

Översvämningsutredning för Barkarbystaden II och tunnelbanestationen i Barkarbystaden



Järfälla kommun

Rapport

November 2016

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Översvämningsutredning för Barkarbystaden II och tunnelbanestationen i Barkarbystaden

Framtagen för Järfälla kommun
Kontaktperson Jenny Ångman



Konceptbild översvämning i stadsmiljö.

© Shutterstock / Animaflora

Projektledare	Fredrik Bergh
Kvalitetsansvarig	Lars-Göran Gustafsson
Handläggare	Maria Roldin

Uppdragsnummer	12803047
Godkänd datum	2016-08-30
Version	1.3
Klassificering	Begränsad

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
1.1	Syfte	2
1.2	Förutsättningar	2
2	Metodik	3
2.1	Beräkningsmodellen för Bällstaån i Järfälla	4
2.1.1	Avrinning och nederbörd	5
2.1.2	Ledningsnät och vattendrag	6
2.1.3	Marköversvämningar	9
2.2	Beräkningsmodellen för hela Bällstaån	11
2.3	Beräkningsfall och resultatutvärdering	12
3	Resultat och kommentarer	14
3.1	10-årsregn med klimatfaktor 1.2	14
3.2	100-årsregn med klimatfaktor 1.2	17
3.3	Beräknat högsta flöde	20
3.4	Beräknat högsta flöde utan exploatering av Barkarbystaden II	23
3.5	Effekten av pumpning av inläckande vatten från tunnelbanan till Bällstaån	26
4	Sammanfattning och slutsatser	27

1 Inledning

DHI har tidigare genomfört beräkningar för Bällstaån och anslutande dagvattensystem för att bedöma risken för översvämning i det framtida bostadsområdet Barkarbystaden II. Resultaten visade på en betydande risk för översvämning vid ett beräknat högsta flöde i ån, trots att fördröjande åtgärder införts uppströms. Med anledning av detta har Järfälla kommun i samråd med de konsulter som arbetar med detaljplanområdet tagit fram förslag på ytterligare åtgärder för att minska översvämningsrisken. Effekten av dessa åtgärder behöver kontrolleras genom nya beräkningar, vilket har gjorts i denna utredning. Utredningen behöver även visa hur utbyggnaden av Barkarbystaden II påverkar omkringliggande och nedströms områden.

Därutöver behövs även säkerställas att de nya tunnelbanenedgångar som kommer att byggas i området i samband med förlängningen av tunnelbanans blå linje från Akalla till Barkarby, inte kommer att svämmas över vid ett framtida 100-årsregn. För utbyggnaden av tunnelbanan ansvarar FUT (Förvaltning utbyggd tunnelbana) vid Stockholms läns landsting, och projektet samordnas med Järfälla kommun samt flera olika involverade konsulter. Förutsättningarna för denna utredning avtalades vid ett telefonmöte med Järfälla kommun 2015-12-08, samt ett samordningsmöte med Järfälla kommun, FUT och Tyréns 2016-01-11.

Utredningen har i efterhand (augusti 2016) kompletterats med ett scenario där inläckande vatten till tunnelbanan släpps till Bällstaån, samt ett resonemang kring hur detta påverkar totalflöden och översvämningsrisker.

I november 2016 har detta PM även uppdaterats med avseende på upp- och nedgångar till tunnelbanan så att kartbilder och slutsatser gällande översvämningsrisk för tunnelbanan är baserad på aktuella planer.

1.1 Syfte

Syftet med denna utredning är att ta fram maximala dämningarnivåer och maximal översvämningsutbredning för området kring Barkarbystaden II och tunnelbanans entréer och öppningar, vid följande situationer:

- 10-årsregn med klimatkfaktor 1.2
- 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2
- Beräknat högsta flöde (BHF) i Bällstaån

Resultaten ska tas fram för en situation som motsvarar framtida exploateringsnivå, dvs inkluderar både befintlig bebyggelse och planerad framtida bebyggelse i Bällstaåns avrinningsområde. Dessutom ska planerade framtida fördröjningsvolymerna inkluderas motsvarande de volymer som redovisades i rapporten "Fördröjningsvolymerna i Järfälla inom Bällstaåns avrinningsområde" (DHI, 2015).

Därutöver ska motsvarande resultat tas fram för BHF och ett scenario där Barkarbystaden II inte är utbyggt. Detta för att kunna visa hur utbyggnaden av Barkarbystaden påverkar omkringliggande och nedströms områden.

Resultaten ska även sättas i relation till det flöde av inläckande vatten till tunnelbanan som kommer att pumpas till Bällstaån, och en diskussion ska föras kring huruvida pumpningen av inläckande vatten kan tänkas påverka översvämningsrisken.

1.2 Förutsättningar

För beräkningarna används den beräkningsmodell för Bällstaån i Järfälla kommun som användes i den förra översvämningsutredningen, och som ursprungligen togs fram av DHI år 2011. Modellen har använts vid ett flertal tillfällen sedan den sattes upp, och även uppdaterats i ett antal omgångar för att så korrekt som möjligt beskriva de kommande förhållandena efter utbyggnad av framtida planerad bebyggelse. En detaljerad beskrivning av beräkningsmodellen, samt vilka ändringar som gjorts i samband med denna utredning, finns i kapitel 2.

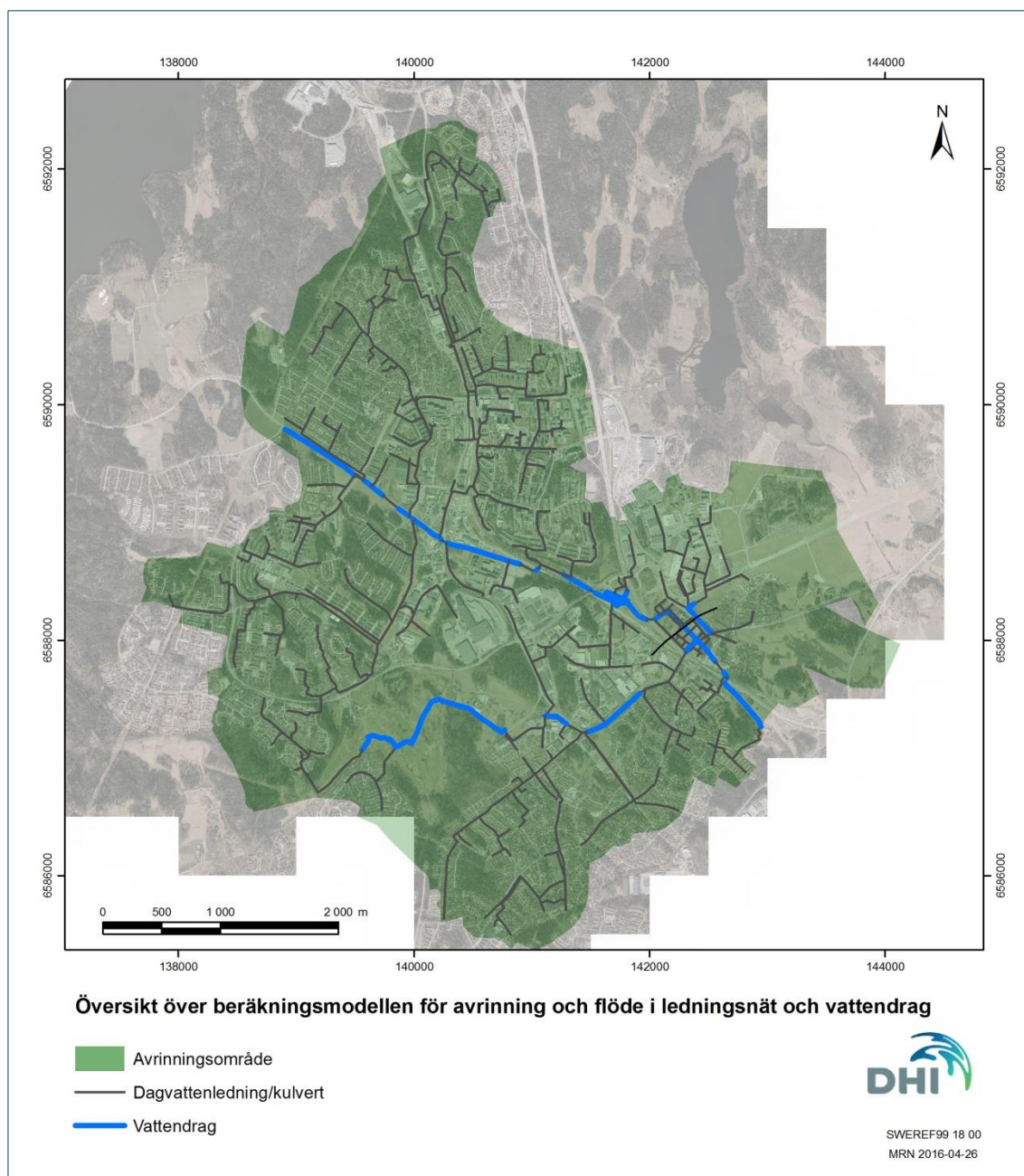
2 Metodik

Metodiken baseras till stor del på de befintliga beräkningsmodeller som finns för Bällstaån och Veddestabäcken och som togs fram år 2007 (hela Bällstaån) och 2011 (specifikt för Järfälla). Dessa har använts och uppdaterats vid ett flertal tillfällen sedan de ursprungligen sattes upp, för att så korrekt som möjligt spegla dagens respektive planerade framtida situation. Modellen för Järfälla, samt de ändringar som gjorts i samband med denna utredning, beskrivs i de kommande avsnitten.

2.1 Beräkningsmodellen för Bällstaån i Järfälla

Beräkningsmodellen beskriver avrinning, vattennivåer och flöden för Bällstaån, Veddestabäcken och anslutna dagvattenledningar i Järfälla kommun, samt i förekommande fall även nivå och utbredning för marköversvämningar när systemet blir överbelastat. Modellen är uppdaterad för att så korrekt som möjligt beskriva en framtida situation, inklusive de utökade hårdgjorda ytor som förväntas när hela Barkarbystaden är utbyggt, och när planerade fördröjningsmagasin och dammar är utbyggda.

Figur 1 visar en kartbild över ledningsnät och vattendrag som är inkluderade i modellen, samt det avrinningsområde som bidrar med flöde till systemet.



Figur 1. Översikt över beräkningsmodellen för Bällstaån och Veddestabäcken i Järfälla.

Utöver det område som visas finns även naturmarksavrinning från oexploaterade områden inlagt i modellen, det vill säga den långsamma avrinning som ger vattendragen dess basflöden, samt tillrinning från området kring Barkarby flygfält som beskriver både ett befintligt flöde samt förväntat framtida flöde från ytterligare exploatering i området.

Den sammanlagda summan bidragande yta i hela modellområdet är ca 690 ha för snabb avrinning (hårdgjorda ytor) och 420 ha för långsam avrinning (naturmark).

2.1.1 Avrinning och nederbörd

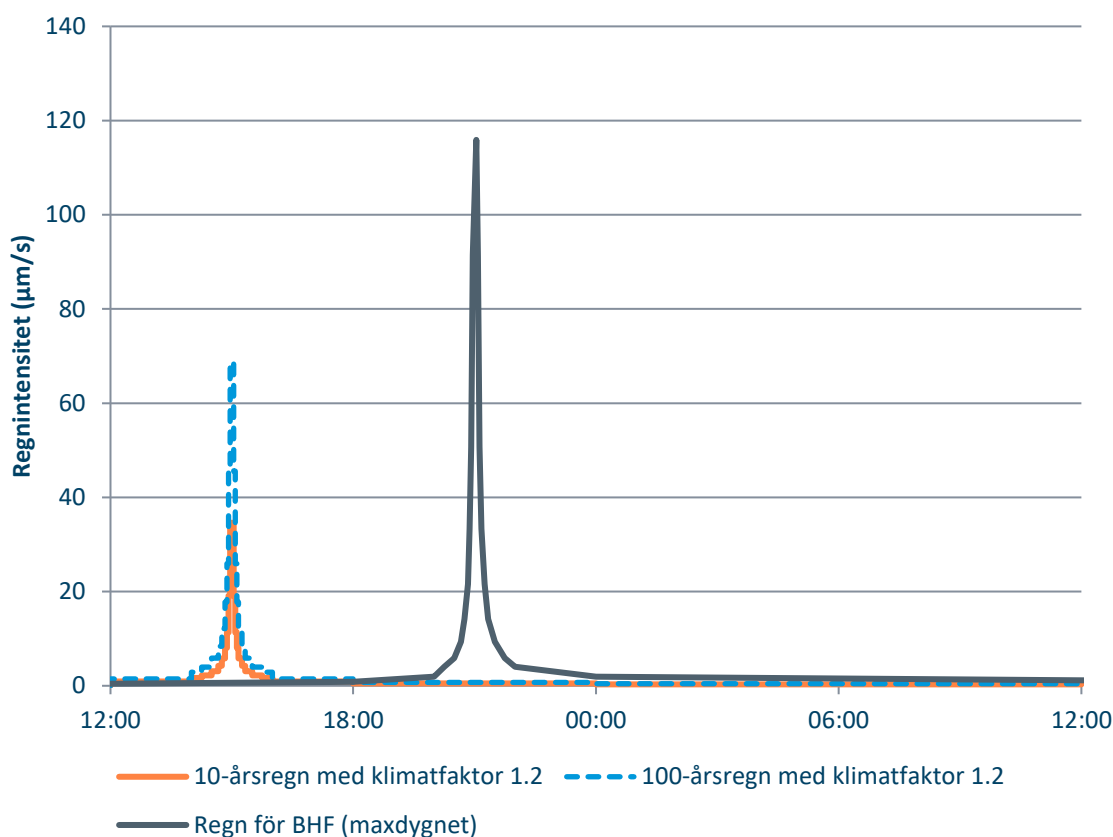
Beräkningen av flöden för olika typer av regnsituationer görs på två kompletterande sätt i modellen – dels snabb avrinning från hårdgjorda ytor, dels långsam avrinning från naturmark. Ytornas egenskaper har uppdaterats med hänsyn till planerad exploatering, vilket innebär till exempel att området för Barkarbystaden II har en högre andel hårdgjord yta i modellen jämfört med dagens situation.

