



Risk- och sårbarhetsanalys avseende
översvämningshot mot trafik- och
försörjningstunnlar i Stockholms län

2011-06-23

Dokumentstyrning

Projektledning:

Sven-Bertil Svensson

Åsa Norman

Handläggare:

Christina Björkdahl

Susanna Bruzell

Kvalitetsgranskare:

Cecilia Sandström

Marit Brandt

Sammanfattning

Tyréns har på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län upprättat en risk- och sårbarhetsanalys samt tagit fram åtgärdsförslag avseende översvämningshot för trafik- och försörjningstunnlar i Stockholms län. Analysen utgör en del i ett regeringsuppdrag till Länsstyrelsen.

Uppdraget omfattar översvämningsrisker i befintliga trafik- och försörjningstunnlar. Tunnlarna utgörs av väg-, järnvägs-, och tunnelbanetunnlar, samt försörjningstunnlar för vatten, el, gas, fjärrkyla och fjärrvärme, tele- samt datakommunikation. Fokus är översvämningshot som kan få påverkan på samhällsviktig verksamhet.

Kontakt har tagits med relevanta tunnelägare, identifierade av Länsstyrelsen, och material har i möjligaste mån samlats in från dessa angående lokalisering av tunnlar och höjder på eventuella punkter i systemet, t.ex. tunnelingångar, där vatten skulle kunna ta sig in. Tunnelägare som kontaktats är Fortum, TeliaSonera, Stockholm Vatten, Käppalaverket, Norrvatten, SYVAB, Trafikkontoret (Stockholms stad), Trafikverket och Storstockholms lokaltrafik (SL). Svenska Kraftnät har även kontaktats men har rapporterat att de inte äger några tunnlar i länet. Undersökta översvämningsscenarier redovisas i tabellen nedan. Gråmarkeringen indikerar relevanta scenarier att undersöka. Ökad avtappningskapacitet av Mälaren påverkar inte havsnivån, hög vattennivå orsakad av ökande flöden i vattendrag eller intensiv korttidsnederbörd.

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå	●		●
Stigande vattennivåer i Mälaren	●	●	●
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	●		●
Intensiv korttidsnederbörd	●		●
Förändrade grundvattennivåer	●	●	●

Analysen delades in i en övergripande och en fördjupad riskanalys. I den övergripande riskanalysen identifieras översvämningshotade tunnlar och tunnlar som inte bedöms påverkas sällas bort och analyseras inte vidare. Kartmaterial har använts i den mån det har varit möjligt. De tunnlar som identifieras som översvämningshotade analyseras vidare i den fördjupade riskanalysen för att undersöka konsekvenserna för samhällsviktig verksamhet.

Resultatet från analyserna sammanfattas nedan för respektive scenario.

Förhöjd havsnivå

Havsvattenstånd i Stockholm i dag är i medel -0,40 meter (RH00). Ett 100-årsvattenstånd uppgår idag till nivån +0,65 meter (RH00). De allra högsta havsvattenstånden är kortvariga och

varar ofta bara i några timmar. På sikt förväntas 100-årsvattenståndet att öka till ca +1,25 meter (RH00).

Inga trafiktunnlar har identifierats som bedöms påverkas av ett 100-årsvattenstånd varken i dagsläget eller på längre sikt. I dagsläget har två försörjningstunnlar identifierats som kan påverkas av höga havsnivåer och på sikt kommer flera försörjningstunnlar att kunna påverkas. Konsekvenser bedöms främst uppstå på lokal nivå och kommer att vara övergående, då höga havsvattennivåer endast varar som längst i timmar.

Stigande vattennivåer i Mälaren

Med dagens reglering är medelvattenståndet i Mälaren +0,35 meter (RH00) medan en 100-årsnivå uppgår till +1,33 meter och ett dimensionerande flöde stiger över +2,16 meter. Förhöjda nivåer kan vara i flera veckor till en månad. Med den nya regleringen kommer 100-årsnivån sänkas till +0,72 meter och den dimensionerande nivån till +0,94 meter (RH00). På sikt förväntas den dimensionerande nivån att stiga något till +0,99 meter (RH00). I dagsläget är följande trafiktunnlar översvämningshotade; Blekholmstunneln (dimensionerande flöde), Riddarholmstunneln (100-årsflöde) och Gamla Stan (100-årsflöde). Översvämning av trafiktunnlarna kan medföra konsekvenser på regional och nationell nivå, då viktiga trafikstråk störs och måste stängas av. Störning av Riddarholmstunneln och tunnelbanan vid Gamla Stan medför störst konsekvenser.

Flera försörjningstunnlar är översvämningshotade. Höga nivåer i Mälaren kan medföra konsekvenser på regional, nationell och i extremfallet internationell nivå i dagsläget.

Då Mälarens avtappningskapacitet ökas medför detta att alla tunnlar förutom en inte längre kommer att vara översvämningshotad. Den tunnel som inte går att utesluta saknas det exakt höjdinformation för, vilket medför att det inte går att utesluta att denna tunnel kan översvämmas även med en ny reglering.

Hög vattenivå orsakad av ökande flöden i vattendrag

Tre vattendrag har huvudsakligen undersökts: Oxundaån, Norrtäljeån och Tyresån. Andra närliggande vattendrag har även undersökts översiktligt. Ett fåtal försörjningstunnlar kan bli berörda, både på grund av dagens dimensionerande nivåer och i framtiden, då dessa inte antas förändras markant. En översvämning bedöms endast resultera i lokal påverkan och förväntas inte medföra stora konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.

Intensiv korttidsnederbörd

Intensiv korttidsnederbörd inträffar vanligtvis under sommaren och varar en kort stund. Normalt sett dimensioneras dagvattensystem i instängda cityområden för regn med en återkomsttid på 5-10 år, vilket gör att systemen är känsliga för regn med längre återkomsttid.

Ett förändrat klimat kommer, enligt klimatscenerierna, innebära att årsmedelnederbörden ökar med 15-30 %. 20- och 100-årsnederbörd (punkt-nederbörd) beräknas öka med ca 20 %.

De flesta av de undersökta järnvägstunnlarna har dränering genom självfall och förväntas på grund av detta inte bli negativt påverkade i någon större utsträckning vid intensiva regn. Merparten av vägtrafiktunnlarna och även försörjningstunnlarna har däremot dränering genom pumpsystem och skulle kunna bli påverkade om inflödet är högre än pumparnas kapacitet. Då ett intensivt regn är relativt kortvarigt och regnet inte förväntas påverka tunneln i sig i någon större omfattning är det inte troligt att en samhällskris skulle inträffa på grund av intensivt regn som påverkar tunnlar.

Förändrade grundvattennivåer

Årets högsta grundvattennivåer inträffar i samband med snösmältningen och de lägsta på sensommaren. I ett framtida klimat kommer grundvattenytan bli högre i början av året jämfört med idag och lägre under sommarhalvåret. I större grusåsar kan grundvattenytan höjas ett 10-tal cm. För de allra högsta och lägsta nivåerna är förändringarna väldigt små. Förhöjda grundvattennivåer kan bli ett problem för de tunnlar som har inläckande grundvatten och dränering med pumpar. Då förändrade grundvattennivåer är en relativt långsam process är det troligt att dräneringskapaciteten kan förbättras för att undvika problem. En tunnel som har problem redan i dagsläget är Muskötunneln. Muskötunneln sammankopplar Muskö med fastlandet och går delvis under havet. Problemet förväntas kvarstå i framtiden men inte förvärras, då befintligt inflöde troligen inte blir högre i framtiden. Då problemet finns idag och inte har medfört några större driftproblem är det inte troligt att detta skulle kunna leda till en samhällskris.

Sammanfattning av resultatet från den fördjupade riskanalysen.

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå	Ingen trafiktunnel bedöms påverkas. Två försörjningstunnel-system bedöms påverkas.	Inte relevant.	Ingen trafiktunnel bedöms påverkas. Flera försörjningstunnel-system bedöms påverkas.
Stigande vattennivåer i Mälaren	Blekholmtunneln, tunnelbanan i Gamla Stan och Riddarholms-tunneln, samt flera försörjningstunnlar bedöms påverkas.	Eventuellt en tunnel bedöms påverkas.	Eventuellt en tunnel bedöms påverkas.
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	Fåtal försörjnings-tunnlar bedöms påverkas.	Inte relevant.	Fåtal försörjnings-tunnlar bedöms påverkas.
Intensiv korttids-nederbörd	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.	Inte relevant.	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.
Förändrade grundvattennivåer	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.

Beredskap

Beredskapsförmåga är en viktig del i hur översvämning kan påverka tunnlar. Samtliga tunnelägare har en beredskapsorganisation som kan bidra till att minska konsekvenserna av översvämningar. I vissa fall har även tunnelägarna övat översvämningsscenarier för att stärka hanteringsförmågan.

Riskvärdering

Översvämning av Blekholmstunneln bedöms som en mycket låg risk, då sannolikheten är låg och det finns möjligheter att omleda trafiken. Risknivån för Riddarholmstunneln bedöms som hög, då sannolikheten är högre än för Blekholmstunneln och översvämningen förväntas kunna få påverkan på regional och i begränsad utsträckning även nationell nivå. Risken för översvämning av tunnelbanan i Gamla Stan bedöms som medelhög, sannolikheten är i samma storleksordning som för Riddarholmstunneln men konsekvenserna förväntas bli något mindre omfattande. Risknivån för flera försörjningstunnlar bedöms vara hög till mycket hög. Sannolikheten är i samma storleksordning som för tunnelbanan i Gamla Stan och Riddarholmstunneln, medan konsekvenserna kan få regional, nationell och till och med internationell påverkan.

Sammanfattningsvis utgör höga nivåer i Mälaren den största risken och kan medföra stora störningar i viktiga samhällsfunktioner.

Åtgärdsförslag

Som åtgärdsförslag för Gamla Stan för att bibehålla driften vid en 100-årsnivå kan befintligt tråg förstärkas och höjas. För Riddarholmstunneln föreslås vidare utredning av möjliga inträngningspunkter som vid behov kan stärkas eller tätas. För Blekholmstunneln kan åtgärder vidtas för att säkerställa att vatten inte kan ta sig in över kajkanterna alternativt vid tunnelmynningarna.

Som åtgärdsförslag för försörjningstunnlar föreslås bl.a. åtgärder för att förhindra att vatten kan ta sig in i tunnlar vid höga nivåer i Mälaren eller havet samt tätning av sammankopplade tunnlar för att förhindra att en översvämning kan spridas mellan och inom tunnelsystem.

Ny reglering av Mälaren med ökad avtappningskapacitet reducerar identifierade risker väsentligt både för trafik- och försörjningstunnlar. Innan den nya regleringen är satt i drift omkring 2020 kan med fördel relativt enkla åtgärder vidtas för att minska riskerna betydligt. På längre sikt kan riskerna återigen öka, då Mälaren kan komma att behöva omregleras eller andra åtgärder vidtas för att hantera ett högre hav.

Utöver de åtgärder som anges ovan kan krishanteringsförmågan hos samtliga tunnelägare stärkas ytterligare genom övningar och framtagande av beredskapsplaner för översvämning. Detta kommer att bidra till att minimera skador före, under och efter en kris.

Riskhantering i framtiden avseende klimatförändringar

Två pågående projekt, Norra länken och Citybanan, har undersökts för att se hur översvämningar och klimatförändringar beaktas i nya anläggningar. Båda projekten har hanterat kända översvämningsshot. Klimatanpassning har inte varit en prioriterad fråga och ingen specifik hänsyn har tagits till framtida klimatförändringar då det gäller översvämningar. För att förhindra att nya infrastrukturprojekt blir mer sårbara i ett förändrat klimat bör dessa frågor beaktas i framtida projekt. Infrastrukturprojekt har en lång livslängd och kommer således drabbas av de nya förutsättningarna.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Uppdragsbeskrivning	9
1.2	Bakgrund.....	9
1.3	Syfte och mål	10
1.4	Omfattning och avgränsningar	11
2	Förutsättningar	11
2.1	Länsstyrelsens förarbete	11
2.2	Klimatsammanställning	12
2.3	Generellt om risk- och sårbarhetsanalyser	12
3	Metodik för aktuellt uppdrag.....	14
3.1	Inventeringsskede	16
3.2	Analysskede	19
3.3	Åtgärdsskede	20
4	Inventeringsskede	23
4.1	Identifiering av översvämningsscenarier.....	23
4.2	Inventering av tunnlar	31
4.3	Inventering av infrastrukturtyper.....	32
5	Analysskede	32
5.1	Övergripande riskanalys	32
5.2	Översiktlig konsekvensbedömning av infrastrukturtyper	36
5.3	Fördjupad riskanalys.....	38
6	Åtgärdsskede.....	42
6.1	Riskvärdering	42
6.2	Åtgärdsförslag.....	48
7	Pågående tunnelprojekt	49
7.1	Norra länken	49
7.2	Citybanan.....	51
8	Slutsatser	53
9	Referenser	56
10	Medverkande i projektet	57

Bilaga 1 Översvämningskarteringar

Bilaga 2 Kartor över lokalisering av inventerade tunnlar

Bilaga 3 Övergripande riskanalys för väg- och järnvägstunnlar

Bilaga 4 Storstockholms Lokaltrafik (SL), PM Översvämningsrisker i tunnelbanan, kartläggning av platser där vatten kan läcka in i anläggningen

Bilaga 5 Fördjupad riskanalys för trafiktunnlar

Sekretessbelagda avsnitt förekommer för följande aktörer:

- Tunnelsäkerhetsgruppen, daterad 2011-06-23
(Fortum, TeliaSonera, Stockholm Vatten och Trafikkontoret (Stockholms stad))
- Käppala, daterad 2011-06-23
- SYVAB, daterad 2011-06-23
- Trafikverket, järnväg, daterad 2011-06-23

1 Inledning

Länsstyrelsen i Stockholms län har fått ett uppdrag av regeringen att utreda översvämningsshot på centrala funktioner i systemet med trafik- och försörjningstunnlar under Stockholm. Översvämmas dessa system kan det potentiellt få stor påverkan på samhället.

1.1 Uppdragsbeskrivning

Tyréns har på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län upprättat en risk- och sårbarhetsanalys avseende översvämningsshot för trafik- och försörjningstunnlar i Stockholms län. Utredningen är upprättad av Christina Björkdahl, Susanna Bruzell och Åsa Norman samt kvalitetsgranskad av Cecilia Sandström och Marit Brandt (offentliga avsnitt).

Uppdragsansvariga har varit Sven-Bertil Svensson och Åsa Norman. Ansvarig hos Länsstyrelsen har varit Stefan Dellså. Anne-Marie Falk och Lars Antonsson på Länsstyrelsen har även deltagit i arbetet.

Risk- och sårbarhetsanalysen samt förslag till åtgärder för höjd säkerhet utgör en del av det regeringsuppdrag som Länsstyrelsen har angående att kartlägga riskerna för översvämningsshot på centrala funktioner i systemet med trafik- och försörjningstunnlar under Stockholm.

1.2 Bakgrund

Klimat- och sårbarhetsutredningens delbetänkande Översvämningsshot - Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Väneren (2006:94) identifierade översvämningsrisker runt Mälaren. Risker som uppmärksammades var bland annat att systemet med försörjningstunnlar i Stockholm för vatten, el, tele och fjärrvärme kan översvämmas vid höga nivåer i Mälaren. Tunnlarna är sammankopplade på flera platser och därmed kan vatten som kommer in i en tunnel sprida sig till andra delar av tunnelsystemet. En situation där försörjningstunnlarna fylls med vatten kan påverka driften av bland annat de finansiella systemen och offentliga verksamheter i centrala Stockholm. Även trafiktunnlar kan drabbas. Om viktiga trafiktunnlar drabbas kan transporterna mellan norra och södra delarna av Stockholm försvåras mycket både lokalt och regionalt.

En kritisk situation uppstod 2000 då kraftiga nederbördsmängder i Mälarens tillrinningsområde orsakade höga vattennivåer i sjön. Vatten hotade då att tränga in i tunnelsystemet men genom akuta insatser förhindrades detta. När, var och hur systemen i försörjningstunnlarna kan drabbas är i dag oklart, men sannolikheten bedöms vara hög för att en sådan händelse kan inträffa med betydande konsekvenser.

I delbetänkandet (2006:94) föreslogs därför att Länsstyrelsen i Stockholms län skulle ges i uppdrag "att kartlägga riskerna för översvämningsrisker på centrala funktioner i systemet med trafik- och försörjningstunnlar under Stockholm samt att upprätta en plan för höjd säkerhet i dessa system".

Genom propositionen En sammanhållen klimat- och energipolitik (prop. 2008/09:162, bet. 2008/09: MJU28, rskr. 2008/09:300) och regeringsbeslut 2010-03-18 gav regeringen Länsstyrelsen i uppdrag att genomföra en sådan analys. De system som är aktuella att undersöka är vägar, järnvägar, tunnelbanor, installationer i anslutning till tunnlar m.m. Därutöver ingår även försörjningstunnlar för vatten, el, gas, fjärrkyla och fjärrvärme, tele- samt datakommunikation. I uppdraget ingår även att upprätta ett förslag till åtgärder som höjer säkerheten i dessa system. Slutredovisning ska ske senast den 30 juni 2011 till Regeringskansliet (Försvarsdepartementet).

1.2.1 Historik - Inträffade händelser

Som en del i Länsstyrelsens uppdrag har inträffade händelser undersökts. Länsstyrelsen samlade in information från samtliga tunnelägare om det förekommit översvämning i tunnlar som fått större konsekvenser för t.ex. samhällsviktig verksamhet eller för trafiken. Samtliga tunnelägare, förutom Trafikverket, svarade att inga händelser skett som fått påverkan på samhällsviktig verksamhet.

Händelsen som inträffade 2000 då Mälaren stod högt under ett par veckor påverkade Stockholm Vattens verksamhet men inte tunnarna i sig. Ledningsnät samt avloppspumpstationer utmed Stadsgårdskajen och Söder Mälarstrand påverkades, men händelsen kunde hanteras inom den vanliga driftorganisationen som säkerställde att berörda anläggningsdelar ändå kunde fungera (Stockholm Vatten, 2010-12-15).

Även Storstockholms Lokaltrafik (SL) var nära att bli berörda under händelsen 2000, men de höga nivåerna orsakade ingen påverkan på trafiken. Tillgängligheten blev temporärt påverkad för gående från Riddarholmen, då vatten kom in över kajkanten (AB Storstockholms Lokaltrafik, 2010).

Under 2007 orsakade en trasig dräneringsledning att vatten vid kraftigt regn ansamlades i Götalandstunneln, som används för järnvägstrafik, vid Årsta. Problemet orsakade inga större störningar för driften. Problemet har åtgärdats (Trafikverket, 2011-05-16).

Under sommaren 2009 påverkades delar av Södra länken. Ett kraftigt ihållande regn i kombination med tekniskt fel på pumpstationen ledde till att vatten ansamlades i tunneln. Nivån blev ca två dm och ledde till att ett körfält fick stängas av i tre timmar. Efter den inträffade händelsen har det tekniska felet åtgärdats (Trafikverket, 2010-12-15).

Vid möten med tunnelägare efterfrågades även om undersökta tunnlar har haft problem med avvattning, haft påverkan av skyfall, kända problem med närhet till vattendrag eller höga grundvattennivåer. För trafiktunnlar som tillhör Stockholms stad rapporterades ingen tunnel ha haft problem. Trafikverket rapporterade att förutom de problem som redovisats ovan så har Muskötunneln och Törnskogstunneln (Norrortsleden) inläckage av grundvatten som kontinuerligt pumpas bort (Trafikverket, 2011-03-14).

Då det gäller försörjningstunnlar har flertalet inläckande grundvatten, men detta anses inte vara något större problem, då dräneringspumpar är installerade som kan ta hand om vattnet. Undantaget är kulvertar som tillhör Trafikverket, där dräneringspumparna är underdimensionerade och saknar larm. Översvämning har inträffat vid flera tillfällen men detta har inte lett till några avbrott. TeliaSonera rapporterar ett fall då en tunnel svämmades över på grund av sammankopplingar med dagvattenssystemet. Översvämningen orsakade inga driftstopp och har åtgärdats (TeliaSonera, 2011-04-14). Trafikkontoret identifierade en tunnel som hade kunnat bli påverkad under 2000 då Mälaren stod högt. Den öppning som identifierades ligga i riskzonen har tätats (Trafikkontoret, 2011-04-06).

1.3 Syfte och mål

Uppdragets syfte är att, för såväl dagens som framtida klimat, belysa riskbilden avseende översvämningsshot på centrala funktioner i systemet med trafik- och försörjningstunnlar i Stockholms län. Resultatet ska kunna utgöra ett underlag för relevanta aktörer såsom regeringen, tunnelägare, Länsstyrelsen i Stockholms län etc.

Uppdragets mål är att genomföra och dokumentera en risk- och sårbarhetsanalys avseende översvämningsshot i systemet med trafik- och försörjningstunnlar i Stockholms län. Med

systemet med trafik- och försörjningstunnlar avses tunnlar samt eventuella intilliggande undermarksanläggningar såsom bergrum. I risk- och sårbarhetsanalysen kartläggs riskerna för översvämningshot på centrala funktioner i de aktuella tunnelsystemen samt ges förslag på riskreducerande åtgärder efter behov. Riskbilden beskrivs för tre olika tidpunkter: dagsläget, efter ombyggnad av Slussen, och därmed ökad avtappningskapacitet i Mälaren, samt på längre sikt. Arbetet riktar in sig mot konsekvenser för samhällsviktig verksamhet. Resultatet ska vara praktiskt användbart för att på kort och lång sikt planera för och välja lämpliga riskreducerande åtgärder.

1.4 Omfattning och avgränsningar

Uppdraget omfattar klimatpåverkade översvämningsrisker i befintliga trafik- och försörjningstunnlar. Uppdraget inriktar sig på översvämningshot som kan få påverkan på samhällsviktig verksamhet. Två pågående tunnelprojekt undersöks även för att utreda hur översvämningsrisker och klimatförändringar beaktas i projekten. I utredningen har ingen hänsyn tagits till avsiktlig skadegörelse (sabotage) och då endast klimatpåverkade översvämnningar omfattas ingår inte heller översvämnningar på grund av t.ex. rörbrott.

2 Förutsättningar

2.1 Länsstyrelsens förarbete

Uppdraget baseras på det förarbete som Länsstyrelsen har utfört inom ramen för regeringsuppdraget angående översvämningshot i trafik- och försörjningstunnlar.

Länsstyrelsen har sedan regeringsuppdraget beslutades och detta projekt påbörjades genomfört följande:

- Tillskapat en projektgrupp för ledning av regeringsuppdraget.
- Tolkat och formulerat regeringsuppdragets innehåll.
- Identifierat relevanta aktörer samt delgivit information om regeringsuppdraget till dessa.
- Påbörjat samordningsarbetet med involverade aktörer som ett led i att underlätta genomförandet av risk- och sårbarhetsanalysen.
- Beställt och erhållit en klimatsammanställning som underlag till risk- och sårbarhetsanalysen.
- Beställt och erhållit underlag från SL angående riskerna för översvämnningar i tunnelbanan.

Inledande möten hölls av Länsstyrelsen med tunnelägarna under sommaren och hösten 2010. Tunnelägare som identifierats är Fortum, TeliaSonera, Stockholm Vatten, Trafikkontoret (Stockholms stad), SL, Trafikverket, Käppalaverket, SYVAB och Norrvatten. Svenska Kraftnät har kontaktats men har rapporterat att de inte äger några tunnlar i länet. Länsstyrelsen fick kännedom om att även SYVAB har tunnlar i länet i slutskedet av uppdraget.

2.2 Klimatsammanställning

Översvämningar är en konsekvens som beror av olika klimatfaktorer. Inom Stockholms län kan översvämning uppstå utifrån följande situationer:

- Översvämning p.g.a. globala havsnivåförändringar
- Översvämning p.g.a. stigande vattennivåer i Mälaren
- Översvämning i vattendrag p.g.a. ökade flöden
- Översvämning p.g.a. intensiv korttidsnederbörd
- Översvämning p.g.a. förändrade grundvattennivåer

För att bedöma respektive översvämningsshot behövs förutsättningar i form av information om klimatet.

SMHI har på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län sammanställt information om dagens och framtida klimat, med bärning på riskerna för översvämningsshot. Informationen har sammanställts i en separat PM, benämnd Regional klimatsammanställning för Stockholms län - Översvämningsshot i ett vidare perspektiv (2011), som utgör underlag till risk- och sårbarhetsanalysen. Rapporten har använts vid framtagandet av scenariobeskrivningar.

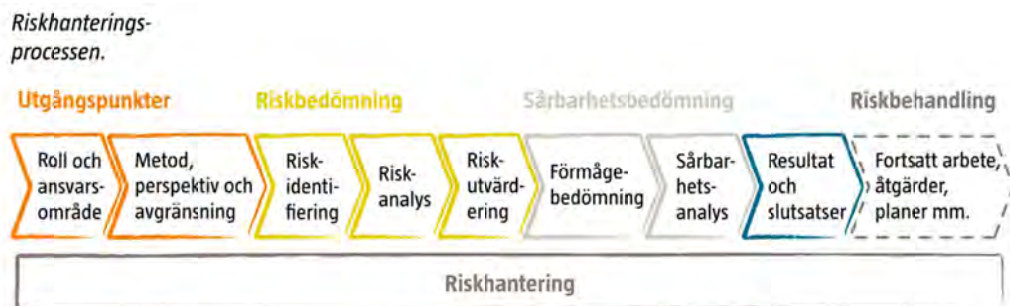
2.3 Generellt om risk- och sårbarhetsanalyser

Kommuner, landsting och statliga myndigheter ska utföra risk- och sårbarhetsanalyser för sina respektive verksamhetsområden som en del i sitt krishanteringsarbete. Länsstyrelserna och kommunerna har även ett geografiskt områdesansvar som innebär att de ska analysera de hot, risker och sårbarheter som finns inom sina respektive geografiska områden.

Med **risk** avses i denna rapport en "sammanvägning av sannolikheten och konsekvensen för att en negativ händelse ska inträffa", medan **sårbarhet** betecknar "hur mycket och hur allvarligt samhället eller delar av samhället påverkas av en händelse. De konsekvenser som en aktör eller samhället - trots en viss förmåga - inte lyckas förutse, hantera, motstå och återhämta sig anger graden av sårbarhet" (MSB, 2011, s 78-79).

Risk- och sårbarhetsanalyser är en del i riskhanteringsprocessen, se Figur 2.1.

Riskhanteringsprocessen ska ses som en kontinuerlig process där risker systematiskt analyseras och behandlas.



Figur 2.1 Riskhanteringsprocessen enligt Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, (MSB, 2011).

Fokus, i denna rapport, är risker och sårbarheter som får påverkan på samhällsviktig verksamhet.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har nyligen på uppdrag av Regeringen (Försvarsdepartementet) tagit fram en ny definition av begreppet samhällsviktig verksamhet: "En samhällsviktig verksamhet definieras som en samhällsfunktion av sådan betydelse att ett bortfall av eller en svår störning i funktionen skulle innebära stor risk eller fara för befolkningens liv eller hälsa, samhällets funktionalitet eller samhällets grundläggande värden."

Till definitionen är lämnad en kommentar: "En samhällsfunktion som har till uppgift att hantera en pågående allvarlig händelse eller kris så att skadeverkningarna blir så små som möjligt är också en samhällsviktig verksamhet. Som synonym till samhällsviktig verksamhet föreslås viktig samhällsfunktion."

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap anger sektorerna i Tabell 2.1 som exempel på områden som innehåller samhällsviktig verksamhet:

Tabell 2.1 Exempel på sektorer med samhällsviktig verksamhet (MSB, 2009)

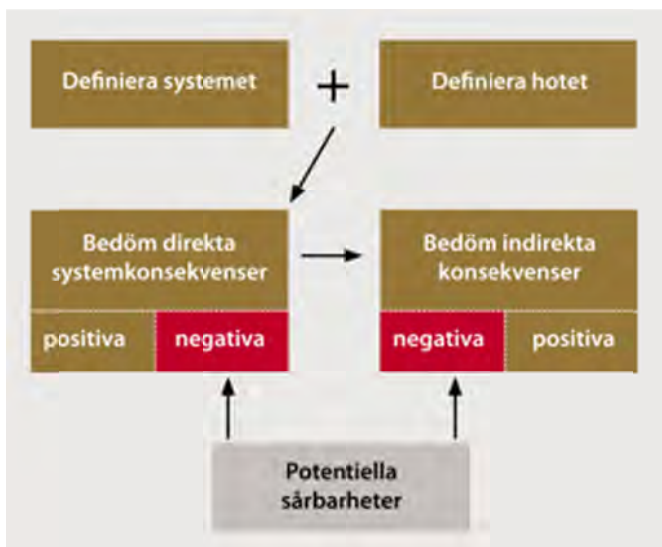
Sektorer	Exempel på verksamhet
Energiförsörjning	Produktion och distribution av el, fjärrvärme, fossila bränslen och drivmedel.
Information och kommunikation	Teletjänster, Internet, radio- och TV-utsändningar, distribution av post, produktion och distribution av dagstidningar samt radio och TV.
Finansiella tjänster	Betalningsförmedling, tillgång till kontanter, privata försäkringstjänster och värdepappershandel.
Socialförsäkringar	Utbetalningar från sjuk- och arbetslöshetsförsäkringen samt det allmänna pensionssystemet.
Hälsa- och sjukvård samt omsorg	Akutsjukhus, primärvård, psykiatri, läkemedelsförsörjning, smittskydd, samt omsorg om barn, funktionshindrade och äldre.
Skydd och säkerhet	Räddningstjänst, polis, domstolar, kriminalvård och SOS Alarm, militär, kustbevakningen samt tull-, gräns- och immigrationskontroll.
Transporter	Väg-, järnväg-, sjö- och flygtransport samt förvaltning av transportinfrastruktur.
Kommunalteknisk försörjning	Dricksvattenförsörjning, hantering av avlopp, renhållning, samlingsplatser, sophantering samt väghållning.
Livsmedel	Jordbruk samt tillverkning, distribution och kontroll av livsmedel.
Handel och industri	Detaljhandel, IT-drift och IT-service, bygg- och entreprenadverksamhet, bevaknings- och säkerhetsverksamhet samt tillverkningsindustri.
Offentlig förvaltning - ledningsfunktioner - stödfunktioner - tjänsteproduktion	Nationell ledning, regional ledning och lokal ledning, diplomatisk och konsulär verksamhet, tillsyns- och tillståndsverksamhet, expert- och analysverksamhet, indikerings- och laboratorieverksamhet, uppbörd och tillhandahållande av befolkningsdata, metrologiska tjänster, utbildningstjänster samt begravningsverksamhet.

