



Klimatanpassning

Tunnelbana till Nacka och söderort

Titel: Klimatanpassning

Uppdragsledare: Magnus Grandin, Sweco/TYPSA

Projektledare: Martin Hellgren, FUT

Bilder & illustrationer: Sweco/TYPSA och SLL om inget annat anges

Dokumentid: 2320-N21-24-00026

Diarienummer: FUT 2017-0093

Utgivningsdatum: 2017-11-07

Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana

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

Innehållsförteckning

1	Bakgrund.....	4
2	Metod	5
2.1	Klimatscenarier för Stockholms län	5
2.2	Specifika krav som gäller för anläggningen	6
2.3	Analys av riskområden för översvämningar	6
3	Lagkrav och allmänna riktlinjer	8
4	Miljöförutsättningar	9
5	Påverkan och effekter	10
5.1	Station Sofia.....	14
5.2	Station Hammarby Kanal	16
5.3	Station Sickla	17
5.4	Station Järla.....	19
5.5	Station Nacka Centrum.....	21
5.6	Station Gullmarsplan.....	22
5.7	Ny station i Slakthusområdet	23
5.8	Anslutning Blasieholmen.....	24
5.9	Anslutning Sockenplan	25
6	Förslag till skadeförebyggande åtgärder	26
7	Samlad bedömning.....	27
8	Referenser	30
	Litteratur	30
	Webbsidor och elektroniska dokument.....	30
	Muntliga referenser	31

1 Bakgrund

Denna underlagsrapport har tagits fram för projekteringsarbetet för utbyggnad av Stockholms tunnelbana till Nacka och söderort. Rapporten är en sammanställning av den insamlade informationen och de utförda inventeringar som gjorts under projekteringsarbetet med avseende på kunskaper om klimatanpassning.

Denna rapport har använts som kunskapsunderlaget under framtagandet av förslag till järnvägsplan, för att skapa möjlighet att finna så goda lösningar som möjligt och för att framhålla risker för negativ miljöpåverkan. Kunskapsinsamlingen är också stöd för frågeställningar i tillståndsprocessen. Den anläggning som redovisas i denna rapport utgår ifrån den aktuella utformningen i maj 2017. På kartorna redovisas därför ventilationstorn som inte kommer att anläggas. De risker som är kopplade till placering och utformning av ventilationstorn kommer att utebli.

Klimatanpassning innebär att idag beakta konsekvenser av framtida klimatförändringar och att vidta de åtgärder som behövs för att anpassa anläggningen till de framtida förutsättningarna. Vid arbetet med en ny tunnelbana till Nacka och söderort måste hänsyn till kommande förändringar i klimatet kontinuerligt finnas med. Det handlar till exempel om höjdsättning och placering av entréer, tunnelmynningar, ventilationsschakt, arbetstunnelmynningar och tryckutjämningschakt. Syftet är att säkerställa att anläggningen blir säker och fungerande även i ett förändrat framtida klimat. Byggnaderna, konstruktionerna och de tekniska lösningarnas långa livslängd ställer krav på en planering som är långsiktigt hållbar och flexibel. I Stockholms län kan vi räkna med att det blir varmare, där störst temperaturförändring märks främst vintertid. Det kommer även bli ökad nederbörd och kraftig korttidsnederbörd kommer att bli allt vanligare (SMHI, 2015).

Rapporten omfattar aspekter av klimatanpassning under anläggningens driftsfas. Rapporten omfattar inte klimatanpassning under anläggningens byggskede.

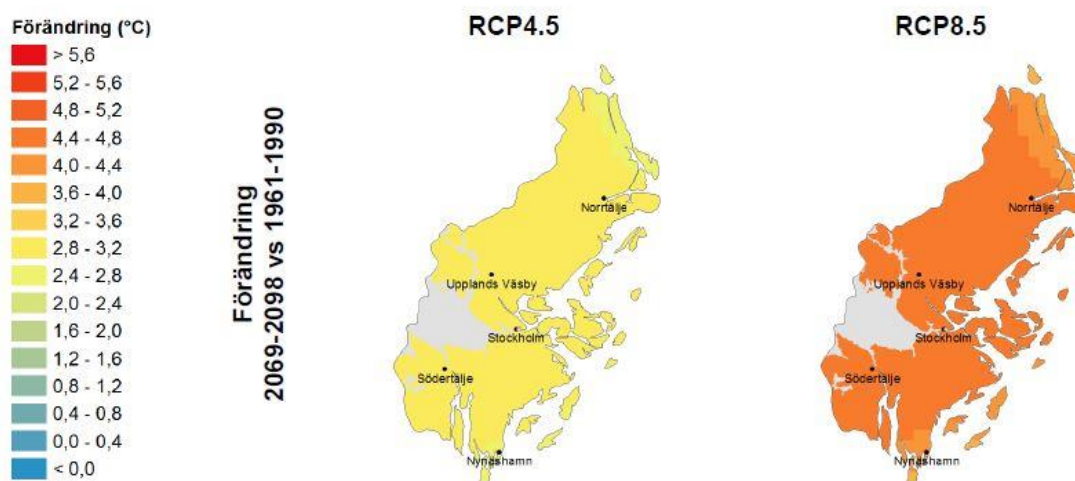
Rapporten omfattar inte projektets egen klimatpåverkan, och innehåller därmed ingen redovisning av de utsläpp av växthusgaser som skapas genom byggnation, eller de åtgärder som planeras för att minimera utsläpp av växthusgaser från projektet.

2 Metod

Analys av miljöförutsättningar och risker har gjorts genom studier av befintligt offentligt material och dialog med experter (se referenslista).

2.1 Klimatscenarier för Stockholms län

Statens meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) presenterade den 2 november 2015 nytt klimatunderlag för Stockholms län baserat på RCP-scenarierna 4.5 och 8.5 (RCP står för Representative Concentration Pathways och används för klimatmodellering. De beskriver möjliga framtida klimatscenarios och baseras på olika koncentrationer av växthusgaser). RCP4.5 beskriver framtidens klimat med begränsade utsläpp och RCP8.5 beskriver framtidens klimat med höga utsläpp av växthusgaser (se Figur 1). Klimatunderlaget visar att länet kommer att få ett varmare klimat. Förändringen kommer att märkas särskilt vintertid, med cirka 5 grader varmare enligt RCP8.5. Årsmedelnederbörden ökar med 20–30 %. Nederbörden ökar mest under vinter och vår, upp till 40 %. Den kraftiga nederbörden ökar också, maximal dygnsnederbörd kan öka med 20–30 % och 1-timmesnederbörden upp till 30 %. Flöden i sjöar och vattendrag förändras, med en ökning vintertid. (SMHI, 2015).



Figur 1. Förändring i årsmedeltemperatur från observerat 1961–1990 jämfört med beräknat 2069–2098 (SMHI, 2015).

SMHI har också gjort sammanställningar över framtida havsnivåer. En global havsnivåhöjning om 1 meter beskrivs som ett övre värde på hur mycket havsnivån kan stiga till år 2100. I Stockholms län pågår en landhöjning som delvis kompenserar för havsnivåstigningen. (SMHI, 2011)

De klimatfaktorer som är de mest betydande för tunnelbanan Nacka söderort är förändringar i temperatur och nederbörd. Denna rapport fokuserar på skyfall och intensiv korttidsnederbörd kopplat till den förhöjda temperaturen i länet. Rapporten belyser alltså inte temperaturen utan effekten utav av den.

2.2 Specifika krav som gäller för anläggningen

Förvaltningen för utbyggd tunnelbana har ställt ett antal krav som anläggningen ska uppfylla (FUT, 2015):

- Anläggningens öppningar ska höjdsättas eller på annat sätt dimensioneras så att anläggningen inte skadas vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2.
- Anläggningarna ska säkras för en nivå på Mälaren på +2,7 meter (RH2000).
- Anläggningarna ska säkras för en nivå på Östersjön på +2,7 meter (RH2000).

Ett 100-årsregn motsvarar den regnintensitet som i genomsnitt inträffar eller överskrider en gång på 100 år. Att ett 100-årsregn inträffar någon gång under 100 år har således en ackumulerad sannolikhet på 63%. Det är alltså större sannolikhet att ett 100-årsregn inträffar än inte inträffar på 100 år. (SMHI, 2015).

Faktaruta 100-årsregn och varaktighet

Med ett 100-årsregn menas ett regn som statistiskt sett inträffar eller överskrider en gång vart 100:e år. Regnvarigheten kan vara mycket kort, från 5–10 minuter upp till ett dygn. 100-årsregnets volym är därför inte konstant utan varierar. Det innebär att även konsekvenserna av ett 100-årsregn kan variera, beroende på regnets varaktighet och intensitet. Kortare regn är intensivare medan längre varaktigheter genererar en större volym.

Regnvolymen på 150 mm som föll under 1,5 timme över Köpenhamn sommaren 2011 motsvarar en återkomsttid på mer än 1500 år. Konsekvenserna av det skyfallet blev mycket omfattande. (MSB, 2013).

2.3 Analys av riskområden för översvämningar

Analysen omfattar samtliga platser tillhörande anläggningen för tunnelbana till Nacka och söderort där det kan finnas risk för översvämning på grund av skyfall. Analysen har omfattat följande platser eller öppningar:

- Stationsentréer
- Arbetstunnelmynningar
- Ventilationstorn och tryckutjämningsschakt
- Utlopp för dräneringsvatten från tunnelbanan (i driftskede)

För att avgöra om någon eller några av stationsentréerna ligger i riskområde för översvämning från Östersjön, eller riskerar att hamna i en så kallad lågpunkt, det vill säga ett område där regn- eller smältvatten ansamlas, har kartmaterial från olika lågpunktskarteringar och skyfallsutredningar studerats. I kapitel 5 redovisas konsekvensbedömningen station för station.

Lågpunkter har identifierats genom att använda länsstyrelsens lågpunktskartering för översvämningsrisk vid skyfall (Länsstyrelsen Stockholm, 2015). Länsstyrelsens karta är länstäckande och omfattar således hela tunnelbanesträckningen. Karteringen är översiktlig och ger en förenklad bild över hur det kan se ut i landskapet vid kraftiga skyfall.

För att ytterligare studera risk för vattenansamlingar har tre skyfallsanalyser studerats. Nacka kommun har tagit fram en översiktlig analys för hela kommunen (Nacka kommun, 2015) och en för Västra Sicklaön (Nacka kommun, 2014). Analyserna visar på översvämningsberäkningar vid ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,2. Klimatfaktorn innebär ett antagande att

nederbördsintensiteten ökar med 20 procent i framtiden. Även för Stockholms stad finns en skyfallskartering (Stockholm Vatten, 2015), där resultatet presenteras interaktivt på webben (dataportalen.stockholm.se). Stockholms skyfallskartering visar översvämningsberäkningar vid ett 100-årsregn och bygger på antagandet att nederbördsintensiteten ökar med 25 procent i framtiden, det vill säga klimatfaktor 1,25.

