedöms pågå ca 2 månader.

Vid anslutning till befintliga tunnlar i Bromma behövs ett arbetsområde om ca 1000 m². Dessutom behövs en ca 100 m lång byggväg. De arbeten som ska utföras är schaktning ner till berget, raiseborrning, strossning samt gjutning och installation. Arbete utförs under den senare delen av byggskedet och bedöms pågå i ca 6 månader.

Anslutning av Eolshälls pumpstation samt Bräddtunnel Skanstull medför inte arbete ovan mark.

Figur 3.14 visar en profil avseende för tunneln mellan Bromma avloppsreningsverk och Henriksdals avloppsreningsverk.

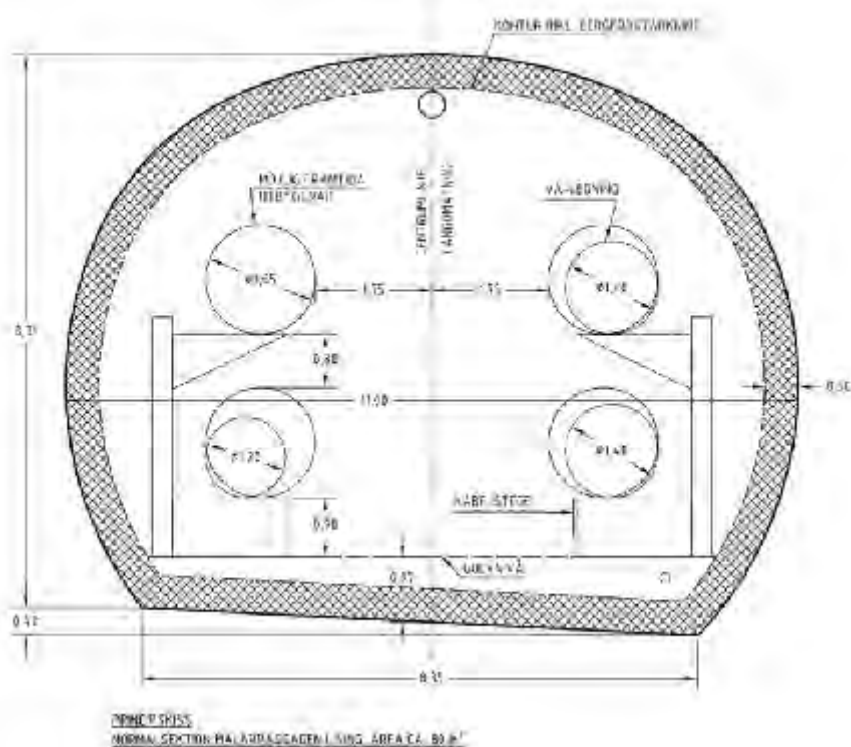
Allmänna åtgärder

Vad gäller övriga frågor om ersättningar och besiktningar så återfinns redovisning av dessa åtgärder i den sammanfattning av synpunkter från samråd som bifogas.

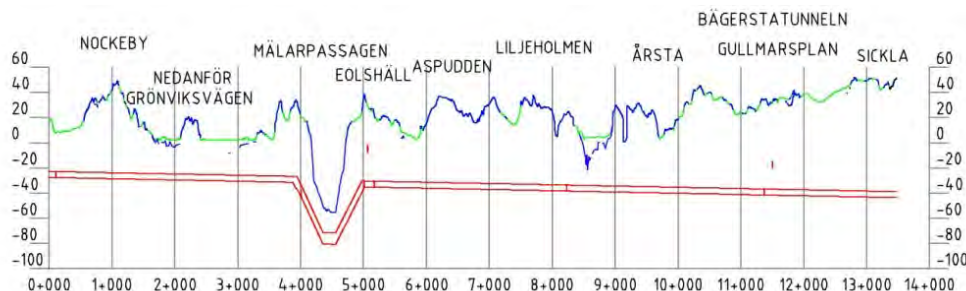
Ventilation

Avloppstunneln kommer att ventileras som två system. Sträckan Eolshäll-Sickla ventileras vid Sickla genom den befintliga anläggningen och sträckan Bromma-Smedslätten ventileras via en ny skorsten i Smedslätten (se Figur 11). Den teknik som ansökan avser för Smedslätten är en cirka 30 m hög skorsten med rening i form av filter.





Figur 3.14 Tvärsnitt för Mälarpassagen. Nedersta bilden med utrymme för lining.



Figur 3.15 Profil för planerad tunnel mellan Bromma och Sickla.

3.9.3 Anslutningspunkter

Anslutning Bromma

Avloppsflödena till Bromma ARV sker via tre tunnlar: Hässelbytunneln, Riksbytunneln och Järvatunneln. När den nya avloppstunneln tas i drift kommer den lägst liggande av dessa Järvatunneln (som ligger på nivån ca -27 m) att utgöra startnivå för den nya avloppstunneln. Den befintliga pumpstationen, som idag avslutar Järvatunneln, kommer då att tas ur drift.

Anslutning Eolshäll

Avloppsflödet till Eolshäll leds idag till Himmerfjärdsverket via Eolshälls avloppspumpstation. I anslutning till pumpstationen ligger Älvsjö-Mälarmagasinet, som tar emot bräddvatten från ett kombinerat ledningsnät och har en flödesutjämning funktion. Magasinet är anslutet till pumpstationen. Ett visst, mycket utspätt, flöde från magasinet kan bräddas till Mälaren.

I Eolshäll kommer allt avloppsvatten att avledas från pumpstationen via en anslutning till Söderortstunneln. Pumpstationen tas ur drift och överföringen till Himmerfjärdsverket avslutas.

Bräddtunnel Skanstull

Årstatunneln har idag begränsad kapacitet, som tidvis överskrids. Bräddning sker då till en intilliggande bräddtunnel, som har sitt utlopp vid Skanstullsbron. För att reducera bräddningen kommer en anslutning att göras från bräddtunneln till den underliggande Söderortstunneln. Anslutningen utförs med en ledning i arbetstunneln.

Utöver ovanstående anslutningar finns ett antal potentiella anslutningspunkter som kan komma att anslutas till avloppstunneln i framtiden.

3.9.4 Bräddning

Då anslutningarna av tunnlar vid Bromma, Eolshäll och Bräddtunnel Skanstull har utförts kommer bräddningen till Mälaren att reduceras.

Om pumpstationen vid Sicklaanläggningen, som lyfter vattnet från avloppstunneln till reningsanläggningen, skulle haverera och förorsaka ett längre pumpstopp kommer hela tunnelsystemet att fyllas. Bräddning kommer då att ske genom befintliga nödavlopp vid följande platser:

- Järvatunneln på Järvafältet
- Underverket i Sundbyberg vid Bällstaån
- Bromma avloppsreningsverk
- Eolshäll
- Sickla pumpstation

Dessutom riskeras att översvämningar sker vid lågt belägna anslutningar till tunneln.

3.9.5 Anläggningsarbeten för avloppstunneln

Byggskedet kan grovt delas in i fem olika skeden, se Figur 3.16. I texterna nedan anges vilka moment som kommer att prägla byggverksamheten, ungefärlig utsträckning i tid samt ungefärligt transportbehov.

Arbeten ovan mark kommer att genomföras vid följande platser:

- Påslag med tillhörande etableringsytor: Åkeshov, Smedslätten, Eolshäll, Liljeholmen, Gullmarsplan och Sickla
- Skorsten med tillhörande arbetsområde i Smedslätten
- Utrymningsschakt med tillhörande arbetsområden: Källviken 1, Källviken 2, Vinterviken, Hammarby. Utrymningsschaktet i Eolshäll ryms inom etableringsytan för påslaget.
- Anslutningar i Bromma med tillhörande arbetsområde och byggväg.



Figur 3.16 Översikt över byggfasens olika skeden. Tidsspannet skiljer sig mellan de olika tunnelldelarna.

Tabell 3.13 Sammanställning av mängder, längder, antal arbets-/servicetunnlar.

Tunnel Bromma – Sickla / Henriksdal	Delmängder
Bromma – Sickla	13 975 m
Totallängd huvudtunnel	14 000 m
Volym bergschakt huvudtunnel (inkl. nischer)	~ 355 000 *t _{fm} ³
Antal arbets-/servicetunnlar	8 st
Antal fronter från arbets-/servicetunnlar	10 st
Totallängd arbets-/servicetunnlar	2 600 m
Volym bergschakt arbets-/servicetunnlar	~ 75 000 *t _{fm} ³
Volym bergschakt Smedslätten (spolmagasin och ventilationstunnel)	~ 25 000 *t _{fm} ³
Antal utrymningsschakt	7 st
Volym bergschakt vertikalschakt	~ 5 000 *t _{fm} ³
Total bergschaktvolym	~ 460 000 *t _{fm} ³

Etablering

I byggskedets inledningsfas iordningsställs respektive etableringsyta. Området stänglas in och skyltas. Anläggningar för ström- och vattenförsörjning uppförs och ytor hårdgörs. Material som bodar, tält och containrar transporteras in. Väg anläggs fram till platsen för den tänkta tunnelmynningen. Vegetation avverkas efter behov och eventuella jordlager schaktas av.

Miljöförhållandena under denna period kommer att likna de som råder vid upprättandet av en vanlig byggarbetsplats. Under etableringen kommer ett mindre antal transporter av massor, maskiner och material att genomföras.

Etablering beräknas ta cirka 2 månader.

Inledande drivningsskede

När alla förberedelser är genomförda inleds själva bergarbetena. Avtäckning, jordschakt och ovanjordssprängning utförs vid de nya påslagen i Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan. Vid Åkeshov och Sickla utförs strossning (utvidningssprängning) och vid Liljeholmen utförs skyddsåtgärder för befintlig anläggning.

De arbeten som behöver utföras vid förskärningarna varierar i omfattning till följd av förutsättningar vid platsen (släntlutning, jorddjup med mera). Påslagslägena är så placerade att spontning sannolikt kan undvikas.

Arbete vid förskärningarna innefattar även bergförstärkning, installation av kommande tunnelventilation, el, vatten, kommunikation, etc. Detta arbete kräver koordination mellan de olika momenten och arbetet tar ca 2 mån.

Ovanjordsborrning låter mer än den salvborrning som sker på djupare nivåer, det vill säga att det luftburna bullret är avsevärt högre i det tidigare fallet. I gengäld

är salvdjupet litet och borrhålen bara upp till 1,5 m djupa, vilket medför kortare perioder av buller och stomljud. Vid den inledande tunneldrivningen kommer salvorna att vara mindre och stomljudsperioderna kortare. Vid övergången från reducerad till normal indrift ökar sedan salvstorleken och salvhålsdjupet, men i takt med att tunneln drivs djupare minskar det luftburna bullret och upplevelsen av stomljud vid marknivå.

Försiktig sprängning ska tillämpas under byggtiden, vilket innebär särskild hänsyn till omgivningen avseende markvibrationer, stenkast och luftstöt våg. Försiktig sprängning är ett krav i tätbebyggt område. Täckande mattor används och besvärande damning avhjälpas med vattning.

Under det inledande drivningsskedet kommer ett mindre antal transporter av bergmassor samt av maskiner och material att genomföras. Därutöver kan också eventuella jordmassor i förekommande fall behöva bortforslas.

Det inledande drivningsskedet beräknas ta ca 3-4 månader med undantag för Eolshäll där arbetena beräknas ta 5-6 månader.

Fortsatt tunneldrivning

Under det här skedet som pågår cirka 30-35 månader ska den övervägande delen av bergmassorna tas ut. Verksamheten domineras av bergarbeten och transporter av bergmassor. Injekteringsmedel och förstärkningsmaterial kommer att transporteras in i tunneln.

Knappt 1,4 miljoner ton bergmassor ska transporteras. I grova tal innebär det 180 000 fordonsrörelser under denna period räknat totalt för hela tunnelbygget. Per dygn kan transporterna variera mellan 200 fordonsrörelser och knappt 560 fordonsrörelser sammantaget från alla påslag. Under slutet av tunneldrivningsfasen är transportbehovet under 40 fordonsrörelser per dygn.

En drivningscykel startar med injekteringsborrning som utförs för att kunna stäcka sig över tre stycken sprängsalvor. Att borra hål för injektering antas ta 4-5 timmar. Därefter ska hålen fyllas med injekteringsbruk och bruket ska härda, vilket tar totalt 9 timmar innan påföljande borrning för sprängsalvan kan starta. Sonderingsborrning utförs alltid i den inledande injekteringsborrningen för att bestämma injekteringsklass samt verifiera berg framför fronten. Detta är speciellt viktigt vid ytnära tunnlar.

Salvborrningen utförs i längder om ca 5 m och det antas ta ca 3-4 timmar för att borra upp en hel sektion. Efter salvborrningen laddas hålen vilket bedöms ta 2-3 timmar.

Sprängningen är momentan och efterföljs av ventilering av spränggaser. Tid för sprängning, ventilering och urlastning antas vara ungefär 5 timmar.

Tidsåtgången för skrotning och kartering är ungefär 2 timmar. Förstärkning av bergrummets tak och väggar utförs slutligen och detta antas ta 3 timmar.

Hastigheten på framdriften kan variera på grund av fortlöpande observationer och specifika förutsättningar, som till exempel krav på tätning.

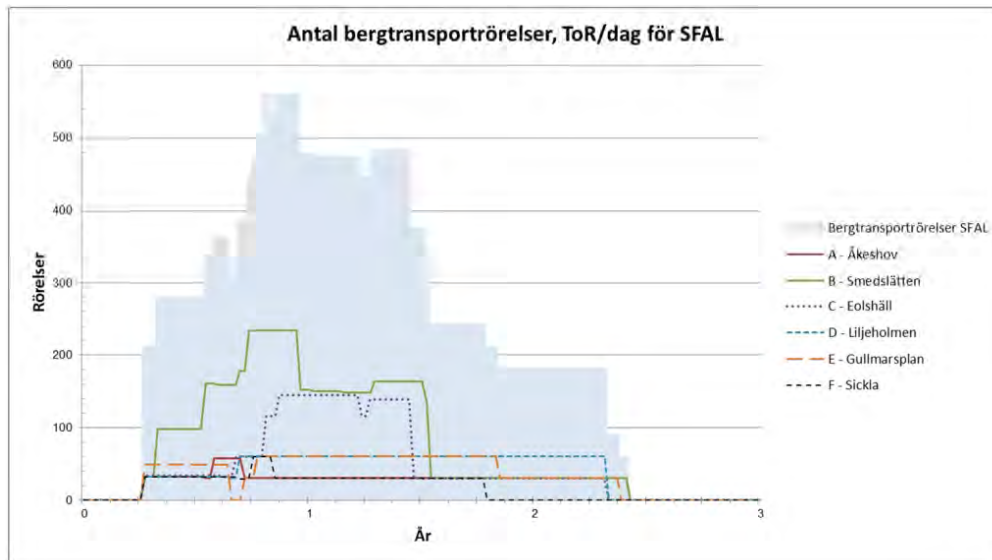
I svaghetszoner, vid särskilt osäkra eller känsliga förhållanden kan ett förfarande med delade salvor bli aktuell till exempel genom strossning eller pilottunnel. Genom denna drivningsteknik kan tunneln förstärkas i omgångar och på så sätt kan arbetet bedrivas säkrare.

Den generella framdrivningstakten är ca 20 m/vecka och front. Vid normal drivningshastighet innebär drivning av avloppstunneln att arbetet kommer att kunna uppfattas under ca 4-8 veckor vid en given position direkt ovanför tunneln (längre bort från tunneln är tidsspannet kortare).

Under dag- och kvällstid (kl. 07-22) helgfri vardag kommer det huvudsakliga arbetet bestå i borrhning, laddning, sprängning, slående skrotning och urlastning. Natttid förläggs förstärkningsjobb, servicearbeten i tunneln och andra arbeten som inte verkar störande på marknivå.

I slutet av tunneldrivningsskedet anläggs utrymningsschakterna via så kallad raiseborrning. Det innebär att en pilotborr först borrar från marknivå ner till avloppstunneln. Efter det byts den mindre borrhkronan mot en så kallad rymmarkrona som utvidgar hålet på borrens väg tillbaka till marknivå. Metoden är beprövad, skonsam för berget samt effektiv och de störande effekter som kan komma av drivningen är begränsade i både tid och rum. Arbeten för respektive schakt uppskattas till ungefär 2 månaders arbete.

I slutet av tunneldrivningsskedet genomförs också arbeten för anslutningspunkter i Bromma, Eolshäll och Skanstull för att kunna utföra vertikalschakt. Arbeten för respektive schakt uppskattas till totalt 2 månaders arbete.



Figur 3.17 Antal bergtransportrörelser, tur och retur per helgfritt vardagsdygn per påslagsläge under tunneldrivningsskedet.

Installation

Under detta skede kommer bland annat transporter att ske för betongbeläggning i tunneln. Dessutom tillkommer transporter för installation av rör och betongkonstruktioner till Mälarpassagen samt transporter för ventilationsanläggning i Smedslätten. Dessutom kommer transporter för installation av el och styr samt transporter för eventuell lining etc att ske.

Under golvgjutningsfasen, en period om ca 75 dagar, genererar betongbilarna omkring 80 -130 fordonsrörelser per dygn. Under installationsfasen sker även transporter av bland annat fyllnadsmaterial, asfalt och rör.

I övergången mellan installationsskedet och avetableringen förses arbetstunnlarna med portar för att hindra allmänhetens åtkomst och för att de i framtiden kunna fungera som servicevägar. Utrymningsschakten och de angränsande uppställningsplatserna för fordon ställs i ordning.

Installationsskedet beräknas ta cirka 20 månader.

Avetablering/återställande

Etableringsytorna återställs. Det material som funnits vid dem transporteras bort.

Ett fåtal dagliga transporter bedöms förekomma.

Återställandet beräknas ta cirka 2-6 månader.

3.9.6 Etableringsytor och arbetsområden

Etableringsytor vid påslag

Avloppstunneln anläggs via sex olika påslag. Tre av dessa är befintliga (Åkeshov, Liljeholmen och Sickla) och tre av dem är nya (Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan). Arbeten vid påslagen kommer att bedrivas under hela byggskedet.

Etableringsytorna vid påslagen skiljer sig lite i storlek och disponeras på lite olika sätt. Etableringsytorna vid påslagen varierar mellan 2 000-4 000 m².

Vid etableringsytorna kommer bland annat att förekomma tält och bodar, containrar för sopor, miljöstation, återvinning, sedimentationsbassänger, oljeavskiljare, uppställningsplatser för maskiner, material och utrustning för sprängning samt materialupplag (exempelvis diesel, cement och tillsatsmedel). Hit kommer materialtransporterna och härifrån utgår bergtransporterna.

Följande behov kan vara aktuella:

Tält och bodar:

- Verkstadstält med betongplatta
- Containrar för sopor, miljöstation, återvinning
- Sprängkista samt ett tändarskåp.
- SSE-tält
- Bodar
- Sedimentationscontainrar, oljeavskiljare

Uppställningsplats övriga maskiner:

- Lastmaskin
- Skrotningsmaskin
- Injektutrustning
- Sprutrobot
- Arbetsplattform
- Skylift
- Bilparkering för anställda

Materialupplag:

- Dieseltankar
- Upplag för cement och tillsatsmedel, bultar mm

Bergmassor som sprängs ut kommer att lastas på lastbilar inne i anläggningen. Lastning ska kunna ske dygnet runt inne i berganläggningen och bergtunnlarna för att sedan köras iväg. Ingen yta för mellanlagring av bergmaterial kommer att finnas inom arbetsområdet.

Bergmassor som sprängs ut kommer att lastas på lastbilar inne i anläggningen. Lastning ska kunna ske dygnet runt inne i berganläggningen och bergtunnlarna för att sedan köras iväg. Mellanlagring av bergmaterial kommer inte att ske inom arbetsområden ovan mark annat än i det inledande drivningsskedet.

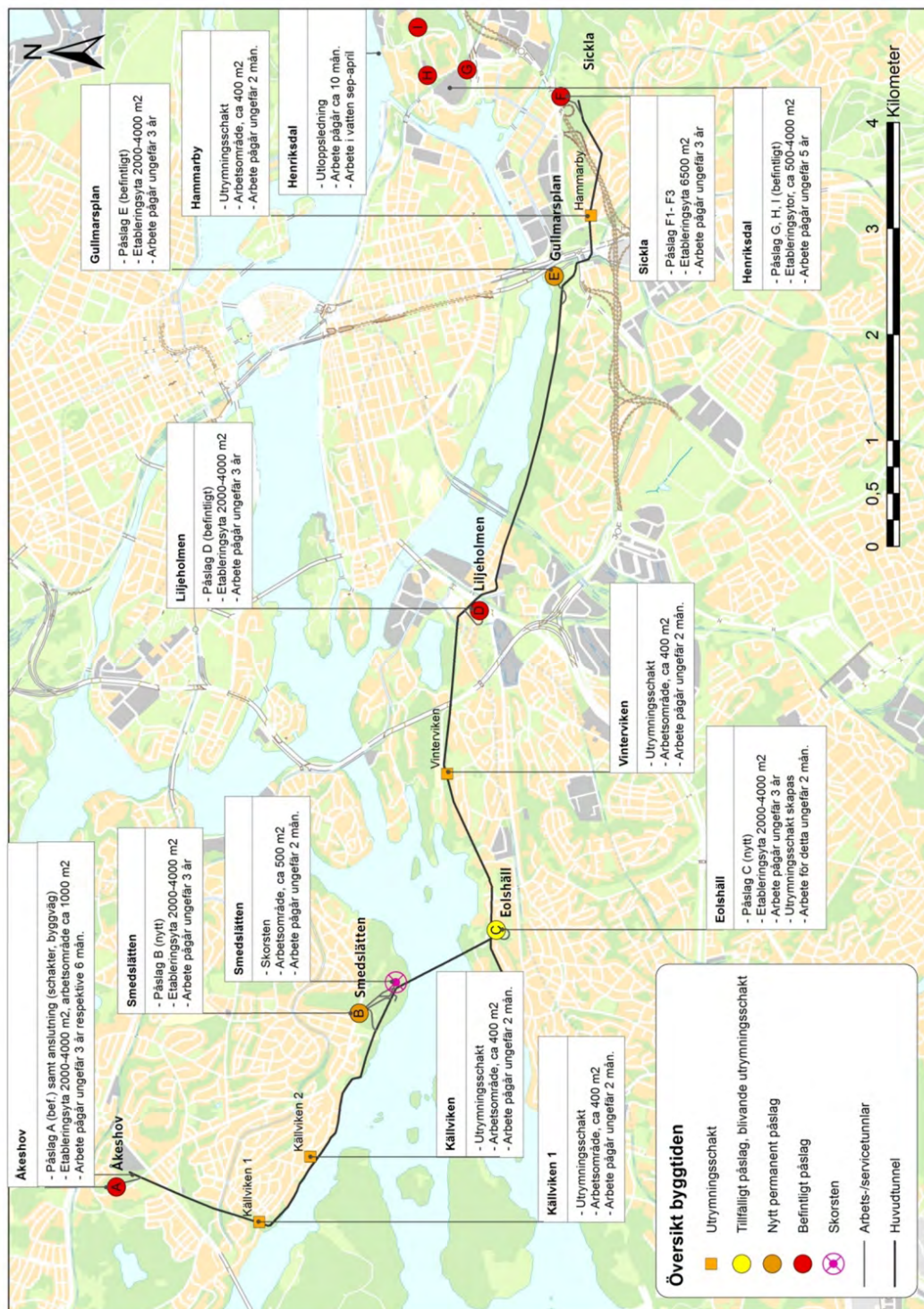
Mindre arbetsområden

Vid de utrymningsschakt som kommer att anläggas upp till marknivå kommer arbetsområden som är ca 400 m² att upprättas. Här ska schaktning ner till berget, raiseborrning samt gjutning och installation utföras. Beroende på markförhållanden kan temporära stödkonstruktioner, exempelvis stödmur, bli aktuell för att säkerställa åtkomst till berget från markytan. Arbete utförs under den senare delen av byggskedet och bedöms pågå ca 2 månader.

Vid skorstenen i Smedslätten behövs ett arbetsområde om ca 500 m². De arbeten som ska utföras här är schaktning ner till berget, raiseborrning, gjutning och installation samt anläggande av skorstenen. Arbeten inom dessa arbetsområden bedöms pågå ca 2 månader.

Vid anslutning till befintliga tunnlar i Bromma behövs ett arbetsområde om ca 1000 m². Dessutom behövs en cirka 100 m lång byggväg. De arbeten som ska utföras är schaktning ner till berget, raiseborrning, strossning samt gjutning och installation. Arbete utförs under den senare delen av byggskedet och bedöms pågå i cirka 6 månader.

Arbetsområden för utrymningsschakt, skorsten och anslutningar redovisas i teknisk beskrivning samt översiktligt i



Figur 3.11. Konflikter mellan arbetsområden och miljövärden redovisas nedan i kapitlet om miljökonsekvenser.

3.9.7 Masshantering och transporter

Drivning av huvudtunneln och service-/arbetstunnlarna, bergrum och magasin kommer att ge upphov till bergmassor. Massor uppkommer även vid jordschakt (anläggning av vägar och planer, ledningsnedläggning, avtäckning av berg) samt vid bergschakt (ledningar, förskärningar till påslagen).

Projektet har inte behov av de massor som uppkommer, massorna kommer således att tillfalla entreprenören (så kallade Fall B massor). Det innebär att entreprenören äger massorna.

Tabell 3.14 Massor som uppkommer vid drivning av tunneln.

Produkt	Mängd	Leveransställe
Bergmassor	ca 460 000 tfm ³	Kross
Jordmassor Fall B	ca 2 900 m ³	Försäljning
Block > 3 - 5 m ³	ca 60 st	Kross
Förorenade massor	ca 8 ton	Godkänd deponi

Behovet av krossmaterial i Stockholmsregionen bedöms vara stort. Materialet kan krossas och sorteras vid befintliga krossanläggningar i Stockholm med omnejd innan de återanvänds i andra regionala bygg- och anläggningsprojekt.

Stockholm Vatten har beslutat att massor inte får mellanlagras inom projektet. Det innebär således att massorna kommer att lastas direkt i tunneln för vidare borttransport. Efter att massorna har lastats på lastbil inne i avloppstunneln och bergrum körs de ut via arbetsområden.

Följande antal transporter har antagits och legat till grund för bland annat bullerberäkningar för byggskedet av avloppstunneln. Antal fordonsrörelser är beräknat efter en lastvikt om 15 ton per lastbil.

Tabell 3.15 Beräknat antal transporter vid påslag och etableringsytor för avloppstunneln. Transporter från övriga bergarbeten vid Sicklaanläggningen redovisas i Tabell 3.11.

Påslag (etablering)	Antal fordon/dygn (antalet fordonsrörelser är det dubbla)
Åkeshov (A)	30-60
Smedslätten (B)	30-260
Eolshäll (C)	30-160
Liljeholmen (D)	30-70
Skanstulls marina (E)	30-65

Sickla (F1)	30-70
-------------	-------

3.9.8 Grundvattenhantering

Tunnelsträckning mellan Bromma och Sicklaanläggningen har valts för att begränsa omfattningen och konsekvenserna av inläckage till tunneln. Genom lokalisering under Drottningholmsvägen och längs med Mälaren, sjön Trekanten och Årstaviken samt under Årstaskogen undviks i möjligaste mån områden med energibrunnar.

För att begränsa omfattningen och konsekvenserna av inläckaget av grundvatten till tunnarna kommer avloppstunneln att tätas. Krav på täthet längs tunneln har föreslagits baserat på påverkansområde och skyddsobjekt ovan avloppstunneln.

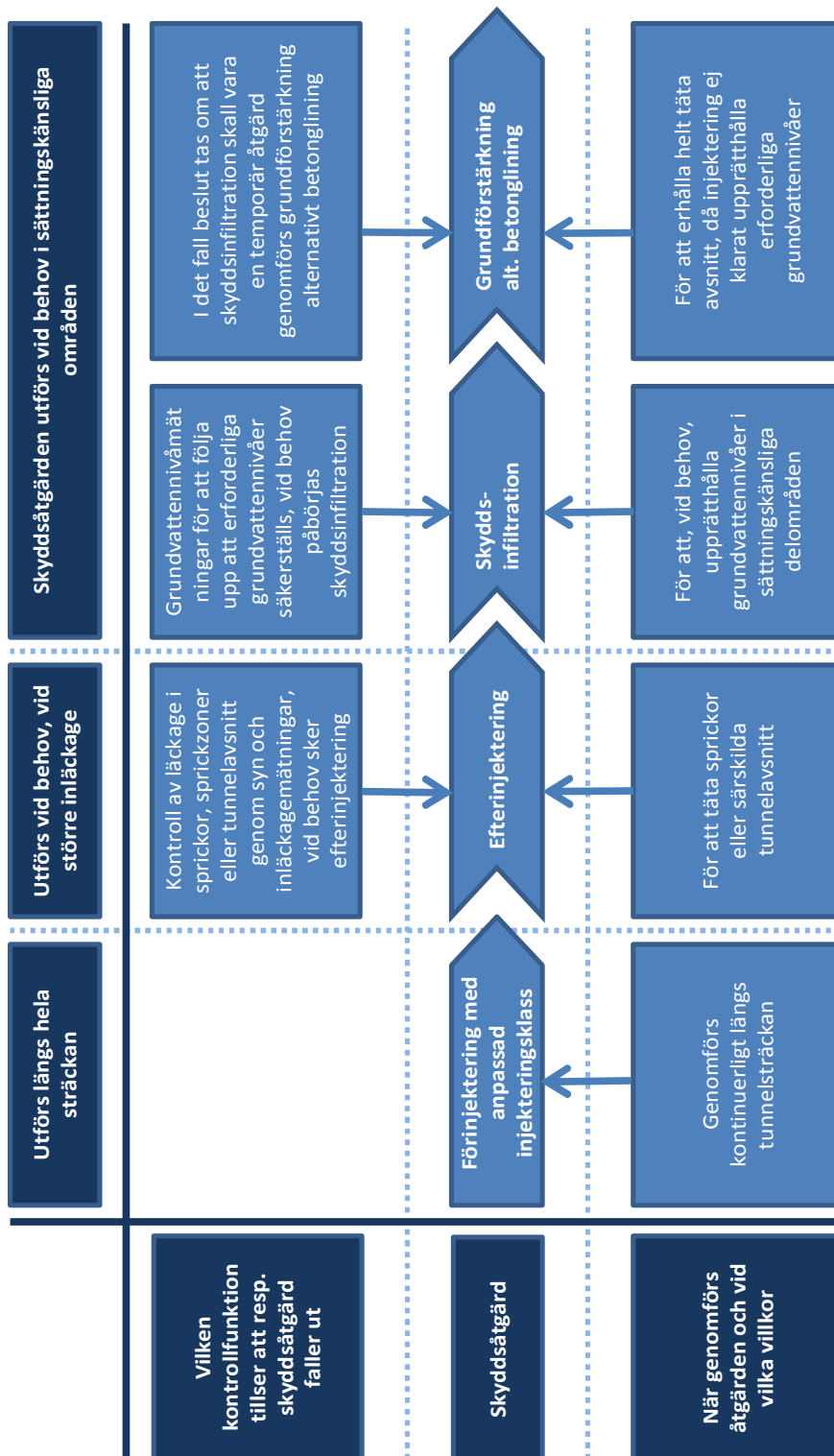
För tunneln finns ett flertal olika tekniska skyddsåtgärder som kommer att nyttjas för att säkerställa att ingen oacceptabel grundvattennivåförändring eller skada sker. Dessa skyddsåtgärder är:

- **Kontinuerlig förinjektering:** Förinjektering kommer att ske kontinuerligt under anläggningsarbetena längs med hela sträckan för att täta tunneln och minska grundvatteninläckaget, grundvattennivåavsänkningen samt påverkansområdets utbredning. Förinjektering sker i två omgångar.
- **Efterinjektering:** Efterinjektering kommer att utföras för att täta läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.
- **Temporär skyddsinfiltration:** Tillfällig infiltration kommer vid behov att ske från markytan i anslutning till tunneln. Detta kommer förberedas för särskilt sättningskänsliga delsträckor och tas i bruk i det fall grundvattennivåer inte kan upprätthållas för att förhindra oacceptabla sättningskador. Tillfällig skyddsinfiltration genomförs med vatten från dricksvattennätet.
- **Betonglining:** Tätning av tunneln genom byggande av vattentäta inklädnader, så kallad betonglining, kan bli aktuellt under Mälaren och på sättningskänsliga delsträckor. Betongliningen anläggs efter det att tunnelavsnittet sprängts ut och tätats genom för- och efterinjektering. Skyddsinfiltration kommer att användas från det att tunnelavsnittet sprängts klart till dess att betongliningen är anlagd.
- **Grundförstärkning:** Om sannolikheten för skadliga sättningar bedöms hög, eller konsekvenserna oacceptabla kan grundförstärkning av särskilt känsliga eller värdefulla byggnader komma att genomföras.

För aktuell tunnel kommer olika injekteringsklasser att tillämpas. Valet av injekteringsklass baseras på undersökningshål som borrar framför tunneln. Under

borrningen av undersökningshålen inhämtas information om bergets egenskaper och genom vattenförlustmätning erhålls information om bergets hydrauliska egenskaper. Baserat på utförd undersökning görs ett val av injekteringsklass.

- Bra berg: Injektering med en skärm. Efter utförd injektering borras kontrollhål för bedömning av bergets täthet efter injektering. Om det behövs utförs ytterligare injektering.
- Bra berg, i områden med sättningsskänslig mark: För att uppnå hög tätning av berget borras flera injekteringshål och injekteringen utförs i två omgångar. Längden på injekteringsskärmarna anpassas till geologiska förhållanden. Efter utförd injektering borras kontrollhål för bedömning av bergets täthet. Om det bedöms möjligt att uppnå ytterligare täthet kan det bli aktuellt att utföra ytterligare injektering.
- Sprickzoner: Injektering utförs med kortare skärmar där längden på borrhålen anpassas till sprickzonens utbredning. För att uppnå god tätning på berget borras flera injekteringshål och injekteringen utförs i normalt i två omgångar. Efter utförd injektering borras kontrollhål för bedömning av bergets täthet. Om det behövs utförs ytterligare injektering.



Figur 3.18 Princip för skyddsåtgärder längs avloppstunneln.

Tabell 3.16 Tätningsresultat vid injektering.

Bergklass	Före injektering, bergets konduktivitet	Efter injektering, bergets konduktivitet kring tunneln
Bra-acceptabelt berg	$< 5 \times 10^{-8}$ m/s	$< 5 \times 10^{-9}$ m/s
Bra-acceptabelt berg, i områden med sättningkänslig mark	$< 5 \times 10^{-8}$ m/s	$< 2 \times 10^{-9}$ m/s
Sprickzoner	$> 5 \times 10^{-8}$ m/s	$< 1 \times 10^{-8}$ m/s

Vid drivning av tunneln utförs kontinuerligt mätning av inläckande grundvatten. Inläckagemätningen blir en funktionskontroll av att injekteringen blir tillräckligt god. Grundvattennivåmätningar sker för att följa upp eventuella nivåavsänkningar. Utöver detta kommer avvägning ske av dubbar som placeras i byggnader inom särskilt sättningkänsliga områden, detta för att följa upp eventuellt pågående och ytterligare sättningar till följd av anläggandet av tunneln.

Grundvattennivåmätningar i sättningkänsliga områden och inläckagemätningar kommer i första hand att nyttjas som verktyg för beslut om skyddsinfiltration och eventuell anläggande av betonglining samt uppföljning av beslutade villkor för verksamheten.

Aktuellt inläckage och tunnelsträckning resulterar i ett tillskott av grundvatten till flödet i avloppstunneln, vilket motsvarar cirka 0,5 % av flödet. Det inläckande grundvattnet bedöms innehålla mycket låga halter kväve och fosfor, varför behovet av rening av det tillkommande vattnet är i det närmaste försumbart. För Mälarpassagen, med ledning i tunnel, kommer inläckande grundvatten ansamlas i lågpunkten varifrån det pumpas till ett spolmagasin i Smedslätten.

3.9.9 Processvatten

För att anlägga avloppstunneln och bergrum behövs vatten för borrarutrustning, injektering samt renspolning av tunnel och utsprängda bergmassor, så kallat processvatten. Dessutom kommer grundvatten att läcka in i tunneln.

Processvattnet kommer att tas från det kommunala dricksvattennätet. Generellt antas den sammanlagda vattenförbrukningen uppgå till ca 400-450 l vatten/m³ fast berg, ca 250 000 m³ vatten för hela anläggningen.

Processvattnet kommer att förorenas av odetonerat sprängämne, kväverester från sprängmedel, borrhax, spill från entreprenadmaskiner, cement och sprutbetongrester. Processvattnet kommer att blandas med inläckande dag- och grundvatten och kan komma att ha höga pH-värden och kvävehalter. Detta kan resultera i halter av ammoniak (NH₃) som är toxiskt för akvatiska organismer.

Processvattnet kommer att pumpas till respektive påslag där det renas i sedimenteringsanläggning. Vattnet behandlas för avskiljning av suspenderat material och olja samt pH-justering. Innan vattnet förs till det kommunala ledningsnätet sker provtagning för att verifiera att de krav som Stockholm Vatten AB ställer uppfylls.

Mängden vatten som förbrukas kommer att mätas. Dessutom kommer den mängd vatten som pumpas ur tunneln att mätas. För att kontrollera mängden inläckande grundvatten kommer dessutom dammkonstruktioner/mätbrunnar att anläggas i tunnarna. Mätbrunnar anläggs vid ett flertal platser längs med tunnelsträckan för att möjliggöra mätning av inläckande grundvatten vid olika delsträckor. För att inte mätning av inläckande grundvatten ska påverkas av processvattenförbrukningen kommer mätning att ske vid stabila flöden t ex under helger.

3.9.10 Arbetstunnlar

Avloppstunneln anläggs via sex olika påslag: Bromma, Smedslätten, Eolshäll, Liljeholmen, Gullmarsplan och Sickla. Tre av infarterna är befintliga (Bromma, Liljeholmen och Sickla) och tre är nya (Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan).

De tunnlar som under byggskedet fungerar som påslag till huvudtunneln och genom vilka uttransporter av bergmassor kommer att ske är också tänkta att fungera som servicetunnlar och utrymningsvägar i driftskedet. Arbetstunnlarna har av transporttekniska skäl en tvärsnittsarea om ca 25 m² vilket är något större än huvudtunnelns.

Under byggskedet kommer ventilation av huvudtunneln att ske genom i servicetunneltaket installerade ventilationsrör. För den övervägande delen av påslagen är en servicetunnel kopplad till respektive position oavsett antalet fronter. Undantaget gäller tunnelmynningen Smedslätten (B), där särskilda transportlogistik och arbeten kopplade till ledningsinstallationer och den torra tunneln för med sig krav på en särskild servicetunnel för huvudtunneln och en för Mälarpassagetunneln. På Smedslättssidan krävs dessutom en tredje servicetunnel, särskilt avsedd att möjliggöra tillsyn och underhåll av pumpstationen utan driftstörningar.

Servicetunnlarna från markytan till nivå för huvudtunneln planeras för enkeltrafik. I normalfallet planeras servicetunneln till en bredd på 5 meter. För att bergvolymerna ska bli så små som möjligt och för att hålla drivningstiderna nere kan tunnarna kompletteras med mötes-, ventilations- och lastnischer. Dessa nischer kan göra tunneln ca 3 meter bredare längs begränsade sträckor.

4 Alternativ lokalisering och utformning

4.1 Nollalternativ

4.1.1 Beskrivning av nollalternativet

Enligt 6 kap. 7 § miljöbalken ska en miljökonsekvensbeskrivning redovisa konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd. Detta brukar kallas "nollalternativ". Nollalternativet för Stockholms avloppsrening innebär att verksamheten fortsätter att bedrivas enligt gällande tillstånd. Verksamheten vid Stockholm Vattens två avloppsreningsverk i Bromma och Henriksdal drivs då vidare inklusive avledningen till Himmerfjärdsverket via Eolshäll. Då förutsättningarna för avloppsreningen kommer att förändras då allt fler personer kommer anslutas på grund av Stockholms tillväxt behöver vissa åtgärder ändå vidtas vid ett så kallat nollalternativ. Anslutningsgraden och mängden inkommande avloppsvatten kommer sannolikt att öka i samma grad som förutses i Stockholm Vattens huvudalternativ.

4.1.2 Förutsättningar

För nollalternativet gäller följande förutsättningar:

- Stockholm Vatten är skyldig att se till att avloppsvatten avleds och renas så att olägenhet för människors hälsa eller miljön inte uppkommer (jämför 9 kap. 7 § miljöbalken).
- För att klara gällande tillstånd uthålligt till 2040 krävs, utöver löpande reinvesteringar, omfattande nya investeringar i ledningsnät och reningsverk (främst i Bromma reningsverk). Detta både för att klara en ökad belastning och för att kunna hantera kraftiga regn och klara gällande bräddvillkor.
- Gällande reningskrav, gemensamt för Bromma och Henriksdal innefattar följande parametrar och villkor:
 - o BOD₇: 8 mg/l som gränsvärde kvartalsmedel, riktvärde månadsmedel
 - o Tot-N: 10 mg/l riktvärde årsmedel
 - o Tot-P: 0,3 mg/l gränsvärde kvartalsmedel, riktvärde månadsmedel
 - o NH₄-N: 3 mg/l riktvärde som medelvärde perioden juli-oktober
- Mängden avloppsslam till rötning kommer att öka i proportion till befolkningsökningen inom upptagningsområdet. Den maximala mängden och typen av substrat till biogasanläggningen i Henriksdal blir densamma som i nuvarande tillstånd. Matavfall kommer inte att tillföras biogasanläggningen.
- Resursåtgången vid reningsverken i form av energi och kemikalier kommer att öka mer än i proportion till befolkningsökningen, då förbättrad rening kräver mer resurser i det som här definieras som nollalternativ.
- Det avvattnade slammet lagras och hygieniseras på slamplatta i 6 månader.
- Slammet kommer troligen inte att kunna spridas på åkermark med mindre än att hygienisering (termisk behandling av slam) införs.

- Gemensamt utsläppsvillkor (ett så kallat bubbelvillkor), för Bromma och Henriksdals reningsverk fortsätter att gälla.

Ledningsnät

Gällande bräddvillkor (riktvärde) har överskridits de senaste åren och sannolikt, inte minst med tanke på ett ökat inslag vid kraftiga regn, kommer det att vara svårt med nuvarande åtgärdstakt att klara gällande riktvärde vissa år.

Bromma reningsverk

Följande förutsättningar gäller för Bromma reningsverk år 2040:

- Anslutning cirka 420 000 personer
- Maxflöde 4 m³/s
- Ingen rötning av externt organiskt material

Kapaciteten för kvävereningen vid Bromma avloppsreningsverk är otillräcklig. Verket har en genomsnittlig kväveavskiljning på ca 50 – 55 procent och en totalkvävehalt i utgående vatten på i genomsnitt 12,5 mg/l.

Länsstyrelsens krav på 200 meter skyddsavstånd innebär en begränsning av möjligheten till att kunna exploatera Brommaplan och bygga bostäder kring Bromma och Åkeshovsanläggningen.

Transporterna till och från Bromma reningsverk kommer att öka i proportion till belastningen, men med en relativ ökning av metanol, polymer och fällningskemikalier. Även mängden slamtransporter ökar.

Henriksdals reningsverk

Följande förutsättningar gäller för Henriksdals reningsverk år 2040:

- Anslutning cirka 1 100 000 personer
- Maxflöde 10 m³/s
- Rötning av fettavskiljar slam, 50 000 ton/år
- Ingen rötning av ytterligare externt organiskt material

Kapaciteten på Henriksdals reningsverk måste stärkas upp vid höga flöden. Detta har skett, nyligen, genom byte av filtermedia i befintliga sandfilter. Ytterligare åtgärder krävs för att stärka upp det biologiska reningssteget.

Nuvarande mottagning och rötning av fettavskiljar slam och externt organiskt material fortsätter enligt gällande tillstånd från april 2006. Nollalternativet innebär också att inget ytterligare organiskt material, utöver det som nuvarande tillstånd medger, tas emot och behandlas i Henriksdal.

4.1.3 Beskrivning av åtgärder för nollalternativet

Bromma reningsverk

Studier har utförts för hur Bromma reningsverk ska kunna utvecklas under förutsättningar med ökad anslutning och förbättrad kväverening. Bromma reningsverk måste även utvecklas för att minska påverkan på omgivningen. De åtgärder som föreslagits kan sammanfattas enligt följande:

- Ny grovrening och slamutlastning i berg i Åkeshov. Detta krävs för att säkra kapaciteten och skydda den omgivande bebyggelsen från luktspridning.
- Utökning av det biologiska reningssteget i Nockeby. Möjligheten att rena kväve är kraftigt begränsad i Bromma reningsverk. Av den anledningen föreslås att det biologiska reningssteget byggs ut och kompletteras med en ny reningsanläggning parallellt med den befintliga. Det har gjorts långtgående, strategiska utredningar kring utbyggnaden av det biologiska reningssteget.

Den valda metoden innefattar en konventionell aktivslamanläggning i berg. Utbyggnaden kan göras i etapper beroende på reningskraven, men minst 50 procent av den utredda anläggningen måste byggas för att möta förutsättningarna enligt nollalternativet.

Det finns förutsättningar för att bygga ut Bromma reningsverk med en ökad kväverening, och en större utbyggnad kan göras för att säkra upp det gemensamma utsläppskravet. Ett möjligt alternativ till en omfattande utbyggnad i Nockeby är att bygga om befintlig biologisk rening för membranseparation. Detta är principiellt möjligt, men har ej studerats i detalj. Den organiska kapaciteten skulle då kunna mångdubblas inom befintliga volymer samtidigt som sandfiltren skulle kunna användas endast för höglödesrening av avloppsvatten.

För att möta kvävekravet, 10 mg/l, behövs ingen extern kolkälla.

- Slambehandling med förtjockning och rötning kan behållas enligt dagens processlösning.
- Säkra upp kraftförsörjningen till hela anläggningen.

Henriksdals reningsverk

Utvecklingen av Henriksdals reningsverk med avseende på nollalternativet är utrett. För att möta förutsättningarna för nollalternativet behövs följande åtgärder:

- Förstärkt förfällning för att hantera höglödessituationer.
- Någon åtgärd i den biologiska reningen för att stärka upp kvävereningen. Belastningen ökar i princip med 40 procent jämfört med nuläget. Möjliga åtgärder är
 - o Avgasning av aktivt slam för att öka sedimenteringsförmåga.
 - o Hybrid MBR-lösning för det biologiska reningssteget som omfattar membranbioreaktorer för 2-3 bioblock där resterande bioblock drivs som konventionella aktivslamanläggningar. MBR-blocken drivs då med fastflöde och med långtgående rening. De konventionella anläggningarna tar flödestopparna.
 - o För att möta kvävekravet, 10 mg/l, behövs ingen tillförsel av extern kolkälla.

- Slamhanteringen måste stärkas upp med förbättrad förtjockning av överskottslam och primärslam för att säkerställa tillräcklig uppehållstid i rötkammarna.
- Slamutlastningen i Sickla flyttas till Henriksdalsanläggningen. Detta för att minska påverkan på omgivningen från transporter genom Hammarby Sjöstad.
- Elförsörjningen måste förnyas i hela anläggningen för att säkerställa kraftmatningen.

Ledningsnät

Kostnaden för minska bräddningen motsvarande grad som i det sökta alternativet, med i huvudsak magasin (det billigaste alternativet), uppskattas till 0,9 miljard kronor. I vilken omfattning och takt detta arbete ska ske är något som måste diskuteras med tillsynsmyndigheten. I denna beskrivning av nollalternativets recipientpåverkan antas därför att det befintliga ledningsnätet förnyas och förbättras i nuvarande takt och att befintliga bräddvolymen i stort är oförändrade jämfört med idag. En viss ökning kan förutspås med hänsyn till att skyfall blir vanligare.

4.1.4 Miljökonsekvenser i driftskedet enligt nollalternativet

För nollalternativet kommer förbrukningen av kemikalier och el öka proportionellt mot dagsläget med antal anslutna personer. Eventuellt kommer flödet att öka till följd av ökade nederbördsmängder.

Bromma reningsverk

Om Bromma reningsverk utvecklas enligt nollalternativet innebär det följande:

Transporter

- Transporter av slam, rens och sand från reningsverket sker i huvudsak från västra sidan av Åkeshovsanläggningen. Framtida transporter förväntas öka proportionellt med en ökad belastning.
- Transporter av fällningskemikalier, heptahydrat, förväntas öka proportionellt med en ökad belastning.
- Transporter av polymer för slambehandling enligt dagsläget förväntas öka proportionellt med en ökad belastning.
- Transporter av metanol till Nockebyanläggningen upphör.

Energi

- Proportionellt ökad energiförbrukning för det biologiska reningssteget.
- Ökad energiförbrukning för ventilation av nya berganläggningar, grovrening och slamutlastning i Åkeshovsanläggningen.
- Gasproduktion förväntas öka proportionellt med ökad anslutning.
- Förbrukningen av fjärrvärme förväntas öka i och med nya berganläggningar i Åkeshov och Nockeby.

Kemikalier

- Förbrukning av processkemikalier förväntas öka proportionellt med ökad belastning.

Henriksdals reningsverk

Om Henriksdals reningsverk utvecklas enligt nollalternativet innebär det följande:

Transporter

- Transporterna av slam från Sickla anläggningen ökar proportionellt med den ökade belastningen.
- Transporter av sand från Henriksdal och Sickla ökar proportionellt med den ökade belastningen.
- Transporter av fällningskemikalier, såsom heptahydrat ökar proportionellt med den ökade belastningen.
- Transporter av polymer för slambehandling ökar proportionellt med den ökade belastningen.
- Beroende på val av teknik i det biologiska reningssteget kan transporter av eventuella insatskemikalier för exempelvis rengöring öka.

Energi

- En med belastningen proportionell ökning av energiförbrukningen för det biologiska reningssteget.
- En ökad ventilation i de nya bergutrymmena för avvattning och förtjockning av slam.
- Gasproduktion ökar proportionellt med den ökade belastningen.
- Förbrukningen av fjärrvärme ökar i och med nya bergutrymmen för slamhantering i Henriksdal.

Kemikalier

- Förbrukning av processkemikalier ökar proportionellt med den ökade belastningen.

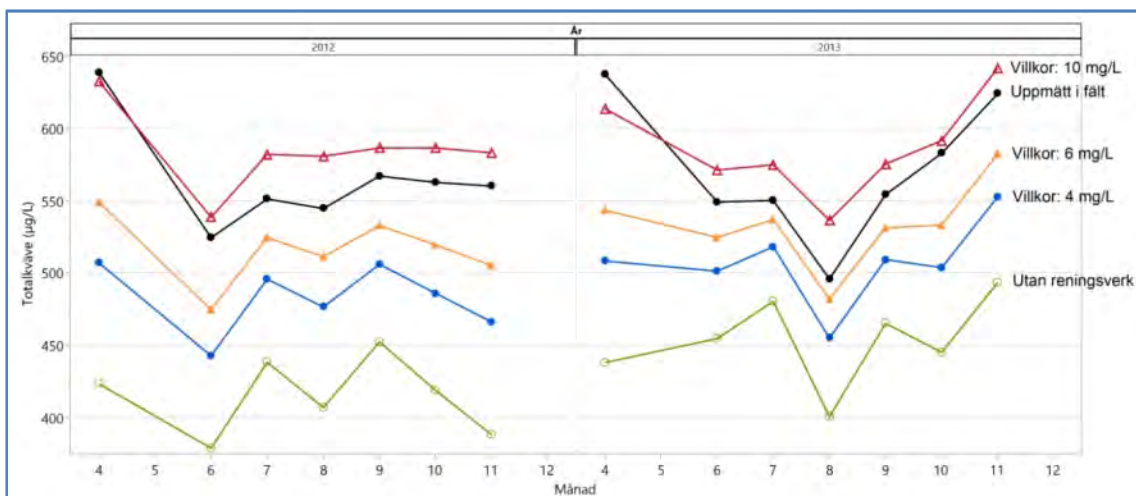
Utsläpp till recipient

Med nollalternativet kommer utsläppen till recipient att öka proportionellt med det ökade flödet in till reningsverken. De mängder som med gällande begränsningsvärden maximalt får släppas ut från Henriksdal och Bromma (sammanvägt värde) redovisas för nollalternativet enligt följande år 2020:

Tabell 4.1 Nollalternativets maximala utsläppta mängder från Henriksdal och Bromma (sammanvägt värde) för år 2020

Parameter	Enhet	Sammanvägt
Flöde	Mm ³ /år	140
BOD ₇	Ton/år	1120
Tot-N	Ton/år	1400
Tot-P	Ton/år	42

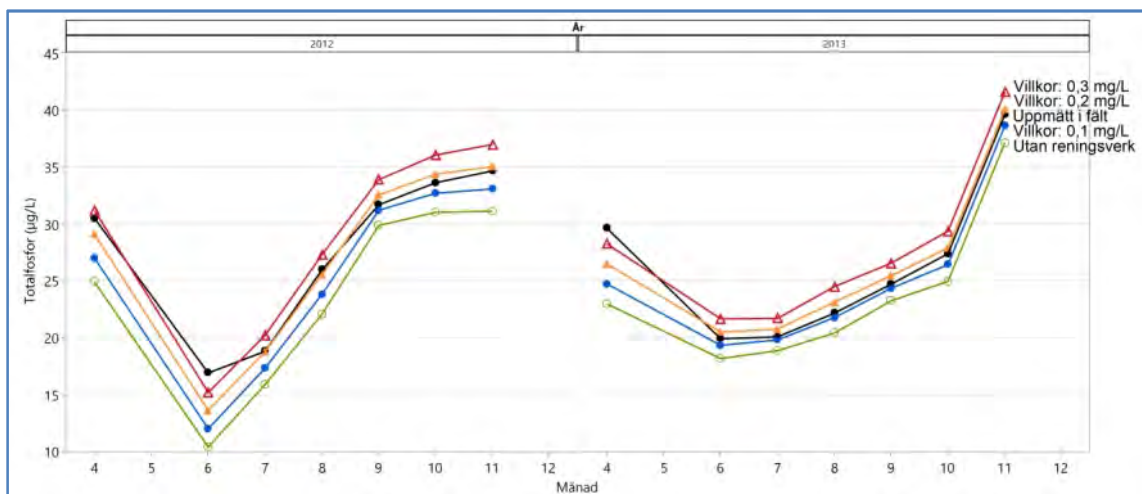
Utsläppen av fosfor från reningsverken är redan i dag relativt små i förhållande till den övriga fosforbelastningen. Reningsverkens utsläpp av fosfor har därför en liten påverkan på halten totalfosfor i innerskärgården (se Figur 4.2). När det gäller kvävehalten har den ökat de senaste åren i innerskärgården [29] och kommer troligen att öka i och med nollalternativet (se Figur 4.1).



Figur 4.1 Simulerade halter totalkväve i innerskärgården vid olika utsläppsscenarion.

Röd linje = De maximalt utsläppta mängderna av kväve enligt nuvarande villkor
Svart linje = I recipienten uppmätta halter av kväve vid normal drift.

Diagrammen i Figur 4.1 visar den simulerade halten för årets olika månader i innerskärgården vid olika utsläppsscenarion om vattenmassan antas vara homogen.



Figur 4.2 Simulerade halter totalfosfor i innerskärgården vid olika utsläppsscenarion.

Röd linje = De maximalt utsläppta mängderna av fosfor enligt nuvarande villkor
Svart linje = Uppmätta utsläpp vid normal drift.

Diagrammet i Figur 4.2 visar dels år 2012 som var ett mycket nederbördsrikt år och 2013 som var ett normalår. Mellanårsvariationerna kan vara stora där utflödet från Mälaren är en viktig påverkansfaktor.

Ledningsnätet

Nuvarande bräddvolymer till Mälaren och Saltsjön kommer att minska över en längre tid allt eftersom ledningsnätet förnyas. Större bräddar samt nödbräddar kan förekomma i Mälaren och Saltsjön vid kraftiga regn.

4.1.5 Kostnader för nollalternativet

För att kunna jämföra kostnaden för de olika alternativen har kostnaden för alternativen beräknats översiktligt. För nollalternativet gäller följande [18]:

Avloppsrening

Investerings- och driftskostnaderna för nollalternativet är beräknade med följande förutsättningar:

- Bromma reningsverk: Enligt förstudien *Ny biologisk rening* behöver verket uppgraderas med en ny grovrening och slamutlastning i berg.
- Henriksdals reningsverk: verket behöver upprustas med en ny slamavvattnings-, utlastnings- och förtjockningsanläggning enligt den principlösning som redovisas i SFAR-projektet, nedskalad från 1 620 000 personer till 1 100 000 personer.
Den biologiska reningen behöver förstärkas enligt förstudie VFA, avgasning av aktivt slam dessutom behöver förfällningen förbättras.

Indikativa investeringskostnader för nollalternativet redovisas enligt följande.

Tabell 4.2 Indikativa investeringskostnader för en fortsatt drift enligt nollalternativet.

Reningsverk	Investeringskostnad *, Mkr
Bromma	1015**
Henriksdal	1623

*Reinvesterings- och nyinvesteringskostnader för att uthålligt klara befintliga villkor till år 2040. Bromma men även Henriksdal har ett stort reinvesteringsbehov.

** Projektets fortsatta geohydrologiska undersökningar har visat att marken vid Bromma reningsverken är mycket sättningsskänslig. Även de förhållandevis små bergutrymmen som behövs för nollalternativet skulle kräva en mycket hög tätningsgrad vilket är förenat med stora kostnader, detta är inte med i kalkylen. Henriksdal har inte det problemet

Utöver kostnaden för Bromma och Henriksdal skulle det vid ett nollalternativ tillkomma en kostnad för SYVAB:s anläggning i Eolshäll. Denna anläggning provas för närvarande av miljöprövningsdelegationen. SYVAB har sökt nytt tillstånd till verksamheten vid Himmerfjärdsverket. I SYVAB:s ansökan ingår inte flödena från Eolshäll. Det har antagits att dessa kommer att ledas till Henriksdal. Vid ett nollalternativ behövs därför en omprövning av Himmerfjärdsverkets beslut. Om

detta verk även framöver ska ta emot avloppsvatten från Eolshäll innebär det en merinvestering på 480 miljoner kronor.

Fjärrvärme

Nollalternativet innebär att det renade avloppsvattnet kan fortsätta att ledas till Norrenergi för värmeåtervinning.

Kostnad för att i motsvarande grad ta bort de bräddar som uppnås i valt alternativ

I samband med anläggande av en ny tunnel för överledning av avloppsvatten från nuvarande Bromma reningsverk till ett utbyggt Henriksdalsverk (SFA-projektet) finns det möjligheter att längs tunnelsträckningen ta hand om ett antal bräddpunkter. Tunneln (SFA-tunneln) bedöms av arbetstekniska skäl bli så pass stor att den kan utjämna höga flödestoppar och minska det totala behovet av bräddning från reningsverk och ledningsnät. Kostnaden för tunneln har här ansatts till 1 500 miljoner kronor.

Tanken är att längs tunnelns sträckning ansluts de bräddpunkter som idag riskerar att brädda till recipienter. Även om vissa bräddpunkter har beräknats som noll kubikmeter bräddning så utgör de en risk för bräddning vid exempelvis haveri i pumpstationer. Utöver bräddpunkterna finns det också möjlighet för projektet att hantera de bräddvolymerna som kommer från nuvarande Eolshälls pumpstation.

De recipientområden där bräddning kan elimineras eller kraftigt minskas är Nockebyssund, Klubben- och Eolshällsområdet, Hammarby sjö och Hamnbassängen.

I det fall Bromma reningsverk blir kvar och avloppsvatten från Stockholm även fortsättningsvis leds till SYVAB måste Stockholm Vatten för att i motsvarande grad ta bort de bräddar som görs i SFA-projektet krävs betydande insatser. Det billigaste alternativet är att bygga en tunnel för en uppskattad kostnad av 1 100 miljoner kronor. Alternativt kan bräddningarna tas bort eller minskas genom att befintliga kombinerade områden dupliceras eller genom att bygga magasin. Genom dupliceringar inom avrinningsområdet kommer bräddningarna, precis som för tunnelalternativet, att försvinna. Dock kommer nödbräddarna från avloppsstationerna finnas kvar. Att duplicera ledningsnätet är väldigt tidskrävande (20-30 år) vilket innebär att bräddningarna tar mycket lång tid att åtgärda. Om magasin byggs så kommer bräddflödena att reduceras (ca 90 %) men även i detta fall så kvarstår nödbräddarna från avloppsstationerna. En tunnel har även den fördelen att den genom sin magasinerande förmåga möjliggör en jämnare belastning på reningsverken, flödestoppar i verken kan jämnas ut vilket ger längre uppehållstid i reningsstegen och därmed en effektivare rening.

I Nockebyssund finns totalt 11 bräddpunkter.

- För att helt eliminera dessa bräddar så finns inget annat alternativ än att bygga merparten av tunneln (ca 75 % av hela tunnelsträckningen) till en kostnad av 975 miljoner kr.

- En duplicering av ledningsnätet för att ta bort bräddarna uppskattas kosta 230 miljoner kronor och åtgärden skulle ta mycket lång tid att utföra.
- Bräddningarna kan minskas genom byggande av utjämningsmagasin till en uppskattad kostnad av 80 miljoner kronor.

I Klubben- och Eolshällsområdet finns 7 bräddpunkter samt en bräddpunkt från Eolshälls pumpstation.

- För att helt eliminera dessa bräddar så behöver ca 70 % av tunnellängden byggas till en kostnad av 910 miljoner kr.
- Bräddningarna kan minskas genom byggande av utjämningsmagasin till en uppskattad kostnad av 950 miljoner kronor.
- En duplicering av ledningsnätet för att ta bort bräddarna uppskattas kosta 450 miljoner kronor.

I Hammarby sjö finns en bräddpunkt.

- För att helt eliminera denna brädd så skulle ca 15 % av tunnellängden behöva byggas till en uppskattad kostnad 195 miljoner kronor.
- Bräddningarna kan minskas genom byggande av utjämningsmagasin till en uppskattad kostnad av 30 miljoner kronor.
- En duplicering av ledningsnätet för att ta bort bräddarna uppskattas kosta 440 miljoner kronor.

Tabell 4.3 Kostnad [miljoner kronor] för de alternativa lösningarna tunnel, duplicering och magasin om Bromma reningsverk är kvar.

Åtgärd	Nockeby-sund	Klubben- och Eolshälls-området	Hammar-by sjö	Totalkostnad
Tunnel	975	910	195	1 100*
Magasin	80	950	30	1 060
Duplicering	230	450	440	1 120

*Totalkostnaden är inte summan av delkostnaderna eftersom det som redovisas i tabellen är delsträckor av tunneln som delvis överlappar varandra.

Därutöver medför tunneln att framtida anslutningar av avloppsledningsnät till Henriksdal från södra delen av Stockholm möjliggörs. Värdet på detta kan inte definieras i dagläget, men är betydande. Det medför också att källaröversvämningar och bräddar kan minskas ytterligare.

4.1.6 Kommentarer kring samhällsekonomiska värden av miljöprojekt

Naturvårdsverket har givit ut en vägledning om samhällsekonomisk analys av miljöprojekt [19]. Det är en komplicerad process där bland annat ekosystemtjänster måste identifieras och utvärderas. Det är en värdering som enbart kan göras av en expertpanel då bedömningarna inte baseras på klassiska företagsekonomiska och redovisningsmässiga grunder.

Miljöprojekt är unika och kräver en omfattande kartläggning av värdet av bland annat ekosystemtjänster relaterade till en specifik recipient. Till exempel värderas

ett förbättrat siktdjup i Himmerfjärden (vilket uppnås med förbättrad kväverening) till 309 Mkr. Det sökta alternativet innebär jämfört med nollalternativet en minskad kvävebelastning både på både Himmerfjärden och Saltsjön.

Mälaren är en mycket värdefull resurs i en nyligen publicerad rapport (Rapport Nr 14 2014-14 Svenskt Vatten) uppskattades det samhällsekonomiska värdet av Mälaren till 127 miljarder. Värderingen är i huvudsak en summering av hur fastighetspriser påverkas och värdet av ekosystemtjänster. Det sökta alternativet har en positiv påverkan på denna värdering.

I Tabell 4.4 redovisas dock enbart kostnader kopplade till mark och anläggningar. Det sökta alternativets samhällsekonomiska värden som skapas av det sökta alternativets positiva miljöeffekter (se ovan) är inte medtagna.

Tabell 4.4 Kostnadsjämförelse mellan nollalternativ och sökt alternativ, kostnader i miljoner kronor.

Åtgärd	Nollalternativ	Sökt Alternativ
Bygga bort Brädd*	1100	
Uppgradera Bromma	1000	
Fjärrvärme Norrenergi/Fortum		250
Exploateringsvärde Brommatomt med skyddszon		– 2000
Uppgradera Henriksdal	1600	
Projektkostnad SFA		5935
SYVABS investering **	480	
Summa	4180	4185

* Det sökta alternativet innebär att Stockholm Vatten inte behöver göra investeringar för att minska brädd till Mälaren.

** SYVAB har i sin tillståndsansökan för sin framtida verksamhet inte tagit med det nuvarande flödet från Eolshäll d.v.s. nollalternativet. Det flödet utgör en cirka en tredjedel av belastningen på Himmerfjärdsverket. För att ta hand om det flödet krävs en extra investering på 480 miljoner.

4.2 Alternativ lokalisering av reningsverket

Behovet av att rusta upp Bromma reningsverk har funnits länge. Kraven på skyddsavstånd gör att både en expansion av verksamheten vid Bromma reningsverk och en exploatering av bland annat Brommaplan begränsas, särskilt då delar av reningsverket ligger ovan mark. Länsstyrelsen tillåter med hänvisning till behovet av skyddsavstånd ingen vidare exploatering inom 100 m från Bromma reningsverk.

Möjligheten att lägga ner Bromma reningsverk och leda avloppsvattnet från Bromma till Himmerfjärdsverket söder om Stockholm har varit ett alternativ som diskuterats tidigare.

För att säkra avloppsreningen inför framtiden måste Stockholm Vatten ta ett beslut om den fortsatta inriktningen av verksamheten, ett beslut som måste hålla över tiden. Stockholm Vatten VA AB fick i uppdrag att utreda hur Stockholms avloppsrening skulle kunna säkras i ett långsiktigt och hållbart perspektiv såväl kvalitets- som kapacitetsmässigt. Utredningen resulterade i fyra alternativ. Utredningen har legat till grund för besluten i Stockholm Vattens styrelse och Kommunfullmäktige om den fortsatta processen att söka tillstånd för det sökta alternativet.

De olika alternativ som har utretts berör de befintliga reningsverken i Bromma, Henriksdal och Himmerfjärden samt ett nytt fiktivt reningsverk. Reningsverkens geografiska positioner visas i Figur 4.3. Varje utredningsalternativ berör 3-4 olika reningsverk, vilka har dimensionerats om för nya belastningsscenarier med delvis nya processlösningar. Därefter har utredningsalternativen analyserats utifrån deras tekniska genomförbarhet, miljöpåverkan, ekonomi, risker, framtida utbyggnad, anpassning till nya förväntade miljökrav, påverkan på samhällsutbyggnad samt relationer till bolagets samarbetspartners. Hänsyn har även tagits till rötning av matavfall. Alternativutredningen har värderats med avseende på processteknik, miljöpåverkan/arbetsmiljö, genomförande, kostnadsuppskattning samt riskanalys.

Henriksdals reningsverk har två anläggningsdelar, Henriksdalsanläggningen och Sicklaanläggningen, med den biologiska reningen förlagd i Henriksdalsanläggningen och delar av förbehandlingen i Sicklaanläggningen. En kapacitetsutbyggnad av Henriksdals reningsverk innebär att både den biologiska reningskapaciteten (Henriksdal) och förbehandlingen (Sickla) måste utökas. Att erhålla den nödvändiga kapacitetsökningen av förbehandlingen vid någon annan lokalisering än Sickla, vilket skulle innebära en uppdelning av Henriksdalsverket är varken praktiskt eller ekonomiskt försvarbart.

De alternativ som har studerats kan sammanfattas enligt följande:

1. Brommaverket finns kvar och byggs ut för att uppfylla skärpta krav och för att minska påverkan på omgivningen. Även Henriksdalsverket och Himmerfjärdsverket finns kvar.

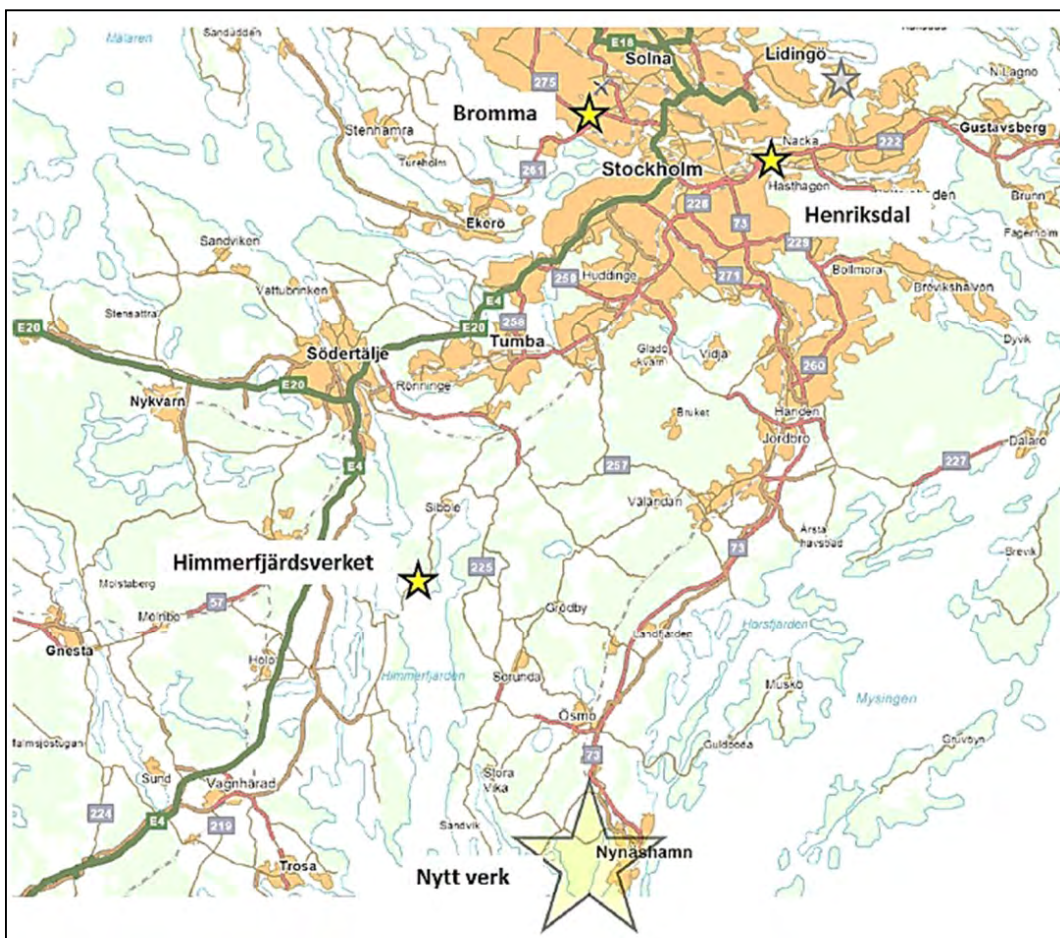
2. Avloppsvattnet från Bromma avleds till ett nytt verk. Bromma reningsverk läggs ner. Två nya tunnlar byggs: en från Bromma till Eolshäll och en från Eolshäll till Södertörn 50 km. Ett nytt reningsverk för ca 520 000 personer byggs. Utloppsledningen från det nya verket mynnar ut mot Landsortsdjupet. Vid detta alternativ kommer Henriksdal kompletteras inom de idag befintliga volymerna samt få en kompletterande bräddvattenrening. Himmerfjärdsverket behöver då byggas ut med membranfiltrering, bräddvattenrening och rejektvattenrening.

3. Avloppsvattnet till Bromma överleds till Himmerfjärdsverket. Bromma reningsverk läggs ner, en ny tunnel byggs från Bromma till Eolshäll samt en från Eolshäll till Alby. Dessutom anläggs en ny ledning från Alby till Vårsta. Himmerfjärdsverket byggs ut till en kapacitet för 850 000 personekvivalenter (pe)

med membranfiltrering, bräddvattenrening, slamhantering och rening av rejektvatten. En ny utloppsledning anläggs mot Landsortsdjupet. Anläggningen vid Henriksdal kompletteras inom de befintliga volymerna samt kompletteras med en rening av bräddvatten.

4. Avloppsvattnet till Bromma överleds till Henriksdal och

Bromma reningsverk läggs ner. En ny tunnel byggs från Bromma till en ny pumpstation i Sickla. Henriksdal byggs ut med en ny grovrening och försedimentering i Sickla. Den biologiska reningen i Henriksdalsanläggningen uppgraderas med membranteknik. Slamavvattningen och utlastningen flyttas från Sickla till Henriksdal. Himmerfjärdsverket byggs ut med en kapacitet motsvarande 310 000 pe.



Figur 4.3 Berörda reningsverk.

4.3 Alternativ utformning av reningsverket

Olika alternativ för utformningen för den framtida reningen vid Henriksdals reningsverk har utretts. Utformningen kräver ett samordnat systemtänk för avloppsreningen med ett optimalt användande av den befintliga anläggningen.

Förväntade kommande krav på rening ställa stora krav på kapaciteten i den biologiska reningen samtidigt som tillfällen med höga flöden kräver en långtgående högflödesrening.

Åtgärder krävs för att öka kapaciteten i den biologiska reningen. Kombinationen av tillgängliga och tillräckligt robusta systemlösningar för en ökad biologisk kapacitet samt behovet av hög tillförlitlighet på högflödesrening går att tillfredsställa inom befintliga processvolymen.

Genom att i den biologiska reningen använda membranfiltrering kan kapaciteten i de befintliga bassängerna utnyttjas maximalt samtidigt som reningssteg friställs som då kan användas för högflödesrening. Membranfiltrering bedöms även falla inom ramen för "Best Available Technology" (BAT) för stora reningsverk [20].

4.3.1 Förutsättningar

Det system som krävs för att rena avloppsvatten är helt och hållet styrt av de specifika förutsättningar som gäller för anläggningen. I det sökta alternativet ska Bromma reningsverk läggas ner och avloppsvattenet ska ledas till Henriksdals reningsverk. Utöver denna överledning förväntas tillflödet öka på grund av att befolkningen i Stockholm ökar samt att reningskraven förväntas bli skärpta. I valet av teknik utformning av den biologiska reningen är följande förutsättningar särskilt viktiga:

- Belastningen på Henriksdals reningsverk beräknas öka från ca 780 000 personer till 1 621 000 personer.
- Det maximala flödet in till anläggningen beräknas öka från maximalt 10 till 19 m³/s. Flödet till den biologiska reningen beräknas öka från ca 5,5 m³/s till 10 m³/s.
- Kraven på renings skärps sannolikt enligt följande:
 - o Tot-P från 0,3 mg/l till 0,2 mg/l
 - o Tot-N från 10 mg/l till 6 mg/l
 - o BOD₇ från 8 mg/l till 6 mg/l.

Sammanfattningsvis behöver kapaciteten vid Henriksdals reningsverk fördubblas samtidigt som reningskraven troligen skärps. De skärpta reningskraven ställer stora krav på robusthet, tillgänglighet och effektivitet i reningen där den biologiska reningen har en huvudfunktion.

En förutsättning i den kommande driften är att den även har marginaler för att klara oväntade händelser såsom till exempel förbigångar och andra driftproblem. I praktiken innebär det att reningsverket måste drivas med lägre halter i det utgående vattnet än vad villkoren kommer att föreskriva.

4.3.2 Anläggningstekniska förutsättningar

Henriksdals reningsverk är idag byggt med en konventionell biologisk rening med aktivt slam, eftersedimentering samt sandfilter. Anläggningen rymmer stora

volymen för den biologiska reningen som i princip har en hög kapacitet. Det som begränsar den biologiska reningen är de efterföljande eftersedimenteringarna där det aktiva slammet avskiljs genom gravitation. Bassängerna för eftersedimentering är idag relativt små. Det finns inte heller plats för att utöka eftersedimenteringen med ytterligare bassänger. Detta medför att mängden mikroorganismer samt den organiska och hydrauliska kapaciteten begränsas av avskiljningen av slam. Enda möjligheten att öka ytan för eftersedimentering är att utöka anläggningen i ett nytt plan, skilt från dagens anläggning. Detta bedöms inte vara vare sig rationellt eller kostnadsmässigt motiverat.

Den begränsade förmågan att avskilja slam i eftersedimenteringen innebär även att ofullständigt renat avloppsvatten måste ledas förbi den biologiska reningen, direkt till sandfiltren. Detta innebär en överbelastning vid höga flöden vilket medför en risk för igensättning av sandfiltren och utsläpp av ofiltrerat avloppsvatten.

För att kunna möta de nya förutsättningarna för Henriksdals reningsverk, skärpta krav och en högre belastning, krävs en systemlösning som medger möjligheten att nyttja de väl tilltagna volymerna i luftningsbassängerna samtidigt som avskiljningen av slam förbättras. Såsom Henriksdals reningsverk är utformat behöver dessa åtgärder klaras inom de befintliga processvolymerna.

Möjligheten att leda delvis renat avloppsvatten förbi den biologiska reningen måste finnas kvar även i fortsättningen, med förutsättningen att detta vatten måste högflödesrenas i filter. Detta ställer höga krav på tillgänglighet och robusthet på filtersteget.

4.3.3 Processtekniska alternativ

För att förbättra funktionen i den biologiska reningen har för respektive moment följande alternativ utretts:

Utöka den biologiska reningskapaciteten

För att kunna öka den biologiska kapaciteten krävs en större mängd slam i luftningsbassängerna. Detta kan åstadkommas genom att öka slamhalten. Det kan göras genom att öka avskiljning i sedimenteringen, genom att välja en annan teknisk lösning, eller genom att införa så kallat bärarmaterial. Dessa tre metoder resoneras kring i följande stycken.

Ytterligare tekniska lösningar kan vara att använda så kallade biofilter, men detta är ej tillämpligt inom befintlig reningsanläggning i Henriksdal.

Högre slamhalt

Idag drivs den biologiska processen med en aktiv slamprocess som har en slamhalt på ca 2,2,-2,5 g suspenderad substans (SS) per liter. Detta är en relativt sett låg slamhalt, Bromma reningsverk drivs med 3-3,5 g SS/l. Slamhalten står i direkt proportion till den biologiska reningens kapacitet. Genom att öka slamhalten, kan kapaciteten ökas. Beroende på val av processlösning och platsspecifika förutsättningar finns anläggningar som har en konventionell aktivt

slam process med luftningsbassänger och eftersedimentering. Dessa kan ha slamhalter upp till 5 g SS/L. Det som begränsar den möjliga r slamhalten är förmågan att kunna avskilja det aktiva slammet från det renade avloppsvattnet, vilket ofta sker i eftersedimenteringsbassänger med hjälp av gravitation. I eftersedimenteringsbassängerna styr effektiviteten slammets förmåga att sedimentera.

Olika faktorer påverkar slammets förmåga att sedimentera och sedimentationsförmågan kan variera över året och mellan olika anläggningar. Det är svårt, näst intill omöjligt, att styra det aktiva slammets förmåga att sedimentera med annat än till exempel tillsatskemikalier som polymer.

En framtida rening i Henriksdal med r en biologisk rening baserad på aktivt slam behöver utifrån de platsspecifika förutsättningarna ha en slamhalt på 7-8 g SS/l, det vill säga en faktor 3-4 mot dagläget. Detta är nödvändigt för att kunna nå främst det ovan angivna kvävekravet.

Anläggningstekniskt kräver en ökad slamhalt i luftningsbassängerna inga särskilda åtgärder förutom att maskinutrustningen, luftning och omrörning, anpassas efter de nya förutsättningarna. Dock krävs åtgärder i avskiljningen av slammet, vilket beskrivs nedan.

Bärarmaterial – Moving Biofilm Bio Reactor (MBBR)

Ett alternativ till att öka den biologiska kapaciteten genom att tillföra en ökad mängd aktivt slam kan vara att mängden slam ökas genom införandet av bärarmaterial. Bärarmaterialet möjliggör att slammet kan växa till i en skyddad miljö med stor effektiv yta. Detta gör att Moving Biofilm Bio Reactor (MBBR)-processen är mycket mer kompakt jämfört med en konventionell aktivt slam-anläggning. Bärarmaterialet hålls på plats i vissa zoner utav luftningsbassängerna. De olika zonerna avskiljs med grova silar. Den totala slammängden kan då öka inom de volymer som är tillgängliga. Det slam som faller av från bärarmaterialet avskiljs i en efterföljande separation (bassänger).

MBBR-processen placeras med fördel efter en fosforavskiljning genom förfällning. Det innebär att potentialen för denitrifikation begränsas på bekostnad av nödvändighet att tillsätta extern kolkälla för kvävereningen. En MBBR-process kräver även en slutfällning av fosfor. En direktfällning i processvolymen är inte teknisk möjligt, vilket det är i en aktiv slamprocess.

Bärarmaterialet kan kombineras med aktivt slam och då fungera som en så kallad hybridprocess. Styrande är då möjligheten att avskilja det aktiva slammet via sedimentering, något som på grund av begränsade ytor/volymer är kraftigt begränsat vid Henriksdals reningsverk. En hybrid process med MBBR är således inte en möjlig teknik vid Henriksdal.

