PM Skyfall och översvämning PM till MKB Järnvägsplan

Tunnelbana till Älvsjö – Underlag till MKB för järnvägsplan spårlinje och stationer

Region Stockholm

Titel: PM Skyfall och översvämning PM till MKB Järnvägsplan

Uppdragsledare: Per Reiland, Sweco

Projektledare: Kajsa Nilsson, Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT)

Bilder & illustrationer: Sweco och FUT om inget annat anges

Dokumentid: 7100-C72-23-00003

Diarienummer: FUT 2024-0983

Utgivningsdatum: 2024-11-19

Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 123 100 00. E-post: registrator.fut@regionstockholm.se

Innehållsförteckning

1. Inledning 5
1.1 Bakgrund 5
1.2 Utredningens syfte 5
1.3 Avgränsningar 6
1.4 Underlag 6

2. Förutsättningar 6
2.1 Lagkrav och allmänna riktlinjer 6
2.2 Klimatscenarier för Stockholms län 7
2.3 Förvaltningens krav för anläggningen 7
2.4 Återkomsttid av extremt regn 8

3. Metod 9
3.1 Skyfallsanalys 9
3.2 Förhöjd nivå Mälaren 15
3.3 Omgivningspåverkan 15

4. Påverkan och effekter 15
4.1 Station Fridhemsplan 15
4.1.1 Stationsentré Fridhemsgatan och Drottningholmsvägen 19
4.1.2 Stationsentré Sankt Eriksgatan 20
4.1.3 Stationsentré Mariebergsgatan 20
4.2 Station Liljeholmen 20
4.2.1 Stationsentré Liljeholmstorget 24
4.2.2 Stationsentré Trekantsparken 25
4.3 Station Årstaberg 26
4.4 Station Årstafältet 30
4.5 Station Östbergahöjden 34
4.6 Station Älvsjö 38
4.7 Övriga tunnelbaneanläggningar 43
4.7.1 Luftutbytesschakt Fleminggatan 43
4.7.2 Brandgasschakt Fridhemsgatan 43
4.7.3 Servicetunnel Lindhagensplan 43
4.7.4 Teknikbyggnad Långholmen 47
4.7.5 Luftutbytesschakt Liljeholmsstranden 48
4.7.6 Luftutbytesschakt Hägerstensvägen 48

4.7.7 Servicetunnel Södertäljevägen 48
4.7.8 Luftutbytesschakt Sjöviksbacken 48
4.7.9 Brandgasschakt Årsta Skolgränd 48
4.7.10 Luftutbytesschakt Östbergavägen 49
4.7.11 Luftutbytesschakt Östbergabackarna 50
4.7.12 Luftutbytesschakt Åbyvägen 50

5. Förslag till skadeförebyggande åtgärder 50
5.1 Allmänna rekommendationer 50
5.2 Åtgärder vid stationsentréer 51
5.2.1 Station Fridhemsplan 51
5.2.2 Station Liljeholmen 52
5.2.3 Station Årstaberg 52
5.2.4 Station Årstafältet 52
5.2.5 Station Östbergahöjden 53
5.2.6 Station Älvsjö 53
5.3 Åtgärder vid övriga tunnelbaneanläggningar 53
5.3.1 Brandgasschakt Årsta Skolgränd 54

6. Referenser 55

Bilaga A: Underlag 56

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Sverigeförhandlingen är ett initiativ från Sveriges regering för att få bättre kollektivtrafik och fler bostäder i storstäderna. Det är ett avtal mellan staten, Region Stockholm och Stockholms stad där en ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö är en av satsningarna.

En helt ny tunnelbanelinje mellan Fridhemsplan och Älvsjö binder ihop centrala och södra Stockholm. Det gör att 48 500 nya bostäder med hållbara kommunikationer kan byggas. Linjen ger nya resmöjligheter med smidiga bytespunkter till annan kollektivtrafik samtidigt som T-Centralen och Röd linje avlastas.

Föreliggande rapport är framtagen i samband med miljökonsekvensbeskrivningen för Järnvägsplanen (MKB JP) och som underlag för fortsatt projekteringsarbete. Vid nybyggnation är det viktigt, både enligt plan- och bygglagen (PBL) och för människors säkerhet, att inkludera konsekvenserna av framtida klimatförändringar för att kunna utföra klimatanpassning på lämpligt sätt. Den nya tunnelbanestäckningen blir drygt 8 km lång och innefattar sex stationer: Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet, Östbergahöjden och Älvsjö. Spårtunnlarna ska byggas med tunnelborrmaskin (TBM) vilket betyder att ett större schakt behöver anläggas för att montera och starta arbetet med tunnelborrmaskinerna. Dessutom behövs även etableringsytor för stationer, vid schakt för brandgas, luftutbyte och teknik samt vid arbetstunnlars mynningar (”övriga tunnelbaneanläggningar”). Några av dessa arbetstunnlar kommer användas som servicetunnlar under drifttiden.

Inventeringar har utförts och information samlats in för att få kunskap om översvämningsrisker kring planerade stationsentréer och anläggningar tillhörande tunnelbanelinjen till följd av skyfall och höga vattennivåer i sjö, hav eller vattendrag. Översvämningsrisk från skyfall är relevant för samtliga stationsentréer och anläggningar, och översvämningsrisk från förhöjd vattennivå i sjö är relevant för station Liljeholmen, teknikbyggnad Långholmen och luftutbytesschakt Liljeholmsstranden.

1.2 Utredningens syfte

Syftet med rapporten är att analysera områdena vid stationerna och anläggningarna under kraftiga skyfall. Insamlade resultat från tidigare framtagna skyfallsmodeller används för att få information om hur vatten flödar och eventuellt ställer sig vid planerade stationsentréer, brandgasschakt, teknikbyggnad, luftutbytesschakt samt servicetunnlar längs sträckan Fridhemsplan till Älvsjö under drifttiden. Resultaten används som underlag för att klimatanpassa ovannämnda anläggningar mot översvämningar från skyfall och förhöjd nivå i sjö så att vattnet inte skadar tunnelbanan eller övriga tunnelbaneanläggningar.

Flera stationer är planerade i redan befintliga byggnader eller nya byggnader som är del av större stadsutvecklingsprojekt varför endast stationsentréerna analyseras för översvämningsrisk. Andra områden är del av den nya detaljplanen som uppförs för tunnelbanan. Det gäller för stationsbyggnaden Älvsjö, som är den enda fristående stationsbyggnaden som ingår i tunnelbanans projekt, samt för delen av stationsbyggnaden Liljeholmen som vetter mot Trekantsparken, teknikbyggnad Långholmen och servicetunnlar Lindhagensplan och Södertäljevägen. Där bedöms även översvämningsrisken för själva

byggnaden. Eftersom både Älvsjö och Liljeholmen är också del av den nya detaljplanen utreds där också omgivningspåverkan.

1.3 Avgränsningar

Risken för översvämning orsakat av skyfall finns vid alla anläggningar ovan jord. Det huvudsakliga syftet med MKB JP är att hantera driftskedet och därmed utreds endast risken för stationsentréer, brandgasschakt, teknikbyggnad, luftutbytesschakt och servicetunnlar i den här rapporten.

Skyfallsutredningen innefattar inte anläggningarna under byggtiden. Rapporten inkluderar därmed inte de schakt som tillfälligt krävs under byggtiden (bland annat för tunnelborrmaskinen) eller etableringsplatser som kommer att anläggas under byggtiden.

För samtliga stationer finns resultat från befintliga skyfallsmodeller, vilka har använts i projektet. Mer information kring modellerna och modelluppställning finns under avsnitt 3.1.

1.4 Underlag

För skyfallsanalysen har underlag från systemhandlingsprojekteringen av anläggningen som framgår i miljökonsekvensbeskrivningen använts, det vill säga spårlinjen, stationsentréer och uppstickande anläggningsdelar. Dessa har tillsammans med gestaltande sprängskisser och Lantmäteriets höjdmodell (insamlingsdatum 2021-03-23) utgjort den visuella indikatorn i analyser och figurer. Notera att mindre uppdateringar av projekteringen och eventuella justeringar av anläggningen under mark inte påverkar analysen. En översikt av underlaget inkluderas i bilaga A.

Vidare har befintliga skyfallsmodeller (beskrivs i avsnitt 3.1) och pågående arbetsmaterial för detaljplanerna för stationsområdena Älvsjö och Liljeholmen använts som underlag för analysen.

Utredningarna använder koordinatsystem SWEREF 99 18 00 och plushöjder definieras i höjdsystem RH2000.

2. Förutsättningar

Detta kapitel beskriver förvaltningens krav för att klimatsäkra inför framtida regn och förhöjda vattennivåer (avsnitt 2.3). Det baseras på lagkrav och allmänna riktlinjer för ny bebyggelse och infrastruktur (avsnitt 2.1) och klimatscenarier (avsnitt 2.2).

2.1 Lagkrav och allmänna riktlinjer

Direktiv för hur kommuner kan hantera de klimatförändringar samhällen står inför görs genom ett aktivt klimatanpassningsarbete. Direktiv kommer från EU som går vidare till nationell nivå, regional nivå och slutligen till lokal nivå där kommunerna har ett stort ansvar. Flertalet myndigheter i Sverige arbetar aktivt med klimatanpassningsfrågor och det är länsstyrelsens ansvar att förmedla nya planeringsunderlag och kunskapsunderlag till kommunen som har till uppgift att säkra upp för framtida klimat. De lagar som finns att tillgå är miljöbalken (MB) samt plan- och bygglagen (PBL).

Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län har tagit fram ett dokument med rekommendationer som stöd för hantering av skyfall vid ny bebyggelse (Länsstyrelserna, 2018). I dokumentet rekommenderas att nya byggnader inte tar eller orsakar skada vid minst ett 100-årsregn samt att den nya bebyggelsen inte ska förvärra situationen för närliggande, uppströms och nedströms områden. Länsstyrelsen pekar på att risker och eventuella skyddsåtgärder ska säkerställas i detaljplan. För att säkra upp för framtida klimat ska även en klimatfaktor inkluderas. Utförs inte ny byggnation enligt länsstyrelsens rekommendationer för att hantera översvämningsrisken har länsstyrelsen rätt att enligt 11 kap 10§ PBL ta in byggplanen för prövning. För samhällsviktig verksamhet rekommenderas en högre säkerhetsnivå och de ska planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.

2.2 Klimatscenarier för Stockholms län

Stockholms första tunnelbanelinje har varit i bruk i över 70 år och nätet fortsätter utökas med nya linjer för att täcka framtida behov av hållbar kommunikation. Även dessa förväntas vara i bruk under en lång tid framöver, vilket medför att framtida klimat måste vägas in när nya stationer byggs.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) har tagit fram olika framtidsscenarier beroende på hur mycket växthusgaser som släpps ut i atmosfären. I Klimatologi nr 21 från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) har två av dessa scenarier använts för att räkna på framtida klimat; RCP4,5 och RCP8,5. Kortfattat innebär RCP4,5 begränsade utsläpp och RCP8,5 innebär höga utsläpp (SMHI, 2015). Boverket, som ger tillsynsvägledning till länsstyrelserna, förespråkar RCP 8,5, vilket oftast innebär störst förändring av nederbördsmängd (Boverket, 2020).

Enligt SMHI kommer årsmedeltemperaturen i Stockholms län att öka med upp till 5 grader, varav den största ökningen kommer ske höst och vintertid. Årsmedelnederbörden förväntas öka med 20–30 procent i slutet av seklet och den största ökningen förväntas ske under vinter och vår med upp till 40 procent. Även kraftig nederbörd förväntas öka, både maximal dygnsnederbörd med 20–30 procent och 1-timmesnederbörd med upp till 30 procent. Antal dagar med nederbörd som överstiger 10 mm kommer att öka i slutet av seklet med upp till 8 dagar. Även detta är ett mått på ökad översvämningsrisk då marken kan bli mättad varpå ett ihållande regn kan orsaka översvämning. I föreliggande rapport belyses inte temperaturförändringar utan effekten av ökad temperatur vilket leder till förändringar i nederbördsmönster.

2.3 Förvaltningens krav för anläggningen

Anläggningen har ett visst antal krav som måste uppfyllas för att klimatsäkras inför framtidens klimat. Enligt förvaltningens kravlista (FUT, 2023) ska anläggningen höjdsättas eller dimensioneras så att följande krav uppfylls:

- Inga störningar på tunnelbanans normaldrift vid ett 10-årsregn. (FUTKrav2-4882)
- Anläggningen får inte ta skada av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2. (FUTKrav2-4796)
- Anläggningen ska säkras för en nivå på Mälaren på +2,7 m (RH2000). (FUTKrav2-4797)

- Anläggningen ska säkras för en nivå på Östersjön på +2,7 m (RH2000). (FUTKrav2-6884)

Påverkan på normaldrift vid ett 10-årsregn antas hanteras i dagvattensystemet av Stockholm Vatten och Avfall. Denna analys har endast fokus på extremhändelser.

Ett 100-årsregn motsvarar den regnintensitet som i genomsnitt inträffar en gång på hundra år. Sannolikheten att regnet inträffar är en procent varje enskilt år, varpå sannolikheten ackumuleras och ökar för varje år regnet uteblir. Den ackumulerade sannolikheten för ett 100-årsregn är 63 procent på hundra år (MSB, 2017). Den framtida nederbörden i utsläppsscenario RCP 4,5 bedöms öka med 20–30 procent tills slutet av seklet, vilket ligger till grund för den givna klimatfaktorn 1,2. Detta innebär en nederbördsökning om 20 procent.

Vidare har det genomförts en känslighetsanalys för de stationer där översvämningsrisk identifierats, för att få en riskbild över påföljden av mer extrema förhållanden upp till ett klimatanpassat 500-årsregn. Även känslighetsanalysen fokuserar på stationsentréerna och de övriga tunnelbaneanläggningarna i driftskedet. I föreliggande rapport utförs en känslighetsanalys för samtliga entréer och anläggningar vars modellresultat inkluderar ett mer extremt scenario (upp till ett 500-årsregn). Det är endast modellen för Älvsjö-området (station Älvsjö och luftutbytesschakt Åbyvägen) som inte inkluderar ett mer extremt regn. Ingen analys av ett mer extremt regn har utförts för Älvsjö-området, eftersom analysen av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 visar att det inte föreligger någon risk.

I föreliggande rapport utreds stationsentréerna i driftskede. Eftersom de inte ligger i närheten av Mälaren eller Östersjön bedöms översvämning till följd av höjd vattennivå inte utgöra någon risk. Detta med undantag för Liljeholmen där vattennivån i sjön Trekanten påverkas av Mälaren då de är sammanlänkade, och för den stationen utreds även detta krav. Gällande övriga tunnelbaneanläggningar är det endast teknikbyggnad Långholmen och luftutbytesschakt Liljeholmsstranden som riskerar att påverkas av en förhöjd nivå på Mälaren och därav utreds även för detta krav.

2.4 Återkomsttid av extremt regn

För att beräkna regnintensiteten för ett 100-årsregn används statistiska analyser av regnmätningar. En vanlig statistisk regressionsmetod inom dagvatten- och skyfallsutredningar är Dahlströms ekvation (Dahlström, 2010). Samtliga studier som används i denna utredning baserar sig på ett 100-årsregn enligt Dahlströms ekvation, trots att denna ekvation endast är giltig upp till en återkomsttid på 10 år. Nyare regnanalyser från SMHI (2017) visar att Dahlströms ekvation överskattar regnintensiteten för ett 100-årsregn. För en varaktighet på 6 timmar uppgår den överskattningen till 29 %. Detta innebär att en kombination av Dahlström med en klimatfaktor på 1,2 motsvarar en kombination av SMHI-statistik med en klimatfaktor på drygt 1,5. Det betyder att resultaten i denna utredning kan läsas som ett resultat med klimatfaktor 1,5.

3. Metod

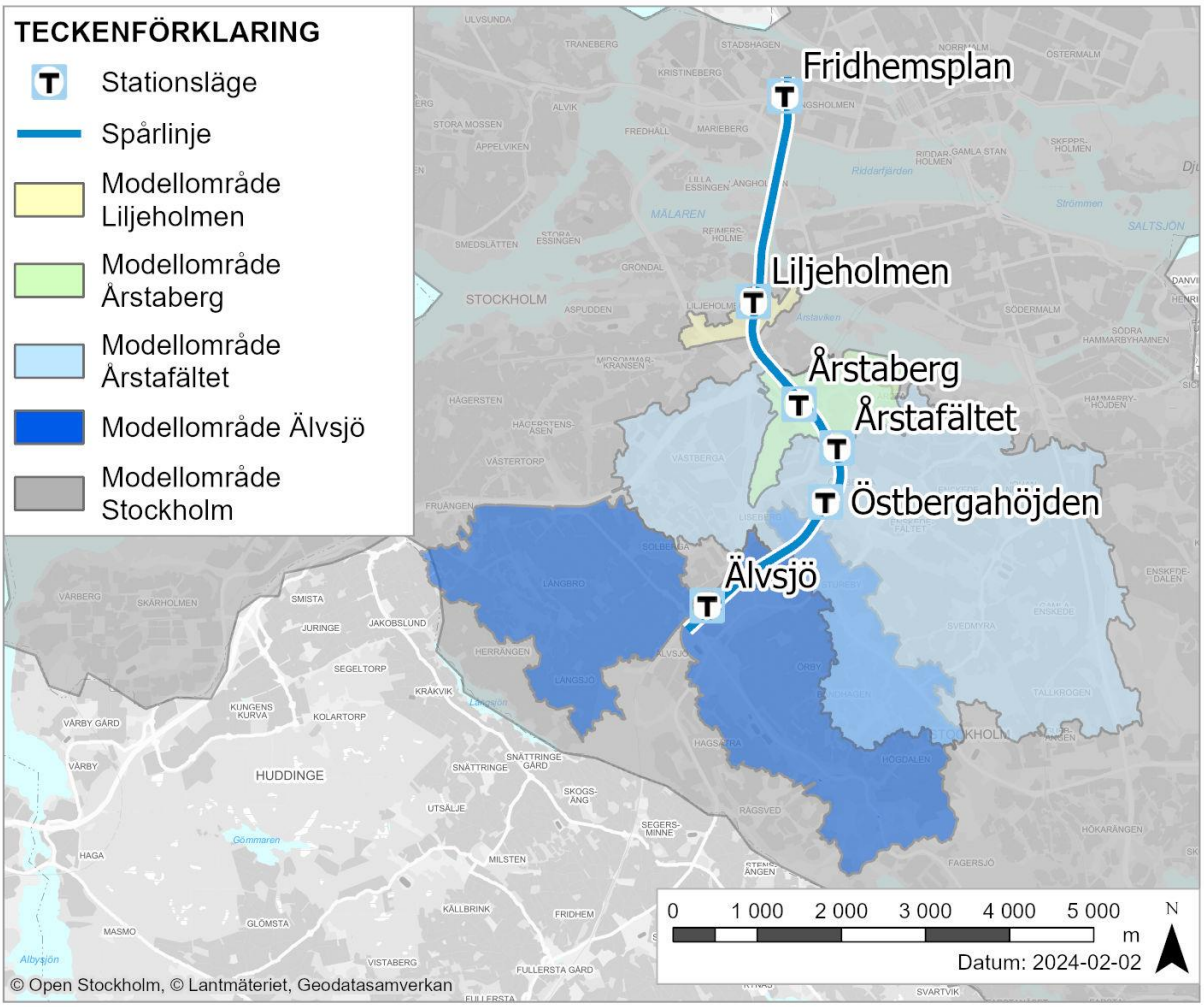
3.1 Skyfallsanalys

I detta projekt används redan befintliga skyfallskarteringar som utförts i andra projekt. De befintliga studierna har beställts av exploatörer eller Stockholms stad och följer kommunernas krav för skyfallsutredningar. Figur 1 visar modellområdena för de olika stationerna. Detaljerad information om de enskilda modellerna finns i Tabell 1. Stationsentréer, brandgasschakt, teknikbyggnad, luftutbytesschakt samt servicetunnlar har analyserats med resultat från de befintliga skyfallskarteringarna. Analysen baseras på den modell som ligger i anslutning till tillhörande station som specificeras i Tabell 1.

Tabellen beskriver modelleringsmetod för respektive område. Alla skyfallsmodeller i tabellen är översiktliga modeller vars infiltration och dagvattensystem inte är modellerade i detalj. I stället har deras kapacitet hanterats som avdrag i regnintensiteten. Denna typ av analys beskrivs av MSB som en ”detaljerad analys” och ytterligare information av metodbedömning hittas i vägledningen (MSB, 2023). Upplösningen på terrängmodellen påverkar detaljeringsgrad på ytavrinning och MSB rekommenderar en generell maximal upplösning om 5 m², och 2 m² på vägar och viktiga rinnvägar.

Vidare kan frånvaron av ett detaljerat dagvattensystem spela en stor roll i stadsbebyggelse. Vattenansamlingar i lågpunkter avvattnas via dagvattenbrunnar vilket missas i en modell som inte inkluderar ett dagvattensystem. Varierande kapacitet i dagvattensystemet ger också en risk att vatten tränger upp i dagvattenbrunnar och ansamlas på markytan, vilket inte kommer synas i en modell som inte inkluderar ett dagvattensystem. I Tabell 1 bedöms lämplighet av modellerna inom stationsområdena.

De befintliga karteringarna används för att identifiera anläggningsdelar vid lågpunkter och skyfallsdrabbade områden för skyfall med en årlig sannolikhet på 1/100. I detta projekt görs också en känslighetsanalys för översvämningsrisker under ett mer extremt regnscenario med en årlig sannolikhet på 1/300 (baserat på resultat med Köpenhamnsregn) eller 1/500 beroende på vilket underlag som finns att tillgå. Se avsnitt 2.3 för vilka entréer och anläggningar som innefattas av mer extremt regn. Utifrån resultat från skyfallskarteringarna föreslås klimatanpassningsåtgärder för anläggningen.



Figur 1: Översiktskarta av skyfallsmodellområdena som används i utredningen.

Tabell 1: Översikt av tidigare studier som används för bedömning av skyfallsrisken i föreliggande rapport.

Källa	Omfattar stationer/övriga anläggning	Metod	Lämplighet för utredning tunnelbana Älvsjö
Skyfallsmodellering av Stockholms Stad, beställt av Stockholm vatten och avfall (WSP, 2018)	Alla stationer Luftutbytesschakt Fleminggatan Brandgasschakt Fridhemsgatan Servicetunnel Lindhagensplan Teknikbyggnad Långholmen Luftutbytesschakt Liljeholmsstranden Luftutbytesschakt Hägerstensvägen Servicetunnel Södertäljevägen Luftutbytesschakt Östbergavägen Luftutbytesschakt Östbergabackarna Luftutbytesschakt Åbyvägen	En Mike21-modell som omfattar hela Stockholms Stad och därmed också hela tunnelbanans linje. Baserad på 2015/2016 terrängmodell med en upplösning av 4 x 4 m. Kulvertar och tunnlar är inte inkluderade i modellen. Modellen använder två regn; ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (106 mm) och ett Köpenhamnsregn 2011 (145 mm). Regnavdrag för infiltrationskapacitet och dagvattensystem (10-årsregn, klimatfaktor 1,25).	Modellen är baserad på en föråldrad terrängmodell. Kulvertar och tunnlar saknas i modellen vilket kan ha en stor effekt på flödesvägar. Rapporten beskriver att resultaten *"bör inte studeras i detalj"* (WSP, 2018). Resultaten är använda i projektets tidiga lokaliseringsutredning (WSP, 2021). Klimatfaktor av 1,25 är större än förvältningens krav på 1,2 och ger ett konservativt resultat. Köpenhamnsregnet kan används som en känslighetsanalys och interpreteras i här utredningen som ett 300-årsregn[1]. Modellen är ett alternativ när en modellering med exempelvis en högre upplösning, högre detaljnivå eller nyare höjdmodell saknas. En genomgående validering av rimligheten av resultaten behövs.