Länsstyrelsens lågpunktskarta och Nacka respektive Stockholms skyfallsanalyser bygger på antagandet att ledningsnätet är fullt (dagvattenledningarnas kapacitet överskrids). I länsstyrelsens analys har ingen hänsyn tagits till hur mycket marken infiltrerar eller vilka åtgärder som gjorts eller planeras i landskapet, exempelvis kulvertar eller vägtrummor. I kommunernas analyser har markens infiltrationsförmåga tagits med, men bedömningarna bygger på schabloner och här finns en stor osäkerhet i analysen.

För riskområde gällande översvämning från Östersjön baseras gällande nivå +2,7 m på ett scenario med en global havsnivåstigning på 1 meter till år 2100. Hänsyn bör också tas till största våghöjd och nivåfluktuation beroende på låg- eller högtryck utöver den allmänna nivåstigningen. Rekommendationerna är avsedda att användas för bebyggelse som beräknas stå en längre tid på platsen. Anläggningens tillfälliga markanspråk för etableringsytor har därför inte bedömts vara aktuella att bedöma efter gällande kravnivå.

Skyfallsanalyserna baseras på befintliga marknivåer utan uppfyllnader eller markmodelleringar.

3 Lagkrav och allmänna riktlinjer

Sverige har höga ambitioner kring miljö och hållbarhet, med tydliga lagkrav och praxis kring hur ny infrastruktur ska tas fram. Lagkrav kring klimat- och hushållningsfrågor återfinns i miljöbalken i form av allmänna hänsynsregler och krav på konsekvensbedömning och i plan- och bygglagen.

Förvaltningens för utbyggd tunnelbana kravspecifikation för byggande vid Östersjön (+2,7 m i RH2000) följer länsstyrelsens rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län. Även anläggningarnas säkring för en nivå på Mälaren på +2,7 meter följer länsstyrelsens bedömning att samhällsfunktioner av betydande vikt behöver placeras ovan nivån +2,7 meter (Länsstyrelsen, 2015).

Kommunernas fysiska planering spelar en viktig roll i arbetet med klimatanpassning, bland annat för att den ger möjlighet att ställa krav på att anpassning till ett förändrat klimat sker i samband med planläggning och byggande. Den fysiska planeringen styrs av plan- och bygglagen och miljöbalken. Det finns även EU-direktiv för hantering av översvämningar, vattenförvaltning med mera. Flera nationella och regionala myndigheter har information och underlag kopplat till att planera för ett förändrat klimat. En stor del av ansvaret faller på kommunen, som genom detaljplaneringen kan reglera och ta hänsyn till frågor som rör klimatanpassning. I en detaljplan har kommunen till exempel möjlighet att bestämma att en skydds- eller säkerhetsåtgärd som säkerställer platsens lämplighet ur ett klimatperspektiv måste genomföras innan bygglov kan ges. (Länsstyrelserna, 2012)

Tunnelbanan till Nacka och söderort passerar genom två kommuner, Stockholms stad och Nacka kommun. Riktlinjer och rekommendationer gällande planering för till exempel hantering av dagvatten ställs av respektive kommun.

4 Miljöförutsättningar

Behovet av klimatanpassning för nya tunnelbanan till Nacka och söderort omfattar i huvudsak två aspekter: att hantera risk för översvämning på grund av ökad nederbörd och att hantera en höjd vattennivå i Östersjön respektive Mälaren. Den permanenta höjningen av havsvattennivån är en långsam process med ett långt tidsperspektiv. Ett skyfall kan inträffa plötsligt och sker mer slumpartat i både tid och rum.

Hur tunnelmynningar, stationsentréer och andra öppningar är lokaliserade i landskapet samt höjdsättningen av gator och allmänna ytor får en avgörande roll för om en risk för översvämning föreligger. Stationsentréernas höjdsättning har även utarbetats i förhållande till översvämningsrisken. Flera andra faktorer påverkar dock valen av höjdsättning för stationsentréerna, som exempelvis tillgänglighet och att de placeras i redan bebyggda områden. Den hantering av dagvatten och de eventuella befintliga problem som finns på platsen idag kommer till stor del bli avgörande för om en risk för översvämning föreligger. Tillskotten av dagvatten från ytterligare hårdgörning av ytor, som till exempel nya stationstak, kommer att tillföra en ökad volym dagvatten som ska hanteras. I förhållande till kringliggande markanvändning är detta tillskott troligtvis marginellt. Stora tillkommande dagvattenflöden bedöms kunna genereras av tak och vägar i den nya stadsbebyggelsen som planeras i tunnelbanans närhet. Denna rapport tar inte hänsyn till sådan ny stadsbebyggelse, eftersom fördjupade studier och underlag saknas i dagsläget. Det finns dock anledning att göra vidare analyser av vissa stationer och stationsentréer för sekundära avrinningsvägar, för att vidare analysera den risk som uppkommer vid nyexploatering och förändrad höjdsättning.

5 Påverkan och effekter

Mynningen till arbetstunneln från Sundstabacken ligger vid Mälaren och mynningen till arbetstunneln från Museikajen respektive Londonviadukten ligger vid Saltsjön. I övrigt ligger inte någon av sträckningens stationsentréer eller arbetstunnelmynningar i anslutning till Mälaren eller Östersjön, och bedöms därför inte påverkas av en översvämning från Mälaren eller en förhöjd havsvattennivå. Översvämningssriskerna vid dessa öppningar är därmed enbart knutna till skyfall.

Arbetstunneln från Londonviadukten vid station Sofia, arbetstunneln från Skönviksvägen vid Nacka Centrum, arbetstunneln från Järla Östra vid station Järla och arbetstunneln från Palmfeltsvägen ska bli permanenta tunnlar som kan användas för service, underhåll eller evakuering när anläggningen är i drift. Det gäller även för spårtunnelpåslaget vid Sockenplan. Arbetstunnlarna från Sundstabacken vid station Gullmarsplan och från Värmdövägen vid station Sickla kommer att stängas och förses med en öppning för ventilation i driftskedet om cirka 38 kvadratmeter. Öppningar för ventilation placeras med underkant minst tre meter över färdig mark. Behovet av klimatanpassning för dessa öppningar bedöms vara litet. Arbetstunneln från Museikajen vid Kungsträdgården och arbetstunneln från Hammarby Fabriksväg vid station Hammarby Kanal kommer att fyllas igen efter byggskedet och bedöms därför inte vara aktuella att studera ur klimatanpassningssynpunkt som har ett längre tidsperspektiv.

Kartor som illustrerar lågpunkter med risk för vattenansamlingar och sträckningens stationsentréer och arbetstunnelmynningar har tagits fram (se Figur 2, Figur 3 och Figur 4). En lågpunkt är ett område där regn eller smältvatten samlas och där det finns risk för översvämning. Kartorna baseras på data från Lantmäteriet, Geodatasamverkan SLL, Open Stockholm och Länsstyrelsens i Stockholm lågpunktskartering.

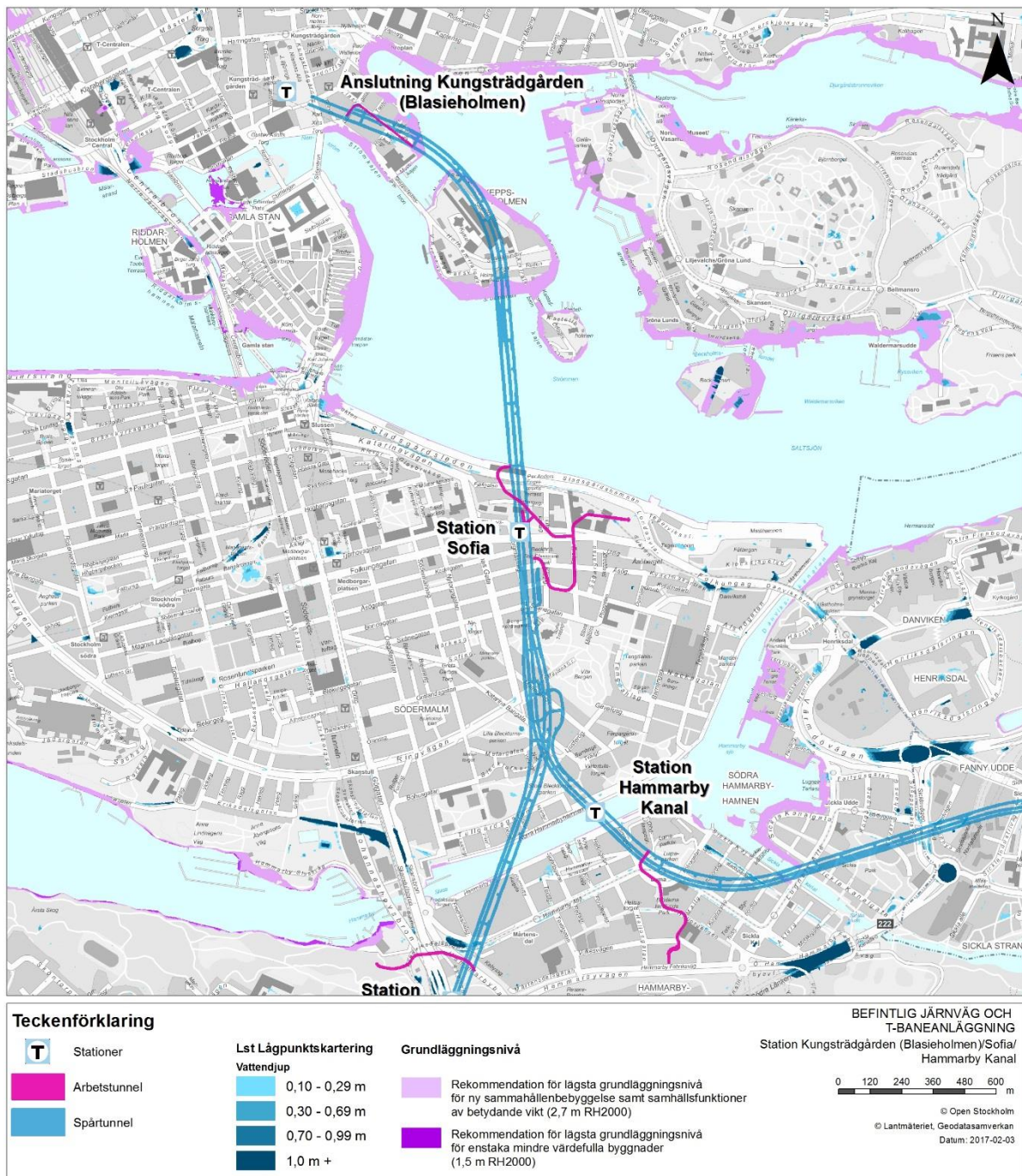
Analysen visar att risk för översvämning som bedöms kunna orsaka skada på anläggningen finns vid:

