

Skyfallsutredning för detaljplan Bro Torg

Upplands-Bro kommun



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1	2025-10-27	Granskningshandling	Simon Eriksson	Anisa Zigaf
2	2025-11-07	Slutversion	Anisa Zigaf	Anisa Zigaf
3	2025-12-23	Slutversion (med uppdaterad detaljplan 2025-11-12)	Anisa Zigaf	Anisa Zigaf
4	2026-01-13	Slutversion efter extern granskning	Anisa Zigaf	Anisa Zigaf

Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum
Ver
Dokumentreferens

RegNo 556767-9849
 Skyfallsutredning Bro Torg
 30049028
 Upplands-Bro kommun
 Angeliki Kapoutsi
 2026-01-13
 4
 Skyfallsutredning_Bro_Torg.docx

Innehållsförteckning

1	Introduktion	4
1.1	Uppdateringar	4
1.1.1	Detaljplan	4
1.1.2	Modellverktyg	6
1.1.3	Regn	6
1.2	Omfattning och syfte	7
1.3	Befintliga förhållanden	7
1.3.1	Planområdets geografiska läge	7
1.3.2	Planområde idag	8
1.4	Allmänna förutsättningar	8
1.5	Underlag	9
1.6	Scenarier	9
1.7	Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall	13
1.8	Riktvärden vid översvämning	14
2	Metod	15
2.1	Ytavrinning	15
2.1.1	Höjdmodell och avrinningsområde	15
2.1.2	Randvillkor	19
2.1.3	Markytans strömningsmotstånd	20
2.1.4	Infiltration	21
2.2	Nederbörd	22
2.2.1	Stockholmsregn 2024	22
2.2.2	Regn i modellen	24
2.3	Osäkerheter och antaganden	24
3	Resultat	26
3.1	Befintlig situation	26
3.1.1	Maximalt flöde	26
3.1.2	Maximalt vattendjup	27
3.2	Framtida situation	29
3.2.1	Maximalt flöde	29
3.2.2	Maximalt vattendjup	30
3.2.3	Konsekvenser av planförslag	31
3.3	Framtida situation med föreslagna åtgärder	34
3.3.1	Maximalt flöde	34
3.3.2	Maximalt vattendjup	35
3.3.3	Konsekvenser av planförslag	35
3.4	Framkomlighet	36
4	Rekommendationer	38
5	Diskussion och slutsatser	39
6	Referenser	41
	Bilaga 1: Åtgärdsförslag	42
	Framtida situation med åtgärder 1	42
	Framtida situation med åtgärder 3	45
	Bilaga 2: Känslighetsanalys	49

1 Introduktion

2023 utförde Sweco en detaljerad översvämningsanalys av Bro torg med hjälp av en 2D-ytaavrinningsmodell, som var avsedd att undersöka effekten av ett 100-årsregn med klimatkraften 1,25 (enligt Dahlströms statistik) för befintlig samt framtida situation med föreslagen exploatering. Planområdets utformning, planerad bebyggelse och infrastruktur var dock inte fastställda i det tidiga skedet. Vid utredningens genomförande fanns endast grova utformningsuppskattningar tillgängliga. Utredningen tillhandahöll därför endast grova resultat för framtida situation. Resultatet för både befintlig och framtida situation visade på flertalet instängda områden där vatten riskerar att bli stående, i många fall intill byggnader. Resultatet visade även att det finns vissa problem med framkomlighet både i befintlig och framtida situation på ett fåtal vägar.

1.1 Uppdateringar

Utifrån jämförelsen av resultaten mellan den befintliga och den framtida situationen har en uppdaterad detaljplan tagits fram för att klara översvämningskraven. Den inkluderar ytterligare höjdsättning på kvartermark med avseende på levererat resultat och de åtgärdsförslag som Sweco levererade 2025-11-07. Det nya planförslaget har testats i en simulering som presenteras i denna rapport.

1.1.1 Detaljplan

Sedan år 2023 har detaljplanen förändrats med avseende på plangräns, placering och utformning av planerade byggnader samt markanvändning. Därutöver har planen varit ute på samråd. Utifrån yttranden som inkommit under samrådstiden har Upplands-Bro kommun begärt att Sweco uppdaterar skyfallsanalysen med ny planerad bebyggelse.

Figur 1.1 visar uppdaterad utformning av detaljplan Bro Torg daterad 2025-10-01. Figur 1.2 visar den uppdaterade detaljplanen med åtgärdsförslag daterad 2025-11-12.



Figur 1.1. Detaljplan Bro Torg daterad 2025-10-01.



Figur 1.2 Detaljplan Bro torg daterad 2025-11-12.

Enligt Länsstyrelsens yttranden behöver detaljplanen för Kockbacka gårde, se Figur 1.3 som ligger nedströms detaljplanen för Bro Torg, beaktas i analysen för att kunna bedöma möjliga översvämningsrisker i Kockbacka gårde vid exploatering av Bro Torg. Detta har beaktats genom att inkludera exploateringen i Kockbacka gårde i både befintlig och framtida situation och det antas därmed vara färdigbyggd.

År 2022 utförde Sweco en detaljerad översvämningsanalys för Kockbacka gårde (Sweco, 2022) som även inkluderade trummorna inom detaljplanen. Underlag för höjdmodell har inhämtats via det uppdraget.



Figur 1.3. Detaljplan Kockbacka gårde

1.1.2 Modellverktyg

Skyfallsmodellen för Bro Torg som färdigställdes år 2023 byggdes upp med hjälp av det hydrodynamiska modelleringsverktyget MIKE 21 *Flexible Mesh* och beskrev ytavrinning utan att inkludera dagvattenledningsnät. I stället gjordes ett avdrag på regnet för att beakta infiltrationsförmågan och ledningsnätets avbördningsförmåga inom modellområdet. Inom ramen för nuvarande uppdrag, år 2025, uppgraderades skyfallsmodellen till MIKE+ (Release 2025 Uppdate 1) för att koppla ytavrinningsmodellen i MIKE 21 *Flexible mesh* med trummorna inom detaljplanen för Kockbacka Gärde.

1.1.3 Regn

Den tidigare analysen använde Dahlströms statistik. I denna analys har det s.k. "Stockholmsregnet" använts, vilket är lämpligare för denna utredning och som beskrivs mer i detalj i kapitel 2.2. Avdraget på regnet för ledningsnätets kapacitet har gjorts enligt Dahlströms statistik för att överensstämja med kapacitetsutredningen som utförts av Ramböll i 2025. Den tidigare skyfallsanalysen använde ett avdrag för ett 20-årsregn inom planområdet (då det planerade ledningsnätet skulle dimensioneras för det) och ett 10-årsregn i resterande områden. Rambölls kapacitetsutredning inom planområdet konstaterade dock att planområdet redan i nuläget har dålig kapacitet,

exempelvis riskeras brunnöversvämningar vid 10-årsregn (information från avstämningsmöte 30/9-2025).

Möjligheten att uppgradera analysen och utföra en fördjupad analys (enligt MSB:s *Metod för skyfallskartering av tätorter*, 2023) och bygga upp en kopplad modell som tar hänsyn till både ytavrinning och dagvattenledningsnät diskuterades för att beakta ovanstående problematik. Det beslutades dock att genomföra en detaljerad analys (enligt MSB:s *Metod för skyfallskartering av tätorter*, 2023) som endast tar hänsyn till ytavrinning med ett schablonavdrag för ledningsnätet på grund av den korta tidplanen på projektet.

Det bestämdes att analysen ska använda ett klimatkompenserat 100-årsregn och ett avdrag för 5-årsregn, vilket är ett konservativt antagande. Analysen kompletterades även med ytterligare ett regnscenario där avdrag görs för ett 10-årsregn som en känslighetsanalys. Detta scenario presenteras i Bilaga 2.

1.2 Omfattning och syfte

Syftet med skyfallsutredningen är att visa att detaljplanen klarar att uppfylla översvämningskraven, det vill säga detaljplanen klarar ett framtida 100-årsregn utan att skador uppstår inom planområdet och utan att öka översvämningsriskerna utanför planområdet. Även framkomligheten på vägar ska säkerställs. Om detaljplaneförslaget bedöms som negativt sett ur ett översvämningsperspektiv föreslås åtgärder för att uppnå ovanstående.

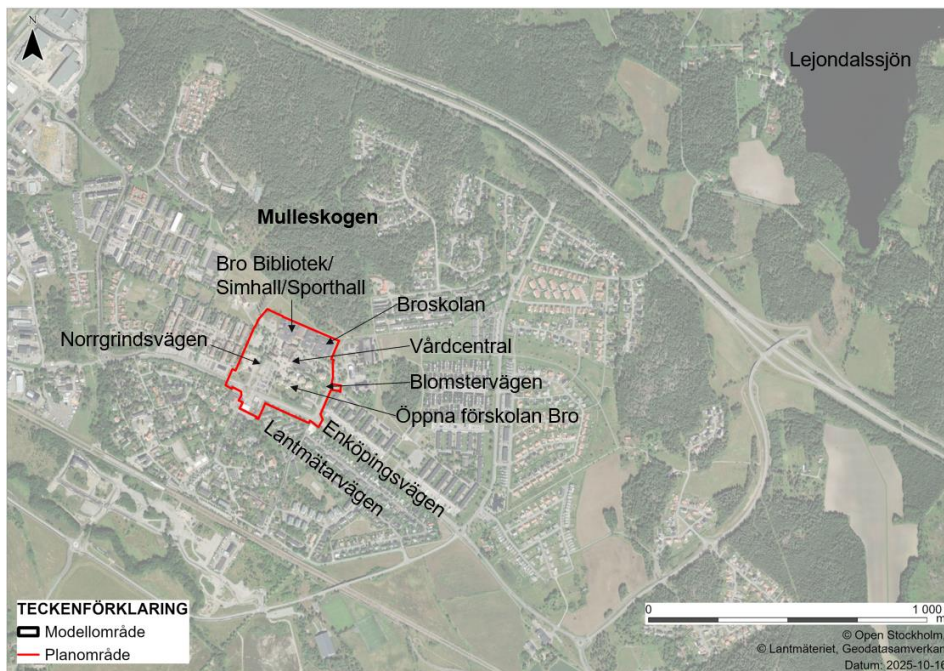
I rapporten redovisas följande:

- översvämningsrisker för befintlig och framtida situation (dvs. före och efter exploatering)
- detaljplanens behov av översvämningshantering och nödvändiga översvämningsåtgärder

1.3 Befintliga förhållanden

1.3.1 Planområdets geografiska läge

Detaljplan Bro Torg ligger centralt i Upplands-Bro kommun, sydväster om Lejondalssjön och avgränsas av Enköpingsvägen i söder, Blomstervägen i öst, ett bostadsområde i väst och av gröna ytor och Mulleskogen i norr.



Figur 1.4. Planområdet och dess närområde.

1.3.2 Planområde idag

Planområdet är ungefär 10,8 ha stort och består i dagsläget av bostäder, ett antal kommunala verksamheter (bibliotek, högstadieskola, öppna förskola Bro simhall och idrottshall), samt vårdcentral och butiker.

1.4 Allmänna förutsättningar

Modellens koordinatsystem är SWEREF 99 18 00 och alla angivna höjder i rapporten avser höjdsystem RH2000.

Föreslaget planförslag undersöks med ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,4 baserat på nederbördsstatistik för Stockholm, se kapitel 2.2.1 (Stockholms stad, 2024).

Vidare följer utredningen övriga punkter i *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall* (Länsstyrelsen (Stockholm och Västra Götalands län), 2018) och MSB:s riktlinjer enligt *Metod för skyfallskartering av tätorter* (MSB, 2023).

1.5 Underlag

Underlagen som listas i Tabell 1-1, har använts för genomförandet av utredningen.

Tabell 1-1. Underlag. Datumen representerar de datum då underlaget mottogs av Sweco.

Underlag	Datum	Leverantör
Situationsplan Bro Torg (Strukturplan_Spacescape_250930.dwg) (250930_Strukturplan_rondell.jpg)	2025-10-01	Upplands-Bro kommun
Situationsplan Bro Torg (251112_Strukturplan_korsning.jpg)	2025-11-13	Upplands-Bro kommun
Höjdsättning Bro Torg (250923 Höjdsättning.dwg) (250923 Höjdsättning.pdf)	2025-09-23	Upplands-Bro kommun
Uppdaterad höjdsättning Bro Torg (251112 Bro torg_höjdsättning.dwg)	2025-11-13	Upplands-Bro kommun
Illustrationsplan Kockbacka gårde	2025-09-30	Upplands-Bro kommun
Skyfallsutredning Kockbacka Gärde (Skyfallsutredning Kockbacka Gärde.pdf)	2025-09-30	Upplands-Bro kommun
Skyfallsmodell Bro Torg (2023)	2025-09-23	Sweco
Skyfallsmodell Kockbacka (2022) inklusive framtida höjdmodell för Kockbacka (2022), befintliga och planerade trummor och planerade strukturer	2025-10-06	Sweco

1.6 Scenarier

Flera simuleringar har testats under uppdragets gång för att utreda olika åtgärdsförslag och dess påverkan inom och utanför planområdet. Följande simuleringar har utförts, endast simulering 1, 2 och 6 presenteras i rapporten.

