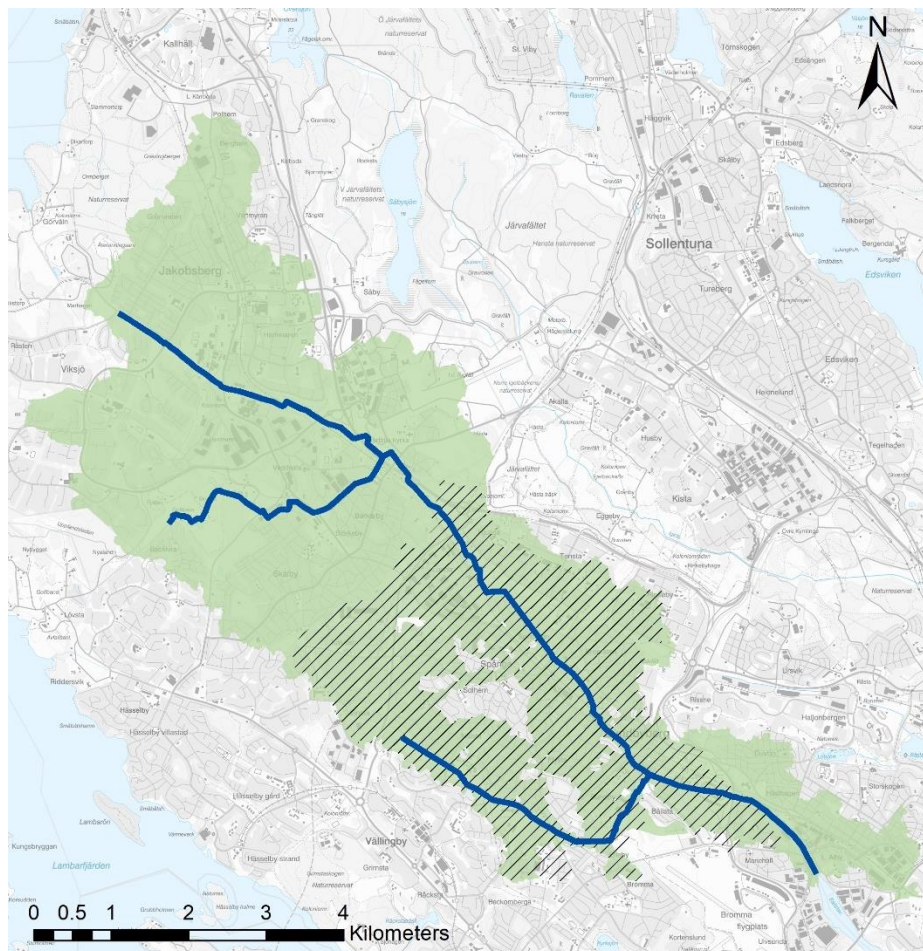


Modelldokumentation Bällstaåmodellen 2022



Stockholm Vatten och Avfall AB

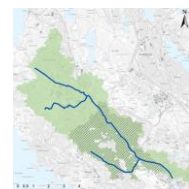
Rapport

Januari 2023



Modelldokumentation Bällstaåmodellen 2022

Framtagen för Stockholm Vatten och Avfall AB
Kontaktperson Hanna Särnefält



Översikt Bällstaåmodellen

Projektledare	Erik Lidén, Emelie Alenius
Kvalitetsansvarig	Maria Roldin
Handläggare	Kajsa Parpis, Zoya Salehpour, Nina Domingo
Uppdragsnummer	12804766
Godkänd datum	2022-11-17
Version	Version 1.1
Klassificering	Begränsad

Sammanfattning

I projektet har modellen över Bällstaåns avrinningsområde uppdaterats och förbättrats, så att den nu innefattar alla dagvattenledningar större än 200 mm inom SVOAs verksamhetsområde i tillägg till själva ån. Modellen har också kalibrerats mot nya flödesmätningar i flera punkter. Resultatet är en modell som SVOA kan använda för utredningar av dagvattenledningsnätets kapacitet och översvämningsrisker kopplat till dagvatten kring Bällstaån.

I projektet har utbredningen av marköversvämning kontrollerats för tre olika återkomsttider och en jämförelse mellan nuvarande bebyggelse och större framtida exploateringar har gjorts.

Resultatet visar att det finns områden där det blir marköversvämning redan vid 10-årsregn utan klimatfaktor, dessa är fram för allt

- Lunda industriområde kring Finspångsgatan och Gunnebogatan
- Området kring Bromstens IP
- Längs Bromstenvägen nedströms Bällstaåns kulvert under järnvägen
- Vid Nälstabäckens anslutning till Bällstaån, samt norr om Solvalla

De största översvämningarna ses längs med Bällstaån. Vid högre återkomsttid, 30-årsregn med klimatfaktor, tillkommer ytterligare översvämningsområden, vid

- Spånga längs Kronofogdevägen, samt Sörgårdsvägen vid Norrgårdsvägen och vid Solhemsskolan
- Winquists väg vid Bromstensstaden

Planerade exploateringar förväntas inte ge någon större försämring av översvämningssituationen, det kan dock förekomma lokala försämringar på vissa platser. I Bromstensstaden visar simuleringen på en förbättring efter exploatering, vilket troligtvis kan kopplas till förbättringar i dagvattenledningsnätet och ett nytt utlopp i Bällstaån.

På vissa platser planeras förutom exploateringar också större dagvattenanläggningar i Spångadalen, Tenstadalen och Bromstens IP. Dessa får, enligt simuleringarna i projektet, önskad effekt och ger en generell förbättring av översvämningarna längs Bällstaån, dock inte så mycket att översvämningarna försvinner. Dagvattenanläggningen i Tenstadalen har dock, enligt simuleringarna, ingen synbar effekt på översvämningsläget.

Vid 100-årsregnet skapas ett stort antal översvämningsytor då dagvattensystemet inte är dimensionerat för att hantera denna storlek på regn. Även långa sträckor längs Bällstaån svämmas över. Framtida exploateringar visar inte på några stora förändringar avseende översvämningsdjup förutom vid Solvalla där det planerade nya utloppet vid Ulvsundavägen söderifrån leder till minskade översvämningsdjup.

Effekten av de planerade dagvattenanläggningarna är sammantaget tydlig – en jämförelse mellan nuläge och framtid med planerade dagvattenanläggningar visar på tydliga minskningar i översvämningsdjup på ett flertal ställen. Ökning av vattendjup syns endast i de områden som är avsedda för fördröjning och magasinering.

Bruksnivå för Mäljarbanan vid Annedal-Duvbo bedöms klaras vid ett 100-årsregn med klimatfaktor med avseende på vattennivå i Bällstaån. Dock kan lokala översvämningar orsakade av ytavrinning vid skyfall innebära vattennivåer över bruksnivå längs spåren, detta behöver utredas separat för att kunna dra några säkra slutsatser.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	2
1 Inledning	2
1.1 Bällstaåns avrinningsområde	2
2 Underlag och förutsättningar	4
3 Modelluppbyggnad	6
3.1 Vattendrag	6
3.2 Ledningsnät	7
3.3 Avrinningsområden	7
3.4 2D-modell	7
3.5 Scenarier	7
3.5.1 Nuläge - Scenario BASE	8
3.5.2 Framtid - Scenario PLANNED	8
3.5.3 Framtid med planerade dagvattenanläggningar - Scenario MEASURES	10
3.6 Regnhantering	11
4 Kalibrering	13
4.1 Regnmätare	14
4.2 Kalibrering av flöde	14
4.2.1 Mätpunkt 1	14
4.2.2 Mätpunkt 2	16
4.2.3 Mätpunkt 3	16
4.2.4 Mätpunkt 4	18
4.2.5 Mätpunkt 5	20
4.2.6 Mätpunkt 6	22
4.3 Kalibrering av nivå	24
4.4 Kvalitetsbedömning av kalibrering	26
5 Beräkningsresultat och kommentarer	27
5.1 A – 10-årsregn utan klimatfaktor	27
5.2 B – 10-årsregn med klimatfaktor 1.25	35
5.3 C – 20-årsregn med klimatfaktor 1.25	38
5.4 D – 30-årsregn med klimatfaktor 1.25	41
5.5 E – 100-årsregn med klimatfaktor 1.25	47
5.5.1 Kontroll av simulerade nivåer mot bruksnivå för Mälarbanan	53
6 Förteckning över modellfiler	54

1 Inledning

Detta dokument beskriver uppbyggnad och kalibrering av Stockholm Vatten och Avfalls modell för Bällstaån, inklusive biflöden och anslutande dagvattensystem. Modellen har byggts upp under 2020-2022 av DHI, i modellverktyget MIKE+¹.

Modellen används för att beräkna flöden i dagvattensystem och vattendrag samt översvämningsutbredning vid olika regnsituationer. Den kan även användas till att bedöma påverkan från framtida exploateringar och dagvattenåtgärder.

Modellen är en vidareutveckling av den ursprungliga modell som togs fram år 2005-2007 av Stockholm Vatten, och som därefter uppdaterats vid flera tillfällen, senast år 2017.

Syftet med uppdraget som redovisas i denna rapport var följande:

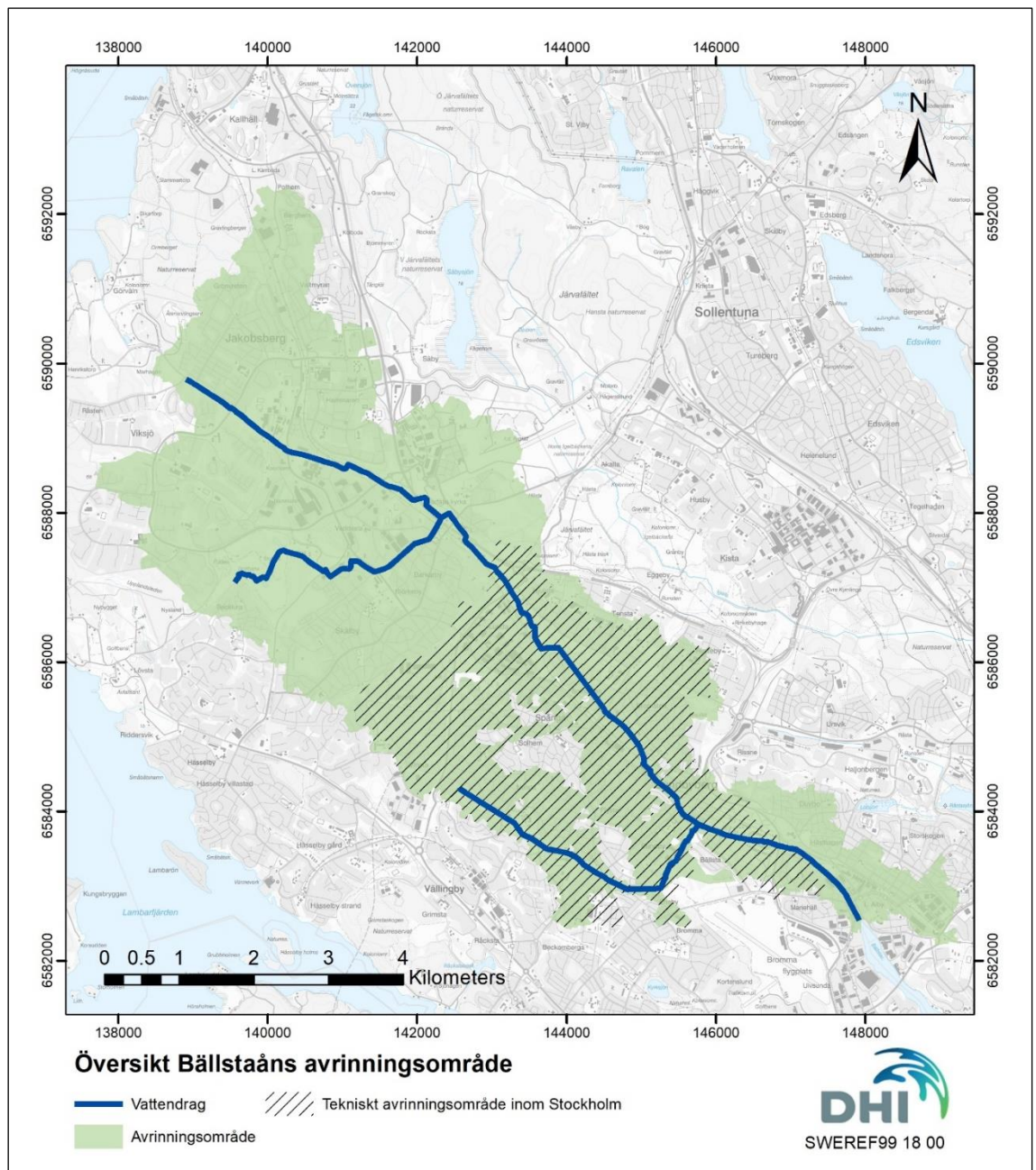
- Kalibrera modellen utifrån ny mätdata
- Uppdatera modellen till senaste programvaruversion
- Uppdatera de olika scenarierna med nya och planerade ledningsdragningar, anläggningar och exploateringar
- Analysera resultaten av olika scenarierberäkningar

1.1 Bällstaåns avrinningsområde

Bällstaån börjar i Järfälla kommun och rinner sedan genom Stockholms stad och Sundbybergs stad till Bällstaviken, där ån mynnar i Mälaren. Ån rinner till största delen genom tätbebyggda områden och är kulverterad längs vissa sträckor. Flera biflöden till Bällstaån ligger idag i ledningar, men de större biflödena Veddestabäcken samt Nälsta bäck (Stockholm) är till stor del öppna. Avrinningsområdet är ca 38 km² varav ca 15 km² i Stockholms kommun, och karakteriseras av en stor andel icke genomsläpplig yta.

Figur 1 visar en översikt över Bällstaåns avrinningsområde, inklusive tekniska avrinningsområden, biflöden och anslutande dagvattensystem inom Stockholms stad.

¹ <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mikeplus>



Figur 1. Bällstaåns avrinningsområde

2 Underlag och förutsättningar

Tabell 1 visar en lista över det underlag som använts för modelluppdateringen. Kolumnen *Moment* anger i vilken del av utredningen som underlaget använts, enligt listan nedan.

1. Uppdatering av nulägesscenario (BASE)
2. Kalibrering av nulägesscenario
3. Skapande av framtidsscenario med planerade exploateringar (PLANNED)
4. Skapande av framtidsscenario med planerade exploateringar och dagvattenanläggningar (MEASURES)
5. Utvärdering av resultat

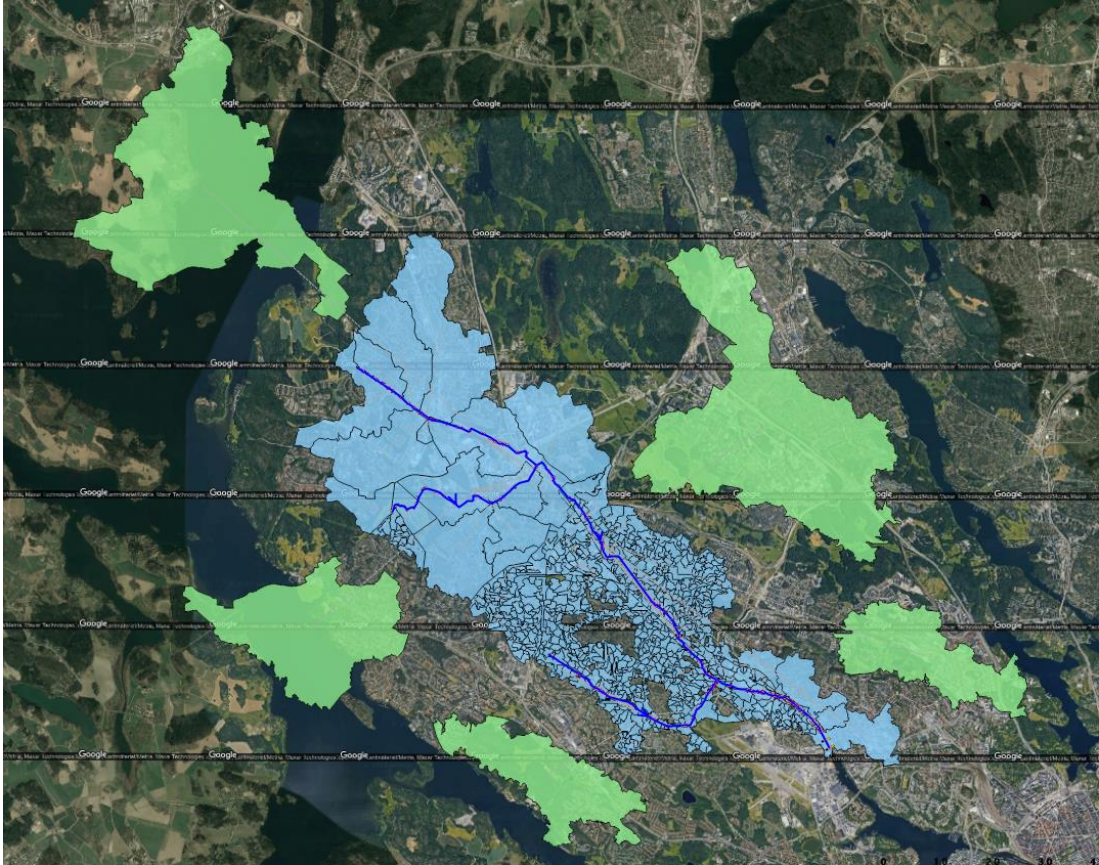
Tabell 1 Indata och underlag som använts i modelluppdateringen

Vad	Moment	Kommentar	Underlag i ProjectWise
Nya inmätningar	1	Tvärsektioner av Bällstaån i Annedal, mellan Solvalla och Löfströmsbron, samt underlag för bergtunneln	<i>Ledningsunderlag>Tvärssektioner Annedal</i> <i>Ledningsunderlag>Bergtunnel</i>
Genomförda DP	1	Viktigt med andelen hårdgjord yta inom området. Se även Tabell 2	<i>Exploateringar>Nulägesmodell</i> Se Info Exploateringar.txt
Genomförda åtgärder	1	Inkluderar rörmagasin Bromstensvägen samt Bällstaåns nya kulvert under Mäljarbanan. Inkluderar även pågående arbete med å-fåran i Bromstensstaden	<i>Ledningsunderlag>Genomförda ledningsomläggningar 2016-2020</i> Se Info Genomförda ledningsoml.txt <i>Ledningsunderlag>Planerade omläggningar>Omläggningar Mäljarbanan</i>
Bergtunneln	1	Ritning från 2016 bergtunneln inkl. plåttunneln	<i>Ledningsunderlag>Bergtunnel</i>
Ledningsdatabas	1	Shapefil med attribut över ledningsnät för dagvatten	<i>Ledningsunderlag>Rensat Ledningsunderlag</i> Se även Info Ledningsunderlag.txt
Nya delavrinningsområden	1	Shapefil med tekniska avrinningsområden där modellen kompletterats med mer detaljerat ledningsnät. Används som utgångspunkt för finare indelning	<i>Utredningslager>Tekniska avrinningsområden</i>
Nya nivåer i Mälaren utifrån ny reglering vid slussen	1	De nya Mälarnivåerna (de som blir i och med ombyggnaden av Slussen) ska användas i både nuläges- och framtidsscenarierna.	<i>Medelhögvattenyta +1.12 m i samtliga scenarier</i>
Uppdaterad markanvändning inom Bällstaåns avrinningsområde	1	Shapefil över hårdgjorda ytor i Bällstaåns avrinningsområde. Helst för hela området, åtminstone för del av avrinningsområdet inom Stockholms stad. Hårdgjorda ytor så som hustak, vägar samt om	<i>Utredningslager</i>

Vad	Moment	Kommentar	Underlag i ProjectWise
		möjligt andra ytor som t.ex. Parkeringsplatser.	
Mätdata	2	Flöde och regn som textfiler i angivna mätpunkter (Sweco)	
Uppmätta nivåer i åfåran	2	Nivåer som textfiler för samma period som flödesmätningar (SVOA)	
Planerade exploateringar	3	Shapefil över pågående och planerade exploateringar.	<i>Exploateringar>Framtidsmodell</i>
Modell för Bällsta IP	3	Modellen som Ramboll byggt importerar till Bällstaåmodellen	<i>Bällsta IP modell</i>
Modell för Bromstensstaden	3	Modell som DHI byggt. Importeras till Bällstaåmodellen	
Planerade ledningsomläggningar	3	Nytt utlopp Tvärbanan (inkluderad i Bällsta IP-modellen) samt ny ledning D1600 nedströms Solvalla	<i>Ledningsunderlag>Planerade omläggningar>Projektering Tvärbanan Ledningsunderlag>Planerade omläggningar>Nytt utlopp nedströms Solvalla (Mälarbanan)</i>
Planerade dagvattenanläggningar	4	Ritningsunderlag från Ramböll: Spångadalens dagvattendammar Utjämningsmagasin Bromstens IP Tenstadalens dagvattenmagasin	
Bruksnivåer för Mälarbanan	5	Mälarbanans bruksnivå i anslutning till Bällstaån i Annedal är satt till +1,85 (RH00) enligt referens: "Trafikverket, 2020, Miljökonsekvensbeskrivning tillhörande järnvägsplan Mälarbanan Huvudsta-Duvbo, 2020-01-15"	

3 Modelluppbyggnad

Bällstaåmodellen är i och med detta uppdrag konverterat till modelleringsverktyget MIKE+ (från tidigare MIKE FLOOD), med modulerna Rainfall-runoff, Collection System, River och 2D Overland. En kartöversikt över vattendrag (River-modul) och avrinningsområden (Catchment-modul) visas i figur 2.



Figur 2. Översikt över Bällstaåmodellen. Blå ytor är avrinningsområden med snabb avrinning. Gröna ytor är avrinningsområden med RDI. För ytterligare förklaring av dessa, se avsnitt 3.3.

3.1 Vattendrag

Vattendraget (Bällstaån, Veddestabäcken och Nälsta bäck) är inlagt i River-modulen. Tvärsnitt är importerade från den tidigare modellen för Bällstaån, och baseras huvudsakligen på inmätningar från den ursprungliga Bällstaåmodellen. (2005-2007). I området kring Annedal har nya inmätningar av tvärsnitt gjorts och dessa har lagts in i modellen (se tabell 1). För Bromstenstaden har den nya å-fåran lagts in i samtliga modellscenarier.

Råhet (Mannings tal) har ansatts baserat på kalibrering mot nivådata i två punkter (se kapitel 4) och varierar mellan 5 och 20 i olika delar av vattendraget. De förhållandevis låga värdena motiveras med att vattendraget sannolikt inte har rensats på länge, innehåller flertalet gallerförsedda tunnel-/kulvertöppningar som lätt blir delvis blockerade, samt att detta var de värden som gav bäst överensstämmelse vid nivåkalibrering.

3.2 Ledningsnät

Ledningsnätet har importerats från shapefiler. Den tidigare modellversionen innehöll en del av de större ledningsstråken till Bällstaån, men långt ifrån hela ledningsnätet. I denna uppdatering ingick att öka detaljeringsgraden för ledningsnätet till att även omfatta mindre ledningar. För att säkerställa att samtliga ledningssträckor i modellen baseras på det senaste underlaget valde vi att importera samtliga ledningar från underlag erhållet av SVOA (shapefiler) istället för att enbart komplettera med de ledningar som saknades i den gamla modellen.

Ledningar med dimension < 200 mm har tagits bort för att få en rimlig detaljeringsgrad på modellen. Ledningsnät som inte leder till Bällstaån (t ex kombinerade områden där dagvatten går till Bromma avloppsreningsverk) har också tagits bort.

Ledningsnät i Järfälla kommun var tidigare inkluderat men har tagits bort helt, med undantag för sträckorna närmast dagvattenutloppen i Bällstaån och Veddestabäcken, som har behållits för att få en representativ begränsning av maxkapaciteten i utloppen. Ledningsnätet togs bort dels av sekretessskäl, dels för att inte skapa en högre detaljeringsgrad än nödvändigt.

3.3 Avrinningsområden

Avrinningsområden inom Stockholm har importerats baserat på shapefil med tekniska avrinningsområden, och därefter modifierats/slagits samman för att motsvara ledningsnätets detaljeringsgrad och komma ner i ett rimligt antal delavrinningsområden. På grund av att ledningsnätets detaljeringsgrad ökat i och med denna modelluppdatering har även indelningen i delavrinningsområden förfinas och antalet områden blivit fler än tidigare.

I Järfälla har delavrinningsområden importerats från den gamla modellen, och därefter slagits ihop till ett delavrinningsområde per dagvattenutlopp.