[1] Antagande av ett 300-årsregn kommer från en beräkning enligt Dahlström (2010) med ett 6-timmars regn och klimatfaktor 1,2.

Källa	Omfattar stationer/övriga anläggning	Metod	Lämplighet för utredning tunnelbana Älvsjö
Skyfallsmodellering för projekt Liljeholmen 1:1 vid kv Stubinen[2] av exploatör Citycon (SWECO, 2022b). Del av Norra Liljeholmen[3]	Station Liljeholmen	En Mike21FM-modell som beskriver befintlig situation av Liljeholmens centrum. Baserad på Lantmäteriets höjdmodell från 2021 med en upplösning av 1 x 1 m. Modellen använder ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (106 mm). Regnavdrag för infiltrationskapacitet och dagvattensystem (10-årsregn). Inom detta projekt körs själva modellen med ett 500-årsregn med klimatfaktor 1,3 som känslighetsanalys. Inget regnavdrag inkluderas för infiltration och dagvattensystemet, vilket är ett konservativt antagande.	Modelleringen genomförs för exploatering vid Liljeholmstorget och är lämplig för den här utredningen där stationen är placerad på samma torg. Klimatfaktor av 1,25 är större än förvaltningens krav på 1,2 och ger ett konservativt resultat. Modellen är inte lämpligt för att studera översvämningsrisk från högvattennivå i sjön Trekanten. Antagande att inte ta med regnavdrag i känslighetsanalysen ger ett konservativt resultat.
Skyfallsmodellering för detaljplanen för ny kontorsbebyggelse söder om tvärbanan i Årstaberg[4] av byggherren NCC (SWECO, 2023a)	Station Årstaberg Luftutbytesschakt Sjöviksbacken Brandgasschakt Årsta Skolgränd	En Mike+-modell som beskriver befintlig situation av Årstabergområdet. Baserad på Lantmäteriets höjdmodell från 2021 med en upplösning av 1 x 1 m. Modellen använder ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 (110 mm). Regnavdrag för infiltrationskapacitet och dagvattensystem (10-årsregn). Inom detta projekt körs själva modellen med ett 500-årsregn med klimatfaktor 1,3 som känslighetsanalys. Inget regnavdrag inkluderas för infiltration och dagvattensystemet, vilket är ett konservativt antagande.	Modelleringen är genomförd för exploatering direkt söder om stationsentrén Årstaberg med bra detaljnivå, och är lämplig för den här utredningen. Exploateringen ligger nedströms i avrinningsområdet och har ingen inverkan på flödesvägar vid stationsentrén. Klimatfaktor av 1,3 är större än förvaltningens krav på 1,2 och ger ett konservativt resultat. Antagande att inte ta med regnavdrag i känslighetsanalysen ger även ett konservativt resultat.

[2] https://etjanst.stockholm.se/Byggochplantjansten/pagaende-planarbete/planarende/2018-14587
[3] https://vaxer.stockholm/omraden/norra-liljeholmen/
[4] https://etjanst.stockholm.se/Byggochplantjansten/pagaende-planarbete/planarende/2021-15333

Källa	Omfattar stationer/övriga anläggning	Metod	Lämplighet för utredning tunnelbana Älvsjö
Skyfallsmodellering för stadsutveckling Årstafältet (alla etapper)[5] (SWECO, 2022c) (SWECO, 2023b)	Station Årstafältet	En Mike+-modell som beskriver framtidens situation efter stadsutveckling (nollalternativ) med en upplösning av 1 x 1 m. Området omfattar avdrag för dagvattensystem. Höjdsättning omfattar skyfallsparken, vägar och byggnader, och därmed också den nya byggnaden med stationsentrén. Modellen använder en 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (106 mm). Regnavdrag för infiltrationskapacitet och dagvattensystem (10-årsregn). Efter förfrågan från förvaltningen genomförs en känslighetsstudie för regn med en återkomsttid av 500 år och klimatfaktor 1,25 med avdrag för infiltration och dagvattensystemet.	Modellen utvecklas för att bedöma bl. a. vattennivån i skyfallsparken och kommer att användas som projekteringsförutsättning av stationsentrén Årstafältet. Modellen har en bra detaljnivå, och är lämplig för den här utredningen. Klimatfaktor av 1,25 är större än förvaltningens krav på 1,2 och ger ett konservativt resultat för både ett 100-årsregn och känslighetsanalys med ett 500-årsregn.

[5] https://vaxer.stockholm/omraden/arstafaltet/

Källa	Omfattar stationer/övriga anläggning	Metod	Lämplighet för utredning tunnelbana Älvsjö
Förstudie skyfallshantering Älvsjö-Örby (SWECO, 2022a)	Station Älvsjö Luftutbytesschakt Åbyvägen	En Mike21-modell och Mike Urban-modell som beskriver befintlig situation med en upplösning av 2 x 2 m. Modellen används som en förstudie och uppdatering av modellen med huvudavloppsmodell är planerad. Modellen använder ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (106 mm).	Klimatfaktor av 1,25 är större än förvaltningens krav på 1,2 och ger ett konservativt resultat. Förstudiemodellen är tillräcklig för detta projekt eftersom stationsområdet inte kommer påverkas av den planerade modelluppdatering. Förstudien beskriver en risk för utbyte av vatten mellan ledningar och markytan, men påverkan på stationsområdet bedöms däremot som låg på grund av att det är relativt högt placerat. Inget mer extremt regn har använts i modellen.

3.2 Förhöjd nivå Mälaren

De anläggningar som riskerar översvämning från förhöjd vattennivå i Mälaren har analyserats genom att jämföra höjdsättningen med en vattennivå på +2,7 m (RH2000).

3.3 Omgivningspåverkan

Ny bebyggelse får inte försämra översvämningsrisken i området. För station Liljeholmen, station Älvsjö och teknikbyggnaden på Långholmen är markanspråket i den detaljplan som tas fram för tunnelbanan större än järnvägsplanens. En bedömning av omgivningspåverkan utifrån ett översvämningsperspektiv har därför gjorts för dessa platser.

Det som kan påverka översvämningsrisken i området är tillkommande hårdgjorda ytor i den nya detaljplanen som tas fram för tunnelbanan. Hårdgjorda ytor förhindrar att vatten infiltreras ner i jorden, vilket gör att avrinningen kommer att öka. Det studeras även hur befintliga rinnvägar kan påverkas av den nya höjdsättningen.

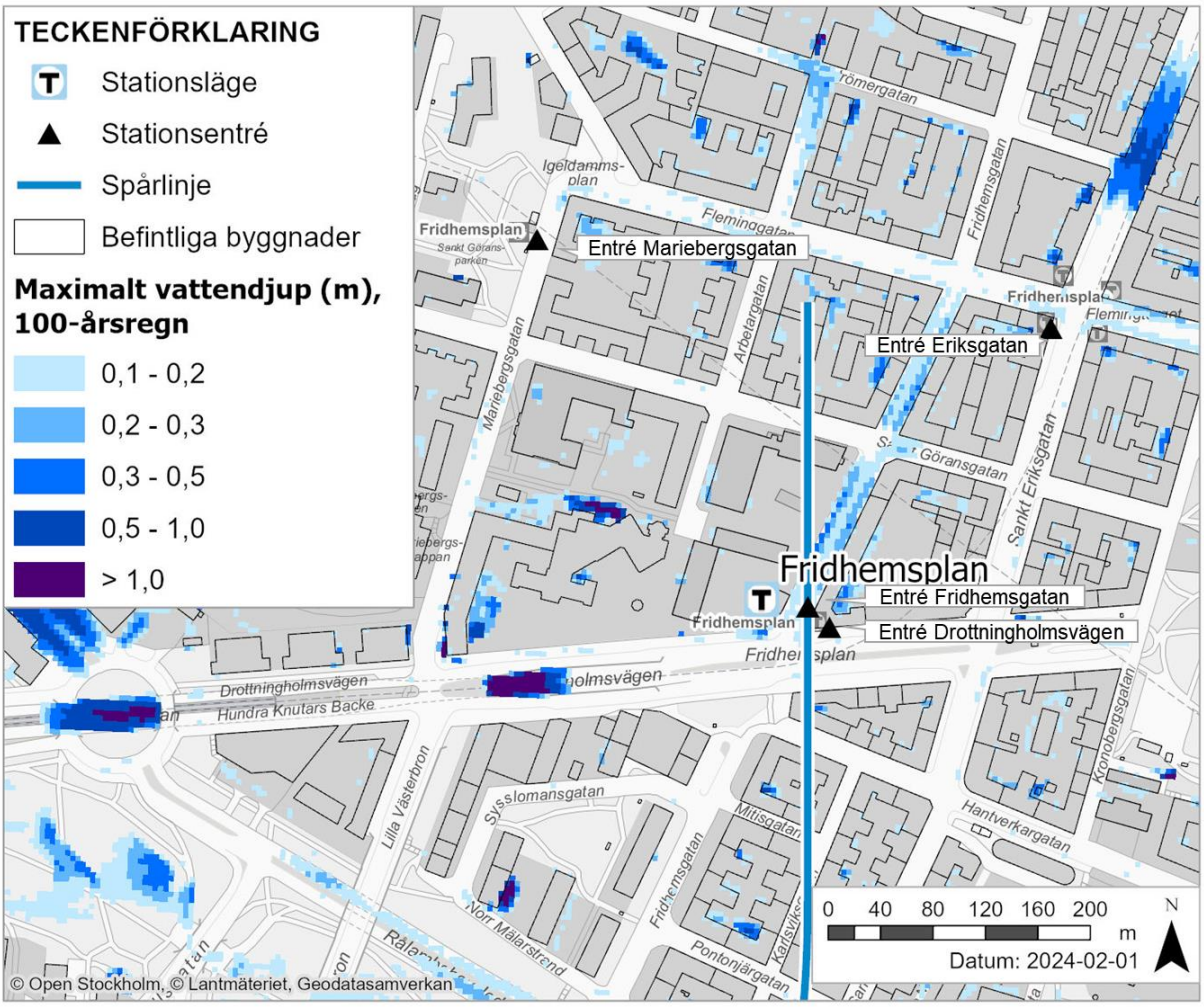
4. Påverkan och effekter

Följande kapitel beskriver de analyserade effekterna vid ett skyfall utifrån de skyfallskarteringar som finns att tillgå. Skyfallskarteringarna baseras på befintlig situation och ingår inte i tunnelbanans påbörjade utbyggnation. Undantag är utredningen runt station Årstafältet som ligger inom den nya stadsutvecklingen Årstafältet, där det som används är skyfallskarteringen som ingår i stadsutvecklingen (nollalternativ). Hänsyn tas även till projekterad höjdsättning på de nya stationsentréerna. Höjdsättningarna har jämförts med vattennivåer på eventuella vattenansamlingar för att utvärdera skyfallsrisken på de framtida byggnaderna. I kapitel 5 presenteras kvarliggande risker som återstår i arbetet med att skyfallssäkra anläggningarna mot inträngande vatten i det nuvarande projekteringsarbetet.

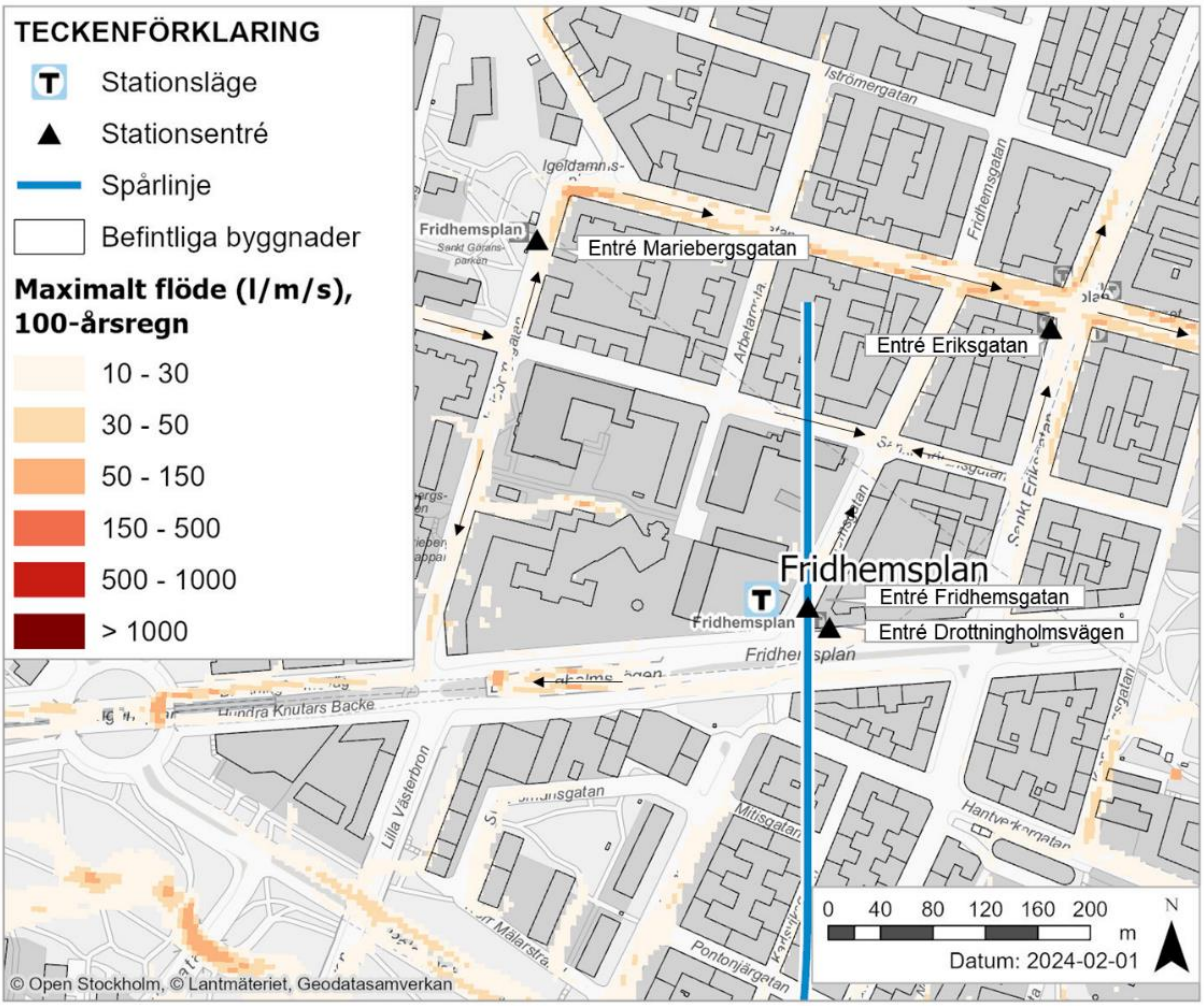
4.1 Station Fridhemsplan

Den befintliga tunnelbanestationen Fridhemsplan kommer att kompletteras med den nya spårlinjen utan ändringar på marknivå. Stationsentréer som är i drift för nuvarande station kommer fortsatt att användas. Analysen som presenteras ger en insikt i den befintliga skyfallssituationen. Modellupplösningen i skyfallskarteringen (WSP, 2018) är inte tillräcklig för att kunna bedöma flödesvägens utbredning eller vattendjupet, utan ger en generell översikt över vilken väg vattnet tar och var vattnet förväntas ansamlas. Vattennivåer som nämns i analysen har därmed en viss osäkerhet.

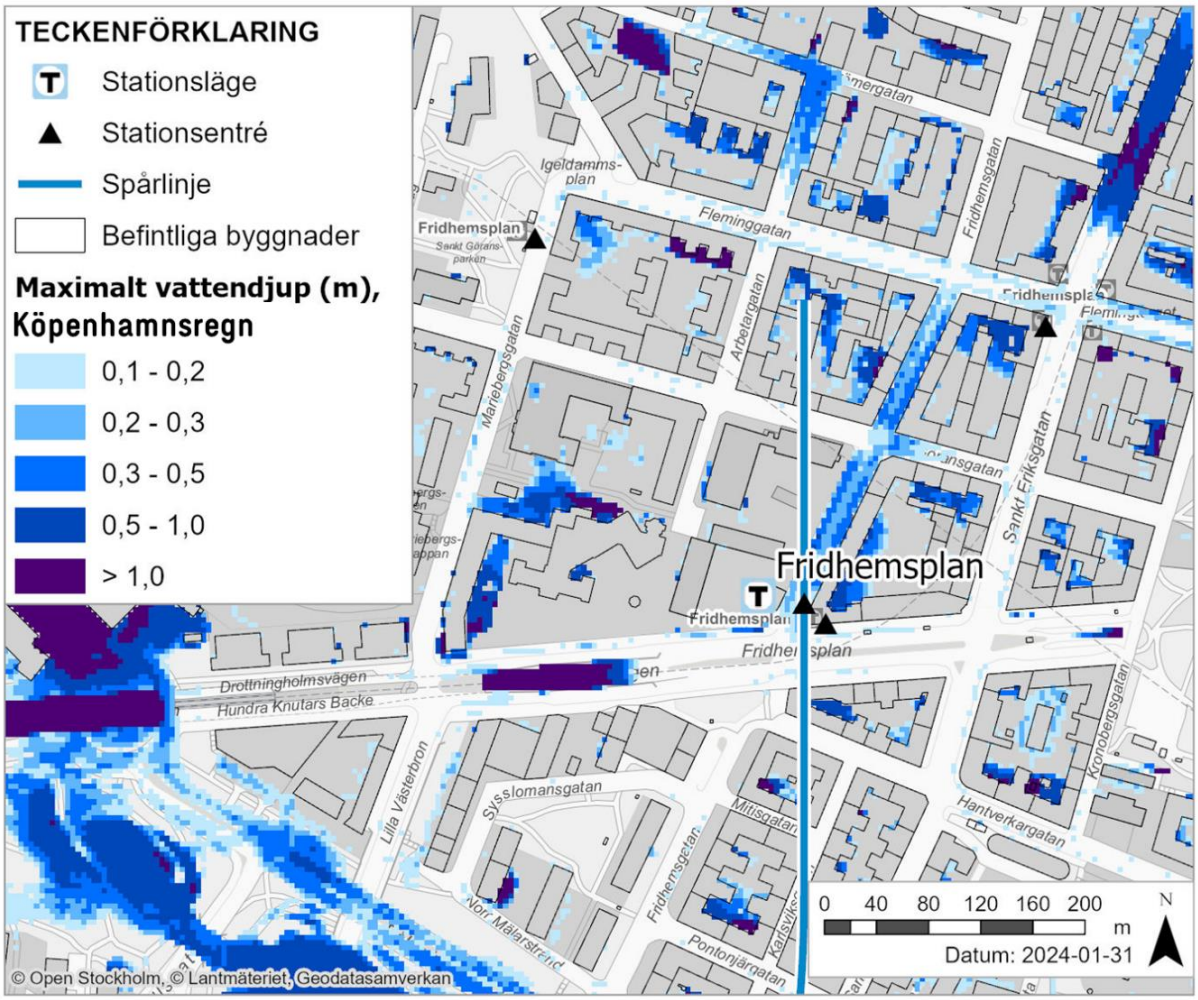
I Figur 2 och Figur 3 presenteras skyfallsresultatet över maximalt vattendjup och flöde för ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Figur 4 och Figur 5 visar resultatet för Köpenhamnsregnet. Nedan analyseras resultaten för respektive stationsentré.



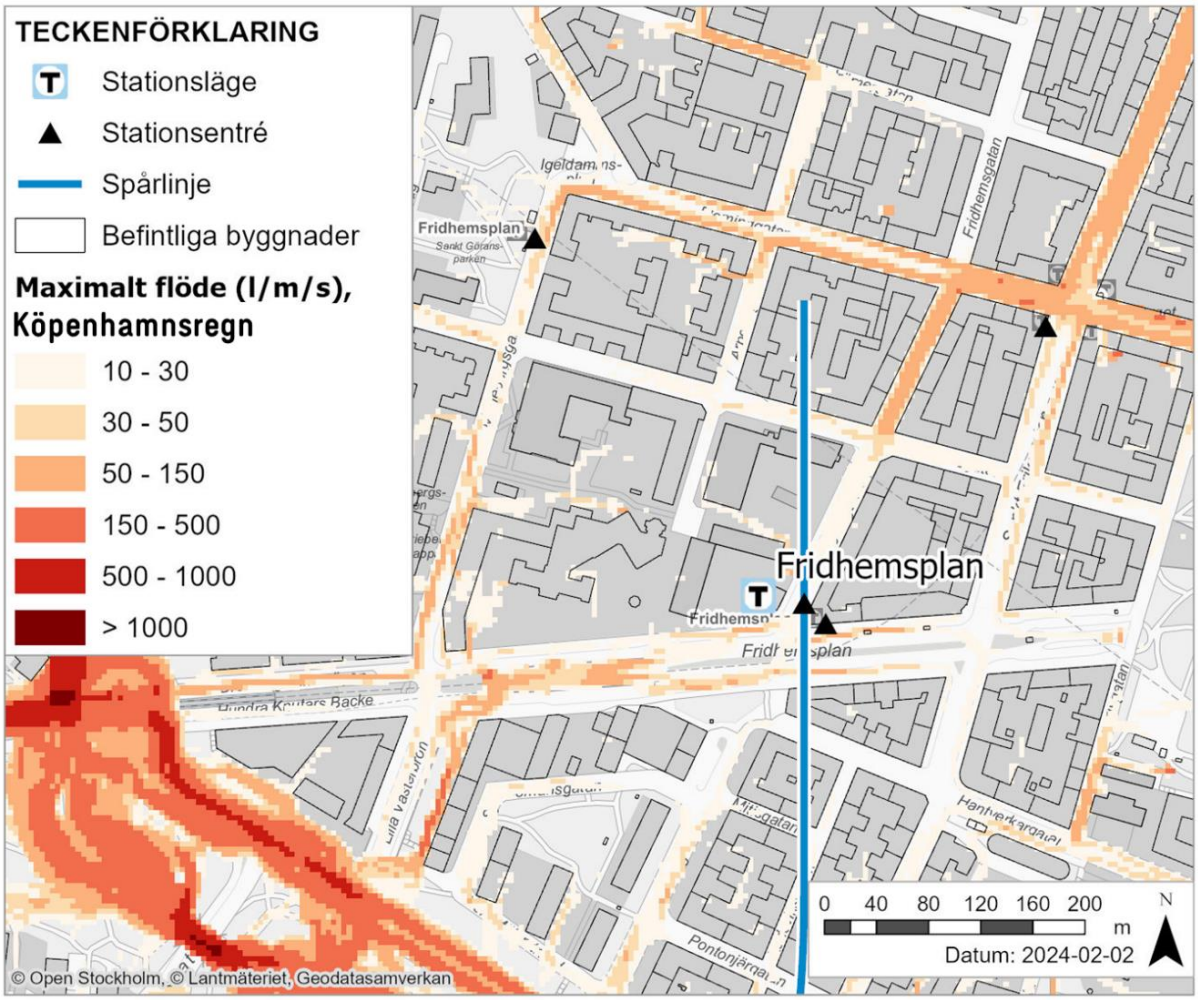
Figur 2: Maximalt vattendjup vid stationsentréerna Fridhemsplan för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).



