

<u>Ansvarig Part</u>	M31	<u>Senaste Revidering</u>	-
<u>Dokumenttyp</u>	22 - Beskrivning	<u>Revideringsdatum</u>	-
<u>Författare</u>	Joakim Thanke Wiberg	<u>Projektskede</u>	Järnvägsplan
<u>Datum</u>	2017-02-21	<u>Infosäkerhetsklass</u>	K2
<u>Status</u>	Godkänd	<u>Diarienummer</u>	-

Tunnelbana till Arenastaden

Järnvägsplan

Översvämningssrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar

[Subject]

REVIDERINGSHISTORIK

Rev.	Revidering avser	Reviderat av	Godkänd av	Datum

Granskad av, utförare: Anna Risberg, Sofia Thurin och Marie-Louise Stenérus

Granskad av, beställare: Fredrik Moback

Fastställd av, beställare: Kaisa Nugin

o

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diariernr:</u> -	Infoklass: K2

Innehållsförteckning

1	Syfte	3
2	Metod.....	3
2.1	Studieområde och studerade objekt.....	3
2.2	Underlag.....	4
2.2.1	Befintliga skyfallssimuleringar.....	4
2.2.2	Ritningar och 3D-modeller.....	4
2.2.3	Platsbesök.....	4
2.3	Bedömning av översvämningsrisk	5
2.4	Beräkning av inströmmande vattenvolymer.....	5
2.4.1	Objekt i lågpunkter.....	5
2.4.2	Objekt i avrinningsstråk	6
3	Resultat och diskussion	7
3.1	Odenplan/Hagastaden – Utrymningsväg Karlbergsvägen - Torsgatan.....	8
3.2	Odenplan/Hagastaden – Utrymningsväg Karlbergsvägen - Hälsingegatan.....	8
3.3	Hagastaden – Servicetunnel och ventilationsschakt.....	10
3.4	– 3.5 Hagastaden – Entré NKS och entré Hagaplan.....	12
3.6	Hagastaden – Entré Torsplan	13
3.7	Hagastaden – Entré KI, trappan	15
3.8	Hagastaden – Entré KI, hissen.....	15
3.9	Hagastaden – Tryckutjämningsschakt.....	16
3.10	Hagastaden – Ventilationsschakt.....	16
3.11	Hagastaden – Ventilationsschakt.....	18
3.12	Hagalunds industriområde – Entré Solnavägen.....	19
3.13	Hagalunds industriområde – Entré Industrivägen.....	19
3.14	Hagalunds industriområde – Arbetstunnel	19
3.15	– 3.16 Hagalunds industriområde – Ventilationsschakt.....	19
3.17	– 3.21 Arenastaden.....	21
3.22	Hagastaden – Arbetstunnel.....	24
4	Slutsatser	25

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienumr:</u> -	Infoklass: K2

1 Syfte

Syftet med detta PM är att översiktligt redogöra för översvämningsrisken i den Gula linjens planerade sträckning Odenplan-Arenastaden. Detta PM utgör ett underlag till miljökonsekvensbeskrivningen tillhörande järnvägsplanen och innehåller en översiktlig analys av översvämningsriskerna för ovanmarksanläggningar utifrån befintliga skyfallssimuleringar för Stockholm stad och Solna stad. För identifierade riskområden görs fördjupade analyser samt översiktliga bedömningar av möjliga konsekvenser.

Kraven från landstinget på detta tema är att *"Anläggningens öppningar ska höjdsättas eller på annat sätt dimensioneras så att anläggningen inte skadas vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2."* och *"Anläggningarna måste översvämningssäkras för lokala översvämningar på grund av stora regnmängder."* Med termen "skada" i kravtexten avses skada på kritiska system som inte kan åtgärdas inom 1 dygn på grund av inläckande vatten.

2 Metod

2.1 Studieområde och studerade objekt

De objekt, det vill säga planerade ovanmarksanläggningar såsom stationsentréer och utrymningsvägar, tillhörande Gul linje som är utredda i denna studie redovisas i Tabell 1. Station Odenplan förkortas ODP, station Hagastaden HGS, station Hagalunds industriområde HGL och station Arenastaden ARS.

Tabell 1. Studerade öppningar längs sträckan Odenplan-Arenastaden.

Objekt	Station	Öppning ner i Gul linje
1	Odenplan/Hagastaden	Utrymningsväg Karlbergsvägen - Torsgatan
2	Odenplan/Hagastaden	Utrymningsväg Karlbergsvägen - Hälsingegatan
3	Hagastaden	Servicetunnel och ventilationsschakt
4	Hagastaden	Entré NKS
5	Hagastaden	Entré Hagaplan
6	Hagastaden	Entré Torsplan
7	Hagastaden	Entré KI, trappan
8	Hagastaden	Entré KI, hissen
9	Hagastaden	Tryckutjämningsschakt vid HGS norra
10	Hagastaden	Ventilationsschakt vid HGS södra
11	Hagastaden	Ventilationsschakt Fogdevreten
12	Hagalunds industriområde	Entré Solnavägen
13	Hagalunds industriområde	Entré Industrivägen
14	Hagalunds industriområde	Arbetstunnel
15	Hagalunds industriområde	Ventilationsschakt vid HGL norra
16	Hagalunds industriområde	Ventilationsschakt vid HGL södra
17	Arenastaden	Entré Hagalundsgatan
18	Arenastaden	Entré Dalvägen
19	Arenastaden	Servicetunnel
20	Arenastaden	Tryckutjämningsschakt vid ARS södra
21	Arenastaden	Ventilationsschakt vid Klövervägen
22	Hagastaden	Arbetstunnel

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienumr:</u> -	Infoklass: K2

2.2 Underlag

2.2.1 Befintliga skyfallssimuleringar

Objekt 1 till och med objekt 16 samt objekt 22 är analyserade utifrån resultaten av den skyfallskartering som gjorts inom ramen för uppdraget *Skyfallskartering Stockholm* och som presenteras i det uppdragets slutrapport¹. I rapporten presenteras flera scenarier för skyfallssimuleringen. Det scenario som använts i denna studie av översvämningsrisker är ett 100-årsregn med klimatfaktor i scenario C. Det motsvarar ett blockregn i ett scenario där samtliga parametrar har valts för att inom rimliga gränser vara så ogynnsamma som möjligt. Exempel på antaganden som gjorts i detta scenario är att andelen hårdgjorda ytor är relativt stor och att avloppssystemet har relativt låg kapacitet i förhållande till dimensioneringsnormen. Simuleringarna är utförda i det tvådimensionella beräkningsprogrammet MIKE 21, som beräknar vattennivåer och flödesförhållanden numeriskt baserat på Navier Stoke's ekvationer. I denna skyfallskartering har dagvattensystemet inte modellerats i detalj, utan schablonmässiga avdrag har gjorts för ledningsnätets kapacitet. Beräkningsresultaten utgörs av dfs2-filer kompatibla med programvaran MIKE ZERO. Dessa resultatfiler beskriver ett rutnät av beräkningsceller med upplösningen 4*4 meter och innehåller bland annat beräknat maximalt vattenstånd under simuleringen, beräknat vattenstånd för varje tidssteg och flödet som passerar beräkningscellen i varje tidssteg. Modellen simulerar i scenario C vattenståndet i varje beräkningscell under sex timmar där regnet har en varaktighet på 50 minuter från och med modellens start. Dessa dfs2-filer kan konverteras till shp-filer och illustreras grafiskt i till exempel den konventionella GIS-programvaran ArcMap.

Objekt 17 till och med objekt 21 är analyserade utifrån resultaten av en översvämningsanalys genomförd på uppdrag av Solna Vatten². Även denna visar resultat av en simulering med ett 100-årsregn, dock utan klimatfaktor, och som CDS-regn istället för enskilda blockregn, modellerat i MIKE FLOOD. Vidare skiljer sig denna modell ifrån den över Stockholms stad genom att dagvattensystemet är modellerat i MIKE URBAN där det befintliga, och till viss del framtida planerade, ledningsnätet är beskrivet i detalj.

2.2.2 Ritningar och 3D-modeller

Ritningar och 3D-modeller som använts i denna studie är identifierade manuellt i en VR-modell över tunnelbanan³. Dessa ritningar och 3D-modeller i dwg-format har exporterats till shp-filer för att kunna användas i ArcMap.

2.2.3 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes 2017-02-07 vid HGS. Platserna för entré NKS, entré Hagaplan samt entré Torsplan analyserades i syfte att bedöma hur mycket terrängen och därmed flödesvägar och avrinningsstråk har förändrats sedan den befintliga skyfallssimuleringen över Stockholms stad genomfördes. En översiktlig erfarenhetsbaserad analys av översvämningsrisken vid entréerna genomfördes också på plats.

¹ Stockholm Vatten, 2015, Skyfallsmodellering för Stockholms stad – Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100), Rapport 15SV737, 2015-12-03.

² Tyréns, 2016, Solna översvämningsanalys, Slutrapport 2014-02-20.

³ Tunnelbana till Arenastaden via Hagastaden – 2016-02-12 Systemhandling, 2016-04-20, \\ser01col1se\Common Projects\5643\10200462\8_Samordning\81_Samordningsmodell\811_VR_modell

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

2.3 Bedömning av översvämningsrisk

Översvämningsrisken för respektive objekt har bedömts som *försumbar* respektive *icke försumbar* genom en jämförelse mellan objektets höjdsättning och det maximala vattendjupet i de beräkningsceller som berör objektet under skyfallssimuleringen. I de fall där maximalt vattendjup under simuleringen understiger 1 centimeter i de för objektet relevanta beräkningscellerna har översvämningsrisken bedömts som *försumbar*. I de fall där det maximala vattendjupet har varit större än eller lika med 1 centimeter har översvämningsrisken bedömts som *försumbar* om objektets höjdsättning varit högre än summan av det simulerade maximala vattendjupet och terrängmodellens plushöjd. I övriga fall har översvämningsrisken bedömts som *icke försumbar*. För de objekt som ännu inte är detaljprojekterade på ett sådant sätt att den exakta höjdsättningen av öppningen är fastställd, har översvämningsrisken bedömts som försumbar. Detta förutsatt att objektet under detaljprojekteringen höjdsätts eller konstrueras på ett sådant sätt att vatten förhindras från att strömma in.