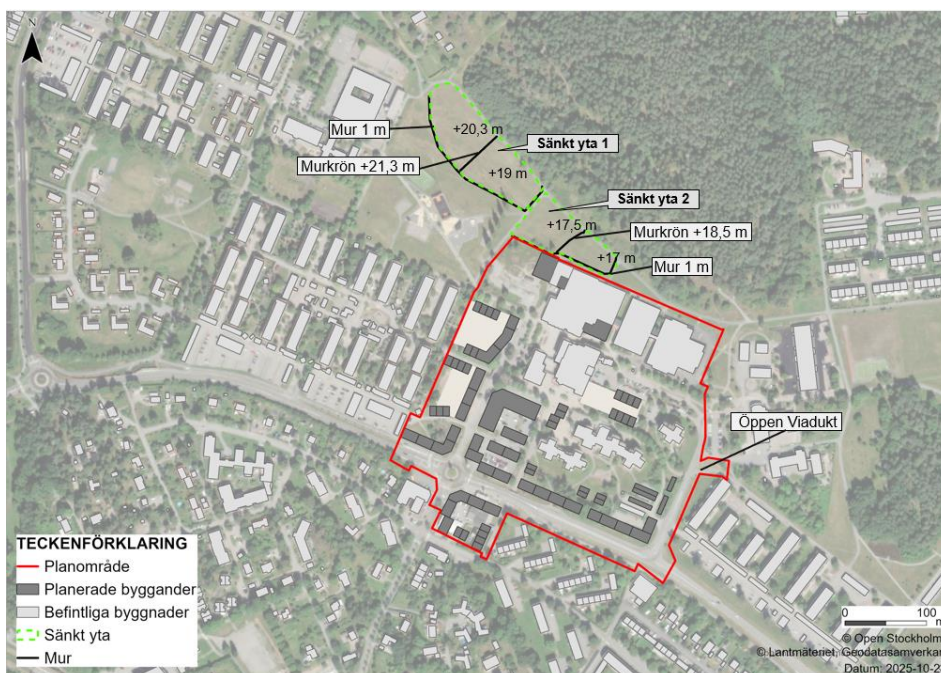
- Simulering 1: Befintlig situation.
- Simulering 2: Framtida situation efter exploatering, vilket i fortsättningen av denna rapport refereras som "*framtida situation*". I denna simulering tas hänsyn till planförslaget gällande placering av planerade byggnader, modifieringar angående befintliga byggnader samt planerade höjder vid entréer av planerade byggnader och gångvägar mellan planerade byggnader.
- Simulering 3: Framtida situation efter exploatering med åtgärder 1. Utifrån resultatet för framtida situation har det bestämts att åtgärder behövs för att planförslaget ska anses acceptabelt. Simuleringen testar effekten av åtgärder *uppströms*. Resultaten för detta scenario presenteras i Bilaga 1.

Figur 1.5 illustrerar placeringen av de föreslagna åtgärderna för "framtida situation med åtgärder 1". Åtgärderna i detta scenario avser sänkning av två ytor precis norr om planområdet för att ta emot större flöden innan de når själva planområdet, se sänkt yta 1 och sänkt yta 2 i Figur 1.5. Lutningen av dessa ytor är relativt hög, varför de ytorna har gjorts platta i den framtida

höjdmodellen. Höjderna i Figur 1.5 visar bottennivåerna på de sänkta, platta ytorna.

För att ytterligare kontrollera flödet har murar, med en höjd upp till 1 m över marknivå, placerats längs med de sänkta ytorna för att förhindra höga flöden från att fortsätta rinna nedströms. En mur på nivå +21,3 m har placerats centralt mellan "sänkt yta 1" medan en mur på nivå +18,5 m har placerats centralt mellan "sänkt yta 2" i syfte att reglera vattenavrinningen inom dessa områden. Målet med murarna är att maximera vattenvolymen som samlas inom sänkt yta 1 och sänkt yta 2.

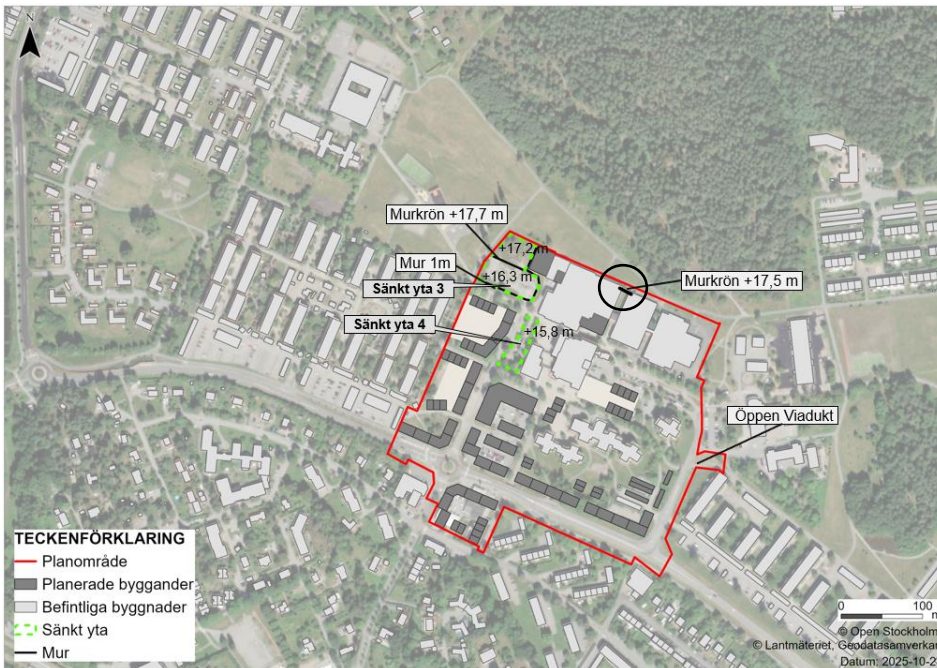
Den befintliga viadukten vid den östra sidan av planområdet står kvar för att förhindra att en sluten lågpunkt bildas vid sydöstra delen av planområdet.



Figur 1.5. Åtgärdsförslag 1. Höjder visar bottennivåer på sänkta platta ytor. Upphöjningar av mark har lagts till i modellen som murar.

- Simulering 4: Framtida situation efter exploatering med åtgärder 2. Simuleringen undersöker effekten av åtgärder inom planområdet.

Figur 1.6 illustrerar placeringen av de föreslagna åtgärderna för framtida situation med åtgärder 2. Åtgärderna i detta scenario avser sänkning av två ytor inom planområdet, se sänkt yta 3 och 4 i Figur 1.6, för att ta emot stora flöden innan de rinner vidare genom planområdet. Sänkt yta 4 planeras vara ett torg enligt planförslaget. Höjderna i Figur 1.6 visar bottennivåerna på de sänkta, platta ytorna.



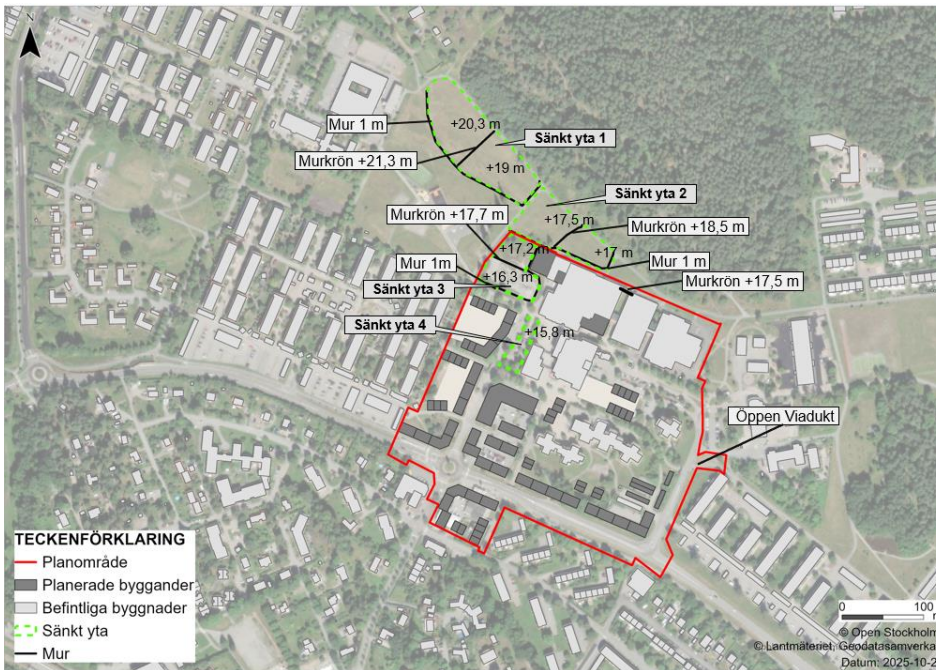
Figur 1.6. Åtgärdsförslag 2. Höjder visar bottennivåer på sänkta platta ytor. Upphöjningar av mark har lagts till i modellen i form av murar.

För att ytterligare reglera vattenflödet har en mur, med en höjd upp till 1 m över marknivå, placerats längs med "sänkt yta 3":s södra kant för att förhindra att vatten fortsätter rinna inom planområdet. En mur på nivå +17,7 m har placerats i mitten av "sänkt yta 3" för att effektivt kontrollera avrinningen inom detta område.

Resultat från maximala flöden i den framtida situationen (simulering 2) visade på betydande flöden som snabbt rinner genom öppningen mellan befintliga byggnader i den norra delen av planområdet (se svart ring i figuren). För att motverka detta har en mur på +17,5 m lagts till mellan dessa befintliga byggnader. Murens höjd är cirka 0,3 m högre än simulerad översvåmningsnivå. Syftet med åtgärden är att omdirigera avrinningen runt befintliga byggnader och därmed leda bort vattnet från det centrala planområdet – precis som i befintlig situation.

Den befintliga viadukten vid den östra sidan av planområdet står kvar precis som i framtida situation med åtgärder 1

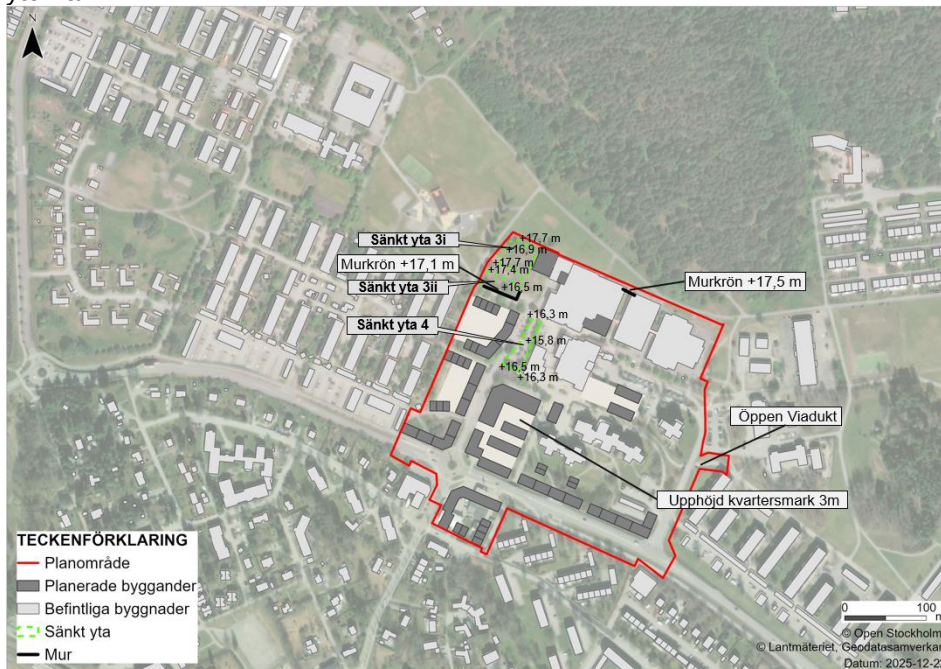
- Simulering 5: Framtida situation efter exploatering med åtgärder 3. Resultaten från framtida situationer med åtgärder 1 och åtgärder 2 visade att dessa simuleringar inte kunde erbjuda en tillfredsställande lösning för de ökade översvåmningsriskerna inom planområdet. Därför testades ytterligare en simulering där åtgärder inom planområdet kombinerades med uppströmsåtgärder. Figur 1.7 visar placering av samtliga åtgärder. Resultaten för detta scenario presenteras i Bilaga 1.



Figur 1.7. Åtgärdsförslag 3. Höjder visar bottenivåer på sänkta platta ytor. Upphöjningar av mark har lagts till i modellen som murar.

- **Simulering 6:** Uppdaterad detaljplan daterad 2025-11-12 har simulerats för att testa om uppdaterade höjdsättning vid kvartersmarken och planerade åtgärdsförslag klarar översvämningskraven för planområdet. Underlag till de planerade åtgärdsförslag är de förslag som simulerades i simulering 4. Resultatet för detta scenario presenteras i denna rapport och det refereras som *"framtida situation med planerade åtgärder"* i rapporten. Figur 1.8 visar de planerade åtgärderna som har testats i simulering 6. Figur 1.8 visar även

bottennivåerna på de sänkta, platta ytorna samt markhöjder runt om sänkta ytorna.



Figur 1.8. Planerade åtgärder.

Notera att murar i modellen utgör en teknisk möjlighet att representera upphöjningar i landskapet som skulle kunna hantera önskad vattenavrinning inom området, och är inte en rekommendation på en fast struktur.

1.7 Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall

Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall är ett av Stockholms och Västra Götalands länsstyrelser (Länsstyrelsen (Stockholm och Västra Götalands län), 2018) formulerat faktablad. Rekommendationerna är ämnade att ge stöd åt regionernas kommuner för att beskriva risken för översvämning vid större nederbörds mängder samt dess hantering i enskilda detaljplaner. De punkter som främst berör denna utredning redovisas nedan:

- Översvämningsrisken vid nyexploateringar ska undersökas med 100-årsregn med en inkluderande klimatkfaktor om 1,2–1,4. Vilken klimatkfaktor som används beror på regionala variationer (SMHI, 2018)
- Ny bebyggelse planeras så att den varken tar eller orsakar skada (både nedströms och uppströms planområdet) vid ett 100-årsregn. Omkringliggande obebyggda områden kan användas som översvämningsskydd för planerad byggnation.
- Risken för översvämning ska bedömas och konsekvenser utredas. Skyddsåtgärder föreslås vid behov och inkluderas i översvämningsmodelleringen. Om föreslagen skyddsåtgärd anses vara en förutsättning för detaljplanens genomförande behöver åtgärden säkerställas, t.ex. genom planbestämmelser och avtal. Eventuella översvämningsrisker som inte har hanterats ska också redovisas.

- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och vid behov säkerställas. Detta främst för att räddningstjänsten ska kunna nå och utrymma byggnader. Föreslagna riktvärden för framkomlighet redovisas i Kapitel 1.8.
- En lågpunktskartering är inte tillräcklig som beslutsunderlag, varken för översiktsplan eller detaljplan. Detta beror på att utbredningen av ett översvämningssområde kan variera beroende på nederbördens intensitet och varaktighet. En modellering som inkluderar hydrauliken och tidsaspekten måste därför göras. Detta är särskilt viktigt då naturområden exploateras och ersätts med hårdgjorda ytor.
- Låglanta områden som lätt översvämmas bör utgöras av parker, mångfunktionella ytor eller naturmarksområden. Planerade byggnader bör placeras på högre höjder.
- Skyfall är något som inte kan hanteras i det slutna dagvattensystemet då detta inte är dimensionerat för sådana stora mängder vatten. Det är inte heller rimligt att dimensionera det slutna ledningssystemet för dagvatten som VA-huvudmannen tillhandahåller för dessa händelser då de inträffar för sällan för att det ska vara samhällsekonomiskt rimligt. Översvämningsskadan till följd av skyfall för ny bebyggelse behöver i stället hanteras på markytan.