3 Metodik för aktuellt uppdrag

Risk- och sårbarhetsanalysen baseras på en scenariobaserad metodik där framtagna översvämningsscenarier används för att bedöma vilka tunnlar som är översvämningsshotade. Konsekvenserna av översvämning i tunnelarna bedömdes sedan med hjälp av information från tunnelägare. Då det gäller försörjningstunnlar som tillhör TeliaSonera, Fortum, Trafikkontoret (Stockholms stad) samt Stockholm Vatten bedömdes konsekvenserna med hjälp av en workshop. I workshopen deltog både tunnelägare och, i begränsad utsträckning, ledningsägare

för att bedöma vilka konsekvenser för samhället som kan uppstå, då tunnarna i vissa fall är sammankopplade och innehåller i flera fall samma typer av infrastruktur.

Analysmetodiken som använts grundar sig på metoden som redovisas i Länsstyrelsen i Stockholms läns publikation Konsekvens- och sårbarhetsanalys – metodbeskrivning (2010). Analysmetodiken utgörs av en morfologisk analys som är en kvalitativ metod som syftar till att skapa struktur och ordning i komplexa sammanhang. Data som har använts i analysen sorteras genom att definiera systemet, definiera hotet och sedan bedöma de direkta (på infrastrukturen) och indirekta (på samhällsnivå) konsekvenser som kan uppstå, enligt Figur 3.1. För mer detaljer kring metodiken hänvisas till Länsstyrelsens skrift.



Figur 3.1 Olika delmoment inom konsekvens- och sårbarhetsanalys (Länsstyrelsen, 2010)

Systemet utgörs av tunnarna och den infrastruktur (t.ex. elledningar, gasledningar) den innehåller.

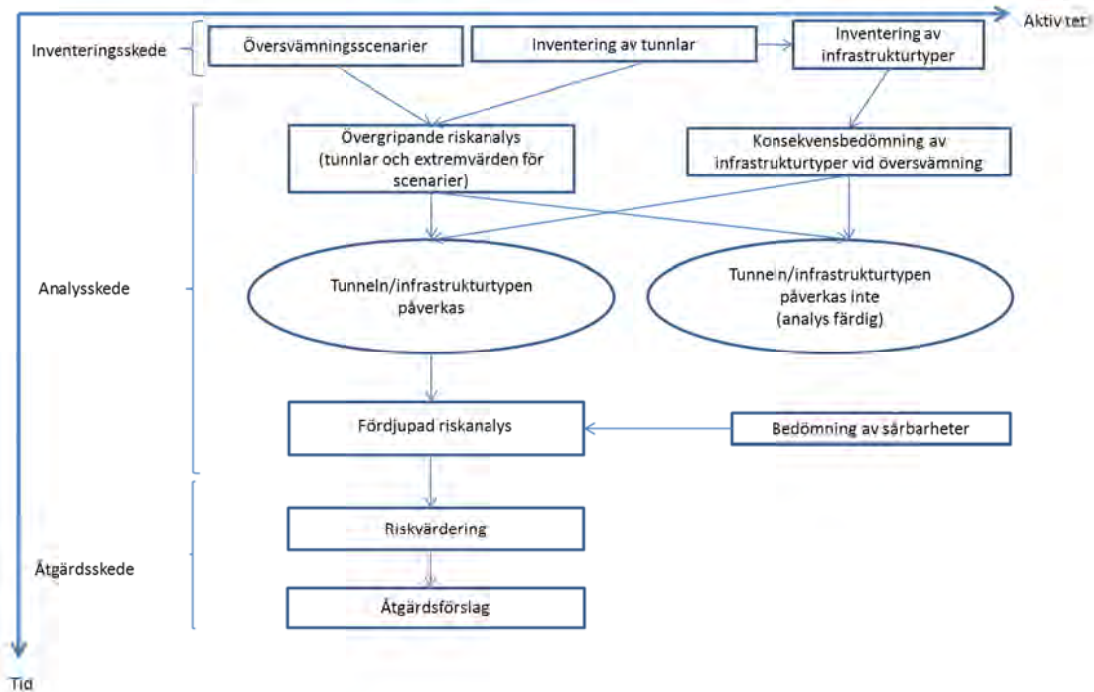
Hotet är samtliga översvämningsscenarier som tas fram vid inventeringen.

De direkta konsekvenserna avser hur infrastrukturen i tunneln påverkas, medan de indirekta konsekvenserna avser vad påverkan kan bli på samhällsviktig verksamhet.

I uppdragets uppstartsfas togs en genomförandebeskrivning fram och förankrades hos Länsstyrelsen. Uppdraget delades upp i följande skeden:

- Inventeringsskede
- Analysskede
- Åtgärdsskede

Dessa genomfördes enligt det principalschema som redovisas i Figur 3.2. Rubrikerna inom varje ruta återkommer i rapporttexten och förklaras.



Figur 3.2 Processflöde för de olika momenten som ingår i arbetet.

3.1 Inventeringsskede

I inventeringsskedet utfördes tre parallella aktiviteter;

- Identifiering av översvämningsscenarier
- Inventering av tunnlar
- Inventering av infrastrukturtyper

3.1.1 Identifiering av översvämningsscenarier

Olika översvämningshändelser har studerats i olika tidsperspektiv och en sammanställning av aktuella scenarier visas i Tabell 3.1 nedan.

Tabell 3.1 Scenarier för olika översvämningshändelser och tidsperspektiv. Prickarna visar de scenarier som har analyserats.

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå	●		●
Stigande vattennivåer i Mälaren	●	●	●
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	●		●
Intensiv korttidsnederbörd	●		●
Förändrade grundvattennivåer	●	●	●

Översvämningsscenarierna tas fram baserat på SMHI:s PM Regional klimatsammanställning för Stockholms län – Översvämningshot i ett vidare perspektiv (2011) som tagits fram till Länsstyrelsens regeringsuppdrag. Information om utbredningen av vattnet vid översvämningskatastrofer i dagsläget har inhämtats från översvämningskarteringar för Mälaren, Tyresån, Norrtäljeån och Oxundaån, från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (tidigare Räddningsverket). Stockholms stad har utfört en kartering för Mälaren och Saltsjön som har använts inom stadens gränser.

3.1.2 Inventering av tunnlar

I inventeringsskedet följdes Länsstyrelsens tidigare kontakter med tunnelägarna upp och material har i möjligaste mån samlats in angående lokalisering av tunnelarna. Vid inventeringen efterfrågades följande data av tunnelägarna:

- Kartmaterial, lokalisering av tunnel (koordinat, adress), tunnelingångar (höjdnivå), sammankoppling med annan tunnel.
- Kända beroenden? T.ex. om tunneln är beroende av elförsörjning till pumpar etc.
- Information om tidigare problem relaterat till översvämning. T.ex. om tunneln är i närheten av vattendrag? Kända problem med grundvatteninträngning? Kända problem med höga havsnivåer? Påverkan av skyfall? Dimensionering av avvattningen?

I viss utsträckning diskuterades även typer av ledningar som finns i tunneln, ledningarnas lokalisering, information om redundans och beredskap.

Norrvatten ingick i den inledande inventeringen. I diskussion med Norrvatten bedömdes dock att deras tunnelsystem inte påverkas av de scenarier som analyseras och därför utreddes de inte vidare.

I inventeringsskedet kontaktades även två pågående infrastrukturprojekt i Stockholm, Norra länken och Citybanan, för att se hur hänsyn tas till klimatförändringar och översvämningsrisker i nya anläggningar.

Följande möten hölls med tunnelägare:

- Fortum, A. *Dahlqvist, B Aas*, 2011-03-31
- Käppalaverket, M. *Nielsen, S. Wennmalm* 2011-03-11
- Norrvatten, K. *Elgstig*, 2011-03-09
- Trafikkontoret trafiktunnlar, J. *Andersson*, 2011-02-23
- Trafikkontoret försörjningstunnlar, N. *Nielsen*, 2011-04-06
- Stockholm Vatten, K. *Olsson*, 2011-04-01
- Stockholm Vatten, K. *Olsson, B. Westergren*, 2010-04-12
- Storstockholms Lokaltrafik (SL), B. *Hällström, R. Öberg, M. Wändesjö*, 2011-03-11
- Trafikverket järnväg, A. *Taube, B. Valskrå*, 2011-03-04
- TeliaSonera, K. *Lundgren (Tyréns)*, 2011-03-07
- Trafikverket Norra länken, Hana *Liszka*, 2011-03-31
- Trafikverket Citybanan, Krister *Widholm*, 2011-04-26

Följande erhållna dokument och kontakter har även legat till grund för arbetet:

- Minnesanteckningar från Länsstyrelsens möten med olika tunnelägare sommaren och hösten 2010
- Skriftlig information från Trafikverket, väg, A. *Niva*, 2011-03-14
- Muntlig information från SYVAB, K. *Jokinen*, 2011-06-15
- Käppalaverket, översiktskarta Käppalatunneln, odaterad, erhållen 2011-03-11
- TeliaSonera, översiktskarta TeliaSoneras tunnlar, odaterad, erhållen 2011-03-07
- Stockholm Vatten, kartutdrag Stockholm Vattens tunnlar, odaterad, erhållna 2011-04-01
- Stockholm Vatten, kartutdrag Stockholm Vattens tunnlar, odaterad, erhållna 2011-04-12
- Trafikverket, Översiktlig karta järnvägstunnlar, odaterad, erhållen 2011-03-04
- AB Storstockholms Lokaltrafik, PM Översvämningsrisker i tunnelbanan, Kartläggning av platser där vatten kan läcka in i anläggningen, 2010-12-17
- SMHI (2011) Regional klimatsammanställning för Stockholms län – Översvämningsshot i ett vidare perspektiv, 2011-02-25

Utöver detta har information även erhållits via telefon, e-post och kartmaterial som undersökts på plats vid möten.

3.1.3 Inventering av infrastrukturtyper

Infrastrukturtyper som är aktuella att undersöka togs fram baserat på information som tunnelägarna lämnat till Länsstyrelsen samt Tyréns samlade erfarenheter om vilken typ av infrastruktur som finns i tunnlar.

3.2 Analysskede

I analyskedet analyseras den insamlade informationen genom följande aktiviteter:

- Övergripande riskanalys
- Konsekvensbedömning av infrastrukturtyper vid översvämning
- Fördjupad riskanalys
- Bedömning av sårbarheter

3.2.1 Övergripande riskanalys

En grov sällning utfördes där översvämningshotade tunnlar identifierades genom att kontrollera vilka som ligger inom områden som täcks av vatten vid de extremaste översvämningsscenarierna som togs fram i inventeringsskedet. På så sätt identifierades alla relevanta tunnlar. Utgångspunkt för sällningen var tunnelns geografiska placering och extremscenariernas geografiska utbredning, då denna var känd.

Om en tunnel ligger inom ett geografiskt område som kan översvämmas har ritningar för tunneln, i den mån underlag varit tillgängligt, använts för att avgöra om tunneln blir översvämmad eller inte. Har en tunnel t.ex. en tunnelingång på en lägre höjd än en studerad extremnivå analyserades tunneln vidare i den fördjupade riskanalysen.

För intensiva regn och ökande grundvattennivåer saknas exakta nivåer. En sällning gjordes istället baserat på om tunneln har haft problem idag (då dessa kan förvärras) och hur dränering i tunneln sker.

Den övergripande riskanalysen utfördes separat för trafiktunnlar och försörjningstunnlar.

3.2.2 Konsekvensbedömning av infrastrukturtyper vid översvämning

Olika infrastrukturtyper är olika känsliga för översvämning. Med infrastruktur menas här ledningar, väg, järnväg och tunnelbana. En generell genomgång av hur infrastrukturtyperna kan påverkas av översvämning genomfördes för att utreda om och hur de påverkas av översvämning. Expertresurser inom Tyréns har utnyttjats samt tunnelägares expertis för att beskriva hur de olika typerna påverkas av översvämning.

En översiktlig konsekvensbedömning utfördes av hur infrastrukturen påverkas av översvämning för att sälla bort infrastruktur som eventuellt inte är relevant att undersöka i den fördjupade riskanalysen.

3.2.3 Fördjupad riskanalys

I den fördjupade riskanalysen analyserades de tunnlar och den infrastruktur vidare som identifierades som översvämningshotade i den övergripande riskanalysen. Alla scenarier av samma översvämningstyp som tunneln identifierats vara hotad av analyserades, t.ex. om en

tunnel har identifierats som översvämningshotad av en dimensionerande nivå i Mälaren undersöktes även om tunneln är exponerad vid en 100-årsnivå och efter en ökad avtappningskapacitet av Mälaren.

Då alla relevanta scenarier identifierats analyserades påverkan dels i tunnel (direkt konsekvens) och dels på samhället med fokus på samhällsviktig verksamhet (indirekt konsekvens). Underlag till konsekvensbedömningen var det underlag som togs fram i konsekvensbedömningen av infrastrukturtyper vid översvämning, den information som erhöles under den workshop som hölls med tunnelsäkerhetsgruppen och information insamlad från övriga tunnelägare.

Konsekvenser för samhället är beroende av hur sårbart samhället är.

3.2.4 Bedömning av sårbarheter

Länsstyrelsen i Stockholms län utförde 2007 en inventering av samhällsviktig verksamhet i länet. Utgångspunkten för inventeringen var att redovisa samhällsviktig verksamhet vid en influensapandemi, men det framgår även i rapporten att verksamheterna anses samhällsviktiga även utifrån ett generellt perspektiv. I arbetet identifierades 189 verksamheter (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2008). Länsstyrelsen har även utfört en inventering av nationellt viktiga verksamheter som bör prioriteras vid el-bortfall. Inventeringen har legat till grund för att identifiera samhällsviktig verksamhet som kan vara sårbar för de indirekta konsekvenser som översvämning av tunnlar innebär.

3.3 Åtgärdsskede

I åtgärdsskedet utfördes följande aktiviteter:

- Riskvärdering
- Åtgärdsförslag

3.3.1 Riskvärdering

Kombinationen sannolikheten för de undersökta scenerierna och den bedömda konsekvensen sammanställdes i en riskmatris, se Figur 3.3. Riskmatrisen tjänar som ett underlag för att åskådliggöra allvarlighetsgraden av riskerna och kan användas för att prioritera åtgärder.

Matrisen har olika fält markerade med olika färger, där grått fält betyder "mycket låg risk", grönt fält betyder "låg risk", gult fält betecknar "medelhög risk", orange fält "hög risk" och rött fält "mycket hög risk".

Frekvens	Konsekvens					
		1	2	3	4	5
> 1 gång per 10 år	5					
1 gång per 10-50 år	4					
1 gång per 50-100 år	3					
1 gång per 100-1000 år	2					
< 1 gång per 1000 år	1					
Konsekvens		Mycket begränsade	Begränsade	Allvarliga	Mycket allvarliga	Katastrofala



Figur 3.3 Riskmatris

Nedanstående *allmänna kriterier* som Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap föreslår i sin vägledning för Risk- och sårbarhetsanalyser har använts som utgångspunkt för att värdera riskerna för sannolikheter och konsekvenser (MSB, 2010).

Sannolikhet

Sannolikheten delas in i fem olika frekvenser enligt MSB:s förslag.

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1. Mycket låg sannolikhet | Mer sällan än 1 gång per 1 000 år |
| 2. Låg sannolikhet | 1 gång per 100-1 000 år |
| 3. Medelhög sannolikhet | 1 gång per 50-100 år |
| 4. Hög sannolikhet | 1 gång per 10-50 år |
| 5. Mycket hög sannolikhet | Oftare än 1 gång per 10 år |

Konsekvenser

Konsekvenser delas in i följande fem kategorier:

1. **Mycket begränsade:** Små direkta hälsoeffekter, mycket begränsade störningar i samhällets funktionalitet, övergående misstro mot enskild samhällsinstitution, mycket begränsade skador på egendom och miljö.
2. **Begränsade:** Måttliga direkta hälsoeffekter, begränsade störningar i samhällets funktionalitet, övergående misstro mot flera samhällsinstitutioner, begränsade skador på egendom och miljö.
3. **Allvarliga:** Betydande direkta eller måttliga indirekta hälsoeffekter, allvarliga störningar i samhällets funktionalitet, bestående misstro mot flera samhällsinstitutioner eller förändrat beteende, allvarliga skador på egendom och miljö.
4. **Mycket allvarliga:** Mycket stora direkta eller måttliga indirekta hälsoeffekter, mycket allvarliga störningar i samhällets funktionalitet, bestående misstro mot flera samhällsinstitutioner eller förändrat beteende, mycket allvarliga skador på egendom eller miljö.
5. **Katastrofala:** Katastrofala direkta eller mycket stora indirekta hälsoeffekter, extrema störningar i samhällets funktionalitet, grundmurad misstro mot samhällsinstitutioner och allmän instabilitet, katastrofala skador på egendom och miljö.

Kriterierna för trafiksystemet har konkretiserats enligt nedan av Tyréns för att tydliggöra vad de olika nivåerna innebär i denna analys:

1. **Mycket begränsade:** Omledningsvägar finns med samma trafikslag, lokal påverkan.
2. **Begränsade:** Möjliga omledningsvägar saknas med samma trafikslag, men det finns möjlighet att ta alternativa färdvägar, lokal påverkan, begränsad regional påverkan.
3. **Allvarliga:** Omledningsvägar saknas med samma trafikslag, möjlighet finns att ta alternativa färdvägar, påverkar huvudstråk för trafiken, regional påverkan.
4. **Mycket allvarliga:** Omledningsvägar saknas med samma trafikslag, brist på alternativa färdvägar, påverkan på huvudstråk för trafiken, regional påverkan, begränsad nationell påverkan.
5. **Katastrofala:** Omledningsvägar saknas med samma trafikslag, brist på alternativa färdvägar, påverkan på centrala knutpunkter i systemet, nationell påverkan.

Kriterierna för försörjningssystemet har konkretiserats enligt nedan av Tyréns för att tydliggöra vad de olika nivåerna innebär i denna analys:

1. **Mycket begränsade:** Kortvarigt förlopp (timmar), lokal påverkan.
2. **Begränsade:** Kortvarigt förlopp (timmar), lokal påverkan, begränsad regional påverkan.
3. **Allvarliga:** Kortvarigt förlopp (timmar-dagar), lokal påverkan på samhällsviktig verksamhet, regional påverkan.
4. **Mycket allvarliga:** Långvarigt förlopp (dagar-veckor), lokal påverkan på samhällsviktig verksamhet, regional påverkan på samhällsviktig verksamhet.
5. **Katastrofala:** Långvarigt förlopp (dagar-veckor), nationell och internationell påverkan.

3.3.2 Åtgärdsförslag

Baserat på värderingen av riskerna tas åtgärdsförslag fram i åtgärdsskedet. Förslag till åtgärder diskuterades på den workshop som anordnas med tunnelägare.

4 Inventeringsskede

I inventeringsskedet identifierades relevanta översvämningsscenarier, tunnelägare kontaktades och möten hölls för att gå igenom och inventera relevanta trafik- och försörjningstunnlar. I inventeringsskedet identifierades även olika typer av infrastruktur som kan förekomma i tunnarna.

4.1 Identifiering av översvämningsscenarier

När vattenflöden beräknas används ofta återkomsttider för att bedöma hur höga flöden och nivåer blir vid särskilda tillfällen. Det som oftast används i vattendrag är 100-årsflöde och dimensionerande flöde, som uppskattas ha en återkomsttid i storleksordningen 10 000 år. Begreppet återkomsttid beskrivs i Klimat- och sårbarhetsutredningen (Bilaga B14, SOU 2007:60) och i Bergström m.fl. (2006): "Med en händelses återkomsttid menas att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Det innebär att sannolikheten för exempelvis ett 100-årsflöde är 1 på 100 för varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den ackumulerade sannolikheten avsevärd. För ett hus som står i 100 år i ett område som endast är skyddat mot ett 100-årsflöde är sannolikheten för översvämningar under denna tid hela 63 %".

Motsvarande sannolikhet för ett dimensionerande flöde är att det inträffar i genomsnitt i storleksordningen en gång på 10 000 år. Sannolikheten att ett sådant flöde inträffar under en 100-årsperiod är 1 %.

Översvämningsscenarierna på längre sikt utgår från ett antal klimatscenarier, d.v.s. modelleringar med olika klimatmodeller som körs med olika utsläppsscenarier (se vidare i SMHI 2011). Resultaten varierar mellan klimatscenarierna och inom varje klimatparameter kan spridningen vara stor. Här anges medianvärdet av de framtagna klimatscenarierna inom respektive klimatfaktor för att underlätta det fortsatta arbetet. För att få en bättre bild av spridning i resultat hänvisas till SMHI (2011).

Nedan beskrivs de olika scenarierna för förhöjd havsnivå, stigande vattennivåer i Mälaren, hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag, intensiv korttidsnederbörd och förändrade grundvattennivåer.

I denna rapport har höjdsystemet RH00 valts, då det är det höjdsystem som främst används av tunnelägare i Stockholm och som undersökt material redovisas i. I beskrivningarna nedan används således alltid höjdsystemet RH00. För en översättning till höjdsystemen RH70, Mälarens system samt RH2000, se Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Översättning mellan olika höjdsystem. Nivån 0 i RH00 motsvarar följande nivåer i de olika höjdsystemen. Förhållandena gäller i Stockholm.

	RH00	RH70	RH2000	Mälarens höjdsystem
Nivå	0	0,36	0,53	3,84

4.1.1 Förhöjd havsnivå

Både havets medelvattenstånd och återkommande högvatten är av intresse när översvämningshot undersöks för tunnlarna. När medelvattenståndet höjs i ett framtida klimat blir också högvattennivåerna högre.

Havet varierar relativt mycket och det kan förändras markant på kort tid (timmar). Havsvattenståndet reagerar på vindar, lufttryck och tidvatten och de allra högsta nivåerna inträffar främst när flera av dessa faktorer samverkar. Havet står ofta högt under höst och vinter. De allra högsta havsvattenstånden är kortvariga och varar ofta bara i några timmar, sex timmar är det som brukar nämnas (SMHI, 2011).

Mätningar av havsvattennivåer visar på en accelererande höjning; havet höjs allt fortare. Sedan 1886 tills idag har havet stigit med 20 cm runt Sveriges kuster, vilket ger en årlig höjning på ca 1,5 mm. Under de senaste 30 åren har höjningen dock accelererat och är nu ca 3 mm/år (SMHI, 2011).

SMHI bedömer att en meter global havsnivåhöjning är rimligt att ta höjd för till slutet av detta sekel. Detta bygger på internationella sammanställningar och bedömningar som SMHI tagit del av och visar på ett övre värde för hur mycket havsytans nivå kan förväntas att stiga under perioden 1990-2100, sett som ett globalt medelvärde. I beräkningarna för framtida havsnivåhöjningar ingår effekterna av termisk expansion (havets utvidgning vid uppvärmning) och smältande is i form av glaciärer och de stora landisarna på Grönland och Antarktis. Även lokala förhållanden finns med i bedömningarna (SMHI, 2011).

I Stockholm är landhöjningen 5,2 mm/år, vilket kommer att ta ut en del av havsnivåhöjningen. Fram till 2050 kommer havet att vara lägre jämfört med 1990, men i slutet av seklet förväntas havets höjning accelerera och överstiga landhöjningen (SMHI, 2011).

Det finns också en regional skillnad i havets nivå. I Landsort ligger medelvattenståndet 2010 tre cm över Stockholms i höjdsystemet RH00 (SMHI, 2011).

Scenario för förhöjd havsvattennivå

I dagsläget: 2010 var medelhavsvattenståndet i Stockholm – 0,40 meter. Ett 100-årsvattenstånd uppgår till nivån + 0,65 meter. I Stockholm är det högsta uppmätta havsvattenståndet +1,17 meter över medelvattenståndet, vilket inträffade 1983 (SMHI, 2011).

På längre sikt: En meter global havsnivåhöjning till 2100, med korrigeringar för landhöjningen, blir ca 0,40 meter höjning av medelvattenståndet i Stockholm jämfört med 1990. Detta ger nivån +0,08 meter. Här avrundas nivån till +0,1 meter. När medelvattenståndet höjs blir också högvattnen högre: 100-årsvattenstånd kommer i slutet av århundradet att nå upp till ca +1,25 meter (SMHI, 2011). I Tabell 4.2 redovisas de nivåer som används i analyserna i denna rapport. I slutet av seklet kommer 100-årsvattenståndet i Landsort vara ca 5 cm högre än i Stockholm (SMHI, 2011).

Tabell 4.2 Vattenstånd i havet (Saltsjön) i dag och på längre sikt (SMHI, 2011). Nivåer anges i RH00.

Dagsläget	Längre sikt (år 2100)
Medelvattenstånd: - 0,40 meter 100-årsvattenstånd: + 0,65 meter	Medelvattenstånd: +0,10 meter 100-årsvattenstånd: + ca 1,25 meter
- Varaktighet: timmar - Havet är ofta högt höst och vinter - I slutet av seklet ligger 100-årsvattenståndet i Landsort ca 5 cm högre än i Stockholm.	

4.1.2 Stigande vattennivåer i Mälaren

Mälaren är en reglerad sjö och utflödet till havet sker via nio platser i Stockholm och Södertälje, där det finns avtappningskanaler och luckor. Mälarens reglering syftar till att hålla sjöns vattenstånd mellan +0,16 - 0,86 meter. Den avtappningskapacitet som finns i dag är dock för liten och det finns därför stora översvämningsrisker runt Mälaren vid riktigt höga flöden (SMHI, 2011). Höga flöden och vattennivåer kan vara i flera veckor till en månad (SMHI, 2010a Bilaga 6 och Andréasson J., SMHI 2011-05-23). Risken för att de inträffar är störst på våren i samband med snösmältningen (SMHI, 2011). År 2000 uppstod dock en situation i november, då Mälarens vattenstånd steg till +0,89 meter. Det innebar översvämnningar i låglänta områden runt Mälaren och läget var kritiskt för bland annat tunnelbanan i Gamla Stan.

Sedan 2006 pågår Projekt Slussen i vilket en ny reglering av Mälaren genomförs. Den nya regleringen syftar bland annat till att både minska översvämningsrisker och att minska risker för låga vattenstånd. I samband med att trafikplats Slussen byggs om anläggs nya konstruktioner för avtappning som möjliggör en ökad tappning. Den stora avtappningskapaciteten gör det möjligt att få ut de behövliga mängderna vatten även med en viss havsnivåhöjning (SMHI, 2011 och Stockholms stad, 2010). Situationen efter en ny reglering av Mälaren utgår från Projekt Slussens regleringsförslag.

Avtappningskapaciteten i Slussen bedöms vara tillräcklig i ett framtida klimat (fram till slutet av seklet), men en höjning av Saltsjöns nivå på upp till 0,5 meter kommer påverka dimensionerande nivåer. Om högvatten i Saltsjön höjs i SMHI:s beräkningar från dagens +0,24 meter till +0,74 meter kommer den dimensionerande nivån att öka med 5 cm, till +0,99 meter, jämfört med efter ny reglering av Mälaren (2020). Trots att avtappningskapaciteten anses vara tillräcklig på lång sikt kommer klimatförändringar troligen att innebära att Mälaren behöver regleras om i mitten av seklet för att anpassas till det då rådande klimatet så att inte sjöns vattenstånd sjunker för lågt under sommaren (SMHI, 2011).

I slutet av århundradet kommer dagens marginal på 70 cm mellan Mälaren och Saltsjön ha sjunkit kraftigt p.g.a. havsnivåhöjningen. För att bevara Mälaren som en sötvattensjö kommer stora åtgärder att krävas. Annars återgår sjön till att bli en havsvik. Tyréns bedömer att långsiktiga scenarier för Mälaren är osäkra, då Mälaren har en oviss framtid.

Modelleringar/beräkningar för Mälarens vattenstånd i extrema situationer (100-årsflöde och dimensionerande flöde) utgår från att havsnivån är hög och håller emot vattnet som tappas. Den nedan angivna 100-årsnivån +1,33 meter (i dagsläget med nuvarande utformning i Söderström) orsakas av en tillrinning med en återkomsttid på 100 år vid en samtidig nivå i Saltsjön på +0,24 meter. Denna Saltsjönivå har även den en relativt lång återkomsttid, vilket

gör den sammanlagda återkomsttiden för situationen större än 100 år. Detta sätt att räkna används dock inom Projekt Slussen. Värdet vi använder i denna rapport är det som SMHI anger i sin rapport (SMHI, 2011), vilket är detsamma som i Projekt Slussen.