- station Sofia, entrén mot Tjärhovsgatan
- station Hammarby Kanal, entrén mot Katarina Bangata
- station Gullmarsplan, entrén mot Mårtensdal
- station Sickla, entrén mot Alphyddevägen
- station Järla, entréerna mot Värmdövägen och mot Birkavägen
- arbetstunnelmynningen från Skönviksvägen vid station Nacka centrum
- arbetstunneln mynningen från Londonviadukten vid station Sofia
- arbetstunneln mynningen från Järla Östra vid station Järla

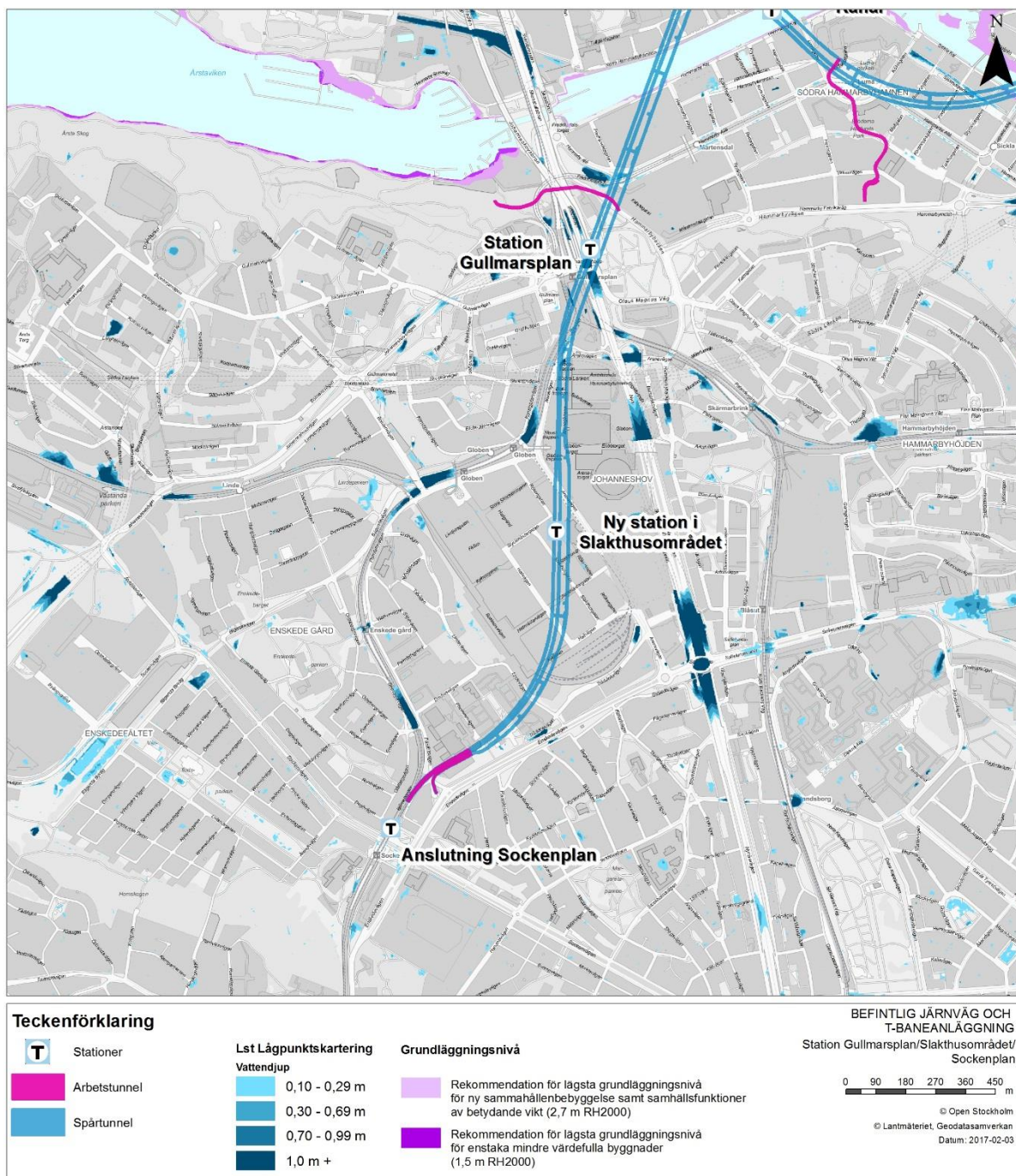
Vid övriga entréer och tunnelmynningar bedöms risken för översvämning som låg eller försumbar.

För station Järla, station Sickla och station Nacka planeras stora förändringar i omgivande bebyggelse. Det är viktigt att höjdsättning och dagvattenhantering planeras på ett sätt som inte orsakar risk för översvämning av tunnelbaneanläggningen.

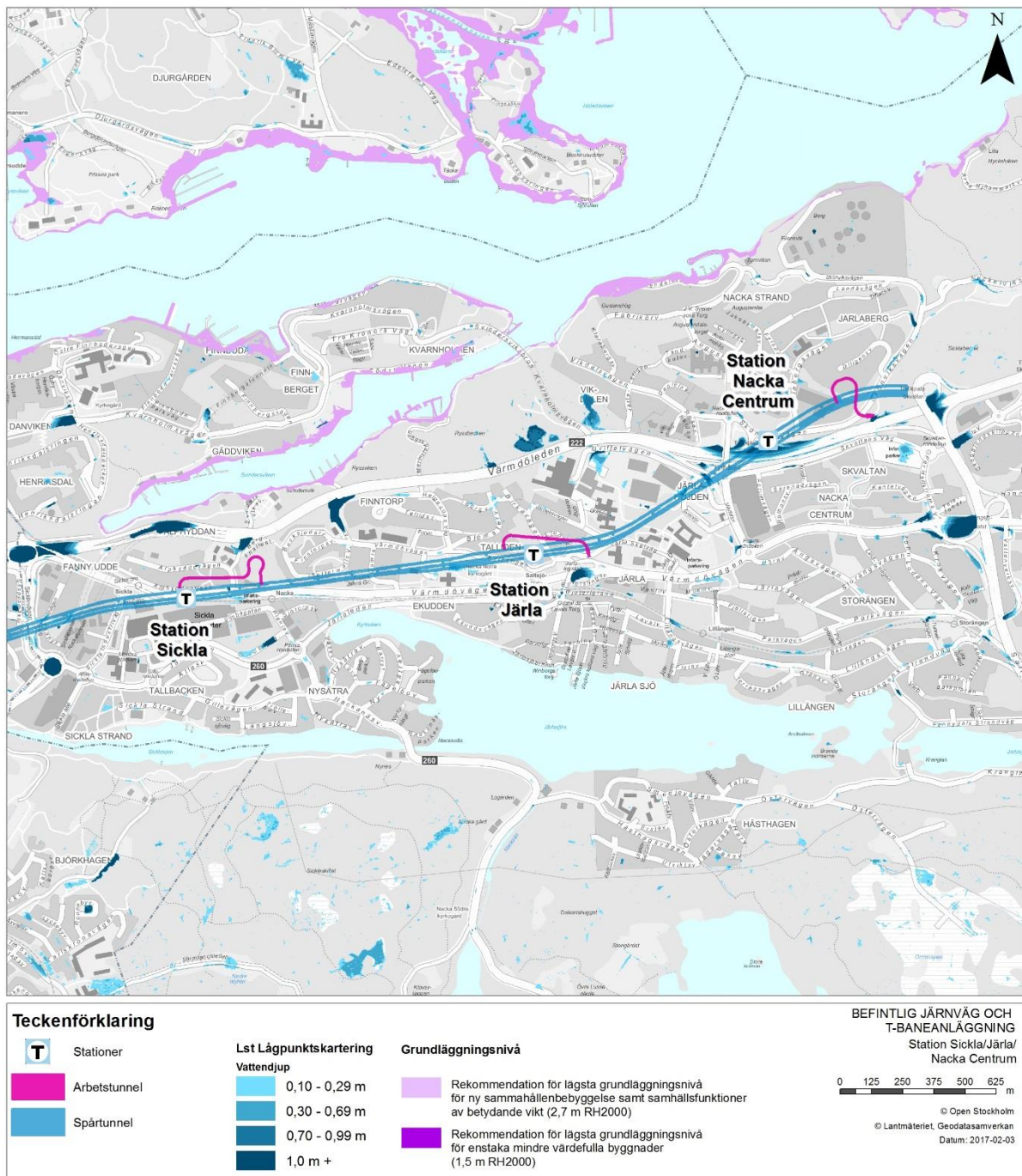
En mer detaljerad konsekvensbeskrivning för respektive station och anslutning presenteras i följande avsnitt.



Figur 2. Karta över lågpunkter och lägsta grundläggningsnivå mellan anslutning Blasieholmen och station Hammarby Kanal.



Figur 3. Karta över lågpunkter och lägsta grundläggningsnivå mellan station Hammarby Kanal och anslutning Sockenplan.



Figur 4. Karta över lågpunkter och lägsta grundläggningsnivå mellan station Sickla och station Nacka Centrum.

5.1 Station Sofia

Stationsentrén vid station Sofia ligger inte i en naturlig lågpunkt. Analyser utifrån länsstyrelsens lågpunktskarta och Stockholm stads skyfallskartering visar inte någon vattenansamling vid entrén (se Figur 5). Lutningen på Folkungagatan vetter från väster till öster, och nivån på Folkungagatan är lägre än nivån på Stigbergsparken. Bedömningen är att det inte kommer ske någon avrinning från vägen in mot parkområdet.

Arbetstunneln från Londonviadukten kommer i driftskedet att användas som servicetunnel. Mynningen ligger på nivån +5,16 meter över havet, vilket är med god marginal över länsstyrelsen rekommendation om nivån +2,7 meter över havet. Risken för översvämning på grund av förhöjd havsnivå eller på grund av storm och vågor bedöms vara obetydlig.

Arbetstunnelns mynning ligger nära en lågpunkt där vattenansamling upp till 0,7 meter förväntas uppstå vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Här kan därför finnas risk för översvämning, vilket bör beaktas vid detaljutformning av tunnelmynningen. Rätt utformad bör risken bli försumbar.