Vid beräkningar för framtida 10- och 100-årsregn och BHF används regnserier som innehåller en kombination av korta regn med hög intensitet och långa regn med stora volymer, vilket innebär att resultaten inkluderar både effekter från snabb avrinning och från långsam avrinning. Som klimatfaktor på 10- och 100-årsregnen används 1.2. För BHF används ingen klimatfaktor då denna situation inte är relaterad till en specifik statistisk sannolikhet.

Det framtida 10-årsregnet har en total volym på 74 mm över ett dygn, med maximal intensitet 35 $\mu\text{m/s}$. Det framtida 100-årsregnet har en total volym på 133 mm över ett dygn, med maximal intensitet 69 $\mu\text{m/s}$. Dessa regn antas följa på en torr period utan regn, dvs när det är låga basflöden i Ballstaån.

Det fiktiva BHF-regnet har en total volym på ca 400 mm på två veckor. Under det mest intensiva dygnet faller 220 mm, maxintensitet 116 $\mu\text{m/s}$ (mikrometer per sekund), detta föregås av en vecka med totalt 122 mm regn, och följs av en knapp vecka med ytterligare regn med 60 mm regn.

Figur 2 visas de tre regn som har använts i beräkningarna (för BHF-regnet visas det mest intensiva dygnet). Metodiken för att beräkna BHF redovisas mer detaljerat i den tidigare rapporten Översvämningsutredning Barkarbystaden II (DHI, 2014-05-08). I denna utredning har samma metodik, och samma regnserie för BHF använts.



Figur 2. 10- och 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2, samt det mest intensiva dygnet av BHF-regnet.

2.1.2 Ledningsnät och vattendrag

Avrinningen från hårdgjorda ytor och naturmark leds till närmaste dagvattenledning eller direkt till något av vattendragen. Baserat på nivåer, dimensioner, material, fördröjningsvolym etc beräknas därefter flöden och vattennivåer i hela systemet med ledningsnät och vattendrag för samma period som regnet samt en period efter regnets slut för att få med fördröjda flöden.

Ledningsnätmodellen inkluderar befintliga ledningsnät, vattendrag och fördröjningsmagasin samt framtida kända eller planerade förändringar, huvudsakligen följande:

1. De fördröjningsvolymerna som redovisades i en tidigare utredning åt Järfälla kommun, (Fördröjningsvolymerna i Järfälla inom Bällstaåns avrinningsområde, DHI, 2015). Den planerade framtida meandringen uppströms Barkarbystaden II är också inlagd med en volym på 17 000 m³ (utöver befintlig volym i området), denna var inte inkluderad i utredningen om fördröjningsvolymerna. Därför har fördröjningsvolymerna vid Hammarparken och uppströms Kyrkparkendammen minskats från 13 000 m³ till 6 000 m³ (Hammarparken) och från 34 000 till 24 000 m³ (uppströms Kyrkparken) så att de sammanlagda framtida fördröjningsvolymerna motsvarar 61 000 m³. Valet att minska på volymerna just för Hammarparken och uppströms Kyrkparken dammen har gjorts baserat på förslag från kommunen (vad gäller Hammarparken) samt baserat på att flödena uppströms Kyrkparkendammen beskriver naturmarksavrinning som kan vara svår att fördröja med centralt placerade magasin. Dessutom ligger fördröjningsvolymerna uppströms Kyrkparkendammen i nära anslutning till Barkarbystaden II, precis som meandringen gör, och dessa två placeringar kan alltså antas ha liknande effekter på översvämningssituationen vid Barkarbystaden II, vilket gör att resultaten från

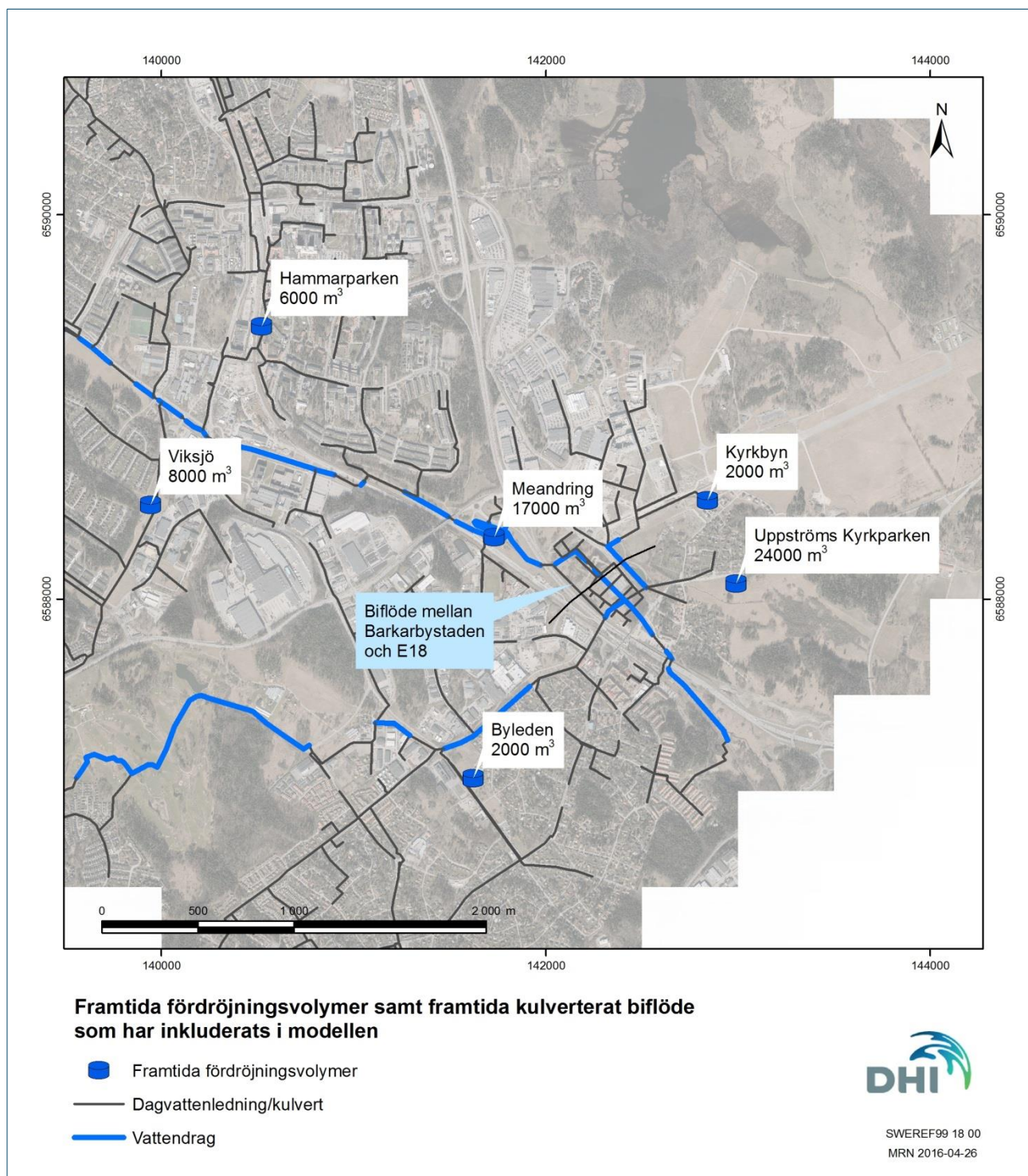
denna utredning och den tidigare blir mer likvärdiga. Minskningen av fördröjningsvolymerna i Hammarparken och uppströms Kyrkparken är alltså inte en rekommendation, utan tvärtom är det för Barkarbystaden II positivt med så mycket fördröjning som möjligt uppströms.

2. Ledningsnät och antagna fördröjningsvolymerna för Barkarbystaden II (förprojekterat). Underlagen för detta ledningsnät har erhållits 2015-10-01 från kommunen. Fördröjning inom Barkarbystaden II är satt till 20 l/s per reducerad hektar.
3. Ledningsnät och infiltrationslösningar i Barkarbystaden I (de senare endast översiktligt inlagt för att motsvara den effekt de förväntas ha på Barkarbystaden II).
4. Nya markhöjder i Barkarbystaden II, erhållet från kommunen 2015-12-18, där all kvartersmark höjts upp till nivån +10.8
5. Ny dragning och å-fåra av Bällstaån genom Barkarbystaden II, samma som i utredningen från 2014
6. Reviderad dragning och öppen å-fåra för Veddestabäcken öster om E18 där den ansluter till Bällstaån, i enlighet med vad som överenskommits i mailkonversation med Järfälla kommun 2015-11-16
7. Biflöde för Bällstaån längs med E18 (östra sidan) som ska avlasta huvudfåran vid flöden högre än 10-årsflödet. Inlagt i enlighet med instruktioner/kommentarer från kommunen i mailkonversation 2015-11-16

Den befintliga backventilen på utloppet från Kyrkparkendammen har lagts till i modellen, då denna saknades i tidigare versioner.

Inläckande vatten till tunnelbanan kommer att pumpas ut och släppas i Bällstaån i en punkt uppströms eller nedströms Barkarbystaden II (exakt position ännu ej fastlagd). Dygnsmedelflödet för pumparna kommer att vara max 8 l/s, och maxflödet när pumparna går kommer att vara ca 20 l/s. Detta tillskott är inte inkluderat i modellen då det inte var känt vid tidpunkten när beräkningarna genomfördes. Betydelsen av tillskottet diskuteras i avsnitt 3.5.

Placering av de framtida fördröjningsvolymerna samt biflödet (punkt 1 och 7) är inritade på en karta i Figur 3. Små fördröjningsvolymerna (mindre än 2000 m³) som lagts in för att lösa lokala problem på annat håll i avrinningsområdet, är inte inkluderade i kartan men finns med i modellen. Av denna anledning är summan av de volymer som visas i kartbilden 59 000 m³, men den totala summan av framtida fördröjningsvolymerna i modellen är 61 000 m³.



Figur 3. Framtida fördröjningsvolymen samt framtida kulverterat biflöde som har inkluderats i modellbeskrivningen.

Modellen inkluderar även framtida planerade exploateringar (exempelvis ytterligare utbyggnad av Barkarbystaden i öster) i form av hårdgjorda ytor som är kopplade med viss fördröjning till närliggande sträcka i Bällstaån. Dessa är dock av naturliga skäl relativt osäkra.

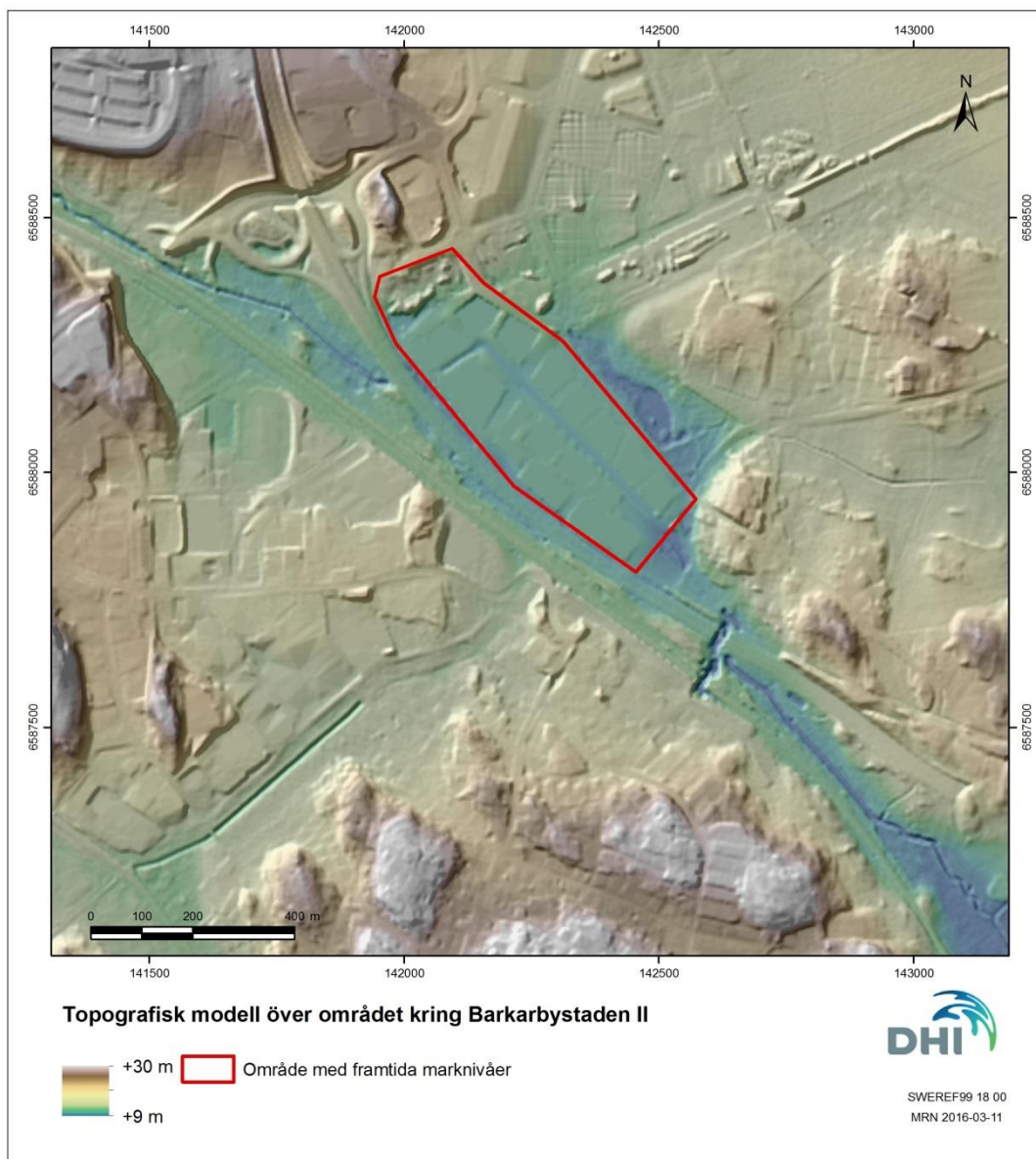
2.1.3 Marköversvämningar

Om vattennivåer i ledningsnät eller i vattendrag överstiger den angivna marknivån kommer vatten att rinna ut på den terrängmodell som är kopplad till ledningsnäts- och vattendragsmodellen. Från den översvämmede punkten kan vatten sedan rinna vidare i terränglutningens riktning och ansamlas i lågpunkter, eller rinna tillbaka i ledningsnät eller vattendrag på något annat ställe där det finns kapacitet.