Scenario för stigande vattennivåer i Mälaren

I dagsläget: Med dagens reglering av Mälaren är medelvattenståndet 0,35 meter, medan en 100-årsnivå uppgår till 1,33 meter och ett dimensionerande flöde stiger över 2,16 meter. Nivåerna gäller i en situation då havet står högt (0,24 meter) och håller emot det vatten som ska avbördas (SMHI, 2011).

Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet: I förslaget till ny reglering behålls Mälarens gränser för reglering avseende högsta och lägsta vattenstånd. Mälaren tillåts variera mellan +0,16 och +0,86 meter. Även Mälarens medelvattenstånd behålls i princip oförändrat. 100-årsnivån sänks till +0,72 meter och den dimensionerande nivån till +0,94 meter. Nivåerna gäller i en situation då havet står högt (+0,24 meter) och dämmer det vatten som ska avbördas (SMHI, 2011). Se Tabell 4.3.

På längre sikt: Den dimensionerande nivån kommer att stiga något jämfört med efter ny reglering av Mälaren (2020). Vid en havsnivåhöjning på 0,5 meter, vilket kan antas inträffa under andra halvan av århundradet, kommer den dimensionerande nivån att stiga till +0,99 meter (SMHI, 2011). Modelleringsresultat för medelvattenstånd och 100-årsvattenstånd saknas i det längre tidsperspektivet. Mälarens totala 100-årstillrinning ökar (SMHI, 2011), men då det är en reglerad sjö med tillräcklig avtappningskapacitet för att hantera de vattenmängderna är det osäkert hur nivåerna förändras.

Tabell 4.3 Vattenstånd i Mälaren i dag och efter ökad avtappningskapacitet (SMHI, 2011). Nivåer anges i RH00.

Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet	Längre sikt (år 2100)
Medelvattenstånd: +0,35 meter 100-årsnivå: +1,33 meter Dimensionerande nivå: >+2,16 meter	Medelvattenstånd: +0,34 meter 100-årsnivå: +0,72 meter Dimensionerande nivå: +0,94 meter	Dimensionerande nivå: +0,99 meter För medelvattenstånd och 100-årsvattenstånd saknas uppgift.
- Varaktighet på 100-års och dimensionerande nivåer i dagsläget: veckor- månad¹. - I dagsläget är höga flöden samt dimensionerande flöden mest troligt på våren i samband med snösmältning. Höga flöden och nivåer 2000 inträffade dock på hösten. - På längre sikt uppstår höga flöden troligen främst på vintern, då nederbörd kommer som snö istället för regn². Däremot inträffar det dimensionerande flödet i framtiden enligt modelleringar mellan april och september³.		

¹ Underlag från Projekt Slussen: SMHI, 2010a Bilaga 6

² Enligt modelleringsresultat i SMHI (2011) ökar medelvattenföringen med ca 70 % på vintern fram till 2100.

³ Andréasson, Johan, SMHI. Via mail 2011-05-18

4.1.3 Högt vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag

Vattenflödet i ett vattendrag varierar både inom och mellan år. Ofta har ett vattendrag högst flöde på våren i samband med snösmältningen och lägst flöde under sommarmånaderna (SMHI, 2011). Större flöden än normalt inträffar ofta i samband med vårflood med stor snösmältning, men kan också förekomma under andra delar av året, som vid längre, sammanhängande regn under sommar och höst (SMHI, 2010b, Räddningsverket, 2000, Andréasson, J., SMHI 2011-05-23). Större flöden kan vara i dagar - veckor.

SMHI har studerat hur vattenflöden utvecklas för tre vattendrag (Norrtäljeån, Oxundaån och Tyresån) i Stockholms län i framtiden. Resultatet i studien pekar på att flödena i vattendragen förändras. Under århundradet blir det en tydlig förändring i årstidsmönstret, där vårflooden i princip försvinner, medan det blir högre flöden under vintern, då det i dag är låga flöden. För översvämningshot för tunnlar är de extrema flödena (100- års och dimensionerande flöde) intressanta.

Hur de dimensionerande flödena i vattendragen förändras i framtiden saknas uppgift om. Det är inte möjligt att dra generella slutsatser om detta, och Tyréns utgår därför ifrån att de dimensionerande nivåerna inte förändras.

I beskrivningen av vattendrag anges total eller lokal medelvattenföring/flöde. Det totala flödet innefattar allt tillrinnande vatten uppströms delavrinningsområdet. Lokal tillrinning innefattar endast tillrinning från delavrinningsområdet och ger en bild av hur flöden i främst små vattendrag påverkas.

Då inga inventerade tunnlar identifierats vara berörda av Norrtäljeån eller av övriga vattendrag i länet, förutom i Mälarens närområde, så beskrivs dessa inte nedan.

Scenario för högt vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag

I dagsläget: Dagens situation med flöden och utbredning av översvämningsområden i de två vattendragen (Oxundaån och Tyresån) beskrivs i Tabell 4.1 samt i Bilaga 1. För vattendrag saknas tillgång till nivåer vid olika flöden. Översvämningskarteringarna visar dock grovt vilka områden som översvämmas och dessa har varit utgångspunkt i arbetet.

På längre sikt: För Oxundaån blir den totala årsmedelvattenföringen ungefär som idag på längre sikt, med en svag tendens till att vattenföringen ökar. Vintertid kan det bli knappt en dubblering av vattenföringen, medan vår- och sommarvattenföringen minskar med knappt hälften. 100-årsflödet kommer 2100 vara i ungefär samma storlek som idag (SMHI, 2011).

Det vattendrag som påverkas mest av de två i ett framtida klimat är Tyresån, där den totala årsmedelvattenföringen troligen minskar med runt 10 %. Vinterflödet nästintill dubblas och sommarflödet minskar med nästan 80 %. Förändringar visar även att 100-årsflödet tydligt minskar, i storleksordningen runt 20 % (SMHI, 2011).

Lokala 100-årsflöden kommer att bli något större i delavrinningsområdena i Mälarens närområden (t.ex. Bällstaån) (SMHI, 2011).

Tabell 4.4 Flöden i olika vattendrag i Stockholms län i dag och på längre sikt (år 2100) (SMHI, 2011).

Vattendrag	Dagsläget	Längre sikt (år 2100)
Oxundaån	Medelvattenföring: 1,6 m ³ /s 100-årsflöde: 18 m ³ /s Dimensionerande flöde: 84 m ³ /s	Total medelvattenföring: + 5 % Totalt 100-årsflöde: som idag
Tyresån	Medelvattenföring: 2,1 m ³ /s 100-årsflöde: 22 m ³ /s Dimensionerande flöde: 63 m ³ /s	Total medelvattenföring: -10 % Totalt 100-årsflöde: - 20 %
Övriga delavrinnings-områden i Mälarens närområde	Detaljerad vattenföringsdata har ej undersökts. Analysen utgår från kända problem och närhet till vattendrag.	Lokal medelvattenföring: liten ökning Lokalt 100-årsflöde: ökar
- Varaktighet: dagar - veckor⁴ - Höga flöden troligt på våren i samband med snösmältning, men kan också inträffa när som helst under året⁵		

4.1.4 Intensiv korttidsnederbörd

I bebyggda områden är kortvariga, intensiva regn av stor betydelse ur översvämningssynpunkt. När det faller en stor mängd nederbörd under en kort tid kan inte alltid dagvattensystemet hantera vattenmängderna och föra bort dessa, vilket leder till översvämningar. Vanligtvis inträffar sådana regn främst på sommaren och varar en kort stund (SMHI och Stockholm Vatten, 2010), medan översvämningarna kan bestå i timmar-dagar.

I dag inträffar det med jämna mellanrum översvämningar i bebyggda områden p.g.a. intensiva regn. Hur dagvattensystemet dimensioneras beror på hur området ser ut och avlopps-systemets uppbyggnad. Normalt sett dimensioneras dagvattensystem i instängda cityområden för regn med en återkomsttid på 5-10 år (för separata system kan den kortare återkomsttiden användas, för kombinerade system längre) (Svenskt vatten, 2004). Den intensitet som används vid dimensionering är den som ger högst flöde inom det aktuella området (med avseende på områdets storlek och utformning) med en återkomsttid på 5-10 år. Det innebär att om större regn inträffar, som statistiskt förekommer mer sällan än 5-10 år, finns det en risk för översvämningar, då flödena överskrider det systemet dimensionerats för. För områden med äldre system kan dimensioneringen vara annorlunda.

För dagvattensystem är det korta, intensiva regn på 10 minuter och uppåt inom en lokal yta som är intressanta. Dagens klimatmodeller har en sådan upplösning att det är svårt att få fram resultat för extrema nederbördshändelser och särskilt korta, intensiva regn över en lokal yta. Modellerna klarar således inte av att översätta resultaten på ett sätt som gör det användbart för VA-system. SMHI har gjort en studie med Stockholm som referensområde för att hitta en metod som kan skala ned resultatet så att det blir användbart för VA-system. Resultatet visar

⁴ Tyréns bedömning

⁵ SMHI, 2010b samt Johan Andreasson, SMHI 2011-05-23

på en ökning med 10-20 % för händelser med kortast varaktighet (minuter-timmar). Resultaten bör beaktas med försiktighet, eftersom det i första hand var en metodstudie och inte en studie för att presentera data för intensiv nederbörd i Stockholm (SMHI, 2011).

Scenario för intensiva regn

I dagsläget: För dagens situation utgår analysen från redan kända problem med intensiva regn.

På längre sikt: Ett förändrat klimat kommer, enligt klimatscenarierna, innebära att årsmedelnederbörden ökar med 15-30 %. Den största ökningen kommer att ske på vintern, medan medelnederbörden under sommaren är ungefär som i dag. Klimatscenarierna visar också att de intensiva regnen kommer att öka, både i antal dagar och i nederbördsmängd.

Under 1961-1990 inträffade i medeltal 12 dagar/år med en dygnsnederbörd över 10 mm i hela Stockholms län. En sådan händelse representerar ett kraftigt regn över hela området (arealnederbörd). Runt 2100 ökar antalet dagar med sådan dygnsnederbörd med runt fem dagar. Extrem dygnsnederbörd (punktnederbörd) med både 20-års- och 100-års återkomsttid bedöms öka med ca 20 % i länet till 2100. Ett 20-årsregn är i dag 50-60 mm och ett 100-årsregn 60-80 mm i Stockholms län.

De kortvarigaste nederbördshändelserna (minuter-timme) får störst ökning i intensitet, 10- 20 %. (SMHI, 2011). Modelleringar visar också på att 10-årsregnet kan bli större i slutet av århundradet, 15-25 % beroende på klimatscenario. Ett medelscenario visar på en ökning upp till 1 mm/30 min under sommarmånaderna i slutet av århundradet (SMHI och Stockholm Vatten, 2010).

De ökade nederbördsmängderna i samband med intensiva regn bör innebära en ökad risk för att ledningssystemet överbelastas och översvämning sker. Sammanfattning finns i Tabell 4.5.

Tabell 4.5 Intensiva regn i dag och på längre sikt (år 2100) (SMHI, 2011)

Dagsläget	Längre sikt (år 2100)
Ledningssystemets förutsättningar att hantera översvämningsrisker ⁶ . 20-årsregn: 50-60 mm 100-årsregn: 60-80 mm	De ökade nederbördsmängderna i samband med intensiva regn bör innebära en ökad risk för översvämning i ledningssystemet ⁷ . 20-årsregn ≈ 20 % i medel 100-årsregn ≈ 20 % i medel
- Intensiva regn är lokala och har kort varaktighet - Inträffar oftast på sommaren⁸	

⁶ Tyréns bedömning

⁷ Tyréns bedömning

⁸ SMHI och Stockholm Vatten, 2010

4.1.5 Förändrade grundvattennivåer

Grundvattenytans läge varierar över året och kan även variera mellan år beroende på om det är torrår eller blöta år. Årets högsta grundvattennivåer inträffar i samband med snösmältningen på våren och de lägsta på sensommaren. Grundvattennivån är beroende av de lokala förhållandena i jord och berg och det är svårt att generalisera över stora områden. Eftersom Stockholm har en varierande geologi med mycket ytligt berg och även åsmaterial går det inte att säga något generellt om grundvattenytans läge.

I ett framtida klimat kommer perioden med snö och tjäle att bli kortare, liksom att perioden med grundvattenbildning blir längre när nederbörden främst kommer som regn under vintern. Snömagasinet minskar och avsmältningen sker tidigare. Det här innebär att grundvattenytan blir högre i början av året jämfört med idag. De högre temperaturerna kan innebära att perioden utan eller med låg grundvattenbildning blir längre – den startar tidigare och slutar senare - och därmed blir också den totala avsänkningen under sommarhalvåret större (SMHI, 2011).

Mälarens reglering kan ha en liten påverkan på grundvattennivåer i grundvattenmagasin i närområdet med hydraulisk kontakt med sjön. Den nya regleringen håller samma årsmedelnivå som dagens reglering, vilket gör att grundvattenytans årsmedelnivå inte förändras. Däremot påverkar längre perioder med hög vattennivå i Mälaren grundvattenytans läge. En sådan period finns på våren i den nya regleringen, då vårvattenståndet höjs i nästan tre månader jämfört med i dag. Som mest är höjningen knappt 20 cm (Tilly L. och Frycklund C., Tyréns februari 2011).

Extrema flöden kan idag vara i veckor och under den tiden kan grundvattenmagasin med god kontakt med Mälaren påverkas. Påverkan sker främst genom att magasinens avrinning försämras. När det är hög nivå i Mälaren håller ytvattnet emot grundvattnet, som däms och stiger. I en situation med extrema nivåer i Mälaren är det mycket troligt även hög nederbörd som mättar marken och får grundvattnet att stiga. Om Mälaren är hög i en situation med mycket regn bör grundvattnet stiga mer än om Mälaren är låg. När Mälarens nya reglering med den ökade avtappningskapaciteten sätts i drift kommer situationer med extremt höga ytvattenstånd att försvinna. Då Mälaren inte förväntas att stiga över +0,94 meter med den nya regleringen bedöms det leda till att höga grundvattennivåer vid extrema nivåer reduceras (Tilly L. och Frycklund C., Tyréns februari 2011).

Scenario för förändrade grundvattennivåer

I dagsläget: Grundvattenytan styrs av lokala förhållanden i geologi och höjdförhållanden. Under extrema flöden i Mälaren, som kan vara i veckor, kan grundvattenmagasin med god kontakt med Mälaren få ett förhöjt läge (Tilly L. och Frycklund C., Tyréns februari 2011).

Efter ombyggnad av Slussen med utbyggd avtappningskapacitet: Mälarens reglering kan ha en liten påverkan på grundvattennivåer i grundvattenmagasin i närområdet med hydraulisk kontakt med sjön. I den nya regleringen föreslås vårvattenståndet höjas knappt 20 cm i nästan tre månader jämfört med i dag och det kan påverka grundvattennivåer (Tilly L. och Frycklund C., Tyréns februari 2011).

På längre sikt: I ett framtida klimat kommer grundvattenytan bli högre i början av året jämfört med idag och lägre under sommarhalvåret. Generellt sett verkar de högsta grundvattennivåerna (som månadsmedelvärde) bli något högre och de lägsta ännu lägre. I större grusåsar kan grundvattenytan höjas ett tiotal centimeter. För de allra högsta och lägsta nivåerna är förändringarna väldigt små (SMHI, 2011).

Ovanstående sammanfattas i Tabell 4.6.

Tabell 4.6 Grundvattennivåer i dag och på längre sikt (år 2100) samt efter ökad avtappningskapacitet av Mälaren.

Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet	Längre sikt (år 2100)
Grundvattenytan styrs av lokala förhållanden.	Höjt medelvattenstånd i Mälaren under nästan tre vårmånader kan ge högre grundvattennivåer i magasin med god kontakt med Mälaren. Höga ytvattennivåer i samband med extrema flöden undviks i magasin med god kontakt med Mälaren, därmed kan höga grundvattennivåer under dessa situationer sänkas jämfört med idag.	Grundvattenytan blir högre i början av året jämfört med idag och lägre under sommarhalvåret (för månadsmedelnivåer). Över året blir den högsta månadsmedelnivån något högre jämfört med idag. De allra högsta och lägsta nivåerna förändras väldigt lite. I stora grusåsar kan grundvattenytan höjas något 10-tal cm.

4.2 Inventering av tunnlar

4.2.1 Trafiktunnlar

Trafiktunnlar delas in i följande olika typer:

- Väg
- Järnväg
- Tunnelbana

Identifierade vägtunnlar i länet tillhör framförallt Trafikverket eller Stockholms stad. Järnvägstunnlar tillhör Trafikverket. Storstockholms Lokaltrafik (SL) ansvarar för tunnelbanan. Vid kontakt med tunnelägare identifierades 15 vägtunnlar och 44 järnvägstunnlar (utgör delar av Svealandsbanan, Mälarbanan, Grödingebanan, Ostkustbanan, och Västra Stambanan) i Stockholms län. Tunnlarnas lokalisering redovisas översiktligt i Bilaga 2.

Vad gäller tunnelbanan har SL utfört en inventering av tunnelbanetunnlar för att kartlägga de platser i tunnelbanan där vatten skulle kunna tränga in i systemet till följd av höga vattenstånd i Mälaren, Saltsjön eller kraftiga skyfall. 38 tunnelmynningar identifierades i inventeringen (AB Storstockholms lokaltrafik, 2010). Detta arbete har använts som utgångspunkt i Tyréns analys.

Trafikverket (väg) har även rapporterat att det finns kulvertar som kan vara översvämningshotade, men då endast av ytvatten (Jacobsson J., Trafikverket, 2011-06-20). Informationen om kulvertarna tillhandahölls inte vid den ursprungliga inventeringen och har inte undersökts vidare.

4.2.2 Försörjningstunnlar

Vid kontakt med tunnelägare identifierades 62 försörjningstunnlar/tunnelavsnitt eller kulvertar över hela länet.

De inventerade tunnarna ägs och förvaltas av:

- TeliaSonera
- Stockholm Vatten
- Fortum
- Trafikkontoret (Stockholms stad)
- Käppala
- SYVAB

Tunnarna innehåller ofta flera olika typer av försörjningssystem. System som finns är gas (enbart i Trafikkontorets tunnlar), tele/IT (framförallt TeliaSonera), el (framförallt Fortum, men även Trafikkontoret och TeliaSonera), vatten/avlopp (Stockholm Vatten, Käppala och SYVAB), och fjärrvärme/fjärrkyla (Fortum, Trafikkontoret, TeliaSonera).

SYVAB kontaktades i slutskedet av uppdraget. De uppgifter som lämnats från dem har inte kunna kvalitetsgranskats i samma utsträckning som de övriga tunnelägarnas uppgifter. Då osäkerheten angående SYVAB:s resultat är stor har bedömningarna utförts för att vara på den konservativa sidan, vilket gör att resultatet troligen är överskattat.

De inventerade tunnarna/tunnelavsnitten redovisas mer utförligt i ett sekretessbelagt avsnitt.

4.3 Inventering av infrastrukturtyper

De infrastrukturtyper som identifierats vara relevanta att undersöka är följande: vägar, järnvägar och tunnelbana samt elledningar, gasledningar, tele/IT-kablar, vatten- och avloppsledningar, fjärrvärme- och fjärrkyleledningar.

5 Analysskede

5.1 Övergripande riskanalys

För att förenkla den övergripande riskanalysen identifierades inledningsvis det scenario inom respektive område (förhöjd havsnivå, stigande vattennivåer i Mälaren, hög vattennivå orsakad av ökande flöden i vattendrag, intensiv korttidsnederbörd, förändrade grundvattennivåer) som är extremast. Dessa är markerade med kryss i Tabell 5.1. De extremaste scenarierna används i den övergripande analysen för att identifiera alla tunnlar som kan vara översvämningshotade. Är inte tunneln översvämningshotad vid den högsta nivån (det extremaste scenariot) kommer den inte heller att vara hotad vid mindre extrema scenarier, då dessa innebär lägre nivåer eller mindre flöden.

Tabell 5.1 Undersökta översvämningsscenarier i den övergripande riskanalysen markeras med X.

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå			●
Stigande vattennivåer i Mälaren	●		
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	●		
Intensiv korttidsnederbörd			●
Förändrade grundvattennivåer			●

5.1.1 Trafiktunnlar

En fullständig förteckning av analyserade trafiktunnlar finns i Bilaga 3, Övergripande riskanalys väg- och järnvägstunnlar samt Bilaga 4 SL:s PM angående Översvämningssrisker i tunnelbanan (SL, 2010-12-17). Där framgår samtliga inventerade tunnlar och om dessa är avfärdade från översvämningsshot.

I den övergripande riskanalysen identifierades följande trafiktunnlar som översvämningsshotade efter typ av översvämning:

Förhöjd havsnivå

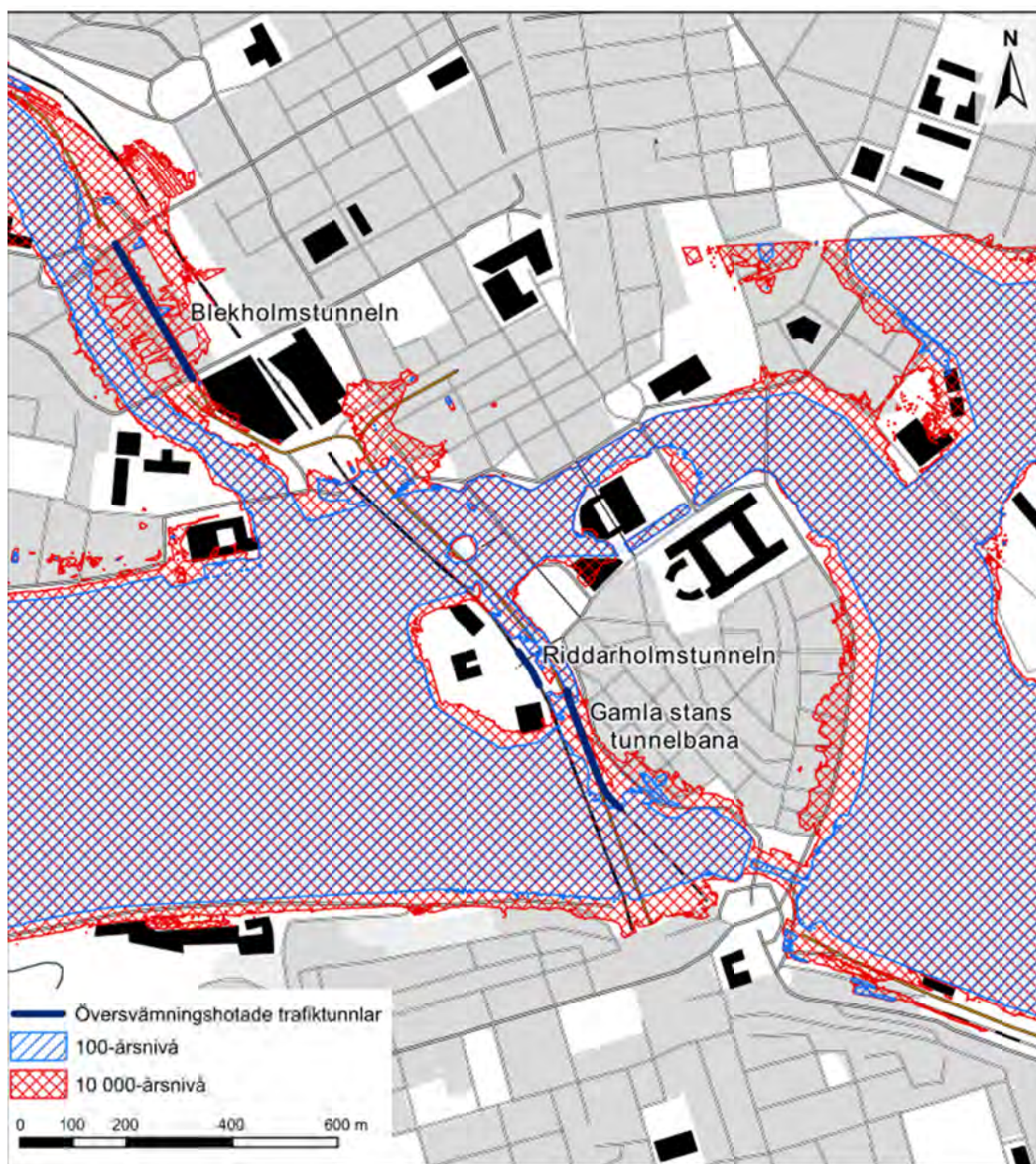
Ingen trafiktunnel har identifierats som på sikt förväntas att påverkas av förändrade havsnivåer. Muskötunneln är en tunnel som ligger närmast kritiska havsnivåer. Lägsta nivå på tunnelmynningen är +1,7 meter (RH00) (Trafikverket, 2008) och förväntad högsta nivå på grund av havsnivåförändringar uppskattas vara +1,25 meter i Stockholm och +1,30 meter i Landsort (RH00). Tunneln ligger alltså 0,40-0,45 meter över en 100-årsnivå och anses därmed inte vara översvämningsshotad.

Stigande vattennivåer i Mälaren

De flesta av trafiktunnlarna ligger utanför och på en högre nivå än de geografiska områden som kan bli översvämmade vid högt vattenstånd i Mälaren. Följande tunnlar har identifierats kunna översvämmas vid de högsta vattennivåerna:

- Blekholmstunneln (vägtunnel)
- Riddarholmstunneln (järnvägstunnel)
- Gamla Stan (tunnelbana)

Tunnlarna och även den geografiska utbredningen av översvämning framgår i Figur 5.1.



Figur 5.1. Trafiktunnlar med översvämningsrisk enligt den övergripande riskanalysen.

Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag

Ingen av de inventerade tunnelarna har identifierats ligga i närheten av de undersökta vattendragen Tyresån, Oxundaån eller Norrtäljeån. Inga andra kända problem med närhet till andra vattendrag har heller identifierats.

Intensiv korttidsnederbörd

De flesta järnvägstunnlar har dränering genom självfall och förväntas på grund av detta inte att bli negativt påverkade i någon större utsträckning vid intensiva regn. De flesta vägtrafiktunnlar har däremot dränering genom pumpsystem och skulle kunna bli påverkade om inflödet är högre än pumparnas kapacitet. Få tunnlar har haft problem i dagsläget, men problem skulle kunna uppstå i framtiden då framtida mängder ökar. Då detta påverkar de flesta tunnlar analyseras detta generellt för att bedöma eventuell påverkan på samhället. För att analysera

scenariot per tunnel krävs platsundersökningar och mätningar av kapaciteten hos dräneringssystemet, eftersom denna information saknas för de flesta tunnlar då installationerna är gamla. Generellt är systemet dimensionerat för att klara av ett 5-10-års regn, vilket medför att ansamling av vatten i tunneln skulle kunna ske redan idag.

Förändrade grundvattennivåer

Förhöjda grundvattennivåer kan bli ett problem för tunnlar som har dränering med pumpar. Många tunnlar har idag inträngande grundvatten men detta anses vara ett hanterbart problem av tunnelägarna. Då detta kan komma att förändras i framtiden analyseras scenariot vidare i den fördjupade analysen. Då många tunnlar eventuellt kan bli påverkade analyseras scenariot generellt.

5.1.2 Försörjningstunnlar

Flera försörjningstunnlar har identifierats som översvämningshotade vid en 100-årsnivå och en dimensionerande nivå. Tunnlarna redovisas i ett separat sekretessbelagt avsnitt.

Tunnlar har identifierats vara påverkade av förhöjd havsnivå, stigande vattennivåer i Mälaren (flera tunnlar kan påverkas), hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag.

5.1.3 Sammanfattning av resultatet från den övergripande riskanalysen

Resultatet av den övergripande analysen redovisas i Tabell 5.2.

Tabell 5.2 Sammanfattning av resultatet från den övergripande riskanalysen.

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med utbyggd avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå			Inga trafiktunnlar identifieras kunna påverkas. Några försörjningstunnelsystem identifieras kunna påverkas.
Stigande vattennivåer i Mälaren	Både trafik- och försörjningstunnlar identifieras kunna påverkas.		
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	Inga trafiktunnlar identifieras kunna påverkas. Några försörjningstunnelsystem identifieras kunna påverkas.		
Intensiv korttidsnederbörd			Kan eventuellt medföra påverkan för flera tunnlar. Undersöks vidare på en generell nivå.
Förändrade grundvattennivåer			Kan eventuellt medföra påverkan för flera tunnlar. Undersöks vidare på en generell nivå.

5.2 Översiktlig konsekvensbedömning av infrastrukturtyper

En översiktlig konsekvensbedömning för trafiktunnlarna redovisas nedan. Bedömningarna baseras på erfarenheter från Tyréns om inte annat framgår. Konsekvensbedömningen för de övriga infrastrukturtyperna redovisas i ett separat sekretessbelagt avsnitt (5.2.5-5.2.11).

5.2.1 Vägar

Vägar i tunnlar klarar generellt sett översvämningar. Vägens överbyggnad i en bergtunnel består av bergkrossmaterial och att den vattenfylls innebär vanligtvis inga problem. Problem kan däremot uppstå om trafik körs på vägen när den är vattenfylld, eftersom överbyggnaden

kan skadas. Tidsaspekten är också viktig. Korta översvämningar med trafik på vägen kan fungera bra, medan längre perioder innebär problem. Även årstiden är viktig. Om vägunderbyggnaden vattenfylls på höst/vinter, så att vattnet fryser innan det hinner dräneras bort, kan det medföra skador på vägen.