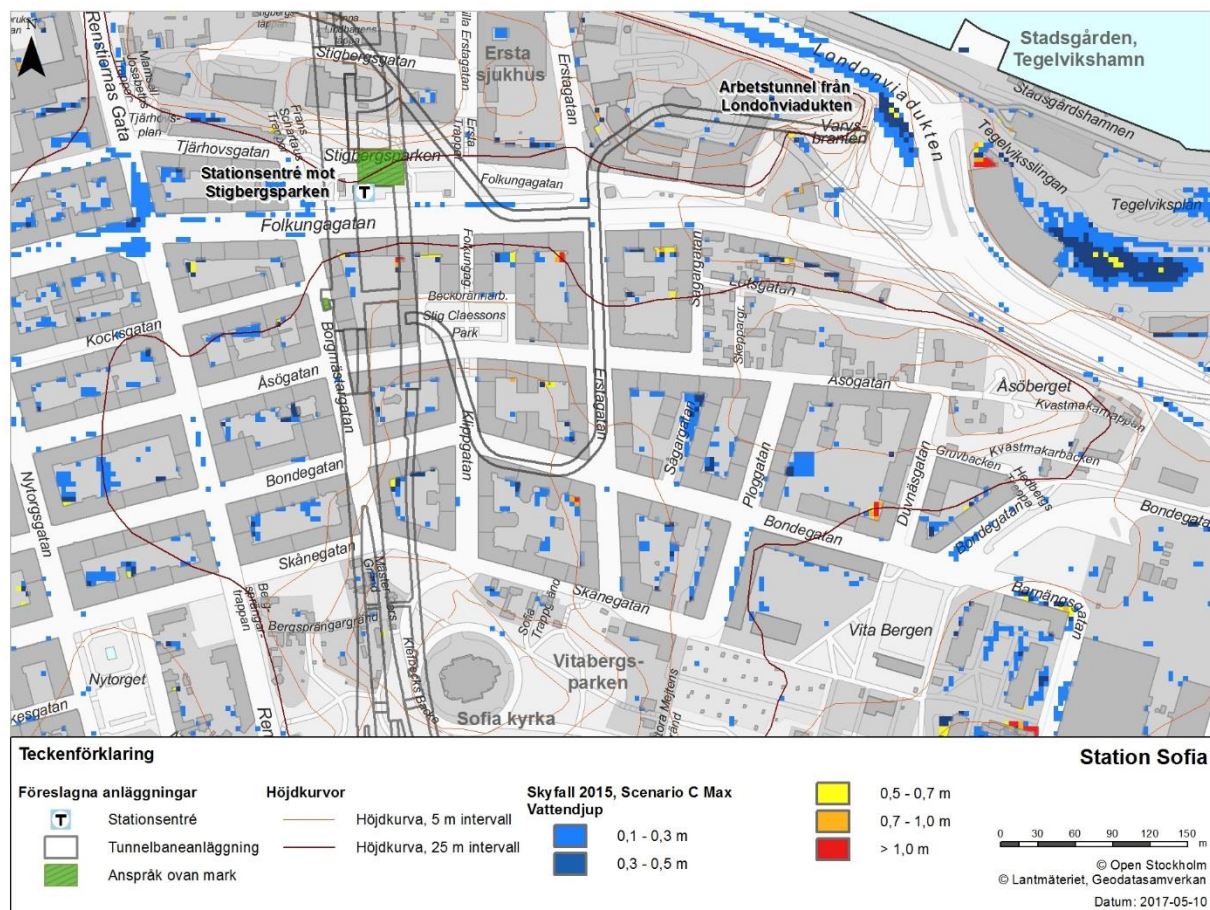
Ventilationstorn och tryckutjämningsschakt kommer integreras i entrébyggnaden.

Skyfallskarteringen visar inte på risk för vattenansamling vid byggnaden.

Tryckutjämningsschaktet kommer byggas högre än omgivande mark, ca 1 meter högt, men lägre än byggnaden som helhet. Planeringen av ytan mellan bergväggen i Stigbergsparken och entrébyggnaden ska utformas så att avrinning kan ske utan att vatten ansamlas vid byggnaden.

På Borgmästargatan planeras ett tryckutjämningsschakt strax över marknivå med en underjordisk konstruktion med hög kant eller vall som ska förhindra att vatten kommer in i anläggningen.

Vid kajkanten vid Londonviadukten planeras ett utlopp för utpumpat tunnelvatten under drifttiden. Själva utloppet planeras att placeras under vattenytan i Saltsjön och utgör inte någon risk för översvämning av anläggningen eftersom utloppet ligger på en lägre nivå än tunneln och tryckavloppsledningssystemet kommer att vara utrustat med backventiler, vilket förhindrar att vatten från Saltsjön eller annat vatten strömmar in i tunneln.



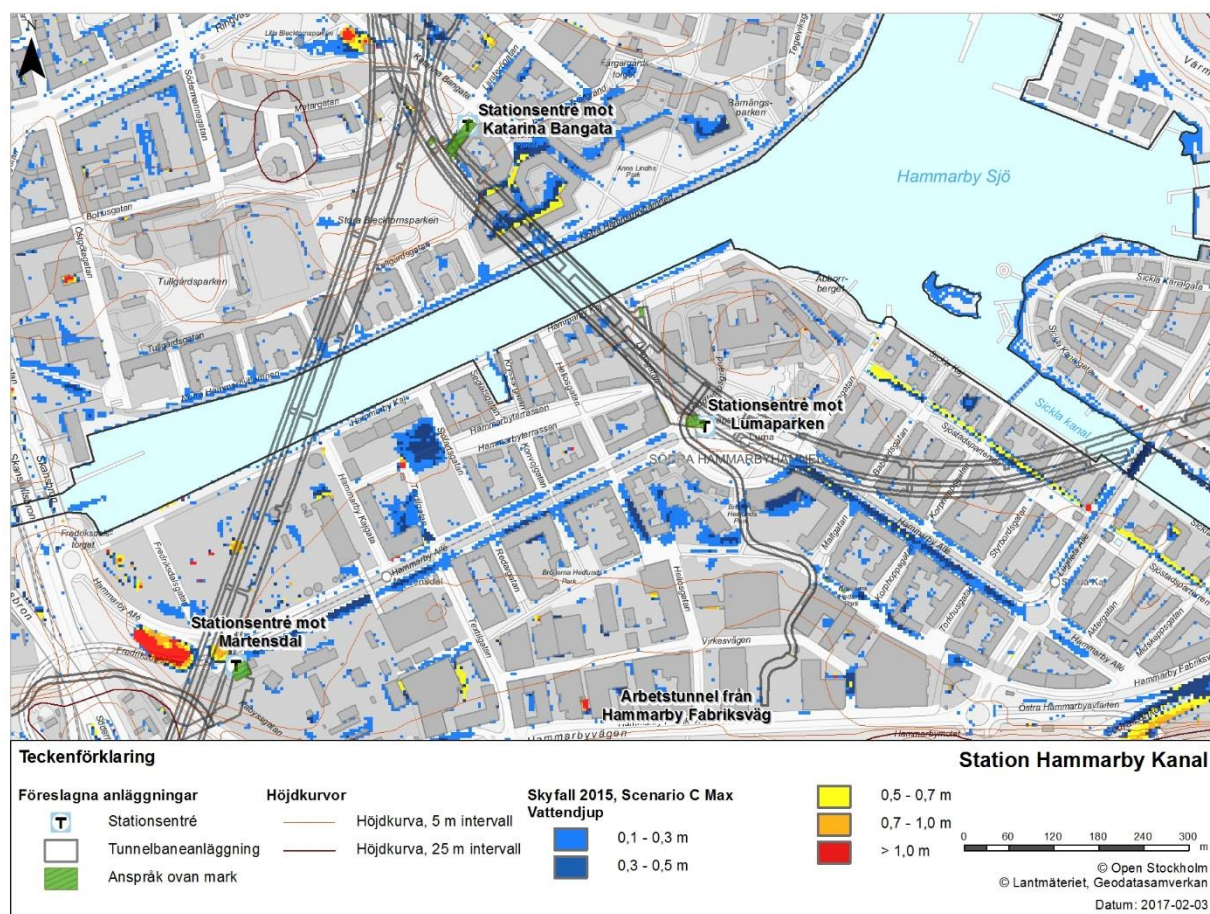
Figur 5. Skyfallsmodellering för Station Sofia. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 (Stockholms stad, 2015).

5.2 Station Hammarby Kanal

Både stationsentrén mot Katarina Bangata och stationsentrén mot Lumaparken ligger på nivåer över den rekommenderade anläggningsnivån i förhållande till Östersjön om +2,7 meter över havet. De ligger placerade på nivån +7 respektive +9 meter över havet och risken för översvämning på grund av förhöjd havsnivå bedöms som obefintlig.

Varken stationsentrén mot Katarina Bangata eller stationsentrén mot Lumaparken ligger i naturlig lågpunkt. All projektering utgår från befintlig höjdsättning. Det bedöms inte finnas risk för översvämning på grund av skyfall vid den södra stationsentrén. Den norra entrén ligger däremot på ett sätt som gör att omgivande mark, cykelväg och slänt sluttar mot den, vilket kan innebära en risk för att entrén kan fungera som ett fång för eventuellt vattenflöde vid skyfall, något som bör beaktas av kommunen vid kommande projektering av anslutningen till stationsentrén.

Öppningar för brandgasschakt och ventilation vid entréerna mot Lumaparken respektive mot Katarina Bangata är inte placerade i lågpunkt och bör därför klara skyfall om höjderna är det normala, 1 meter över mark. På södra sidan om Hammarby kanal finns ett brandgasschakt nära kaj. Då höjden på tornet överstiger +2,7 meter över havet bedöms det inte innebära en risk vid havsnivåhöjning.



Figur 6. Skyfallsmodellering för Station Hammarby Kanal. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatkraft 1,25 (Stockholms stad, 2015). (Stationsentrén mot Mårtensdal, sydväst i bilden, tillhör Station Gullmarsplan.)