Terrängmodellen har uppdaterats i samband med denna utredning med ny höjddata för hela området från en laserscanning som utfördes i november 2015. För Barkarbystaden II har dock de laserscannade höjderna ersatts med en ny höjdsättning, i enlighet med vad som beskrivs i punkt 4 i avsnitt 2.1.2. Höjdsättningen för Barkarbystaden II levererades som enskilda höjdpunkter, men terrängmodellen behöver vara en kontinuerlig yta för att kunna användas till beräkningarna. Av denna anledning har värden för områden mellan punkterna interpolerats fram med hjälp av GIS-verktyg och även justerats manuellt på en del ställen för att så väl som möjligt representera tänkta framtida höjder.

Viss manuell justering har även gjorts på andra områden, framför allt i Barkarbystaden I samt i närheten av Jakobsbergs station, där laserscannad höjddata visar på djupa gropar i terrängen, sannolikt byggschakt. Då dessa gropar antas vara tillfälliga, och dessutom kan leda till numerisk instabilitet i översvämningsberäkningarna, har groparna helt enkelt fyllts upp så att marknivån där motsvarar nivån på omkringliggande terräng.

Terrängmodellen för området kring Barkarbystaden II visas i Figur 4.



Figur 4. Terrängmodell för beräkning av marköversvämningar, baserad på föreslagna markhöjder för Barkarbystaden II (rödmarkerat område) samt laserscannad höjddata.

Efter avslutade beräkningar har det framkommit att de slutliga gatuhöjderna i Barkarbystaden I inte var färdigställda i samband med att laserscanningen utfördes, och de gatuhöjder som använts i modellen kan därför skilja sig något mot förväntade framtida gatuhöjder. En jämförelse mellan skannade och projekterade gatuhöjder visar dock på mycket små skillnader generellt (i storleksordningen några centimetrar, upp till 2 decimeter), för de gatusträckor som kan antas påverka situationen i Barkarbystaden II.

2.2 Beräkningsmodellen för hela Bällstaån

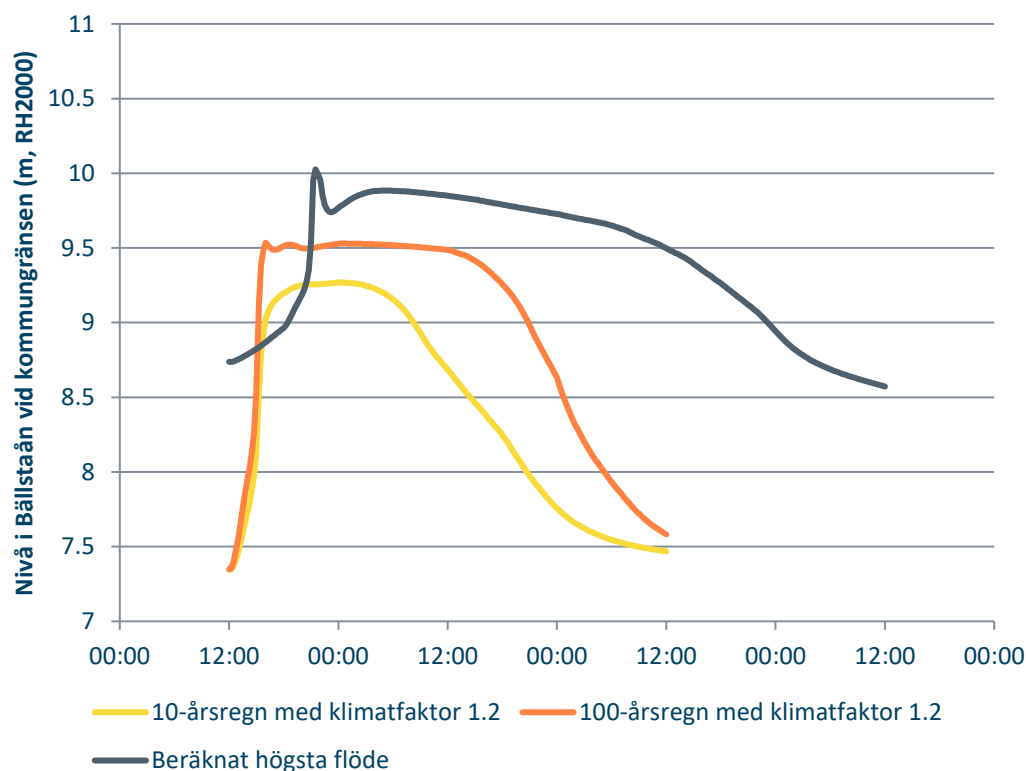
Nivån i Bällstaån vid kommungränsen mellan Järfälla och Stockholm beror både på avrinning från Järfälla och från Stockholm. Denna nivå har därför räknats fram med hjälp av den modell som täcker hela Bällstaån (både Järfälla och Stockholm) men som är för odetaljerad för att ensamt kunna användas vid detaljerade studier i Järfälla kommun. Modellen sattes ursprungligen upp år 2007 för Stockholm Vatten AB, och beskrivs i rapporten "Bällstaån – Uppbyggnad av hydrologisk modell samt beräkningar av kapacitet, översvämningsrisk och vattenkvalitet" (DHI, 2007).

Denna modell har uppdaterats och anpassats vid ett flertal tillfällen efter att den sattes upp, för att exempelvis kunna beskriva olika framtida scenarier. Den modellversion som används i samband med denna utredning inkluderar följande:

1. Samtliga kända planerade exploateringar i Stockholms kommun och Järfälla kommun i form av utökade anslutna hårdgjorda ytor.
2. Planerad utbyggnad av fördröjning i Järfälla kommun men inte i Stockholms kommun

För Stockholmsdelen kan modellen alltså sägas beskriva ett slags värsta framtidsscenario där nya bostadsområden byggs ut eller förtätas, men ingen utbyggnad av fördröjning sker.

Figur 5 visar den beräknade vattennivån i Bällstaån vid kommungränsen som har använts som randvillkor till den detaljerade modellen för Järfälla.

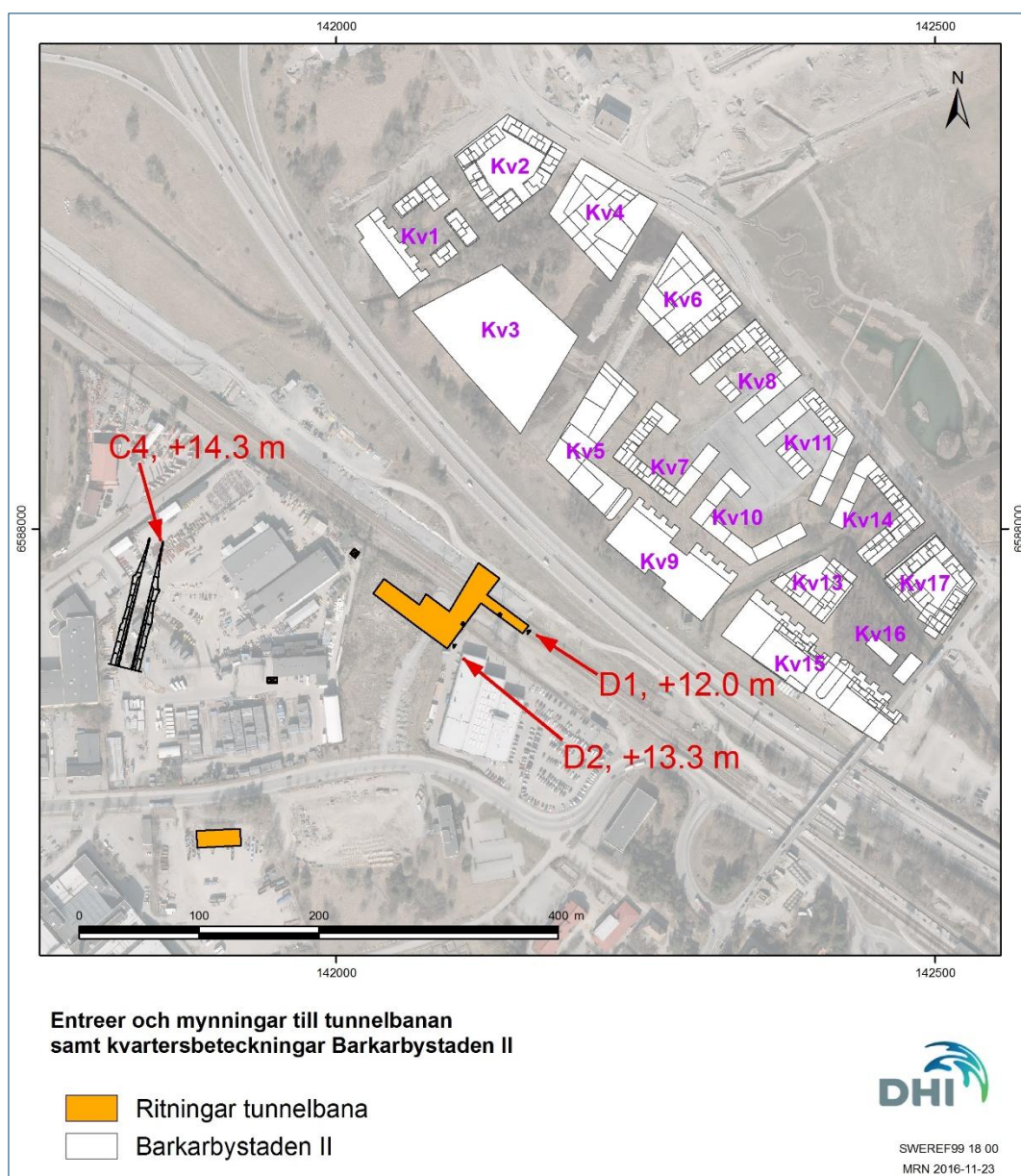


Figur 5. Beräknad vattennivå i Bällstaån vid kommungränsen för de tre hydrologiska situationerna

2.3 Beräkningsfall och resultatutvärdering

För framtida utbyggnadsscenario, inklusive fördröjningsvolymen och Barkarbystaden II, har flöden och nivåer beräknats för de tre regnsituationer som beskrivs i avsnitt 2.1.1. Resultat har utvärderats med avseende på maximala vattendjup, maximala vattennivåer och maximal översvämningsutbredning. Följande kriterier har även använts i resultatanalysen:

- Bebyggelsen i Barkarbystaden II måste klara en BHF-situation, dvs kvartersmarken här ska inte översvämmas vid BHF. De olika kvarteren med nummer visas i Figur 6. (Kvarter nr 16 har tillkommit efter att beräkningarna utfördes så här har marken inte höjts upp i modellen. Vilken effekt detta får för resultaten och slutsatserna diskuteras i resultatdelen).
- Tunnelbanans entréer och tunnelöppningar måste klara ett 100-årsregn med klimatfaktor 1.2. De entréer och tunnelöppningar som finns i området, samt nuvarande markhöjder i området, är markerade på Figur 6.
- Utbyggnad av Barkarbystaden II bör inte bidra till markant förhöjd översvämningsrisk nedströms i Stockholms kommun.