Generellt sett klarar tunnelns dagvattensystem att avleda vatten som kommer från t.ex. ett intensivt regn. Om dagvattenrecipienten har hög vattennivå kan det ge problem att leda bort vattnet från vägen och tunneln kan översvämmas. De tunnlar som har lågpunkter har pumpanläggningar som pumpar bort vattnet som ansamlas.

I vägunderbyggnaden finns kabelstråk med olika ledningar. Det finns också annan elutrustning i vägtunneln som kan påverkas av vatten (elcentraler och dylikt). Om elcentraler och transformatorstationer översvämmas kan strömförsörjningen avbrytas och olika system som ventilation, pumpar och belysning i tunneln slås ut.

5.2.2 Järnvägar

Järnvägar i tunnlar har enklare banunderbyggnad än järnvägar på marken. Detta innebär att risken för underminering vid en översvämning i en järnvägstunnel är liten. I övrigt bör konstruktionen klara en översvämning utan bestående skador, såvida de höga vattennivåerna inte är så långvariga att rälsen riskerar att börja rosta.

För järnvägar är den största risken för störning att elförsörjning och elektriska anordningar, exempelvis signalsystemen slås ut. Om elförsörjningen bryts kan inte tågtrafiken framföras. I anslutning till järnvägskonstruktionen finns kanalisation innehållande kablar. Det finns även andra elinstallationer som skåp och transformatorstationer i tunnelns marknivå.

5.2.3 Tunnelbana

Tunnelbanan har samma banunderbyggnad som järnvägar. Rälen är fäst på slipers som har makadam under och runt omkring sig. Det kan också finnas ballastlös överbyggnad.

Tunnelbanan har strömförsörjning vid spåren, och är således mer känslig för översvämningar än järnväg. Vid en översvämning av spåren bryts strömförsörjningen och tunnelbanan stoppas. Förutom den direkta påverkan på tunnelbanan kan teknikutrymmen för el-, signal- och teleutrustning samt reservkraft drabbas vid en översvämning samt stationer och biljetthallar.

5.2.4 Slutsatser angående konsekvenser för olika infrastrukturtyper

De flesta olika typer av infrastruktur kan bli påverkade av översvämning. Känsligast för påverkan är kringutrustning och kabelskarvar där vatten kan tränga in snabbt.

Flera av de olika typerna av infrastrukturer är beroende av elförsörjning. Slås elen ut får det t.ex. följd effekter på telesystem och pumpar, även om systemen i sig inte är översvämmade.

Även för vägar och järnvägar i tunnlar är det i första hand elsystemet som ger en påverkan, då belysning, pumpar och högspänning upphör att fungera. Fysiskt klarar anläggningen att bli översvämmad en begränsad tid med enbart begränsade skador.

Återställningstiden vid ett avbrott beror på hur omfattande skadorna är.

5.3 Fördjupad riskanalys

I den fördjupade riskanalysen undersöks scenarierna i Tabell 5.3 för respektive tunnel som identifierats vara översvämningshotad i den övergripande analysen, förutom för intensiv korttidsnederbörd och förändrade grundvattennivåer då en generell bedömning utförs.

Tabell 5.3 Undersökta översvämningsscenarier i den fördjupade riskanalysen

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå	Utgår för trafiktunnlar, undersöks vidare för försörjningstunnlar.	Inte relevant.	Utgår för trafiktunnlar, undersöks vidare för försörjningstunnlar.
Stigande vattennivåer i Mälaren	Undersöks vidare för både trafik- och försörjningstunnlar.	Undersöks vidare för både trafik- och försörjningstunnlar.	Undersöks vidare för både trafik- och försörjningstunnlar.
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	Utgår för trafiktunnlar, undersöks vidare för försörjningstunnlar.	Inte relevant.	Utgår för trafiktunnlar, undersöks vidare för försörjningstunnlar
Intensiv korttidsnederbörd	Undersöks vidare på en generell nivå då potentiellt samma problem för många tunnlar.	Inte relevant.	Undersöks vidare på en generell nivå då potentiellt samma problem för många tunnlar.
Förändrade grundvattennivåer	Undersöks vidare på en generell nivå då potentiellt samma problem för många tunnlar.	Undersöks vidare på en generell nivå, då potentiellt samma problem för många tunnlar.	Undersöks vidare på en generell nivå, då potentiellt samma problem för många tunnlar.

5.3.1 Trafiktunnlar

Den fördjupade riskanalysen för respektive trafikunnel redovisas i Bilaga 5. För trafiktunnlar är främst översvämning av Mälaren relevant. Intensiva regn och ökande grundvattennivåer undersöks generellt för att bedöma vilken påverkan som kan uppstå.

Stigande vattennivåer i Mälaren

Blekhholmstunneln

Blekhholmstunneln är en 350 meter lång vägtunnel i centrala Stockholm som förbinder Centralbron med Klarastrandsleden. Kajkanten vid tunneln är på en nivå av +2,20 meter (RH00) och tunneln kan översvämmas vid ett dimensionerande scenario med vattennivåer över +2,16 meter. Vid översvämning kommer tunneln att behöva stängas av beroende på hur mycket vatten som ansamlas i tunneln. Vid en låg vattennivå i tunneln kan troligen trafik fortfarande

köra igenom denna. Årsdygnsmedeltrafiken för tunneln är 40 000–45 000 fordon (Trafikkontoret, 2010-04-26).

Då Blekholmstunneln används för fordonstrafik är det möjligt att hitta andra vägar att ta sig till målpunkter, men viss störning i trafiken med köbildning är troligt. Då vattnet sjunker undan kan tunneln tas i bruk relativt snabbt, då översvämningen inte förväntas påverka körbanan i någon större utsträckning.

Riddarholmstunneln

Riddarholmstunneln är en dubbelspårig järnvägstunnel som är 122 meter lång. Tunneln är belägen under Riddarholmen. All järnvägstrafik från Stockholms Centralstation som ska söderut och all trafik söderifrån som ska till Stockholms Centralstation passerar genom tunneln. Vid tunneln finns ett vattentätt tråg med en höjd på +1,20 meter. Nivån är erhållen från konstruktionsritningar från 1952, och nyare underlag saknas. Vatten kan nå järnvägstunneln via Centralbron invid Riddarholmstunnelns norra mynning och en stödmur vid Hebbes bro. Stödmuren vid Hebbes bro har mätts in och har en nivå på +1,90 meter (Tyréns, 2011-06-23). Stödmuren mot Centralbron är inte inmätt, men utifrån tillgängligt underlag anger Trafikverket att höjden är som lägst +1,7 meter, vilket bör verifieras (Trafikverket, 2011-06-23). Riddarholmstunneln skulle därmed kunna beröras vid vattenstånd runt +1,7 meter, men det kan inte uteslutas att vatten kan ta sig in andra vägar. Detta behöver utredas vidare. Då vidare utredning krävs används +1,2 meter som den nivå vid vilken Riddarholmstunneln kan översvämmas. Vatten kan således komma att svämma över denna tunnel redan vid en 100-årsnivå och problemen förvärras vid en dimensionerande nivå. Vid översvämning kommer tunneln att behöva stängas av och ingen trafik kan passera avsnittet. Avstängningen innebär att tågen norrifrån får vända vid Stockholms Centralstation. Söderifrån kommande järnvägstrafik kan vända vid Flemingsberg eller vid Södra station (Trafikverket, 2011-03-11). Alternativa färdvägar, och i vissa fall alternativa färdvägar, kommer att bli nödvändiga att vidta.

Stora förseningar uppstår vid en översvämning och många avgångar blir inställda. De samhällsekonomiska konsekvenserna av längre stopp kan bli mycket stora. Avstängningen får påverkan inte bara för regionen utan även nationellt.

Den pågående utbyggnaden av Citybanan medför att det kommer att finnas en möjlig omledningsväg som kan hjälpa till att begränsa konsekvenserna för persontåg i framtiden. Hur översvämningsfrågor har beaktats inom Citybananprojektet redovisas i kapitel 7.2.

Gamla Stan

Norr om tunnelbanestationen Gamla Stan går tunnelbanan ner i en tunnel till T-centralen. Under en dag passerar ca 270 000 resenärer och ca 1 500 tunnelbanetåg Gamla Stan (Tyréns, 2011). Vid tunnelmynningen finns ett vattentätt tråg. Trågets kant är på +1,25 meter och utgör det tröskelvärde för när tunnelbanetrafiken måste stängas av genom stationen (AB Storstockholms Lokaltrafik, 2010).

Tråget är lägre än Mälarens 100-årsnivå som är på +1,33 meter och innebär att trafiken kommer behöva stängas av förbi stationen vid denna nivå. Stationen kommer även att vara avstängd vid ett dimensionerande scenario, där frekvensen för att händelsen ska ske är i storleksordningen en gång per 10 000 år. Mellan Gamla Stan och T-centralen finns det skyddsportar i spår-tunneln som kan stängas för att förhindra att vatten sprider sig till T-centralen. Vattnet kan inte heller sprida sig till Slussen, då stationen ligger högre upp än den dimensionerande nivån.

För tunnelbanan innebär en avstängning att ingen trafik norrifrån kan ta sig söderut eller tvärtom, utan tunnelbanan får vända på var sida om tunneln. Alternativa färdvägar kommer att behövas för att ta sig mellan T-centralen och Slussen. Det finns bussar som trafikerar dessa sträckor idag, men trafiken kommer att behöva ökas signifikant. Stora störningar uppstår med stora förseningar för resenärer.

T-centralen knyter ihop de sju olika tunnelbanelinjer som finns i Stockholm. Av dessa är det fem linjer som går söderut och passerar Gamla Stan från T-centralen. De samhällsekonomiska konsekvenserna av längre stopp kan bli mycket stora, då det är många resenärer som drabbas.

Intensiv korttidsnederbörd

De flesta järnvägstunnlar har dränering genom självfall och förväntas på grund av detta inte att bli negativt påverkade i någon större utsträckning vid intensiva regn. De flesta vägtrafiktunnlar har däremot dränering genom pumpsystem och skulle kunna bli påverkade om inflödet är högre än pumparnas kapacitet. Då ett intensivt regn är relativt kortvarigt och regnet inte förväntas att påverka tunneln i sig i någon större omfattning är det inte troligt att en samhällskris skulle inträffa på grund av intensivt regn i trafiktunnlar. Den incident som skett i Södra Länken (redovisas i avsnitt 1.2.1 *Historik - Inträffade händelse*), då ett tekniskt fel på pumpstationen inte fungerade i kombination med intensivt regn medförde att ett körfält stängdes av i tre timmar, visar på att konsekvenserna inte blir omfattande. Även den incident som skett i Götalands-tunneln tyder på att intensiva regn inte kommer att få någon större påverkan på samhällsviktig verksamhet. Vatten ansamlades i den lågpunkt som finns i tunneln på grund av en trasig dräneringsledning, men inga konsekvenser för driften uppstod.

Förändrade grundvattennivåer

Förhöjda grundvattennivåer kan bli ett problem för de tunnlar som har dränering med pumpar. Då förändrade grundvattennivåer är en relativt långsam process är det troligt att dräneringskapaciteten kan förbättras för att undvika problem. En tunnel som har problem redan i dagsläget är Muskötunneln. Muskötunneln sammankopplar Muskö med fastlandet och går delvis under havet. Problemet förväntas kvarstå i framtiden men inte förvärras, då befintligt inflöde troligen inte blir högre i framtiden. Då problemet finns idag och inte har medfört några större driftproblem är det inte troligt att detta skulle kunna leda till en samhällskris.

Beredskapsförmåga trafiktunnlar

Trafikkontoret som har hand om Bleckholms-tunneln har en pumpberedskap dygnet runt, sju dagar i veckan, året runt. Då det gäller inträngning av Mälarsvatten kommer dessa pumpar inte att vara tillräckliga om inflödet i tunneln är högt. I dagsläget saknas planering för andra åtgärder för att skydda denna tunnel. Stockholms stad har en krisberedskapsorganisation, som även har övat höga flöden i Mälaren, som kommer att hjälpa till att minska påverkan på samhället. Då de undersökta nivåerna innebär att många andra områden kommer att svämmas över samtidigt blir det troligen en fråga om vilka åtgärder och områden som ska prioriteras.

SL har en krisberedskapsorganisation och även en beredskapsplan för höga vattenstånd i anslutning till Gamla Stan. SL vidtar följande åtgärder vid en översvämningssituation:

- Installerar pumpar i färdigställda och förberedda pumpgröpar. (Vattnet planeras att pumpas till befintlig dagvattenledning i Munkbron. Denna åtgärd fungerar troligen endast upp till en viss nivå, då dagvattenledningen även skulle kunna bli påverkad)
- Färdigställt barrikadmateriel finns som kan monteras på trådkanten tvärs över spåren. Vattnet beräknas då kunna stiga till +1,5 meter.

- Skyddsportar till T-centralen stängs.

Trafikverket har en krisberedskapsorganisation som kan sättas in vid en extraordinär händelse.

5.3.2 Försörjningstunnlar

Den fördjupade riskanalysen för de tunnlar/avsnitt som identifierades i den övergripande riskanalysen redovisas mer utförligt i ett sekretessbelagt avsnitt.

De största riskerna som identifierats uppstår vid höga flöden i Mälaren. Flera tunnlar, som även till viss del är sammankopplade, kommer att kunna översvämmas både vid en 100-årsnivå och en dimensionerande nivå. System för el, tele/IT, fjärrvärme- och fjärrkyla, dagvatten och avloppssystem kan påverkas och medföra konsekvenser på både regional och nationell nivå. För tele/IT-system skulle påverkan även kunna bli internationell i ett extremfall. Gasledningar anses inte bli påverkade av översvämning.

Beredskapsförmåga försörjningstunnlar

TeliaSonera, Fortum, Trafikkontoret och Stockholm Vatten har alla pumpberedskap dygnet runt sju dagar i veckan alla dagar på året. Pumparna övervakas centralt. I normalfallet om pumparna slutar att fungera kan detta åtgärdas relativt fort, vilket minimerar risken för att skador ska uppstå.

Vid en översvämningssituation är övervakningen via pumparna inte ett tillräckligt övervakningssystem, då ett larm skulle komma efter det att Mälervatten kommit in i tunnarna och det skulle då vara för sent att vidta åtgärder.

Alla tunnelägare har en beredskapsorganisation. Förutom Stockholm Vatten och Stockholms stad har tunnelägare inte övat översvämningsscenarioer. En väl övad beredskapsorganisation kan hjälpa till att minimera påverkan av översvämning genom att åtgärder vidtas innan, under och även efter att händelsen har inträffat för att minimera skador och avbrott.

5.3.3 Sammanfattning av resultatet från den fördjupade riskanalysen

Resultatet från den fördjupade riskanalysen redovisas i Tabell 5.4. Sammanställningen omfattar både trafik- och försörjningstunnlar. Scenarier som avgränsats bort i den övergripande analysen, som höga vattennivåer i vattendrag för trafiktunnlar, redovisas inte i den fördjupade analysen.

Tabell 5.4 Sammanfattning av resultatet från den fördjupade riskanalysen

	Dagsläget	Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet (omkring 2020)	På längre sikt (2050-2100)
Förhöjd havsnivå	Ingen trafiktunnel bedöms påverkas. Två försörjningstunnel-system bedöms påverkas.	Inte relevant.	Ingen trafiktunnel bedöms påverkas. Flera försörjningstunnel-system bedöms påverkas.
Stigande vattennivåer i Mälaren	Blekholmtunneln, Tunnelbanan i Gamla Stan och Riddarholms-tunneln, samt flera försörjningstunnlar bedöms påverkas.	Eventuellt en tunnel bedöms påverkas.	Eventuellt en tunnel bedöms påverkas.
Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag	Fåtal försörjnings-tunnlar bedöms påverkas.	Inte relevant.	Fåtal försörjnings-tunnlar bedöms påverkas.
Intensiv korttids-nederbörd	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.	Inte relevant.	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.
Förändrade grundvattennivåer	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.	Bedöms inte medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet.

6 Åtgärdsskede

6.1 Riskvärdering

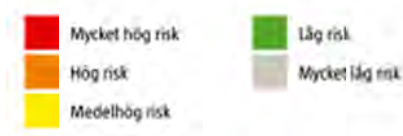
6.1.1 Riskvärdering för Trafiktunnlar

En värdering av riskerna har utförts för respektive tunnel och översvämningsscenario som identifierats i den fördjupade riskanalysen för trafiktunnlarna. Värderingen kan användas för att prioritera vilka risker som bör åtgärdas och anger inte om riskerna är acceptabla för samhället eller inte.

Intensiv korttidsnederbörd och förändrade grundvattennivåer värderas inte då dessa inte bedömts medföra omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet. För trafiktunnlar görs inte heller någon värdering för förhöjd havsnivå eller hög vattennivå orsakad av ökande flöden då inga tunnlar bedöms vara exponerade för dessa. Resultatet för respektive trafiktunnel redovisas i Figur 6.1.

Dagsläget

Sannolikhet	Konsekvens					
		1	2	3	4	5
> 1 gång per 10 år	5					
1 gång per 10-50 år	4					
1 gång per 50-100 år	3			2. Gamla Stan	2. Riddarholms-tunneln	
1 gång per 100-1000 år	2					
< 1 gång per 1000 år	1	2. Blekholmstunneln				
Konsekvens		Mycket begränsade	Begränsade	Allvarliga	Mycket allvarliga	Katastrofala



Figur 6.1 Riskvärdering av trafiktunnlar som studerats i en fördjupad riskanalys. Värderingen avser riskerna före en ökning av Mälarens avtappningskapacitet.

Scenarierna benämns:

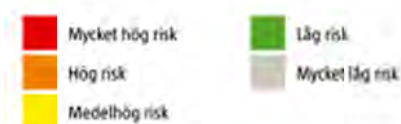
1. Förhöjd havsnivå (Ingen av trafiktunnlarna är hotade av detta scenario)
2. Stigande vattennivå i Mälaren
3. Hög vattennivå orsakad av ökande flöden i vattendrag (Ingen av trafiktunnlarna är hotade av detta scenario)

I riskmatrisen framgår att risken för översvämning av Blekholmstunneln bedöms som mycket låg. Översvämning av Gamla Stan bedöms som en medelhög risk. Översvämning av Riddarholmstunneln bedöms vara en hög risk.

Efter ombyggnad av Slussen med ökad avtappningskapacitet

Då det finns planer på att öka Mälarens avtappningskapacitet har även en bedömning utförts för att åskådliggöra risknivån efter ökningen för de relevanta tunnarna. Resultatet sammanfattas i Figur 6.2.

Frekvens	Konsekvens					
		1	2	3	4	5
> 1 gång per 10 år	5					
1 gång per 10-50 år	4					
1 gång per 50-100 år	3					
1 gång per 100-1000 år	2					
< 1 gång per 1000 år	1	2. Blekholms-tunneln 2. Riddarholms-tunneln 2. Gamla Stan				
Konsekvens		Mycket begränsade	Begränsade	Allvarliga	Mycket allvarliga	Katastrofala



Figur 6.2 Riskvärdering av trafiktunnlar som studerats i en fördjupad riskanalys. Värderingen avser riskerna efter en ökning av Mälarens avtappningskapacitet.

Scenarierna benämns:

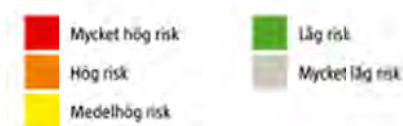
1. Förhöjd havsnivå (Ingen av trafiktunnlarna är hotade av detta scenario)
2. Stigande vattennivå i Mälaren
3. Hög vattennivå orsakad av ökande flöden i vattendrag (Ingen av trafiktunnlarna är hotade av detta scenario)

I riskmatrisen framgår att efter ökad avtappningskapacitet av Mälaren förväntas risknivån reduceras till mycket låg för samtliga undersökta scenarier.

På längre sikt

På sikt kommer nivåerna att öka igen men det råder stora osäkerheter angående detta. Baserat på den kunskap som finns i dag förväntas inte nivåerna öka markant, vilket medför att risknivån inte heller förändras i någon stor utsträckning. I Figur 6.3 framgår riskvärderingen för Mälaren på längre sikt.

Frekvens	Konsekvens					
		1	2	3	4	5
> 1 gång per 10 år	5					
1 gång per 10-50 år	4					
1 gång per 50-100 år	3					
1 gång per 100-1000 år	2					
< 1 gång per 1000 år	1	2. Blekholms-tunneln 2. Riddarholms-tunneln 2. Gamla Stan				
Konsekvens		Mycket begränsade	Begränsade	Allvarliga	Mycket allvarliga	Katastrofala



Figur 6.3 Riskvärdering av trafiktunnlar som studerats i en fördjupad riskanalys. Värderingen avser riskerna på längre sikt samt att Mälarens avtappningskapacitet ökats.

Scenarierna benämns:

1. Förhöjd havsnivå (Ingen av trafiktunnlarna är hotade av detta scenario)
2. Stigande vattennivå i Mälaren
3. Hög vattennivå orsakad av ökande flöden i vattendrag (Ingen av trafiktunnlarna är hotade av detta scenario)

I riskmatrisen framgår att på längre sikt förväntas risknivåerna inte förändras jämfört med efter ökad avtappningskapacitet av Mälaren.

6.1.2 Riskvärdering för försörjningstunnlar

En riskvärdering har utförts på samma sätt för översvämningshotade försörjningstunnlar. Denna redovisas i ett sekretessbelagt avsnitt.

Sammanfattningsvis finns det flera försörjningstunnlar där risknivån bedöms vara hög till mycket hög till följd av höga nivåer i Mälaren i dagsläget. Vid höga nivåer i Mälaren kan stora störningar i viktiga samhällsfunktioner uppstå.

Efter en ökning av Mälarens avtappningskapacitet reduceras alla risker som bedömts som höga eller mycket höga till mycket låga.

Förhöjda havsnivåer medför idag och på längre sikt medelhög risk för vissa försörjningstunnlar. Störningar för samhällsviktig verksamhet bedöms bli begränsade.

Stigande vattennivåer i vattendrag innebär både i dagsläget och på längre sikt en låg risk för ett fåtal försörjningstunnlar. Konsekvenserna för samhällsviktig verksamhet av en sådan händelse bedöms bli mycket begränsade.

6.1.3 Diskussion angående tolkning av resultatet

Alla riskanalyser innehåller mått av osäkerheter som påverkar tolkningen av resultatet. Rapporten bygger till största del på den information som tunnelägare tillhandahållit under möten, och i begränsad utsträckning på information som erhållits via kartunderlag. Det kartunderlag som varit tillgängligt och granskats är troligen inte heller fullständigt. Det kan finnas genomföringar och schakt som tillkommit senare och som alltså inte framgår av undersökt underlag.

Förutom osäkerheter i informationen om tunnlar finns också osäkerheter i underlaget för scenarierna. Dagsläget utgår från kända förhållanden och bör anses som säker information. En ny reglering av Mälaren och ökad avtappningskapacitet vid Slussen är ett pågående projekt, Projekt Slussen, som ännu inte har erforderliga tillstånd och finansiering. Projektet är i slutfasen inför att lämna in ansökan till Mark- och miljödomstolen och regleringsförslaget är nära sin slututformning, men ännu är inga beslut fattade. Inte heller har detaljplanen för Slussen antagits ännu. Projektet bör ändå anses som att det med säkerhet kommer att genomföras.

I detta arbete har ingen analys gjorts för hur riskerna påverkas om Mälarens avtappningskapacitet inte byggs ut. Inom de närmaste årtiondena bör inte de extrema nivåerna i Mälaren (100-års och dimensionerande flöden och nivåer) förändras avsevärt, och därmed förändras inte heller risken för översvämnningar⁹. De i dagsläget höga riskerna förknippade med översvämnningar bedöms därmed kvarstå även i den närmsta framtiden. Hur riskerna förändras på längre sikt i en situation utan ökad avtappningskapacitet kan inte anges utan en närmare analys.

På längre sikt baseras underlaget på klimatmodelleringar, som i sin tur bygger på utsläppsscenarier. En aspekt att ta hänsyn till vid värdering av resultaten är att utsläppsscenarierna innehåller fortsatta utsläpp av växthusgaser och ingen hänsyn har tagits till stora internationella avtal eller dylikt som kan begränsa utsläppen av växthusgaser. Om utsläppen drastiskt minskar kommer även klimatförändringar och effekter av dessa att bromsas. Hittills syns dock ingen tydlig trend som visar att utsläppen har eller kommer att minska de närmaste

⁹ Enligt diskussion med Johan Andréasson, SMHI 2011-06-14

åren, varför höjd bör tas för de klimatförändringar som rapporten utgår ifrån. Oavsett eventuella utsläppsminskningars storlek kommer det ändå att bli förändringar i klimatet; klimatsystemet är stort och trögt, vilket gör att det finns naturliga fördröjningar av effekterna från tidigare utsläpp.

Klimatmodellerna presenterar inte heller en helt säker framtid, men ger en bild av troliga förändringar. För framtida dimensionerande flöden i vattendrag saknas uppgifter. I denna rapport har antagits att de inte förändras, men om detta verkligen är fallet är osäkert. Även om flödena skulle öka bör det inte påverka analysen i någon större omfattning.

Nivåer kan uppfattas som säkra när de är angivna på cm-nivå, men även här kan skillnader förekomma. I Mälaren kan t.ex. vindpåverkan ge en snedställning av vattenytan som innebär att nivåerna stiger ytterligare utöver de som har angetts i rapporten. Eftersom det är osäkert exakt hur högt den dimensionerande nivån i Mälaren stiger ($>+2,16$ meter), har tunnlar som ligger på nivåer strax över detta värde inkluderats i analysen, vilket medför att det finns en viss marginal i resultaten även för detta.

I analysen har även olika avvägningar utförts. Resultatet för Gamla Stan förutsätter att skyddsportarna mot T-centralen fungerar och kommer att förhindra att vatten kan sprida sig till T-centralen. Skulle portarna inte fungera kan Mälarvatten ta sig till T-centralen som ligger lägre än Gamla Stan. Vattnet skulle med tiden nå en nivå på $+1,33$ meter för 100-årsnivån eller över $>+2,16$ meter för den dimensionerande nivån och alla stationer som ligger i anslutning till T-centralen och som är lägre belägna än dessa nivåer skulle kunna bli översvämmade. På röda linjen skulle vattnet kunna sprida sig vidare till Östermalmstorg och Stadion, men troligen inte vidare till KTH.

På blå linjen skulle vattnet kunna sprida sig vidare till Kungsträdgården, Rådhuset, Fridhemsplan, Stadshagen, Västra skogen och Solna centrum.

På gröna linjen däremot kommer vattnet inte att kunna sprida sig vidare till Hötorget. Vattnet kommer inte heller att kunna sprida sig vidare mot Gamla Stan och Slussen, då dessa stationer är högre belägna (Rosell, 1975).

Skulle portarna inte fungera medför detta att konsekvenserna kommer att bli mycket större för samhället.

Det är alltid vanskligt att uppskatta risker utifrån siffervärden och olika index. Det är lätt att få uppfattningen att ett siffervärde är exakt och att det därför är lättare att besluta om en risk kan tolereras eller inte. Det är givetvis en grov förenkling, där ingen hänsyn tas till faktorer som exempelvis den upplevda risken, vilka riskreducerande åtgärder som står till buds och vilka kostnader i förhållande till nytta som olika åtgärder innebär.

Oavsett om risken betecknas som låg, medel eller hög så bör riskerna, om möjligt med rimliga insatser, minimeras.

De exakta konsekvenserna av en översvämning har heller inte gått att utreda i detalj inom detta uppdrag. Konsekvenserna beror till stor del på var översvämningen inträffar, vilka ledningar som drabbas, och vad de försörjer. Konsekvenserna beror även till stor del på vilken beredskap som de drabbade verksamheterna har. En utredning av den detaljeringsgraden är omfattande.

6.2 Åtgärdsförslag

För att ytterligare höja säkerheten, utöver de åtgärder som redan vidtagits av tunnelägarna, kan åtgärderna redovisade i kapitel 6.2.1 Fysiska åtgärder och kapitel 6.2.2 Administrativa åtgärder vidtas. Åtgärderna avser främst tiden fram till dess att Mälarens avtappningskapacitet vid Slussen byggs ut och en ny reglering av Mälaren är tagen i drift. Åtgärdsförslagen är framtagna av Tyréns i huvudsak tillsammans med tunnelägarna. Då ingen bedömning utförts för vilken risknivå som är acceptabel för samhället ska förslagen ses som exempel på åtgärder som kan utföras för att höja säkerheten ytterligare. Vid en bedömning om åtgärden ska vidtas måste både sannolikheten och konsekvenserna vägas in. En uppskattning av kostnaderna för att utföra åtgärderna har inte heller utförts, vilket medför att varje förslag behöver utredas vidare av respektive tunnelägare för att hitta lämplig nivå på säkerheten. Tidsaspekten fram till Mälarens nya reglering är i drift är också en viktig aspekt vid bedömning av åtgärder. Införandet av föreslagna åtgärder kan även i sig medföra avbrott i t.ex. trafiken, vilket också måste vägas in i värderingen.