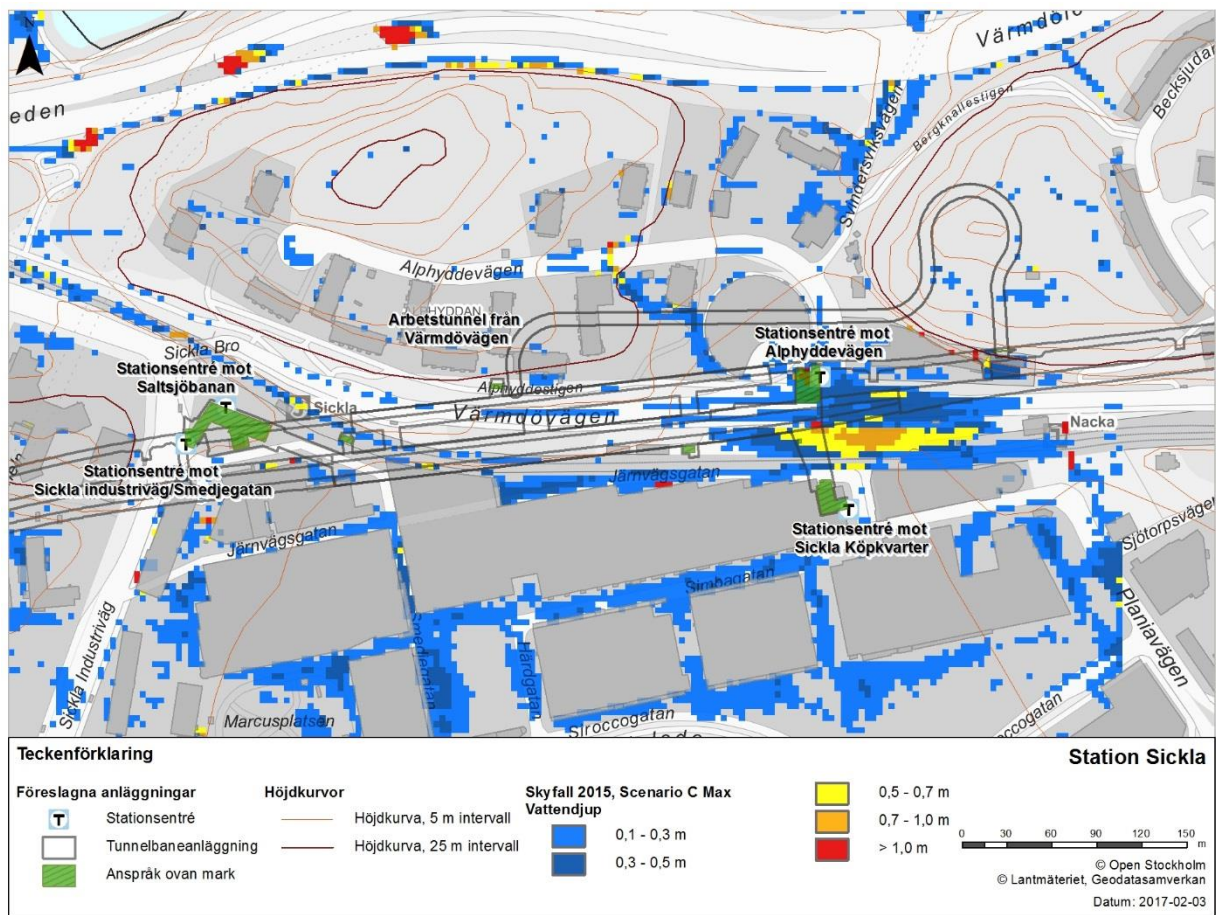
5.3 Station Sickla

Stationsentréerna mot Sickla Industriväg/Smedjegatan och mot Saltsjöbanan ligger inte i naturlig lågpunkt och här bedöms inte finnas risk för vattenansamling. Stationsentrén mot Sickla köp kvarter ligger inte heller i lågpunkt och även om en viss mängd vatten kan ansamlas så bedöms risken för översvämning vara försumbar, men man bör beakta utformningen i förhållande till omgivande hårdgjord yta för att inte riskera inflöde av vatten vid skyfall.

Stationsentrén mot Alphyddevägen ligger i det som idag är lågpunkt och förmodligen ett instängt område. Detta framgår av Nacka kommuns skyfallskarteringar (se Figur 7). Vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 kan vattendjupet bli över en meter i området runt entrén. Här bedöms det finnas risk för översvämning som kan skada anläggningen om inte särskilda åtgärder vidtas. Nacka kommun har omfattande planer för stadsutvecklingen i området och planerar i samband med ombyggnation av Värmdövägen att flytta lågpunkten längre österut och därigenom skapa naturliga avrinningsmöjligheter mot Kyrkviken. Det går inte att garantera att ombyggnationen av Värmdövägen sker innan tunnelbanan är färdigställd, vilket innebär att det finns en risk att lågpunkten finns kvar när anläggningen tas i bruk.

Arbetstunneln från Värmdövägen har sin mynning i en lågpunkt med risk för vattenansamling (se Figur 7). Vid ett 100-års regn med klimatfaktor 1,2 kan översvämningsdjupet bli upp till 0,5 meter. Arbetstunneln kommer i driftskedet att användas för ventilation, med en öppning på cirka 3 meters höjd och den bedöms därför inte medföra någon risk för översvämning som kan påverka anläggningen.

Tryckutjämningschakten planeras att bli en meter höga, och ligger nära stråk som kan innebära översvämningsdjup på 0,3 meter. Risken för översvämning som kan påverka anläggningen bedöms därför som låg. Brandgasschaktet är fem meter högt, och innebär ingen risk ur översvämningssynpunkt.



Figur 7. Skyfallsmodellering för Station Sickla. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 (Nacka kommun, 2015).

5.4 Station Järla

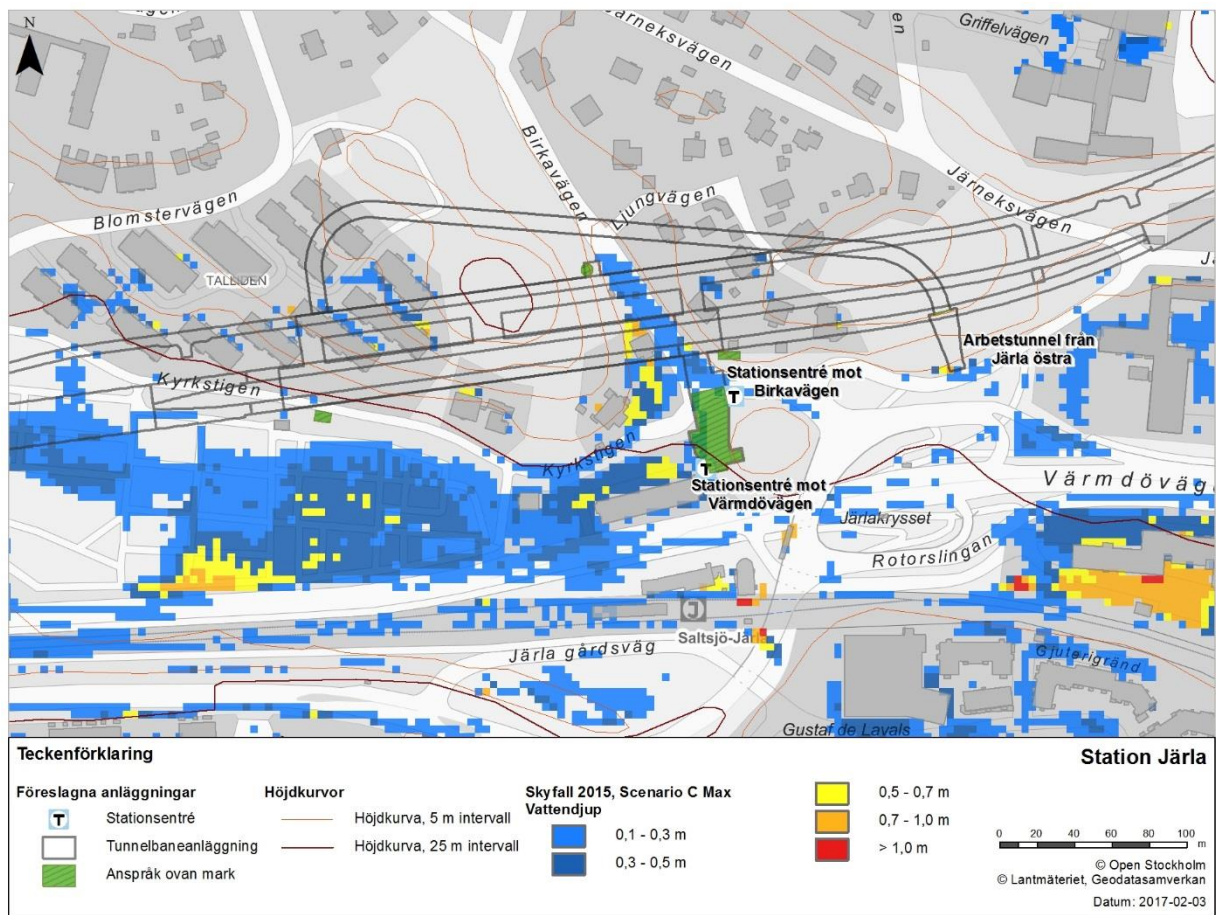
Stationsentréerna mot Värmdövägen och mot Birkavägen ligger mycket nära lågpunkter med risk för vattenansamling (se Figur 8). Väster om entréerna finns två lågpunkter, en på vardera sidan om Kyrkstigen. Det finns planer på stadsomvandling i dessa områden, vilket kan förändra risken för översvämning vid stationsentréerna genom förändrad höjdsättning.

Vid stationsentrén mot Värmdövägen planerar Nacka kommun ett torg med hårdgjord yta, där lokalt omhändertagande av dagvatten ska förhindra skada på omgivande byggnader (dit bland annat stationsentrén hör). En sådan anläggning kan omfatta dagvatten från ett större område än själva torget, vilket i så fall innebär att man aktivt leder dagvatten hit.

Mynningen för arbetstunneln från Järla östra ligger i naturlig lågpunkt och placeringen bedöms medföra risk för vattenansamling (se Figur 8). Vid ett 100-års regn med klimatfaktor 1,2 kan översvämningsdjupet komma att bli upp till en meter. Här bedöms det finnas risk för översvämning som kan påverka anläggningen vid nödevakuering eftersom arbetstunneln i driftskedet kommer att användas för nödutrymning. Arbetstunneln kommer i driftskedet också att användas för ventilation, men då öppning för ventilation placeras cirka 3 meter från markytan bedöms detta inte medföra någon risk för översvämning av anläggningen.

Tryckutjämningschakt ska ha en höjd till galler på en meter. Ventilationstorn och brandgasschakt ska ha en höjd till galler på tre meter. Tryckutjämningschaktet vid Kyrkstigen ligger inte i ett område med översvämningsrisk. Tryckutjämningschakten vid Birkavägen ligger i anslutning till stråk med risk för översvämning på upp till 0,3 meter. Risken för översvämning som kan påverka anläggningen bedöms som låg.

Nacka kommun har omfattande planer för stadsutvecklingen i området i och kring stationsentréerna vilket kan påverka framtida konsekvenser av ett skyfall.



Figur 8. Skyfallsmodellering för Station Järla. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 (Nacka kommun, 2015).