En MBBR-process kräver stora åtgärder med inklädnad av hela volymen för att inte skada bärarmaterialet och täta silväggar för zonindelning. Generellt sett är

långsmala bassänger inte optimalt för en bärarprocess. Trots att Henriksdal har långsmala luftningsbassänger har de fördel av att vara djupa.

Hanteringen av bärarmaterial i samband med underhåll kan vara problematiskt i en berganläggning. Som exempel kan nämnas att en 50 procent fyllnadsgrad av ett bioblock innebär ca 15 000 m³ bärare som vid byte måste hanteras inom berganläggningen. Givetvis kan detta ske genom tillämpade metoder för att hantera bärare mellan de olika processvolymerna, men hanteringen i sig blir komplicerad. Ur praktisk synpunkt vore det fördelaktigt är om den biologiska reningen kan utformas med aktivt slam i suspension.

För att klara den hydrauliska kapaciteten krävs att samtliga sju bioblock är i drift vid Henriksdals reningsverk vilket gör att eventuella fördelar med en kompakt MBBR-process går förlorade.

Skivfilter kan användas vid exempelvis aktivt slam som växer på bärarmaterial (MBBR-process) med eller utan en eftersedimentering. Dock krävs flockning och kemikalietillsats för att nå en tillräcklig fosforreduktion. MBBR med skivfilter är en relativt ny teknik. Det har bland annat utförts pilotförsök vid VA-SYD vid Sjölunda RV med denna metod. Om en MBBR-process med skivfilter som även omfattar en slutpolering av fosfor kan sandfiltren användas för rening vid höga flöden. Det innebär att det vatten som passerat den biologiska reningen kan ledas direkt till utloppet. Sandfiltren skulle då endast behöva användas vid höga flöden. Sammantaget skulle detta innebära en systemlösning som tillgodoser kraven för att åtgärda Henriksdals reningsverk genom en ökad kapacitet inom befintliga volymer. Det finns dock ett antal frågetecken kring de tekniska tillämpningarna, främst avseende avskiljningen av slam och förmågan att nå låga fosforhalter utan särskild filtrering.

MBBR med skivfilter är inte upptaget som BAT för stora centraliserade avloppsreningsverk.

4.3.4 Förbättrad avskiljning av aktivt slam

Större yta i sedimenteringsbassänger

Som beskrivits ovan medger Henriksdals utformning inte någon möjlighet att öka volymen/ytan för eftersedimenteringen i anslutning till luftningsbassängerna. Som nämnt ovan krävs en slamhalt om ca 7-8 g SS/l för att klara kraven på att åtgärda Henriksdals reningsverk. Slamegenskaperna och främst sedimenteringsegenskaperna av aktivt slam är idag sämre jämfört med en konventionell aktivslamprocess och för att förbättra kapaciteten krävs ytterligare sedimenteringsyta.

Vacuumbehandling

Vacuumbehandling av aktivt slam före sedimentering är en metod som funnits tillgänglig under ett antal år. Främst har metoden använts i mindre reningsverk i Östeuropa. Metoden innebär att det aktiva slammet utsätts för ett undertryck, motsvarande nästan 10 mvp eller 95 procent av vacuum, innan det t når bassängerna för eftersedimentering. Att utsätta det aktiva slammet för undertryck

innebär, utöver en mekanisk påverkan, att de lösta gaserna (främst kvävgas) drivs av från slammet. Flockstrukturen påverkas då på ett sådant sätt att sedimentationsegenskaperna förbättras. Genom att införa en vacuumbehandling av det aktiva slammet kan slamhalten ökas i luftningsbassängen utan att sedimentationsbassängernas area behöver öka. Alternativt med samma reningsresultat flödet genom en biologisk rening öka med bibehållen slamhalt. Tekniken som sådan är obeprövad på såväl stora reningsverk som verk med de krav som ställts på Henriksdal. För att kunna nå de reningskraven behövs en filtrering efter sedimentering. MBBR med skivfilter är inte upptaget som BAT för stora centraliserade avloppsreningsverk.

Membranfiltrering

För att öka den biologiska kapaciteten med hjälp av en högre slamhalt, krävs som nämnts ovan en förbättrad separation av slammet. Anläggningstekniskt är en aktivslamprocess enklare än exempelvis en MBBR-process att hantera inom den befintliga luftningsbassängen på Henriksdal. Bassängen kan behålla sitt ursprungliga utförande, med en komplettering av den maskinella utrustningen i luftningsbassängerna. Separationen av det aktiva slammet och det renade avloppsvattnet sker via membran med mycket liten porstorlek, $<0,2 \mu\text{m}$, och processen innebär en slutpolering som ger ett renat och filtrerat avloppsvatten som är fritt från suspenderad substans även vid höga flöden. Membranseparation innebär att luftningsbassängerna kan drivas med en hög slamhalt, upp till 12 g SS/L, vilket är 4-5 gånger högre än dagens koncentration och ger en hög kapacitet i anläggningen.

För att nå en hög fosforavskiljning kan membranfiltrering kompletteras med en aktiv slamprocess. Processen kan då drivas med olika former av direktfällning. Membranseparation är en välbeprövad och etablerad teknik vid de förutsättningar som finns vid Henriksdal. För en långtgående fosforreduktion är tekniken väl lämpad. Aktivt slam med membranfiltrering finns medtaget som BAT för stora centraliserade reningsverk.

4.3.5 Högflödesrening

Förutsättningarna för Henriksdals reningsverk kräver åtgärder som innebär en hög tillgänglighet för den biologiska reningen men säkerställer även en hög rening vid de tillfällen då delvis renat avloppsvatten leds förbi den biologiska reningen. Rening av förbilet, delvis renat avloppsvatten, sker i dag via filtrering i sandfilter. Detta är en förhållandevis effektiv metod. Begränsningen är när den biologiska reningen släpper ifrån sig suspenderad substans via överbelastade eftersedimenteringsbassänger. Filtren sätter då igen vilket ger utsläpp av ofiltrerat avloppsvatten.

Ny högflödesrening i flockning på ballastmaterial

En vanlig processlösning för högflödesrening är flockning på ballastmaterial. Det finns ett antal processer på marknaden. De vanligaste är Actiflo® och DensaDeg®. Systemlösningen innebär att fällningskemikalier tillsammans med flockningsmedel i kombination med ett ballastmaterial med hög densitet används för att skapa en maximal reduktion av suspenderat material via lamell-

sedimentering. Löst material flockas och binds till en bärare, ofta mikrosand, som ökar sedimentationshastigheten avsevärt. Detta innebär att systemet blir mycket kompakt där processvolymen och sedimenteringsytan kan hållas små. System av denna typ för höglödesrening kan kombineras med vilken annan utformning av den biologiska reningen som helst då systemet inte behöver någon slutfiltrering.

4.3.6 Befintliga filter

För att klara tillståndsgivna utsläppsvärden krävs en hög fosforreduktion i det biologiska reningssteget. Under normal drift uppnås fullgod fosforrening i det biologiska steget. För slutpolering eller vid höga flöden kan sandfiltren användas, till exempel genom flockning på ballastmaterial.

I det fall den biologiska reningen säkerställer tillräcklig filtrering direkt i det biologiska reningssteget, exempelvis vid membranfiltrering, behöver inte sandfiltren användas. Genom att säkerställa att det biologiskt reade avloppsvattnet inte behöver behandlas i sandfilter kan därför kapacitet frigöras i den befintliga anläggningen. Den kapacitet som frigörs, i och med de friställda sandfiltren, kan då användas för att filtrera delvis reat avloppsvatten. Skillnaden mot idag är att belastningen i recipienten blir betydligt lägre då det membranfiltrerade biologiskt reade avloppsvattnet leds förbi filtren. En höglödesrening i sandfilter kan även kombineras med en mer effektiv förfällning vid de tillfällen som den biologiska reningen inte har kapacitet för att rena allt inkommande vatten.

4.3.7 Sammanfattande slutsats

Olika tekniska lösningarna för att hantera de nya förutsättningarna för Henriksdals reningsverk har utretts. Förutsättningarna kräver ett samordnat systemtänk för avloppsreningen där den befintliga anläggningen nyttjas optimalt. Förväntade reningskrav kommer ställa stora krav på tillgängligheten i den biologiska reningen samtidigt som tillfällen med höga flöden kräver en långtgående höglödesrening. Stor tillgänglighet i den biologiska reningen kräver åtgärder för att öka den biologiska kapaciteten. Kombinationen av tillgängliga och tillräckligt robusta systemlösningar för en ökad biologisk kapacitet samt behovet av hög tillförlitlighet på höglödesrening går att tillfredsställa inom befintliga processvolymen. Genom att använda membranfiltreringen i det biologiska reningssteget kan kapaciteten i befintliga processvolymen utnyttjas maximalt samtidigt som sandfilter friställs som på så sätt kan utnyttjas för höglödesrening. En lösning innefattande membranfiltrering faller även inom ramen för "Best Available Technology" (BAT) för stora reningsverk [20]. En viktig faktor är också möjligheten till framtida utbyggnad.

4.4 Alternativa VA-system

Källsortering av avloppsvatten och lokala lösningar är något som prövas på olika platser i världen inte bara i landsbygd utan även i storstäder. Det pågår även utredningar för att tillämpa konceptet i Norra Djurgårdsstaden. Grundkonceptet är att få så renodlade vattenfraktioner som möjligt, toalettwater med eller utan urinseparering för sig, BDT vatten för sig och dagvatten som tas om hand lokalt. Målsättningen är att de resurser som finns i de olika vattenfraktionerna, inklusive vattnet, kan nyttjas på ett hållbart sätt.

En så till synes enkel och grundläggande sak som att ta hand om avloppsvatten på ett miljömässigt och hygieniskt sätt och samtidigt skapa ett fungerande kretslopp lokalt i en storstad är oväntat komplicerat. Bristen på mark är också en försvårande faktor.

Det finns tekniska lösningar för olika delströmmar och delfraktioner, men ingen helhetslösning som i dagsläget är lika resurseffektiv och säker som dagens VA-lösning.

Det har historiskt sett varit långt mellan tekniksprången för VA-branschen. Investeringarna särskilt i ledningsnätet är mycket stora och sker i långa tidsperspektiv. En orsak till detta är att den grundläggande uppgiften är mycket enkel och behoven konstanta och förutsägbara, en annan är kravet på att systemet måste fungera dygnet runt, alla dagar på året och samtidigt uppfylla stränga hygien- och kvalitetskrav.

Stockholm Vatten har 5000 km ledningar varav ca 3000 km är avloppsledningar, en stor andel ligger under gator och hus i stadsmiljö. Att byta ut en meter ledning i stadsmiljö kostar minst 10 000 kr, det vill säga avloppsnätet har ett nyanskaffningsvärde på minst 30 miljarder och det skulle troligen ta minst 100 år att byta ut det, då verksamheten måste fungera dygnet runt.

Storskaligheten har erkänt många fördelar, värme kan utvinnas ur avloppsvattnet med högeffektiva värmepumpar och distribueras dit det gör mest nytta. Slammet rötas och avvattnas. Ur rötgasen utvinns energi, mer än dubbelt så mycket som behövs för att driva ett reningsverk. Rötgasen ersätter fossila bränslen. Avvattningen av slammet minskar volymen och medför betydligt färre transporter. Vattenreningen sker kontrollerat, effektivt och hygieniskt med en konstant övervakning av det renade avloppsvattnets kvalitet och miljöpåverkan. All forskning visar att det finns ekonomiska skalfördelar när det gäller vattenrening.

Bolagets framtida satsning måste presentera en lösning som fungerar, vattendirektivet, Mälaren och Östersjön kräver åtgärder nu.

Den teknislösning bolaget har valt är listad i EUs referensdokument⁵ om BAT (Best Available Technology) och uppfyller Miljöbalkens krav(försiktighetsprincipen och kunskapskravet) att det finns dokumenterad kunskap hos verksamhetsutövaren för att skydda hälsa och miljö.

De olika källsorterande lösningar som testas har långt kvar innan de kan ge upphov till ett paradigmskifte inom avloppsvattenhanteringen i en storstad. Källsorterande system medför ny infrastruktur när det gäller installation, insamling, behandling, lagring, transport och avsättning av vatten och restprodukter.

Det finns en begränsning som är inbyggt i dagens VA-system, det är det så kallade kombinerade systemet där dagvatten och spillvatten blandas. Det innebär att en betydande andel rent vatten (dagvatten) belastar reningsverken i onödan. Det begränsar också systemets hydrauliska kapacitet. Att bygga sig ur detta system, särskilt då den största andelen av de kombinerade ledningarna ligger under centrala Stockholm, tar tid och kostar pengar och är ibland inte möjligt. Närmre 1200 km (44 %) av avloppsledningsnätet är kombinerat.

En begränsning relaterad till kretsloppsmålet är flödet av kemikalier i samhället. Ett flöde där ett betydande bidrag kommer från hushållen, mer än hälften av all kadmium och koppar kommer från hushållen, liksom läkemedelsrester och produkter som har sitt ursprung i olika syntetiska material(mjukgörare, flamskyddsmedel, mikroplaster). Önskat ämnen försvårar kretsloppet, det vill säga återanvändningen av de näringsämnen och jordförbättrande ämnen som finns i slammet. Oavsett reningsteknik eller systemlösning måste flödet av dessa potentiellt miljöstörande ämnen minska.

Bolaget tror att ett långsiktigt arbete med att avlasta reningsverken från tillskottsvatten och dagvatten och ett fortsatt aktivt uppströmsarbete (här krävs stöd från myndigheter och bolagets kunder) skapar en effektivare avloppsvattenhantering och ännu bättre förutsättningar för ett storskaligt genererat kretslopp.

Stockholm Vatten är givetvis för utvecklingen av avloppsreningstekniken och system som möjliggör en högre grad av "källsortering" av olika vattenfraktioner, men i dag saknas det helhetslösningar i en tätbebyggd miljö som uppfyller kunskapskravet och försiktighetsprincipen. Kostnaden och tidsspannet för en omställning av ledningsnätet (systemets nödvändiga distributionsvägar) har en avgörande betydelse för utvecklingen.

⁵ *Integrated Pollution Prevention and Control*

Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector February 2003

4.5 Alternativ lokalisering och utformning av avloppstunneln

4.5.1 Alternativ lokalisering inom ramen för alternativ 4

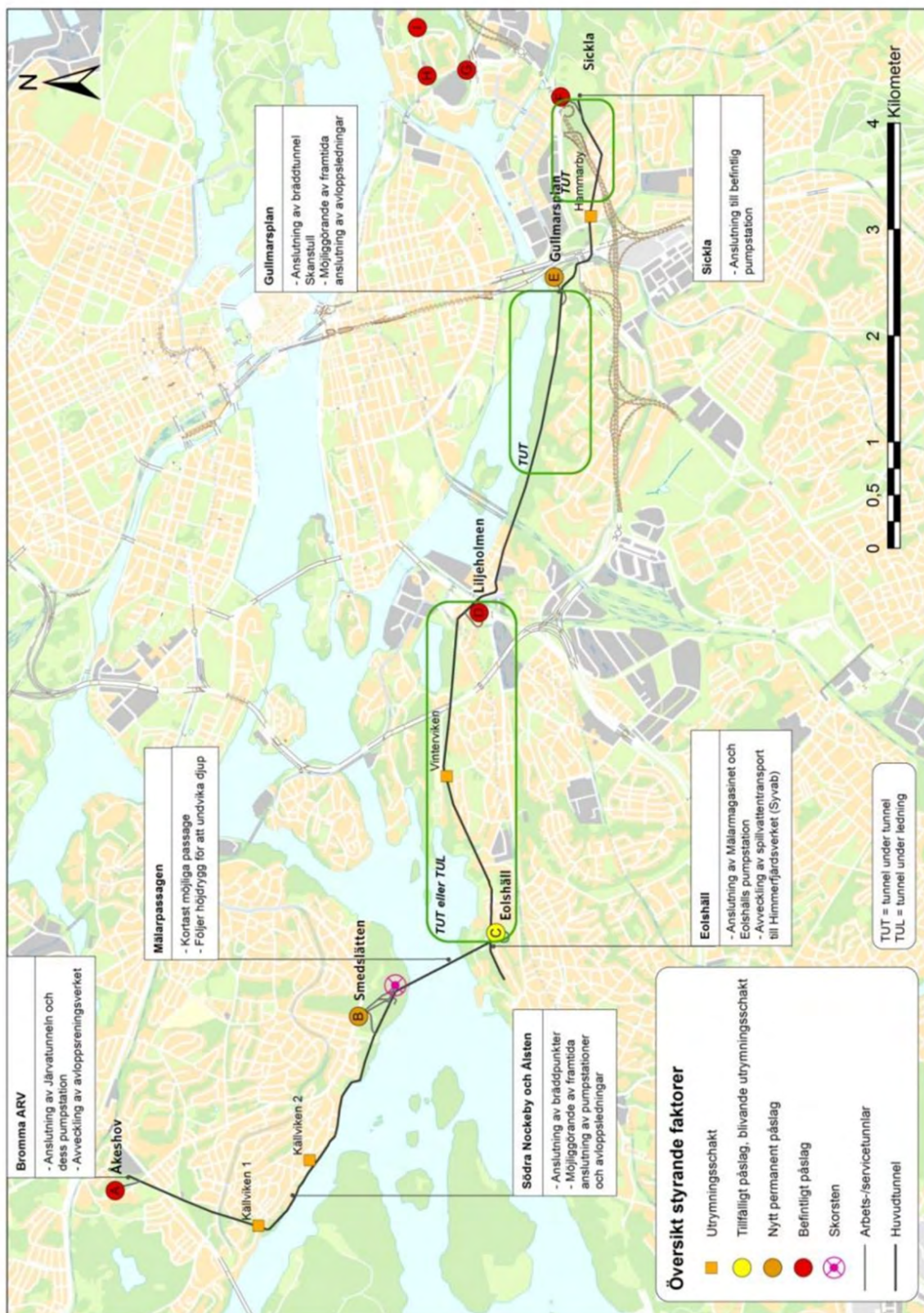
Efter beslut om alternativ 4 (Bromma avloppsreningsverk läggs ner och vattnet leds till Henriksdals reningsverk vid Sicklaanläggningen) har alternativ lokalisering för avloppstunneln studerats.

Alternativ för tunnelns sträckning har styrts av ett antal faktorer, se vidare i text nedan. Övergripande geografiska knutpunkter att beakta vid alternativutredning har varit:

- Bromma avloppsreningsverk, som ska avvecklas
- Eolshälls pumpstation, som ska fångas upp och avvecklas
- Bräddtunnel Skanstull vid Gullmarsplan, som ska fångas upp
- Sickla pumpstation, där tunneln ska ansluta
- Befintliga infarter i berg för att minimera påverkan

Alternativutredningen har beaktat tekniska aspekter och studerat en placering som begränsar omfattning och konsekvenser av inläckage av grundvatten till tunneln. Följande aspekter har beaktats vid lokaliseringen:

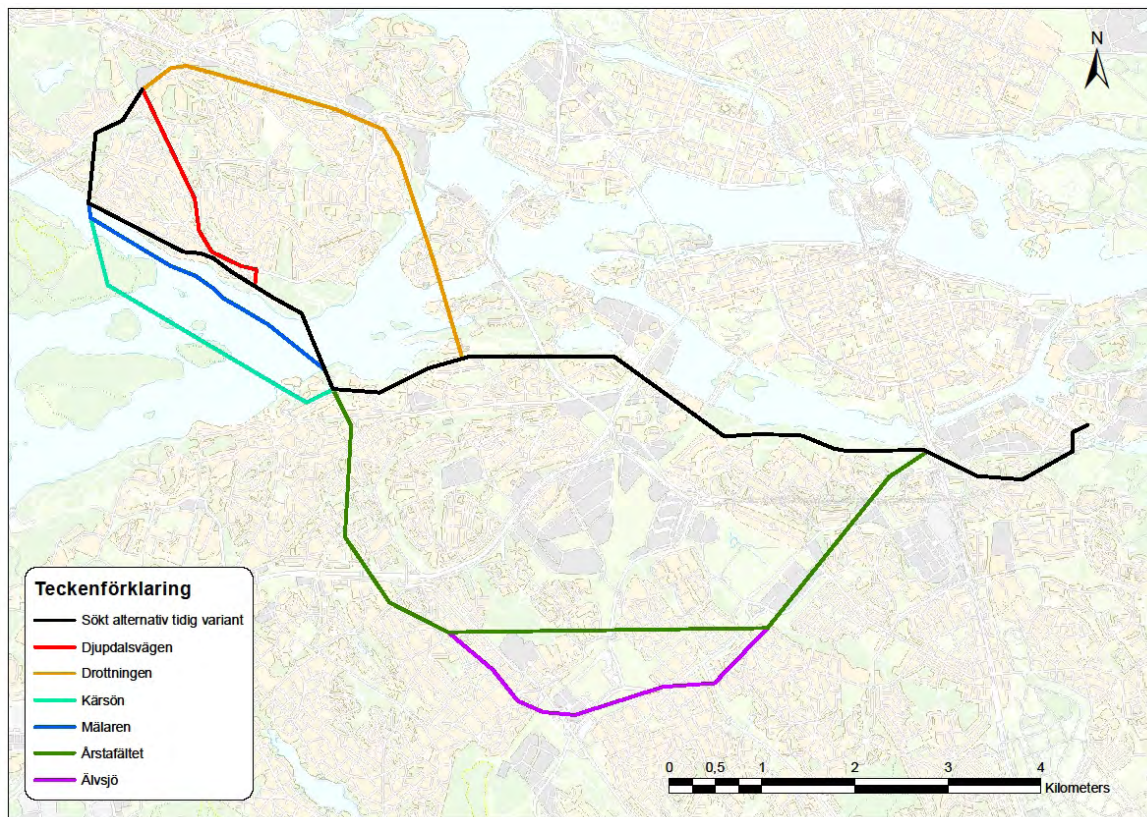
- Rådighet; avloppstunneln ska läggas företrädesvis under park- och gatumark (så kallad allmän platsmark i gällande detalj- eller stadsplaner) både för att säkerställa rådighet och för att minimera störningar för bostäder.
- Berg; avloppstunneln ska lokaliseras med hänsyn till långsgående deformationszoner, större sprickzoner och en passage under Mälaren med mest gynnsamma förhållanden (se vidare nedan). Arbetet ska om möjligt utgå från befintliga tunnelpåslag med god tillgänglighet till övergripande vägnät. Hänsyn är också tagen till befintliga undermarksanläggningar.
- VA-teknik; sträckning och profilval ska tillgodose tekniska önskemål och möjliggöra energivinster. Sträckningen ska också möjliggöra framtida anslutning av ett antal mindre VA-anslutningar.
- Hydrologiska aspekter; sträckningen ska anpassas för att reducera graden av intrång på privata fastigheter (sättningar och påverkan på energibrunnar). Detta kan nås genom att exempelvis placera tunneln under park- och gatumark samt under befintliga ledningar eller tunnlar.
- Miljövärden; markanspråk för nya påslag och etableringsytor ska lokaliseras till områden utan höga skyddsvärden. Sträckningen ska möjliggöra uppsamling av ett antal mindre bräddpunkter och därmed förbättra vattenkvaliteten i Mälaren.



Figur 4.4 Karta över styrande faktorer för avloppstunnelns läge.

I den inledande utredningen om lokalisering av avloppstunneln inom ramen för Alternativ 4 studerades, utöver det sökta alternativet, också följande alternativ på Brommasidan:

- Drottningen; Denna variant liknar det sökta alternativet med skillnaden att tunneln förläggs österut under Drottningholmsvägen och passerar under Stora Essingen, Ekensberg och Aspudden innan den ansluter till den sökta sträckningen för Söderortstunneln. Alternativet medför att en relativt lång tunnel måste byggas från Eolshäll till Aspudden. Antalet bräddpunkter som elimineras blir färre än i det sökta alternativet och påverkan på fastigheter och energibrunnar blir större. Mälarpassagerna blir fler och mer komplicerade. Alternativet har av dessa skäl avförts från utredningen.
- Djupdalsvägen; Denna variant utgår från Åkeshov med en sydostlig sträckning under Djupdalsvägen. Tunneln går ner mot Ålstensängens västra hörn och har efter det samma sträckning som det sökta alternativet. Antalet bräddpunkter som elimineras blir färre än i det sökta alternativet. Marken vid Djupdalsvägen är mycket sättningssärlig och här finns ett lerområde med pågående sättningar. Längs sträckan finns också en stor mängd energibrunnar, så kostnaderna för att förebygga skador blir mycket stora. Alternativet har av dessa skäl avförts från utredningen.
- Mälaren; Denna variant har i princip samma sträckning som det sökta alternativet, med skillnaden att tunneln förläggs i Mälaren utanför fastighetsgränserna vid Grönviksvägen. Alternativet medför att antalet berörda energibrunnar blir mycket få. Mälarens branta strandlinje innebär dock att tunneln måste läggas mycket djupt. Detta medför i sin tur merkostnad för pumpning som både är dyrt och resurskrävande ur miljösynpunkt. Anslutning av bräddpunkter och potentiella anslutningspunkter blir mer komplicerat än i det sökta alternativet. Alternativet har av dessa skäl avförts från utredningen.
- Kårsön; Denna variant har i princip samma sträckning som alternativ Mälaren, med skillnaden att tunneln korsar Mälaren och förläggs under Kårsön och Björnholmen. Alternativet ligger delvis inom Ekerö kommun, vilket medför ett geografiskt mer utspritt påverkansområde. Alternativet medför att antalet berörda energibrunnar blir få. Mälarens branta strandlinje innebär dock att tunneln delvis måste läggas mycket djupt samt att antalet Mälarpassager blir fler och mer komplicerade att genomföra än i det sökta alternativet. Anslutning av bräddpunkter och potentiella anslutningspunkter blir mer komplicerat än i det sökta alternativet. Avloppstunneln blir också längre än det sökta alternativet. Alternativet har av dessa skäl avförts från utredningen.



Figur 4.5 Karta över utredda alternativ för avloppstunneln.

I den inledande utredningen om lokalisering av avloppstunneln inom ramen för Alternativ 4 studerades, utöver det sökta alternativet, också följande alternativ för på Söderortssidan:

- Årstafältet; Denna variant medför en sydligare sträckning för tunneln och passage under Bägersta byväg. Från denna punkt bräddas idag stora mängder avloppsvatten ut i Saltsjön (via Östbergatunneln), vilket skulle kunna upphöra med varianten. Tunneln förläggs långa sträckor under befintliga avloppstunnlar, men får en ökad längd och kräver fler påslag än det sökta alternativet. De uppskattade nettokostnaderna bedöms som höga. Ett flertal lerområden måste passeras med risk för kostsamma åtgärder för att undvika sättningsskador. Varianten medför att Sickla pumpstation måste läggas djupare än det sökta alternativet, vilket medför en stor nackdel både tekniskt och ekonomiskt. Alternativet har av dessa skäl avförts från utredningen.
- Älvsjö; Denna variant har den sydligaste sträckningen av alla lokaliseringalternativ. Tunneln ligger på en lång sträcka under befintliga avloppstunnlar, vilket är positivt. Sträckningen blir dock den längsta av alternativen och den uppskattade kostnaden därmed hög. Varianten kräver fler påslag än det sökta alternativet. Ett flertal lerområden måste

passeras med risk för kostsamma åtgärder för att undvika sättningsskador. Varianten medför att Sickla pumpstation måste läggas djupare än det sökta alternativet, vilket medför en stor nackdel både tekniskt och ekonomiskt. Alternativet har av dessa skäl avförts från utredningen.

Det sökta alternativet medför genom sin lokalisering under planlagd mark och gator, längs Mälaren och Årstaskogen samt under befintliga tunnlar eller ledningar att områden med energibrunnar samt enskilda fastigheter i möjligaste mån kan undvikas. Genom lokalisering längs Brommas sydvästra strand möjliggörs också framtida anslutning av ett antal ledningar och pumpstationer.

Mälarpassagen är i det sökta alternativet anpassad till ett område med kortast möjliga sträckning under vatten. Lokaliseringen är också styrd till en höjdrygg i Mälaren för att undvika de djupaste partierna. Det valda läget ger också möjlighet att korsa förekommande deformationszoner vinkelrätt, vilket medför kortast möjliga sträcka för tunneln i berg med sämre egenskaper. Mälarpassagen ska också kunna drivas från två håll, se följande kapitel.

Ett alternativ där Mälarpassagen dras till Vinterviken istället för Eolshäll har utretts, se även följande kapitel. Alternativet medför i detta fall en längre tunnel under vatten, längre sträcka rörledning, att tunneln läggs under ett av de djupaste partierna i Mälaren samt att sprickzoner inte kan korsas lika fördelaktigt. Alternativ lokalisering av Mälarpassagen mellan Smedslätten och Vinterviken har därför avfärdats.

Inför lokalisering av avloppstunneln har en inventering av befintliga undermarksanläggningar genomförts. Samråd har skett med andra verksamhetsutövare angående undermarksanläggningarnas läge och känslighet. Gällande tillstånd för vattenverksamhet har kontrollerats.

4.5.2 Alternativ lokalisering av påslag och etableringsytor, utrymningsschakter och arbetsområden

Genom att i första hand använda befintliga infarter i berg (s.k. påslag) minimeras konsekvenserna av markanspråk. Därav valet av påslagen i Åkeshov, Liljeholmen och Sickla. Nya infarter har sedan placerats längs tunnelsträckningen med kriterierna att den maximala enkelriktade tunnelsträckan för ett och samma påslag ska vara 1 500-1 800 m. Detta har styrt placeringen av de nya påslagen i Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan.

Målsättningen har varit att placera de nya påslagen med så god tillgänglighet som möjligt, dvs. en kort arbetstunnel och kort avstånd till övergripande vägnät. I anslutning till påslagen ska även finnas ytor som är lämpliga för etablering. Påslag och etableringsytor är också placerade med hänsyn till kända miljövärden och med målet att undvika markanspråk på privata fastigheter så långt det är möjligt.

Påslaget i Smedslätten är lokaliserat vid huvudtunneln på lagom avstånd från befintligt påslag i Åkeshov. För Mälarpassagen behövs ventilation och ett spolvattenmagasin uppströms ledningarna. Det är också en fördel om rörledningarna anläggs på så kort sträcka som möjligt. Detta är ytterligare motiv för lokaliseringen i Smedslätten. Området är dessutom planlagt och har endast ett fåtal närliggande bostäder. Detta medför att påverkan på boendemiljö kan minimeras. Alternativa påslag för Smedslätten har utretts och det påslag som berör så få miljövärden som möjligt har valts.

Utredning har skett om påslaget och etableringsytan i Smedslätten kan flyttas till grusparkeringen vid Skogsbo gård. Vid grusparkeringen finns dock inte tillräckligt med yta för en etableringsyta. Etablering skulle i så fall behöva ske på Solviksängen, en yta som används för närrekreation och också har en lekplats. Ålstens skogsväg, som är den enda infarten till Solviksängen, förskolan Ålstens Skogsväg 21 och Solviksbadet med motionsanläggning är smal. Bergtäckningen längs Ålstens skogsväg är inte heller lika god som längs Alviksvägen (det valda läget för påslaget). Detta skulle medföra ett större ingrepp i mark eftersom en längre förskärning krävs. Alternativet har därför avfärdats.

Det nya påslaget i Eolshäll är lokaliserat vid huvudtunneln på lagom avstånd från befintligt påslag i Liljeholmen. Påslaget medför att Stockholm Vatten får möjlighet att driva Mälarpassagen från två håll, något som är viktigt för en säker tunneldrivning. Påslaget är också nödvändigt för att kunna driva huvudtunneln mot Liljeholmen samt Eolshälls pumpstation. För Eolshäll har ett antal olika påslag och alternativa transportvägar utretts. Här har slutligen valts det påslag som berör så få miljövärden som möjligt och ligger så långt från boendemiljö som möjligt.

För Eolshäll också utretts om transporter ska gå via Hägerstens allé eller Selmedalsvägen. Som transportväg har valts Hägerstens allé eftersom den har bra grundläggning och berör färre bostäders utemiljö. Transport mot Selmedalsvägen skulle kräva en ny byggväg med påverkan på gång- och cykelstråk, närrekreation och naturmiljö. Transportvägen bedöms också påverka ljudmiljön för fler närboende. Alternativet har därför avfärdats.

Påslaget i Eolshäll kontra ett alternativt påslag i Vinterviken har utretts. Ett påslag i Vinterviken skulle dock hamna onödigt nära befintligt påslag i Liljeholmen. Detta skulle medföra obalans vad gäller drivningstakten för tunnelns delsträckor och då framförallt Mälarpassagen. Alternativet har därför avfärdats.

Påslaget vid Gullmarsplan är lokaliserat vid huvudtunneln på lagom avstånd från befintliga påslag i Liljeholmen och Sickla. Påslaget ligger nära den punkt där arbeten behöver utföras för att ansluta Bräddtunnel Skanstull. Det ligger också lokaliserat utanför blivande Årstaskogen-Årsta holmars naturreservat.

Diskussion har förts huruvida påslaget och etableringsytan vid Gullmarsplan kan flyttas till östra sidan av Skanstullsbron där exploatering redan pågår. Den

alternativa placeringen skulle medföra att avståndet mellan befintligt påslag i Liljeholmen och nytt påslag blir för långt. Det är också svårt att hitta en plats med bra bergtäckning och intilliggande lämplig yta för etablering. Alternativet har därför avfärdats.

Utrymningsschakter tar i anspråk en förhållandevis liten yta. Målsättningen har varit att placera utrymningsschakter med god tillgänglighet i direkt anslutning till befintlig gata eller gång- och cykelväg. Utrymningsschakten är också placerade med hänsyn till kända miljövärden och med målsättningen att undvika markanspråk på privata fastigheter så långt det är möjligt.

Anslutningar måste ligga i direkt närhet till tunneln. Målsättningen har varit att placera arbetsområden för anslutningar med god tillgänglighet i direkt anslutning till gata samt att undvika markanspråk i miljövärden eller på privata fastigheter så långt det är möjligt.

4.5.3 Alternativ för tunneldrivning

I utredningsskedet har också alternativ arbetsmetodik utretts. För denna typ av tunnel, tunnelstorlek och tunnellängd ges två möjligheter; drivning med Tunnel Boring Machines (TBM) eller med konventionell metod (borrning och sprängning).

Drivningshastigheten för en öppen TBM är högre än konventionell drivning, men kräver längre startsträcka (förberedande arbeten, upphandling mm). Att utföra kontinuerlig förinjektering från en TBM är komplicerat då det är trångt och svårt att injektera en hel, runtomliggande skärm. Detta minskar drivningshastigheten. Tunneldrivning med TBM skulle medföra miljöpåverkan som i stort är jämförbar med den orsakad av konventionell tunneldrivning. TBM medför i princip ingen vibrationspåverkan medan stomljuspåverkan blir högre, i storleksordningen 10 dB(A) högre än vid konventionell drivning.

Vid tunneldrivning med TBM fodras större arbetsområden då maskinparken är mer utrymmeskrävande. Då TBM nyttjas skulle däremot endast 5 påslag behövas (vid nyttjande av tre TBM-riggat). Samma antal utrymningsschakt skulle krävas.

En nackdel med TBM är att tekniken inte medger variationer i tvärsnittet längs tunneln, det vill säga man behöver ta upp ett större tvärsnitt redan från början för att få plats med eventuell lining. Detta medför ett större överskott på bergmassor.

Restprodukten från TBM-drivning är svårare använd i andra bygg- och anläggningsprojekt och medför därför en sämre hushållning med naturresurser. Restprodukten är flisig och måste krossas för att kunna användas vilket medför större andel finmaterial. Sprängstensmassor från konventionell drivning har stor efterfrågan i regionala projekt.

I den förstudie som har genomförts har drivningsmetod med konventionell drivning med borrning och sprängning valts. Konventionell drivning medför större

flexibilitet kring svängradier, variation av tunneltvärsnitt och möjlighet för lining. Konventionell drivning krävs alldeles oavsett för Mälarpassagen. Till dessa motiv kommer också det faktum att mängden bergmassor blir lägre och användbarheten av massorna bättre med konventionell drivning.

4.5.4 Alternativ för transporter av bergmassor

Ett alternativ för uttransport av bergmassor skulle kunna vara att ansöka om tillfällig hamnverksamhet. Massor skulle i så fall transporteras till Mälaren och köras bort med någon form av fartyg istället för lastbil via gatunätet.

Länsstyrelsen skriver i rapport om masshantering [21] att från trafiksäkerhets- och miljösynpunkt bör genomfartstrafik genom tätbebyggt område undvikas. Lämpliga vägval ska beaktas vid lokaliseringsprövningen. Vidare anges att båt- och järnvägstransporter för grus- och bergmaterial bör prioriteras i planeringen. Detta förutsätter att terminaler för lossning och lastning reserveras.

På uppdrag av Stockholm Vatten har Sweco under 2014 undersökt förutsättningar för sjötransport av bergmassor från påslag vid Eolshäll, Smedslätten och Skanstull. En hamn vid Smedslätten anses inte som lämpligt på grund av miljöskäl. Skanstull anses inte som lämpligt på grund av tekniska skäl. Den miljömässiga värderingen visar att Eolshäll kan vara ett möjligt alternativ.

Masstransporterna kan ske antingen med lastbil eller med bandtransportör från arbetstunneln till hamnen. För alternativet med bulkfartyg krävs en transport per dag med lastning under fem timmar. Alternativet med färjor, som har en lastkapacitet motsvarande åtta lastbilar, kräver som mest åtta turer per dygn. Ett relativt stort område både i vatten och på land behöver reserveras för hamnområde och hamnplan. Utöver detta tillkommer det arbetsområde som behövs för tunneldrivningen. Det betyder sammantaget att i princip hela den yta som upptas av verksamheter i Henriksberg idag kommer att behöva användas för hamnverksamhet och arbetsområde för avloppstunneln.

Den befintliga kajkonstruktionen är idag inte tillräcklig för att ta hand om de massor som kommer att uppkomma under tunnelbygget. Därför behöver den befintliga kajen anpassas innan sjötransporter kan anläggas på utlastningskajen. Anpassningen antas ta 6-12 månader beroende på viken typ av lösning som väljs.

Utredning visar på risk för betydande miljöpåverkan för ytvatten i samband med eventuella utsläpp, grumling och eventuell föroreningsspridning. Betydande påverkan kan också uppkomma på landskapets miljöer samt boendemiljö (buller under anläggningsskedet, buller från lastning, buller från krossning innan krossningen kan ske inne i arbetstunneln samt rivning av kajanläggning). Ljudet sprider sig långt ut över vattnet men dämpas relativt fort över land, pga. markförhållanden och topografi.

En bullerberäkning avseende bullerpåverkan för området (ekvivalent ljudnivå) för olika delar av verksamheten har genomförts. Utredningen visar att Naturvårdsverkets riktvärden kan komma att överskridas för vissa bostäder vid Hägerstens allé samt Eolshällsvägen framförallt under det inledande skedet. Bullret kan också uppfattas som störande för friluftsliv i området närmast hamnen, för båtliv samt för 4H-gården. Rekreationsupplevelsen kan försämrats och det kan hända att människor väljer att vistas i närområdet i mindre utsträckning. Buller bedöms också kunna ge vissa negativa konsekvenser för fågellivet i närområdet. Sammantaget bedöms buller i anläggningsfasen medföra måttliga negativa konsekvenser för närboende med perioder av stora negativa konsekvenser.

Alternativet har avförts eftersom kostnader för markåtkomst och anläggning av en tillfällig hamn är mycket höga och miljökonsekvenser för boendemiljö i Eolshäll kvarstår.

4.5.5 Alternativ för ventilation

I syfte att minska bidraget av lukt från tunneln till omgivningarna kan antingen reningen förbättras av den kontaminerade luften eller spridningen av frånluftsströmmen förbättras.

Alternativa tekniker för rening av luft har utretts[23]. De olika huvudprinciperna (se ordlista) absorption, adsorption, biofilter, ozonering, jonisering, oxidation och UV-fotooxidation har övervägts. För att värdera luktbidraget i omgivningen har spridningsberäkningar utförts.

Vid avluftning av avloppsvatten till ett kommunalt avloppsreningsverk utgör luktmätna i stor utsträckning av svavelväte men även andra reducerade svavelföreningar förekommer. Vanligt förekommande reningsutrustningar vid avloppstunnlar är exempelvis aktiverade kolfilter samt biofilter.

För att reducera luktemissioner från anläggningen behöver det vara låga luktnivåer efter behandling i reningsutrustning. De metoder som ger denna tydliga reduktionsgrad är väl fungerande aktiverade kolfilter, fotooxidation kombinerat med aktiverat kolfilter samt vissa inbyggda biofilter.

För att undvika onödiga luktskador behöver en låg luktemission säkerställas vid Smedslätten. Det innebär ca 4-5 Ml.e./h, vid det aktuella luftflödet om 15 000 m³/h, kombinerat med en skorsten om ca 30 m. Vid behov av att rena utsläppen kan ett aktivt kolfilter alternativt en kombination med fotooxidation och aktivt kolfilter användas.

4.6 Sammanfattande jämförelser

Anläggningskostnader för de fyra utredningsalternativen med tillhörande utbyggnationer och nedläggningar redovisas i Tabell 4.5. Kostnads kalkylerna innefattar kostnadsuppskattningar för bergarbeten, byggnadsarbeten (bygg och mark), VVS, maskin, el och automation samt projektering, bygglösning och

projektadministration. Anläggningskostnads kalkylerna är baserade på priser inhämtade från leverantörer samt på erfarenheter från kalkyler för liknande anläggningar. Kostnadsnivån för kalkylen är maj 2013. Sammantagen miljöpåverkan redovisas i Figur 4.6.

Tabell 4.5 Kostnadsjämförelse utredda alternativ, alternativ 3 innefattar en förlängd utloppsledning från Himmerfjärdsverket.

Enhet		Alternativ 1			Alternativ 2			Alternativ 3		Alternativ 4	
		Hdal	BRV	SYVAB 36 %	Hdal	Nytt RV	SYVAB 11 %	Hdal	SYVAB 69 %	Hdal	SYVAB 11 %
Anslutning	1000 p	865,8	356,9	361,7	865,8	459,5	259,1	865,8	718,6	1 325,3	259,1
varav från SVAB	1000 p			129,5		459,5	24		459,5		24,2
Avloppsvattenflöde	Mm ³ /år	96,6	47,1	44,1	96,6	59,5	31,7	96,7	91,2	156,1	31,7
- varav från SVAB	Mm ³ /år			16		59,5	3,6		63,1		3,6
Spillvattenflöde	Mm ³ /år	67,7	32,9	30,8	67,7	41,6	22,2	67,7	63,8	109,3	22,2
- varav från SVAB	Mm ³ /år			11,2			2,5		44,2		2,5
Investeringar											
Reningsverk	Mkr	1 623	1015	480	1 623	5 289	138	1 914	4 609	3 910	138
Ledningsnät	Mkr	0	0	0	0	5 334		1 855	0	1 445	
Summa investering	Mkr	1 623	1 015	480	1 623	10 623	138	3 769	4 609	5 355	138
Drift och underhållskostnad											
Reningsverk	Mkr/år	132	74	37	132	73	10	138	118	240	10
Tillkommande tunnlar och ledningsnät	Mkr/år	0	0	0	0	23		23	0	14	0
Summa drift- och underhåll	Mkr/år	132	74	37	132	96	10	161	118	254	10
Kapitalkostnad											
Reningsverk	Mkr	208	111	55	232	363	16	232	374	436	16
Tillkommande tunnlar och ledningar	Mkr	0	0	0	0	297	0	124	0	99	0
Summa kapitalkostnad	Mkr	208	111	55	232	660	16	356	374	535	16
Summa årskostnad	Mkr	340	185	92	364	756	26	517	491	789	26
Total investeringskostnad SVAB											
Total Årskostnad SVAB	Mkr		3 118			12 384			8 378		5 493
Kostnad per m ³ spillvatten	kr / m ³		5,52			10,25			9,01		7,29
Kostnad per person ansluten till SVAB	kr / p,år		457			849			761		604

Recipientpåverkan

	1. Bromma ARV			2. Nytt ARV med utsläppspunkt förlagd utanför Himmerfjärden			3:1. Himmerfjärdens ARV Oförändrad utsläppspunkt			3:2. Himmerfjärdens ARV Som 3:1 men utsläppspunkt flyttas utanför Himmerfjärden			4. Henriksdals ARV		
Parameter	Mälaren Stockholm	Himmerfjärden	Strömmen (Saltsjön)	Mälaren Stockholm	Himmerfjärden	Strömmen (Saltsjön)	Mälaren Stockholm	Himmerfjärden	Strömmen (Saltsjön)	Mälaren Stockholm	Himmerfjärden	Strömmen (Saltsjön)	Mälaren Stockholm	Himmerfjärden	Strömmen (Saltsjön)
Totalkväve															
Oorganiskt kväve															
Totalfosfor															
Oorganisk fosfor															
Klorofyll/växtoplankton															
Cyanobakterier															
Syrgas															
Hygienisk (bad)															

■ Förbättring ■ Oförändrat ■ Försämring

Figur 4.6 Långsiktig påverkan på recipienter.

Ett modernt reningsverk ska inte bara kunna avskilja kväve och fosfor utan det ska även vara resurseffektivt med energi både när det gäller förbrukning och vid återvinning av energi ur avloppsvatten, slam, externt organiskt material och från processerna [12]. Näringsämnen, speciellt fosfor, ska kunna återanvändas vilket kommer att kräva en särskild behandling av slammet. Det är sannolikt att det framkommer kunskap som visar att även lösliga miljöskadliga ämnen som läkemedelsrester och mikroplaster måste avskiljas [13].

För att klara en modern avloppsrening krävs avancerad utrustning och styrning och hög driftsäkerhet samt en kvalificerad logistik med transporter dygnet runt.

Med det valda alternativet för rening blir Henriksdalsverket är ett av världens modernaste reningsverk. Då verket är placerat i direkt anslutning till Hammarby Sjöstadswerk, som är ett Forsknings- och Utvecklingscenter (FoU center) som drivs av IVL och KTH för VA-teknik, vilket ger mycket goda möjligheter till en fortsatt kompetensförsörjning och processutveckling. Ett centralt läge vid stora tillfartsvägar möjliggör transporter dygnet runt

Det finns tydliga skaleffekter det vill säga att kostnaden för rening minskar med storleken på reningsverket [14]. Att ha två högteknologiska anläggningar inom ett avstånd på 12 km och att göra stora investeringar i Bromma reningsverk som redan i dag har 50 procent högre kostnader för avloppsrening än Henriksdal är inte en långsiktig lösning. Henriksdalsanläggningen är dessutom helt förlagd i berg och beläget nära stora trafikleder vilket tryggar samexistensen med en växande stad för en lång framtid. Dubbel kraftmatning, eget reservkraftverk och uppdelning av verket i separata produktionslinjer kommer att skapa en stor driftsäkerhet. Henriksdalsverket kan vid nödsituationer bräddas till Saltsjön vilket är bättre än för Bromma som i en nödsituation bräddas till Mälaren.

Att lägga ner Bromma reningsverk och leda avloppsvattnet till Henriksdal kräver initialt en stor investering i tunneln, cirka 1,5 miljarder. Tunneln kommer dock att ge mervärden såsom en minskad brädd till Mälaren samt en bättre förmåga att magasinera och utjämna flödestoppar vilket gynnar avloppsreningen. Att bygga bort bräddar till Mälaren i samma omfattning som den planerade avloppstunneln kommer att kräva investeringar i tunnlar och magasin för ca 1 miljard kronor om Bromma reningsverk är kvar.

Norrenergi kommer att förlora sin försörjning av renat avloppsvatten till fjärrvärmeförsörjning motsvarande 550 GWh. För närvarande pågår diskussioner med både Norrenergi och Fortum för att hitta lösningar för att säkra upp dessa värmemängder, antingen vid Norrenergis anläggningar eller vid Fortumsanläggning vid Hammarbyverket. Detta kan kräva investeringar på upp till 250 miljoner kronor.

När Bromma reningsverk är avvecklat frigörs markområden (tomt samt skyddsområden) för bostadsbyggande. Stockholms stad har värderat exploateringsvärdet till två miljarder kronor. Även om det är osäkert när dessa investeringar kommer att göras är det relevant att ta med denna kostnad för att kunna väga de olika alternativen mot varandra. Stockholm Vatten AB:s bedömning är att det är tekniskt möjligt att med ovan beskrivna uppgradering driva Bromma reningsverk fram till 2040 men inte längre. En expansion efter 2040 begränsas av kraven på skyddsavstånd samt de svåra geotekniska förutsättningarna för att ta ut ytterligare bergutrymmen under Brommaplan. För att kunna driva Bromma reningsverk fram till 2040 behövs betydande investeringar i anläggningsdelar (mark och byggnader) som inte är avskrivna år 2040 det bokförda värdet av dessa beräknas då till 350 miljoner [18].

Det är Stockholm Vatten AB:s samlade bedömning att det föreslagna alternativet är det långsiktigt (i ett perspektiv av minst två generationer) bästa och att de yttre förutsättningarna begränsar möjligheten att rena avloppsvatten i Bromma reningsverk i framtiden.

Projektrisker

Beslutsunderlag och beslutsprocessen vid alternativvalen har granskats av extern konsult (PWC) som konstaterar följande:

- Kalkylen baseras på stadens generella modell. Vissa modifieringar har dock gjorts mot bakgrund av projektets speciella karaktär som inte är vinstgenererande.
- Bedömd investeringskostnad förefaller väl underbyggd med hänsyn till tidpunkten i projektet.
- Projektkostnaderna har analyserats nedbrutet på detaljnivå för de båda delprojekten reningsverk och ledningsnät. Till sin hjälp har bolaget haft marknadsledande konsulter för de olika delarna. Projektbudgeten är granskad av projektledningen. Budgeten förefaller väl genomarbetad baserat på nuvarande kunskap.

- Riskanalyser har utförts motsvarande kraven i Stockholms stads projektstyrningsmodell för de båda delprojekten, reningsverket och tunneln.
- Risker som kan störa eller fördyra projektet väsentligt har identifierats. Planer för att eliminera eller minska riskerna har utarbetats.

För samtliga alternativ finns pengar reserverade för att hantera oförutsedda kostnader.

Detaljerade geohydrologiska fältundersökningar som gjorts i det fortsatta utredningsarbetet i identifierade riskområden (risk för sättningar genom grundvattenavsänkning) har visat att mindre delsträckor, sammanlagt mellan 100 - 1000 m, av den planerade tunneln kan kräva en hög tättningsgrad, så kallad lining, med merkostnader som följd. Medel för lining finns med i budgeten för tunneln. Omfattningen bestäms efter fältmätningar av grundvattenavsänkning.

Samma undersökningar visar också (av samma skäl) att kostnaden för de nya bergutrymmen vid Bromma reningsverk som krävs, både för nollalternativet och Alternativ 1 (Bromma reningsverk kvar), sannolikt överstiger kostnaden för en eventuell lining av tunneln.

Möjligheten att bygga ut Bromma reningsverk efter år 2040 begränsas av kraven på skyddsavstånd och de sättningsskänsliga markförhållandena. Att nu göra stora investeringar i berg och byggnader i Bromma reningsverk innebär en stor ekonomisk risk. Avskrivningstiden för bergutrymmen är 100 år och för byggnader 30-50 år.

Det är därför bolagets bedömning att tidpunkten att lägga ner Bromma reningsverk nu är den rätta, då alternativet som väljs måste vara långsiktigt och sträcka sig minst över två generationer det vill säga, en lång tid efter 2040.

5 Förutsättningar

5.1 Omgivningsförutsättningar

5.1.1 Landskap

Landskapet i utredningsområdet är ett sprickdalslandskap som kännetecknas av vatten, låglänta lerområden samt högre belägna moränhöjder och bergpartier. I sprickdalarna återfinns jordar som svallats ur moränhöjderna och avsatts på sjöbotten. När landet steg ur havet torkade sjöbottnarna upp till bördiga lerslätter som så småningom kom att användas för jordbruk.

Topografin i utredningsområdet är varierande. De låglänta lerområdena sträcker sig från Mälarens nivå till några meter däröver. De högsta bergpartierna ligger ungefär 50 m över havet.

Från 1904 och framåt genomfördes stora markförvärv i södra och västra Stockholm. Befolkningsmängden ökade från ca 300 000 år 1900 till strax under 800 000 invånare år 1950. En stor del av jordbruksmarken och intilliggande skogspartier är därmed idag bebyggda. Den Mälarnära bebyggelsen och vattenlandskapet kännetecknar därmed området. Mälaren med öar och stränder är också av riksintresse för rörligt friluftsliv.

Stockholms struktur med bebyggelse längs kommunikationsstråken har bevarat ett system av gröna kilar, den så kallade regionala grönstrukturen. De gröna kilarna har värden i form av natur- och kulturmiljö och betyder också mycket för rekreation och friluftsliv. Judarskogen, strax väster om avloppstunneln, ingår i den regionala grönstrukturen och är också ett Natura 2000-område, ett riksintresse för naturmiljö och ett naturreservat.

Övriga större grönområden är Ålstensängen och Ålstenskogen, Årstaskogen (som föreslås bli naturreservat) samt Nackareservatet. Det sistnämnda är också av riksintresse för friluftslivet och ingår i den regionala grönstrukturen.

Landskapstyper och tålighet

Landskapet i utredningsområdet är kraftigt påverkat av människan. Tillkommande exploatering kan därför upplevas både som ett marginellt tillskott eller "droppen som får bägaren att rinna över" beroende på om exploateringen anpassas eller inte. Landskapet bedöms som mer tåligt i direkt anslutning till redan exploaterad mark och som mindre tåligt i förhållandevis orörda områden som Judarskogen, Nockebyskogen, Ålstensskogen, Vinterviken, Årstaskogen och omgivningarna öster om Hammarbybacken.

Landmärken, utblickar och riktningar

Landmärken i stadsmiljön är avloppsreningsverken i Bromma, Sickla och Henriksdal, som med sina blåa byggnader och skorstenar syns tydligt i omgivningen. Här bör särskilt nämnas skorstenarna i Sickla och Henriksdal som är

mycket höga och syns långt. I direkt anslutning till Sickla ligger Hammarbybacken som också är ett landmärke.

Landmärken i vattenlandskapet är skorstenen och de höga flerfamiljshusen i Eolshäll, som syns tydligt från stranden vid Smedslätten samt från Mälaren. För den som färdas på vattnet är också förekommande broar tydliga landmärken. Här kan särskilt nämnas byggnadsminnet gamla Årstabron med sina valvbågar och Essingeledens höga broar.

I anslutning till Mälaren är möjligheten till utblickar god. Längs stora delar av stränderna söder på Brommasidan finns gångvägar längs vattnet med utblick över Mälaren och Eolshäll. På Eolshällssidan förekommer inte gångvägar lika nära vattnet, men stränderna kan nås via gator och skog. I hela den resterande delen av utredningsområdet går det att röra sig längs med vattnet på gator eller stigar.

Målpunkter, barriärer och brister

De bevarade naturliga delarna av landskapet är målpunkter för människor. Judarskogen ingår i den regionala grönstrukturen och är också ett Natura 2000-område, ett riksintresse för naturmiljö och ett naturreservat. Övriga större grönområden är Ålstensängen och Ålstenskogen, Årtaskogen (som föreslås bli naturreservat) samt Nackareservatet. Mälaren och Trekanten med stränder och vattenområde är också en målpunkt för människor.

Barriärer i landskapet utgörs idag främst av de mest trafikerade vägarna samt av järnväg. Här kan särskilt nämnas Drottningholmsvägen, Essingeleden, Södertäljevägen, Ostkustbanan och Södra Länken. Ytterligare en barriär i området är Mälaren och de större sjöar som ligger längs sträckan.

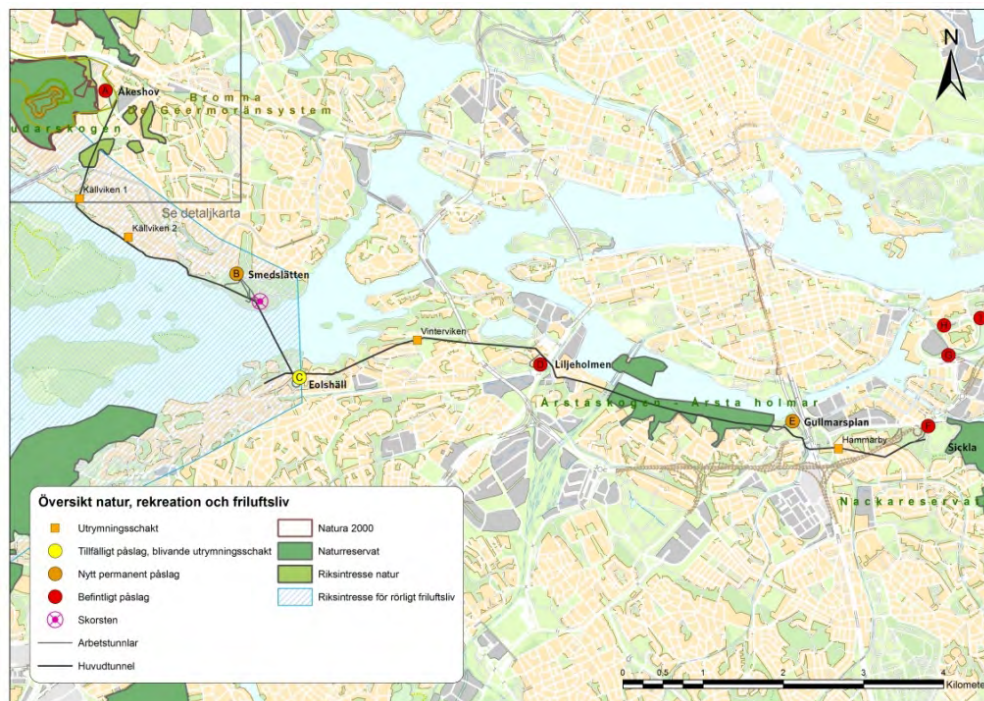
Generellt råder i storstadsmiljöer brist på natur och sammanhängande stråk för rekreation och friluftsliv. I delar av det landskap som berörs är tillgången på natur god. Det gäller särskilt för Bromma, Nockeby och Smedslätten samt omgivningarna runt Vinterviken, Årtaskogen och Nackareservatet. I övriga delar är tillgången till natur inte lika stor och befintliga miljöer bör därför bevaras.

5.1.2 Naturmiljö

Natura 2000

De högsta naturvärdena längst avloppstunneln är koncentrerade till närområdet till sträckningens första kilometer (se Figur 5.1). Här återfinns Natura 2000-området Judarskogen (id SE0110172). Natura 2000-området syftar till att upprätthålla en gynnsam bevarandestatus för större vattensalamander. Arten är fridlyst och prioriterad i Artskyddsförordningen, vilket betyder att dess livsmiljöer på land och i vatten inte får skadas.

Naturtyper enligt bilaga 1 till EG:s habitatdirektiv finns inte i Natura 2000-området idag, men bevarandeplanen anger som målsättning att områdets alsumpskogar ska utvecklas mot "lövsumpskogar av fennoskandisk typ".



Figur 5.1 Översikt, särskilda natur- och rekreationsvärden.

Riksintressen, regional grönstruktur och naturreservat

Judarskogen ingår i riksintresset för naturvård Bromma De Geormorän-system (id NRO01021). Riksintresset består av moränryggar och flyttblock och omfattar mark runt Judarn samt i Nockeby och Åkeslund på östra sidan om Drottningholmsvägen.

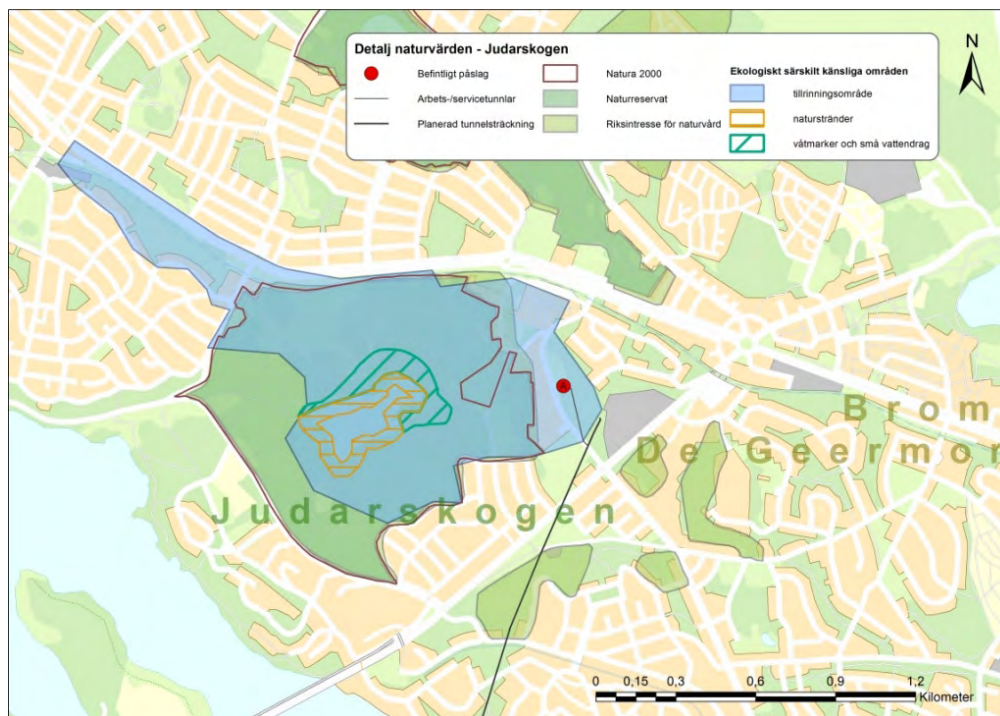
Judarskogen ingår i den regionala grönstrukturen enligt RUF 2010, som en värdekärna inom Görvälnkilen. Judarskogen är också ett naturreservat (id 0102150). Ändamålet med naturreservatet är att skydda den speciella geologin, att säkerställa och utveckla områdets biologiska mångfald och dess användning för naturundervisning samt att säkerställa naturområdet för det rörliga friluftslivet.

Arbete pågår med att inrätta ett naturreservat för Årstaskogen-Årsta holmar.

Årstaskogen är ett skogsklätt större naturområde på norrsluttningen mot Årstaviken. Området anses ha stora ekologiska värden, inte minst som spridningskorridor längs Mälaren.

Öster om avloppstunneln ligger naturreservatet Nackareservatet, som ligger både i Stockholms och Nacka kommuner. Naturen är kuperad och karaktäriseras av bergspartier med hållmarkstallskog, smala dalgångar som är uppodlade eller

klädda med löv- eller blandskog. Nackareservatet ingår också i den regionala grönstrukturen enligt RUFS 2010, som en värdekärna inom Tyrestakilen.



Figur 5.2 Detalj, särskilda naturvärden runt Judarn.

Övriga naturvärden

Judarskogen är också ett ekologiskt särskilt känsligt område (ESKO). Området är känsligt för hydrologisk störning, närsalttillskott, förorening av mark och vatten samt felaktig skötsel. Judarskogens förekomst av hotade arter samt våtmarker och naturstränder anges också som skäl till klassningen.

Utförd naturvärdesinventering visar att ett påtagligt naturvärde (klass 3 av 5) finns i anslutning till befintligt påslag vid Åkeshov. Området består av ädellövskog med ek och hassel. Värdet är knutet till olika stadier av ek och inslag av hålträd. Området är också identifierat som skyddsvärd skog av länsstyrelsen i Stockholms län. Inga naturvårdsarter är identifierade inom området.

I anslutning till Åkeshov finns en ädellövskog med tät trädtäckning. I skogen står en jätteek av värdeklass 3. Utförd naturvärdesinventering visar på ett högt naturvärde (klass 4 av 5). Området består av en blockrik, kuperad lundmiljö med uppvuxen hassel och inslag av ek. I delar av området finns blåsippa, en art som är fridlyst men inte rödlistad. Blåsippa är relativt vanligt förekommande i Stockholms län. Värdet är även knutet till den blockrika marken, till exempel som potentiellt område för övervintring för grod- och kräldjur. Genom området går en kraftledningsgata. Området är inte utpekad som skyddsvärd skog av länsstyrelsen i Stockholms län.

Delar av Nockebyskogen klassificeras i naturvärdesinventeringen som visst naturvärde (klass 2 av 5). Värdet är knutet till gamla tallar. Naturvårdsarten storrams är identifierad inom området. Arten är varken rödlistad eller fridlyst.

Naturvärdesinventeringen visar att ett högt naturvärde (klass 4 av 5) finns söder om föreslaget nytt påslag i Ålstensskogen. Naturvärdet består av en hållmarksskog dominerad av gammal tall, död ved och hållar. Naturvårdsarten reliktböck är funnen inom området. Arten är rödlistad, men inte fridlyst.

Enligt boende i närområdet häckar duvhök och ugglor i Ålstensskogen och fladdermöss har noterats i skidbacken. I delar av området förekommer också grodor och paddor. Dessa uppgifter är dock inte bekräftade via naturvärdesinventeringen.

Delar av Ålstensskogen klassas i naturvärdesinventeringen som visst naturvärde (klass 2 av 5). Värdet är knutet till gamla tallar. Inga naturvärdesarter har identifierats inom området.

I Eolshäll har naturvärdesinventeringen identifierat visst naturvärde (klass 2 av 5) i form av en trädrad (lind) och en ekbacke söder och öster om fotbollsplanen. Påtagligt naturvärde (klass 3 av 5) identifieras i form av en trädgrupp (ek och tall) nordost om fotbollsplanen samt en ekbacke söder om fotbollsplanen.

Delar av skogen i Aspudden/Vinterviken klassas i naturvärdesinventeringen som visst naturvärde (klass 2 av 5). Naturvärdet är knutet till gamla aspar och död ved. Inga naturvårdsarter är identifierade inom området.

I Liljeholmen finns ädellövskog som är identifierat som skyddsvärd skog av länsstyrelsen i Stockholms län. Naturvärdesinventeringen identifierar också en del av närområdet som visst naturvärde (klass 2 av 5). Värdet är knutet till en stor ek. Inga naturvårdsarter är identifierade vid inventering av området.

Påslaget vid Gullmarsplan (Skansbacken) föreslås i gränsen till det som kan komma att bli Årstaskogens naturreservat. Genomförd naturinventering bedömer att området inte har något naturvärde. Påslaget ligger nära bebyggelse och är omgivet av trivial lövskog.

Påslaget vid Sicklaanläggningen föreslås på Stockholm vattens fastighet nedanför Hammarbybacken. Delar av backen har bedömts som visst naturvärde (klass 2 av 5). Värdet är knutet till tall. Naturvårdsarten talticka är identifierad inom området. Arten är rödlistad, men inte fridlyst.

Strandskydd

Runt Årsta holmar, Sicklasjön och delar av Sickla kanal samt runt Svindersviken råder strandskydd. Strandskyddet runt Sickla kanal sträcker sig fram till dagens anläggning och omfattar delar av Stockholm Vattens fastighet.

5.1.3 Rekreation och friluftsliv

Riksintressen, regional grönstruktur och naturreservat

Förekommande områden av särskilt värde är koncentrerade till sträckningens första kilometer. Här återfinns *Judarskogen* naturreservat, se Figur 5.2. Ett av syftena med naturreservatet är att säkerställa områdets användning för naturundervisning och rörligt friluftsliv.

Större delen av Avloppstunneln löper inom riksintresse för rörligt friluftsliv enligt Miljöbalken 4:1-2 *Mälaren med öar och strandområden (id 1)*. Exploatering av och andra ingrepp i miljön får ske endast om det inte möter något hinder enligt Miljöbalken och det kan ske på ett sätt som inte påtagligt skadar områdenas natur- och kulturvärden. Bestämmelsen utgör inte hinder för utvecklingen av befintliga tätorter. Inom riksintresset ska turismens och det rörliga friluftslivets intressen särskilt beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av exploatering eller andra ingrepp i miljön.

Arbete pågår med att inrätta ett naturreservat för Årtaskogen och Årsta holmar. Området har ett strategiskt geografiskt läge och en variation av naturmiljöer och upplevelsevärden som är viktiga att bevara och förstärka. Inom Årtaskogen förekommer ett antal verksamheter. Beslut om naturreservat tas preliminärt under 2014.

Öster om avloppstunneln ligger naturreservatet *Nackareservatet*. Reservatet ligger både i Stockholms och Nacka kommuner och omfattas till stor del av ett riksintresse för friluftslivet *Nacka-Erstavik (id FRO01005)*.

Lokala värden och anläggningar

Vid Åkeshovs slott ligger ett koloniområde. Åkeshovs ridanläggning ägs av Stockholms stad och arrenderas av Äppelvikens Ridskola. Här finns stall och två ridhus, samt rasthagar. I anslutning till ridanläggningen ligger en fotbollsplan.

Längs stora delar av stranden söder om Nockeby går en grusad stig, som knyter samman Folkaredalen med grönyrtorna söder om Tunadalen. Mellan Ålstens Marina och Smedslätten går ytterligare en grusad stig, som knyter samman bland annat Ålstensparken, Ålstensskogen och Solviksbadet. Vid Ålstens Marina ligger en småbåthamn.

Ålstensskogen omges på västra sidan av Ålstensängen. Ängen är en lokal samlingspunkt och används för utflykter, närrekreation osv. Vid Mälaren ligger en liten naturstrand. På Ålstensängen ordnas bland annat majbrasa.

I Ålstenssskogen mot Alviksvägen finns en lång pulkabacke, som används flitigt under vinterhalvåret. I Ålstenssskogen finns ett stort antal stigar. Skogen erbjuder både intressanta natur- och kulturmiljöer och används både för närrekreation och som närnatur för förskolor.

Ålstenssskogen omges på östra sidan av Solviksängen. Ängen är en lokal samlingsplats och används för bollspel, picknick, solbad mm. Här ordnas midsommarfirande och dras skidspår under vintern. Vidare österut ligger Solviksbadet, som öppnades år 1925. Här finns även bangolf, motionsspår och motionscenter. Elljusspåret sträcker sig bort mot Ålstenssskogen.

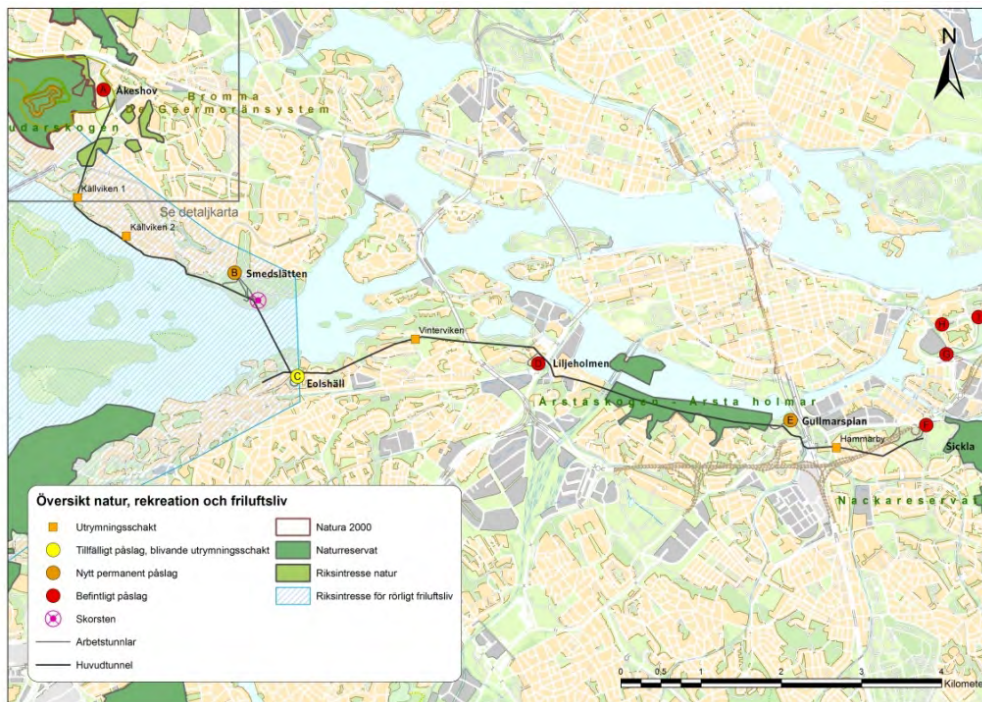
Den planerade platsen för skorsten för ventilation vid Smedslätten ligger vid Skogsbo gård, som ägs av Stockholms stad. Gården består av två äldre villor. Röda Huset är uthyrt som bostad, medan Gula Villan erbjuder lokaler för möten, konferenser och fester. Här bedrivs också caféverksamhet och hundkurser.

I Eolshäll ligger en 4H-gård. Här finns ett antal olika sorters djur, aktiviteter för både yngre och äldre barn. Gården har ett café och ordnar bland annat guidade studiebesök för skolor och förskolor, handikapp- och rehabiliteringsaktiviteter, kurs i ekologisk odling samt hantverksdagar och studiecirkel i hantverk.

Strax sydväst om 4H-gården ligger en fotbollsplan. I Eolshäll ligger en småbåtshamn. Längs vattnet går en stig som också används som ridväg. Vid Axelsbergs Marina ligger ytterligare en småbåtshamn.

Årstaskogen erbjuder förutom trevlig natur möjlighet till bad, några mindre småbåtshamnar, fotbollsplan, idrottsplats samt två koloniområden (Sköntorp och Dianelund).

Sicklaanläggningen ligger i direkt anslutning till Hammarbybacken som är Stockholms mest centrala skidbacke. Hammarbybacken är drygt 90 meter hög och har fyra nedfarter. Här bedrivs alpin skidåkning på vintern och cykling downhill samt uthållighetstävlingar under sommartid. Vid Hammarbybacken firas också valborgsmässoafton. På södersidan av Hammarbybacken ligger en idrottsplats och ett koloniområde.



Figur 5.3 Översikt, särskilda natur- och rekreationsvärden.

Badvattenkvalitet i östra Mälaren och innerskärgården

Ett bräddvattenutsläpp i närheten av en badplats kan tillfälligt påverka badvattenkvaliteten i form av mikrobiell förorening. Generellt är dock denna påverkan liten på badplatserna vid Stockholms officiella strandbad, som oftast uppvisar en god hygienisk vattenkvalitet. Påverkan via bräddvattenutsläpp kan dock förändras snabbt vid ogynnsamma nederbörds- och vindförhållanden.

I Östra Mälaren finns ett antal bräddpunkter som kan påverka badvattenkvaliteten negativt, varav flera av dem omfattas av badvattenförordningen. De bad som bedöms kunna påverkas av Stockholm Vattens bräddningar är Flottsbrobadet, Kaananbadet, Kärsögården, Lundhagen, Långholmen, Lövestabadet, Maltesholmsbadet, Mälarhöjdsbadet, Slagstadet, Smedsuddsbadet, Solviksbadet, Sättrastrandsbadet, Södranbadet, Tanto strandbad, Vårbybadet och Ängbybadet, se tabell 5.1.

Ingen av badplatserna i innerskärsgården kommer att påverkas av bräddvattenutsläpp eller nödutsläpp.

Tabell 5.1 Hygienisk klassificering 2010/11-2013 för EU-badplatser i östra Mälaren inom Stockholm (annan sjö/kommun) som kan påverkas av bräddvatten. Där sammanställning saknas för tidigare år anges resultaten för provtagningarna 2014.

Badplats	Klassificering
Flottsbrobadet (Albysjön, Huddinge)	Bra vattenkvalitet 2013, Utmärkt kvalitet 2011-13
Kaananbadet V	2014: Tjänligt 6, anmärkning 1
Kaananbadet Ö	2014: Tjänligt 6, anmärkning 3, otjänligt 1
Kärsögården (Ekerö)	Utmärkt vattenkvalitet 2011-13
Lundhagen (Ekerö)	2014: Tjänligt 5
Långholmen, Strandbadet	Utmärkt vattenkvalitet 2011-13
Lövstabadet	Utmärkt vattenkvalitet 2010-12, Bra kvalitet 2013
Mälarhöjdsbadet V	Utmärkt vattenkvalitet 2010-13
Mälarhöjdsbadet Ö	Utmärkt vattenkvalitet 2010-11, Bra kvalitet 2012-13
Slagstabadet (Botkyrka)	Utmärkt vattenkvalitet 2010-13
Smedsuddsbadet V	Utmärkt vattenkvalitet 2010-11, Bra kvalitet 2012-13
Smedsuddsbadet Ö	Utmärkt vattenkvalitet 2010-11, Bra kvalitet 2012-13
Solviksbadet	Utmärkt vattenkvalitet 2010-13
Sätrastrandsbadet S (Sätrabadet)	Bra vattenkvalitet 2010-13
Sätrastrandsbadet N (Sätrabadet)	Tillfredsställande kvalitet 2010-12, Bra kvalitet 2013
Södran (Ekerö)	2014: Tjänligt 5
Tanto strandbad	Utmärkt vattenkvalitet 2010-13
Maltesholmsbadet V	Utmärkt vattenkvalitet 2010-12, Bra kvalitet 2013
Maltesholmsbadet Ö	Utmärkt vattenkvalitet 2010-11, Bra kvalitet 2012-13
Vårbybadet (Huddinge)	Utmärkt vattenkvalitet 2010-13
Ängbybadet V	Utmärkt vattenkvalitet 2010-13
Ängbybadet Ö	Utmärkt vattenkvalitet 2010-11, Bra kvalitet 2012-13

5.1.4 Kulturmiljö

Det kulturhistoriska landskapet har förändrats kraftigt under de senaste dryga 100 åren. I början av 1900-talet var betydligt mer mark öppen än idag. En stor del av de områden som idag är bebyggda var odlingsmark och tillhörde stora gårdar eller byar. Skogsområdena var i princip helt fria från bebyggelse. I Henriksdal låg en kvarn, ett antal olika fabriker och en begravningsplats.

På häradsekonomska kartan från år 1901-06 ser man att det fortfarande var öppen mark där Nockebyhov och Bromma reningsverk ligger idag. Detsamma gäller för bland annat Ålsten, Hägernäs, Årsta och Hammarby. Från 1904 och framåt genomförde staden stora markförvärv i södra och västra Stockholm. Befolkningens mängden ökade från ca 300 000 år 1900 till strax under 800 000 invånare år 1950.

På Ekonomiska kartan från 1951 är nästan all jordbruksmark och en stor del av skogen bebyggd. De stadsdelar som uppstod fick sina namn efter de gårdar eller

byar som en gång ägde marken; Åkeshov, Nockeby, Ålsten, Hägersten, Årsta, Hammarby osv. Ofta finns delar av den äldre bebyggelsen finns kvar än idag. Det gäller exempelvis Åkeshovs gård, Ålstens gård, Hägerstens gård, Årsta gård och Enskede gård. I vissa fall saknas huvudbyggnaden, men alléer ger ledtrådar om var den låg. Så är till exempel. fallet med Hammarby allé och Sickla allé.

De stadsdelar som byggdes på odlingsmark är också de områden som är sättningskänsliga, se vidare nedan.

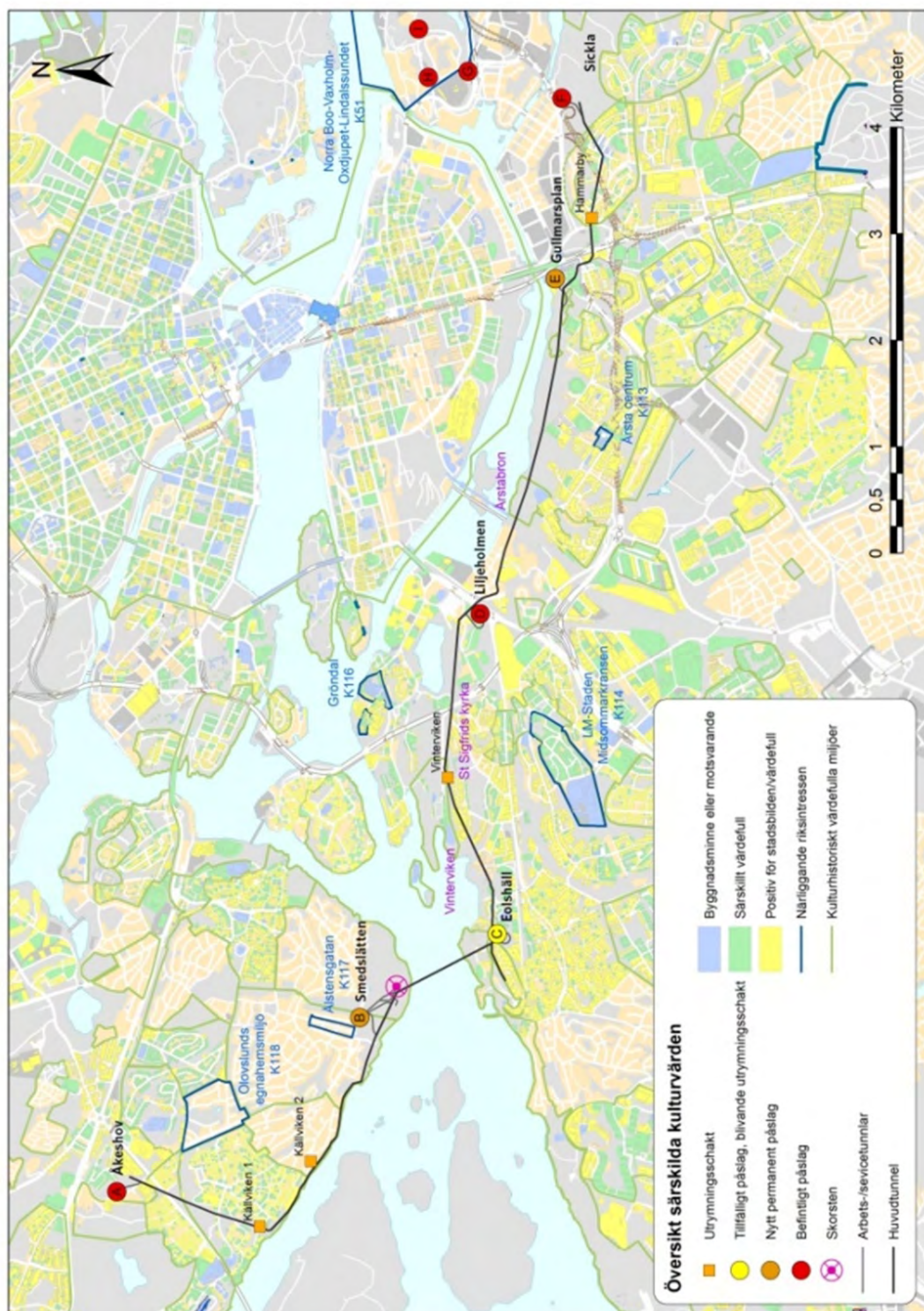
Rikssintressen, byggnadsminnen och kulturhistorisk klassning
På Brommasidan finns två rikssintressen för kulturmiljövård. Det ena, *Olovslunds Egnahemsmiljö (K118)*, från 1920-talets slut är ett tidigt exempel på en bostadspolitik med syfte att skapa småstugeområden för arbetare. Det andra rikssintresset, *Ålstensgatan (K117)*, är ett funktionalistiskt radhusområde från 1932-33 uppfört med idén om bostäder till rimligt pris för vanliga människor.