Figur 6. Planerade entréer och mynningar till tunnelbanan samt kvartersnummer i Barkarbystaden II

För scenariot utan Barkarbystaden II inlagt har beräkning gjorts endast för BHF-situationen. I detta scenario har följande ändringar gjorts i modellen:

- Framtida marknivåer i Barkarbystaden II har tagits bort och ersatts med befintliga höjder från den senaste laserscanningen.
- Å-fåran har givits samma utformning som den har idag
- Biflödet mellan Barkarbystaden II och E18 har tagits bort
- Hårdgjorda ytor i Barkarbystaden II har tagits bort
- Ledningsnätet för dagvatten i Barkarbystaden II har tagits bort

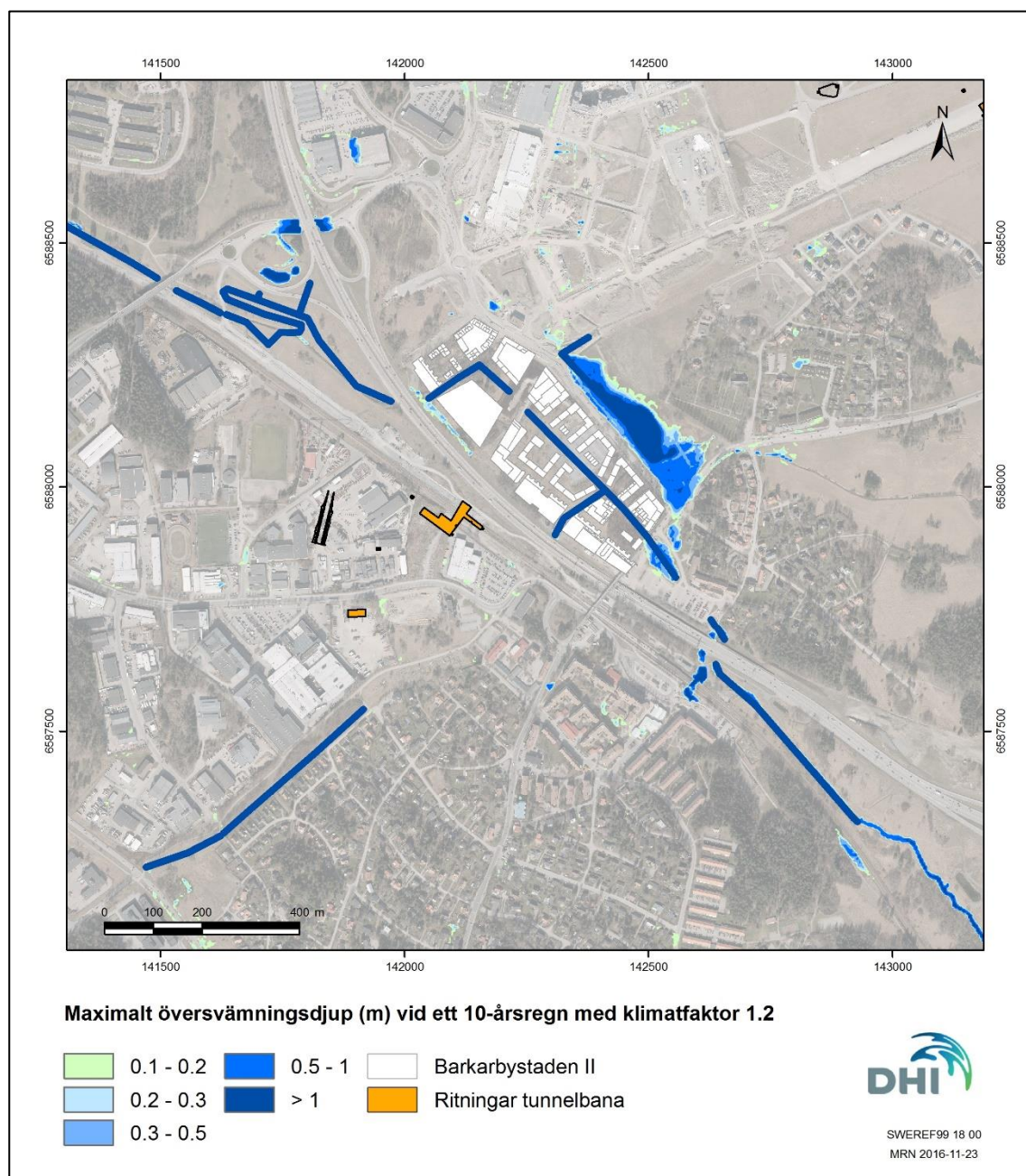
Övriga planerade framtida förändringar, som utbyggnad av ytterligare områden, framtida fördröjningsmagasin etc., har behållits i modellen. Därefter har resultaten utvärderats och jämförts med BHF-beräkningen som inkluderar Barkarbystaden II för att på så sätt kunna bedöma påverkanseffekter i omkringliggande områden.

Utöver de beräknade scenarierna har ytterligare ett scenario lagts till i resultatkapitlet, som avser effekten av att pumpa inläckande vatten i tunnelbanan till Bällstaån. Då pumpningen inte är inkluderad i beräkningarna bygger resonemanget på en jämförelse mellan pumpflödet och det beräknade flödet i Bällstaån vid de olika översvämningsscenarierna, och en diskussion förs kring vilken tänkbar effekt detta extra flöde kan få på resultaten.

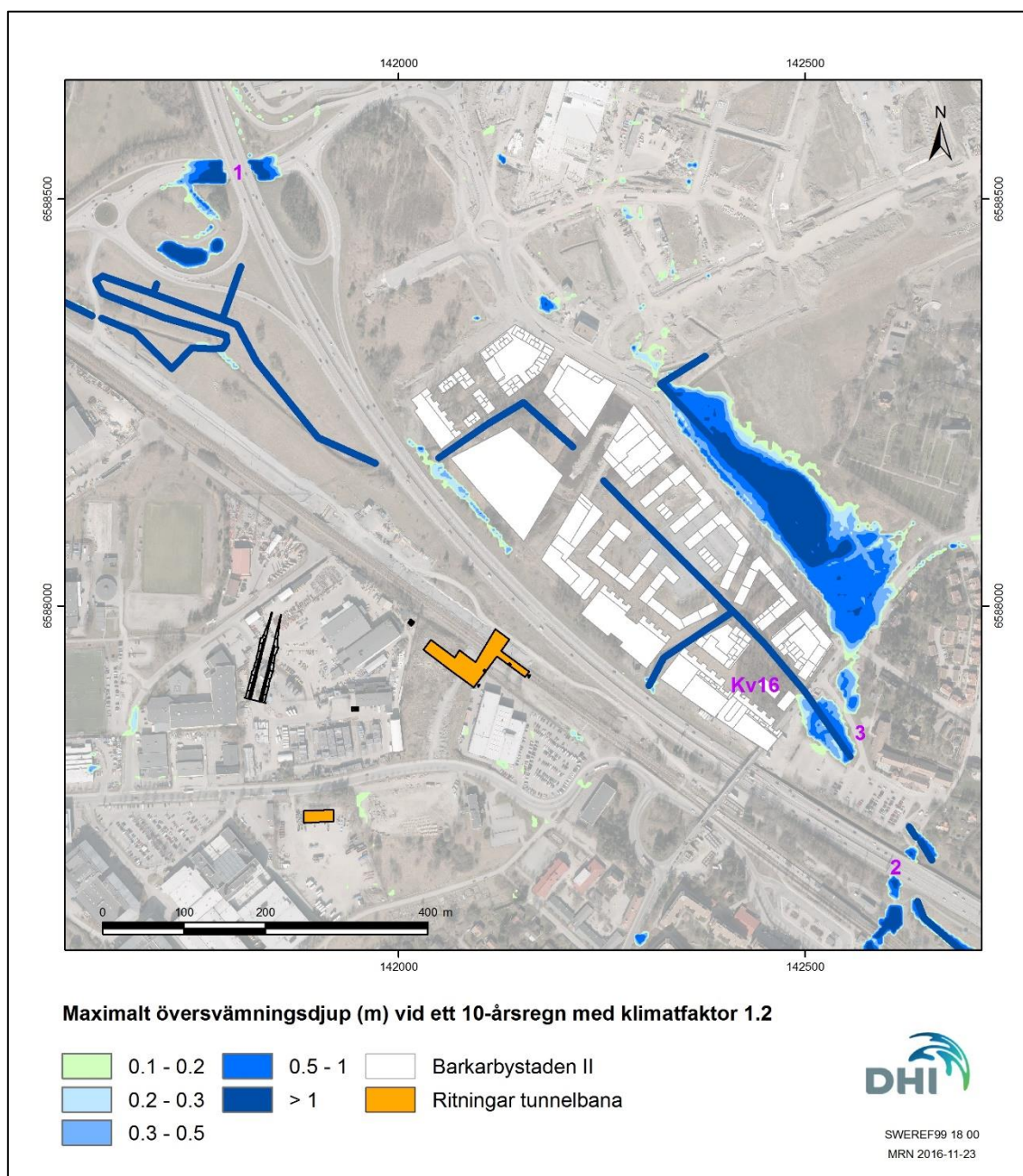
3 Resultat och kommentarer

3.1 10-årsregn med klimatkfaktor 1.2

Figur 7 visar beräknat maximalt översvämningsdjup för ett 10-årsregn med klimatkfaktor 1.2 för hela området från Viksjöleden ner till kommungränsen. Figur 8 visar motsvarande för endast Barkarbystaden II och uppgångar samt nedfarter till tunnelbanan. Som kartbilderna visar är översvämningsarna koncentrerade till området kring Kyrkparkendammen, vid viadukter och underfarter samt i svackan nedströms Barkarbystaden II.



Figur 7. Beräknade maximala ytoversvämningsdjup vid ett 10-årsregn med klimatkfaktor 1.2 för området från Viksjöleden ner till kommungränsen.



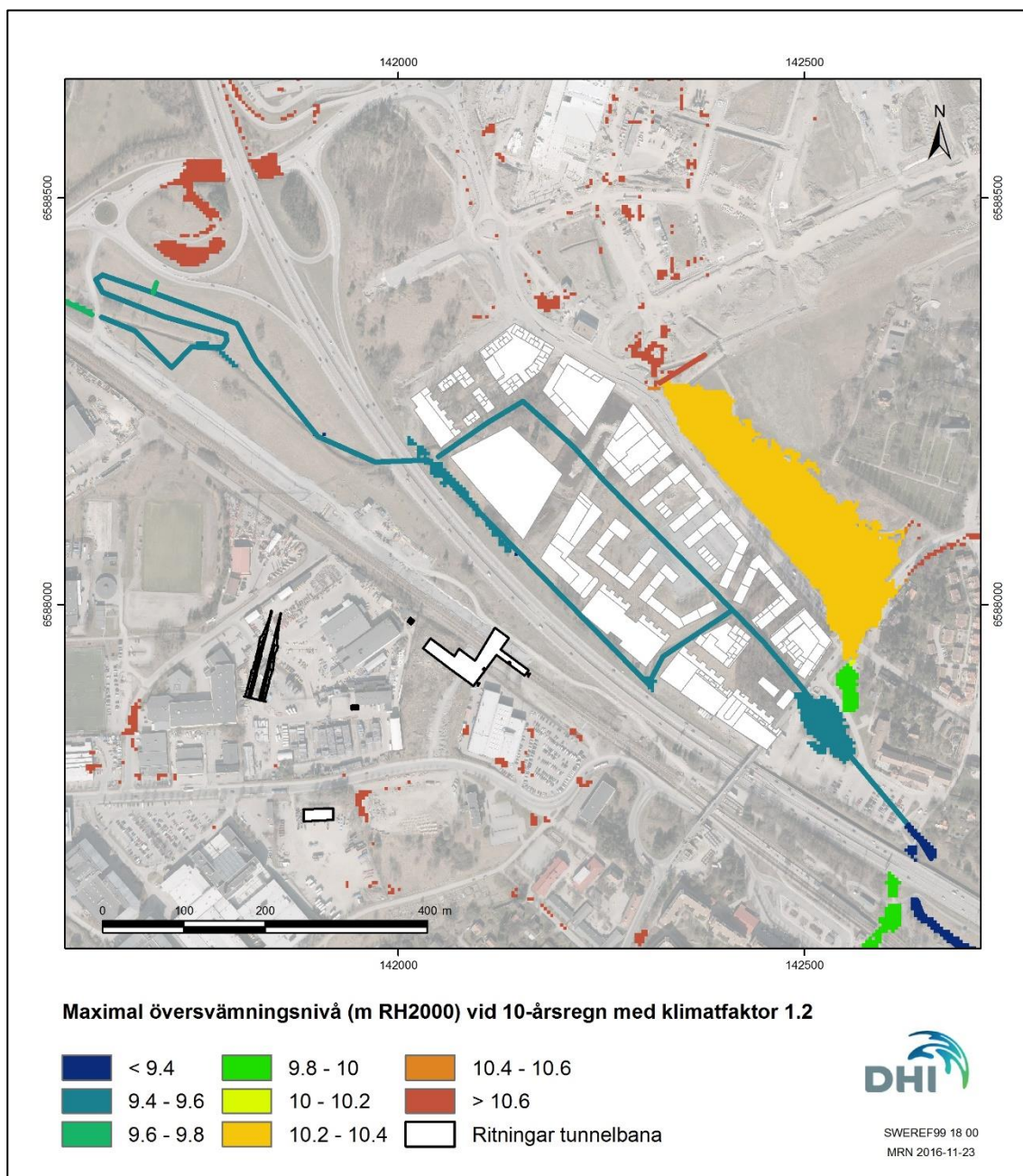
Figur 8. Beräknade maximala ytöversvämningsdjup vid ett 10-årsregn med klimatafaktor 1.2 för området kring Barkarbystaden II och tunnelbanan.

I viadukterna under E18 (markerade med 1 och 2 i Figur 8) ansamlas en hel del vatten, som mest 1-1.5 m. Ansamlingen av vatten precis nedströms Barkarbystaden II (markerad med 3 i Figur 8) ligger väldigt nära kvarter 16, det kvarter som inte var inkluderat i underlaget och således inte har fått förhöjd marknivå. Under förutsättning att kvartersmarken här höjs upp till +10.8 m som övriga kvarter, kommer denna inte att översvämmas vid ett 10-årsregn.

Bällstaåns maximala nivå vid ett 10-årsregn med klimatafaktor 1.2 beräknas till + 9.4 m, vilket kan jämföras med nivån på entréerna till tunnelbanan som ligger på +10.8 m som lägst. Några lokala översvämningsytor syns inte heller intill någon av entréerna eller tunnelöppningen. Kyrkparkendammens högsta nivå beräknas till ca +10.3 m. Maxnivå visas i Figur 9.