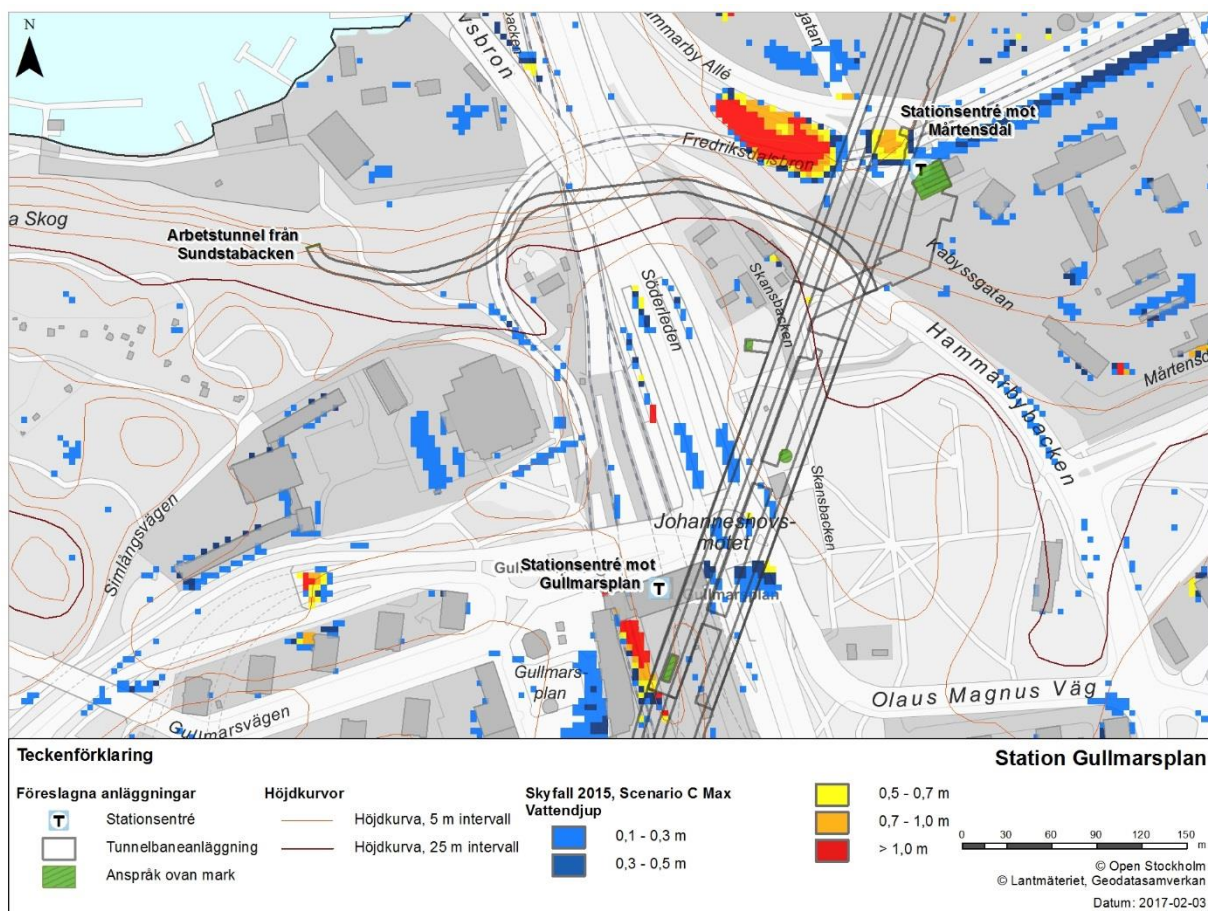
5.6 Station Gullmarsplan

Stationsentrén mot Gullmarsplan bedöms inte ligga i någon lokal lågpunkt, men det finns risk för vattenansamling vid entrén mot Mårtensdal (se Figur 10).

Stationsentrén mot Mårtensdal ligger vid en lågpunkt och det finns risk för vattenansamlingar vid entrén: i rondellen på Hammarby Allé med vattendjup upp till en meter och längs vägen Hammarby Allé med vattendjup upp till 0,3–0,5 meter. Nya byggnader och väg är planerade att ligga parallellt med Hammarbybacken, och slutta ner mot befintlig rondell. Stationsentrén vid Mårtensdal kommer att ligga i nivå med trottoar, i en byggnad som är under uppförande, och innebär en risk för inflödande vatten från Hammarby Allé och rondell vid skyfall.

Etableringsytan och mynningen till arbetstunneln från Sundstabacken ligger nära Mälaren. Tunnelmynningen ligger på nivå +5,84 meter över havet, vilket är betydligt över länsstyrelsens rekommendation om +2,7 meter för nybyggnation vid Mälaren. Arbetstunneln kommer i driftskedet att ha en öppning för ventilation, men då denna på cirka 3 meters höjd, bedöms risken för översvämning som kan påverka anläggningen vara liten.

Schakt för brandgas, tryckutjämning och ventilation kommer att placeras i området vid Skansbacken. Här bedöms inte finnas risk för översvämning. Vid stationsentrén mot Gullmarsplan kommer nytt hiss- och trapphusschakt ansluta till befintlig station. Tryckutjämningschakt integreras i hiss- och trapphusschaktet och mynnar ut i höjd med befintlig perrong. Gullmarsplan har en komplicerad struktur med flera olika höjdnivåer och risken för vattenansamlingar är huvudsakligen kopplad till befintligt spårområde. Öppning för ventilationsschakt planeras på platsen för befintlig bussterminal, som ligger på en högre nivå.



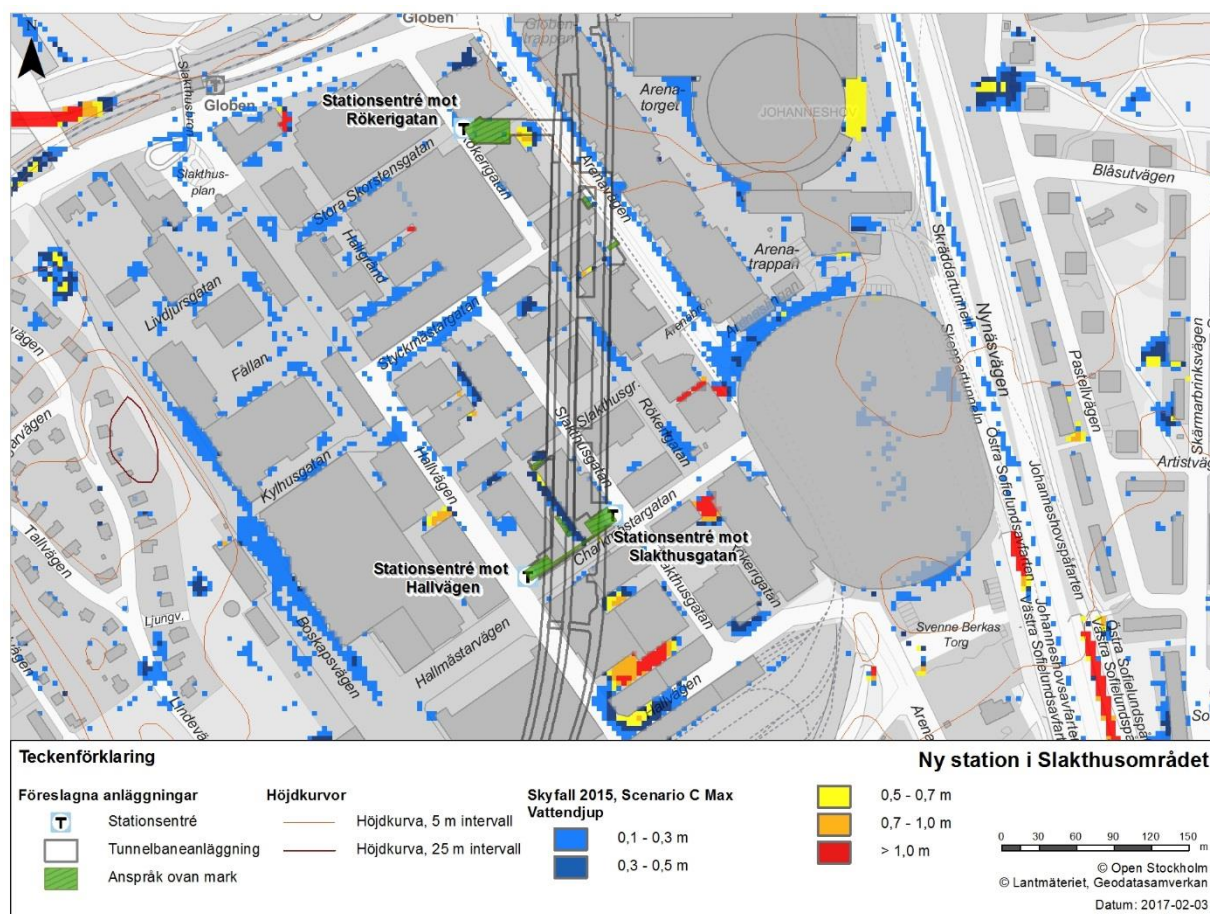
Figur 110. Skyfallsmodellering för Station Gullmarsplan. Maximalt vattendjup för 100-årsregn, klimatfaktor 1,25 (Stockholms stad, 2015).

5.7 Ny station i Slakthusområdet

Enligt den översiktliga lågpunktskarteringen bedöms inte någon av de tre stationsentréerna inom Slakthusområdet ligga i en lokal lågpunkt. Stockholms skyfallskartering visar inte på vattenansamling vid någon av stationsentréerna (se Figur 11). Analysen visar dock på risk för viss vattenansamling nära stationsentréerna.

Hela området planeras att exploateras och höjdsättning och hårdgjorda ytor förändras därmed. Området sluttar lätt från norr till söder. Det finns därför risk att ett skyfall leder till ett vattenflöde på hårdgjord yta mot anläggningen, framförallt vid stationsentrén mot Rökerigatan som kan komma att fungera som ett fång. Slakthusområdet planeras för stadsomvandling och en analys av sekundära flödesvägar för kommande höjdsättning och exploatering rekommenderas. I den bör den hårdgjorda ytan norr om kartutsnittet för figur 13 inkluderas för att bedöma risken för vattenmängder in i området. En sådan analys ger också bättre underlag för att bedöma hur stadsomvandlingen förändrar risken för vattenflöden vid de södra stationsentréerna.

Tryckutjämningsschakt planeras att ligga i marknivå och översvämningssrisk ska förhindras med en underjordisk konstruktion med hög kant eller vall som ska förhindra att vatten kommer in i anläggningen. Det finns risk att volymen som kan hållas med den här lösningen är begränsad och lösningen bör utredas samtidigt med analysen av volymer som flödar med avseende på sekundära flödesvägar. Brandgasschakt kommer att vara minst tre meter höga, och därmed inte innebära risk ur skyfallssynpunkt.