Avsteg från länsstyrelsens rekommendationer skall motiveras genom riskbedömningar och särskilda utredningar.

1.8 Riktvärden vid översvämning

Det finns inga nationella riktvärden vad gäller översvämningdjup, men för att få en uppfattning om olägenheten/skadorna som intensiva och kraftiga nederbördsmängder kan orsaka brukar följande vattendjupsintervall användas som grova riktvärden:

- 0,1 – 0,3 m, besvärande framkomlighet
- 0,3 – 0,5 m, ej möjligt att ta sig fram med vanliga motorfordon*, risk för stor skada
- > 0,5 m, stora materiella skador, risk för hälsa och liv

Samtidigt är det viktigt att ha i åtanke att alla översvämningar inte nödvändigtvis utgör ett problem. Problem uppstår först när vattnet orsakar en värdeförlust, påverkar kommunikation/transport, eller riskerar hälsa och liv.

Det ska till sist noteras att kraftigt strömmande vatten, och underliggande bråte kan försvåra framkomligheten, vilka är parametrar som inte tas hänsyn till i denna utredning.

2 Metod

Översvämningssituationen har studerats genom det hydrauliska modelleringsverktyget MIKE+ (Release 2025 Uppdate 1). I MIKE+ kopplades ytavrinningsmodellen som är uppbyggd i MIKE21 Flexible Mesh (Release 2025) med trummor vid Kockbacka gärde.

Komponenterna och deras beståndsdelar beskrivs närmare i följande kapitel.

2.1 Ytavrinning

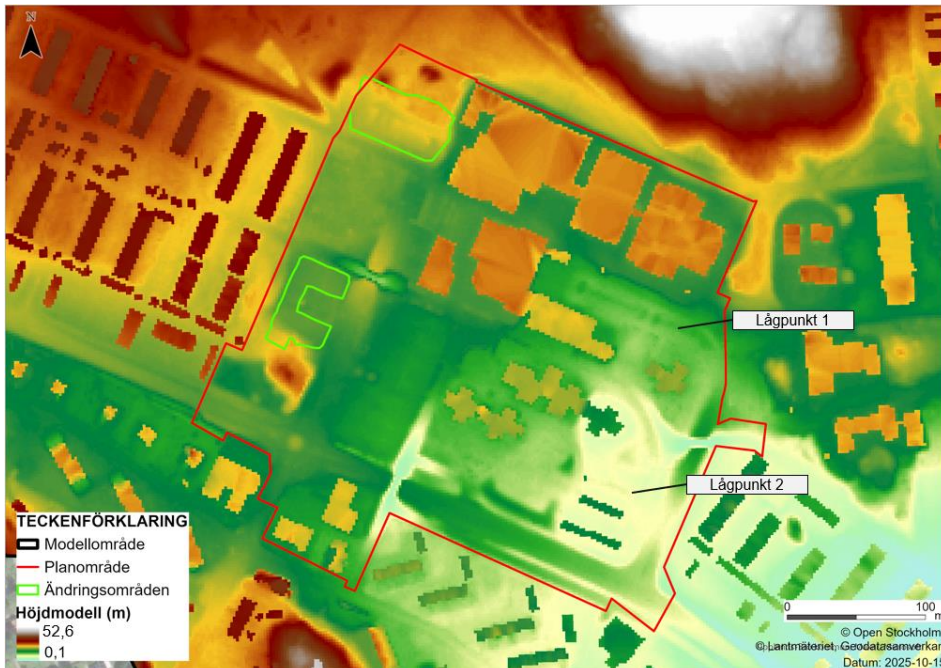
Den hydrodynamiska, 2-dimensionella, ytavrinningsmodellen, byggdes upp med hjälp av topografiska höjddata i rasterformat, vilken är den viktigaste parametern i skyfallsstudier. Höjddatat kompletteras med värden på markytans strömningsmotstånd, beroende på markanvändning, för att kunna beräkna avrinningshastighet. För att kunna studera eventuell översvämningssrisk på land belastas modellen med nederbörd vilket möjliggör hydrauliska beräkningar av vattendjup, flöde och flödesriktning.

2.1.1 Höjdmodell och avrinningsområde

Höjdmodellen som användes i denna utredning är densamma som i utredning som genomfördes i den föregående utredningen 2022. Modellen är baserad på höjddata från Lantmäteriets dataset "Skog," med en upplösning på 2x2 m och hämtades från SCALGO Live. Upplösningen uppfyller definierade nationella krav i *Metod för skyfallskartering av tätorter* (MSB, 2023).

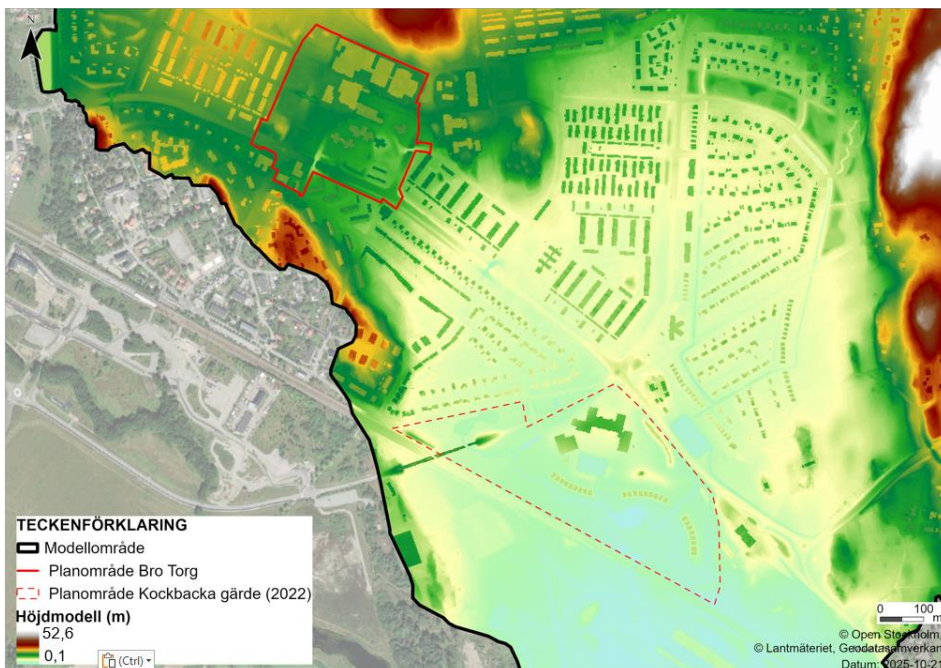
Viadukter, vägtrummor, överfarter och broar har i höjdmodellen sänkts eller öppnats upp för att möjliggöra att vatten rinner ostört och för att inte skapa fiktiva vattensamlingar. Samma höjddata har legat till grund för både befintlig och framtida situation. Där huskroppar är belägna (i både befintlig och framtida situation) har höjdmodellen höjts med 2 m, för att förhindra att vatten rinner genom dessa.

Den befintliga höjdmodellen som användes i denna analys med fokus på planområdet presenteras i Figur 2.1. Noterbart är att detaljplanen innehåller två lågpunktsbetonade områden vilka är belägna i den östra och sydöstra delen av planområdet. Sedan 2022 har två byggnader rivits inom planområdet, vilket har medfört att dessa tagits bort från höjdmodellen.



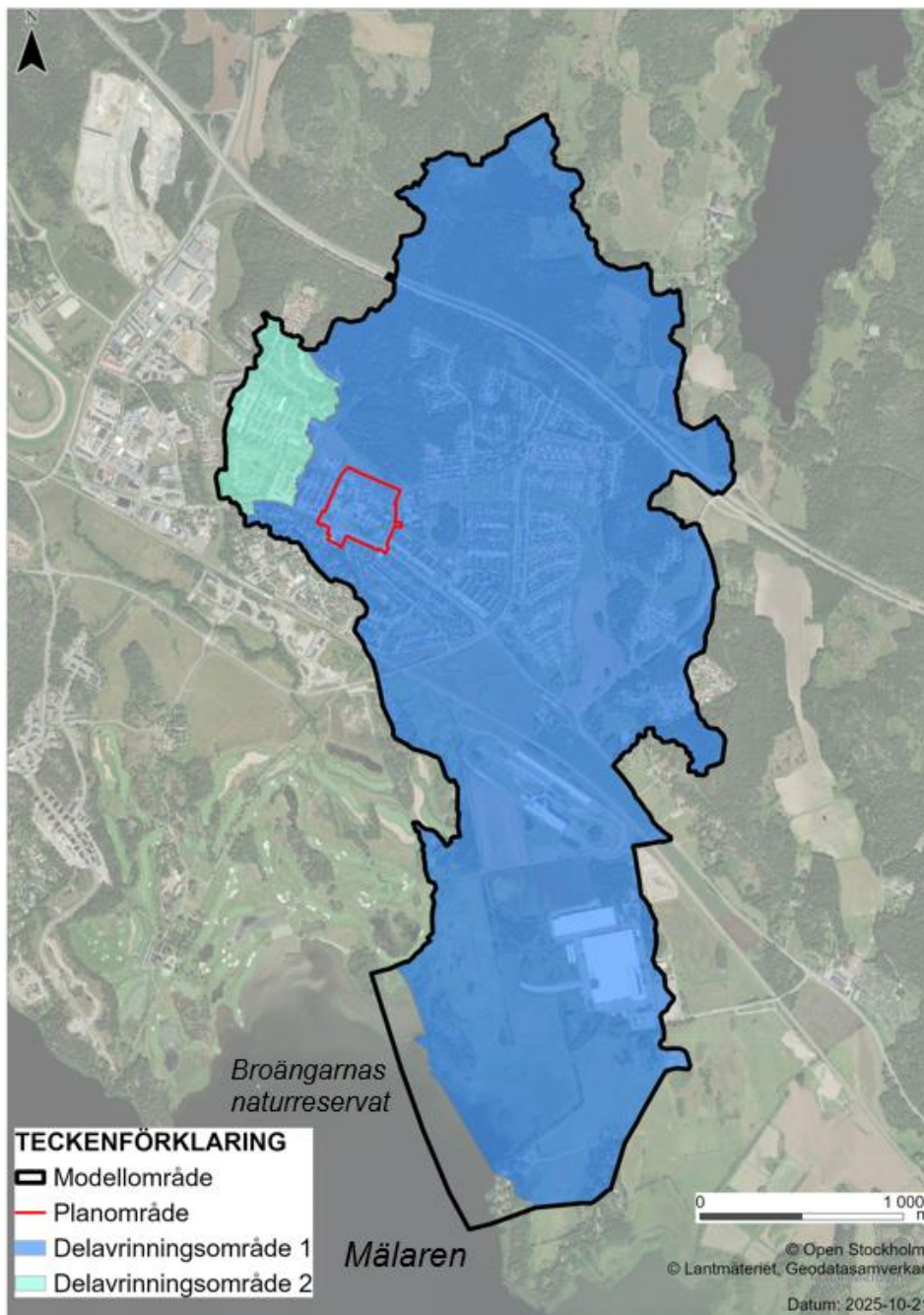
Figur 2.1. Befintlig höjdmodell. Gröna markerade områden (ändringsområden) visar var byggnader tidigare fanns. För att ta bort byggnaderna har höjderna interpolerats med omkringliggande befintliga höjder.

Figur 2.2 visar höjdmodellen för Kockbacka gärde (röd streckad plangräns) efter exploatering samt dess planområdes placering relativt till planområdet Bro Torg. Denna höjdmodell har även integrerats i höjdmodellen för den befintliga situationen.



Figur 2.2. Befintlig höjdmodell med höjdsättning av Kockbacka gärde efter exploatering (2022). Kockbacka Gärde ligger nedströms Bro Torg.

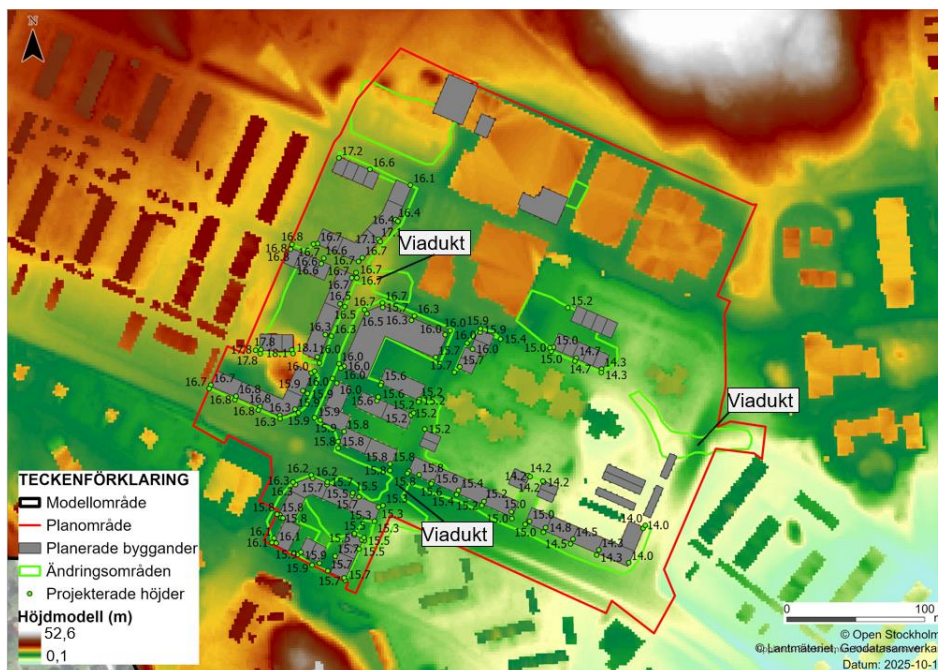
Genom att studera datats höjdryggar (vattendelare) kunde ett 745 ha stort modellområde definieras, se Figur 2.3. Modellområdet utgörs av delavrinningsområde 1 (685 ha) respektive delavrinningsområde 2 (34 ha), enligt Figur 2.3. Modellområdet inkluderar även en del av Broängarnas naturreservat intill Mälaren (26 ha).



Figur 2.3. Modellområdet och dess naturliga avrinningsområden.