10-årsregnet bedöms således inte ha någon påtaglig effekt på vare sig bebyggelsen i Barkarbystaden II eller tunnelbanan. Däremot kan det finnas risk för negativa effekter vid

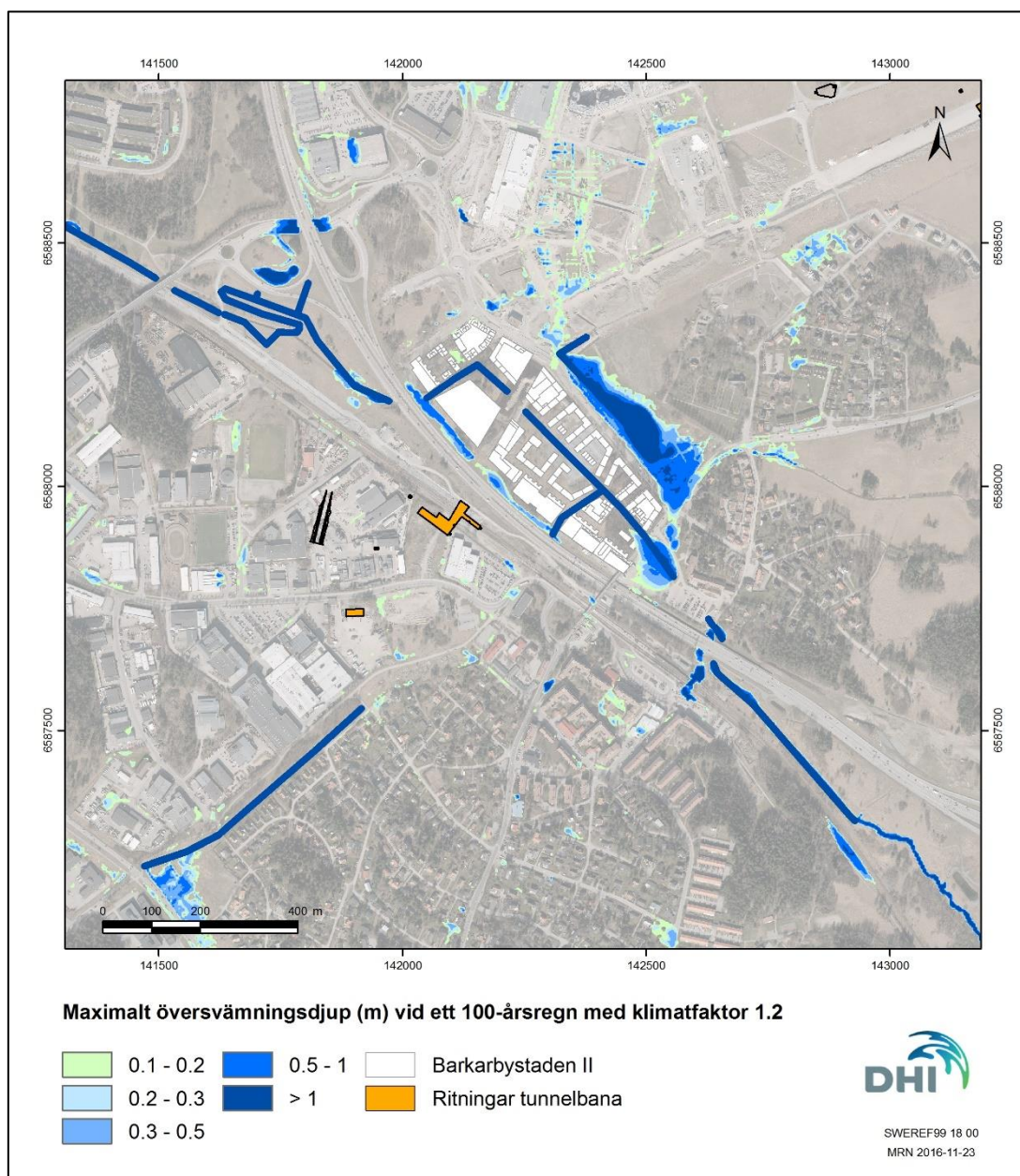
Kyrkparkendammen, om nivån stiger över den nivå som dammen och dess broar är konstruerade för. Detta bör utredas vidare, och vid en sådan utvärdering av effekter på Kyrkparkendammen kan de nivåer som redovisas här användas som underlag.



Figur 9. Beräknad maximal översvämningsnivå (m RH2000) vid 10-årsregn med klimatkfaktor 1.2, för området kring Barkarbystaden II.

3.2 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2

Vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2 syns översvämningar på något fler ställen, vilket visas i Figur 10 och Figur 11. Som tidigare är det stora vattenmängder vid Kyrkparkendammen, dessutom en del i lågstråket mellan Barkarbystaden II och E18.



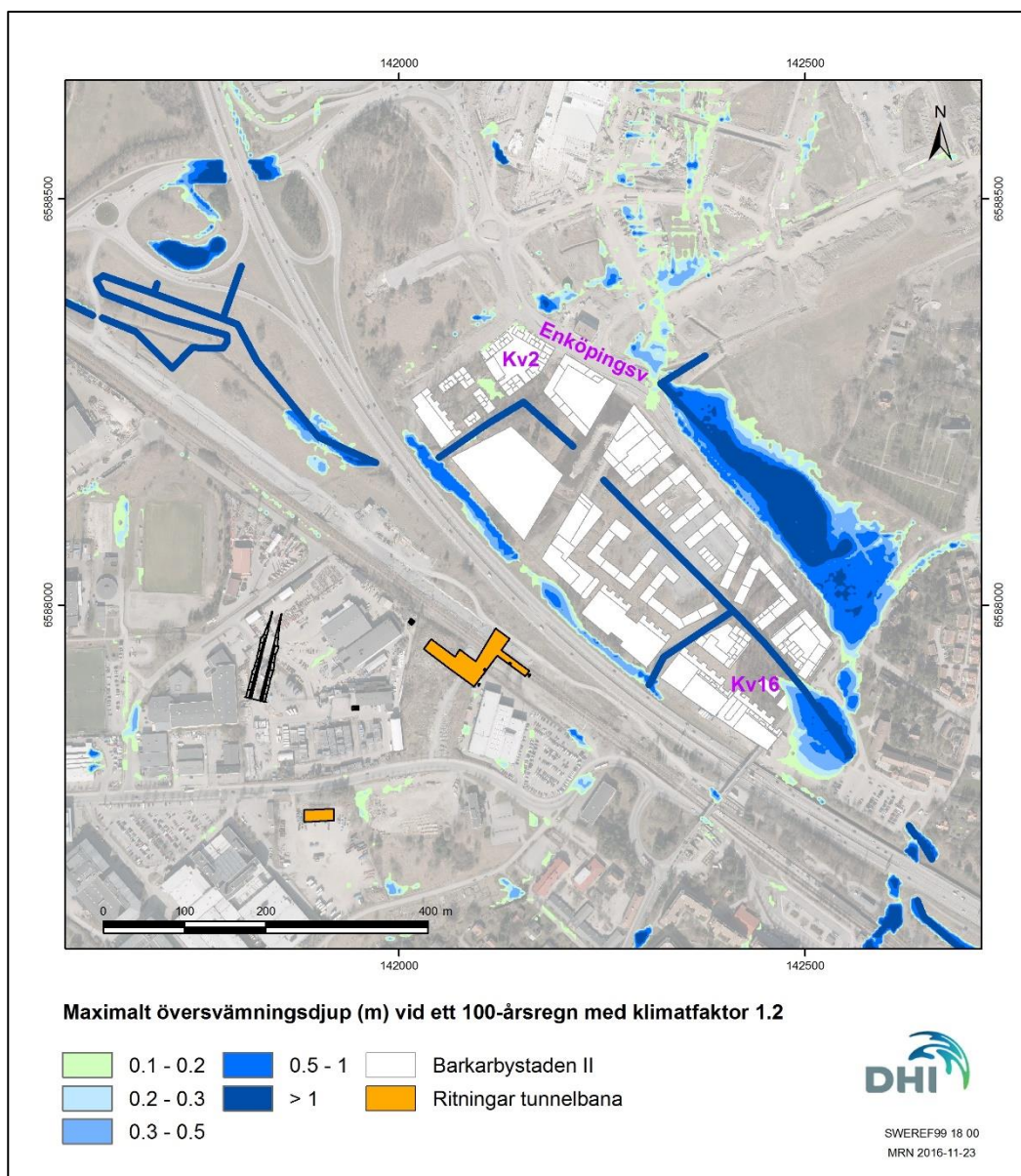
Figur 10. Beräknade maximala ytöversvämningdjup vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2 för området från Viksjöleden ner till kommungränsen.

Runt kvarter 2 i norra delen av Barkarbystaden bildas en mindre översvämningssyta. Denna är inte orsakad av översvämning från ån, utan av marköversvämningar från Barkarbystaden I som rinner ytlades ner mot ån. Det är därmed fråga om en mycket kortvarig översvämning och inte stående vatten. Under förutsättning att höjdsättning görs så att gatunivåer runt kvarter 2 ligger lägre än kvarterens marken så kommer kvarterens marken inte översvämmas här, utan det ytliga flödet kommer att ske på vägen. Eventuellt är detta redan åtgärdat i och med höjdsättningen av gatorna i Barkarbystaden I. En jämförelse mellan laserscannad höjddata och projekterade gatuhöjder visar att mittendelen av Enköpingsvägen i framtiden kommer att ligga lägre än de

laserscannade höjderna visar just i detta område, med ca 0.2 m som mest. Den framtida höjdsättningen av Enköpingsvägen kan alltså göra så att ytvatten leds längs med gatan mot Kyrkparkendammen istället för via Barkarbystaden II och ner mot Bällstaån, som beräkningen visar.

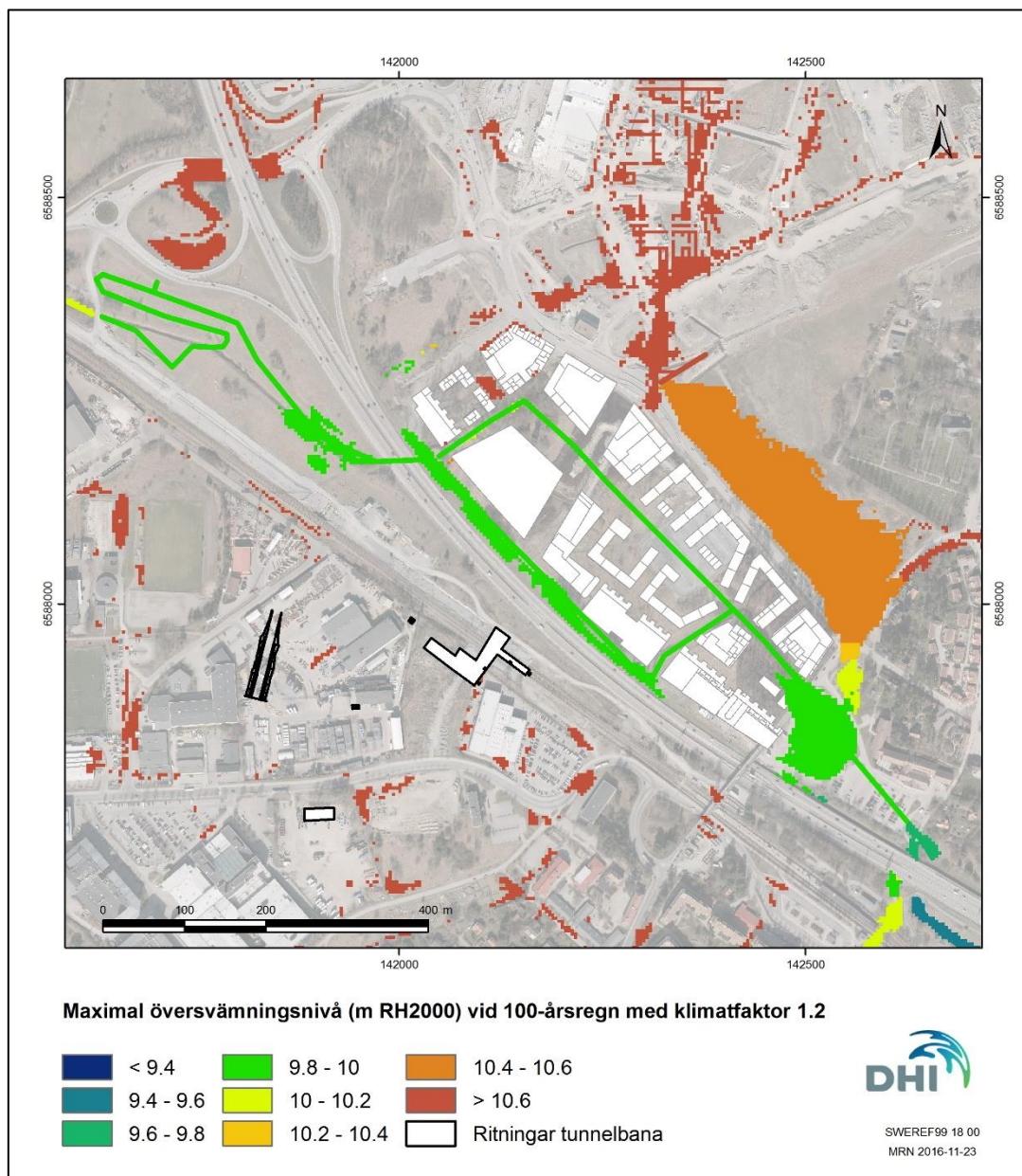
Även vid kvarter 16 syns (liksom för 10-årsregnet) en viss översvämning. Som tidigare nämnts beror detta på att kvarter 16 inte var inkluderat i underlaget för beräkningarna, och därmed har marken här inte höjts upp till +10.8 m som övrig kvartersmark. Under förutsättning att kvartersmarken för kvarter 16 höjs upp till +10.8 m kommer detta kvarter inte att översvämmas.