Figur 3: Flödesvägar vid stationsentréerna Fridhemsplan för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).



Figur 4: Maximalt vattendjup vid stationsentréerna Fridhemsplan för modellerat Köpenhamnsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).



Figur 5: Flödesvägar vid stationsentréerna Fridhemsplan för modellerat Köpenhamnsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).

4.1.1 Stationsentré Fridhemsgatan och Drottningholmsvägen

Skyfallskarteringen visar att under ett 100-årsregn ansamlas vatten i en lågpunkt precis nedanför nivån av trottoaren vid stationsentrén på Fridhemsgatan till ett vattendjup på ca 0,2 m (en vattennivå på ca +19,6 m), se Figur 2. Inget vatten ansamlas utanför stationsentrén på Drottningholmsvägen enligt skyfallskarteringen.

Flödet vid ett 100-årsregn är relativt lågt och sker längs Drottningholmsvägen och vidare norrut på Fridhemsgatan för att sedan fortsätta på Fleminggatan där flödet ökar (Figur 3). Känslighetsanalysen med ett Köpenhamnsregn ger ett ökat vattendjup på mindre än 0,05 m och ger därmed fortfarande en vattennivå på ca +19,6 m (Figur 4 och Figur 5). Det är okänt om den befintliga stationsentrén på Fridhemsgatan har en tröskel (exempelvis kantsten) som förhindrar vatten att rinna in genom stationsentrén. Om en tröskel saknas finns det en översvämningsrisk vid ett 100-årsregn i den befintliga situationen. Eftersom åtgärder vid befintliga

entréer i Fridhemsplan inte ingår i projektet har stationen inte utretts vidare. Förvaltningen har avsikten att säkerställa hantering av frågan.

4.1.2 Stationsentré Sankt Eriksgatan

Resultatet av skyfallskarteringen visar inte någon vattenansamling vid stationsentrén på Sankt Eriksgatan (Figur 2). Resultatet visar en flödesväg längs Sankt Eriksgatan med ett vattendjup mindre än 0,1 m (Figur 2 och Figur 3). Trottoaren ger tillräckligt skydd mot översvämning vid ett 100-årsregn för att förhindra att vatten tar sig in genom stationsentrén. Känslighetsanalysen med Köpenhamnsregn visar ingen förändring i vattendjupet.

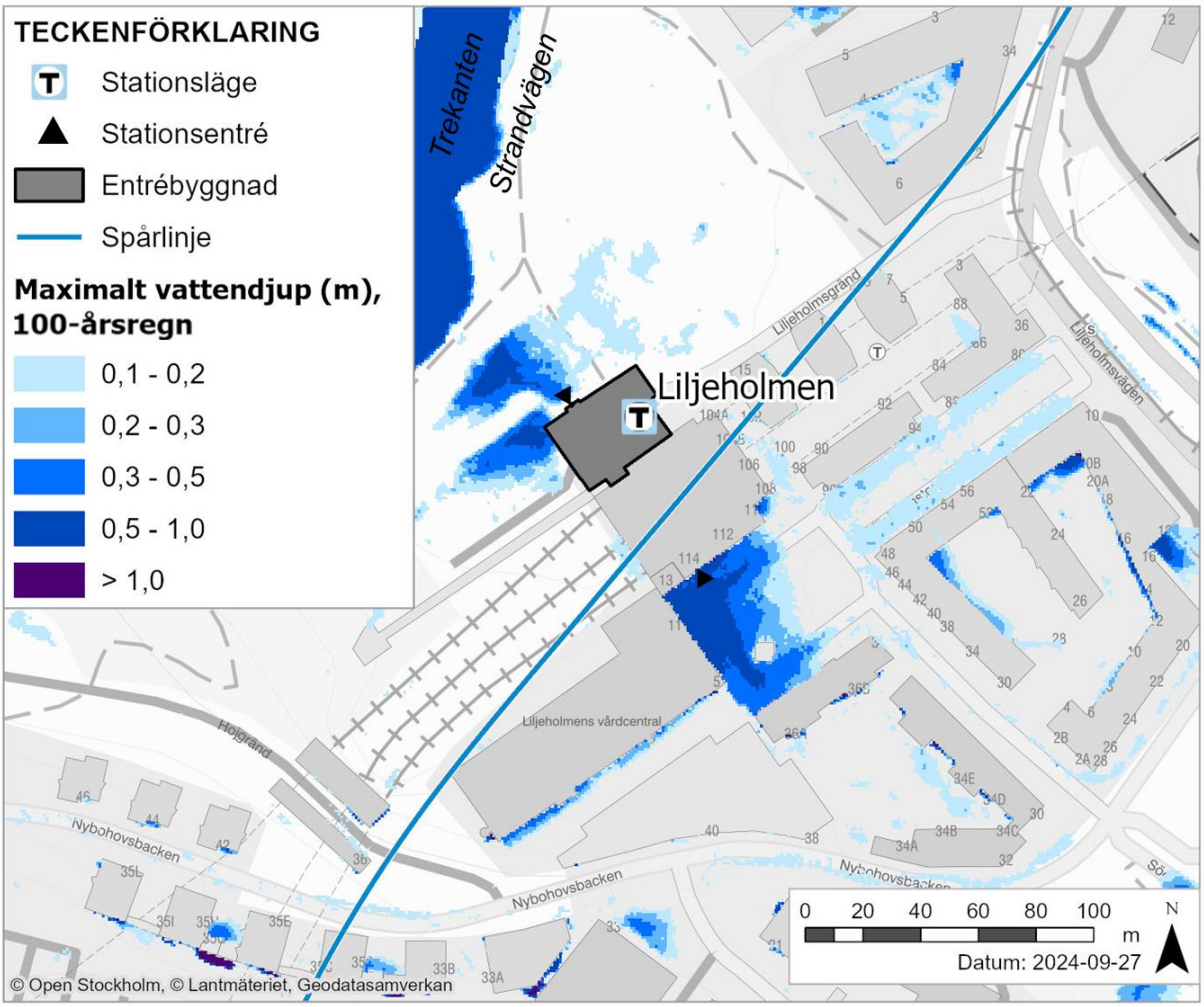
4.1.3 Stationsentré Mariebergsgatan

Vid stationsentrén på Mariebergsgatan visar analysen att inget vatten ansamlas (Figur 4) utan flödar norrut längs Mariebergsgatan och vidare österut på Fleminggatan (Figur 5). Trottoaren ger tillräckligt skydd mot översvämning vid ett 100-årsregn för att förhindra att vatten tar sig in genom stationsentrén. Känslighetsanalysen med Köpenhamnsregn visar ingen förändring i vattendjupet.

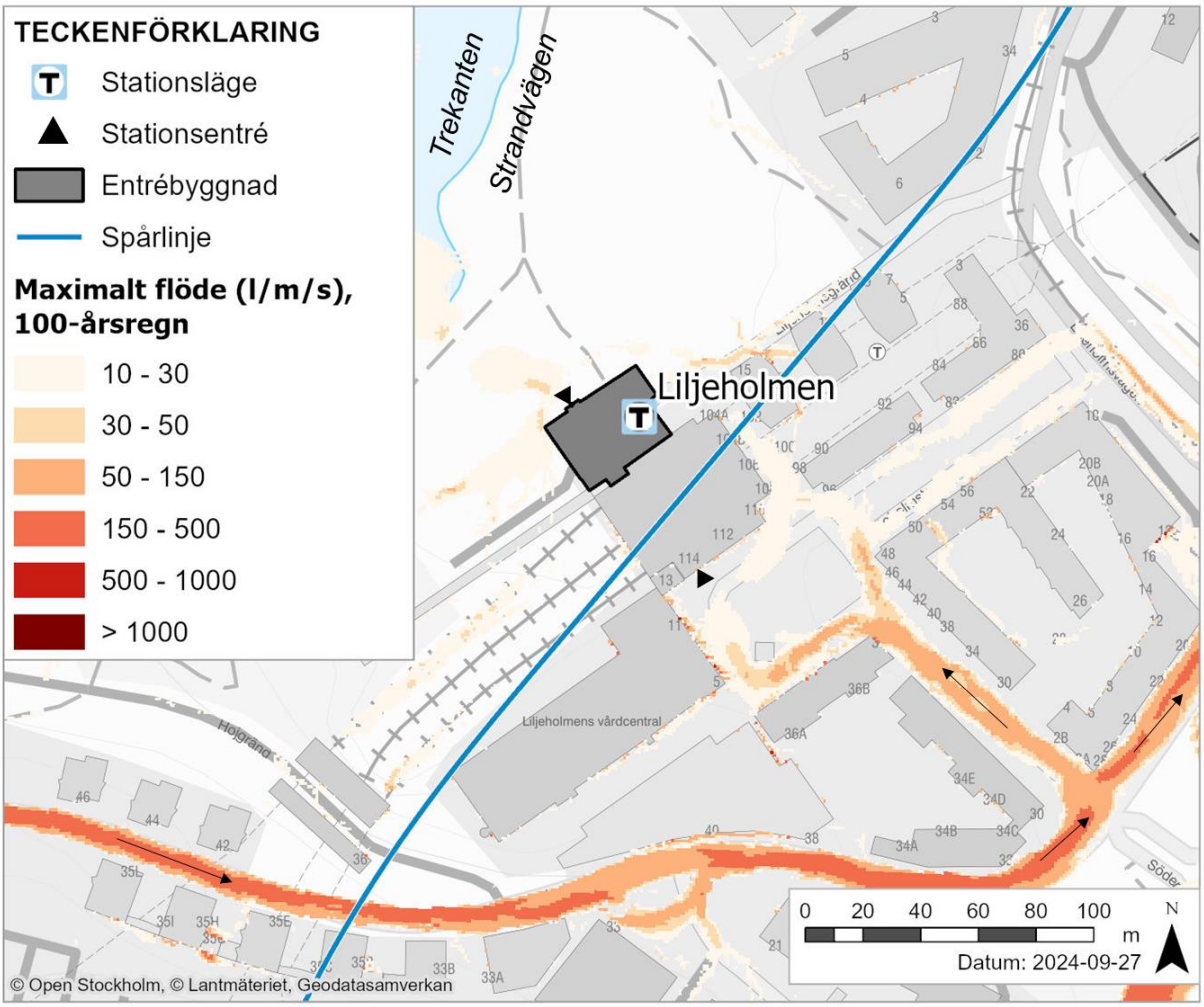
4.2 Station Liljeholmen

Södra entrén för den befintliga tunnelbanestationen vid Liljeholmen byggs ut åt norr vid byggnation av tunnelbanelinjen Fridhemsplan till Älvsjö (Figur 6). Den nya stationen kommer att använda den befintliga stationsentrén på Liljeholmstorget, samt att den befintliga stationsentrén mot Trekantsparken får ett nytt läge i den nya entrébyggnaden. Nordväst om stationsentrén finns en sjö kallad Trekanten. Utöver tunnelbanan pågår även planarbete för exploatering av *Liljeholmen 1:1 vid kv Stubinen* för nya kontor och bostäder runt Liljeholmstorget.

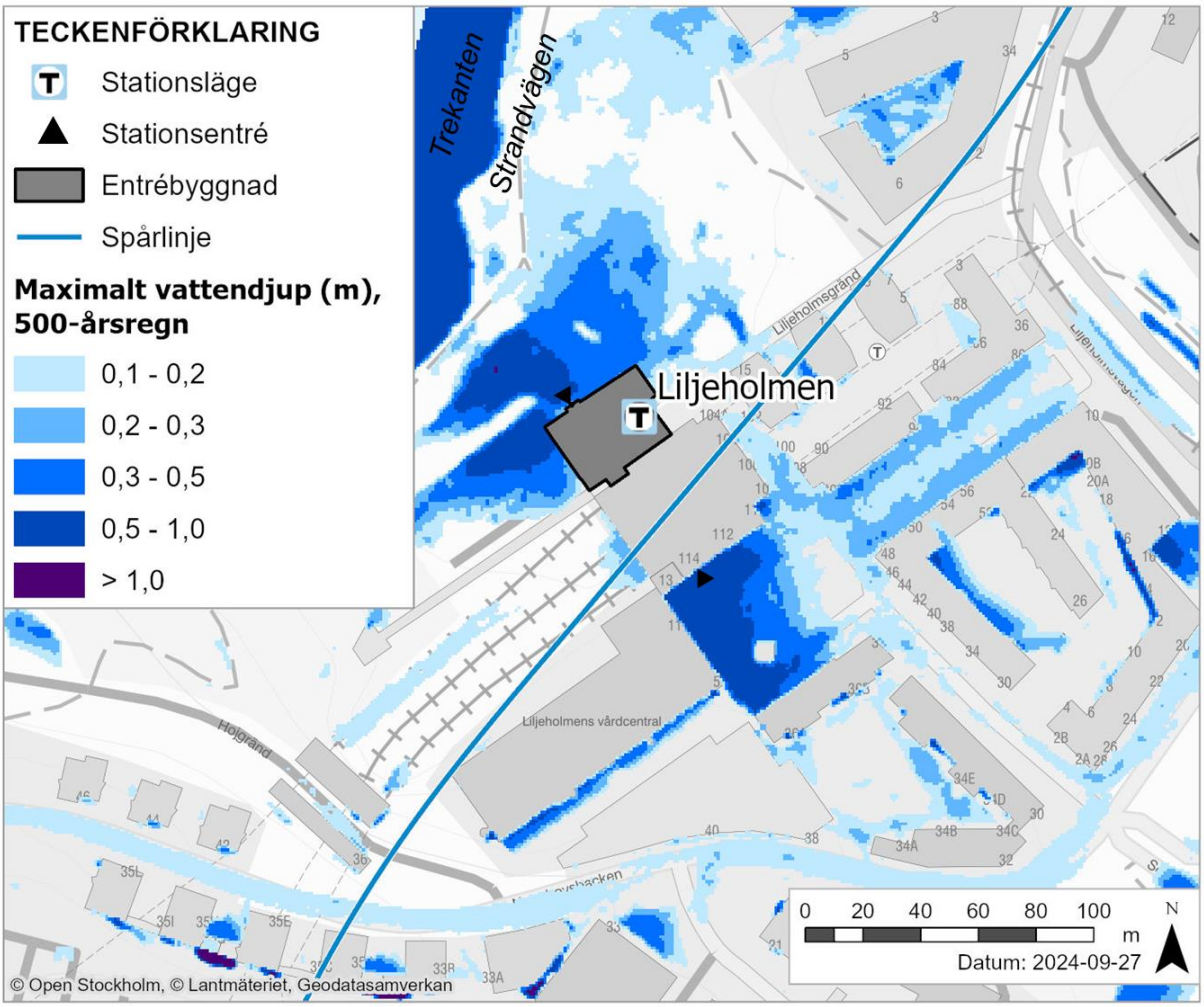
I Figur 6 och Figur 7 presenteras skyfallsresultatet över maximalt vattendjup och flöde för ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Figur 8 och Figur 9 visar resultatet för ett 500-årsregn. Nedan analyseras resultaten för respektive stationsentré.



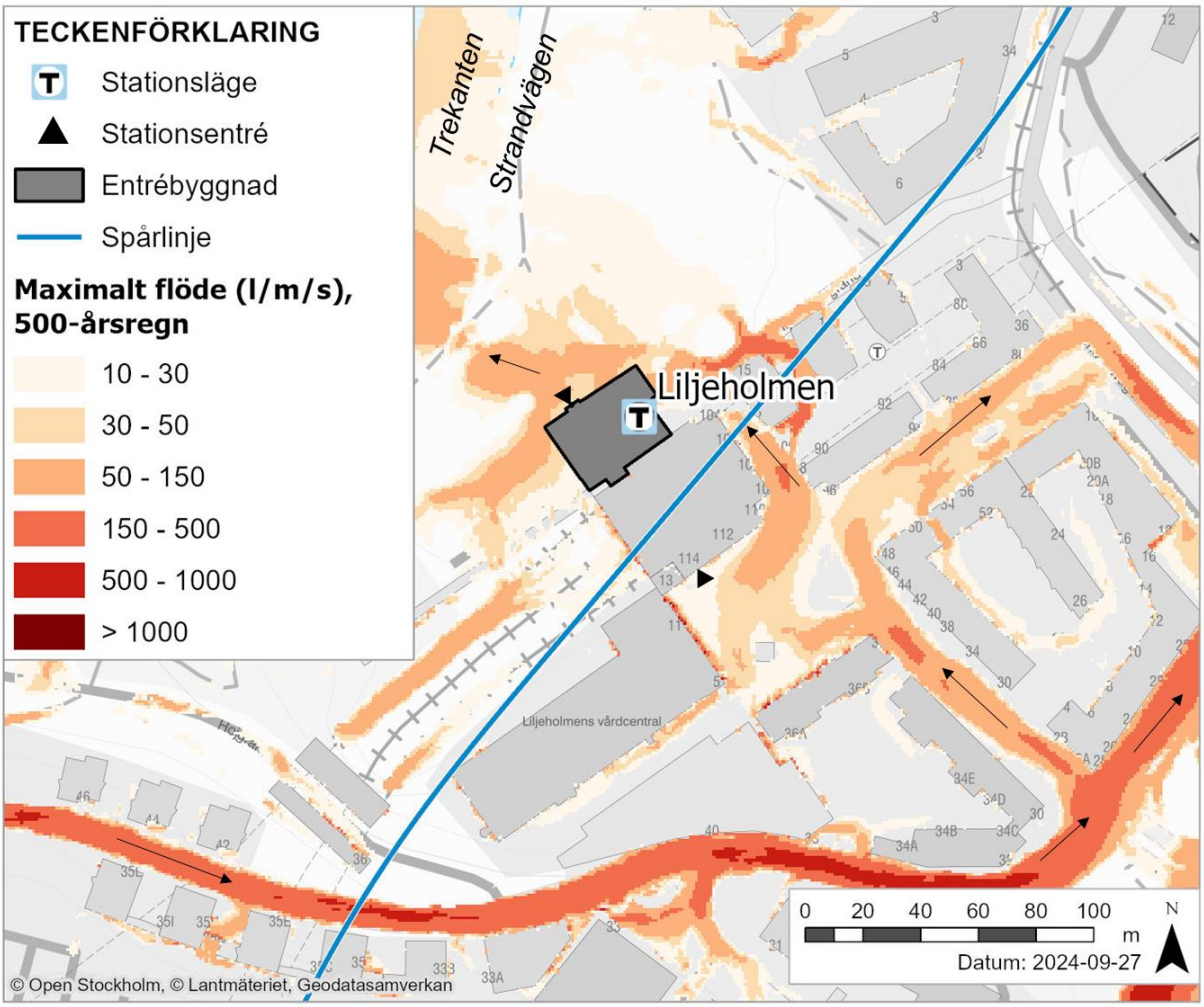
Figur 6: Maximalt vattendjup vid stationsstationsentréer Liljeholmstorget och Trekantsparken för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i skyfallsmodellering stadsutvecklingsprojekt Norra Liljeholmen (SWECO, 2022b).



Figur 7: Flödesvägar vid stationsentréer Liljeholmstorget och Trekantsparken för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i skyfallsmodellering stadsutvecklingsprojekt Norra Liljeholmen (SWECO, 2022b).



Figur 8: Maximalt vattendjup vid stationsentréer Liljeholmstorget och Trekantsparken för modellerat 500-årsregn med klimatfaktor 1,3. Känslighetsanalys baserat på modell från befintlig situation i skyfallsmodellering stadsutvecklingsprojekt Norra Liljeholmen (SWECO, 2022b).



Figur 9: Flödesvägar vid stationsentréer Liljeholmstorget och Trekantsparken för modellerat 500-årsregn med klimatfaktor 1,3. Känslighetsanalys baserat på modell från befintlig situation i skyfallsmodellering stadsutvecklingsprojekt Norra Liljeholmen (SWECO, 2022b).

4.2.1 Stationsentré Liljeholmstorget

Skyfallsmodellering av befintlig situation (SWECO, 2022b) utförs inom stadsutvecklingsprojektet Norra Liljeholmen. Resultatet visar att under ett 100-årsregn rinner vatten från Nybrohovsbacken och vidare nordväst mot Liljeholmstorget (Figur 7). På Liljeholmstorget ansamlas vatten vid stationsentrén till ett djup av 0,5 m (en vattennivå på +10,1 m) och utgör en risk för att vatten kan ta sig in genom den befintliga tunnelbanestationens entré (Figur 6).

En känslighetsanalys har utförts genom att simulera ett 500-årsregn för att få en inblick i situationen vid ett ännu mer extremt regn, se Figur 9. Resultatet visar samma slutsats gällande översvämningsrisken kopplat till att vatten ställer sig vid stationsentrén på Liljeholmstorget, och resulterar i en vattennivå på +10,2 m. Den begränsade ökningen i förhållande till ett 100-årsregn (ca 0,1 m) visar att en tröskelnivå nås och att vattnet rinner

vidare norr ut mot parken. Vid tunnelbanestationens entré ansamlas vatten till ett djup om 0,6 m och det finns risk att vatten tar sig in genom den befintliga entrén.