Totalt antal avrinningsområden i modellen är 869, varav 864 beskriver snabb avrinning från hårdgjorda ytor till ledningsnät och vattendrag (modell A) och 5 beskriver naturmarksavrinning och basflöde till vattendraget (modell RDI). RDI-avrinning har lagts som separata avrinningsområden av modelltekniska skäl, och för tydlighets skull har dessa lagts utanför det verkliga avrinningsområdet så att de inte överlappar de övriga avrinningsområdena (se Figur 2, där RDI-avrinningsområden är gröna och övriga blå).

3.4 2D-modell

Höjddata till 2D-modellen har importerats från den tidigare Bällstaå-modellen. Projekterade höjder för Bromstensstaden, inklusive ny utformning av å-fåran har lagts in i 2D-modellen för samtliga scenarier, då byggprocessen här är så långt framskriden att de tidigare laserscannade höjderna inte bedömdes relevanta längre.

3.5 Scenarier

Bällstaåmodellen är upprättad i tre olika utbyggnadsscenarier. Dessa beskrivs i avsnitten 3.5.1 - 3.5.3. En lista över planerade och genomförda exploateringar, samt i vilket scenario de implementerats, återfinns i tabell 2. Grundprincipen är att genomförda (eller pågående i byggfas) detaljplaner inkluderas i nuläggesscenariot BASE, medan beslutade men ej genomförda eller påbörjade detaljplaner, inkluderas i framtidsscenariot PLANNED. Scenariot MEASURES bygger på PLANNED men inkluderar även tre planerade fördröjningsåtgärder för dagvatten.

Planerade exploateringar i Järfälla kommun är inte inkluderade i något av scenarierna, då utgångspunkten för dessa är att de inte ska bidra till ökat flöde nedströms.

Tabell 2 Översikt över inkluderade uppdateringar i respektive utbyggnadsscenario.

BASE
Annedal (exploatering)
Ny nivå Mälaren (+1.12 m medelhögvattennivå mht nya Slussen)
Bergtunnel (uppdaterad med strypande tvärsektion i nedströms del)
Omläggningar ledningsnät
Bromstenvägens rörmagasin
Bromstensstaden ny å-fåra och markhöjder, inklusive mur
Ny tunnel för Bällstaån under Mäljarbanan
PLANNED
Nytt utlopp Tvärbanan, D1600 söderifrån vid Ulvsundavägen
Nytt utlopp Mäljarbanan nedströms Solvalla, D1600 norrifrån vid Ulvsundavägen
Bromstensstaden, nytt ledningsnät inklusive lokal fördröjning
Bällsta IP, nytt ledningsnät och ny markanvändning
Bredare banvall Mäljarbanan Sundbyberg-Spånga
Planerade exploateringar längs Nälstabäcken – Björnmossevägen, Vinsta-Johannelund, Täbylund, Vårdhemmet, Hemsamariten
Planerade exploateringar i Spånga-Tensta: Bromstens IP, Kämpinge 2, Hedvig 7
MEASURES
Spångadalens dagvattendammar
Utjämningsmagasin Bromstens IP
Tenstadalens Dagvattenpark

3.5.1 Nuläge - Scenario BASE

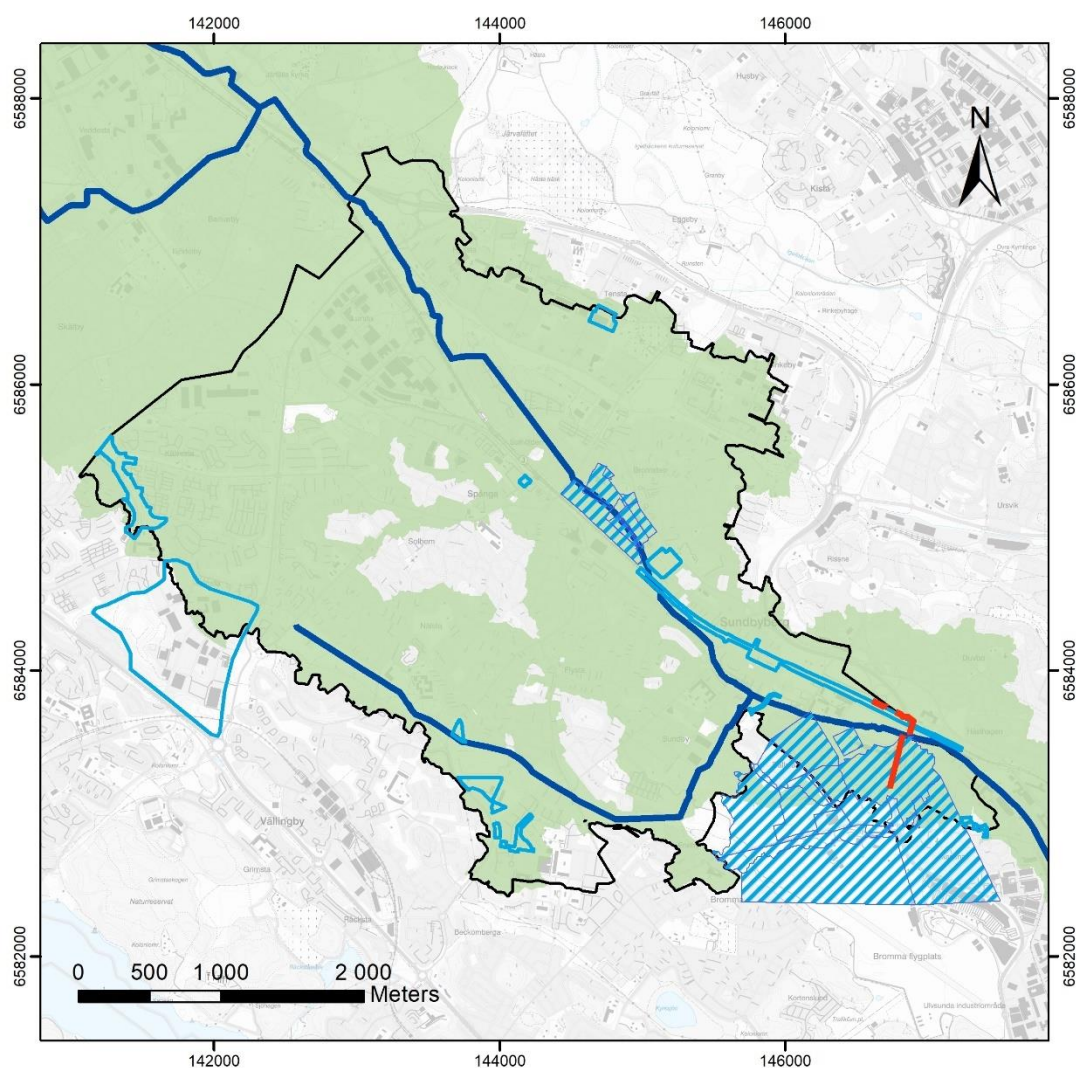
Scenariot beskriver nuläge (år 2021) mht bebyggelse, ledningsnät och markhöjder. Undantaget är i området kring Bromstensstaden, där arbeten i å-fåran och omkringliggande marknivåer pågick under 2021. Det beslutades därför i samråd med SVOA att använda framtida å-fåra och markhöjder även i BASE scenariot (eftersom den tidigare å-fåran redan var delvis modifierad och därmed inte längre aktuell, och aktuell status beskrev en byggprocess som kan ändras från dag till dag).

3.5.2 Framtid - Scenario PLANNED




Scenariot är baserat på BASE men har kompletterats med planerade exploateringar i form av nya dagvattenledning och förändrad hårdgöringsgrad. Områdena visas i kartbilden, figur 3, nedan. Ljusblå linjer visar områden med planerade exploateringar som endast har fått ändrad avrinningskoefficient, pga att uppgifter om planerat ledningsnät inte funnits. I dessa områden har delavrinningsområdenas avgränsning inte förändrats.

Ljusblå streckade ytor anger områden där det funnits detaljerade MIKE-modeller (inklusive ledningsnät) för den nya exploateringen och som har klippts in i den uppdaterade Bällstaåmodellens framtidsscenario. De två områden som haft detaljerade MIKE-modeller är Bromstensstaden och Bällsta IP. För dessa två har indelning av delavrinningsområden även förändrats, då denna styrs av ledningsnätet.

Röda linjer visar sträckning för nya utlopp vid Solvalla och Ulvsundavägen.



Planerade exploateringar inkluderade i scenario PLANNED

-  Planerad exploatering modifierad avrinningskoefficient
-  Planerad exploatering inkl ledningsnät
-  Nya utlopp Solvalla

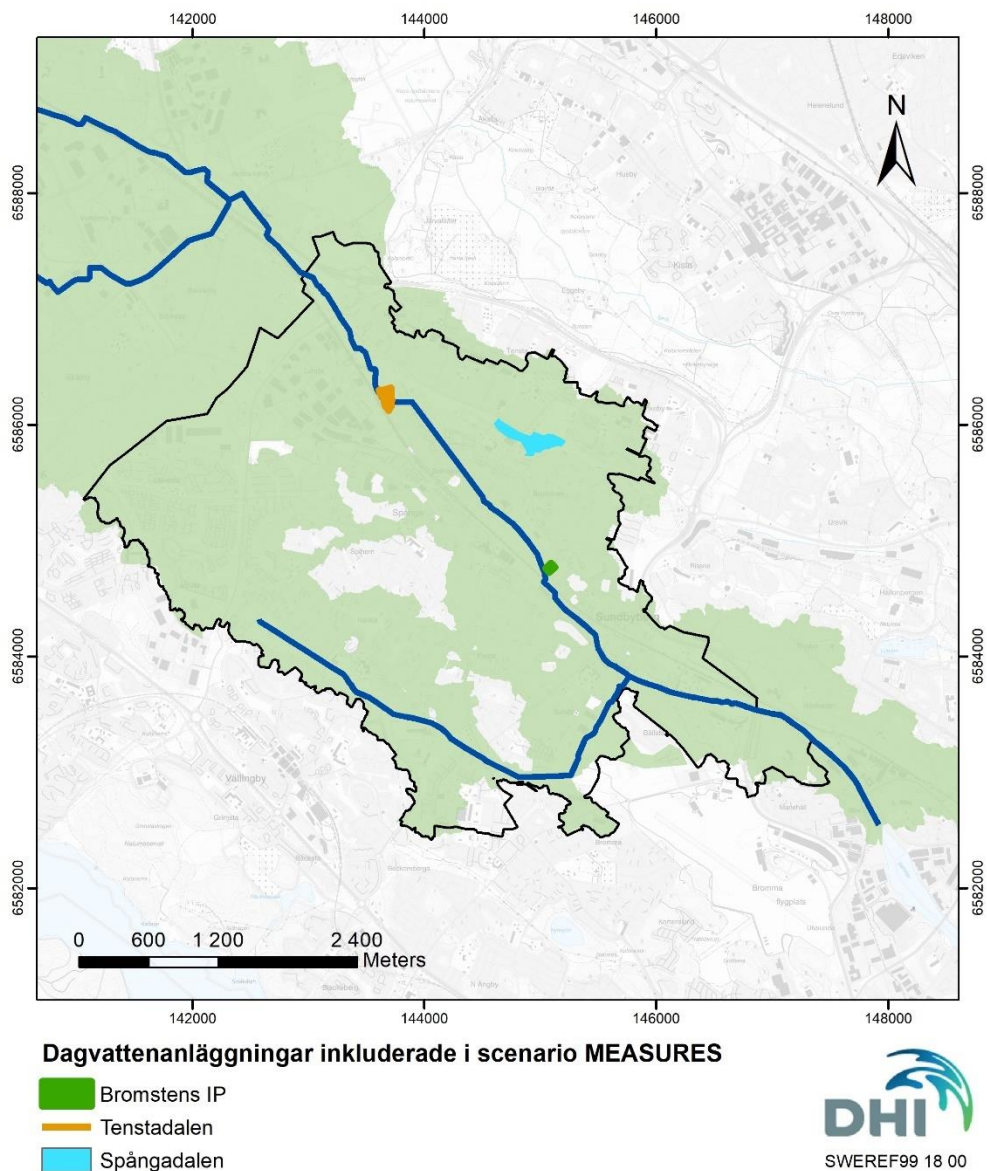
Figur 3. Blåmarkerade områden visar var planerade exploateringar och utlopp som lagts till i scenario PLANNED ligger.

3.5.3 Framtid med planerade dagvattenanläggningar - Scenario MEASURES

Detta scenario är baserat på PLANNED men inkluderar även tre planerade framtida dagvattenanläggningar:

- Dagvattendammar och nya dagvattenledningar i Spångadalen
- Dagvattendammar, pumpstation och nya dagvattenledningar i Tenstadalen
- Underjordiskt magasin för fördröjning av Bällstaån vid Bromstens IP

Placering av de tre anläggningarna visas i figur 4.



Figur 4. Placering för planerade dagvattenanläggningar som ingår i scenario MEASURES.

Utformningen av Spångadalen inkluderar ett skibord, och innan den slutliga modellen för scenario MEASURES färdigställdes gjordes en utvärdering för randvillkor D (30-årsregn med klimafaktor) för att säkerställa att skibordets strypning inte orsakade ökad översvämning uppströms.

3.6 Regnhantering

I en kopplad 1D-2D-modell kan regnet antingen belasta 1D-modellen (avrinningsområden/catchments), eller läggas direkt på 2D-ytan, eller en kombination. Vilket alternativ som väljs beror på vad som bäst antas representera verkliga avrinningsförhållanden.

För Bällstaåmodellen har vi valt att låta alla regn upp till och med 30 års återkomsttid (med klimatfaktor) belasta endast 1D-modellen, samt att detta regn infaller på sommaren då basflödet är tämligen lågt men risken för intensiva regn som högst, vilket sammanfaller med den situation då risken för höga flöden i Bällstaån är som störst.

Detta innebär att snabb avrinning från hårdgjorda ytor belastar dagvattensystemet och vattendragen tillförs ett basflöde baserat på RDI-modellen för avrinning, i enlighet med de avrinningsparametrar som kalibrerats fram. Ytavrinning kan därmed inte spåras i 2D-modellen. Metodvalet grundar sig i följande antaganden och resonemang:

- Vid regn upp till och med denna nivå antas de kalibrerade avrinningskoefficienterna vara förhållandevis korrekta, dvs ytavrinning från grönytor försumbar eller förhållandevis liten
- Även de delar av dagvattensystemet som inte modelleras explicit, som takrännor, stuprör, rännstensbrunnar mm, antas kunna hantera regn upp till denna nivå.²
- Ytöversvämning (vatten i 2D-modellen) uppstår endast i områden där ledningsnät eller vattendrag blir överbelastade (nivån stiger över marknivå).
- Genom att endast belasta 1D-modellen med allt regn blir modellen *väsentligt* lättare att hantera, vilket medför att den kan användas som ett effektivt arbetsverktyg av SVOA.
- I och med den senaste uppgraderingen av modellen, med ett detaljerat ledningsnät, kan översvämning modelleras i alla bebyggda områden även om regnet endast läggs i 1D-modellen (till skillnad från tidigare, där stora delar av ledningsnätet saknades och vissa områdens översvämningrisk således endast kunde karteras genom belastning av regn på 2D-modellen)

För regn över 30 års återkomsttid – i denna rapport avser det endast 100-årsregn, men modellen kan givetvis användas även för t ex 50-årsregn, 200-årsregn eller annan valfri återkomsttid – görs en fördelning av regn mellan 1D och 2D-modellen enligt följande principer och resonemang:

- Kalibrerade avrinningskoefficienter antas inte längre vara gällande. Detta är dels för att modellen inte ska bli alltför komplex och svårhanterlig, dels för att det är ett rimligt antagande, baserat på exempelvis dimensioneringsprinciper för dagvatten (P110, Svenskt vatten) som gäller upp till 30-årsregn. Reduktionsfaktorn sätts således till 1 för samtliga avrinningsområden.
- Hårdgjorda ytor belastas i 1D-modellen med regn, upp till en intensitet motsvarande 10 års återkomsttid för de 30 mest intensiva minuterna av regn. Regnvolymen därutöver förutsätts inte rinna in i stuprör och rännstensbrunnar utan följa terrängen, dvs läggs på 2D-modellen.
- Grönytor belastas i 2D-modellen, där regnet infiltrerar tills det övre marklagret är mättat, allt tills regnets intensitet överskrider infiltrationskapaciteten

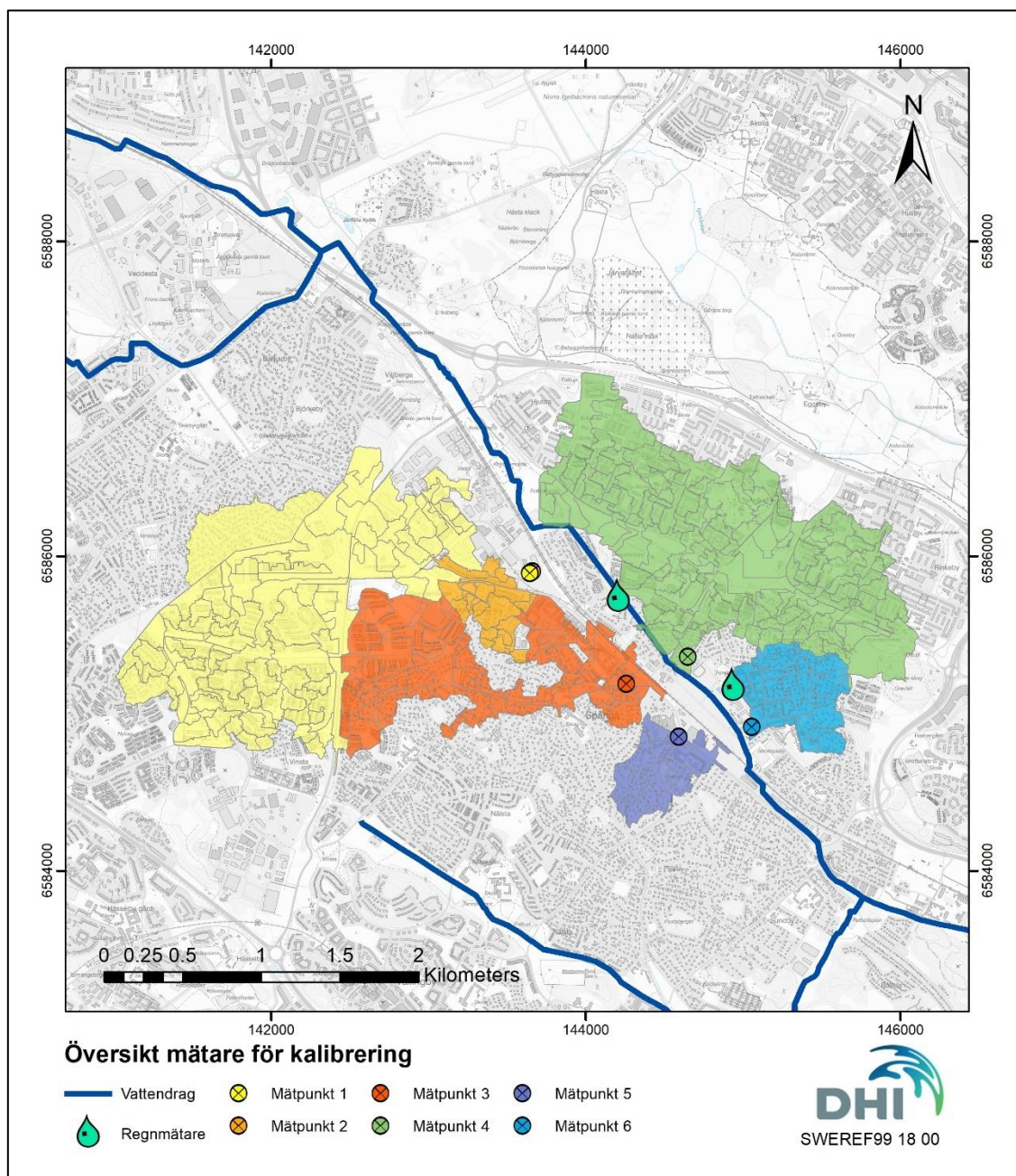
Det går att modifiera "brytpunkten" för vid vilken återkomsttid som regnet delas upp mellan 1D-modell och 2D-modell, men det kräver mycket god insikt i modellen, gedigen modelleringskompetens i allmänhet och ett stort mått av att hålla tungan rätt i mun, därav bör det inte göras om man inte har synnerliga skäl för detta.

² I beskrivningen av 100-årsregnet nedan anges att rännstensbrunnar och stuprör antas ha kapacitet motsvarande ett 10-årsregn. Detta är förmodligen närmare sanningen än ett 30-årsregn, men skillnaden i resultat för ett 30-årsregn blir tämligen liten mellan att lägga hela regnet i 1D-modellen och att dela upp det mellan 1D-modellen och 2D-modellen, samtidigt som modellens komplexitet ökar väsentligt om regnet delas upp. Av denna anledning har vi valt att låta allt regn upp till 30-årsregnet (dvs det som räknas som "dagvatten" enligt P110) gå enbart via 1D-modellen.

Ovanstående punkter gäller för Stockholms stad. För den del av avrinningsområdet som är inom Järfälla kommun, läggs hela regnet i 1D-modellen. Detta innebär att flödet till Bällstaån i Järfälla begränsas i och med att utloppen har begränsad kapacitet, men samtidigt att den fördröjning och magasinering som kan antas ske i ytliga lågpunkter inte tas med. Sammantaget bedöms förenklingen därför vara rimlig (och nödvändig, eftersom ledningsnätet i Järfälla inte är inkluderat i modellen).

4 Kalibrering

Under hösten 2020 genomförde Sweco flödesmätningar i 6 punkter i dagvattensystemet för att förbättra tillförlitligheten för dagvattenflöden i modellen. Mätarnas placering visas i Figur 5. Här visas även de avrinningsområden som rinner till respektive mätpunkt.



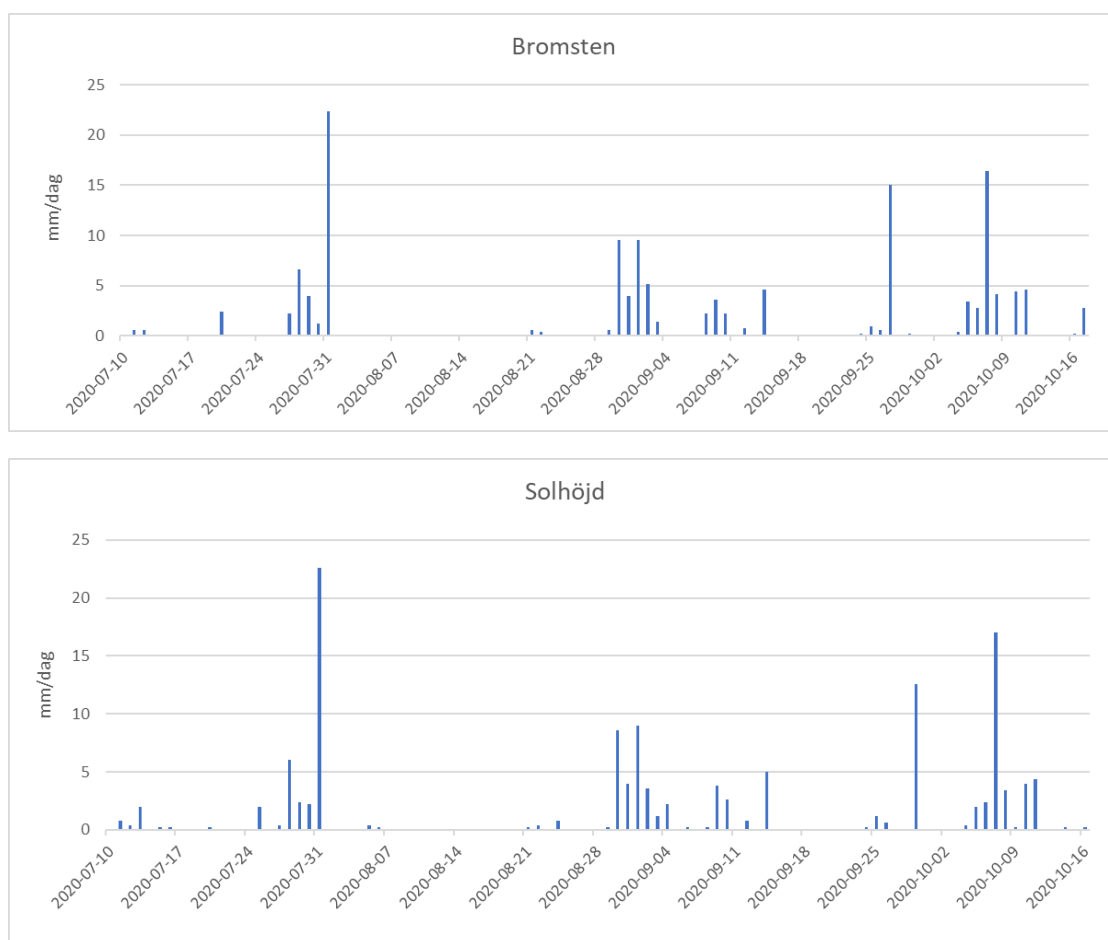
Figur 5. Placering och tillhörande avrinningsområde för flödesmätare 2020

Övriga områden som inte täcks in av Figur 5 har behållit tidigare kalibrering enligt nedan:

- Avrinningsområden i Järfälla kommun kalibrerades för snabb avrinning under 2017, baserat på mätningar från 2016-2017
- Avrinningsområden till Nälsta bäck kalibrerades för snabb avrinning under 2016
- Övriga områden, samt långsam avrinning (basflöde/naturmarksavrinning i vattendragen) kalibrerades 2006.