Vid höjning av marknivåer i områden som fungerar som översvämningssytor finns det en risk att det påverkar omkringliggande områden som istället får ökade översvämningar. För 100-årsregnet bedöms dock en höjning av marken vid kvarter 16 leda till en minimal eller obefintlig effekt på omgivningen, eftersom det bara är en liten del av kvarteret som översvämmas och vattendjupen är mycket små.



Figur 11. Beräknade maximala ytöversvämningdjup vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2 för området kring Barkarbystaden II och tunnelbanan.

Bällstaåns maximala nivå vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2 beräknas till + 9.9 m, vilket kan jämföras med nivån på kvartersmarken i Barkarbystaden II, som ligger på +10.8 m, samt tunnelbanans entréer och mynnningar där befintlig marknivå är minst +12.0 m, dvs med god marginal över Bällstaåns nivåer. Maximal nivå i Kyrkparkendammen beräknas till +10.4 vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2. Beräknade maximala nivåer (plushöjder) visas i Figur 12.

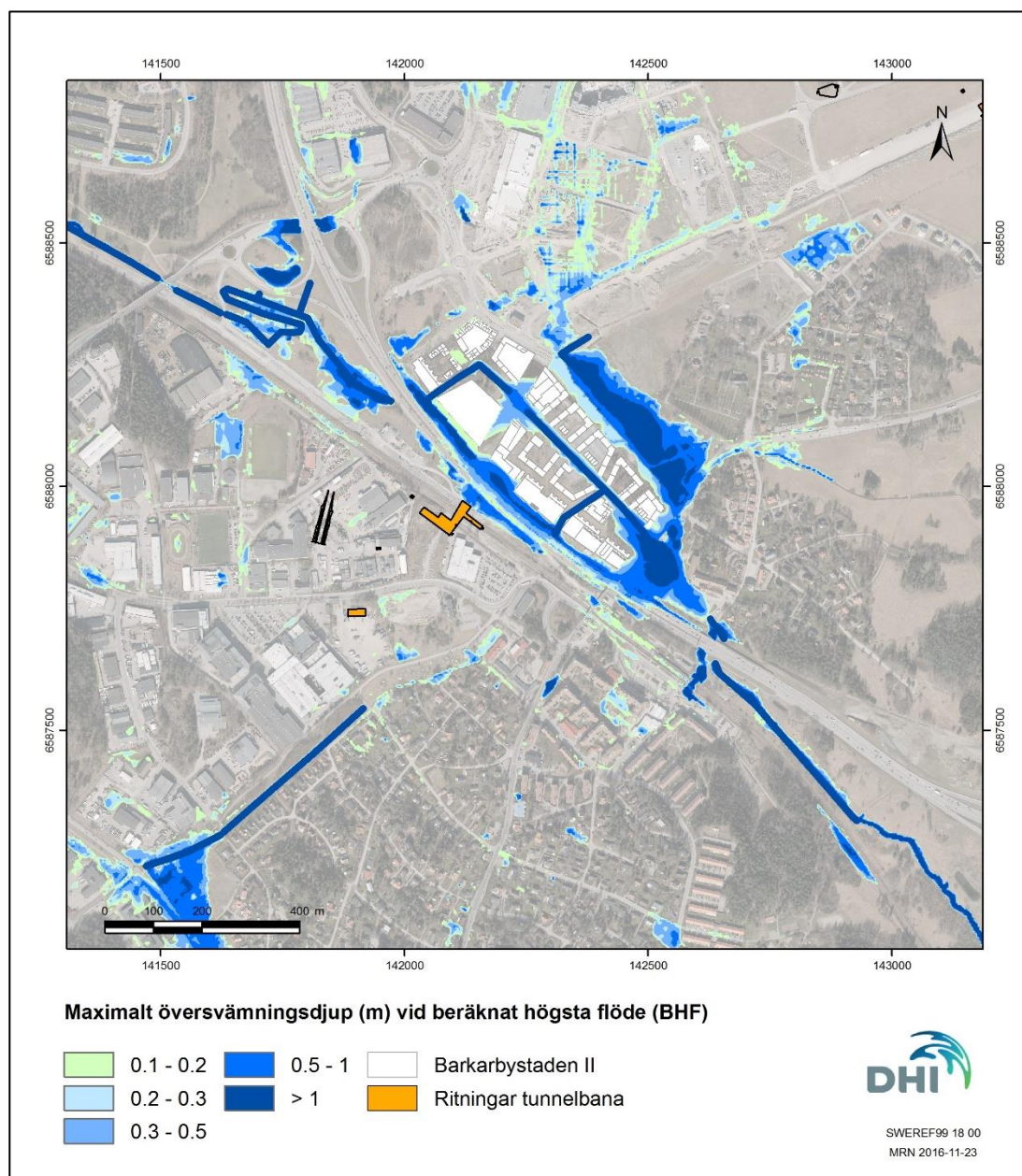


Figur 12. Beräknade maximala ytvattennivåer vid ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1.2 för området kring Barkarbystaden II och tunnelbanan.

100-årsregnet bedöms således inte ha någon påtaglig effekt på vare sig bebyggelsen i Barkarbystaden II eller tunnelbanan, under förutsättning att eventuella marköversvämningar vid Enköpingsvägen i norra hörnet av Barkarbystaden II leds via gator och inte över kvartersmark, samt att kvartersmarken på kvarter 16 höjs upp till +10.8 m. Däremot finns det risk för negativa effekter vid Kyrkparkendammen, om nivån stiger över den nivå som dammen och dess broar är konstruerade för. Detta bör utredas vidare, och vid en sådan utvärdering av effekter på Kyrkparkendammen kan de nivåer som redovisas här användas som underlag.

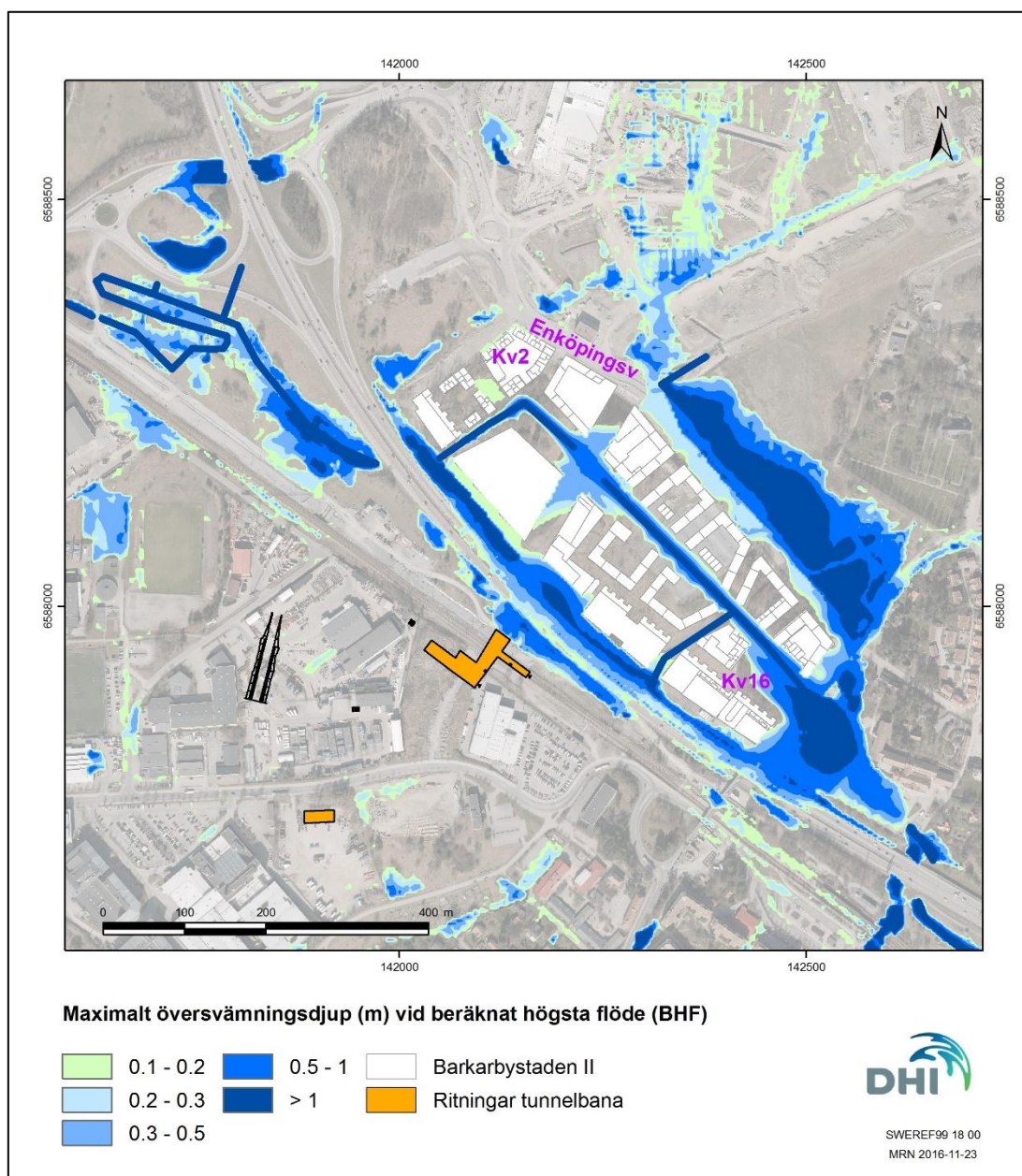
3.3 Beräknat högsta flöde

Figur 13 och Figur 14 visar maximala översvämningsdjup vid ett beräknat högsta flöde i Bällstaån. Figur 15 visar maximala översvämningsnivåer (plushöjder) för samma situation och området kring Barkarbystaden II och tunnelbanan.



Figur 13. Beräknade maximala ytöversvämningsdjup vid en BHF-situation, för området från Viksjöleden ner till kommungränsen.

Precis som vid 100-årsregnet syns en liten lokal, tillfällig översvämning i närheten av kvarter 2, vilken kommer från marköversvämnningar på Enköpingsvägen som rinner ner mot ån över kvartersmarken. Denna översvämning är alltså inte orsakad av Bällstaåns nivå, och kan med hjälp av anpassad höjdsättning styras så att vattnet leds via Enköpingsvägen till Kyrkparkendammen, alternativt via gatorna i Barkarbystaden II ned mot Bällstaån. Eventuellt är den framtida höjdsättningen av Enköpingsvägen, som innebär en sänkning av mittdelen med upp till 0.2 m jämfört med de höjder som finns i beräkningsmodellen, tillräcklig för att motverka denna tillfälliga avledning över kvartersmarken i Barkarbystaden II.



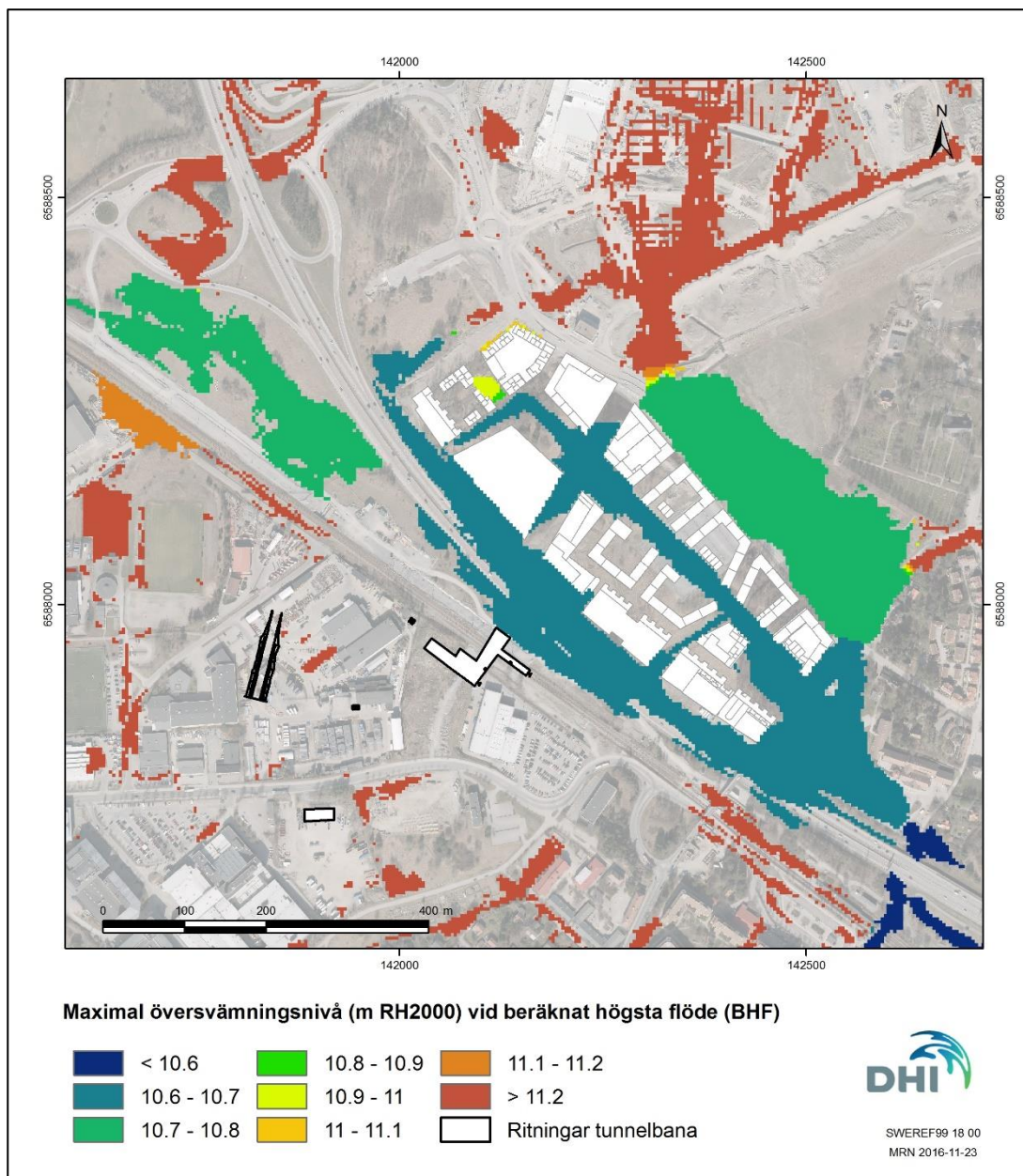
Figur 14. Beräknade maximala ytöversvämningsdjup vid en BHF-situation för området kring Barkarbystaden II och tunnelbanan.