6.2.1 Fysiska åtgärder

Trafiktunnlar

Blekholtstunneln

För att förhindra att Blekholtstunneln svämmas över vid den dimensionerande nivån kan åtgärder vidtas för att säkerställa att vatten inte kan ta sig in över kajkanterna. Alternativt kan åtgärder vidtas vid tunnelmynningarna, t.ex. uppförande av barriärer, för att förhindra inträngande vatten.

Riddarholmstunneln

För att förhindra påverkan av översvämning av Mälaren kan eventuella platser för inträngning av vatten utredas och vid behov stärkas eller tätas. Vidare utredningar kan visa vid vilket vattenstånd tunneln blir översvämmad och lämpliga åtgärder kan därefter vidtas, t.ex. kan befintligt tråg och omgivande stödmurar förstärkas och höjas. Befintligt tråg är på höjden +1,20 meter och kan höjas till en höjd på +1,33 meter för att klara en 100-årsnivå och över +2,16 meter, plus en säkerhetsmarginal, för att klara en dimensionerande nivå. För att genomföra höjningen krävs att järnvägstrafiken stängs av. Om eventuella punkter för inträngning av vatten tätas, så skyddas omgivande stödmurar till en nivå på + 1,70 meter (bör verifieras), vilket är högre än en 100-årsnivå, men mindre än den dimensionerande nivån.

Gamla Stan

För att behålla driften vid översvämning av Mälaren vid en 100-årsnivå eller en dimensionerande nivå kan befintligt tråg förstärkas och höjas. Befintligt tråg är på höjden +1,25 meter. Höjs tråget till en höjd på +1,33 kan driften bibehållas vid en 100-årsnivå. Höjs tråget till över +2,16 meter, plus en säkerhetsmarginal, kan en dimensionerande nivå hanteras.

Att införa fjärrstyrd stängning av de manuella portarna som finns mellan Gamla Stan och T-centralen kan också bidra till att höja säkerheten.

Försörjningstunnlar

Åtgärdsförslag för försörjningstunnlarna redovisas i detalj i separat sekretessbelagt avsnitt. Som åtgärdsförslag för försörjningstunnlar föreslås bl.a. tätning av sammankopplade tunnlar för att förhindra att en översvämning kan spridas mellan och inom tunnelsystem samt åtgärder för att förhindra att vatten kan ta sig in i tunnlar vid höga nivåer i Mälaren.

6.2.2 Administrativa åtgärder

Samtliga tunnelägare (såväl trafik- som försörjningstunnelägare)

De administrativa åtgärderna gäller samtliga tunnelägare som identifierats ha tunnlar som kan påverkas vid en översvämning med en återkomst tid på 100 år eller den dimensionerande nivån. Då alla aktörer har en krisberedskapsorganisation finns det en bra grund för att hantera extraordinära händelser. För att ytterligare stärka förmågan bör översvämningsscenerier övas och en plan tas fram för att vidta åtgärder. En viktig del i planen bör vara att identifiera när och vilka förebyggande åtgärder som ska vidtas. Även andra aktörer som t.ex. Räddningstjänsten kan behöva involveras.

Då det gäller höga nivåer i Mälaren kan tunnelägare få information via Länsstyrelsen, som bevakar höga flöden, eller via SMHI. Genom att planera vid vilka höjdnivåer som olika åtgärder bör vidtas säkerställs att tillräcklig tid finns för att hinna utföra dessa. Åtgärdsplanen bör även omfatta åtgärder som kan tas under översvämningen och efter att denna har skett för att säkerställa att ett eventuellt avbrott blir så kortvarigt som möjligt.

7 Pågående tunnelprojekt

I Stockholmsregionen pågår flera stora infrastrukturprojekt. I stort sett alla anläggningar påverkas i någon grad av klimatet och ett förändrat klimat kan påverka anläggningen på olika sätt. För infrastrukturprojekt generellt berör klimatförändringar bland annat anläggningens placering med avseende på översvämningar och stabilitet, dagvattenssystemens dimensionering p.g.a. intensiva regn, utformning med hänsyn till ökande temperatur och förändrat antal nollgenomgångar.

Klimatförändringar och klimatanpassning har blivit en aktuell fråga på senare år. För att se hur projekt som anläggs idag tar hänsyn till förändrade förutsättningar till följd av klimatförändringar och översvämningssrisker har två projekt, Norra länken och Citybanan, studerats. För dessa två projekt är det främst placering och utformningar avseende översvämningar, intensiva regn och påverkan på dagvattenssystem, och grundvattennivåförändringar som är relevanta klimatkriterier. Avsnitten baseras på kontakt med Hana Liszka, Norra länken och Krister Widholm, Citybanan.

7.1 Norra länken

7.1.1 Bakgrund

Norra länken är en väg som sträcker sig mellan Karlberg och Värtan och har en anslutning till Roslagsvägen vid Universitetet. Vägen planeras att förlängas vid Värtan med ett avsnitt som Stockholms stad är ansvarig för. I övrigt ansvarar Trafikverket för anläggningen. Även en förlängning västerut mot Norra station ingår. Norra länken är totalt 5 km (utan förlängningarna vid Värtahamnen och Norra station) och den längsta tunnelsträckan är ca 3 km. Stora delar av vägen går i tunnel, både betong- och bergtunnlar. Djupet varierar från att gå väldigt ytligt till ett djup på ungefär 30 meter.

Norra länken började projekteras redan 1992 och förberedande entreprenader startades i mitten på 90-talet men stoppades 1996. 2004 återupptogs projekteringen. Bygget startade 2006 och vägen ska tas i bruk 2015 med undantag för de norrgående tunnarna på Norra Stationsområdet som färdigställs första halvåret 2017.

Avseende klimatfrågan har projektet hanterat utsläpp till luft medan klimatanpassning inte har uppmärksamats. När arbetet med Norra länken påbörjades och utreddes var klimatanpassning inte en aktuell fråga. De bedömningar som utförts inom Norra länken angående översvämning är att Norra länken främst skulle kunna påverkas av intensiva regn och höga havsvattennivåer.

7.1.2 Installationer och anläggningar

I tunneln finns flera elberoende installationer som belysning, dräneringspumpar och telefon. Installationerna kommer troligen att placeras främst i tak och på väggar, och särskilda driftutrymmen.

I anläggningsfasen påverkar Norra länken tunnlar tillhörande Fortum och TeliaSonera. Det finns även kontakt med tunnelbanan. När vägen är i drift kommer de inte att ha någon koppling, då de ligger på olika nivåer. Således kan en översvämning i försörjningstunnlarna inte sprida sig till Norra länken och vice versa.

Det finns arbetstunnlar till Norra länken. Dessa ligger högre än själva huvudtunneln. Vid intensiva regn kan det komma in vatten via dessa liksom dräneringsvatten från arbetstunnlarna. Dagvattensystemet ska vara anpassat till att hantera detta. Det är ännu oklart vad som kommer att hända med arbetstunnlarna när vägen är klar.

7.1.3 Dagvatten och intensiva regn

I Norra länken finns dagvattensystem för att ta hand om inkommande vatten vid intensiva regn. Det finns också ledningssystem för att ta hand om dräneringsvatten (inläckande grundvatten). Dagvattensystemet är dimensionerat för 10-års regn, men har också en viss överkapacitet. Enligt Hana Liszka finns det med överkapaciteten en marginal för ökade nederbördsmängder till följd av klimatförändringar.

Dag- och dräneringsvatten avleds antingen till Stockholm Vatten eller till recipient. Huruvida extrema nivåer i recipienter kan påverka avledningen är oklart. Om recipienten stiger kan det finnas risk för att vattnet trycks baklänges in i tunneln.

Pumparna i tunneln är dränkbara och klarar att översvämmas. Det finns signalsystem som signalerar om något händer, som att pumparna pumpar mer vatten. Det finns också fuktövervakare. Om pumparna signalerar får styrcentralen veta det och personal kan åka och kontrollera. Det finns reservsystem för el som kopplas in om den ordinarie elförsörjningen slås ut.

Pumparna som kopplas till dagvattensystemet klarar att pumpa bort stora mängder vatten i samband med nederbörd, men vid inträngande av stora mängder ytvatten överskrider pumparnas kapacitet. Då måste tunneln stängas av.

7.1.4 Stigande havsnivåer

Stigande havsvattennivåer har inte uppmärksamats som ett problem i projektet. Låglänta områden längs vägens sträckning är Värtan och Brunnsviken. Ingångarna till tunneln ligger dock långt från vattnet, så det bedöms inom Norra länken inte finnas någon risk för översvämningar orsakade av havet.

Planeringen av den sista delen av vägen vid Värtan pågår. Här kan möjligen höga havsvattennivåer bli ett problem och för att studera frågan krävs enligt Hana Liszka en särskild utredning.

7.1.5 Grundvatten

Grundvatten läcker in i tunneln, då den ligger under grundvattenytan. I framtiden kan grundvattennivåerna stiga, men det bedöms inom projektet inte medföra att inläckaget automatiskt ökar, eftersom tunneln dels är tätad och dels för inte sprickorna in mer vatten. Det finns ett avsnitt längs vägen, ett mindre område vid Roslagstull, som är känsligt för stigande grundvattennivåer, då det finns ett regleringssystem där. I övrigt anser projekt Norra länken att det inte föreligger några problem.

7.1.6 Riskhantering avseende översvämningar

Översvämningar bedöms generellt av Norra länken inte vara en stor risk i anläggningen. Översvämningar sker främst till följd av intensiva regn, vilka har en kort varaktighet och vattenmängderna går att få bort relativt snabbt.

Det finns ingen särskild beredskapsplan för översvämningar. Däremot finns det olika varningssystem som berättar om något händer i tunneln. Ledningssystemet med pumpar är viktigt för att hantera översvämningar. Om en översvämning inträffar kan tunneln för trafik stängas av med hjälp av befintliga system och avstängningsmöjligheter (bommar, varningsskyltar). Det finns inga skyddsbarriärer att stänga vid översvämning för att förhindra att vattnet sprider sig och tunnarna har parallella rör, så vattnet kan spridas mellan dessa genom tvärtunnlar. Avstängning av tunnarna bedöms av Norra länken kunna ske innan det blir kraftiga översvämningar och därmed riskeras inte människors liv.

7.2 Citybanan

7.2.1 Bakgrund

Citybanan är en 6 km lång järnvägstunnel under Stockholm som ska trafikeras av pendeltåg. Förutom tunneln byggs nya stationer vid City och Odenplan samt en lång järnvägsbro vid Årsta. Citybanan byggs av Trafikverket i nära samarbete med Stockholms stad, Stockholms läns landsting och SL. Syftet är att öka kapaciteten på en väldigt trång sektion i järnvägstrafiken. Med Citybanan fördubblas kapaciteten och tågen kan gå tätare och punktligare, både i Stockholmsområdet och till/från Stockholm ut i landet.

Arbetet med Citybanan påbörjades 2000 när Regeringen gav Banverket i uppdrag att planera för en utbyggnad av spåren genom centrala Stockholm. Anläggningen planeras vara i drift 2017 och den projekterade livslängden för anläggningen är 120 år.

Tunneln går mellan 10 och 45 meter under markytan. Under byggandet drivs tunneln framåt med förinjektering som säkerställer att grundvattenläckaget är lågt och inom miljödomens ramar. Längs Citybanan är berget väldigt tätt, så inläckaget är naturligt litet samtidigt som förinjektering görs för att täta ytterligare. De inläckande mängderna grundvatten är små.

7.2.2 Översvämningsrisker

För Citybanan är, enligt projekt Citybanan, klimatet och klimatrelaterade händelser (översvämning undantaget) endast ett problem i byggskedet. När Citybanan är i drift kommer anläggningen enligt Krister Widholm inte att vara känslig för klimatet, då den går skyddad i tunnel. Den översvämningssrisk som Citybanan har identifierat är främst översvämningar från Mälaren som når Citybanan via tunnelbanan. Det finns inga andra anläggningsdelar där vatten

kan komma in i Citybanan. Arbetstunnarna ligger så högt att det inte är någon risk för inträngande ytvatten. Det finns en permanent tillfartstunnel (arbetstunnel) vid Söder Mälarstrand som ligger relativt lågt, men nivån + 2,4 meter (RH00) bedöms inom Citybanan vara tillräckligt hög för att inte Mälervatten ska rinna in vid extrema händelser. Inte heller intensiva regn bedöms utgöra ett hot. Eftersom berget är så tätt samt att tunneln har tätats med höga inläckagekrav bedöms inte grundvatteninläckage kunna orsaka översvämningar.

Sänktunneln under Riddarfjärden har dimensionerats för att klara höga belastningar vid sabotage och olyckor, så sannolikheten för att den ska brista är väldigt låg. Stigande nivåer i Mälaren och översvämningar påverkar inte sänktunneln, då den ligger under vatten och är tät.

Citybanans svaga punkt bedöms av Trafikverket vara sammankopplingen med tunnelbanan. Om skyddsportarna mellan Gamla Stan och T-centralen inte fungerar kan vattnet rinna från Gamla Stan till T-centralen och via trappor och trappschakt till plattformarna och ner till Citybanan. När vattnet väl kommer till Citybanan når det katastrofpumparna och kan omhändertas. Det finns vertikala ventilationsschakt via vilka vattnet kan styras över från tunnelbanan till Citybanans pumpar, som har stor kapacitet och kan ta hand om större mängder vatten än tunnelbanans system.

Om sänktunneln av olika anledningar skulle gå sönder finns det sensorstyrda säkerhetsportar, under Riddarholmen, som stängs så att vattnet inte kan transporteras vidare. Även katastrofpumparna reagerar och sätter i gång att pumpa. Sensorer, säkerhetsdörrar och pumpar har alla separat elförsörjning och påverkas inte om övrig el i tunneln slås ut. Pumparna är dränkbara. Den enskilt största risken är enligt Citybanan terrordåd, i övrigt bedöms anläggningen klara stora påfrestningar.

Citybanan går nära flera försörjningstunnlar och avloppstunnlar, men då Citybanans anläggning är vattentät finns ingen risk för att påverka dessa och vice versa. Det finns inga sammankopplingar med andra försörjningstunnlar.

Vid Tomtebodan ska spåren gå i ett långt schakt och det ska anläggas en betongtunnel med metoden cut and cover (ett öppet schakt schaktas från ytan, som ett djupt "dike", i vilket tunnelgolv, väggar och tak byggs upp och därefter sker återfyllningen som blir tunnelns tak). Via den del som är öppen kan det komma in vatten i samband med intensiva regn, men det bedöms vara i begränsade mängder. Citybanan kommer att gå mellan andra järnvägsspår och i ett område med avvattnade järnvägsbankar. Utformningen tyder inte på att det skulle bli problem med stora mängder regnvatten. Det är främst den begränsade ytan utan täckning som kan orsaka inkommande vatten. Om det skulle komma in vatten går det till lågpunkten vid Station City och pumpas sedan bort.

7.2.3 Dagvattensystem

Eftersom tunneln är så tät är behovet av omhändertagande av inläckande grundvatten litet. Allt inläckande vatten i Citybanan rinner till tunnelns lågpunkt, belägen vid framtida Station City, vid Stockholms Centralstation där vattnet pumpas bort. Här finns även katastrofpumpar, som tar hand om eventuella större mängder inkommande vatten (total kapacitet 18 m³/minut eller 300 l/s). Pumparna pumpar vattnet till en stor brunn, ett översvämningssmagasin, från vilken vattnet sedan går till dagvattenledning alternativt bräddar till Mälaren vid extrema händelser. Översvämningssmagasinets övre kant är över +2,5 meter och ligger alltså högt. Risken för bakåtrömning är närmast obefintlig. Om det skulle hända pumpar katastrofpumparna upp vattnet igen över Mälarnivå.

7.2.4 Riskhantering avseende översvämningar

Citybanan har som mål att säkerheten mot översvämningar ska vara mycket hög (Banverket, 2007). Citybanan har gjort ett antal utredningar för att klargöra översvämningsrisken. Dessa utgår från SL:s utredningar rörande översvämningar i Gamla Stans tunnelbana. I Citybanans utredningar undersöks vad som händer om olika stora vattenmassor kommer in i tunnelsystemen. Den största vattenvolymen som studerats är 4 500 m³/s, vilket representerar ett värsta fall. Utredningarna har mynnat i ett antal åtgärdsförslag, som främst ligger på SL att åtgärda då det rör tunnelbanan, men det är också ett pågående samarbete. Det pågår arbete med att förbättra befintliga anläggningar för att minska översvämningsrisken. I övrigt bedöms det inte finnas några andra översvämningsrisker.

I projekt Citybanan finns en riskhanteringsdatabas där olika typer av risker dokumenteras och hanteras. Även översvämningsrisker ingår i detta. En riskreducering består i att inte ha kopplingar till andra tunnlar. Detta är viktigt ur brandsäkerhetssynpunkt samt ökar skyddet mot översvämningar då det hindrar att vatten sprider sig i Stockholms tunnelsystem.

Vid en händelse som kräver evakuering kan det ske vid någon av de tre stationerna vid City, Södra station eller Odenplan. Citybanan har en service- och räddningstunnel parallellt med spårtunneln utmed hela sträckan (även i sänktunneln) och evakuering är möjlig via tvärtunnlar som finns var 300:e meter. Det kan vara möjligt att köra förbi City om det är översvämningsproblem där och evakuera vid Odenplan. Kapaciteten för evakuering kommer att vara större i de nya stationerna än i dagens (undantaget Södra station som inte byggs om). I utredningarna bedöms det vara möjligt att evakuera, även om översvämningen har ett hastigt förlopp.

Citybanan är ännu inte färdig och har flera år kvar fram tills den kan tas i drift. Alla åtgärder och beredskapsplaner är ännu inte klara, men det är ett arbete som pågår hela tiden. Det finns en god medvetenhet om risken för översvämningar och dessa hanteras inom projektet. I övrigt har klimatfrågan i projektet rört både hur anläggningen drabbas av klimatförändringar och hur anläggningen påverkar klimatet via främst energianvändning och därigenom utsläpp till luft enligt Krister Widholm.

8 Slutsatser

Av de undersökta scenarierna är det endast stigande nivåer i Mälaren (100-års och dimensionerande nivåer) i dagsläget som orsakar konsekvenser för trafiktunnlar. Försörjningstunnlar kan översvämmas vid stigande nivåer i Mälaren i dagsläget, stigande nivåer i vattendrag i dagsläget och på längre sikt samt vid förhöjd havsnivå idag och på längre sikt.

Översvämning av trafiktunnlar kan medföra stora konsekvenser på regional och nationell nivå. Vid en 100-årsnivå i Mälaren kommer tunnelbanan behöva stängas av för trafik mellan Gamla Stan och T-centralen. Tunnelbanan kommer inte att kunna passera mellan norra och södra delarna av Stockholm. De 100 000-tals resenärer som passerar med tunnelbana varje dag får ta sig mellan T-centralen och Slussen med buss eller till fots. Vägnätet har långt ifrån den kapacitet som skulle behövas vid dessa tillfällen. Stora förseningar skulle förekomma. Likartade problem uppstår på grund av översvämning av Riddarholmstunneln, då resande både i regionen och nationellt kommer bli påverkade.

Klimat- och sårbarhetsutredningen identifierade att försörjningstunnlar skulle kunna vara översvämningshotade och att detta skulle kunna leda till stora konsekvenser för samhället. Denna rapport bekräftar att det finns försörjningstunnlar som kan översvämmas och att den

infrastruktur som finns i tunnelarna kan upphöra att fungera och orsaka störningar i samhällsviktig verksamhet. Höga flöden i Mälaren kan medföra konsekvenser både på nationell och i extremfallet internationell nivå. Många samhällsviktiga verksamheter skulle kunna bli påverkade genom bortfall av el, fjärrvärme och tele/IT. Dessa verksamheters egen beredskap, t.ex. om de har reservkraft, har inte värderats, vilket medför att omfattningen av påverkan inte kan avgöras.

En ny reglering av Mälaren med ökad avtappningskapacitet reducerar identifierade risker väsentligt. Innan den nya regleringen är satt i drift omkring 2020 kan med fördel relativt enkla åtgärder vidtas för att minska riskerna betydligt.

En ny reglering av Mälaren med ökad avtappningskapacitet kommer att innebära att översvämningsrisken minskar betydligt. Lösningen har dock en begränsad livstid, då stigande havsnivåer i slutet av seklet kommer att påverka Mälaren och sjöns nivåer. Ett högt hav innebär att vattenmängden som kan avbördas begränsas, vilket resulterar i högre vattenstånd inne i sjön. På sikt kan också havet tränga in i Mälaren, om inte åtgärder vidtas. Hur tunnelarnas översvämningsrisk påverkas med framtida förutsättningar återstår att se.

I de två pågående projekten Norra länken och Citybanan har kända översvämningsshot hanterats inom projekten. Men klimatanpassning har inte varit en prioriterad fråga och ingen specifik hänsyn har tagits till framtida klimatförändringar då det gäller översvämnningar. För att förhindra att nya infrastrukturprojekt blir mer sårbara i ett förändrat klimat bör dessa frågor beaktas i framtida projekt. Infrastrukturprojekt har en lång livslängd och kommer således drabbas av de nya förutsättningarna.

I Tabell 8.1 sammanställs åtgärdsförslagen för trafik- och försörjningstunnelarna.

Tabell 8.1 Sammanställning av åtgärdsförslag för respektive tunnel

Tunnelavsnitt	Åtgärdsförslag	Kommentar
Blekhols-tunneln (väg)	Åtgärder kan vidtas för att säkerställa att vatten inte kan ta sig in över kajkanterna, alternativt kan åtgärder vidtas vid tunnelmynningarna för att förhindra inträngande vatten.	Risken minimeras för undersökta scenarier efter ny reglering av Mälaren, tidigast 2020. På sikt kan dock risken öka igen.
Riddarholms-tunneln (järnväg)	Kritiska punkter kan mätas in. Övergångskonstruktioner och rörledningar kan kontrolleras och kartläggas. Utifrån resultatet kan lämpliga riskreducerande åtgärder fastställas. T.ex. kan befintligt tråg förstärkas och höjas, möjliga inträngningspunkter tätas och stärkas eller temporärt barriadmateriel kan tas fram som kan användas vid inträngningspunkterna.	Risken minimeras för undersökta scenarier efter ny reglering av Mälaren, tidigast 2020. På sikt kan dock risken öka igen.
Gamla Stan (tunnelbana)	Befintligt tråg kan förstärkas och höjas. De manuella skyddsportarna kan utföras så att de kan manövreras via fjärrstyrning.	Risken minimeras för undersökta scenarier efter ny reglering av Mälaren, tidigast 2020. På sikt kan dock risken öka igen. Åtgärderna är även positiva för Citybanan som skulle kunna översvämmas via tunnelbanan om skyddsportarna inte är stängda vid översvämning.
Försörjnings-tunnlar	Redovisas i separat rapport.	Risken minskar betydligt efter ny reglering av Mälaren, tidigast 2020. På sikt kan dock risken öka igen.
Samtliga tunnlar	Krishanteringsförmågan kan förbättras genom övningar och framtagande av beredskaps-planer för översvämning.	

Utöver fysiska åtgärder kan en förbättring av krishanteringsförmågan bidra till att minimera skador före, under och efter en kris.

Riskerna som undersökts i denna rapport är endast de som är förknippade med översvämning av tunnlar. Vid höga vattenstånd i Mälaren kommer även andra områden att påverkas, t.ex. förväntas bangården vid Stockholms Centralstation att svämmas över, vilket påverkar all tågtrafik norrut från Stockholms Centralstation. Vid prioritering av åtgärder bör därför även denna typ av händelser vägas in.

9 Referenser

- AB Storstockholms Lokaltrafik (2010) PM översvämningsrisker i tunnelbanan, Kartläggning av platser där vatten kan läcka in i anläggningen, 2010-12-17
- Banverket (2007) Citybanan i Stockholm - Del B. PM Säkerhet mot översvämning station City via tunnelbanan
- Kaplan, S. & Garrick, J. (1981), On the Quantitative Definition of Risk, Risk Analysis, Vol. 1, Nr. 1, ss 11-27
- Länsstyrelsen i Stockholms län (2010) Konsekvens- och sårbarhetsanalys – metodbeskrivning, 2010
- Länsstyrelsen i Stockholms län (2008) Samhällsviktig verksamhet i Stockholms län, Rapport 2008:06, 2008
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2009), Samhällsviktig verksamhet, Definition av samhällsviktig verksamhet ur ett krisberedskapsperspektiv, 2009
- Kemikontoret (2001) Riskhantering 3 – Tekniska riskanalysmetoder, 2001
- Rosell, B. mfl. (1975) Stockholms tunnelbanor, Teknisk beskrivning, 1975
- Räddningsverket (2007) Översiktlig översvämningskartering längs Norrtäljeån Sträckan Husby-Sjuhundra till mynningen i havet Rapport 57, 2007-12-12
- Räddningsverket (2007) Översiktlig översvämningskartering längs Oxundaån Sträckan Vallentunasjön till utloppet av Oxundasjön Rapport 58, 2007-12-12
- Räddningsverket (2007) Översiktlig översvämningskartering längs Tyresån Rapport 59, 2007-12-12
- Räddningsverket (2000) Översvämning
- SMHI (2011) Regional klimatsammanställning för Stockholms län – Översvämningshot i ett vidare perspektiv. 2011-02-25
- SMHI (2010a) Förslag på Mälarens framtida reglering – Slutrapport fas 3. Bilaga 5 och 6. Rapport Nr 2010-16
- SMHI (2010b) Sveriges vattendrag. Faktablad Nr 44
- SMHI och Stockholm Vatten (2010) En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem. Klimatologi Nr 3, 2010
- Statens offentliga utredningar (2007), Klimat- och sårbarhetsutredningen SOU 2007:60. Bilaga B14: Översiktlig sårbarhetsanalys för översvämning, skred, ras och erosion i bebyggd miljö i ett framtida klimat
- Stockholms stad (2010) Slussen – Preliminär MKB för tillstånd enligt Miljöbalken Samrådshandling
- Stockholms stad – GIS-underlag Översvämningskarteringar för Mälaren och Saltsjön
- Svenskt vatten (2004) Publikation 90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar. ISSN: 1651-4947
- Trafikkontoret (2010) Stockholms trafiktunnlar, 2010-04-26
- Trafikverket (2008) Muskötunneln, plan/profil ritn nr 201B1402, 2008-06-12

Tyréns (2011) Trafik-PM Slussen Underlag till utställning av detaljplan våren 2011

Tyréns (2011-06-23) Inmätning av stödmur vid Riddarholmstunneln, 2011-06-23

Muntlig källa: Lena Tilly och Cristina Frycklund, Tyréns under februari 2011

Muntlig källa: Johan Andréasson, SMHI muntligen 2011-05-23, 2011-06-14 och via mail 2011-05-18

Muntlig källa: Joachim Jacobsson, Trafikverket (väg) 2011-06-20.