2.4 Beräkning av inströmmande vattenvolymer

De vattenvolymer som riskerar att strömma ner i tunnelbanan via de utredda ovanmarksanläggningarna (objekten) är beräknade på olika sätt beroende på om objektet är lokaliserat i en lågpunkt eller i ett avrinningsstråk. I en lågpunkt ansamlas vatten och vattendjupet är som störst i simuleringens sista tidssteg. I ett avrinningsstråk kan ett visst vattendjup uppstå under själva regnet, men har vid simuleringens sista tidssteg huvudsakligen runnit undan.

2.4.1 Objekt i lågpunkter

För de objekt som är lokaliserade i lågpunkter är vattenvolymen som riskerar att strömma ner i tunnelbanan beräknad utifrån vattendjupet ovan marknivå i skyfallssimuleringens sista tidssteg. Vattendjupet i meter är summerat för samtliga beräkningsceller inom lågpunkten, och därefter multiplicerat med beräkningscellens area.

För objekt 3, station Hagastadens servicetunnel, är kompletterande beräkningar utförda. Tunnelinfarten och första delen av tunneln ner mot Citybanans servicetunnel där HGS servicetunnel ansluter är modellerade i MIKE 21 FM, med ett konstant flöde in genom infarten motsvarande ett 100-årsregn med klimatfaktor och 5 minuters varaktighet. Detta regn med kortare varaktighet än de 50 minuter som är antagna i den befintliga skyfallskarteringen för Stockholms stad antas innebära ett mer konservativt antagande för just servicetunneln. Modellens viktigaste indata förutom regnflödet, höjddata, är baserad på mätningar i tunneln utförda av WSP 2016-12-02.

Även för objekt 6, entré Torsplan, har kompletterande beräkningar utförts. Eftersom omfattande ombyggnationer av hela området omkring Torsplan har genomförts, och kommer att fortsätta, sedan den befintliga skyfallskarteringen över Stockholm genomfördes är den tidigare använda terrängmodellen inte längre representativ för området omkring Torsplan. Därför genomfördes även en lokal skyfallsmodellering i MIKE 21 för objekt 6. I denna kompletterande beräkning är två olika 100-årsregn med 5 respektive 30 minuters varaktighet med en klimatfaktor på 1,2 ansatta över hela det lokala tillrinningsområdet. Dessutom har det antagits att hela tillrinningsområdet är helt hårdgjort vilket är ett konservativt antagande eftersom inget vatten då infiltrerar i marken. Den kompletterande skyfallssimuleringen för det lokala området vid Torsplan är baserad på terrängmodellen för

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

den befintliga skyfallssimuleringen över Stockholms stad, uppdaterad med projekterade gatunivåer inom byggprojektet Hagastaden från ritningar daterade 2016-11-24⁴.

2.4.2 Objekt i avrinningsstråk

För de objekt som är lokaliserade i avrinningsstråk där det mesta av vattnet inte ansamlas vid simuleringens slut är vattenvolymerna beräknade utifrån den totala volym som under hela simuleringen passerar objektet vinkelrätt mot flödesriktningen. I resultatfilerna från skyfallssimuleringen anges medelflödet som passerar en beräkningscell i m³/s/m. Därmed kan den totala volymen som passerat en beräkningscell under simuleringen beräknas som flödet multiplicerat med den simulerade tiden och beräkningscellens bredd vinkelrätt mot flödesriktningen, summerat över hela simuleringen. För att undvika en överskattning av de inströmmande vattenvolymerna har endast en beräkningscell per rad eller kolumn parallellt med flödesriktningen i beräkningsnätverket valts ut. Lokal flödesriktning har beräknats i ArcMap utifrån samma terrängmodell som använts till de hydrauliska beräkningarna.

För objekt 7 är dessutom kompletterande beräkningar utförda. I dessa kompletterande beräkningar är ett 100-årsregn med klimatfaktor och 5 minuters varaktighet ansatt över hela det lokala tillrinningsområdet, som antagits vara hårdgjort.

Fördjupade analyser med kompletterande beräkningar är även utförda för objekten kring ARS eftersom den befintliga översvämningsanalysen för Solna stad inte använde en klimatfaktor på 100-årsregnet. För objekt 17 till och med 21 har därför en rinnvägsanalys⁵ genomförts. Objekt 18 identifierades som ett riskområde i rinnvägsanalysen och därför genomfördes även en lokal skyfallsmodellering i MIKE 21 för objekt 18. I denna kompletterande beräkning är ett 100-årsregn med klimatfaktor och 5 minuters varaktighet ansatt över hela det lokala tillrinningsområdet, som antagits vara helt hårdgjort.

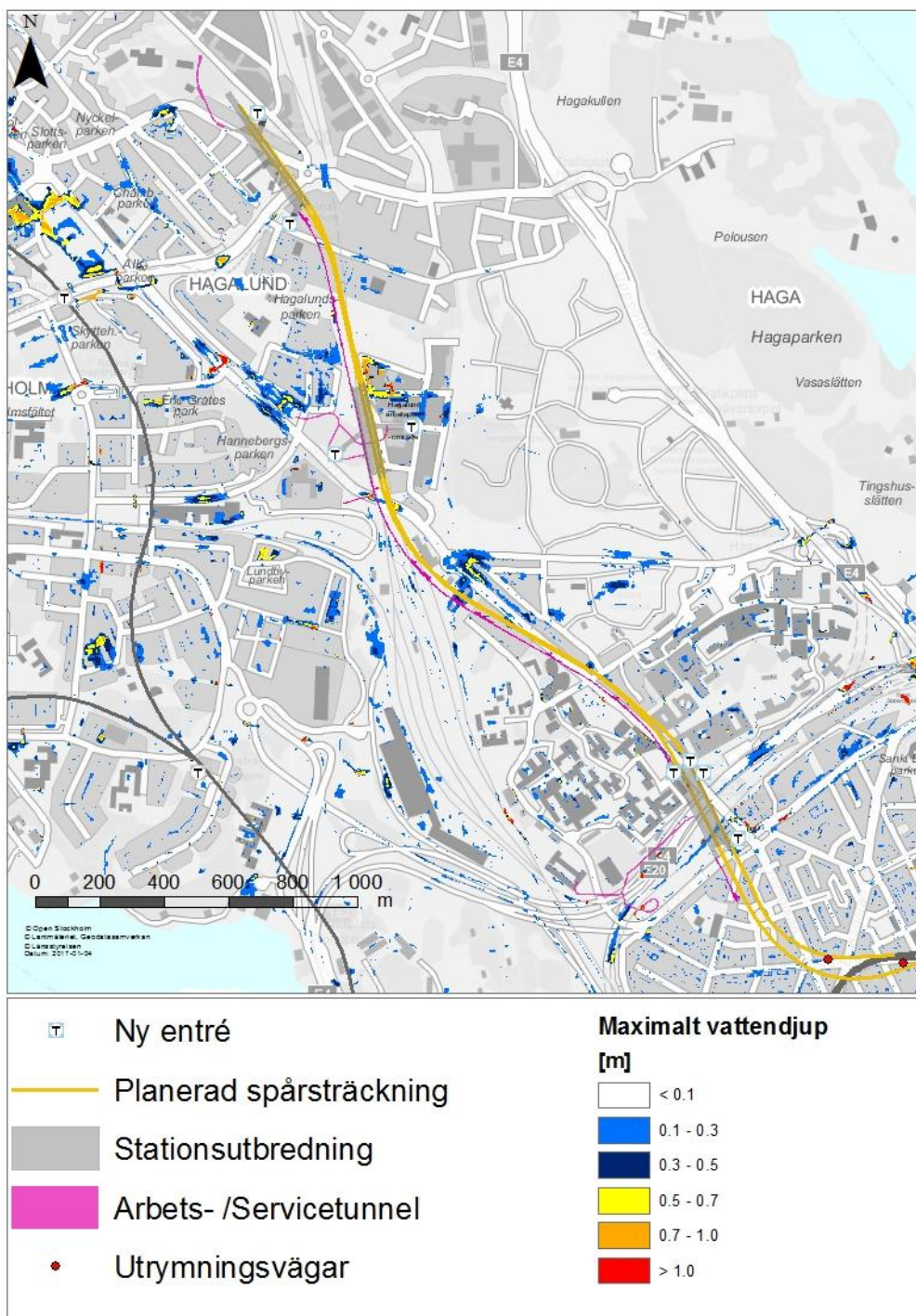
⁴ Projekt Hagastaden, <http://www.byggnet.com/sv/> [2016-11-24].

⁵ Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2014, Skyfallskartering i GIS – Arbetssätt och metod, Meddelande nr 2014:28.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

3 Resultat och diskussion

Nedan följer bedömningen av översvämningsrisken för respektive objekt. Numret i respektive underrubrik motsvarar objektnumret. Sammanfattningsvis kan det nämnas att det enligt denna utredning råder en icke försumbar översvämningsrisk för HGS arbetstunnel (objekt 22) samt HGL arbetstunnel (objekt 14) under byggskedets första etapp. I Figur 1 visas en översiktlig bild av resultaten från denna utredning.