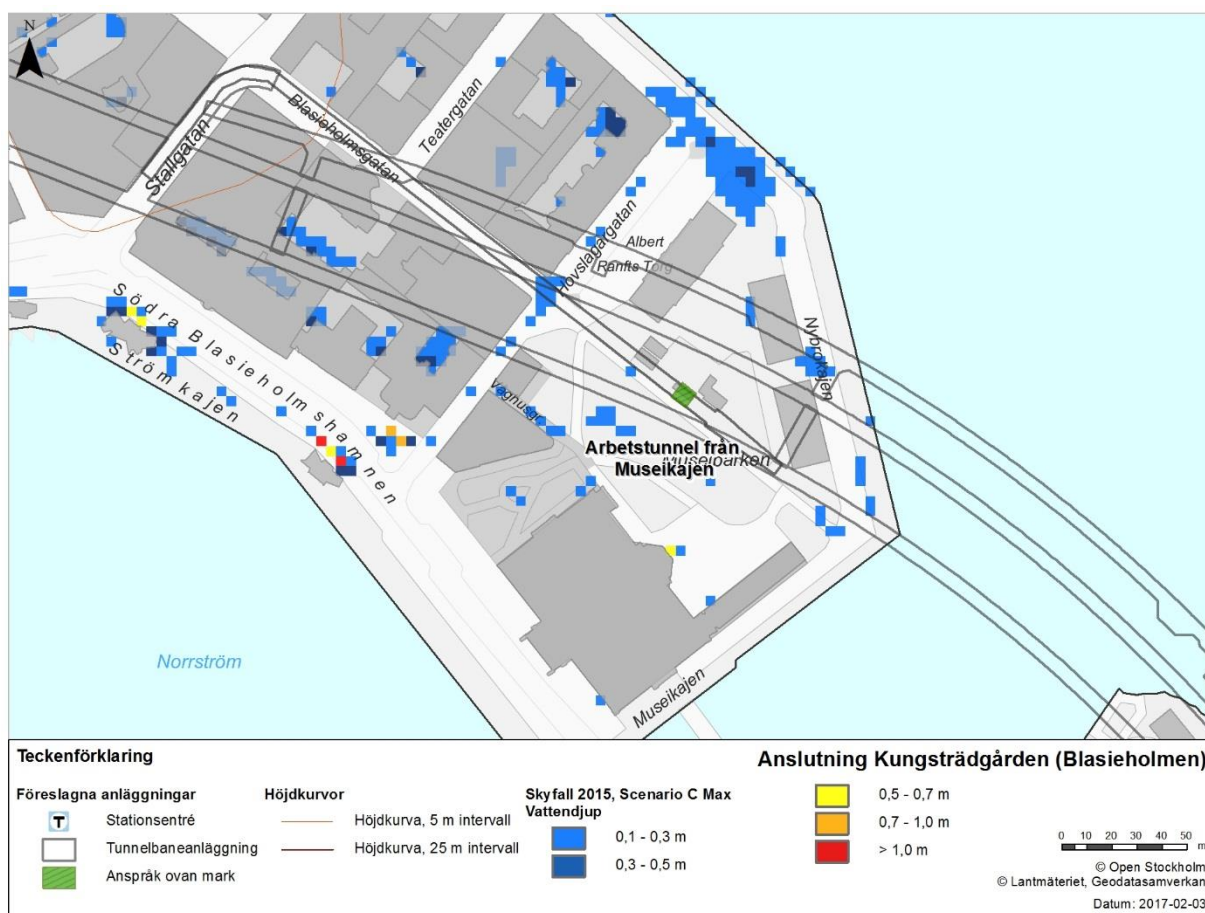
Figur 11. Skyfallsmodellering för Ny station i Slakthusområdet. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 (Stockholms stad, 2015).

5.8 Anslutning Blasieholmen

Mynningen till arbetstunneln från Museikajen ligger inte i en lågpunkt (se Figur 12) och bedömningen är att det inte finns risk för vattenansamling här.

Arbetstunnelmynningen ligger på nivå +2,7 meter över havet. Länsstyrelsens rekommendation på +2,7 meter för lägsta grundläggningsnivå baseras på risk i ett långsiktigt tidsperspektiv, med syfte att säkerställa att bebyggelsen klarar en global havsnivåhöjning på +1 meter till sekelskiftet. Arbetstunneln kommer endast att nyttjas under byggtiden och ska därefter stängas (inte nyttjas under anläggningens drift). Bedömningen är därför att den relativt låga nivån för mynningen på arbetstunneln från Museikajen inte innebär någon risk i ett längre tidsperspektiv.

Ny öppning för ventilation planeras nordost om Museiparken. Nivån är över +2,7 meter över havet, vilket innebär att risk vid havsnivåhöjning inte föreligger. Placeringen är inte i en lågpunkt och risken för översvämning vid skyfall bedöms som liten.



Figur 12. Skyfallsmodellering för Anslutning Blasieholmen. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (Stockholms stad, 2015).

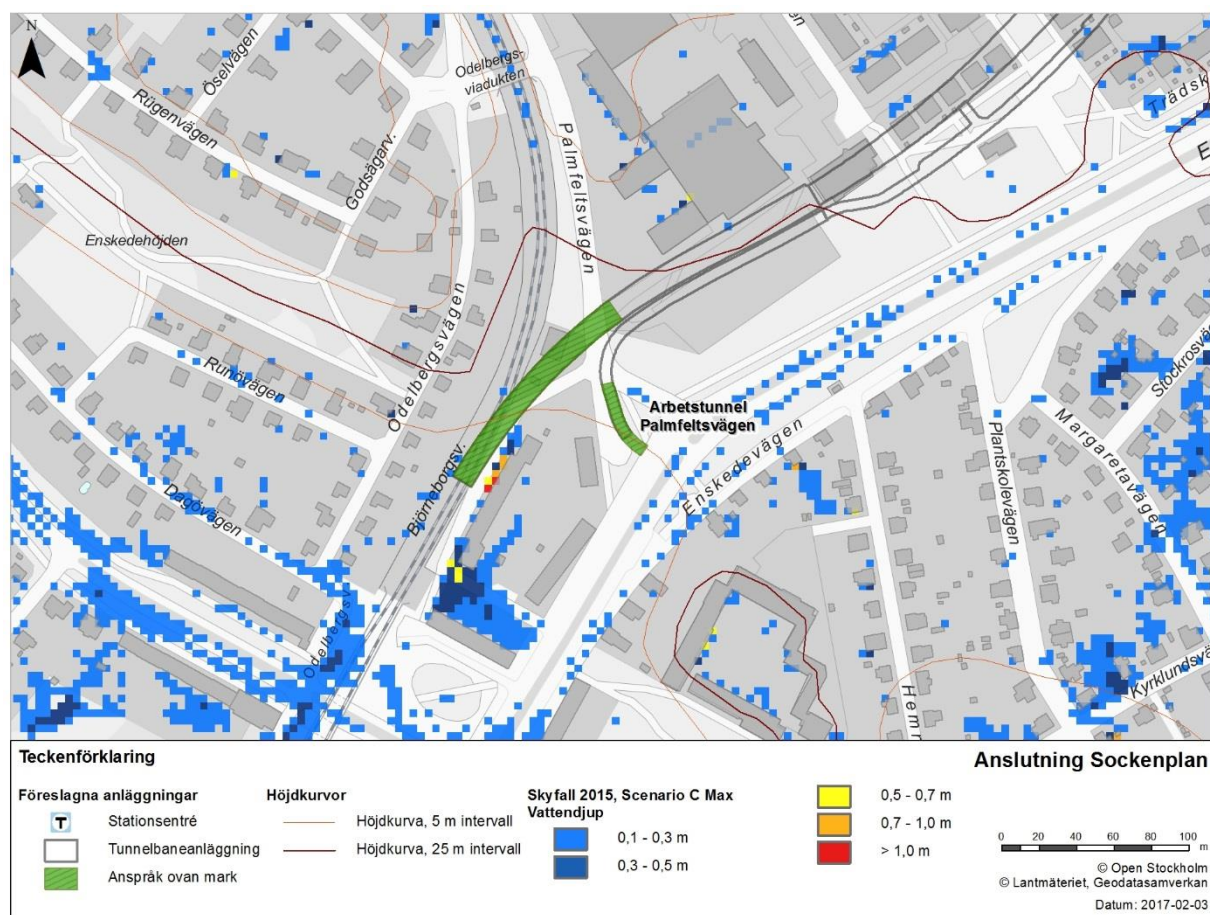
5.9 Anslutning Sockenplan

Anslutning Sockenplan ligger inte i en lågpunkt (se Figur 13). Analysen visar inte på risk för vattenansamling och risken för översvämning som kan orsaka skada på anläggningen bedöms som försumbar.

Längs Björneborgsvägen finns lågpunkter som ligger nära området där tråg för tunnelbaneanslutningen ska anläggas. Lågpunkterna ligger i anslutning till byggnader på östra sidan av Björneborgsvägen och sluttar i motsatt riktning mot tråget. Det tillsammans med den sarg som anläggs runt tråget innebär att risken för inflöde i tunneln vid skyfall är låg. Nederbörd på spåret kan eventuellt rinna ner i tunneln under jord. Mängderna bedöms som försumbara.

Öppningar för friskluftsintag kommer att ligga i tråget med öppning i marknivå och följer sträckningen för arbetstunneln från Palmfeltsvägen. Placeringen bedöms inte innebära någon risk ur översvämningssynpunkt.

Dragningen av Palmfeltsvägen kommer att ändras och närområdet planeras för bebyggelse. Det finns risk att man därigenom förändrar flödesvägar och lågpunkter. Om området norr om anläggningen exploateras bör nya planer säkerställa att inte tråget och tunnelmynningen kommer att ligga vid en framtida lågpunkt.



Figur 13. Skyfallsmodellering för Anslutning Sockenplan. Maximalt vattendjup för 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 (Stockholms stad, 2015).

6 Förslag till skadeförebyggande åtgärder

För att säkerställa att extrema regn eller extrema smältvattenvolymer inte orsakar översvämning som kan skada tunnelbaneanläggningen är utformning av entréer och andra öppningar viktigt. Dessutom måste en fungerande dagvattenhantering finnas på platsen. Kommunen har en viktig roll i den fysiska planeringen genom beslut om stadsplanering, höjdsättning, hårdgjorda ytor och system för dagvatten. En fortsatt samverkan mellan Förvaltning för utbyggd tunnelbana (nedan kallad förvaltningen) och de berörda kommunerna, Nacka kommun respektive Stockholm stad, är viktig.

Nedan följer förslag till skadeförebyggande åtgärder för det fortsatta arbetet:

- Projekteringen av anläggningen ska ske med hänsyn till risk för översvämning. Detaljutformningen av entréer, tunnelmynningar och andra öppningar till tunnelbanan bör ske så att anläggningen inte skadas av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2. Särskild hänsyn bör tas vid identifierade lågpunkter. Detta bör föregås av fördjupade analyser av förutsättningarna vid de specifika entréerna, se Tabell 1.
- Förvaltningen ska hålla fortsatt dialog med kommunerna i Nacka kommun respektive Stockholms stad kring fysisk planering av stationsområdena och deras omgivning. Förvaltningen måste säkerställa att kommunernas framtida utbyggnad i och kring stationsområdena utformas med tillräcklig kapacitet i dagvattensystemet för att klara god avrinning vid tunnelbaneanläggningens öppningar även vid kraftig nederbörd och att hänsyn tas till exempelvis sekundära avvattningsvägar och bräddmöjligheter. Dialogen bör också syfta till, att tydliggöra vilket ansvar förvaltningen respektive kommunerna har. De stationer och stationsentréer som är särskilt intressanta i detta hänseende framgår i Tabell 1.
- Skyfallsanalyserna som använts för denna underlagsrapport baseras på befintliga marknivåer. En detaljerad skyfallskartering bör utföras utifrån nya planerade marknivåer. Utredningar av dagvattennätets kapacitet skulle vara ett bra underlag för fortsatt projektering och detaljerad höjdsättning.
- För brandgasschakt, tryckutjämningsschakt och ventilation finns olika tekniska lösningar för att minska riskerna för skada på anläggningen vid översvämning. Detaljutformning kommer att avgöras i det vidare projekteringsarbetet. Det kan finnas möjlighet att använda en underjordisk konstruktion med hög kant eller vall som ska förhindra att vatten kommer in i anläggningen vid placering av öppning i marknivå. Risker kopplade till översvämning (skyfall, snö och is) med den lösningen behöver beaktas i den fortsatta detaljerade projekteringen.