Det finns inga byggnadsminnesförklarade byggnader eller bebyggelsemiljöer på sträckan Åkeshov-Mälaren. Sträckningen löper dock i stora stycken över områden som enligt Stockholms Stadsmuseums Kulturhistoriska klassificering anses vara generellt kulturhistoriskt värdefulla.

I Åkeshov och Nockeby finns utbredd bebyggelse av positiv betydelse för stadsbilden och/eller av visst kulturhistoriskt värde (gul klass), inslag av bebyggelse som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt (grön klass) samt en fastighet med bebyggelse vars kulturhistoriska värde motsvarar fordringarna för byggnadsminne (blå klass).

På sträckan Mälaren-Sickla finns tre byggnadsminnen i anslutning till sträckningen; *Svavelsyrefabriken* i Vinterviken, *Sankt Sigfrids kyrka* i Aspudden samt *Årstabron*. Här finns också ett antal fastigheter med bebyggelse som uppfyller kraven för byggnadsminnen (blå klass) enligt ovan. Det gäller särskilt delar av *Klubbacken*, *Hägerstens gård*, *Årsta gård*, *Sundsta gård*, *Skanskvarn*, *Skansbacken* samt en samling fastigheter i *Hammarbyhöjden*. Fastigheterna är dock inte förklarade som byggnadsminnen.

Sträckningen passerar genom eller i närheten av områden med gul eller grön klassning samt utbredda områden som enligt klassificeringen generellt klassats som kulturhistoriskt värdefulla. Det senare gäller *Eolshäll-Klubbensborg*, *Vinterviken*, *Årsta gård*, *koloniområden vid Årstaviken* samt *Hammarbyhöjden*.



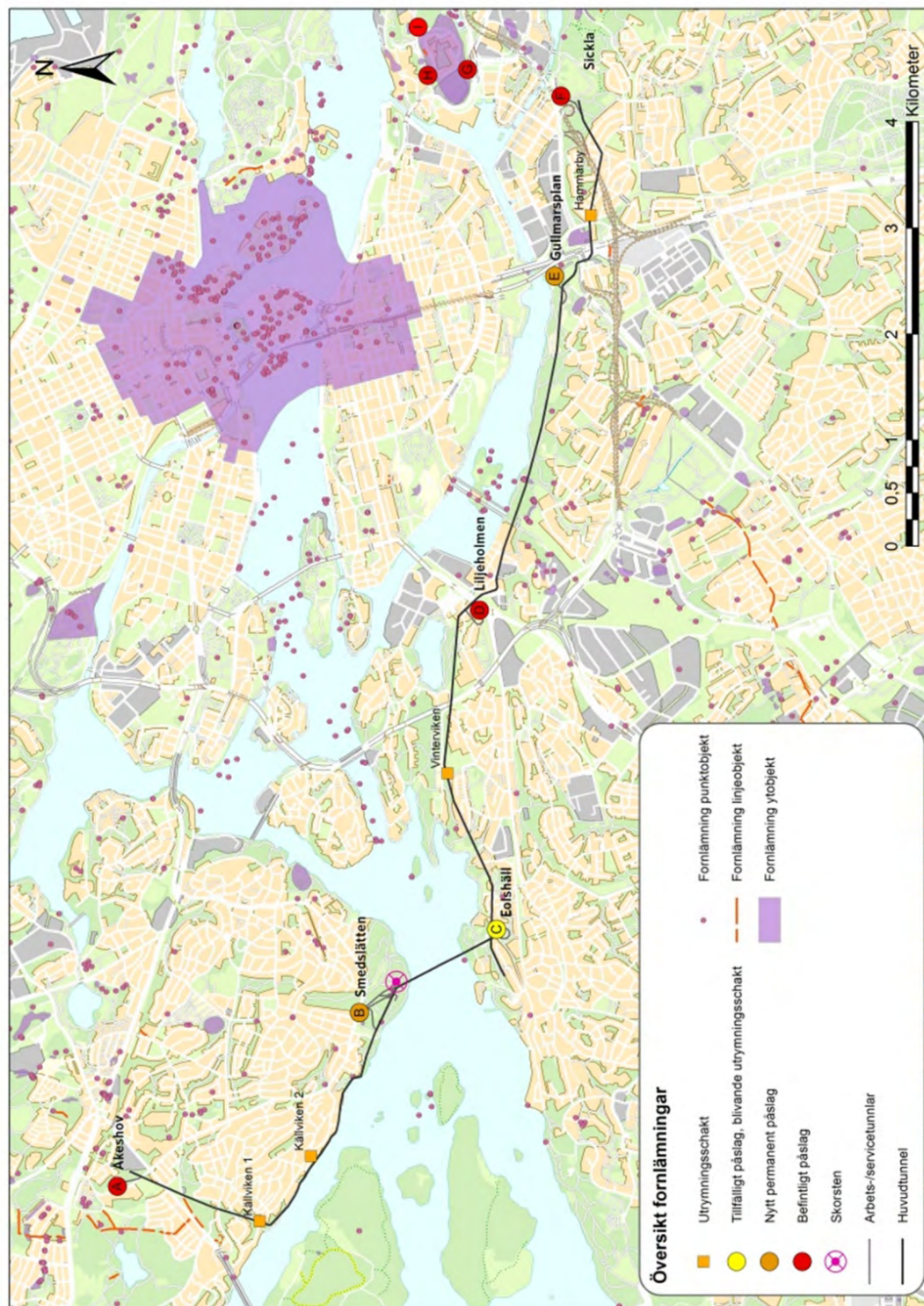
Figur 5.4 Översikt, särskilda kulturvärden.

Fornlämningar

Enstaka kända fornlämningar återfinns längs sträckningen Åkeshov-Mälaren, särskilt i runt Åkeshov och i Ålstensskogen. Ett antal kända fornlämningar förekommer längs sträckningen Mälaren-Sickla, särskilt vid Nybodahöjden, Årsta gård samt Gullmarsplan-Hammarbyhöjden. Okända fornlämningar kan dessutom finnas i mark, i strandzonen eller i vattenområden.

Genom utredningsområdet gick Göta landsväg uppför den branta Skansbacken, passerade strax söder om nuvarande Skanskvarn och över den plats där Värmdö gymnasium ligger. Göta landsväg är första gången omnämnd i slutet av 1400-talet, men vägen är förmodligen avsevärt äldre. Göta landsväg var länge en viktig lokal led och den enda landsvägen från Stockholm och söderut. Vägen gick från Stockholm, via Skanstull, Brännkyrka, Långsjö, Glömsta och vidare mot sydväst. Göta landsväg miste sin betydelse som huvudled under 1600-talet när den "Nya landsvägen" (gamla Södertäljevägen) byggdes över Hornstull.

Mellan Hammarbybacken och Skansbacken ligger Kolerakyrkogården Skanstull. Kyrkogården användes år 1809-1901 och här begravdes många offer från Stockholms båda koleraepidemier år 1834 och 1853. Kolerakyrkogården är numera en av Stockholms parker. Den klassificeras som fast fornlämning (RAÄ Brännkyrka 79:1).



Figur 5.5 Översikt, fornlämningar.

5.1.5 Geologi och hydrogeologi

Stockholmsområdet utgörs av ett sprickdalslandskap med stora hällområden. Större morfologiska linjer i terrängen genomkorsar hela området och indikerar förekomst av svaghetszoner i berggrunden. De mest framträdande svaghetszonerna visar sig som lerfyllda dalar och långsträckta sjöar.

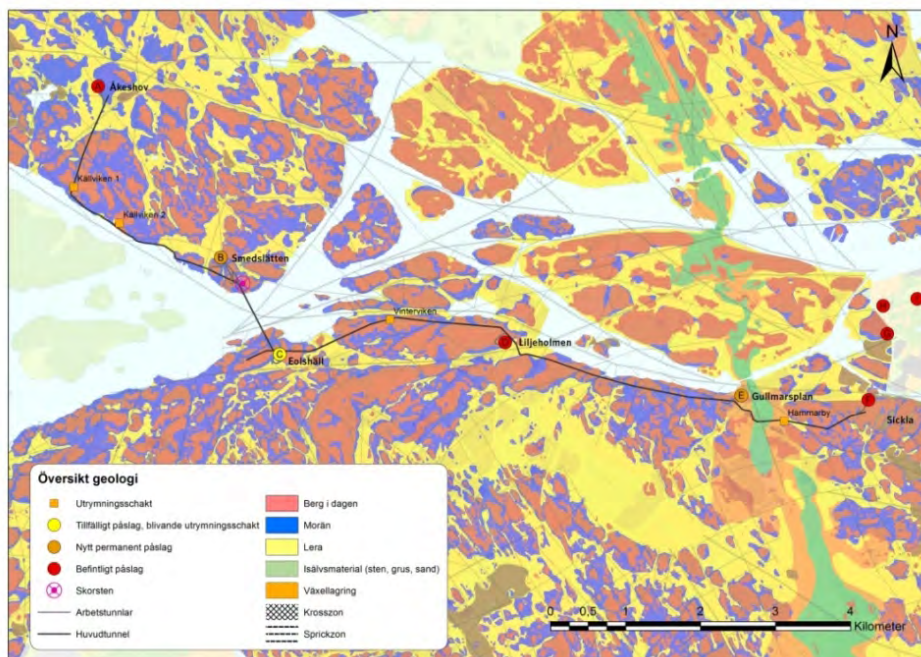
Berggrunden är varierande och domineras av sedimentådergnejser, granitoider och grönstenar. Svärmar av diabasgångar förekommer också i berggrunden, som är storskaligt mjukt veckad. Det finns tre regionala sprickriktningar; NV-SO, NO-SV och V-O och dessa återfinns även på lokal nivå.

Jordlagerföljden består allmänt av morän som är avsatt direkt på berggrunden och som i sin tur på många håll överlagras av lera. Lokalt förekommer svallsediment och organiska jordarter allra överst. Stockholmsområdet korsas även av stora isälvsavlagringar, till exempel Stockholmsåsen, som löper i nord-sydlig riktning.

Dessa är som regel avsatta direkt på berggrunden och fungerar som grundvattenmagasin.

Stockholmsåsen (Brunkebergsåsen) är Stockholm stads enda egentliga betydande grundvattentillgång. Grundvattnet fungerar främst som en teknisk resurs, vilket betyder att grundläggningen för vissa byggnader och anläggningar är beroende av grundvattennivåer. I de områden som kan komma att beröras av planerad tunnel är Stockholmsåsen inte intressant som dricksvattenresurs.

Grundvattnet i Stockholmsregionen är starkt påverkat. Befintliga tunnlar och andra undermarksanläggningar har inverkan på grundvattennivåer och strömningsriktningar. I tätbebyggda delar är grundvattenbildningen dessutom ofta begränsad eftersom stora ytor täcks av hårdgjorda ytor där nederbörden leds bort via dagvattensystem.



Figur 5.6 Sträckningen på den byggnadsgeologiska kartan över Stockholm.

Grundvatten

Grundvatten förekommer dels i sprickor och spricksystem i berggrunden samt i lösa jordlager. Hur mycket vatten som finns i berget är beroende av sprickornas storlek och systemets omfattning. Grundvatten förekommer i alla typer av jord, men det är sorterade jordar som kan magasinera och också släppa ifrån sig större volymer vatten. Magasinet i jord kan vara slutet eller öppet. Ett slutet magasin förekommer under en tät jordart så som lera medan det för ett öppet magasin saknas tätande lager.

Grundvattenbildningen till berget sker från sprickor i bergpartier där berget går i dagen eller genom kontakt mellan berg och vattenförande jordlager medan grundvattenbildning till jord sker direkt från nederbörd. Grundvattenbildningen till jord och berg är beroende av topografin, jordarternas hydrauliska konduktivitet (K [m/s]), storleken på nederbörden och evapotranspirationens andel av den totala nederbörden och ytavrinnings storlek. Ytavrinningen i sin tur är beroende av topografi, jordartens infiltrationskapacitet och aktuell markanvändning. Grundvattenbildningens storlek varierar under året. Den huvudsakliga grundvattenbildningen sker på våren under snösmältningen och på hösten.

Den största delen av det grundvatten som går ned i berg bildas i jordlagren. Vid ett uttag i berget, till exempel i form av inläckage till en tunnel, ökar grundvattenbildningen på bekostnad av en minskad ytavrinning.

Även grundvattenavrinningen minskar vid ett uttag. Grundvattenbortledningen vid en tunnel är mycket liten jämfört med den totala avrinningen men kan ändå påverka trycknivåer i friktionsjord som underlagrar lerområden.

Inläckaget till en bergtunnelanläggning bestäms av vattengenomsläppligheten (främst i berggrunden och i kontakten mellan berg och jord) och av mängden tillgängligt vatten. Inläckaget är även beroende av tunnelns djup under grundvattenytan samt tunneltätningens utförande. Tunnelns diameter har en viss betydelse för inläckagets storlek. Med ett ökat djup på tunneln ökar grundvattentrycket och således inläckaget jämfört med ett yttligare alternativ. Därmed ökar även påverkansområdet med djupet och grundvattensänkningen i lösa jordlager ovan tunneln. Påverkansområdet blir i teorin störst i lägen där tunneln går igenom lågpunkter i landskapet där ett tätande jordlager medför en begränsning i grundvattenbildningen i direkt anslutning till tunneln.

Specifika förutsättningar längs sträckan

Brommaverket och de inledande delarna av sträckningen är lokaliserade på lerområden med jordmaktigheter på uppemot 20 m. Leran omgärdas av och vilar på morän samt normalt uppsprucket, kristallint berg som på sina håll går i dagen och som uppvisar svaghetszoner i flera riktningar – särskilt en större, NO orienterad krosszon.

Geologin söderöver och längs Bromma strand domineras ytligt av stora håll- och moränpartier med inslag av lera. De allmänna jorddjupen i lersvackorna är mellan 0 och 10 m, men större maktigheter på uppemot 20 m förekommer. Utöver den krosszon som går i sundet mellan Nockeby och Kärsön, stryker ett antal sprickzoner med företrädevis NV orientering genom berggrunden.

De geofysiska/geotekniska undersökningar som har genomförts utmed stranden vittnar om ibland dramatiska bergnivåskiftningar som har varit av betydelse för valet av sträckning. Berget ligger i vissa avsnitt till exempel, på ca -35 m endast 15 m från strandkanten. Inga åsformationer eller större grundvattenmagasin är identifierade i området.

Vattendjupen vid passagen Smedslätten – Eolshäll är upp till 35 m. Sjöbotten består överst av löst lagrade sediment med organiskt innehåll. Därefter följer fast lera och längst ner morän. I syfte att beskriva nivåerna för berget genomfördes under sommaren 2013 geofysiska undersökningar i anslutning till den planerade Mälarpassagen samt längs Brommas södra strand. Geotekniska fältundersökningar har också genomförts för att komplettera, verifiera och kalibrera de långsträckta geofysiska undersökningarna och därmed bergnivåerna, men också att ge information om de överlagrande jordlagrens sammansättning och hållfasthet. Sedimentens maktighet fastställdes då till max 35 m. Ovan tunneln är sedimentpacken ca 20-25 m mäktig. Lerans och moränens maktighet varierar mellan 5-15 m ovan tunneln.

Bergöverytan i passagen ovan planerad tunnel är nära plan i den centrala delen för att sedan stiga flackt upp mot stränderna. De djup till berg som bestämdes i ovanstående undersökningar har varit styrande för det planerade tunnelläget i såväl plan som profil. I det lägsta partiet ligger bergöverytan på nivå ca -55 till -60 m. Vid analys av de geofysiska resultaten blir tolkningen att planerad tunnel kommer att korsa tre till fyra svaghetszoner i Mälarpassagen.

Under Mälarens norra strand och Årstaskogen förläggs planerad tunnel i huvudsak under berg i dagen och fastmarksområden. Ett antal både större och mindre lerpartier förekommer dock i eller i nära anslutning till sträckningen mellan Eolshäll och Sickla; det gäller särskilt i områdena kring Eolshäll/Örnsberg, Vinterviken, Liljeholmen och Årsta Gård.

Tunnelsträckningen löper tvärs under den stora isälvsavlagringen Stockholmsåsen som sträcker ut sig i NS riktning över områdena kring Gullmarsplan. Här är dock tunneln förlagd på stora djup (ca -40 m).

Förutom det faktum att den planerade avloppstunneln i stora stycken löper som en tunnel under befintlig tunnel (TUT), förekommer också korsande eller närliggande befintliga undermarksanläggningar (ledningstunnlar, Södra länken etc.) på olika nivåer och på flera håll. Detta kan medföra att vissa områden är extra känsliga, men också att en del lerområden redan är dränerade och att ytterligare påverkan därför inte ger ytterligare sättningar.

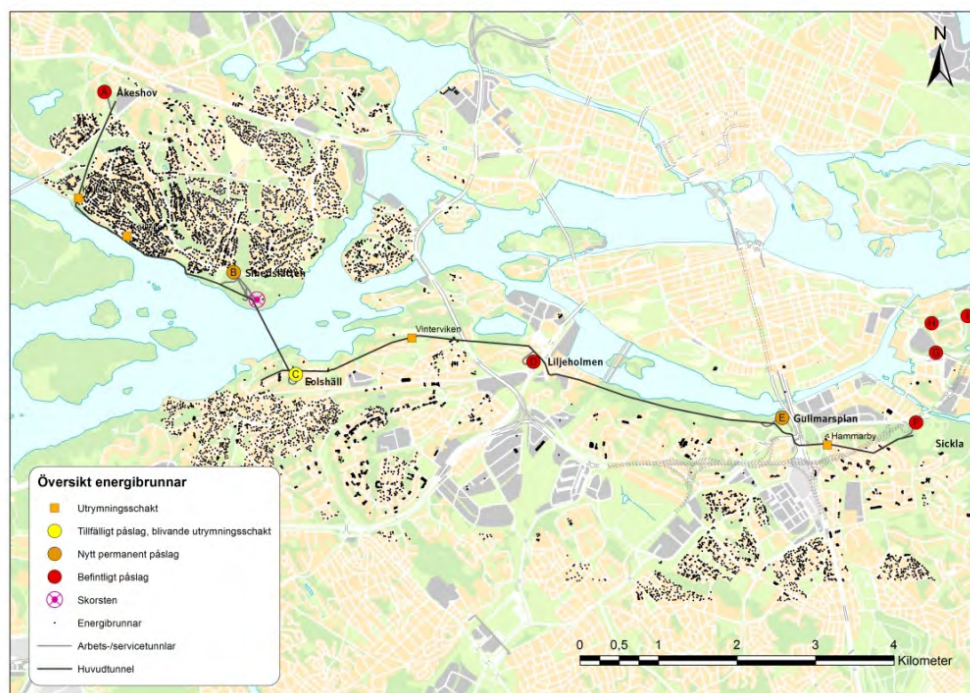
Riskobjekt för grundvattenavsänkning

Lerpartier av nämnvärd utbredning och mäktighet finns på Brommasidan över avloppstunnelns första halvkilometer, längs Ålstenstranden och i trakterna av Ålstensgatan på Smedslätten.

Längs Drottningholmsvägen finns ett område med så kallad småstugor. Området klassas som ett skadeområde med en hel del befintliga sättningar. Många av husen är grundlagda på träpålar i lera och därför känsliga för ytterligare grundvattensänkning. Det finns också exempel på hus som grundlagts på murar eller plintar på lera. På östra sidan av Drottningholmsvägen finns ett annat skadeområde med många hus grundlagda på murar eller plintar på lera.

Ett antal fastigheter på lerpartiet vid Smedslätten, bland annat husen längs riksintresset Ålstensgatan, är också identifierat som ett skadeområde. Flera av dessa byggnader är sedan tidigare försedda med järndubb för sättningskontroll.

På Brommasidan förekommer dessutom hus som saknar uppgift om grundläggning. Med Nockebyskogen och Ålstensskogen som de stora undantagen är frekvensen av energibrunnar i områdena längs sträckningen på Brommasidan mycket hög (se Figur 5.7).



Figur 5.7 Översikt, energibrunnar längs tunnelsträckningen.

Områden med risk för sättningar på sträckan mellan Eolshäll och Sickla förekommer främst i Aspudden och Liljeholmen samt delar av Hammarby. Längs sträckan finns befintliga tunnlar som korsar och även ligger parallellt över planerad tunnel och som redan påverkat området hydrauliskt.

Inga större områden med tydligt sättningsskänsliga hus förekommer längs sträckan, men det finns en del hus på lerområden som är oklart grundlagda. Ett förhållandevis litet antal energibrunnar är borrarade längs sträckningen.

5.1.6 Förorenat grundvatten och förorenad jord

En inventering av förorenad mark har gjorts vid de planerade etableringsytorna. Syftet med inventeringen har varit att kontrollera om potentiellt förorenad jord kan förekomma vid de områden där markanspråk (påslag, utrymningsschakt, ventilation och etableringsytor) planeras. I övriga områden, där tunneln går i berg och där markanspråk inte kommer att ske, bedöms tunneln inte påverka eller påverkas av eventuella markföroreningar.

Vid det befintliga påslaget i Bromma och på den planerade etableringsytan finns inga identifierade riskområden.

Vid det planerade påslaget vid Smedslätten och på den planerade etableringsytan finns inga identifierade objekt. Vid den planerade skorstenen vid Smedslätten finns inga identifierade riskområden.

Vid det planerade påslaget i Eolshäll och på den planerade etableringsytan finns inga identifierade objekt.

Vid det befintliga påslaget vid Liljeholmen och på den planerade etableringsytan finns inga identifierade riskområden.

Vid det planerade påslaget vid Gullmarsplan finns ett identifierat objekt, Skanstull Marin. Objektet har inte klassats och det finns ingen information om eventuella markföroreningar men det kan inte uteslutas att marken runt verksamheten kan vara förorenad.

Vid det befintliga påslaget vid Sickla finns ett identifierat riskområde, Hammarbybacken, en avfallsdeponi med icke farligt och inert avfall. Påslagen och etableringsytorna kommer inte att innebära schaktning i de deponerade massorna. De planerade markarbetena bedöms därför ej påverka Hammarbybacken.

I direkt anslutning till de planerade utrymningsschakterna längs sträckan finns inga identifierade riskområden.

5.1.7 Ytvatten

Detta kapitel beskriver de ytvattenrecipienter som tar emot utsläpp från Stockholm Vattens anläggningar och miljötillståndet i dessa recipienter. Ytvattenrecipienterna tar emot såväl renat avloppsvatten som orenat vatten via bräddningar och nödutsläpp. Ytterligare information, bland annat om miljöklassificering, statusklassificering och vattenförekomst ID finns i bifogad underlagsrapport, Lücke 2014. Stockholms recipienter – Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening och i referens *Stockholm Vatten 2014* [27].

Nuvarande recipienter för kommunalt avloppsvatten

Inom Stockholms län har tillförseln av färdigbehandlat kommunalt avloppsvatten till östra Mälaren successivt och nästintill helt upphört. Det renade avloppsvattnet från Stockholm Vattens avloppsreningsverk, Bromma och Henriksdal, leds ut i vattenförekomsten Strömmen och följer under normala flödesförhållanden med den utåtgående strömmen på 10-20 m djup genom innerskärgården. Käppalaförbundets reningsverk i Lidingö släpper ut sitt renade vatten i Askrikefjärden öster om Strömmen. Placeringen av reningsverkens utsläppspunkter framgår av Figur 5.9.

Östra Mälaren utgör dock fortfarande recipient för brädd- och nödavlopp från ledningsnät. Även innerskärgården utgör recipient för brädd- och nödavlopp från ledningsnät och avloppsreningsverk.



Figur 5.8 Vy över Strömmen – recipient för såväl Bromma reningsverk (mitt i farleden utanför Kastellholmen) som Henriksdals reningsverk (mitt i farleden mellan Waldemarsudde och Finnboda). (Foto: Henrik Tideström, 2014).

Berörda vattenförekomster för utsläpp av kommunalt avloppsvatten

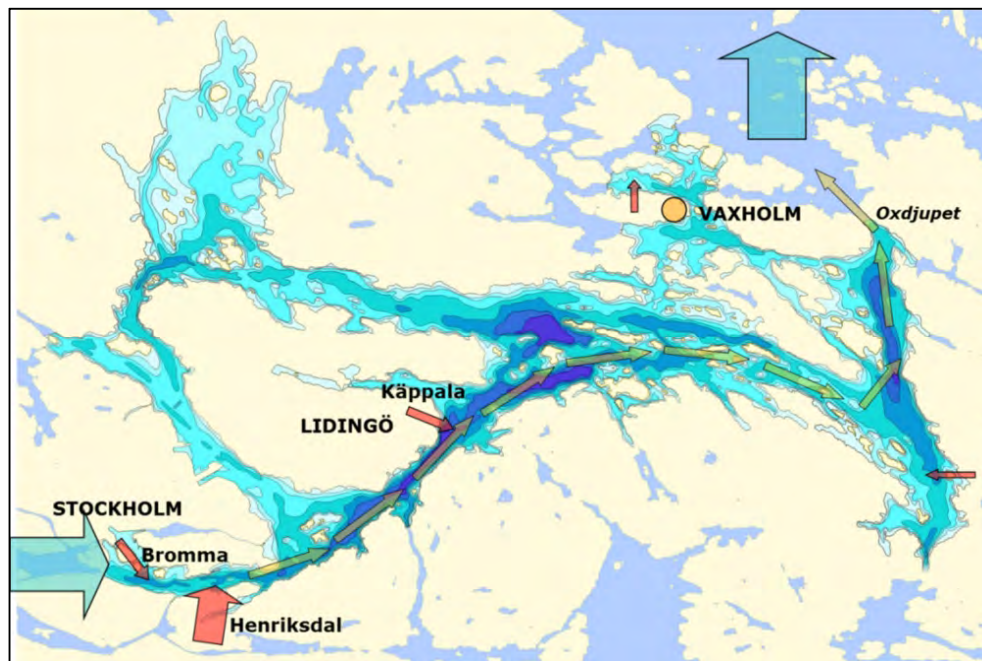
Berörda vattenförekomster är framförallt Mälaren-Stockholm och övriga recipienter för bräddat och nödutsläppt avloppsvatten, Strömmen, Lilla Värtan och Askrikefjärden.

Strömförhållanden och närsalter i Stockholms innerskärgård

Strömmen och vattenförekomsterna österut påverkas i hög grad av utflödet från Mälaren och inflödet från omgivande kustvattenområden. Strömningsmönstret i innerskärgården är komplicerat och varierar beroende på årstid. Vid låga flöden från Mälaren minskar strömmen i innerskärgården. Strömningsförhållanden beskrivs närmare i underlagsrapport: Lücke 2014. Stockholms recipienter – Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening. [27].

Närsalter och provtagningspunkter i Stockholms Skärgård

I Stockholms skärgård har recipientprovtagningar pågått sedan 1970-talet då Stockholms kommun ålades att undersöka vattenbeskaffenheten i Stockholms skärgård. Provtagningar utförs enligt överenskommelse mellan Nacka, Stockholm, Vaxholm och Värmdö kommuner samt Käppalaförbundet och Roslagsvatten. Närsaltsförhållanden och lokaliseringen av provtagningspunkter beskrivs närmare i underlagsrapport: Lücke 2014. Stockholms recipienter – Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening.



Figur 5.9 Reningsverkens utsläppspunkter och avloppsvattenström.

Avloppsreningsverkens påverkan på Stockholms innerskärgård

Skärgården belastas av näringsämnen, främst fosfor och olika former av kväve, och syreförbrukande organiskt material (BOD_7) från flera källor. Det kommunala avloppsvattnet och avloppsvatten från enskilda avloppsanläggningar innehåller förutom näringsämnen även metaller, svårnedbrytbara organiska ämnen, hormoner, läkemedelsrester, sjukdomsframkallande mikroorganismer, mikroplast med mera. Dessa ämnen är till största delen partikelbundna och det mesta avskiljs därmed i avloppsreningsverket. Det mesta av fosfor och metallerna, delar av kvävet, mikroorganismer samt de organiska ämnen som inte bryts ned i avloppsreningsverket hamnar i det avloppsslam som avskiljs i avloppsreningsverken.

Avloppsreningsverkens totala andel av närsaltsbelastningen på vattenförekomsterna i innerskärgården

Den totala belastningen av närsalter på innerskärgården har beräknats inom ramen för projektet och redovisas i Tabell 5.2. I tabellen ingår de beräknade bidragen från de två stora källorna Mälaren och den inåtgående strömmen samt en sammanslagning av övriga källor såsom nederbörd, markavrinning, enskilda avlopp, mindre reningsverk, fritidsbåtar etc. [28].

De sammanlagda mängderna totalfosfor respektive oorganisk fosfor som kommer från Stockholm Vattens (Henriksdal och Bromma reningsverk) och Käppalaförbundets avloppsreningsverk utgör mindre än 10 procent av totalbelastningen till innerskärgården, se Tabell 5.2 nedan. Av tillförseln av totalkväve bidrar avloppsreningsverken med 20 procent, medan de tillsammans svarar för nära hälften av det oorganiska kvävet. Enligt en översiktlig beräkning

svarar Stockholm Vatten för storleksordningen 40-75 procent av de tre avloppsreningsverkens sammalagda bidrag av respektive närsalt.

Tabell 5.2 Källfördelning av kväve och fosfor till innerskärgråden [28].

Belastning från: Parameter:	Summa Stockholm vatten + Käppala (varav Käppala [29])	Mälaren	Inåtgående strömmen	Övriga källor *
Totalkväve	20 % (cirka 1/4)	39 %	37 %	4 %
Oorganiskt kväve (DIN)	44 % (cirka 1/3)	33 %	18 %	5 %
Totalfosfor	7 % (cirka 1/3)	37 %	53 %	3 %
Oorganisk fosfor (DIP)	8 % (cirka 2/5)	44 %	47 %	1 %

*) Nederbörd, markavrinning, enskilda avlopp, mindre reningsverk, fritidsbåtar etc.

Avloppsreningsverkens andel av närsaltsbelastningen olika årstider

Av månadsvisa beräkningar framgår att det är stora variationer över året. Utsläppen från avloppsreningsverken är relativt konstanta under årets alla månader medan vattenföringen, och därmed belastningen, från Mälaren är mycket varierande och vanligtvis högst under vår och höst. Under sommaren, när utflödet från Mälaren normalt är litet och halterna av framförallt de oorganiska fraktionerna av kväve och fosfor är låga, blir avloppsreningsverkens relativa bidrag som störst, vilket framgår av diagrammen nedan. Eftersom den inåtgående strömmen från Skärgråden i sin tur drivs av Mälarens utflöde, avtar den under sommaren och bidrar ytterligare till att reningsverkens andel ökar sommartid. Beräkningarna av den inåtgående strömmens bidrag är dock behäftade med stora osäkerheter och den interna tillförseln av fosfor via läckage från reducerade sediment på syrefria botten har i diagrammen nedan antagits till 4 ton/mån för perioden juli – oktober.

Avloppsvatten och syreförbrukning i recipienterna

Avloppsvattnets innehåll av BOD₇ (lättnedbrytbart organiskt material) och ammoniumkväve leder till en primär syreförbrukning orsakade av bakteriell nedbrytning. Utsläpp av näringsämnen leder till en sekundär syreförbrukning som orsakas av nedbrytning av döda alger. Den primära syreförbrukningen är normalt av mindre betydelse än den sekundära syreförbrukningen.

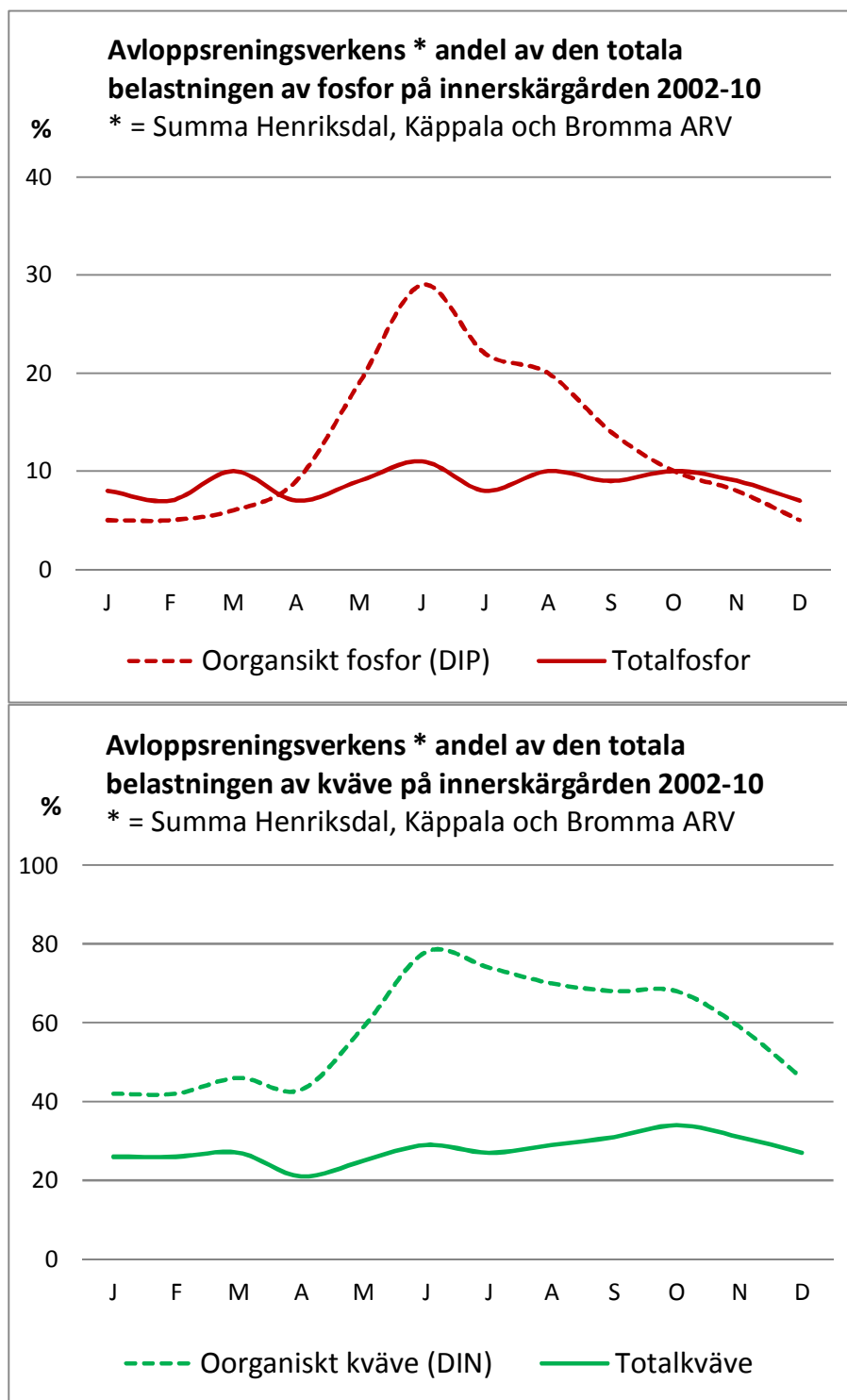
Avloppsreningsverkens närsaltsbelastning på Skärgråden i ett historiskt perspektiv

Införandet av kemisk rening omkring 1970 samt kväverening på 1990-talet har medfört en kraftig minskning av fosfor- och kvävekoncentrationen i

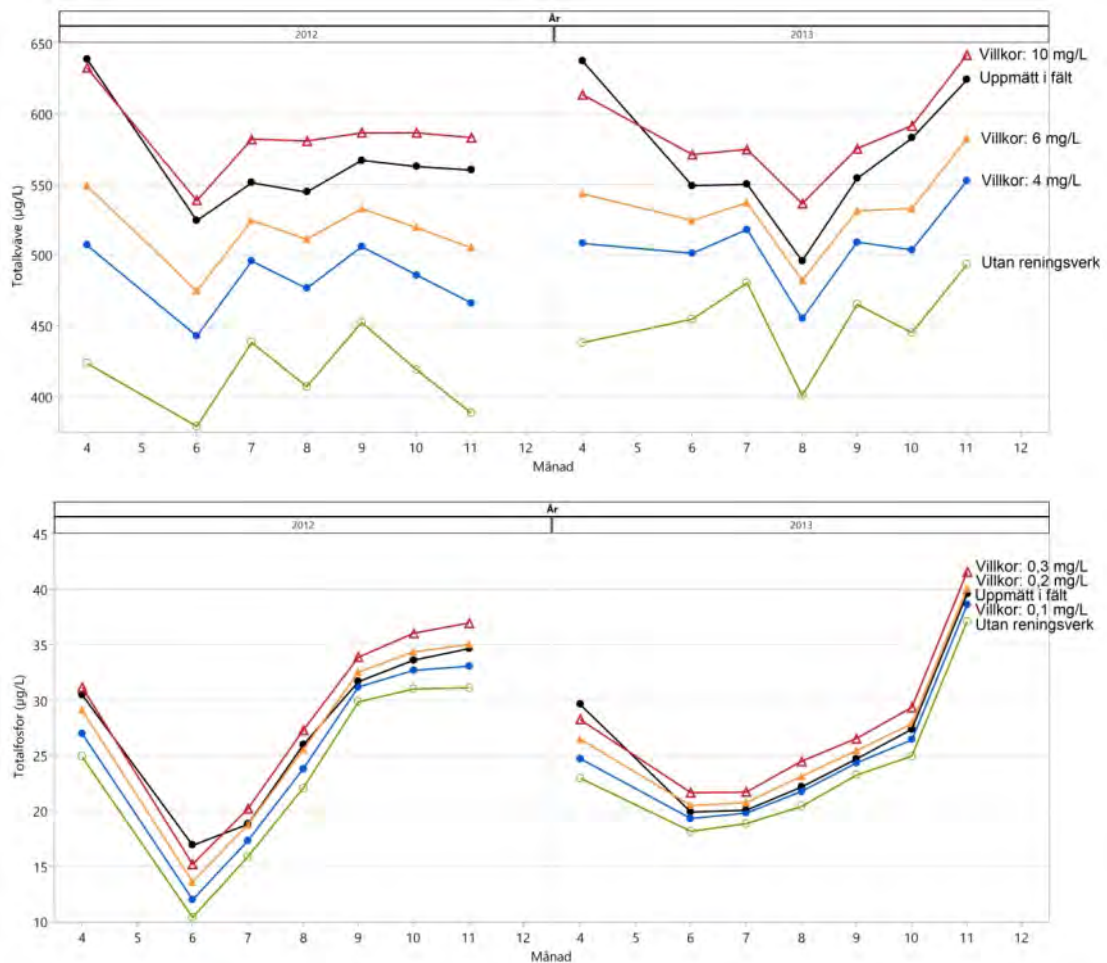
innerskärgården och i stora delar av mellanskärgården. Den låga koncentrationen av fosfor har varit tämligen konstant sedan slutet av 1990-talet medan kvävehalten har ökat något på senare tid i innerskärgården och i delar av mellanskärgården. För detaljerad beskrivning hänvisas till bifogad underlagsrapport, Lücke 2014. Stockholms recipienter – Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening [27].

Avloppsreningsverkens närsaltsbelastning år 2030

I VAS-rådets rapport "Robust Avloppsrening i Stockholms Län – en utblick mot 2030 med fokus på recipienten" [28] har ett antal scenarier studerats. Två av dessa scenarier – det ena med höggradig rening (6 mg/l totalkväve och 2 mg/l totalfosfor) och det andra med nollutsläpp genom överledning till annan recipient – är de som ger en mätbar förbättring i recipienten (Figur 5.10). Totalkvävehalten i de inre delarna av skärgården skulle sjunka med 35 - 70 µg/l med höggradig rening. Enbart alternativet nollutsläpp (utsläpp till annan punkt) skulle kunna innebära ändringar i recipientstatus för enskilda vattenförekomster. Detta innebär dock inte en minskad belastning på Östersjön som helhet. Resultaten av studien beskrivs närmare i underlagsrapport: Lücke 2014. Stockholms recipienter – Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening.



Figur 5.10 Avloppsreningsverkens andel månadsvis av totalkväve och oorganiskt kväve samt totalfosfor och oorganisk fosfor jämfört med den beräknade totala belastningen på innerskärgården 2002-2010 [28].



Figur 5.11 Kväve- (överst) och fosforkoncentration (nederst) i innerskärgårdens ytvatten (0-8 m) slutet av maj-mitten av september enligt VAS-rådets rapport [28].

5.1.8 Mark

Slam från Henriksdal används idag som täck- och växtetableringsmaterial för återställning av gruvområden. Slam från Bromma används som gödselmedel på åkermark och som täckmaterial på deponi. Marken är att betrakta som "recipient" för slammet i såväl den nuvarande som i den sökta verksamheten. En förutsättning för användning på åkermark är att slammet uppfyller gällande lagkrav och är certifierat enligt REVAQ [67].

Stockholm Vattens slamstrategi

Stockholm Vattens slamstrategi [31] följer "avfallstrappan".

Stockholm Vattens hantering av avloppsslam ska präglas av:

- hög tillförlitlighet och tillgänglighet

- uppfyllda nationella miljömål och övriga gällande lagar och regler
- god ekonomi
- minsta möjliga påverkan på miljön

Stockholm Vattens rangordningslista för slamhanteringsmetoder:

- metoder som nyttiggör växtnäring i slam
- metoder som ersätter naturresurser som morän, matjord etc.
- metoder som möjliggör energiutvinning

Målsättningen är att genom uppströmsarbete och styrning av samrötningen använda slammet enligt strategins översta rangordning. Det är samtidigt viktigt att Stockholm Vatten har möjlighet till flera olika avsättningsmöjligheter för slam.

5.1.9 Lukt

De potentiella luktkällor som utan skyddsåtgärder skulle kunna orsaka luktolägenheter i reningsverkets omgivning har identifierats. Från vissa luktkällor har luktemissionerna uppmätts i maj och juni 2014. Med utgångspunkt i mätresultatet har sedan koncentrationen av luktande ämnen i omgivningen kunnat beräknas genom spridningsberäkningar. För att simulera olika typer av skyddsåtgärder har flera spridningsberäkningar genomförts. Detta för att hitta den optimala kombinationen av åtgärder. Resultatet har använts som underlag till konsekvensbedömningar.

Exempel på luktkällor vid Sicka är grovrening och Årstatunnelns inlopp. Slamhanteringen riskerar att lukta idag (februari 2015) men ingår dock i de åtgärder som är anmälda till miljöförvaltningen och kan utföras inom gällande tillstånd. Arbetena utförs inom cirka två år.

Exempel på luktkällor vid Henriksdalsanläggningen är mottagningen av fett och externt organiskt material samt slamhanteringen, grovreningen och försedimenteringen.

Alla bedömda och beräknade potentiella luktkällor redovisas i konsekvensavsnittet. Motsvarande luktutredning finns inte för Bromma reningsverk. Klagomål på lukt förekommer där i dagsläget.

5.1.10 Luftburen smitta

En bedömning av smittspridningsriskerna för boende kring Henriksdals reningsverk gjordes av dåvarande Smittskyddsinstitutet år 2007 [63]. Bedömningen gjordes inför planläggningen av området Henriksdalshamnen i stadsdelen Södra Hammarbyhamnen.

Resultatet av Smittskyddsinstitutets utredning och bedömning refereras nedan.

Eftersom hanteringen i huvudsak bedrivs i bergrum och inkluderar fett, rens och sand, finns det i princip två potentiella smittkällor vid Henriksdal:

- 1) Aerosoler eller annan exponering för smittämnen vid öppning av rötkamrarna

2) Aerosoler från skorstenar dit ventilationsluften leds.

Den bebyggelse som planerades 2007 ligger på ett kortare avstånd än 105 meter till närmaste delar av Henriksdalsanläggningen, som är en av rötkamrarnas öppningsluckor. När det gäller spridning av smittämnen via aerosoler från anläggningens skorsten, skriver Smittskyddsinstitutet att luktspredningsberäkningar även har bäring på hur luftströmmar innehållande eventuella skadliga mikroorganismer sprids. Institutet påpekar också att mikroorganismer avdödas med tiden, det vill säga med avståndet, och att meteorologiska förhållanden som fuktighet, solljus och temperatur också påverkar denna avdödning.

5.1.11 Luftkvalitet

Trafiken är den största källan till luftföroreningar i Stockholm. Höga halter av luftföroreningar uppkommer främst i städer där gaturummet är trångt, vilket medför kort avstånd mellan källa och mottagare samt att luftgenomströmningen kan vara bristfällig. Halterna beror också av bakgrunds nivåer, trafikmängder, körmönster, meteorologi mm. Flyktiga kolväten och partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}) är de föroreningar i avgaserna som i ogynnsamma fall kan påverka människors hälsa i närheten av vägar och trafikplatser. Utsläpp av koldioxid (NO₂) påverkar klimatet, men innebär ingen egentlig påverkan i de närmaste omgivningarna. Även utsläpp av kväveoxider kan i första hand ge storskaliga miljöeffekter genom att de bidrar till försurning av sjöar och marker samt till övergödningen av kustnära havsområden. Kväveoxider kan dock, liksom kolväten, ge upphov till marknära ozon. Ozon är en så kallad fotokemisk oxidant och kan ge upphov till skador på växtlighet. I mycket hög halt kan ozon också irritera slemhinnor och lungor hos människor och djur.

Gränsvärden (miljökvalitetsnormer) för PM₁₀ överskrids på ett 20-tal innerstadsgator samt längs med hårt trafikerade infarts- och kringfartsleder. Sammantaget var luftkvaliteten under år 2013 något sämre än under föregående år. Antalet överskridande av normvärden var fler [32].

Den långsiktiga trenden är dock att luftkvaliteten i Stockholm har blivit bättre och att halterna av de flesta luftföroreningarna har minskat. Skärpta avgaskrav, minskade industriutsläpp, utbyggnad av fjärrvärme, renare bränslen, miljöbilar, trängselskatt, dubbdäcksförbud och liknande har bidragit till förbättringen av luftkvaliteten i staden.

Antalet boende i staden med halter över miljökvalitetsnormen för PM₁₀ beräknades till ca 14 000 år 2010 [32].

Miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid överskrids längs ett tiotal gator i Stockholm samt längs med hårt trafikerade infarts- och kringfartsleder. Antalet boende i staden med halter över miljökvalitetsnormen för kvävedioxid beräknades till ca 9 000 år 2010 [32].

Under år 2012 reviderades åtgärdsprogrammet för att nå normvärden för partiklar och kvävedioxid i Stockholm.

Höga halter av luftföroreningar påverkar människors hälsa negativt. Forskning under senare år visar att negativ hälsopåverkan sker redan vid låga halter under normernas värden. För att normer och mål ska uppnås behöver fler åtgärder vidareutvecklas och preciseras.

Precis som staden följer upp antalet transporter sker uppföljning också kring miljökvalitetsnormer på ett antal platser i staden. Rapporten för uppföljningen år 2013 visar att problemen med att klara miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) kvarstår i de mest trafikerade snitten. Den främsta orsaken till att normerna överskrids är vägtrafikens utsläpp.

Luftkvalitet längs vägnätet som berörs av projektet

Generellt är halterna av luftföroreningar låga i anslutning till de förslagna påslagen och det lokala vägnätet. Det är först på det övergripande vägnätet som dygnsnormerna för partiklar och kvävedioxid överskrids (E4/E20 samt delar av Drottningholmsvägen, Södertäljevägen och Nynäsvägen), se Figur 5.12 och Figur 5.13 nedan.

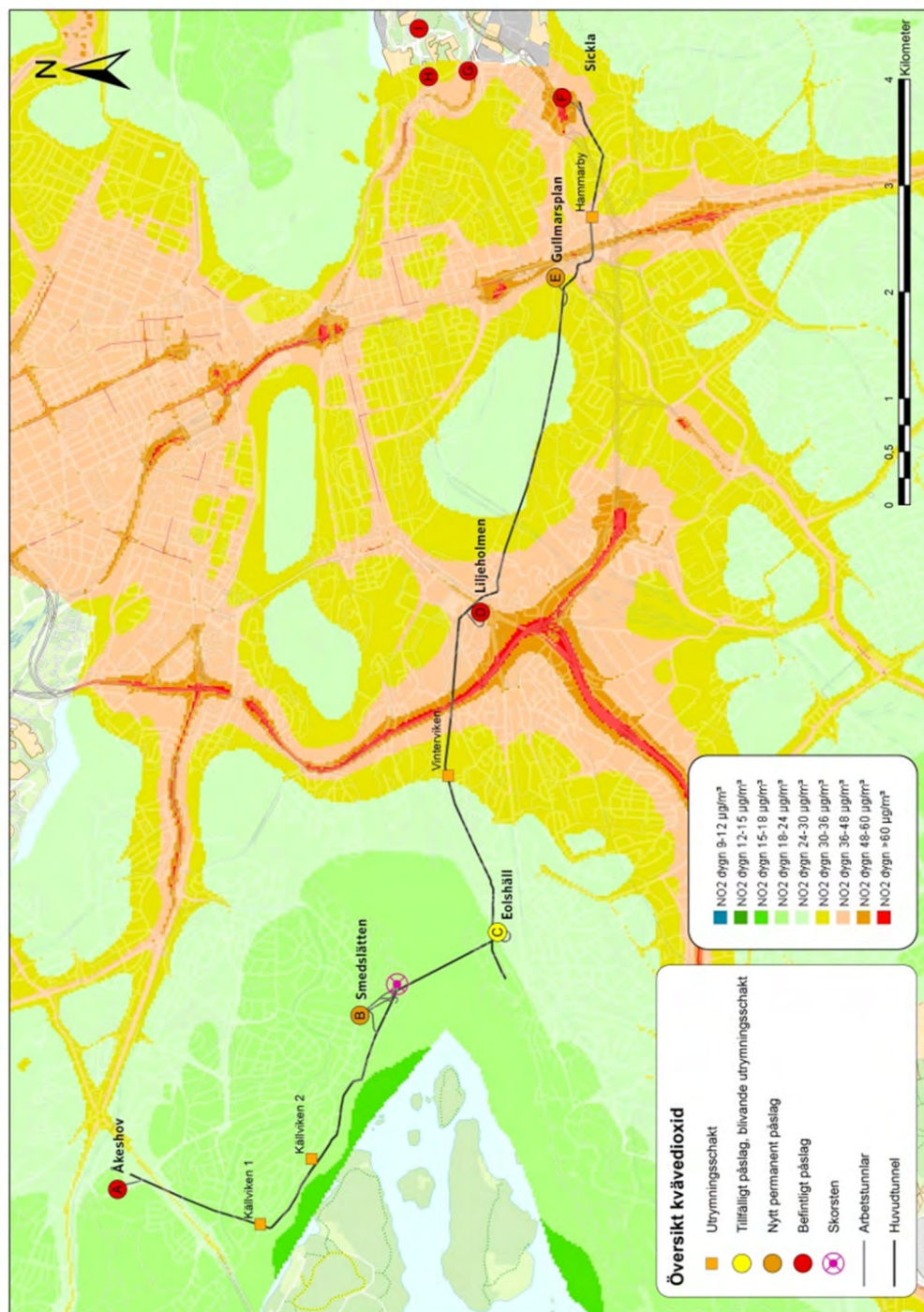
Transport och trafik, tunnelsträckning

Trafikkontoret inom Stockholms stad mäter trafikflöden på utvalda platser samt restider längs ett antal definierade rutter inom Stockholms transportnät. Data samlas in med hjälp av mätslingor från fasta mätstationer med utplacerade detektorer.

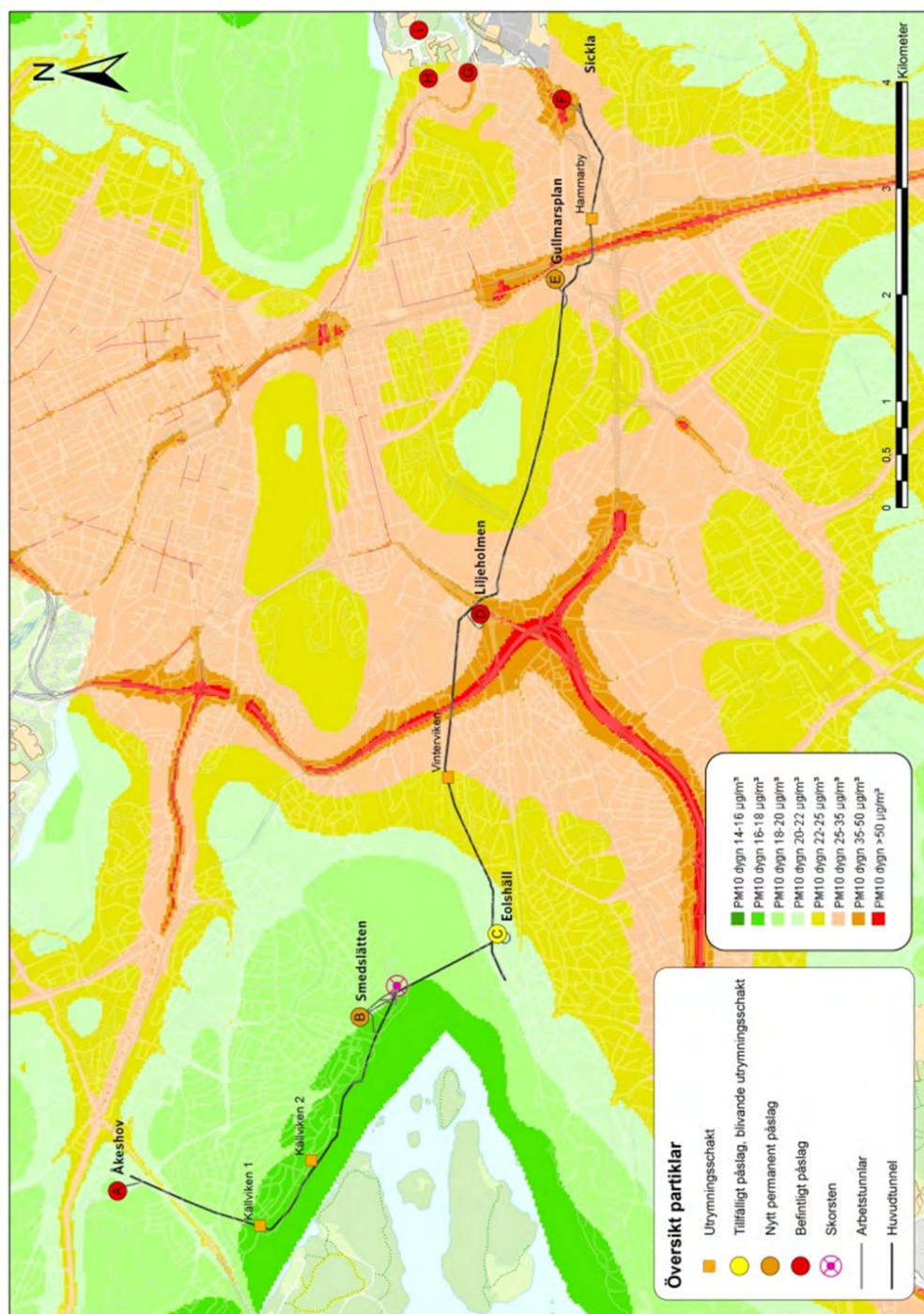
De nyaste rapporterna som går att nå via stadens hemsida är från 2011. Under det aktuella året var det 904 000 stycken transporter inom Stockholm, Solna och Sundbyberg. Genom trängselskattestationerna var antalet 359 000 stycken och i innerstaden passerade 442 000 stycken transporter.

Jämfört med tidigare år är tendensen att trafiken inom regionen ökar i takt med befolkningsökningen och inflyttningen till Stockholm. Det ska dock nämnas att det under 2011 pågick stora trafikstörande arbeten som påverkade strategiska vägavsnitt.

Vägnätet i anslutning till den planerade verksamhet är belastat under morgon och eftermiddag. Det gäller särskilt de större huvudvägarna; Drottningholmsvägen, Södertäljevägen och Södra Länken samt Kvarnholmsvägen och väg 222.



Figur 5.12 Tunnelsträckningen på en karta över halter av kvävedioxid i Stockholms kommun år 2010.



Figur 5.13 Tunnelsträckningen på en karta över halter av partiklar i Stockholms kommun år 2010.

Rådande trafik i området

Transporterna till och från Stockholm Vattens anläggningar i Henriksdal och Sickla kan jämföras med nuvarande trafik på aktuella vägsträckor. Nuvarande trafik i områdena kring Henriksdal och Sickla, liksom till Bromma reningsverk i Åkeshov och Nockeby, redovisas i en separat rapport; *Tyréns 2014b* [33]. Uppgifter om trafikmängder nedan har hämtats därifrån. Trafikmängderna är omräknade från maxtimmesräkningar från april, maj och september 2013. Maxtimmen har räknats om till årsdygnstrafik (ÅDT), med ansatsen att timmen med flest fordon (maxtimmen) utgör 8 procent av ÅDT. De trafikmätningar som har används som underlag är utförda dagtid, i huvudsak 06:30 – 18:15. Vad som avses med ÅDT och annan detaljerad information finns i underlagsrapporten [33].

Trafiksystemet är hårt belastat i de områden där Stockholm Vattens avloppsreningsverk är lokaliserade. Kunskapen om vilka fordon som körs på gator och vägar i Stockholm är bristfällig. Befintliga uppgifter på trafikmängder på de vägar som utnyttjas för tunga transporter till och från anläggningarna i Henriksdal och Sickla redovisas i

Tabell 5.3 tillsammans med beräknade antalet tunga transporter till och från anläggningarna vid driftstart. Det finns inte några officiella prognoser om trafiken i framtiden på aktuella väg- och gatusträckor, men sannolikt kommer den att öka, åtminstone på Danviksbron, Värmdövägen, Kvarnholmsvägen, Södra länken och Hammarbyavfarten.

Tabell 5.3 Trafik kring Henriksdal och Sickla (ÅDT, årsdygnstrafik) prognosåret 2040 samt andelen tunga transporter till/från Stockholm Vattens anläggningar. Uppgifterna anger storleksordningar och avser trafik i båda riktningarna inkl. retur med tomma bilar, det vill säga antal travsportrörelser.

Transportväg	Antal fordon/dygn	Andel tung trafik ⁶	Antal tunga fordon/dygn	Transporternas andel av tung trafik, 2040
Danviksbron	36 000	7 %	2 500	1 %
Lugnets trafikplats	25 500	7 %	1 800	1 %
Kvarnholmsvägen	8 100	7 %	570	1 %
Södra länken	58 000	7 %	4 000	2 %
Hammarby Fabriksväg via Hammarbyavfarten	800	7 %	55	3 %
På Danviksbron och Värmdövägen transporteras slam från fettavskiljare till Henriksdal. Kvarnholmsvägen används för transporter i samband med service av biosteg i Henriksdal. På Södra länken går övriga transporter till/från Henriksdal samt transporter till/från Sickla. Hammarby Fabriksväg och Hammarbyavfarten används för transporter				

⁶ Det saknas data för tung trafik, men tung trafik uppskattas schablonmässigt till ca 7 procent enligt vedertagen andel för stockholmstrafiken [33].

från respektive till Sickla. Med "Hammarby Fabriksväg" avses sträckan mellan bron över Sicklasträckan och Hammarby Allé.

Av tabellen framgår att de tunga transporterna till och från Stockholm Vattens anläggningar dagtid utgör en liten andel av den tunga trafik som för närvarande förekommer i de aktuella områdena, någon eller några procent. Högst belastning har Hammarby Fabriksväg, men även där är andelen förhållandevis liten, ungefär fyra procent. Dessa och befintliga uppgifter om trafikmängder kring Bromma reningsverk redovisas mer utförligt i en separat rapport [33].

De transporter till och från Henriksdals reningsverk som förväntas vid driften av den sökta verksamheten, och en uppskattning av antalet sådana transporter, har redovisats i avsnitt 3.9.

År 2013 var ett speciellt år när det gäller Henriksdalsanläggningen. Då förekom många problem med portarna i infartstunneln vid Lugnets trafikplats, varför en del transporter fick gå via infarten på Kvarnholmsvägen istället. På grund av den hårda trafikbelastningen i Södra länken har de åkerier och den tunga trafik som kan, anpassat sig till lågtrafikperioder.

Tabell 5.4 Antal transportrörelser per vecka in och ut till Bromma och Henriksdals reningsverk år 2013.

	Henriksdal		Sickla	Totalt Henrik sdalsv erker	Bromma renings- verk
	Lugnet	Kvarn- holmsv.			
Inkommande material					
Fettavskiljarslam	160			160	
Järnsulfat	2,3	5,5		8	3
Metanol					0,5
Polymer			0,5	0,5	0,2
Godstransport/övriga leveranser ⁷	4,6			4,6	10
Utgående material					
Avloppsslam			63	63	20
Sand och rens	0,5		2	2,5	4
Hämtning av slam vid underhållsarbeten		2		2	1
Övrigt avfall	2,5		1	3,5	1,4

⁷ Godstransport/övriga leveranser = leveranser av förbrukningsmaterial, reservdelar, verktyg, utrustningsdelar, som kan behövas för drift och underhåll.

Summa transporter (avrundat uppåt)	170	8	66	245	40
---------------------------------------	-----	---	----	-----	----

5.1.12 Buller

Buller är ljud som upplevs som störande. Buller påverkar hälsa och välbefinnande i form av till exempel störd sömn eller nedsatt prestationsförmåga. Buller har också en långsiktig påverkan i form av ökad stress som kan ge upphov till hjärt- och kärlsjukdomar. [34]

Två mått används för att beskriva buller; ekvivalent nivå som är ett medelvärde för ett dygn och maximal nivå som avser den högsta ljudnivån från enstaka fordon. Den ekvivalenta ljudnivån blir högre ju fler fordon som passerar, men den maximala nivån istället är beroende av det fordon som bullrar mest.

Trafikkontoret ansvarar för vägtrafikens miljöstörningar. Tillsammans med stadsbyggnadskontoret och miljöförvaltningen inventeras problem och åtgärder. Trafikverket ansvarar för de större trafiklederna (Essingeleden, E4, E18 och E20 samt delar av Nynäsvägen, Nockebybron och Tranebergsbron). Övriga ansvariga för trafikbuller är Swedavia (flygtrafik) och SL (bussar och tunnelbana).

I Stockholm har bullerbegränsande åtgärder genomförts sedan lång tid tillbaka. Effekten av dessa åtgärder är att antalet boende som exponeras för störande ljudnivåer har minskat kraftigt.

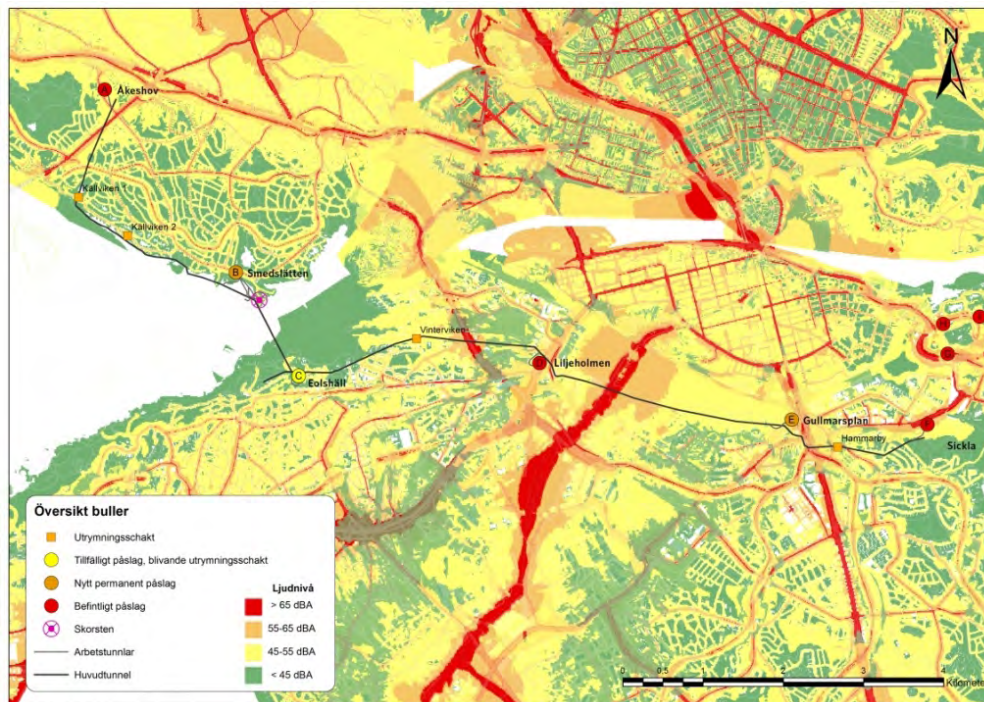
Utomhusnivåerna är fortfarande höga vid exempelvis parker och rekreationsområden och kunskapen om buller vid skolor, förskolor, lekplatser, vårdlokaler och äldreboenden är dåligt kända. Riktade bullerskyddsåtgärder har inte vidtagits för dessa platser.

Trafikbuller

Transporters bidrag till trafikbullret längs omgivande vägar och gator har bedömts utifrån en jämförelse av nuvarande och prognostiserade antal transportrörelser till och från Stockholm Vattens reningsanläggningar med tillgänglig trafikstatistik i form av årsdygnstrafik, ÅDT. Trafikläget redovisas i *Tyréns, 2014b* [33].

För att bedöma buller från etableringsytor under byggtiden har buller beräknats för de fordon som kommer att röra sig inom etableringsytorna. Beräknade värden och avstämning mot riktvärden för buller från byggarbetsplatser redovisas i

kapitel 6.12.



Figur 5.14 Tunnelsträckningen på en övergripande karta över Stockholm som visar det summerade dygnsekvivalenta ljudnivåerna från spår- och vägtrafik.

Närliggande bebyggelse och verksamheter

I anslutning till Sickla/Henriksdal samt längs tunnelsträckningen förekommer ett stort antal byggnader och verksamheter. Huvuddelen av byggnaderna inom influensområdet för tunnelsträckningen utgörs av bostäder. På sträckan Bromma-Mälaren är bostäderna främst friliggande hus medan de på sträckan Mälaren-Sickla/Henriksdal är nästan uteslutande flerfamiljshus.

Exempel på verksamheter inom influensområdet är förskolor, skolor, folkhögskolor, vårdinrättningar, kyrkor och butiker. Exempel på konstruktioner inom utredningsområdet är broar, vägar och byggnader.

Ett flertal bostadsområden finns i närheten av Henriksdalsanläggningen. Närmast ligger Henriksdalsringen samt Henriksdalsallén och Henriksdalshamnen som ligger i Hammarby sjöstad. 110 meter från Henriksdalsverkets skorsten på ligger närmaste bostadshusfasad på Henriksdalsringen.

Närmaste husfasad från Sicklaanläggningen, som utgörs av hotell, ligger cirka 90 meter från infarten till Sicklaanläggningen.

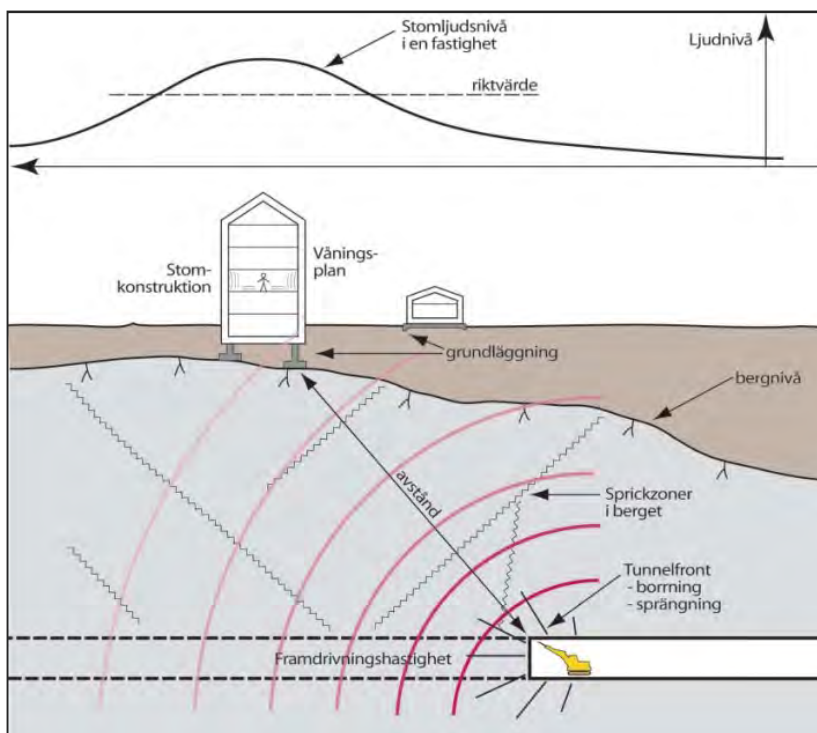
Ovanstående kan påverkas av buller, stömljud och trafik. Avseende trafik och risker har även en särskilt barnkonsekvensanalys tagits fram som belyser både konsekvenser och åtgärder för att skydda barn mot negativa effekter.

5.1.13 Stomljud

Stomljud uppstår genom att vibrationer sprids genom marken till närliggande byggnader och sätter konstruktionen i svängning, vilket i sin tur avger ett lågfrekvent ljud. De vibrationsnivåer som ger upphov till stomljud är sällan kännbara. De moment som ger upphov till stomljud är borrar och skrotning för bergrummen i Sickla samt avloppstunneln.

Stomljud anses vara mer störande än luftburet buller till följd av sin lågfrekventa karaktär. Att den upplevda störningen blir högre kan även bero på att källan som orsakar stomljudet inte kan lokaliseras på samma sätt som vid luftburet buller.

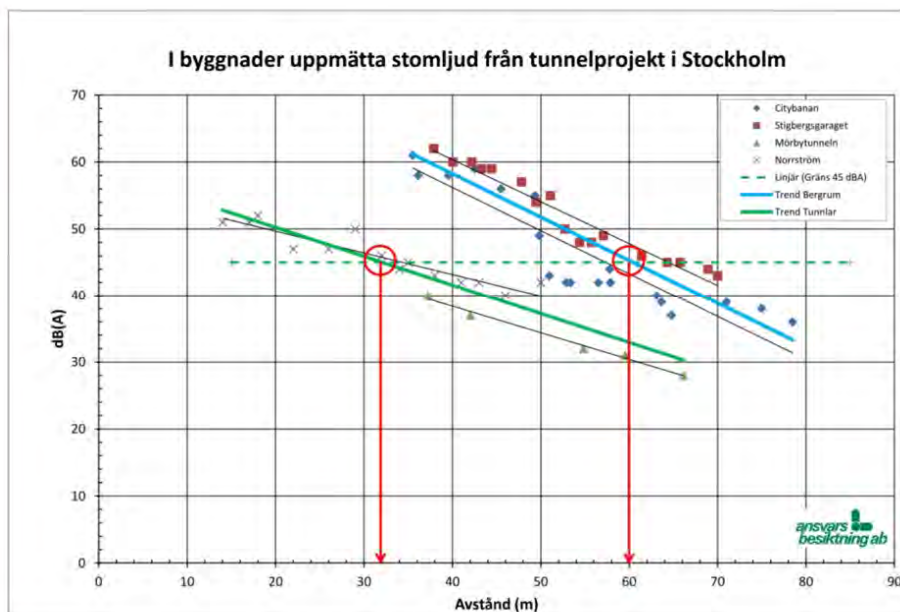
Stomljud förekommer framför allt i byggnader grundlagda på berg. En byggnad grundlagd på pålar direkt på berggrunden eller en byggnad grundlagd med platta på mark får normalt en lägre stomljuds nivå än om byggnaden är grundlagd direkt på berget.



Figur 5.15 Faktorer som påverkar stomljuds nivån i ovanliggande bebyggelse.

Omfattningen och styrkan på stomljudet kommer att bero på avståndet mellan front och byggnad, byggnadens grundläggning och stomme samt bergkvalitet. Sprickzoner i berg liksom grundläggning i jordlager innebär till exempel energiförluster som dämpar stomljudet (Figur 5.15). Det är alltså inte säkert att en fastighet nära bergrummen eller avloppstunneln kommer att uppleva stomljud som störande.

Från fyra stora bergprojekt med konventionell tunneldrivning, det vill säga borrhning och sprängning, i Stockholm har ljudnivån mätts med varierande avstånd till källan vid momentet borrhning. Med mätvärdena som referens har en linje anpassats för att skapa ett värsta läge för stomljudsutbredning för tunneldrivning respektive drivning av bergrummen, se Figur 5.16.



Figur 5.16 Jämförelse av empiriska data från fyra projekt i Stockholm (Citybanan*2, Stigbergsgaraget och Mörbyntunneln).

Stomljud mäts i decibel (dB) och oftast med vägningen A, vilket är lite missvisande eftersom A-vägningen inte tar tillräcklig hänsyn till hur örat uppfattar ljud med låga frekvenser. Vidare anges stomljud med två mått, antingen som maximal nivå med tidsvägning, slow, fast eller impuls, eller som ekvivalent nivå motsvarande ett medelvärde över tiden.

5.1.14 Vibrationer

Byggskedet kommer bland annat att medföra vibrationer från borrhning, luftstöt vågor från sprängning samt vibrationer från tunga transporter. Vibrationer är vågor som rör sig i marken, i byggnader och andra fasta material. Vibrationer kan orsaka skador på byggnader. Svagare vibrationer kan uppfattas av människor.

Längs tunnelsträckningen finns dels ett stort antal bostäder och dels ett antal verksamheter med särskilda behov. Som exempel kan nämnas verksamheter med djurhållning (Äppelvikens ridskola, Eolshäls 4H), verksamheter med behov av

tysta miljöer (skolor, förskolor och kyrkor) och vårdinrättningar (sjukhus, vårdcentraler och äldreboenden).

5.1.15 Resurshushållning

Stockholm Vattens slamstrategi

Stockholm Vattens slamstrategi [31] följer "avfallstrappan"

Stockholm Vattens hantering av avloppsslam ska präglas av:

- hög tillförlitlighet och tillgänglighet
- uppfyllda nationella miljömål och övriga gällande lagar och regler
- god ekonomi
- minsta möjliga påverkan på miljön

Målsättningen är att genom uppströmsarbete och styrning av samrötningen använda slammet enligt strategins översta rangordning. Det är samtidigt viktigt att Stockholm Vatten har möjlighet till flera olika avsättningsmöjligheter för slam.

Återvinning av växtnäringsämnen och organiskt material i slam

Avloppsvatten, fettavskiljarslam och externt organiskt material innehåller växtnäringsämnen, både makronäringsämnen som fosfor, kväve, svavel, kalium m.m. och mikronäringsämnen (spårämnen) som molybden, krom, zink m.fl. Mer än 97 procent av all fosfor i inkommande avloppsvatten avskiljs med avloppsslammet, men endast en mindre del av övriga makronäringsämnen.

Mängden fosfor i den totala svenska produktionen av avloppsslam är drygt 6 000 ton per år. I ett års produktion av matavfall och andra näringsrika restprodukter från livsmedelsindustrin finns drygt 2 000 ton fosfor. Den del av matavfall m.m. som återvinns i form av biogödsel (certifierad rötrest) motsvarar cirka 360 ton fosfor per år. [37].

Det svenska jordbruket är inte självförsörjande med växtnäringsämnen utan importerar årligen i storleksordningen 10 000 ton mineralgödselmedel tillverkade av fosformineral. Fosformineral är en ändlig och livsnödvändig resurs. Näringen i slam från avloppsrening och rötning av organiskt avfall kan, om det används som organiskt gödselmedel på åkermark, ersätta en del av den importerade fosforgödseln. För att nå såväl en långsiktigt hållbar avloppshantering som ett långsiktigt hållbart jordbruk krävs att så mycket som möjligt av den återvunna näringen återförs till åkermarken, där den en gång kom från, i ett kretslopp mellan stad och land. Kravet är dock att denna näring är så ren att den kan återanvändas utan olägenheter för miljön samt människors och djurs hälsa. Avloppsslam ska uppfylla kvalitetskraven i lagstiftningen och i REVAQ:s certifieringsregler.

Under 2013 producerades sammanlagt 73 800 ton rötat och avvattnat slam vid Henriksdals och Bromma reningsverk. Samma år användes 13 400 ton för gödsling av åkermark i Uppland, Västmanland och Södermanland. Alla gränsvärden för avloppsslam för användning på åkermark uppfylldes med undantag för det slam som producerades i Bromma under ett par månader.

Mängden totalfosfor och totalkväve i Stockholm Vattens slam är i dagsläget cirka 130 respektive 200 ton per år. Av totalkvävet utgjorde cirka 50 ton av lättillgängligt ammoniumkväve. Mängden av andra makronäringsämnen, till exempel kalium, i avloppsslam är mycket liten i förhållande till odlade gröders kvävebehov och därför av mindre betydelse.

Även användning av slam för täckning av avfallsdeponier och gruvområdena innebär återvinning av näringsämnen, eftersom ingen extra näring då behöver tillsättas vid växtetablering. Dessutom återvinns slammets organiska material. Alternativet till att använda slam för täckning är att använda naturmaterial som matjord och torv eller andra typer restprodukter. Allt slam från Henriksdal, cirka 80 procent av Stockholm Vattens årliga slamproduktion, används för efterbehandling av markområden vid gruvor och sandmagasin. Av Brommaverkets slamproduktion användes 10 300 ton avvattnat avloppsslam för sluttäckning av avfallsdeponier år 2013.

Stockholm Vatten har en slamstrategi med en uttalad ambition att så mycket slam som möjligt ska användas i jordsbruket. En förutsättning för det är att slamproduktionen fortsätter att vara certifierad enligt REVAQ. Branschorganisationerna Svenskt Vatten och LRF har kommit överens om att enbart slam från avloppsreningsverk som har certifierats enligt REVAQ ska användas i jordbruket. Ocertyfierat slam ska inte användas även om det uppfyller de lagstadgade kraven.

Det mesta av slammet från Bromma reningsverk, vilket i dagsläget utgör cirka 20 procent av Stockholm Vattens nuvarande produktion av rötat och avvattnat slam, används för närvarande i jordbruket. En av Stockholm Vattens målsättningar är att öka återföringen av näringsämnen till åkermark. Målet är att 40 procent av fosforinnehållet i Stockholm Vattens slam ska återföras, bland annat i jordbruket år 2018. Detta skulle då motsvara Naturvårdsverkets förslag till etappmål för miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö. Om Stockholm Vatten ska uppfylla Naturvårdsverkets förslag att även 10 procent av kvävet ska återföras, krävs att 65 procent av slammet används på åkermark, alternativt att kväve utvinns i processerna på reningsverken.

Stockholm Vattens slamstrategi uppdaterades 2013 och utgår från bolagets vision, Stockholms miljöprogram 2012-2015 samt det tidigare nationella miljömålet för fosfor i avlopp. Förutom att fortsätta arbeta för att slam används på jordbruksmark ska Stockholm Vatten även säkerställa tillgång till metoder där slam används för produktion av anläggningsjord, återställande av mark eller för sluttäckning av deponier.

Stockholm Vatten har följande rangordningslista för slamhanteringsmetoder:

1. Metoder som nyttiggör växtnäring i slam
2. Metoder som ersätter naturresurser som morän, matjord etc.
3. Metoder som möjliggör energiutvinning.

Utvinning och levereras av biogas för användning som fordonsdrivmedel
 År 2013 utvann Stockholm Vatten cirka 17 miljoner Nm³ rågas. En del av gasen används och kommer att användas som bränsle i reningsverkens värmepannor

och för elproduktion för eget bruk i Henriksdal. Små mängder överskottsgas kan liksom idag behöva facklas. Eftersom metanet i gasen förbränns blir de negativa konsekvenserna för klimatet små. Rötgas som produceras vid Henriksdal uppgraderas av Scandinavian Biogas till fordonsbränsle.

Biogasmängden förväntas öka i proportion till den framtida ökningen av antalet anslutna personer och beräknas ha ökat till i storleksordningen 23 – 37 miljoner Nm³ år 2040.

Uppvärmning av anläggningar och lokaler i Henriksdals reningsverk med förnybar fjärrvärme

Anläggningar och lokaler i Henriksdals reningsverk värms i huvudsak upp med förnybar fjärrvärme från Fortums kraftvärmeverk i Högdalen. Kraftvärmeverkets bränslemix är cirka 70 procent hushållsavfall och cirka 30 procent industriavfall.