Figur 1. Översiktlig bild av resultaten från skyfallskarteringen för Stockholms stad samt översvämningsanalysen över Solna stad.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienumr:</u> -	Infoklass: K2

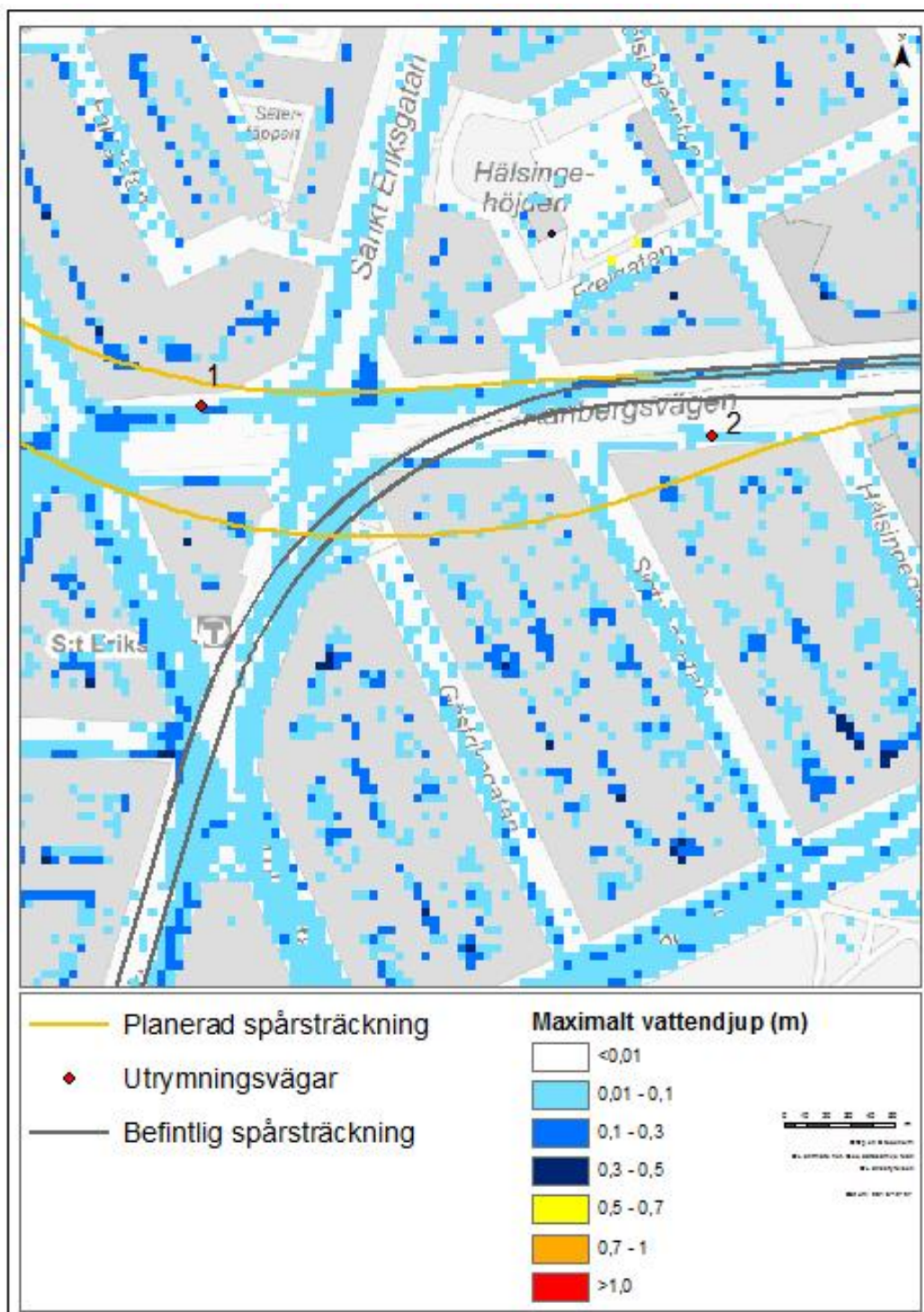
3.1 Odenplan/Hagastaden – Utrymningsväg Karlbergsvägen - Torsgatan

Det beräknade vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår till 15 centimeter, se Figur 2. Den exakta höjden för tröskeln till utrymningsvägens öppning är ännu ej fastställd. Porten till utrymningsvägen kommer att vara stängd förutom vid evakuering. Evakuering via denna väg kommer dessutom endast att ske om evakuering inte kan ske via någon station, det vill säga om tåg behöver stanna i spårtunneln. Översvämningsrisken kan antas vara *försumbar* eftersom anpassningar till det relativt låga vattendjupet bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

3.2 Odenplan/Hagastaden – Utrymningsväg Karlbergsvägen - Hälsingegatan

Det beräknade vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår till 3 centimeter, se Figur 2. Den exakta höjden för tröskeln till utrymningsvägens öppning är ännu ej fastställd. Porten till utrymningsvägen kommer att vara stängd förutom vid evakuering. Evakuering via denna väg kommer dessutom endast att ske om evakuering inte kan ske via någon station, det vill säga om tåg behöver stanna i spårtunneln. Översvämningsrisken kan antas vara *försumbar* eftersom anpassningar till det relativt låga vattendjupet bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

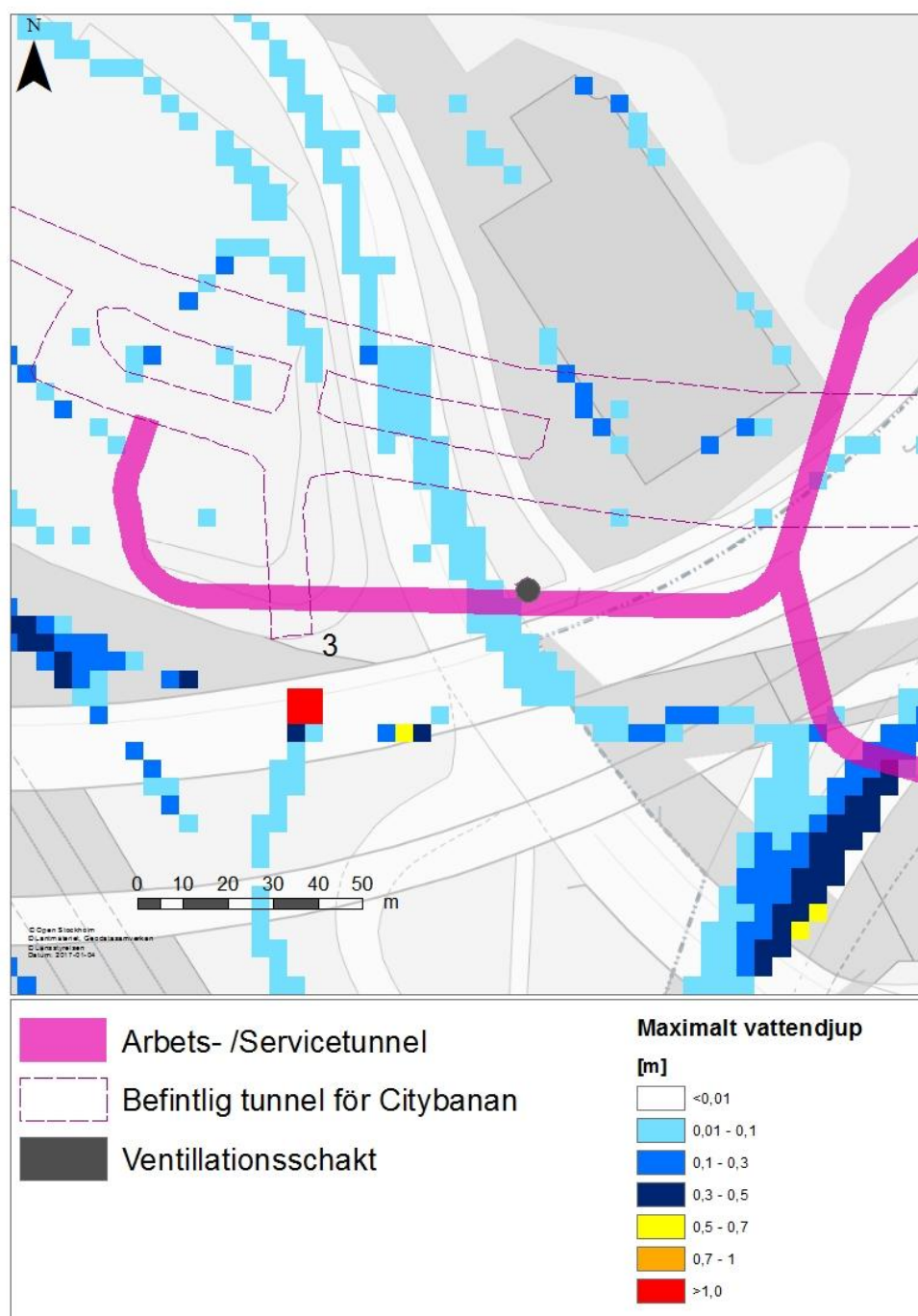


Figur 2. I Figuren visas objekt 1-2 och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienumr:</u> -	Infoklass: K2

3.3 Hagastaden – Servicetunnel och ventilationsschakt

Objektet befinner sig enligt skyfallsmodellen över Stockholms stad i en lokal topografisk sänka där vatten är beräknat att ansamlas och maximalt vattendjup är beräknat att uppstå i simuleringens sista tidssteg, se Figur 3. Dock mynnar den befintliga infarten för Citybanans servicetunnel i den topografiska sänkans lägsta punkt, se Figur 4. Beräkningarna i den befintliga skyfallssimuleringen ger att inströmmande vattenvolym kan uppgå till cirka 500 m³ om allt vatten som i skyfallssimuleringen ansamlas i den topografiska sänkan istället strömmar ner i tunneln.