4.1 Regnmätare

Två regnmätare har använts vid kalibreringen, Bromsten samt Solhöjd. Under den aktiva mätperioden 10 juli – 17 oktober 2020 registrerade dessa 141 mm fördelade på 35 dagar (Bromsten) respektive 132 mm fördelade på 44 dagar (Solvhöjd). Större regntillfällen inträffade den 31 juli, 29 augusti – 1 september, 27 september samt 5-11 oktober. Figur 6 visar regnvolym per dag för de två mätarna.

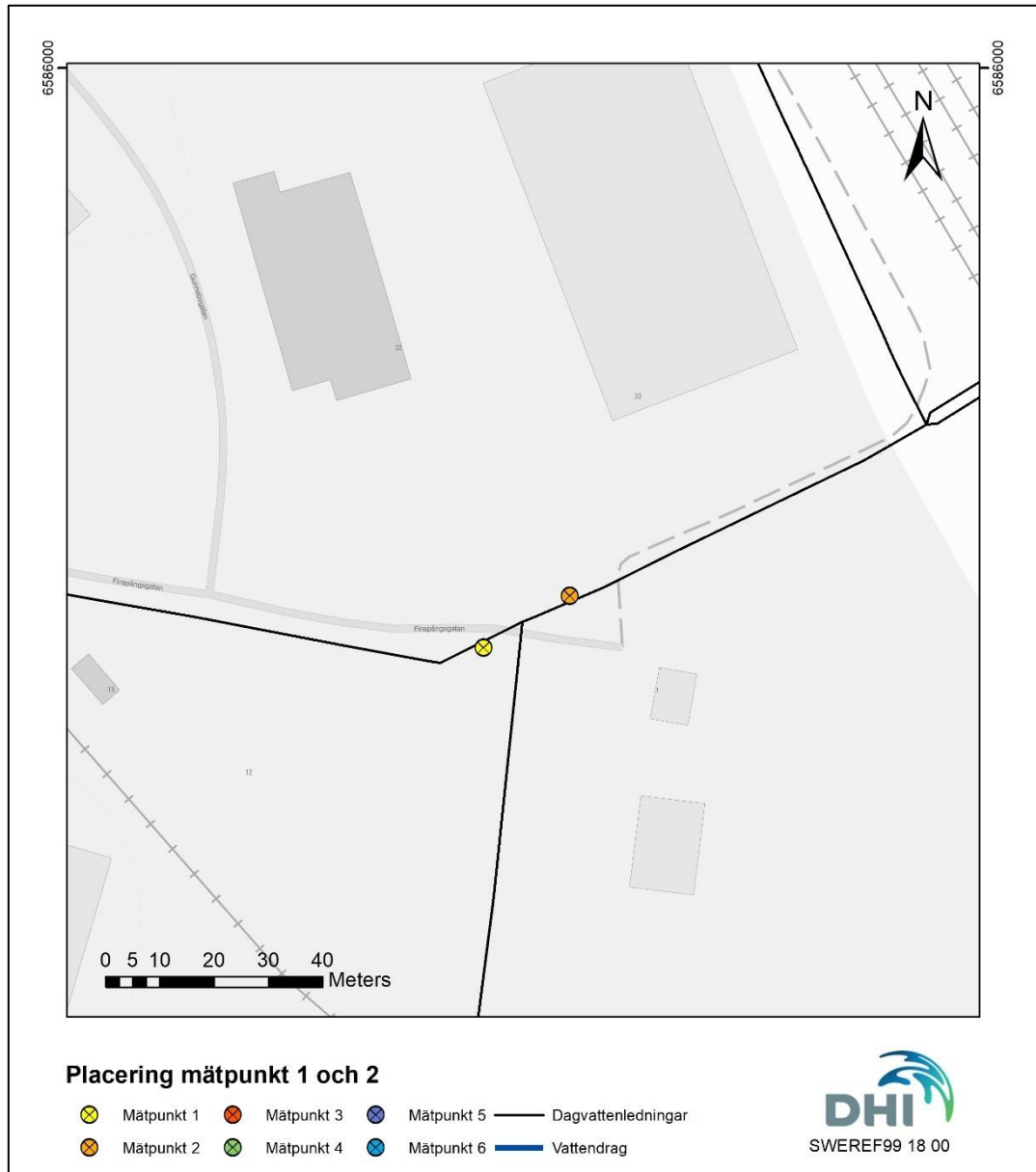


Figur 6. Regnvolym per dag som registrerats för de två regnmätarna i Bromsten respektive Solhöjd under flödesmätperioden 2020.

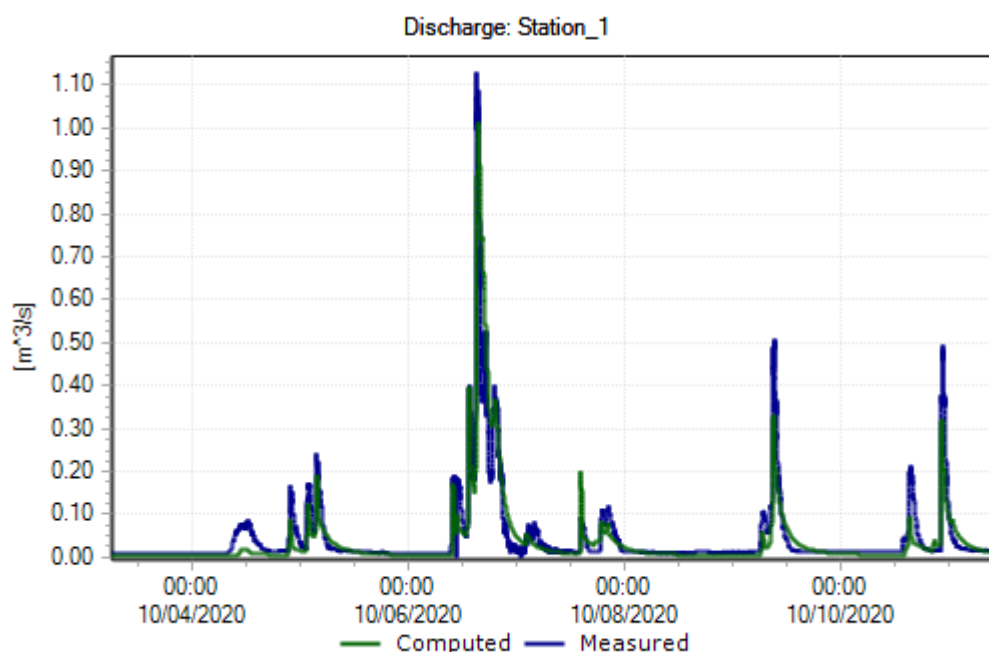
4.2 Kalibrering av flöde

4.2.1 Mätpunkt 1

Mätpunkt 1 är belägen i Finspångsgatan (se figur 7) och avvattnar ett område på 231 ha total area, med karterad hårdgjord yta om ca 112 ha (genomsnittlig hårdgöringsgrad 48%). Kalibrering visar på en bidragande yta uppströms om ca 86 ha, vilket motsvarar en reduktionsfaktor på 0.77, och en avrinningskoefficient på 37%. Figur 8 visar beräknad och uppmätt flöde under en vecka i oktober. Beräknad R^2 -koefficient för denna period är 0.83.



Figur 7. Placering av mätpunkt 1 (gul prick) och 2 (orange prick) för flödesmätning 2020.



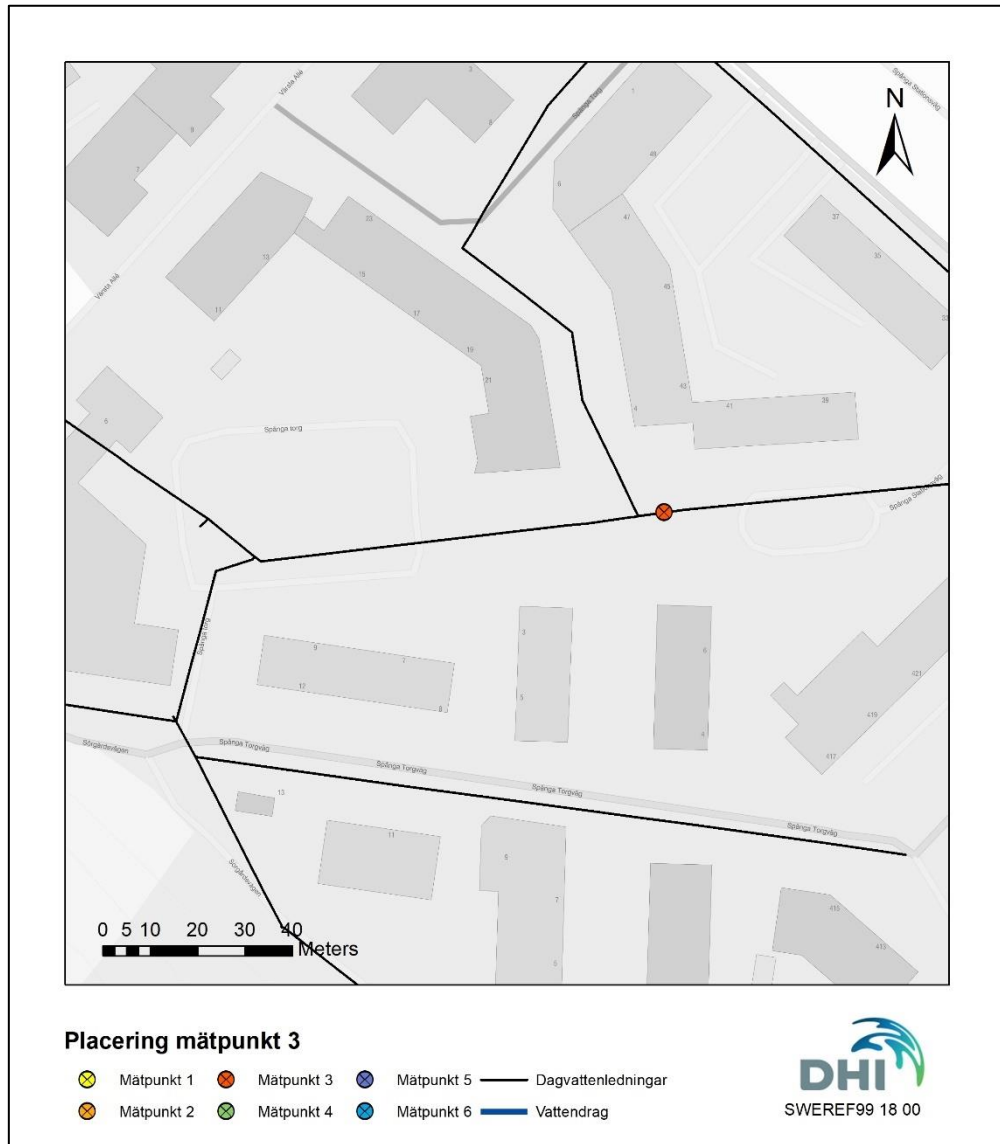
Figur 8. Uppmätt (blå kurva) och beräknat (grön kurva) flöde i mätpunkt 1 för mätperiod 2020.

4.2.2 Mätpunkt 2

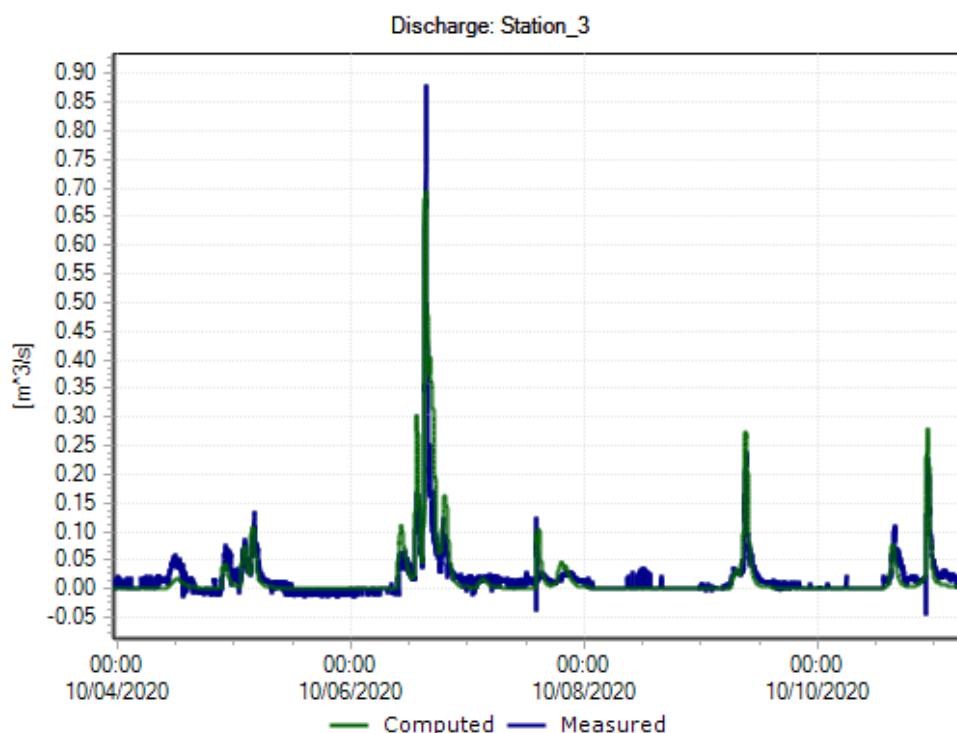
Mätpunkt 2 är även den belägen i Finspångsgatan, se figur 7, nedströms mätpunkt 1, och avvattnar samma område som mätpunkt 1 samt ett område på 22 ha total area, med karterad hårdgjord yta om ca 14 ha (genomsnittlig hårdgöringsgrad 62%). Kalibrering har ej kunnat genomföras i denna punkt pga bristfällig mätdata. Mätaren har inte gett någon data alls under två av de fyra månader som mätkampanjen varade, och de två månaderna som har registrerade mätningar visar på stora svängningar både i positiv och negativ riktning. Avrinningsområden uppströms (förutom de som rinner via mätpunkt 1) har i modellen antagits ha en reduktionsfaktor på 0.9, vilket ger en genomsnittlig avrinningskoefficient på 56% och en sammanlagd bidragande yta på 12 ha.

4.2.3 Mätpunkt 3

Mätpunkt 3 är belägen vid Spånga Torg (se figur 9) och avvattnar ett område på 102 ha total area, med karterad hårdgjord yta om ca 52 ha (genomsnittlig hårdgöringsgrad 51%). Kalibrering visar på en bidragande yta uppströms om ca 37 ha vilket motsvarar en reduktionsfaktor på 0.72 och en avrinningskoefficient på 36%. Figur 10 visar beräknat och uppmätt flöde under en vecka i oktober. Beräknad R²-koefficient för denna period är 0.82



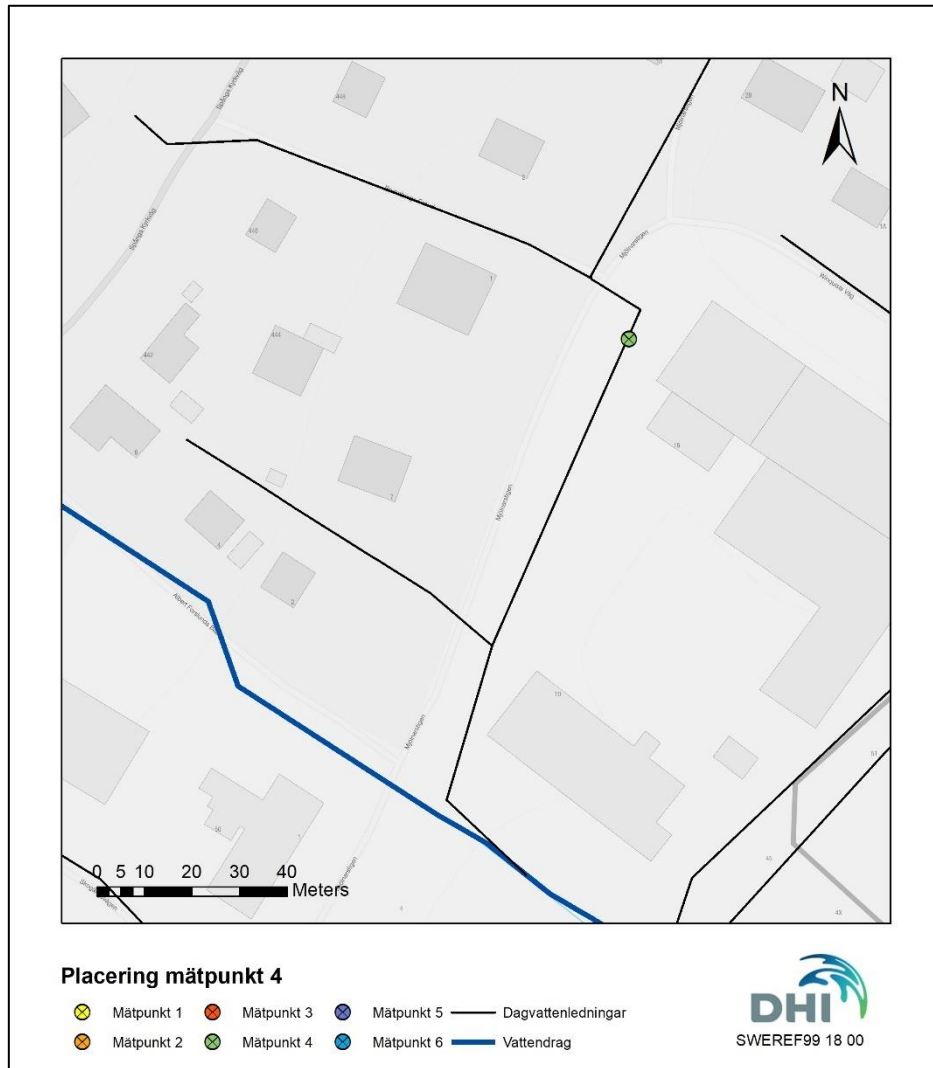
Figur 9. Placering mätpunkt 3 för flödesmätning 2020.



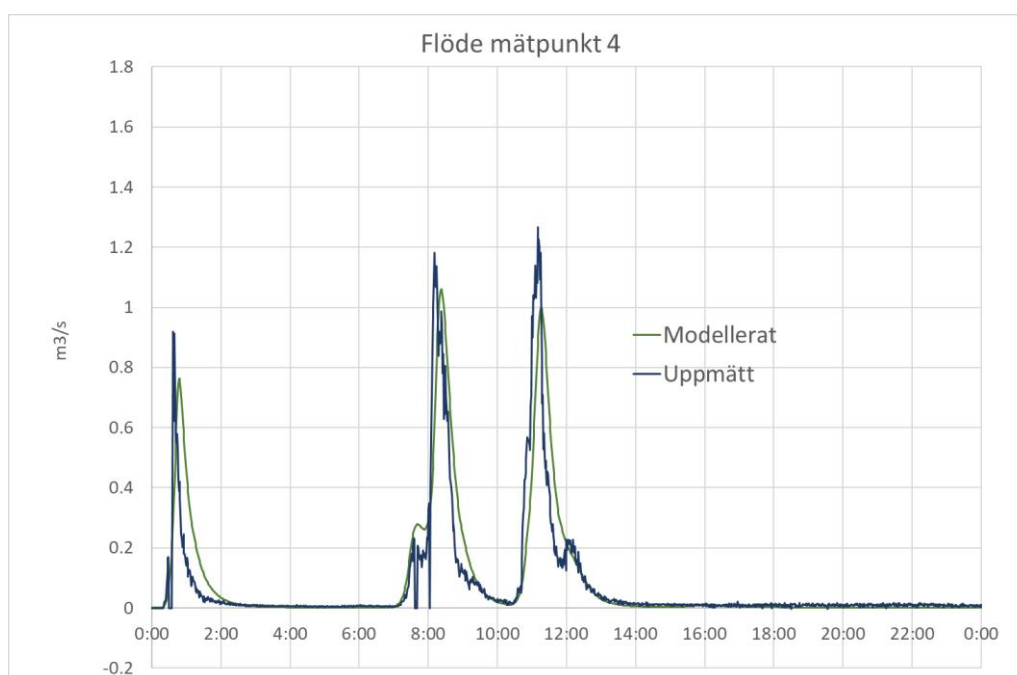
Figur 10. Uppmätt (blå kurva) och beräknat (grön kurva) flöde i mätpunkt 3 för mätperiod 2020.

4.2.4 Mätpunkt 4

Mätpunkt 4 är belägen vid Mjölmarstigen strax uppströms utloppet till Bällstaån vid Bromstensstaden (se figur 11), och avvattnar ett 231 ha stort område kring Tensta och Rinkeby. Karterad hårdjord yta är 99 ha, motsvarande en hårdgöringsgrad på 43%. Kalibrering visar på en bidragande yta uppströms om ca 62 ha, vilket motsvarar en reduktionsfaktor på 0.63, och en sammanlagd avrinningskoefficient på 27%. Figur 12 visar beräknat och uppmätt flöde under 26 september 2020. Beräknad R²-koefficient för denna period är 0.77.



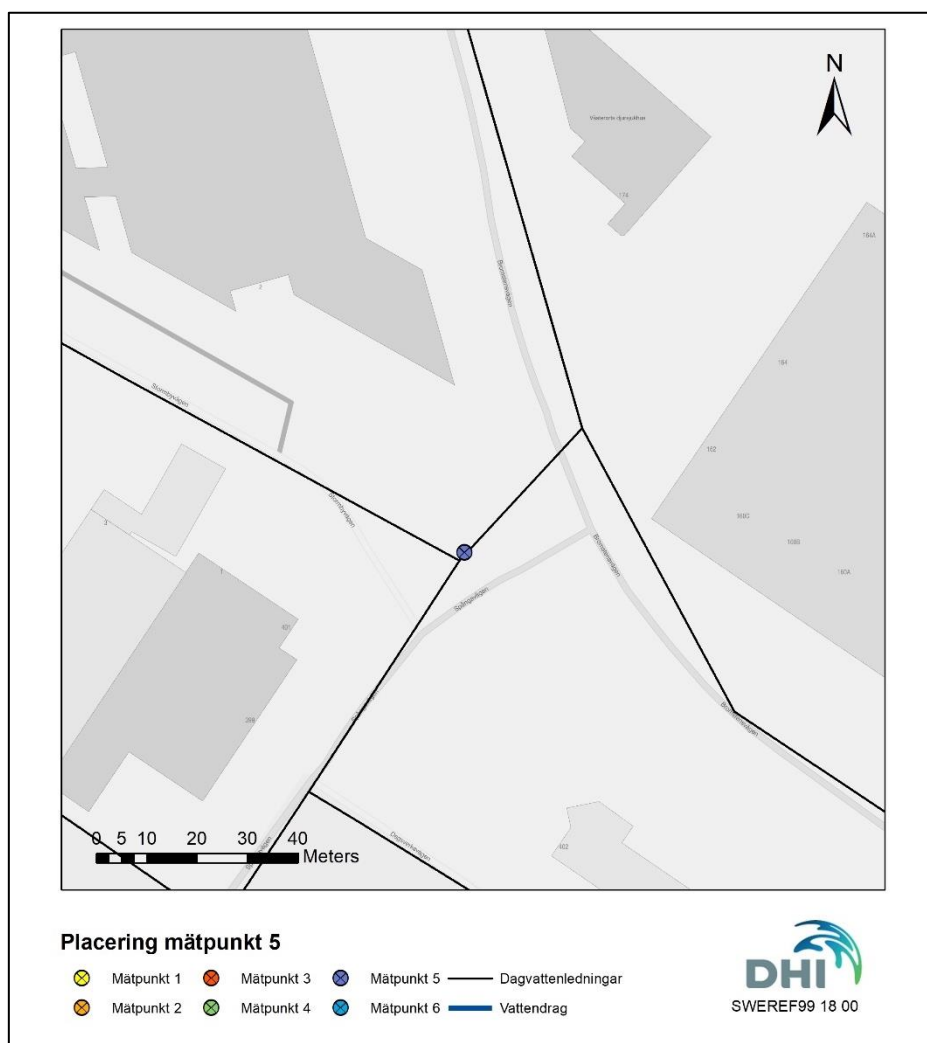
Figur 11. Placering mät punkt 4 för flödesmätning 2020.