4.2.2 Stationsentré Trekantsparken

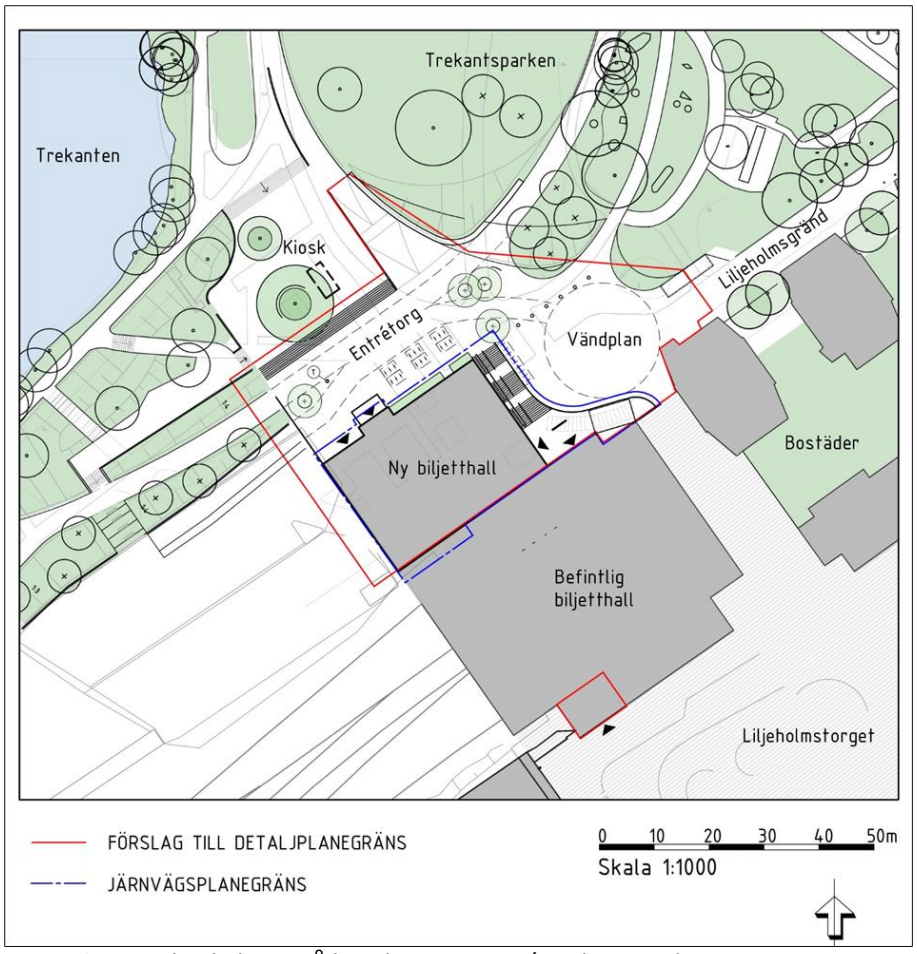
Vid stationsentré Trekantsparken visar resultatet från skyfallsmodelleringen av nuläge (SWECO, 2022b) att vatten ansamlas i lågpunkterna i parken till ett maximalt djup av 0,7 m samt att vattendjupet vid stationsentrén är 0,2 m (vattennivå på ca +3,7 m) vid ett 100-årsregn (Figur 6 och Figur 7). En upphöjning i terrängen förhindrar att vatten rinner från lågpunkten vidare till sjön Trekanten. Då den nya planerade stationsentrén är projekterad till +5,1 m uppstår ingen risk för översvämning för stationsentrén mot parken.

Känslighetsanalysen med ett 500-årsregn visar att vatten till ett djup av 0,5 m (vattennivå av +4,0 m) ansamlas vid stationsentré Trekantsparken (Figur 8). Vatten rinner från Liljeholmstorget, mellan byggnaderna och vidare norrut mot Trekanten (Figur 9).

Förutom översvämningsrisken från skyfall finns det ytterligare en risk för översvämning vilket är en förhöjd vattennivå av Trekanten. Vattennivån i Trekanten regleras med en kulvert i den nordligaste delen av sjön som kopplar samman Trekanten med Mälaren (Afry, 2020). Vattennivån i Trekanten ligger på ca +1,1 m i höjdmodellen. Det händer att Mälarens nivå är högre än Trekanten (Afry, 2020) vilket gör det möjligt för vatten att rinna från Mälaren till Trekanten. Detta gör att hänsyn även måste tas till Mälarens vattennivå på +2,7 m i Trekanten, vilket är krav för framtida klimatsäkring (se avsnitt 2.3). Utanför det direkta strandområdet (mellan gångvägen och sjön) ligger hela Trekantsparken på en högre nivå än +2,7 m. Nuvarande lägsta punkt i området av stationsutbredning är på nivån +3,3 m. Då den nya planerade stationsentrén är projekterad till +5,1 m påverkas den inte vid vattennivån +2,7 m i Trekanten.

Omgivningspåverkan

Stationsutbyggningen är del av en ny detaljplan som visas i Figur 10. Inom detaljplanområdet ökar andelen hårdgjorda ytor och volymen stående vatten i lågpunkter minskar, vilket båda ger en högre avrinning. Avrinning från detaljplanområdet sker genom Trekantsparken till sjön Trekanten. Eftersom Trekanten har en yta av ca 130 000 m² kommer påverkan på vattennivån i Trekanten vara obetydligt om en ökad avrinning från detaljplanen tillförs. Därmed finns det ingen negativ omgivningspåverkan utifrån ett översvämningsperspektiv.

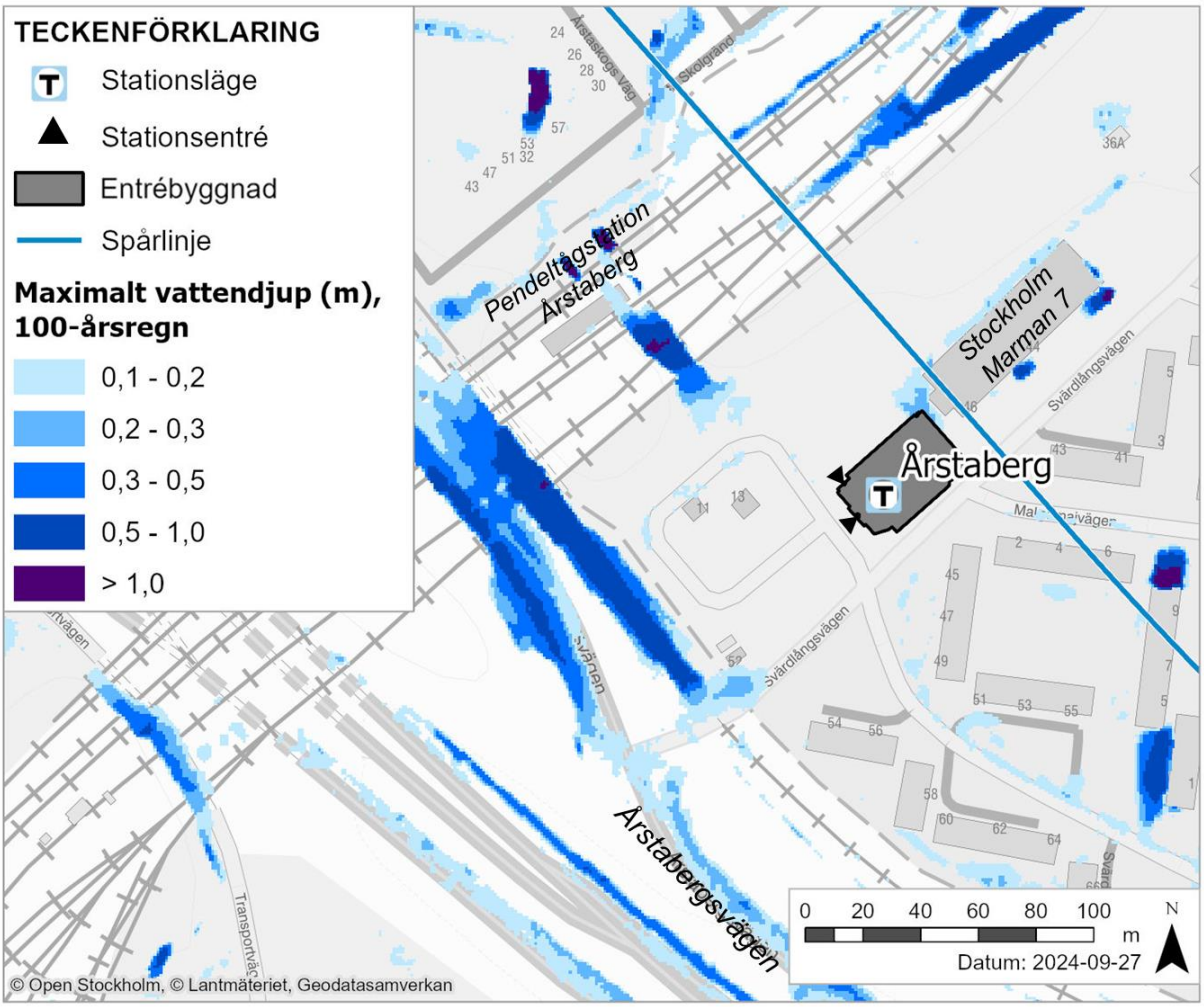


Figur 10: Nytt detaljplanområde vid stationsentré Trekantsparken.

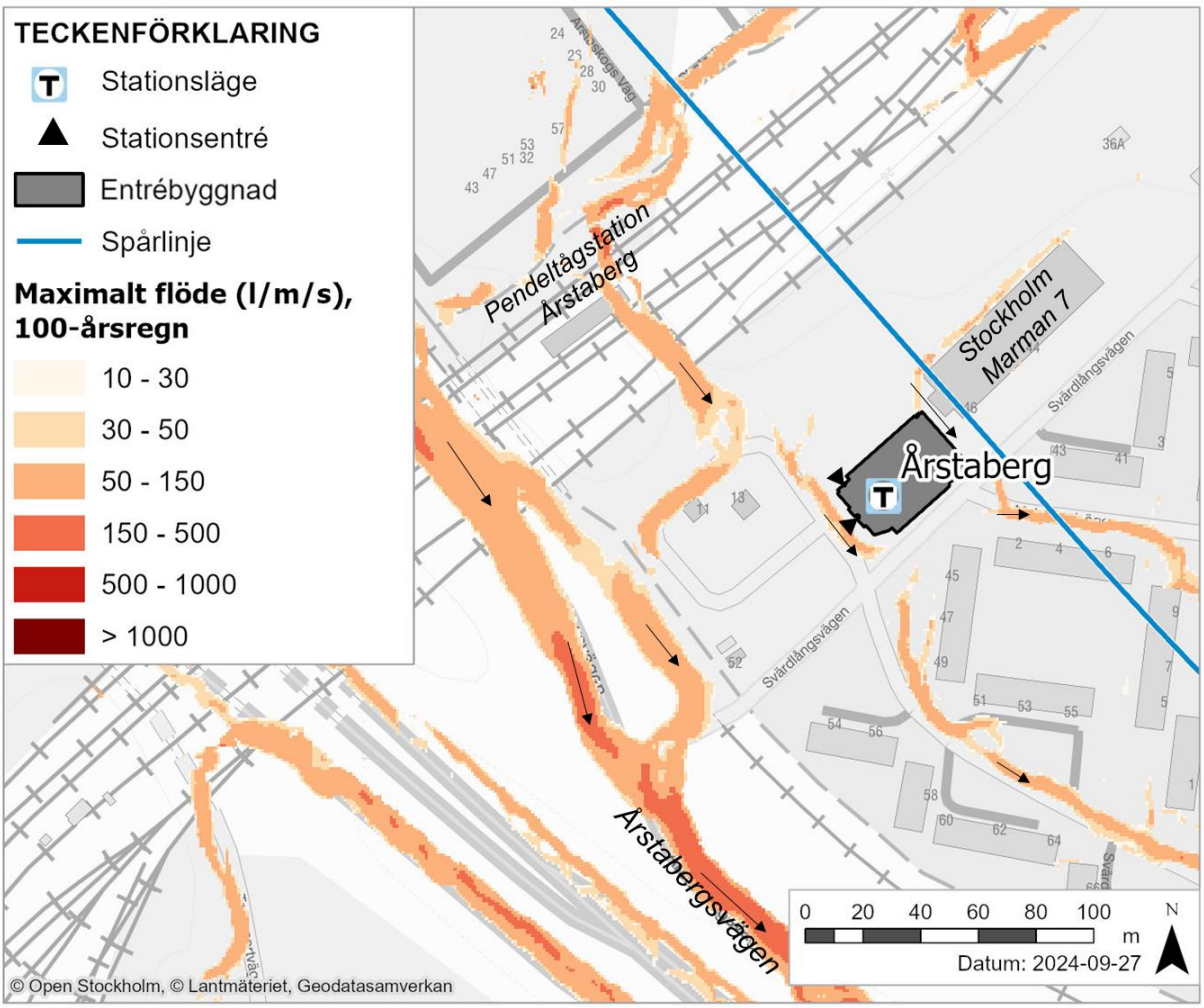
4.3 Station Årstaberg

Tunnelbanestation Årstaberg är en ny stationsbyggnad som kommer vara belägen i östra hörnet av Svärdlångsplan vid Svärdlångsvägen och kommer att byggas in ett framtida kvarter med verksamheter, handel och bostäder. Området ligger i närheten av stadsutvecklingen *Årsta 1:1* med ny kontorsbebyggelse söder om tvärbanan. Skyfallsmodelleringen för stadsutvecklingen (SWECO, 2023a) har återanvänts för att bedöma skyfallsrisken för tunnelbanestationen.

Modellresultaten visar att under ett 100-årsregn rinner en flödesväg genom gång- och cykeltunneln vid pendeltågstation Årstaberg. Efter en första fördröjning i lågpunkten i tunneln fortsätter rinnvägen i två riktningar på Svärdlångsplan (Figur 12). Inget vatten kommer ansamlas i anslutning till tunnelbanestationens entré, Figur 11. På gatan bredvid tunnelbanestationen rinner en mindre flödesväg med ett djup av mindre än 0,01 m (vattennivå i gatan vid stationsentrén är +18,0 m).



Figur 11: Maximalt vattendjup vid stationsentrén i Årstaberg för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,3. Underlag från befintlig situation i skyfallsmodellering för den nya detaljplanen Årstaberg (SWECO, 2023a).



Figur 12: Flödesvägar vid stationsentrén i Årstaberg för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,3. Underlag från befintlig situation i skyfallsmodellering för den nya detaljplanen Årstaberg (SWECO, 2023a).

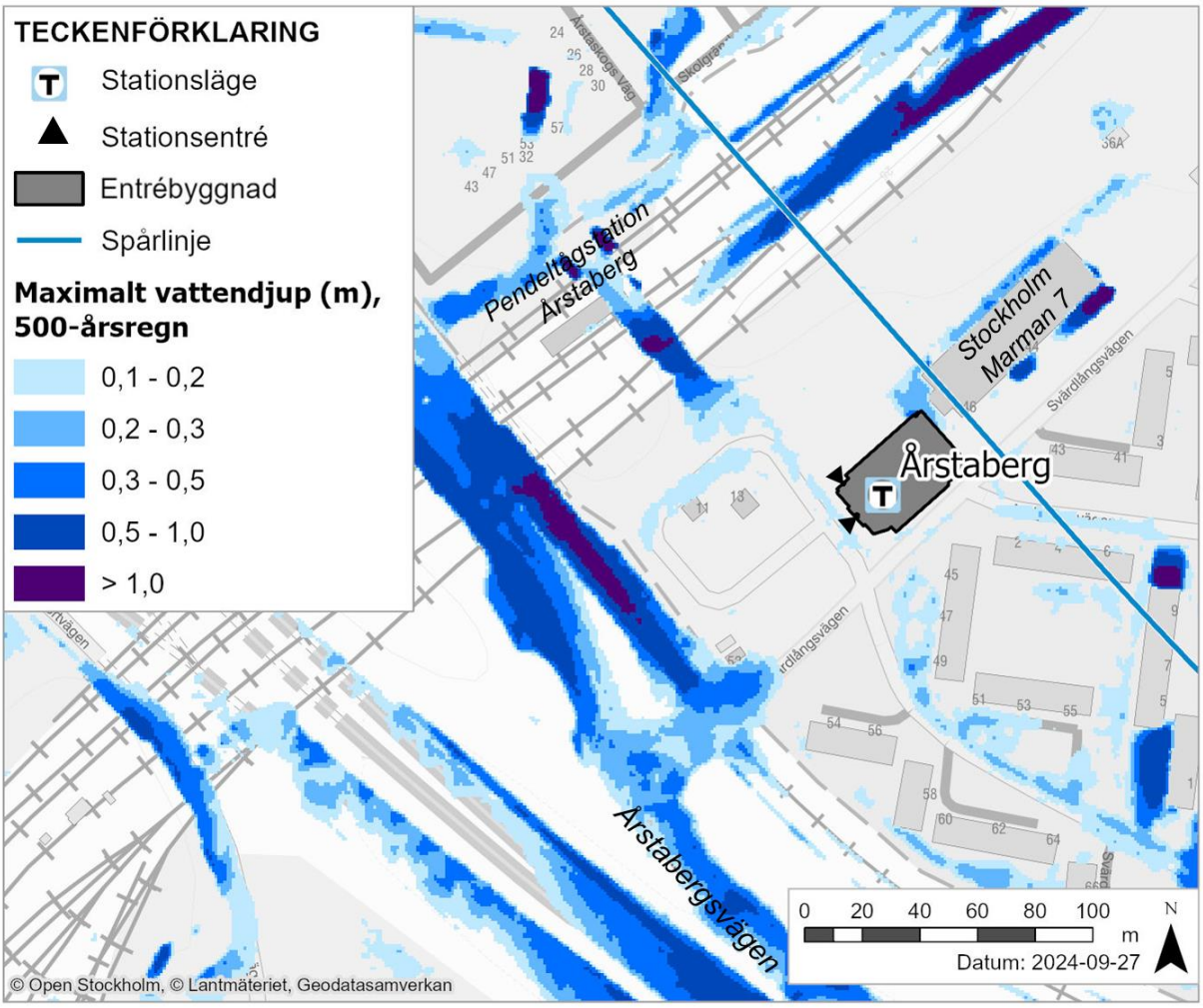
Känslighetsanalysen med en 500-årsregn visar att djupet ökar med mindre än 0,05 m i flödesvägen som går i gatan vid stationsentrén (Figur 13) och introducerar ingen ökad risk. Flödesvägens storlek ökar under ett 500-årsregn (Figur 14) och en skyfallsåtgärd vid Svärdlångsplan kan begränsas till lutning av vägen samt höjdsättning av trottoaren och stationsentrén för att leda vattnet ifrån stationsbyggnaden.

Den nya stadsutvecklingen i projektet Packrummet i Årstaberg[6], direkt norr om pendeltågstationen, kommer att öka hårdgöringsgraden och öka avrinningen till Svärdlångsplan. Enligt Länsstyrelserna i Stockholms län och Västra Götalands län (Länsstyrelserna, 2018) får ny bebyggelse inte

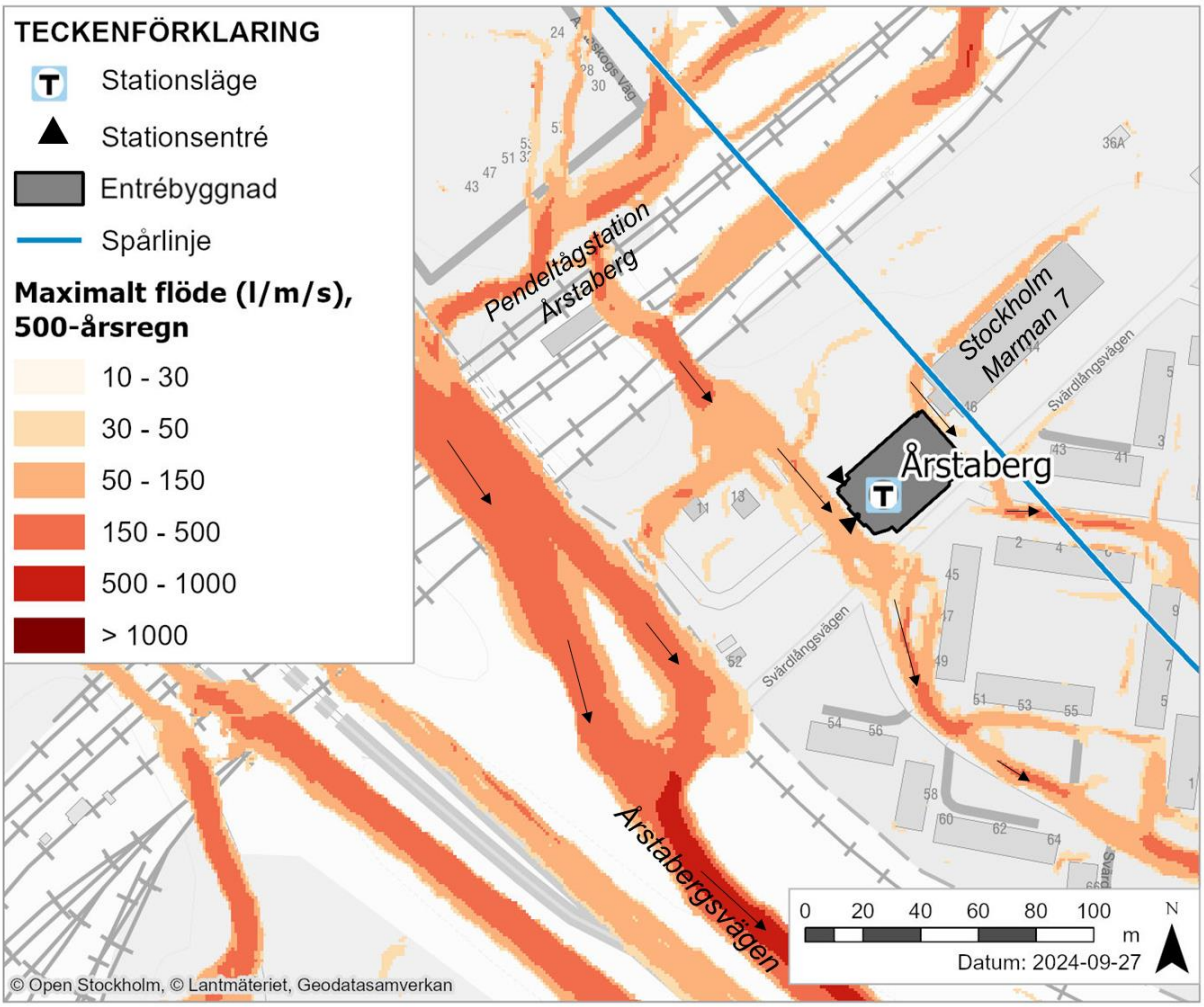
[6] https://vaxer.stockholm/projekt/nytt-bostadsomrade-i-arstaberg/

försämra för närliggande områden vid ett 100-årsregn vilket betyder att översvämningsrisken vid stationsentrén inte får försämras.

Dessutom finns det en lågpunkt och flödesväg från angränsande fastighet Stockholm Marman 7. Regn på norra sidan av nuvarande byggnad avrinner till Svärdlångsvägen genom parkeringen mellan fastighet och stationen (Figur 12 och Figur 14). Tunnelbanestationens nya byggnad bedöms inte förhindra denna flödesväg och flödesvägen påverkar inte översvämningsrisken vid stationsentrén.



Figur 13: Maximalt vattendjup vid stationsentrén i Årstaberg för modellerat 500-årsregn med klimatfaktor 1,3. Känslighetsanalys baserat på modell från skyfallsmodellering för den nya detaljplanen Årstaberg (SWECO, 2023a).