5.1.16 Energi och klimatanpassning

Den energianvändning som tas upp i denna MKB är den direkta energianvändningen vid avloppsreningsverket och ledningsnätet, exklusive transporter. Eftersom en stor del av transporterna är av kemikalier som kan köpas in från leverantörer, och med fordon med olika typer av drivmedel (som dock ska klara de så kallad Euro V-kraven), är det inte möjligt att säkert beräkna transporternas energianvändning. Sannolikt är transporternas energianvändning liten jämfört med avloppsverksamhetens totala energianvändning. Enligt en energibalans som SYVAB har gjort i sin tillståndsansökan, beräknades att mindre än 5 procent av verksamhetens totala energianvändning orsakas av transporter. SYVAB bedriver liknande verksamhet som Stockholm Vatten gör i Henriksdal och Sickla.

Avloppsvatten innehåller värmeenergi, som för närvarande utvinns av Norrenergi (avloppsvattnet från Bromma reningsverk) och Fortum (avloppsvattnet från Henriksdals reningsverk) ur det behandlade avloppsvattnet innan det släpps till recipient. Norrenergi utvinner fjärrvärme och fjärrkyla från restvärmen i avloppsvattnet när det passerar Norrenergis anläggning i Solna. Denna utvinning kommer att upphöra när verksamheten vi Bromma avloppsreningsverk avslutas. Ungefär motsvarande värmemängd som idag kommer dock att kunna utvinnas även efter Brommaverkets stängning.

Reningsverket tillförs energi i form av elektricitet som används till pumpar och annan maskinell utrustning samt värme för att värma lokaler och rötammare. Värmen tillförs främst i form av fjärrvärme från Högdalenverket (70 procent förbränning av hushållsavfall). Både el- och värmeförbrukningen förväntas öka i och med utbyggnaden och i takt med de ökade avloppsvattenmängder som tas in i verket.

Huvuddelen av den energirika rågasen, som innehåller metan, från biogasanläggningen för slam och externt organiskt material uppgraderas av externt part till fordonsgas, som ersätter fossila drivmedel. En liten andel av den producerade rågasen används till uppvärmning och elproduktion på reningsverket.

5.2 Planer, gällande bestämmelser, beslut och miljömål

5.2.1 Planförhållanden

Till övervägande del ligger samtliga delar av projektet inom planlagd mark, med undantag för Mälarpassagen samt ett avsnitt vid planerade Sicklaanläggningen. Mellan Bromma och Henriksdal passerar planerad tunnelsträckning en mängd detaljplaner. Flertalet av planerna omfattar inte tunneln, men längs stora sträckor förläggs tunneln under kommunal parkmark och befintliga tunnelanläggningar.

De aktuella påslagen, utrymningsschakten och platserna för ventilation ligger uteslutande i mark som är reglerad i detalj- eller stadsplaner. Marken i planerna är också uteslutande allmän platsmark med bestämmelsen park eller natur.

Hantering av markåtkomst och rådighet avses ske genom ledningsrättsförrättning enligt ledningsrättslagen (SFS 1973:1144). Avloppstunneln läge har förlagts med ambitionen att begränsa intrång på enskilda fastigheter. Lantmäteriförrättning söks hos Lantmäterimyndigheten i Stockholms kommun (KLM) och ska leda fram till beslut om upplåtelse av ledningsrätt, beslut om tillträde, beslut om ersättning med flera beslut. I första hand avser Stockholm Vatten AB träffa frivilliga överenskommelser med berörda fastighetsägare och sakägare, vilka sedan lämnas in till KLM för att läggas till grund för ledningsrättsupplåtelse. Detaljplanestöd bedöms behövas för bland annat tunneln, tunnelmynningar, tekniska anläggningar i bergrum samt avluftningstorn. Tunneln behandlas separat genom tillägsbestämmelser till gällande planer (tilläggsplaner). I övrigt föreslås nya detaljplaner som ersätter gällande planer. Dessa detaljplaner hanterar antingen enstaka tunnelmynningar eller hela anläggningar inklusive mynningar, bergrum och avluftningstorn. Ändring av aktuella planer har initierat.

Förslag till nya detaljplaner

Detaljplaner – för tunneln – som bör startas som tilläggsplaner:

1. Brommaplan – Ålstenskogen
2. Mälarpassagen – Sickla

Detaljplaner, övriga:

1. Teknisk anläggning i bergrum under Ålstenskogen, med påslag och avluftningstorn
2. Påslag vid Årstaskogen/Gullmarsplan (vid marinan)
3. Befintligt och utbyggt avloppsreningsverk i bergrum vid Sickla, med påslag och avluftningstorn

Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen och Stockholms län, RUFS 2010

Regionplanenämnden har utarbetat en regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen, RUFS 2010. Planen är också beslutad av länsstyrelsen som Stockholms läns regionala utvecklingsprogram. Planen beskriver hur Stockholm kan bli Europas mest attraktiva storstadsregion och ger ledning, inspiration och

stöd för inriktning, vägval och samordning för Stockholmsregionens långsiktiga utveckling.

RUFS 2010 består av sex strategier med tillhörande planeringsmål och åtaganden. Ett av åtagandena är att säkra dricksvattenresurserna. En viktig del i det är att Mälaren, som är länets viktigaste vattentäkt, ska skyddas mot föroreningar och att kvaliteten på dricksvattnet säkras för framtiden. I planen anges också att de stora regionala avloppsreningsverken Käppalaverket, Himmerfjärdsverket samt Bromma och Henriksdals reningsverk är viktiga att värna och utveckla så att god vattenkvalitet uppnås i de påverkade recipienterna.

Vidare anges i planen att kopplingen mellan avlopps- och avfallshanteringen och energiförsörjningen bör förstärkas. Satsningar på biogasproduktion bör påskyndas genom samrötning av avloppsslam och avfall, för att ställa om till förnybara bränslen och minska klimatpåverkan. Biogassatsningar bör främjas i anslutning till reningsverk.

Kommunal planering i Henriksdal



Figur 5.17 Henriksdalsanläggningen.

Henriksdals reningsverk är placerat inom planlagt område (stadsplan PI 3925A, laga kraft sedan 1952-07-26). Sicklaanläggningen omfattas av detaljplan (Dp 92099A från 1997) och dess skorsten av stadsplan (PI. 6625A från 1969).

Nacka kommun inledde 2012 ett arbete med att ta fram ett planprogram för det närliggande området mellan Henriksdals trafikplats och Finnboda park. Området är utpekad som förtätningsområde i Nackas översiktsplan. Syftet är att utreda

förutsättningarna för en framtida detaljplanering och utbyggnad av området längs Kvarnholmsvägen. Möjligheterna att förlägga bostäder, kontor, handel m.m. inom programområdet ska utredas. Samråd om programmet är planerat till våren 2014 [39].

De fastigheter som reningsverkets olika anläggningar finns på omfattas inte av några områdesskydd enligt 7 kap. miljöbalken.



Figur 5.18 Sicklaanläggningen. Slamutlastningen till höger och kontorsbyggnaden till vänster ska rivas. Foto: Henrik Tideström, maj 2014).

Kommunal planering i området kring Bromma avloppsreningsverk

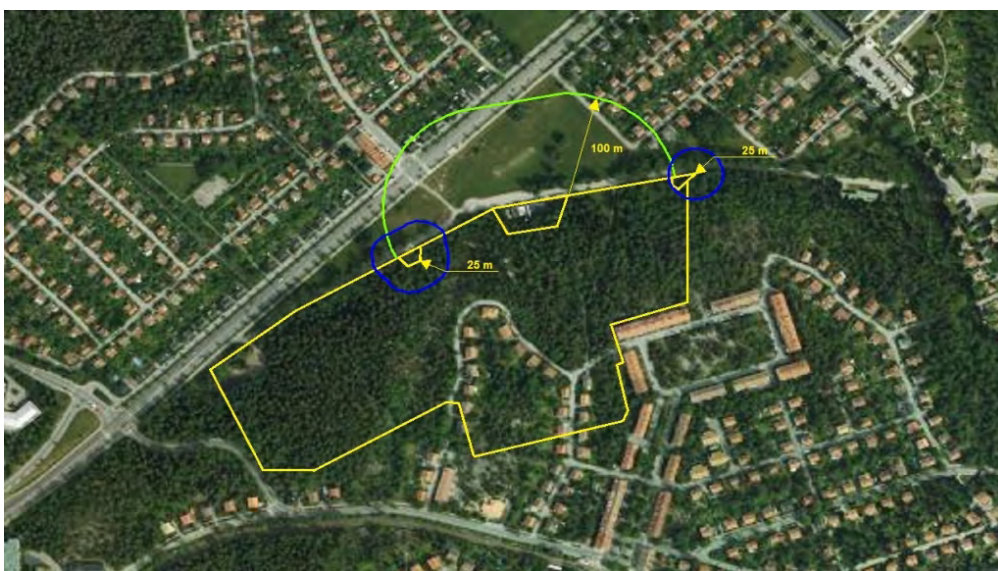
Bromma reningsverk är placerat inom planlagda områden (stadsplan PI 2736, laga kraft sedan 1943-09-17 samt stadsplan PI 6002, laga kraft sedan 1963-10-24).

Bromma reningsverk är placerat på fastigheterna Rötthamaren 1 och Nockeby 1:34. Reningsverket består av två olika anläggningar belägna i Åkeshov och Nockeby. Anläggningarna är förbundna med en 600 meter lång tunnel.

Ett flertal bostadsområden finns i närheten av Bromma reningsverk. Närmast Åkeshovsanläggningen ligger Knypplerskevägen och Bårdgränd. Avståndet till närmaste bostadshus är cirka 40 meter.



Figur 5.19 Bromma reningsverks Åkeshovsanläggning, Rötkammaren 1. Inom ett skyddsområde 100 meter från fastighetsgränsen bör inga nya bostäder uppföras (överenskommelse mellan Länsstyrelsen och Stockholm Vatten).



Figur 5.20 Bromma reningsverks Nockebyanläggning, Nockeby 1:34. Inom ett skyddsområde 100 meter från byggnaden, respektive 25 meter från tunnelmynningarna, bör inga nya bostäder uppföras. (överenskommelse mellan Länsstyrelsen och Stockholm Vatten).

5.2.2 Gällande bestämmelser och skydd enligt miljöbalken

Miljö kvalitetsnormer för ytvatten

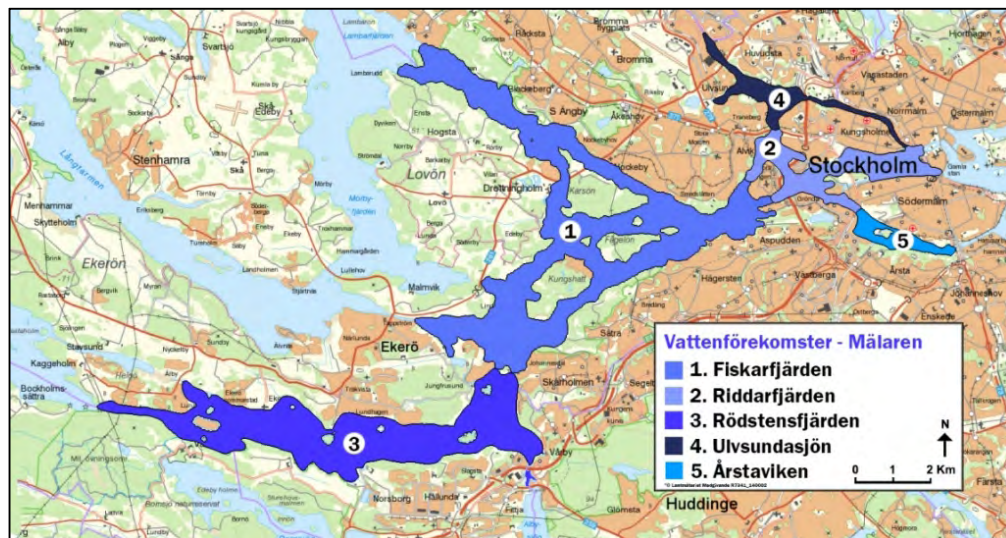
Miljö kvalitetsnormerna ska enligt vattenförvaltningsförordningen fastställas så att tillståndet i vattenförekomsterna inte försämras (det så kallad icke-försämringskravet) och så att den status som framgår av nedanstående tabell uppnås senast till den 22 december 2015.

Tabell 5.5 Miljö kvalitetsnormer för vattenkvalitet.

Ytvatten-förekomster	Kraftigt modifierade eller konstgjorda ytvattenförekomster	Grundvatten-förekomster	Skyddade områden
God ytvattenstatus (det vill säga god ekologisk ytvattenstatus och god kemisk ytvattenstatus)	God ekologisk potential och god kemisk ytvattenstatus	God grundvattenstatus (det vill säga god kvantitativ status och god kemisk status)	Status enligt grundkraven till vänster i tabellen och enligt de regler som skyddar området, strängaste kravet styr

Tabell 5.6 Förslag till ny indelning av vattenförekomster i det område som berör Stockholm Vattens verksamhet (oktober 2014).

Recipient	Vattenförekomst	Ekologisk status	Kemisk status (exkl. kvicksilver)
Mälaren-Rödstensfjärden	SE657330-161320	God	God
Mälaren-Årstaviken	SE657834-162783	God	Uppnår ej god
Mälaren-Fiskarfjärden	SE657865-161900	God	Uppnår ej god
Mälaren-Riddarfjärden	SE658020-162623	Måttlig	Uppnår ej god
Mälaren-Ulvsundasjön	SE658229-162450	Måttlig	Uppnår ej god



Figur 5.21 Vattenförekomsten Mälaren-Stockholm och den nu av Vattenmyndigheten föreslagna uppdelningen i flera vattenförekomster som föreslås gälla fr.o.m. 2015 (©Lantmäteriet, medgivande 12013/0123).

Mälaren-Stockholm

De miljöproblem som Vattenmyndigheten har pekat ut för Mälaren-Stockholm är övergödning, syrefattiga förhållanden och miljögifter. De syrefattiga förhållandena gäller förekomstens djupare vattenlager.

Den ekologiska statusen för Mälaren-Stockholm klassificerades år 2009 av Vattenmyndigheten för norra Östersjön som god och avser den centrala delen av vattenförekomsten. Statusen för näringsämnen justerades från måttlig till god för vattenförekomsten som helhet. Vissa delar, framförallt de mer eller mindre isolerade delarna Ulvsundasjön, Klara sjö och Årstaviken, har betydligt sämre vattenkvalitet men i den sammanvägda bedömningen har näringsförhållandena i de större bassängerna tillmätts störst betydelse. Den gällande miljökvalitetsnormen är God ekologisk status 2015.

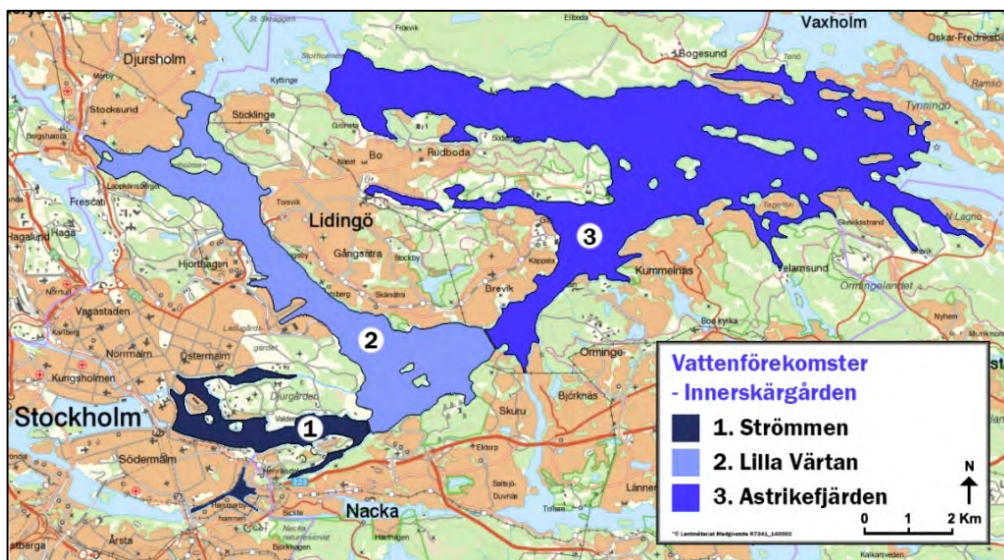
Den beslutade MKN för kemisk status, god kemisk status 2015 bedöms inte kunna uppnås på grund av att halten tributyltenn (TBT) i vatten. Vid en screening utförd år 2005 överskreds den högsta tillåtna koncentrationen 1,5 ng/l. TBT har använts i båtbottenfärg sedan 1960-talet, men användningen är numera förbjuden. Det är tekniskt omöjligt att genomföra åtgärder för att minska koncentrationen av TBT till 2015, varför vattenförekomsten omfattas av ett undantag i form av tidsfrist till 2021 från miljökvalitetsnormen god kemisk ytvattenstatus (VISS).

Halter av kvicksilver (Hg) i fisk överskrider EU-gränsvärdet på 20 µg Hg/kg färskvikt. Den kemiska ytvattenstatusen avseende kvicksilver och kvicksilverföreningar är "Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus". Detta har denna vattenförekomst gemensamt med alla vattenförekomster i landet. Enligt föreskrifter från Vattenmyndigheterna bör dock halterna av kvicksilver och kvicksilverföreningar i vattenförekomsten inte öka.

Strömmen (Saltsjön)

Strömmen är den primära recipienten för utsläpp av renat avloppsvatten från både Bromma och Henriksdals avloppsreningsverk. Med hänsyn till den påverkan som följer av hamnverksamheten i Strömmen har ytvattenförekomsten klassificerats som kraftigt modifierat vatten (KMV) med måttlig ekologisk potential. Lämpliga förbättringsåtgärder som ger ekologiska effekter behöver utredas. Vattenmyndigheten har bedömt att det finns skäl att fastställa miljökvalitetsnormen till god ekologisk potential med tidsfrist till 2021, med avseende på övergödning och morfologiska förändringar. Miljökvalitetsnormen för TBT överskrids i denna ytvattenförekomst och miljökvalitetsnormen god kemisk ytvattenstatus omfattas därför av ett undantag i form av tidsfrist till 2021.

De miljöproblem som Vattenmyndigheten har pekat ut för Strömmen är övergödning och syrefattiga förhållanden, miljögifter, förändrade habitat genom fysisk påverkan och främmande arter. Bedömningen gjordes i december 2009 och övergödning och syrefattiga förhållanden baserades på status (måttlig eller sämre) för näringsämnen, siktdjup och växtplankton (klorofyll, totalbiovolym).



Figur 5.22 Berörda vattenförekomster i Stockholms innerskärgård, beslutade av Vattenmyndigheten 2009 (©Lantmäteriet, medgivande 12013/0123).

Vattenförekomster nedströms Strömmen

Närmast nedströms Mälaren och Strömmen ligger följande vattenförekomster:

Lilla Värtan. Miljöproblem, status och miljökvalitetsnormer överensstämmer med dem för Strömmen.

Astrikfjärden. De miljöproblem som Vattenmyndigheten har pekat ut är övergödning och syrefattiga förhållanden, miljögifter och främmande arter. Miljökvalitetsnormen är god ekologisk status med tidsfrist till 2021 med avseende på övergödning. Den ekologiska statusen är måttlig. Växtplankton uppvisar måttlig status och är avgörande för statusbedömningen. Den kemiska ytvattenstatusen har klassificerats till god och miljökvalitetsnormen är god kemisk status 2015.

Recipienter för bräddvatten

Bräddmöjligheter från det spillvattenförande ledningsnätet finns så att utsläpp i samband med stora nederbördsmängder kan ske till vattenrecipienter på olika ställen i Stockholm och Huddinge. Vattenmyndigheten har klassificerat alla recipienter utom Nälstadiket som vattenförekomster. Deras nummer anges inom parentes.

Tabell 5.7 Recipienter för bräddvatten.

Recipient	Vattenförekomst	Ekologisk status	Bräddning kan ske från:
Nälstadiket	-	-	Stockholms stad
Lillsjön	(NW658202-162244)	Ej klassad	Stockholms stad
Judarn	(SE658151-162000)	Måttlig	Stockholms stad
Bällstaån	(SE658718-161866)	Otillfreds-ställande	Stockholms stad
Drevviken	(SE656793-163709)	Måttlig	Stockholms stad
Trekanten	(SE657886-162585)	Måttlig	Stockholms stad
Långsjön	(SE657387-162326)	Måttlig	Stockholms stad, Huddinge kommun
Magelungen	(SE657041-163174)	Måttlig	Stockholms stad, Huddinge kommun
Trehörningen	(NW656960-162648)	Ej klassad	Huddinge kommun

Stockholm Vatten bevakar tillståndet i de flesta av dessa vattenområden genom regelbundna undersökningar. Resultatet redovisas i miljörapporterna. På grund av teknisk bortledning av dagvatten har den naturliga vattenomsättningen blivit för liten i vissa sjöar och vattendrag med övergödning och algblooming som följd. För att öka vattenomsättningen i Trekanten och Långsjön har dricksvatten tillsatts under 2013.

Områdesskydd kring Henriksdals reningsverk

Henriksdals reningsverksområde och utsläppspunkten ligger inom området Nacka - Norra Boo - Vaxholm - Oxdjupet – Lindalssundet, med riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. miljöbalken.

Sicklaanläggningen är placerad cirka 100 m från naturreservatet Nackareservatets västligaste gräns.

Reningsverkets utlopp ligger i farleden som leder in mot Stadsgårdskajen. Farleden är av riksintresse för sjöfarten.

Områdesskydd kring Bromma reningsverk

Åkeshovanläggningen ligger cirka 250 meter väster om Judarskogens naturreservat. Judarskogen är också Natura 2000-område och riksintresse för naturvård. Cirka 400 meter nordväst om Åkeshovanläggningen ligger gränsen till Kyrksjölotens naturreservat.

I anslutning till Nockebyanläggningen finns riksintresset för Mälaren med öar och strandområden, som är utpekade som riksintresse för turism och friluftsliv enligt 4 kap. 2 § miljöbalken.

Båda anläggningarna ligger inom den sekundära skyddszonen för Östra Mälarens vattenskyddsområde, vilket betyder vissa restriktioner för hanteringen av kemiska produkter m.m., för att inte riskera utsläpp av farliga ämnen till Mälaren.

Reningsverkets utsläppspunkt ligger inom området Nacka – Norra Boo - Vaxholm - Oxdjupet – Lindalssundet, som är utpekade som riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. miljöbalken.

Även Bromma reningsverks utlopp ligger i farleden in mot Stadsgårdskajen (riksintresse för sjöfarten).

Mälaren med öar och stränder är av också av utpekade som riksintresse för rörligt friluftsliv.

Miljökvalitetsnormer för luft

1998 utfärdade regeringen en förordning om miljökvalitetsnormer. De ämnen som reglerades var kvävedioxid/kväveoxider, svaveldioxid och bly. Förordningen har sedan dess kompletterats med ytterligare normer, för partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bensen, kolmonoxid, ozon, arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren.

De flesta normerna är så kallade gränsvärdesnormer som ska följas, medan några är så kallade målsättningsnormer som ska eftersträvas. Normerna baseras huvudsakligen på krav i EU-direktiv. I Sverige föreskrivs normerna i luftkvalitetsförordningen (2010:477).

De svenska miljökvalitetsnormerna för NO₂ i utomhusluft är satta för att undvika hälsoeffekter och ofta krävs betydligt högre halter än dessa för att hälsoeffekter skall uppkomma. Miljökvalitetsnormen för NO₂ som dygnsmedelvärde är 60 µg/m³. Partiklar (PM) i höga koncentrationer i luft kan ge ökad luftvägskänslighet, inflammationer och möjligen öka risken för allergiutveckling.

På motsvarande sätt som för NO₂ är de svenska miljökvalitetsnormerna för PM₁₀ satta för att undvika hälsoeffekter. Beträffande miljöeffekter bedöms nedfall av partiklar och stoft i första hand utgöra en potentiell olägenhet för omgivningen genom "nedsmutsning". Miljökvalitetsnormen för PM₁₀ är 40 µg/m³ årsmedelvärde.

Miljökvalitetsnormer för omgivningsbuller

Genom kartläggning av omgivningsbuller samt upprättande och fastställande av åtgärdsprogram ska det eftersträvas att omgivningsbuller inte medför skadliga

effekter på människors hälsa (miljökvalitetsnorm enligt 5 kap. 2 § första stycket 4 miljöbalken). Enligt Förordning (2004:675) om omgivningsbuller ska:

- Kommuner med mer än 100 000 invånare ska kartlägga omgivningsbullret inom kommunen.
- Trafikverket ska kartlägga buller från vägtrafik vid vägar med en trafiktäthet på mer än tre miljoner fordon per år.
- Trafikverket ska kartlägga buller från järnvägstrafik vid järnvägar med en trafiktäthet på mer än 30 000 tåg per år.
- Trafikverket ska kartlägga buller från flygtrafik vid civila flygplatser med en trafiktäthet på mer än 50 000 flygrörelser per år.

Kartläggningen ska ske minst vart femte år. Kommuner och Trafikverket ska i samband med kartläggningen också ta fram strategiska bullerkartor som visar bullersituationen under det närmast föregående kalenderåret. Aktörerna ska även upprätta åtgärdsprogram för omgivningsbuller samt hålla kartor och program tillgängliga för allmänheten.

5.2.3 Miljökvalitetsmål

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål, 16 miljökvalitetsmål och 24 etappmål. Miljökvalitetsmålen är riksdagens preciseringar av målen 1 kap. 1 § i miljöbalken. På grund av deras övergripande karaktär är de nationella miljökvalitetsmålen inte direkt bindande för enskilda. Däremot är målen styrande för bland annat tillsynsmyndigheternas inriktning och prioritering av sitt tillsynsarbete.

Stockholm Vattens avloppsrening, biogasproduktion och slamhantering bedöms påverka möjligheter att nå följande 10 nationella miljökvalitetsmål;

- | | |
|--------------------------------|---|
| • Begränsad klimatpåverkan | • Grundvatten av god kvalitet |
| • Frisk luft | • Hav i balans, levande kust och skärgård |
| • Giftfri miljö | • Ett rikt odlingslandskap |
| • Ingen övergödning | • God bebyggd miljö |
| • Levande sjöar och vattendrag | • Ett rikt växt- och djurliv |

Tidigare hade Stockholms län och Stockholms stad egna regionala och lokala miljökvalitetsmål. I likhet med flera andra län och kommuner har dessa upphört. Istället har länet, staden och landstinget gemensamt bestämt sig för att göra prioriterade insatser för att nå 6 av de nationella miljökvalitetsmålen som ska nås till år 2020.

Länets prioriterade miljökvalitetsmål 2014 är:

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| • Begränsad klimatpåverkan | • Ingen övergödning |
| • Frisk luft | • God bebyggd miljö |
| • Giftfri miljö | • Ett rikt växt- och djurliv. |

6 Miljökonsekvenser

6.1 Landskap

6.1.1 Sammanfattning

Konsekvenser för landskapsbilden uppkommer främst genom att en ny skorsten byggs på Smedslätten och i viss mån genom nya påslag till tunneln. Konsekvensen bedöms som måttlig i byggskedet. För skorstenen är konsekvensen liten till stor i driftskedet, beroende bland annat på säsong. För påslag uppkommer en liten positiv eller liten negativ konsekvens beroende på om påslaget är nytt eller befintligt. Den sammantagna bedömningen då Bromma reningsverk och slamsilon med utlastningsstation vid Sickla (Hammarby sjö) försvinner är att projektet är positivt med avseende på landskapsbilden. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.1.2 Påverkan

Projektet medför påverkan på landskapsbilden genom byggnation av en skorsten vid Smedslätten, påslag till arbetstunnlarna på sex platser längs tunnelsträckningen samt utrymningsschakt.

Skorstenen kommer att ha en höjd på 30 m och en diameter på ungefär 1,5 m och förankras i berget. Skorstenen konstrueras i stål.

Portarna vid de nya påslagen kommer att vara av stål 4 meter höga och 3 meter breda med pardörrar med en dörr för fotgängare. Portarna står en meter inskjutna i betongväggen, vilket gör dem mer skyddade mot bland annat regn och vind.

Utrymningsschakten består i marknivå av en något upphöjd metallucka i en sarg av betong som täcker schaktet. Vid varje plats finns en uppställningsyta för servicefordon som anläggs med armerat gräs.

Bromma reningsverk och slamsilon med utlastningsstation vid Sickla kommer att försvinna.

6.1.3 Åtgärder

Grundtanken med gestaltningen är att minska intrycket av påslagen och få dem att smälta in i omgivningen. Detta görs främst genom att porten skjuts fram framför påslaget och naturmark anläggs ovanpå porten. Detta medför att man visuellt får bort 3 m bergskärning mellan portar och markyta liksom ett antal kvadratmeter sprängda bergslanter.

För att förhindra att någon faller ner från porten eller från de högre delarna av bergskärningen sätts fallskyddsstängsel från det att bergväggen är 2 m ovan anlagd marknivå.

6.1.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att den förslagna avloppstunneln, bergrummen vid Sickla och de nya utloppsledningarna inte anläggs. Bromma avloppsreningsverk kommer att kvarstå och stadsbilden förändras inte.

Landskapet påverkas under byggtiden av anläggande av nya infarter i berg och angränsande etableringsytor. Här blir upplevelsen påverkad av både markanspråk, inhägnade ytor, arbetsmaskiner och ljud. Påverkan är tillfällig och begränsad i utbredning, men effekten bedöms ändå kunna upplevas som betydande hos dem som rör sig i landskapet på vardagsbasis.

Graden av störningen bedöms som måttlig och värdet hos landskapet i anslutning till befintliga portar är litet, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som liten. Konsekvensen är till stor del övergående.

6.1.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna avloppstunneln inte anläggs, inga konsekvenser uppkommer.

Under driftfasen bedöms påverkan på landskapet minska betydligt. Etableringsytorna har tagits bort och återställts till ursprungligt skick. Portarna in i berg färdigställs med körbar yta, slänter med låg lutning, planteringar osv.

I de fall där befintliga portar använts (Bromma, Liljeholmen och Sickla) bedöms arbeten med slutfinish medföra en positiv effekt. Landskapet bedöms kunna uppfattas som uppsnyggt. Förändringen är måttlig och landskapets värde litet, vilket medför en liten positiv konsekvens. I de fall där nya portar har skapats samt i fallen med utrymningsschakt bedöms en liten negativ konsekvens uppstå.

Den största kvarstående påverkan på landskapet i driftskedet är den tillkommande skorstenen i Smedslätten. Effekten blir en förändrad landskapsbild och kommer att upplevas olika beroende på varifrån man observerar landskapet. Från Alviksvägen skymmer skogen i Smedslätten och förändringen bedöms bli liten. Landskapets värde bedöms som måttligt, vilket sammantaget ger en liten negativ konsekvens. Konsekvensen bedöms som lokal.

Sett från Mälaren eller Eolshällssidan blir effekten av skorstenen en förändrad landskapsbild. Ett skogsområde utan uppstickande föremål belastas nu med en 30 meter hög skorsten som syns ovanför trädtopparna. Förändringen bedöms som liten och landskapets värde som stort, vilket medför en måttlig negativ konsekvens. Konsekvensen bedöms som regional.

Påverkan på landskapet kan periodvis öka under de kalla månaderna, då avgående vattenånga kan bilda en vit rök. Röken kommer att medföra att skorstenen syns tydligare, vilket bedöms medföra att konsekvensen under dessa perioder bedöms som stor. Förhållanden med rök från skorstenen bedöms dock uppkomma förhållandevis sällan.

Sett från markplan i direkt anslutning till skorstenen kommer förändringen att vara stor. Den befintliga grusparkeringen som hittills upplevts som ganska småskalig och väl anpassad till omgivande skog belastas nu med ett storskaligt objekt. Landskapet bedöms ha måttligt värde, vilket ger en stor negativ konsekvens. Konsekvensen bedöms lokal.

För anläggande av skorstenen krävs att befintlig väg till en grusparkering breddas. Detta medför i sin tur att vägen kommer att upplevas som mer dominant lokalt sett istället för att underordna sig landskapet som tidigare. Träd behöver avverkas och slänter kommer att skapas. Förändringen bedöms som måttlig efter återvegetering av slänter. Landskapet bedöms ha ett måttligt värde, vilket betyder att den kvarstående konsekvensen blir måttlig.

Det sökta alternativet medför också att Bromma avloppsreningsverk läggs ner och att området planeras för bostäder. Att reningsverket försvinner bedöms medföra en positiv konsekvens för stadsbilden, men beroende på vad som planeras i området kan konsekvensen bedömas vara av olika grad. Även slamsilon med utlastningsstation vid Sickla försvinner vilket är positivt med avseende på landskapsbilden.



Figur 6.1 Fotomontage från Mälaren mot Ålstensskogen och Skogsbo Gård. Till höger i bild syns Röda Huset och ner mot vattnet ligger Gula Villan. Mitt i bild syns skorstenen.



Figur 6.2 Fotomontage över skorstenen sedd från grusparkeringen vid Skogsbo Gård.

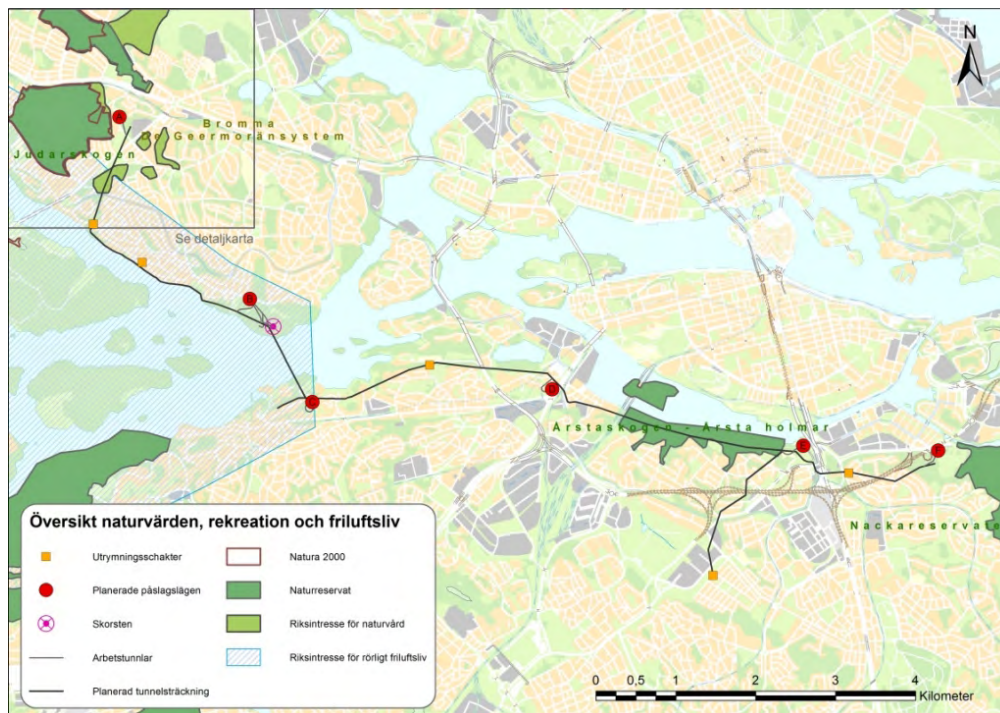
6.2 Naturmiljö

6.2.1 Sammanfattning

Den huvudsakliga direkta påverkan på naturvärden uppstår i samband med påslag, etableringsytor och transporter. Direkta ingrepp på marknivå samt potentiella grundvattensänkningar och dess effekter är de viktigaste aspekterna för naturmiljön. I flertalet fall har naturvärdet bedömts som måttligt, påverkan som liten och den negativa konsekvensen som liten. Övergripande är en minskad kvävebelastning på skärgården långsiktigt gynnsam för den biologiska mångfalden. Nollalternativet har indirekt negativa konsekvenser då kväve- och fosforbelastning samt påverkan från brädd kvarstår på dagens nivå.

6.2.2 Påverkan

Projektet medför påverkan på naturmiljön genom de områden som tas i anspråk för nya påslag på tre platser längs tunnelsträckningen samt för etableringsytor, anslutningar och utrymningsschakt. Påverkan kan också ske genom att grundvattennivån sjunker när tunneln byggs. De tillfälliga grundvattensänkningar som kommer att ske under byggskedet liknar förhållandena som inträffar under torrår, vilket generellt sett inte bedöms påverka växtligheten.



Figur 6.3 Översikt, särskilda natur- och rekreationsvärden.

För utloppsrören kommer viss grumling av bottensediment att ske under byggskedet, vilket innebär att det finns risk för spridning av partiklar och föroreningar.

6.2.3 Åtgärder

Förutom arkivstudier har också en naturvärdesinventering genomförts för alternativa påslagslägen, förslag till placering av utrymningsschakt och ventilation. På så sätt har för- och nackdelar med respektive position redan i ett tidigt skede kunnat vägas också med avseende på den lokala naturmiljön. Markanspråk i anslutning till arter prioriterade i artskyddsförordningen har undvikits.

Större träd och brynzoner ska sparas i största möjliga utsträckning. Större träd i anslutning till påslag och etableringsytor mäts in och hänsyn tas till dessa i fortsatt projektering.

Inför byggskedet ska kända naturvärden i anslutning till ytor med markanspråk märkas ut. En förbesiktning av naturvärdena ska genomföras. Arbetet ska utföras av sakkunnig person.

Större träd ska skyddas mot skador på grenverk, stammar och rötter genom exempelvis förebyggande beskärning, inplankning av stam och körmattor över rotzonen. Arbetet ska utföras av sakkunnig person.

De träd som måste avverkas ska sparas som död ved i närområdet för att gynna insekter och svampar. Träden placeras helst inom naturvärden i anslutning till påslagen. Arbetet ska utföras av sakkunnig person.

Avbaningsmassor ska sparas i anslutning till etableringsytorna. Efter byggskedet ska slänter och bara ytor täckas med avbaningsmassor.

Efter byggskedet ska efterbesiktning göras i de naturvärden som märkts ut och där förbesiktning genomförts.

För att minimera grundvattensänkning och risken för sättningpåverkan på fastigheter runt Åkeshov kommer samtliga skyddsåtgärder att vara förberedda. Åtgärderna ger därmed också ett skydd för de höga naturvärdena runt Judarn.

Detaljprojektering för anslutningsschakter och byggväg i Åkeshov pågår. Markanspråk och genomförande kommer att anpassas i största möjliga utsträckning till förekommande naturvärden.

6.2.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna bergtunneln inte anläggs. Det betyder att nedanstående markanspråk för påslag, utrymningsschakt och ventilation inte uppkommer.

Påverkan på naturmiljö bedöms främst kunna ske via direkta ingrepp på marknivå (byggskedet) samt potentiella grundvattensänkningar och effekterna av dessa. Eftersom avloppstunneln på långa sträckor ligger under befintliga tunnlar samt eftersom kraven på tätning kommer att vara höga bedöms den huvudsakliga påverkan på naturvärden ske i samband med ovanjordsarbeten såsom påslag, etableringsytor och transporter.

Natura 2000-område och naturreservat Judarskogen bedöms löpa låg risk för påverkan under byggtiden. Det påslag som kommer att användas är befintligt och ligger utanför Natura 2000-området och naturreservatet. Markanspråk inom Natura 2000-område eller naturreservat kommer inte att ske.

De tillfälliga grundvattensänkningar som kan ske under byggskedet liknar förhållandena som inträffar under torrår. Om nederbördsmängderna samtidigt är små kommer förhållandena att likna extrema torrår. Byggperioden kan alltså jämföras med några på varandra följande torrår. Växtligheten är anpassad till naturliga variationer och bedöms därför inte påverkas nämnvärt.

Riksintresset Bromma De Geer-moränsystemen ligger i sina östra delar i direkt anslutning till sträckningen, men markanspråk är inte planerade i det aktuella området. Negativa konsekvenser bedöms inte uppstå.

Val av lägen för nya påslag har skett med hänsyn till resultaten från naturvärdesinventeringen. Påslag i anslutning till arter prioriterade i artskyddsförordningen har undvikits. Etableringsytor i anslutning till påslagen bedöms ha liten påverkan på skyddsvärda miljöer eftersom de har lokaliserats till redan hårdgjorda ytor, områden med extensiv skötsel (klippta gräsytor) eller områden som vid inventering har bedömts sakna naturvärden.

Befintligt påslag vid Bromma reningsverk/Åkeshov omges av ädellövskog, som har ett påtagligt naturvärde och som också är identifierat som skyddsvärd trädmiljö av länsstyrelsen i Stockholms län. Ett fåtal unga triviallövträd i anslutning till befintlig infart behöver avverkas. Detta bedöms inte påverka naturvärdet. Etableringsyta föreslås på en gräsyta i direkt anslutning till påslaget. Negativa konsekvenser bedöms inte uppstå.

Anslutning och schakter i Bromma ligger inom en blandskog med högt naturvärde knutet till död ved, ek, ask, hassel och lundflora. Värdet är även knutet till den blockrika marken, till exempel som potentiellt område för övervintring för grod- och kräldjur. Östra kanten av området (mot reningsverket) är påverkat av tidigare markanspråk medan den södra kanten av området och de inre delarna mot kraftledningsgatan är mer opåverkade. Detaljprojektering pågår och det slutliga markanspråket är i dagsläget inte klargjort, men en del av området kommer att tas i anspråk för två schakter, en byggväg och ett arbetsområde. En fridlyst art som kan komma att beröras lokalt är blåsippra. Eventuell dispens söks senare, när detaljprojektering klarnat.

För att ta hänsyn till naturvärden runt Åkeshov bör markanspråk skjutas så långt österut som möjligt inom naturvärdet. Etablering bör om möjligt ske utanför naturvärdet. Ek, ask, hassel, död ved, blockighet och områden med potentiell lundflora bör sparas. Beroende på markanspråk kan också övervägas om markarbeten ska förläggas till sommarhalvåret. Små till måttliga negativa konsekvenser bedöms kunna uppkomma, men konsekvensen är osäker på grund av ej klargjort markanspråk.

Utrymningsschaktet i Nockebyskogen (Källviken 1) föreslås på en gräsyta i direkt anslutning till Grönviksvägen. I närområdet finns en större stig genom Nockebyskogen och relativt gott om utrymme. Avverkning av något yngre träd kan bli aktuellt. Den negativa konsekvensen för naturmiljö bedöms som liten. Äldre träd skyddas under byggtiden och avverkade träd sparas som död ved i närområdet.

Utrymningsschaktet vid Grönviksvägen (Källviken 2) ligger i ett bergparti mot Mälaren, som har bedömts sakna naturvärden. Bergpartiet kommer att förändras något när befintlig stig breddas till motsvarande storlek som en gång- och cykelväg. Något träd kan behöva avverkas och den negativa konsekvensen bedöms som liten. Äldre träd i närområdet bör skyddas under byggtiden.

Söder om föreslaget nytt påslag i Ålsstensskogen ligger en hållmarksskog dominerad av tall. Objektet bedöms som ett högt naturvärde (näst högsta klass). Påslaget är lokaliserat så att infart i berget sker från Alviksvägen. Förskärningen sträcker sig en bit in i berget och angränsar till naturvärdet. Ett fåtal träd i anslutning till Alviksvägen behöver avverkas, vilket inte bedöms påverka naturvärdet. Äldre träd skyddas under byggtiden. Avverkade träd sparas som död ved i närområdet. Etableringsyta föreslås på en gräsyta i direkt anslutning till påslaget och är anpassat efter äldre träd, fornlämningar och friluftsliv. Små, negativa konsekvenser bedöms uppstå.

Föreslagen ventilation i Smedslätten lokaliseras till utkanten av en grusparkering inom ett område med visst naturvärde (lägsta klass). Själva skorstenen bedöms inte påverka naturvärdet, men vägen ner till grusparkeringen behöver breddas något. Detta medför att träd behöver avverkas. Den västra sidan har bedömts som något bättre lämpad för detta (enligt naturvärdesinventeringen). Naturvärdet bedöms som måttligt och påverkan som liten, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som liten.

Påslaget vid Eolshäll ligger på den fotbollsplan som finns strax söder om Hägerstens allé. Etableringsytan föreslås i huvudsak på grusplanen och är i övrigt anpassad till de naturvärden som finns i området. Naturvärden i form av äldre träd, ekbackar osv runt fotbollsplanen bedöms därmed inte påverkas av markanspråk. Utrymningsschaktet placeras inom etableringsytan för påslaget och ger inte upphov till något tillkommande markanspråk.

Utrymningsschaktet vid Vinterviksvägen (Vinterviken) ligger i ädellövskog anslutning till ett gång- och cykelstråk mellan Vinterviken och Aspuddens skola. Något träd kan behöva avverkas för schaktet eller för eventuell breddning av gång- och cykelvägen. Naturvärdet bedöms som måttligt och påverkan som liten, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som liten.

Runt påslaget vid Liljeholmen finns ädellövskog som är identifierat som ett naturvärde. Värdena bedöms i huvudsak vara knutna till ek. Etableringsytan är anpassad efter tidigare arbeten i området och tar inte i anspråk ytterligare mark eller naturvärden. Negativa konsekvenser för naturmiljö bedöms inte uppstå.

Påslaget vid Gullmarsplan (Skansbacken) föreslås i anslutning till det som planeras bli Årstaskogens naturreservat. I genomförd naturinventering bedöms att området inte har något naturvärde. Påslaget är omgivet av trivial lövskog. Etableringsytan anläggs i slänten söder om gatan vilket kräver avverkning av sly. Påverkan kommer att uppstå, men slänten bedöms relativt snabbt återvegeteras efter att byggtiden är över. Den negativa konsekvensen bedöms som liten.

Utrymningsschaktet i Hammarby föreslås på en gräsyta i direkt anslutning till både gata och byggnader. Ytan bedöms inte ha något naturvärde och konsekvenser för naturmiljö bedöms inte uppstå.

Påslaget vid Sickla föreslås nedanför en del av Hammarbybacken som har bedömts som visst naturvärde. Värdet är knutet till äldre tall och bedöms därmed inte påverkas eftersom endast yngre träd i gränzonen kan behöva avverkas. Den yta som föreslås som etableringsyta ligger inom Stockholm Vattens fastighet och är i huvudsak hårdgjord. Negativa konsekvenser bedöms inte uppstå.

Nackareservatet bedöms inte påverkas av markanspråk för föreslagen tunnel eftersom samtliga påslag ligger utanför naturreservatet.

Runt Årsta holmar, Sicklasjön och delar av Sickla kanal samt runt Svindersviken råder strandskydd. Strandskyddet runt Sickla kanal sträcker sig fram till dagens anläggning och omfattar delar av Stockholm Vattens fastighet. Området är inhägnat och marken är hårdgjord, vilket medför att det inte bedöms ha något värde för vattenlevande växter och djur. Projektet bedöms därmed inte strida mot strandskyddets biologiska syfte.

6.2.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär att den förslagna avloppstunneln inte anläggs. Spillvatten hanteras och anläggningarna driftas som idag. Negativa konsekvenser för naturmiljö uppstår inte.

En tunnel medför ett visst inläckage av grundvatten från omgivande berg. Detta medför i sin tur ett sänkt tryck i berget följt av en ökad infiltration från omgivande jordlager till berg och jordlagret får då en sänkning av grundvattennivån. Storleken på avsänkningen är olika beroende på jordlagrets genomsläpplighet.

Växtligheten på en plats är anpassad till de förhållanden som råder. Vegetation i inströmningsområden (höjder i terrängen) är beroende av nederbörd och är vanligtvis inte så känslig för en grundvattensänkning. Vegetation i utströmningsområden (lågpunkter i terrängen) kan däremot vara känslig för en grundvattensänkning. Grundvattenberoende biotoper på torr-frisk eller fuktig-våt mark i gränslandet mellan berg och lera, s.k. randzoner (sluttningar), kan påverkas negativt av en grundvattensänkning. En avsänkning av grundvattnet i lågpunkter eller randzoner kan medföra att vegetationen på sikt kommer att utvecklas mot arter som är anpassade till en lägre vattentillgång.

Biotoper som bedöms som icke-känsliga för grundvattensänkning är skog som växer på hållmark, öppen och halvöppen mark, intensivskött gräsmark samt odlingslotter. Det medför att stora delar av Nockebyskogen, Ålstensskogen, skog i Eolshäll, skog i Vinterviken och Årtaskogen inte bedöms vara känsliga för grundvattensänkning.

Naturvärden bedöms generellt sett löpa liten risk för påverkan av permanent grundvattensänkning under driftskedet. Avloppstunneln ligger på långa sträckor under befintliga tunnlar och kraven på tätning är höga. Eftersom tunneln ligger

djupt fördelas också grundvattensänkningen över ett stort område och blir inte stor i enskilda punkter. Biotoper i randzoner mellan berg och lera, som skulle kunna påverkas, förekommer i huvudsak i Bromma/Åkeshov, vid Ålsten och Örnberg. Fuktiga biotoper i lågpunkter förekommer i Smedslätten och i Sickla, se vidare nedan.

De högsta naturvärdena återfinns runt Judarn i anslutning till avloppstunnelns första delsträcka. Påverkansområdet för grundvattensänkning överlappar det östligaste hörnet av Natura 2000-området. Ungefär hälften av den överlappande zonen består av en intensivt skött gräsmark, som inte bedöms vara känslig för grundvattensänkning. Resterande del av den överlappande zonen består av ädellövskog som står på morän. Området är dränerat redan idag p.g.a. övriga tunnlar och växtligheten är anpassad efter de förhållandena. Den totala ökningen av inläckaget p.g.a. avloppstunneln beräknas bli litet. Grundvattennivåerna i stora delar av området måste dessutom hållas uppe för att skydda fastigheter mot sättningar. Genom föreslagna skyddsåtgärder ska tunneln inte orsaka skadlig grundvattensänkning för naturvärden, och negativa konsekvenser bedöms inte uppstå.

I Bromma/Åkeshov finns en ädellövskog i randzonen mot lera vid Åkeshovsvägen. Naturvärdesinventeringen visar på påtagligt naturvärde för delar av området. Ungefär samma område är också utpekad som skyddsvärd skog av länsstyrelsen i Stockholms län. Skogen ligger inte inom Natura 2000 eller naturreservat. En del grova träd, bl.a. en jätteeik finns inom området. Området är dränerat redan idag p.g.a. övriga tunnlar och växtligheten är anpassad efter de förhållandena. Föreslagna skyddsåtgärder för fastigheter bedöms också medföra ett visst skydd även för naturvärden. Små negativa konsekvenser bedöms uppkomma på grund av grundvattensänkning.

I Ålstensparken finns en ädellövskog i randzonen mot lera vid Ålstensängen. Naturvärdesinventeringen visar på påtagligt naturvärde för en mycket begränsad del av området. Skogen har i övrigt inget skydd och är inte utpekad som skyddsvärd trädmiljö av länsstyrelsen. Små negativa konsekvenser kan uppkomma på grund av grundvattensänkning.

Biotopkartan visar lägen för mindre våtmarker, dammar och fuktig skog, vilka kan vara viktiga biotoper för groddjur. De flesta våtmarker i anslutning till avloppstunneln ligger på berg i hållmarksskog eller på lera som är tät. Dessa objekt bedöms därför inte vara känsliga för grundvattensänkning. Våtmarker av denna typ finns i Ålstensskogen, Vinterviken, Årstaskogen och Sickla.

Procentuellt sett är det mycket lite av den totala avrinningen som dräneras in till avloppstunneln. Täthetskraven är höga och tunneln ligger på stort djup. Det betyder att dränering kommer att ske av ett stort område och att påverkan blir utspridd över en stor yta. Det är därför inte troligt att små lokala värden påverkas annat än vid extrema förhållanden. De våtmarker som finns i anslutning till

tunneln finns där antingen för att det är ett utströmningsområde eller för att det finns en avgränsad svacka med tät botten som samlar vatten. De flesta av objekten bedöms dessutom vara beroende av tillrinnande ytvatten snarare än av grundvatten.

I Ålstensskogen sydost om pulkabacken ligger en mindre våtmark i barrskog på gränsen mellan berg och morän. En servicetunnel går under våtmarken. Biotopen kan vara beroende av både grundvatten och tillrinnande nederbörd. Bortledningen av grundvatten beräknas bli en liten del av grundvattenbildningen. Servicetunneln kan medföra att vattentillgången i biotopen minskar något, men biotopen kan också vara så pass tät i botten att den inte påverkas alls. Små till måttliga negativa och lokala konsekvenser kan uppkomma. I närområdet finns ytterligare fem våtmarker som inte bedöms påverkas av grundvattensänkning. Tillgången på liknande biotoper i närområdet bedöms som god.

I Örnsberg finns en hållmarksädellövskog och en intensivt skött gräsyta i randzonen mot Selmedalsringen. Biotopen bedöms inte som känslig för grundvattensänkning.

En fuktig biotop finns också nordost om Sickla ner mot Sicklasjön. Biotopen ligger inom Nackareservatet. Biotopen bedöms ha tillgång till både grundvatten, tillrinnande nederbörd från Hammarbybacken och ligger också i direkt anslutning till ytvatten. Biotopen bedöms därför inte vara känslig för grundvattensänkning.

De nya utloppsrören placeras på samma nivå och invid de befintliga utloppsrören och bedöms därför ha försumbar negativ konsekvens på vatten- och naturmiljö i driftskedet.

6.3 Rekreation och friluftsliv

6.3.1 Sammanfattning

Påverkan på friluftsliv sker främst i byggskedet i samband med ovanjordsarbeten och åtgärder innefattar att avskärma etableringsytor med plank och stängsel. Under driftskedet bedöms varken rekreation eller friluftsliv komma att påverkas nämnvärt. En liten negativ konsekvens bedöms uppstå i och med att rekreationsupplevelsen på vissa håll kan försämrats lokalt. Nollalternativet medför att badplatser i Mälaren riskerar sämre badvattenkvalitet i och med att bräddningar fortsätter.

6.3.2 Påverkan

I byggfasen kommer etableringsytor vid påslag och utrymningsschakt att utgöra ett lokalt hinder och eventuellt störande element i närområdet.

Under byggskedet kommer strandpromenaden vid Finnboda sannolikt att behöva stängas av i den del där arbeten kommer att utföras. Strandpromenaden korsar ledningarna och eftersom det är ett relativt litet område där både maskiner och

masshantering ska rymmas är det inte troligt att det går att få plats med en provisorisk passage som blir säker och trevlig för promenad. Eftersom tillfartsvägen till området är smal är det inte lämpligt med gångtrafik den vägen. Gångvägen kommer därför att tillfälligt behöva ledas om upp till Östra Finnbodavägen.

Detaljplanen anger att marken ska vara tillgänglig för allmänheten men säkerställer också att utloppsrören ska kunna finnas på platsen. Arbetena är nödvändiga för utloppsledningarnas funktion och hindrar bara tillfälligt allmänhetens tillträde till området. Konsekvenserna bedöms som måttligt negativa.

I sökt verksamhet kommer volymen bräddvatten till Mälaren av halveras, jämfört med både nollalternativ och dagens situation, och påverkan på badvattenkvalitet minskar därmed.

Anläggningen i Sickla gränsar till Hammarbybacken, där skidåkning bedrivs under vintern.

6.3.3 Åtgärder

Etableringsytor avskärmas via stängsel. Information om projektet och planerade arbeten sätts vid etableringsytorna samt skickas till närboende. Förståelse för vad som pågår kan medföra ökad tolerans mot störningar samt minskar överraskningseffekten.

Vid etableringsytan i Smedslätten anläggs en stig för att underlätta åtkomst till pulkabacken. Nedre delen av backen kompletteras med ett skydd mot den föreslagna etableringsytan.

Vid påslaget vid Gullmarsplan (Sundstabacken) säkerställs en gångpassage på en del av vägbanan för fortsatt tillgänglighet för rekreation och friluftsliv.

6.3.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna avloppstunneln, bergrummen vid Sickla och de nya utloppsledningarna inte anläggs. Det betyder att nedanstående markanspråk för påslag, utrymningsschakt och ventilation inte uppkommer.

Påverkan på friluftsliv bedöms främst ske i byggskedet. De viktigaste aspekterna bedöms vara markanspråk samt etablering under byggtiden. Det är i samband med ovanjordsarbeten som till exempel påslag och etableringsytor som friluftsliv kan påverkas som mest. Arbete med anslutningar och utrymningsschakt bedöms medföra en tillfällig påverkan på rekreation och friluftsliv och generellt sett små negativa konsekvenser. För byggfasen beskrivs därför påverkan av påslag och etableringsytor och den verksamhet som förekommer där.

Riksintresse för rörligt friluftsliv Mälaren med öar och strandområden bedöms inte påverkas i själva kärnvärdet av föreslagen ledning. Påverkan är begränsad i tid

och påslaget vid Smedslätten ligger relativt långt från stranden. Tillgängligheten till riksintresset bedöms därför inte påverkas negativt.

Påslaget i Bromma ligger i direkt anslutning till Åkeshovs ridanläggning. Påslaget är befintligt och tar därmed inte i anspråk mark som används för rekreation. Under byggtiden kommer etableringsytan i anslutning till påslaget att medföra effekter som ökade ljudnivåer, vilket påverkar rekreationsupplevelsen. I direkt anslutning till etableringsytorna beräknas den maximala ljudnivån till 75-80 dBA. Vid Åkeshovs ridanläggning har ljudnivån minskat till ungefär 60 dBA. Antalet människor som kan uppleva störning bedöms som måttligt och förändringen är under byggtiden måttlig, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som måttlig och lokal.

Påslaget i Smedslätten ligger i direkt anslutning till ett friluftsområde och en pulkabacke. Byggtiden för Brommatunneln är så pass lång att det handlar om en stor del av ett barns uppväxttid. Sett ur ett barnperspektiv bedöms etablering i anslutning till pulkabacken därför som en stor negativ konsekvens. Värdet är måttligt och påverkan är stor. Pulkabacken kommer med föreslagna åtgärder att kunna användas under byggtiden, men upplevelsen kommer att påverkas av buller från etableringsytan under vardagar. Den negativa konsekvensen bedöms som måttlig och lokal.

Etableringsytan ligger i direkt anslutning till områden som används för rekreation och friluftsliv. Verksamheten på denna yta under byggtiden kommer att medföra effekter som ökade ljudnivåer, vilket påverkar rekreationsupplevelsen under vardagar. I direkt anslutning till etableringsytan beräknas den maximala ljudnivån till 75-80 dBA. På ungefär 100 m avstånd från etableringsytan har ljudnivån minskat till ungefär 60 dBA. Antalet människor som kan uppleva störning bedöms som måttligt och förändringen är under byggtiden måttlig, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som måttlig.

Påslaget i Eolshäll föreslås ligga på en befintlig fotbollsplan. Byggtiden kommer därmed att medföra både ett markanspråk som omöjliggör fotbollspelande på befintlig fotbollsplan, men marken kommer att omdisponeras så att fotbollsspel på närliggande ytor möjliggörs. Byggandet medför även effekter som ökade ljudnivåer, vilket påverkar rekreationsupplevelsen i närområdet under vardagar. I direkt anslutning till etableringsytorna beräknas den maximala ljudnivån till 75-80 dBA. På ungefär 100 m avstånd från etableringsytan har ljudnivån minskat till ungefär 60 dBA. Antalet människor som kan uppleva störning bedöms som måttligt och förändringen är under byggtiden måttlig, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som måttlig. Avståndet till Eolshälls 4H-gård från etableringsytan är ungefär 200 m. Gården bedöms inte påverkas av verksamheter vid påslaget och etableringsytan.

Föreslaget påslag vid Gullmarsplan ligger i utkanten av det planerade naturreservatet Årtaskogen-Årsta holmar vid en av accesspunkterna till

naturområdet. Den mark som tas i anspråk bedöms inte har något värde för friluftslivet, men många människor passerar området. Som åtgärder föreslås inhägnad och tydlig avgränsning av etableringsytan samt säkerställande av gångpassage på en del av vägbanan.

Nackareservatet bedöms inte påverkas av föreslagen avloppstunnel. Samtliga påslag ligger utanför naturreservatet.

Riksintresse för friluftsliv Nacka-Erstavik bedöms inte påverkas av föreslagen tunnel. Samtliga påslag ligger utanför riksintresset.

6.3.5 Konsekvenser driftfas

Avloppstunneln

Nollalternativet innebär att den förslagna avloppstunneln, bergrummen vid Sickla och de nya utloppsledningarna inte anläggs. Spillvatten driftas som idag. Negativa konsekvenser uppstår inte.

Rekreation och friluftsliv bedöms inte påverkas nämnvärt under driftskedet. Antalet transporter vid servicetunnlarna kommer att vara mycket få och sker i huvudsak under vardagar och dagtid, då friluftslivet är som minst aktivt. Transporter till utrymningsschakten sker bara vid nödsituationer.

Av de föreslagna påslagen är hälften befintliga och hälften nya. Det nya påslaget i Smedslätten bedöms ta förhållandevis lite mark i anspråk under driftfasen. Pulkabacken återställs. Påslaget medför därmed små negativa konsekvenser för rekreation och friluftsliv under driftfasen.

Påslaget i Eolshäll kommer att läggas igen och fotbollsplanen återställs. Utrymningsschaktet kommer att ta lite mark i anspråk under driftfasen. Små, negativa konsekvenser för rekreation och friluftsliv uppkommer under driftfasen.

Påslaget vid Gullmarsplan ligger i kanten på Skansbacken. Påslaget bedöms ta förhållandevis lite mark i anspråk under driftfasen. Marken används inte för rekreation. Påslaget bedöms medföra små negativa konsekvenser för rekreation och friluftsliv under driftfasen.

Föreslagen ventilation i Smedslätten lokaliseras till utkanten av en grusparkering. Vägen ner till grusparkeringen behöver breddas något, vilket tillsammans med själva skorstenen bedöms medföra att rekreationsupplevelsen försämras lokalt. Samtidigt ökar tillgängligheten något via en förbättrad väg. Den negativa konsekvensen bedöms sammantaget som liten.

Utrymningsschaktet i Nockebyskogen ligger i direkt anslutning till Grönviksvägen. I närområdet finns en större stig genom Nockebyskogen, som kommer att kunna behållas. Konsekvenserna för rekreation bedöms som små.

Utrymningsschaktet vid Grönviksvägen ligger i ett bergparti mot Mälaren. Åtkomst till schaktet föreslås ske från Grönviksvägen. Området används för närrekreation och erbjuder utsikt över Mälaren samt vattenkontakt. Bergpartiet kommer att förändras något i direkt anslutning till Grönviksvägen. Den negativa konsekvensen bedöms sammantaget som liten.

Utrymningsschaktet vid Vinterviksvägen ligger i anslutning till ett gång- och cykelstråk mellan Vinterviken och Aspuddens skola. Åtkomst till schaktet sker från Aspuddens skola via gång- och cykelbanan, som kan behöva breddas något. Konsekvenserna för rekreation bedöms som små.

Runt Årsta holmar, Sicklasjön och delar av Sickla kanal samt runt Svindersviken råder strandskydd. Strandskyddet runt Sickla kanal sträcker sig fram till dagens anläggning och omfattar delar av Stockholm Vattens fastighet. Området är inhägnat och inte tillgängligt för allmänheten, vilket medför att det inte bedöms ha något värde för friluftslivet. Projektet bedöms därmed inte strida mot strandskyddets tillgänglighetssyfte.

Henriksdal reningsverk

I nollalternativet är avloppshanteringens påverkan på halten av patogena (sjukdomsframkallande) mikroorganismer i badvatten störst vid bräddningar på ledningsnätet. Halten i utgående renat avloppsvatten har väsentligt lägre halt av mikroorganismer och brukar inte påverka badvattenkvaliteten. Reningsgraden i reningsverket är i storleksordningen 99 procent.

Den hygieniska vattenkvaliteten på de badplatser i Mälaren som i dagsläget har förhöjda bakteriehalter på grund av bräddningar blir oförändrad men riskerar att försämrats i framtiden i nollalternativet. De hygieniska förhållandena vid badplatser i Strömmen och längre utströms påverkas sannolikt inte eftersom bakterier av fekal ursprung har relativt kort överlevnadstid i recipienter under badsäsongen.

Den sökta verksamheten innebär en minskad tillförsel av smittämnen till Mälaren och Strömmen via bräddningar. Skillnaden mot nollalternativet kommer mest att märkas närmast bräddpunkterna i Mälaren, särskilt i den nyutnämnda vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärden. Inga kommunala badplatser i innerskärgården bedöms påverkas av Stockholms Vattens utsläpp under normala förhållanden och de som klassas som EU-badplatser ligger på stort avstånd. Skillnaden mellan nollalternativet och den sökta verksamheten blir mycket liten eller försumbar när det gäller hygieniska förhållanden vid badplatserna i Strömmen och övriga innerskärgården.

Avseende lukt så minskar risken för störning till omgivningen och även Hammarbybacken, se avsnitt 6.9. Avseende buller bedöms den sökta verksamheten inte innebära någon skillnad jämfört med nollalternativet.

Eftersom strandpromenaden återställs medför vattenverksamheten avseende utloppsledningarna försumbar negativ konsekvens i driftskedet.

6.4 Kulturmiljö

6.4.1 Sammanfattning

De viktigaste påverkansaspekterna för kulturmiljön bedöms vara direkta ingrepp på marknivå samt potentiella grundvattensänkningar och effekterna av dessa. Den negativa konsekvensen för kulturmiljö anses vara liten eller försumbar och kulturvärden bedöms löpa en mycket liten risk för påverkan av permanent grundvattensänkning under driftskedet. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.4.2 Påverkan

Ombyggnad och drift vid Henriksdals reningsverk påverkar inga kulturmiljövärden.

Planerade påslag och etableringsytor har lokaliserats till områden utan kända fornlämningar. Utrymningsschakter och anslutningar med tillhörande arbetsområden berör inte heller kända fornlämningar. Detsamma gäller den planerade skorstenen i Smedslätten och breddningen av vägen ner till densamma samt arbetsområdet för skorstenen.

Fasta fornlämningar i avloppstunnelns närhet ligger på berg eller icke sättning-skänslig mark. Fornlämningar bedöms därför inte påverkas av sättningar till följd av grundvattensänkning.

Den övervägande delen av de övriga kulturhistoriska lämningarna i avloppstunnelns närhet ligger på berg, icke sättning-skänslig mark eller inom områden där tätningsskrapen på avloppstunneln är extra höga. Övriga kulturhistoriska lämningar bedöms därför inte påverkas av sättningar till följd av grundvattensänkning.

Skador på kulturhistoriskt intressanta vrak skulle kunna uppstå vid grävningssarbeten under byggskedet.

6.4.3 Åtgärder

Inför byggskedet ska kända kulturvärden i anslutning till ytor med markanspråk märkas ut. Arbetet ska utföras av sakkunnig person.

Förekomsten av tidigare okända lämningar utreds inom de områden där Länsstyrelsen beslutat om arkeologisk utredning.

Arkeologisk utredning ska genomföras för att klarlägga om de fartygslämningar som kartlagts är fornlämningar och om skyddsåtgärder krävs.

6.4.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna tunneln inte anläggs. Markanspråk för påslag, utrymningsschakt och ventilation uppkommer inte. Nollalternativet bedöms varken medföra positiva eller negativa konsekvenser för kulturmiljö.

Det sökta alternativets påverkan på kulturmiljö bedöms kunna ske både i bygg- och i driftskedet. De viktigaste aspekterna bedöms vara direkta ingrepp på marknivå samt potentiella grundvattensänkningar och effekterna av dessa.

Riksintresset *Olovslunds Egnahemsmiljö* ligger utanför påverkansområdet för grundvattensänkning.

Riksintresset *Ålstensgatan* är förlagt på ett lerområde i anslutning till sträckningen. Husens grundläggning och tidigare kända sättningar i området medför att riksintresset har utretts vidare gällande grundvattensänkning och sättningar. Den södra delen av riksintresset ligger inom påverkansområdet för grundvattensänkning. Föreslagna skyddsåtgärder ska säkerställa att sättningar till följd av avloppstunneln inte uppkommer. Detta medför en mycket låg risk för grundvattensänkning och påverkan på grundläggning i riksintresset.

Riksintressena *Gröndal*, *LM-staden Midsommarkransen* samt *Årsta centrum* ligger utanför påverkansområdet för grundvattensänkning.

De enstaka fastigheter på Brommasidan där bebyggelsen är blåmärkt och alltså motsvarar fordringarna för byggnadsminne i kulturminneslagen, ligger utanför påverkansområdet för grundvattensänkning.

Byggnadsminnet *Svavelsyrefabriken* i Vinterviken ligger oklart grundlagt på ett lerområde inom påverkansområdet för grundvattensänkning. Föreslagna skyddsåtgärder ska säkerställa att sättningar till följd av avloppstunneln inte uppkommer. Detta medför en mycket låg risk för påverkan på grundläggning i byggnadsminnet.

Byggnadsminnena *St. Sigfrids kyrka* i Aspudden samt *Årstabron* ligger grundlagda på berg och riskerar inte att påverkas av grundvattensänkning.

Längs sträckningen från Eolshäll till Sickla, och inom påverkansområdet för grundvattensänkningar, finns fastigheter där bebyggelsen är blåmärkt och alltså motsvarar fordringarna för byggnadsminne i kulturminneslagen. *Hägerstens gård* ligger dock grundlagd på berg. *Årsta gård*, *Skanskvarn* och *Skansbacken* samt en samling fastigheter i *Hammarbyhöjden* ligger alla på mark som inte är sättningskänslig. Negativa konsekvenser bedöms inte uppstå.

Fasta fornlämningar i avloppstunnelns närhet ligger på berg, morän eller isälvsmaterial och bedöms därför inte påverkas av sättningar till följd av

grundvattensänkning. Marken bedöms inte som sättningsskänslig. Negativa konsekvenser uppstår inte.

Den övervägande delen av de övriga kulturhistoriska lämningarna i avloppstunnelns närhet ligger på berg eller icke sättningsskänslig mark och bedöms därför inte påverkas av sättningar till följd av grundvattensänkning. Undantag gäller för Bromma 155:1 (färdväg/vägbank, Gustav den III:s väg) samt Bromma 19:1 (hägnad/stenmur, Ryssmuren) som ligger på gränsen till lera, helt eller delvis inom påverkansområdet. Föreslagna skyddsåtgärder ska säkerställa att sättningar i fastigheter inte uppkommer, vilket i sin tur medför ett skydd också för de två övriga kulturhistoriska lämningarna. Negativa konsekvenser bedöms inte uppstå.

Markanspråk har lokaliserats till områden utan kända fasta fornlämningar eller övriga kulturhistoriska lämningar. Tidigare okända fornlämningar kan påverkas i anslutning till påslag och etableringsytor, utrymningsschakt eller ventilation. Konsekvensen bedöms därför som osäker.

6.4.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna tunneln inte anläggs. Markanspråk för påslag, utrymningsschakt och ventilation uppkommer inte. Spillvatten hanteras och anläggningarna driftas som idag. När utloppsledningarna är på plats syns de inte och har därmed en försumbar påverkan på kulturmiljön.

Kulturvården bedöms löpa en mycket liten risk för påverkan av permanent grundvattensänkning under driftskedet.

Driften vid Henriksdals reningsverk har ingen påverkan på kulturmiljövården.

6.5 Grundvattenrelaterad miljöpåverkan

6.5.1 Sammanfattning

Åtgärder för att minska den grundvattenrelaterade miljöpåverkan innefattar att tunneln byggs i områden med låg förekomst av energibrunnar samt nära stora sjöar. Under byggfasen kommer allt inläckage av grundvatten att pumpas bort. Planerade och förberedda skyddsåtgärder ska säkerställa att inga sättningsskador uppstår till följd av avloppstunneln. Mindre marksättningar med liten konsekvens kan dock uppkomma som följd av verksamheten på lång sikt. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.5.2 Påverkan

Inläckaget till en avloppstunnelanläggning bestäms av vattengenomsläppligheten och av mängden tillgängligt vatten. Inläckaget är även beroende av tunnelns djup under grundvattenytan samt tunneltätningens utförande. Påverkansområdet blir i teorin störst i lägen där tunneln går igenom lågpunkter i landskapet där ett

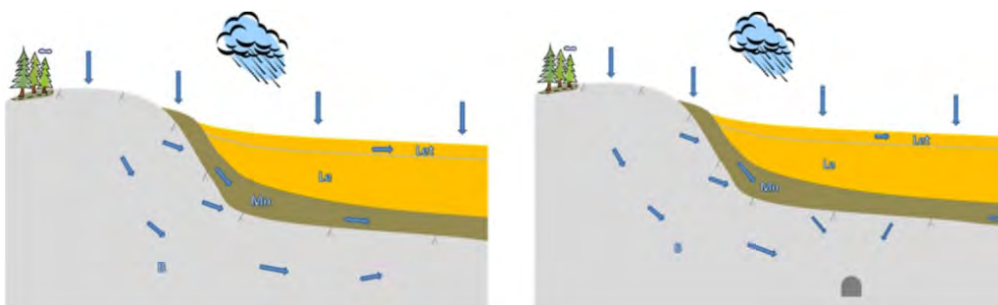
tätande jordlager medför en begränsning i grundvattenbildningen i direkt anslutning till tunneln.

För projektet redovisas ett påverkansområde för grundvatten i lösa jordlager och ett för grundvatten i berg. Påverkansområdet redovisas inklusive skyddsåtgärd i form av injektering:

- Lösa jordlager: Redovisad gräns för påverkan i jord avser en yttre gräns för 0,3 meters avsänkning
- Berg: Redovisad gräns för påverkan i berg avser en gräns där en maximal påverkan om 1 m i en bergborrad brunn kan uppstå

När grundvattnet sjunker i ovanliggande mark erhålls sättningar i sättningsskänsliga jordar som lera. Sättningsförloppet är inte reversibelt, det vill säga om sättningar uppstår så kommer dessa att bestå. Sättningarna kan medföra skador på hus, vägar och ledningar i mark. Utifrån delområdenas sättningsskänslighet har krav på maximal tillåtna grundvattenavsänkning ställts upp. Den beräknade grundvattenavsänkningen är i sin tur direkt beroende av det beräknade inläckaget och tätningen längs med tunneln.

Sänkning av grundvatten i berg kan också påverka energibrunnar när energiutbytet mellan kollektorslangar och omgivande berg minskar. Konsekvensen blir ett lägre effektuttag från energibrunnen. Bedömning av påverkan på energibrunnar genomförs på ett liknande sätt som för sättning med den skillnaden att inga krav har ställts upp med avseende på maximal tillåten avsänkning. Tunnelns påverkansområde kommer att omfatta en stor mängd energibrunnar. Förinjektering och tätning av tunneln minskar påverkan på energibrunnar. Valet av sträckning längs Mälaren är också gynnsamt.



Figur 6.4 Konceptuell modell över vattenomsättningen i berg [B] och jord (morän [Mn], lera[Le], torrskorpelera[Let]) med och utan tunnel.

6.5.3 Åtgärder

Det finns ett flertal olika skyddsåtgärder som brukar användas för att minska den påverkan på grundvattennivåer som anläggningen kan innebära samt att avhjälpa konsekvenserna av denna påverkan. Förutom val av tunnelsträckningen, som i sig är en åtgärd för att minska påverkan och konsekvenser av inläckaget av grundvatten till tunnarna, kan följande åtgärder bli aktuella:

- Tätning av berget kring tunneln genom kontinuerlig förinjektering och efterinjektering
- Tätning av tunneln genom byggande av vattentäta inklädnader (betonglining) i extra känsliga områden
- Skyddsinfiltration
- Grundförstärkning

För projektet finns en åtgärdsplan kopplat till olika larmnivåer (se vidare i Teknisk beskrivning för Grundvattenbortledning):

- Grundläggande kontroll (utförs alltid): kontroll av grundvattennivåer i närområdet, kontroll av inläckage i tunneln, tätning av inläckage, förnyade inläckagemätningar.
- Om ökat inläckage konstateras: information till tillsynsmyndigheten med första bedömning om konsekvenser, utredning av effekter och risk för skador, justering av injektering.
- Ytterligare skyddsåtgärder: skyddsinfiltration, åtgärder vid skadeobjekt, extra omfattande tätning, grundförstärkning, avstämning med tillsynsmyndigheten.
- Avstämning med GK3-granskare: Stockholm vatten avser anlita en oberoende granskare, s.k. GK3 granskare, för granskning av hanteringen av inläckage i berganläggningar.

Avloppstunneln kommer inte att tas i drift direkt efter färdigställande, vilket innebär att det finns gott om tid för utvärdering av inläckage och åtgärder.

Sträckan Bromma (km 0/000-4/150), delområde Åkeshov

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan. Kan komma att utföras i flera omgångar.
- Efterinjektering, utförs för att täta läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.
- Skyddsinfiltration kommer att vara förberett.
- Skulle det visa sig att tunneln behöver betonglining, tas ett större tvärsnitt ut och lining installeras.

Sträckan Bromma (km 0/000-4/150), delområdena Nockeby, Ålstens brygga och Smedslätten

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan. Kan komma att utföras i flera omgångar.
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.
- Skyddsinfiltration kommer att vara förberett.
- Skulle det visa sig att tunneln behöver betonglining, tas ett större tvärsnitt ut och lining installeras.

Mälarpassagen (km 4/150-4/750)

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.
- Tunneln utformas som en "torr" tunnel med plats för fyra rörledningar.
- Skulle det visa sig att tunneln behöver betonglining, tas ett större tvärsnitt ut och lining installeras.
- Inläckande vatten samlas i en pumpsump i tunnelns lågpunkt och påförs avloppsvattenflödet vid Smedslätten.

Sträckan Eolshäll-Liljeholmen (km 4/750-8/000), delområdena Eolshäll och Vinterviken

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.

Sträckan Eolshäll-Liljeholmen (km 4/750-8/000), delområde Örnberg

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.
- Skyddsinfiltration kommer att vara förberett.
- Skulle det visa sig att tunneln behöver betonglining, tas ett större tvärsnitt ut och lining installeras.

Sträckan Liljeholmen-Johanneshov (km 8/000-11/350), delområde Årstadal/Liljeholmskajen

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.
- Skyddsinfiltration kommer att vara förberett.
- Skulle det visa sig att tunneln behöver betonglining, tas ett större tvärsnitt ut och lining installeras.

Sträckan Liljeholmen-Johanneshov (km 8/000-11/350), delområdena Årsta gård och Årsta östra

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.

Sträckan Johanneshov-Sickla (km 11/350-13/655)

- Kontinuerlig förinjektering längs hela sträckan
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller tunnelavsnitt med större inläckage.

Sickla/Henriksdal

- Kontinuerlig förinjektering
- Efterinjektering, utförs för att tätare läckande sprickor eller avsnitt med större inläckage.

6.5.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet medför att avloppstunneln inte byggs. Konsekvenser av grundvattensänkning uppkommer inte i nollalternativet.

Utförlig information om grundvattenpåverkan redovisas i PM Hydrogeologi. I MKB sammanfattas endast de identifierade känsliga områdena, föreslagna åtgärder och konsekvensbedömning efter åtgärd.

För alla delsträckor gäller att inläckande grundvatten kommer pumpas bort kontinuerligt under byggfasen från påslag och angränsande etableringsyta. När avloppstunneln tas i drift kommer inläckande grundvatten rinna i tunneln till Sickla pumpstation.

Sträckan Bromma (km 0/000-4/150), delområde Åkeshov

Generellt kan sägas att delsträckan bitvis är mycket sättningskänslig. Runt Åkeshovsvägen och Drottningholmsvägen finns tre lerområden där omfattande grundvattensänkningar tidigare har inträffat. Runt Åkeshov finns också många skyddsobjekt i form av sättningskänsliga byggnader grundlagda på lera. Sättningar pågår i delar av området idag och marken bedöms vara mycket känslig för ytterligare grundvattensänkningar. Planerade och förberedda skyddsåtgärder skall säkerställa att inga ytterligare sättnings-skador på byggnader uppstår till följd av den nu planerade tunneln.

Miljökonsekvenserna avseende grundvattenavsänkning för energibrunnar bedöms som måttliga, eftersom ett stort antal brunnar påverkas i liten utsträckning.

Sträckan Bromma (km 0/000-4/150), delområde Nockeby

I Nockeby finns ingen risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd.

För delsträckan bedöms miljökonsekvenserna som måttliga till stora, eftersom ett större antal energibrunnar påverkas i måttlig eller stor utsträckning.

Sträckan Bromma (km 0/000-4/150), delområde Ålstens brygga
Minst ett 20-tal hus i området är grundlagda direkt på lera. I översiktliga undersökningar som utfördes på 1970-talet konstaterades sättningsskador på ca 10 hus inom området. Grundförstärkning med stålplåtar har utförts för vissa hus. Planerade och förberedda skyddsåtgärder ska säkerställa att inga ytterligare sättningsskador uppstår till följd av den nu planerade tunneln.

När det gäller påverkan på energibrunnar så är antalet brunnar med liten påverkan och liten konsekvens stort, medan antalet brunnar med måttlig påverkan och konsekvens är få. Miljökonsekvenserna avseende grundvattenavsänkning i området bedöms som måttliga.

Sträckan Bromma (km 0/000-4/150), delområde Smedslätten
I Smedslätten finns 12 radhuslängor och 94 hus som är kulturhistoriskt skyddade. Området är av riksintresse för kulturmiljö. I översiktliga utredningar som utfördes på 1970-talet konstaterades sättningsskador på ett 30-tal radhus, främst i de sydligaste längorna. Några av radhuslängorna har grundförstärkts. Sättningsskador har även konstaterats för några av de friliggande villorna. I området strax väster om Solviksbadet finns dricksvattenbrunnar. Planerade och förberedda skyddsåtgärder ska säkerställa att inga ytterligare sättningsskador uppstår till följd av den nu planerade tunneln.

När det gäller påverkan på energibrunnar så är antalet brunnar med liten påverkan och liten konsekvens relativt stort. Miljökonsekvenserna avseende grundvattenavsänkning i området bedöms som måttliga.