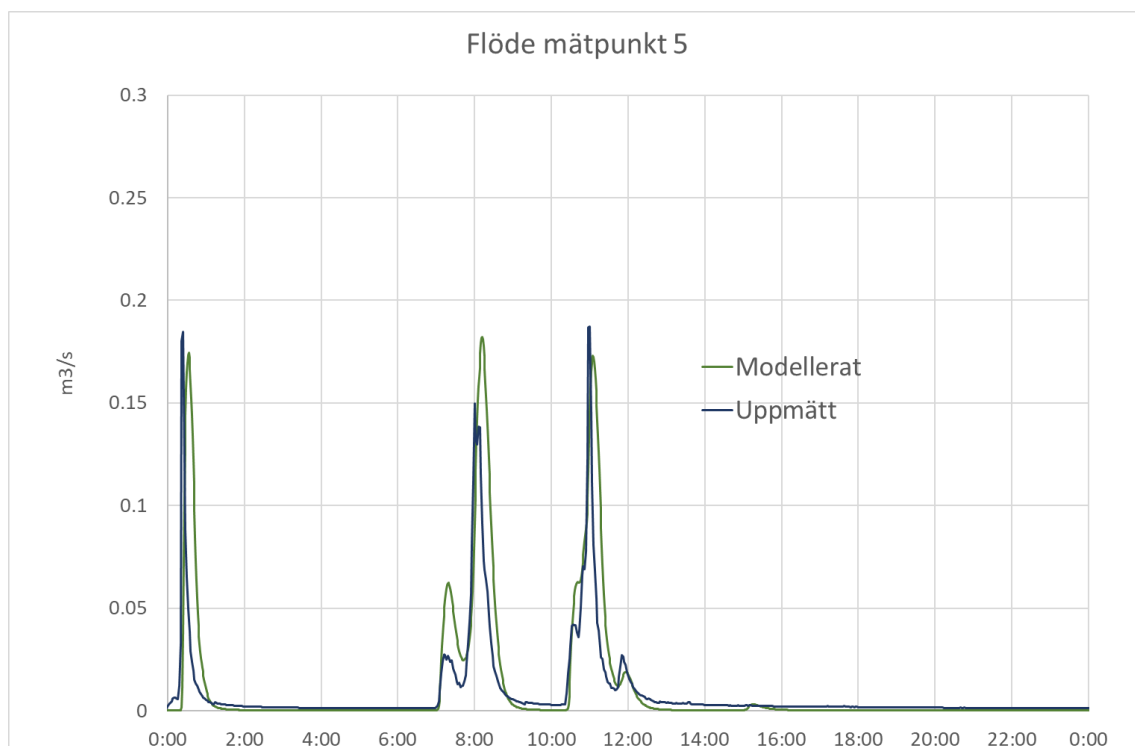
Figur 12. Uppmätt (blå kurva) och beräknat (grön kurva) flöde i mätpunkt 4 den 26 september 2020.

4.2.5 Mät punkt 5

Mät punkt 5 är belägen i Spångavägen vid Bromstensvägen (se figur 13) och avvattnar ett 26 ha stort område. Karterad hårdgjord yta är 13 ha, motsvarande en hårdgöringsgrad på 50%. Kalibrering visar på en bidragande yta uppströms om ca 8 ha, vilket motsvarar en reduktionsfaktor på 0.63 och en sammanlagd avrinningskoefficient på 32%. Figur 14 visar beräknat och uppmätt flöde under 26 september. Beräknad R^2 -koefficient för denna period är 0.52.



Figur 13. Placering för mätpunkt 5 vid flödesmätning 2020.



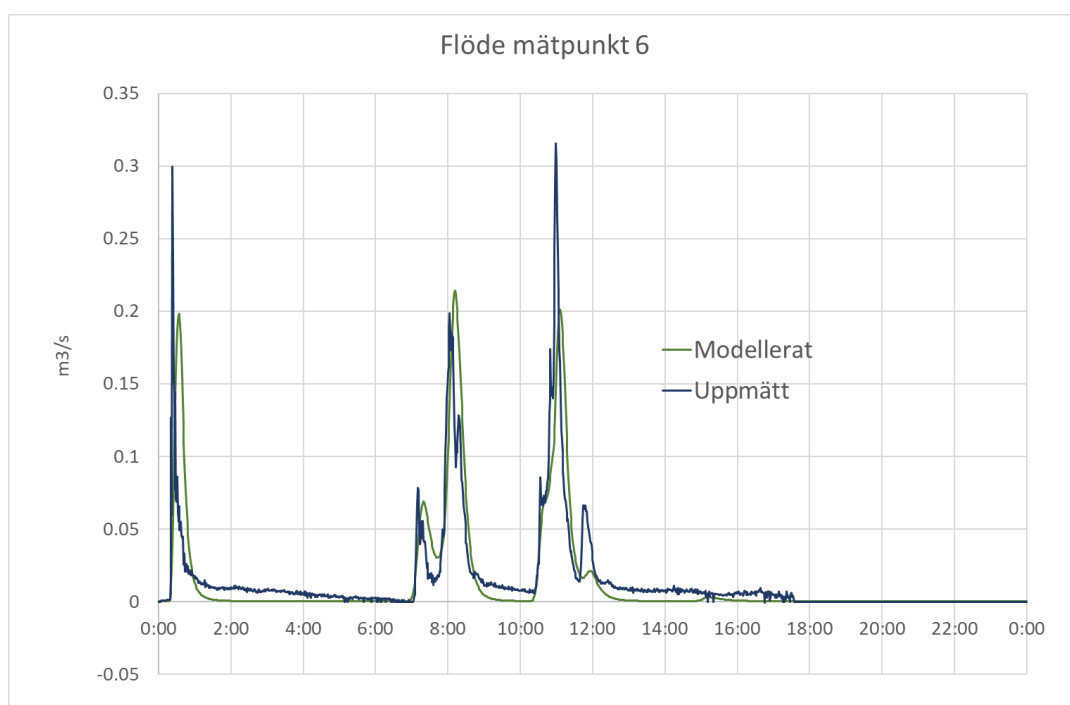
Figur 14. Uppmätt (blå kurva) och beräknat (grön kurva) flöde i mätpunkt 5 den 26 september 2020.

4.2.6 Mätpunkt 6

Mätpunkt 6 är belägen i Åkantsgränd strax uppströms utloppet i Bällstaån vid Bromstens IP (se figur 15) och avvattnar ett 36 ha stort område. Karterad hårdgjord yta är ca 15 ha vilket motsvarar en hårdgöringsgrad på 42%. Kalibrering visar på en bidragande yta uppströms om ca 9.5 ha, vilket ger en reduktionsfaktor på 0.63 och en sammanlagd avrinningskoefficient på 27%. Figur 16 visar beräknat och uppmätt flöde under 26 september. Beräknad R^2 -koefficient för denna period är 0.64.



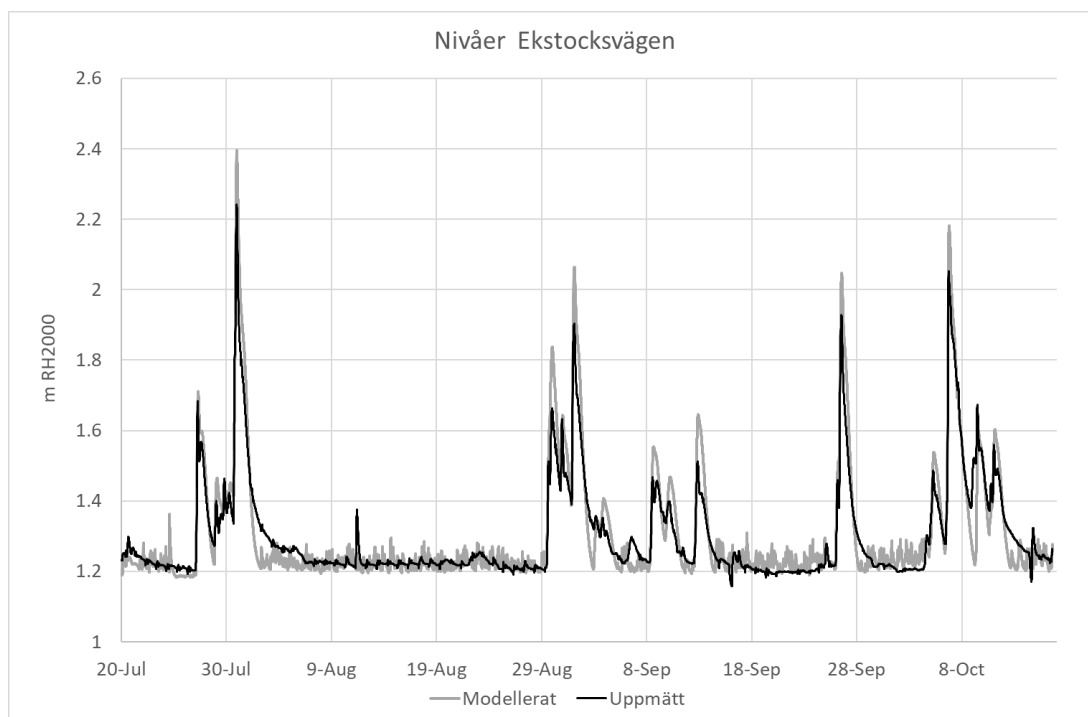
Figur 15. Placering för mätpunkt 6 vid flödesmätning 2020.



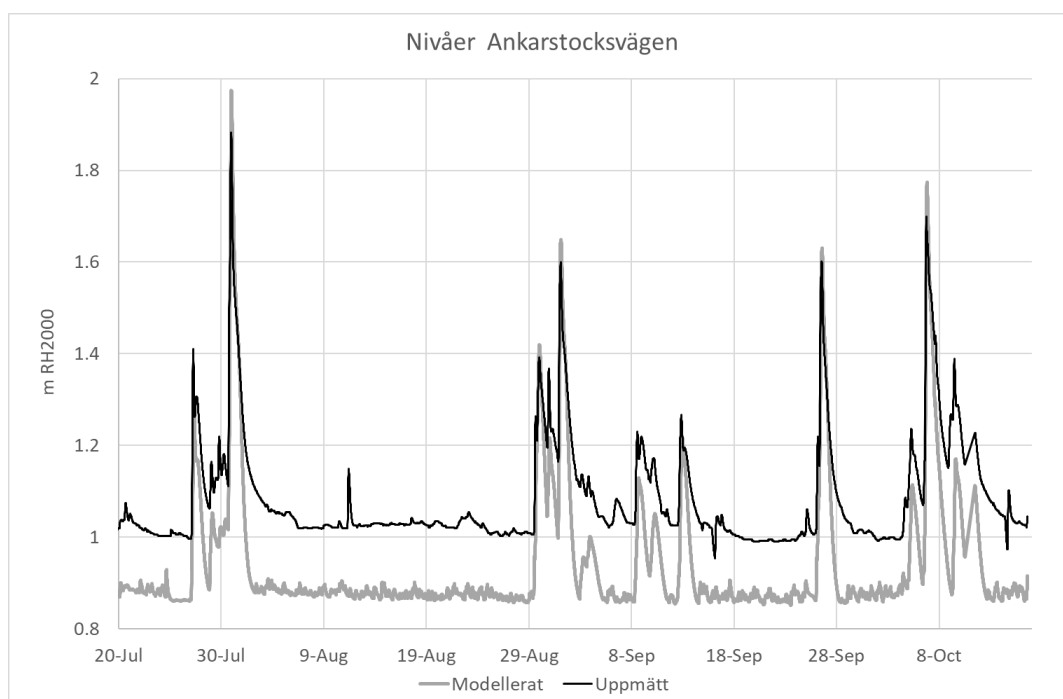
Figur 16. Uppmätt (blå kurva) och beräknat (grön kurva) flöde i mätpunkt 6 den 26 september 2020.

4.3 Kalibrering av nivå

I Bällstaån mäts nivå i tre punkter – Ekstocksvägen, Ankarstocksvägen och Åkantsgränd. De två förstnämnda har använts för att kalibrera in nivåer vid höglödessituationer för samma period som flödeskalibreringen. Åkantsgränd har inte använts i kalibreringen pga. att data saknades i denna punkt för den aktuella perioden. Kalibreringen har gjorts genom att justera Mannings tal i ån. Figur 17 och 18 visar modellerade och uppmätta nivåer efter kalibrering. Beräknade R^2 -koefficienter för perioden är 0.57 (Ankarstocksvägen) respektive 0.82 (Ekstocksvägen)



Figur 17. Uppmätt (svart kurva) och beräknat (grå kurva) nivåer i Bällstaån vid Ekstocksvägen för mätperioden 2020.



Figur 18. Uppmätt (svart kurva) och beräknat (grå kurva) nivåer i Bällstaån vid Ankarstocksvägen för mätperioden 2020.

Vid Ekstocksvägen visar modellen mycket god överensstämmelse med uppmätta nivåer både vid lågflöden och flödestoppar. Vid Ankarstocksvägen är överensstämmelsen vid lågflöden sämre – modellen visar ca 15 cm lägre nivåer än de uppmätta. Det skulle vara möjligt att få bättre överensstämmelse genom att sänka Mannings tal kraftigt, men då blir topparna mindre

korrekta och sammantaget bedömdes det som mest relevant att få god överensstämmelse vid flödestoppar där översvämningrisk föreligger. Att uppmätta nivåer är lägre än modellerade har sannolikt sin förklaring i ojämn botten, vilket resulterar i ett högt flödesmotstånd vid väldigt låga nivåer och flöden. En förbättring av modellen skulle kunna vara att ha differentierat Mannings tal i å-fåran, med lågt Mannings tal i botten och högre i resten av tvärsektionen, men detta har inte rymts inom denna modelluppdatering, och har heller inte varit prioriterat då inga lågflödesscenarier skulle beräknas.

4.4 Kvalitetsbedömning av kalibrering

En övergripande kvalitetsbedömning av kalibreringen har gjorts utifrån Stockholm Vatten och Avfalls bedömningskriterier, vilka redovisas i SVU-rapporten. Medelvärdet av samtliga R²-koefficienter för flödeskalibreringen är 0.72, dvs inom spannet för "OK". Två av mätpunkterna, 5 och 6, ligger under gränsen för OK och klassas som "Dålig". Volymfelet är generellt i samma kvalitetsspann som R²-värdet, dvs mellan 5 och 10%.

Av nivåkalibreringen har en av mätpunkterna kvaliteten OK, den andra Dålig (pga stor skillnad i lågvattennivåer som tidigare diskuterats) baserat på R²-värde. Kriterierna för nivåfel bedöms inte som tillämpliga här då kategorierna är baserade på mätningar i avloppsledningarna och inte i vattendrag.

Tabell 3. Stockholm Vatten och Avfalls statistik över kalibrering mot regntillfällena, Mycket bra motsvarar övre kvartilen, ok median, och dålig första kvartilen. Från SVU-rapporten "Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem" (2016)

Bedömning	R-värde	Volymfel [%]	Nivåfel [mm]
Mycket bra	> 0,85	± 5	± 10
Ok	0,7-0,85	± 10	± 20
Dålig	< 0.7	± 20	± 50

Sammantaget bedöms kalibreringen vara OK för modellen, även om vissa punkter är sämre.

5 Beräkningsresultat och kommentarer

I samband med modellens upprättande har 15 grundläggande beräkningar gjorts för de tre utbyggnadsscenarierna som redovisas i kap 3.5 och följande fem regnsituationer:

- A. 10-årsregn utan klimatfaktor
- B. 10-årsregn med klimatfaktor 1.25
- C. 20-årsregn med klimatfaktor 1.25
- D. 30-årsregn med klimatfaktor 1.25
- E. 100-årsregn med klimatfaktor 1.25

Samtliga scenarier är körda med modulerna *Catchments*, *Collection systems network*, *River network* och *2D overland*.

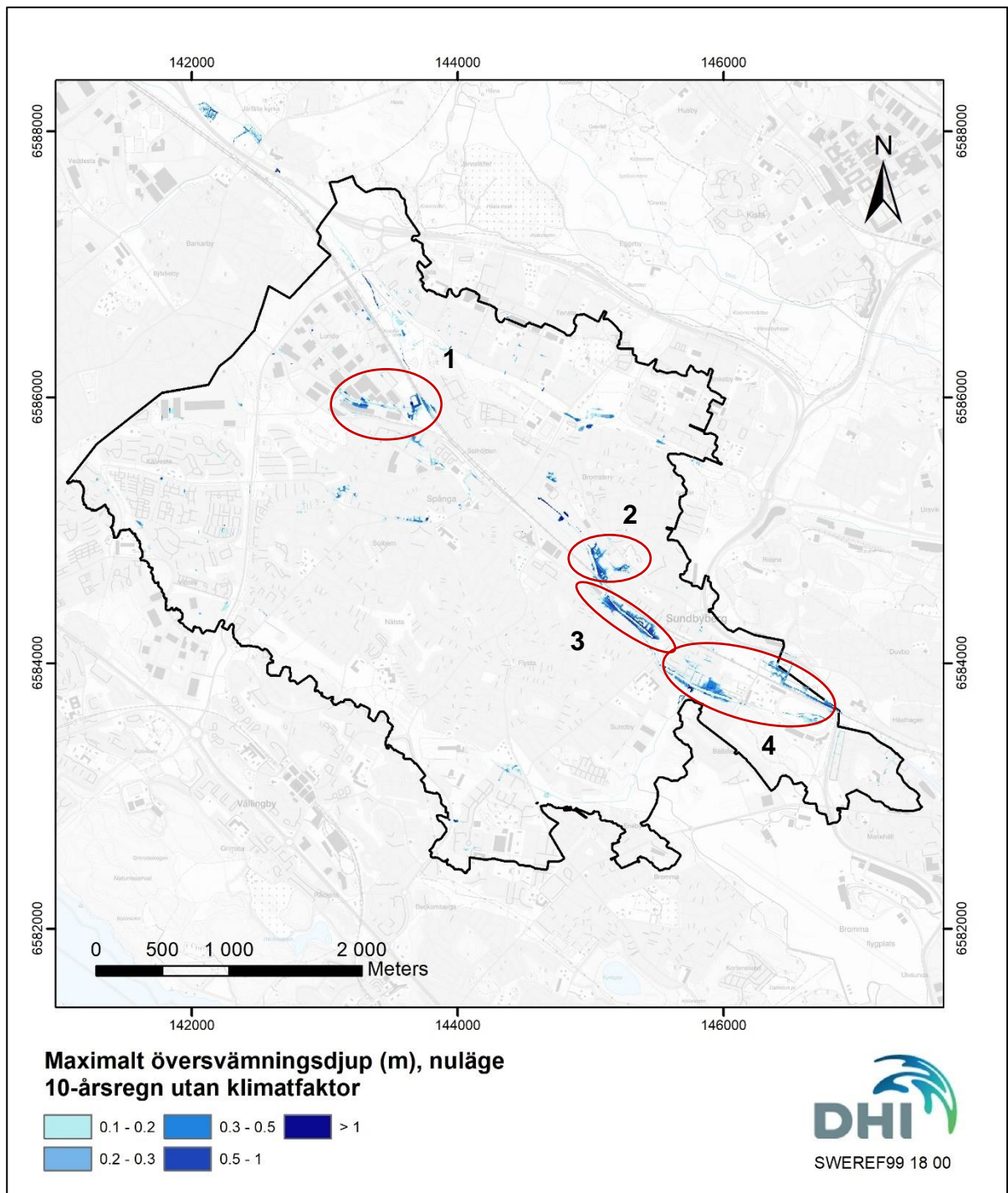
I detta avsnitt redovisas övergripande översvämningresultat för de femton beräkningarna. För regn A, D och E redovisas kompletterande analyser i form av påverkan från framtida exploateringar, och effekt av planerade dagvattenanläggningar. I kartbilderna visas, förutom beräkningsresultat, även den yttre gränsen för det tekniska avrinningsområdet till Bällstaån (dvs det område inom vilket det finns dagvattensystem tillhörande Stockholm stad). Notera att modellområdet täcker en större yta än det tekniska avrinningsområdet, varför det kan uppstå översvämningar även utanför gränsen för det inritade avrinningsområdet.

Översvämningresultaten visas med zoomnivå som täcker hela det tekniska avrinningsområdet och Bällstaån inom Stockholms stad, och de huvudsakliga problemområdena som identifierats markeras. För mer detaljerade analyser av enskilda delområden och effekter hänvisas till resultatfilerna direkt, samt till rapporten *Kapacitetsutredning Bällstaån* (DHI, 2023).