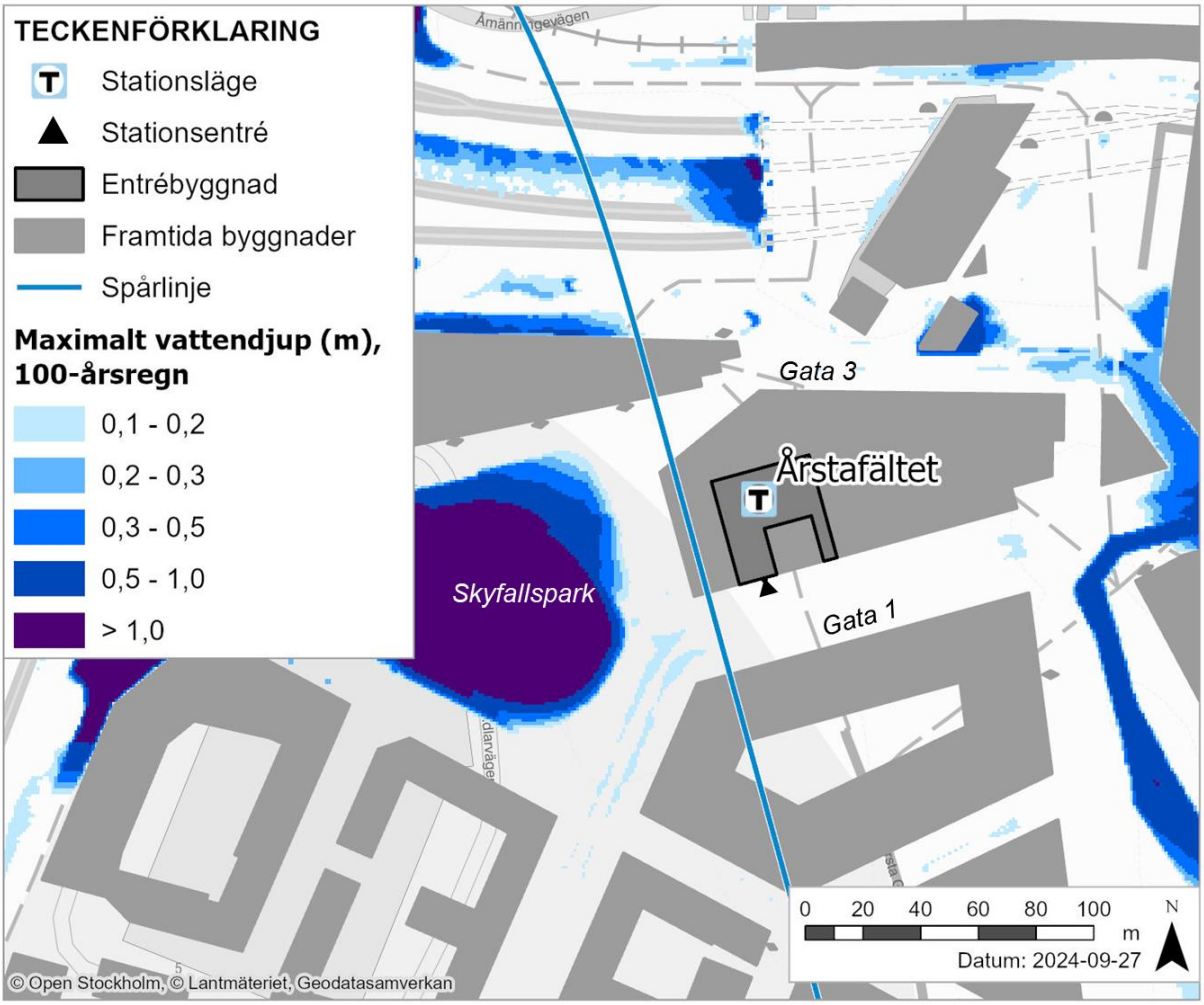
Figur 14: Flödesvägar vid stationsentrén i Årstaberg för modellerat 500-årsregn med klimatfaktor 1,3. Känslighetsanalys baserat på modell från skyfallsmodellering för den nya detaljplanen Årstaberg (SWECO, 2023a).

4.4 Station Årstafältet

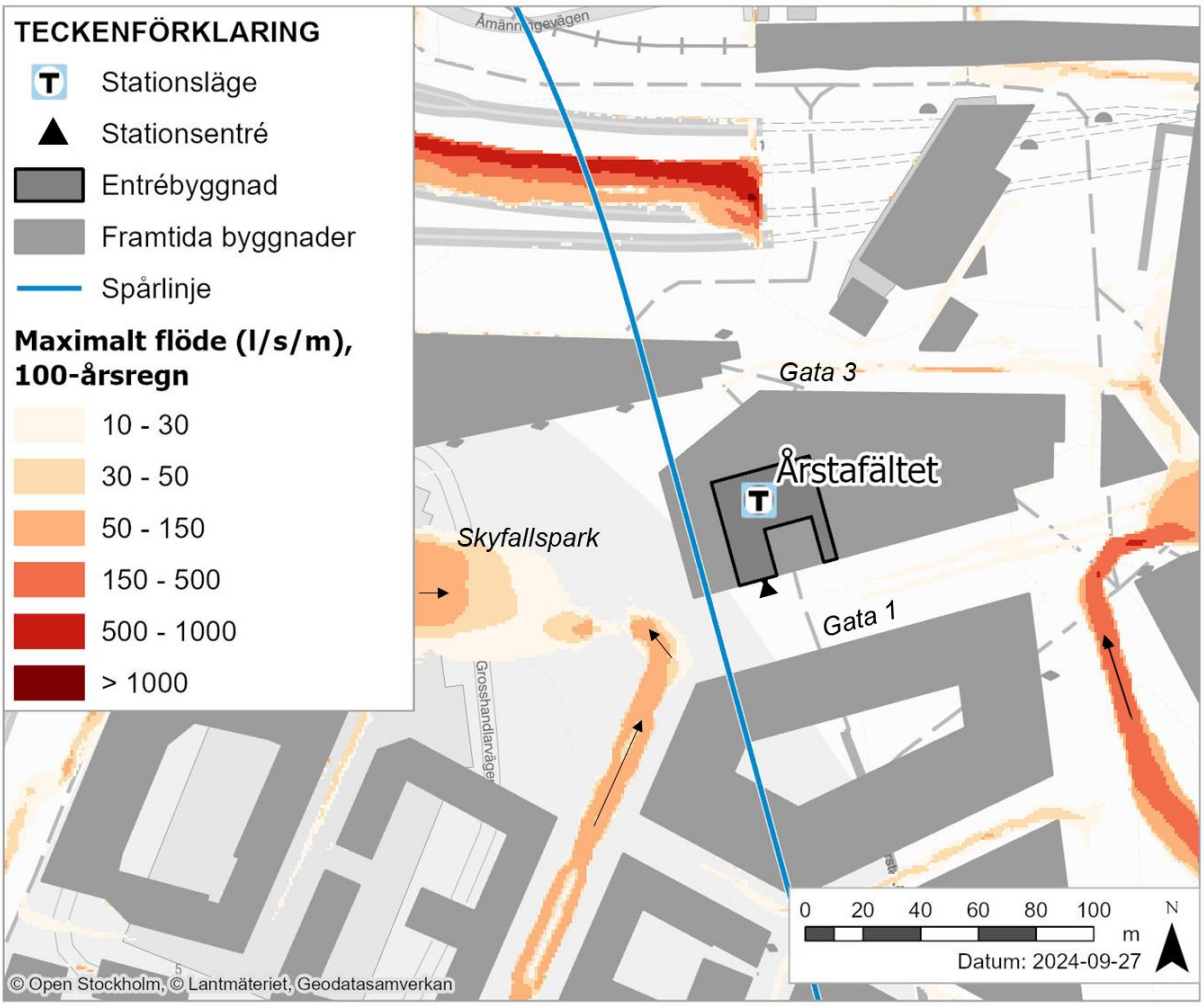
Årstafältet byggs ut och flertalet nya byggnader planeras att byggas såsom bostäder, kontor, skolor, idrottshall samt parker och torg. Den nya tunnelbanestationen Årstafältet kommer att ligga i bottenplan av en ny byggnad inom området kallat Etapp 2. Stationsentrén till tunnelbanan kommer vara belägen i södra delen av byggnaden som nås via planerad ny Gata 1.

Årstafältet är i dagsläget en lågpunkt och vattenmassor i samband med större regn behöver avledas eller fördröjas för att nybebyggelse inte ska ta skada eller orsaka skada vid ett 100-årsregn (Länsstyrelserna, 2018). Den nya stadsplaneringen innebär nya skyfallsåtgärder (SWECO, 2023b). Väster om stationsentrén planeras en skyfallspark, som ska fördröja vatten vid ett skyfall. För att studera effekterna vid ett skyfall vid driftscenariot av tunnelbanan studeras således modellerat framtidsscenario för fullt utbyggt område vid Årstafältet.

Modellresultatet i Figur 15 visar att under ett 100-årsregn skapas ett vattendjup på mer än 2,0 m i skyfallsparken. Vattnet håller sig inom skyfallsparken med en vattennivå av +16,4 m (Figur 16). Eftersom tunnelbanans stationsentré kommer anläggas på +16,8 m uppstår ingen risk för översvämning till följd av ett 100-årsregn.

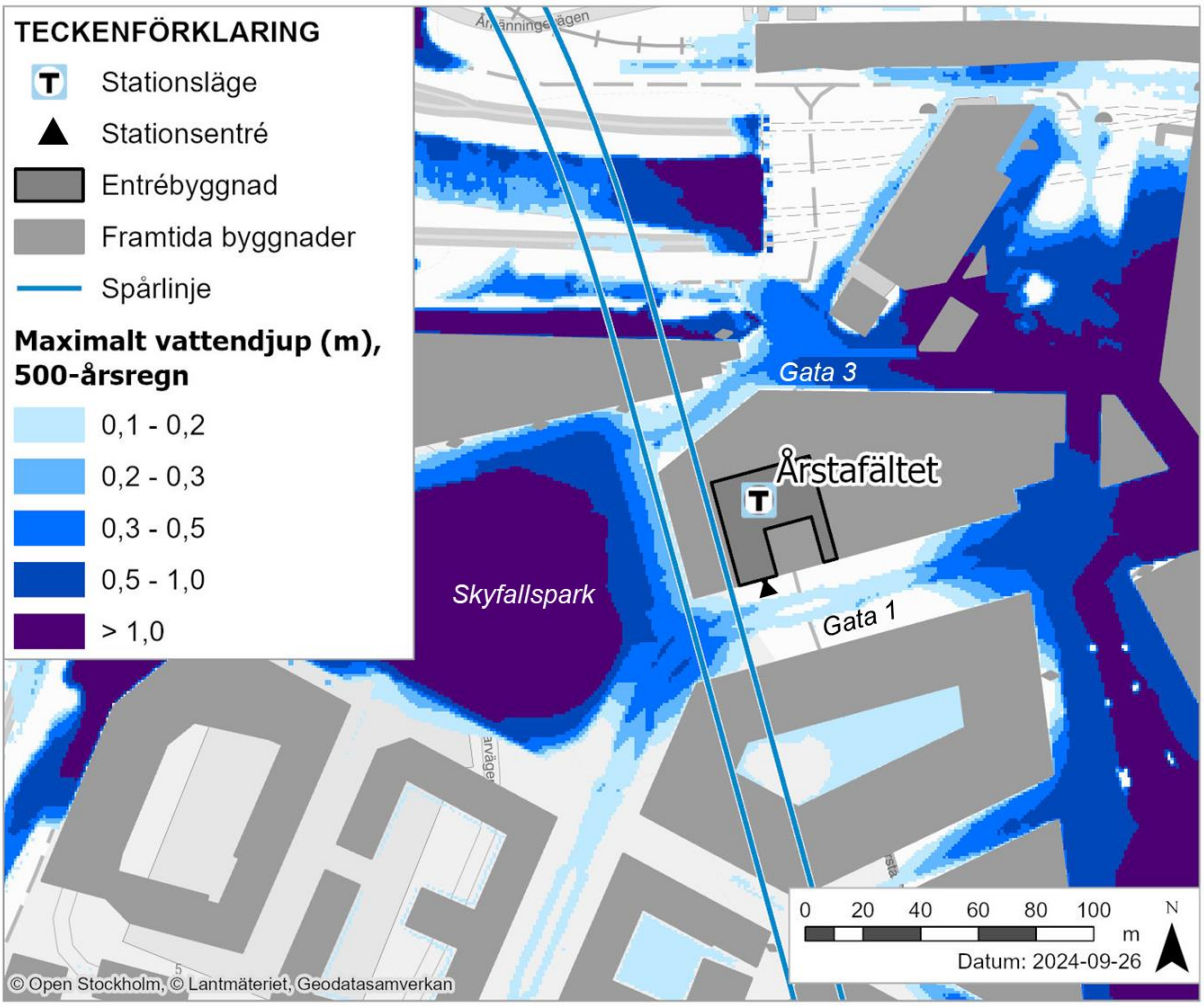


Figur 15: Maximalt vattendjup vid stationsentré i Årstafältet för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlaget visar nollalternativet som utreds i skyfallsmodellering stadsutveckling Årstafältet (SWECO, 2023b).

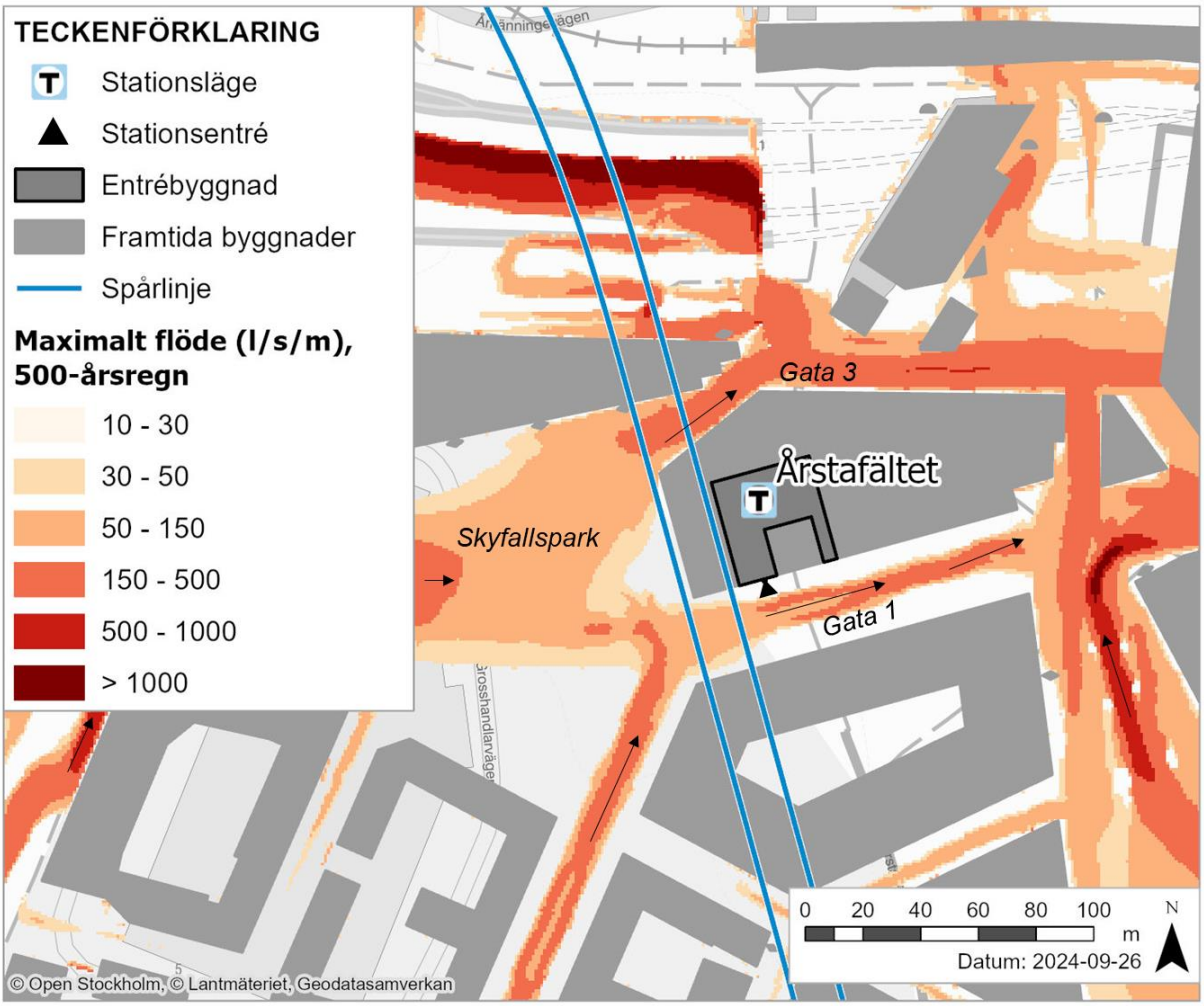


Figur 16: Flödesvägar vid stationsentré i Årstafältet för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlaget visar nollalternativet som utreds i skyfallsmodellering stadsutveckling Årstafältet (SWECO, 2023b).

Modellresultatet i Figur 17 visar känslighetsanalys av vattendjup under ett 500-årsregn. Vattnet når nu en nivå av +17,0 m och överstiger tröskelnivåer för lågpunkten i skyfallsparken och rinner vidare nordöstut mot Gata 3 (Figur 18). Den primära flödesvägen ligger norr om stationskvarteret, vars tröskel ligger på +16,7 m och överskrids först. Den sekundära flödesvägen från skyfallsparken är genom Gata 1 (vid stationsentré) vars tröskelnivå är +16,8 m. Flödena på den här flödesvägen är begränsade och modellresultaten visar ett djup på 0,1 m vid stationsentrén. Det betyder att vattennivån är under +16,8 m och inte kan rinna in i stationsentrén.



Figur 17: Maximalt vattendjup vid stationsentré i Årstafältet för modellerat 500-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlaget visar nollalternativet som utreds i skyfallsmodellering stadsutveckling Årstafältet (SWECO, 2023b).



Figur 18: Flödesvägar vid stationsentré i Årstafältet för modellerat 500-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlaget visar nollalternativet som utreds i skyfallsmodellering stadsutveckling Årstafältet (SWECO, 2023b).

4.5 Station Östbergahöjden

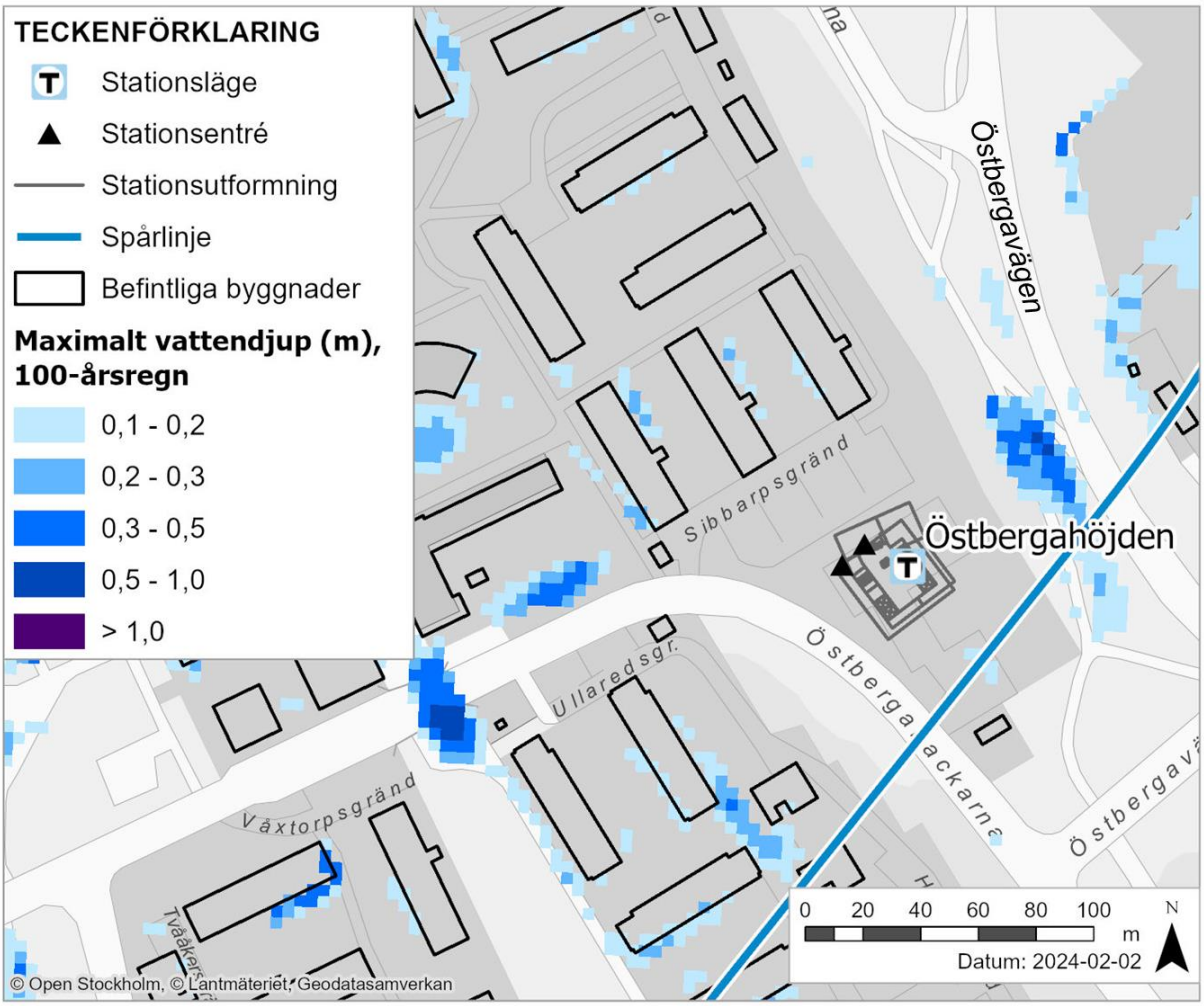
Station Östbergahöjden är en del av ett nytt kvarter som planeras där det idag inte finns några byggnader. Tunnelbanan kommer att ha två stationsentréer som kommer vara belägna i nordvästra samt norra delen av byggnaden.

Resultat från skyfallsmodelleringen av Stockholms stad (WSP, 2018) har använts för att bedöma översvämningsriskerna vid ett 100-årsregn. Inga nya byggnader eller terrängförändringar är inkluderade i modellen vilket gör att det inte är möjligt att utvärdera de flödesvägar som kommer att uppstå efter att tunnelbanans stationsbyggnad är färdigställd. Resultatet kan däremot användas för att identifiera potentiella översvämningsrisker utifrån befintliga förhållanden.