Mälarpassagen (km 4/150-4/750)
De stora bergdjupen under Mälaren skulle innebära stora drivningsdjup och därmed omfattande energiförluster om tunneln även i den s.k. Mälarpassagen utfördes som en bergtunnel med självfall. Av denna anledning utformas tunneln här i stället som en "torr" tunnel med plats för fyra ledningar med en dimension upp till 1 600 mm.

Vattendjupen vid passagen Smedslätten – Eolshäll är upp till 35 m. Ovan planerad tunnel är vattendjupet som mest ca 30 m. Sjöbotten består överst av löst lagrade sediment med organiskt innehåll. Därefter följer lera som successivt blir fastare med djupet och längst ner morän. Sommaren 2013 utfördes geofysiska och geotekniska undersökningar som fastställde sedimentens mäktighet till max 35 m i Mälaren mellan Bromma och Eolshäll.

Vid en sammanvägning av undersökningsresultaten görs en tolkning att planerad tunnel kommer att korsa tre till fyra stycken svaghetszoner i Mälarpassagen.

Tolkningen av dessa identifierade zoner är dock att den södra zonen är den bredaste och är samma zon som Trafikverket identifierade i Sättra–Kungshatt passagen. Zonen är inte distinkt och stupar medelbrant till brant åt NNV och stryker längs med stranden. Zonens bredd har uppskattats till mindre än 10 m. Relikt saltvatten påträffades vid kärnborrningen. Vid vattenförlustmätningar noterades ingen kommunikation med sjövattnet i Mälaren. Zonen förväntas ha en högre hydraulisk konduktivitet jämfört med omgivande berg. Tolkningen är att zonen utanför Eolshäll har stora likheter med den utanför Sättra, men kan vara något bredare. De övriga zonerna norrut tolkas ha liknande karaktär men inte vara lika breda.

Sommaren 2013 genomfördes geotekniska fältundersökningar i syfte att fastställa bergnivåerna ovan planerad tunnel. Djupen för provtagningen sträcker sig från 55 till 74 meter. Resultatet visade att berggrunden skiftar mellan grå granit, röd granit, grå granodiorit och gnejs. Bergarterna är fin- till medelkorning. Generellt visar proven på en svag till moderat omvandling av berggrunden med bitvis sprickfyllnader såsom klorit och epidot.

Sträckan Eolshäll-Liljeholmen (km 4/750-8/150), delområde Eolshäll
Inom delsträckan finns ingen risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd.

För delsträckan bedöms att endast tre energibrunnar kan påverkas i liten omfattning och en i stor omfattning. De negativa konsekvenserna bedöms därför som små.

Sträckan Eolshäll-Liljeholmen (km 4/700-8/150), delområde Örnberg
Inom delsträckan finns risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd av stora grundvattensänkningar i områden med större lerdjup än 2,5 m. Planerade och förberedda skyddsåtgärder skall säkerställa att inga ytterligare sättningskador på byggnader uppstår till följd av den nu planerade tunneln.

När det gäller påverkan på energibrunnar så är antalet brunnar med potentiell påverkan få. Miljökonsekvenserna avseende grundvattenavsänkning i området bedöms som små.

Sträckan Eolshäll-Liljeholmen (km 4/700-8/150), delområde Vinterviken
Inom delsträckan finns risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd av stora grundvattensänkningar i områden med större lerdjup än 5 m. Risken för stora grundvattensänkningar i friktionsjorden i Vinterviken på grund av avloppstunneln bedöms dock som mycket liten. Planerade och förberedda skyddsåtgärder skall säkerställa att inga ytterligare sättningskador på byggnader uppstår till följd av den nu planerade tunneln.

När det gäller påverkan på energibrunnar så är antalet brunnar med liten påverkan måttligt till antalet. En brunn riskerar sättas igen till följd av

cementinjekteringen. Miljökonsekvenserna avseende grundvattenavsänkning i området bedöms som måttliga.

Sträckan Liljeholmen-Johanneshov (km 8/150-11/350), delområde Årstadal/Liljeholmskajen

Tidigare och nu utförda geotekniska undersökningar visar att området är känsligt med avseende på grundvattensänkningar. Lerområdet ligger brant nedströms, med stor gradient, i ett större avrinningsområde som sträcker sig sydost med mycket god potential att kompensera den grundvattenbortledning som sker från den planerade tunneln. Inga brunnar finns inom området.

Planerade och förberedda skyddsåtgärder skall säkerställa att inga ytterligare sättningsskador uppstår till följd av den nu planerade tunneln. Miljökonsekvenserna avseende grundvattenavsänkning i området bedöms som små.

Sträckan Liljeholmen-Johanneshov (km 8/150-11/350), delområde Årsta gård

Inom delsträckan finns ingen risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd. Längs med delsträckan och inom påverkansområdet finns inga kända energibrunnar. Miljökonsekvensen bedöms som liten eller försumbar.

Sträckan Liljeholmen-Johanneshov (km 8/150-11/350), delområde Årsta östra

Inom delsträckan finns ingen risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd. Längs med delsträckan och inom påverkansområdet finns inga kända energibrunnar. Miljökonsekvensen bedöms som liten eller försumbar.

Sträckan Johanneshov-Sickla (km 11/350-13/655)

Inom delsträckan finns ingen risk för marksättningar med efterföljande skador på byggnader som följd. För delsträckan bedöms miljökonsekvenserna som måttliga, detta då ett antal energibrunnar påverkas måttligt eller stort.

Sickla

I Sicklaberget finns idag ett flertal befintliga berggrum och bergtunnlar. De berggrum som finns tillhör Sicklaanläggningen med grovrening och försedimentering. In till Sicklaanläggningen kommer även ett flertal VA-tunnlar. Utöver dessa korsas Sicklaberget även av en energitunnel samt av en av påfarterna till Södra Länken.

Modellen ger en beräknad avsänkning i lösa jordlager på mer än 0,3 m på som mest ett avstånd av ca 375 m söder om redan befintlig anläggning. Influensområdet sträcker sig ner till Mariestadsvägen och omfattar också lerområde som fotbollsplanen väster om Mariestadsvägen är anlagd på. Längre västerut är visar modellen att planerad tunnel ger ett influensområde på ca 250 m i lösa jordlager. Enligt beräkningarna påverkas delar av lerområdet nord väst om befintlig bergsrumsanläggning och influensområdet sträcker sig här ca 100 m nordväst från södra länken mellan Lugnets Allé i söder och nästan upp till där Hammarby Fabriksväg korsar Södra länken.

Den prognostiserade påverkan bedöms som liten och risken för skada är liten. Påverkan på energibrunnar bedöms också som liten.

6.5.5 Konsekvenser driftfas

Planerade och förberedda skyddsåtgärder ska säkerställa att inga ytterligare sättningsskador uppstår till följd av avloppstunneln. Mindre marksättningar med liten konsekvens kan dock uppkomma som följd av verksamheten på lång sikt.

6.6 Förorenat grundvatten och förorenad jord

6.6.1 Sammanfattning

Det finns få identifierade riskområden längs den planerade sträckan. Under driftfasen av bergtunneln görs bedömningen att ingen påverkan av förorenat grundvatten och förorenad jord kommer att ske. Påverkan under byggfas bedöms som måttlig medan den bedöms som liten under driftfas. Värdet på de påverkade områdena är måttligt men övergående och därmed bedöms den negativa konsekvensen som liten. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.6.2 Påverkan

Påverkan kan uppkomma vid markarbeten vid etableringsytorna.

6.6.3 Åtgärder

Provtagning för klassning av jord kommer att ske i de identifierade riskområdena innan schaktarbeten påbörjas. Massor som efter provtagning ej uppfyller kraven för återanvändning kommer att transporteras till godkänd mottagningsanläggning.

Vid samtliga schaktarbeten i jord, såväl inom som utanför riskområden, finns rutiner för att säkerställa att hanteringen av såväl kända förorenade massor som sådana som upptäcks under arbetets gång görs på ett miljöriktigt sätt. Entreprenörernas personal kommer att göra löpande okulär kontroll av massor under schaktarbetena. Eventuell misstanke om förorenade massor ska rapporteras till miljöansvarig i projektet som avgör fortsatt hantering av massorna efter erforderliga analyser.

6.6.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna tunneln inte anläggs. Markanspråk för påslag, utrymningsschakt och ventilation uppkommer inte. Nollalternativet medför inga konsekvenser gällande föroreningar.

Det sökta alternativet medför att de identifierade riskområdena vid Eolshäll och Skanstull berörs av schaktarbeten. Med föreslagna åtgärder bedöms negativa konsekvenser inte uppstå.

6.6.5 Konsekvenser driftfas

Förorenad mark och förorenat grundvatten bedöms inte påverkas under driftfasen av avloppstunneln.

6.7 Ytvatten

6.7.1 Sammanfattning

Verksamheten bedöms få en positiv påverkan på vattenkvaliteten i Mälaren. Den planerade verksamheten minskar näringsbelastningen och utsläppsmängder samt innebär att bräddningar kan kontrolleras i högre grad. Påverkan på ytvatten minimeras genom att avloppsreningen förbättras i och med införandet av membranfiltrering. Den positiva konsekvensen bedöms bli liten på kort sikt och måttlig på långt sikt. I nollalternativet påverkas kvaliteten i sediment och vatten negativt och arbetet med att uppnå miljökvalitetsnormer bedöms komma att försvåras. Överlag bedöms konsekvensen för nollalternativet bli bestående, liten på kort sikt och måttligt negativ på längre sikt.

6.7.2 Påverkan

Planerad verksamhet innebär en avlastning av belastningen på Mälaren och förutsättningar för en mer effektiv rening.

Det avloppsflöde som för närvarande avleds, via SYVAB:s pumpstation i Eolshäll, till Himmerfjärdsverket i Botkyrka, kommer att ledas om via den nya avloppstunneln till Sickla. Härigenom kommer den bräddning som sker i pumpstationen att upphöra.

Stockholms skärgård utgör recipienter för avloppsvatten från Stockholm stad och övriga kommuner som är anslutna till Stockholm Vattens respektive Käppalaförbundets avloppsanläggningar samt andra kommunala avloppsreningsverk i Stockholms län. Därutöver påverkas vattenmiljöerna av bland annat utsläpp från enskilda avloppsanläggningar, andra typer av verksamheter, dagvatten, ytavrinning från naturmark (till exempel skog, åker, äng) och via atmosfäriskt nedfall.

Recipienterna som påverkas av projektet redovisas i avsnitt 5.1.15. Recipienterna för nollalternativet och den sökta verksamheten är av olika karaktär och känslighet varför effekterna av förbättrad rening och minskade bräddutsläpp kommer att variera. Sambanden mellan masstillväxt av växtplankton och cyanobakterier (även kallade blågrönalger) orsakad av övergödning är kända, medan kunskaperna om konsekvenserna av tillförseln av ett flertal andra ämnen, till exempel olika kemikalier, mikrokräp, läkemedelsrester och hormoner, är bristfälliga och därigenom svårbedömda. Gemensamt för dem och många andra smygande hot, i kombination med den stora befolkningsökning som förväntas i Stockholm och Mälarenregionen, är att det krävs en god framförhållning för att uppnå fastställda miljökvalitetsnormer för vatten och andra åtaganden såväl som för att säkerställa den framtida vattenförsörjningen.

Nuvarande avloppsvattenflöde från Stockholm Vattens avloppsreningsverk är cirka 140 miljoner m³/år. Prognosåret 2040 beräknas det ha ökat till 160 miljoner m³/år i nollalternativet och till 170 miljoner m³/år i den sökta verksamheten (huvudalternativet).

Den utsläppta volymen renat avloppsvatten till vattenförekomsten Strömmen ökar i den sökta verksamheten på grund av befolkningsökningen och av att avloppsvattnet från Eolshälls upptagningsområde leds till Henriksdal i stället för till Himmerfjärdsverket.

6.7.3 Åtgärder

Skyddsåtgärder i reningsverket

Fosforutsläppen från reningsverket minimeras i huvudsak genom kemisk fällning och viss biologisk assimilation till slam samt membranfiltrering, kväveutsläppen genom biologisk kväverening med fördenitrifikation, nitrifikation, efterdenitrifikation och membranfiltrering. Reningsprocesserna är redovisade i detalj i den tekniska beskrivningen. Utsläppen av metaller och oönskade organiska föroreningar minimeras i första hand genom uppströmsarbetet (för att minska inflödet av oönskade föroreningar) samt membranfiltrering i avloppsreningsverket. Högflödesrening via filter är en ytterligare åtgärd. Stockholm kommer att i sin åtgärdsplan redovisa åtgärder för att minska tillskottsvatten.

Skyddsåtgärder på ledningsnätet

Framtida arbete kommer fortsatt att fokusera på kontroll av kapacitet och driftsituation vid avloppspumpstationer och vid bräddpunkter. Teoretiska flödesberäkningar, med kontinuerligt uppdaterade hydrauliska modeller, ligger till grund för beslut om framtida förbättrande åtgärder. Åtgärder kommer att prioriteras där utsläpp från bräddpunkter kan orsaka olägenhet eller där bräddpunkter ersätter ett underdimensionerat ledningsnät.

Genom att bygga duplicerade ledningsnät separeras dagvatten från spillvatten. Detta leder till att en minskad mängd avloppsvatten leds till reningsverk. Vid utbyggnad av nya ledningssystem är dessa duplicerade. Dagvattnet som därmed inte leds till avloppsreningsverk hanteras enligt framtagna dagvattenstrategier för Stockholms stad respektive Huddinge kommun. Strategierna innehåller riktlinjer för hur man utnyttjar och tar hand om dagvattnet på ett uthålligt sätt i både ny och befintlig miljö.

Att duplicera befintliga kombinerade ledningssystem är ett mycket långsiktigt arbete. År 2000 gjordes en genomgång av om föreslagna dupliceringsåtgärder var det bästa sättet att reducera bräddningar. Rekommendationen var att de flesta dupliceringsåtgärderna borde skjutas fram i tiden och utföras tidigast när ledningsnätet behöver förnyas. Finns behov av en snabbare takt av införande av bräddningsreducerande åtgärder bör andra alternativ än duplicering studeras.

Åtgärder för att förbättra ledningsnätets kapacitet utgörs framförallt av olika punktåtgärder såsom anläggande av magasin, utbyte av pumpar och ledningsförstärkningar.

Genom anläggande av en ny tunnel mellan Bromma reningsverk och Sicklainloppet på Henriksdal kommer en stor magasinsvolym att anordnas. Härigenom kommer flöden från väster och delar av söderort att kunna utjämnas.

Flöden som överstiger basflödet från Älvsjö-Mälarmagasinet avses att pumpas till den nya avloppstunneln under badsäsongen maj-september i stället för till Himmerfjärden. Härigenom kan bräddningar i Eolshäll minskas. Om flödet från Älvsjö-Mälarmagasinet verkligen ska ledas till reningsverk bör läggas fast i framtida åtgärdsplan i samråd med tillsynsmyndigheten.

I områden med kombinerade ledningssystem och i andra äldre områden har dräneringsvatten medvetet kopplats till det spillvattenförande ledningsnätet. Även inom områden med duplikata ledningssystem förekommer att hus har lågt belägna källare och att den enda möjligheten att leda bort dräneringsvatten är att föra det till spillvattenledningen. Att minska den anslutna dräneringsvattenmängden genom bortkoppling av anslutna dräneringar är ett långsiktigt och resurskrävande arbete. Undersökningar i form av inspektioner och inventeringar behöver göras och det är viktigt med kontakter med fastighetsägarna. Åtgärder behöver göras inne på tomtmark och VA-huvudmannen kan behöva använda både "morötter och piska" för att få fastighetsägare att utföra dessa åtgärder. Ibland är det inte ens möjligt att leda dräneringsvattnet någon annanstans.

6.7.4 Konsekvenser byggfas

Under byggfasen kommer processvatten att uppstå från arbetena med tunnel och berggrum. Hur detta vatten kommer att hanteras och renas beskrivs i avsnitt 3.3.9. Stockholm Vatten yrkar på tillfälliga begränsningsvärden för utsläppen från reningsverket, där medelvärdet ska hållas på årsbasis (istället för kvartalsvis, som i nuvarande tillstånd), men tillfälligt kunna överskridas.

Under driftsättningen av reningsverket kommer normala driftförhållanden att kunna upprätthållas på samma sätt som i driftfasen. Däremot kan det förekomma högre utsläpp vid höglödessituationer.

De negativa konsekvenserna av dessa tillfälligt högre halter bedöms bli små och försumbara då förändringen är tillfällig.

6.7.5 Konsekvenser driftfas

Utsläpp av närsalter och organiskt material

Tack vare effektivare reningsteknik beräknas utsläppsmängderna till Strömmen av totalkväve, totalfosfor och BOD₇ bli lägre i den sökta verksamheten 2040 än i nollalternativet 2018 (motsvarar vad Stockholm Vatten har tillstånd att släppa ut idag). Jämfört med nollalternativet beräknas utsläppen ha minskat med cirka 20-30 procent 2040 om ett nytt tillstånd med begränsningsvärden motsvarande siffrorna i kolumnen "Högsta genomsnittliga halt" i Tabell 6.1 skulle utnyttjas fullt ut. Förväntade utsläpp till Strömmen för nollalternativet respektive den sökta verksamheten framgår av tabellen nedan.

Rötning av ökade mängder organiskt material kommer att öka den interna föroreningsbelastningen via rejekt från biogasanläggningen. Tack vare den förbättrade reningen, bedöms denna ökning inte öka utsläppen från reningsverket.

Överledningen från Eolshäll till Henriksdal i den sökta verksamheten får en positiv effekt på vattenförekomsten Himmerfjärden, eftersom Himmerfjärden kommer att

avlastas från avloppsvatten från cirka 30 procent av de hushåll som idag är anslutna till Himmerfjärdens reningsverk.

Tabell 6.1 Beräknade utsläppsmängder till Strömmen för nollalternativet respektive sökt verksamhet om nuvarande begränsningsvärden respektive förväntade reningsresultat utnyttjas fullt ut⁸. Detta är alltså ett värstafallscenario och uppstår i princip aldrig. Avloppsvattenmängderna i nollalternativet är lägre än i den sökta verksamheten, eftersom avloppsvatten via Eolshälls pumpstation förs över till Henriksdal i den sökta verksamheten, medan det fortfarande förs till Himmerfjärdensverket i nollalternativet.

Parameter	2018	2018	2040	2040
	Noll-alternativ	Sökt verksamhet	Noll-alternativ	Sökt verksamhet
<i>Beräknade mängder:</i>				
Avloppsvatten, Mm ³ /år	140	150	170	180
BOD ₇ , ton/år	1 120	900	1 360	1080
Totalkväve, ton/år	1 400	900	1 700	1 080
Totalfosfor, ton/år	42	30	51	36
<i>Mängden ovan baserade på nuvarande respektive yrkade begränsningsvärde</i>				
BOD ₇ , mg/l	8	6	8	6
Totalkväve, mg/l	10	6	10	6
Totalfosfor, mg/l	0,3	0,2	0,3	0,2

De maximala (genomsnitt) utsläppsmängderna beräknas bli lägre i den sökta verksamheten än i nollalternativet under perioden 2018 – 2040; 30 – 36 ton fosfor och 900 – 1 100 ton kväve per år i den sökta verksamheten, jämfört med 42 – 51 ton fosfor och 1 400 – 1 700 ton kväve per år i nollalternativet. Både nollalternativet och den sökta verksamheten beräknas dock klara mängdvillkoren i Stockholm Vattens nuvarande tillstånd: 50 ton fosfor och 1 750 ton kväve per år.

Den förbättrade reningstekniken vid Henriksdals avloppreningsverk efter ombyggnaden minskar närsaltsbelastningen på Strömmen jämfört med nollalternativet. Den bedöms dock inte ensamt ha någon avgörande inverkan på rådande ekologiska och kemiska ytvattenstatus, eftersom bidragen från andra källor dominerar. Undantaget är möjligtvis utsläppsminskningen av oorganiskt kväve, som vid vissa väderbetingelser kan motverka en kraftig tillväxt av planktiska alger och/eller cyanobakterier.

Utsläpp av bakterier och virus

Membranen i den utbyggda anläggningen har en porstorlek på cirka 0,040 µm, vilket innebär att fullständigt renat avloppsvatten inte kommer att innehålla partiklar över denna storlek, under förutsättning att membranen är intakta. Alla

⁸ Mängden avloppsvatten har beräknats med utgångspunkt i medelvärdet för 2009-2013, en ökning av antalet anslutna med i genomsnitt en procent per år samt förbrukad volym vatten om 150 liter per person och dygn.

protozoa parasiter, de allra flesta bakterier (normal storlek 0,5-5,0 μm), och en del virus (normal storlek 20-300 nm) kommer därmed att avskiljas. Några bakteriastammar är dock mindre och kan följa med utgående vatten. Flera virusstammar, såsom Norovirus, är också mindre. En del virus binds till partiklar och hålls på så sätt tillbaka eftersom inget suspenderat material passerar membran. Eftersom avskiljningen av större virus och partikelbundna virus blir högre i en MBR-anläggning bör totalavskiljningen av virus också bli bättre. Den höga avskiljningen är positiv från hälsosynpunkt.

Utsläpp av metaller och svårnedbrytbara organiska ämnen

I Östra Mälaren och Saltsjön är halterna av flera metaller och organiska föroreningar förhöjda i såväl sediment, bottenfauna som fisk [42] som oftast härrör från historiska utsläpp.

Metaller avskiljs effektivt i kommunala avloppsreningsverk. Halten av tungmetaller i renat avloppsvatten är för närvarande mycket låg ($<0,01\text{--}20\text{ }\mu\text{g/l}$, beroende på metall). Tungmetallhalten kommer att bli ännu lägre tack vare den membranteknik som ska installeras i Henriksdal.

Hur mycket som reningsverken bidrar till metaller i vattenmassan och i bottensediment och därigenom påverkar möjligheten att klara miljökvalitetsnormerna för kemisk status och fiskvatten kan inte kvantifieras med någon större säkerhet. Få undersökningar har gjorts om bidrag från andra källor än reningsverk. Sannolikt är uttransporten från Mälaren den dominerande källan till metaller i Strömmen. Uppgifter om transporten av metaller från Mälaren till Strömmen [42] indikerar att Stockholm Vattens nuvarande bidrag av de vanligaste uppmätta metallerna till Strömmen via renat avloppsvatten är mellan mindre än 1 (bly) och 30 (kvicksilver) procent av bidraget från Mälarens utflöde.

Strömmen belastas av föroreningar från fler källor än Stockholm Vattens avloppsreningsverk, däribland dagvatten, annan ytavrinning och utsläpp från Käppala avloppsreningsverk, varför de ovan beräknade andelarna betraktas som överskattningar.

Utsläpp av mikrokräp

På senare år har skadliga effekter av små partiklar av plast, textilier och annat avfall (även kallat mikrokräp), i hav och sjöar uppmärksammas. Vilken storlek som dessa skräppartiklar måste ha för att klassas som mikrokräp varierar i olika studier, men vanligen bör de vara mindre än 1-5 mm. Utgående vatten från reningsverk är en potentiellt viktig tillförselväg för mikrokräp. Mängden mikrokräp i utgående vatten från reningsverk och mikrokräpets partikelstorlek är ännu inte känd men klart är dock att MBR-konfigurationen avskiljer mikrokräp som är större än porstorleken $0,040\text{ }\mu\text{m}$. Samma avskiljning fås rimligen inte med en traditionell aktivslamprocess följt av snabbfiltrering. För mer information hänvisas till rapporten Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk, IVL Rapport nr B 2208.

Utsläpp av bräddvatten från ledningsnät

Vid bräddning avleds mer eller mindre utspätt spillvatten direkt till dike, sjö eller annat vattenområde, ofta via dagvattennätet. Det bräddade vattnets föroreningar kommer huvudsakligen från avloppsvatten, ackumulerade sediment i ledningar

samt dagvatten. Bräddvattnet innehåller samma föroreningar som renat avloppsvatten, men i betydligt högre halter. Bland annat kan halten ammoniumkväve i bräddvattnet vara så hög att den är toxisk (giftig) för vattenlevande organismer. Bräddvatten innehåller också vad som brukar kallas synliga föroreningar, det vill säga skräp.



Figur 6.5 Bräddavlopp. I detta fall har spillvatten bräddat över till dagvattennätet (foto: Anders Larsson, 2013).

Korttidseffekter i recipienten består huvudsakligen av ökad syreförbrukning, förhöjd bakteriehalt samt estetisk påverkan i form av till exempel synliga föroreningar och lukt. Långtidseffekter orsakas framförallt av näringsämnen, men även svårnedbrytbara ämnen kan orsaka långtidseffekter. I sediment nära bräddavlopp kan till exempel tungmetaller anrikas, som senare kan lakas ut, ackumuleras i bottenfauna och därefter spridas och ackumuleras högre upp i näringskedjan (biomagnifikation). De samlade effekterna av utsläppen från bräddavlopp varierar självfallet med mängden utsläppt vatten vid varje enskilt bräddningstillfälle, men effekten beror också på typ av recipient liksom recipientens vattenomsättning. För mindre recipienter, till exempel instängda vattenområden, mindre sjöar och bäckar, kan effekten av bräddningar ofta vara tydlig.

Den största påverkan av bräddningar till vattenrecipient uppstår när bräddavlopp mynnar nära råvattentäkter, badvikar, reproduktionsområden för fisk och sandstränder eller mynnar i en tätorts centrala delar till exempel i kanaler eller parkområden. Avgörande vid bedömning av hur stora bräddvattenutsläpp som kan tolereras är i första hand de hälso- och miljöeffekter som kan uppstå på grund av utsläppet. Recipientens nuvarande och framtida användning och därmed sammanhängande krav på vattenkvalitet är också avgörande för vilka restriktioner, som bör gälla vid utsläpp av bräddat avloppsvatten.

Påverkan på grund av ny Brommatunnel

Längs den planerade avloppstunnelns sträckning kommer ett antal pumpstationer, med tillhörande brädd- och nödutlopp, att kunna avvecklas, då avloppsvattenflödena kan ledas till den planerade tunneln. Till denna kommer även ett antal befintliga bräddpunkter på ledningsnätet att kunna anslutas.

Vid Skanstulls Marina planeras en bräddtunnel att anslutas till den planerade avloppstunneln, istället för att som idag mynna ut i Hammarbykanalen vid Hammarby Sjöstad.

Bräddberäkningar

Beräkning av bräddmängder har gjorts av Sweco och redovisas i den tekniska beskrivningen. Stockholm Vattens hydrauliska modeller har använts, vilka har tagits fram under lång tid och kalibrerats i ett stort antal punkter. För att utvärdera effekten av den nya avloppstunneln har ett antal scenarios beräknats och utvärderats.

- Nuläge år 2012⁹ – Nuvarande ledningssystem och befolkning.
- Nollalternativ år 2040 – Nuvarande system och befolkning enligt prognos år 2040.
- Utbyggnad med tunnel år 2040 – Viss begränsad anslutning av bräddpunkter till tunneln och befolkning enligt prognos 2040.
- Utbyggnad med tunnel år 2040 – Full anslutning av möjliga bräddpunkter till tunneln och befolkning enligt prognos 2040.

I beräkningarna har man utgått från att basflödesutsläppet från Älvsjö-Mälarmagasinet ska ses som en bräddkälla. Bräddvattnet i detta har dock bara en spillvattenhalt på cirka en procent.

Tabell 6.2 Beräknad statistisk årsmedelbräddning, m³/år.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativ	2040 Begränsad anslutning till tunnel	2040 Full anslutning till tunnel
Mälaren	370 000	400 000	200 000	180 000
Saltsjön (Strömmen)	270 000	280 000	250 000	250 000
Småsjöar	9 000	9 000	9 000	10 000
Summa	650 000	690 000	460 000	440 000

⁹ 2012 är ett historiskt sett ett unikt år med mycket höga flöden.

Tabell 6.3 Beräknad statistisk årsmedelbräddnings innehåll av spillvatten, m³/år.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativ	2040 Begränsad anslutning till tunnel	2040 Full anslutning till tunnel
Mälaren	28 000	37 000	16 000	16 000
Saltsjön (Strömmen)	31 000	37 000	32 000	31 000
Småsjöar	200	300	300	300
Summa	59 200	77 000	48 300	47 300

Utsläppen av näringsämnen via bräddavloppsvatten står i relation till mängden bräddat spillvatten. Halten fosfor och kväve i det bräddade spillvattnet har antagits till 1,68 respektive 14,8 mg/l. Värdena är hämtade från Stockholm Vattens redovisning av halterna i inkommande avloppsvatten till reningsverken och justerade med hänsyn till utspädningsgraden 2. I Tabell 6.4 nedan redovisas beräknade värden på utsläpp av fosfor och kväve utifrån dessa förutsättningar.

Tabell 6.4 Beräknat årsmedelutsläpp av fosfor och kväve genom bräddavloppsvatten, kg/år.

	2012 Nuläge	2040 Nollalternativ	2040 Begränsad anslutning till tunnel	2040 Full anslutning till tunnel
Fosfor (P):				
Mälaren	47	62	27	27
Saltsjön (Strömmen)	52	62	54	52
Småsjöar	0,34	0,50	0,50	0,50
Summa P:	99	125	81	79
Kväve (N):				
Mälaren	414	548	237	237
Saltsjön (Strömmen)	459	548	474	459
Småsjöar	3	4	4	4
Summa N:	876	1 100	715	700

I nollalternativet år 2040 kommer både totala bräddvolymen, mängden bräddat spillvatten och därmed utsläppen av näringsämnen att öka i förhållande till nuläget. Vid utbyggnad av den planerade avloppstunneln kommer bräddvolymen och dess innehåll av spillvatten att kraftigt minska till vattenförekomsten

Stockholm-Mälaren (nedan kallad Mälaren), minska till Saltsjön och vara oförändrad till småsjöarna även vid en begränsad anslutning till avloppstunneln. Ser man till innehållet av spillvatten i bräddmängden, kommer avloppstunneln att innebära en årlig minskning med cirka 35 procent jämfört med nollalternativet. Bräddning av spillvatten till Mälaren kommer att minska med cirka 60 procent jämfört med nollalternativet.

En minskad belastning av bräddat avloppsvatten till Östra Mälaren bidrar långsiktigt till att behålla den goda ekologiska statusen i vattenförekomsten eftersom näringstillförseln avtar. Detta kan i sin tur även minska risken för att det uppstår problem med massförekomster av cyanobakterier i framtiden. Åtgärden får på motsvarande sätt en positiv inverkan på de hygieniska förhållandena, vilket kan öka säkerheten för Mälaren som råvattentäkt samt lokalt bidra till en förbättrad badvattenkvalitet. Även utsläppen av tungmetaller och andra föroreningar till Mälaren bedöms bli lägre när bräddningarna minskar.

Nödutsläpp

Om pumpstationen vid Sickla, som lyfter vattnet från avloppstunneln till reningsanläggningen, skulle haverera och förorsaka ett längre pumpstopp kommer hela tunnelsystemet att fyllas. Orenat avloppsvatten kommer då att rinna ut via befintliga nödavlopp, som ligger strax över Mälarens vattennivå. Aktuella punkter för nödutsläpp är förutom vid Sickla följande:

- Järvatunneln på Järvafältet
- Underverket i Sundbyberg vid Bällstaån
- Det nedlagda reningsverket i Bromma
- Eolshäll
- Nödavlopp från pumpstationer anslutna till tunneln.

Konsekvenser för recipienterna

Nollalternativet innebär att utsläppens påverkan på Mälaren och Strömmen blir relativt oförändrade på kort sikt men ökar i framtiden till följd av befolkningstillväxt och förändrade nederbördsförhållanden.

Den sökta verksamheten inbegriper att ett flertal bräddpunkter i Mälaren ansluts till den planerade avloppstunneln och att utsläppen av obehandlat bräddat spillvatten till vattenförekomsten Mälaren-Stockholm beräknas minska med cirka 60 procent [43]. Det innebär att risken för att vattentäkten Mälaren påverkas negativt minskar inom Östra Mälarens vattenskyddsområde jämfört med Nollalternativet. Den sökta verksamheten innebär även att mängden bräddvatten till Strömmen minskar och att bräddningarna kan kontrolleras i högre grad eftersom avloppstunneln även kommer att fungera som fördröjningsmagasin.

De bedömda förändringarna för recipienterna av Nollalternativet respektive Sökt verksamhet, baserade på ett urval av relevanta parametrar, sammanfattas i Tabell 6.5. I delavsnitten nedan bedöms konsekvenserna för vissa specificerade miljöaspekter.

Tabell 6.5 Sammanfattning av bedömda förändringar för recipienterna i Nollalternativet respektive Sökt verksamhet.

Parameter:	Nollalternativet									Sökt alternativ								
	Mälaren			Innerskärgården						Mälaren			Innerskärgården					
	Mälaren Stockholm			Strömmen (inkl Lilla Värtan)			Askrikefjärden och utströms			Mälaren Stockholm			Strömmen (inkl Lilla Värtan)			Askrikefjärden och utströms		
	Vattenkvalitet	GES 15	GKS 15	Vattenkvalitet	GEP 21	GKS 21	Vattenkvalitet	GES 21	GKS 15	Vattenkvalitet	GES 15	GKS 15	Vattenkvalitet	GEP 21	GKS 15	Vattenkvalitet	GES 21	GKS 15
Totalkväve	0			0			0			0			0			0		
Oorganiskt kväve	-			-			-			+			+			+		
Totalfosfor	-			0			0			0			0			0		
Oorganisk fosfor	-			0			0			0			0			0		
Växtplankton	-			0			0			0			0			0		
Cyanobakterier	-			-			-			0			0			0		
Syrgas	-			-			-			0			0			0		
Hygienisk (bad)	-			-			-			0			0			0		
Metaller *	-			-			-			0			0			0		

*Likartade förhållanden råder för svärnedbrytbara organiska ämnen.

MKN: God ekologisk status (GES), God ekologisk potential (GEP), God kemisk status (GKS) samt normens årtal.

 	Risk för försämring	-	Minskar möjlighet att uppnå MKN
 	Oförändrat	0	Liten inverkan på MKN
 	Förbättring	+	Bidrar till att uppnå MKN i kombination att andra åtgärder vidtas

Påverkan med avseende på kväve

Nollalternativet

Nollalternativet innebär en oförändrad tillförsel av kväve via bräddningar till Mälaren på kort sikt, som i framtiden bedöms bli större till följd av ökade mängder bräddvatten. Den förändrade kvävetillförseln bedöms inte påverka vattenkvaliteten i sådan utsträckning att den leder till en tydlig försämring. Däremot utgörs en del av denna ökning av den oorganiska och syretärande kvävefraktionen ammonium som bedöms minska möjligheten att bevara nuvarande goda ekologiska status i östra Mälaren. Däremot innebär nollalternativet att avloppsvattnet från upptagningsområdet för SYVAB:s Eolshälls pumpstation, till skillnad från i den sökta verksamheten, även i fortsättningen kommer att pumpas till Himmerfjärdsverket och där fortsätta att bidra till övergödningen av Himmerfjärden och nedströms liggande ytvattenförekomster. Detta innebär ett fortsatt utsläpp till Himmerfjärden av upp till cirka 70 ton kväve per år¹⁰. Himmerfjärden bedöms vara en sämre recipient för avloppsvatten än de vattenförekomster som påverkas av utsläppen från Stockholm Vattens avloppsreningsverk.

¹⁰ Baseras på de begränsningsvärden som SYVAB yrkar på i sin tillståndsansökan, 6 mg totalkväve per liter (kalenderårsmedelvärde) och ett årligt flöde från Eolshälls pumpstation på ca 12 000 000 m³ [45] .

Vid normala flödesförhållanden från Mälaren bedöms reningsverkens utsläpp av totalkväve få en relativt oförändrad påverkan på vattenkvaliteten i Strömmen och övriga vattenförekomster i Innerskärgården, eftersom den inåtgående strömmen och Mälaren tillsammans kommer att svara för nära 80 procent av kvävebelastningen. Vissa år med låga flöden från Mälaren avtar dock kvävebelastningen från de dominerande källorna vilket leder till att reningsverkens andel, som är relativt konstant över året, ökar. Situationer med nollflöden från Mälaren bedöms dock minska när den nya regleringen vid Slussen Norrström tas i bruk tas i drift omkring 2021 [44]. Helhetsbedömningen är att Nollalternativet leder till en relativt oförändrad vattenkvalitet i Innerskärgården med avseende på totalkväve och har liten inverkan på möjligheten att uppnå God ekologisk potential respektive God ekologisk status i dess vattenförekomster.

För fraktionen oorganiskt kväve, huvudsakligen i form av nitrat, blir avloppsreningsverkens bidrag till Strömmen däremot betydande även i framtiden, cirka 40 procent av den totala tillförseln. Till skillnad från det oorganiska kvävet i bräddvatten (ammoniumkväve), utgörs det oorganiska kvävet i renat avloppsvatten från reningsverk med kväverening främst av nitratkväve, som inte ger en primär syreförbrukning. Detta nitratbidrag bedöms vara negativt för vattenkvaliteten i Innerskärgården och bedöms minska möjligheten att uppnå och bevara en God ekologisk status i framtiden. Avloppsreningsverkets bidrag kan även påverka algsammansättningen i den yttre skärgården och övriga Östersjön negativt (se avsnitt om cyanobakterier, nedan). Nollalternativet kan således komma i konflikt med Sveriges åtaganden i enlighet med BSAP.

Sökt verksamhet

Minskad tillförsel av kväve till Mälaren via bräddvatten är gynnsamt för Mälarens vattenkvalitet men dess andel av den totala belastningen är begränsad och bedöms inte påverka möjligheten av bevara dess klassning Goda vattenstatus. Däremot bedöms de minskade utsläppen av kvävefraktionen ammonium (syretärande) vara av betydelse för Mälarens vattenkvalitet i ett längre perspektiv och bedöms således bidra till att bevara God ekologisk status i Mälaren.

Utsläppen av totalkväve till Strömmen beräknas bli 35 procent lägre än för Nollalternativet år 2018 och 2040 (500 respektive 600 ton) vilket är positivt för vattenkvaliteten i Innerskärgården. Reningsverkens andel av den totala kvävebelastningen på Strömmen blir dock omkring 15 procent och bedömningen är således att, precis som för Nollalternativet, reningsverkens bidrag får liten inverkan på möjligheten att uppnå God ekologisk potential respektive God ekologisk status i Innerskärgårdens vattenförekomster.

Av större betydelse är utsläppen av oorganiskt kväve. Reningsverken svarar för en betydande andel av den totala belastningen till Strömmen, för närvarande omkring 45 procent. Den effektivare kväveavskiljningen i den sökta verksamheten medför att bidraget reduceras till omkring 30 procent av den totala belastningen, vilket är 10 procent lägre än för Nollalternativet. Den sökta verksamheten innebär att reningsverken årligen kommer att släppa ut 800-900 ton oorganiskt kväve, vilket är 400-500 ton mindre än Nollalternativet. De minskade utsläppen bedöms bidra till att både förbättra Innerskärgårdens vattenkvalitet och möjligheterna att uppnå God ekologisk potential respektive God ekologisk status i dess

vattenförekomster. Värderingen förutsätter dock att fosforutsläppen från andra källor parallellt minskar i enlighet med vattenmyndighetens beting så att vattenförekomsterna förblir fosforbegränsade. De kraftigt minskade utsläppen i den sökta verksamheten jämfört med i nollalternativet gör att Sverige får det lättare att klara sitt utsläppsminskningensbeting enligt BSAP (Baltic Sea Action Plan).

Påverkan med avseende på fosfor

Nollalternativet

Nollalternativet innebär en oförändrad belastning av fosfor till Mälaren på kort sikt som bedöms öka i framtiden. Mängden lagrad fosfor i Mälarens sediment kommer gradvis att öka, vilket på sikt leder till en ökad interbelastning av oorganisk fosfor och sedermera risk för ökad biomassa av alger (se avsnittet om växtplankton, nedan) och högre växter. Nollalternativet kan således inverka negativt på möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormen, men framförallt att bevara, God ekologisk status i vattenförekomsten Mälaren-Stockholm i ett längre perspektiv.

Vid normala flödesförhållanden bedöms reningsverkens utsläpp av totalfosfor få liten påverkan på vattenkvaliteten i Strömmen och övriga vattenförekomster i innerskärgården eftersom den inåtgående strömmen och Mälaren tillsammans svarar för nära 90 procent av den totala fosforbelastningen. På motsvarande sätt som för kväve ökar dock reningsverkens relativa bidrag vid låga flöden och kan enskilda år bidra till ökad alg tillväxt eftersom innerskärgården normalt är fosforbegränsad. Helhetsbedömningen är dock att Nollalternativet får liten inverkan på möjligheten att uppnå en God ekologisk potential i Strömmen respektive God ekologisk potential i övriga vattenförekomster i innerskärgården.

Nollalternativet innebär även att avloppsvatten från SYVAB:s pumpstation i Eolshäll, till skillnad från i den sökta verksamheten, även i fortsättningen kommer att bidra till övergödningen av Himmerfjärden. Himmerfjärden betraktas i det avseendet som en känsligare recipient än Strömmen.

Sökt verksamhet

Den sökta verksamheten innebär minskad belastning av fosfor till Mälaren till följd av minskad belastning av bräddat avloppsvatten. Upplagringen av fosfor i sedimenten blir mindre än i Nollalternativet och därigenom minskar risken för ökat fosforläckage, så kallad internbelastning, från sedimenten vid låg syrgashalt. Den sökta verksamheten bedöms bidra till bevara en God ekologisk status i vattenförekomsten Mälaren-Stockholm.

Precis som för Nollalternativet blir avloppsreningsverken andel av den totala fosforbelastningen på Strömmen liten och bedöms inte påverka möjligheten att uppnå fastställda miljö kvalitetsnormerna i innerskärgården. Den sökta verksamheten innebär dock att utsläppen av totalfosfor blir 12-14 ton/år (cirka 30 procent) lägre än för Nollalternativet fram till år 2040 samt att mängden oorganisk fosfor minskar till 6-7 ton/år, vilket kan vara av betydelse både enskilda år och på sikt visa sig betydelsefullt i arbetet med att minska övergödningen. Den sökta verksamheten ligger i linje med Sveriges åtaganden enligt BSAP även när det gäller fosfor.

Det kan inte uteslutas att en minskad fosforbelastning i ett långsiktigt perspektiv kan få positiva effekter, antingen direkt i recipienten eller via minskad transport till vattenförekomsterna utströms. Den sökta verksamheten innebär även minskade utsläpp av fosfor till Himmerfjärden, som är en känsligare recipient än Strömmen.

Påverkan med avseende på växtplankton

Nollalternativet

Nollalternativet kan på sikt bidra till att mängden växtplankton successivt ökar och att dess artsammansättning långsamt förändras i Mälaren. En sådan utveckling leder bland annat till ökande grumlighet, ökad syrgasförbrukning i och under vattenmassans temperatursprångskikt samt att växternas bottenutbredning minskar. Nollalternativet bedöms missgynna möjligheten att på sikt bevara en God ekologisk status i vattenförekomsten Mälaren-Stockholm.

Nollalternativet innebär en oförändrad påverkan på utvecklingen av växtplankton i Strömmen och övriga vattenförekomster i Innerskärgården. Nollalternativet bedöms därmed få liten inverkan på möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormen God Ekologisk status eftersom andra källor till näringsämnen dominerar.

Sökt verksamhet

Den sökta verksamheten motverkar förändringar i växtplanktonsamhället i Mälaren. Det bidrar till att behålla en god vattenstatus men bedöms inte att som enskilt åtgärd säkerställa bevarandet av en God ekologisk status i framtiden för vattenförekomsten Mälaren-Stockholm.

Minskade kväveutsläpp bedöms inte påverka växtplanktonsamhället i någon större utsträckning i Innerskärgården eftersom tillväxten av växtplankton är fosforbegränsad. Eftersom även fosforutsläppen minskar bedöms den sökta verksamheten missgynna plankontillväxten men inte i en omfattning att den bidrar till att uppnå fastsatta miljö kvalitetsnormer i Innerskärgården.

Påverkan med avseende på cyanobakterier

Nollalternativet

Nollalternativet innebär en liten risk för ökad mängd cyanobakterier under nuvarande förhållanden i både Mälaren och den inre Skärgården eftersom majoriteten av berörda vattenförekomster är fosforbegränsade. Hur eventuella klimatförändringar påverkar utvecklingen i ett längre perspektiv är svårbedömt. En hög belastning av oorganiskt kväve kan bidra till att dämpa tillväxten av kvävefixerande cyanobakterier i framförallt i den yttre skärgården och Östersjön, där algutvecklingen tidigt på växtsäsongen normalt regleras av vattnets innehåll av oorganiskt kväve och sedermera för massutveckling av de arter av cyanobakterier som är kvävefixerande.

Sökt verksamhet

Den sökta verksamheten innebär att tillväxten av cyanobakterier minskar i både Mälaren och de i Innerskärgården berörda vattenförekomsterna eftersom de normalt är fosforbegränsade. En minskad mängd uttransporterat kväve kan dock

leda till konkurrensfördelar för kvävefixerande cyanobakterierna i den yttre Skärgården och Östersjön och ökad tillväxt.

Påverkan med avseende på syrgas

Nollalternativet

Nuvarande och framtida ökad tillförsel av bräddat spillvatten påverkar syrgasförhållandena lokalt kring bräddavloppen i Mälaren negativt, framförallt varma och varaktiga somrar då även förekomsten av skyfall och bräddningar normalt är som störst. Nollalternativet bedöms få negativt inverkan på möjligheten att bevara miljö kvalitetsnormen God ekologisk status i vattenförekomsten Mälaren-Stockholm i ett längre perspektiv. Av samma anledning kan nollalternativet minska möjligheten att i framtiden klara de riktvärden som har fastställts beträffande syrgasförbrukning enligt förordningen om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten.

Nollalternativet innebär även att befintliga bräddpunkter i Strömmen kvarstår. Lokalt i anslutning till utsläppspunkterna får det en negativ påverkan på syrgasförhållandena medan effekten i Strömmen blir begränsad eftersom övriga källor till syretärande ämnen dominerar. Reningsverkens utsläpp av syreförbrukande ämnen blir oförändrade och därmed också dess påverkan på vattenkvaliteten i innerskärgården. Eftersom utsläppsmängderna är konstanta över året blir även dess relativa bidrag vid låga flöden oförändrade och kan enskilda år försämma syrgasförhållandena i Strömmen. Helhetsbedömningen är att påverkan på syrgasförhållandena blir oförändrade och minskar därigenom möjligheten att uppnå fastställda miljö kvalitetsnormer för Strömmen men inte längre ut i Innerskärgården.

Sökt verksamhet

Minskad tillförsel av bräddat spillvattnet i den sökta verksamheten förbättrar syrgasförhållandena lokalt i Mälaren, framför allt långa och varma somrar. Den sökta verksamheten bidrar till att bevara miljö kvalitetsnormen God ekologisk status i vattenförekomsten Mälaren-Stockholm i ett längre perspektiv.

Påverkan med avseende på metaller och organiska ämnen

Nollalternativet

Nuvarande och framtida ökad tillförsel av bräddat spillvatten påverkar innehållet av metaller lokalt i vattenmassan och i sediment negativt. Nollalternativet bedöms också försvåra möjligheten något att bevara respektive uppnå miljö kvalitetsnormen God kemisk status i vattenförekomsten Mälaren-Stockholm och Strömmen i ett längre perspektiv.

Sökt verksamhet

Tack vare membrantekniken innebär den sökta verksamheten större möjligheter än nollalternativet att uppfylla miljö kvalitetsnormerna i Strömmen och aktuella vattenförekomster längre österut. Minskade bräddutsläpp innebär även minskad metallbelastning lokalt, men har ingen avgörande påverkan på möjligheten att uppfylla aktuella miljö kvalitetsnormer.

Sammanvägd bedömning av påverkan för vattenmiljön

Den sammanvägda bedömningen är att nollalternativet på kort sikt får en liten – måttlig negativ påverkan på vattenkvaliteten i Mälaren samt måttlig – stor negativ i ett längre perspektiv. För vattenkvaliteten i innerskärgården bedöms nollalternativet få liten eller försumbar negativ inverkan på vattenkvaliteten både på kort och på lång sikt.

Den sökta verksamheten bedöms få en liten positiv påverkan på vattenkvaliteten i Mälaren på kort sikt och måttlig positiv effekt i ett längre perspektiv. För vattenkvaliteten i Strömmen bedöms sökt alternativ få liten till måttlig inverkan på vattenkvaliteten medan effekten längre ut i innerskärgården bedöms bli liten eller försumbar, både på kort sikt och i ett längre perspektiv.

En förlängning av utloppsledningen längre ut i skärgården har diskuterats med tillsynsmyndigheten. Stockholm Vattens bedömning är att en förlängning av utloppsledningen inte skulle ge någon större förbättring av innerskärgårdens status. En förlängning skulle också innebära att man byter recipient för utloppet, vilket inte bedöms vara lämpligt då statusen då kommer att försämrats i en annan vattenförekomst.

Genom det sökta alternativet kommer Stockholm Vatten att ge ett betydande bidrag till att Sveriges åtaganden enligt Baltic Sea Action Plan kan karas.

6.8 Markanvändning

6.8.1 Sammanfattning

Stockholm Vatten finner att de positiva konsekvenserna av att använda slam för markmiljön överväger de negativa. Skillnaden i slam användning mellan den sökta verksamheten och nollalternativet är för liten för att kvantifiera. Påverkan är bestående och bedöms vara liten. Konsekvensen för slamspridning är på kort sikt försumbar och på långt sikt lite positiv.

6.8.2 Påverkan

Under detta kapitel redovisas den påverkan projektet har för markens användning och kvalitet. I huvudsak medför projektet indirekta effekter genom att slam från Henrikdal kan spridas på åkermark. Den planerade verksamheten medför också att mark frigörs vid Bromma reningsverk som kan användas för alternativa ändamål. Temporära markanspråk görs för etableringsytor m.m. Detta påverkar framförallt rekreation och friluftsliv och beskrivs därför under kapitel 6.3.

Indirekt påverkan uppkommer genom att slamproduktionen från reningsverket kan användas på åkermark eller som jordförbättringsmedel. Slam användning avhandlas även i kapitel 6.15 Resurshantering.

6.8.3 Åtgärder driftfas

Stockholm Vatten har under lång tid arbetat för att förbättra slamkvaliteten genom ett aktivt förebyggande uppströmsarbete och stora framsteg har redan gjorts. Stockholm Vattens egenkontroll kommer att kompletteras med rutiner som syftar till att hitta de driftbetingelser som eliminerar eventuella negativa miljökonsekvenser av hypokloritanvändningen och andra faktorer som kan påverka slamkvaliteten negativt genom membrantechniken och mottagandet av matavfall. Målet är att upprätthålla REVAQ-certifiering och inte försämra slamkvaliteten.

6.8.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet medför att avloppstunneln inte byggs. Konsekvenser av markpåverkan uppkommer inte i nollalternativet. Användningen av slam förväntas inte påverkas under byggperioden.

6.8.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär ingen förändring mot idag och därmed ingen negativ konsekvens. Konsekvensen av utbyggnadsalternativet avseende slamspridning är positiv, dock liten. Frigörande av mark vid Bromma bedöms vara positivt ur markanvändningssynpunkt.

6.9 Lukt

6.9.1 Sammanfattning

Den sammantagna bedömningen är att inga luktrisker av betydelse föreligger i Henriksdal, Sickla eller avloppstunneln. Ombyggnad av ventilationssystem, rening av utsläpp via kolfilter och regelbunden rensning av rötkammare är åtgärder för att minimera risken för luktincidenter. Skillnaden i lukt är överlag litet mellan den sökta verksamheten och nollalternativet. Överlag bedöms konsekvenserna bli positiva. I nollalternativet kvarstår potentiell luktstörning från slamhanteringen i Bromma och Sickla.

6.9.2 Påverkan

Luft från Brommatunneln kommer att ventileras via en 30 m hög skorsten i Smedslätten. Luft från resterande delar av Söderortstunneln ventileras via den 68,5 meter höga skorstenen i Sickla.

Ventilationsluft från starkt luktande delar av Henriksdalsanläggningen behandlas för att minska lukten innan det släpps ut via den 80 meter höga skorstenen på Henriksdalsberget.

6.9.3 Åtgärder

För att undvika luktincidenter kommer ventilationsluften från tunneln att renas med aktiverat kolfilter alternativt genom en kombination mellan fotooxidation och aktiverat kolfilter. För att öka kolfiltrets livslängd kommer ventilationsluften först att avfuktas. Även på det befintliga ledningsnätet finns ett hundratal mindre luktreningsanläggningar (ozonbehandling) jämnt fördelat över pumpstationerna inom verksamhetsområdet.



Figur 6.6 Henriksdalsanläggningens skorsten.

Ventilationsluften från de verksamheter i reningsverket som alstrar starkast lukt behandlas för att minska risken för luktolägenheter i omgivningarna.

Stockholm Vatten planerar en rad åtgärder för att ytterligare minimera luktemissioner från olika delar av verksamheten. De viktigaste sammanfattas nedan:

- Ventilationssystemet byggs om i Sickla.
- Sand, grovrens och avvattnat slam fraktas liksom nu av täckta bilar. Det externa organiska materialet hämtas med slamsugbilar med undertryck och pumpas direkt in i anläggningen i Henriksdal. Bilarna körs in via en luftsluss, som hindrar att illaluktande luft från lossningen av materialet kommer ut utanför anläggningen.
- Inget material lagras utomhus. Rötningen, där biogasproduktionen sker, kommer liksom nu att ske i slutna rötkammare. Starkt luktande ventilationsluft renas och släppas ut genom den cirka 80 meter höga skorstenen, som finns vid reningsverket. Detta har beskrivits i anmälan. Utrustningen renar luft från mottagningen av fett och externt organiskt material, men även slamutlastning och centrifuger. Den nya mottagningen av externt organiskt material kommer att kopplas till denna luftrening.
- Vid mottagningsstationen finns också möjlighet att rengöra bilens tank och tömma ut de sista resterna ur tanken, vilket är ett sätt att förebygga luktstörningar under transporter till och från Henriksdal.
- Skorstenarna i Henriksdal, Sickla och längs anslutna tunnlar ger en god spridning av luktande ämnen så att risken för luktstörningar minimeras. Ett fläktdrivet ventilationssystem skapar undertryck så att luktande ämnen inte kan lämna systemet via andra öppningar.

6.9.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna tunneln inte anläggs, vilket innebär att ventilation efter sprängning inte behövs.

De moderna emulsionssprängämnen som idag mestadels används består i huvudsak av ammoniumnitrat och en kolkälla. Vid detonation sker en reaktion mellan ammoniumnitratet och kolkällan och under ideala förhållanden bildas endast vatten, koldioxid och kvävgas. I verkligheten bildas även en liten del andra föreningar, så kallad spränggaser som olika kväveoxider och kolmonoxid.

Luften i tunneln kommer att vara förorenad av spränggaser samt avgaser från bland annat transportfordon. När tunnlar ventileras kommer förorenad luft att tryckas ut i tunnelmynningar och eventuella ventilationsschakt. Vissa av gaserna har dofter som kan uppfattas som störande i direkt anslutning till arbetstunnlarna.

6.9.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär dels att den föreslagna tunneln inte anläggs, dels att Sicklaanläggningen inte byggs om. Tunneln behöver inte ventileras i Smedslätten. Nollalternativet innebär dock att ökad ventilation behövs i Bromma och Sicka/Henriksdal, vilket kan medföra små negativa konsekvenser på annan plats.

För att kunna värdera effekten av luktutsläppen från tunneln i Smedslätten under drifttiden har andra tunnelsystem studerats för att få en god uppfattning om vilka emissionsnivåer man kan förvänta sig.

Genomförda beräkningar för Smedslätten visar att luktnivån 1,5 Ml.e./m^3 utan rening överskrider kring utsläppspunkten. Med en 30 m skorsten beräknas högsta minutmedelvärden kring anläggningen istället till ca 0,9 Ml.e./m^3 kring utsläppspunkten.

För att undvika luktincidenter ska luktemissionen ligga på ca 4-5 Ml.e./h vid det aktuella luftflödet om 15 000 m^3/h , kombinerat med en skorsten om ca 30 m. Ventilationsluften kommer att renas före utsläpp, en reningsanläggning som baseras på aktiverat kolfilter alternativt en kombination med fotooxidation och aktiverat kolfilter planeras.

De åtgärder som genomförs i enlighet med Stockholm Vattens anmälan till tillsynsmyndigheten i oktober 2014 gör att risken för luktstörningar i omgivningarna är mindre än under tidigare år.

Den planerade ökade mottagningen och rötningen av externt organiskt material bedöms inte öka risken för luktstörningar, eftersom all hantering sker i bergrum.

Resultat av genomförda mätningar 2014 har sammanställt i bilaga 4 - luktutredningar i samband med utbyggnad av tunnelsystem och reningsverk. Där framgår att den totala luktemissionen från Sicklaanläggningen är cirka 19,6 miljoner luktenheter per timme (Ml.e./h) vid dagens förhållanden. Vid ombyggnad och utökning av verksamheten i anläggningen kommer luktbidraget från avloppsreningen i Sickla att öka, delvis på grund av den högre belastningen men också på grund av att försedimenteringen kommer att byggas ut.

I Henriksdal bedöms mottagningen av organiskt avfall fördubblats mot idag framförallt på grund av tillskottet av källsorterat matavfall. Däremot bedöms bidraget från försedimenteringen reduceras till nivån cirka 60 Ml.e./h från cirka 130 – 220 Ml.e./h på grund av ändrade processbetingelser samt att luften från matavfalls- och slamhanteringen kommer att renas ytterligare. Sammantaget betyder det att luktbidraget från Henriksdal kommer att reduceras jämfört med tidigare år.

Med utgångspunkt från de beräknade emissionsnivåerna på luktande ämnen har högsta omgivningshalter beräknats i kritiska punkter.

Resultatet av utförda spridningsberäkningar visar att omgivningshalterna av lukt, vid dagens förhållanden, är väl under 1 l.e./m^3 vid såväl gatunivå som på 20 meters höjd, vilket motsvarar höjden av ett åttavåningshus.

Av beräkningarna framgår vidare att omgivningshalterna av lukt kommer att reduceras ytterligare i och med att den totala emissionen från anläggningarna reduceras. Då hamnar man på så låg nivå (0,2 -0,5 l.e./m³) att lukt normalt inte kan förnimmas. Därmed bedöms inga ytterligare luktreducerande åtgärder på starkt luktdande ventilationsluft utöver fotooxidation och aktivt kol behövas.

Sammantaget är bedömningen att inga luktrisker av betydelse föreligger i vare sig Henriksdal eller Sickla. Enligt spridningsberäkningarna kommer lukten att minska jämfört med tidigare år och konsekvenserna bedöms därför vara små eller försumbara samt positiva.

I området som berörs av Bromma reningsverk kommer lukten från reningsverket att försvinna efter nedläggning vilket ger en liten positiv miljökonsekvens runt reningsverket.

Tillfälliga lukstörningar vid driftstörningar och underhållsarbeten

Tillfälliga lukstörningar kan idag förekomma vid driftstörningar eller under underhållsarbeten av biogasanläggningen och mottagningsstationen. I syfte att klarlägga effekten av planerade och oplanerade händelser som kan inträffa på verket och som kan påverka luktsituationen tillfälligt kring anläggningen, har en luktriskanalys genomförts. För vidare information se Bilaga 4 - Luktutredningar i samband med utbyggnad av tunnelsystem och reningsverk.

Vid planerade underhållsarbeten av rötkamrarna måste var och en av dem öppnas vart fjärde till vart femte år för att man ska kunna rensa dem från sand som samlas på botten och från avsättningar på rötkamrarnas omrörare. En eller två av biogasanläggningens sju rökammare öppnas varje år. Driftavbrottet varar i cirka två månader och under denna tid kan lukt förekomma under framför allt den första veckan. Sedan 2010 används en mobil luftreningsanläggning vid service av rökammare och vid andra temporära utsläpp. Den har ett kolfilter som ansluts till rökammaren för att samla upp utgående gas. På toppen av kolfiltret finns en fläkt som blåser till omgivningen.

Risken för att lukt ska sprida sig utanför anläggningen är därmed liten.

Inga risker på grund av oplanerade lukstörningar vid drift eller underhållsarbeten klassas som "höga". Risken baseras på kriterierna luktemission mätt i antal luktekvivalenter per timme, emissionstid, det vill säga emissionens varaktighet, samt frekvensen, vilket innefattar hur många gånger per år den aktuella störningen inträffar. Alla risker i analysen bedöms ha en låg frekvens. Detta beror på att allt planerat underhållsarbete genomförs inne i berget och att ventilationsluften släpps via skorsten på hög höjd. Viss rening av denna ventilationsluft äger också rum, men den huvudsakliga effekten erhålls av skorstenen. De händelser som bedöms ge medelhöga risker är primärt förknippade med haveri på ventilations- och luftreningssystemet samt om det föreligger en reducerad funktion av slamutlastningen på Henriksdalsberget.

Vid de aktuella anläggningarna reduceras risken betydligt av höjden på skorstenen. Spridningsberäkningarna visar att inte ens utan reningsutrustning förväntas några lukstörningar även om luktemissionerna ökar med 40 Ml.e./h.

Sammantaget är bedömningen att inga luktrisker av betydelse föreligger i vare sig Henriksdal eller Sickla. Enligt spridningsberäkningarna kommer lukten att minska ännu mer jämfört med idag och konsekvenserna är därför små och positiva.

Luktstörningar från ledningsnät

Lukt förekommer även från pumpstationer, bräddavlopp och avluftsanordningar på avloppsledningsnätet. I avloppsledning och pumpstationer härrör lukten framförallt från gaser som uppstår vid biologisk aktivitet. Då syrefria förhållanden uppstår kan organiskt material brytas ner. Vid biokemisk reduktion av oorganiska svavelföreningar uppstår svavelväte som är en giftig, korrosiv och illaluktande gas. Problemet uppstår framförallt då det blir långa uppehållstider i ledningsnäten. Vissa bräddpunkter kommer att byggas bort på ledningsnätet i och med att avloppstunneln anläggs. Detta gör att risken för luktstörningar försvinner från dessa platser. Detta bedöms ge små positiva konsekvenser.

6.10 Luftburen smitta

6.10.1 Sammanfattning

Hantering av material som eventuellt kan innehålla smittämnen sker i bergrum och ventilationsluften renas före utsläpp till luft. Den sammanfattade risken för luftburen smitta bedöms vara låg. I både den sökta verksamheten och i nollalternativet är de negativa konsekvenserna av en eventuell luftburen smittspridning små eller försumbara.

6.10.2 Påverkan

Praktiskt taget all hantering av avloppsvatten, slam och externt organiskt material som kan innehålla smittämnen som kan spridas till luft och vatten vid anläggningarna i Henriksdal och Sickla kommer att ske inne i bergrum.

6.10.3 Åtgärder

Före utsläpp till luft via anläggningarnas skortisar renas stora delar av ventilationsluften för att i första hand reducera utsläppen av luktande ämnen. Därmed minskar även risken för spridning av luftburen smitta utanför anläggningarna. Även vid många av ledningsnätets pumpstationer finns luktrengsling, vilket reducerar antalet smittämnen i ventilationsluften från dem.

En mobil utrustning kommer att installeras där ett kolfilter ansluts till rötchammaren för att samla upp utgående gas. Utrustningen är framför allt framtagen för att minska risken för lukt, men minskar även risken för spridning av mikroorganismer.

6.10.4 Konsekvenser byggfas

Byggfasen innebär inga särskilda konsekvenser rörande luftburen smitta, se vidare nedan.

6.10.5 Konsekvenser driftfas

Befintliga undersökningar och kvantifieringar av risker kopplade till avloppsvatten tyder på att riskerna är relativt låga även då människor exponeras för aerosoler som genereras aktivt (vid till exempel spraybevattning) och innehåller högre halter av patogener än aerosoler från Henriksdals avloppsreningsverk. Henriksdals avloppsreningsverk har särskilt avancerad riskreducerande teknik genom att verksamheten i huvudsak bedrivs i bergrum och att ventilationsluft från utrymmen där stark lukt alstras renas.

Konsekvensbedömningen bygger till stor del på Smittskyddsinstitutets utredning. Institutets sammanfattande riskbedömning var att risken för boende, arbetande och besökande i Henriksdalshamnen bedömdes som låg. Slutsatserna gäller avståndet 105 meter från den närmaste delen av reningsverket. Stockholm Vatten bedömer därför att Smittskyddsinstitutets slutsatser även gäller övrig bebyggelse runt Henriksdalsanläggningen och bebyggelsen runt Sicklaanläggningen.

Bedömningen baserades i huvudsak på att koncentrationen av patogener i de utgående aerosolerna i luftströmmarna från rötkamrarna och skorstenen troligen är låg. Dessutom exponeras personerna inte på nära håll och en avdödning samt en betydande utspädning av eventuella mikroorganismer kan ske före inandning. Eftersom exponeringen förblir på ett liknande avstånd (minst 105 meter) samt att ytterligare åtgärder som minskar lukt och risk för smittspridning kommer att vidtas, bedöms risken inte avgörande större för människor i den nya bebyggelsen.

Öppning av rötkammare innebär att fuktmättad luft förs ut. Dessa aerosoler är "tunga" och faller ner mot marken runt rötkamrarna. Det ses därför som mindre troligt att dessa aerosoler kan spridas ner till personer på 100 meters avstånd. Dessutom används den tidigare nämnda mobila utrustningen för att samla upp och rena utgående gas. Materialet i rötkamrarna är en blandning av rötat och färskt slam. Även om rötkamrarna töms innan de öppnas ligger en del material kvar i dem och på övrig utrustning, vilket gör att det finns slam kvar som kan generera gas som innehåller mikroorganismer. Dagens mesofila rötning (rötning vid en temperatur på cirka 35°C) under 20 dagar bidrar inte till en väsentlig avdödning av patogena (sjukdomsalstrande) mikroorganismer. Den nu planerade övergången till termofil rötning (minst 55°C), kommer att ytterligare minska riskerna. Risken för en eventuell försämring av rötningsprocessen vid det planerade ökade intaget av matavfall bedöms som liten då materialet kommer att malas ned till samma partikelstorlek som avloppsslammet.

Stockholm Vattens bedömning av negativa konsekvenser av eventuell luftburen smittspridning är att de är små eller försumbara för såväl nollalternativet som för den sökta verksamheten.

6.11 Andra utsläpp till luft

6.11.1 Sammanfattning

För det sökta alternativet bedöms konsekvensen överlag som negativ men liten. I samband med driftomläggningen ökar antalet transporter och den tillkommande tunga trafiken innebär ett tillskott av luftföroreningar i trafikmiljö. Den tillkommande tunga trafiken pågår dock under en begränsad tid och är totalt sett en liten förändring av trafikmängden. Föroreningshalterna kommer att öka något men denna ökning kommer inte vara detekterbar. Ur hälsosynpunkt bedöms konsekvenserna vara små eller försumbara. Efter föreslagna åtgärder bedöms den negativa konsekvensen för nollalternativet som liten.

6.11.2 Påverkan

Vägtrafik medför utsläpp av luftföroreningar som partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid (NO₂). Höga halter av luftföroreningar uppkommer främst i städer där gaturummet är trångt, vilket medför kort avstånd mellan källa och mottagare samt att luftgenomströmningen kan vara bristfällig. Halterna beror också av bakgrunds nivåer, trafikmängder, körmönster, meteorologi med mera.

Utsläpp till luft från transporter under byggskedet

Arbetet med tunneldrivning innebär ett antal byggtransporter på det lokala vägnätet vilket innebär ett tillskott av exempelvis PM₁₀ och NO_x lokalt under byggperioden.

Generellt är halterna av luftföroreningar låga i anslutning till de förslagna tunnelpåslagen och det lokala vägnätet. På det övergripande vägnätet överskrider normerna för partiklar och kvävedioxid idag.

Utsläpp till luft från transporter under driftskedet

Den ändrade verksamheten innebär en ökning av antalet transporter till och från Stockholm Vattens anläggning i Henriksdal och en minskning av transporterna till och från anläggningen i Sickla. Samtidigt upphör trafiken till och från Bromma avloppsreningsverk liksom internt transporterna mellan anläggningarna i Åkeshov och Nockeby.

De områden som främst berörs av antingen ökad eller minskad mängd tunga transporter i samband med driftomläggningen är östra delen av Hammarby Sjöstad (Hammarby Fabriksväg, Södra Länken), vid Henriksdal (Danviksbron, Värmdövägen och Södra Länken) samt i Bromma (Drottningholmsvägen och Åkeshovsvägen).

Trafiksituationen i berörda områden har beskrivits av Tyréns AB trafikavdelning [33]. Den trafikökning som förväntas till följd av omstruktureringen av Stockholm Vattens verksamhet bygger på den förväntade mängd material som måste transporteras och antaganden har gjorts för att översätta mängderna till fordonsrörelser.

Utsläpp till luft från ventilerings av tunneln

I byggskedet kommer tunneln att ventileras för att förbättra arbetsmiljön i tunneln. Vid en ideal detonation av sprängmedel bildas endast koldioxid,

vattenånga och kvävgas. Sådana ideala detonationer sker inte i verkligheten, varför reaktionsprodukter såsom kväveoxider (NOX) och kolmonoxid (CO) alltid bildas. Ventilationsluften kommer dessutom att innehålla avgaser från bland annat transportfordon. Friskluft förs därför in i tunneln genom ventilationstuber till sprängningsfronten varefter den förorenade luften trycks ut genom tunnelmynningar.

6.11.3 Åtgärder

Spridning av luftföroreningar från trafik och arbetsmaskiner kommer att regleras i kommande entreprenadkontrakt. Gemensamma miljökrav för entreprenader [49] ska gälla.

I kraven anges exempelvis bränsle av miljöklass 1 eller likvärdigt samt utsläpps- och åldersbegränsningar för fordon. Tunga fordon och arbetsmaskiner ska uppfylla vissa krav enligt EU-standards och inom känsliga områden gäller skärpta krav; detta för att tillkommande avgaser inte får äventyra innehållandet av miljö kvalitetsnormerna för luft.

Etableringsytor ska hårdgöras eller vattnas. Damning förebyggs genom vattning av ej hårdgjorda ytor och sopning av hårdgjorda ytor.

6.11.4 Konsekvenser byggfas

För det sökta alternativet medför byggskedet att ett antal transporter kommer att ske in i och ut ur arbetstunnlar. Tunga transporter av bergmassor som ska gå vidare på angränsande gatu- och vägnät utgör generellt sett en låg procentandel av den befintliga trafiken på berörda gator och vägar. Detta gäller framförallt för det övergripande vägnätet som också har de högsta halterna av luftföroreningar. Utsläppen av koldioxid, partiklar och kvävedioxid från motorer kan förväntas öka och medföra en liten ökning av luftföroreningshalterna lokalt. Tunga transporter kommer inte att förekomma i en sådan omfattning att de märkbart bidrar till överskridande av miljö kvalitetsnormer för partiklar och kvävedioxid. Byggtrafik kommer dock att utnyttja övergripande vägnät där höga halter av luftföroreningar förekommer redan i dagsläget.

Åkeshovsvägen har trafikmängder i intervallet 4 400 – 5 600 fordon per dygn. Tillkommande transporter av bergmassor medför en trafikökning om cirka 2 procent. Gällande dygnsnormer för partiklar och kvävedioxid överskrids inte längs Åkeshovsvägen. Längs det övergripande vägnätet (Drottningholmsvägen vid Alvik) överskrids dygnsnormen för partiklar redan idag.

Trafikmängderna på Alviksvägen ligger i intervallet 2 200 – 3 000 fordon per dygn. Tillkommande transporter av bergmassor medför en trafikökning om 1-5 procent. Gällande dygnsnormer för partiklar och kvävedioxid överskrids inte längs Alviksvägen. Längs det övergripande vägnätet (Drottningholmsvägen vid Alvik) överskrids dygnsnormen för partiklar redan idag.

Trafikmängderna på Hägerstens allé bedöms vara låga och byggtrafiken medför därmed en avsevärd ökning av trafiken. Trafikmängderna på Personnevägen

varierar från 7 000- 13 000 fordon per dygn. Trafikökningen på grund av byggtransporterna på Personnevägen är omkring 2 procent eller lägre. Gällande dygnsnormer för partiklar och kvävedioxid överskrids inte längs Hägerstens allé, Stjärnströms väg eller Personnevägen. Gällande dygnsnormer för både partiklar och kvävedioxid överskrids dock längs det övergripande vägnätet E4/E20 redan idag.

Trafikmängderna vid Liljeholmen är höga och bidraget från byggtransporter bedöms bli försumbart. Gällande dygnsnormer för partiklar och kvävedioxid överskrids i direkt anslutning till Södertäljevägen strax söder om Liljeholmen.

Trafikmätningar för Sundstabacken vid Skanstulls marina saknas, men det bedöms handla om ett fåtal transporter eftersom gatan är en återvändsgränd med endast en närliggande verksamhet och ett fåtal bostäder. Tillkommande transporter av bergmassor bedöms medföra en förhållandevis stor trafikökning. Gällande dygnsnormer för partiklar och kvävedioxid överskrids inte vid Sundstabacken. Vid anslutande övergripande vägnät (Nynäsvägen) överskrids dygnsnormer för partiklar i direkt anslutning till vägen redan idag.

Trafikmängderna vid Sickla är mycket höga och bidraget från byggtransporter bedöms bli försumbart. Gällande dygnsnormer för både partiklar och kvävedioxid överskrids idag i anslutning till tunnelmynningen för Södra Länken. Detta avsnitt utgör dock en så kallad belastad mikromiljö och är inte representativ för hela Södra Länken.

Den tillkommande byggtrafiken kommer troligen att vara mest störande på de lågtrafikerade vägsnitten. En bedömning av påverkan av luftkvaliteten på det lokala vägnätet har visat att de tunga transporterna kan bidra till en ökning av halterna NO₂ och PM₁₀ med ett par µg/m³. Totalhalten ligger väl under miljökvalitetsnormen och innebär små till försumbara negativa konsekvenser på hälsan.

Utsläppen av luftföroreningar i samband med anläggningsarbeten inklusive ventilering av spränggaser är begränsade och bedöms inte leda till överskridande av miljökvalitetsnormer.

Etableringsytorna kommer att hårdgöras eller vattnas, vilket medför att påverkan från damning bedöms som liten. De massor som transporteras ut från tunneln kommer att vara våta och bedöms inte heller damma. I och med att ingen mellanlagring av bergmassor planeras vid etableringsytorna bedöms risk för damning föreligga framför allt i den inledande fasen av drivningen. Den negativa konsekvensen av damning bedöms efter åtgärder som liten.

6.11.5 Konsekvenser driftfas

Utsläpp till luft från transporter

Den inverkan på luftmiljön som den sökta verksamheten kan ha i driftfasen – direkt eller indirekt – kan sammanfattas i nedanstående punkter:

- utsläpp av koldioxid, kväveoxider, partiklar, kolväten och kolmonoxid från tunga fordon,
- utsläpp av metan från hantering av rötat slam och utvunnen biogas,
- lukt från hantering av fett, källsorterat externt organiskt material och rötat slam
- utsläpp av kväveoxider från förbränning av biogas i gasmotorer/-pannor.

Utsläpp av koldioxid, kväveoxider, partiklar, kolväten och kolmonoxid från tunga transporter av slam, kemikalier och externt organiskt material kommer att öka i takt med ökad mottagning av organiskt material och ökad belastning, eftersom det totala antalet transporter kommer att öka. Utsläppen från transporterna och hur den sökta verksamheten kan komma att påverka möjligheterna att uppfylla gällande miljö kvalitetsnormer längs med transportvägarna har beräknats för nuläget, vid driftstart av det utbyggda avloppsreningsverket och prognosåret 2040.

Miljökonsekvenser i Brommaområdet

De transporter som försvinner i framtiden utgör enstaka procent av den trafik som finns idag. Halterna är överlag låga och den minskning i trafik som kommer att ske innebär ingen signifikant förändring av de lokala utsläppen av vare sig partiklar eller kväveoxider och situationen bedöms därmed bli oförändrad jämfört med idag. Det sökta alternativet ger små eller försumbara positiva konsekvenser ur hälsosynpunkt.

Miljökonsekvenser i Sickla och Henriksdal

I Sickla och Henriksdal finns lokala "hotspots" i form av tunnelmynningar, där en ackumulerad effekt av den stundtals intensiva trafiken letar sig ut i omgivningsluften. Ett ventilationstorn som evakuerar luft från tunnelsystemet längs Södra Länken är lokaliserat intill mynningen vid Sickla-anläggningen. Där fläktas ibland tunnelluft ut vilket ytterligare spär på med förorenad luft. Halterna är även relativt sett höga längs de större lederna Värmdöleden och Södra länken som passerar Henriksdal och Sickla.

Den relativa förändringen av trafiken till följd av ökade transporter till och från anläggningarna är dock i sammanhanget försumbart liten och därmed också de tillkommande emissionerna. Bedömningen blir därför att föroreningshalterna kommer att öka något men att denna ökning inte kommer att vara detekterbar genom mätningar eller beräkningar. Situationen bedöms därför bli oförändrad jämfört med idag. Det sökta alternativet ger små eller försumbara konsekvenser från hälsosynpunkt. I omgivningen runt tunnelmynningarna finns inga ytor där människor normalt vistas. Mer detaljerad information om transporternas betydelse för luftkvaliteten finns i underlagsrapporten [51].

6.12 Buller

6.12.1 Sammanfattning

Transporter under byggtid för tunnelpåslagen kommer att medföra en måttlig negativ förändring vilket i sin tur medför en liten, lokal och övergående negativ konsekvens. Etableringsytor för påslag bedöms generellt sett ha en lokal och övergående negativ konsekvens. Den negativa konsekvensen från ljudnivåer från borring, sprängning och fläktar bedöms inledningsvis som stor och övergående. I driftfas bedöms inte buller upplevas som störande.

6.12.2 Påverkan

Byggskedet kommer att medföra ett antal arbetsmoment som ger upphov till buller som kan uppfattas som störande av närboende. Detta gäller särskilt momenten salvboring, schaktning av sprängsten och sprängning vid de nya påslagen i Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan samt maxforcering av fläkt vid samtliga påslag. Arbetsmomenten kommer att ge upphov till buller, som tidvis kan vara störande för närboende.

Ljudnivåerna från borring och sprängning bedöms kunna bli höga, men är tillfälliga och avklingar vartefter man kommer djupare in i berget. Arbeten med inledande tunneldrivning vid kommer att pågå under ca 3-4 månader med undantag för Eolshäll där arbeten med förskärning och inledande tunneldrivning pågår under ca 5-6 månader. Den negativa konsekvensen bedöms inledningsvis som stor, men är övergående.

Ljudnivåer från fläktar vid ventilation av spränggaser kan tidvis upplevas som störande. Detta gäller framförallt vid maxforcering av ventilationen, vilket normalt sett sker under en timme efter sprängning. Maxforcering av fläkt sker i perioder under hela byggtiden och påverkan är återkommande. Konsekvensen bedöms som stor, men kan minska om kompletterande åtgärder utförs.

För projektet yrkas på ett avsteg från Naturvårdsverkets riktvärden för buller. För samtliga påslag ska som riktvärde gälla 60 dBA (utomhus vid fasad) eller 45 dBA (inomhus i bostadsrum) helgfria vardagar kvällstid kl. 19-22 i samband med ventilation av spränggaser. Att kunna arbeta med förhöjda ljudnivåer möjliggör en förkortning av arbetstiden för tunneln och tiden för omgivningspåverkan med upp till ett år. Bedömningen är att fördelarna med en förkortad etablering och omgivningspåverkan överväger nackdelarna med kortvariga överskridande av bullernormen kl. 19-22.

En del av förekomsten av luftburet buller i byggskedet bedöms uppstå på grund av lastbilstransporter och maskinrörelser vid etableringsytorna för bergrum och avloppstunneln. Buller uppkommer också när bergmassor transporteras ut på anslutande gatunät och medför då indirekta konsekvenser.

Transporter inom etableringsytor kommer att ge upphov till buller, men bedöms inte medföra en lika stor störning för närboende.

Buller under driftskedet uppkommer även via transporter till och från Sickla och Henriksdal samt via servicefordon till och från avloppstunneln.

6.12.3 Åtgärder

Stockholm Vatten yrkar på att 60 dBA ska gälla som villkor för ekvivalent ljudnivå utomhus vid fasad mellan kl. 07-22. Avsteget från normen mellan kl 19-22 gäller enbart för ventilation av spränggaser.

Bullrande arbete i anslutning till bostäder får endast utföras under helgfria vardagar (måndag-fredag) mellan kl. 07-22.

Vid Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan sätts tillfälliga skärmar upp under det inledande drivningsskedet (när salvborrning för ovanjordssprängning ska ske). För Smedslätten innebär det en 3 meter hög och 8 meter lång skärm. För Eolshäll innebär det 2 stycken 2 meter höga och 40-50 meter långa skärmar. För Gullmarsplan innebär det en skärm som är 4,5 meter hög och 80 meter lång. Vid Sickla behöver en motsvarande åtgärd utredas.

Entreprenören ska i god tid informera boende om planerade arbeten, vad som kommer att utföras och under vilken tid. Informationen ska gälla själva bygget samt ungefär när och hur länge olika arbeten ska pågå. OM det finns risk för överskridande kommer erbjudande om tillfälligt ersättningsboende lämnas.

Sprängsalvorna vid ovanjordsborrning för nya påslag är inledningsvis mindre s.k. reducerad indrift, vilket betyder att borrning inför sprängning utförs under kortare perioder än när arbetstunneln drivs med normal indrift.