2.1.1.1 Framtida höjdmodell

Befintlig höjdmodell har uppdaterats och anpassats enligt planförslaget. Figur 2.4 visar de planerade höjderna som har kompletterat höjdmodellen för framtida situation. De planerade höjderna avser främst entréerna och flera gångbanor, men inte innegårdar. De områden där höjdsättningen har förändrats är markerade med grön färg. I befintlig situation finns viadukter inom planområdet som är planerade att rivas i och med exploateringen. För att representera dessa ändringar korrekt i den framtida höjdmodellen har de omkringliggande befintliga höjderna interpolerats för att ansluta samtliga vägar med varandra.



Figur 2.4. Höjdmodell för framtida situation. De områden där höjdsättningen har förändrats enligt planförslaget är markerade med grön färg. Två viadukter har tagits bort från höjdmodellen, den östra kvarstår.

Figur 2.5 visar skillnaden i markhöjder mellan befintlig och framtida höjdmodell.



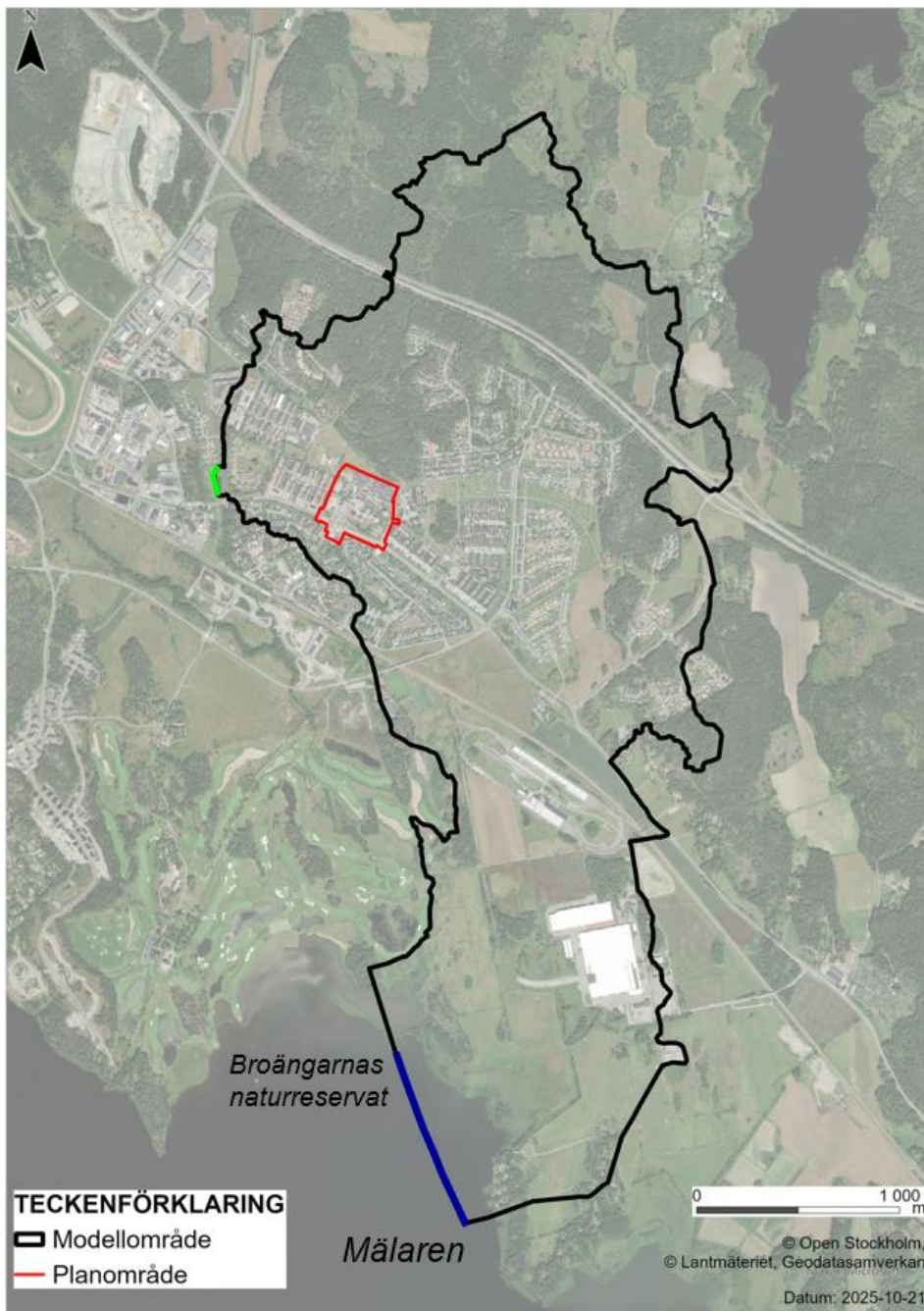
Figur 2.5. Höjdskillnader mellan befintlig och framtida höjdmodell. Röd, orange och gul färg representerar en sänkning av marknivån, medan grön färg representerar en höjning av marknivån.

Den uppdaterade höjdsättningen inkluderar planerade åtgärder som presenteras under kapitel 1.6 samt ny höjdsättning på kvartersmark utifrån tidigare simuleringar.

Notera att de områden som visar en sänkning på 2 m representerar de befintliga byggnaderna som har tagits bort från höjdmodellen för framtida situation. De befintliga byggnaderna ska ersättas med nya byggnader efter exploatering.

2.1.2 Randvillkor

Randvillkor används i modellen för att på ett matematiskt sätt beskriva hur angränsande områden och fenomen påverkar modellen. Ett randvillkor kan till exempel vara vattennivån i havet. Två randvillkor i form av permanenta vattenstånd har använts i utredningen. Det ena är Mälaren i söder, med en höjd på + 0,87 m, se blå linje i Figur 2.6. Det andra randvillkoret är dammen i Svampparken väster om plangränsen, med en höjd på + 11,0 m, se grön linje i Figur 2.6. Dessa värden är hämtade från tidigare rapport framtagen 2022.



Figur 2.6. Modellens randvillkor.

2.1.3 Markytans strömningsmotstånd

En ytas råhet påverkar vattnets rinnhastighet. Hur snabbt avrinning sker på marken beror bland annat på dess råhet och grovkornighet, vilket beskrivs genom Mannings tal. Ett högt värde på Mannings tal indikerar en snabb ytavrinning, vilket främst sker på hårdgjorda ytor medan ett lägre värde indikerar en långsam avrinning, främst på gröna ytor. Tidigare skyfallsmodell byggdes innan MSB:s riktlinjer *Metod för skyfallskartering av tätorter* (MSB, 2023) publicerades. Därför har dessa värden uppdaterats med MSB:s nya siffror. Tilldelade värden för Mannings tal presenteras i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Markanvändning och tilldelade värden på "Mannings tal" enligt MSB:s riktlinjer.

Markanvändning	Mannings tal
Skog	5
Berg i dagen	30
Vattenytor	70
Övrig öppen mark med låg vegetation samt ej klassificerade ytor	20
Övriga vägar och hårdgjorda ytor	40
Takytor	50
Vägar	70

För befintlig situation är markens råhet baserad på Nationella marktäckedata som är hämtad från Scalgo Live. För framtida situation har markens råhet uppdaterats och anpassats enligt planförslaget.

2.1.4 Infiltration

Infiltrationen i marken motsvaras av en infiltrationsmodul, som effektivt förenklar de naturliga processerna. Följande parametrar har definierats:

- Infiltrationshastighet
- Effektiv porositet
- Mäktighet av infiltrationszonen
- Läckagehastighet
- Initial vattenhalt

Infiltrationen sker endast på ytor som inte är asfalterade och inte ständigt vattenfyllda, det vill säga genomsläppliga ytor. Markens kapacitet att lagra vatten beror på infiltrationszonens mäktighet, andelen porer som kan fyllas med vatten (effektiv porositet) samt den initiala vattenhalten i början av simuleringen. Infiltrationszonen fylls med en konstant hastighet som varierar beroende på beläggning, vegetationstyp och markanvändning. Samtidigt avvattnas infiltrationszonen med en konstant läckagehastighet som beror på jordens egenskaper. Alla angivna infiltrationsparametrar omfattas av betydande osäkerheter och generaliseringar. En sammanfattning av de värden som har använts i infiltrationsmodulen för olika jordartskategorier återfinns i Tabell 2-2. De värden följer MSB:s riktlinjer (MSB, 2023).

Tabell 2-2. Indata till infiltrationsmodulen för olika jordartskategorier.

Jordart	Infiltrationshastighet (mm/h)	Effektiv porositet (%)	Måktighet av infiltrationszonen (m)	Läckagehastighet (mm/h)	Initial vattenhalt (%)
Gyttja	0,0036	30	0,3	0,00036	0
Postglacial finsand	36	30	0,3	3,6	0
Postglacial finlera	0,0036	30	0,3	0,00036	0
Lera - Silt	0,0036	30	0,3	0,00036	0
Glacial grovlera	0,0036	30	0,3	0,00036	0
Isälvsediment, grus	36 000	30	0,3	10	0
Talus (rasmassor), grovsand	3600	30	0,3	10	0
Urberg/Vägar/Byggnader	0	0	0	0	0
Vattenyta	0	0	0	0	0
Fotbollsplan	50	25	0,3	0,0036	

Planområdet utgörs huvudsakligen av lera och hårdgjorda ytor, vilket medför att infiltrationskapaciteten inom planområdet är begränsad.

2.2 Nederbörd

Tidigare skyfallsanalyser använde ett 100-årsregn med en klimatfaktor om 1,25 enligt Dahlströms statistik. Denna statistik har på senare år ifrågasatts och anses numera olämplig för skyfallsutredningar med återkomsttider som överstiger 10-årsregn, enligt *Metod för skyfallskartering av tätorter* (MSB, 2023). För återkomsttider som är större än 10-årsregn finns två huvudsakliga statistikresurser tillgängliga: SMHI:s statistik och Stockholms-statistik. Denna utredning använder det s.k. "Stockholmsregnet", och varför beskrivs i följande kapitel.

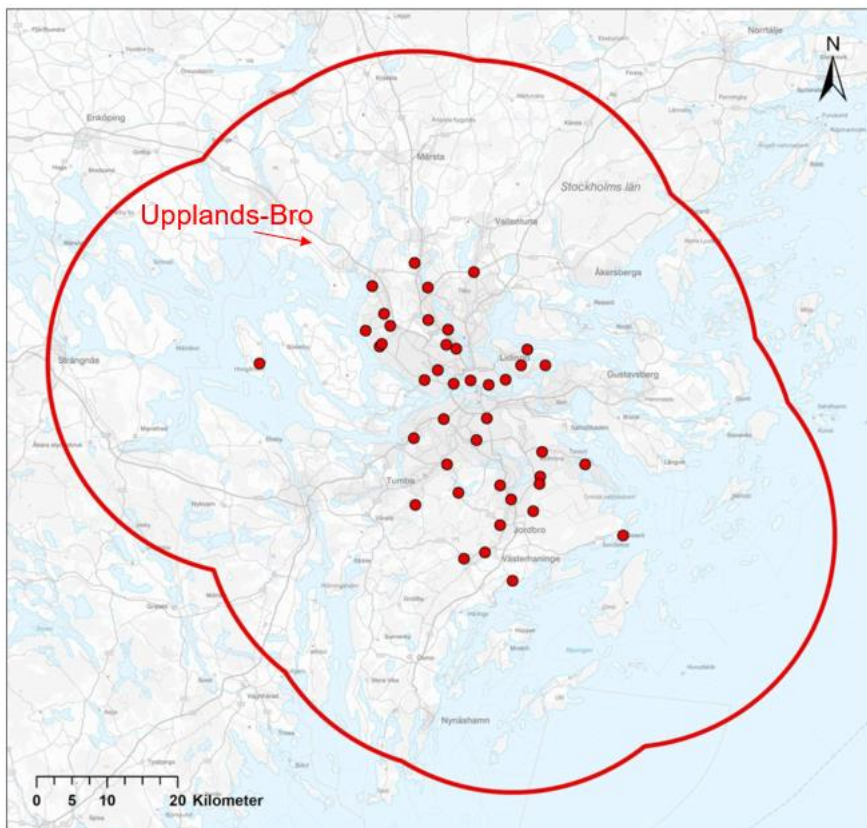
2.2.1 Stockholmsregn 2024

2024 publicerade Trafikkontoret rapporten *Stockholmsregn 2024* (Stockholms stad, 2024) som är en teknisk skrift som beskriver ett utvecklingsprojekt genomfört av Stockholms stads skyfallsfunktion i samarbete med konsulter från SMHI, Sweco, och DHI. Rapporten dokumenterar statistiska och matematiska bearbetningsmetoder av stora mängder nederbördsdata, med syfte att skapa tillförlitligt dimensioneringsunderlag för skyfallsutredningar specifikt för Stockholmsregionen. Vidare innehåller rapporten detaljer om insamling och kvalitetsgranskning av nederbördsdata från totalt 45 stationer, vilket motsvarar cirka 350 stationsår av data. Rapporten introducerar Stockholms specifika hyetografer (regnkurvor) och en så kallad Stockholms CDS-regnkurva (Chicago Design Storm), som visar hur regnets intensitet varierar med tiden. Denna metod har erhållit formellt godkännande från Länsstyrelsen att användas i skyfallsutredningar från och med september 2025.

Utredningen visade bland annat att:

- Vid återkomsttider på regn runt 20 år eller mer har Stockholm lägre skyfallsrisk än vad nationella statistiken tidigare visat.
- De så kallade "100-årsregnen" baserat på Stockholms statistik ger cirka 20–30% lägre regnvolymer jämfört med exempelvis Dahlströms statistik, vilket innebär att många åtgärder tidigare har varit överdimensionerade.
- För skyfall med återkomsttid om minst 50 år rekommenderas att Stockholms CDS-regn används som hyetograf, och en klimatfaktor om 1,4 (40% ökning av intensiteten) bör tillämpas för att anpassa regnet till ett framtida klimat.
- Vidare föreslår Trafikkontoret att minsta varaktighet för skyfalls-hyetografer ska vara sex timmar och att hela avrinningsområdet belastas med samma hyetograf.

"Stockholmsregnet" kan användas inom Stockholms stad samt närliggande kommuner inom Stockholms län, där nederbördsdata från dessa områden anses representativa. Användningen av "Stockholmsregnet" rekommenderas även för övriga kommuner inom det geografiska området som nederbördsdata har samlats in från, med ytterligare en viss omnejd. Figur 2.7 visar det geografiska området inom vilket det framtagna typregnet bedöms kunna appliceras.