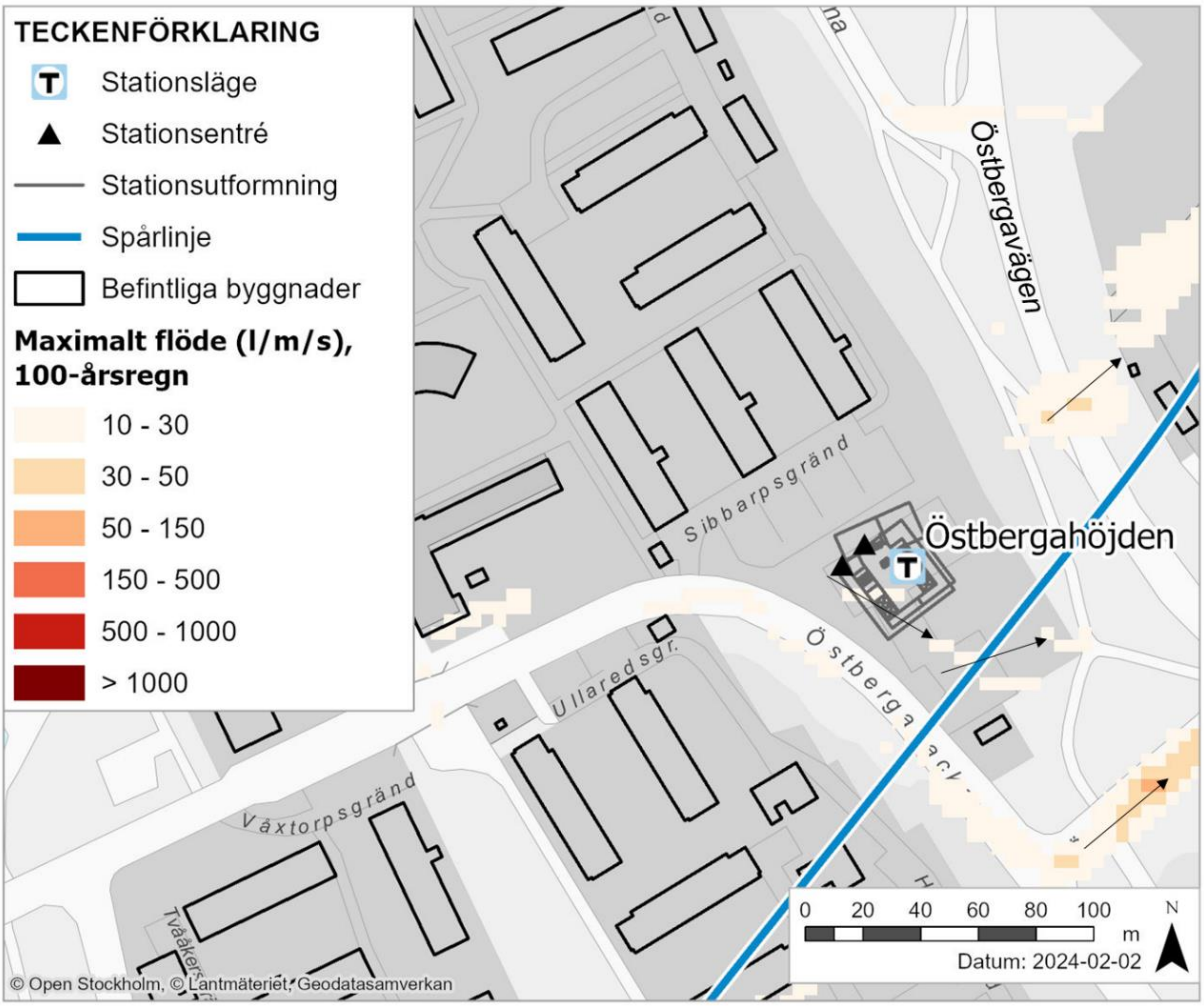
Figur 19 visar att inget vatten kommer att bli stående i närheten av stationsbyggnaden om befintliga marknivåer bevaras. Däremot är den nya

byggnaden placerad i en flödesväg från Sibbarpsgränd som rinner genom den planerade stationsbyggnaden från väst mot nordost till lägre terräng (Figur 20). Modellupplösningen är inte tillräcklig för att kunna bedöma storleken på flödesvägen eller vattendjupet, utan ger en generell översikt över vilken väg vattnet tar och var vattnet förväntas ansamlas.

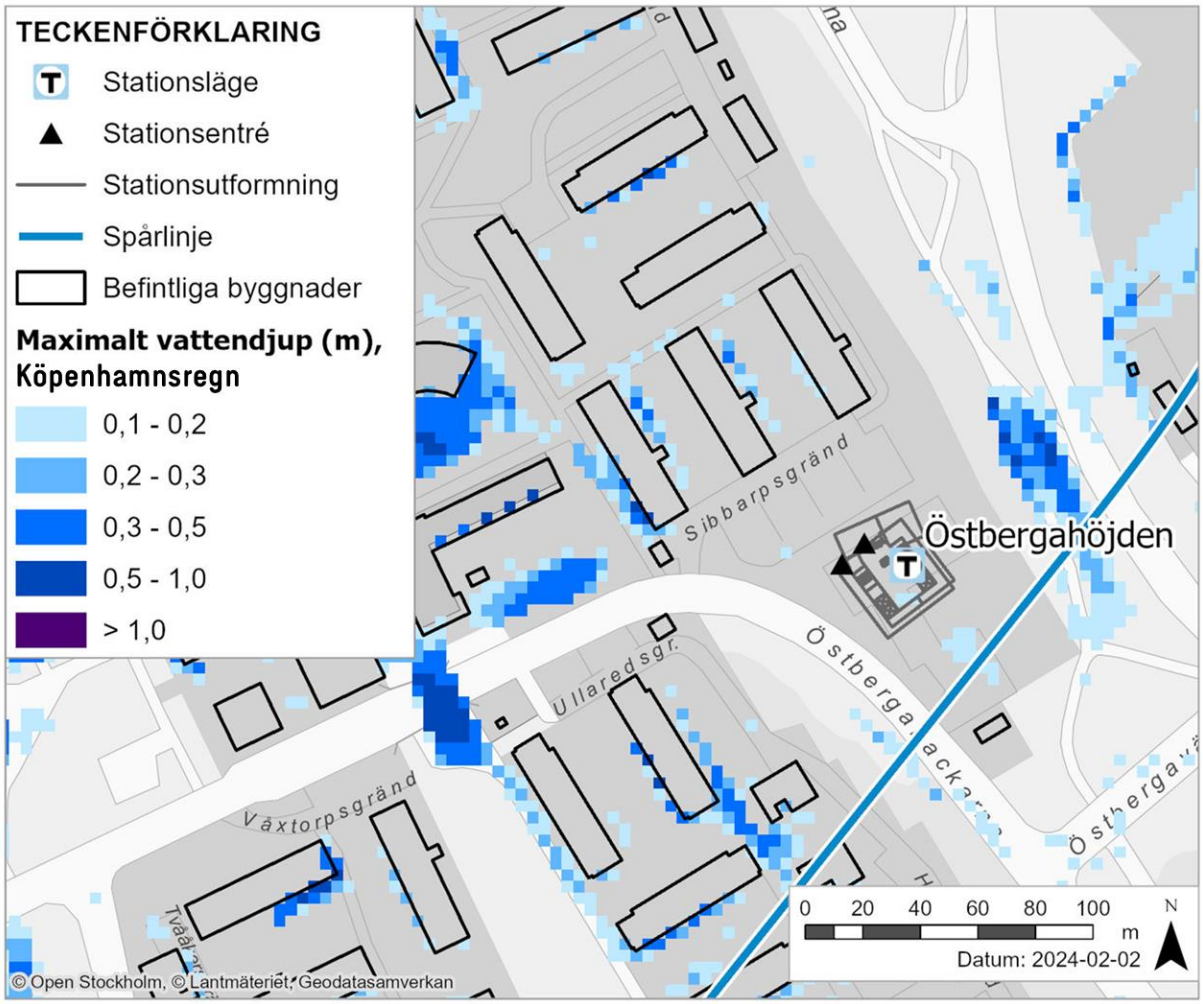
Känslighetsanalysen med Köpenhamnsregn i Figur 21 visar ingen förändring av stående vatten i lågpunkter inom stationsområdet. Däremot visar Figur 22 att flödet i flödesvägen från Sibbarpsgränd som rinner genom stationsområdet ökar.



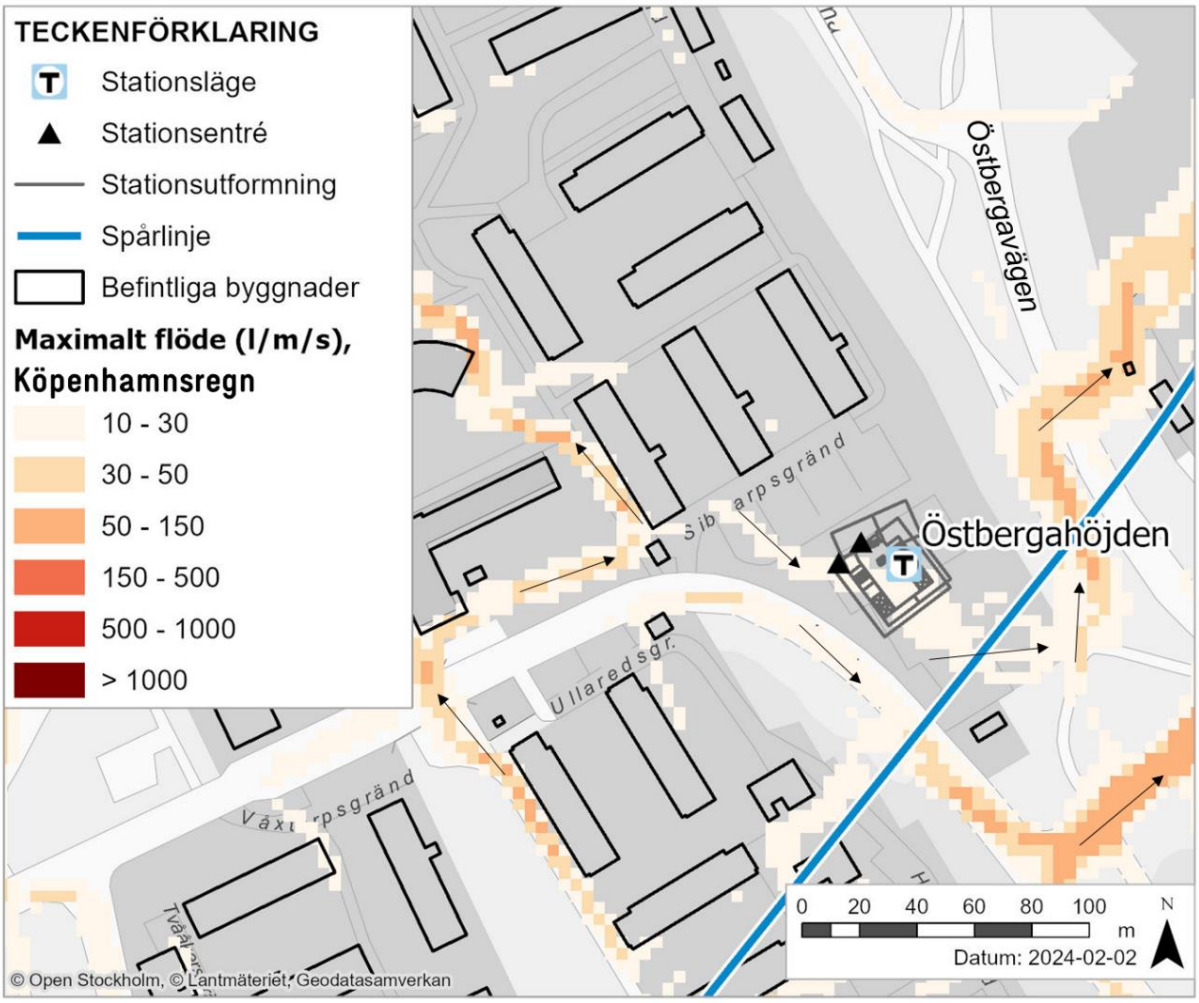
Figur 19: Maximalt vattendjup vid stationsentrérna Östbergahöjden för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).



Figur 20: Flödesvägar vid stationsentréerna Östbergahöjden för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).



Figur 21: Maximalt vattendjup vid stationsentréerna Östbergahöjden för modellerat Köpenhamnsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).



Figur 22: Flödesvägar vid stationsentréerna Östbergahöjden för modellerat Köpenhamnsregn. Underlagt från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018).

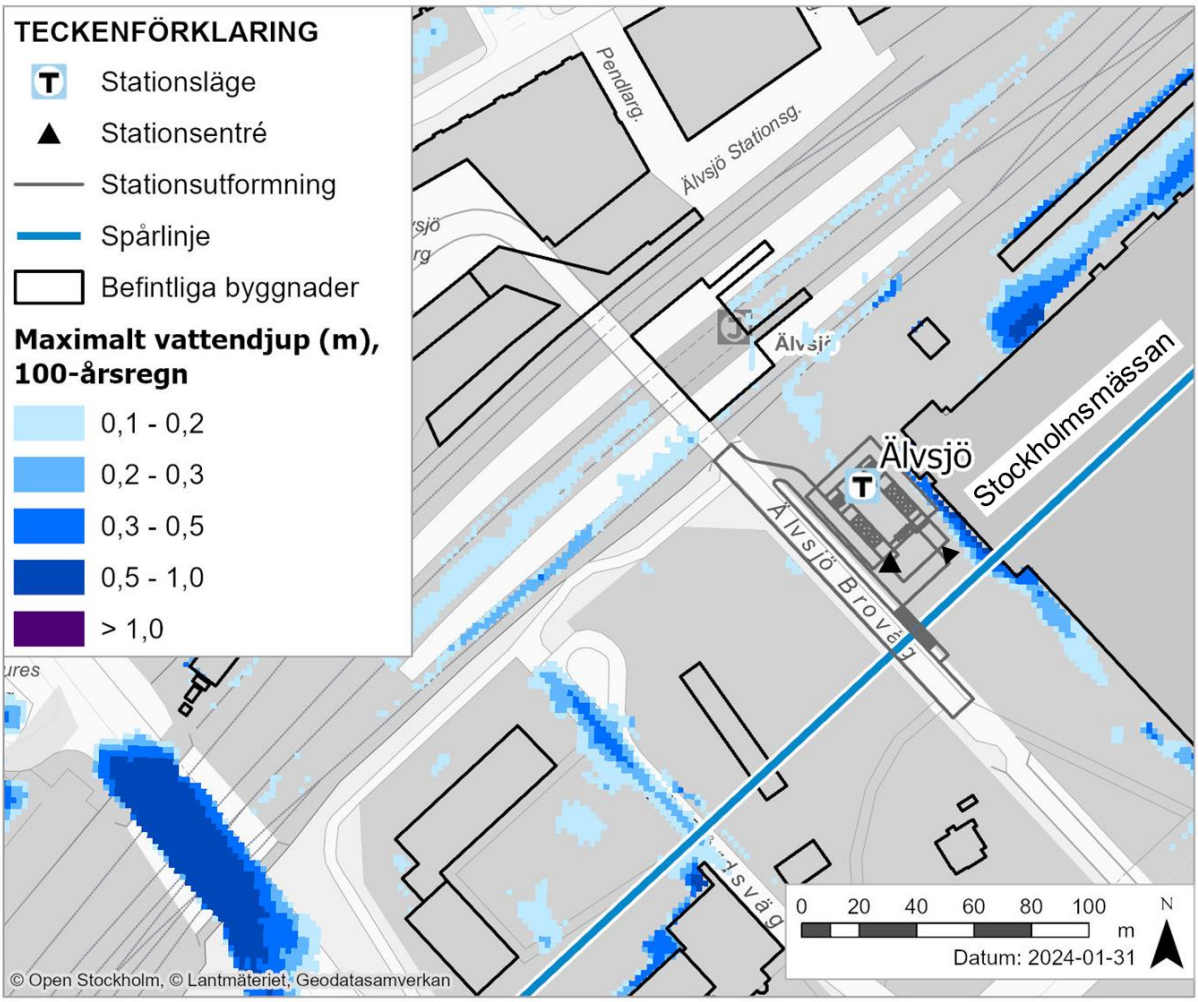
4.6 Station Älvsjö

Station Älvsjö är en fristående byggnad som placeras mellan Stockholmsmässan och befintlig pendeltågstation. Tunnelbanestationens stationsentré kommer att vara belägen i byggnadens södra hörn som är markerad i Figur 23 och Figur 24.

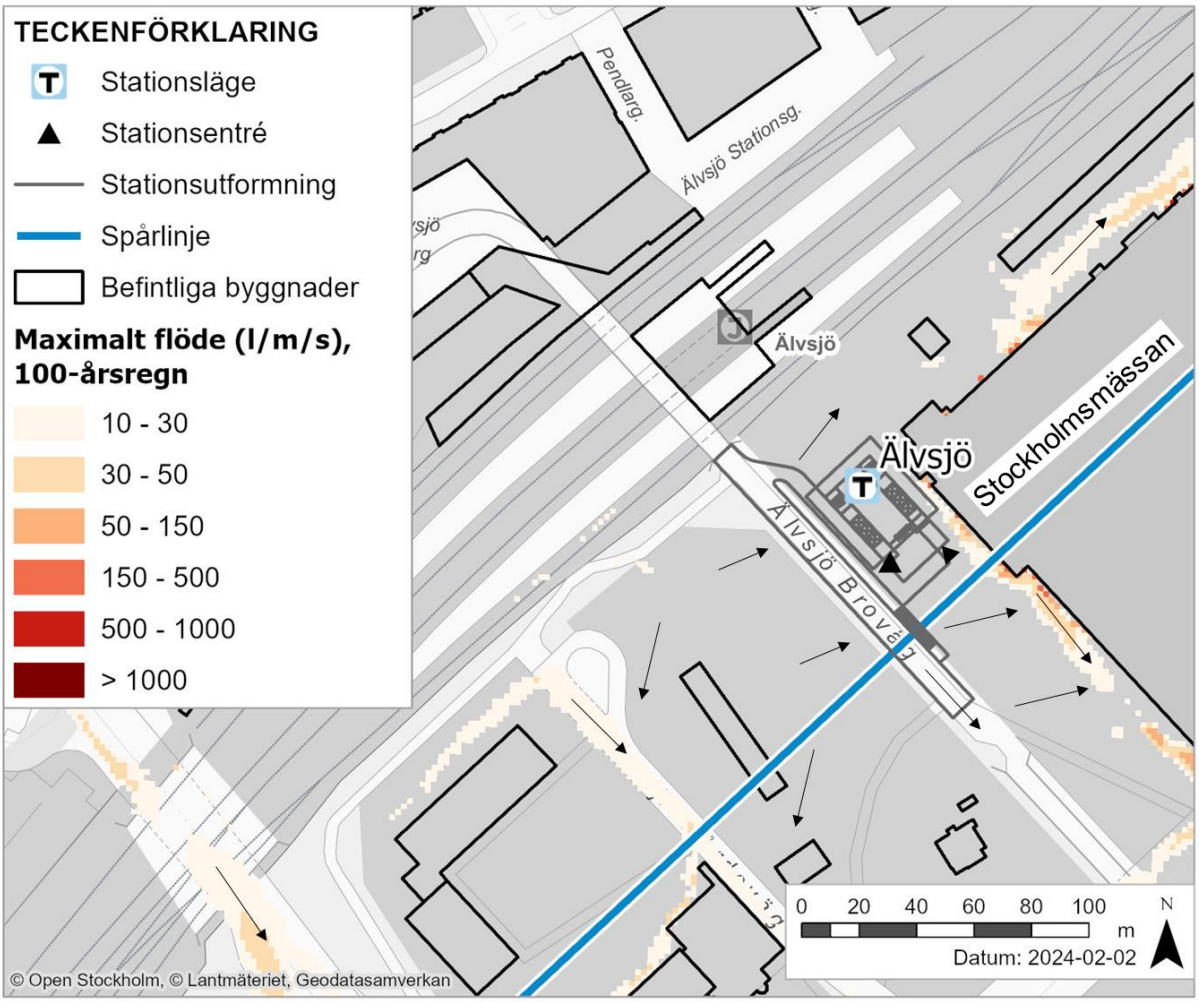
Skyfallsmodellering av den befintliga situationen i Älvsjö är utförd inom projektet *Förstudie skyfallshantering Älvsjö-Örby* (SWECO, 2022a). Eftersom modellen har använt den befintliga situationen är byggnader och terrängförändringar som kommer utföras i samband med utbyggnaden av stationen inte inkluderade. Nuvarande marknivå är omkring +28 m där stationen planeras byggas. Efter färdig utbyggnation planeras marknivån vid stationsentrén till tunnelbanan ligga på +34,34 m, vilket är över den befintliga vägen Älvsjö Broväg som ligger på cirka +33 m (se Figur 26). Det betyder att det inte finns en risk för flödesvägar in mot stationsentrén.

Terrängen sluttar mot sydost och avrinningen sker i sydostlig riktning (Figur 24) men det uppstår inte några betydliga flödesvägar längs Älvsjö Broväg. Modellen som inkluderar station Älvsjö har enbart belastats med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Eftersom det inte föreligger någon risk för tunnelbaneentrén anses det inte nödvändigt att utföra en känslighetsanalys för denna station.

Resultatet från modelleringen med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 visar att vattenansamlingar med en vattennivå på +26,9 m uppstår vid Stockholmsmässan som ligger lägre än den planerade stationsentrén (Figur 23). Hissentrén som ligger i närheten till dessa vattenansamlingar är höjdsätt på +29,01 m, och har därmed gott om marginal till vattennivån på +26,9 m.



Figur 23: Maximalt vattendjup vid stationsentré i Älvsjö för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25. Underlag från befintlig situation i Förstudie skyfallshantering Älvsjö-Örby (SWECO, 2022a).



Figur 24: Flödesvägar vid stationsentré i Älvsjö vid ett 100-årsregn scenario. Underlag från befintlig situation i Förstudie skyfallshantering Älvsjö-Örby (SWECO, 2022a).

Omgivningspåverkan

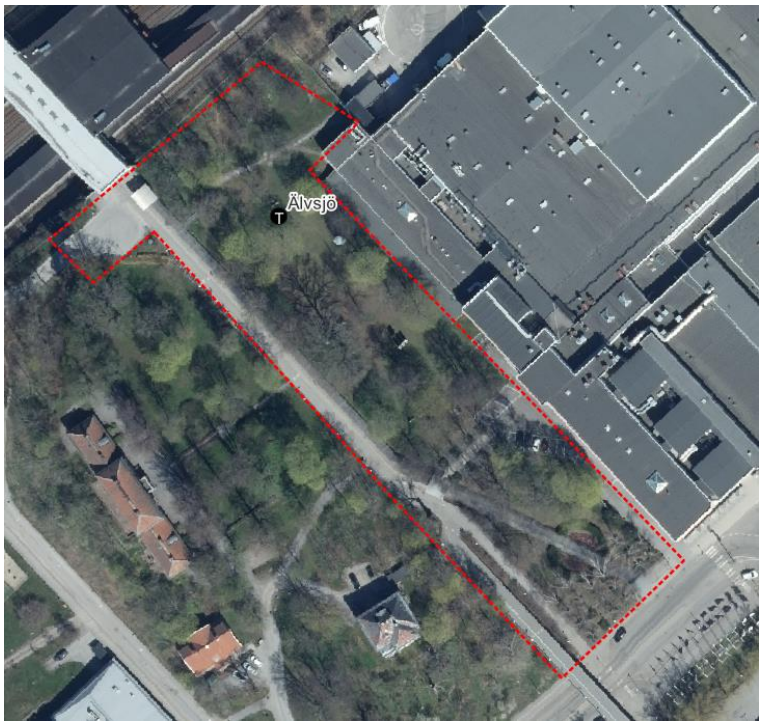
Stationsbyggnaden är del av en ny detaljplan för stationsområdet (Figur 26). Inom detaljplanområdet (en yta av ca 11 000 m²) ökar hårdgjorda ytor från ca 1670 m² i den befintliga situationen (Figur 25) till ca 4600 m² i den nya detaljplanen. Denna ökning av hårdgjorda ytor ger en högre avrinning av cirka 180 m³, som kan försämra översvämningssituationen i omgivningen. I Tabell 2 presenteras den förändrade markanvändningen och avrinningen för befintlig och framtida situation. Det finns inga lågpunkter inom detaljplanen som tas bort (se Figur 23) och det är således endast fördröjning på grund av en ökad andel hårdgjorda ytor som behöver tas hänsyn till. Fördröjning av den här avrinningen behöver tas hänsyn till i detaljplanen för att inte försämra för nedströms liggande områden.