Vid all ovanjordssprängning ska täckande gummimattor användas. Detta kan i viss mån dämpa ljudutbredningen och minska bullerstörningen.

Beroende på arbetsmetod kan bullerdämpande åtgärder såsom lokala tillfälliga skärmar behövas för de arbeten som genomförs på land inför anläggande av ny utloppsledning (borttagning av befintlig betongledning). Vid planeringen av arbetena och vid val av arbetsmetod behöver närheten till bostäder och antal transporter beaktas. Man kan välja mindre bullrande metoder för losstagningen eller skärma av arbetsområdet. Arbetena sker även företrädesvis dagtid.

Samtliga transportvägar har kommunicerats med Stockholms stads trafikförvaltning.

6.12.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär ingen byggfas, vilket medför inga konsekvenser längs den föreslagna tunnelsträckningen och längs transportvägarna. Andra delar av

avloppshanteringssystemet kommer däremot att behöva byggas om, vilket medför risk för negativa konsekvenser på annan plats. Då inga arbeten genomförs i nollalternativet förekommer inte heller några bullrande moment.

Buller vid arbeten med utloppsrören

Markarbeten med grävmaskin, muddring och pålning beräknas alla klara riktvärdet för buller från byggarbetsplatser vilket är 60 dB(A) ekvivalent ljudnivå dagtid utomhus. Som mest beräknas ljudnivån från dessa arbeten bli 59 dB(A). Arbeten under natt eller kvällstid planeras inte. Pålningen pågår under kort tid, sammanlagt omkring sex dagar med ett par dagars mellanrum för att flytta utrustningen. Den aktivitet som bedöms ge högst bullernivåer är bilning, det vill säga losstagning, av den gamla betongtunneln i marken. Detta skulle kunna ge ljudnivåer på 78 dB(A) ekvivalent ljudnivå vid närmast bostadshus och överskrider riktvärdet 60 dB(A). Normalt har nya bostäder åtminstone 30 dB(A) ljuddämpningsförmåga i fasaden vilket gör att riktvärdet inomhus som är 45 dB(A) inte klaras men överskridandet beräknas inte till mer än 3 dB(A) vilket är en knappt hörbar förändring.

Omkring 600 kubikmeter jord- och bergmassor kommer att behöva köras bort. En översiktlig uppskattning är att omfattningen är omkring 30 lastbilar med släp, eller omkring 60 lastbilar om tillfartsvägen inte medger transporter med släp. Till det kommer viss transport av material till byggarbetsplatsen. Muddermassorna fraktas dock bort på pråm och de nya rören tas in sjövägen. Transporterna på Östra Finnbodavägen kommer inte att bullra mer än annan tung trafik på vägen till exempel bussarna. Maximal ljudnivå vid passage har beräknats till 71 dB(A) vid närmaste bostadshus vilket nästan klarar riktvärdet för trafikbuller vid nybyggnation av bostadsbebyggelse som är 70 dB(A) för maximal ljudnivå vid fordonspassage.

Bullrande arbeten kan tidvis bli störande men de mest bullrande arbetena kommer att pågå dagtid och under relativt kort tid. Konsekvenserna bedöms därför som måttligt negativa.

Buller från inledande tunneldrivning

När de sex påslagen ska iordningsställas kommer bullrande verksamhet att utföras. Vid Smedslätten, Eolshäll och Gullmarsplan kommer ovanjordssprängning att utföras. Vid Åkeshov och Sicklaanläggningen utförs strossning och vid Liljeholmen utförs försvarsarbeten kring befintliga installationer.

Ljud från ovanjordssprängningar orsakar buller, som tidvis kan vara störande för närboende. Först borrar först salvhålen upp och när borrhålet ansätts mot berget bullrar det. Bullerutbredningen minskar då borren kommer ner i berget. Avbrott i borrarbete görs när sprängning ska utföras och det lossprängda berget ska lastas. Salvborrning beräknas ske under totalt ca 5 timmar/dag.

Berget laddas och sprängs vilket ger upphov till ett momentant högt ljud. Ljudnivåerna från sprängning avtar när arbetet kommit in en bit i berget. Ljudnivån vid ovanjordssprängning beror på faktorer som hur laddningen riktas,

bergets kvalitet, hur väl entreprenören lyckas täcka laddningen osv och går därför inte att beräkna i förväg.

Schaktning av bergmassor kan ge upphov till störande ljud, speciellt när skopan skrapar mot berg. Avbrott i schaktningen görs för ny omgång borrar och sprängning. Schaktning av berg beräknas pågå under totalt ca 3 timmar/dag.

Beräkning och redovisning av ljudutbredning har gjorts för situationen 2 meter över mark. I ljudutbredningskartorna inkluderas fasadreflexer vilket ger upp till 3 dB(A) högre ljudnivå precis framför fasaderna. De värden som redovisas som punkter med siffervärden i ljudutbredningskartorna är frifältsvärden vilka är korrekterade för fasadreflex. Redovisade värden är de högsta ljudnivåer som fasaden beräknas utsättas för oavsett höjd över mark. Ljudnivån är oftast högst på översta våningsplanet.

Ljudnivåerna för salvbörning blir utan åtgärder högre än föreslaget villkor i flera beräkningsfall. Åtgärder i form av skärm föreslås därför i Smedslätten, Eolshäll och vid Gullmarsplan. I Sickla, där ljudnivåerna utan åtgärd ligger över föreslaget villkor, behöver åtgärder utredas vidare alternativt erbjuds ersättningsboende.

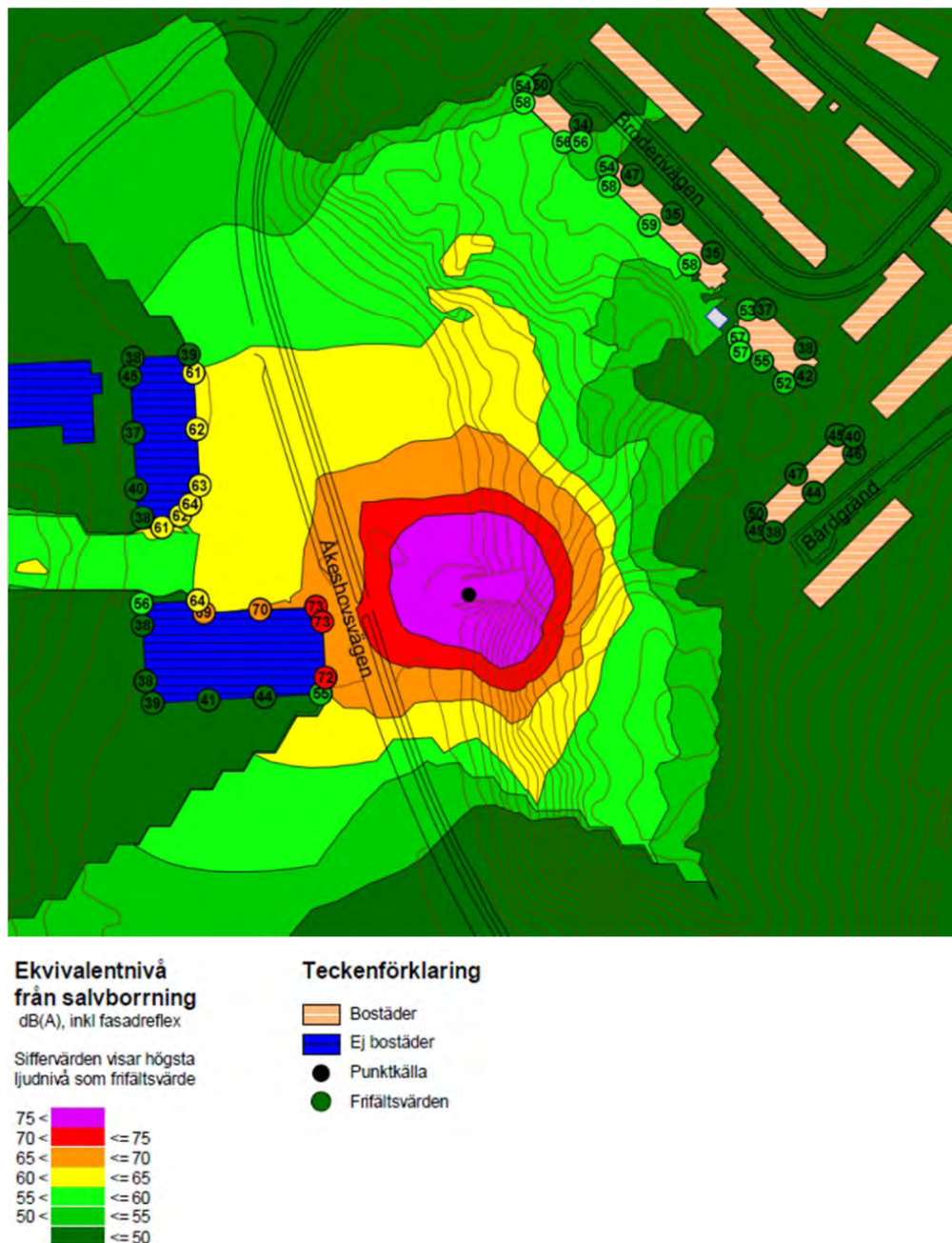
Ljudnivåerna för schaktning blir utan åtgärder högre än föreslaget villkor i flera beräkningsfall. De skärmar som föreslås för momentet salvbörning föreslås stå kvar eller flyttas till lämplig plats för att även dämpa momentet schaktning av bergmassor. Åtgärder i form av skärm föreslås därför i Smedslätten, Eolshäll och vid Gullmarsplan. I Sickla, där ljudnivåerna utan åtgärd ligger över föreslaget villkor, behöver åtgärder utredas vidare alternativt erbjuds ersättningsboende.

Arbeten med inledande tunneldrivning vid kommer att pågå under ca 3-4 månader med undantag för Eolshäll där arbeten med förskärning och inledande tunneldrivning pågår under ca 5-6 månader.

Den sammanvägda negativa konsekvensen av bullrande arbeten vid inledande tunneldrivning bedöms trots föreslagna åtgärder inledningsvis som stor eftersom det handlar om flera olika typer av arbetsmoment och ljud utspritt under dagen. Konsekvensen är dock tillfällig.

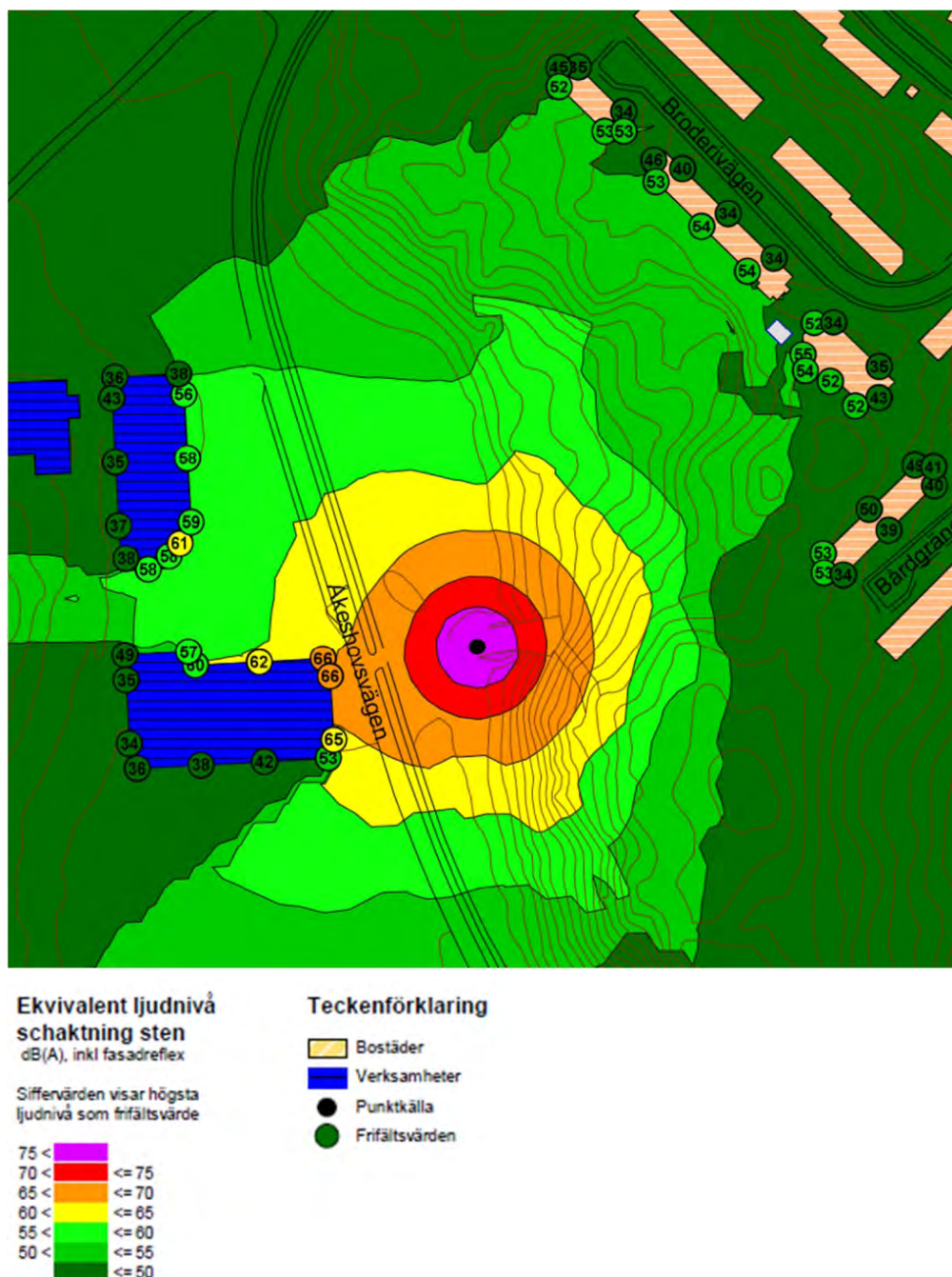
Åkeshov

Beräknade ekvivalenta ljudnivåer från arbetsmomentet salvborrning beräknas uppgå till högst 59 dB(A) vid närmast belägna bostadshus. Ekvivalent ljudnivå till närmast belägna kommersiella lokal, ett ridhus, beräknas uppgå till 73 dB(A). Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.7 Beräknad ljudnivå vid momentet salvborrning i Åkeshov.

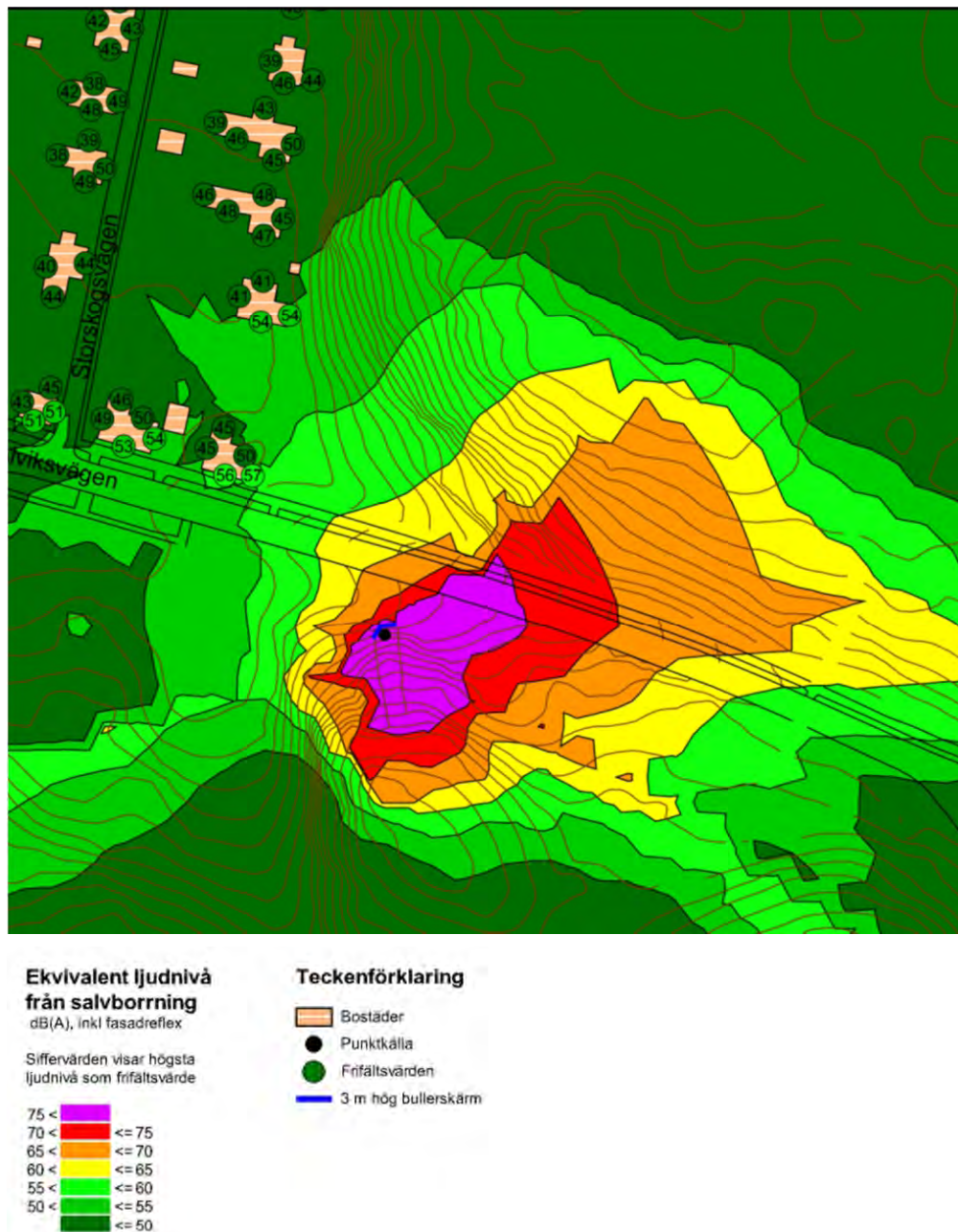
Vid momentet schaktning av sprängsten beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 55 dB(A) för närmast belägna bostadshus och 66 dB(A) vid närmsta ridhus. Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.8 Beräknad ljudnivå vid momentet schaktning av berg i Åkeshov.

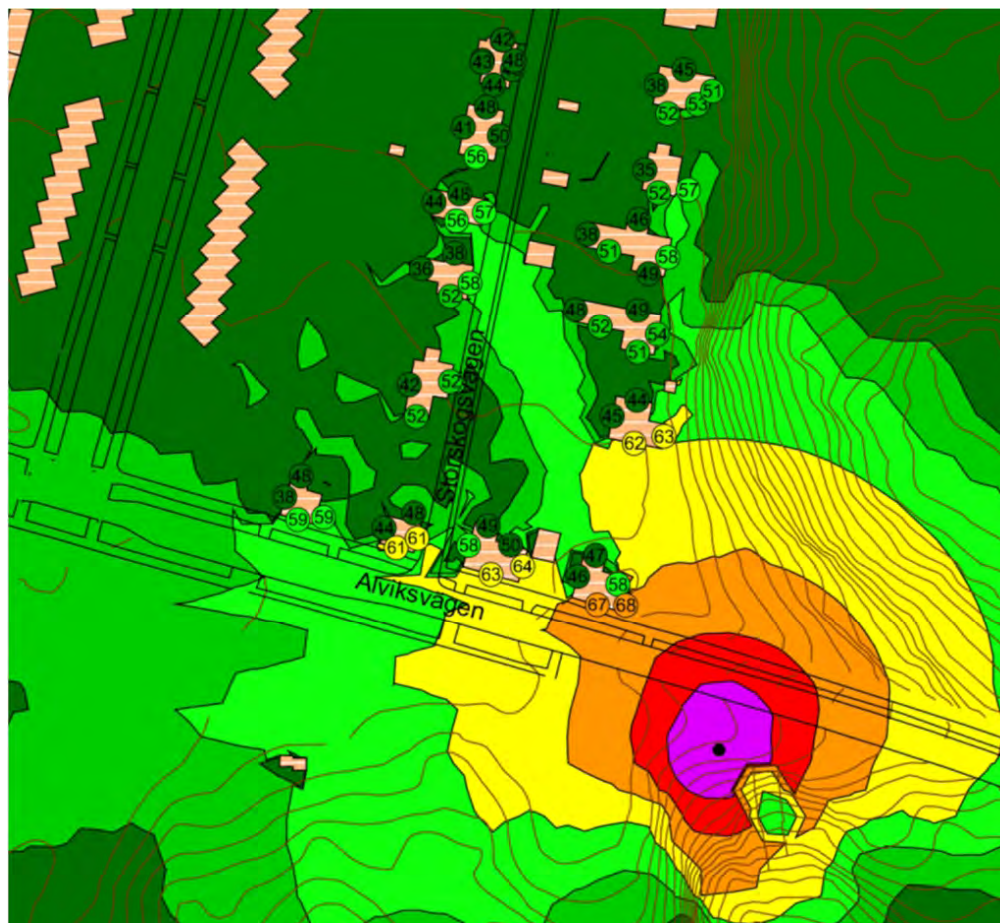
Smedslätten

Beräknad ekvivalent ljudnivå från arbetsmomentet salvbörning beräknas utan åtgärd uppgå till 74 dB(A) vid närmast belägna bostadshus. Med en 3 meter hög, 8 meter lång skärm uppgår ljudnivån till 57 dB(A) vid närmast belägna bostadshus oavsett våningsplan. För att uppnå denna dämpning ska avståndet mellan skärm och borrh inte överstiga 1 meter. Föreslaget villkor klaras med skärm.



Figur 6.9 Beräknad ljudnivå vid momentet salvbörning i Smedslätten.

Vid momentet schaktning av sprängsten beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 68 dB(A) för närmast närliggande bostadshus. Beräkningarna tar inte hänsyn till föreslagen skärm för salvborrning. Förutsatt att skärmen flyttas så att den dämpar schaktningen, bedöms föreslaget villkor klaras.



Ekvivalent ljudnivå schaktning sten dB(A), inkl fasadreflex

Siffervärden visar högsta
ljudnivå som frifältsvärde

75 <		<= 75
70 <		<= 70
65 <		<= 65
60 <		<= 60
55 <		<= 55
50 <		<= 50

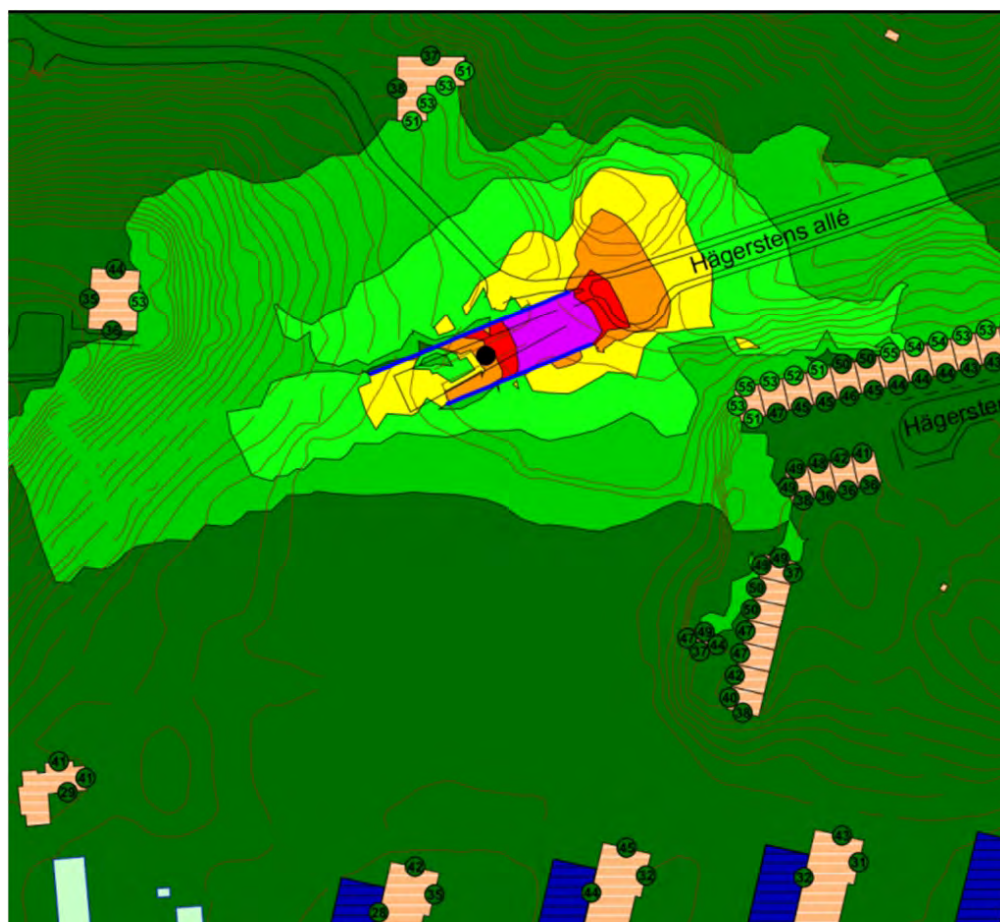
Teckenförklaring

- Bostäder
- Verksamheter
- Punktkälla
- Frifältsvärden

Figur 6.10 Beräknad ljudnivå vid momentet schaktning av berg i Smedslätten.

Eolshäll

Beräknad ekvivalent ljudnivå från arbetsmomentet salvbörning beräknas uppgå till 67 dB(A) vid närmast belägna bostadshus. Med två stycken 2 meter höga skärmar uppgår ljudnivån till 55 dB(A) vid samma fasad. Föreslaget villkor klaras.



Ekvivalent ljudnivå från salvbörning

dB(A), inkl fasadreflex

Siffervärden visar högsta
ljudnivå som frifältsvärde

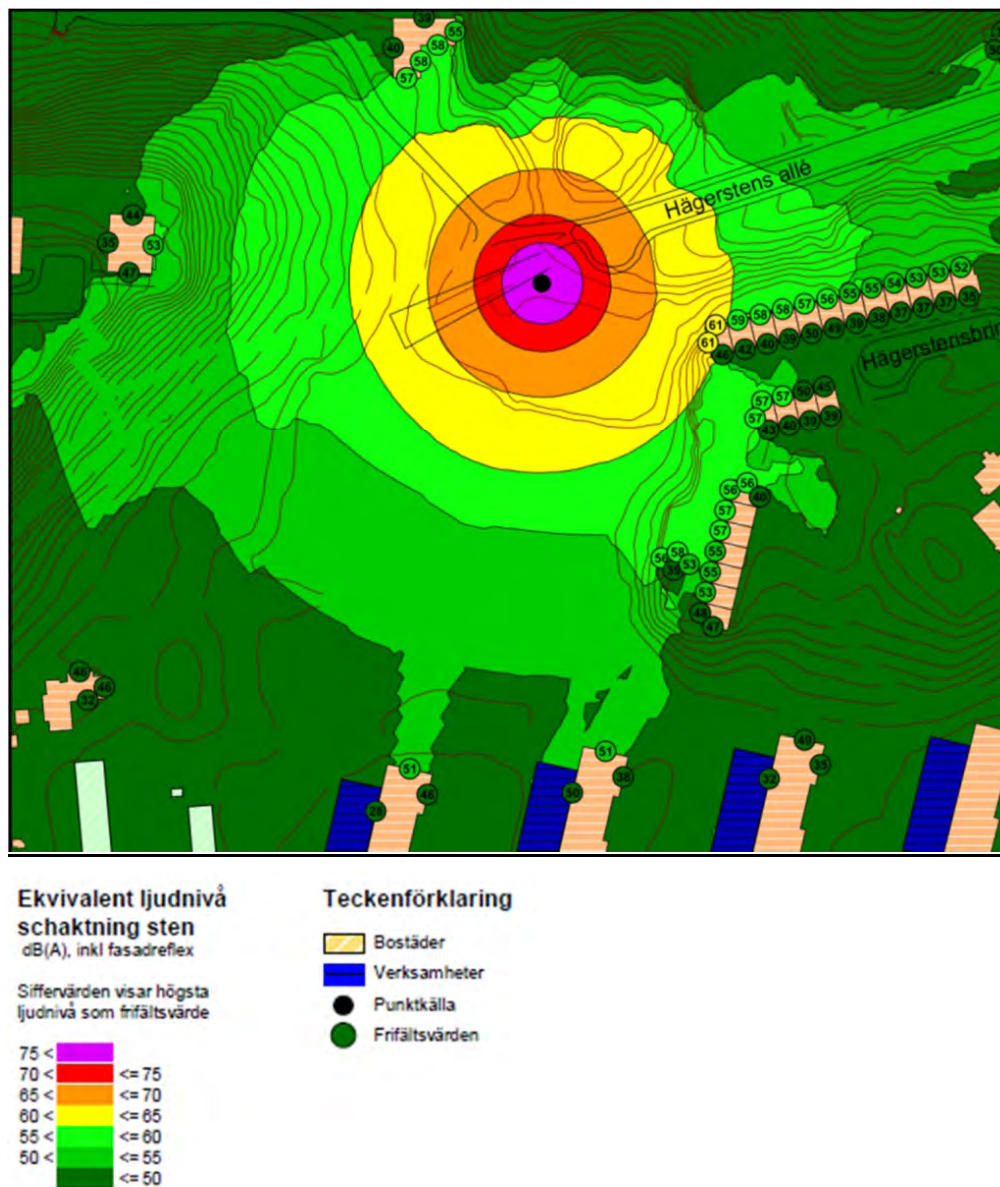
75 <	
70 < ≤ 75	
65 < ≤ 70	
60 < ≤ 65	
55 < ≤ 60	
50 < ≤ 55	
≤ 50	

Teckenförklaring

	Bostäder
	Övrig bebyggelse
	Punktkälla
	Förskola
	Frifältsvärden
	2 m höga bullerskärmar

Figur 6.11 Beräknad ljudnivå vid momentet salvbörning i Eolshäll.

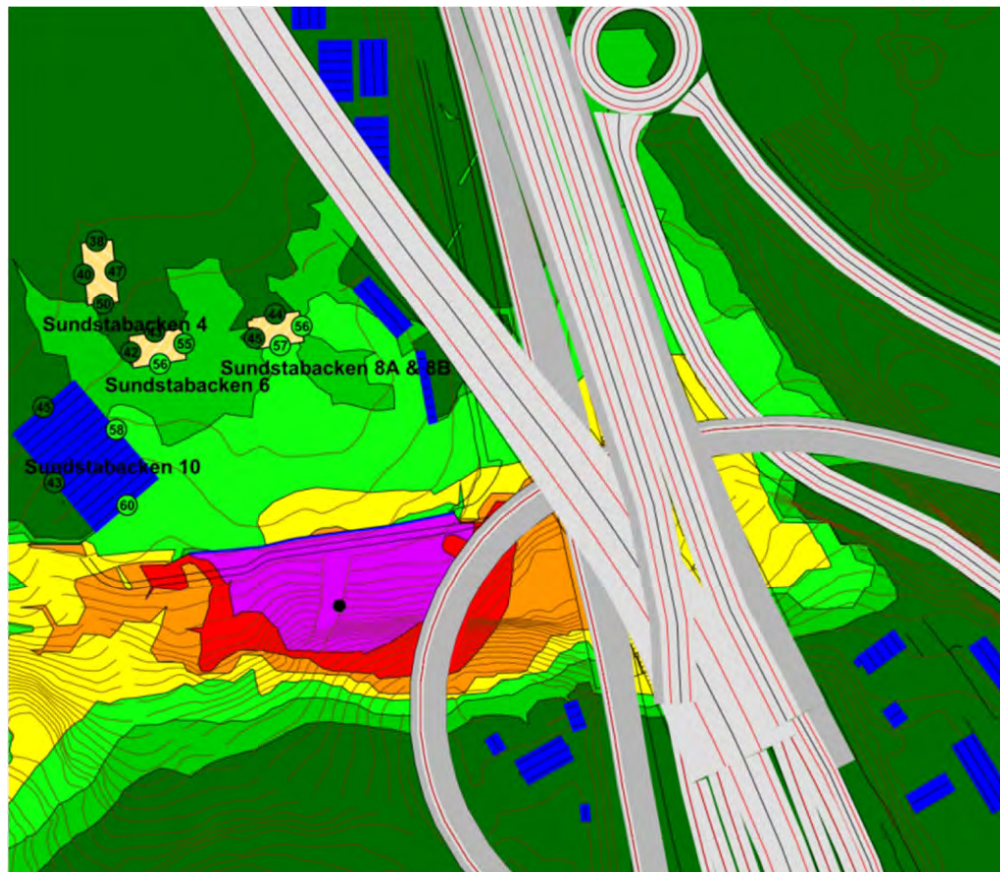
Vid momentet schaktning av sprängsten beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 61 dB(A) för närmast belägna bostadshus. Föreslaget villkor klaras inte. Beräkningarna tar inte hänsyn till föreslagna skärmar för salvborrning. Förutsatt att skärmarna står kvar, bedöms föreslaget villkor klaras.



Figur 6.12 Beräknad ljudnivå vid momentet schaktning av berg i Eolshäll.

Gullmarsplan

Beräknade ekvivalenta ljudnivåer från arbetsmomentet salvbörning beräknas uppgå till 71 dB(A) vid närmast belägna bostadshus. Vid närmast belägna verksamhet beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 74 dB(A). Med föreslagen 4,5 m hög bullerskärm beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 57 dB(A) vid närmast belägna bostadshus samt 60 dB(A) vid närmast belägna verksamhet. Föreslaget villkor klaras.



Ekvivalent ljudnivå salvbörning

dB(A), inkl fasadreflex

Siffrvärden visar högsta
ljudnivå som frifältsvärde

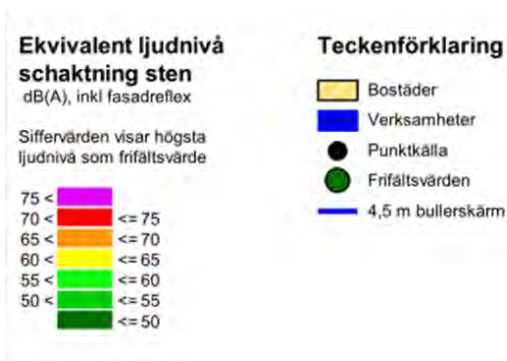
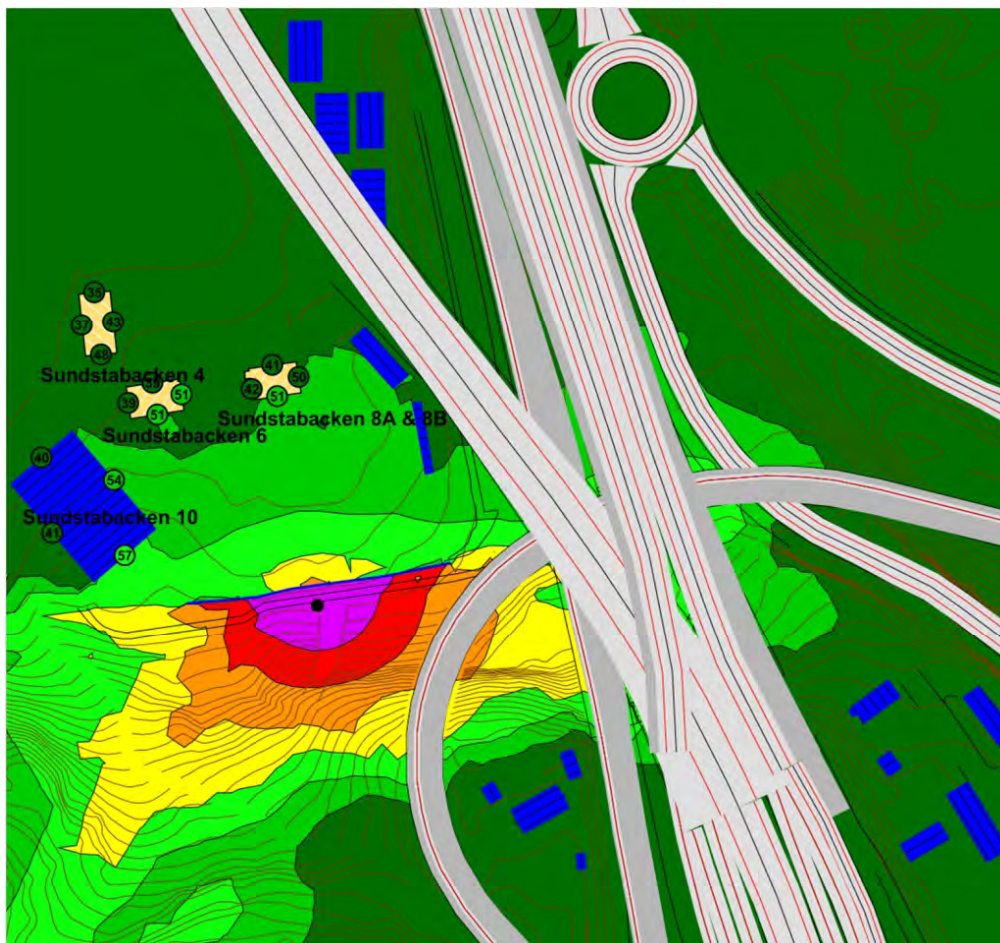
75 <	
70 < <= 75	
65 < <= 70	
60 < <= 65	
55 < <= 60	
50 < <= 55	
	<= 50

Teckenförklaring

	Bostäder
	Verksamheter
	Punktkälla
	Frifältsvärden
	4,5 m hög bullerskärm

Figur 6.13 Beräknad ljudnivå vid momentet salvbörning i Gullmarsplan.

Vid momentet schaktning av sprängsten beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 64 dB(A) för närmast belägna bostadshus samt 69 dB(A) för närmast belägna verksamhet. Med föreslagen 4,5 meter hög bullerskärm beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 51 dB(A) vid närmast belägna bostadshus samt 57 dB(A) vid närmast belägna verksamhet. Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.14 Beräknad ljudnivå vid momentet schaktning av berg i Gullmarsplan.

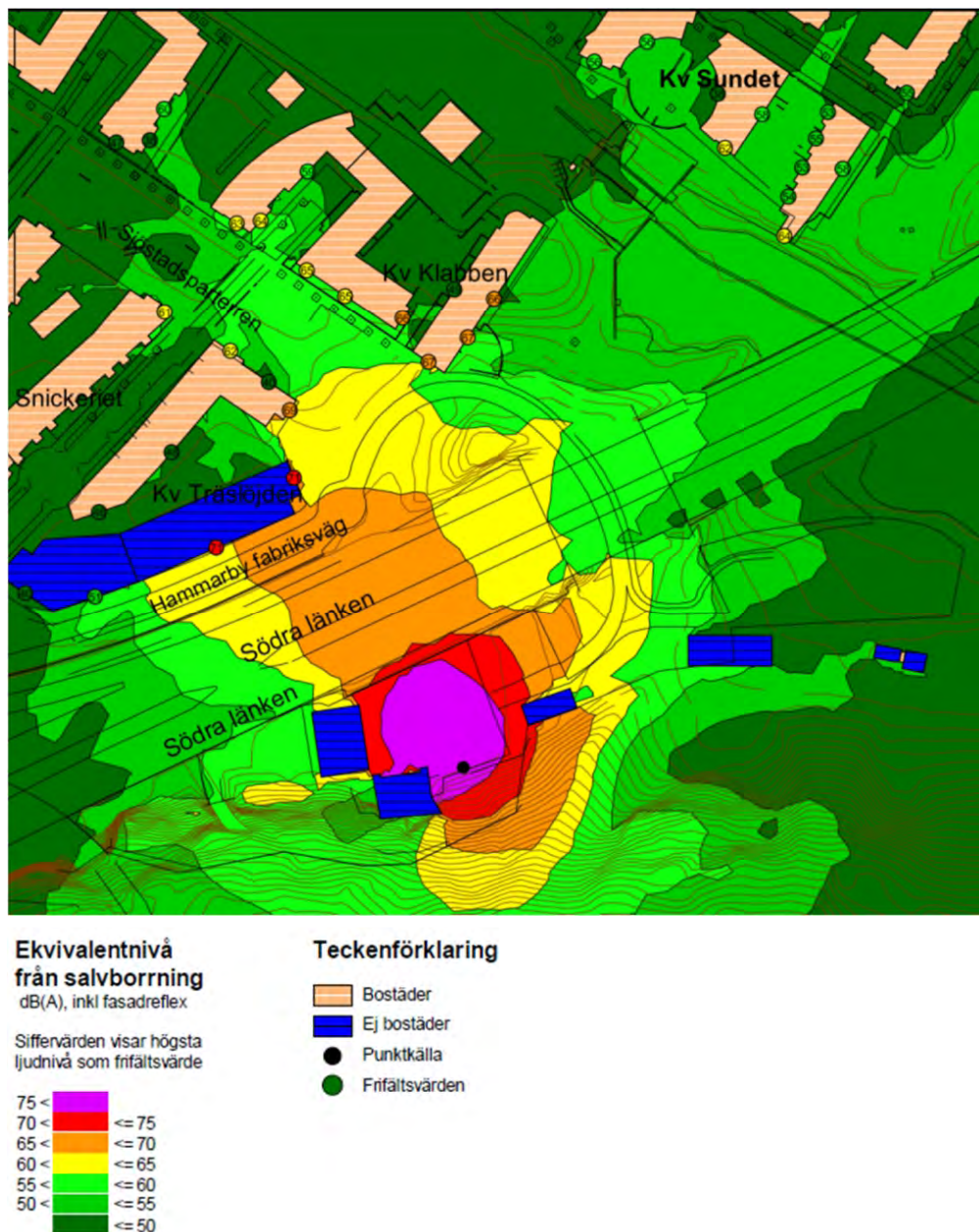
Sickla

Beräknade ekvivalenta ljudnivåer från arbetsmomentet salvbörning vid påslag F1 beräknas uppgå till högst 68 dB(A) vid närmast belägna boendefasad samt 75 dB(A) vid närmsta kontorsfasad. Föreslaget villkor klaras inte och ytterligare åtgärd för ljuddämpning vid schaktning behöver utredas.



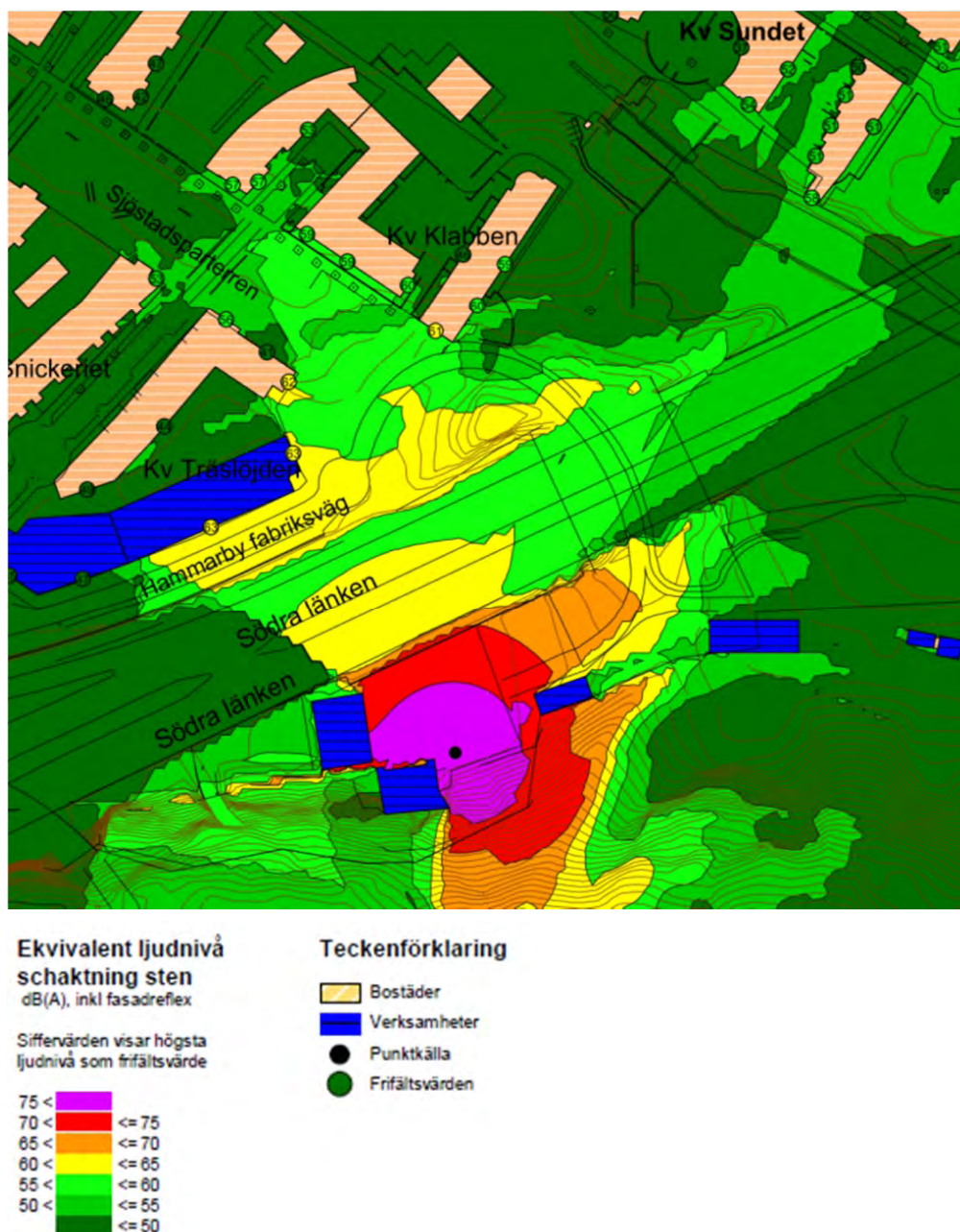
Figur 6.15 Beräknad ljudnivå vid momentet salvbörning vid påslag F1 i Sickla.

Beräknade ekvivalenta ljudnivåer från arbetsmomentet salvbörning vid planerat påslag F3 beräknas uppgå till högst 69 dB(A) vid närmast belägna boendefasad samt 71 dB(A) vid närmsta kontorsfasad. Föreslaget villkor klaras inte och ytterligare åtgärd för ljuddämpning vid salvbörning behöver utredas.



Figur 6.16 Beräknad ljudnivå vid momentet salvbörning vid påslag F3 i Sickla.

Vid momentet schaktning av sprängsten vid planerat påslag F3 beräknas ekvivalent ljudnivå vid närmast belägna boendefasad uppgå till 62 dB(A) samt vid närmast belägna boendefasad samt 63 dB(A) vid närmsta kontorsfasad. Föreslaget villkor klaras inte och ytterligare åtgärd för ljuddämpning vid schaktning behöver utredas.



Figur 6.17 Beräknad ljudnivå vid momentet schaktning av berg vid påslag F3 i Sickla.

Buller från fläktar vid etableringsytor

Ventilering av tunneln kommer att ske efter att sprängning har utförts. Ventilering utförs med en fläkt som placeras vid tunnelmynningen. Efter sprängning körs fläkten på maxkapacitet vilket orsakar buller, som kan vara störande för närboende. Ventilering av spränggaser med maxforcerad fläkt kommer att ske under totalt 1 timme/dag. Övrig tid är det betydligt lägre flöden.

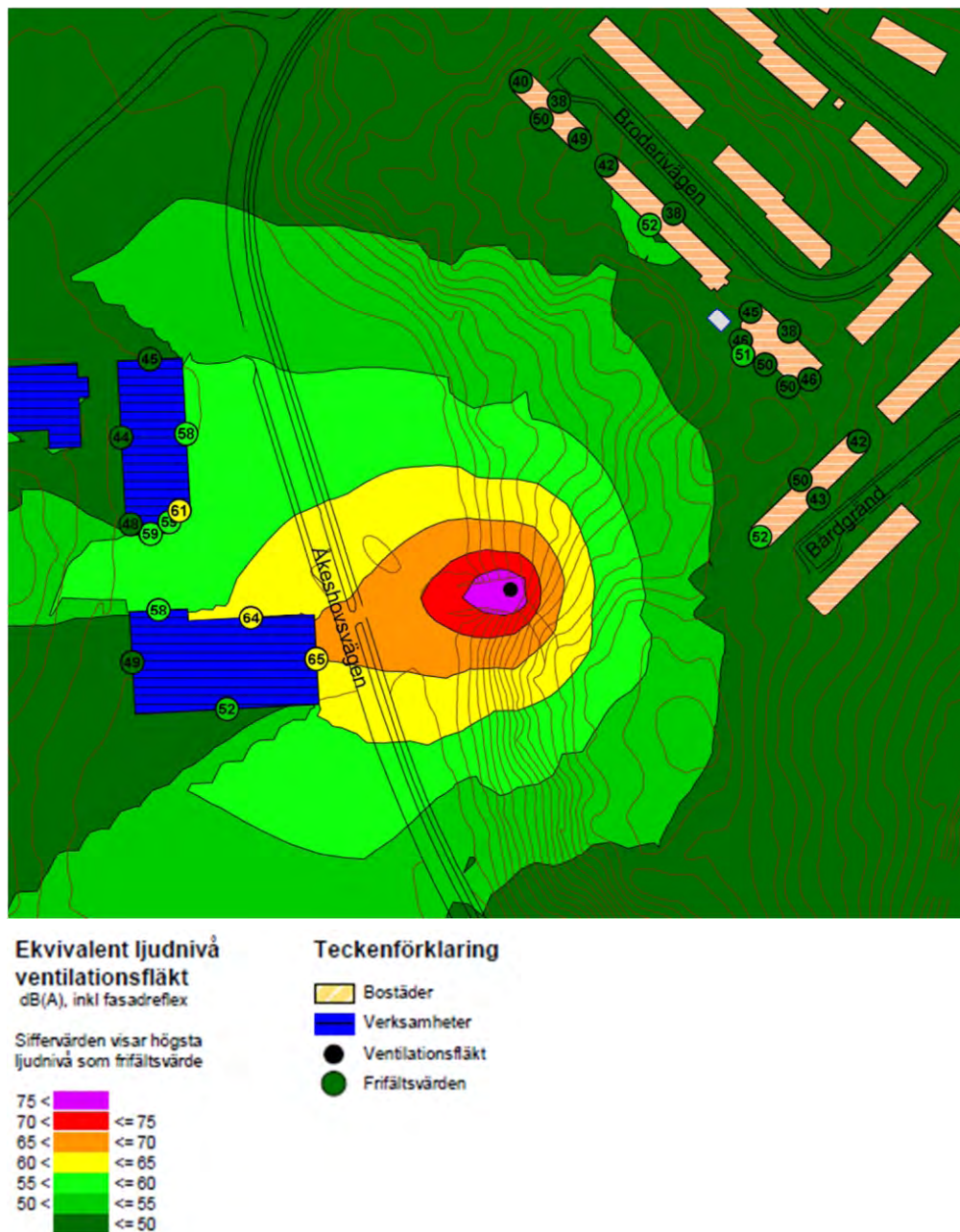
Beräkning och redovisning av ljudutbredning har gjorts för situationen 2 meter över mark. I ljudutbredningskartorna inkluderas fasadreflexer vilket ger upp till 3 dB(A) högre ljudnivå precis framför fasaderna. De värden som redovisas som punkter med siffervärden i ljudutbredningskartorna är frifältsvärden vilka är korrigerade för fasadreflex. Redovisade värden är de högsta ljudnivåer som fasaden beräknas utsättas för oavsett höjd över mark. Ljudnivån är oftast högst på översta våningsplanet.

Ljudnivåerna för ventilation blir utan åtgärder högre än föreslaget villkor i flera beräkningsfall. I Smedslätten, Gullmarsplan och Sickla där ljudnivåerna ligger över föreslaget villkor bedöms dock att villkoret klaras med ytterligare åtgärd för dämpning av fläkten. Det kan exempelvis handla om att flytta in fläkten en bit i tunnelmynningen, rikta fläkten åt ett annat håll eller att skärma av fläkten ytterligare utöver de skärmar som är inlagda i bullerberäkningarna.

Forcering av fläkt kommer att pågå en timme efter sprängning under hela byggtiden för avloppstunneln och bergrummen. Forcering av fläkt kommer att vara en återkommande störning under hela byggtiden. Konsekvensen bedöms som stor, men kan minska om kompletterande åtgärder utförs.

Åkeshov

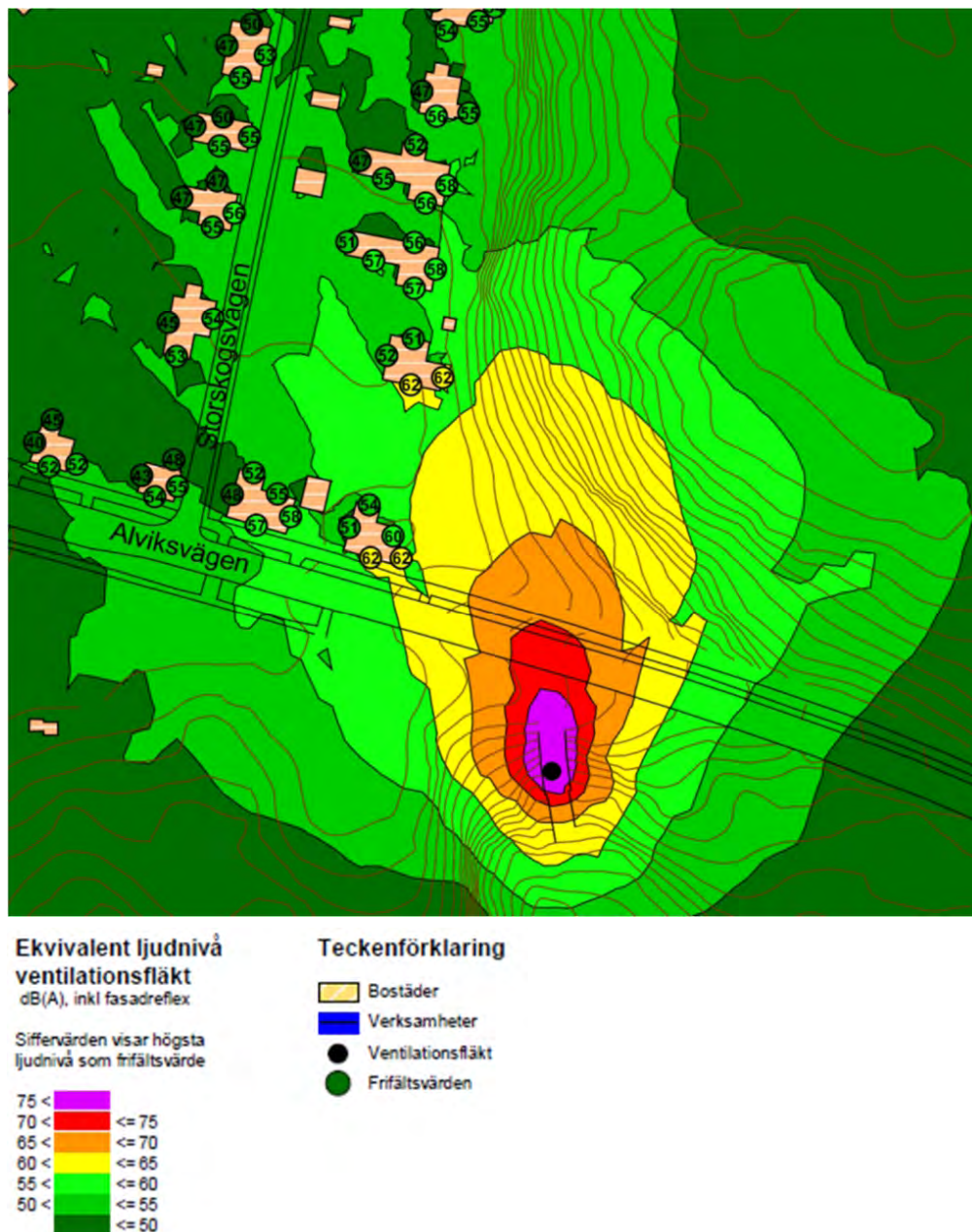
Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 52 dB(A) vid närmaste boendefasad. Ekvivalent ljudnivå till mest utsatt ridhus beräknas uppgå till 65 dB(A). Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.18 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid Åkeshov.

Smedslätten

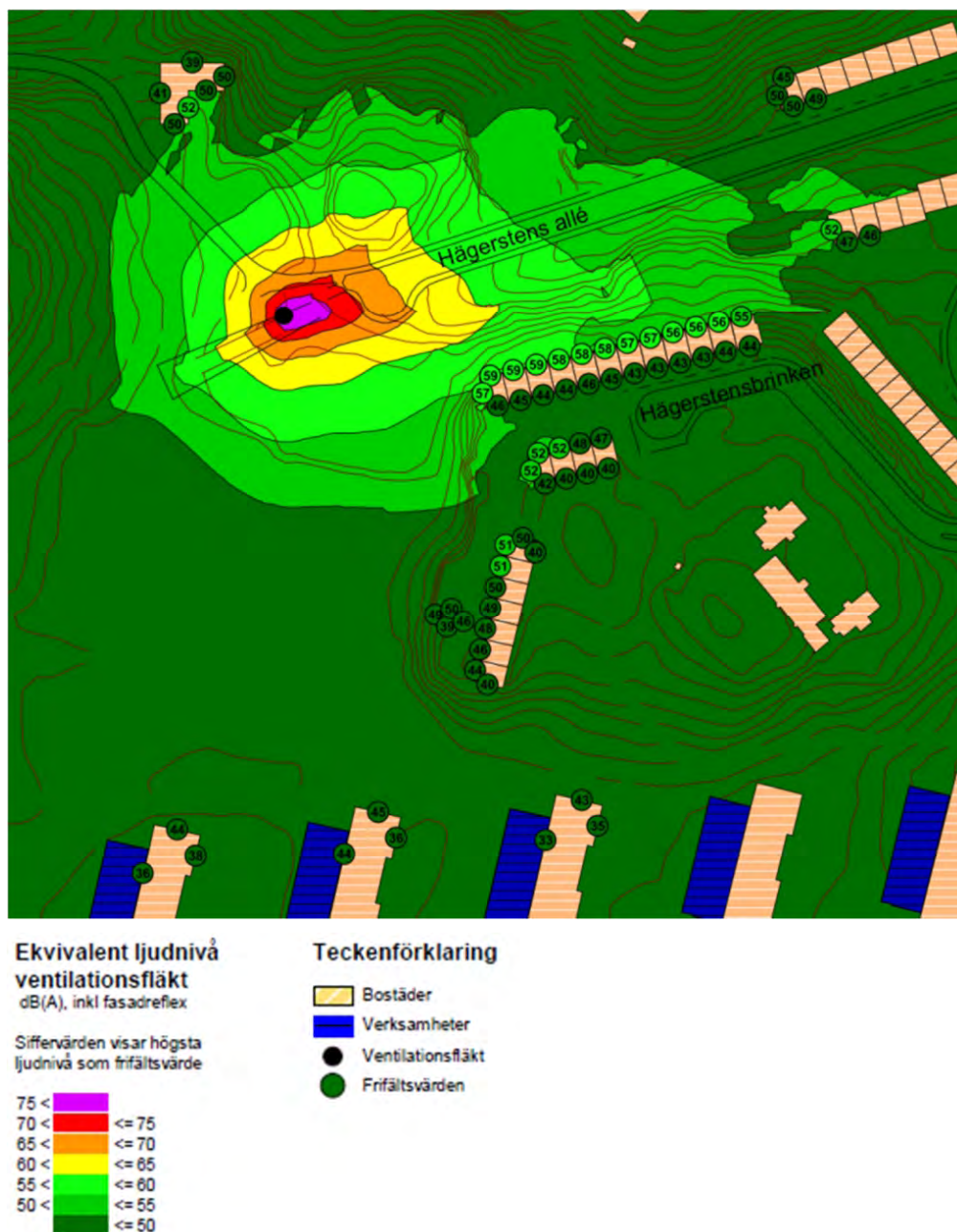
Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 62 dB(A) vid mest utsatta boendefasad. Föreslaget villkor bedöms klaras med ytterligare åtgärd för dämpning av fläkten.



Figur 6.19 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid Smedslätten.

Eolshäll

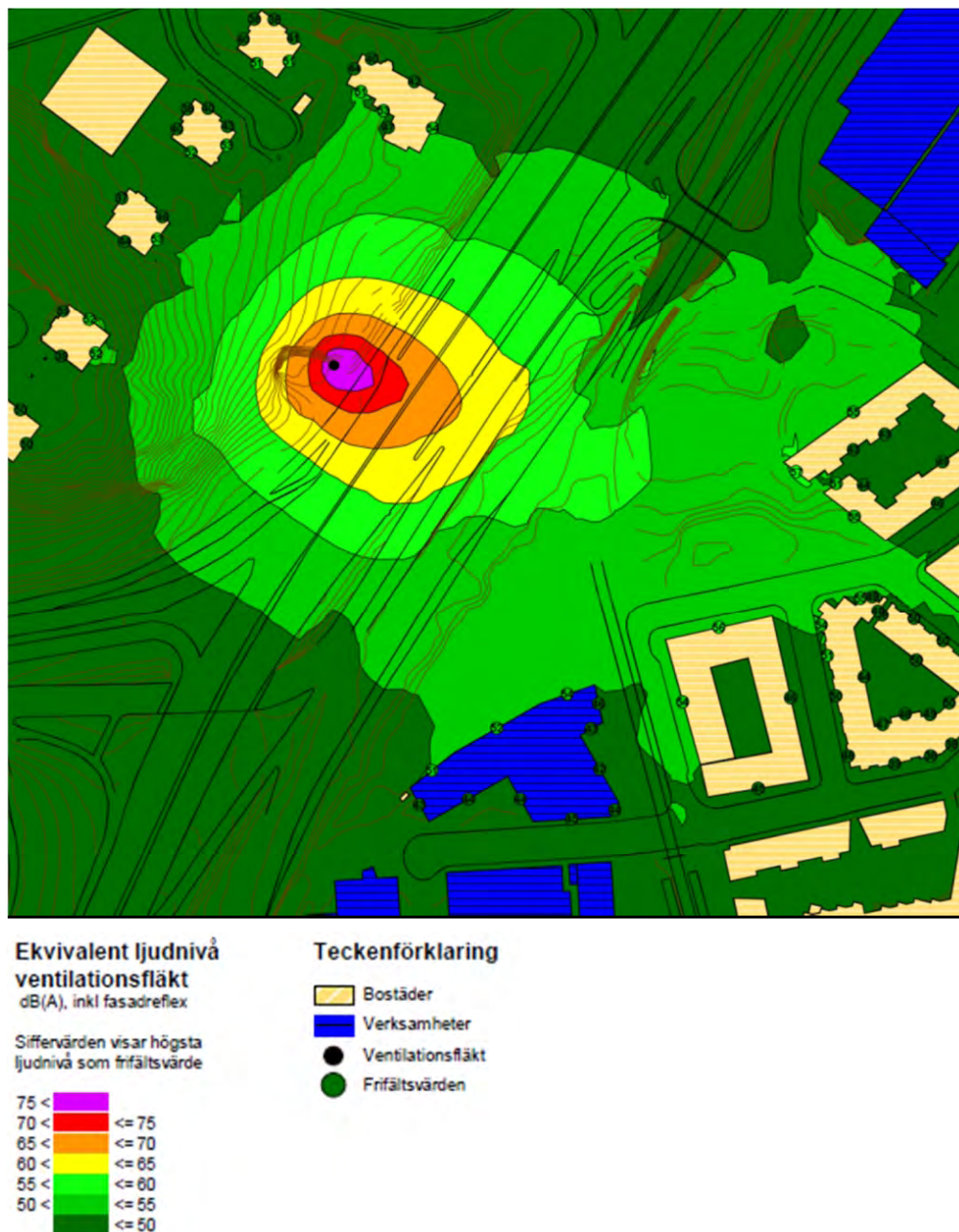
Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 59 dB(A) vid mest utsatta boendefasad. Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.20 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxförsering av fläkt, i Eolshäll.

Liljeholmen

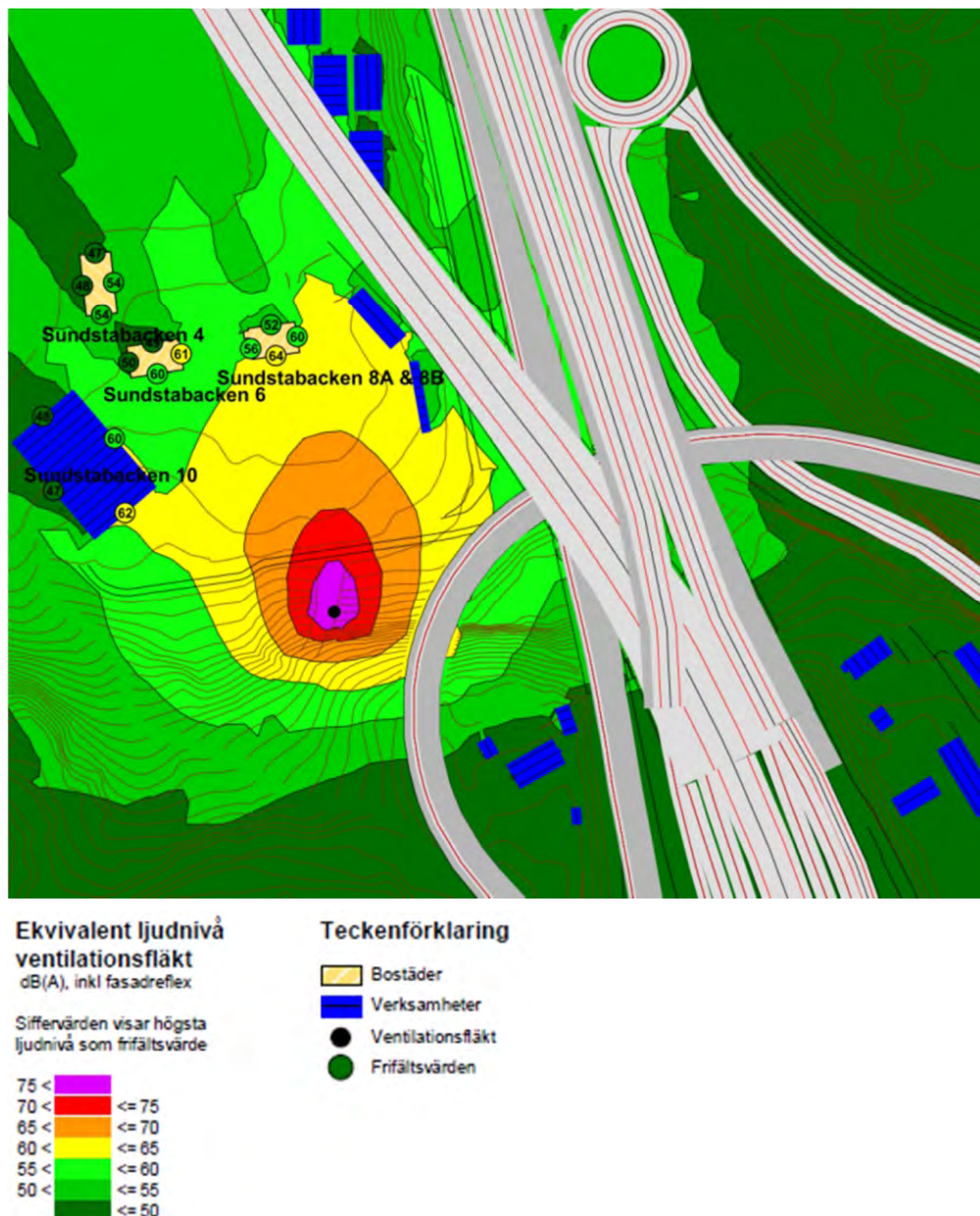
Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 56 dB(A) vid mest utsatt boendefasad samt 54 dB(A) vid närmaste verksamhet. Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.21 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid Liljeholmen.

Gullmarsplan

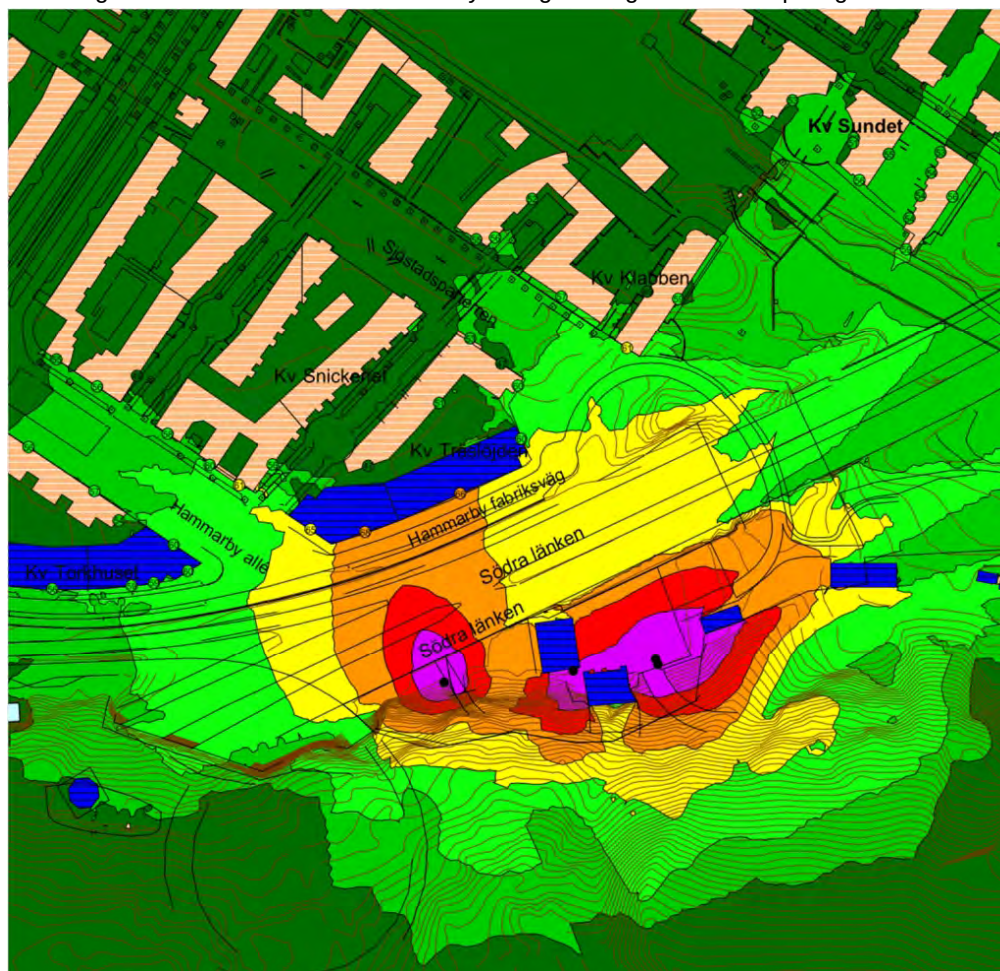
Ekvivalent ljudnivå från ventilationsfläkten beräknas kunna uppgå till 64 dB(A) vid mest utsatta bostadsfasad samt 62 dB(A) för närmast belägna verksamhet. Med föreslagen 4,5 m hög bullerskärm beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 63 dB(A) vid närmast belägna bostadshus samt 60 dB(A) vid närmast belägna verksamhet. Föreslaget villkor bedöms klaras med ytterligare åtgärd för dämpning av fläkten.



Figur 6.22 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid Gullmarsplan.

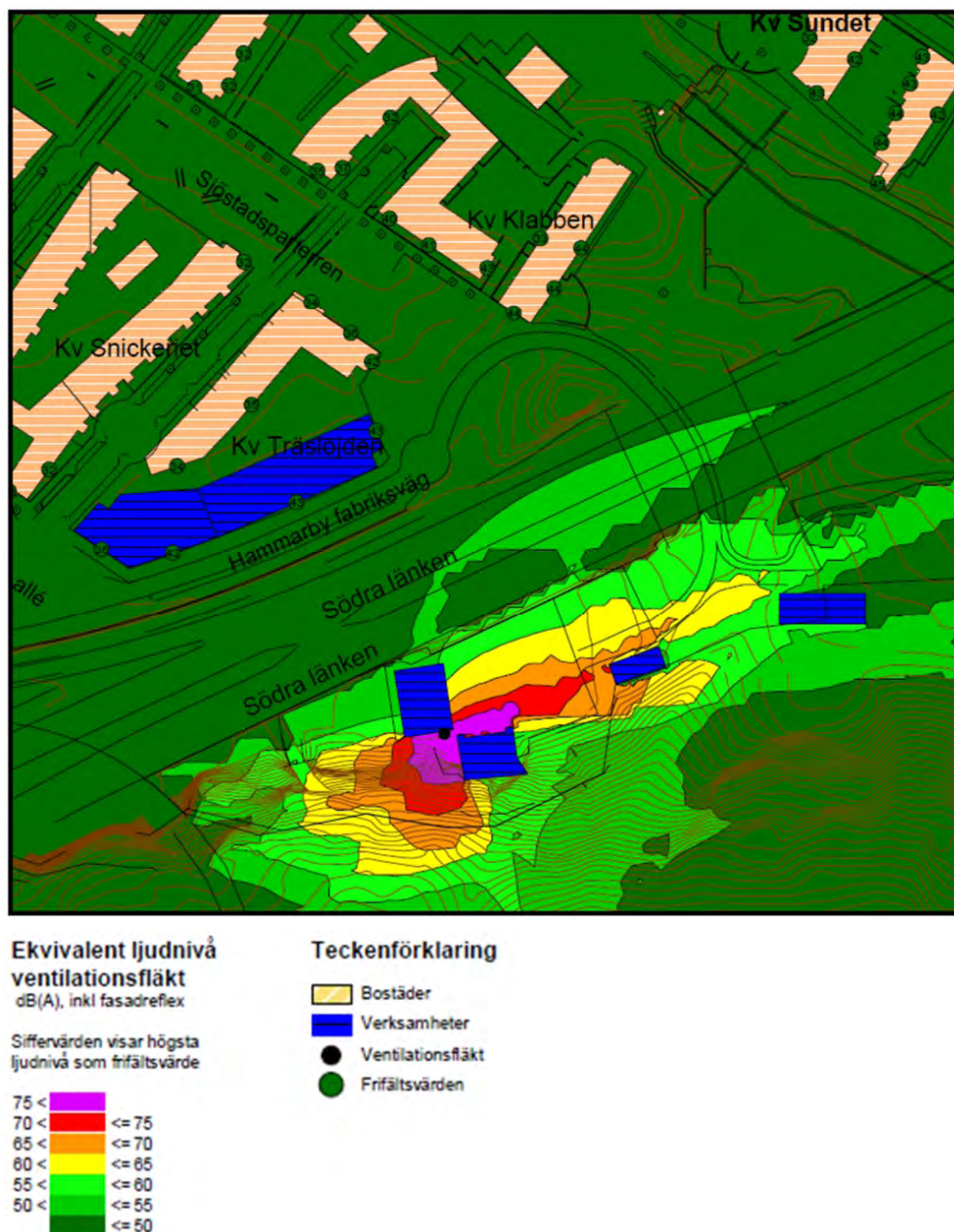
Sickla

Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut från påslag F1, F2 och F3 samtidigt beräknas ekvivalent ljudnivå vid närmast belägna boendefasad uppgår till 61 dB(A) samt vid närmaste verksamhetsfasad 68 dB(A). Föreslaget villkor bedöms klaras med ytterligare åtgärd för dämpning av fläkten.



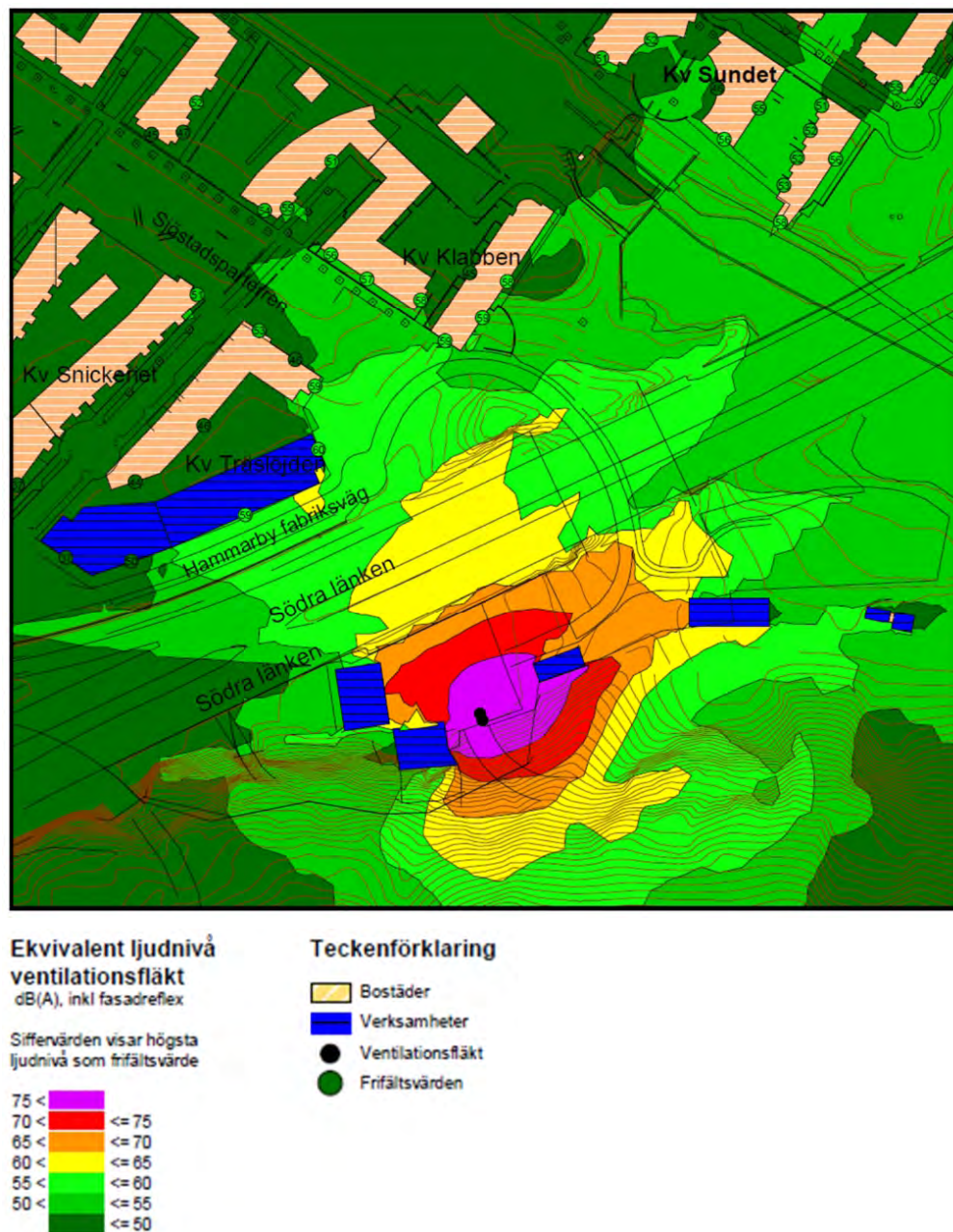
Figur 6.23 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid samtliga påslag i Sickla.

Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut från befintligt påslag F2 beräknas ekvivalent ljudnivå uppgå till 45 dB(A) för närmast belägna boendefasad samt vid närmaste verksamhetsfasad 43 dB(A). Föreslaget villkor klaras med god marginal.



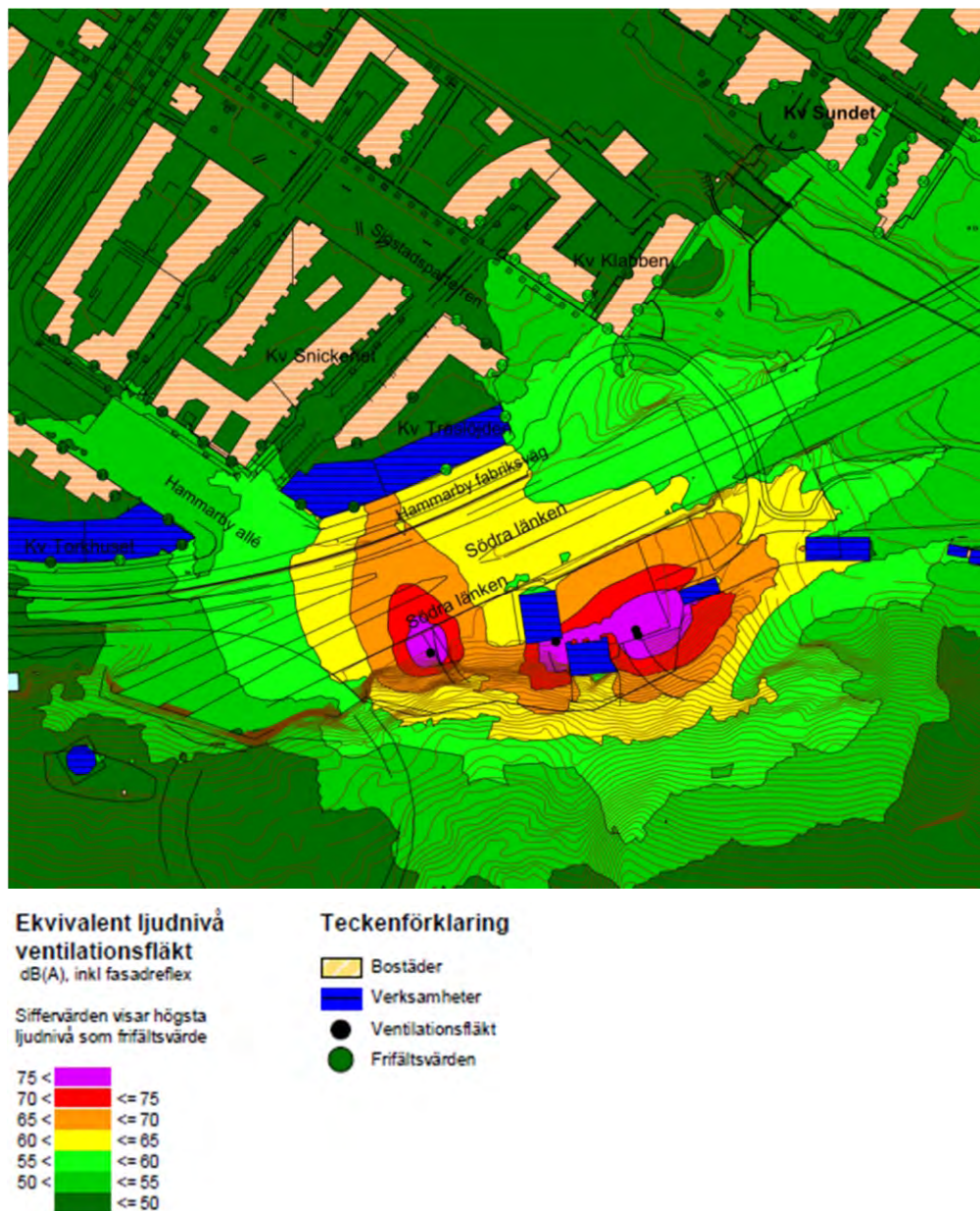
Figur 6.24 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid påslag F2 i Sickla.