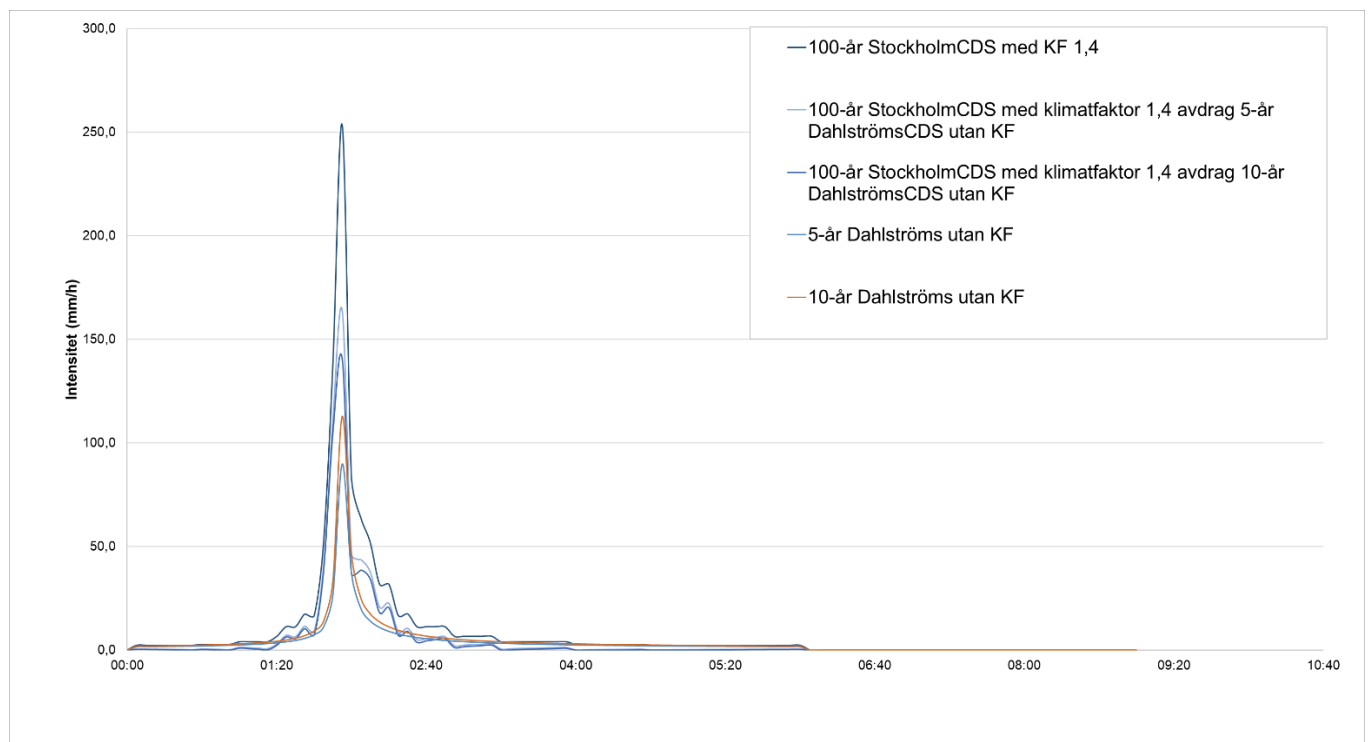
Figur 2.7. Geografisk lokalisering för de nederbördsstationer där koordinatuppgifter fanns tillgängliga och det område inom vilket framtagna typregn bedöms kunna appliceras (bearbetad från Stockholmsregn, 2024). Upplands-Bro har markerats i figuren..

2.2.2 Regn i modellen

Den studerade nederbörden avser ett 100-årsegn baserat på Stockholms regnstatistik. En klimatfaktor på 1,4 applicerades på regnet, enligt rekommendationer i *Stockholmsregn 2024* (Stockholms stad, 2024). Vidare används ett schablonavdrag på ett 5-årsregn enligt Dahlströms statistik, vilket tar hänsyn till ledningsnätets uppskattade avbördningsförmåga. Dahlströms statistik för schablonavdraget används för att stämma överens med kapacitetsutredningen som utförs av Ramböll.

Regnen är s.k. CDS-regn, som består av ett flertal block, där varje block är 5 min långt, men med varierande intensitet och varaktighet för en viss återkomsttid. CDS-regnen pågår i 6 timmar enligt rekommendationer i *Stockholmsregn 2024* (Stockholms stad, 2024). Regnens intensitet visualiseras i Figur 2.8. Den totala simuleringstiden motsvarar nederbördstillfället, samt ytterligare 3 timmar för att säkerställa att det regn som faller långt upp i avrinningsområdena hinner passera både planområde och Kockbacka gärde.

Då planområdets kapacitet är relativt osäker har en känslighetsanalys genomförts för att identifiera resultatens känslighet i relation till avdraget. Befintlig och framtida situationen har därför även simulerats med ett avdrag om ett 10-årsregn enligt Dahlström. Resultaten av dessa simuleringar presenteras separat i Bilaga 2.



Figur 2.8. Intensiteten av de olika regn.

2.3 Osäkerheter och antaganden

En skyfallsmodell är alltid en förenkling av verkligheten. Det finns antaganden och begränsningar som kan påverka resultatet av modellberäkningarna. Följande osäkerheter består i vald metod för översvämninganalysen:

- **Framtida föreslagna höjdsättning inom planområdet:**
Simuleringarna har utgått från planerade höjder från beställaren som Sweco själva har interpolerat, varför det råder osäkerheter kring simulerade vattenansamlingar, maximala vattendjup och flöden inom planområdet. Dock kan den föreslagna höjdsättningen revideras baserat på skyfallsutredningens resultat.
- **Under simulering 2 (framtida situation)** simulerades ett kvarter inom planområdet fel då det planeras att vara upphöjd med 3 meter. Denna information fanns inte med från början, vilket innebär att kvarteret inte är upphöjt i den framtida höjdmodellen. Därmed ser resultatet för detta kvarter sämre ut än det faktiskt kommer att göra i verkligheten. Detta åtgärdades inför simulering 6 (framtid med planerade åtgärder).
- **Mindre strukturer:** Höjdmodellen som används i skyfallsutredningen har en upplösning på 2 x 2 m. Detta innebär att mindre urbana strukturer som är mindre än 2 m, såsom exempelvis kantsten och bullerplank inte representeras i höjdmodellen. De strukturer som bedöms ha stor betydelse för hur vatten flödar eller ansamlas läggs in manuellt i modellen.
- **Infiltration:** Det är inte möjligt att beskriva markytan och allt under markytan såsom det är i verkligheten. Detta inkluderar infiltration som i modellen beaktas med en infiltrationsmodul, vars parametervärden är ansatta efter litteratur. Platsspecifik infiltration är svår att veta och modellens beskrivning är både en förenkling och generalisering.
- **Dagvattenledningsnätets kapacitet:** Dagvattenledningsnätets kapacitet är även det en stor osäkerhet i alla hydrodynamiska modeller. Om dagvattenledningsnätets kapacitet överskattas, kan modellen underskatta översvåmningsutbredningen, vilket resulterar i att mer vatten samlas på ytan än vad simuleringen visar. I modellen har ett avdrag gjorts på regnet, motsvarande det regn dagvattenledningsnätet förväntas kunna leda bort. Enligt pågående kapacitetsutredning kan det befintliga dagvattensystemet inte hantera ett 10-årsregn. Därför antas det att dagvattenledningsnätet kan hantera ett 5-årsregn.. En känslighetsanalys har även utförts med hänsyn till avdraget.
- **Åtgärdsförslag:** Åtgärdsförslagen baseras huvudsakligen på sänkta ytor för magasinering av avrinning. Emellertid föreligger osäkerheter avseende möjligheten att genomföra dessa åtgärder med hänsyn till grundvattennivåer, landskapsarkitekters rekommendationer (LA) och juridiska aspekter. Tillämpligheten av åtgärdsförslagen bör undersökas vidare i separata utredningar.

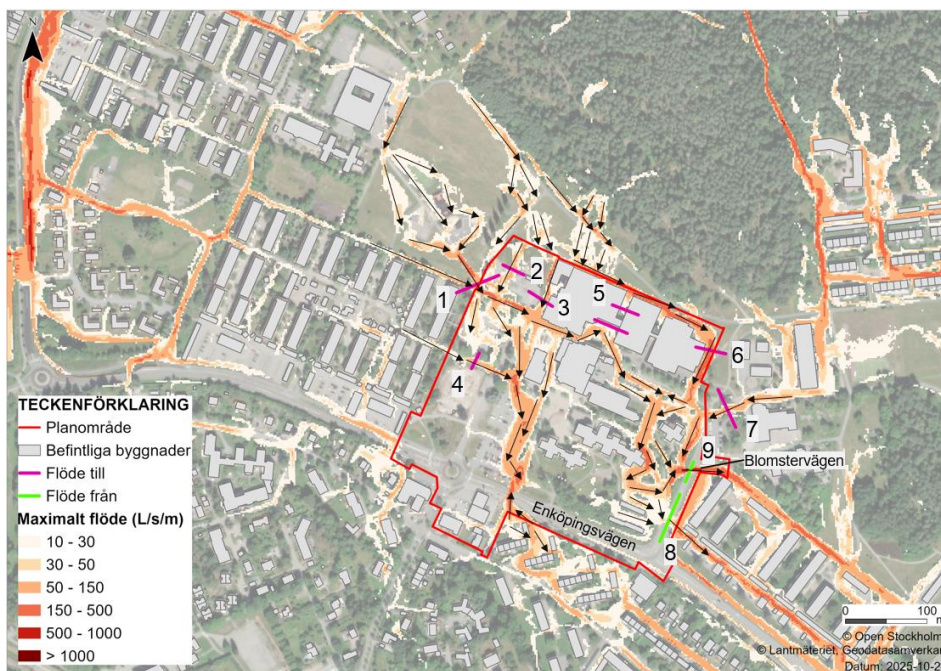
3 Resultat

3.1 Befintlig situation

Flöde och vattendjup vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,4 redovisas i följande kapitel för befintlig situation.

3.1.1 Maximalt flöde

Simuleringsresultat för det maximala flödet för befintlig situation redovisas i Figur 3.1 där flödesriktningen visas med svarta pilar och de huvudsakliga flödesvägarna numrerats från 1 till 9.



Figur 3.1. Maximalt flöde vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,4. De svarta pilarna visar flödesriktning.

Simuleringen visar på fem (1–4 och 6) större flödesvägar som leder dagvatten mot planområdet. De största (1–3) utgörs av naturmark och gröna områden uppströms planområdet. Flödesväg 4, som kommer från ett bebyggt område västerut, bidrar också till avrinningen mot den östra och centrala delen av planområdet. Flödesväg 5 blockeras av korridoren mellan befintliga byggnader vid den norra delen av planområdet. I stället rinner vattnet längs med den norra fasaden av de befintliga byggnaderna och utgör flödesväg 6 vilken slutligen mynnar ut i den östra delen av planområdet. Flödesväg 7 (som kommer österifrån) bidrar tillsammans med delar av flödesvägarna 1–3 och 6 till avrinningen mot lågpunkten i den sydöstra delen av planområdet.

Ytlig avvattning av den lågpunkten i den sydöstra delen av planområdet sker enbart i östlig riktning över Blomstervägen (8) och under Blomstervägen (9) via viadukten.

Maximalt och ackumulerat flöde i samtliga flödesvägar listas i Tabell 3-1 nedan.

Tabell 3-1. Maximalt och ackumulerat flöde för identifierade flödesvägar vid ett 100-årsregn. En positiv volym visar på vatten som bidrar till vattenansamlingar medan en negativ volym markerar avvattning.

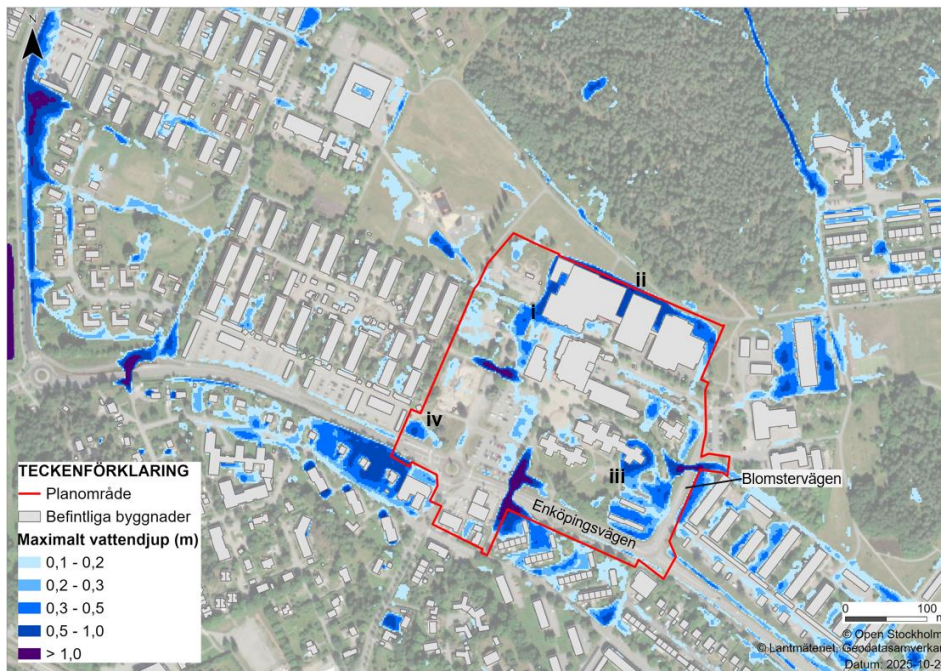
Flödesväg	Maxflöde (m ³ /s)	Ackumulerat flöde (m ³)
1	1,45	3 700
2	0,55	620
3	0,3	634
4	0,33	613
6	1,8	3 903
7	0,1	7 994
8	0,5	-660
9	2,8	-15 213
Totalt		1 591

Den positiva siffran som visar total ackumulerad volym i tabellen visar hur mycket vatten som finns kvar i planområdet vid simuleringsslut.

Siffrorna visar att det maximala flödet som når planområdet är större än det sammanlagda flödet som avvattnas via (8) och (9). Först när lågpunkterna inom planområdet är fyllda kan ytlig avvattning ske, men även då är det sammanlagda utgående flödet lägre än det inkommande.