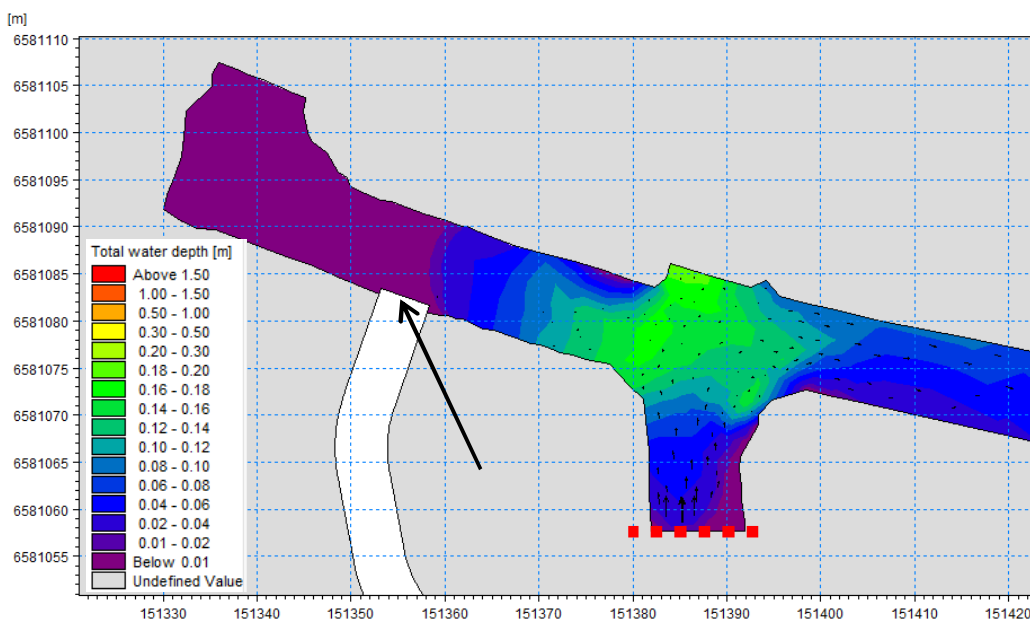
Figur 3. I Figuren visas objekt 3 och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell. Ventilationsschaktet kommer att nyttjas som friskluftsintag.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2



Figur 4. Fotografi taget under platsbesök 2016-12-02 som visar den befintliga tunnelinfarten till Citybanan vid Tomtebodan.

Eftersom vattnet antas strömma ner i den befintliga tunneln förväntas ett intensivare regn med kortare varaktighet, men med mindre total regnvolym, ge det dimensionerande scenariot för detta objekt. Detta eftersom vattendjupet i tunneln blir högre vid ett högre flöde. Det klimatkorregerade 100-årsregnet med 5 minuters varaktighet beräknas innebära ett flöde om 1,2 m³/s ner i tunneln baserat på det lokala avrinningsområdets area. Enligt den hydrauliska modellen över den studerade sträckan av Citybanans befintliga servicetunnel når nästan inget vatten fram till läget där HGS servicetunnel ansluter, se Figur 5.



Figur 5. Resultat av kompletterande beräkningar för objekt nummer 3. Färgskalan visar vattendjupet i meter ovan mark i tunneln, och pilarna visar vattnets lokala strömriktning. Den röda streckade linjen markerar modellens rand där vattnet strömmar in ifrån lågpunkten utanför tunnelinfarten. Den svarta pilen visar den täta porten till HGS servicetunnel.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningssrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

Vidare ska det nämnas att det aktuella förslaget innebär en tät port i utrymningsvägen ut mot Citybanans servicetunnel. Därmed hålls den lilla mängd vatten som strömmar in mot porten vid ett 100-årsregn, med vattendjup under 1 centimeter enligt Figur 5, utanför utrymningsvägen så länge porten är stängd. I händelse av att porten är öppen i samband med ett 100-årsregn, till exempel vid utrymning av tunnelbanan, är det ändå inte mer än i storleksordningen någon kubikmeter vilket pumpgruppen i servicetunneln kan ta om hand. Om en utrymning sker i samband med 100-årsregnet är vattendjupet som de utrymmande behöver passera på vägen ut genom tunnelinfarten inte mer än som mest 0,2 meter (i ”korsningen” i Citybanans servicetunnel). Där vattnet blir som djupast uppgår vattenhastigheterna till som mest 0,6 m/s. Produkten av vattenhastighet och vattendjup blir då 0,12 m²/s vilket understiger 0,5 m²/s, som utgör ett vedertaget gränsvärde för risk för människoliv i översvämningssammanhang⁶. Vattendjupet bedöms också möjligt för människor att vada i. Beräkningarna är baserade på det konservativa antagandet om att ingen dränering såsom diken, brunnar eller pumpar används. Därmed bedöms konsekvenserna vid den eventuella översvämningen i infarten till servicetunneln orsakad av ett 100-årsregn som försumbara, och ingen skada på den färdiga anläggningen som inte kan åtgärdas inom ett dygn bedöms kunna uppstå.

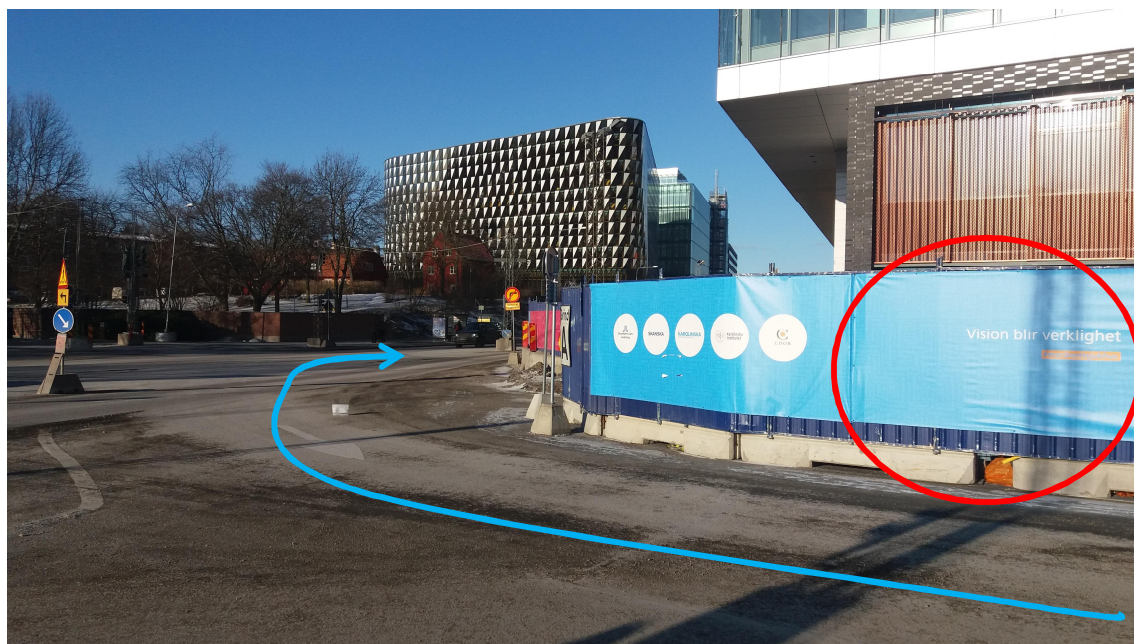
För ventilationsschaktet (friskluftsintaget) uppgår det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna ej till 1 centimeter, se Figur 3. Därmed bedöms risken för översvämning som *försumbar*.

3.4 – 3.5 Hagastaden – Entré NKS och entré Hagaplan

Området omkring entrén har förändrats så pass mycket sedan den befintliga skyfallskarteringen att tidigare beräkningar av vattendjup inte längre är aktuella i närmast anslutning till entrén. Efter platsbesök och analys av detaljplaner för området går det att konstatera att entrén inte är planerad i någon lågpunkt där vatten ansamlas. Dock bedöms entrén hamna i ett avrinningsstråk där en del vatten kan passera. Vattnet bedöms sedan ansamlas längre norrut längs den lägre belägna Solnavägen. I Figur 6 visas en bild över entrén ifrån platsbesöket. Översvämningssrisker bedöms vara *försumbara* eftersom anpassningar till det närliggande avrinningsstråket bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

⁶ Energiföretagen, 2016, RIDAS 2016 Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diariernr:</u> -	Infoklass: K2