Vid 2 utsugsfläktar i drift vid maxkapacitet intill påslag F3 uppgår ekvivalent ljudnivå till 59 dB(A) vid mest utsatta bostadsfasad. Vid närmaste verksamhetsfasad beräknas ekvivalent ljudnivå kunna uppgå till 60 dB(A). Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.25 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid påslag F3 i Sickla.

Vid driftsfallet för maxkapacitet då spränggaser ska ventileras ut från påslag F1, F2 och F3 samtidigt beräknas ekvivalent ljudnivå vid närmast belägna boendefasad uppgår till 59 dB(A) samt vid närmaste verksamhetsfasad 60 dB(A). Föreslaget villkor klaras.



Figur 6.26 Beräknad ljudnivå vid momentet ventilation, maxforcering av fläkt, vid samtliga påslag i Sickla.

Buller från transporter vid etableringsytor

Beräkningar av ljudnivåer från transporter inom etableringsytor vid påslag har gjorts för att kontrollera om råd om buller från byggarbetsplatser överskrids vid bostäder i anslutning till Sickla och Henriksdal.

Beräknade ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder innehåller ställda riktvärden för dag-, kvälls- och nattetid från lastbilsrörelser inom entreprenadsgräns för påslag F vid Sickla samt G, H och I vid Henriksdal. Detta betyder att verksamhet i form av tunga transporter kan pågå på etableringsytorna dygnet runt vid Sickla. Riktvärden från trafikbuller till förskolegårdar, ekvivalent ljudnivå 55 dB(A) samt maximal ljudnivå 70 dB(A) kommer att innehållas.

Vid samtliga påslag för tunneldelen beräknas transporter kunna ske dag- och kvällstid utan att föreslagna villkor överskrids. Vid de flesta påslag kan transporter också pågå under nattetid utan att villkoren överskrids. Bullerberäkningarna nedan visar ljudnivåer från alla typer av transporter som rör sig vid etableringsytorna.

Etableringsyta för påslag A (Åkeshov) föreslås på den gräsplan som ligger i direkt anslutning till påslaget. Ytan är en gräsyta som ibland används som tillfällig parkering. Genomförd bullerutredning för fordonsrörelser inom entreprenadgräns visar att föreslagna villkor för både ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder klaras under dag-, kvälls- och nattetid. Byggtiden kommer att medföra en måttlig negativ förändring, vilket i sin tur medför en liten, lokal och övergående negativ konsekvens.

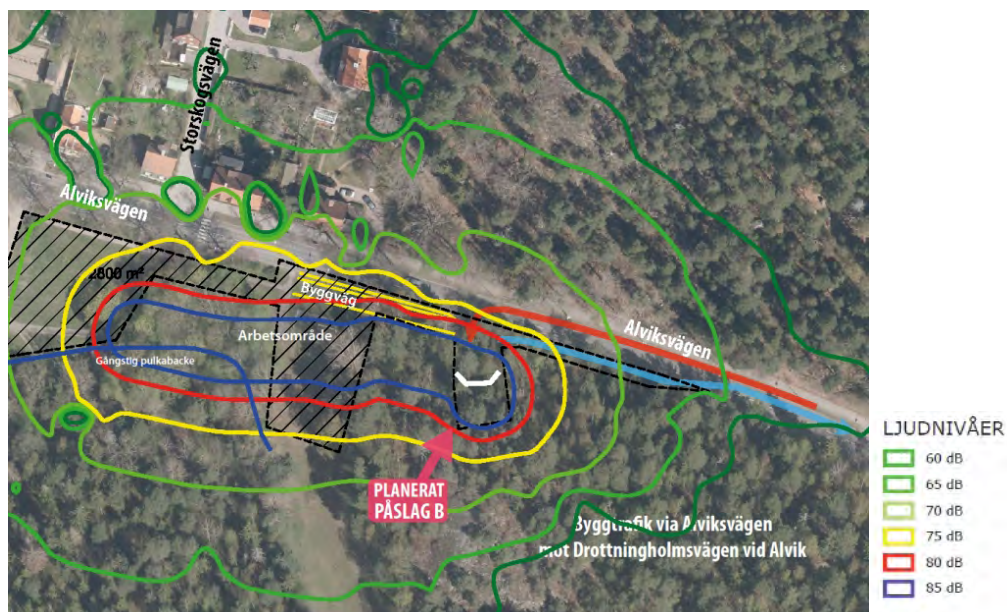


Figur 6.27 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Åkeshov. Kartan visar maximal ljudnivå inklusive fasadreflex.



Figur 6.28 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Åkeshov. Kartan visar ekvivalent ljudnivå inklusive fasadreflex.

Etableringsyta för påslag B (Smedslätten) föreslås på den gräsplan som ligger i direkt väster om påslaget. Genomförd bullerutredning för fordonsrörelser inom entreprenadgräns visar att föreslagna villkor för både ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder klaras för dag- och kvällstid. Byggtiden kommer att medföra en stor negativ förändring, vilket i sin tur medför en måttlig, lokal och övergående negativ konsekvens.

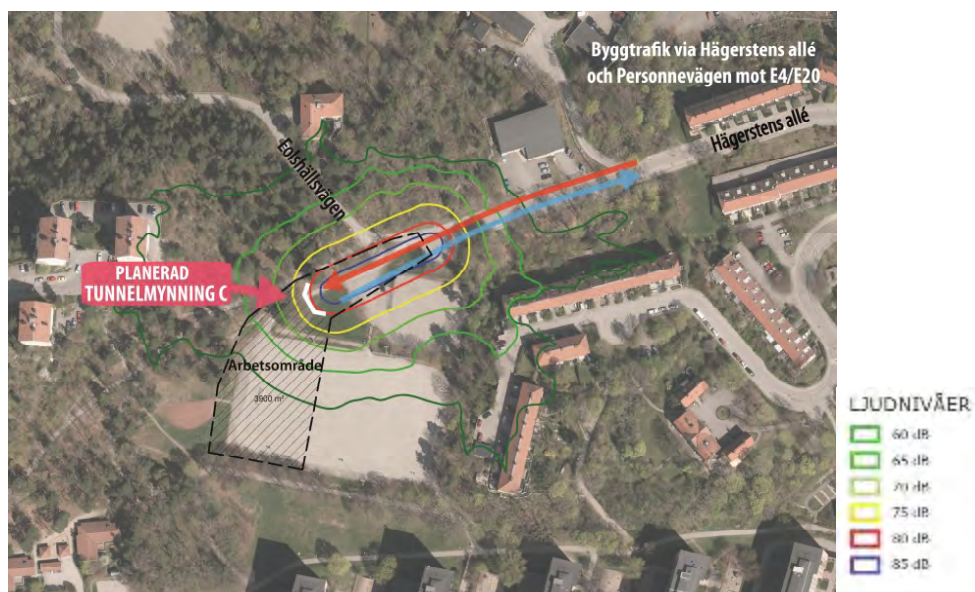


Figur 6.29 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Smedslätten. Kartan visar maximal ljudnivå inklusive fasadreflex.



Figur 6.30 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Smedslätten. Kartan visar ekvivalent ljudnivå inklusive fasadreflex.

Etableringsyta för påslag C (Eolshäll) föreslås på den fotbollsplan som ligger i direkt anslutning till påslaget. Genomförd bullerutredning för fordonsrörelser inom entreprenadgräns visar att föreslagna villkor för både ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder klaras för dag- och kvällstid. Byggtiden kommer att medföra en stor negativ förändring trots åtgärder, vilket i sin tur medför en måttlig, lokal och övergående negativ konsekvens.



Figur 6.31 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Eolshäll. Kartan visar maximal ljudnivå inklusive fasadreflex.



Figur 6.32 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Eolshäll. Kartan visar ekvivalent ljudnivå inklusive fasadreflex.

Etableringsyta för påslag D (Liljeholmen) föreslås i direkt anslutning till påslaget på de hårdgjorda ytor som ligger i direkt anslutning till befintligt port. Genomförd bullerutredning för fordonsrörelser inom entreprenadgräns visar att föreslagna villkor för ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder klaras för dag-, kvälls- och nattetid. Byggtiden kommer att medföra en måttlig negativ förändring, vilket i sin tur medför en liten, lokal och övergående negativ konsekvens.



Figur 6.33 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Liljeholmen. Kartan visar maximal ljudnivå inklusive fasadreflex.

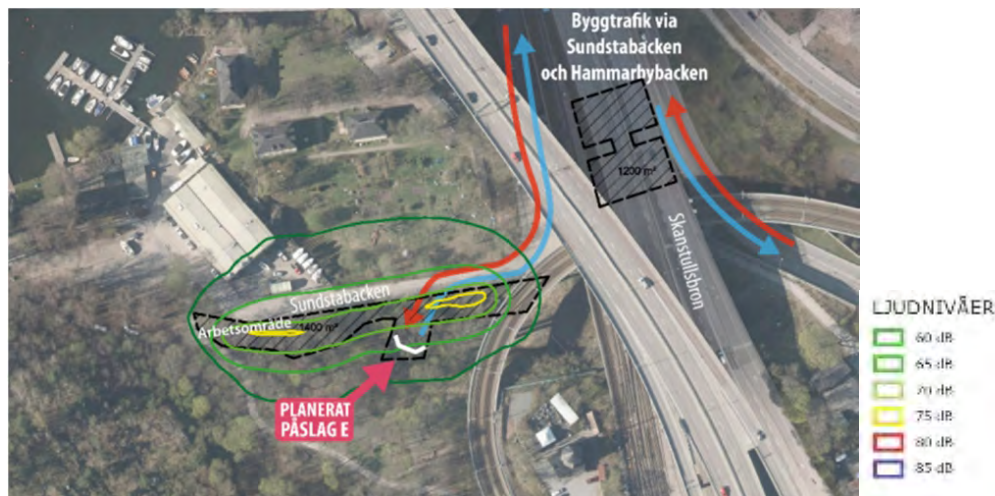


Figur 6.34 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Liljeholmen. Kartan visar ekvivalent ljudnivå inklusive fasadreflex.

Etableringsyta för påslag E (Gullmarsplan) föreslås på den parkeringsplats som ligger direkt väster om påslaget eller i skogskanten söder om Sundstabacken. Genomförd bullerutredning för fordonsrörelser inom entreprenadgräns visar att föreslagna villkor för ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder klaras för dag-, kvälls- och nattetid. Byggtiden kommer att medföra en stor negativ förändring, vilket i sin tur medför en måttlig, lokal och övergående negativ konsekvens.

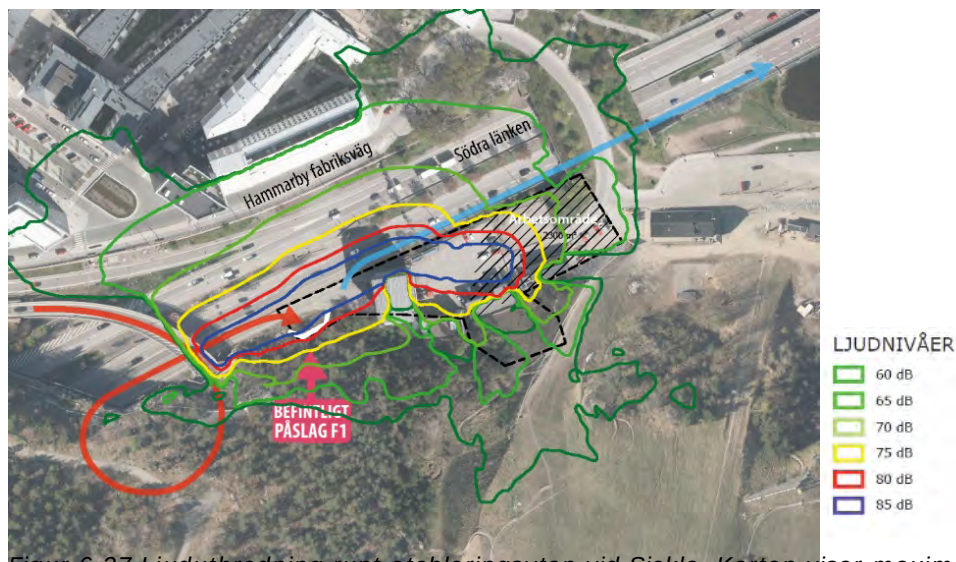


Figur 6.35 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Gullmarsplan. Kartan visar maximal ljudnivå inklusive fasadreflex.



Figur 6.36 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Gullmarsplan. Kartan visar ekvivalent ljudnivå inklusive fasadreflex.

Etableringsyta för påslag F (Sickla) föreslås inom Stockholm Vattens egen fastighet. Genomförd bullerutredning för lastbilsrörelser inom entreprenadgräns visar att föreslagna villkor för ekvivalenta och maximala ljudnivåer vid närmast belägna bostäder klaras för dag-, kvälls- och nattetid. Byggtiden kommer att medföra en måttlig negativ förändring, vilket i sin tur medför en liten, lokal och övergående negativ konsekvens.



Figur 6.37 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Sickla. Kartan visar maximal ljudnivå inklusive fasadreflex.



Figur 6.38 Ljudutbredning runt etableringsytan vid Sickla. Kartan visar ekvivalent ljudnivå inklusive fasadreflex.

Buller från transporter av bergmassor längs vägnätet

Uttransport av bergmassor från de fem påslagen för Sickla och Henriksdal genererar totalt cirka 460 fordonrörelser per vardagsdygn under den mest intensiva fasen. Bergmassor lastas på lastbilar i bergrummen och fraktas bort. Omlastning eller mellanlagring av massor på etableringsytorna sker inte under byggtiden.

Transporter till och från de sex påslagen för avloppstunneln genererar totalt cirka 560 fordonrörelser per vardagsdygn under den mest intensiva fasen. Bergmassor lastas på lastbilar i avloppstunneln och fraktas bort. Omlastning eller mellanlagring av massor på etableringsytorna sker inte under byggtiden.

Alla etableringsytor utom Smedslätten och Eolshäll ligger nära eller invid vägar som i dag har en stor andel tung trafik. Transporter av bergmassor kommer generellt sett att medföra ett litet tillskott av tunga transporter på angränsande vägar. Fältförsök inkluderande mätningar visar att den ekvivalenta ljudnivån, det vill säga medelnivån under ett dygn, inte kommer att påverkas av tillkommande lastbilar vid någon av de föreslagna transportvägarna.

Antalet händelser med maximala ljudnivåer kommer däremot att bli fler, det vill säga de tillfälliga störningar som uppkommer av en lastbilspassage kommer att öka. Fältförsök och beräkningar är gjorda för 15 tons lastbilar, vilket storleksmässigt motsvarar en vanlig sopbil eller buss. De transporter som bedöms upplevas som mest störande är de som förekommer under perioden kl. 18-22. Under dagtid är flertalet boende inte hemma och bakgrundnivåerna på grund av övrig trafik är högre. Under kvällstid är däremot de flesta hemma och trafiken i

övrigt är relativt lugn. De flesta hus längs transportvägarna är fristående, vilket betyder att boende har möjlighet att välja att vistas ute på den tysta sidan av huset.

Utfart från påslag A (Åkeshov) sker mot Åkeshovsvägen. Byggtrafiken kommer att omfatta ca 30-60 fordonsrörelser per dag. Tillkommande byggtrafik bedöms ge upphov till ett momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms som tillfällig och liten.

Utfart från påslag B (Smedslätten) sker mot Alviksvägen. Byggtrafiken kommer att omfatta som ca 30-260 fordonsrörelser per dag. Tillkommande byggtrafik bedöms ge upphov till ett momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms som tillfällig och måttlig.

Utfart från påslag C (Eolshäll) föreslås sker mot Hägerstens allé. Byggtrafiken kommer som mest att omfatta ca 30-160 fordonsrörelser per dag. Tillkommande byggtrafik bedöms ge upphov till ett momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms som tillfällig och måttlig.

Utfart från påslag D (Liljeholmen) föreslås ske mot Södertäljevägen. Byggtrafiken kommer att omfatta ca 30-70 fordonsrörelser per dag. Tillkommande byggtrafik kommer att medföra momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms som tillfällig och liten.

Utfart från påslag E (Gullmarsplan) föreslås ske mot cirkulationsplatsen vid Skansbrogatan och Hammarbybacken. Byggtrafiken kommer att omfatta ca 30-65 fordonsrörelser per dag. Tillkommande byggtrafik kommer att medföra momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms som tillfällig och liten.

Utfart från påslag F1, F2 och F3 (Sickla) föreslås ske mot Södra Länken. Byggtrafiken kommer vid den mest intensiva fasen att omfatta ca 70-250 fordonsrörelser per dag på grund av avloppstunneln och transporterna från bergrummen. Tillkommande byggtrafik kommer att medföra momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Det ligger inga bostäder i anslutning till påslaget. Den negativa konsekvensen bedöms därför som försumbar.

Utfart från påslag G föreslås ske mot Lugnets trafikplats. Byggtrafiken kommer vid den mest intensiva fasen att omfatta ett fåtal fordonsrörelser per dag på grund av ombyggnaden i Henriksdal. Tillkommande byggtrafik kommer att medföra momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Det ligger inga bostäder i anslutning till påslaget. Den negativa konsekvensen bedöms därför som försumbar.

Utfart från påslag H och I föreslås ske mot Kvarnholmsvägen. Byggtrafiken kommer vid den mest intensiva fasen att omfatta ett fåtal fordonsrörelser per dag på grund av ombyggnaden i Henriksdal. Tillkommande byggtrafik kommer att medföra momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande.

Buller på grund av raiseborrning

Vid utrymningsschakten, skorstenen i Smedslätten samt vid anslutningen i Bromma kommer mindre arbetsområden att upprättas.

Utrymningsschakterna anläggs med så kallad raiseborrning. Det innebär att en pilotborr först drivs från bergnivå till ner till avloppstunneln. Efter det byts den mindre borkronan mot en så kallad rymmarkrona som utvidgar hålet på borrhens väg tillbaka till marknivå. Eftersom drivningen beräknas ta ungefär en vecka och utrymningsschakten inte ligger i direkt anslutning till bostäder och utrustningen dessutom är ljuddämpad bedöms bullerstörningen bli begränsad. Den negativa konsekvensen bedöms bli liten.

Arbetet kommer att pågå i ca 2 månader med undantag för vid anslutningen i Bromma där arbetet väntas pågå i ca 6 månader. Den negativa konsekvensen bedöms därför som måttlig.

6.12.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär att det inte finns någon tunnel och att verksamheten vid anläggningarna bedrivs ungefär som idag. Det innebär bland annat pumpstationer med tillhörande ljud inom tätbebyggda områden, slamtransporter genom Hammarby sjöstad och fortsatt verksamhet vid Bromma avloppsreningsverk. Nollalternativet bedöms därmed medföra risk för måttliga negativa konsekvenser.

Buller från verksamheten i Bromma kommer att upphöra för den sökta verksamheten. Verksamheten vid både Sickla till Henriksdal sker i allt väsentligt i bergrum. Undantag är slamcentrifugerna i Henriksdal som ska stå i en ny byggnad uppe på berget.

Den enda verksamheten som alstrar hörbart buller är transporterna. Tidigare bedrevs viss bullrande verksamhet utomhus, vilken har upphört när slamhanteringen flyttas in i Henriksdalsberget. Trafikbuller består främst av motorljud, särskilt vid lägre hastighet (<60 – 70 km/h för lastbilar) samt vägbanebuller och ljud orsakat av luftmotståndet (vindbrus).

Fler transporter av externt organiskt material, slam, kemikalier m.m. till och från Henriksdal kan orsaka ökat trafikbuller. Transportökningen kommer i första hand att ske på större trafikleder, såsom Värmdöleden, Södra länken och Nynäsvägen (Riksväg 73), som är mycket trafikbelastade och utsatta för köbildning redan idag. I och med att slamutlastningen i Sickla kommer att flyttas in i Henriksdalsberget kommer transporterna inte att belasta lokalgatorna i och omkring Hammarby sjöstad.

Den generella slutsatsen är att transporter under drifttiden till och från Stockholm Vattens avloppsreningsverk utgör, och kommer att utgöra, en mycket liten påverkan på ljudmiljön så fort fordonen har kommit ut på trafiklederna. Förändringarna i transportmönster bedöms inte signifikant påverka ljudmiljön, vare sig på de platser där trafiken minskar eller där den ökar då den befintliga trafikmängden är så stor att ljudnivåbidragen från Stockholm Vattens transporter varken är mätbara eller hörbara.

Verksamheterna är redan idag placerade i områden med många kringliggande bullerkällor. Påverkan på ljudmiljön är därför liten och de förändringar som genomförs har liten inverkan på den sammanvägda ljudmiljön. Passager av enskilda tunga fordon med koppling till Stockholm Vattens verksamhet kan självklart i vissa fall vara hörbara och därmed en potentiell källa till upplevd störning. För de mätvärden och kriterier som ligger till grund för bedömning av buller kommer dock inte Stockholm Vattens bidrag vara signifikant i något fall.

Till och från Henriksdal bedöms antalet transporter öka från dagens drygt 30 lastbilsrörelser per dygn till cirka 100. Både in- och utfarten till denna del av verket går direkt till Lagnets trafikplats som är kraftigt trafikerad vilket innebär en mycket liten påverkan. De närmaste bostäderna har redan idag bullerskydd och tillskottet om 70 tunga fordonsrörelser är helt obetydligt då över 1 000 tunga fordon per dygn redan rör sig i trafikplatsen.

Förändringarna av verksamheten innebär en minskning av transporter till Sicklaanläggningen från dagens genomsnitt på cirka 13 lastbilsrörelser per dygn till cirka 3 lastbilsrörelser per dygn. Utgående transporter från denna del av verket går via Hammarby fabriksväg förbi bostadsbyggnader, vilket innebär en liten positiv, men inte hörbar ($< 0,5$ dB), påverkan på boendemiljön. Sträckan har idag cirka 800 fordon/dygn varav 50-60 tunga. Infarten till Sicklaanläggningen nås direkt via en avfart från Södra länken.

De 4-5 transporter (~10 lastbilsrörelser) som idag går till Bromma reningsverk upphör. Detta innebär en liten, men ej hörbar, positiv inverkan på ljudmiljön i närområdet ($< 0,5$ dB). Åkeshovsvägen, som är den minst trafikerade sträckan som bedöms i trafikundersökningen, har cirka 200 tunga fordon/dygn idag. För övriga vägar såsom Drottningholmsvägen är en förändring av 10 rörelser per dygn inte märkbar.

Det sökta alternativet medför under driftfasen ett fåtal transporter vid respektive servicetunnel. Buller över gällande riktvärden bedöms inte uppstå.

6.13 Stomljud

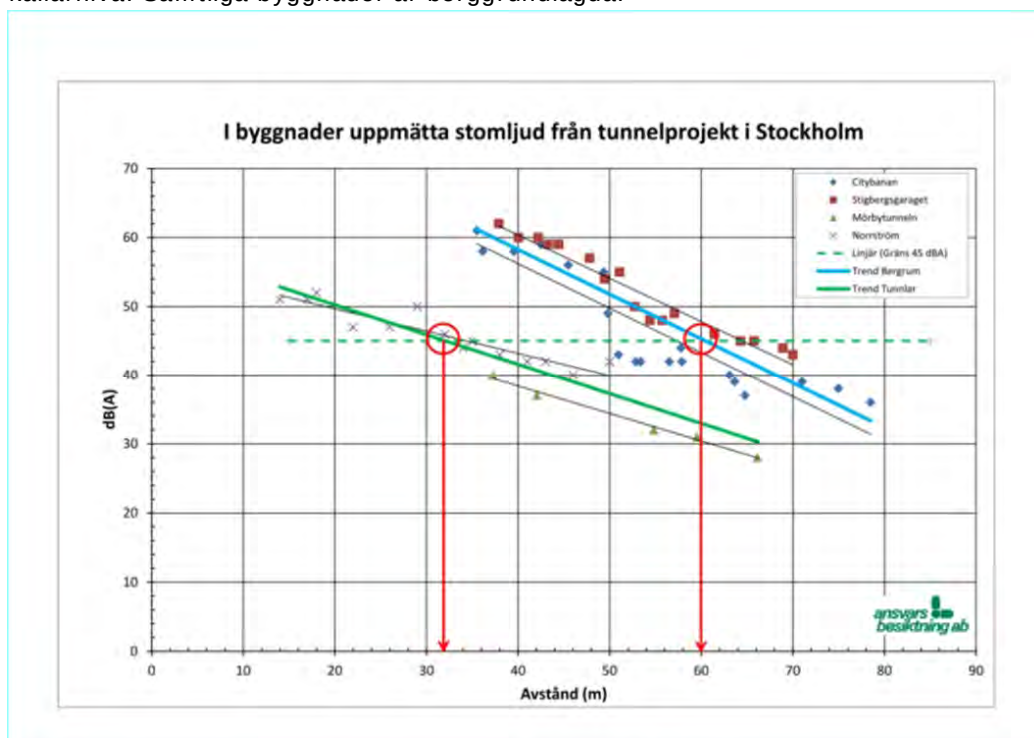
6.13.1 Sammanfattning

I byggfasen kan boende potentiellt sett störas av stomljud över riktvärden i påverkansområdet på grund av borrhning och sprängning. Påverkan bedöms som måttlig och övergående och anses medföra måttliga negativa konsekvenser. Stomljud uppkommer inte under driftskedet för reningsverket eller avloppstunneln.

6.13.2 Påverkan

Utgångspunkten är att tunneldrivningen kommer att ske med konventionell metod, det vill säga genom borrhning och sprängning. De moment i drivningscykeln som innebär borrhning, sprängning eller skrotning kan ge upphov till stomljud i en omfattning som kan uppfattas som störande.

Stockholm Vatten yrkar på samma riktvärden som för Citybanan, det vill säga 45 dBA som inomhusnivå. Från fyra stora bergprojekt med konventionell tunneldrivning i Stockholm har ljudnivån av stomljud mätts i byggnader vid momentet bergborrning. Mätningen har skett med mikrofon i byggnadernas källarnivå. Samtliga byggnader är berggrundlagda.



Figur 6.39 Jämförelse av empiriska data från fyra projekt i Stockholm.

Utifrån mätningarna har en trendlinje dragits för tunnlar (grön heldragen linje) och en för bergrum (blå heldragen linje). Ett bedömt avstånd för störningen 45 dBA

ligger enligt figuren runt 32 m för avloppstunneln (vänster röd markering) och runt 60 m för bergrummen (höger röd markering).

Ljudnivåer över 45 dBA uppkommer enligt diagrammet alltså i huvudsak inom avståndet 32 m från tunnelfronten respektive 60 m från fronten i bergrummen. Det verkliga stomljudet i byggnader kommer utöver avståndet till fronten också att bero på om byggnaden ligger förskjuten i förhållande till tunnel eller bergrum, byggnadens grundläggning och stomme samt bergkvalitet. Sprickzoner i berg liksom grundläggning i jordlager innebär till exempel energiförluster som dämpar stomljudet. Det är alltså inte säkert att en fastighet nära bergrummen eller avloppstunneln kommer att uppleva stomljud som störande.

Sedan huvudtunnlarna färdigställts drivs utrymningsschakterna med så kallad raiseborrning. Det innebär att en pilotborr först drivs från marknivå till tunneltak varpå den mindre borkronan inifrån tunneln byts ut mot en så kallad rymmarkrona som utvidgar hålet på borrhens väg tillbaka till marknivå. Metoden är beprövad, skonsam för berget samt effektiv och de störande effekter som kan komma av drivningen är begränsade i både tid och rum.

6.13.3 Åtgärder

Stomljud kan inte begränsas under den tid som borrning eller skrotning pågår. Stomljud kommer därför att upplevas som störande i perioder.

Eftersom det inte är möjligt att vidta några åtgärder för att minska stomljud från arbeten med bergrum och tunnel består den främsta åtgärden av att reglera arbetstiden. Stomljudsalstrande arbete i anslutning till bostäder kommer endast att utföras under helgfria vardagar (måndag-fredag) kl. 07-22.

Boende som upplever sig som störda och som vid kontrollmätning visar sig utsättas för över 45 dBA som inomhusnivå under helgfria vardagar (måndag-fredag) kl. 7-22 under mer fem dagar i följd kommer att erbjudas ersättningsboende.

Information om projektet och planerade arbeten sätts vid etableringsytorna samt skickas till närboende. Informationen ska gälla själva bygget samt när och hur länge olika arbeten ska pågå.

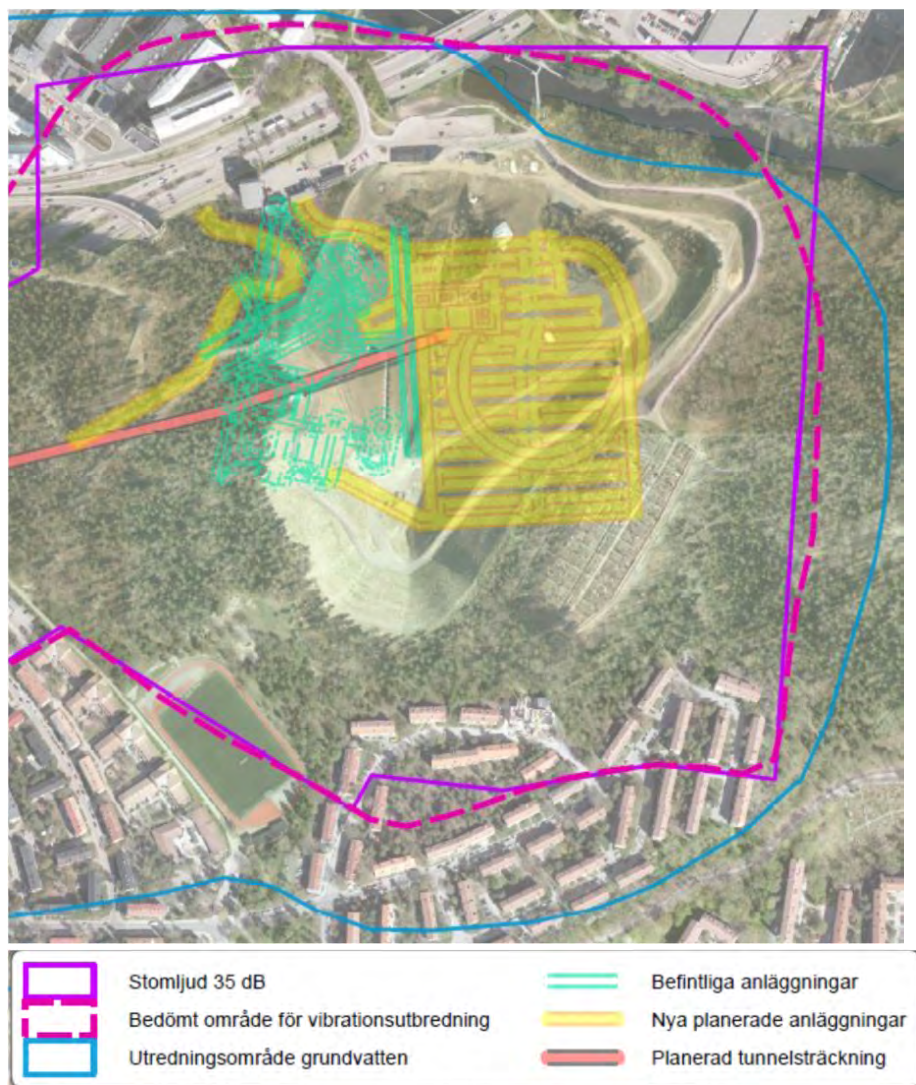
6.13.4 Konsekvenser byggfas

Stomljud uppträder vid flera moment under drivningscykeln, bl.a. borrning för injektering, borrning inför sprängning och skrotning av berg. Perioder med stomljud kommer att följas av tysta perioder. Stomljudsalstrande arbete bedöms utföras under i genomsnitt 8 timmar/dygn.

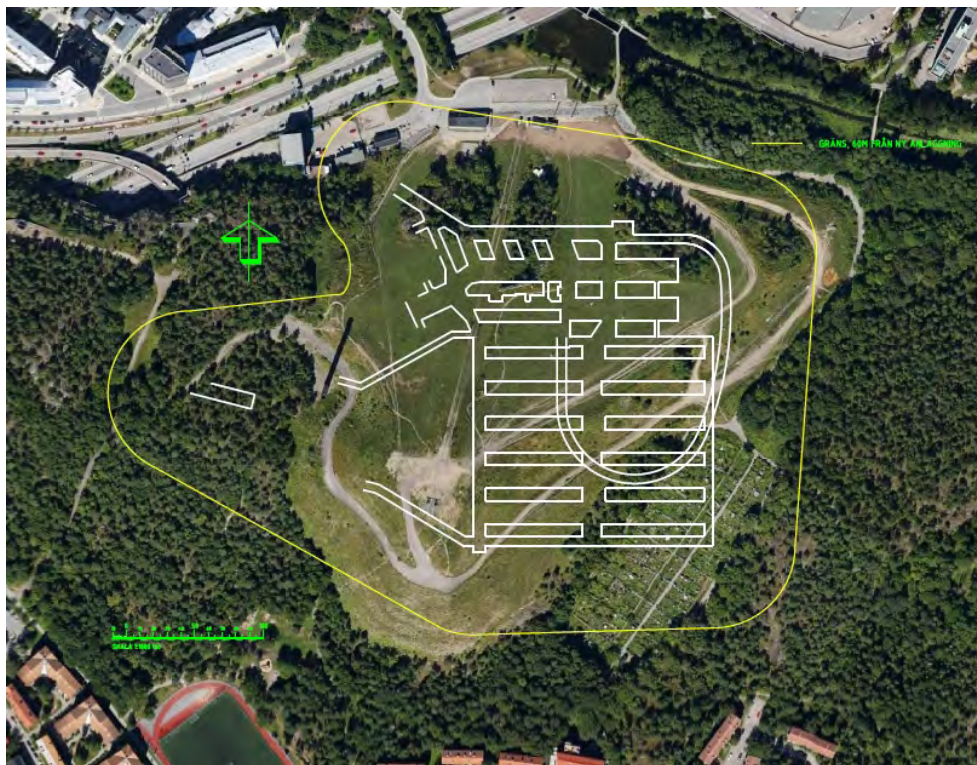
Bergrummen i Sickla kommer att sprängas ut under i huvudsak Hammarbybacken. Byggnader som kan beröras av stomljud över 45 dBA ligger

norr om Sicklaanläggningen i södra delen av Hammarby allé samt söder om anläggningen längs Mariestadsvägen och Finn Malmgrens väg. Eftersom bergrummen Sickla ligger under Hammarbybacken kommer fronten aldrig att vara rakt under en byggnad. Detta medför lägre stomljuds nivåer. Påverkan av bergrummen i Sickla bedöms som måttlig eftersom den förekommer på en plats under flera år, men samtidigt relativt långt från bostäder. Antalet närboende som riskerar att påverkas är måttligt. Sammantaget medför detta att stomljud bedöms medföra måttliga negativa men övergående konsekvenser.

Områden för utredning om stomljud och vibrationer runt Sicklaanläggningen framgår nedan av Figur 6.40 och Figur 6.41. Beräkningar har visat att inga fastigheter påverkas av stomljud inom gränsen för 45 dB(A).



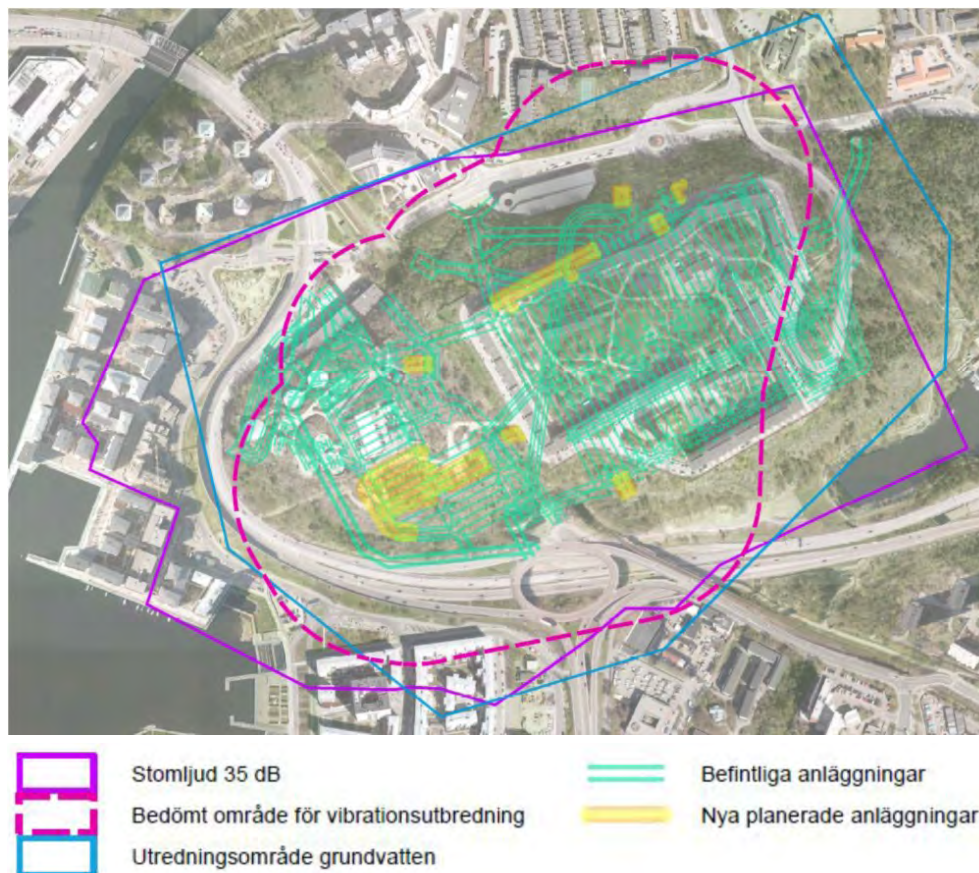
Figur 6.40 Utredningsområden för stomljud och vibrationer runt Sicklaanläggningen.



Figur 6.41 Påverkansområde Sickla, stömljud 45dBA inom gula linjen.

Byggnader som kan beröras av stömljud vid arbeten i Henriksdal finns ovanpå anläggningen längs Henriksdalsringen, väster om anläggningen i anslutning till Kanalvägen och söder om anläggningen i anslutning till Fartygsgatan. Eftersom arbeten i berget ska utföras nästan rakt under en del av bostäderna längs Henriksdalsringen bedöms stömljudsnivåerna tidvis kunna bli höga. Påverkan av bergrummen i Henriksdal bedöms som stor eftersom den förekommer på i huvudsak en plats. Antalet närboende som riskerar att påverkas är måttligt och arbetena pågår under en begränsad tid. Sammantaget medför detta att stömljud bedöms medföra stora negativa men relativt snabbt övergående konsekvenser.

Områden för utredning om stömljud och vibrationer runt Henriksdalsanläggningen framgår nedan av Figur 6.42.



Figur 6.42 Utredningsområden för stomljud och vibrationer runt Henriksdalsanläggningen.

Sprängningar är begränsade till Nordvästra delen av Henriksdalsberget kring bioblocken med ett sammanlagt berggutttag på ca 25 000 m³ vilket inte kommer att upplevas som störande.

Som beskrivits ovan är spridningen av stomljud starkt kopplat till avstånd, geologiska förhållanden samt husets grundläggning. Vidare fortplantas stomljud främst i samma riktning som borrningen sker vilket innebär att för ett hus placerat direkt ovanför avloppstunneln kommer stomljud främst att kunna höras då tunneldrivning sker mot huset. Stomljuden kommer att avta då tunnelfronten har passerat huset. Längs med huvudtunneln finns ett fåtal fastigheter i Bromma där tunneln ligger mindre än 32 m från bostäder.

Påverkan av stomljud från avloppstunneln bedöms som måttlig och lokal eftersom den är övergående och inte förekommer under hela dagen. Stora delar av sträckningen går också under områden som saknar eller har ett fåtal ovanliggande byggnader grundlagda på berg. Som exempel kan nämnas Mälarpassagen och Årstaskogen. På övriga delar av sträckan berörs endast ett fåtal fastigheter. Vid upplevd störning över 45 dBA mer än fem dagar i följd erbjuds ersättningsboende.

Sammantaget medför detta att stomljud som följd av avloppstunneln bedöms medföra små negativa och övergående konsekvenser.

Utrymningsschakterna drivs med så kallad raiseborrning. Metoden är beprövad och de störande effekter som kan komma av drivningen är begränsade i både tid och rum. Drivning av utrymningsschakten kommer också att medföra stomljud. Arbetet utförs på en begränsad plats och borrning beräknas pågå under några veckor. Antalet närboende är förhållandevis få, vilket medför att den negativa konsekvensen bedöms som måttlig och övergående.

Vid utrymningsschakten, skorstenen i Smedsslätten samt vid anslutningen i Bromma kommer mindre arbetsområden att upprättas. Stomljud kan uppkomma vid raiseborrning och strossning. Arbetet kommer att pågå i några månader. Störning i form av stomljud kan bli tillfälligt stor men snabbt övergående. Den negativa konsekvensen bedöms därför som måttlig.

6.13.5 Konsekvenser driftfas

Stomljud uppkommer inte under driftskedet för reningsverket eller avloppstunneln.

6.14 Vibrationer

6.14.1 Sammanfattning

Vibrationer kan uppstå under byggtiden vid schaktning, sprängning, strossning, pållning och masstransporter. De negativa konsekvenserna av vibrationer bedöms som små då störningen är måttlig och antalet påverkade få. För de vibrationer som kan uppstå vid transport av bergsmassor bedöms störningen bli tillfällig och måttlig. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.14.2 Påverkan

Vibrationer kan uppstå under byggtiden vid schaktning, sprängning och strossning. Vibrationer kan också uppstå på grund av exempelvis transporter av bergsmassor vid gupp eller ojämnheter i vägbanan.

Vibrationer från vägtrafik uppstår främst när tung trafik färdas på en ojämn vägbanan. Risker för störningar av vibrationer från trafik är störst när både väg och byggnad är uppförd på lösa jordar.

För bedömning av tänkbara spridningsavstånd kan Tabell 6.6 användas. Observera att tunga fordon inom etableringsytorna får köra 30 km/h, vilket ger upphov till kortare spridningsavstånd. Detsamma gäller för en del av transportvägarna som är lokalgator.

Tabell 6.6 Riskavstånd för spridning av vibrationer mellan väg och byggnad relaterat till olika hastigheter och jordarter [52], [53].

Grund	50 km / h	70 km / h	90 km / h
Lös lera	< 80 m	< 100 m	< 110 m
Sand	< 8 m	< 10 m	< 10 m
Morän	< 5 m	< 5 m	< 6 m

Vibrationsaspekten behandlas dels som en olägenhetsfråga för närboende och dels som en fråga om risk för skador på hus etc. som en effekt av tunneldrivningen.

6.14.3 Åtgärder

Försiktig sprängning gäller för hela projektet. Försiktig sprängning är ett arbetssätt där sprängning som utförs med särskild hänsyn till omgivningen avseende markvibrationer, stenkast och luftstöt våg. Försiktig sprängning är ett krav i tätbebyggt område och därför väl inarbetat i branschen. Riskanalys avseende vibrationer, luftstöt våg och stenkast har utförts inom ett område av ca 150 m från planerad tunnel. I riskanalysen har inventering av byggnader, anläggningar och installationer utförts. Inventeringen omfattar grundförhållanden, grundläggningssätt, konstruktion, ingående byggnadsmaterial samt avstånd till kommande arbeten. I riskanalysen redovisas beräknade riktvärden för tillåtna vibrationer samt övriga restriktioner för byggnader och verksamheter med avseende på kommande sprängningsarbeten och övriga markarbeten. Entreprenören anpassar sitt arbete så att uppsatta tillåtna vibrationer innehålls.

Inför vibrationsalstrande arbeten och efter avslutade arbeten kommer fastigheter inom inventeringsområde att besiktigas i enlighet med Svensk Standard SS 460 48 60 (så kallad syneförrättning).

Under bergentreprenaden kommer kontroll av vibrationer och luftstöt våg att utföras kontinuerligt. Kontroll utförs även då det påkallats av närboende. Om mätningar skulle visa att riktvärden överskrids vidtas omedelbara åtgärder så att riktvärdet inte överskrids vid nästkommande salvor.

Vid all ovanjordssprängning skyddas omgivningen mot stenkast med tung täckning av gummimattor. I ett inledande skede kommer även tunnelmynningen att förses med sprängmattor för att minska effekten av luftstöt vågen.

Arbeten som alstrar vibrationer i anslutning till byggnader kommer att begränsas till att utföras helgfria vardagar mellan kl. 07-22.

Information om projektet och planerade arbeten sätts vid etableringsytorna samt skickas till närboende. Förståelse för vad som pågår kan medföra ökad tolerans mot störningar hos närboende samt minskar överraskningseffekten.

6.14.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet innebär att avloppstunneln inte anläggs och att de störningar som hör till byggskedet inte uppkommer.

Människan kan vara mycket känslig för vibrationer och ofta upplever man vibrationer vid mycket låga värden. Under de veckor då tunneldrivningen av avloppstunneln passerar bostäder kan boende känna vibrationer. Tunneln kommer att kunna drivas med ca 20 m/vecka och front. Eftersom påverkan från vibrationer avtar med avståndet kommer även vibrationsnivån att avta med tiden. Med den bedömda tunneldriften kommer vibrationer att kunna kännas periodvis under ca 4-8 veckor. Vid varje front kommer sprängningar att utföras vid några tillfällen per dag.

I ett inledande skede när påslagen ska sprängas kommer luftstöt vågor att fortplantas utanför tunneln. Som beskrivits ovan kommer sprängsalvorna att anpassas så att inte byggnader eller installationer påverkas. Vidare kommer området att stängas av för att inte obehöriga ska kunna komma i närheten och skadas av sprängning eller luftstöt våg. I ett inledande skede kommer även tunnelmynningen att skyddas med sprängmattor för att minska effekten av luftstöt vågen. Då drivningen av tunneln fortskridit ca 50 m in i berget kommer luftstöt vågen inte längre att kunna kännas utanför påslaget. Negativa konsekvenser av luftstöt våg bedöms som små eftersom störningen är måttlig och antalet påverkade få.

Vibrationer vid sprängning kan bland annat begränsas genom att reducera mängden sprängämne som detonerar vid varje upptändning. Denna reduktion kan göras genom delade salvor, öka antalet sprängborrhål, använda elektronisk upptändning samt en kombination av detta.

Påslagen i Liljeholmen och Sickla ligger i direkt anslutning till det övergripande vägnätet med BK1-standard. Problem med vibrationer på grund av transporter av bergmassor bedöms inte uppstå vid dessa påslag.

Vid påslagen i Åkeshov, Smedslätten, Eolshäll och vid Gullmarsplan är transportvägen delvis väg med lägre bärighetsklass. I korsningen mellan Åkeshovsvägen och Drottningholmsvägen finns sedan tidigare sättningsskador i byggnader och mark.

För att utreda påverkan från bergtransporter från tunneln har försök med fullastad lastbil utförts och vibrationer i närliggande bostad registrerats vid Drottningholmsvägen och Alviksvägen. Försöket visade att registrerade vibrationsnivåer är mycket låga, och de bedöms inte kunna orsaka skada på byggnader. Nedanstående beskrivning gäller huruvida vibrationer kan upplevas av närboende.

I Åkeshov sker utfart på Åkeshovsvägen som är en BK2-väg. Närmaste BK1-väg är Drottningholmsvägen som ligger cirka 350 meter från utfarten. Längs Åkeshovsvägen ligger en ridanläggning och en Teologisk högskola. Längs Drottningholmsvägen ligger verksamheter och bostäder. Åkeshovsvägen är grundlagd på lera där risk finns för att vibrationer orsakade av tung trafik kan uppkomma. Skyltad hastighet är 40 km/h, vilket betyder att utbredningen av vibrationer som mest bedöms bli cirka 70 m från vägen enligt Trafikverkets tabell. Det betyder att människor i Teologiska högskolan och bostäderna i södra kanten mot Drottningholmsvägen kan uppleva vibrationer. Antalet transportrörelser bedöms uppgå till 30 – 60 per dygn. Antalet berörda är måttligt och störningen bedöms bli liten. Den negativa konsekvensen bedöms bli tillfällig och liten.

Påslaget i Smedslätten planeras i anslutning till Alviksvägen och transporterna föreslås följa vägen österut. Alviksvägen är en BK2-väg, där den skyltade hastigheten på sträckan varierar mellan 30 km/h och 50 km/h. Längs större delen av Alviksvägen ligger villor eller mindre flerbostadshus. Här finns även Äppelviksskolan. Närmaste BK1-väg är Drottningholmsvägen 2,4 km bort. Längs Alviksvägen finns sträckor (Smedslätten och Äppelviken), där både väg och hus är grundlagda på lera och där den tunga trafiken kan innebära vibrationsstörningar. Skyltad hastighet på dessa sträckor är som högst 50 km/h, vilket betyder att utbredningen av vibrationer som mest bedöms bli 80 m från vägen. Det betyder att människor i hus längs Alviksvägen kan uppleva vibrationer av tunga transporter. Antalet transporter kommer att variera mellan 30 – 260 fordonsrörelser per dygn. Antalet närboende är måttligt och störningen bedöms bli måttlig. Den negativa konsekvensen bedöms bli tillfällig och måttlig.

Påslaget vid Eolshäll ligger i anslutning till Hägerstens allé. För att nå ut på det övergripande vägnätet bedöms därefter Stjernströms väg/Personnevägen var den bästa transportvägen. Avståndet mellan påslaget och det övergripande vägnätet E4/E20 är omkring 2,4 km. Hägerstens allé är en lokalgata med radhus och flerbostadshus. Utmed Stjernströms väg ligger villor. Personnevägen har i huvudsak flerbostadshus. Längs vägen finns förskola och Västertorpshallen. Hus och väg längs Hägerstens allé är grundlagda på berg eller morän. Längs delar av Stjernströms väg och Personnevägen är både väg och hus grundlagda på lera. Skyltad hastighet är som högst 40 km/h, vilket betyder att utbredningen av vibrationer som mest bedöms bli cirka 70 m från vägen. Det betyder att människor i hus längs Stjernströms väg och Personnevägen kan uppleva vibrationer. Byggtransporterna kommer att generera mellan 30 - 160 fordonsrörelser per dygn. Antalet närboende är måttligt och störningen bedöms bli måttlig. Den negativa konsekvensen bedöms bli tillfällig och måttlig.

Påslaget vid Sundstabacken nås från Hammarbybacken som är klassad som en BK1-väg. Sundstabacken är däremot en BK3-väg, som leder till en marina och småbåtsverksamhet. Längs Sundstabacken ligger också ett fåtal bostadshus cirka 50 meter från vägen. Vid husen norr om påslaget består marken av växellagrad jord, vilket kan betyda inslag av lera. Störande vibrationer på grund av

transporter under byggskedet kan därmed uppstå. Fordonen bedöms hålla en låg hastighet (30 km/h), vilket betyder att utbredningen av vibrationer som mest bedöms bli cirka 60 m från vägen. Det betyder att människor i det närmast liggande huset skulle kunna uppleva vibrationer. Byggtransporterna genererar omkring 30 - 65 fordonsrörelser per dygn. Antalet närboende är lågt och störningen bedöms bli måttlig. Den negativa konsekvensen bedöms bli liten.

Vid utrymningsschakten, skorstenen i Smedsslätten samt vid anslutningen i Bromma kommer mindre arbetsområden att upprättas. Vibrationer kan uppkomma vid raiseborrning och strossning. Arbetet kommer att pågå i några månader. Störning i form av vibrationer kan bli tillfälligt stor men snabbt övergående. Den negativa konsekvensen bedöms därför som måttlig.

6.14.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet innebär att den föreslagna tunneln inte anläggs. Spillvatten hanteras och anläggningarna driftas som idag. Transporter till och från reningsverket i Bromma och pumpstationen i Sickla fortsätter som idag. Både Bromma/Åkeshov och Hammarby sjöstad är till stor del grundlagda på lera och kommer att belastas med tunga transporter. Hastigheterna är dock inte så höga hos fordonen att vibrationerna bedöms sprida sig långt. Den negativa konsekvensen bedöms som liten.

Under driftfasen kommer avloppstunneln att generera ett fåtal transporter vid respektive servicetunnel. Vibrationer över rekommenderade riktvärden bedöms inte uppstå.

6.15 Resurshantering

6.15.1 Sammanfattning

Resursåtgången för projektet kommer att bli påverkad både i bygg- och i driftfas. Användning av resurser är en kontinuerlig process där konsekvensen överlag är liten och negativ på kort sikt och liten och positiv på lång sikt. Valda kemiska produkter ska ligga i linje med Kemikalieinspektionens lista över godkända ämnen. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.15.2 Påverkan

Projektet kommer att påverka resursåtgången vid produktion av avloppstunneln och utbyggnaden av Sickla och Henriksdal. Klimatkalkyler för produktionsskedet av vägar visar att särskilt energikrävande moment är transport av material, produktion av betong, geotextil och stål samt energiförbrukning på arbetsplatsen.

Exakt vilka ämnen som kommer att användas i berg- och anläggningsarbetena, liksom den exakta volymen av vissa av dem, är svårt att uppge före upphandling. Entreprenören kommer att kunna välja olika produkter med varierande innehåll och redogöra för dem i den miljöplan som upprättas före byggskedet. Allmänt

gäller dock att de produkter som används skall ligga i linje med Kemikalieinspektionens lista över godkända ämnen och Stockholm Vatten AB:s egna allmänna miljöriktlinjer.

I och med att matavfall tas emot och rötas ökar gasproduktionen vilket leder till ett ökande positivt nyttjande av resurser. Slamproduktionen ökar också vilket innebär att en ökande mängd mullobildande ämnen samt kväve och fosfor kan återanvändas.

Membrantekniken innebär en ökning av el- och kemikalieförbrukningen och genererar ett mindre antal extra transporter. Membranmaterialet i sig innebär också en ökad resursförbrukning. Värmeförbrukningen kommer att öka i och med att termofil rötning införs.

Slamkvaliteten kan påverkas av att membranerna har en hög grad av partikelavskiljning och att membranerna kommer att tvättas med hypoklorit vilket leder till bildning av klororganiska föreningar. En försämrad slamkvalitet som leder till att REVAQ-certifieringen för slam inte kan upprätthållas innebär minskade möjligheter att använda slam.

En förbättrad kväverening kräver en extern kolkälla. Av kostnads- och tillgänglighetsskäl används fossil metanol. För att uppnå projektets reningskrav måste metanolanvändningen öka ca 15 gånger.

Norrenergi kan i dag utvinna upp till 550 GWh värme ur avloppsvattnet från Bromma. I och med att avloppsvattnet från Bromma reningsverk leds till Henriksdal kommer Norrenergi att förlora den möjligheten. I och med att det avloppsvatten som idag leds till Himmerfjärdsverket (motsvarande 100 000 p/e) kommer att överföras till Henriksdalsverket finns det möjligheter att återvinna värme även ur detta vatten. Den möjligheten saknas i dag.

6.15.3 Åtgärder

Upplag av bränsle, miljöfarliga kemikalier, brandfarliga produkter och sprängämnen inom arbetsområdena kommer att minimeras och krav kommer att ställas på att upplagen etableras och att ämnena hanteras på hårdgjorda ytor med erforderliga skyddsanordningar för uppsamling av eventuellt spill. Sprängämnen och tändare förvaras i enlighet med gällande föreskrifter åtskiljda.

Service, underhåll och bränslepåfyllning av fordon och maskiner kommer att ske på hårdgjorda ytor och i verkstadstälten upprättas en skyddsbarriär med oljeavskiljare. Allt sker i enlighet med Arbetsmiljöverkets allmänna föreskrifter.

Avfall som uppkommer under entreprenaden kommer att material- eller energiåtervinnas där så är möjligt. Detta blir ett krav på entreprenören liksom redovisning av avfallshanteringen. Tillfällig förvaring av eventuellt farligt avfall

kommer att ske oåtkomligt för obehöriga i täta, förslutna kärl. Transporter kommer att ske med godkänd transportör.

Genom fortsatt uppströmsarbete och fortsatta processoptimeringar av membrantekniken skall slammet vara REVAQ-certifierat även efter införandet av membrantekniken. Den höjda el- och värmeförbrukningen kommer att kunna kompenseras genom en ökad gasproduktion och att kapaciteten att återvinna värme från processerna kommer att byggas ut.

Diskussioner pågår både med Norrenergi och Fortum för att finna det effektivaste sättet att utvinna värme från allt avloppsvatten. Två alternativ utreds; att återleda delströmmar av det renade avloppsvattnet via Saltsjö-Mälartunneln (Bromma reningsverks befintliga utloppstunnel) till Norrenergi eller att öka kapaciteten i Hammarbyverket hos Fortum.

Genom den ökade användningen av fossil metanol ökar utsläppen av växthusgasen koldioxid. Ambitionen är att om det är förenat med rimliga kostnader hitta alternativa förnyelsebara kolkällor.

6.15.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet medför att tunneln inte byggs och att inga bergutrymmen i Sickla sprängs ut. Konsekvenser uppstår inte.

Under byggskedet utgörs energiåtgången dels av elenergi och dels av bränsleenergi. De maskiner som används i tunneldrivningen kommer att stå för merparten av elenergianvändandet. För åtgången av bränsleenergi svarar främst transporter in och ut ur tunnarna med tunga fordon. Båda dessa poster kommer att vara som störst under huvuddrivningsfasen. Åtgången av elenergi uppskattas till 30 000 MWh och åtgången av bränsleenergi uppskattas till 22 000 MWh för anläggande av avloppstunneln. Siffrorna för bergarbetena i Sickla bedöms vara i samma storleksordning.

Exakt vilka produkter som kommer att användas i projektet är, liksom den exakta omfattningen av vissa av dem, svårt att uppge före upphandling. Entreprenören kommer att kunna välja olika produkter med varierande innehåll och redogöra för dem i den miljöplan som upprättas före byggskedet.

Tätning av berget kommer i normalfallet att ske genom cementbaserade injekteringsbruk (se avsnitt 3.5.8). Dessa kan komma att blandas med olika tillsatser (flyttillsatser och/eller härdare) för att skapa en passande egenskap för ändamålet. Tillsatsmedlen binds i hög grad till betongen, men kan avges i mindre mängder i samband med gjutning. Mängden injekteringsbruk för anläggande av avloppstunneln uppskattas till 1 850 m³.

Vid sprängning kommer antagligen både fast och flytande sprängämne att användas. Den övervägande delen kommer att utgöras av emulsionssprängmedel

och hanteringen av dessa kommer att ske i enlighet med det s.k. SSE (Site Sensitized Emulsion) – systemet. Det innebär att två huvudkomponenter (ammoniumnitrat och dieselolja) samt en tilläggskomponent (skumbildande medel) fraktas separat in i tunneln och blandas samman på plats vid varje laddningstillfälle. Den färdiga blandningen pumpas in i salvhålen med hjälp av en slang som successivt dras ut och efterlämnar en sträng av sprängmedel. Strängtjockleken kan variera något från salva till salva och en exakt åtgångsberäkning är svår att göra, men vanligen rör det sig om ca 1,5-2 kg sprängmedel/m³ uttaget berg. Med beräknat uttag motsvarar det cirka 850 ton emulsionssprängmedel för anläggande av hela tunneln.

En mindre del patronerat sprängämne används i varje standardsalva i botten på de emulsionsfyllda salvhålen. Emulsionssprängmedel anses vara både säkrare och mindre resurskrävande, men patronerat sprängmedel kan användas som huvudmedel i specifika fall som exempelvis vid högt vatteninnehåll eller vid behov av en särskilt förfinad tunnelkontur.

Vid borrning används vatten som spol- och kylmedel. Generellt antas den sammanlagda vattenförbrukningen uppgå till ca 400-450 l vatten/m³ fast berg, ca 220 000 m³ vatten för avloppstunneln.

I exceptionella fall, exempelvis vid oväntat stora vatteninflöden, kan kemiska tättningsmedel komma att behövas. Vid val av tättningsmedel kommer deras risker och miljöpåverkan att beaktas.

Vid bergförstärkning används sprutbetong som liksom injekteringen blandas upp med flytmedel och hårdare för att anpassas mot användningen (se ovan). Bultar gjuts in med cementblandning. Mängden sprutbetong och bultbruk för avloppstunneln uppskattas till 22 000 ton.

Betong kommer att användas vid gjutning av tunnelgolvet. Mängden inredningsbetong uppskattas till 53 000 ton och mängden fyllnadsmaterial och asfalt uppskattas till 26 000 ton för avloppstunneln.

Betong kommer också att användas vid eventuell lining av vissa tunnelsträckor. För lining av en tunnelsträckning på 250 m uppskattas betongmängden till 6 000 ton.

Maskiner under jord skall drivas på miljöbränslen och -mineraloljor som smörjmedel och merparten av maskinerna är eldrivna då de arbetar.

Projektet har inte behov av de massor som uppkommer, men behovet av krossmaterial i Stockholmsregionen bedöms vara stort. Eftersom massor är en resurs som behövs i de flesta anläggningsprojekt bedöms massorna kunna återanvändas i mycket hög grad. Massorna klassas som fall B-massor, vilket betyder att entreprenören äger dem.

Bergmassor krossas och sorteras vid befintliga anläggningar i Stockholm med omnejd innan de återanvänds i andra regionala bygg- och anläggningsprojekt. Berget innehåller inte några kända föroreningar.

Negativa miljöeffekter uppkommer av de transporter som krävs för att flytta massorna. Samtidigt behöver masstransporter inte gå från övriga regionen mot Stockholm, vilket medför positiva effekter på andra platser. Massor behöver inte heller tas ut på annan plats, vilket kan medföra stora positiva konsekvenser på andra platser i regionen.

Projektet bedöms generera avfall i form av emballage och liknande. En del av avfallet kan material- eller energiåtervinnas. En del av avfallet kommer att behöva deponeras.

Ombyggnationen kommer att ske samtidigt som Bromma och Henriksdals reningsverk är i drift med normal kemikalieförbrukning. Rivningsarbetena i Henriksdal kommer att generera förhållandevis stora mängder rivningsmaterial som skall omhändertas.

6.15.5 Konsekvenser driftfas

Nollalternativet medför att tunneln inte byggs och att inga bergutrymmen i Sickla sprängs ut. Reningsverken drivs med samma insats av processkemikalier och energi med en ökning proportionell mot belastningsökningen.

Driftskedet medför energiåtgång för belysning, drift- och reglerteknik samt energibehov för Mälarpassagetunnelns dränppumpstation, för installationer vid Smedslättens spolmagasin samt för ventilation. Åtgången av elenergi uppskattas till 500 MWh/år.

Elförbrukningen förväntas öka i och med utbyggnaden och i takt med de ökade avloppsvattenmängder som tas in i verket. Värmeförbrukningen i den sökta verksamheten kommer att öka. I huvudsak sker värmeförsörjningen i dag i form av fjärrvärme från Fortums kraftvärmeverk i Högdalen. Fjärrvärmen produceras i dagsläget av i huvudsak förnybara bränslen. Cirka 70 procent av bränslemixen är hushållsavfall och cirka 30 procent industriavfall [17]. En större del av värmen kommer i driftläget att vara återvunnen värme från processerna. En liten andel av den biogas som produceras i Henriksdal används för uppvärmning och till elproduktion.

Den sökta ändringen i verksamheten kommer även att resultera i att en del av det organiska material som idag tas omhand av Fortums förbränningsanläggning i Högdalen och av Sofielunds avfallsanläggning i stället kommer att gå till Henriksdals avloppsreningsverk för återvinning. En större del av näringsämnen och det organiska materialet i Stockholm Stad kommer därmed att återvinnas efter ombyggnaden, jämfört med dagsläget.

Såväl Stockholm Vattens nuvarande som sökta verksamhet bedöms ha positiva konsekvenser för energihushållningen i Stockholms län då mottagningen av matavfall leder till en ökad gasproduktion.

Membranen i sig kommer att behöva bytas ut var tionde år och den regelmässiga rengöringen av membranen kräver extra kemikalier som natriumhypoklorit och oxal- eller citronsyra. Membrantekniken innebär samtidigt att mindre polymer och fällningskemikalier behövs för att hantera de driftstörningar som kan uppstå vid flytslamsbildning och flytslam (en situation som brukar uppstå vid snösmältning eller längre perioder av höga flöden).

Användningen av fossil metanol ökar utsläppen av koldioxid (se avsnitt 6.16 Energi och växthusgaser).

Enligt en av miljöbalkens hänsynsregler (hushållnings- och kretsloppsprincipen i 2 kap. 5 §) ska alla verksamhetsutövare hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand ska förnybara energikällor användas. Denna regel följer Stockholm Vatten genom att

- Återvinna näringsämnen och organiskt material i slam från avloppsrening och behandling av fett och externt organiskt material
- Utvinna biogas ur slammet och leverera det till extern part för uppgradering till fordonsdrivmedel,
- Värma upp anläggningar och lokaler i Henriksdals reningsverk med fjärrvärme baserad på i huvudsak förnybara bränslen.

Slam från Henriksdal används idag som täck- och växtetableringsmaterial för återställning av gruvområden. Slam från Bromma används som gödselmedel på åkermark och som täckmaterial på deponi. En förutsättning för användning på åkermark är att slammet uppfyller gällande lagkrav och är certifierat enligt REVAQ [30].

Utlöppsrör

Det är en liten positiv konsekvens att anlägga de nya rören intill befintliga utloppsrör. Genom att utnyttja befintlig outnyttjad bergtunnel tillvaratas en outnyttjad resurs.

Utlöppsrören kommer att utgöras av stål med lång livslängd. Det är samma material som i de befintliga utloppsrören. Fördelen med stål jämfört med plast eller trä är att ledningen är självbärande och kan anläggas med ett minimum av stöd. Få stöd innebär minskade kostnader, minskad mängd bottenschakt och färre pålar vilket ger mindre materialåtgång, energiåtgång och påverkan på miljön.

Omkring 1600 m³ jord och bergmassor kommer att grävas upp på land. Av dessa bedöms omkring 1000 m³ kunna återanvändas vid återställningen. Det är positivt från miljösynpunkt att en stor del av massorna kan återanvändas i projektet. Enligt Stockholm Vattens policy används naturgrus endast om det inte finns andra alternativ. I detta projekt används krossprodukter och inte naturgrus.

6.16 Stockholms och Huddinges avloppsledningsnät

6.16.1 Sammanfattning

Det spillvattenförande ledningsnätet i Stockholm och Huddinge påverkar recipienter genom brädd från ledningsnät eller pumpstationer vid skyfall eller kraftiga regn. Tillskottsvatten (se avsnitt 2.3.3) belastar ledningsnät och reningsverk och bidrar till ökade utsläpp av närsalter till saltsjön. Genom avloppstunneln kommer mängden brädd till Mälaren att minska till hälften. Genom åtgärder i ledningsnätet, avser Stockholm Vatten att minska miljöbelastningen från brädd- och tillskottsvatten. Arbete pågår redan genom befintlig åtgärdsplan och en uppdaterad plan kommer att tas fram i samråd med tillsynsmyndigheterna.

6.16.2 Påverkan

Ledningsnätet i Stockholms stad är utbyggt med såväl kombinerat (spillvatten och dagvatten i samma ledning) som duplicerat system (spill- och dagvatten i separata ledningar). I det kombinerade ledningsnätet är dagvatten från hårdgjorda ytor, såsom till exempel vägar och hustak, anslutna. Inom många områden är även dränvatten från husgrunder anslutna.

Ledningsnätet i Huddinge kommun är ursprungligen utbyggt som ett duplikatsystem men även som separat system där spillvattnet avleds i ledning och dagvatten i dike. Med tiden har dock både medvetna och omedvetna påkopplingar av dagvatten gjorts på det spillvattenförande ledningsnätet. Av den totala spillvattenförande ledningslängden är 54 procent utbyggt med duplikatsystem.

Påverkan kan ske på omgivningen genom lukt från pumpstationer. Ledningsnätet kan påverka recipient genom brädd eller felkoppling. Bräddning är utsläpp som behövs för att avlasta ledningar, pumpstationer, magasin, bassänger m.m. Det bräddade avloppsvattnet avleds till recipient alternativt dagvattenledning, när tillrinningen är större än avloppsanläggningens kapacitet, det vill säga vid hydraulisk överbelastning. Vid hydraulisk överbelastning tillåts avloppsvatten att brädda för att förhindra översvämningar uppströms i systemet.

Bräddningar har generellt ingen påverkan på den ekologiska statusen av en vattenförekomst. Beroende på bräddad volym och varaktighet kan dock påverkan vara större särskilt för mindre sjöar och vattendrag.

Utläckage av spillvatten kan förorena grundvatten och recipient.

Tillskottsvatten innebär en extra belastning på ledningsnätet och reningsverken, det kräver pumpning i ledningsnätet och tar kapacitet i reningsverket.

Tillskottsvattnet är renare än det renade avloppsvattnet som lämnar reningsverket och leder därför till en ökad belastning av kväve och fosfor på recipienten saltsjön

6.16.3 Åtgärder

Stockholm Vatten åtgärdsplanearbete för avloppsledningsnätet är inriktat på att:

- Minska antalet källaröversvämningar
- Minska antalet avloppsstopp
- Minska belastning på recipienter

Följande åtgärder är aktuella:

- Dupliceringar
- Anläggning av magasin
- Relining (förnyelse och förbättringar).
- Driftstrategi för befintliga magasin och tunnlar.
- Översyn av punkter på ledningsnätet där sjövattnen kan tränga in i systemet.
- Höjdsättning och dimensionering av nya anläggningsdelar

Dupliceringar är ett långsiktigt och kostsam arbete och samordnas i första hand med andra åtgärder i kombinerade områden, i nya områden anläggs alltid duplicerade ledningsnät.

Anläggning av magasin minskar inte mängden tillskottsvatten till reningsverken men ger en bättre möjlighet att kontrollera flöden vilket minskar omfattningen av källaröversvämningar och nödutsläpp. Ett antal magasin främst i Huddinge är inplanerade. Den nya avloppstunneln kommer att minska mängden brädd till Mälaren.

Stockholm Vatten har tillsatt en särskild resurs för att spåra felkopplingar av spillvatten.

Stockholm Vatten arbetar med kvalificerade modeller för att årligen beräkna mängden brädd från ledningsnätet samt mängden tillskottsvatten. Dessa mängder redovisas årligen i Bolagets miljörapport.

Ett utredningsarbete har påbörjats för att kartlägga inflödet av tillskottsvatten inom Stockholms del av Bromma reningsverks upptagningsområde.

Stockholm Vatten har studerat var utläckage från avloppsledningsnätet kan påverka grundvattenvattenförekomster i Stockholm. Miljöförvaltningen i Stockholm har nyligen genomfört en stor undersökning av grundvattnet i Stockholm. I några punkter finns det spår av påverkan från avloppsvatten. Sammantaget gör dock Stockholm Vatten bedömningen att utläckaget inte är det som främst skall styra inriktningen på åtgärdsarbetet.

Åtgärdsbehovet på det spillvattenförande nätet är omfattande och kräver stora resurser inom olika insatsområden och lång tid. Särskilt utsatta kunder och särskilt känsliga recipienter prioriteras. I Stockholms kommun sker ett samarbete mellan stadens aktörer med ett gemensamt vattenprogram där åtgärder prioriteras utifrån recipienternas miljötillstånd. Ett liknande samarbete sker med Huddinge kommun där bland annat ett program för Trehörningen och Orlången tagits fram.

Drift och tillsyn av pumpstationer har särskild fokus på punkter där det finns en risk att badvattenkvaliteten kan påverkas av brädd. Bräddtillfällen registreras i Stockholm Vattens övervakningssystem.

6.16.4 Konsekvenser byggfas

Nollalternativet medför att avloppstunneln inte byggs. Det spillvattenförande nätet förnyas och förbättras i enlighet med befintlig åtgärdsplan. Det innebär ingen ändrad miljöpåverkan. Enstaka bräddningar kan uppkomma i samband med inkopplingar till den nya tunneln.

6.16.5 Konsekvenser driftfas

I nollalternativet år 2040 kommer både totala bräddvolymen, mängden bräddat spillvatten och därmed utsläppen av näringsämnen till Mälaren att öka i förhållande till nuläget. För övriga recipienter bedöms påverkan som oförändrad.

Mängden tillskottsvatten har minskat med nära 50 % sedan början på 1990-talet och mängden inkommande vatten till reningsverken har inte ökat i takt med befolkningsökningen utan legat ganska konstant undantaget mycket nederbördsrika år. I samband med exploateringar byggs enbart duplicerade ledningar varför mängden dagvatten per innevånare förväntas minska.

Volymen tillskottsvatten beräknades år 2013 till 27 Mm³.

Den nya avloppstunneln kommer att minska brädd till Mälaren med 50 %. Mängden (volymen) brädd till sjöar och vattendrag i Stockholm och Huddinge som i dag är mycket liten förväntas inte ändras. Åtgärder som tillsyn, identifiering av felkopplingar och driftstrategier för tunnlar och magasin samt lokalt omhändertagande av dagvatten kommer dock att ha en långsiktig positiv effekt. Även om volymen bräddvatten inte ändras på en mätbar nivå kan påverkan minskas genom att bräddvattnet innehåller en mindre andel spillvatten.

6.17 Energi och växthusgaser

6.17.1 Sammanfattning

Den identifierade energianvändningen avser endast den direkta energianvändningen vid avloppsreningsverk och ledningsnät. Både el- och värmeförbrukning förväntas öka i och med det nya bygget. I det nya verket kommer motsvarande värmemängd som idag utvinns i Bromma avloppsreningsverk att kunna utvinnas. Före år 2040 bedöms en ny utloppspumpstation komma att behövas. Nollalternativet medför inga konsekvenser.

6.17.2 Påverkan

Påverkan av betydelse bedöms ske genom avloppsreningsprocessen. Elanvändningen kommer att öka relativt sett, till största delen beroende på membrantekniken. Även pumpningen för att lyfta vattnet från tunneln till Sickla innebär en relativ ökning av elförbrukningen.

Användningen av fjärrvärme kommer att minska relativt sett beroende på att de mest energiförbrukande delarna av verksamheten koncentreras till Henriksdal. Det möjliggör en effektiv värmeåtervinning. Biogasproduktionen kommer att öka genom att termofil rötning införs och att mängden mottaget externt organiskt material ökar. Transporterna kommer att öka relativt sätt i och med hanteringen av matavfall som levereras som slurry med bil. Hantering av avloppsvatten

medför metanbildning så fort det uppstår syrefattiga förhållanden, och kvävereningen medför bildning av lustgas.

6.17.3 Åtgärder

Bildningen av metan och lustgas styrs av hur processerna drivs. Det nya Henriksdalsverket kan drivas på ett sådant sätt att både metan- och lustgasbildning minskas kraftigt.

Genom investering i värmväxlare uppnås en effektiv värmeåtervinning från de olika processtegen vilket minskar behovet av att köpa fjärrvärme. IVL:s och KTH:s forskningscenter är beläget vid Sjöstadsverket på toppen av Henriksdalsberget och är förbundet med Henriksdalsverket. Det ger mycket goda förutsättningar för processoptimeringar.

6.17.4 Konsekvenser byggfas

Utbyggnaden av Henriksdal skall ske samtidigt som verket skall vara i drift. Energiförbrukningen är svårbedömd, samtidigt som vissa produktionslinjer stängs av måste andra drivas hårdare för att kompensera bortfall. Även en viss minskning av biogasproduktionen under vissa tider av ombyggnadsperioden är sannolik.

En sannolik bedömning är att energiproduktionen kommer att öka något under byggtiden. Gasproduktionen kan bli något lägre. Utsläppen av metan kan tidvis öka då processerna inte kan drivas optimalt. Bromma reningsverk förväntas inte påverkas av byggfasen, men driften vid Bromma kommer att i alla avseenden optimeras för att till viss del kunna kompensera för Henriksdal. En samordning mellan entreprenader och med driftpersonalen är en väsentlig skyddsåtgärd.

6.17.5 Konsekvenser driftfas

Carbon Footprint

Stockholm Vattens energistrategi fastställdes av styrelsen april 2008. Strategin säger att "Stockholm Vatten skall genom processoptimeringar, teknikutveckling och medvetenhet hos medarbetare och kunder bidra till en effektivare energianvändning och minskade utsläpp av växthusgaser". Målet för verksamheten är att bli koldioxidneutral.

Strategin anger tre vägar för att nå dit.

- *Produktionen av biogas skall öka*
- *Energibesparande investeringar och driftoptimeringar skall genomföras*
- *Utsläppen av växthusgaser skall minska*

Årligen sammanställs verksamhetens energiförbrukning och utsläpp av koldioxid i ett energibokslut, se

Tabell 6.7. I bokslutet redovisas använd mängd högvärdig och lågvärdig energi fördelad på olika energislag samt användningens utsläpp av koldioxid. Det tar också upp utsläpp av växthusgaserna metan och lustgas. Ett positivt bidrag till

CO₂-boksletet erhålls genom produktionen av den förnyelsebara energin biogas. Energiboksletet baseras på faktiska mätningar i verket och schabloner för växthuseffekten (mätt som CO₂/KWh) för olika energikällor

Produktionen av biogas skall öka

Utredningar angående rötningen pekar på att det genom optimeringar av rötprocessen finns en potential på en cirka 20 procent ökad gasproduktion. En ytterligare ökning av gasproduktionen kan ske genom att tillföra mer organiskt material. På Henriksdal har en ny mottagningsstation för pumpbart organiskt material uppförts. Det finns därmed kapacitet att ta emot mer material. Tillsammans med Scandinavian Biogas har Stockholm Vatten tagit fram en utvecklingsplan för en utökad biogasproduktion. Huvuddelen av denna ökning skall komma från tillförsel av mer organiskt material såsom hushållens matavfall och andra på marknaden förekommande material.

Energibesparande investeringar och driftoptimeringar skall genomföras

Målsättningen är att minska användningen av högvärdig energi. I och med att biogasen nu används som fordonsbränsle har en övergång skett från gas till fjärrvärme för uppvärmning av reningsverken. Målet är att all gas skall användas som fordonsbränsle. Endast den överskottsgas som inte går till fordonsbränsle används som råvara för uppvärmning. Vid driftstörningar i uppgraderingsanläggningen kan rötgasen användas internt för produktion av el och värme. I samband med uppgraderingen av Henriksdal kommer avancerade system för att ta till vara på och återvinna värme från processen att installeras.

Gällande elanvändningen är möjligheterna till att minska förbrukningen mer begränsade. Vid investeringar eftersträvas energieffektiva lösningar med hög verkningsgrad. Genom bättre styrning efter behov kan ytterligare besparingar genomföras. På avloppsverken sker ett utbyte av styrsystemen. Därmed kommer nya möjligheter att skapas till styrning och uppföljning av energiförbrukningen.

Utsläppen av växthusgaser skall minska

Vid rötning av slam sker en förlust av gas vid driftstörningar och vid lagringen av rötat slam. En mer svårbedömd effekt är emission av lustgas. Lustgasen bildas vid kvävereningen, framförallt i nitrifikationsfasen. Risken för hög lustgasproduktion ökar vid hög belastning och brist på syre. På Henriksdal bedöms produktionen av lustgas som liten. På Bromma är biosteget i dagsläget hårt belastat och mätningar har visat på en högre lustgasproduktion. I samband med uppgraderingen av Henriksdal för kommande skärpta krav på kväve kommer processerna väljas så att såväl metan- som lustgasemissionen blir låg.

I

Tabell 6.7 nedan redovisas nuvarande energi- och koldioxidbalans samt motsvarande balans för sökt alternativ år 2020 då anläggningen förväntas vara i drift. Nyckeltalen förväntas vara de samma även 2040 då energiförbrukning och gasproduktion förväntas öka proportionellt mot befolkningsökningen.

Den energianvändning som redovisas i tabellen är den direkta energianvändningen vid avloppsreningsverket och ledningsnätet, exklusive transporter. Eftersom en stor del av transporterna är av kemikalier som kan köpas in från leverantörer och med fordon med olika typer av drivmedel (som dock ska klara de så kallad Euro V-kraven), är det inte möjligt att säkert beräkna transporternas energianvändning. Sannolikt är transporternas energianvändning liten jämfört med avloppsverksamhetens totala energianvändning. Enligt en energibalans som SYVAB har gjort i sin tillståndsansökan, beräknades att mindre än 5 procent av verksamhetens totala energianvändning orsakas av transporter. SYVAB bedriver liknande verksamhet som Stockholm Vatten gör i Henriksdal och Sickla.