Muntlig källa: Arvid Taube, Trafikverket (järnväg), muntligen och via e-mail 2011-06-23

10 Medverkande i projektet

Medverkande från Tyréns

Anders Fermheden

Christina Björkdahl

Cristina Frycklund

Frank Ouchterlony

Kjell Lundberg

Krister Törneke

Lena Tilly

Mathias Johansson

Mats Thureson

Sigvard Hasselberg

Susanna Bruzell

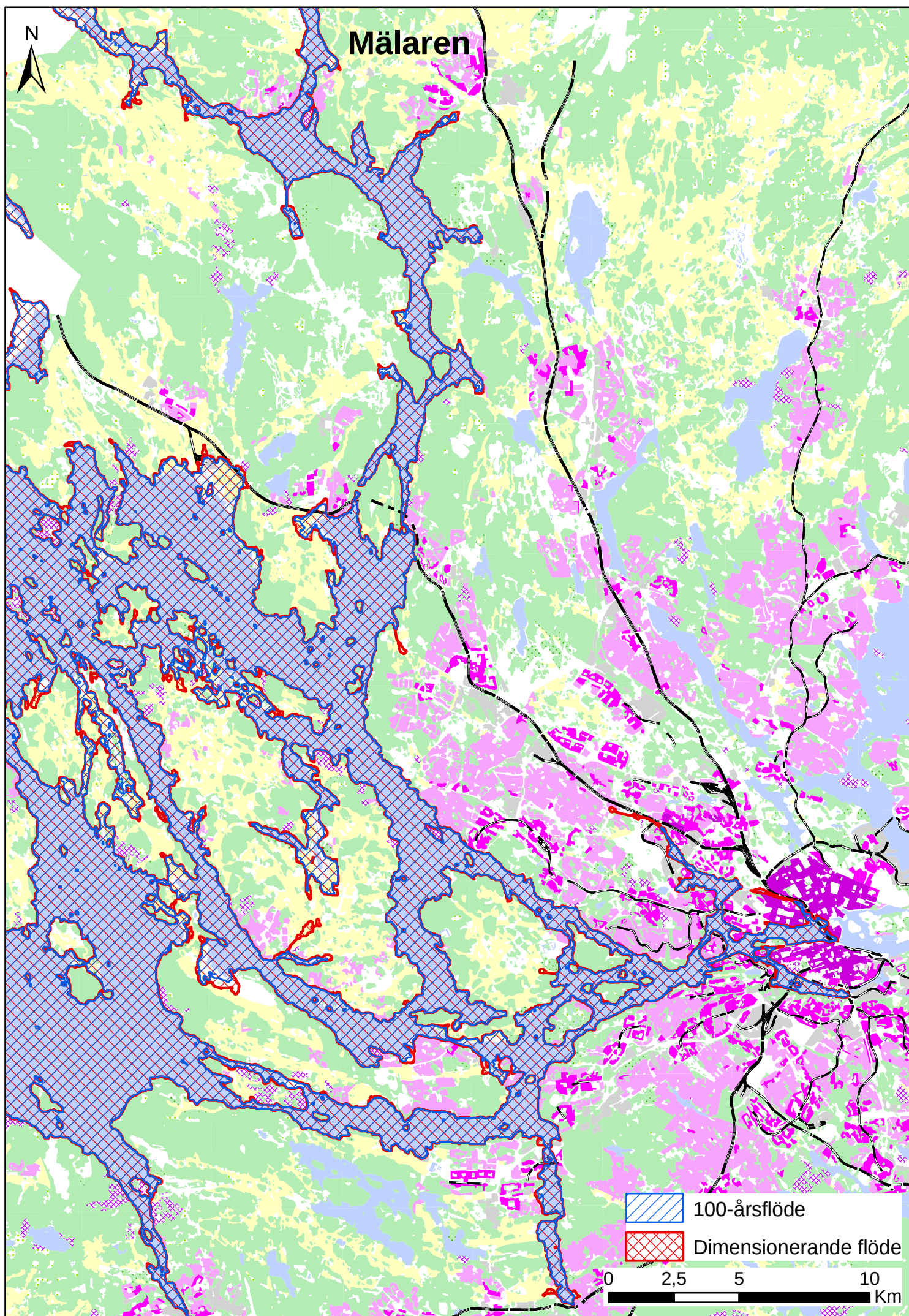
Sven-Bertil Svensson

Tommy Johnson

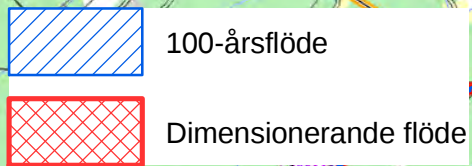
Åsa Norman

Bilaga 1 – Översvämningskarteringar

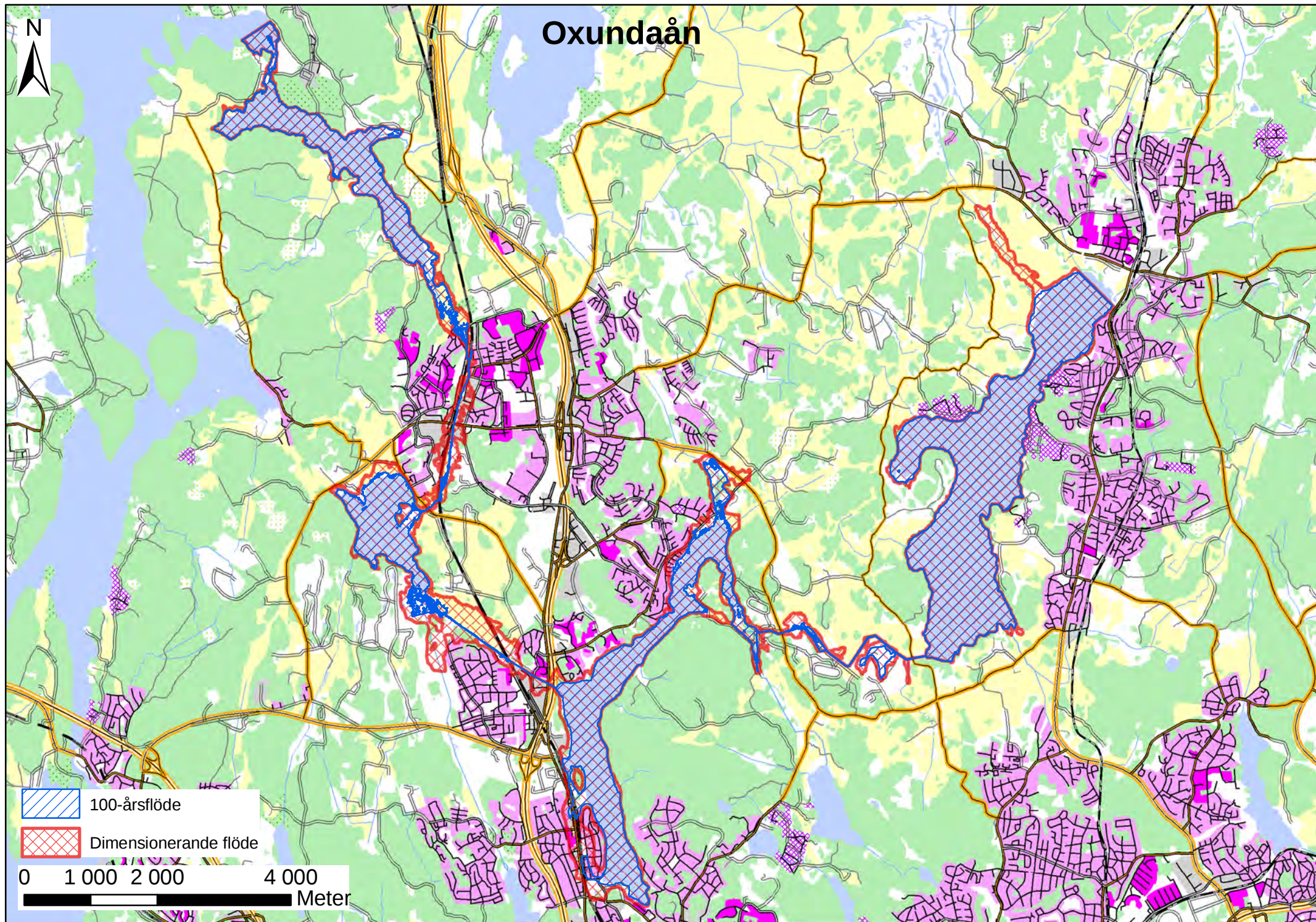
Bilagan innehåller kartor över översvämningskarteringar av Mälaren, Tyresån och Oxundaån. I kartorna visas utbredningen av översvämningskarteringar motsvarande 100-årsflöde respektive dimensionerande flöde för varje vattendrag.



Tyresån



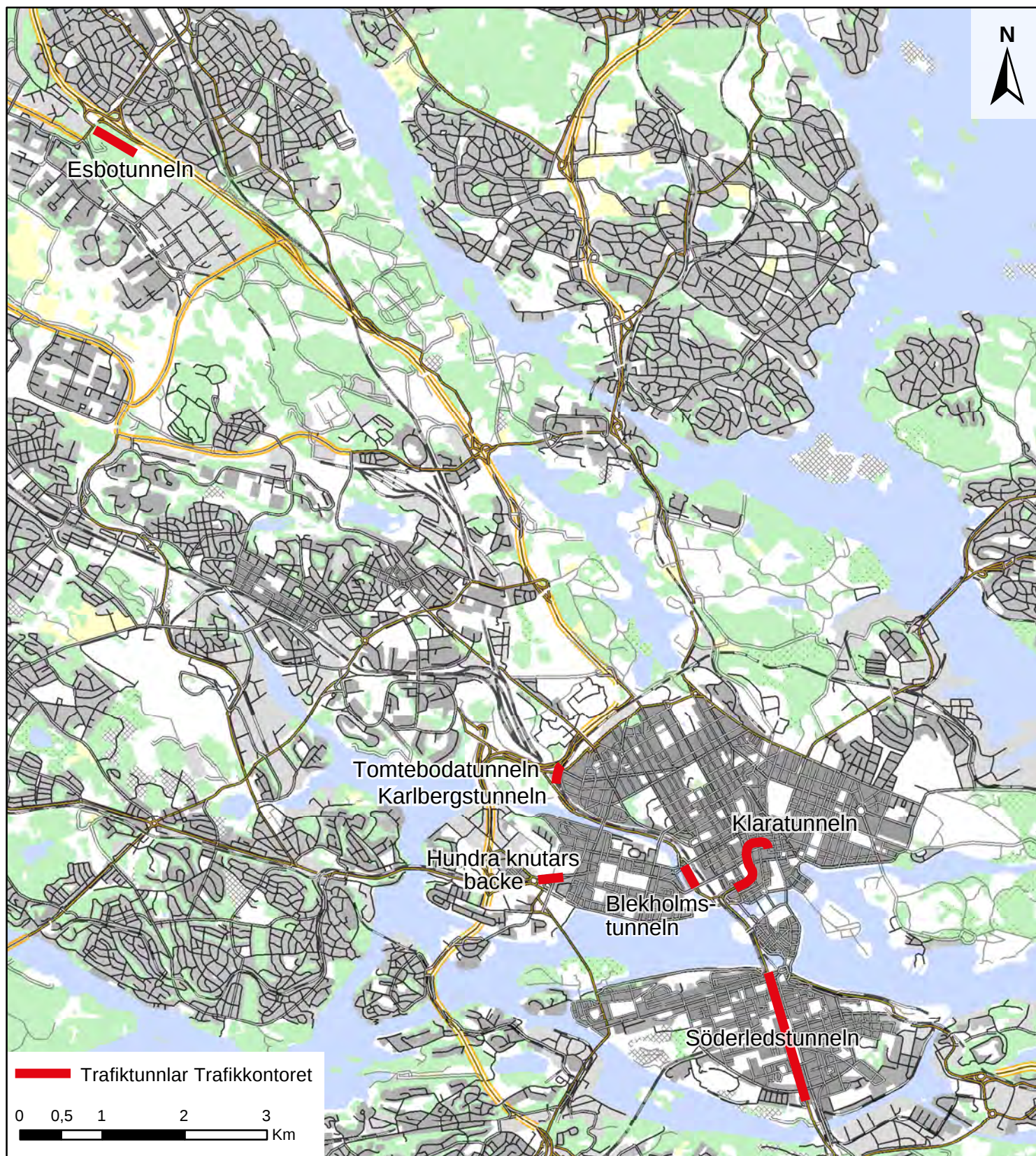
0 2 000 4 000
Meter

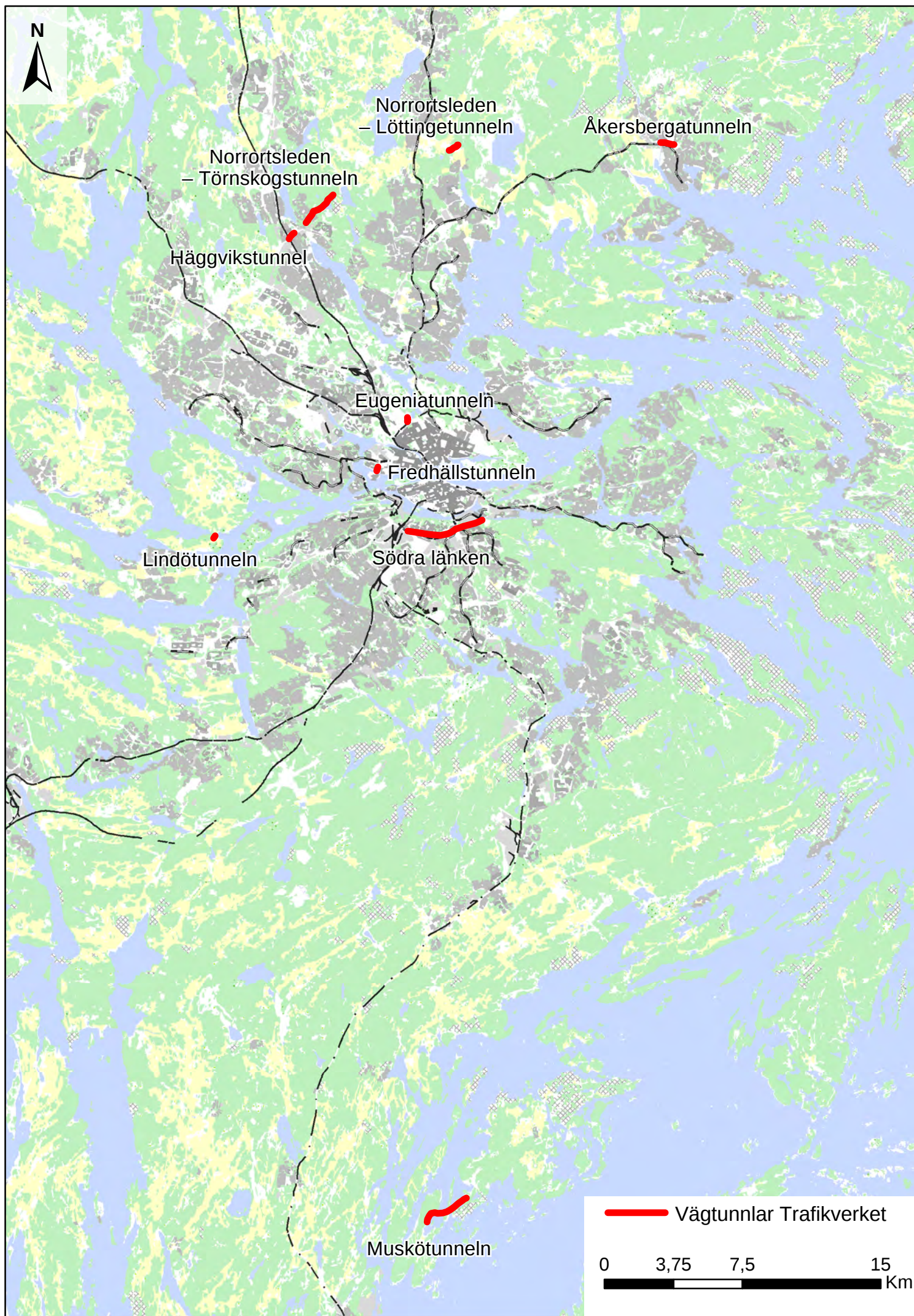


Bilaga 2 – Kartor över lokalisering av inventerade trafiktunnlar

Bilagan innehåller kartor över lokalisering av inventerade trafiktunnlar tillhörande Trafikverket (väg och järnväg) samt trafiktunnlar tillhörande Trafikkontoret i Stockholms stad.

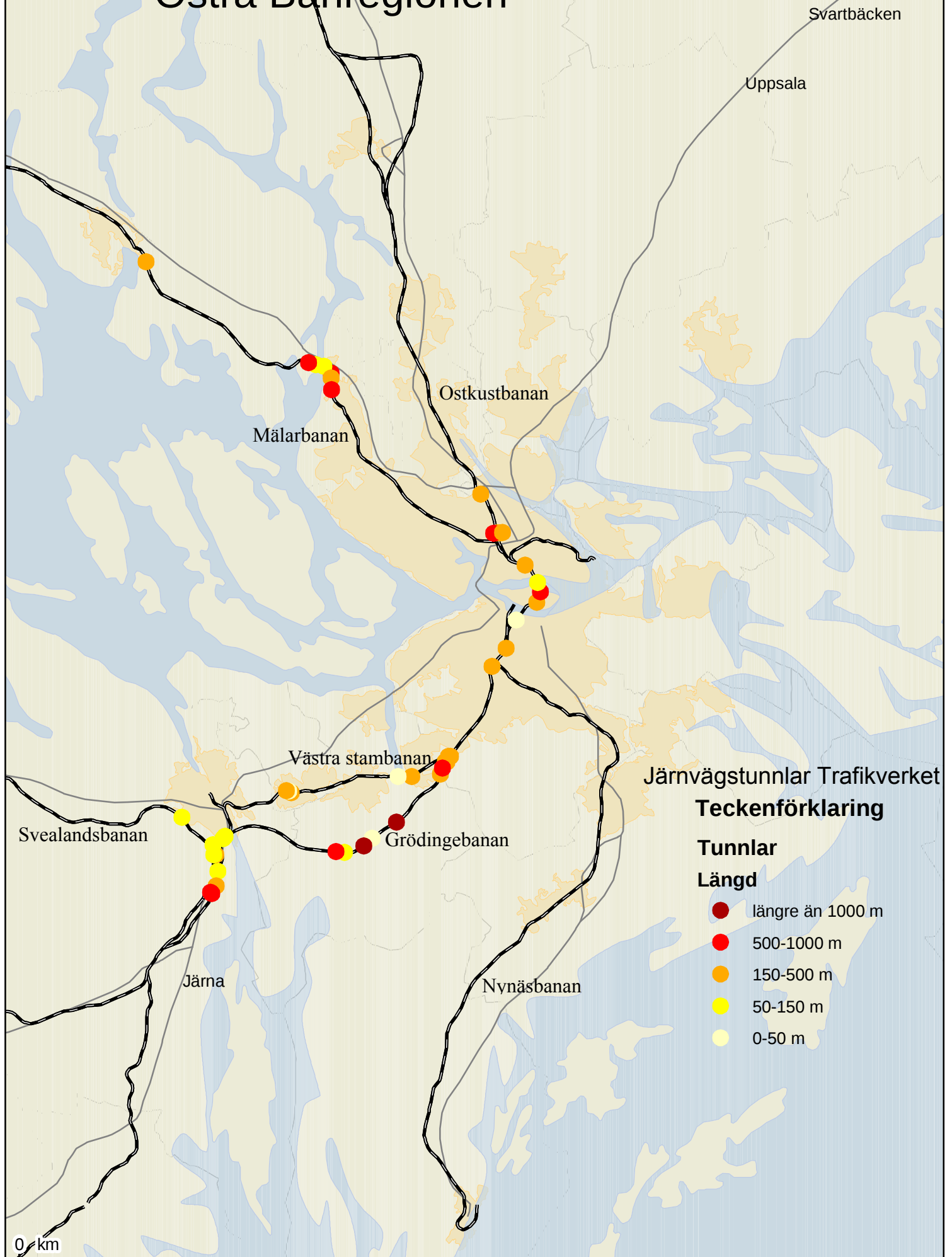
Bilaga 2 Kartor över lokalisering av inventerade trafiktunnlar





Tunnlar inom Stockholmsområdet

Östra Banregionen





Bilaga 3 – Övergripande riskanalys för väg- och järnvägstunnlar

Bilagan innehåller den övergripande riskanalysen för väg- och järnvägstunnlar i Stockholms län. Bilagan är i form av en tabell, innehållandes information om respektive tunnel.

															Scenarier, möjlig påverkan?						
															Förhöjd havsnivå	Stigande vattennivå i Mälaren	Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag			Intensiv korttids-nederbörd	Förändrade grund-vattennivåer
Tunneldata									Påverkansfaktorer						100-årsflöde, längre sikt	Dagsläget dimensionerande flöde	Oxundaån	Tyresån	Andra vatten-drag?	100-års regn, längre sikt	Kända problem med höga grv-nivåer
Tunnelns namn	Typ av tunnel	Geografiskt läge	Tunnelingångar	Höjdnivå på ingång (RH00)	Sammankoppling med annan tunnel (namnge tunnel)	Beroende av elförsörjning?	Annat beroende?	Referens	Problem med avvattning	Påverkan av skyfall	Kända problem med närhet till vattendrag	Kända problem med höga grundvattennivåer	Kända problem med höga havsnivåer?	Övriga relevanta aspekter?	+1,25 cm	>2,16 m					
Söderledstunneln	Vägtunnel	Södermalm			Söderledstunneln går över en gammal SJ tunnel (som går mellan Slussen och Fatbursparken).	Till viss del. Reservkraft finns för de system som behöver backas upp.	Inläckande vatten dräneras till Stockholm Vatten. Avvattningen kommer att byggas om sommaren 2012, med sedimenterings-bassäng.	J. Andersson (Trafikkontoret)	Nej, tunneln har uppsamlingsbassäng som dränerar med självfall till Stockholm Vatten.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Klaratunneln	Vägtunnel	Norrmalm	Tegelbacken-Sveavägen och Tegelbacken-Mäster Samuelsgata			Till viss del. Reservkraft finns till pumpar och elsystem i tunneln.		J. Andersson (Trafikkontoret)	Nej. Tunneln har 3 st system.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Blekholmstunneln	Vägtunnel	City	Klarabergsviadukten-Kungsbron	+2,2 m		Till viss del. Reservkraft finns till pumpar och elsystem i tunneln.		J. Andersson (Trafikkontoret), Höjddata för kajkanten	Nej. Tunneln har 1 system plus en kreosotanläggning.	Nej	Nej	Nej. Det finns inga kända problem, det har inte gått att uppmäta något grundvatten i tunneln.	Nej	Den tunnel som ligger längst av de olika trafik-tunnlarna (överdäckning av befintlig väg).	Nej	Ja, nära gränsen.	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Hundra Knutars Backe	Vägtunnel	Kungsholmen			Eventuellt tunnelbanan	Till viss del. Reservkraft finns (UPS).		J. Andersson (Trafikkontoret)	Nej. Tunneln har 2 st system.	Nej	Nej	Nej	Nej	Överdäckning	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Esbotunneln	Vägtunnel	Kista	Esbogatan (del av)-Torshamnsgatan			Till viss del. Reservkraft finns (UPS).		J. Andersson (Trafikkontoret)	Nej, vatten avleds med självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Karlbergstunneln	Vägtunnel	Vasastaden	Klarstrandsdelen-Norra länken och Essingeleden			Till viss del. Reservkraft finns (UPS).		J. Andersson (Trafikkontoret)	Nej, självfall	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej, dränering genom självfall	Nej
Tomtebodatunneln	Vägtunnel	Vasastaden	Norra Länken-Klarstrandsleden (södergående trafik)			Till viss del. Reservkraft finns (UPS).		J. Andersson (Trafikkontoret)	Nej, självfall	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej, dränering genom självfall	Nej
Fredhällstunneln	Vägtunnel	Fredhäll	Fredhällsbron- (del av Essingeleden)		Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Eugeniatunneln	Vägtunnel	Solna	Essingeleden-Uppsalavägen		Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning kan bli problem vid regn?	Nej
Lindötunneln	Vägtunnel	Ekerö	Drottningholm-Tappström		Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Muskötunneln	Vägtunnel	Nynäshamn/Haninge	Norra Yxlö-Muskö	+1,7 m	Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket), Trafikverket, Muskötunneln, plan/profil ritn nr 201B1402, 2008-06-12.	Nej	Ev om stora mängder	Nej	Kontinuerligt inläckage av vatten	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Stort inläckage av grundvatten.

															Scenarier, möjlig påverkan?						
															Förhöjd havsnivå	Stigande vattennivå i Mälaren	Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag			Intensiv korttids-nederbörd	Förändrade grund-vattennivåer
Tunneldata									Påverkansfaktorer						100-årsflöde, längre sikt	Dagsläget dimensionerande flöde	Oxundaån	Tyresån	Andra vatten-drag?	100-års regn, längre sikt	Kända problem med höga grv-nivåer
Tunnelns namn	Typ av tunnel	Geografiskt läge	Tunnelingångar	Höjdnivå på ingång (RH00)	Sammankoppling med annan tunnel (namnge tunnel)	Beroende av elförsörjning?	Annat beroende?	Referens	Problem med avvattnig	Påverkan av skyfall	Kända problem med närhet till vattendrag	Kända problem med höga grundvattennivåer	Kända problem med höga havsnivåer?	Övriga relevanta aspekter?	+1,25 cm	>2,16 m					
Södra länken (Sickla/Nacka-Årsta/Hammarby)	Vägtunnel	Sickla/Nacka/Årsta/Hammarby	Essingeleden-Värmdöleden		Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning kan bli problem med regn?	Nej
Norrortsleden Törnskogstunneln	Vägtunnel	Sollentuna			Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Kontinuerlig bortpumpning av grundvatten.	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning kan bli problem med regn?	Dränering sker kontinuerligt
Norrortsleden Löttingetunneln	Vägtunnel	Täby			Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	
Häggvikstunneln	Vägtunnel	Sollentuna			Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Åkersbergatunneln	Vägtunnel (överdäckning)	Österåker			Nej	Har elförsörjning i samtliga tunnlar.		A, Niva (Trafikverket)	Nej	Ev påverkan om stora mängder.	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Riddarholmstunneln (Västra Stambanan)	Järnvägstunnel	Centrala Stockholm		Överkant tråg på nivå 1,2 m	?	Ja	Dränering genom pumpar.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom dränering med pumpar.	-	Ja	-	-	Ritningarna på eventuella höjder kan vara felaktiga pga av sättningar.	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej	Dränering genom pumpning, kan bli problem vid regn?	Nej
Södertunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Södermalm	Skanstull till Slussen	Rälsunderkant 8,15 m		Ja		A Taube, Trafikverket	Nej Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Liljeholmstunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Liljeholmen				?		A Taube, Trafikverket	Nej Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej	Används inte för persontrafik.	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Västbergatunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Västberga				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Götalandstunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel					Ja	Dränering genom självfall	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall men tunnel har lågpunkt.	Nej	Nej	Nej	Nej	Skulle kunna få problem vid intensivt regn då avvattnig är självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall, men har lågpunkt	Nej
Älvsjötunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Älvsjö				Ja	Dränering genom självfall	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej	Omformar-station delvis under jord, (enda i länet) skulle kunna få problem vid intensivt regn.	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Norra Tullingtonunneln (Västra Stambanan)	Järnvägstunnel	Tullinge				ja	Dränering genom självfall	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Södra Tullingtonunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Tullinge				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej

															Scenarier, möjlig påverkan?						
															Förhöjd havsnivå	Stigande vattennivå i Mälaren	Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag			Intensiv korttids-nederbörd	Förändrade grund-vattennivåer
Tunneldata									Påverkansfaktorer						100-årsflöde, längre sikt	Dagsläget dimensionerande flöde	Oxundaån	Tyresån	Andra vatten-drag?	100-års regn, längre sikt	Kända problem med höga grv-nivåer
Tunnelns namn	Typ av tunnel	Geografiskt läge	Tunnelingångar	Höjdnivå på ingång (RH00)	Sammankoppling med annan tunnel (namnge tunnel)	Beroende av elförsörjning?	Annat beroende?	Referens	Problem med avvattning	Påverkan av skyfall	Kända problem med närhet till vattendrag	Kända problem med höga grundvattennivåer	Kända problem med höga havsnivåer?	Övriga relevanta aspekter?	+1,25 cm	>2,16 m					
Norra Rönningetunneln (Västra Stambanan)	Järnvägstunnel	Rönninge				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Mellersta Rönningetunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Rönninge				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Södra Rönningetunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel	Rönninge				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Norra Strömtunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel					Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Södra Strömtunneln (Västra stambanan)	Järnvägstunnel					Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Bränningetunneln N (Västra stambanan)	Järnvägstunnel					Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Bränningetunneln U (Västra stambanan)	Järnvägstunnel					Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Centraltunneln (Ostkustbanan)	Järnvägstunnel	City		Rälsunderkant 2,74 m vid början på ramp, rampvägg 3,03 m		Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Dränering sker med pumpar.	Nej	Nej	Nej	Nej	Kulvertar på centralen som har haft problem med inträngning av vatten	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering med pump.	Nej
Solnatunneln N (Ostkustbanan)	Järnvägstunnel	Solna				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Solnatunneln U (Ostkusbanan)	Järnvägstunnel	Solna				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Solnatunneln D (Ostkustbanan)	Järnvägstunnel	Solna				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Solnatunneln A (Ostkustbanan)	Järnvägstunnel	Solna				Ja	Dränering genom självfall.	A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering genom självfall.	Nej
Ulriksdalstunneln (Ostkustbanan)	Järnvägstunnel	Solna				Ja	Dränering genom pumpning.	A Taube, Trafikverket	Nej. Dränering med pumpar	Nej	Nej	Nej	Nej	Om det blir stopp här så påverkar det möjligheterna att lasta av vid Hagalund. Kan påverka leveranser till industrier	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Dränering med pump.	Nej

															Scenarier, möjlig påverkan?						
															Förhöjd havsnivå	Stigande vattennivå i Mälaren	Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag			Intensiv korttids-nederbörd	Förändrade grund-vattennivåer
Tunneldata									Påverkansfaktorer						100-årsflöde, längre sikt	Dagsläget dimensionerande flöde	Oxundaån	Tyresån	Andra vatten-drag?	100-års regn, längre sikt	Kända problem med höga grv-nivåer
Tunnelns namn	Typ av tunnel	Geografiskt läge	Tunnelingångar	Höjdnivå på ingång (RH00)	Sammankoppling med annan tunnel (namnge tunnel)	Beroende av elförsörjning?	Annat beroende?	Referens	Problem med avvattning	Påverkan av skyfall	Kända problem med närhet till vattendrag	Kända problem med höga grundvattennivåer	Kända problem med höga havsnivåer?	Övriga relevanta aspekter?	+1,25 cm	>2,16 m					
Björnkullatunneln A (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Björnkullatunneln B (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Björnkullatunneln C (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Björnkullatunneln D (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Tullingskogstunneln A (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Tullingskogstunneln B (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Lidatunneln (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Nolinetunneln (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Karlslundstunneln (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Kyrktorpstunneln (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Malmsjötunneln (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Kvestestatunneln A (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Kvestestatunneln B (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Oxtunneln (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Gliatunneln A (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Gliatunneln B (Grödingebanan)	Järnvägstunnel	Järna-Flemingsberg				Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Båghustunneln (Mälarbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Trappebergstunneln (Mälarbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattning sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej

															Scenarier, möjlig påverkan?						
															Förhöjd havsnivå	Stigande vattennivå i Mälaren	Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i vattendrag			Intensiv korttids-nederbörd	Förändrade grund-vattennivåer
Tunneldata									Påverkansfaktorer						100-årsflöde, längre sikt	Dagsläget dimensionerande flöde	Oxundaån	Tyresån	Andra vatten-drag?	100-års regn, längre sikt	Kända problem med höga grv-nivåer
Tunnelns namn	Typ av tunnel	Geografiskt läge	Tunnelingångar	Höjdnivå på ingång (RH00)	Sammankoppling med annan tunnel (namnge tunnel)	Beroende av elförsörjning?	Annat beroende?	Referens	Problem med avvattnig	Påverkan av skyfall	Kända problem med närhet till vattendrag	Kända problem med höga grundvattennivåer	Kända problem med höga havsnivåer?	Övriga relevanta aspekter?	+1,25 cm	>2,16 m					
Stäkettunneln (Mälarbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Stäksundstunneln (Mälarbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Dalkarlstunneln (Mälarbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Svartvikstunneln (Mälarbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Tvetatunneln (Svealandsbanan)	Järnvägstunnel					Ja		A Taube, Trafikverket	Nej. Avvattnig sker genom självfall.	Nej	Nej	Nej	Nej		Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej



Bilaga 4 – PM Översvämningsrisker i tunnelbanan, kartläggning av platser där vatten kan läcka in i anläggningen

Bilagan innehåller den kartläggning som Storstockholms lokaltrafik (SL) har utfört avseende översvämningsrisker i tunnelbanan. Inventerade tunnelmynningar, stationsnedgångar, schakt och öppningar redovisas. Bilagan innehåller även en beskrivning av SL:s beredskap.



Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

Dokumenttyp
PM

Handläggare
Björn Hällström, 3636

Version
1.0

Informationssäkerhetsklass
Öppen

PM Översvämningssrisker i tunnelbanan

Kartläggning av platser där vatten kan läcka in i anläggningen

Innehållsförteckning:

1. Förutsättningar.....	2
1.1 Allmänt.....	2
1.2 Avgränsning.....	2
1.3 Genomförande.....	2
2. Kartläggning.....	2
2.1 Tunnelmynningar.....	2
2.2 Stationsnedgångar.....	3
2.3 Övriga schakt och öppningar.....	5
3. Slutsatser.....	6

Bilagor

Bilaga 1	Tunnelmynningar, förteckning
Bilaga 2	Stationsnedgångar, förteckning
Bilaga 3	Övriga schakt och öppningar, förteckning
Bilaga 4	SL:s beredskap för höga vattenstånd i anslutning till station Gamla Stan
Bilaga 5	3D-vyer, tunnelmynning vid Gamla Stan

Revisionsförteckning

Datum	Utgåva	Omfattning av revidering	Upprättad av	Godkänd av
17/12 -10	1.0		Mattias Wändesjö	Björn Hällström

Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

1 Förutsättningar

1.1 Allmänt

Detta PM innehåller en kartläggning av de platser i tunnelbanesystemet där vatten skulle kunna läcka in och orsaka en översvämning. Syftet är att materialet skall tjäna som underlag för att göra en riskbedömning och förslag till riskreducerande åtgärder. Riskreducerande åtgärder som SL redan utfört med avseende på inläckande vatten har även beskrivits.

1.2 Avgränsning

I detta PM beaktas enbart översvämning till följd av höga vattenstånd i Mälaren och Saltsjön eller kraftiga skyfall.

Vidare avses i utredningen endast översvämning i tunnelbanans tunnlar. Ytsträckor och utomhusstationer har inte beaktats.

1.3 Genomförande

Kartläggningen har genomförts med hjälp av genomgång av befintliga ritningar över tunnelbenanläggningen samt objektlistor från förvaltningssystemet BATMan (Bridge and Tunnel Management), i vilket alla de anläggningsobjekt som SL förvaltar finns förtecknade.

2 Kartläggning

2.1 Tunnelmynningar

I tunnelsystemet finns 38 tunnelmynningar, vilka är förtecknade i bilaga 1.

2.1.1 Risk med avseende på höga vattenstånd

Av mynningarna är det endast en som är belägen på en nivå i närheten av omgivande vatten, nämligen mynningen strax norr om station Gamla Stan på sträckan mot T-Centralen. Tröskelnivån för inläckande vatten är här +1,25 (RH00), se bild 2.1.1.1 nedan. För de övriga mynningarna varierar nivån för tunnelbotten mellan som lägst ca +2,5 (Lindhagensplan) och ända upp till över +40 (Bredäng – Mälarhöjden).

Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

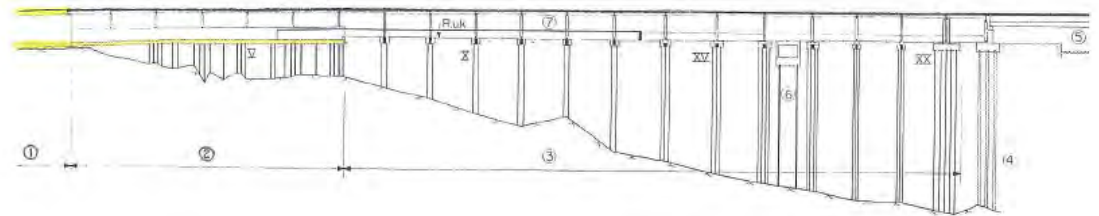


Bild 2.1.1.1, Längdsektion genom station Gamla Stan. Tunnelmyningen är till vänster i bilden (område 1) och intill detta ligger ett vattentätt tråg (område 2). Tråkantens lägsta nivå är +1,25.

SL har vidtagit en rad åtgärder i anläggningen för att reducera riskerna förknippade med tunnelmyningens tröskelnivå i förhållande till vattennivån i Mälaren. En sammanställning av utförda åtgärder samt beredskapen för höga vattenstånd i anslutning till station Gamla Stan redovisas i bilaga 4.

I bilaga 5 redovisas tredimensionella vyer över tunnelmyningen och det anslutande tråget.

2.1.2 Risk med avseende på kraftiga skyfall

I tunnarnas lågpunkter finns pumpstationer där s.k. tunnelpumpar pumpar upp vatten, främst inläckande grundvatten men även eventuellt ytvatten, från tunneln till ledningar vid markytan. Drifftiderna för dessa pumpar kontrolleras regelmässigt. Det kan noteras att drifftiderna endast påverkas marginellt även vid kraftiga och långvariga regn, vilket tyder på att risken för översvämning på grund av att regnvatten skulle rinna in via tunnelmyningarna är liten.

2.2 Stationsnedgångar

Stockholms tunnelbana har 100 stationer, varav 50 är belägna i tunnel. Stationerna har ofta fler uppgångar än en och dessutom finns ofta ett antal entréer från varje biljetthall. Totalt har 148 stationsnedgångar till tunnelstationerna identifierats. Dessa redovisas i bilaga 2.

Station Gamla Stan har tagits med i förteckningen trots att detta inte är en station i tunnel. Detta med tanke på stationens höjdläge i förhållande till vattennivåerna i Mälaren.

2.2.1 Risk med avseende på höga vattenstånd

Station Gamla Stans entré mot Riddarfjärds kajen väster om järnvägsbron är lågt placerad. Vid passage under järnvägsbron är markhöjden endast +1.15 (RH00) och vid trappan ned mot biljetthallen +1,35. Om vattennivån i Mälaren blir så hög att vatten rinner in över kanten vid trappan kommer stationens biljetthall, vars golvnivå ligger på ca -1,80, att fyllas med vatten. Biljetthallen har dock inte någon direkt koppling till tunnelsystemet då den är belägen under spårnivån och en bit utanför mynningen.

Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

Station T-Centralens anslutning till Centralstation Stockholm via gångtunneln under Vasagatan skulle kunna innebära en risk för inläckande vatten i tunnelbanan om Centralstation (som förvaltas av Jernhusen) av någon anledning översvämmas. Vid gångtunnelns anslutning till Centralstation är golvnivån endast +0,25 och den högsta golvhöjden i tunneln är +1,30, se bild 2.2.1.1. I gångtunneln har SL en katastrofpump (pump med extra hög kapacitet) som i händelse av inläckage kommer att pumpa upp vatten till ledningar i Vasagatan. Några andra åtgärder har inte vidtagits av SL.

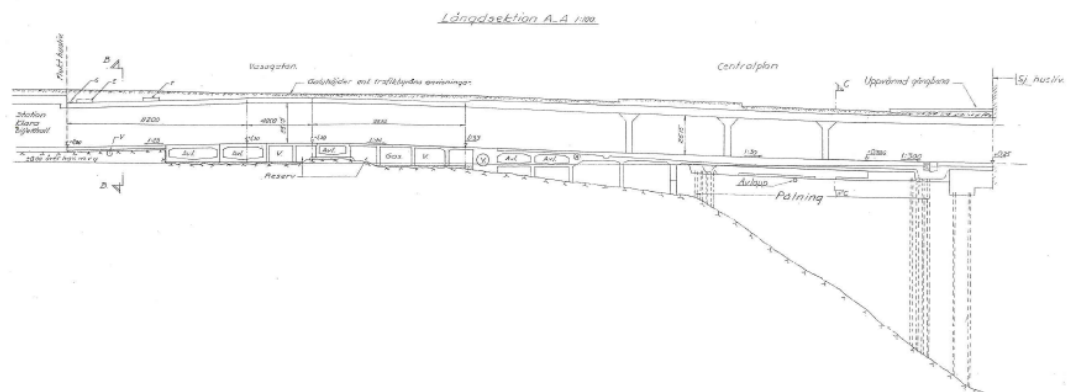


Bild 2.2.1.1, Gångtunnel mellan Centralstation (till höger) och Tunnelbanans biljetthall (till vänster).

Övriga stationsentréer kan anses vara belägna på betryggande höjd i förhållande till Mälarens och Saltsjöns vattenyta.

2.2.2 Risk med avseende på kraftiga skyfall

Inga regn, vare sig kraftiga eller långvariga, har hittills orsakat inläckande vatten via stationsnedgångarna som medfört några konsekvenser för trafikeringen i tunnelbanan. Därmed inte sagt att vissa stationsentréer inte har tämligen ogynnsam placering i förhållande till omgivande mark, med anslutande ramper i lutning mot ingången mm.

Vid två tillfällen, 2001 och 2002, brast markförlagda vattenledningar i området kring Råsunda fotbollsstadion i Solna, vilket orsakade inläckande vatten vid tunnelbanestationen Solna Centrum. SL utförde med anledning av dessa händelser en genomlysning av samtliga stationer för att bedöma risken för att detta skulle kunna hända igen samt för att genomföra erforderliga åtgärder i anläggningarna. Med ledning av denna genomlysning åtgärdades stationerna vid Solna C och Akalla, så att kraftmatningen från elcentralerna ska fungera även om vattennivån i de nedre maskinrummen stiger. Detta är en förutsättning för att stationspumparna ska fungera under dessa förhållanden.

Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

2.3 Övriga schakt och öppningar

Till de övriga schakten och öppningarna i tunnelbanan hör bland annat ventilations-, tryckutjämnings- och kabelschakt. Hit hör också mynningar till de transport- och tillfartstunnlar som användes vid anläggningens uppförande. Totalt har 135 sådana schakt och öppningar identifierats, se förteckning i bilaga 3.

2.3.1 Risk med avseende på höga vattenstånd

SL har löpande inventerat de vattennära schakten och vidtagit erforderliga åtgärder. Ventilation från pumpstation vid Liljeholmen (objekt 21-0793), som tidigare mynnade under kajplanet på Liljeholmskajen, har byggts om så att ventilationen nu mynnar en meter ovan kajplanet.

Öppningen till katastrofportarnas maskinrum (objekt 11-0391, beläget vid Vasagatan på Centralplan) har försetts med tätt och låsbart lock.

2.3.2 Risk med avseende på kraftiga skyfall

Risken att mycket kraftiga skyfall skulle medföra att vatten rinner in via något av schakten är svår att bedöma. Schaktmynningarna är generellt upphöjda från omgivande mark eller placerade på väggar, se bilder 2.3.2.1 och 2.3.2.2, vilket torde reducera riskerna avsevärt. Under anläggningens livstid har någon sådan händelse hittills inte inträffat.



Bild 2.3.2.1, Tryckutjämnings- och kabelschakt S:t Eriksgatan (objekt 11-1193)



Bild 2.3.2.2, Ventilationsschakt Klara Västra Kyrkogata (objekt 11-0393)



Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

3 Slutsatser

SL:s bedömning är att anläggningen är tillräckligt säker med avseende på risken för översvämning på grund av höga vattennivåer i Mälaren och Saltsjön eller kraftiga skyfall. Anläggningen har inventerats och åtgärder har utförts där så erfordrats.

Arbetet med att övervaka anläggningen och bedöma översvämningsrisker, inte minst med anledning av den rådande klimatdebatten, fortgår dock kontinuerligt.

Slutligen noteras att en bedömning av risken för översvämning i termer av sannolikhet inte bedöms vara möjlig, då ingen händelse av den arten någonsin inträffat under den tid anläggningen varit i drift.

Tunnelmynningar, förteckning

Bana	Bandel	Sträcka	Sektion ¹⁾	Ungefärlig placering	Notering
11	11-01	Slussen - Gamla Stan	0+020	Under Södermalmstorg	
11	11-03	Gamla Stan - T Centralen	0+580	Norra änden av plattformen Gamla Stan	Tröskel +1,25. Se bilaga 4 för åtgärder och beredskap. Se bilaga 5 för 3D-skisser av mynningen
11	11-15	Thorildsplan - Fridhemsplan	5+700	Lindhagensplan, rondellen	Ny överdäckning 2009
11	11-33	Blackeberg - Islandstorget	13+700	Vid stn Blackeberg	
11	11-33	Blackeberg - Islandstorget	13+500	Vid stn Islandstorget	
12	12-23	Farsta - Farsta Strand	9+600	Larsbodavägen	
12	12-05	Skanstull - Gullmarsplan	1+340	Norra änden av Skanstullsbron	
14	14-07	Kärntorp - Bagarmossen	6+400	Fogdevägen	
21	21-11	Telefonplan - Midsommarkransen	5+360	Vid Tellusborgsvägen	
21	21-13	Hägerstensåsen - Telefonplan	6+188	Väster om Bron över Korpmossevägen	
21	21-13	Hägerstensåsen - Telefonplan	6+600	Östra änden av stn Hägerstensåsen	
21	21-99	Anslutning Nybodadepån		Vid bron över Hägerstensvägen	
22	22-25	Hallunda - Alby	20+025	40 m öster om stn Hallunda	
22	22-23	Alby - Fittja	17+966	Väster om broarna över Stökhagsvägen	
22	22-21	Fittja - Masmo	16+390	50 m öster om bro över Albysjön	
22	22-19	Masmo - Vårby Gård	14+400	100 m väster om stn Vårby Gård	
22	22-17	Vårby Gård - Vårberg	13+840	Öster om bro över Vårbydalen	
22	22-17	Vårby Gård - Vårberg	12+720	Västra änden av stn Vårberg	
22	22-15	Vårberg - Skärholmen	11+980	Ekholmsvägen	
22	22-13	Skärholmen - Sättra	11+100	150 m väster om Sättravägen	
22	22-13	Skärholmen - Sättra	10+960	Sättravägen	
22	22-13	Skärholmen - Sättra	10+430	Västra änden av stn Sättra	
22	22-11	Sättra - Bredäng	10+250	30 m öster om stn Sättra	
22	22-11	Sättra - Bredäng	10+150	Aspsättravägen	
22	22-09	Bredäng - Mälarhöjden	8+850	150 m öster om stn Bredäng	
22	22-07	Mälarhöjden - Axelsberg	6+546	Västra änden av stn Axelsberg	
22	22-03	Örnsberg - Aspudden	5+550	Örnsbergsvägens bro över tunnelbanan	
23	23-11	Gärdet - Ropsten	4+842	Tegelviksvägen	
23	23-11	Gärdet - Ropsten	5+190	Lanforsvägen	
23	23-11	Gärdet - Ropsten	5+790	Stn Ropsten	
24	24-09	Bergshamra - Danderyds Sjukhus	9+200	Söder om bro över Stocksundet	
24	24-09	Bergshamra - Danderyds Sjukhus	9+525	Norr om bro över Stocksundet	
31	31-17	Hallonbergen - Kista	10+980	Söder om bro över Igelbäcken	
31	31-18	Hallonbergen - Kista	11+600	Stn Kymlinge	Stationen är ej i drift

1) Avser lägdmatning i spåret angivet i km+m

Tunnelmynningar, förteckning

Bana	Bandel	Sträcka	Sektion ¹⁾	Ungefärlig placering	Notering
31	31-19	Hallonbergen - Kista	12+050	Kymlingelänken	
31	31-21	Kista - Husby	13+600	Jyllandsgatan	
33	33-01	Anslutning Rissnedepån - Rissne Vagnhall		Inne på depåområdet	Två tunnelmynningar

1) Avser lägdmatning i spåret angivet i km+m

Stationsnedgångar, förteckning

Bana	Del	Station	Uppgång, Benämning/Placering	Notering
11	11-02	Gamla Stan	Munkbroleden	
			Munkbrogatan (kv Icarus)	
			Gångtunnel under SJ (Riddarfjärds kajen)	
	11-04	T-Centralen	Uppgång Vasagatan (TCeS), Vasagatan (kv Uggleborg)	
			Uppgång Vasagatan (TCeS), Klarabergsgatan	
			Uppgång Vasagatan (TCeS), Klara kyrkogård	Nödutrymning, öppnas temporärt under Citybanans entreprenad.
			Uppgång Vasagatan (TCeS), gångtunnel till Centralstation	två uppgångar från tunneln på Centralplan samt anslutning till Centralstation. Golvnivå i Centralstation är +0,25, vilket kan utgöra en risk för inläckage via gångtunneln.
			Uppgång Sergels Torg (TCeN), Drottninggatan/Klarabergsgatan	
			Uppgång Sergels Torg (TCeN), Sergels Torg	
	11-06	Hötorget	Uppgång Tunnelgatan, Tunnelgatan	
			Uppgång Tunnelgatan, Olof Palmes Gata	
			Uppgång Hötorget, Kungsgatan (Konserthuset)	
			Uppgång Hötorget, Kungsgatan 40-42	
			Uppgång Hötorget, Kungsgatan 36-38	
			Uppgång Hötorget, Kungsgatan 37-39	
			Uppgång Sergelgatan, Sergelgatan	
			Uppgång Sergelgatan, Sveavägen	
			Uppgång Sergelgatan, Malmskillnadsgatan	
	11-08	Rådmansgatan	Uppgång Rehngatan, Rehngatan	
			Uppgång Rehngatan, Handelshögskolan	
			Uppgång Rådmansgatan, Rådmansgatan	
			Uppgång Rådmansgatan, Sveavägen	
	11-10	Odenplan	Uppgång Odenplan, Odenplan	
			Uppgång Odenplan, Karlbergsvägen (östra)	
			Uppgång Odenplan, Karlbergsvägen (västra)	Nybyggd 2010, ej ännu tagen i drift
			Uppgång Västmannagatan, Västmannagatan	
	11-12	St Eriksplan	Uppgång Torsgatan, Torsgatan/S:t Eriksgatan	
			Uppgång S:t Eriksplan, S:t Eriksplan N	
			Uppgång S:t Eriksplan, S:t Eriksplan S	
			Uppgång S:t Eriksplan, S:t Eriksgatan/Rörstrandsgatan	
	11-14	Fridhemsplan	Uppgång Drottningholmsvägen, Drottningholmsv./Fridhemsg.	
			Uppgång Fridhemsplan, S:t Eriksgatan	

Stationsnedgångar, förteckning

Bana	Del	Station	Uppgång, Benämning/Placering	Notering
			Uppgång Fridhemsplan, Fleminggatan	Via torget under gatukorset Flemingg./S:t Eriksg.
12	12-00	Slussen	Uppgång Götgatan, Götgatsbacken	
			Uppgång Södermalmstorg, Södermalmstorg	
			Utgång Bussterminal och Saltsjöbanan	
	12-02	Medborgarplatsen	Uppgång Björns Trädgård, Björns Trädgård	
			Uppgång Folkungagatan, Folkungagatan	
			Uppgång Folkungagatan, Folkungagatan (Göta Källare)	
	12-04	Skanstull	Uppgång Ringvägen, Ringvägen (Åhléns)	
			Uppgång Ringvägen, Ringvägen (Ringén)	
			Uppgång Ringvägen, Ringvägen (Götgatan, Ringén)	
			Uppgång Ringvägen, Ringvägen (Götgatan, östra sidan)	
			Uppgång Allhelgonagatan, Allhelgonagatan/Götg.	
	12-24	Farsta Strand	Farsta Strandplan, utgång	
14	14-08	Bagarmossen	Uppgång Bagarmossen, Rusthållarvägen (torget)	
	14-10	Skarpnäck	Uppgång Skarpnäck, Skarpnäcks allé	
21	21-02	Mariatorget	Östra uppgången, Svedenborgsgatan	
			Västra uppgången, Torkel Knutsonsgatan	
	21-04	Zinkensdamm	Uppgång Ringvägen	
	21-06	Hornstull	Västra uppgången, Långholmsgatan (kv Sågen)	
			Västra uppgången, Långholmsgatan (kv Bulten)	
			Västra uppgången, Långholmsgatan (kv Släggan)	
			Östra uppgången, Hornsbruksgatan	
	21-08	Liljeholmen	Södra biljetthallen, Liljeholmsvägen	
			Norra biljetthallen, Liljeholmstorget	
	21-10	Midsommarkransen	Uppgång Tegelbruksvägen	
			Uppgång Svandammsvägen	
22	22-02	Aspudden	Uppgång mot Erik Segersälls Väg	
	22-08	Mälarhöjden	Uppgång Slättgårdsvägen	
	22-14	Skärholmen	Uppgång Skärholmstorget	
	22-20	Masmo	Uppgång Solhagavägen	
	22-24	Alby	Uppgång Albyvägen	

Stationsnedgångar, förteckning

Bana	Del	Station	Uppgång, Benämning/Placering	Notering
			Uppgång Tingsvägen	
23	23-06	Östermalms Torg	Uppgång Östermalms torg, Sibyllegatan	
			Uppgång Östermalms torg, Nybrogatan	
			Uppgång Birger Jarlsgatan, Birger Jarlsgatan	
			Uppgång Birger Jarlsgatan, Grev Turegatan	
			Uppgång Birger Jarlsgatan, Södra gångtrappan, Birger Jarlsgatan (Kv. Pumpstocken)	
			Uppgång Birger Jarlsgatan, Norra gångtrappan, Birger Jarlsgatan (Kv. Pumpstocken)	
	23-08	Karlaplan	Uppgång Karlaplan, Västra	
			Uppgång Karlaplan, Östra	
			Uppgång Valhallavägen, Valhallavägen	
			Uppgång Valhallavägen, De Geersgatan	
	23-10	Gärdet	Södra uppgången, Brantingsgatan	
			Norra uppgången, Furusundsgatan	
			Norra uppgången, Värtavägen	
24	24-02	Stadion	Uppgång Nybrogatan, trappa 1, Nybrogatan	
			Uppgång Valhallavägen, trappa 2, Valhallavägen	
			Uppgång Valhallavägen, trappa 3, Fänriksgatan	
			Uppgång Valhallavägen, trappa 4, Grev Turegatan	
			Uppgång Valhallavägen, Ramp 1, Valhallavägen	
	24-04	Tekniska Högskolan	Uppgång Östra Station, Trappa 1, Danderydsgatan	
			Uppgång Östra Station, Trappa 3, Valhallavägen (Busshållpl.)	
			Uppgång Östra Station, Trappa 4, Valhallavägen (Busshållpl.)	
			Uppgång Östra Station, Trappa 5, Drottning Kristinas väg	
			Uppgång Odengatan, Trappa 2, Valhallavägen	
			Uppgång Odengatan, Ramp 1, Odengatan	
	24-06	Universitetet	Södra uppgången, Universitetet	
	24-08	Bergshamra	Norra uppgången, Bergshamra torg	
			Södra uppgången, Gamla Vägen	
	24-10	Danderyds Sjukhus	Norra uppgången, Danderyds sjukhus	
			Norra uppgången, Mörbygårdsvägen	
			Norra uppgången, gångtunnel under Mörbygårdsvägen	

Stationsnedgångar, förteckning

Bana	Del	Station	Uppgång, Benämning/Placering	Notering
			Södra uppgången, väster om Mörbygårdsvägen	
			Södra uppgången, öster om Mörbygårdsvägen	
	24-12	Mörby C	Uppgång, kv Postiljonen	
31	31-00	Kungsträdgården	Uppgång Arsenalsgatan, Arsenalsgatan	
			Uppgång Regeringsgatan, Regeringsgatan	
			Uppgång Regeringsgatan, Norra Smedjegatan	
			Uppgång Regeringsgatan, Herkulesgatan	
			Uppgång Regeringsgatan, Regeringsgatan (kv Jakob Större)	
	31-02	T-Centralen	Uppgång Drottninggatan	Uppgång drottninggatan (Sergels Torg) beskrivs under bana 11.
			Uppgång Vasagatan, Vasagatan (kv Pilen)	
			Uppgång Vasagatan, Bryggaregatan	
			Uppgång Vasagatan, Vasagatan (kv Pennfäktaren)	
			Uppgång Vasagatan, Vasaplan	
	31-04	Rådhuset	Uppgång Agnegatan, Agnegatan (mot Rådhuset)	
			Uppgång Agnegatan, Agnegatan (söderut)	
			Uppgång Agnegatan, Bergsgatan	
			Uppgång Kungsklippan, Kungsholmsgatan	
			Uppgång Kungsklippan , Hantverkarvägen	
			Uppgång Kungsklippan , Kungsklippan	
	31-06	Fridhemsplan	Uppgång Fridhemsplan	Uppgång Fridhemsplan beskrivs under bana 11
			Uppgång Fleminggatan	Uppgång Fleminggatan beskrivs under bana 11
			Uppgång Mariebergsgatan, Mariebergsgatan	
	31-08	Stadshagen	Uppgång Mariedalsvägen, Mariedalsvägen	
			Uppgång Kjellgrensgatan, Kjellgrensgatan	
			Uppgång Kjellgrensgatan, Kungsholmsgatan (trappa)	
			Uppgång Kjellgrensgatan, Kungsholmsgatan (ramp)	
	31-10	Västra Skogen	Uppgång Västra Skogen, Johan Enbergs väg	
	31-12	Solna C	Uppgång Centralvägen, Centralvägen	
			Uppgång Fotbollsstadion, Gångtunnel under Frösundaleden	
			Uppgång Fotbollsstadion, Centrumslingan (trappa)	Har åtgärdats för att säkerställa matning (elkraft) även om vatten läcker in.
			Uppgång Fotbollsstadion, Centrumslingan (ramp)	
			Uppgång Fotbollsstadion, Centrum (ramp)	
	31-14	Näckrosen	Norra uppgången, Ravinstigen	

Stationsnedgångar, förteckning

Bana	Del	Station	Uppgång, Benämning/Placering	Notering
			Södra Uppgången, Råsundavägen	
			Södra Uppgången, Greta Garbos väg	
	31-16	Hallonbergen	Uppgång Hallonbergen, Centrumbyggnad (Terränglöparen 1)	
	31-22	Husby	Uppgång Harald Hårfagregången, Harald Hårfagregången	
			Uppgång Per Gyntgången, Per Gyntgången	
	31-24	Akalla	Uppgång Sveaborgsgatan, Sveaborgsgatan (busshållplatser)	Har åtgärdats för att säkerställa matning (elkraft) även om vatten läcker in.
			Uppgång Nystadsgatan, Nystadsgatan	
32	32-02	Huvudsta	Uppgång Huvudsta, Huvudsta C	
	32-04	Vreten	Uppgång Vreten, Korta Gatan	
	32-06	Sundbybergs C	Uppgång Orgeln, kv. Orgeln (Järnvägsgatan)	
			Uppgång Orgeln, kv Godset (Järnvägsgatan)	
			Uppgång Orgeln, Gångtunnel Järnvägsstationen	
			Uppgång Rökeriet, Stationsgatan	
	32-08	Duvbo	Uppgång kv. Källsprånget, Hiss- och trappschakt	
			Uppgång kv Dalen, Tulegatan	
	32-10	Rissne	Uppgång, Trossvägen	
	32-12	Rinkeby	Uppgång Rinkeby, Rinkeby Torg	
			Uppgång Rinkeby, Hinderstorp gränd	
	32-14	Tensta	Uppgång Tenstagången, Tenstagången	
			Uppgång Hagstråket, Hagstråket	
	32-16	Hjulsta	Uppgång, Hjulsta Torg	



Datum
2010-12-17

Identitet
SL-2010-35528

Dokumenttyp
Bilaga 4

Vår referens
Björn Hällström

Bilaga 4

SL:s beredskap för höga vattenstånd i anslutning till station Gamla Stan.

Här följer en kortfattad redogörelse för SL:s beredskap för höga vattenstånd vid tunnelbanestation Gamla stan.

För att förhindra att vatten läcker in i tunneln mot T-centralen ligger i anslutning till tunnelmynningen ett vattentätt tråg. Tråkantens lägsta punkt är belägen på nivån +1,25, vilket alltså utgör det tröskelvärde för vattenståndet vid vilket tunnelbanetrafiken senast måste stängas av.

Mälarens högsta nivå år 2000 var +0,90. Vindpåverkan fick vattnet under en natt stiga så högt att vattnet slog in över kajkanten mot Riddarfjärden. Det höga vattenståndet medförde att vattnet trängde in i en kabelkanal i ett av de teknikutrymmen SL hyr under banverkets spår invid gången från Gamla stans biljetthall mot Riddarfjärds kajen. Några inskränkningar i trafiken eller tillgänglighet förekom inte bortsett från några tillfällen då vattnet yrde in över kajkanten vilket hindrade folk att gå till stationen från Riddarholmen.