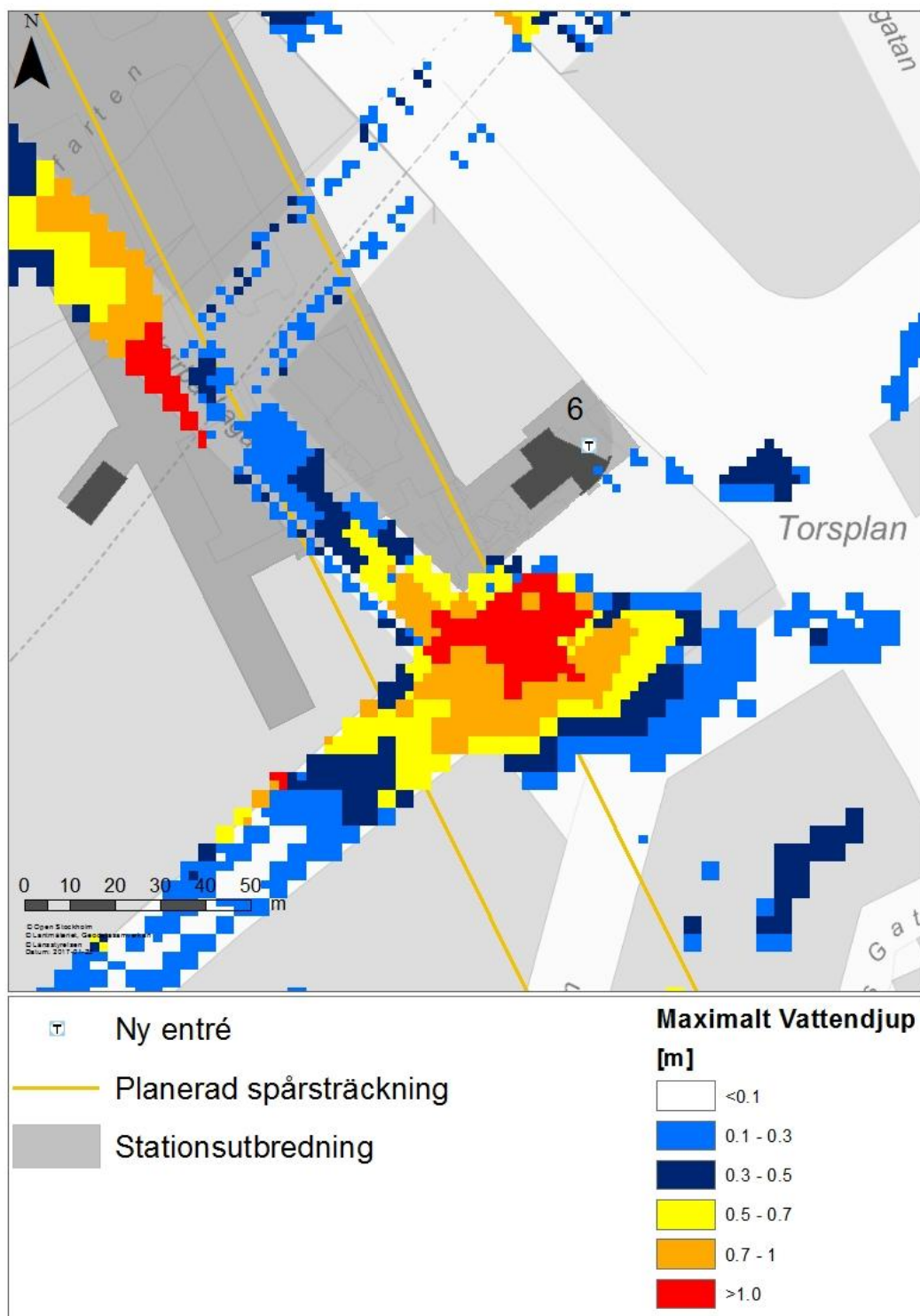


Figur 6. Fotografi taget under platsbesök 2017-02-07. Till höger i bild bakom staketet markerat med en röd cirkel är entré NKS planerad. Bedömd flödesväg för vattnet ifrån delar av sjukhusområdet illustreras schematiskt med en blå pil.

3.6 Hagastaden – Entré Torsplan

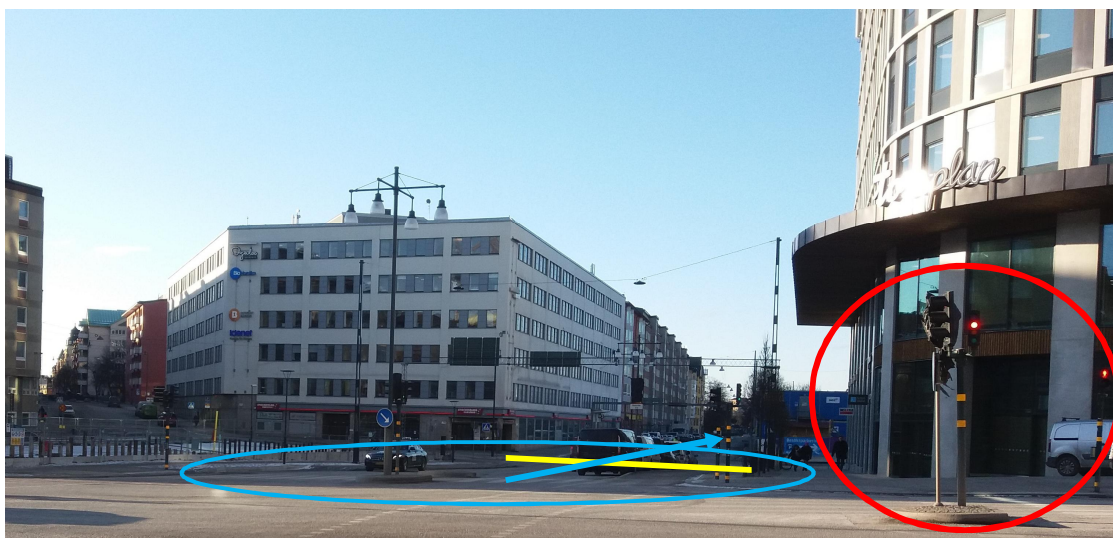
Entré Torsplan ligger inte i någon lågpunkt men dock i utkanten av avrinningsstråket ifrån Torsgatan och Norrbackagatan. Det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår till 14 centimeter, se Figur 7. Att resultatet skiljer sig åt mellan Figur 7 och Figur 10 (med de övriga objekten tillhörande HGS) beror bland annat på att olika terrängmodeller använts, med en högre upplösning i de kompletterande beräkningarna. Översvämningsrisken bedöms vara försumbar eftersom anpassningar till det relativt låga vattendjupet och den ringa vattenansamlingen i direkt anslutning till entrén bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet. Den stora vattenansamlingen i Torsplans lågpunkt, se Figur 7, riskerar inte att påverka översvämningsrisken för entré Torsplan. Det eftersom gatunivån vid entrén ligger väsentligt högre än gatunivån för Norra stationsgatan i övrigt. Därmed kommer vattnet i lågpunkten rinna vidare längs Norra stationsgatan åt sydväst när det överstiger tröskelnivån mellan lågpunkten och resten av gatan, och inte dämmas upp i lågpunkten och nå upp till entré Torsplan. Detta är schematiskt illustrerat i Figur 8.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2



Figur 7. I figuren visas objekt 6, entré Torsplan till station Hagastaden, och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningssrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2



Figur 8. Fotografi taget under platsbesök 2017-02-07. Till höger i bild markerat med en röd cirkel är entré Torsplan planerad. Lågpunkten med den beräknade vattenansamlingen illustreras schematiskt med blå cirkel. Den gula linjen representerar tröskeln från lågpunkten mot Norra stationsgatan, vilken ligger lägre belägen än entré Torsplan. När vattennivån överstiger tröskeln så strömmar vattnet ner mot Karlberg längs Norra stationsgatan, illustrerat med den blå pilen.

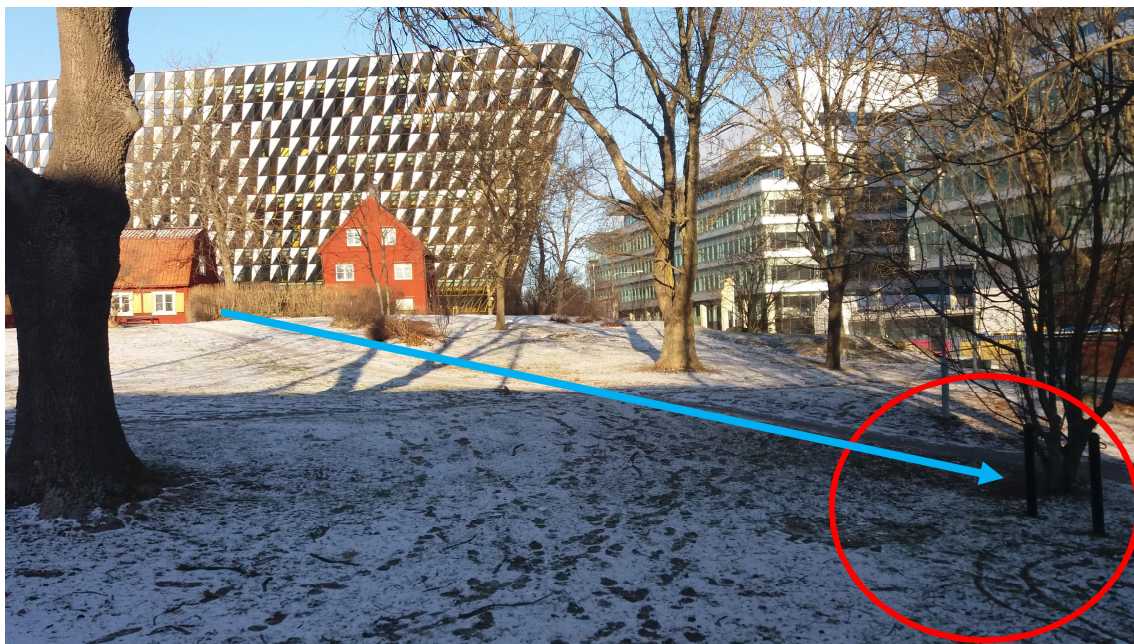
3.7 Hagastaden – Entré KI, trappan

Entré KI, trappan, ligger inte i en lågpunkt men i ett avrinningsstråk. I Figur 9 illustreras vattnets flödesväg förbi entrén schematiskt. Det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår enligt den befintliga skyfallskarteringen till 2 centimeter, se Figur 10. För de kompletterande beräkningarna för ett 100-årsregn med klimatfaktor och 5 minuters varaktighet blir det maximala vattendjupet istället 4 centimeter. Översvämningssrisker bedöms vara *försumbar* eftersom anpassningar till det relativt låga vattendjupet bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

3.8 Hagastaden – Entré KI, hissen

Entré KI, hissen, ligger inte i en lågpunkt men i ett avrinningsstråk. I Figur 9 illustreras vattnets flödesväg förbi entrén schematiskt. Det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår ej till 1 centimeter, se Figur 10. Dock kan anpassningar av närliggande mark leda till att mer vatten passerar just vid hissen. Översvämningssrisker bedöms vara *försumbar* eftersom anpassningar till det relativt låga vattendjupet bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2



Figur 9. Fotografi taget under platsbesök 2017-02-07. Till höger i bild markerat med en röd cirkel är entré KI, trappan. Beräknad flödesväg för vattnet ifrån delar av sjukhusområdet illustreras schematiskt med en blå pil.