3.1.2 Maximalt vattendjup

Maximalt vattendjup och översvämningsutbredning visualiseras i Figur 3.2 nedan.



Figur 3.2. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,4 för befintlig situation. Vattendjup <10 cm visas ej.

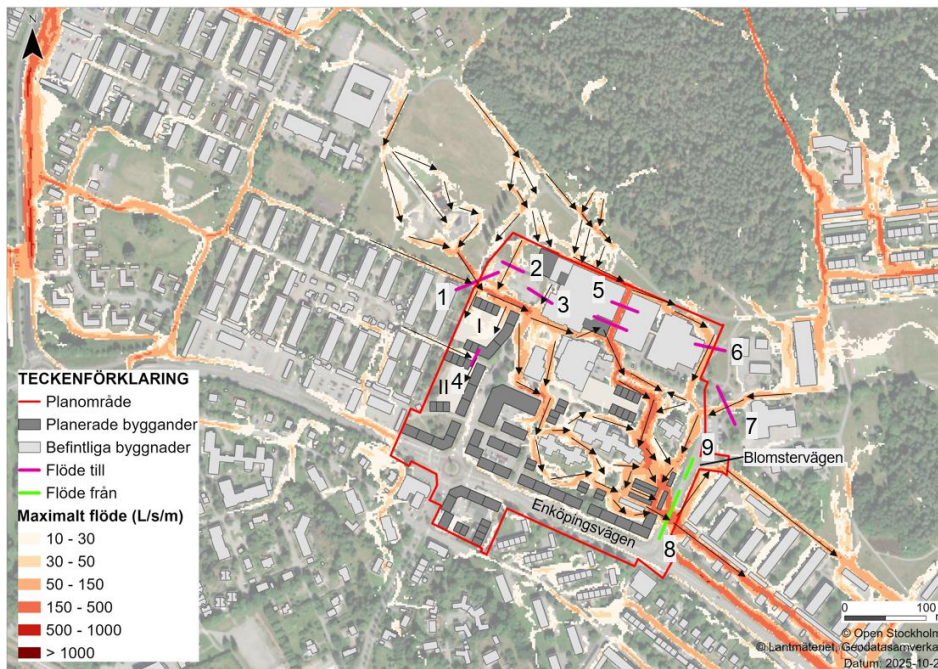
Simuleringen visar på vattenansamlingar i stora delar av planområdet och i viadukterna. I (i) samlas upp till 0,8 m vatten och i (ii) upp till 1,2 m vatten. Översvämningsnivån i (i) ligger på +17,2 m. En stor vattenansamling skapas i lågpunkten vid den sydöstra delen av planområdet, med ett djup upp till 0,6 m. Vattenvolymen i planområdet är 10 064 m³.

3.2 Framtida situation

Flöde och vattendjup vid 100-årsregn med klimattfaktor 1,4 redovisas i följande kapitel för framtida situation.

3.2.1 Maximalt flöde

Simuleringsresultat för det maximala flödet för framtida situation redovisas i Figur 3.3 där flödesriktningen anges med svarta pilar. Resultaten visar på flera förändringar jämfört med befintlig situation.



Figur 3.3. Maximalt flöde vid 100-årsregn med klimattfaktor 1,4. De svarta pilarna visar flödesriktning.

Flödesväg (1) delas upp i ett flöde som rinner mot innegård (I) och ett flöde som tillsammans med (2) rinner österut och söderut inom planområdet. Flödesväg (3) är mindre i den framtida situationen på grund av planerade byggnader som blockerar flöden från naturmarken och omdirigerar dem mot (2). Därför är flöde (2) större jämfört med befintlig situation medan (3) är mindre. Flödesväg (4) blockeras av högre höjder på gatan där viadukten har tagits bort och rinner därför vidare till innegård (II). Flödesväg (5) rinner genom befintliga byggnader och bidrar betydligt till avrinningen inom planområdet i framtida situation, vilket resulterar i ökade flöden i den östra delen av planområdet.

Flödesväg (9) existerar inte längre på grund av den instängda viadukten enligt planförslaget. Detta innebär att all ytlig avvattning sker via (8) i stället, vilket medför att ökade vattenvolymer ansamlas i den sydöstra delen av planområdet.

Maximalt och ackumulerat flöde i samtliga flödesvägar listas i Tabell 3-2 nedan.

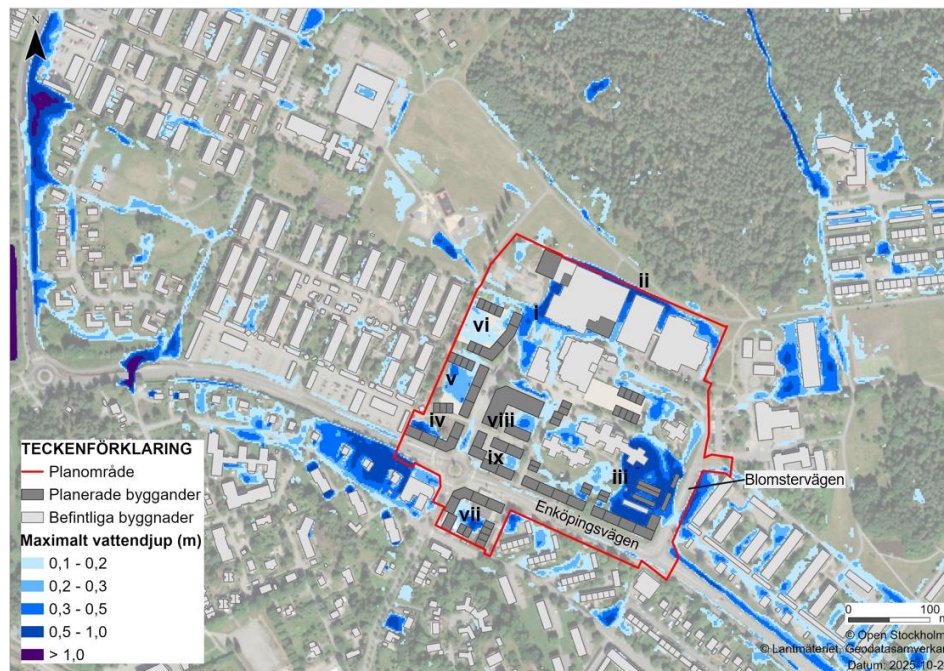
Tabell 3-2. Maximalt och ackumulerat flöde för identifierade flödesvägar vid ett 100-årsregn. En positiv volym visar på vatten som bidrar till vattenansamlingar medan en negativ volym markerar avvattning.

Flödesväg	Maxflöde (m ³ /s)	Ackumulerat flöde (m ³)
1	1,4	3 700
2	0,55	775
3	0,08	160
4	0,1	266
5	1,4	3 584
6	2,3	3 830
7	0,1	7 994
8	4,7	-18 900
9	0	0
Totalt		1 409

Den positiva siffran som visar total ackumulerad volym visar hur mycket vatten som finns kvar i planområdet vid simuleringsslut. Resultaten visar att det ackumulerade flödet i framtida situation är 182 m³ mindre jämfört med befintlig situation vilket innebär att en större vattenvolym avleds från planområdet.

3.2.2 Maximalt vattendjup

Maximalt vattendjup och översvåmningsutbredning visualiseras i Figur 3.4 nedan.



Figur 3.4. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för framtida situation. Vattendjup <10 cm visas ej.

Simuleringen visar på vattenansamlingar i hela planområdet som är större i både djup och utbredning i flera områden jämfört med befintlig situation. I (i) samlas upp till 0,8 m vatten likt befintlig situation. I (ii) är maximalt vattendjup 0,2 m lägre än befintlig situation och når 1 m på grund av öppningen mellan de befintliga byggnaderna som avlastar vattenansamlingen i (ii).

Översvämningsnivån i (ii) ligger på +17 m. Det beror på att vattenansamlingen breder ut sig längs den öppna korridoren. I den stora vattenansamlingen (iii) ökar vattendjupet med 0,4 m jämfört med befintlig situation och når 1 m. Planerade byggnader står under en överhängande översvämningsrisk. Vatten samlas även på innergårdar och mellan planerade byggnader vid den östra och centrala delen av planområdet. Observera att dessa vattenansamlingar är osäkra eftersom föreslagna innergårdar inte var höjdsatta vid simuleringen. Observera också att maximala vattendjup för (viii) och (ix) är missvisande då marken ska vara upphöjd 3 m och platt.

Planområdets totala vattenvolym uppgår till 9 500 m³.

Tabell 3-3 sammanfattar maximala vattendjup och översvämningsnivåer i olika delar av planområdet.

Tabell 3-3. Maximala vattendjup (m) och översvämningsnivåer (plushöjd) i vissa kritiska delar av planområdet.

Område	Maximalt vattendjup (m)	Översvämningsnivå (plushöjd)
i	0,8	16,7
ii	1	17
iii	1	14,2
iv	0,7	16,4
v	0,5	16,8
vi	0,3	16,9
vii	0,6	15,5
viii	0,4	15,6
ix	0,3	15,3

3.2.3 Konsekvenser av planförslag

Enligt krav får planförslaget inte påverka nedströms liggande områden (se kapitel 1.7).

Figur 3.5 visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation inom och intill planområdet. Skillnader mindre än 0,05 m visas ej då de anses ligga inom felmarginal med hänsyn till modellens osäkerheter.



Figur 3.5. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i framtida situation jämfört med befintlig situation. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05 m visas ej.

Utanför planområdet sker försämringar upp till 0,3 m (i) nedströms medan förbättringar upp till 0,3 m märks i (ii) på grund av stängd viadukt i framtida situation.

En förbättring uppstår även i (iii) på grund av den öppna korridoren som avlastar vattenansamlingen längs med de befintliga byggnaderna. Däremot försämrar detta situationen i område (iv) med 0,3 m. En stor försämring upp till 0,5 m sker i lågpunkten (v) och upp till 0,3 m i innegårdar (vi), (vii), (viii) och (x), se Figur 3.5. Försämringen inom kvarter i (x) är missvisande eftersom marken kommer att vara upphöjd med 3 m och platt. Denna information var inte inkluderad från starten av uppdraget. Även i (ix) är försämringen stor (0,5 m).

Figur 3.6 inkluderar även Kockbacka gårde.



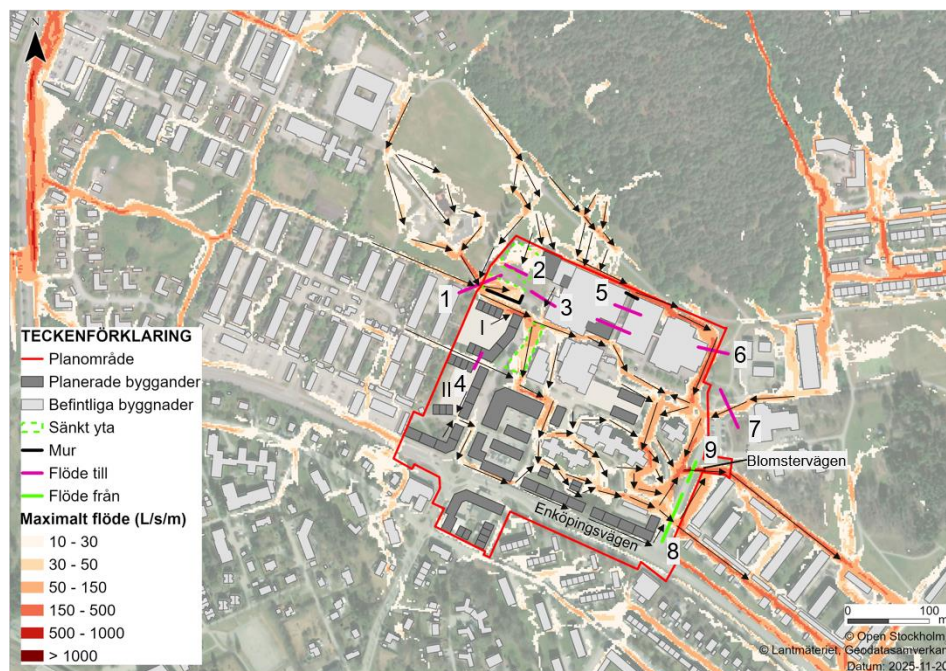
Figur 3.6. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i framtida situation jämfört med befintlig situation nedströms planområde Bro Torg och vid planområde Kockbacka gård. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05 m visas ej.

Jämförelsen av maximala vattendjup visar att försämringar uppstår även nedströms vid Kockbacka gård jämfört med befintlig situation. Ökad vattenvolym når befintlig kulvert (i) där vattendjupet ökas med 0,3 m i framtida situation. Liknande försämringar uppstår på grönytor inom och nedströms Kockbacka gård. Dessa försämringar om cirka 0,1 m anses dock som relativt obetydliga då de ligger långt från byggnader och viktig infrastruktur och därmed inte orsakar skador.

3.3 Framtida situation med föreslagna åtgärder

3.3.1 Maximalt flöde

Simuleringsresultat för det maximala flödet för framtida situation med planerade åtgärder redovisas i Figur 3.7 där flödesriktningen anges med svarta pilar, vilket är likt framtida situation för alla flödesvägar förutom (1) och (2) som visar vissa skillnader. L-muren hindrar att (1) rinner mot innegårdarna mellan (2) blockeras in i sänkta ytan.



Figur 3.7. Maximalt flöde vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4. De svarta pilarna visar flödesriktning.

Maximalt och ackumulerat flöde i samtliga flödesvägar listas i Tabell 3-4 nedan.