Tabell 2: Uppskattning av förändring i avrinning till följd av ökningen i hårdgjorda ytor. Avrinningskoefficienter är valt 1,0 för hårdgjorda ytor och 0,4 för övriga ytor, vilket är ett konservativt antagande för grönytor under ett 100-årsregn. I beräkningar används en regnvolym av 102 mm, motsvarande ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 enligt Dahlströmsekvationen.

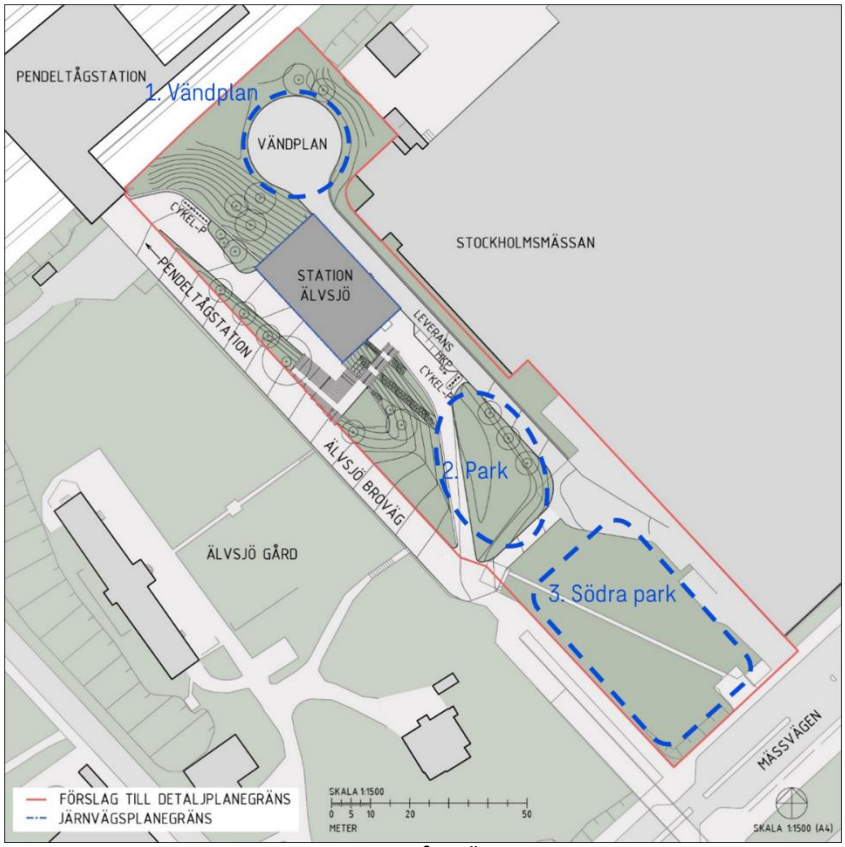
	Hårdgjorda ytor (m^2)	**Övriga ytor (m^2)**	**Total avrinning (m^3)**
Befintlig situation	1670	4600	**413**
Ny detaljplan	5980	3050	**792**
Skillnad			**+180**

Fördröjning kommer delvis att ske genom dagvattenmagasinet av stationsbyggnaden. Dimensionering av magasinet är pågående och kommer att fördröja en del av den 180 m^3 utökade avrinningen. Vid projektering av höjdsättning behöver höjdsättningen säkerställa att den kvarvarande fördröjningen kan hanteras ytligt inom ytor som kan tillåtas att översvämmas vid ett skyfall.

Inom detaljplansgränsen finns det tre områden som identifieras ha möjlighet för att skapa fördröjningen: vändplanen (510 m^2), en park i mitten (660 m^2) och en park söderut (1740 m^2) (angivna i Figur 26). Alla tre ytorna kan användas för att skapa den erforderliga fördröjningsvolymen, men en kombination av ytorna kan också användas. Samtliga föreslagna åtgärder kan genomföras utan ytterligare markanspråk. Stockholms Stad behöver säkerställa frödröjningsbehovet vid projektering av detaljplanen. Vid projektering är det viktigt att det säkerställs i höjdsättningen att vattnet kan ledas ytligt till valda fördröjningsytor.



Figur 25: Befintlig situation med den nya detaljplangränser av station Älvsjö. Källa: Lantmäteriet.



Figur 26: Ny detaljplan av stationsområde Älvsjö. Tre möjliga översvämningsytor är markerade i blått.

4.7 Övriga tunnelbaneanläggningar

Följande avsnitt utvärderar översvämningsrisken från ett 100-årsregn för brandgasschakt, teknikbyggnad, luftutbyteschakt samt servicetunnlar. Figurer är enbart infogade där översvämningsrisker identifieras.

4.7.1 Luftutbytesschakt Fleminggatan

På Fleminggatan kommer ett luftutbyteschakt anläggas. Vid ett 100-årsregn uppstår inga vattenansamlingar vid planerat luftutbytesschakt. Däremot flödar vatten längs Fleminggatan till ett vattendjup om 0,2 m. Anläggningen planeras byggas 0,6 m över gatunivå och därmed uppstår ingen översvämningsrisk vid ett 100-årsregn.

Från känslighetsanalysen med ett Köpenhamnsregn bedöms inte heller någon översvämningsrisk för anläggningen. Inget vatten ansamlas vid anläggningen och vattennivån på det flödande vattnet uppgår även här till 0,2 m.

4.7.2 Brandgasschakt Fridhemsgatan

På Fridhemsgatan kommer ett brandgasschakt att anläggas. I dagsläget finns en ca 0,6 m hög mur mellan trottoaren och den slänt som lutar uppåt mot Kungsholmens grundskola som befinner sig omkring 5 m högre än gatunivån. Det är i denna slänt som brandgasschaktet planeras att anläggas, minst 0,6 m högre än gatunivå. I flödesvägen längs Fridhemsgatan uppgår vattendjupet till 0,4 m vid ett 100-årsregn. Anläggningen bedöms inte utsättas för en översvämningsrisk baserat på flödesvägen i Fridhemsgatan.

Känslighetsanalysen visar att vattenflödet i Fridhemsgatan inte heller utgör en risk vid ett Köpenhamnsregn då vattendjupet uppgår till ca 0,5 m. Däremot måste anläggningen utformas på ett sådant sätt så att vatten från slänten inte orsakar någon skada.

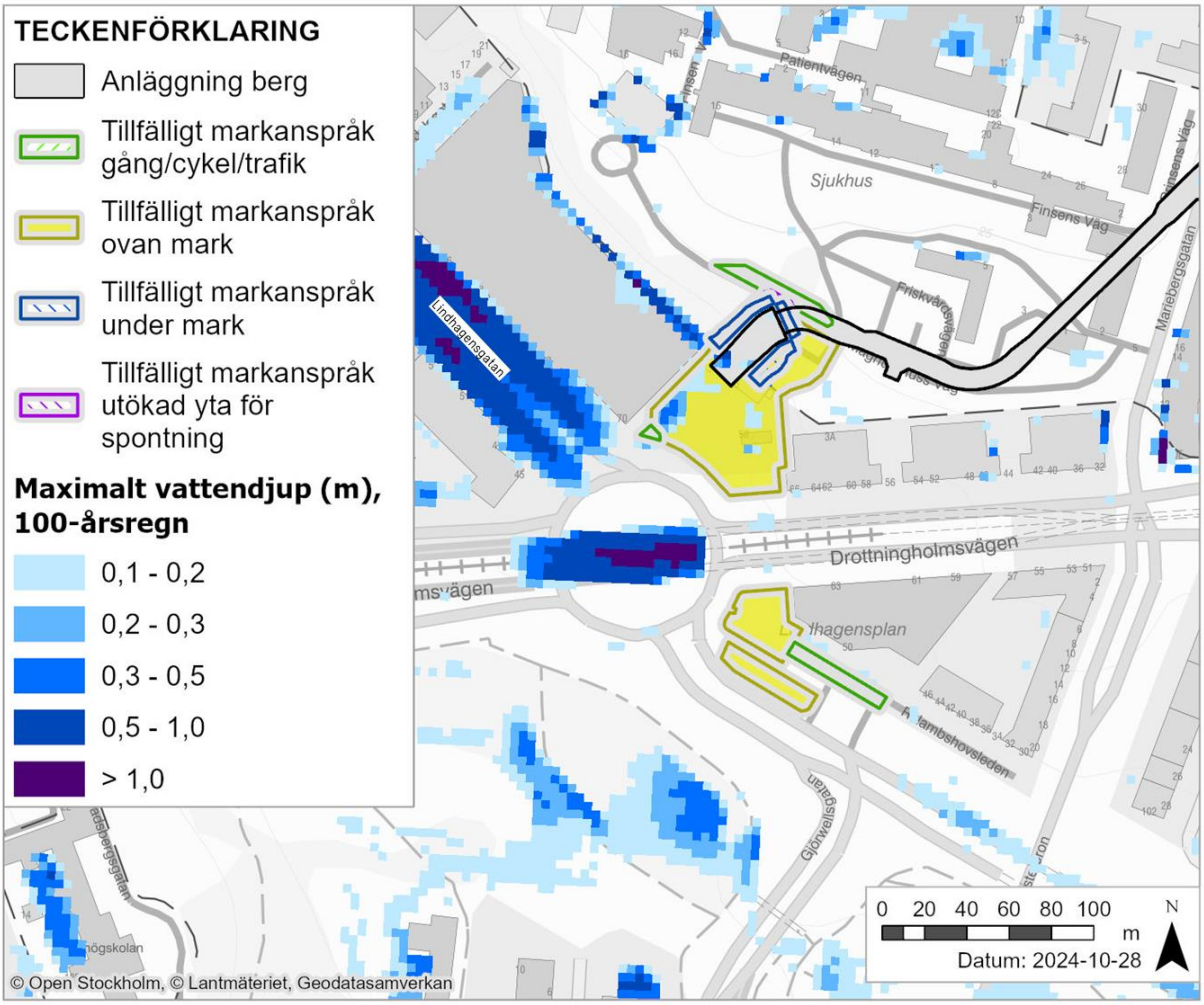
4.7.3 Servicetunnel Lindhagensplan

På Lindhagensplan planeras en arbetstunnel som även kommer att användas som en servicetunnel i driftskedet. Med dagens höjdsättning rinner vatten från norr, runt den planerade servicetunneln och vidare mot Lindhagensgatan och ansamlas i den lägre terrängen vid den befintliga byggnaden med en vattennivå på +8,9 m (Figur 27 och Figur 28).

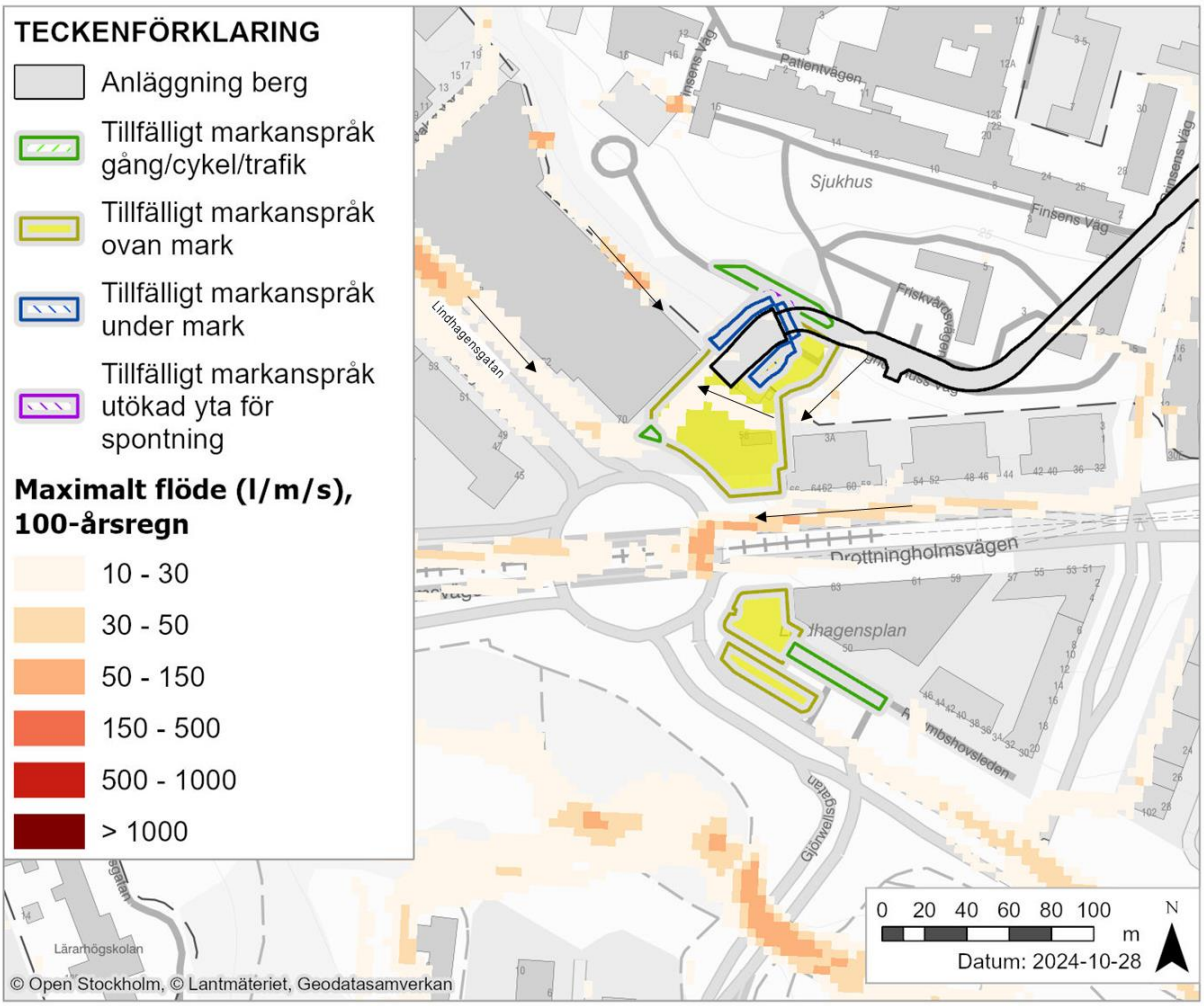
Resultatet från känslighetsanalysen med ett Köpenhamnsregn visar att flödet norrifrån som rinner förbi anläggningen ökar (Figur 30). Även vattenansamlingen i lågpunkten på Lindhagensgatan ökar och breder ut sig till arbetstunnelns mynning (Figur 29) varpå anläggningen riskerar att översvämmas. Vattennivån i vattenansamlingen uppgår till +9,7 m varpå anläggningen bör anläggas över denna nivå för att säkra tunneln från ett mer extremt regn. Det vatten som rinner förbi anläggningen behöver även beaktas och ledas runt tunnelmynningen.

Tunnelmynningen är projekterad med en tröskelnivå som tas hänsyn till vattennivåer som kan uppstå under ett 100-årsregn. Tröskeln ligger precis i tunnelmynningen.

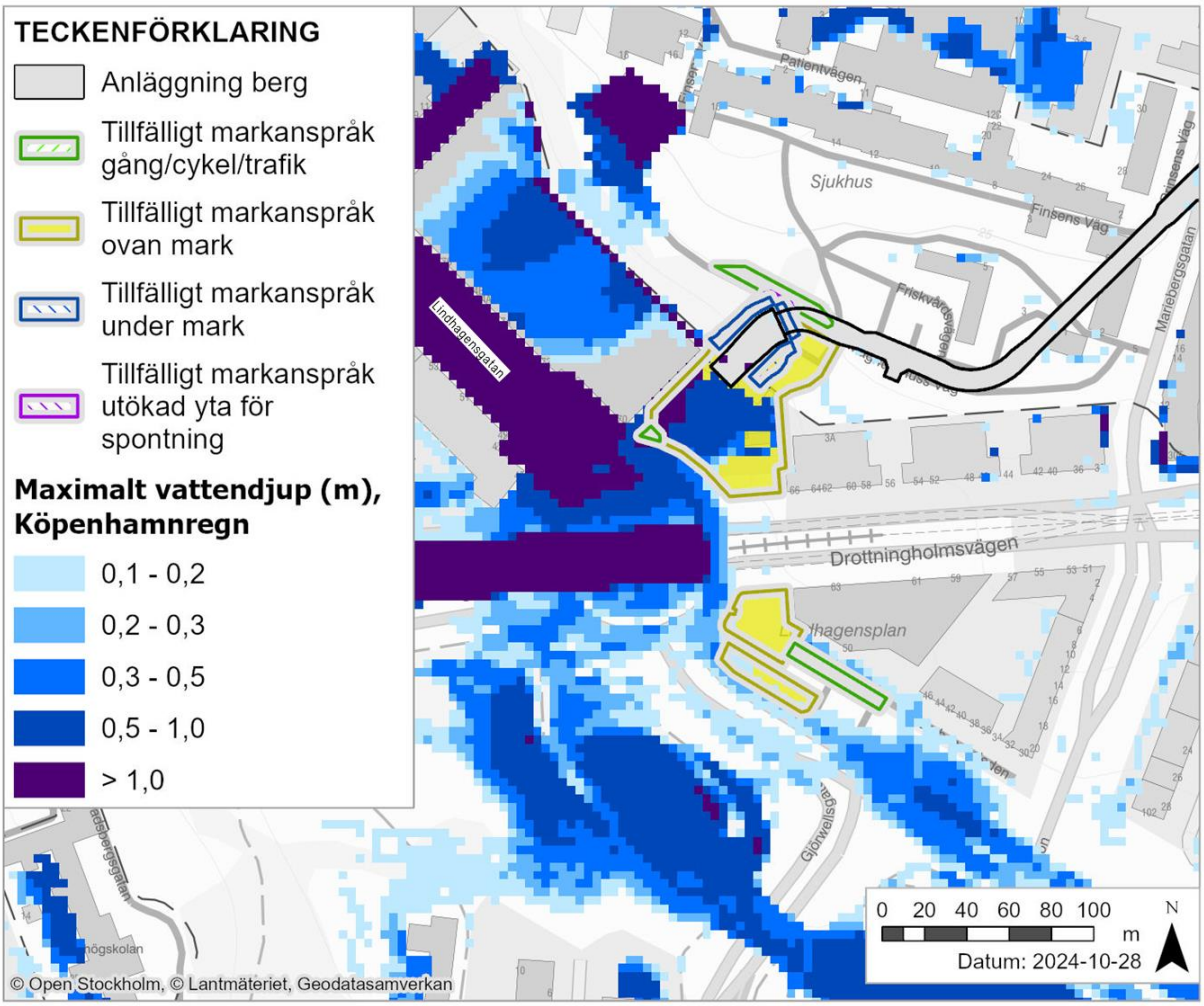
Inom de tillfälliga etableringsytorna finns det inga betydliga ändringar i höjdsättningarna. Byggnader relaterat till bensinstation som står nu i området kommer att rivas. Omgivningspåverkan utifrån ett översvämningsperspektiv bedöms därmed vara obetydlig.



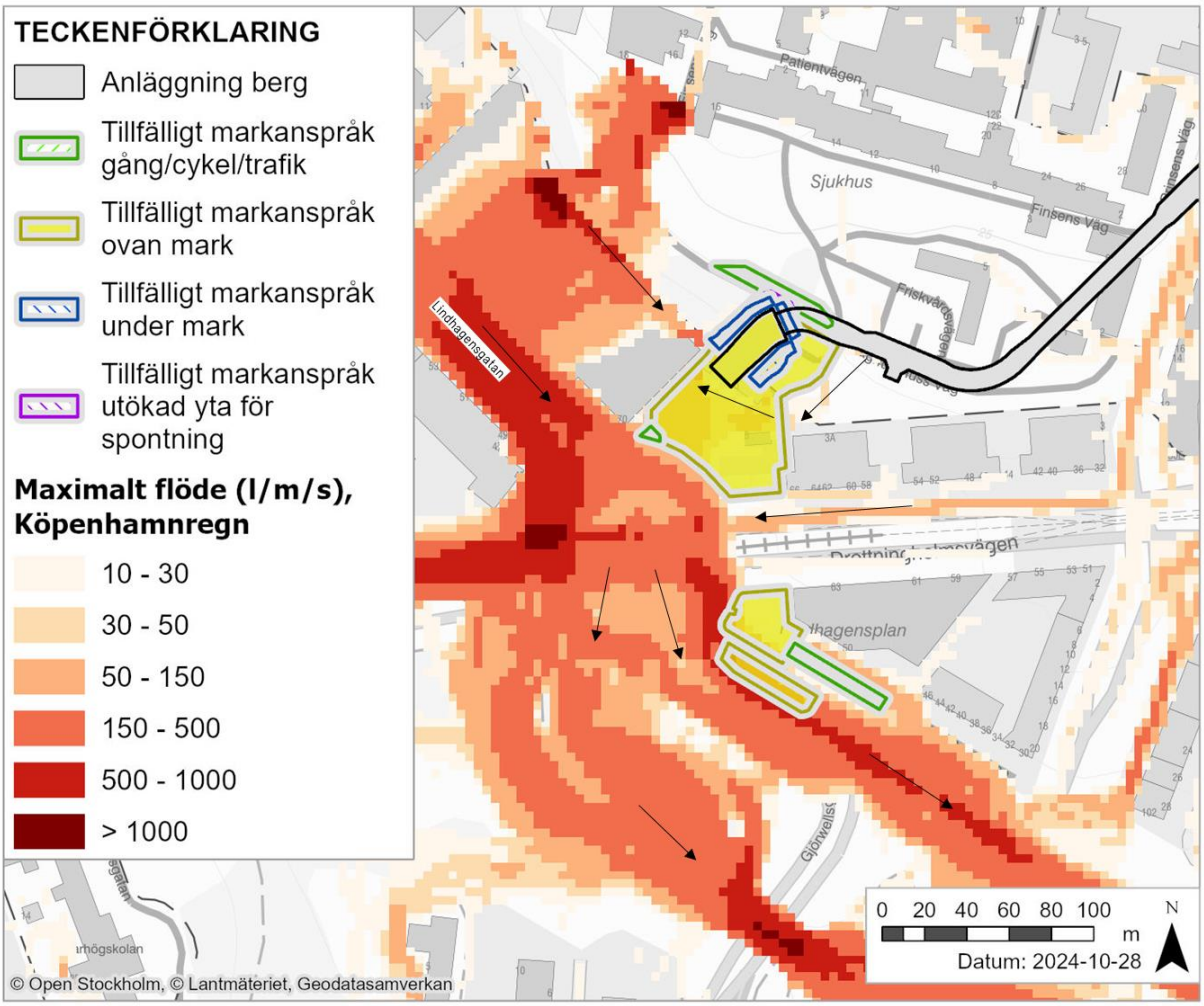
Figur 27: Maximalt vattendjup vid servicetunnel Lindhagensplan för modellerat 100-årsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018). Tröskeln i tunnelmynningen ligger precis på börjar av *anläggning berg*.



Figur 28: Flödesvägar vid servicetunnel Lindhagensplan för modellerat 100-årsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018). Tröskeln i tunnelmynningen ligger precis på början av *anläggning berg*.