7 Samlad bedömning

Analysen visar på hög risk för översvämning vid två stationsentréer och en arbetstunnel. Här skulle, med dagens marknivåer, vattenansamling kunna uppstå med vattendjup på mer än en meter och det bedöms finnas risk för översvämning som kan skada anläggningen, om inte åtgärder genomförs. Detta gäller entré mot Alphyddevägen vid station Sickla, entré mot Mårtensdal vid station Gullmarsplan, samt mynning på arbetstunnel från Skönviksvägen vid station Nacka Centrum.

Risk för översvämning finns vid två entréer och en tunnelmynning. Här kan vattenansamling uppstå med vattendjup upp till 0,7 eller upp till en meter. Bedömningen är att detta innebär risk för översvämning som kan påverka anläggningen. Stationsentréerna finns vid station Järila, med entré mot Birkavägen och mot Värmdövägen. Det gäller också för arbetstunnelmynningen från Londonviadukten vid station Sofia.

Stationsentrén mot Katarina Bangata (station Hammarby Kanal) bör analyseras för risk för översvämning på grund av sekundära avrinningsvägar, det vill säga det vattenflöde som uppstår på grund av höjdskillnad och mängd flödande vatten.

Många stationsentréer uppförs i områden som planeras för stadsomvandling, där både höjdsättning och hårdgjorda ytor kommer att förändras. Vid dessa områden rekommenderas förnyade skyfalls- och avrinningsanalyser för den framtida situationen. Stationerna som berörs är de som ligger i Nacka kommun (Nacka Centrum, Sickla och Järila stationer), den nya stationen i Slakthusområdet och den nya entrén Mårtensdal vid Gullmarsplans station.

Vid övriga stationsentréer och tunnelmynningar bedöms risken för översvämning som kan medföra skada på anläggningen som låg eller försumbar.

Tabell 1 Konsekvensbedömning av översvämningsrisk vid stationsentréer och arbetstunnelmynningar

Station/ Anslutning	Stationsentré mot/ Arbetstunnel från	Låg- punkt 1	Avrin- ning ⁴	-Bedömning av översvämnings risk ²	Åtgärdsförslag ³
Station Sofia	Stigbergsparken				Ingen åtgärd
	Londonviadukten (servicetunnel)	Nära		Risk	• Utformning av servicetunnelns mynning och etableringsytan
	Utlöpp tunnelvatten (drift)				Ej relevant, utsläppspunkt under havsytan
Station Hammarby Kanal	Katarina Bangata		B		Ingen åtgärd
	Lumaparken				Ingen åtgärd
	Hammarby Fabriksväg (arbetstunnel, ej permanent)				Ingen åtgärd
Station Sickla	Sickla industriväg/ Smedjegatan				Ingen åtgärd
	Saltsjöbanan				Ingen åtgärd
	Alphyddevägen	Ja	C	Hög risk	• Utformning av stationsentré • Samverkan med Nacka kommun angående utformning och höjdsättning i närliggande områden och avrinningsförutsättningar • Kompletterande analyser med detaljerade skyfallsberäkningar med nya markhöjder inlagda
	Sickla köp kvarter	Nära	C	Låg risk	• Utformning av stationsentré

	Värmdövägen (ventilation i stängd arbetstunnelmynning)	Ja			Ingen åtgärd. (Galler för ventilation placeras på 3 meters höjd)
Station Järla	Birkavägen	Ja/nära	C	Risk	- Utformning av stationsentré - Samverkan med Nacka kommun, som ovan - Kompletterande analyser, som ovan
	Värmdövägen	Ja/nära	C	Risk	- Utformning av stationsentré - Samverkan med Nacka kommun, som ovan - Kompletterande analyser, som ovan
	Järla östra (nödevakuering)	Ja		Risk	- Utformning av stationsentré - Samverkan med Nacka kommun, som ovan - Kompletterande analyser, som ovan
Station Nacka Centrum	Jarlabergsvägen	Nära	C	Låg risk	Utformning av stationsentré
	Vikdalsbron	Ja	C	Låg risk	- Utformning av stationsentré - Samverkan med Nacka kommun, som ovan - Kompletterande analyser, som ovan
	Stadsparken	Ja	C	Låg risk	- Utformning av stationsentré - Samverkan med Nacka kommun, som ovan - Kompletterande analyser, som ovan
	Skönviksvägen (servicetunnel)	Ja		Hög risk	- Utformning av tunnelmynning - Samverkan med Nacka kommun, som ovan - Kompletterande analyser, som ovan
Station Gullmarsplan	Mårtensdal	Ja	C	Hög risk	- Utformning av stationsentré - Samverkan med Stockholms kommun angående utformning och höjdsättning i närliggande områden - Kompletterande analyser, som ovan
	Gullmarsplan				Ingen åtgärd
	Sundstabacken (ventilation i stängd arbetstunnelmynning)				Ingen åtgärd
Ny station i Slakthusområdet	Rökerigatan		C	Låg risk	Utformning av stationsentré
	Hallvägen		A		Ingen åtgärd
	Slakthusgatan	Nära	C	Låg risk	Utformning av stationsentré
Kungsträdgården (Blasieholmen)	Museikajen (arbetstunnel, ej permanent)				Ingen åtgärd
Sockenplan	Palmfeltsvägen (servicetunnel)		C		Ingen åtgärd

- 1) Tom ruta – innebär att entrén/tunnelmynningen inte ligger lågpunkt.
- 2) Tom ruta – innebär att analysen inte visar på någon vattenansamling vid eller nära stationsentrén/tunnelmynningen och risken för översvämning bedöms som försumbar.
Låg risk innebär att analysen visar på begränsad vattenansamling (upp till 0,3 meter). Risken att anläggningen skadas bedöms som låg.
Risk innebär att analysen visar på vattenansamling (upp till 0,7 meter) och att det finns risk för översvämning som kan påverka anläggningen om inte särskilda åtgärder vidtas.
Hög risk innebär att analysen visar på mer betydande vattenansamling (upp till 1 meter eller mer) och att det finns risk för översvämning som kan påverka/skada anläggningen om inte särskilda åtgärder vidtas.
- 3) Markeringen – innebär att analysen inte visat på några behov av särskilda åtgärder på platsen.
- 4) Markeringen – innebär att det inte finns behov av ytterligare analys av översvämningsrisk för sekundära flödesvägar, baserat på analys av höjdsättning och lågpunkter. Avser framför allt. stationsentréer.
A innebär att anläggningen/entrén troligen inte påverkas av flödesvägar, men kan vara intressant att inkludera då den ändå ingår i annan analys.
B innebär en rekommendation att vidare analysera de sekundära flödesvägarna

C innebär en rekommendation att både de sekundära flödesvägarna och kommande höjdsättningar och exploatering bör inkluderas i analyserna.

Analysen visar att det finns ett antal entréer eller tunnelmynningar där det finns risk för inflöde av vatten vid kraftiga skyfall. Utformning av öppningar och planering av omkringliggande områden behöver samordnas så att kraftiga skyfall inte riskerar att orsaka översvämning som kan skada anläggningen. Frågan är fortsatt prioriterad i den detaljerade utformningen av den nya tunnelbanan till Nacka och söderort och i förvaltningens fortsatta dialog med Stockholms stad och Nacka kommun.

8 Referenser

Litteratur

Länsstyrelsen i Stockholm län. (2015). *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämning*. Rapport 2015:14.

Länsstyrelserna Stockholm, Södermanland, Uppsala, Västmanland. (2015). *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämning*. Faktablad 2015.03.05.

Länsstyrelserna. (2012). *Klimatanpassning i fysisk planering – Vägledning från länsstyrelserna*.

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). (2013). *Pluviala översvämningar, konsekvenser vid skyfall över tätorter, en kunskapsöversikt*.

Nacka kommun. (2014). *Skyfallsanalys för Västra Sicklaön*, 2014-11-17.

Nacka kommun. (2015). *Översiktlig skyfallsanalys för Nacka kommun*, 2015-05-07

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). (nov 2011). *Havsnivåer i Stockholm 2011-2110: En sammanställning*. Rapport Nr 2011-62.

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). (2015). *Framtidsklimat i Stockholms län - enligt RCP-scenarier*, klimatologi nr 21, 2015.

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI). (2015). *Risker, konsekvenser och sårbarhet för samhället av förändrat klimat – en kunskapsöversikt*. SMHI Klimatologi Nr 10.

Webbsidor och elektroniska dokument

Förvaltning för utbyggd tunnelbana. Stockholms läns landsting. (2015). *Miljösäkringslista 1311-P11-14-00001*.

Förvaltning för utbyggd tunnelbana. Stockholms läns landsting. (2015-04-29). *Strategi för hållbar utveckling*. 1312-P11-41-00001.

Förvaltning för utbyggd tunnelbana. Stockholms läns landsting. (2015-10-26) *Anläggningskrav, Kravlista miljö*. Version 0,39. WBS 1311. 1311-P11-21-00001

Länsstyrelsen i Stockholms län (2015-09-17), *Hur kan Stockholms län planera för framtida skyfall?*. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/stockholm/Sv/nyheter/2015/Pages/hur-kan-stockholms-lan-planera-for-framtida-skyfall.aspx?keyword=webbgis> [2015-10-29]

Miljöbalken. 1998:808.

SMHI (2015-07-15). *Växthuseffekten*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vaxthuseffekten-1.3844> [2015-10-29]

SMHIa (2015-06-11) *Återkomsttider för extremt väder*. Tillgänglig:
<http://www.smhi.se/professionella-tjanster/professionella-tjanster/statistik-och-data/aterkomsttider-for-extremt-vader-1.14134> [2015-10-29]

Stockholm Vatten AB (2015). *Skyfallskartering för Stockholm Stad – Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2010)*.

<http://dataportalen.stockholm.se> (juni 2016)

Muntliga referenser

Karin von Sydow (2015-10-27) Klimatanpassningssamordnare länsstyrelsen Stockholm

Vårt uppdrag är att genomföra tunnelbanans utbyggnad och övriga åtgärder inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. Det innebär planering, projektering och byggnation av ny tunnelbana och nya stationer på fyra olika sträckor. För att kunna genomföra utbyggnaden behöver också depåkapaciteten ökas och nya tåg köpas in.

Byggstarten för utbyggnad av tunnelbana till Nacka och söderort planeras 2018/2019 och byggtiden beräknas pågå cirka 7–8 år.