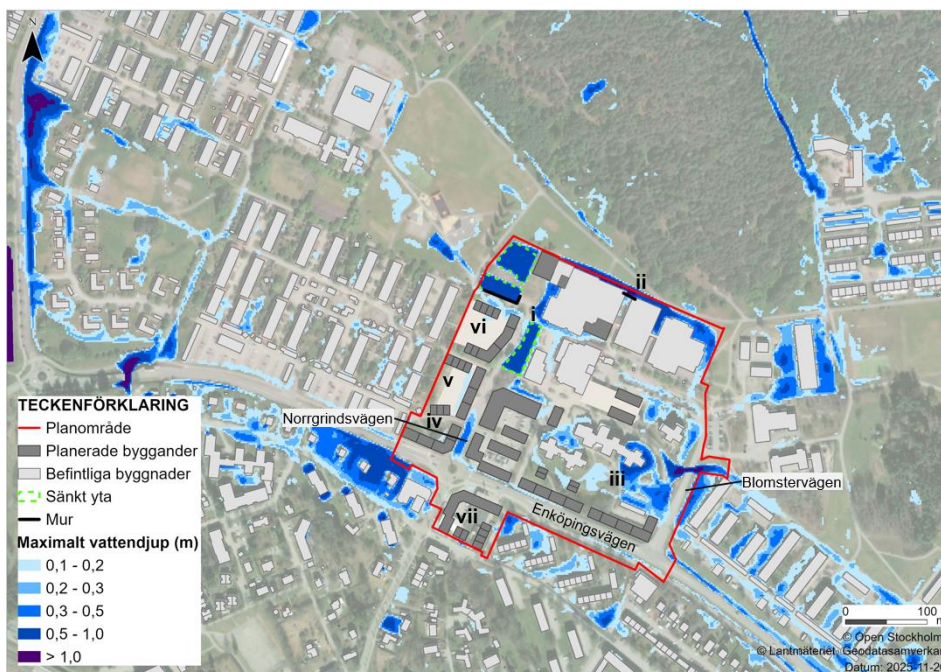
Tabell 3-4. Maximalt och ackumulerat flöde för identifierade flödesvägar vid ett 100-årsregn. En positiv volym visar på vatten som bidrar till vattenansamlingar medan en negativ volym markerar avvattning.

Flödesväg	Maxflöde (m ³ /s)	Ackumulerat flöde (m ³)
1	1,2	3 373
2	0,08	260
3	0,06	179
4	0,3	326
5	0,03	63
6	1,9	3 588
7	0,7	7 115
8	0,73	-1 383
9	3,2	-16 393
Totalt		-2 872

Den negativa siffran, 2 872 m³, visar total ackumulerad volym och hur mycket mindre vatten som finns kvar i planområdet vid simuleringsslut. Resultaten visar att ackumulerade flöden inom planområdet i framtida situation med planerade åtgärder är cirka 4 463 m³ mindre jämfört med befintlig situation (summa av det ackumulerade flödet i befintlig situation och ackumulerade flöde i framtida situation med planerade åtgärder = (2872 + 1591) m³). Det innebär att den vattenvolymen fördröjs inom planområdet med planerade åtgärder.

3.3.2 Maximalt vattendjup

Maximalt vattendjup och översvämningsutbredning visualiseras i Figur 3.8 nedan.



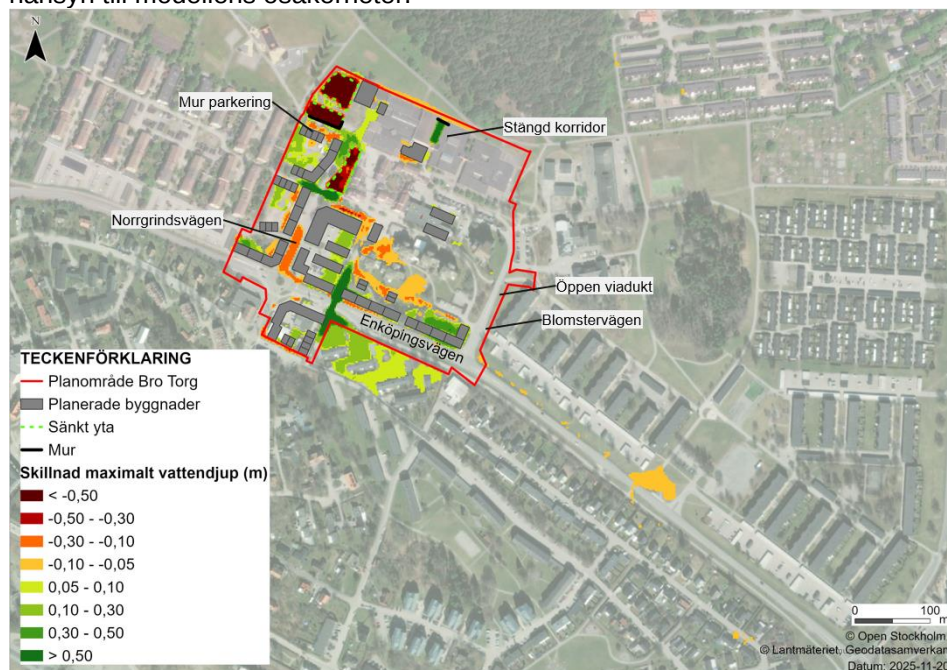
Figur 3.8. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för framtida situation med planerade åtgärder. Vattendjup <10 cm visas ej.

Det finns vattenansamlingar i åtgärdsytorna vilket tyder på att de funkar tillräckligt. En vattenansamling förekommer i norra plangränsen mot fasad (ii) med ett vattendjup upp till 1 m. Trots vattenansamlingen vid (iii) finns inga betydande vattenansamlingar vid planerade byggnader utan delvis mot en planerad byggnads norra fasaden. Dock finns det ingen försämring jämfört med befintlig situation. Dessutom märks mindre vattenansamlingar inom planerade kvarter (iv) och (v) som beror antagligen på trånga utrymmen som orsakar att vattnet fastnar i stället från att rinna vidare mot gatan. Vattenansamlingen på Norrgrindsvägen når 0,5 m och påverkar därmed framkomlighet. Det beror delvis på upphöjd parkering öster om vägen.

3.3.3 Konsekvenser av planförslag

Enligt krav får planförslaget inte påverka nedströms liggande områden (se kapitel 1.7). Figur 3.9 visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation med planerade åtgärder inom och intill planområdet. Skillnader mindre än 0,05 m visas ej då de anses ligga inom felmarginal med

hänsyn till modellens osäkerheter.



Figur 3.9. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatkraft 1,4 i framtida situation med planerade åtgärder jämfört med befintlig situation. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05 m visas ej.

Inom planområdet visar resultaten på ökat vattendjup inom åtgärdsytorna vilket tyder på att de fungerar. Försämringen på Norrgrindsvägen ökar på grund av upphöjd parkering i öster och framkomligheten till och inom planområdet försämrar. Dock finns alternativa vägar till och inom planområdet. Utanför planområdet finns det en förbättring nedströms Enköpingsvägen vid bostadsområde. En mindre försämring förekommer längre nedströms, cirka 5 cm. Dock försämringen sker på ett grönområde/cykelbana och det ser ut att försämringen inte påverkar bebyggelse eller framkomligheten.

3.4 Framkomlighet

Figur 3.10 visar framkomlighet i framtida situation och Figur 3.11 visar framkomligheten i framtida situation med föreslagna åtgärder. Riktvärden för framkomlighet följer föreslagna riktlinjer vid översvämning vilka anges i kapitel 1.8.

Områden där räddningstjänstens fordon kan köra (maximalt vattendjup upp till 0,3 m) är markerade med grön färg. Områden där räddningstjänstens större utryckningsfordon kan köra (maximalt vattendjup upp till 0,5) är markerade med blå färg. Områden med maximalt vattendjup högre än 0,5 m är ej framkomliga för räddningstjänstens fordon och är markerade med rosa färg.

Planområdet Bro Torg bedöms vara framkomlig från alla omkringliggande vägar i framtida situation, framtida situation med åtgärder och framtida situation med planerade åtgärder. Dock är de planerade byggnaderna vid den sydöstra delen av planområdet inte framkomliga vid undersökt nederbörd. Framkomligheten förbättras i framtida situation med åtgärder, där de maximala vattendjupen är lägre jämfört med den framtida situationen utan åtgärder.



Figur 3.10. Framkomlighet i och omkring planområdet i framtida situation utan åtgärder.

Framkomligheten blir förbättrad i framtida situation med föreslagna åtgärder där alla vägar inom planområdet är framkomliga förutom på Norrgrindsvägen. Försämringen beror delvis på den upphöjda parkeringen i öster.

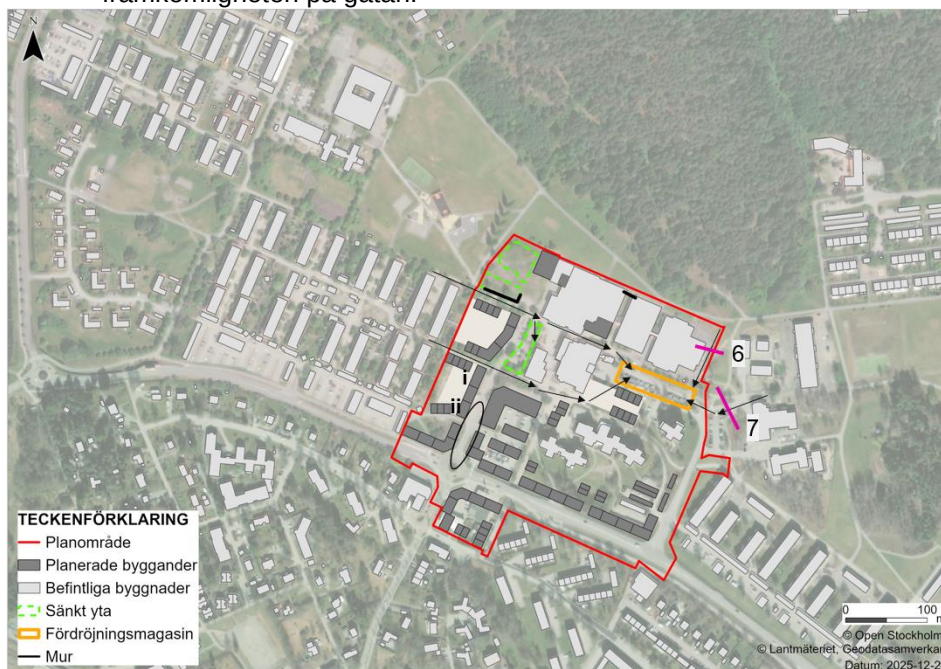


Figur 3.11. Framkomlighet i och omkring planområdet i framtida situation med planerade åtgärder.

4 Rekommendationer

Resultaten för maximala vattendjup för framtida situation med åtgärder indikerar behov av justeringar för att förbättra översvämningssituationen inom planområdet.

1. De planerade byggnadernas färdiga golv (FG) bör placeras minst 0,3 m över översvämningssnivån inom kvartersmark.
2. Kvartersmark bör planerats med hänsyn till maximala vattendjup och översvämningssnivåer. Det är viktigt att öppningar mellan de planerade byggnaderna, se (i) och (ii) i Figur 4.1, byggs bredare för att underlätta avrinningen från kvartersmarken mot gator.
3. På redovisningsmöte med beställaren diskuterades även möjligheten att bygga ett fördröjningsmagasin. Om ett fördröjningsmagasin byggs, se gul polygon i Figur 4.1, bör marken inom planområdet projekteras så att lutningen på gatorna tillåter vattenavrinning mot fördröjningsmagasinet. Rekommenderade flödesvägar indikeras med svarta pilar i samma figur. Fördröjningsmagasinet bör även ta emot flöden som rinner österifrån, vilket skulle förbättra översvämningssituationen i den sydöstra delen av planområdet, se (6) och (7) i Figur 4.1. Detta förslag har inte utretts i en simulering, genomförbarhet med hänsyn till geoteknik och hydrogeologi och övriga parametrar har inte heller undersökts och rekommenderas genomföras innan beslut fattas om magasinet.
4. Det rekommenderas en översyn av markhöjder på Norrgrindsvägen, se svart cirkel i Figur 4.1, för att leda bort vattnet och underlätta framkomligheten på gatan.



Figur 4.1. Rekommendationer för markjusteringar. Gula polygonen visar förslag på placering och utbredning av fördröjningsmagasinet.

5 Diskussion och slutsatser

Sweco har genomfört en skyfallsanalys som omfattar befintlig situation, framtida situation med planförslag och framtida situation med åtgärder.

Översvämningssituationen har undersökts med ett regn baserat på statistik för Stockholm, det s.k. "Stockholmsregnet".

Analysen av den befintliga situationen visar att området redan idag står inför en betydande översvämningssrisk. Flera flödesvägar leds till planområdet och flera betydande vattenansamlingar uppstår inom planområdet. I framtida situation med den föreslagna exploateringen visar simuleringarna att dessa översvämningssrisker ökar, med större volymer och djupare vattenansamlingar på flera håll, både inom och utanför planområdet. Bland annat medför förslaget att riva viadukter att flödesvägar blockeras - vilket förvärrar problemen.

Simuleringar med olika åtgärder har visat att det krävs en kombination av sänkta ytor och modifierade markhöjder för att effektivt hantera och fördröja vatten inom området. Föreslagna åtgärder har förmågan att minska vattenansamlingar inom kritiska delar av planområdet. Framtida situation med åtgärder visar en betydande förbättring jämfört med framtida situation utan åtgärder, och ackumulerade vattenvolymer minskas med upp till 3 000 m³. Samtidigt kvarstår betydande översvämningssrisker i en stor del av planområdet.

Avseende resultaten för framtida situation med planerade åtgärder visar resultaten att åtgärdsytorna och murarna har positiva effekter på planområdet. Muren vid Brohuset medför att vattendjupet längs de befintliga byggnadernas fasader vid norra plangränsen ökar med cirka 10 cm. Föreslagen mur kan flyttas för ett efterlikna befintligt scenario (det vill säga placera den där det finns en avskärmande vägg idag), vilket bör leda till att översvämningssrisken ser likadan ut som befintlig situation. Alternativt kan det ses över om det går att anlägga en nedsänkt skyfallsled som leder vattnet runt byggnaden i stället för att ansamlas vid byggnaden. Båda dessa alternativ bör testas i en simulering. Om muren kvarstår enligt föreslagen placering bör det säkerställas att byggnaden eller fasaden kan hantera att vatten står mot den. Detta innebär att entréer/fönster är upphöjda eller vattentäta.

Vid planerade byggnaders fasader (kvarter IV och V) förekommer även vattenansamlingar, vilket bör elimineras genom mer detaljerad projektering. Detta kan uppnås genom att lutningen görs tillräcklig för att förhindra att vatten stannar, alternativt genom att färdigt golv placeras med en säkerhetsmarginal på 0,3 m och att fasaden konstrueras så att den inte tar skada. Planen har en mindre negativ påverkan utanför planområdet, där vatten ansamlas inom ett grönområde/cykelstråk, vilket inte påverkar bebyggelse eller framkomlighet.

Känslighetsanalysen har även utförts för att identifiera resultatens känslighet i relation till avdraget. Resultaten från regnscenariot med ett 10-årsavdrag enligt Dahlströms statistik visar inga betydande skillnader trots det större avdraget.