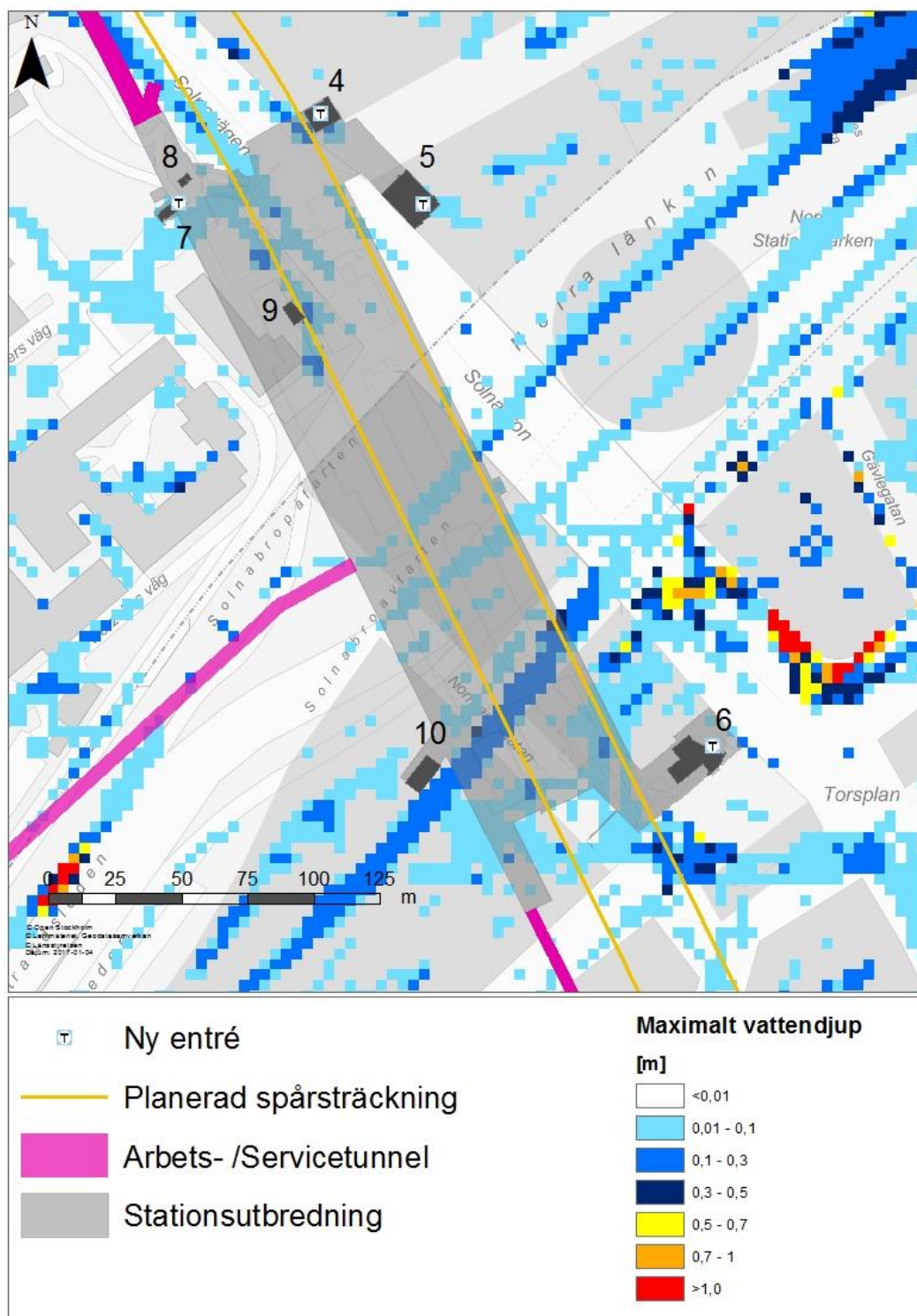
3.9 Hagastaden – Tryckutjämningschakt

Det beräknade vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår till 11 centimeter, se Figur 10. Den exakta höjden för öppningen ner i tryckutjämningschaktet är ännu ej fastställd, men kommer att höjdsättas till omkring 1 meter ovan mark och därmed avsevärt högre än det beräknade vattendjupet. Översvämningsrisken kan antas vara *försumbar* eftersom anpassningar till det relativt låga vattendjupet bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

3.10 Hagastaden – Ventilationsschakt

Eftersom terrängen omkring objekt 10 är så pass förändrad sedan skyfallssimuleringen över Stockholms stad genomfördes är terrängmodellen och därmed beräkningsresultaten inaktuella för detta objekt. Det finns ingen fullständig framtida höjdsättning i området tillgänglig. Den exakta höjden för öppningen ner i ventilationsschaktet är ännu ej fastställd. Översvämningsrisken antas dock vara *försumbar* eftersom erforderliga anpassningar för att undvika konsekvenser av en översvämning bedöms kunna göras i detaljprojekteringen. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

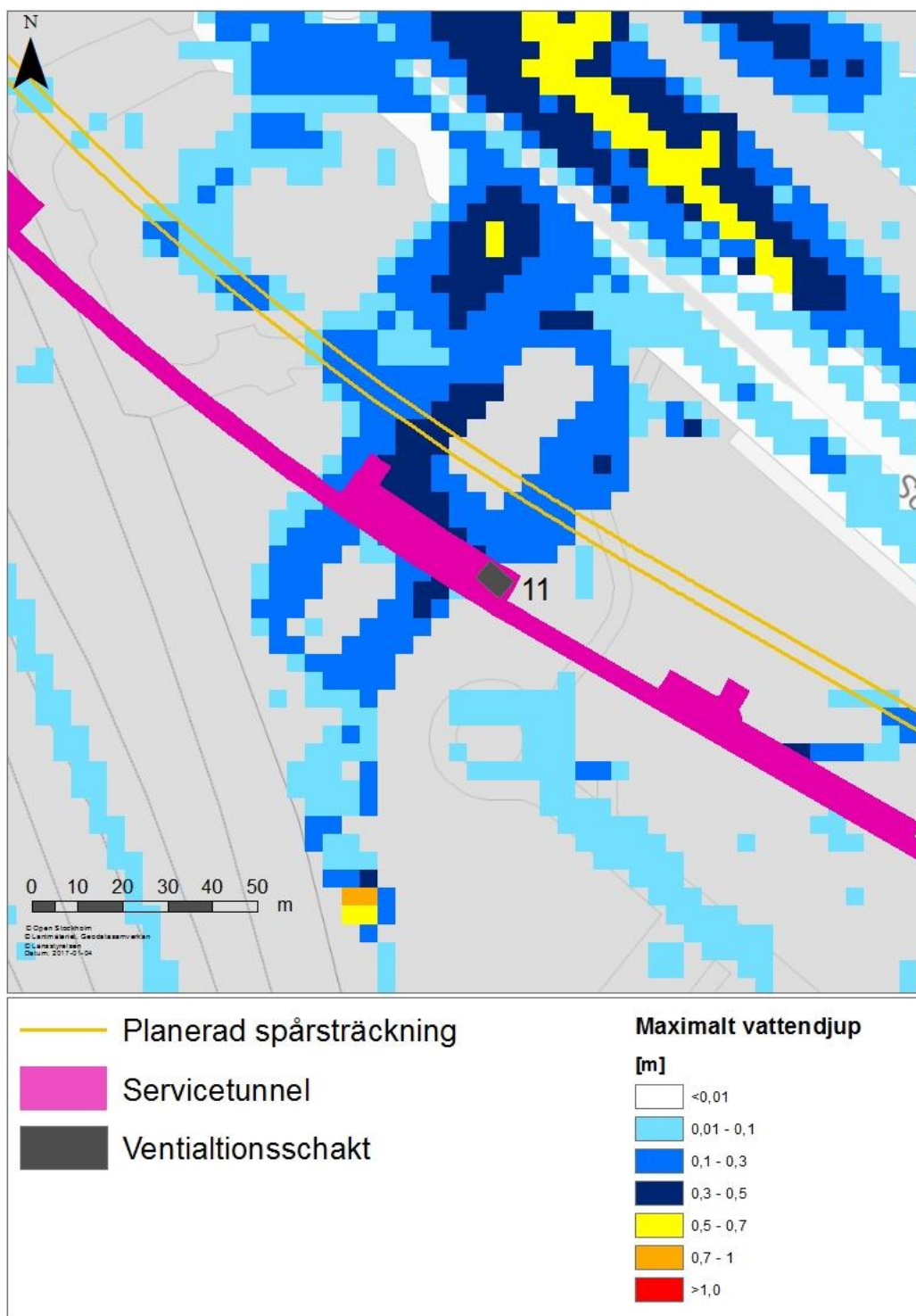


Figur 10. I figuren visas objekt 4-10 kring Hagastaden och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell utifrån den befintliga skyfallskarteringen. Observera att resultatet är osäkert i hela området kring HGL, eftersom stora förändringar genomförts i området sedan denna skyfallskartering. I området kring objekt 10 är beräkningsresultaten inaktuella på grund av omfattande ombyggnationer i området.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningssrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

3.11 Hagastaden – Ventilationsschakt

Det beräknade vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår till 24 centimeter, se Figur 11. Den exakta höjden för öppningen ner i ventilationsschaktet är ännu ej fastställd, men kommer ändå att höjdsättas till omkring 4 meter ovan mark och därmed avsevärt högre än det beräknade vattendjupet på grund av luftkvalitetsskäl. Därmed bedöms risken för översvämning vara *försumbar*.



Figur 11. I figuren visas objekt 11 och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diariernr:</u> -	Infoklass: K2

3.12 Hagalunds industriområde – Entré Solnavägen

Det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår ej till 1 centimeter, se Figur 12. Därmed bedöms risken för översvämning vara *försumbar*.

3.13 Hagalunds industriområde – Entré Industrivägen

Det beräknade vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår till 3 centimeter, se Figur 12. Den exakta höjden för stationsentrén är ännu ej fastställd. Översvämningsrisken bedöms dock vara *försumbar* eftersom entrébyggnaden är planerad att stå mellan de två lägre belägna körbanorna, i vilka vattnet ansamlas. Förnyade hydrauliska beräkningar utifrån inmätningar av gatu- och markytan rekommenderas i bygghandlingsskedet.