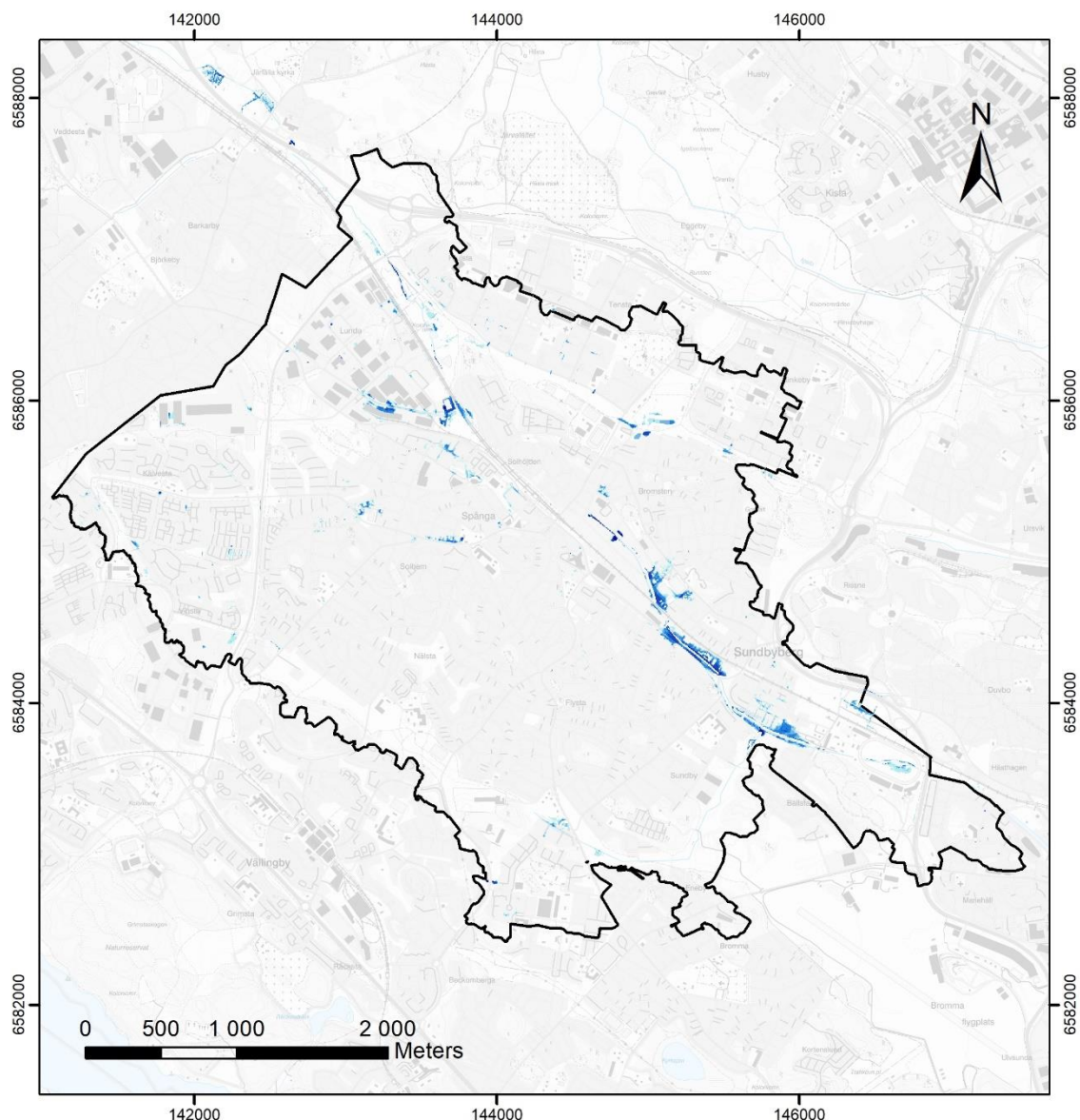
5.1 A – 10-årsregn utan klimatfaktor

Figur 19, 20 och 21 visar maximalt översvämningdjup för scenarierna BASE, PLANNED och MEASURES inom Stockholms stad och Bällstaåns avrinningsområde. Ett par tydliga översvämningssområden kan ses här (numren anges även i kartbilden för BASE):

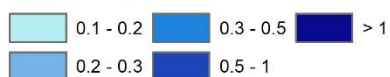
1. Lunda industriområde kring Finspångsgatan och Gunnebogatan
2. Området kring Bromstens IP
3. Längs Bromstenvägen nedströms Bällstaåns kulvert under järnvägen
4. Vid Nälstabäckens anslutning till Bällstaån, samt norr om Solvalla



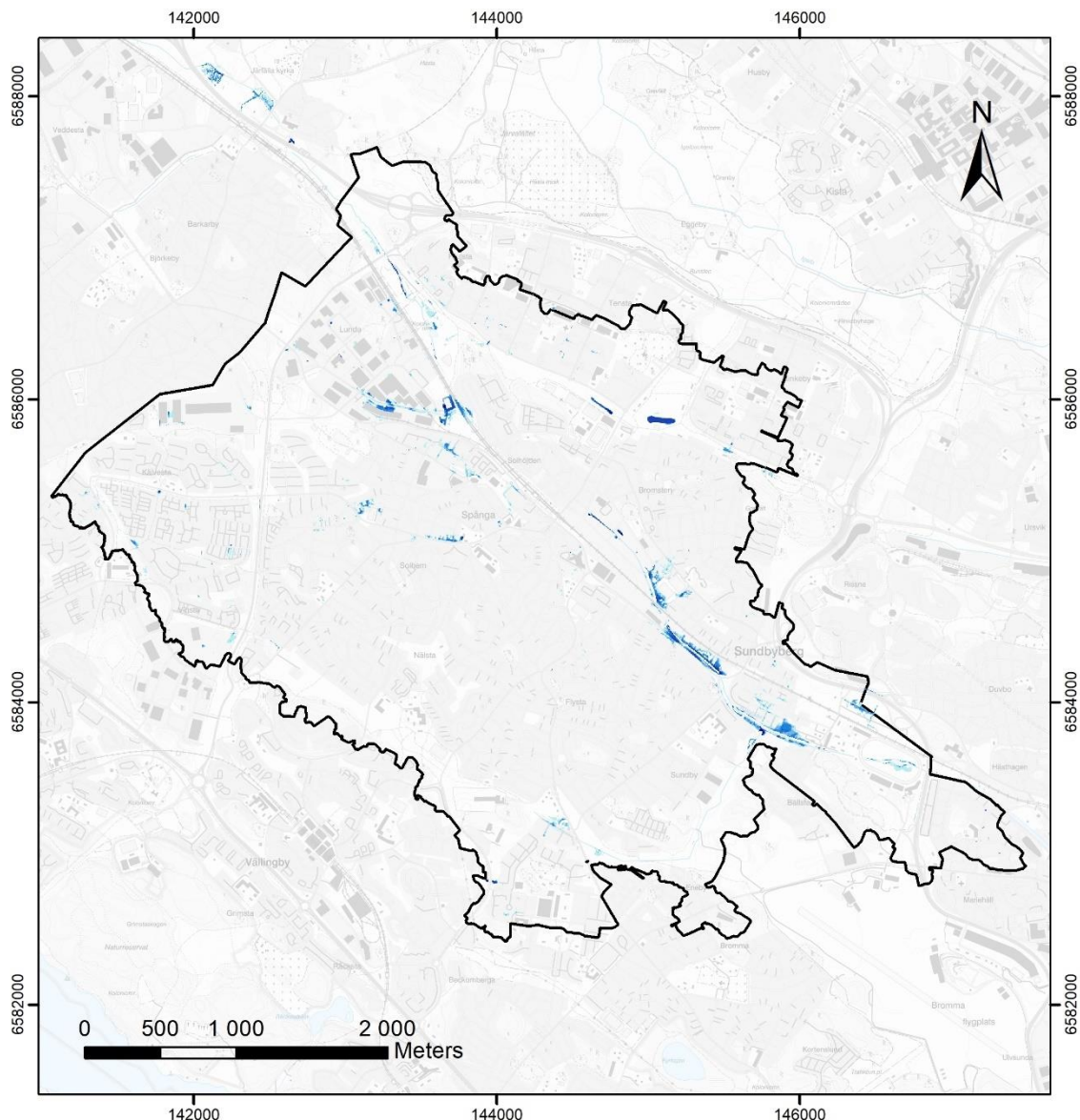
Figur 19. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i nuläget (BASE) vid 10-årsregn utan klimatfaktor. Röda ringar indikerar områden där det kan ses större sammanhängande översvämningsområden.



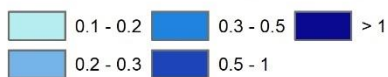
**Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar
10-årsregn utan klimatfaktor**



Figur 20. Maximalt översvämningsdjup på markyta(m) i scenario PLANNED vid 10-årsregn utan klimatfaktor.



Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar och planerade dagvattenanläggningar, 10-årsregn utan klimatfaktor



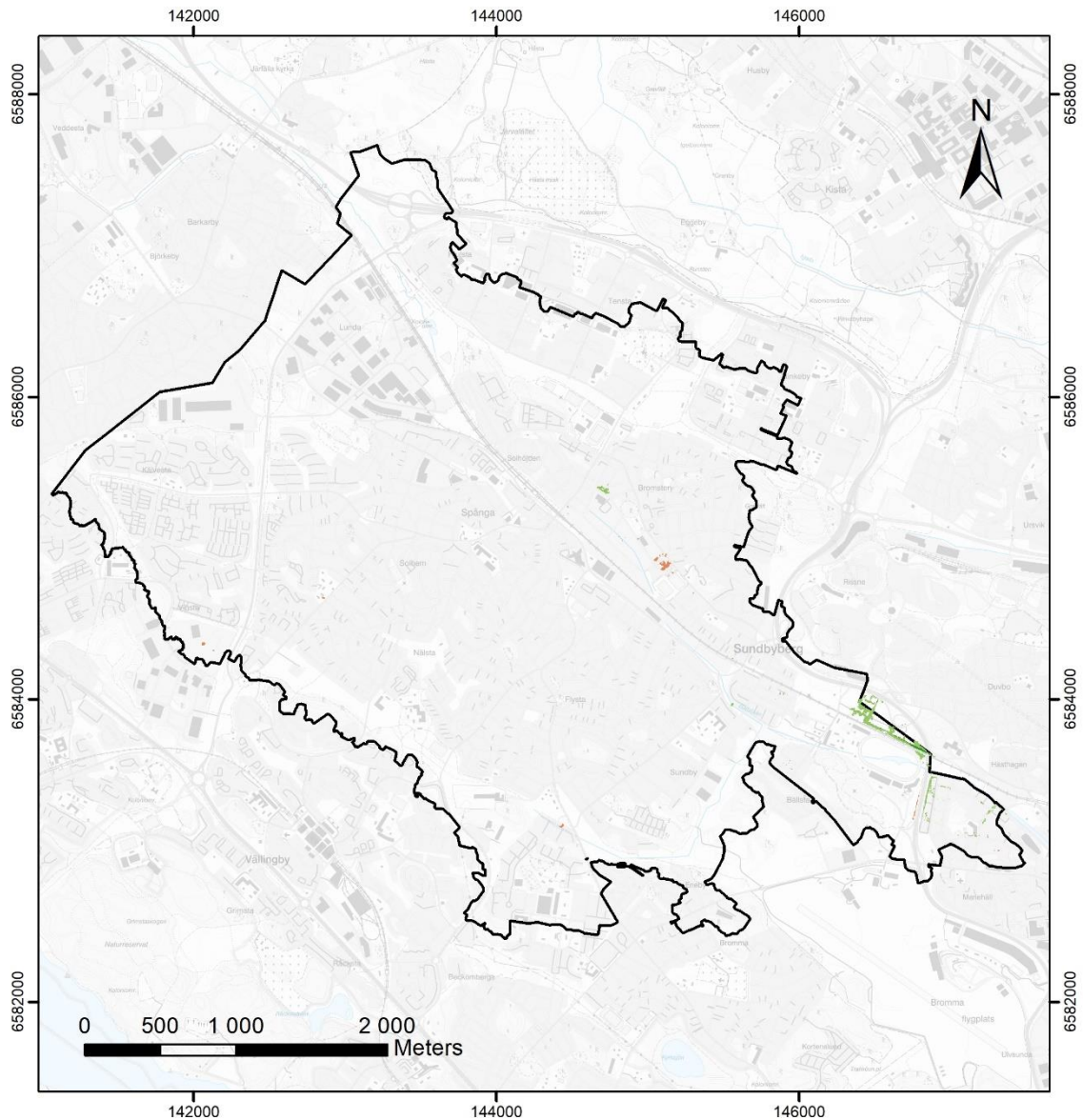
Figur 21. Maximalt översvämningsdjup på markytan (m) i scenario MEASURES vid 10-årsregn utan klimatfaktor.

Vid en första anblick ser kartbilderna generellt sett mycket lika ut. Genom att jämföra översvämningsdjup mellan de olika scenarierna, och redovisa kartbilder med *skillnad i översvämningsdjup* fås en bättre överblick över vilken påverkan framtida exploateringar har på översvämningsrisk, samt vilka effekter som kan förväntas av de planerade dagvattenanläggningarna. Figurerna nedan visar skillnad i översvämningsdjup mellan scenarierna PLANNED och BASE (Figur 22), mellan MEASURES och BASE (Figur 23) samt mellan MEASURES och PLANNED. Grön färg indikerar att översvämningsdjupet minskar i

framtiden, röd färg att vattendjupet ökar. Skillnader mindre än 5 cm redovisas inte då dessa anses ligga inom modellens felmarginal.

I figur 22, skillnad mellan PLANNED och BASE, ses förhållandevis små skillnader. Kring Bromstensstaden syns en viss förbättring kring Winguists väg, samt en liten försämring (ökat översvämningsdjup i framtiden) kring Bromstens IP. Skillnaden i modellen mellan BASE och PLANNED för Bromstensstaden ligger endast i ledningsnätet och lokal fördröjning, där nytt (framtida) ledningsnät är inkluderat i PLANNED, medan terrängmodellen är densamma i båda scenarierna. Detta är sannolikt anledningen till att inte skillnaden blir så stor mellan scenarierna.

Norr om Solvalla syns en mer påtaglig förbättring i form av minskat översvämningsdjup, sannolikt på grund av det nya utloppet från området norr om Solvalla till Bällstaån. Söder om detta område, mellan Ulvsundavägen och Travbaneplan samt i området Annedalsparken, syns mindre förändringar i form av både lokala försämringar och förbättringar, vilka skulle kunna vara kopplad till exploateringen Bällsta IP.



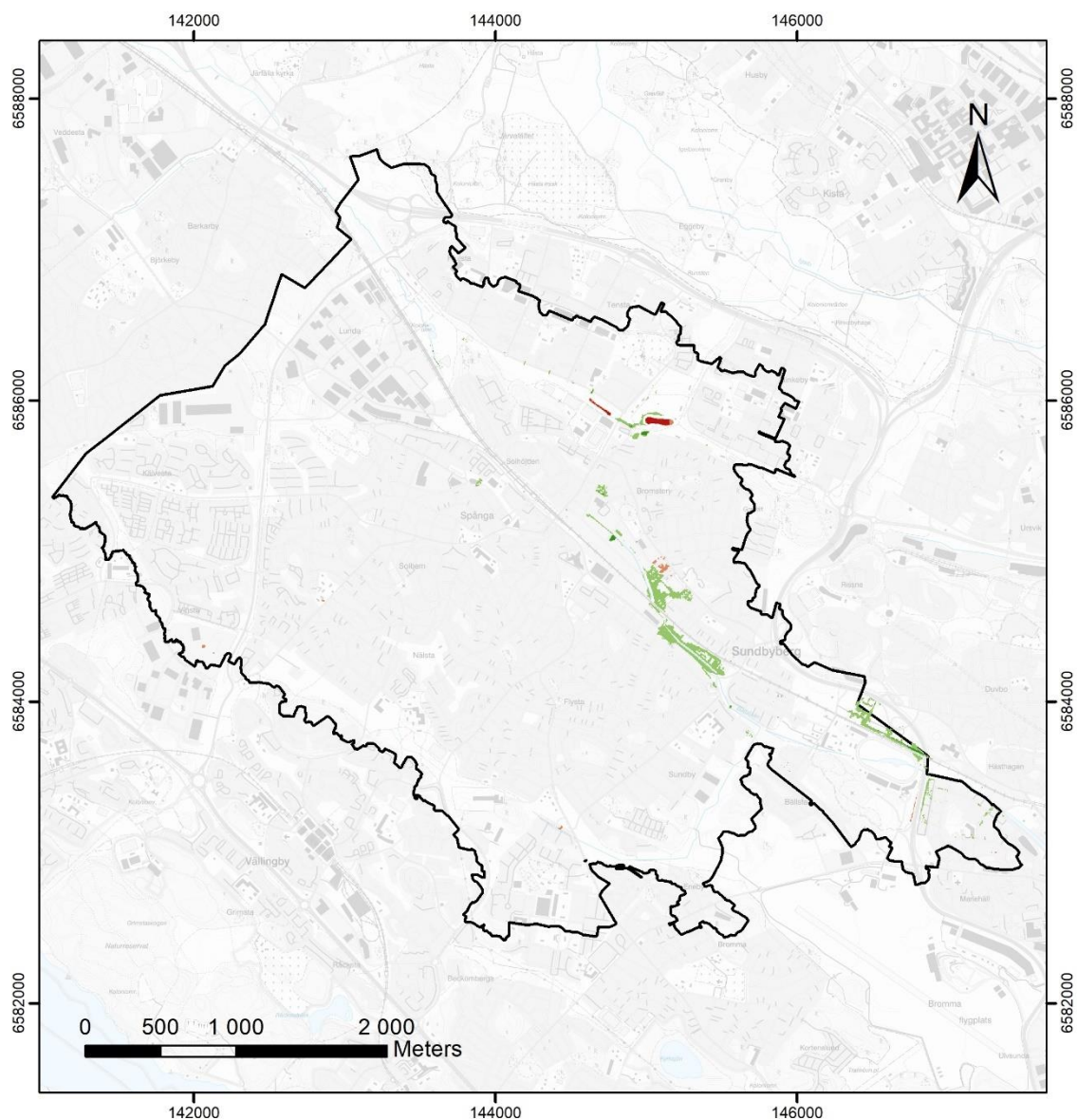
**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario PLANNED och BASE
10-årsregn utan klimatfaktor**



Figur 22. Skillnad i översvämningsdjup på markyta (m) mellan nuläget och scenario med framtida exploateringar vid 10-årsregn utan klimatfaktor.

Jämförelsen mellan scenario MEASURES och BASE i figur 23 nedan, visar på betydligt större skillnader i form av främst minskat översvämningsdjup kring Bromstensstaden. Detta indikerar att de modellerade åtgärderna, framförallt Spångadalen och Bromstens IP, har effekt på översvämningsrisken precis som önskat. Kring Tenstadalen syns i princip ingen skillnad alls, vilket kan tyda på att effekten från denna anläggning är begränsad. En analys av toppflöden i bergtunneln nedströms anläggningen visar att flödestoppen dämpas och fördröjs något, men skillnaden i maxflöde är mindre än 10% jämfört med BASE-scenariot.

Störst ökning av vattendjup syns i Spångadalens dagvattenanläggning vilket är helt som förväntat och önskat.



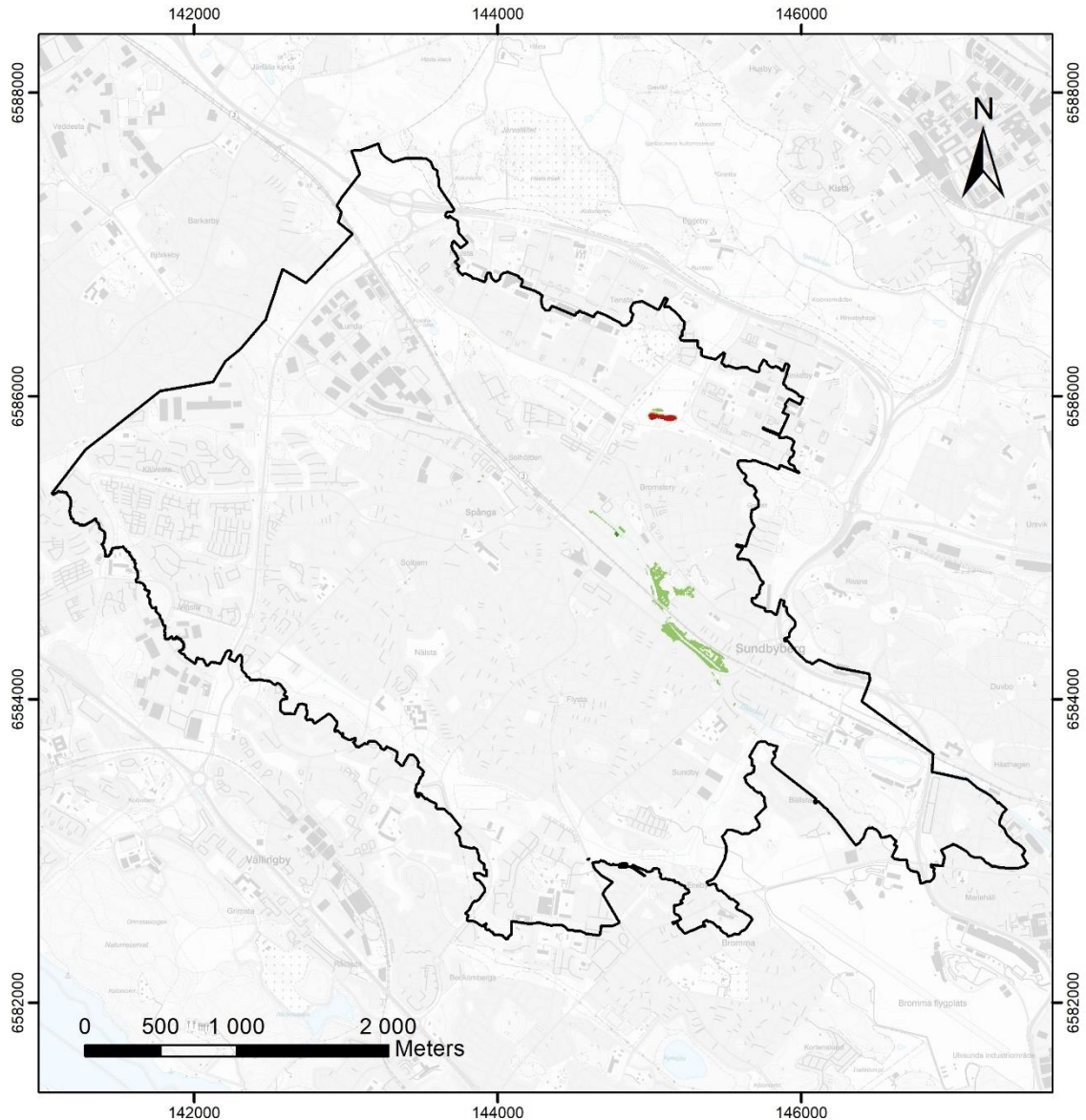
**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario MEASURES och BASE
10-årsregn utan klimatfaktor**

- | | | |
|---|--|--|
|  Minskat med 50 cm eller mer |  Ingen skillnad |  Ökat med 50 cm eller mer |
|  Minskat med 5-50 cm |  Ökat med 5-50 cm | |

Figur 23. Skillnad i översvämningsdjup på markyta (m) mellan nuläget och scenario med exploateringar och dagvattenanläggningar för 10-årsregn utan klimatfaktor.

Skillnaden mellan scenario MEASURES och PLANNED visar vilka effekter dagvattenanläggningarna har på översvämningsutbredning. Här syns tydliga effekter kring Bromstensstaden samt nedströms kulverten under Mäljarbanan. Troligt är resultatet en

kombination av effekt av anläggningarna Spångadalen och Bromstens IP. En ökning av översvämningsdjup syns i området för Spångadalen vilket är helt förväntat.



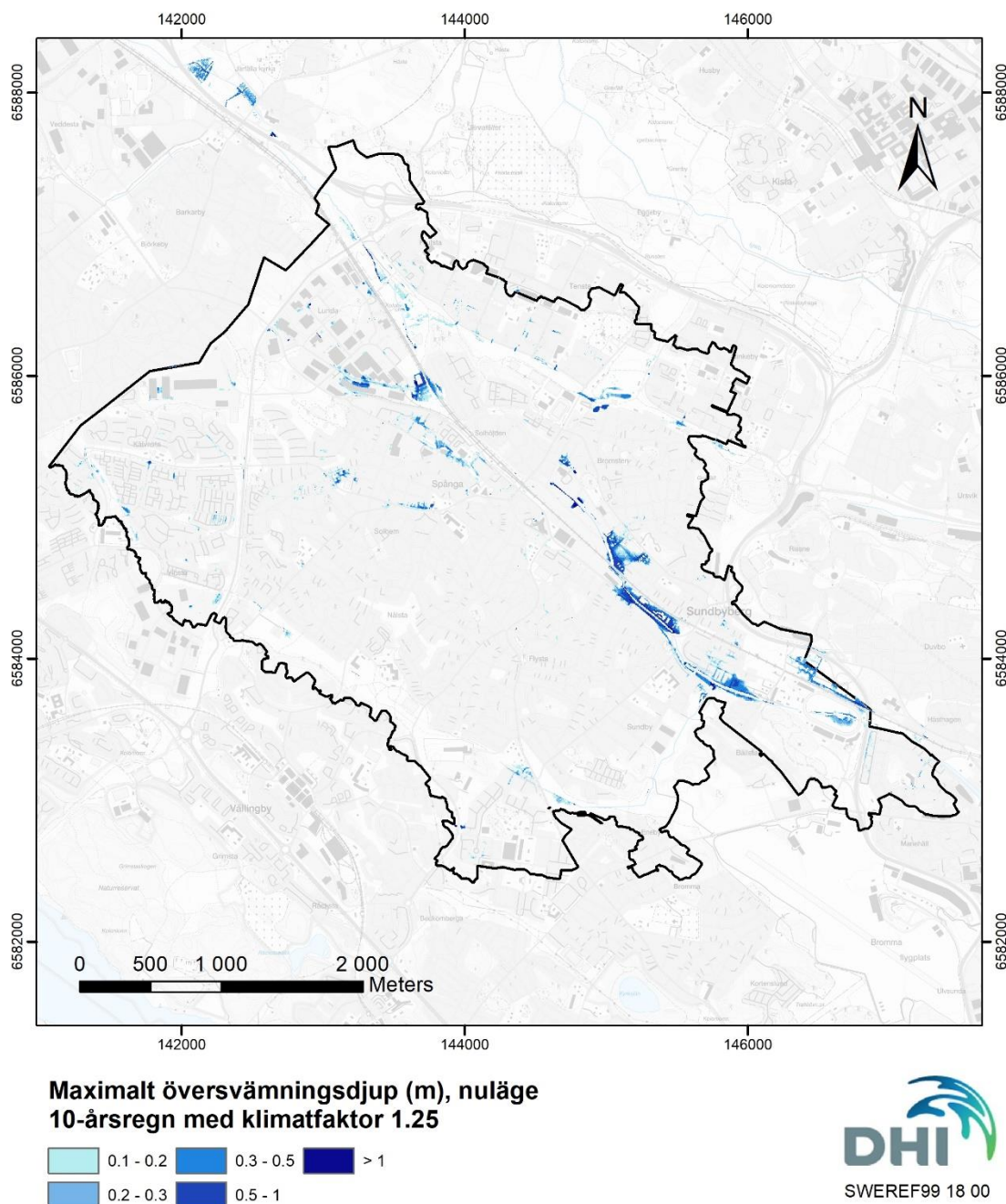
**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario MEASURES och PLANNED
10-årsregn utan klimatfaktor**