Kvarter 16 översvämmas här helt, vilket beror på att detta kvarter inte är upphöjt till nivån +10.8 som den övriga kvartersmarken, eftersom detta kvarter tillkom efter att beräkningarna gjorts. Om kvartersmarken i kvarter 16 höjs upp till +10.8 m kommer detta kvarter inte heller att översvämmas. Däremot kommer en viss mängd vatten att trängas undan och eventuellt skapa ökat ytvattendjup i närliggande områden. Bedömningen är dock att denna effekt är försumbar, eftersom kvarter 16 är en så liten yta i jämförelse med övriga översvämningsytor. Detta resonemang gäller givetvis under förutsättning att det inte är stora delar av översvämningsytorna i Figur 14 som höjs upp. Om stora markytor höjs upp kan nya beräkningar behöva utföras för att kunna bedöma effekterna på närliggande områden.

Maximal dämningnivå i Bällstaån vid denna situation beräknas till +10.6 m. Detta kan jämföras med nivån på kvartersmark i Barkarbystaden som ligger på +10.8 m. Entréer och mynnningar till tunnelbanan ligger med ännu bättre marginal till Bällstaåns nivåer (+12.0 m eller över) och bedöms därmed inte heller vara utsatta för risk för översvämnning från ån, förutsatt att nuvarande

marknivåer vid entréer och mynningar inte sänks avsevärt i samband med tunnelbanans utbyggnad.

Maximal dämningnivå i Kyrkparken beräknas till +10.8. I likhet med vad som diskuterats i avsnitten för 10- och 100-årsregnet kan en utredning behöva göras för att bedöma om Kyrkparkendammen och tillhörande strukturer klarar dessa nivåer.

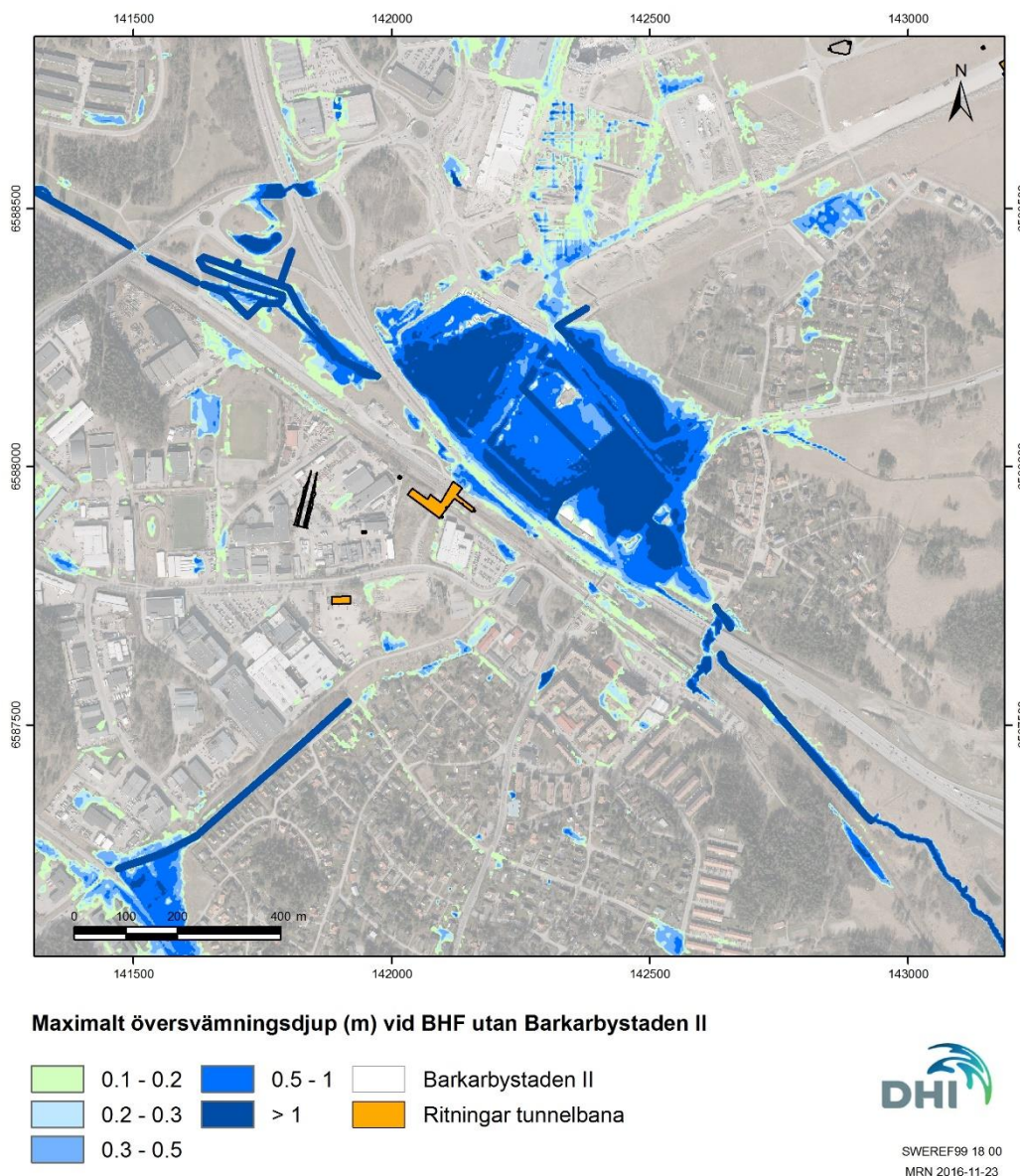


Figur 15. Beräknade maximala ytvattennivåer vid en BHF-situation för området kring Barkarbystaden II och tunnelbanan, samt nivåer för tunnelöppningar och entréer till tunnelbanan markerade.

Både bebyggelsen i Barkarbystaden II samt tunnelbanan bedöms alltså kunna klara en BHF-situation i Bällstaån, under förutsättning att höjdsättningen i norra delen av Barkarbystaden II anpassas så att ytvatten inte leds över kvartersmark, samt marknivåer vid tunnelbanans entréer och mynningar inte sänks till under +10.6 m. För Kyrkparkendammen behövs ytterligare utredning för att bedöma effekterna av dessa nivåer.

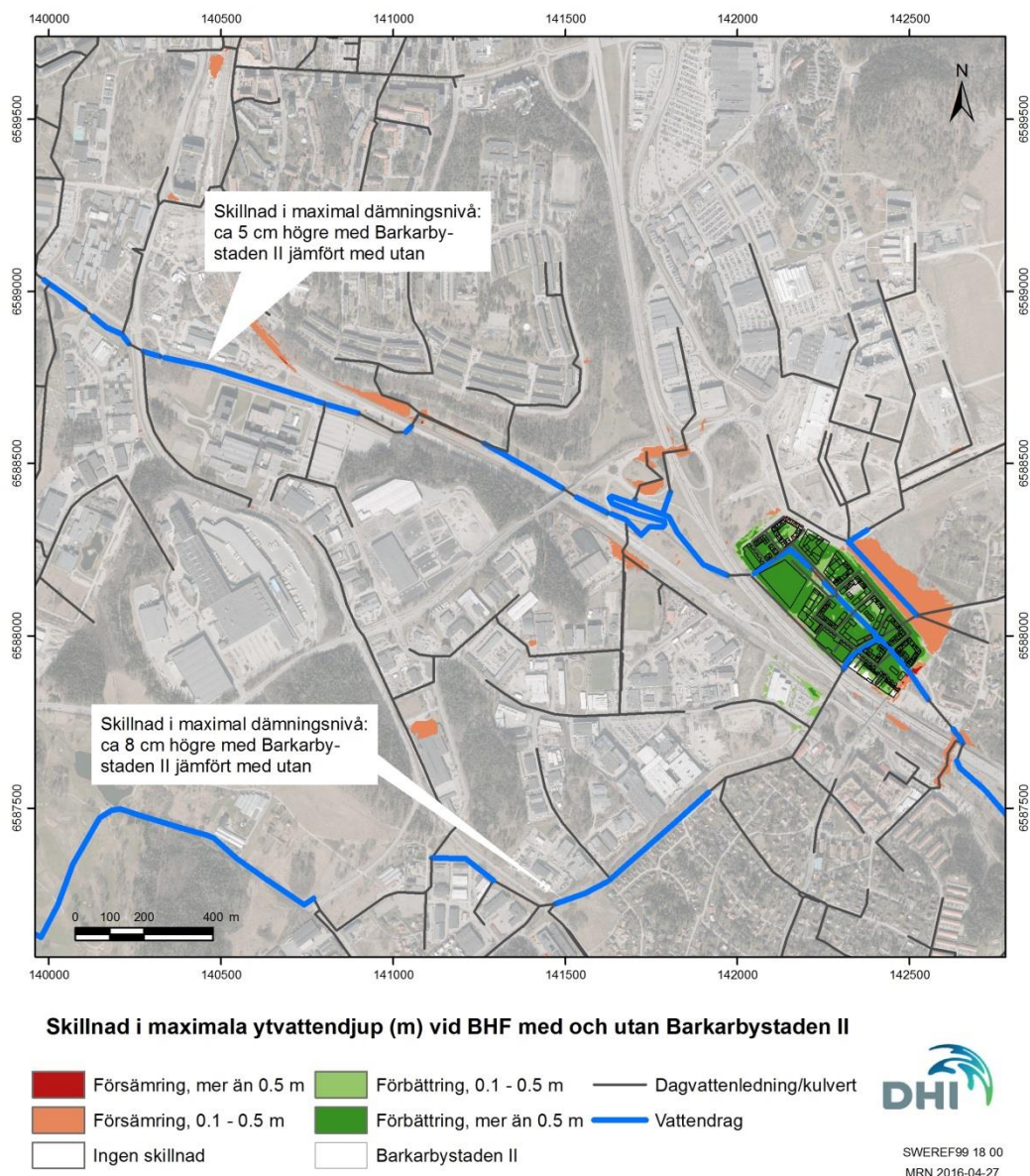
3.4 Beräknat högsta flöde utan exploatering av Barkarbystaden II

Figur 16 visar maximalt ytöversvämningsdjup vid en BHF-situation och utan Barkarbystaden II exploaterat. Detaljer kring hur denna beräkning skiljer sig från den BHF-beräkning som inkluderar Barkarbystaden II redovisas i avsnitt 2.2.



Figur 16. Beräknade maximala ytvattendjup vid en BHF-situation utan exploatering av Barkarbystaden II.