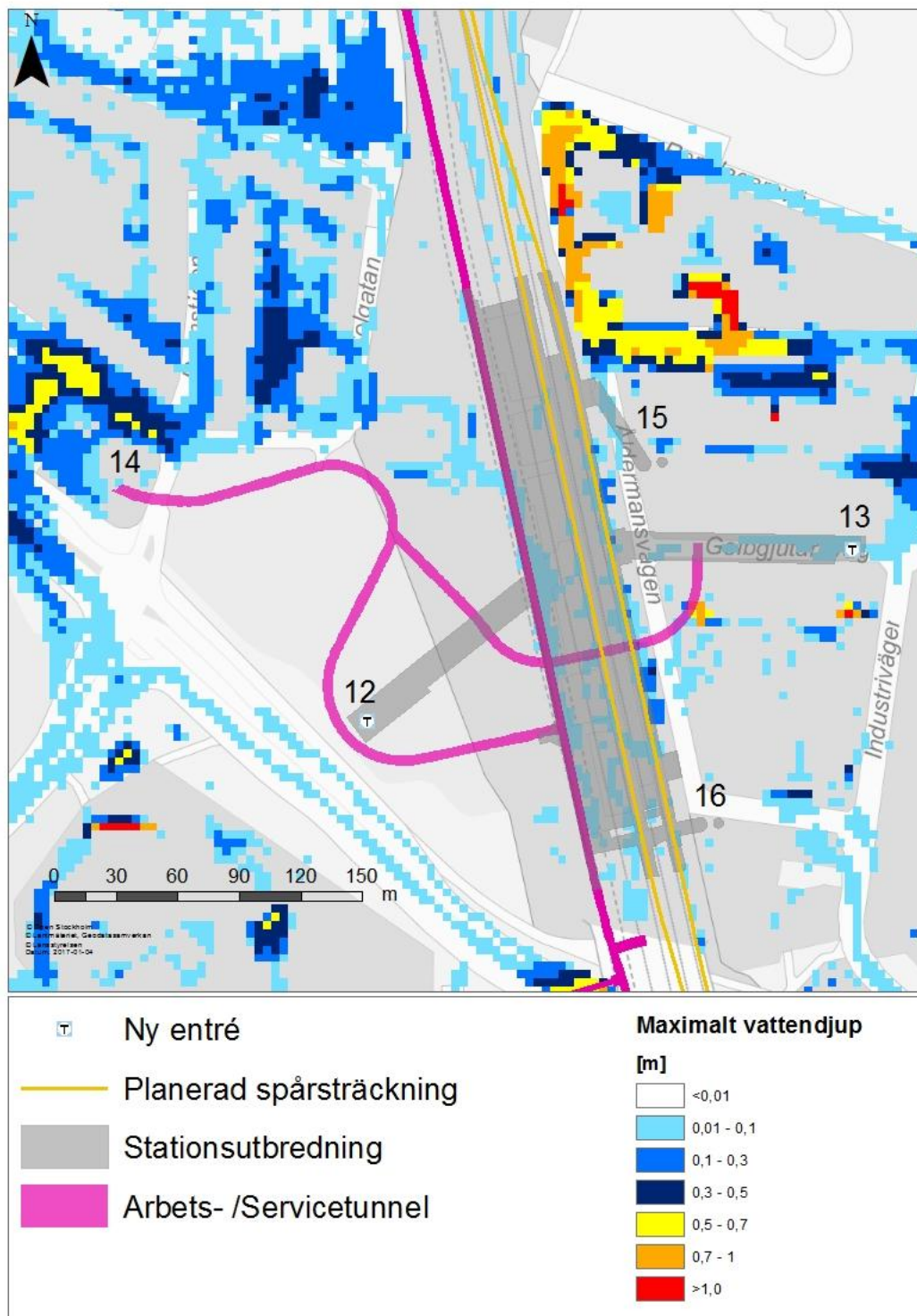
3.14 Hagalunds industriområde – Arbetstunnel

Det beräknade vattendjupet i de närliggande beräkningscellerna varierar mellan 0 och 73 centimeter, se Figur 12. Översvämningsrisken är *icke försumbar*. Eftersom denna arbetstunnel endast kommer att användas under byggskedet är konsekvenserna av att vatten strömmar in i arbetstunneln begränsade till ett eventuellt temporärt produktionsstopp i bygget. Eventuell vatteninträngning under byggskedet bedöms inte ge några skador på den färdiga anläggningen. Entreprenören bör göras medveten om att vatten riskerar att strömma in i arbetstunneln i samband med ett 100-årsregn under byggskedet, för att kunna förebygga arbetsplatsolyckor till följd av översvämningen.

3.15 – 3.16 Hagalunds industriområde – Ventilationsschakt

Det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår ej till 1 centimeter, se Figur 12. Därmed bedöms risken för översvämning vara *försumbar*.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningssrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2



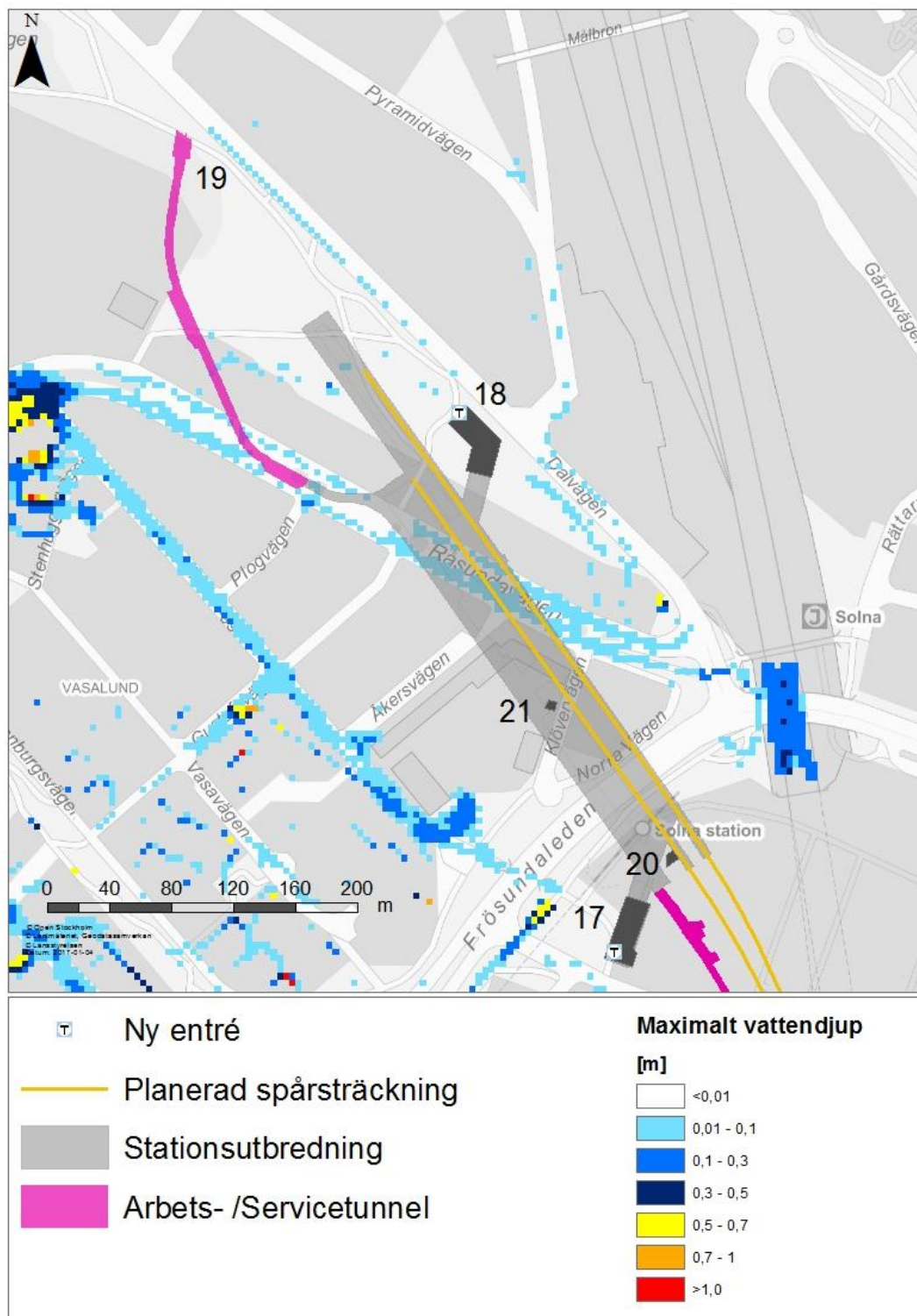
Figur 12. I figuren visas objekt 12-16 kring Hagalunds industriområde och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