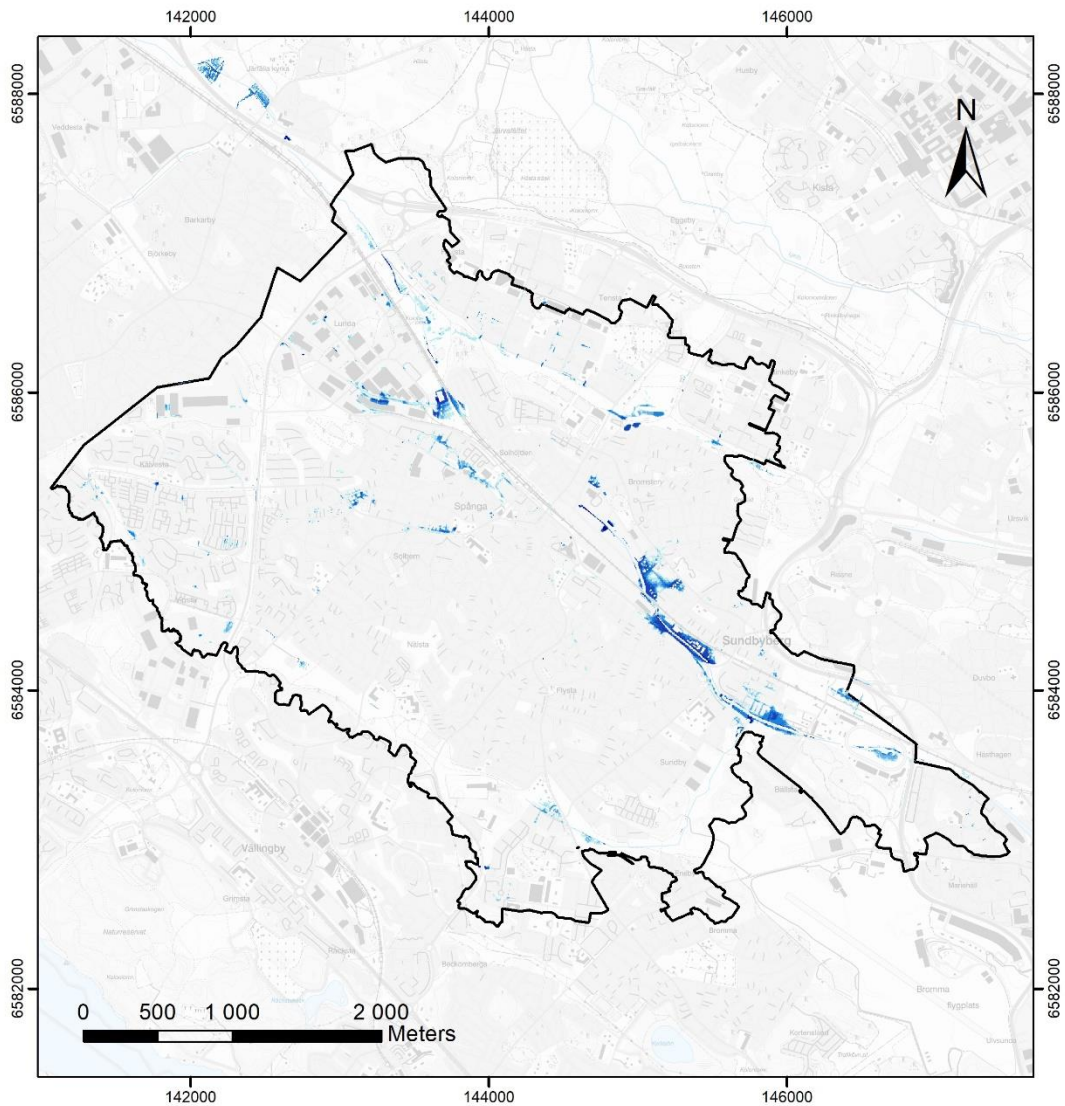
Figur 24. Skillnad i översvämningsdjup på markyta (m) mellan scenarier som inkluderar framtida exploateringar, med respektive utan planerade dagvattenanläggningar, för 10-årsregn utan klimatfaktor.

5.2 B – 10-årsregn med klimattfaktor 1.25

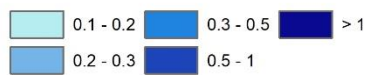
Figur 25, 26 och 27 visar maximalt översvämningsdjup för scenarierna BASE, PLANNED och MEASURES inom Stockholms stad och Bällstaåns avrinningsområde vid 10-årsregn inklusive klimattfaktor.



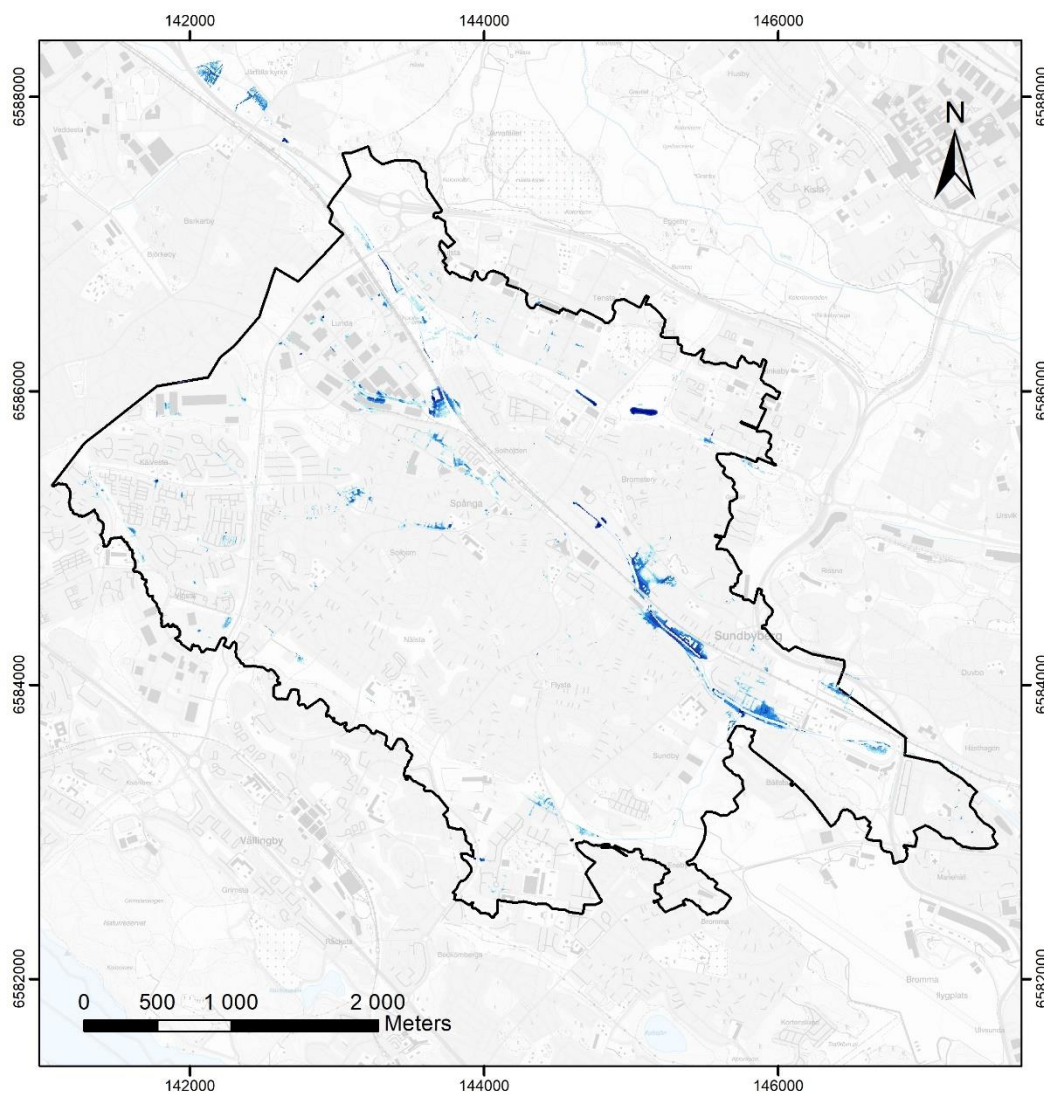
Figur 25. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i nuläget (BASE) vid 10-årsregn med klimattfaktor.



**Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar
10-årsregn med klimatfaktor 1.25**



Figur 26. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario PLANNED vid 10-årsregn med klimatfaktor.



Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploatering och planerade dagvattenanläggningar, 10-årsregn med klimatfaktor 1.25

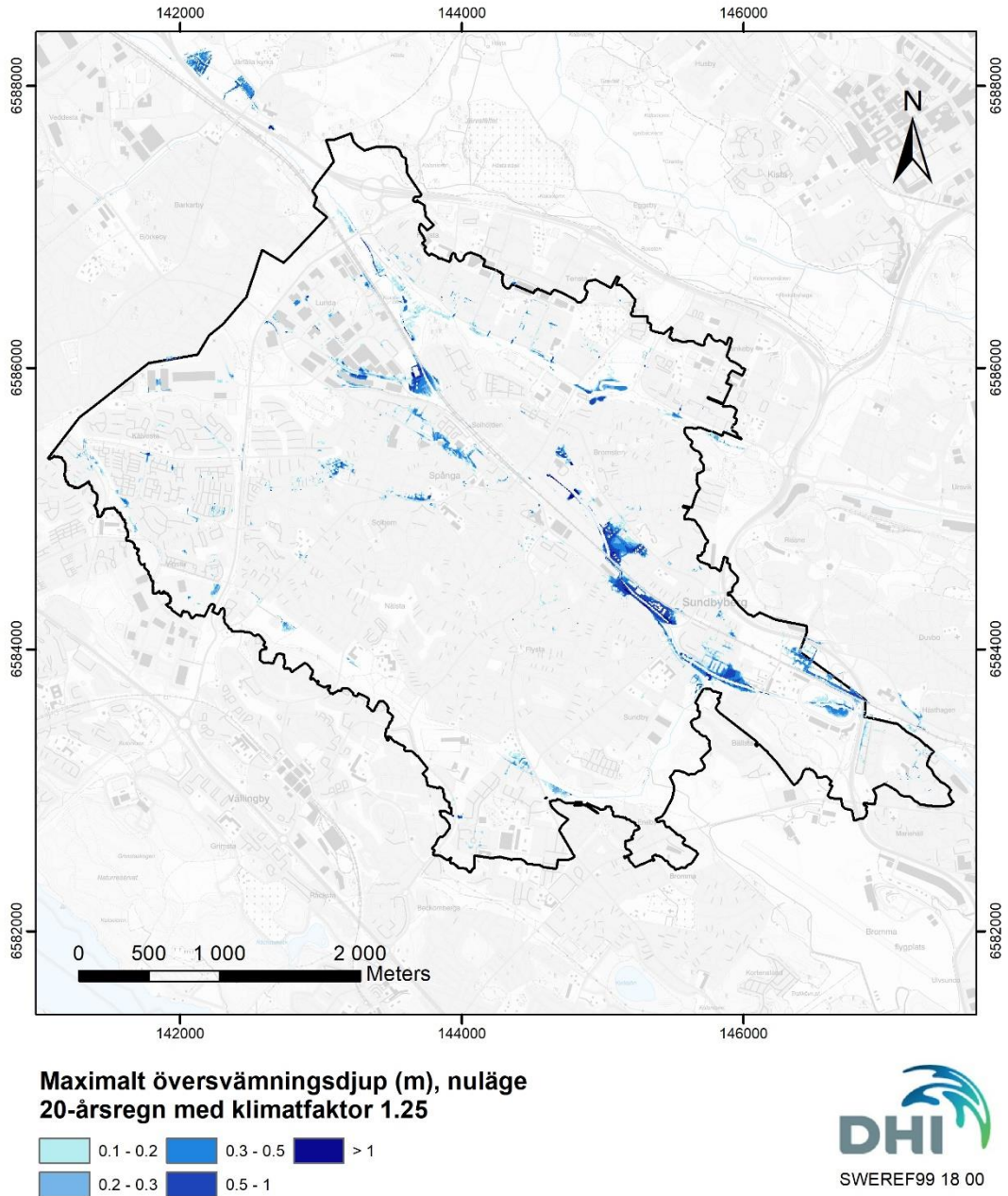
0.1 - 0.2	0.3 - 0.5	> 1
0.2 - 0.3	0.5 - 1	



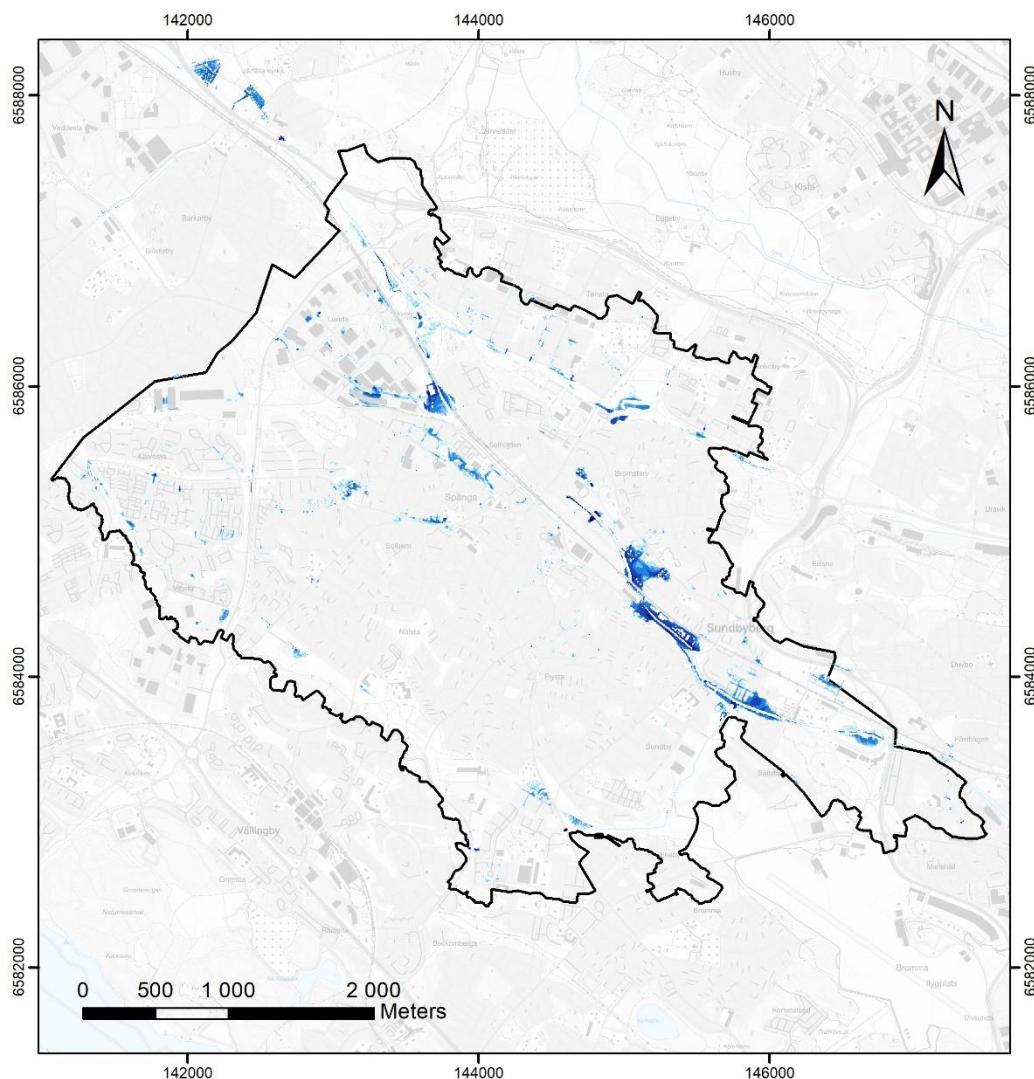
Figur 27. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario MEASURES vid 10-årsregn med klimatfaktor.

5.3 C – 20-årsregn med klimattfaktor 1.25

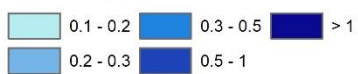
Figur 28, 29 och 30 visar maximalt översvämningsdjup för scenarierna BASE, PLANNED och MEASURES inom Stockholms stad och Bällstaåns avrinningsområde.



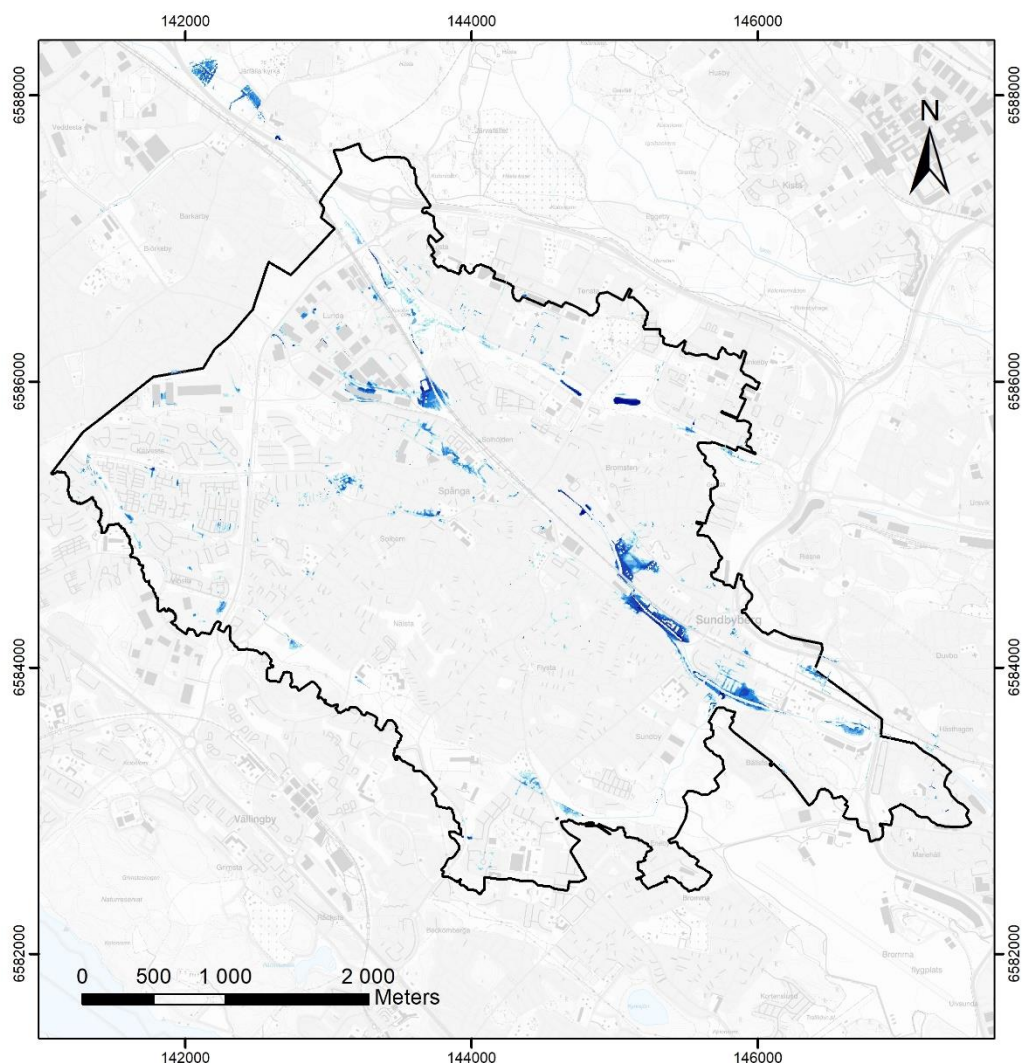
Figur 28. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i nuläge (BASE) vid 20-årsregn med klimattfaktor.



**Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar
20-årsregn med klimatfaktor 1.25**



Figur 29. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario PLANNED vid 20-årsregn med klimatfaktor.



Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploatering och planerade dagvattenanläggningar, 20-årsregn med klimatfaktor 1.25

0.1 - 0.2	0.3 - 0.5	> 1
0.2 - 0.3	0.5 - 1	

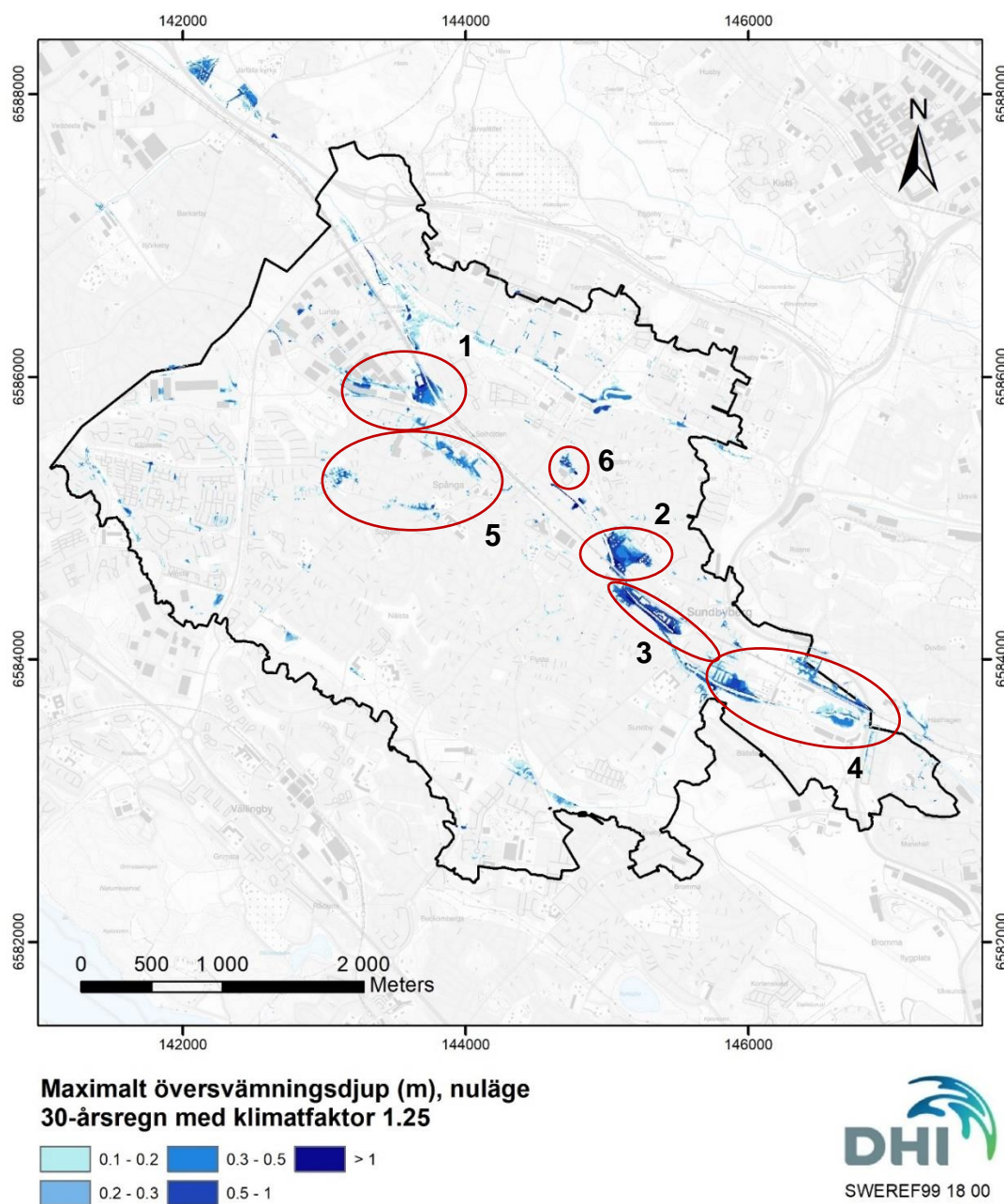


Figur 30. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario MEASURES vid 20-årsregn med klimatfaktor.