Tabell 6.7 Energibokslut nuläge och förväntat driftläge år 2020.

Stockholm Vatten AB energinyckeltal	sort	2020	2013	ändr. %
Totalt använd energi	KWh	123398000	84816883	45,49
Köpt el	KWh	99838000	48786000	104,64
Rötgas (egenförbrukning ej såld)	KWh	0	4647418	-100,00
Rötgas producerad	KWh	173600000	104174400	66,64
Fjärrvärme	KWh	7500000	30318000	-75,3
Fossilt (bensin, diesel, olja, stadsgas)	KWh	0	20565	-100,0
Andel högvärdig energi	%	93,9	63,0	49,0
Andel förnyelsebart	%	84,6	84,4	0
CO ₂ från energianv.	1000 ton	4,94	2,59	91
CO ₂ från energianv. kompenserat för biogas	1000 ton	-43,67	-24,88	76
CO ₂ Totalt per ansluten exkl. metan	kilo/ansl.	4,3	2,26	91
CO ₂ ekv. Från metan	kilo/ansl.	1,9	2,7	-28,97
CO ₂ kompensation biogas	kilo/ansl.	-42,3	-23,9	77,0
CO ₂ justerat per ansluten	kilo/ansl.	-36,1	-19,0	90
Andel Rötgas till fordonsgas	%	100,0	94,2	6,2
KWh per avskild kg OCP	KWh	0,62	0,52	20,2
Balans energi (producerad/använd)		1,41	1,23	14,5

Den enskilt största effekten på koldioxidutsläppen år 2020 har användningen av metanol som i dagsläget enbart finns tillgänglig som fossil vara. Metanolen svarar också för den ökade energiförbrukningen (KWh per avskild kg OCP). Metanolen är nödvändig som kolkälla vid kvävereningen. Den ökade biogasproduktionen ger positiva effekter enligt denna modell. Energibalansen är positiv såtillvida att Stockholm Vatten producerar mer energi än vad bolaget förbrukar (kvot 1,4), och om man enligt modellen betraktar den producerade metanen som en koldioxidsänka så minskar mängden koldioxid per ansluten. Jämfört med Alternativ 1 (Bromma reningsverk kvar se avsnitt 4.3) är den totala energiförbrukningen något lägre för sökt alternativ. Elförbrukningen är högre beroende på membrantekniken men värmeåtgången är betydligt lägre då

verksamheten är samlad på ett ställe vilket gett positiva skaleffekter och möjligheter till effektiv värmeåtervinning från olika anläggningsdelar. I denna modell är inte miljöbelastningen från transporter av matavfall med. Väg- och transportforsknings institutet publicerade en rapport¹¹ med schabloner för effektförbrukning och koldioxid från tunga transporter. Om man använder dessa schabloner så genererar transporter av matavfall (om man ansätter 30 km per transport) 2500 kg koldioxid samtidigt som de förbrukar 85 000 KWh energi. Dessa siffror har en marginell påverkan på siffrorna ovan.

Tabell 6.8 Energibokslut med icke fossil kolkälla.

Stockholm Vatten AB energinyckeltal	sort	2020	2013	ändr. %
Totalt använd energi	KWh	123398000	84816883	45,49
Köpt el	KWh	99838000	48786000	104,64
Rötgas (egenförbrukning ej såld)	KWh	0	4647418	-100,00
Rötgas producerad	KWh	173600000	104174400	66,64
Fjärrvärme	KWh	7500000	30318000	-75,3
Fossilt (bensin, diesel, olja, stadsgas)	KWh	0	20565	-100,0
Andel högvärdig energi	%	80,9	63,0	28,4
Andel förnyelsebart	%	97,6	84,4	16
CO ₂ från energianv.	1000 ton	1,31	2,59	-49
CO ₂ från energianv. kompenserat för biogas	1000 ton	-47,30	-24,88	90
CO ₂ Totalt per ansluten exkl. metan	kilo/ansl.	1,1	2,26	-49
CO ₂ ekv. Från metan	kilo/ansl.	1,9	2,7	-28,97
CO ₂ compensation biogas	kilo/ansl.	-42,3	-23,9	77,0
CO ₂ justerat per ansluten	kilo/ansl.	-39,3	-19,0	107
Andel Rötgas till fordonsgas	%	100,0	94,2	6,2
KWh per avskild kg OCP	KWh	0,62	0,52	20,2
Balans energi (producerad/använd)		1,41	1,23	14,5

Ur avloppsvattnet utvinns också betydande mängder fjärrvärme (drygt 1100 GWh). I dagsläget är det Fortum (Hammarbyverket) och Norrenergi i Solna (350 GWh) som utvinner denna värme i sina anläggningar.

För närvarande pågår diskussioner både med Norrenergi och med Fortum om hur spillvärmens från Bromma reningsverk kan tas om hand om Bromma reningsverk läggs ner. För Fortum behövs en utökad kapacitet. Lösningen som undersöks tillsammans med Norrenergi är att leda delar av det renade avloppsvattnet till befintliga Saltsjö-Mälartunneln (Bromma reningsverks befintliga utlopp) och via ledning till Norrenergis befintliga anläggning.

¹¹ VTI meddelande 718.1993

6.18 Anpassning till klimat och extrema vädersituationer

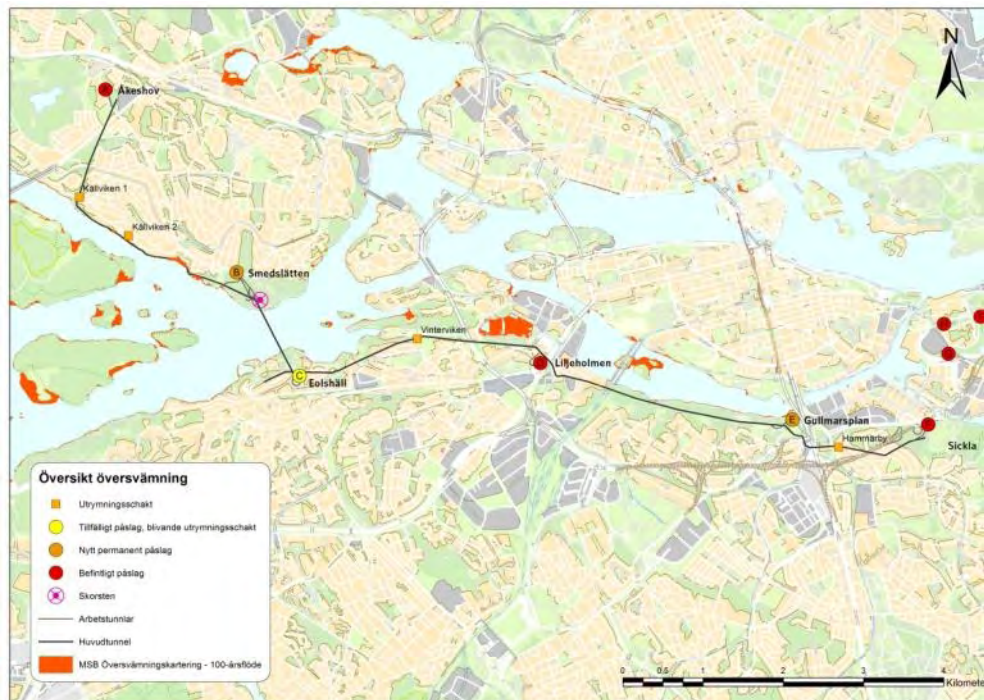
6.18.1 Sammanfattning

Påslag och utrymningsschakt är placerade på nivåer för att klara framtida klimatförhållanden och höjda vattennivåer och utan risk för att avloppstunneln översvämmas. En studie visar att inflödet till Henriksdals reningsverk påverkas av en ökad befolkning samt att succesivt ökande nederbördsmängder i framtiden inte får direkt genomslag i en ökande avrinning. Sökt alternativ kommer i och med tunnelns magasinerande förmåga och förbättrade möjligheter till högflödesrening i Henriksdal kunna hantera långvariga regn och skyfall bättre än nollalternativet, med mindre brädd från ledningsnät och Henriksdal.

6.18.2 Förutsättningar

Länsstyrelserna i Mellansverige gav år 2006 ut riktlinjer för nyexploatering i riskområden för översvämning [58]. I länsstyrelsernas riktlinjer för översvämning finns följande rekommendationer för markanvändning:

- *Markområden med stor sannolikhet för översvämning*
I områden som hotas av 100-årsflöde, det vill säga där sannolikheten för översvämningar beräknas till 63 procent eller högre under en 100-årsperiod, bör det inte tillkomma någon bebyggelse alls, med undantag för enkla byggnader som garage och uthus.
- *Markområden med viss sannolikhet för översvämning*
I områden som hotas av högsta dimensionerande flöde, det vill säga där översvämningar beräknas ske mer sällan än vart hundra år kan samhällsfunktioner av mindre vikt lokaliseras. Exempel är byggnader av lägre värde, byggnader av mer robust konstruktion, vägar med förbifartsmöjligheter, enstaka villor, fritidshus och mindre industrier med liten miljöpåverkan.
- *Markområden med låg sannolikhet för översvämning*
Endast i områden som inte hotas av 100-årsflöde eller högsta dimensionerande flöde bör riskobjekt och samhällsfunktioner av betydande vikt lokaliseras. Detta kan vara offentliga byggnader, till exempel sjukhus, vårdhem, skolor, infrastruktur av stor betydelse såsom riksvägar och andra vägar utan reella förbifartsmöjligheter, järnväg, VA/avfallsanläggningar, el-/teleanläggningar samt industrier med stor miljöpåverkan eller andra industriområden.



Figur 6.43 Översikt, översvämningsskärter vid ett 100-årsflöde.

Vattennivåerna i Mälaren är beroende av avtappningskapaciteten via slussarna i Stockholm och Södertälje och översvämningsskärter kopplade till Mälaren är idag mycket stora. I samband med projektet Nya Slussen vill staden ändra regleringen av Mälaren och öka den maximala avtappningskapaciteten. Dagens mycket höga översvämningsskärter kommer då att sänkas till nivåer som är hanterbara för Stockholm Vatten och som innebär en minskad risk för att föroreningar tillförs Mälaren från översvämmande områden och utslagna VA-system. Se Figur 2.16 för en överblick av Stockholms vattenbalans år 2013.

Målet för Nya Slussen är att hålla Mälarens nivåer mellan +4,0 m och +4,7 m i Mälarens lokala höjdsystem, vilket motsvarar nivåerna +0,16 m respektive +0,86 m i höjdsystemet RH00.

En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem genomfördes under år 2010 inom det tvärvetenskapliga programmet SWECIA (Swedish Research Programme on Climate, Impacts and Adaption) [59]. Studiens syfte var att bedöma flödesbelastningen på Stockholm huvudavloppssystem under resten av detta sekel mot bakgrund av både befolkningsökning och klimatförändring.

Studiens resultat visade att inflödet till Henriksdals reningsverk naturligtvis påverkas av den anslutna befolkningens mängden men också att succesivt ökande framtida nederbördsmängder inte får direkt genomslag i en ökande avrinning. En

viktig förklaring till detta är att stigande temperatur ger ökad avdunstning. En analys av den effektiva nederbörden (nederbörd minus avdunstning) i de förberedande hydrologisimuleringarna bekräftade att denna är i stort sett oförändrad i perioden 2011-2040, ökar med 5-10 procent i perioden 2041-2070 och därefter minskar till en nivå nära nuläget. Det måste dock understrykas att framtida avdunstning är osäker. I andra simuleringar för Mälaren har avdunstningen beräknats bli än högre. I ett framtida klimat förändras även årsvariationen i tillrinningen. Enligt beräkningarna sker de största förändringarna vintertid, när nederbörden både ökar och utgörs av en större andel regn i stället för snö.

I den bräddanalys som gjordes ökar de totala bräddade volymerna med cirka 5-10 procent i den närmaste framtiden och med cirka 20-40 procent i slutet av seklet både till Mälaren och till Saltsjön. Den tendens mot minskande volymer mot slutet av seklet som fanns i inflödet till Henriksdal är inte uppenbar i bräddningsanalysen. Detta beror troligen på att avdunstningen inte har lika stor betydelse vid de intensiva nederbördstillfällena som ger upphov till bräddning. För bräddvolymerna har befolkningsökningen en något mindre betydelse än vad den har för den totala tillrinningen. En befolkningsökning på 25 procent ger cirka 5 procent ökade bräddvolymerna enligt utredningen.

SMHI bedömer att det är rimligt att anta att världshaven som högst stiger upp emot en meter från 1990 till slutet av 2100. Med landhöjningen inräknat innebär det för Stockholm ett havsvattenstånd som är ca en halvmeter högre än idag. Kring mitten av seklet, år 2050 är SMHI:s bedömning havsvattenståndet i Stockholm är i paritet med vattenståndet år 1990. Bedömningen är att havsnivåhöjningen kompenseras av landhöjningen fram till 2050. Förhållna vattenstånd kan förekomma i Saltsjön även innan år 2050.

6.18.3 Åtgärder

Påslag och utrymningsschakt är placerade på nivåer för att klara framtida klimatförhållanden och höjda vattennivåer, utan risk för att avloppstunneln översvämmas. Projektet har därmed beaktat länsstyrelsernas riktlinjer för lokalisering av betydande samhällsfunktioner inom markområden med låg sannolikhet för översvämning över ett 100-årsflöde.

Underlag från länsstyrelsen över högsta dimensionerande flöde i Mälaren, visar att de lägsta partierna av stränderna vid Nockeby, Ålstensängen, Eolshäll och Sundstabacken riskerar att översvämmas vid höga vattennivåer. Vattnet sträcker sig då några meter upp på land, men inte fram till föreslagna påslag B, C, E eller utrymningsschakt. Övriga påslag ligger långt från riskområdena för översvämning. En förhöjd havsnivå i Saltsjön påverkar möjligheten att avleda det renade avloppsvattnet med självfall till Saltsjön. I Henriksdalsanläggningen finns en utloppspumpstation förprojekterad men inga arbeten är planerade inom ramen för

detta projekt. Bedömningen är att utloppspumpstationen, som kan byggas mycket snabbt, behövs hitom dimensioneringsåret 2040.

6.18.4 Konsekvenser byggfas

Ombyggnaden av Henriksdal och arbetena vid Sickla innebär att vissa anläggningsdelar temporärt tas ur drift, vilket gör verksamheten särskilt känslig för kraftiga flöden vilket kan innebära utsläpp av enbart delvis renat avloppsvatten från Henriksdal.

6.18.5 Påverkan och konsekvenser, driftfas

Nollalternativet innebär att tunneln inte byggs och att Bromma reningsverk är kvar. Sökt alternativ kommer i och med tunnelns magasinerande förmåga och förbättrade möjligheter till högflödesrening i Henriksdal kunna hantera långvariga regn och skyfall bättre än nollalternativet, med mindre brädd från ledningsnät och Henriksdal.

6.19 Risk- och säkerhet

Projektet har analyserats med avseende på miljörisker.

Analysen gjordes i två omgångar en för tunnelbygget ett för reningsverksutbyggnaden. Analysen gjordes för både för bygg- och driftfas.

Det absoluta flertalet risker identifierades för byggfasen särskilt där ombyggnaden av Henriksdal ska ske samtidigt som verket är i drift. Denna analys är övergripande och kommer att ligga till grund för de fördjupade riskanalyser som kommer att göras för de olika delentreprenaderna.

Riskerna förenade med sprängningsarbeten är inte unika för detta projekt och identifierade risker kommer att hanteras främst i samband med entreprenaderna.

Den huvudsakliga åtgärden är utbildning av entreprenörer, särskilda rutiner och kontroller, entreprenadsamordning och samordning med driftpersonal och en kontinuerlig dialog med lokala räddningstjänsten. Rutiner för att hantera kraftiga flöden kommer att tas fram.

I ett tidigt skede (inom ramen för anmälningsärendet) kommer Henriksdalsverket att få kraftförsörjning från två håll, i ett senare skede kommer även reservkraft att installeras.

För reningsverket var de största riskerna för yttre miljön följande:

- Försämrade rening i samband med att anläggningsdelar tas ur drift eller att styrsystem slås ut. Brand och rökutveckling i samband med arbeten där det kan finnas metangas i explosiva blandningar eller brand i ställverk eller elkablar.
- Luktspridning om ventilationen går ner.
- För tunneln identifierades okontrollerade bräddningar vid skyfall som största risken.

För vidare information se Bilaga 8 – Riskanalys Yttre Miljö.

6.20 Haveri och driftstörningar

Om pumpstationen vid Sickla som lyfter vattnet från Söderortstunneln till reningsanläggningen skulle haverera och förorsaka ett längre pumpstopp kommer hela tunnelsystemet att fyllas. Bräddning kommer då att ske genom befintliga nödavlopp, som ligger strax över Mälarens vattennivå. Aktuella nödbräddpunkter förutom Sickla är följande:

- Järvatunneln på Järvafältet
- Underverket i Sundbyberg vid Bällstaån
- Bromma avloppsreningsverk
- Eolshälls pumpstation
- Nödavlopp från pumpstationer anslutna till tunneln

6.21 Åtgärder från barnkonsekvensanalys

Vid samrådets genomförande framkom synpunkter gällande trafiksäkerhetsfrågor kopplade till barn och önskemål om att en barnkonsekvensanalys skulle tas fram. Stockholm Vatten har hört sammat synpunkterna från samråden och genomfört en barnkonsekvensanalys.

Information om projektet och planerade arbeten sätts vid etableringsytorna samt skickas till närboende. Förståelse för vad som pågår kan medföra minska risken för olyckor genom att föräldrar blir mer uppmärksamma på sina barn.

I barnkonsekvensanalysen föreslås följande åtgärder under byggtiden för Åkeshov. Åtgärderna arbetas in i detaljprojekteringen:

- Etableringsytor avskärmas via stängsel. Inblick i och överblick av etableringsområdet ökar känslan av trygghet.
- Enhetliga gångstråk och god belysning ska ordnas förbi etableringsytan.
- Återkommande dialog med berörda verksamheter för att säkerställa minsta möjliga påverkan.
- Vägvisningsplan och information till närliggande skolor.
- Undvik att ta i anspråk gångbanan eller hänvisa trafikanter till motsatt sida av vägen via trafiksäkra passager.
- God sikt och trafiksäkerhet vid in-/utfarten till etableringsytan. Skyltning som gör lastbilsförare uppmärksamma på oskyddade trafikanter.
- Information till Äppelvikens ridskola om när sprängning kommer att ske för att om möjligt undvika ridning på ridbanan under dessa tider. Utredning av bullerreducerande åtgärder vid etableringsytan.

I barnkonsekvensanalysen föreslås följande åtgärder under byggtiden för Smedslätten. Åtgärderna arbetas in i detaljprojekteringen:

- Etableringsytor avskärmas via stängsel. Inblick i och överblick av etableringsområdet ökar känslan av trygghet.

- Enhetliga gångstråk och god belysning ska ordnas förbi etableringsytan.
- Återkommande dialog med berörda verksamheter för att säkerställa minsta möjliga påverkan.
- Nedre delen av pulkabacken kompletteras med ett skydd mot den föreslagna etableringsytan. Alternativt kortas backen ner och skyddet anläggs mitt i dagens pulkabacke där sluttningen planar ut.
- En ny stig anläggs för att underlätta rörelser till och från pulkabacken och för att säkerställa en trafiksäker passage.
- Sänkt hastighet till 30 km/h mellan Solviksvägen och Djurklouvägen.
- Utredning av bullerreducerande åtgärder vid Äppelviksskolan.

I barnkonsekvensanalysen föreslås följande åtgärder under byggtiden för Eolshäll. Åtgärderna arbetas in i detaljprojekteringen:

- Etableringsytor avskärmas via stängsel. Inblick i och överblick av etableringsområdet ökar känslan av trygghet.
- Enhetliga gångstråk och god belysning ska ordnas förbi etableringsytan.
- Återkommande dialog med berörda verksamheter för att säkerställa minsta möjliga påverkan.
- Vägvisningsplan till närliggande skolor. Information om alternativa vägar och tydlig skyltning.
- Sänkt hastighet till 30 km/h utanför Solbackens förskola.
- Information till Eolshälls 4H-gård om när sprängning kommer att ske för att om möjligt undvika ridning i närområdet under dessa tider.
- Utredning av bullerreducerande åtgärder vid Solbackens förskola, Eolshälls 4h-gård (etableringsytan).

Utöver detta har fartreducerande åtgärder på ett antal platser föreslagits. Dessa åligger inte Stockholm Vatten utan trafikkontoret Stockholms stad att utföra.

I barnkonsekvensanalysen föreslås också en utredning om påverkan på djuren på Eolshälls 4H-gård, att fotbollsplanen i Eolshäll anläggs med konstgräs efter byggtidens slut samt att transporter ska styras till tider då barn inte hämtas/lämnas vid förskolorna. Dessa åtgärder kommer inte att genomföras av Stockholm Vatten.

Vid påslaget vid Gullmarsplan (Sundstabacken) behöver säkerställas en gångpassage på en del av vägbanan. Detta gäller för rekreation, friluftsliv och trafiksäkerhet.

7 Information, övervakning och kontroll

7.1 Information

7.1.1 Strategi för information

Informationsarbetet under tillståndprocessen sker med två huvudinriktningar:

- dels till direkt och indirekt berörda sakägare vars fastigheter eller rättigheter bedöms kunna påverkas av den verksamhet som ansökan avser. Som sakägare räknas fastighetsägare och rättighetsinnehavare som riskerar skador till följd av samtliga tunnelarbeten, även skador som orsakas genom emissioner.
- dels till allmänheten i form av övriga närboende, närverksamma och berörd allmänhet som kan komma att påverkas under byggtiden utan att de riskerar att lida skada så att de noterats som sakägare i miljömålet.

Gränsdragningen mellan indirekt berörd person och närboende/närverksam kan vara diffus, framförallt när det är fråga om sprängningsarbeten. En bedömning ska göras för att bestämma ett influensområde eller "informationsområde". Detta görs av informatören tillsammans med fastighetshandläggaren och särskilt sakkunnig som utrett direkt berörda sakägare (inklusive vad som ska besiktigas före och efter sprängning) och dels utrett risker och konsekvenser vid sprängningarna samt valda transportvägar till större allmän väg, exempelvis Södra Länken (riskanalys).

Informationen kan vara gemensam eller anpassas till respektive grupp. Allmän information om projektet, pågående entreprenader, dess tider och kommande händelser m.m. skickas regelbundet till alla inom informationsområdet. Syftet är att den närboende/närverksamma alltid ska känna sig informerad och veta vad som kommer att göras.

Informatören organiserar informations- och meddelandemottagning och rutin för besvarande av frågor via flera olika media – telefonjour, hemsida, epost och sms samt eventuellt sociala media.

Alla sakägare (fastighetsägare, tomträttshavare eller annan rättighetshavare) ska informeras före byggskedet om huvuddragen i projekt SFA och SFAR och särskilt om hur deras fastighet eller rättighet påverkas juridiskt och fysiskt.

Sakägare informeras särskilt före besiktning eller andra undersökningar av fastighet. På begäran aviseras sakägare och allmänheten via telefon eller sms inför varje sprängning. Informatör ska finnas tillgänglig på telefon, sms, epost, projektets hemsida och eventuellt Facebook.

Allmänna frågor från tredjeman om projektets aktiviteter kan inrapporteras via media enligt ovan. Dessa vidarebefordras till projektets informatör om de

mottagits av någon annan och dokumenterar/registrerar i enlighet med Stockholms Vattens krav härpå.

Frågorna besvaras i normalfallet av informatören eller den särskilt utsedde härför. Kan frågan inte besvaras inhämtas information så att frågan kan besvaras. Om frågan är av sådan art att annan medarbetare lämpligen bör svara överläts frågan till denne.

7.1.2 Hantering av störningsanmälningar

Efter att informationsområde för berörd allmänhet avgränsats för visst entreprenadarbete informeras berörd allmänhet om var och hur anmälan om störning eller skada kan göras.

Alla anmälda störningar och skador ska registreras utan dröjsmål i en logg inrättad för detta ändamål.

Loggens utformning och framtagning av särskild blankett bör ske i enlighet med Stockholms Vattens krav på dokumentation och registrering av ärenden.

Anmälningar kan indelas i följande kategorier:

- Anmälan om störning från boende som upplever sig störda av projektet byggnadsarbeten.
- Anmälan om störning från verksamhet som upplever sig störda av projektet byggnadsarbeten.
- Anmälan om skador på fast och löseegendom, rörelseskada (ekonomisk följskada) samt personskada som anmäls av sakägare eller annan part.
- Anmälningar ska utredas skyndsamt av sakkunnig som ges delegation att om giltiga skäl föreligger ersätta till exempel skadad lös egendom upp till ett visst belopp.

Anmälningar från boende och verksamma som under produktionstiden anser sig så störda att de inte fullt ut kan nyttja bostad eller lokal kommer att utredas skyndsamt av sakkunnig i samråd med fastighetshandläggaren. Är störningen av sådan art att den inte skäligen ska tålas kan övervägas om tillfällig evakuering ska göras till hotellboende eller annan lokal eller om ersättning ska utgå i vederlag.

7.1.3 Specifika informationsfrågor Avloppstunneln

Specifika informationsfrågor i samband med arbetena för avloppstunneln kan vara:

- Information om tidsplan för sprängningsarbetenas successiva framskridande,
- Information om arbetenas varaktighet och omfattning vid tunnelpåslag och
- Information om risker och eventuellt förebyggande åtgärder för befintlig bergvärme.

7.1.4 Specifika informationsfrågor Sickla/Henriksdal

Specifika informationsfrågor i samband med arbetena för utbyggnaden i Sickla/Henriksdal kan vara:

- Information om tidsplan för sprängningsarbetenas varaktighet
- Information om arbetenas varaktighet och omfattning vid tunnelpåslag
- Information om andra pågående störande arbeten som SFAR inte är huvudman för (Biogasfabrikens sprängningar)
- Information till SLs resenärer om åtgärder till skydd för trafiken i Saltsjöbanans järnvägstunnel (tider för avstängning av tågtrafiken genom tunneln).

7.2 Övervakning och kontroll

7.2.1 Sickla/Henriksdal, byggfas

För Henriksdal finns ett kontrollprogram där vattnets trycknivå i jordlagren runt berget har mätts genom regelbundna avläsningar av öppna grundvattenrör och porttrycksmätare. Grundvattenrörens placering följer i stort Värmdövägen samt Kvarnholmsvägen. Magasinet och dess undre grundvatten magasin som förekommer i friktionsjordslagret mellan den täta leran och bergöverytan dräneras ned mot Hammarby sjö. Grundvatten nivån i kontrollprogramsområdet styrs av nivån i Hammarby sjö.

7.2.2 Sickla/Henriksdal, driftfas

Verksamheten kommer liksom tidigare att kontrolleras fortlöpande i enlighet med de krav som ställs i 19 § 26 kap. miljöbalken, i förordningen (1998:901) om verksamhetsutövers egenkontroll, avfallsförordningen samt i Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1990:11, SNFS 1990:14, SNFS 1994:2 och NFS 2000:15.

Nuvarande egenkontroll av Stockholm Vattens avloppsreningsverk, ledningsnät, avfalls- och slamhantering är dokumenterad i ett kontrollprogram upprättat 2003 samt i drift- och skötselinstruktioner, rutiner m.m.

Stockholm Vatten bedriver även samordnad recipientkontroll i Stockholms skärgård¹². Resultatet av den samordnade recipientkontrollen redovisas årligen till länsstyrelsen i en rapport med titeln "Undersökningar i Stockholms skärgård" [29].

Stockholm Vatten är certifierat enligt ISO 9001:2000 och ISO 14001:2004. Bolaget kontrollerar löpande att verksamheten bedrivs i enlighet med dessa standarder samt i enlighet med certifieringsreglerna för REVAQ. Bland annat innebär detta att Stockholm Vatten ska arbeta för ständiga förbättringar. Efter samråd med tillsynsmyndigheten ersätter internrevisionerna tidigare periodiska besiktningar av reningsverk och ledningsnät.

¹² Enligt beslut från länsstyrelsen 2006-02-22.

Personalen vid avloppsreningsverken har den kunskap och erfarenhet som behövs för att skydda människors hälsa och miljö mot skador eller olägenheter på grund av verksamheten vid avloppsanläggningen. Drifttekniker och maskinister har gått eller kommer att gå Sveriges Kommuner och landstings diplomkurs i avloppsteknik. Kunskaper om verksamhetens miljöpåverkan erhålls bland annat genom egenkontrollen. Den personal som utför egenkontrollen har den kompetens som krävs enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1990:11).

I den sökta verksamheten kommer kontrollen och övervakningen att anpassas till de ändrade förhållanden som uppstår efter genomförda ändringar i verksamheten. Bland annat ska utsläppskontrollen anpassas till nya utsläppsvillkor. Ett reviderat kontrollprogram kommer att tas fram i samråd med tillsynsmyndigheten.

Enligt gällande bestämmelser ska egenkontrollen inkludera mätmetoder, mätfrekvens, utvärderingsmetoder, fortlöpande och systematiska riskanalyser avseende störningar, nödlägen som kan påverka människors hälsa och miljön, driftkontroll, rapport av nödlägen och avvikelser mot lagstiftning, villkor och fastställda rutiner, förteckning av kemiska produkter, anteckningar vid avfallshantering och redovisning av bolagets ansvarsfördelning för miljöarbetet. Stockholm Vatten bedriver även bullerkontroll, kontroll av utsläpp till luft och kontroll av tungmetallinnehållet i fällningskemikalier. Resultatet av egenkontrollen redovisas årligen till tillsynsmyndigheten och i Stockholm Vattens miljörapporter.

En viktig del i arbetet enligt REVAQ:s certifieringsregler är att minimera ackumulationstakten av bland annat metaller i åkermarken. Av det skälet ska slammet analyseras regelbundet med avseende på 60 metaller och andra spårelement, inte bara de ämnen som regleras av Naturvårdsverkets föreskrifter. De spårelement som inte är essentiella (livsnödvändiga) eller regleras av lagstiftningen, och som efter slamgödsling har en ackumuleringstakt i matjorden större än 0,20 procent per år, ska identifieras. Den 1 januari 2025 får ackumuleringstakten för ett prioriterat spårelement vara högst 0,20 procent per år.

7.2.3 Ledningsnät, driftfas

Under 2003 upprättades i enlighet med förordningen (1998:901) om verksamhetsutövarers egenkontroll rutiner för egenkontroll av avloppsledningsnätet. Enligt kontrollprogrammet redovisas större om- och tillbyggnader, samt en sammanställning av bräddtillfällen vid specificerade avloppspumpstationer i den årliga miljörapporten. De utsläpp som sker i samband med planerade arbeten eller haveri meddelas tillsynsmyndigheten så snart de blivit kända och en årlig sammanställning görs i miljörapporten. Bräddad mängd avloppsvatten beräknas med en hydraulisk modell. Uppmätta bräddningar till specificerade utjämningsmagasin redovisas och jämförs halvårsvis med värden från aktuell modellberäkning. Sedan 2004 har tillsynsträffar med miljöförvaltningen i Stockholm genomförts två gånger per år.

En orsak till att detta behöver följas upp är att eftersatt drift och underhåll av ledningsnät kan vara en stor källa till små bräddningar. Små kontinuerliga utsläpp

kan ge ett stort sammanlagt flöde. Ett flöde på 0,5 l/s vid ett bräddutlopp innebär en bräddning på över 15 000 m³/år. Att kontinuerligt ha tillsyn över bräddpunkter, pumpsumpar och underhållsspola ledningsnät är därför nog så viktigt som att dimensionera ledningsnät för stora nederbördstillfällen. Vid bräddning under nederbördsfria perioder är avloppsvattnet inte utspädd såsom under nederbördsdygn.

Felkopplingar mellan spillvatten- och dagvattenförande avloppssystem innebär att det kan ske oavsiktliga utsläpp av orenat avloppsvatten. Lokaliserade felkopplingar åtgärdas därför snarast möjligt.

Hög driftsäkerhet i spillvattenavledning är mycket viktigt för att minska påverkan på recipienterna. Tillsyn av bräddavlopp sker i genomsnitt två gånger per år och sedan 2011 har bräddavlopp som misstänks brädda inspekterats fyra gånger per år. Bräddutlopp som visar att bräddning har skett rapporteras. Någon mätning av mängden avloppsvatten som bräddar från ledningsnätet förekommer däremot inte. En utökad satsning på egenkontroll kan behöva göras.

Målsättningen för ledningsnätet, inklusive avloppstunnlar, är att näten ska förnyas, underhållas och utvidgas i en sådan takt och omfattning att avledningssäkerheten upprätthålls. Dessutom ska driftstörningar och akuta skador åtgärdas snabbt och utsläpp av orenat avloppsvatten minimeras. Stockholm Vatten AB planerar att ta fram en plan för drift, underhåll, utbyggnad och egenkontroll av de spillvattenförande ledningsnäten i samråd med tillsynsmyndigheterna i Stockholms stad och Huddinge kommun. Planen ska beskriva hur egenkontrollen ska genomföras samt vilka åtgärder mot bräddning och översvämning som kan vara aktuella. Att minimera bräddvattenutsläpp till känsliga och prioriterade vattenområden styr inriktningen av arbetet.

Riskområden och skyddsobjekt har kartlagts och behandlas vidare i kontrollprogram för att definiera vilka skador som är orsakade av projektet och vilka som orsakats av pågående sättningar. Skador kan uppkomma flera år efter byggandet. Med detaljerade riskanalyser som underlag kan nödvändiga skadeförebyggande åtgärder göras. Där skada ändå uppstår till följd av projektet kommer Stockholm Vatten att avhjälpa skada via reparationer och kompensationsåtgärder.

8 Samlad miljöbedömning

8.1 Övergripande konsekvenser

I detta kapitel ges en samlad miljöbedömning av den ansökta verksamheten under bygg- och driftfas. Utifrån de beräkningar och beskrivningar som redovisats i kapitel 5 och 6 görs följande samlade bedömning.

Generellt medför den ansökta verksamheten positiva konsekvenser på regional nivå och för det allmänna intresset under lång sikt, medan de negativa konsekvenserna generellt uppkommer på lokal nivå för enskilda intressen under begränsad tid.

Den dominerande miljöeffekten av projektet är minskade utsläpp till Östersjön till följd av en effektivare avloppsreningsprocess och förbättring av vattenkvaliteten i Mälaren till följd av minskade bräddutsläpp. Den nya reningstekniken ger också förbättrade förutsättningar för att rena virus och en stor del bakterier, läkemedelsrester, hormonstörande ämnen och mikroskräp. Åtgärderna i projektet kommer att fördubbla kapaciteten som blir högre än vad båda verken har idag, och mer än halvera utsläppen av fosfor och kväve till Östersjön. Projektet skapar en mer robust avloppshantering i Stockholm och tar höjd för befolkningsökning. Verksamheten innebär också bättre förutsättningar att nå miljökvalitetsnormer för ytvatten, miljökvalitetsmålen för hav och sjö samt ambitionen i BSAP.

Den miljökonsekvens som blir mest märkbar för närboende uppstår vid byggskedet för tunneln och förbehandlingen i Sickla. Målsättningen är att inget enskilt område förutom Sickla ska behöva påverkas av sprängningar i mer än tio veckor. Särskilt sättningskänsliga områden har identifierats mellan Brommaplan och Smedslätten där skyddsåtgärder som lining kommer att behövas. Denna påverkan är begränsad i tid.

Den planerade avloppstunneln och bergutrymmena vid Sickla och Henriksdal kommer att skapa ett stort överskott av bergmassor, vilket kommer att kunna återvinnas och i olika fraktioner användas i regionens byggprojekt. Mark kommer att kunna nyttjas för bostadsändamål. Transporter kommer att minska inom vissa stadsdelar.

I biogasanläggningen i Henrikdal utvinns biogas ur slammet genom rötning, varefter det rötade slammets näringsinnehåll och organiska humusbildande material utnyttjas som gödselmedel i jordbruket eller som täck- och växtetableringsmaterial. Biogasen klassas som förnybar energikälla enligt gällande EU-regler och används bland annat som drivmedel för biogasbussar. Slamhanteringen bidrar genom utvinning av biogas och gödsel till att förbättra hushållningen av energi och naturresurser.

Den planerade vattenverksamheten för den nya avloppsledningen bedöms inte stå i konflikt med eller försvåra att uppnå gällande miljömål, miljökvalitetsnormer eller översiktsplaner. Verksamheten medför inte att någon miljökvalitetsnorm överskrids.

8.2 Sammanfattning miljökonsekvenser

I Tabell 8.1 nedan lämnas en sammanfattande bedömning av miljöaspekter.

Tabell 8.1 Översiktlig miljökonsekvensjämförelse mellan nollalternativ och sökt alternativ baserat på de miljöaspekter som redovisas i Havs- och Vattenmyndighetens förslag till Åtgärdsprogram [66].

Betydande Miljöaspekt	Föreslaget Alternativ mot Nollalternativet	Bedömning
Biologisk mångfald, växt- och djurliv	++	En minskad kvävebelastning på skärgården gynnar långsiktigt den ekologiska statusen.
Befolkning och människors hälsa - Bygghälsa	-	Sprängningsarbeten och tunga transporter orsakar buller, vibrationer och stömljud. Partiklar och avgaser kan påverka lokalt.
Befolkning och människors hälsa - Driftfas	+	Störande trafik och luktolägenheter försvinner från området kring Bromma reningsverk. Även trafik från Sicklaanläggning försvinner.
Mark	0	Ianspråktagen mark under byggfasen kommer att återställas och projektets anläggningar bedöms inte försämra eller försvåra omgivande marks kvalitet eller nyttjande.
Bebyggelse och materiella tillgångar	-/+	Tunneln har påverkan på grundvatten och kan därigenom påverka byggnader. För att undvika detta föreslås skyddsåtgärder och ett omfattande kontrollprogram. Påverkan på enskilda bergvärmebrunnar kommer uppstå, denna påverkan kommer att regleras ekonomiskt. Vald sträckning minimerar påverkan på både byggnader och energibrunnar.
Ytvatten	++	En minskad kvävebelastning på skärgården gynnar långsiktigt den ekologiska statusen. Membranen avskiljer bakterier och delvis virus samt mikroplaster.
Grundvatten	0	Projektet bedöms inte påverka grundvattenkvalitet.
Landskap	+	Skorstenen i Ålstensskogen/Smedslätten kommer att synas. Den sammantagna bedömningen då Bromma reningsverk och slamsilon med utlastningsstation vid Sickla (Hammarby sjö) försvinner är att projektet är positivt ur ett landskapsperspektiv.
Kulturlämningar och kulturarv	0	Ingen bedömd påverkan.
Resurshushållning	+/-	I och med att matavfall tas emot med ökad gasproduktion uppnås vinster. Membrantechniken förbrukar mer elektricitet och mer kemikalier.
Klimat effekter	+	Uppgraderade anläggningar och ändrade driftstrategier innebär mindre utsläpp av växthusgaser som metan och lustgas. Detta uppväger belastningen från de ökade transporterna.
Övrigt	+	I och med att Bromma reningsverk försvinner kan ett stort antal bostäder byggas.
Övrigt	+	Vattenmyndigheten tar i sitt förslag till Åtgärdsprogram (2015-2021) upp behovet av ökade reningskrav för läkemedel och andra organiska ämnen. Föreslaget alternativ är i och med membrantechniken väl förberett för detta.

Tabell 8.2 Sammanfattande konsekvensbedömning. (Färger enligt tabell i kapitel 1.3).

	Nollalternativ	Sökt alternativ	Åtgärder
Landskap	Inga konsekvenser	Liten negativ konsekvens av ny skorsten vid Smedslätten. Liten positiv konsekvens när Bromma försvinner	Gestaltning minskar intryck av påslag
Naturmiljö	Indirekt liten negativ konsekvens från bräddning och kvävebelastning	Sammantaget måttlig positiv konsekvens till följd av minskad bräddning och kvävebelastning	Naturvärden i anslutning till ytor med markanspråk märks ut och skyddas i möjligaste mån
Rekreation	Försumbara konsekvenser	Små negativa konsekvenser	Information och framkomlighets-åtgärder
Kulturmiljö	Försumbara konsekvenser	Försumbara konsekvenser	Kulturvärden i anslutning till ytor med markanspråk märks ut och skyddas
Grundvatten	Inga konsekvenser	Negativa konsekvenser på energibrunnar kommer att uppkomma.	Tunneln byggs i områden med låg förekomst av energibrunnar. Tätning/lining vid tunneldrivning ska säkerställa att inga sättningsskador uppstår till följd av avloppstunneln
Förorenat grundvatten och jord	Inga konsekvenser	Försumbara konsekvenser	Provtagning för klassning av jord i de identifierade riskområdena innan schaktarbeten påbörjas
Ytvatten	Måttliga negativa konsekvenser på lång sikt	Måttliga positiva konsekvenser på lång sikt	Installation av membranfilter med mera
Mark	Långsiktigt små positiva konsekvenser av slamspridning	Långsiktigt små positiva konsekvenser av slamspridning	Aktivt förebyggande uppströmsarbete
Lukt	Skillnaden i lukt är överlag litet mellan den sökta verksamheten och nollalternativet. I nollalternativet kvarstår potentiell luktstörning från slamhanteringen i Bromma och Sickla.	Överlag bedöms små positiva konsekvenserna uppkomma	Ombyggnad av ventilationssystem, rening av utsläpp via kolfilter och regelbunden rensning av rötcommare är åtgärder för att minimera risken för luktincidenter
Luftburen smitta	Små eller försumbara konsekvenser	Små eller försumbara konsekvenser	Hantering av material som eventuellt kan innehålla smittämnen sker i bergrum och ventilationsluften rensas före utsläpp till luft

Andra utsläpp till luft	Den negativa konsekvensen för nollalternativet bedöms som liten	Negativa konsekvenserna bedöms vara små eller försumbara	
Buller	Inga konsekvenser	Stora men övergående konsekvenser, i huvudsak övergående vid etablering av tunnelpåslag	Bulleravskärmningar där så är möjligt. Avgränsning i tid där så är behövligt. Ersättningsboende vid stor påverkan.
Stomljud	Inga konsekvenser	Stora men övergående konsekvenser, i huvudsak övergående vid tunneldrivning	Avgränsning i tid där så är behövligt. Ersättningsboende vid stor påverkan.
Vibrationer	Inga konsekvenser	Måttliga men övergående konsekvenser, i huvudsak övergående vid tunneldrivning	Avgränsning i tid där så är behövligt.
Resurs-hantering	Inga konsekvenser	Liten och negativ på kort sikt och liten och positiv på lång sikt	Valda preparat ska ligga i linje med Kemikalieinspektionens lista över godkända ämnen
Energi och växthus-gaser	Inga konsekvenser	Positiva konsekvenser i och med ökad biogasproduktion, negativa i och med ökad energianvändning	Processoptimering, bland annat investering i värmeväxlare
Klimat-anpassning	Inga konsekvenser	Små positiva konsekvenser	Tunnelns magasinering förmåga och förbättrade möjligheter till höglödesrening

8.3 Överensstämmelse med de nationella miljö kvalitetsmålen

Miljömål	Nollalternativ	Sökt verksamhet	Bedömning
Begränsad klimatpåverkan	0	+	Det ökade antalet transporter och användningen av metanol som kolkälla ökar utsläppen av koldioxid, så länge metanol produceras ur olja, och bidrar inte till möjligheterna att uppfylla klimatmålet. Detta gäller så länge utsläppen är låga i förhållande till utsläppen från trafiken i området (ett eventuellt byte av kolkälla till icke-fossil etanol gör att ökningen blir mindre än med metanol av fossilt ursprung). Däremot förbättrar den ökade utvinningen av biogas möjligheterna att uppfylla målet. Totalt sett bedöms den sökta verksamheten öka samhällets möjligheter att uppfylla målet i och med att biogasen efter uppgradering ersätter fossila drivmedel.
Frisk luft	0	0	Genom att nya externa organiska material ska tas emot och hanteras i verksamheten och förbrukningen av kemiska produkter ökar, är det ofrånkomligt att antalet transporter ökar till Henriksdalsverket, vilket i sig inte bidrar till möjligheten att nå miljö kvalitetsmålet när det gäller partiklar och kvävedioxid. Det totala antalet avfallstransporter ökar dock inte i Stockholms stad som helhet. Alla transporter inom Stockholms stad sker med bil, men en del långväga transporter, bland annat transporter av slam till Aitik, går med järnväg. Den sökta verksamhetens inverkan på måluppfyllelsen bedöms vara liten, med tanke på att Stockholm Vattens transporter står för en mycket liten andel av transportarbetet i berörda områden.
Bara naturlig försurning	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.
Giftfri miljö	+	++	Stockholm Vatten medverkar aktivt till att minska spridning och exponering av oönskade kemiska ämnen, inklusive oavsiktligt bildade ämnen med farliga egenskaper, och informerar om förekomsten av dem i restprodukten slam. Stockholm Vatten tar emot mindre och mindre mängder tungmetaller och långlivade organiska ämnen tack vare sitt uppströmsarbete och bidrar därmed till att minska spridningen av sådana ämnen till såväl vatten som mark. Den effektivare reningstekniken med membran som planeras i Henriksdal kommer att väsentligt minska utsläppen till vatten. Slammet används i enlighet med svenska och europeisk lagstiftning på sådant sätt att skadliga effekter på mark, vegetation, djur och människor förhindras (<i>jfr 1 § SNFS 1994:2</i>). Den sökta verksamheten ökar möjligheterna till måluppfyllelsen i högre grad än tidigare. Se även under <i>Ett rikt odlingslandskap</i> nedan.

Skyddande ozonskikt	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.
Säker strålmiljö	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.
Ingen övergödning	+	++	Stockholm Vattens planerade ändringar i verksamheten ökar möjligheterna att nå målet, främst när det gäller preciseringen Påverkan på havet. Den effektivare reningstekniken i den sökta verksamheten bidrar till måluppfyllelsen i högre grad än vad nollalternativet gör. Verksamheten inverkar även positivt på preciseringarna om tillstånd i sjöar, vattendrag, kustvatten och havet, men i mer begränsad omfattning, vilket framgår ovan.
Levande sjöar och vattendrag	0	+	Att Stockholm Vatten bygger bort bräddpunkter i Mälaren i den sökta verksamheten förbättrar möjligheterna att nå målet Levande sjöar och vattendrag. Särskilt gäller det preciseringarna ytvattentäckers kvalitet och friluftsliv. Det positiva bidraget är lokalt, men det ökar ändå möjligheterna att nå målet i vattenområdena närmast de bräddpunkter som byggs bort, det vill säga främst i den planerade vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärden (del av nuvarande Mälaren-Stockholm). Nollalternativet bidrar inte till möjligheterna att nå målet.
Grundvatten av god kvalitet	0	0	Anläggningen av avloppstunneln påverkar grundvatten, men inte någon utpekad grundvatten-förekomst, i praktiken bedöms inte målet påverkas vare sig av nollalternativ eller av sökt verksamhet.
Hav i balans samt levande kust och skärgård	+	++	Stockholm Vattens verksamhet; insamling och rening av kommunalt avloppsvatten, ökar möjligheterna att nå målet Hav i balans, levande kust och skärgård när det gäller samtliga ovanstående preciseringar. Tack vare den betydligt effektivare reningen och väsentligt lägre utsläpp, bidrar den sökta verksamheten i högre grad än såväl nuvarande verksamhet som nollalternativet till måluppfyllelsen. Verksamhetens positiva bidrag till att nå preciseringarna om god miljöstatus, god ekologisk och kemisk status i kustvattenförekomster samt det om ekosystemtjänster påverkar främst vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärden. På övriga vattenförekomster är bidraget begränsat, eftersom andra källor dominerar belastningen på kustvattnen och Östersjön som helhet.
Myllrande våtmarker	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.
Levande skogar	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.

Ett rikt odlings-landskap	(+)	(+)	Användningen av Stockholm Vattens slam i det svenska jordbruket är förhållandevis liten. Den sökta verksamheten innebär ingen väsentlig förändring i slamanvändningen eller det svenska samhällets möjligheter att nå målet, jämfört med tidigare. Slammängden ökar, men det finns ingen korrelation mellan slamproduktion och mängden slam som går till jordbruket. Stockholm Vattens ambition är att öka slamanvändningen i jordbruket från dagens cirka 20 procent till 40 procent av bolagets totala slamproduktion. Genom slammets innehåll av mullbildande ämnen och näringsämnen bidrar sammanvändningen till att bibehålla åkermarkens egenskaper och processer. Slammet uppfyller alla lagstadgade kvalitetskrav och kan användas som gödselmedel utan att hota jordbruksmarkens ekosystem, biologiska mångfald eller människors hälsa. Om den nedåtgående trenden i halten oönskade ämnen håller i sig tack vare Stockholm Vattens uppströmsarbete enligt certifieringssystemet REVAQ, kommer Stockholm Vatten sannolikt även klara de förslag till nya skärpta kvalitetskrav som har lämnats av Naturvårdsverket. Den sökta verksamheten ökar möjligheterna till måluppfyllelse i högre grad än innan Stockholm Vattens slamhantering certifierades 2009. Det intensifierade uppströmsarbetet ökar minskningstakten när det gäller tillförsel av oönskade ämnen till avloppsnätet. Därmed minskar halten av dessa ämnen i slam, liksom i det utgående renade vattnet.
Storslagen fjällmiljö	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.
God bebyggd miljö	+	++	En bra avloppshantering är en förutsättning för att nå detta miljö kvalitetsmål. Stockholm Vattens verksamhet ökar möjligheterna att nå målet. Mottagningen av matavfall och biogasutvinningen ökar i den sökta verksamheten och verksamheten bidrar därför i högre grad än tidigare till måluppfyllelsen. Verksamheten är utformad för att i möjligaste mån minska resurs- och energianvändning, klimatpåverkan, övergödning av ytvatten samt hälso- eller säkerhetsrisker. Den planerade mottagningen och rötningen av matavfall kommer att öka samhällets möjligheter att nå det beslutade etappmålet om ökad utsortering, biogasutvinning och växtnäring utnyttjade av matavfall.
Ett rikt växt- och djurliv	0	0	Genom minskade utsläpp kan förutsättningarna för biologisk mångfald öka, men i praktiken bedöms inte målet påverkas av varken nollalternativ eller sökt verksamhet.

8.4 Överensstämmelse med lokala (Stockholms Miljöprogram 2012-2015) miljökvalitetsmål

Miljömål	Nollalter-nativ	Sökt verk-samhet	Bedömning
Miljöeffektiva transporter – <i>Driftfas</i>	0	0	Det sökta alternativet innebär en mindre ökning av transporter i samband med ökad kemikalieförbrukning i driftskedet. Den lokala påverkan i form av buller från trafiken försvinner dock från Brommaplan och Hammarby Sjöstad i driftskedet
Miljöeffektiva transporter – <i>Byggsfas</i>	0	-	Det sökta alternativet genererar en stor mängd transporter under byggskedet.
Giftfria varor och byggnader	0	0	Målet bedöms inte påverkas varken av nollalternativ eller sökt verksamhet.
Hållbar energi-användning	0	0	Mängden växthusgaser i form av metan- och lustgasutsläpp från avloppsreningen kommer att minska i och med utbyggnaden av Henriksdal och Sickla. Energiförbrukningen kommer i och med användningen av membran att öka. Stordriftsfördelar och förläggnings av hela anläggningen i berg kompenserar dock för detta i det sökta alternativet.
Hållbar användning av mark och vatten	-	++	Vattenkvaliteten i Saltsjön förbättras. Det sökta alternativet är bättre anpassat till framtida klimatförändringar.
Miljöeffektiva avfalls-hantering	0	+	Det sökta alternativet möjliggör ett större nyttjande av matavfall som resurs.
Sund inomhusmiljö – <i>Driftfas</i>	0	+	Det sökta alternativet innebär att buller och luktstörningar försvinner från Bromma och att slamtransporterna genom Hammarby Sjöstad upphör
Sund inomhusmiljö – <i>Byggsfas</i>	0	-	Entreprenadarbeten och transporter ger störningar i det sökta alternativet

9 Ordförklaringar

En del av de begrepp som tas upp i detta samrådsunderlag definieras nedan:

Absorption	Absorptioner är processer som innebär att minst en andel av en företeelse uppgår i en annan. Absorption är egenskapen till upptagning eller uppsugning hos ett material.
Adsorption	Ett gasformigt ämne eller ett ämne löst i en vätska fastnar på ytan av ett fast material eller en vätska.
Aktivslam	Flockigt slam bildat i avloppsvatten under aeroba förhållanden genom tillväxt av slembildande bakterier och andra mikroorganismer som förmår uppta och omvandla suspenderade och lösta organiska ämnen; används vid biologisk rening (<i>VA-teknisk ordbok, TNC 65, Tekniska nomenklaturcentralen</i>).
Allmän platsmark	Gata, väg, park, torg eller ett annat område som enligt en detaljplan är avsett för ett gemensamt behov.
Allmänna råd	Generella rekommendationer som ges ut av centrala myndigheter. Allmänna råd är myndighetens rekommendationer om hur en författning (lag, förordning eller annan rättsregel) kan eller bör tillämpas. Allmänna råd är i sig inte rättsligt bindande.
Anläggningsjord	Jord som avses för användning vid anläggning av grönytor såsom parker, vägkanter/slänter mm. Den ska kunna användas för etablering av växtlighet och vara lämpad för konstruktion av markytor. Med anläggningsjord avses inte jord till balkonglådor, blomkrukor etc. på vilka det inte ställs lika höga krav på egenskaper såsom genomsläpplighet av nederbörd, hållfasthet vid belastning etc. Ofta avser anläggningsjord jordprodukter som levereras i bulk och inte som säckad vara.
Annat fiskvatten	Enligt förordning (2001:554) är annat fiskvatten = fiskvatten där fiskar som gädda, abborre, ål och karpfisk lever eller skulle kunna leva.
Artskyddsförordning	Lagstiftning som reglerar bl.a. fridlysning av arter och dispens för verksamheter som uppenbart kan påverka arternas bevarandestatus.
Avloppsslam (se även definitionen av "slam" nedan)	Slam från avloppsreningsverk, flerkammarbrunnar eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning (SNFS 1994:2).
Avloppsvatten (se även definitionen av "spillvatten" nedan)	Ett samlat begrepp på sådant vatten som kan vara förorenat i olika grad. Denna typ av vatten kan exempelvis bestå av spillvatten från hushåll och verksamheter, länshållningsvatten,

	dränvatten, kylvatten, spolvatten, processvatten, dagvatten eller annan flytande orenlighet (jfr 9 kap.2 § miljöbalken).
Avvattnat slam	Avser vanligen slam med en torrsubstanshalt (TS-halt) på 15-35 procent. Avvattning kan ske mekaniskt, med till exempel centrifuger, i vassbäddar, på torkbäddar m.m.
Begränsningsvärde	Begränsningsvärde är samlingsbegrepp för värden som inte får överskridas eller underskridas och som brukar ingå i utsläppsvillkor i tillstånd enligt miljöbalken. Tidigare användes begreppen gränsvärde och riktvärde, men sådana begrepp ska utmönstras enligt domar i Högsta domstolen och Mark- och miljööverdomstolen.
Bergtäckning	Bergtäckningen är en viktig parameter för stabiliteten av ett bergum. Bergtäckningen är avståndet mellan bergöverytan och bergumstaket. Ofta är bergöverytan uppsprucken och avståndet reduceras då några meter.
Biogas	Gas som bildas vid syrefri nedbrytning av biologiskt material, huvudsakligen bestående av metan och koldioxid. Biogas kan användas som biobränsle, efter rening även som biodrivmedel. Rågasen innehåller i storleksordningen 65 – 70 procent metan och 30 – 35 procent koldioxid samt små mängder av vätgas, kvävgas och svavelväte. Gasen kan utnyttjas för att producera värme eller elenergi, och de flesta medelstora (>20 000 pe) och stora avloppsreningsverk täcker på så sätt stora delar av sitt eget energibehov.
Biofilter	Nedbrytning av organiska ämnen av mikroorganismer som sitter på ett bärrammaterial.
Biokemisk oxygenförbrukning, BOD	Biochemical Oxygen Demand. Ett ungefärligt mått på mängden biologiskt lättnedbrytbart organiskt material. I Sverige används BOD ₇ , det vill säga biokemisk oxygenförbrukning under sju dygn, i andra länder är BOD ₅ vanligt.
Bräddning, bräddat avloppsvatten	I Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1990:14 definieras bräddat avloppsvatten enligt följande: • Avloppsvatten som vid enstaka tillfällen (till exempel vid överbelastning) avleds (bräddas) för att avlasta magasin, bassäng eller ledning. I Naturvårdsverkets allmänna råd 93:6, Bräddning från avloppsledning, definieras bräddavlopp enligt följande: • Bräddavlopp definieras här som anordning, vilken möjliggör en avlastning av till exempel magasin, bassänger eller ledningar. Det bräddade avloppsvattnet avleds till recipient alternativt dagvattenledning, då tillrinningen är större än avloppsanläggningens kapacitet. Avlopp vid till exempel pumpstation, som automatiskt kan träda i funktion vid

	hydraulisk överbelastning och medför bräddning av avloppsvatten, definieras här som bräddavlopp. • Utsläpp som endast sker vid haveri eller underhållsarbete till exempel på grund av strömavbrott, brott på huvudledningar eller spolning av ledningar definieras här som nödutsläpp och omfattas inte av föreskrifterna. Problem med nödutsläpp är att hänföra till avloppsanläggningens driftsäkerhet. TNC:s VA-tekniska ordlista har en liknande, men mer kortfattad, definition.
Dagvatten	Regn- eller smältvatten (från hårdgjorda ytor, till exempel betong- och asfaltbanor), som inte tränger ned i marken, utan avrinner på markytan.
Deformationszoner	En svaghetszon i berggrunden utefter vilken berggrunden rör sig.
Detaljplan	En planeringsform som används för att reglera samhällsplanering på lokal och detaljerad nivå. En detaljplan kan exempelvis reglera var ett hus ska stå eller hur en väg ska utstakas. Detaljplaner är juridiskt bindande.
Diabasgångar	Stråk av bergarten diabas, som är en så kallad gångbergart det vill säga den har bildats genom att fylla ut en spricka.
Dispergeringsutrustning	Text saknas
Dräneringsvatten	Dräneringsvatten är vatten som avleds genom dränering, det vill säga avledning av sjunkvatten och grundvatten i rörledning, dike eller dräneringsskikt.
Duplikatsystem, duplicerat system (ledningsnät)	Kommunala avloppsledningsnäten kan vara "duplikata", "kombinerade" eller "separata". Duplikata system har skilda ledningar för spillvatten och dagvatten.
Etableringsytor	Plats där entreprenören ställer upp manskapsbodar, tält, maskiner osv och som används under hela byggskedet.
Externt organiskt material	Externt organiskt material är biologiskt nedbrytbart material, som inte tillförs reningsverket via ledningssystemet. Exempel på externt organiskt material är källsorterat matavfall från hushåll, restauranger och storkök (till exempel frukt- och skalrester), drav, avfall från biodiesel- och livsmedelsproduktion (till exempel sockerlösningar och glycerol). Fettavskiljarslam, se nedan, räknas inte som externt organiskt material eftersom det normalt ingår i spillvatten från anslutna restauranger, storkök och liknande.
Fackling/Gasfackling	Gasfackling är en process som innebär att bränna överskottsgas, inte bara från biogasanläggningar vid avloppsreningsverk, utan även på oljefält, i raffinaderier eller vid petrokemiska fabriker. Bränningen sker oftast enbart för att elda upp gasen. Värmeenergin tas inte tillvara

Farligt gods	Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och föremål som har sådana farliga egenskaper att de kan orsaka skador på människor, miljö eller egendom, om de inte hanteras rätt under en transport. Utifrån godsets fysikaliska och kemiska egenskaper delas farligt gods in i nio olika klasser vid transport, bland annat i explosiva ämnen och föremål (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) och frätande ämnen (klass 8). [60].
Fettavskiljarslam	Fett som med hjälp av fettavskiljare avskiljs från spillvatten från restauranger och storkök innan det tillförs det spillvattenförande ledningsnätet.
Förinjektering	Metod som används under byggskedet för att tätta berget för vattenläckage. Hål borras in i den bergvolym där tunneln ska byggas och injekteringsmedel trycks in i sprickor i berget.
Försiktig sprängning	Sprängning där begränsningar införs för att undvika skador från vibrationer, stenkast eller luftstöt våg.
Förskärning	Öppen schakt fram till ett tunnelpåslag.
Granitoider	Bergart
Grumling	Partiklar virvlas upp från exempelvis bottensediment i en sjö och håller sig svävande i vattenmassan innan de faller ner mot botten igen. Minskar bl.a. ljusinsläpp i vattnet.
Grundvatten	Vatten som fyller hålrum i jord och berg och vars hydrostatiska tryck är större än eller lika stort som atmosfärstrycket (i motsats till ytvatten, som avrinner på markytan och vars hydrostatiska tryck är lika med atmosfärstrycket).
Grönsten	Bergart
Gödsling	Näringsstillförsel i syfte att öka tillväxten, framför allt i jordbruk och skogsbruk
Habitatdirektiv	Direktivet omfattar en rad olika arter (dock ej fåglar) och deras livsmiljöer (habitat). Direktivet innehåller bl.a. en försiktighetsprincip som innebär att projekt måste visa att de inte har negativa effekter på skyddsområden innan de startas.
Hydraulisk konduktivitet	Markens vattengenomsläpplighet, den mängd vatten som kan rinna igenom marken på en viss tid.
Hygienisering	Behandling för att inaktivera patogener (sjukdomsalstrande bakterier, virus och parasiter) eller att minska deras antal under en specifik nivå. Exempel på hygieniseringsmetoder är långtidslagring (6 – 12 månader, beroende på klimat), kompostering, kalkning och uppvärmning.
Hotspot (luft)	Med "Hotspots" menas platser med generellt hög belastning, identifierade från tidigare studier och beräkningar som utförts

	inom miljöövervakningen i Stockholmsområdet.
Häradsekonomska kartan	Karta som producerades under åren 1859-1934 och baserades på kartor från laga skiften. Kartan beskriver markanvändning, vegetation, bebyggelse, kommunikationer och gränser. Följdes år 1935 av den ekonomiska kartan.
Injektering	Åtgärd för att fylla ut hålrum med ett flytande ämne som sedan stelnar och antar fast form. Tätning av berg genom exempelvis cementbaserade produkter.
Influensområde	Det område som kan komma att påverkas av att man leder bort eller återför grundvatten.
Jonisering	Avskiljning och nedbrytning av föroreningar genom elektrisk urladdning i ett elektronrör.
Jordförbättring	Tillförsel av mull, eller organiskt mullbildande material, till mark, i syfte att öka markens mullhalt för att på så sätt luckra upp jorden och öka bördigheten.
Kartering (av berg)	Undersökning av bergets utbredning genom olika metoder.
Koldioxid	En mycket vanlig gas, som bildas genom andning. Med hjälp av fotosyntesen omvandlar växterna koldioxid och vatten till sockerarter. Fotosyntesens bindande av koldioxid och lösgörandet genom andning och annan förbränning, kan under normala förhållanden balansera varandra. Koldioxid är en växthusgas som vid ökande halter i atmosfären påverkar jordens medeltemperatur.
Kombinerat ledningsnät	Kommunala avloppsledningsnät kan vara "duplikata", "kombinerade" eller "separata". Kombinerade avloppsledningar är gemensamma för spill-, dag- och dräneringsvatten. Generellt sett finns kombinerade ledningar främst i städernas äldre delar. Stora delar av Stockholms ledningsnät är kombinerade.
Kristallint berg	Berg som består av kristaller.
Krosszoner	Ett parti dåligt berg inneslutet i ett större bergsparti.
Kvävedioxid	Giftig gas som bildas vid förbränning eller oxidation av kväveoxid. Kvävedioxid verkar irriterande på luftvägarna och kan orsaka skador på lungorna.
Lining	Tätning av exempelvis en tunnel genom betonginklädnad av omgivande berg.
Länshållningsvatten	Länshållningsvatten är ett samlande begrepp för vatten som pumpas bort för att hålla arbetsytan vattenfri under byggskedet. Länshållningsvatten kan exempelvis bestå av processvatten, dagvatten och inläckande grundvatten.
Makronäringsämnen	Näringsämnen som växter och djur behöver i stor mängd, till

	exempel kväve, fosfor, kalium, kalcium och svavel.
Matavfall	Biologiskt lättnedbrytbart avfall från hushåll, storkök och restauranger.
Mikronäringsämnen	Näringsämnen som är viktiga för växters och djurs tillväxt, men som behövs i små mängder jämfört med makronäringsämnena (kobolt, koppar, järn, molybden, zink m.fl.).
Miljökonsekvensbeskrivning, MKB	Metod för att beskriva vilka konsekvenser som uppkommer av en viss verksamhet. Resulterar i en rapport med samma namn som är rådgivande för beslut kring verksamheten. I dagligt tal används ofta förkortningen MKB.
Miljökvalitetsnormer, MKN	Verktyg för att kontrollera hälso- och miljöpåverkan från så kallade diffusa utsläpp. Tar sikte på tillståndet i miljön och vad människan och naturen bedöms kunna utsättas för utan att ta alltför stor skada.
Natura 2000	Naturområden inom EU som fått ett starkt lagligt skydd.
Nollalternativ	Förväntad utveckling om den planerade verksamheten inte kommer till stånd.
Nm ³ (normalkubikmeter)	Normalkubikmeter är en standardenhet som anges för 1 m ³ gas vid normalt tryck och temperatur, det vill säga 101,3 Pa (1 atm.) respektive 0°C.
Nödutsläpp	Utsläpp som (endast) sker vid haveri eller underhållsarbete, till exempel på grund av strömavbrott, brott på huvudledningar eller spolning av ledningar. Problem med nödutsläpp är att hänföra till avloppsanläggningens driftsäkerhet. [4]. Nödutsläpp ska inte blandas ihop med bräddning (som sker vid hydraulisk överbelastning).
Oxidation	Förbränning av organiska ämnen till i huvudsak koldioxid och vatten. Svavelföreningar oxideras till svaveldioxid.
Pe (personekvivalenter)	Antalet personekvivalenter (förkortas pe) är ett begrepp som främst används vid dimensionering och tillståndsgivning av kommunala avloppsreningsverk. Antalet pe beräknas som kvoten mellan till ett avloppsreningsverk inkommande föroreningsbelastning med avseende på BOD och den specifika föroreningsmängden, 70 g BOD ₇ /person och dygn. I praktiken är BOD ₇ -mängden från en person ofta mindre, i storleksordningen 50 – 60 g/d.
Plan 2002	Miljödomstolen meddelade den 30 juni 2000 dom i målet om utsläpp av avloppsvatten i Saltsjön. Ett villkor avseende skyddsåtgärder för ledningsnätet var att ta fram en plan för utförande av bräddningsåtgärder. Planen skulle lämnas för godkännande till länsstyrelsen i Stockholm senast vid utgången av 2002. Plan 2002 godkändes av länsstyrelsen 2004-07-27.

Processvatten	Det vatten som behövs under byggtiden för exempelvis kylning och smörjning vid borrar, renspolning av bergmassor osv.
Prognosår	Det år som används för jämförelser i framtiden. Bedömning av konsekvenser ska göras för de förhållanden som råder vid prognosåret.
Påslag	Infart som skapas i berg. Den plats där bergtäckningen är tillräckligt god för att skapa exempelvis en tunnel. Förses med port under driftskedet.
Påverkansområde	Det område som kan påverkas av verksamhet eller störning, exempelvis det område som påverkas av buller från verksamheter vid en etableringsyta.
REVAQ	Ett ackrediterat certifieringssystem som ägs av Svenskt Vatten AB. REVAQ arbetar för att minska flödet av farliga ämnen till reningsverk, att skapa en hållbar återföring av växtnäring samt att hantera riskerna på vägen dit. Certifieringen innebär att reningsverket bedriver ett aktivt uppströmsarbete (det vill säga ett arbete för att minska tillförseln av oönskade ämnen från anslutna till avloppsreningsverket), arbetar med ständiga förbättringar och är öppen med all information.
Reducerade sediment	Reducerade sediment förekommer när vattenmassan närmast en sjö- eller havsbotten blir syrefritt. Reducerade sedimentskikt kan även förekomma under oxiderade (syrerika) ytsediment.
Riksintresse	Riksintressen regleras i 3 och 4 kap. miljöbalken. Ett geografiskt område kan utnämnas som riksintresse om det har betydelse för nationen inom flera olika samhällsintressen. Området kan dels vara viktigt i sin nuvarande form, exempelvis som ett naturområde. Dels kan utnämning av riksintresse användas för en särskild verksamhet och då både för en existerande och för en planerad exploatering.
Rötning	Rötning innebär att organiskt material, till exempel slammets organiska del, bryts ned biologiskt i en biogasanläggning (rötkammare) under syrefria (anaeroba) förhållanden. Processen drivs normalt tills ungefär hälften av den organiska delen har brutits ned. Slutprodukterna är biogas (rötgas) och rötslam.
Rötrest	Restprodukt från anaerob behandling av organiskt material. Kan vara såväl rötat avloppsslam (rötslam) som rötrest från externt organiskt material.
Salva	En omgång sprängning som skjuts av vid ett tillfälle.
Salvborrning	Borrning inför laddning och sprängning av berg.
Sevesodirektivet (Seveso III)	Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/18/EU av den 4 juli 2012 om åtgärder för att förebygga och begränsa faran för

	allvarliga olyckshändelser där farliga ämnen ingår.
Separat ledningsnät	Kommunala avloppsledningsnäten kan vara "duplikata", "kombinerade" eller "separata". Separerat ledningssystem har en separat ledning för spillvatten, medan dagvatten avleds på öppna ytor och i diken.
Skrotning	Moment där allt löst berg knackas bort från tunneltak och väggar. Kan ske mekaniskt med hjälp av en hydraulisk hammare eller manuellt.
Slam	Slam bildat under behandling av avloppsvatten (EN 12832).
Spillvatten	Avloppsvatten. Spillvatten indelas oftast i svartvatten, som är det spolat ut från toaletter och gråvatten (eller BDT-vatten) som är smutsigt vatten från bad, duschar, diskning och tvätt.
Sprickzon	Zon av mer eller mindre tätt liggande sprickor. Uppkommer i samband med en förkastning i berggrunden.
Spridningsberäkningar	Beräkningar av hur exempelvis luftföroreningar eller lukt sprids från en källa till omgivningen.
Stabilisering	En behandlingsmetod som i första hand syftar till att reducera lukt. En viss, men oftast måttlig eller marginell hygienisering erhålls också vid stabilisering.
Stadsplan	Tidigare benämning på det som numera kallas detaljplan. Fastställda stadsplaner gäller som detaljplaner (se även "Detaljplan").
Stomljud	Stomljud är ljud inuti en byggnad som kan delas upp i olika kategorier. Indelningen mellan stomljud och luftljud är vanlig. Med stomljud menas ljud som alstrats direkt mot stommen genom till exempel hammarslag eller gående människor. Luftljud är i stället ljud som alstras ut i luften från tal, musik, högtalarljud etc.
Tillskottsvatten (äldre beteckning: "ovidkommande" vatten)	Flödestillskott i spillvattenledningar utöver spillvatten. Dagvatten, takvatten, dräneringsvatten, grundvatten och annat vatten som tillförs eller läcker in i spillvattenledningarna.
Upptagningsområde	Upptagningsområdet för ett reningsverk är det geografiska område varifrån avloppsvatten avleds till reningsverket.
UV-fotooxidation	Under inverkan av UV-vågor startas en nedbrytning av såväl oorganiska som organiska föroreningar i luftströmmen
VAS-rådet	Rådet för Vatten- och Avloppssamverkan i Stockholms län. Stockholmsregionens samarbetsforum för strategiska vatten- och avloppsfrågor.
Vattenförekomst	En avgränsad och betydande förekomst av ytvatten eller grundvatten. Vattenförekomster definieras av Vattenmyndigheten.

Vattenskyddsområde (Östra Mälarens)	Syftet med Östra Mälarens vattenskyddsområde är att bevara en god kvalitet på råvattnet för Stockholmsområdets ytvattentäkter och innebär vissa restriktioner för verksamheter och åtgärder inom vattenskyddsområdet. Vattenskyddsområdet består av fyra vattentäktszoner vid respektive vattenverk samt en primär och en sekundär skyddszon. Den primära skyddszonen omfattar vattenområden i Östra Mälaren och landområdet 50 meter från strandlinjen vid medelvattenstånd. Den sekundära skyddszonen består av ett område på land med direkt avrinning mot Östra Mälaren [62].
Verksamhetsområde	Verksamhetsområde är till skillnad från upptagningsområde (se ovan), ett juridiskt uttryck som enligt lagen (2006:412) om allmänna vattentjänster och avser det geografiska område inom vilket en eller flera vattentjänster har ordnats eller ska ordnas genom en allmän va-anläggning. Beslut om verksamhetsområde innebär att lagens offentlighetsregler blir gällande för huvudman och fastighetsägare inom området, det vill säga att vattentjänstlagen är tillämplig.
Ytvatten	Vatten i vattendrag, sjöar, hav och andra vattenområden. Med vattenområden avses ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd (jfr 11 kap. 4 § miljöbalken).
Återvegetering	När växter återetablerat sig efter ett ingrepp i mark

10 Referenser

Skriftliga källor

- [1] Kommunfullmäktige i Stockholm. Genomförandebeslut (Dnr 303-324/2014) den 26:e maj 2014
- [4] Naturvårdsverket, 1993. Allmänna råd 93:6. Bräddning från avloppsledningar
- [5] SNFS 1990:14. Kungörelse med föreskrifter om kontroll av utsläpp till vatten- och markrecipient från anläggningar för behandling av avloppsvatten från tätbebyggelse. Statens naturvårdsverks författningssamling.
- [6] Naturvårdsverket Rapport 4480, VA-Forsk Rapport 1996:06
- [7] Svenskt Vatten rapport Driftstatistik 2012
- [8] Stockholm Vatten AB. Miljörapport 2013.
- [9] Stockholm Vatten AB. Förnyelse- och Åtgärdsplan 1996. Rapport nr 25-1998.
- [11] Förnyelse- och Åtgärdsplan 2000-2005, Huddinge
- [12] Sewage Treatment Plants: Economic Evaluation of Innovative Technologies for Energy Efficiency IWA Publishing 2015
- [13] Vattenmyndigheten Åtgärdsplan 2015 -2021
- [14] Water Science and Technology 2012(66) 394-401
- [16] Jixiang Yang 2013. Membrane Bioreactor for Waste Water Treatment (bookboon.com ISBN 978-87-403-0441-1)
- [17] Fortum 2011. Utveckling Högdalenverket. Samråd med allmänhet 14 juni 2011.
- [18] Västerorts framtida avloppsrening Delrapport 1 - Reningsverk (SWECO) 2013-07-10
- [19] Rapport 6628 -Samhällsekonomska analyser av miljöprojekt– en vägledning. Bengt Kriström och Mona Bonta Bergman. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå
- [20] Integrated Pollution Prevention and Control- Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical SectorFebruary 2003
http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/cww_bref_0203.pdf
- [21] Masshantering i Stockholms län, länsstyrelsen, 2000:11
- [23] Luktutredning Smedslätten, ÅF 2014-06-25
- [26] Envipro, 2008, Översiktlig miljöteknisk undersökning Hägersten 2:6 och 2:7, 2008-12-08
- [27] Lücke 2014. Stockholms recipienter – Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening.
- [28] VAS-rådet, 2013. Robust avloppsvattenrening i Stockholms Län - en utblick mot år 2030 med fokus på recipienten, rapport nr 12.
- [29] Undersökningar i Stockholms skärgård 2013 (Stockholm Vatten 2014)
- [32] Luften i Stockholm, årsrapport 2013, SLB-Analys 2:2014
- [33] Tyréns, 2014b. PM Trafikmängder Sickla, Henriksdal och Bromma.

- [37] Naturvårdsverket 2013X, Hållbar återföring av fosfor Naturvårdsverkets redovisning av ett uppdrag från regeringen. Naturvårdsverket Rapport 6580.
- [39] Nacka kommun, 2012. Startpromemoria för program - Henriksdal, i Sickla, Nacka kommun
- [42] WSP 2011. Projekt Slussen. Vattenmiljön, konsekvensbedömningar ny reglering av Mälaren och ombyggnad av slussen.
- [43] Olsson, 2014. Bräddutredning Stockholm Vatten. Bräddmängder, halter, flöden vid dimensionerande regn. Sweco Enviroment AB.
- [45] Tyréns, 2013. Västerorts framtida avloppsrening. Delrapport 3 - Miljö och tillstånd
- [46] SNFS 1994:2
- [47] REVAQ 2013. Regler för certifieringssystemet REVAQ Återvunnen växtnäring, 2013-09-23.
- [49] Trafikverket m.fl., 2012. Vägledning till Gemensamma miljökrav för entreprenader 2012, reviderad 2013-01-25
- [50] Malmö stad, Göteborgs stad, Stockholms stad och Trafikverket, 2013. Vägledning till Gemensamma miljökrav för entreprenader 2012
- [51] Transporters påverkan på luftmiljön i driftskedet. Tyréns 2014-07-30).
- [52] Temablad till MKB i vägprojekt, Vägverket, publikation 2008: 32
- [53] Hjälpreda för miljöfrågor i stadens planering, Stockholms stad, oktober 2013.
- [54] Käppalaförbundet och SÖRAB 2009. Biologisk behandling av organiskt matavfall med hjälp av avfallskvarnar (BOA) – Delrapport Behandling.
- [55] Svenskt gastekniskt center 2011, Utvärdering av svensk biogasstandard – underlag för framtida revision. Rapport SGC 229.
- [58] Översvämningsrisker i fysisk planering, Rekommendationer för markanvändning vid nybebyggelse, Länsstyrelserna augusti 2006.
- [59] SMHI Klimatologi nr 3 2010. En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem. ISSN: 1654-2258.
- [61] Luftvårdsprogrammet i Göteborgsregionen.
- [62] Länsstyrelsen i Stockholms län 2008. Östra Mälarens vattenskyddsområde. Skyddsföreskrifter
- [63] SMI 2007. Bedömning av smittspridningsriskerna för boende kring Henriksdals avloppsreningsverk. Caroline Schönning och Thor-Axel Stenström, Smittskyddsinstitutet, 2007-05-07.
- [65] Stockholm Vatten AB. Plan 2002 – bräddning från ledningsnätet i Stockholm. Rapport nr 29-2002.
- [66] Havs- och Vattenmyndigheten. God havsmiljö 2020 Marin strategi för Nordsjön och Östersjön Del 4: Åtgärdsprogram för havsmiljön Dnr 3563-14

Digitala källor

- [3] www.kappala.se 2013

- [30] <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/>
- [31] <http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/avlopp/Processer/Slamstrategi.pdf>
- [34] <http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Halsa/Buller-och-vibrationer/Fakta-om-buller-och-vibrationer/>
- [41] <http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html> (Fornsök)
- [44] <http://bygg.stockholm.se/Alla-projekt/Slussen/om-projektet/> Stockholm stad juli 2014
- [48] www.boliden.com
- [56] <http://www.biogasost.se/KartaStatistik/Produktion/Stockholm.aspx> oktober 2014
- [60] www.nsb.se
- [67] <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/>

Personlig kontakt

- [57] Johan Böhlin 2014. Stockholms läns landstings Trafikförvaltning, telefonsamtal 2014-10-15.

Förordningar, föreskrifter, standards och kungörelse som hänvisas till

2008/105/EG, 2008. Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG av den 16 december 2008 om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område och ändring och senare upphävande av rådets direktiv 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG och 86/280/EEG, samt om ändring av Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG (Ändrad genom Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU av den 12 augusti).

HVMFS 2012:14. Föreskrifter vid förvaltning av badvattenkvaliteten enligt badvattenförordningen (2008:218).

NFS 2000:15. Naturvårdsverkets föreskrifter om genomförande av mätningar och provtagningar i vissa verksamheter. Naturvårdsverkets författningssamling.

NFS 2002:6. Naturvårdsverkets förteckning över fiskvatten som ska skyddas enligt förordning (2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten¹³. Naturvårdsverkets författningssamling.

NFS 2013:11. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet. Naturvårdsverkets författningssamling.

SNFS 1990:11 Kungörelse med föreskrifter om kontroll vid ackrediterade laboratorier m.m. Statens naturvårdsverks författningssamling.

¹³ Ändrade eller nya regler kommer att finnas hos Havs- och vattenmyndigheten.

SNFS 1990:14. Kungörelse med föreskrifter om kontroll av utsläpp till vatten- och markrecipient från anläggningar för behandling av avloppsvatten från tätbebyggelse. Statens naturvårdsverks författningssamling.

SNFS 1992:4. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Statens naturvårdsverks författningssamling.

SS-EN 60079-10-1, 2009. Explosiv atmosfär - Del 10-1: Klassning av områden med explosiv gasatmosfär. Utgåva 1. fastställd 2009-06-29.

Svensk Standard SS 460 48 61, Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. – referens förekommer ej i texten (dock förekommer Svensk standard SS 460 48 66:2011 på sid 275)

<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19980808.HTM> (Miljöbalk 1998:808)

11 Bilagor

- 1 Stockholms recipienter - Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening
- 2 Samrådsredogörelser Stockholms framtida avloppsrening
- 3 Barnkonsekvensanalys
- 4 Luktutredningar i samband med utbyggnad av tunnelsystem och reningsverk
- 5 PM Transporters påverkan på luftmiljön
- 6 Tillfällig hamn Eolshäll Teknisk Beskrivning för vattenverksamhet och hamnverksamhet
- 7 Tillfällig hamn Eolshäll Konsekvensbeskrivning ur ett miljöperspektiv för vattenverksamhet och hamnverksamhet
- 8 Riskanalys Yttre Miljö