3.17 – 3.21 Arenastaden

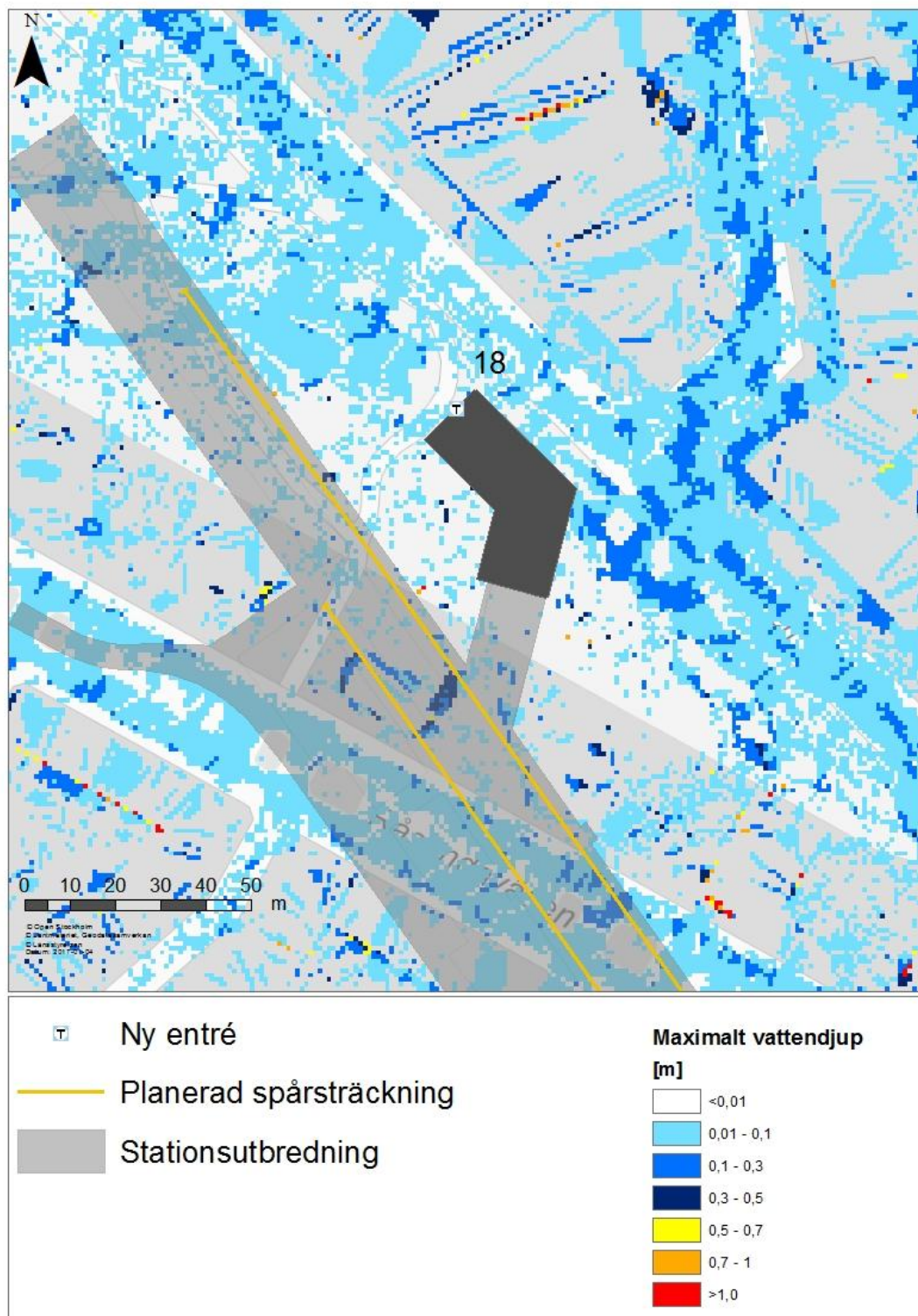
Det maximala vattendjupet i de relevanta beräkningscellerna uppgår ej till 1 centimeter vid något av objekt 17 till 21, se Figur 13. Resultaten för objekten kring ARS är inte helt jämförbara med de övriga resultaten eftersom de är baserade på ett annat underlag beskrivet under kapitel 2.2.1 och 2.4.2. Den exakta höjden för öppningen ner i tryckutjämningschaktet är ännu ej fastställd, men kommer ändå att höjdsättas till omkring 1 meter ovan mark och därmed avsevärt högre än det beräknade vattendjupet. Resultatet av rinnvägsanalysen identifierade en risk att mycket vatten passerar objekt 18, men att de övriga objekten inte är belägna i några anmärkningsvärda avrinningsstråk. Resultaten av de kompletterande beräkningarna med en detaljerad skyfallssimulering över området kring objekt 18 visas i Figur 14. Att resultatet skiljer sig åt mellan Figur 13 och Figur 14 beror bland annat på att olika terrängmodeller använts, med en högre upplösning i de kompletterande beräkningarna. Dessutom baseras de kompletterande beräkningarna på ett intensivare regn med kortare varaktighet, och utan något avdrag för ledningsnät eller infiltration. Trots att några beräkningsceller omkring objekt 18 har ett vattendjup om några centimeter så görs ändå bedömningen att översvämningsrisken är *försumbar*. Detta eftersom beräkningarna utgår från de konservativa antagandena om inget ledningsnät, ingen infiltration samt ett extremt intensivt regn.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	<u>Infoklass:</u> K2



Figur 13. I figuren visas objekt 17-21 kring Arenastaden och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell, utifrån översvämningsanalysen för Solna stad.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

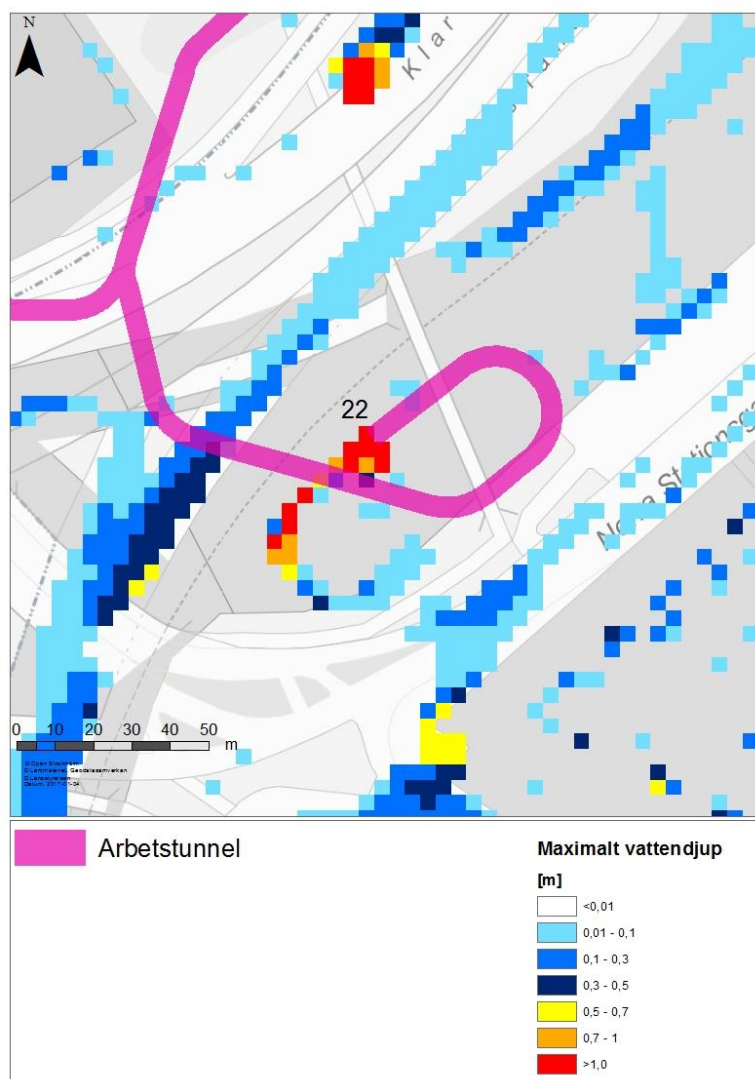


Figur 14. I figuren visas objekt 18 vid Arenastaden och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell, utifrån de kompletterande beräkningarna.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diarienum:</u> -	Infoklass: K2

3.22 Hagastaden – Arbetstunnel

Objektet befinner sig enligt skyfallsmodellen över Stockholms stad i en lokal topografisk sänka där vatten är beräknat att ansamlas och maximalt vattendjup är beräknat att uppstå i simuleringens sista tidssteg, se Figur 15. Beräkningarna i den befintliga skyfallssimuleringen ger att inströmmande vattenvolym kan uppgå till cirka 400 m³ om allt vatten som i skyfallssimuleringen ansamlas i den topografiska sänkan istället strömmar ner i tunneln. Översvämningsrisken bedöms därmed som *icke försumbar*. Eftersom denna arbetstunnel endast kommer att användas under byggskedet är konsekvenserna av att vatten strömmar in i arbetstunneln begränsade till ett eventuellt temporärt produktionsstopp i bygget. Eventuell vatteninträngning under byggskedet bedöms inte ge några skador på den färdiga anläggningen. Entreprenören bör göras medveten om att vatten riskerar att strömma in i arbetstunneln i samband med ett 100-årsregn under byggskedet, för att kunna förebygga arbetsplatsolyckor till följd av översvämningen.



Figur 15. I figuren visas objekt 22 och maximalt vattendjup under simuleringen i respektive beräkningscell.

<u>Dokumenttyp:</u> 22 - Beskrivning	<u>Revdatum:</u> -	<u>Rev:</u> -
<u>Dokumenttitel:</u> Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar	<u>Diariernr:</u> -	Infoklass: K2

4 *Slutsatser*

Samtliga i dagsläget planerade och fastställda öppningar ner i Gul linje via ovanmarksanläggningar kommer att kunna klassas som säkra mot översvämning. Detta eftersom ännu ej detaljprojekterade ovanmarksanläggningar bedöms kunna höjdsättas eller konstrueras på ett sådant sätt att vatten inte läcker in trots de beräknade vattennivåerna i anslutning till ovanmarksanläggningarna. En fördjupad analys av dessa objekt bör utföras i bygghandlingsskedet när gatu- och marknivå är inmätt med högre noggrannhet än underlaget i denna utredning. De objekt som bör analyseras vidare under detaljprojekteringen är framförallt de två utrymningsvägarna längs Karlbergsvägen, HGS tryckutjämnings- och ventilationsschakt, HGS entré Torsplan, HGS entré Hagaplan, HGS entré NKS, HGS entré KI samt HGL entré Industrivägen. Övriga objekt bedöms som säkra för konsekvenser till följd av översvämning redan innan detaljprojekteringen.

En ytterligare slutsats av denna utredning är att entreprenören för arbetstunnel till HGS respektive HGL bör medvetandegöras om risken för översvämningar vid skyfall under byggskedet, för att kunna förebygga arbetsplatsolyckor.