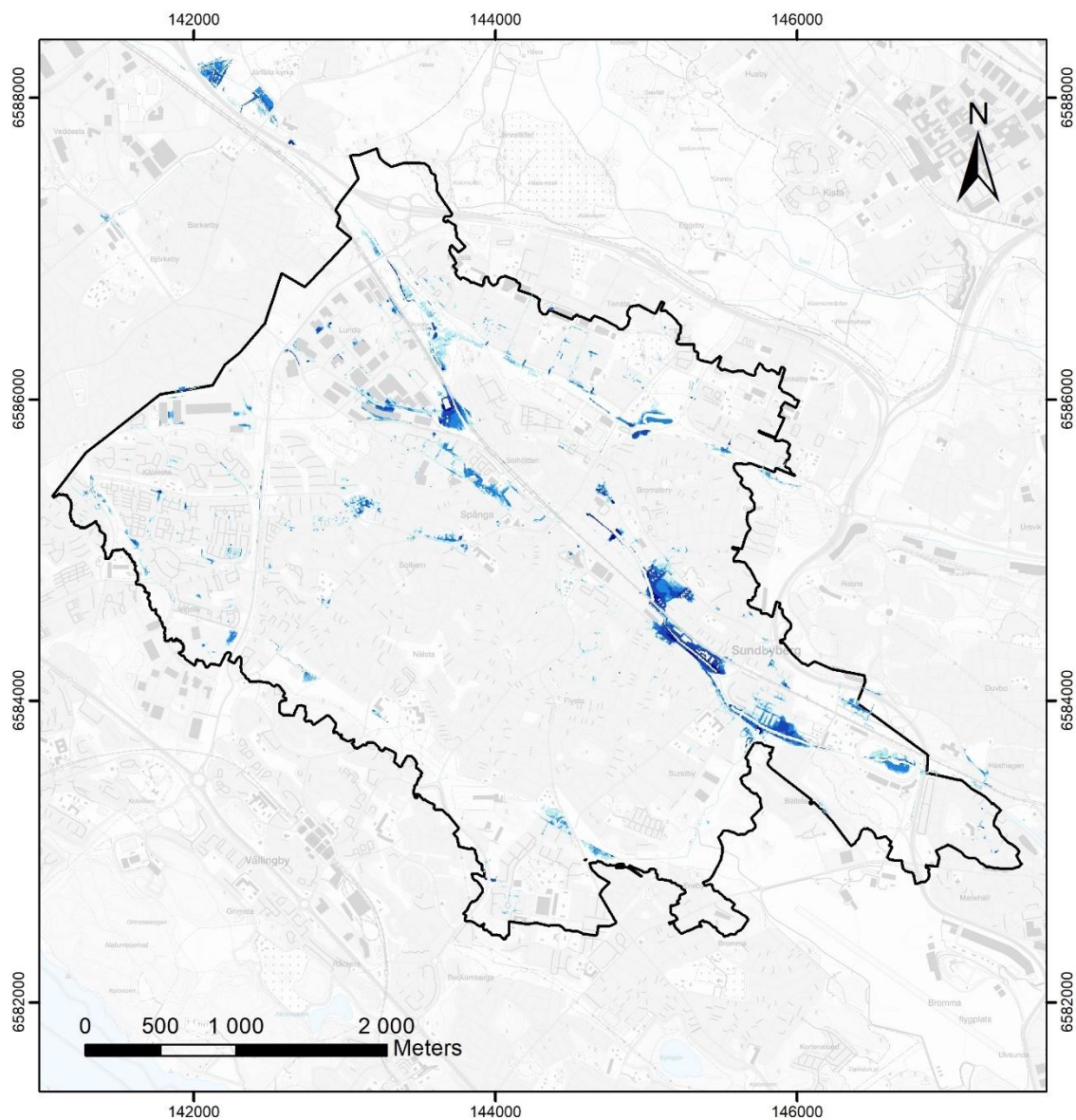
5.4 D – 30-årsregn med klimattfaktor 1.25

Figur 31-33 visar maximalt översvämningsdjup för scenarierna BASE, PLANNED och MEASURES inom Stockholms stad och Bällstaåns avrinningsområde. Större sammanhängande översvämningsområden ses, förutom i de fyra områden som nämns i avsnitt 5.1, även inom följande områden (numrerade i figuren):

5. Spånga längs Kronofogdevägen, samt Sörgårdsvägen vid Norrgårdsvägen och vid Solhemsskolan
6. Winquists väg vid Bromstensstaden



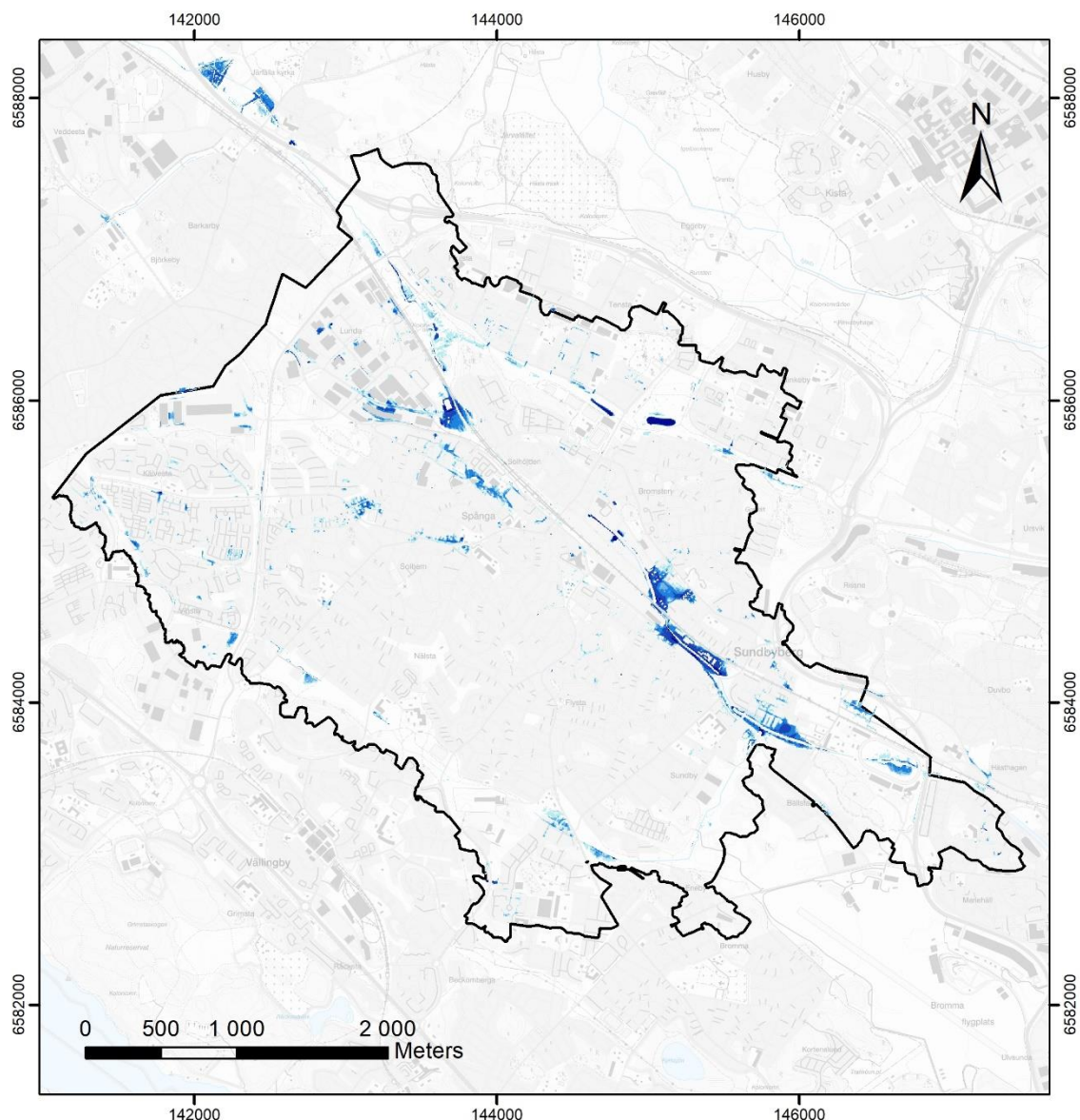
Figur 31. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i nuläge (BASE) vid 30-årsregn med klimattfaktor.



**Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar
30-årsregn med klimatfaktor 1.25**

0.1 - 0.2	0.3 - 0.5	> 1
0.2 - 0.3	0.5 - 1	

Figur 32. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario PLANNED vid 30-årsregn med klimatfaktor.



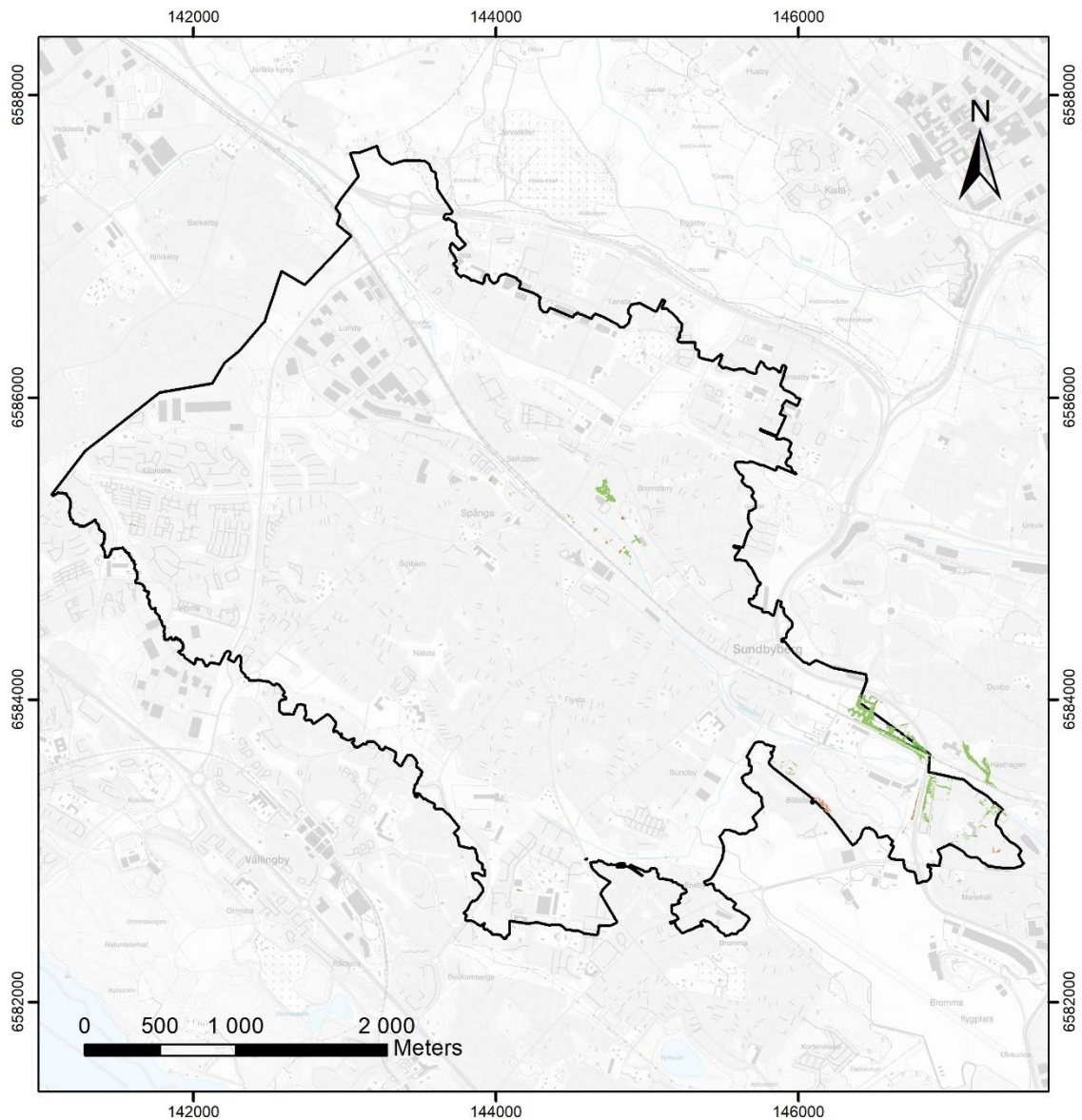
Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar och planerade dagvattenanläggningar, 30-årsregn med klimatafaktor 1.25

0.1 - 0.2	0.3 - 0.5	> 1
0.2 - 0.3	0.5 - 1	



Figur 33. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario MEASURES vid 30-årsregn med klimatafaktor.

Figurerna nedan visar skillnadskartor för jämförelse mellan scenarierna PLANNED-BASE (figur 34), MEASURES-BASE (figur 35) samt MEASURES-PLANNED (figur 36). Grön färg indikerar var översvämning minskar i scenario MEASURES (eller i PLANNED när det jämförs med BASE), röd färg var översvämning ökar.

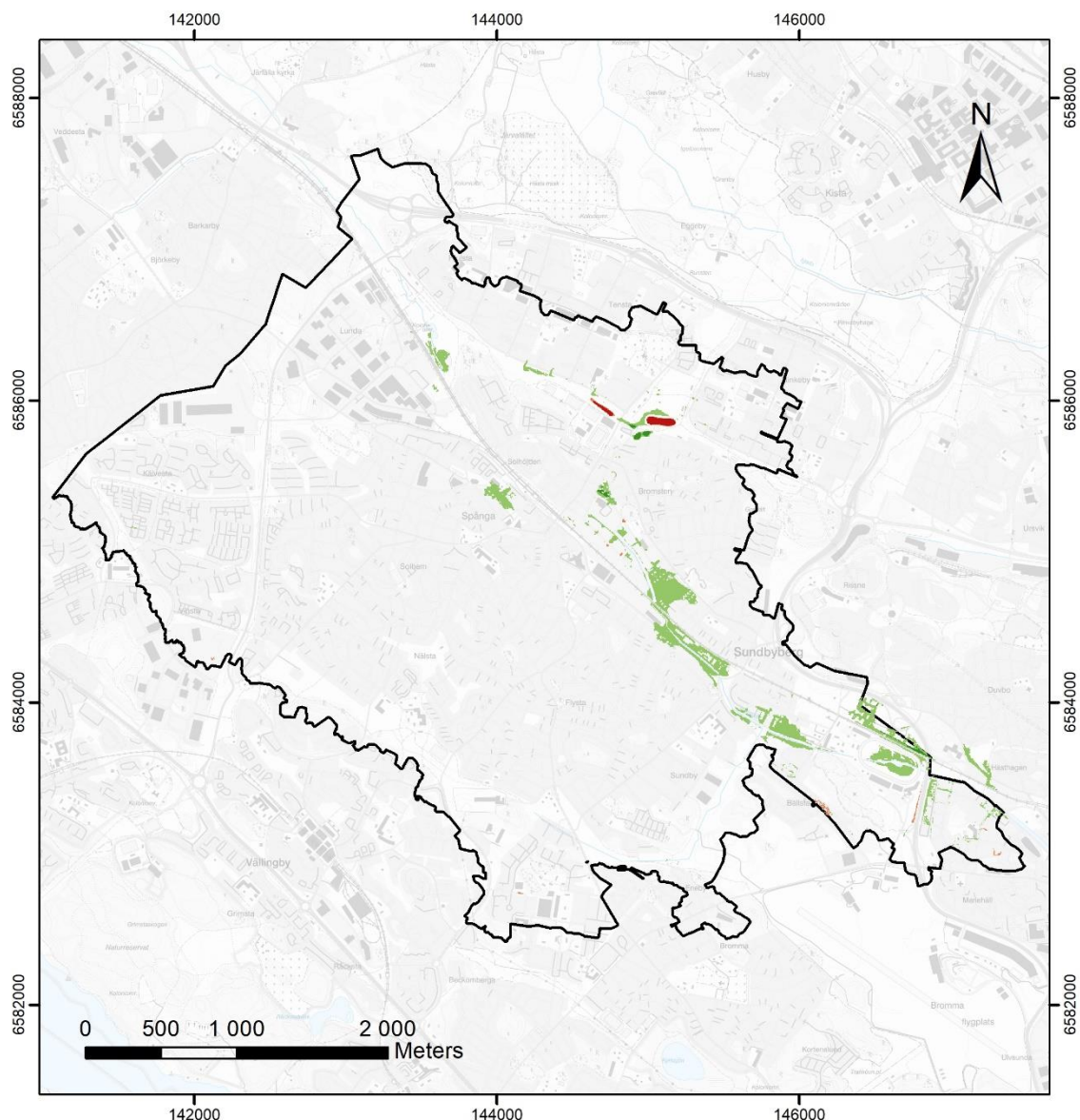


**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario PLANNED och BASE
30-årsregn med klimatfaktor 1.25**



Figur 34. Skillnad i översvämningsdjup mellan nuläget och planerade exploateringar vid 30-årsregn med klimatfaktor.

Precis som för 10-årsregnet är skillnaden mellan nuläge och framtida exploateringar relativt begränsad. Tydligast skillnad ses vid det nya utloppet nedströms Solvalla (förbättring), kring Bällsta IP (både förbättring och försämring) samt kring Winquists väg (förbättring), se figur 33 ovan.

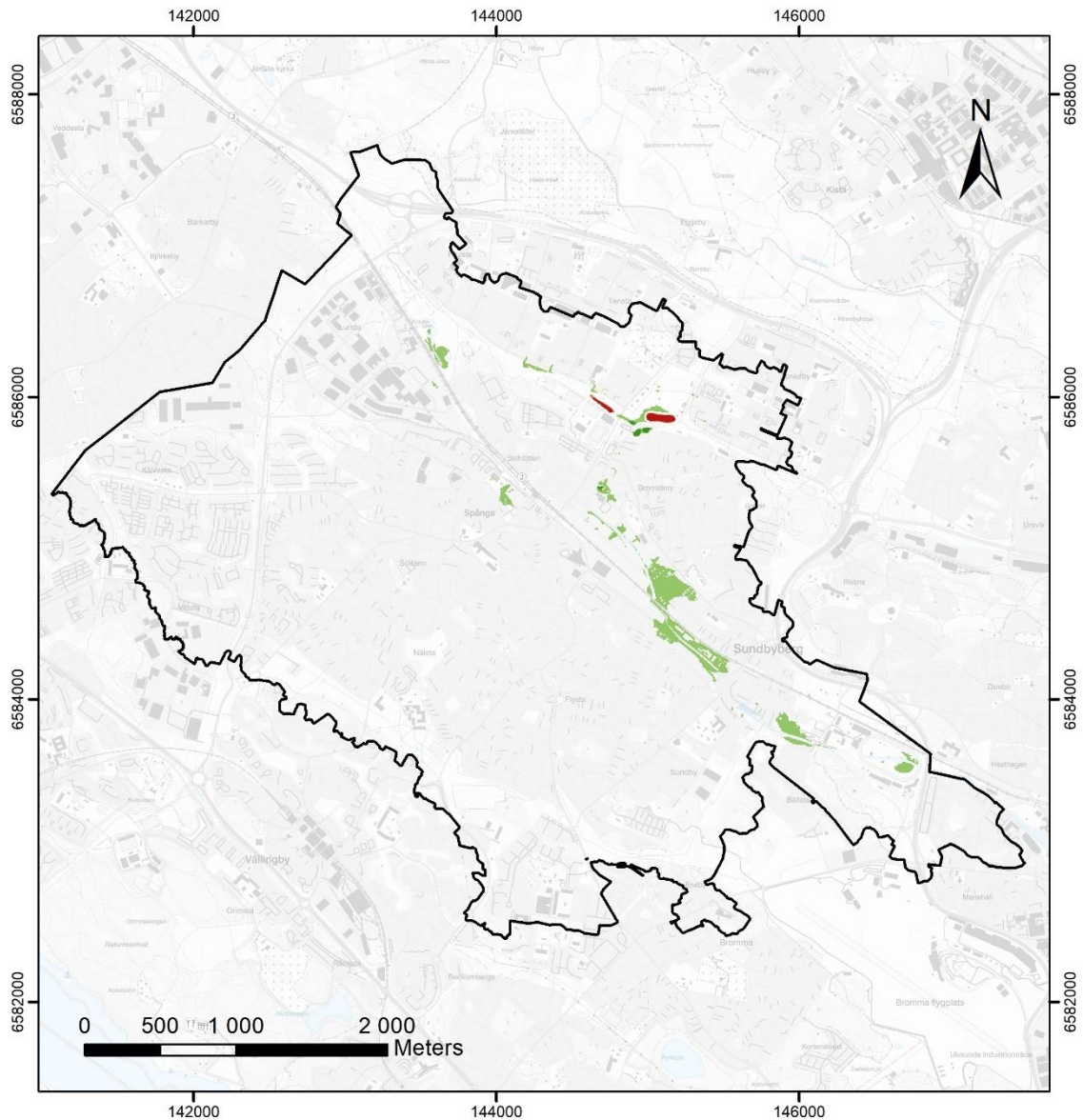


**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario MEASURES och BASE
30-årsregn med klimatfaktor 1.25**

- | | | |
|-----------------------------|------------------|--------------------------|
| Minskat med 50 cm eller mer | Ingen skillnad | Ökat med 50 cm eller mer |
| Minskat med 5-50 cm | Ökat med 5-50 cm | |

Figur 35. Skillnad i översvämningsdjup mellan nuläge och scenario med planerade exploateringar och dagvattenanläggningar vid 30-årsregn med klimatfaktor.

För framtidsscenarioet med planerade dagvattenanläggningar ses, precis som för 10-årsregnet, en påtaglig förbättring i flera områden, i synnerhet längs med Bällstaån, se figur 34 ovan. Här syns en lite tydligare skillnad (förbättring) vid Tenstadalens dagvattenanläggning. Även området kring Kronofogdevägen förbättras. I övrigt är områdena med förändringar i stort sett desamma som för 10-årsregnet, om än med tydligare effekt.



**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario MEASURES och PLANNED
30-årsregn med klimatfaktor 1.25**

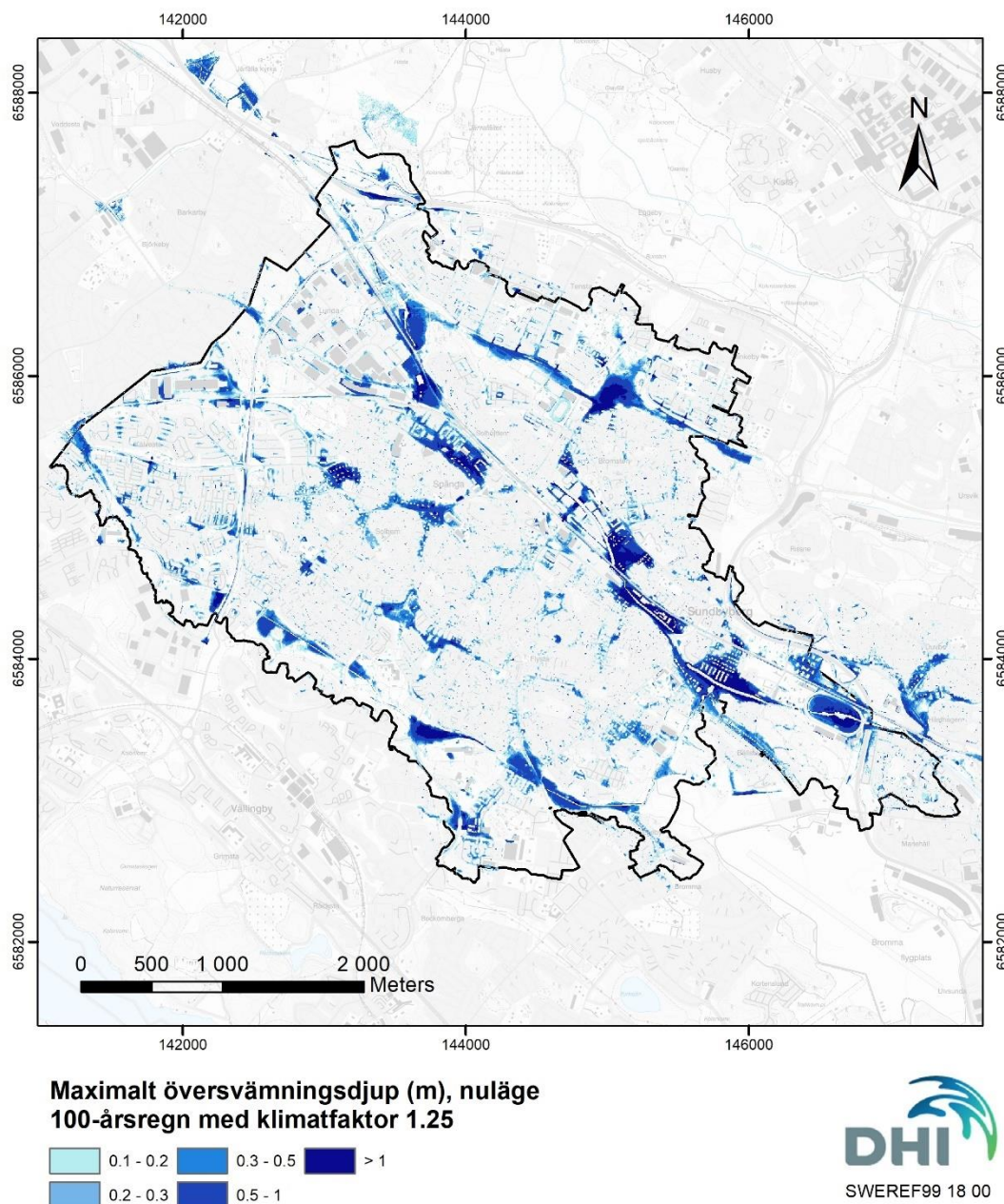


Figur 36 Skillnad i översvämningsdjup på markyta (m) mellan scenarier som inkluderar framtida exploateringar, med respektive utan planerade dagvattenanläggningar, för 30-årsregn med klimatfaktor 1.25.