SL har sedan 2000 vidtagit en rad åtgärder för att förbättra beredskapen och minska sårbarheten i anläggningen vid Gamla Stan.

- Likriktarstationen vid Gamla stan som började byggas hösten 2000 gavs lägsta golvhöjd +1,50. Denna nivå blev även bestämmande för det nya teknikhus rymmande elrum, signal- och teleutrustning samt reservkraft som togs i drift våren 2007.
- Dränerings- och dagvattenledningar som passerar spårområdet och mynnar i Mälaren har försetts med avstängningsventil så att vatten inte kan strömma in bakvägen in i spårområdet. I området utanför före detta teknikutrymme mellan tunnelbanan och banverkets spår har en brunn byggts om så att den rymmer tre länspumpar från vilka slangar kan dras ut över kajkanten.
- Utanför ovan nämnd tråkant, belägen ca 20 m från plattformssänden mot T-centralen har färdigställt pumpgropar med fast installerad rördragning. Till rören kan fyra pumpar, placerade i SL jourförråd, kopplas. Vattnet pumpas sedan ut i en befintlig dagvattenledning i Munkbron, vidare ut i Riddarholmskanalen. Syftet är att hålla ner

Datum
2010-12-17Identitet
SL-2010-35528

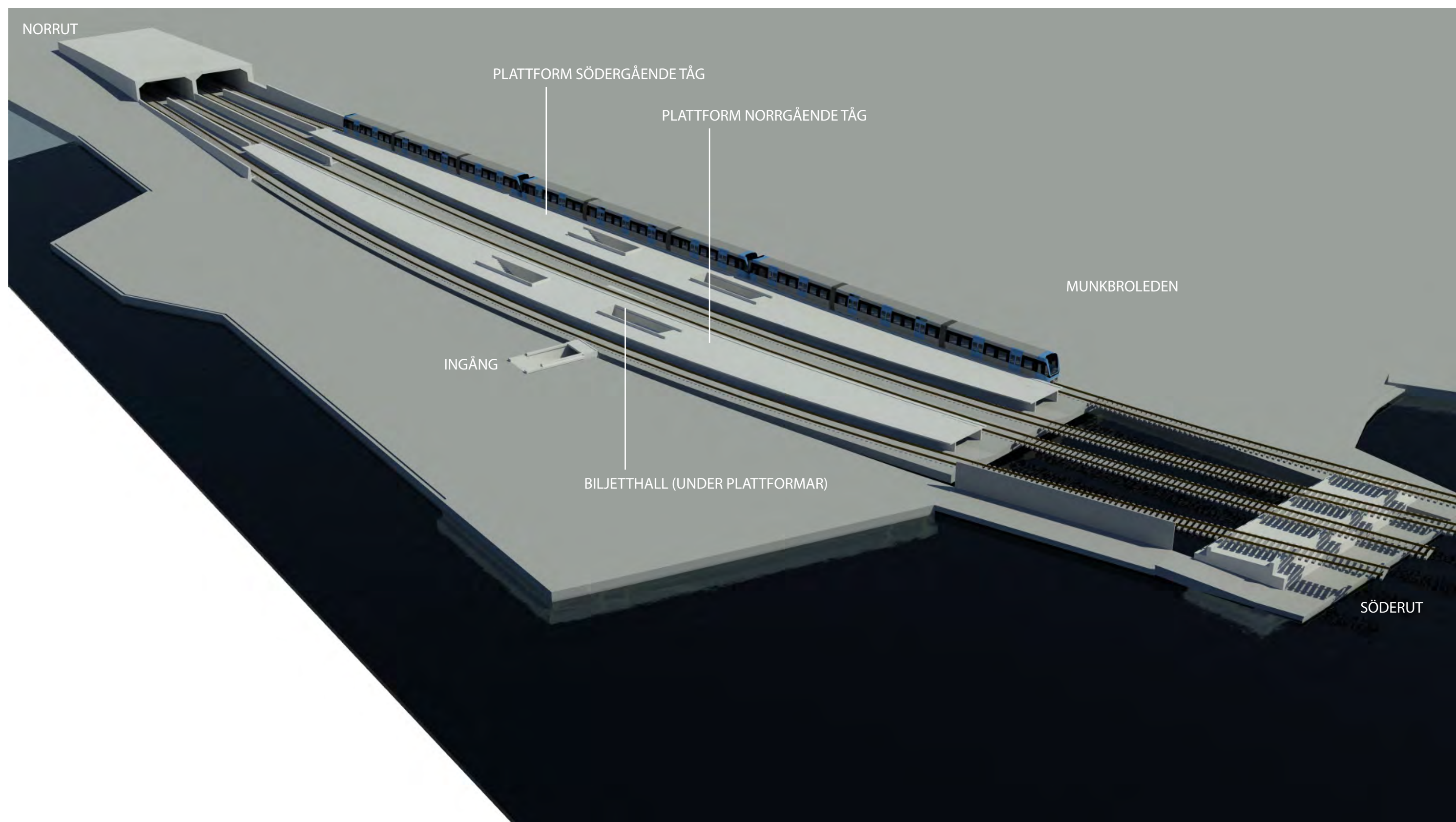
Bilaga 4

vattennivån utanför trådkanten. Effekten av detta kan inte beräknas, endast uppskattas, men kan gissningsvis hålla ner vattennivån 0,1 m. Stämmer det måste vattennivån i Mälaren vara högre än +1,35 för att vatten ska kunna rinna ner i tunneln.

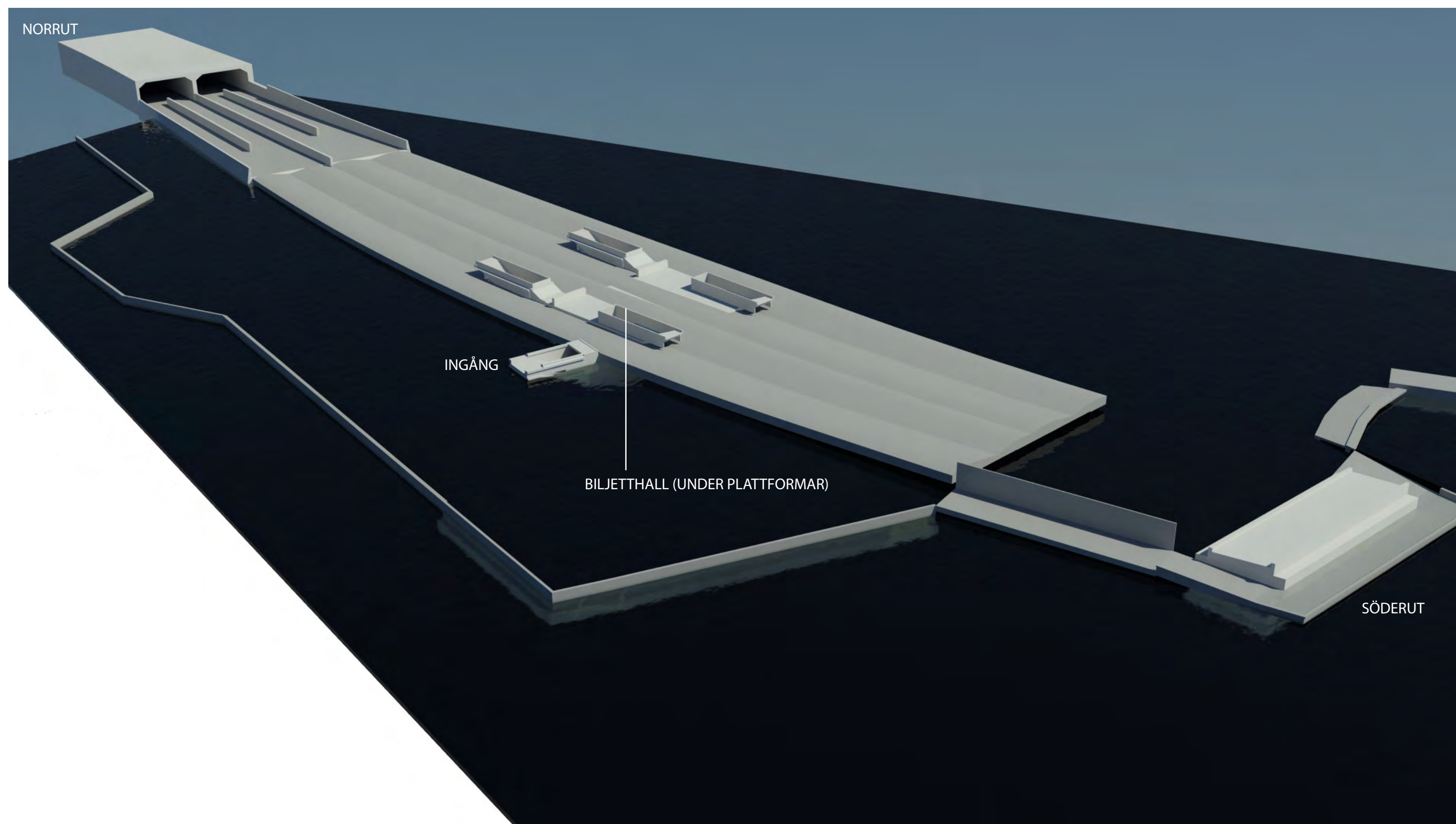
- Vid högre vattennivåer finns färdigställt barrikadmateriel som på några få timmar skruvas fast på trådkanten tvärs över spåren. Vattnet kan då stiga till +1,50 innan vattnet rinner över barrikaden. Det vatten som kan sippra igenom barrikaden kan tas om hand av så kallade katastrofpumpar belägna i en tunnelpumpstation mellan Gamla stan och T-centralen.

Vid stigande vattennivåer i Mälaren kommer följande åtgärder att vidtas:

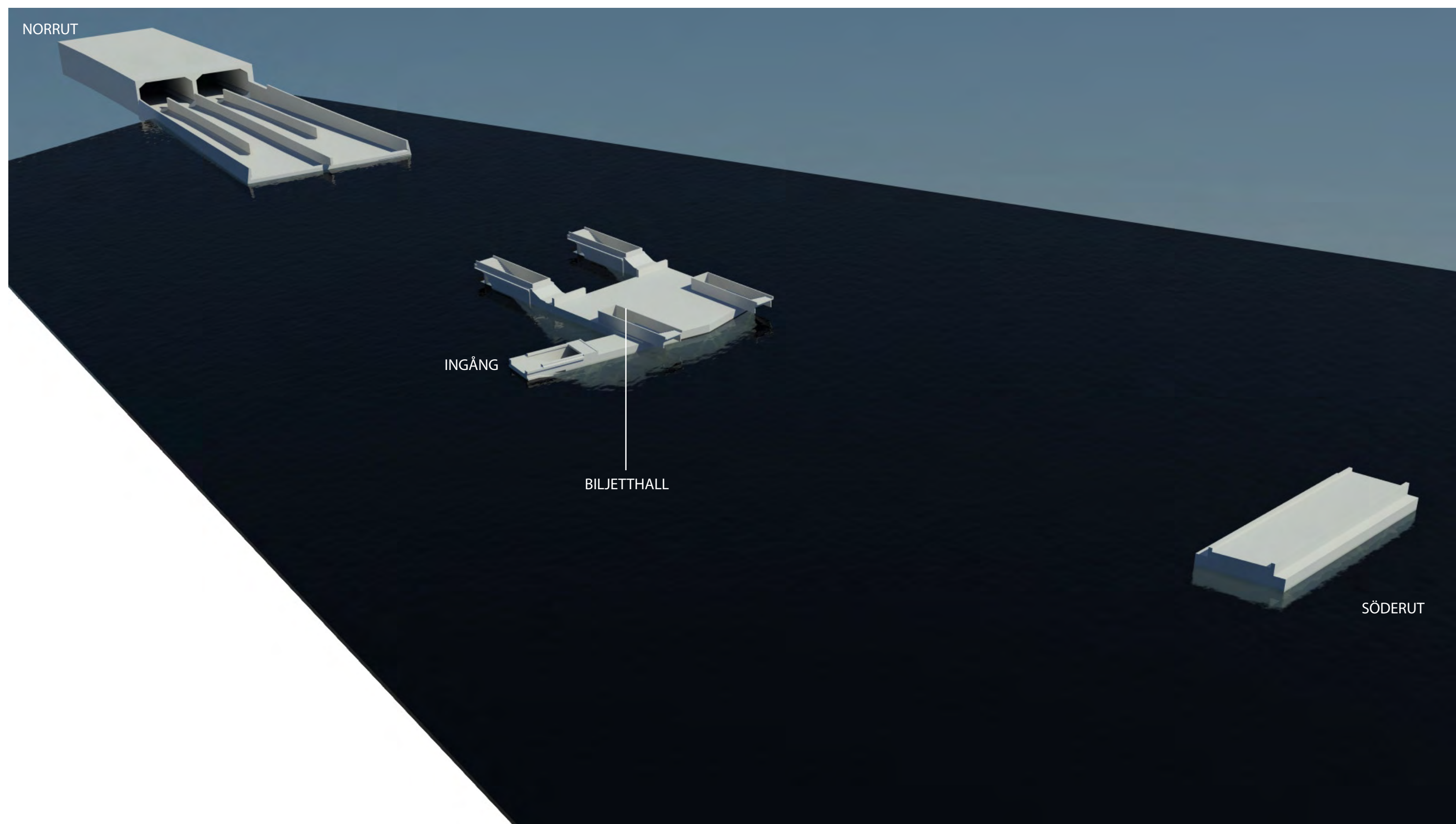
- Vid höga vattenstånd i Mälaren, motsvarande högvattnet år 2000, kommer i ett första skede pumpgroparna söder om trådkanten och i anslutning till dräneringsledningarnas avstängningsventil förses med pumpar enligt ovan.
- När vatten börjar sippra upp genom spårbädden utanför tråget, vilket inträffar när vattennivån når +1,05 - +1,10 kan det bli svårt att hålla tidtabellsbunden trafik. Risk finns att tågen måste gå i krypfart förbi Gamla Stan. Vid denna nivå stängs troligen stationen för resenärer, dvs tågen passerar Gamla Stan utan att stanna.
- Om vattennivån stiger mot trådkanten (+1,25) stängs tunnelbanetrafiken av och tågen får vända på annan plats. Barrikad monteras vid trådkanten enligt vad som angivits ovan.
- I anslutning till lågpunkten mellan Gamla Stan och T-centralen finns skyddsportar i spårtunnlarna. Om vatten börjar läcka in i tunneln och det samtidigt bedöms att katastrofpumparna inte klarar av att hålla undan vattenmängderna, kommer portarna att fällas, vilket förhindrar vattnet att tränga vidare mot T-centralen och det övriga tunnelbanesystemet.



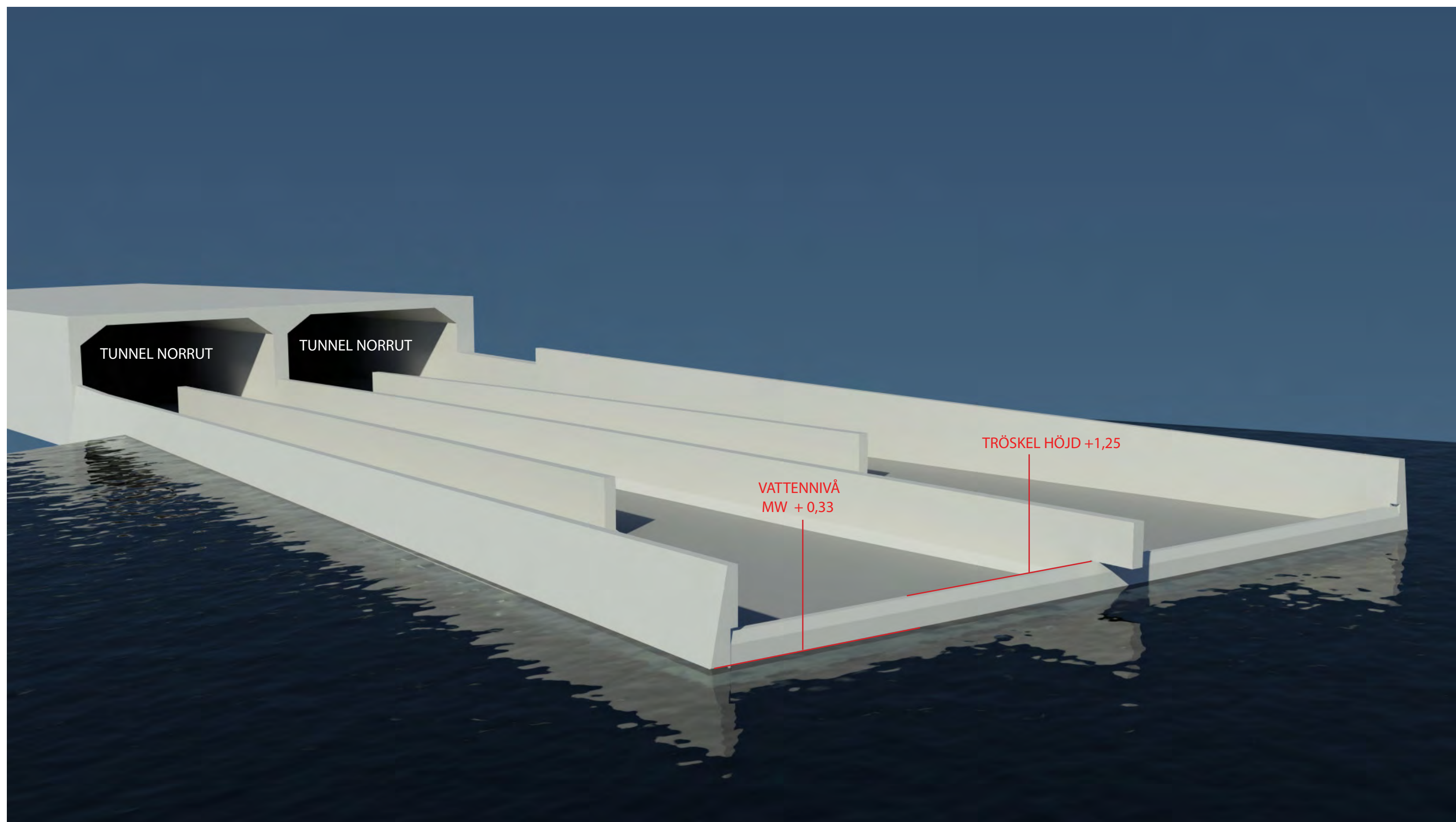
TUNNELBANESTATION GAMLA STAN



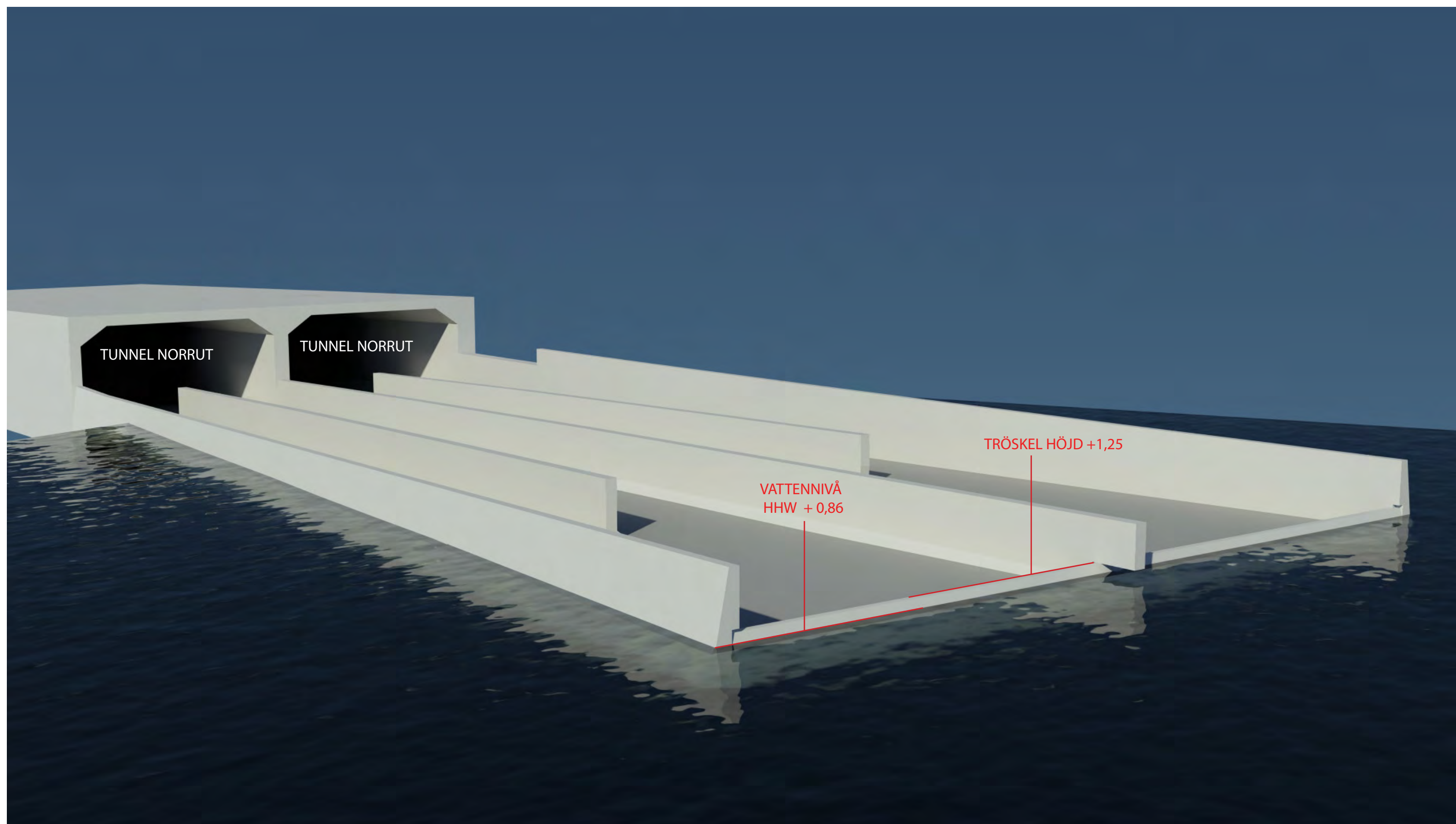
TUNNELBANESTATION GAMLA STAN



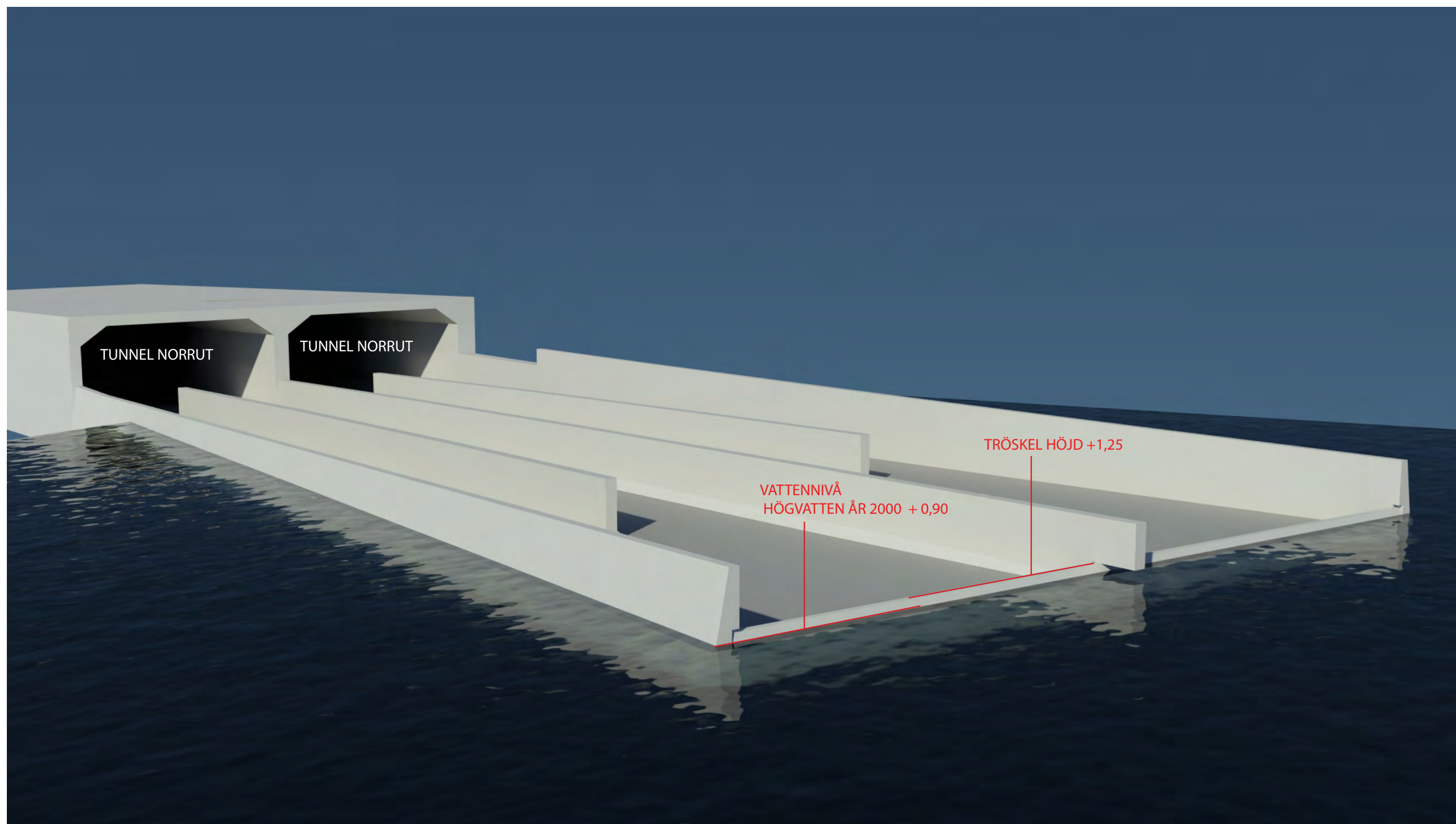
TUNNELBANESTATION GAMLA STAN



TUNNELBANESTATION GAMLA STAN



TUNNELBANESTATION GAMLA STAN



TUNNELBANESTATION GAMLA STAN



Bilaga 5 – Fördjupad riskanalys för trafiktunnlar

Bilagan innehåller den fördjupade riskanalysen för de trafiktunnlar som identifierats som översvämningshotade i den översiktliga analysen. Bilagan är i form av en tabell, innehållandes information om respektive tunnel.

						Scenarier															
						Förhöjd havsnivå		Stigande vattennivå i Mälaren				Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i Oxundaån		Hög vattennivå orsakad av ökade flöden i Tyresån		Andra vattendrag					
						Dagsläget	Längre sikt	Dagsläget		Efter ombyggnad av Slussen		Dagsläget samt på längre sikt		Dagsläget samt på längre sikt							
Tunneldata		Ledningsdata				100-års nivå	100-års nivå	100-års nivå	Dim. nivå	100-års nivå	Dim. nivå	100-års nivå	Dim. nivå	100-års nivå	Dim. nivå	Några kända problem?	Konsekvens		Beredskaps-förmåga		
Tunnelns namn	Höjd på tunnelmynning (RH00)	Infrastrukturtyp	Systemnivå	Vad försörjer infrastrukturen	Redundans vid bortfall	+65 cm	+ 115-125 cm	1,33 m	>2,16 m	0,72 m	0,94 m						Direkt effekt	Indirekt Effekt	Hur upptäcks översvämning?	Finns planer för förebyggande åtgärder?	Finns plan för åtgärder som kan införas för att begränsa skadorna efter händelsen?
Blekholtstunneln	Kajkantens nivå är +2,2 m	Vägtunnel	Lokal	Vägtunnel i City, centrala Stockholm.	Omledning är möjlig.	Ej relevant	Ej Relevant	Nej	Ja	Nej	Nej	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Tunneln måste stängas av.	Trafikstörningar. Biltrafiken får omdirigeras till andra vägar. Försvårad framkomlighet inom City.	Har pumpberedskap 24 h sju dagar i veckan	Nej	Nej
Riddarholmstunneln (Västra Stambanan)	Överkant på tråg är +1,2 m	Järnvägstunnel	Regional/nationell	Järnvägstunnel, påverkar all södergående trafik från Centralstationen.	Omledning med samma trafikslag är inte möjlig.	Ej relevant	Ej Relevant	Ja	Ja	Nej	Nej	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Tunneln måste stängas av.	All trafik söderut från Centralstationen påverkas. Omfattande störningar. Alternativa färd sätt måste ordnas.	Specifik information saknas.	Nej	Nej
Gamla Stan	Överkant på tråg +1,25 m	Tunnelbanetunnel	Lokal	Tunnelbana, påverkar all södergående trafik från T-centralen.	Omledning med samma trafikslag är inte möjlig.	Ej relevant	Ej Relevant	Ja	Ja	Nej	Nej	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Ej relevant	Tunneln måste stängas av. Vatten förväntas inte sprida sig till T-centralen då det finns beredskap för att stänga katastrofportar som skyddar T-centralen från vatteninträngning.	Omfattande störningar i trafiken. Tunnelbanan måste vända vid T-centralen eller vid Slussen. Alternativa färd sätt måste anordnas.	Specifik information saknas.	Ja, det finns en beredskapsplan innehållande: beredskap för att införa extra pumpar, vid vilken nivå stationen i Gamla stan tvingas att stänga, kan montera barrikadmateriel, fällning av skyddsportar för att förhindra att vatten tränger in till T-centralen	Nej