Figur 29: Maximalt vattendjup vid servicetunnel Lindhagensplan för modellerat Köpenhamnsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018). Tröskeln i tunnelmynningen ligger precis på början av *anläggning berg*.



Figur 30: Flödesvägar vid servicetunnel Lindhagensplan för modellerat Köpenhamnsregn. Underlag från befintlig situation i Stockholms stads skyfallskartering (WSP, 2018). Tröskeln i tunnelmynningen ligger precis på början av *anläggning berg*.

4.7.4 Teknikbyggnad Långholmen

På södra sidan av Långholmen, väster om Västerbron ska en teknikbyggnad anläggas. Varken vid ett 100-årsregn eller Köpenhamnsregn utsätts anläggningen för översvämningsrisk.

Eftersom anläggningen befinner sig i närheten av Mälaren har även kravet om att analysera en vattennivå på +2,7 m utförts och inte heller då riskerar anläggningen att översvämmas då den är projekterad till +3,5 m. Den känsliga delen av byggnaden som ligger på källarvåningen kommer att vara placerad över +2,7 m.

Teknikbyggnaden och den omgivande detaljplanen kommer möjligtvis att öka andelen hårdgjorda ytor i området och därmed ge en högre avrinning. Lutningen av terräng gör att ytavrinning sker till Pålsundet, som är del av Mälaren. Flödesvägarna passerar en husvagnscamping, där påverkan av det

högre flödet bedöms vara obetydliga. Därmed finns det ingen negativ omgivningspåverkan utifrån ett översvämningsperspektiv.

4.7.5 Luftutbytesschakt Liljeholmsstranden

På Liljeholmsstranden, intill Mälaren (Liljeholmsviken) kommer ett luftutbyteschakt anläggas. Inget vatten ansamlas och inga flödesvägar passerar luftutbytesschakten, varken vid ett 100-årsregn eller Köpenhamnsregn och anläggningen riskerar inte att översvämmas vid ett skyfall. Inte heller en förhöjd vattennivå på Mälaren till +2,7 m utgör en översvämningsrisk eftersom markytan vid den planerade placeringen av luftutbytesschakten är +2,0 m och en betongkonstruktion som höjer sig minst 1 m från befintlig markyta ska anläggs. Spont och sockel kommer projekteras som vattentät konstruktion och därmed klarar av stående vatten. Det gör att varken skyfall (100-årsregn och Köpenhamnsregn) eller förhöjd vattennivå på Mälaren (+2,7 m) utgör en risk för översvämning.

4.7.6 Luftutbytesschakt Hägerstensvägen

På Hägerstensvägen kommer ett luftutbyteschakt att anläggas vars betongkonstruktion höjer sig minst 1 m. Det uppstår ingen risk för översvämning vid varken ett 100-årsregn eller ett Köpenhamnsregn då det inte rinner några flödesvägar och inga vattenansamlingar uppstår vid anläggningen.

4.7.7 Servicetunnel Södertäljevägen

Den befintliga arbetstunneln vid Södertäljevägen kommer att fungera som en servicetunnel under driftskedet. Längs med Södertäljevägen uppstår en flödesväg vid ett 100-årsregn vars flöde ökar vid ett Köpenhamnsregn. Vatten ansamlas längs med Södertäljevägen i anslutning till tunnelmynningen. Vattennivån uppgår till +13,2 m vid ett Köpenhamnsregn. Då höjdpunkten av tunnelmynningen ska vara +13,4 m uppstår ingen risk för översvämning.

Inom etableringsytan finns det inga betydliga ändringar i höjdsättningarna. Byggnader relaterat till bensinstation som nu står i området kommer att rivas. Omgivningspåverkan kommer därmed att vara obetydlig utifrån ett översvämningsperspektiv.

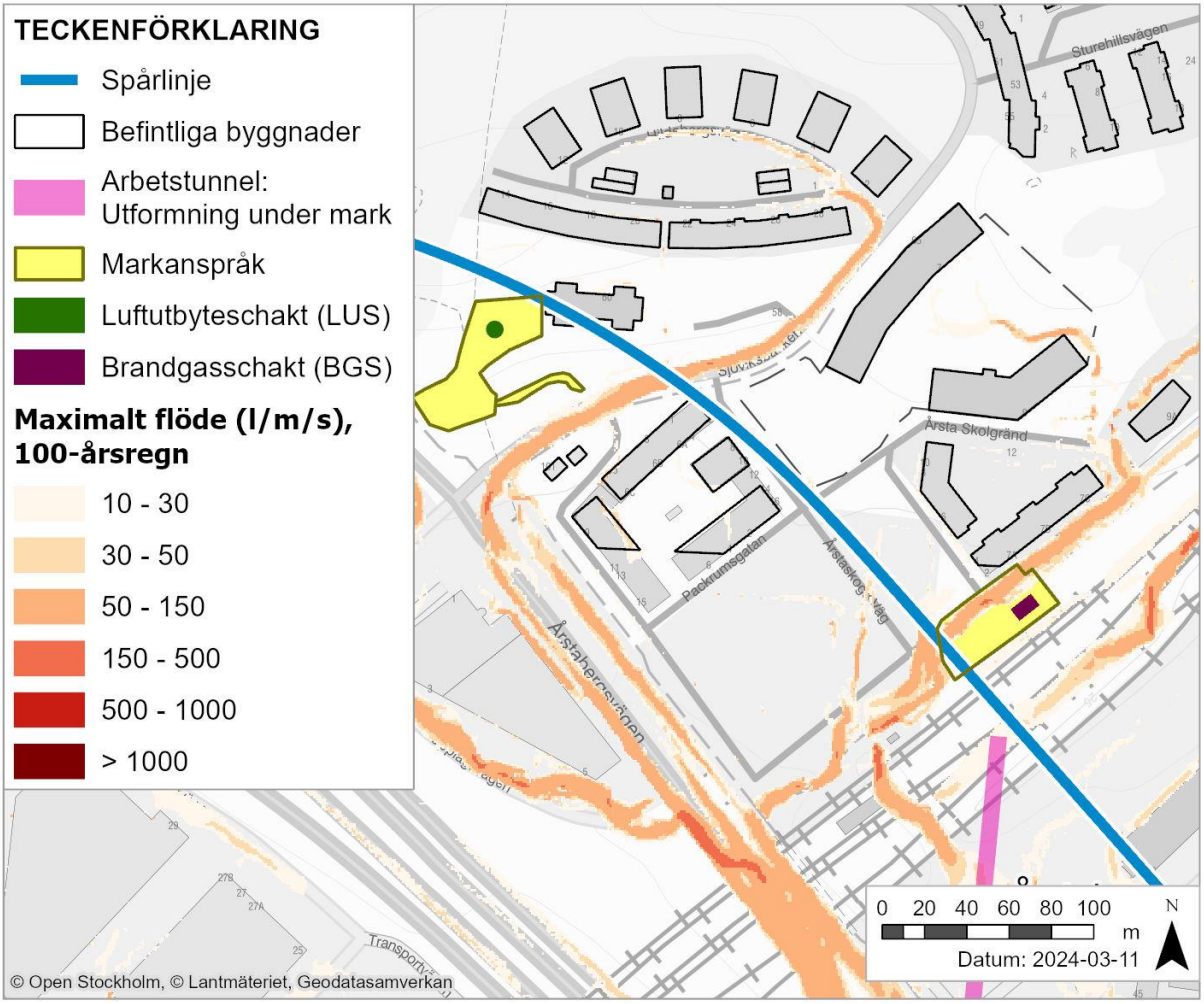
4.7.8 Luftutbytesschakt Sjöviksbacken

På Sjöviksbacken kommer ett luftutbyteschakt att anläggas. Det uppstår ingen risk för översvämning vid varken ett 100-årsregn eller 500-årsregn då det inte rinner några flödesvägar och inga vattenansamlingar uppstår vid anläggningen.

4.7.9 Brandgasschakt Årsta Skolgränd

På Årsta Skolgränd kommer brandgasschakt Årsta Skolgränd att anläggas. På Årstaskogsvägen och bredvidliggande GC-väg uppstår en flödesväg i samband med ett 100-årsregn som rinner i sydvästlig riktning (Figur 31).

Vattendjupet på flödet uppgå till 0,2 m vid både ett 100-årsregn och ett 500-årsregn. Det är längs denna väg anläggningen ska byggas. Beroende på hur höjdsättning av området och anläggningen är utformad, med fokus på de dörrar som leder in i anläggningen, kan det uppstå en risk att vatten kan ta sig in genom dessa dörrar. Genom att höja anläggningen, alternativt tröskeln vid dörröppningarna med minst 0,2 m från markytan riskerar inte anläggningen att översvämmas. Ett alternativ är att bygga dörrarna täta, vilket förhindrar att vattnet kan tränga in.



Figur 31: Flödesvägar vid övriga tunnelbaneanläggningar väster om Årstaberg för modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,3. Underlag från befintlig situation i skyfallsmodellering för den nya detaljplanen Årstaberg (SWECO, 2023a). I figuren visas också Luftutbytesschakt Sjöviksbacken.

4.7.10 Luftutbytesschakt Östbergavägen

På Östbergavägen kommer ett luftutbyteschakt anläggas. På vägen går i dagsläget en flödesväg på platsen där anläggningen ska byggas. Flödesvägen uppstår både under ett 100-årsregn och 500-årsregn vars vattennivå uppgår till 0,2 m. Vid ett 100-årsregn och ett 500-årsregn uppstår en vattenansamling med ett djup om 0,2 m respektive 0,3 m i

anslutning till anläggningen. Eftersom anläggningen planeras att bestå av en betongkonstruktion med minsta höjd över befintlig markyta på 1 m uppstår ingen risk för översvämning av anläggningen baserat på att konstruktionen klarar av stående vatten.

4.7.11 Luftutbytesschakt Östbergabackarna

På Östbergabackarna kommer ett luftutbyteschakt att anläggas vars betongkonstruktion höjer sig minst 1 m från befintlig markyta. Inga flödesvägar rinner i anslutning till anläggningen. Under ett 100-årsregn uppstår ingen vattenansamling i anslutning till byggnaden och vid ett 500-årsregn uppstår en vattenansamling med ett djup av 0,2 m. Baserat på att konstruktionen klarar av stående vatten uppstår ingen risk för översvämning av anläggningen.

4.7.12 Luftutbytesschakt Åbyvägen

På Åbyvägen kommer ett luftutbyteschakt anläggas. Det uppstår ingen risk för översvämning vid varken ett 100-årsregn eller Köpenhamnsregn då det inte rinner några flödesvägar eller uppstår några vattenansamlingar i anslutning till luftutbyteschaktet.

5. Förslag till skadeförebyggande åtgärder

För fåtalet tunnelbaneentréer, brandgasschakt och servicetunnlar visar utförd utredning att ett skyfall kan orsaka översvämning som i sin tur kan leda till skada på anläggningen. Följande kapitel ger förslag till det vidare arbetet med att skyfallssäkra dessa anläggningar i form av allmänna rekommendationer och specifika åtgärder samt att förhindra omgivningspåverkan.

5.1 Allmänna rekommendationer

För att undvika att kraftiga regn leder till översvämningar som potentiellt kan påverka tunnelbanans infrastruktur negativt, är det av yttersta vikt att noga överväga konstruktionen av ingångar och andra tillträdesvägar. En effektiv hantering av ytvatten är avgörande för att säkra stationsentréerna mot översvämning till följd av ett 100-årsregn. Detaljplanearbetet spelar en central roll i detta arbete genom beslut rörande stadsplanering, som inkluderar bland annat bestämning av höjdnivåer, placering av nya byggnader samt hantering av dagvatten och skyfall. Det är essentiellt att den kontinuerliga samverkan mellan förvaltningen och Stockholms stad fortsätter.

Följande åtgärder rekommenderas för att undvika skador i framtiden:

- Vid utformningen av tunnelbaneanläggningen måste risker för översvämning vägas in. Särskild omsorg krävs vid utformning av ingångar, tunnelmynningar och andra passager för att säkerställa att anläggningen står emot ett regn som statistiskt sett inträffar en gång

per 100 år, justerat för en klimatfaktor på 1,2. Åtgärder bör baseras på grundliga analyser av varje enskild stationsentré, vilka framgår i avsnitt 5.2.

- Säkerhetsmarginal mellan vattennivå och golvnivå, för både vattenansamlingar och flödesvägar, används som ett skydd mot översvämning. Anläggningarna bör, där det är möjligt, utformas med en säkerhetsmarginal på åtminstone 0,2 m.

- Förvaltningen säkerställer fortsatt dialog med Stockholms stad om den fysiska planeringen kring stationerna och deras närområden. Förvaltningen har avsikten att i dialog med Stockholms stad säkerställa att kommunens stadsutvecklingsplaner kring stationerna innefattar ett dagvattensystem och skyfallsåtgärder som hanterar avrinning vid stationernas tillträdespunkter även under kraftiga nederbördsförhållanden. Det är även viktigt att dialogen klargör ansvarsfördelningen mellan förvaltningen och Stockholms stad. Stationsområden som behöver att ta särskild hänsyn till dialogen med Stockholms Stad framgår i avsnitt 5.2.

Den här rapporten bedömer översvämningsrisken vid stationerna, teknikbyggnaden, luftutbytesschakten, brandgasschakten och servicetunnlar under drifttiden. För byggtiden har utredningar utförts gällande översvämningsrisker och behov av åtgärder för arbetstunnlar, etableringsytor, sänkschakt och startgropen för tunnelborrmaskinerna. Dessa utredningar utgör underlag för vidare projektering.

5.2 Åtgärder vid stationsentréer

Påverkan på vattendjup och flödesvägar vid stationsentréerna till följd av skyfall bedöms i avsnitt 4.1 till 4.6. Den nya planerade anläggningen klarar förvaltningens krav på att anläggningen inte får ta skada av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 med undantag för station Östbergahöjden. För station Östbergahöjden finns en liten översvämningsrisk från en flödesväg som behöver hanteras i kommande detaljplan för området. Dessutom behövs åtgärder inom detaljplanen för station Älvsjö för att förhindra omgivningspåverkan. Känslighetsanalysen med mer extremt regn visar inga ytterligare översvämningsrisker för samtliga entréer.

Detta avsnitt ger en sammanfattning av skyfallsanalyserna och åtgärderna som har vidtagits.

5.2.1 Station Fridhemsplan

Station Fridhemsplan har tre befintliga entréer. Översvämningsrisk föreligger enbart för ingången vid Fridhemsgatan ifall tröskel (såsom kantsten) in till entré saknas. Eftersom åtgärder vid befintliga entréer i Fridhemsplan inte ingår i projektet har stationen inte utretts vidare. Förvaltningen har avsikten att säkerställa hantering av frågan.

5.2.2 Station Liljeholmen

Stationsentré Liljeholmstorget

Inom Liljeholmstorget vid befintlig stationsentré, som planeras att bevaras, finns idag ett lågpunktsområde med risk för översvämning. Åtgärder behövs för att ha samma dimensioneringsnivå för stationsentré Liljeholmstorget som för nya anläggningen. Möjliga åtgärder är en skyfallsledning som leder vatten från Liljeholmstorget till Trekantsparken (SWECO, 2022b) eller en ändring i lutningen av torget för att delvis bygga bort eller flytta lågpunkten. Åtgärden ingår inte i förvaltningens uppdrag då det är en redan befintlig ingång utan bör realiseras inom den nya stadsutvecklingen av Liljeholmstorget.

Stationsentré Trekantsparken

Nuvarande skyfallsmodellering visar att vid ett 100-årsregn ligger vattennivån vid den planerade placeringen av stationsentrén på ca +3,7 m vilket inte utgör en risk för översvämning då entrén kommer byggas på nivån +5,1 m. Detsamma gäller även för ett 500-årsregn vars översvämningsnivå är +4,0 m.

Stationsutbyggningen och de ytterligare hårdgjorda ytorna av den nya detaljplanen kommer att öka avrinningen. Avrinning sker genom Trekantsparken till sjön Trekanten. Trekantens stora yta gör att påverkan på vattennivån vid en ökad avrinning anses vara obetydlig. Därmed bedöms omgivningspåverkan vara obetydlig ur ett översvämningsperspektiv.

5.2.3 Station Årstaberg

Vid station Årstaberg bedöms det finnas en mindre risk för översvämning från rinnvägar på gator i anslutning till stationsentrén. Åtgärder för skyfall vid Svärdlångsplan kan begränsas till en lutning av vägen och höjdsättning av trottoaren vid stationsentréerna.. I nuvarande höjdsättning har hänsyn tagits till dessa åtgärder.

Det rinner en flödesväg från angränsande fastighet Stockholm Marman 7 och vidare mellan fastigheten och tunnelbanebyggnaden som behöver tas hänsyn till i framtida situation. I utformningen av tunnelbanestationen förhindras inte denna flödesväg.

5.2.4 Station Årstafältet

Som del av skyfallslösningar i stadsutvecklingen Årstafältet planeras en skyfallspark väster om stationsentrén. Skyfallsparken kommer minska risken för översvämning vid ett 100-årsregn inom området jämfört med nuläget. Viktigt är däremot att gatusektioner och gators profil i anslutning till stationsentrén utformas så att ytavrinning sker på ett säkert sätt mot skyfallsparken.

Under ett 500-årsregn finns en mindre rinnväg längs Östbergavägens planerade nya sträckning. Stationsentrén på Östbergavägen kan skyddas mot flödesvägen genom höjdsättning av trottoaren, vilken behöver tas hänsyn till i detaljplanen för området.

5.2.5 Station Östbergahöjden

Nuvarande skyfallsmodellering använder en höjdmodell där den planerade tunnelbanestationen inte ingår. En mindre flödesväg korsar den planerade platsen för stationsbyggnaden och behöver åtgärdas. Den starka lutningen i befintlig terräng bedöms göra det möjligt att använda höjdsättning av vägar och trottoarer för att leda vattnet runt byggnaden vid ett skyfall. Risken för översvämning av stationsentrén kan minskas genom att luta marken ut från byggnaden och genom att skapa tydliga ytavrinningsstråk. På denna plats gäller den allmänna rekommendationen (avsnitt 5.1) att det är viktigt att förvaltningen och Stockholms stad har en tät dialog. Förvaltningen bör bevaka höjdsättningen som sker i det nya området för att säkerställa att tunnelbaneentrén skyddas mot översvämning.

5.2.6 Station Älvsjö

Inga åtgärder behövs för att skydda station Älvsjö mot skyfall. Höjdsättningen av den nya stationsbyggnaden skyddar stationsentréerna från skyfallsrisken. Vatten kan ansamlas och ställa sig mot den nya byggnaden på östra sidan, vilket bör beaktas i projekteringen.

Den nya stationsbyggnaden och den omgivande detaljplanen ökar andelen hårdgjorda ytor och kan påverka översvämningsrisken nedströms. Åtgärder för fördröjning behövs vid planering av området för att förhindra en ökad avrinning. Beräkningar inkluderat i detta PM visar att det är rimligt att realisera fördröjningen på ytorna inom detaljplansgränsen. Det behöver hanteras i Stockholms stads detaljplan för området.

5.3 Åtgärder vid övriga tunnelbaneanläggningar

Eventuell påverkan från skyfall gällande vattendjup och flödesvägar för övriga tunnelbaneanläggningar bedöms i avsnitt 4.7. Vid fåtalet anläggningar bedöms det föreligga en risk för översvämning. För dessa anläggningar föreslås skadeförebyggande åtgärder för att säkerställa att förvaltnings krav på att anläggningen inte får ta skada av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 uppfylls. Åtgärder bör förhindra att vattnet rinner in servicetunnlar eller skadar övriga tunnelbaneanläggningar vilket kan leda till driftstopp under en längre period.

Av de övriga tunnelbaneanläggningarna som beskrivas i avsnitt 4.7 är det endast Brandgasschakt Årsta Skolgränd där risk för skyfall kvarstår vilket behöver åtgärdas och därför beskrivs i detta avsnitt.

5.3.1 Brandgasschakt Årsta Skolgränd

Brandgasschakten planeras att byggas längs med den väg där vattnet rinner vid ett skyfall varpå det förekommer en risk att vatten som ansamlas tränger in genom dörrarna till anläggningen. Risken är beroende på hur höjdsättning av området och anläggningen är utformad. Det föreslås att höja byggnaden, alternativt bygga en tröskel minst 0,2 m högre än marknivån för att undvika att vatten tar sig in i anläggningen. Ett annat alternativ är att bygga dörrarna täta, vilket förhindrar att vatten tränger in.

6. Referenser

Afry. (2020). *Hydromorfologi Trekanten och Långsjön.*

Boverket. (den 22 12 2020). *PBL Kunskapsbanken. Klimataspekter och tidsperspektiv*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tidsperspektiv/

FUT. (2023). *Projekt Älvsjö Kravlista 2023-001. Dokumentnummer 1351-P11-48-00064_001.*

Länsstyrelserna. (2018). Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering. Stockholms län, Västra Götalands län.

MSB. (2017). *Vägledning för skyfall - Tips för genomförande och exempel på användning*. Karlstad: MSB.

MSB. (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter.*

SMHI. (2015). *Framtidsklimat i Stockholms län - enligt RCP-scenarier, klimatologi nr 21.*

SWECO. (2022a). *PM Dagvatten- och skyfallshantering. Förstudie Älvsjö-Örby, Stockholms stad.*

SWECO. (2022b). *Skyfallsutredning Liljeholmen. Skyfallskartering Liljeholmen 1:1.*

SWECO. (2022c). *Årstafältet Dagvattenutredning etapp 2n och 3 Uppdragsnummer 13010728. Modellrapport Och Resultat Skyfallskartering Violett Höjdsättning. 2020-05-19.*

SWECO. (2023a). *Skyfallsutredning Årstaberg. Uppdragsnummer 30041374, utkast, december 2023.*

SWECO. (2023b). *Etapp 5, 6, 7 Årstafältet skyfallsutredning. Systemhandling. Modellrapport Och Resultat Skyfallskartering. Uppdragsnummer 30025142, 2023-12-08.*

WSP. (2018). *Skyfallsmodellering Stockholm Stad.*

WSP. (2021). *PM Klimatanpassning. Tunnelbana till Älvsjö. Lokaliseringsutredning. A300-NA1-23-00011.*

Bilaga A: Underlag

Följande har använts som underlag i skyfallsanalysen. Underlag markerad med en * används som visuell indikator i analysen och figurer. Mindre uppdateringar av projekteringen och uppdateringen under mark påverkar inte analysen.

- Systemhandling enligt samråd 3 underlaget. Bland annat:
    - Uppstickare linjen 7.0, version 2024-02-16*
- Spårlinje, version 7.3, 2024-09-27 (figurer Liljeholmen, Årstaberg och Årstafältet) och version 5.1, 2023-06-12 (övriga figurer) *
- Stationsentréer, 2024-09-19 (figurer Liljeholmen, Årstaberg och Årstafältet), och version 2023-09-25 (övriga figurer) *
- 3D illustrationer: Sprängskisser, version 2023-09-26 *
- Lantmäteriets höjdmodell. Insamlingsdatum 2021-03-23 *
- Modellsimuleringen: förklarat i sektion 3.1
- Detaljplan av station Älvsjö, daterat 2024-06-11
- Detaljplan stationsentré Trekantsparken, fått 2024-10-07