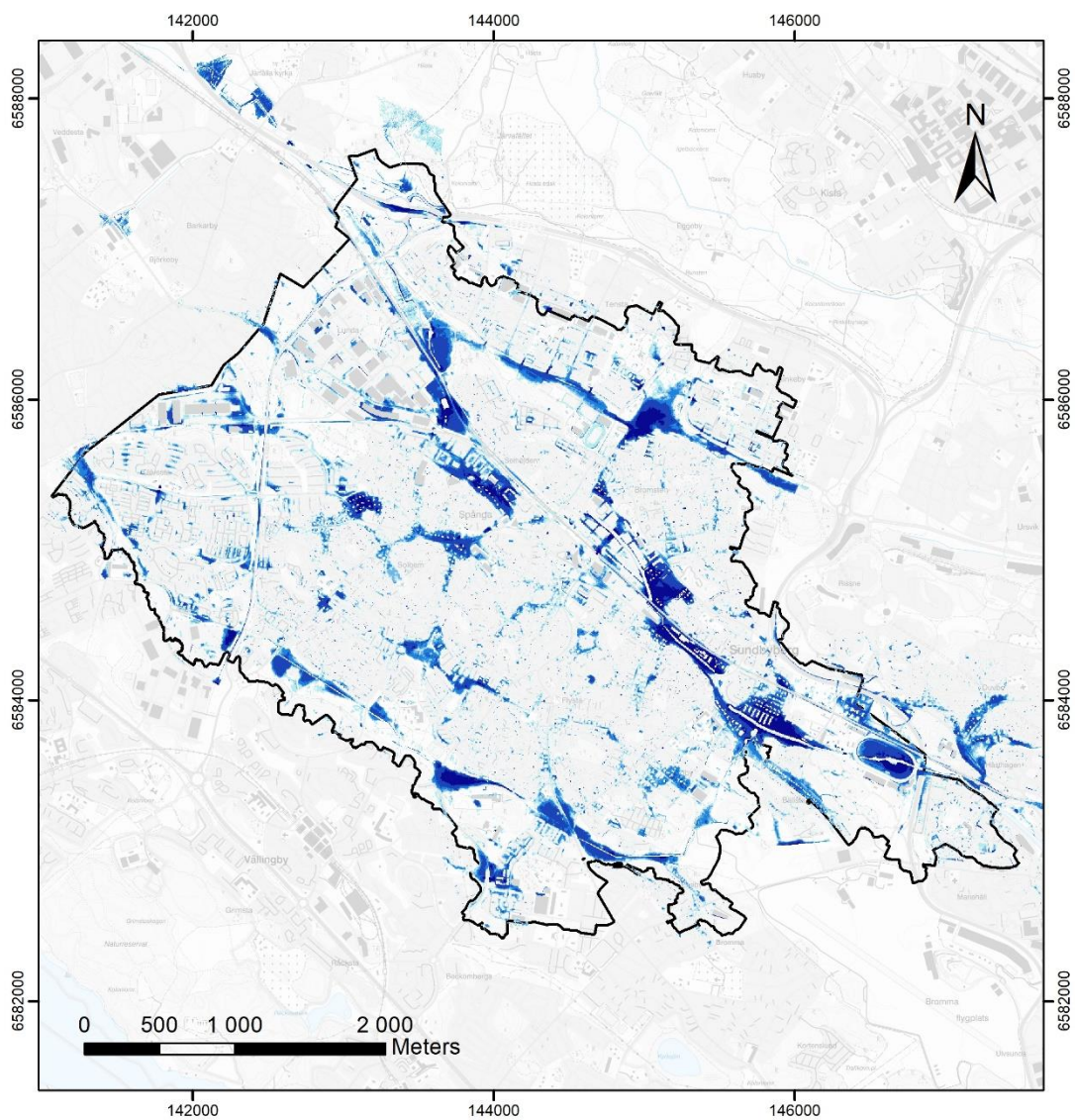
Skillnadskartan mellan MEASURES och PLANNED är i allt väsentligt väldigt lik den mellan MEASURES och BASE, vilket indikerar att åtgärderna har god effekt på översvämningsutbredning både med nuvarande förutsättningar och efter att planerade exploateringar byggts ut.

5.5 E – 100-årsregn med klimatkfaktor 1.25

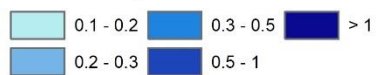
Figur 37, 38 och 39 visar maximalt översvämningsdjup för scenarierna BASE, PLANNED och MEASURES inom Stockholms stad och Bällstaåns avrinningsområde vid 100-årsregn med klimatkfaktor. På grund av regnets storlek, som vida överskrider dimensionerad kapacitet för ledningsnätet, är antalet översvämningsområden mycket stort och någon individuell uppräknig av områden görs därför inte.



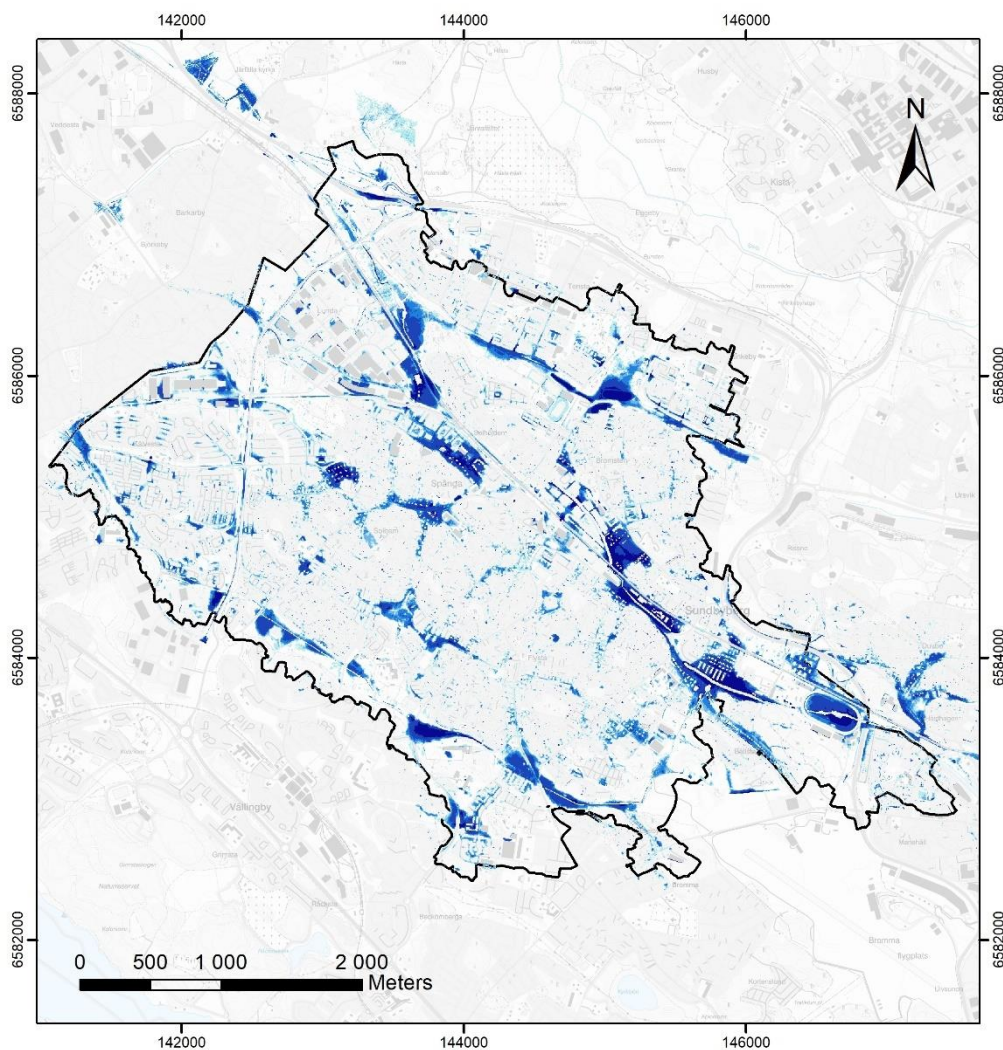
Figur 37. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i nuläge (BASE) vid 100-årsregn med klimatkfaktor.



**Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar
100-årsregn med klimatfaktor 1.25**



Figur 38. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario PLANNED vid 100-årsregn med klimatfaktor.

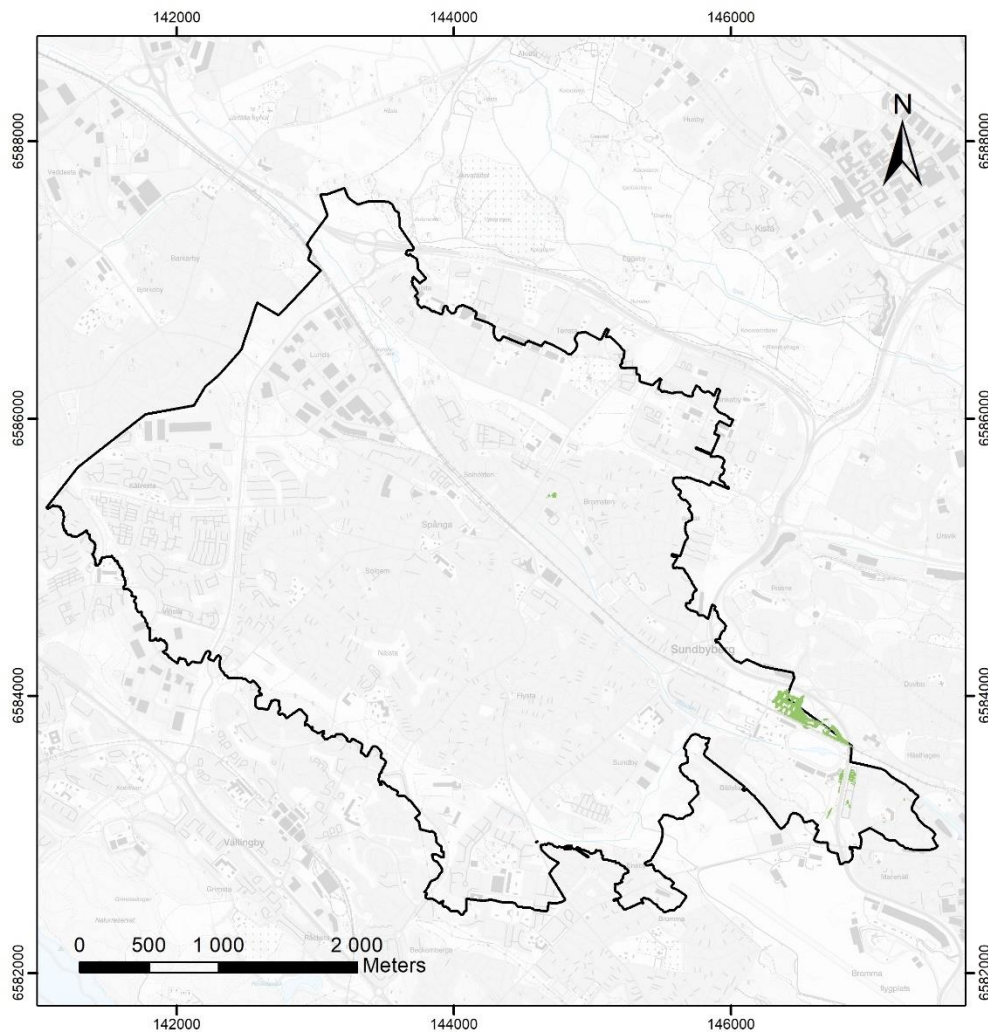


Maximalt översvämningsdjup (m), framtida exploateringar och planerade dagvattenanläggningar, 100-årsregn med klimatfaktor 1.25



Figur 39. Maximalt översvämningsdjup på markyta (m) i scenario MEASURES vid 100-årsregn med klimatfaktor.

Figurerna nedan visar skillnadskartor för jämförelse mellan scenarierna PLANNED-BASE (figur 40), MEASURES-BASE (figur 41) samt MEASURES-PLANNED (figur 42). Grön färg indikerar var översvämning minskar i scenario MEASURES (eller PLANNED vid jämförelse med BASE), röd färg var översvämning ökar.

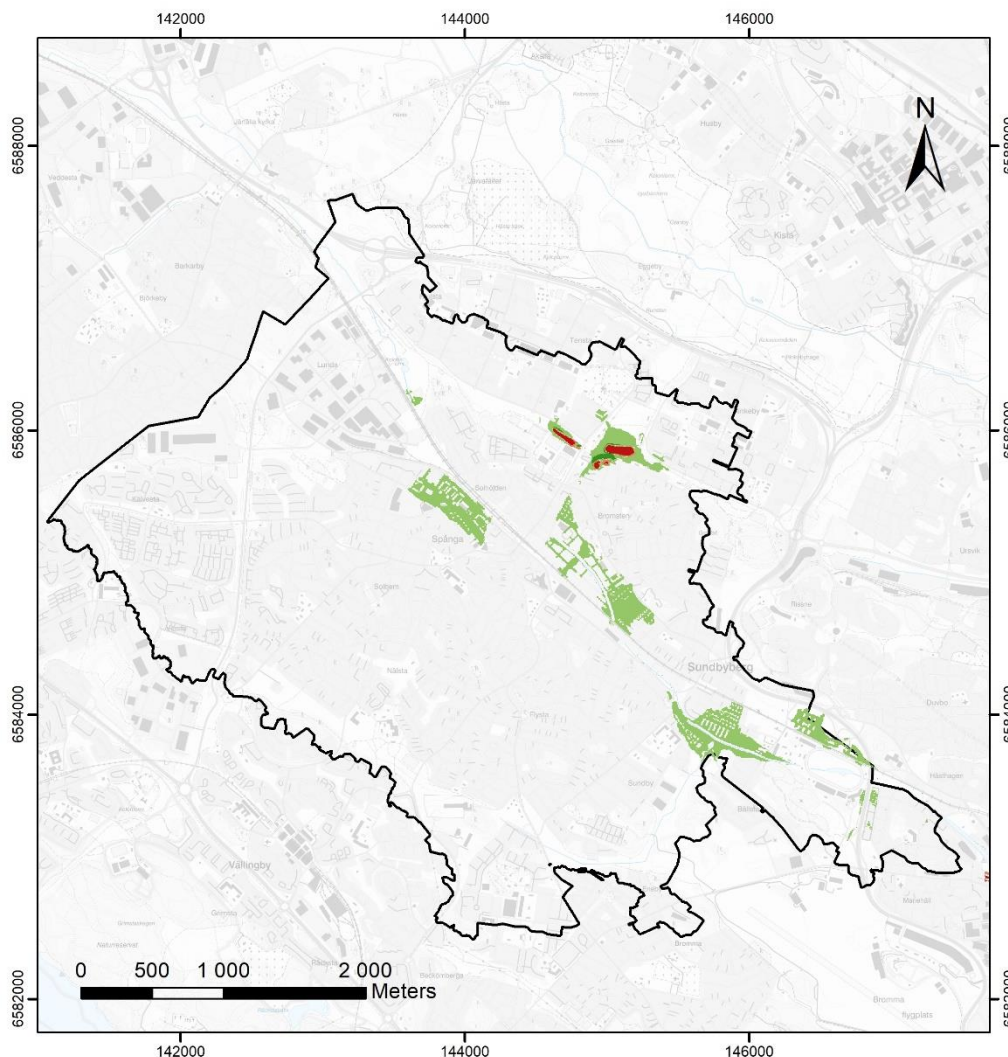


**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario PLANNED och BASE
100-årsregn med klimatfaktor 1.25**



Figur 40. Skillnad i översvämningsdjup mellan nuläge och scenario med planerade exploateringar vid 100-årsregn med klimatfaktor.

Större skillnader (> 5 cm, de som visas i kartan) syns i princip bara vid det nya utloppet vid Solvalla, och skillnaden är en förbättring i form av minskat översvämningsdjup, se figur 38 ovan. Att inte fler skillnader syns beror förmodligen delvis på att översvämnning vid 100-årsregn är starkt beroende av topografi, och de kommande exploateringarna som lagts in i scenariot PLANNED generellt bara avser förändrad avrinningskoefficient och i vissa fall modifierat/kompletterat ledningsnät. Om det funnits framtida höjdsättningar tillgängligt, och dessa lagts in i modellen, skulle resultatet förmodligen visat på skillnader på fler ställen.



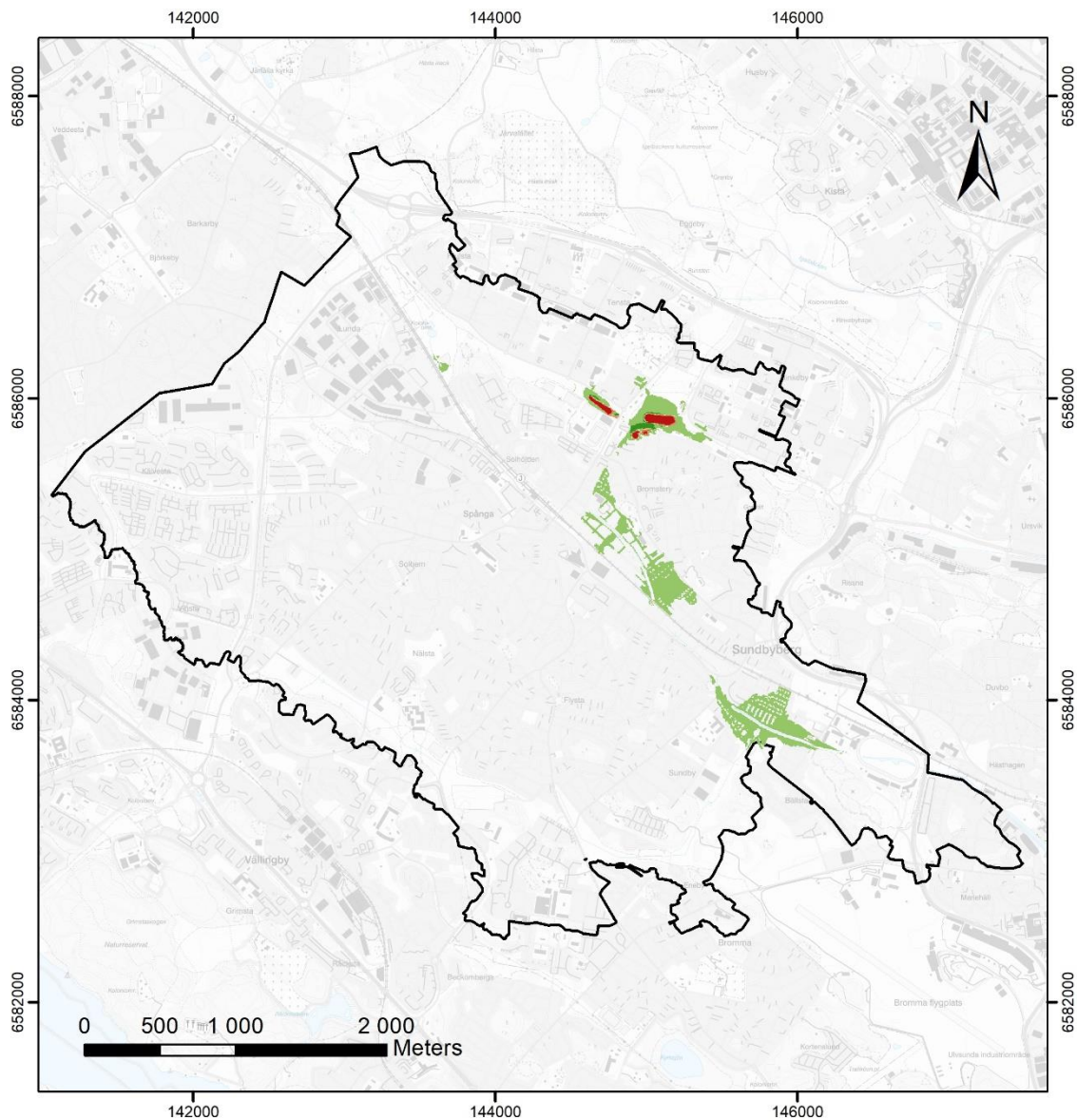
**Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario MEASURES och BASE
100-årsregn med klimatfaktor 1.25**

- | | | |
|---|--|---|
|  Minskat med 50 cm eller mer |  Ingen skillnad |  Ökat med 50 cm eller mer |
|  Minskat med 5-50 cm |  Ökat med 5-50 cm | |



Figur 41. Skillnad i översvämningsdjup mellan nuläge och scenario med planerade exploateringar och dagvattenanläggningar vid 100-årsregn med klimatfaktor.

I det framtida scenariot som även inkluderar dagvattenanläggningar och större fördröjnings- och/eller klimatanpassningsåtgärder, se figur 39 ovan, syns väsentligt större skillnader (förbättringar) jämfört med nuläge. Översvämningsdjupet minskar på ett flertal områden längs med Bällstaån. De enda områden där översvämningsdjupet ökar är de ytor i Spångadalens där marken sänkts ner enligt underlaget för Spångadalens dagvattenmagasin.



Skillnad i översvämningsdjup mellan scenario MEASURES och PLANNED 100-årsregn med klimatkfaktor 1.25



Figur 42. Skillnad i översvämningsdjup på markyta (m) mellan scenarier som inkluderar framtida exploateringar, med respektive utan planerade dagvattenanläggningar, för 100-årsregn med klimatkfaktor 1.25

Skillnadskartan med och utan dagvattenanläggningar i framtidsscenarioet visar också en tydlig effekt, om än inte riktigt lika påtaglig som kartan som visar skillnader mellan framtidsscenario inklusive åtgärder, och nuläge. Sammantaget innebär detta att de planerade åtgärderna förväntas ha en tydlig effekt även vid mycket stora regn, vilket är positivt.

5.5.1 Kontroll av simulerade nivåer mot bruksnivå för Mäljarbanan

För randvillkor E (100-årsregn med klimattfaktor 1.25) har en jämförelse av beräknad nivå i Bällstaån gjorts mot angiven bruksnivå för Mäljarbanan vid Annedal-Duvbo, ungefär mellan Pippi Långstrumps gata och Ture Sventons gata. Bruksnivå för Mäljarbanan bedöms här till +1.85 i RH00³ vilket motsvarar +2.38 m i RH2000.

Maximal nivå i Bällstaån vid randvillkor E beräknas till +1.85 m för scenario BASE och PLANNED, samt +1.81 m för scenario MEASURES, dvs väl under angiven bruksnivå. Det bör dock betonas att detta avser nivåerna i ån, och att det kan finnas andra översvämningssytor längs med spåren som härrör från ytavrinning vid skyfall och därmed ligger på andra nivåer. Exempelvis syns en större översvämningssyta precis norr om spåren i samma område (korsningen Kanalstigen – Järnvägsgatan) där maximala vattennivåer beräknas till över +3 m. För att på ett korrekt sätt kunna bedöma Mäljarbanans utsatthet vid översvämningar, skyfall och höga flöden längs hela vattendraget krävs en fördjupad analys som inkluderar ett underlag med fler nivåer än bara en enda.

³ Miljökonsekvensbeskrivning tillhörande järnvägsplan Mäljarbanan Huvudsta-Duvbo, TRV 2015/87751, Trafikverket (2019)

6 Förteckning över modellfiler

Följande resultatfiler har levererats till Stockholm Vatten och avfall för samtliga 15 beräkningsscenarier:

- Resultatfil format *.res1d som innehåller dynamiska resultat för ledningsnät och vattendrag
- Resultatfil format *.dfs2 som innehåller statistik över marköversvämningar (maxdjup mm)

Filer med modellsetup kommer levereras i december 2022.