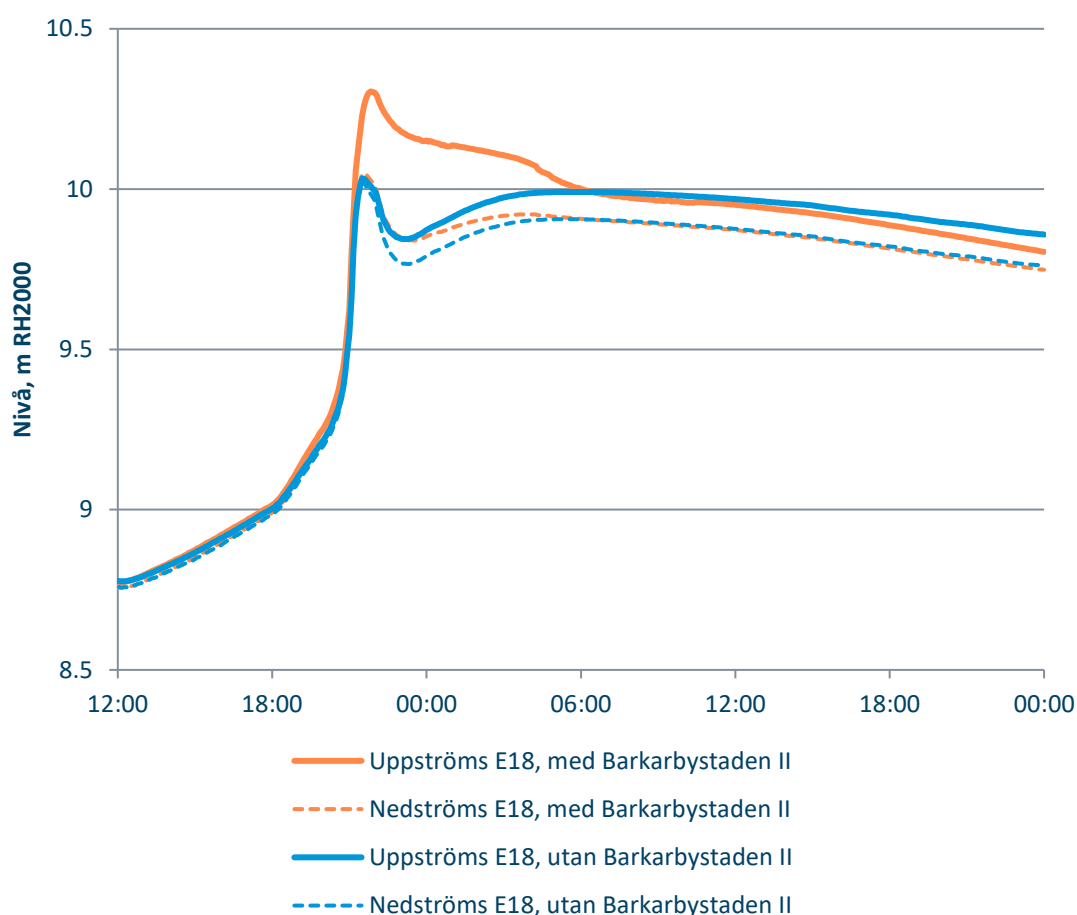
För att tydliggöra skillnaden mellan situationen med och utan Barkarbystaden II har en kompletterande kartbild (Figur 17) tagits fram som visar var översvämningsdjupet ökar respektive minskar. Gröna nyanser visar områden där situationen förbättrats – dvs där översvämningsdjupet minskar. Röda nyanser visar områden där situationen förvärras, dvs där översvämningsdjupet ökar. De mörka nyanserna visar områden där skillnaden är större än 0.5 m, de ljusa där skillnaden är mellan 0.1 och 0.5 m. Områden där skillnaden i översvämningsdjup mellan de två scenarierna är mindre än 0.1 m visas inte alls.



Figur 17. Skillnad i maximalt yttvattendjup vid en BHF-situation med och utan exploatering av Barkarbystaden II. Gröna nyanser visar områden där situationen förbättras av exploateringen (dvs översvämningsdjup minskar). Röda nyanser visar områden där situationen förvärras av exploateringen (dvs översvämningsdjup ökar). Även i vattendragen uppströms påverkas nivåerna något, två punkter är utritade med skillnad i nivå angivet.

Den största påverkan sker i Kyrkparkendammens område samt precis nedströms den planerade markhöjningen. Även i cykelunderfarten under E18, nedströms Barkarbystaden II, samt i några områden uppströms, sker en mindre påverkan på ytöversvämningsdjup. Kulverten under E18, nedströms Barkarbystaden II, utgör dock en tydlig gräns för hur långt nedströms påverkan sker, vilket kan ses i Figur 18, som visar dämningssnivaer i ån under BHF före och efter kulverten under E18, samt med och utan Barkarbystaden II. I figuren syns en tydlig skillnad i maximal dämningssniva före kulverten, men efter kulverten är skillnaden mycket liten över lag och för den maximala nivån syns ingen skillnad alls. Resultaten visar således på att utbyggnaden av Barkarbystaden II har en mycket liten eller ingen effekt på områden nedströms kommungränsen.

Uppströms sker en generell uppdämningseffekt i både Bällstaån och Veddestabäcken. Strax nedströms Bällstaåns passage under Järfällavägen blir exempelvis maximal dämningssnivå ca 5 cm högre efter exploatering av Barkarbystaden II. I Veddestabäcken i höjd med Byleden blir motsvarande höjning runt 8 cm. I sammanhanget är detta dock väldigt små nivåer, eftersom vattendjupet vid BHF är upp emot 3 m i dessa punkter.

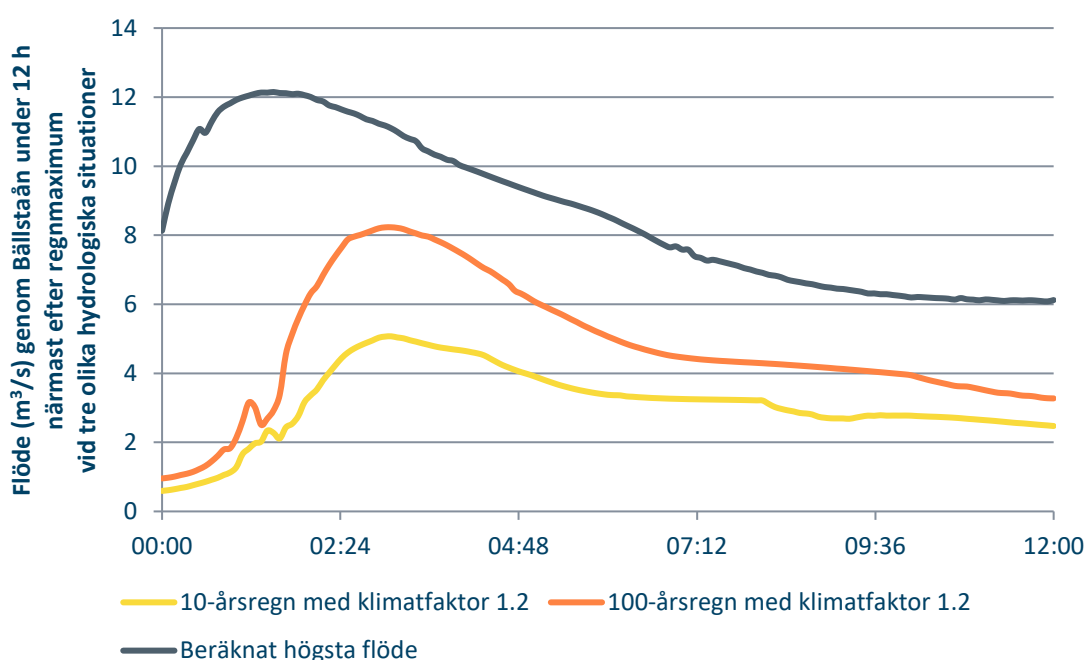


Figur 18. Beräknade dämningssnivåer vid en BHF-situation med och utan exploatering av Barkarbystaden II, uppströms samt nedströms kulverten under E18 (mellan Notarievägen och nuvarande Barkarby station)

Sammanfattningsvis visar resultaten på att exploateringen av Barkarbystaden II har en effekt i omkringliggande områden, framförallt i närområdet men även till en mindre del längre upp i systemet (Bällstaån och Veddestabäcken). Nedströms kulverten under E18 bedöms effekten vara försumbar på grund av att kulverten fungerar som en flödesbegränsning.

3.5 Effekten av pumpning av inläckande vatten från tunnelbanan till Bällstaån

Dygnsmedelflödet för pumparna anges till 8 l/s och maxflödet till ca 20 l/s. Detta är inte inkluderat i beräkningarna men kan sättas i relation till de olika max- och medelflödena som de olika beräkningsfallen resulterat i. Figur 19 visar beräknade flödeshydrografer för Bällstaån i Barkarbystaden II precis nedströms Veddestabäckens anslutning. Maxflödena ligger på runt 5 m³/s (10-årsregn med klimatkfaktor 1.2), 8 m³/s (100-årsregn med klimatkfaktor 1.2) samt 12 m³/s (beräknat högsta flöde), och motsvarande medelflöden under de 12 h som visas i figuren nedan är 3 m³/s, 5 m³/s samt 9 m³/s. Det beräknade maximala pumpflödet på 20 l/s är därmed försumbart i sammanhanget, eftersom det innebär ett relativt tillskott på mindre än 1 % av det totala flödet.



Figur 19. Flödeshydrografer för tre av de beräknade scenarierna i Bällstaån precis nedströms Veddestabäckens anslutning. Figuren visar flöden under de 12 h som följer efter regnmaximum.

Tillskottet till Bällstaån som pumpningen av inläckande vatten från tunnelbanan utgör kan alltså inte anses påverka översvämningsskrisen i området eftersom detta flöde är försumbart i förhållande till Bällstaåns totala flöde under en översvämningssituation.

4 Sammanfattning och slutsatser

Beräkningsresultaten visar att både bebyggelse och tunnelbana i Barkarbystaden II klarar ett 10-årsregn med klimatfaktor 1.2 utan risk för översvämning i tunnlar eller intill byggnader. Motsvarande gäller för ett 100-årsregn med klimatfaktor 1.2, under förutsättning att höjdsättning av kvarter 2 och kvarter 16 i Barkarbystaden II görs så att gator ligger lägre än kvartersmark och att kvartersmark ligger på +10.8 m. För en situation med beräknat högsta flöde i Bällstaån beräknas också tunnelöppningar och byggnader i Barkarbystaden II klara sig från översvämning, under förutsättning att kvarter 2 och 16 i Barkarbystaden II anpassas enligt ovan, samt att marknivåer vid tunnelbanans entréer och mynnningar inte sänks väsentligt från dagens nivåer.

Under förutsättning att samtliga byggnader ligger på +10.8 m eller högre så klarar de sig från översvämning vid ett beräknat högsta flöde i Bällstaån.

Maximala dämningarnivåer i Bällstaån för de tre beräknade regnhändelserna ligger på +9.4 m (10-årsregn med klimatfaktor 1.2), +9.9 m (100-årsregn med klimatfaktor 1.2) samt +10.6 m (BHF). Detta kan jämföras med resultat den tidigare utredningen år 2014 som utfördes för samma situationer, för att få en uppfattning om vilka åtgärder som har effekt i de olika situationerna. Tabell 1 nedan visar en sammanställning av dessa resultat.

Tabell 1 Jämförelse av maximala nivåer i Bällstaån vid Barkarbystaden II, för beräkningarna utförda år 2014 respektive år 2016, samt en beskrivning av vad som huvudsakligen skiljer modellerna åt.

Scenario	2014	2016	Kommentar
10-årsregn med klimatfaktor 1.2	+9.7	+9.4	Beräkningen från år 2014 inkluderade inga framtida fördröjningsvolym. Däremot inkluderade den en avsänkning av marknivåer vid Notarievägen nedströms Barkarbystaden II för att öka utflödet från området i samband med mycket höga flöden.
100-årsregn m klimatfaktor 1.2	+10.0	+9.9	
BHF	+10.4	+10.6	

Tabellen visar tydligt att vid 10-årsregnet (med klimatfaktor 1.2) har fördröjningsvolymerna en klart förbättrande effekt på vattennivåerna i Bällstaån, vilket kunde förväntas eftersom fördröjningsvolymerna är dimensionerade utifrån denna situation. Vid ett 10-årsregn är marköversvämningarna mycket begränsade, och därmed har en sänkning av marknivån vid Notarievägen liten eller ingen effekt på nivåerna i ån.

Vid BHF är det tvärtom högre vattennivåer i Bällstaån i denna utredning jämfört med utredningen år 2014. Detta är högst sannolikt på grund av att området nedströms Barkarbystaden II har fått behålla dagens marknivå i denna utredning. Sydöstra hörnet av parkeringen vid Notarievägen hade sänkts till +9.5 m i utredningen år 2014, men är idag upp emot +10.5 m. Ytvatten som inte rymmer i Bällstaåns å-fåra och kulvert under parkeringen måste alltså passera denna nivå för att kunna rinna vidare. Detta styr därmed vilken dämningarnivå blir i området uppströms parkeringsplatsen. Med bibehållen marknivå här (+10.5 m) blir alltså dämningarnivån i Barkarbystaden II ca +10.6 m vid BHF, men man förhindrar också därmed att utbyggnaden av Barkarbystaden II får effekter på nivåer och flöden nedströms, vilket skulle bli fallet om marknivån på parkeringsplatsen sänks. Utbyggnad av fördröjningsvolym har en mycket begränsad effekt på BHF, eftersom dessa är dimensionerade för ett framtida 10-årsregn, och således redan är fyllda med vatten långt innan "maxdygnet" för BHF inträffar.

Som tidigare nämnts i avsnitt 2.1.2 är de modellerade fördröjningsmagasinen utformade för att motsvara det som framkom i en tidigare utredning om vilka framtida fördröjningsvolym som

behövs för att undvika marköversvämningar vid ett framtida 10-årsregn. Volymerna i Hammarparken och uppströms Kyrkparken har minskats för att kompensera för den tillkommande fördröjningen i meandringen, men det bör noteras att all uppströms fördröjning är positiv för Barkarbystaden II. Rekommendationen är därför att om möjligt ändå planera för den större volymen (34 000 m³) uppströms Kyrkparken.

Vad gäller effekter i omkringliggande områden visar resultaten att utbyggnaden av Barkarbystaden II, och framförallt markhöjningen, har en lokal effekt på översvämningssituationen på så sätt att översvämningarna kraftigt minskar i bostadsområdet, och ökar något i områdena runtomkring, framförallt vid Kyrkparkendammen och i cykelunderfarten under E18 nedströms Barkarbystaden II. Effekterna syns även längre uppströms i systemet med något förhöjda dämningarnivåer i Bällstaån och Veddestabäcken (5-10 cm). Detta gäller för en situation med beräknat högsta flöde. Däremot är effekterna nedströms E18 och vid kommungränsen mycket små eller obefintliga.

Slutligen kan det konstateras att inläckande vatten till tunnelbanan som pumpas till Bällstaån i Barkarbystaden II, med ett maximalt flöde på 20 l/s, är försumbart i förhållande till Bällstaåns totala flöde vid högflödessituationer, och därför inte kan anses påverka översvämningssituationen.