Planområdet Bro Torg bedöms vara framkomligt från alla omkringliggande vägar i samtliga undersökta scenarier. Förutom längs med på Norrgrindsvägen, där vattenansamlingar kan nå upp till cirka 50 cm. Alternativa vägar till och inom planområdet finns, även till de kvarter som ligger längs med Norrgrindsvägen. Om möjligt rekommenderas det dock att höjdsättningen på Norrgrindsvägen ses över för att reducera vattenansamlingen.

För att detaljplanen ska kunna genomföras och översvämningskraven uppfyllas rekommenderas följande:

- Planerade byggnader bör ha FG-nivåer minst 0,3 m över översvämningsnivån.
- Kvartersmark bör projekteras för att undvika vattenansamlingar och att öppningar mellan byggnaderna byggas breddare.
- Sänkta ytor behöver anläggas i större flödesvägar.
- Korridorer mellan byggnader bör höjas för att förhindra flödesvägar till centrala och sydöstra delen av planområdet.
- Viadukten bör behållas öppen i framtiden.
- Ytterligare en möjlighet är att anlägga ett fördröjningsmagasin för att ta emot flöden inom och öster om planområdet, och förbättra vattenhanteringen i den sydöstra delen. Det krävs ytterligare utredningar för att gå vidare med detta förslag.
- Översyn av markhöjder på Norrgrindsvägen.

Skyfallsutredningen har tydligt visat att utan genomförda åtgärder kommer detaljplanen att öka översvämningsriskerna både inom och nedströms planområdet. Resultatet visar att bäst översvämningshantering sker med de kombinerade åtgärdsförslagen inom och uppströms planområdet (simulering 5/Bilaga 1) för att hantera de ökande vattenvolymer och säkerställa framkomligheten under extrema väderförhållanden. Om ytterligare underlag framkommer, såsom förslag på höjdsättning, placering av nya byggnader, ny markanvändning, med mera, med hänsyn till denna skyfallsanalys är det avgörande att uppdatera modellen med hänsyn till de nya förutsättningarna.

De planerade åtgärderna består bland annat av nedsänkta ytor varför dessa bör kontrolleras med hänsyn till grundvattennivåer och geotekniska förutsättningar i nästa skede.

6 Referenser

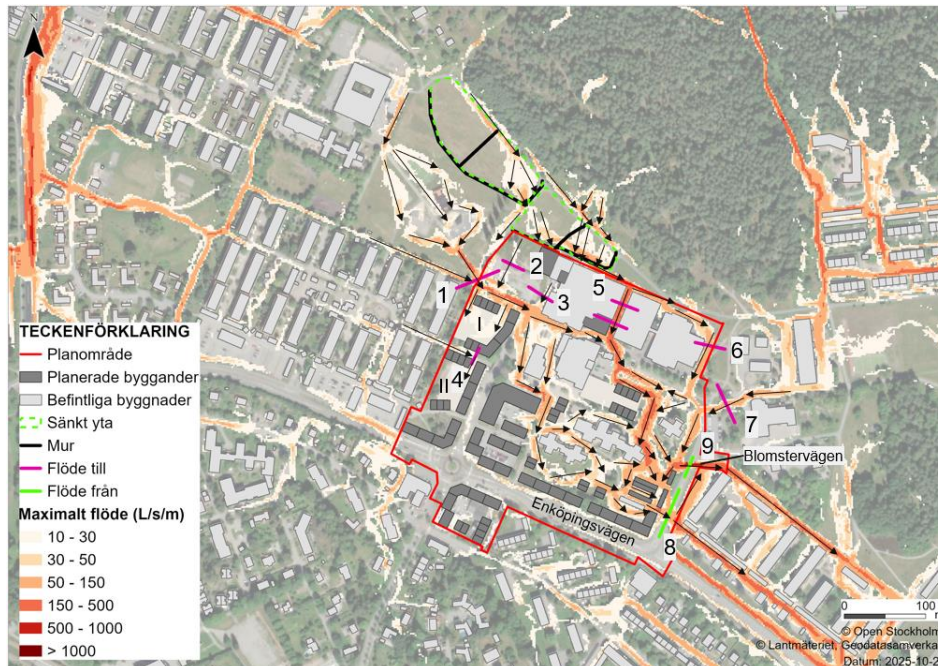
- Länsstyrelsen (Stockholm och Västra Götalands län). (2018).
Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall.
- MSB. (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter.*
- SMHI. (2018). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat – Analyser av observationer och framtidsscenarioer. Klimatologi nr 47.*
- Stockholms stad. (2024). *Stockholmsregn 2024.*
- Storstockholms brandförsvär. (2025). *Utrymning med hjälp av räddningstjänsten.*
- Sweco. (2022). *Skyfallsutredning Kockbacka Gärde.*
- Sweco. (2023). *Skyfallsutredning för detaljplan Bro Torg 2023-02-20.docx.*

Bilaga 1: Åtgärdsförslag

Framtida situation med åtgärder 1

Maximalt flöde

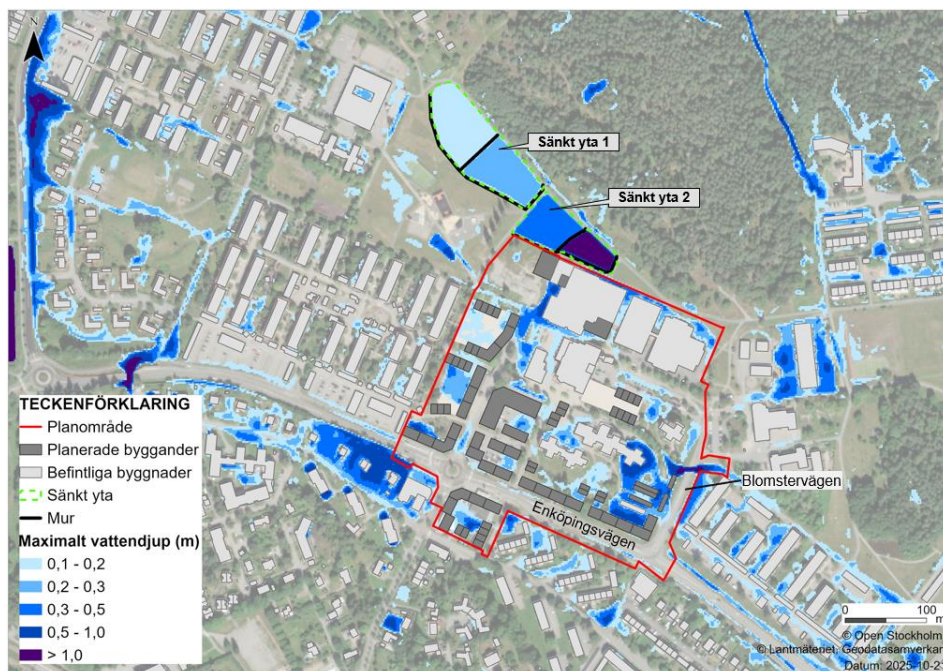
Simuleringsresultat för maximalt flöde för framtida situation med åtgärder 1 redovisas i Figur 6.1.



Figur 6.1. Maximalt flöde vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4. De svarta pilarna visar flödesriktning.

Maximalt vattendjup

Simuleringsresultat för maximal vattendjup för framtida situation med åtgärder 1 redovisas i Figur 6.2. Sänkt yta 1 förväntas kunna fördröja 1 720 m³ och sänkt yta 2 förväntas kunna fördröja 2 750 m³. Resterande volym som kvarstår att hanteras inom planområdet är 1200 m³.

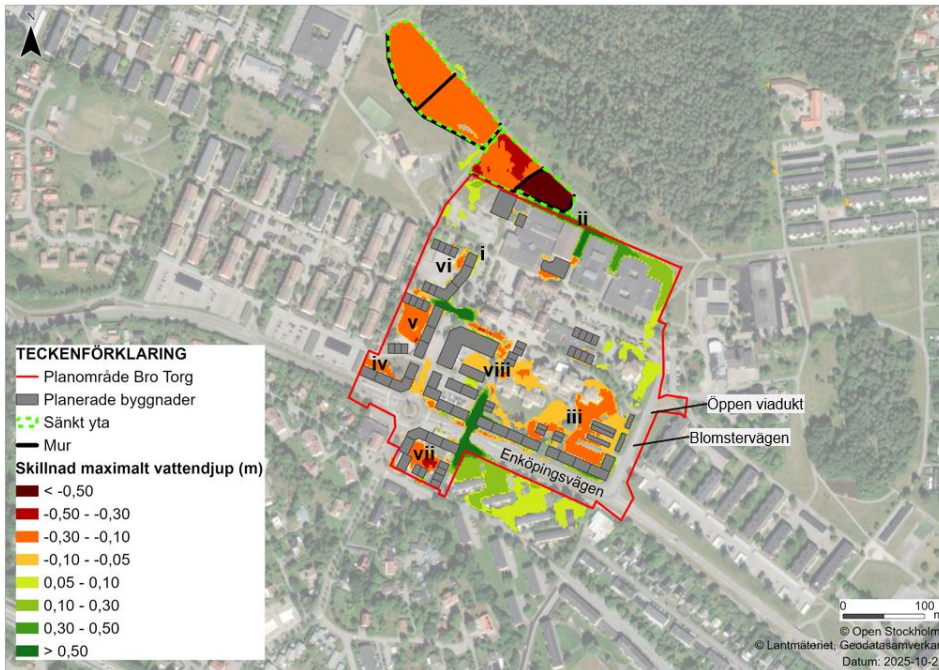


Figur 6.2. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för framtida situation med åtgärder 1. Vattendjup <10 cm visas ej.

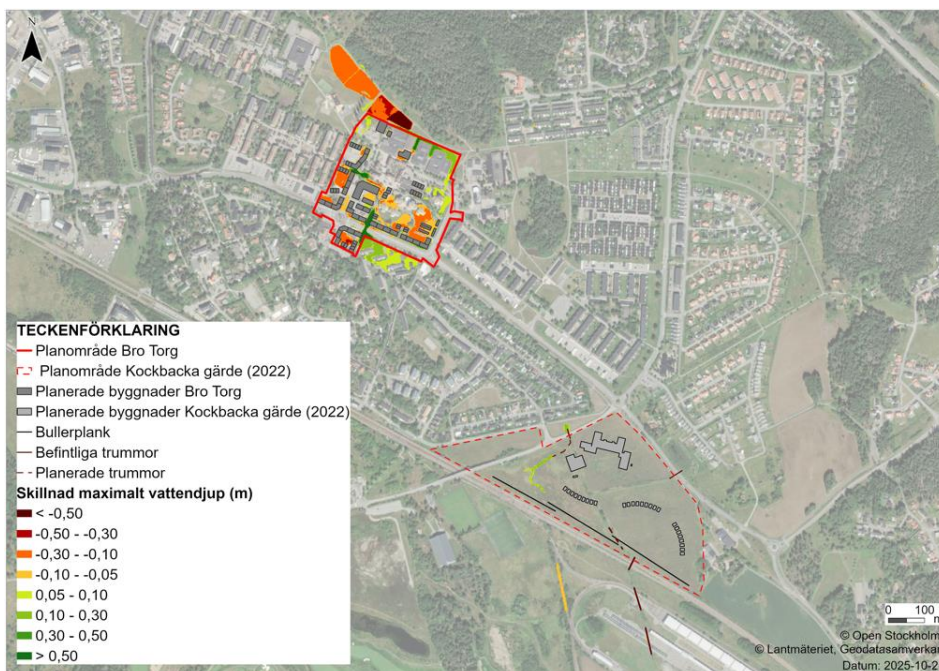
Konsekvenser av planförslag

Figur 6.3 och Figur 6.4 visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation med åtgärder. Figur 6.4 visar även skillnaderna i maximalt vattendjup vid Kockbacka gårde. Skillnader mindre än 0,05 m visas ej då de anses ligga inom felmarginal med hänsyn till modellens osäkerheter.

Inga försämringar nedströms planområdet och intill Kockbacka gårde, men försämringar inom planområdet kvarstår. Förbättringar uppstår inom befintligt område söder om Enköpingsvägen. Försämringarna nedströms Kockbacka anses obetydliga.



Figur 6.3. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i framtida situation med åtgärder 1 jämfört med befintlig situation. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05 m.

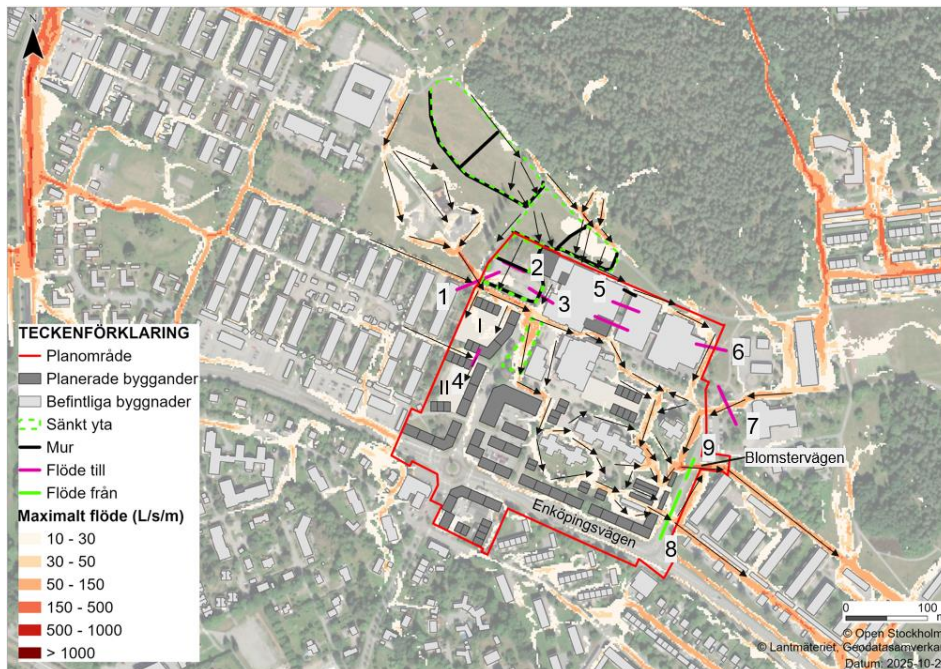


Figur 6.4. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i framtida situation med åtgärder 1 jämfört med befintlig situation nedströms planområde Bro Torg och vid planområde Kockbacka gård. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05 m visas ej.

Framtida situation med åtgärder 3

Maximalt flöde

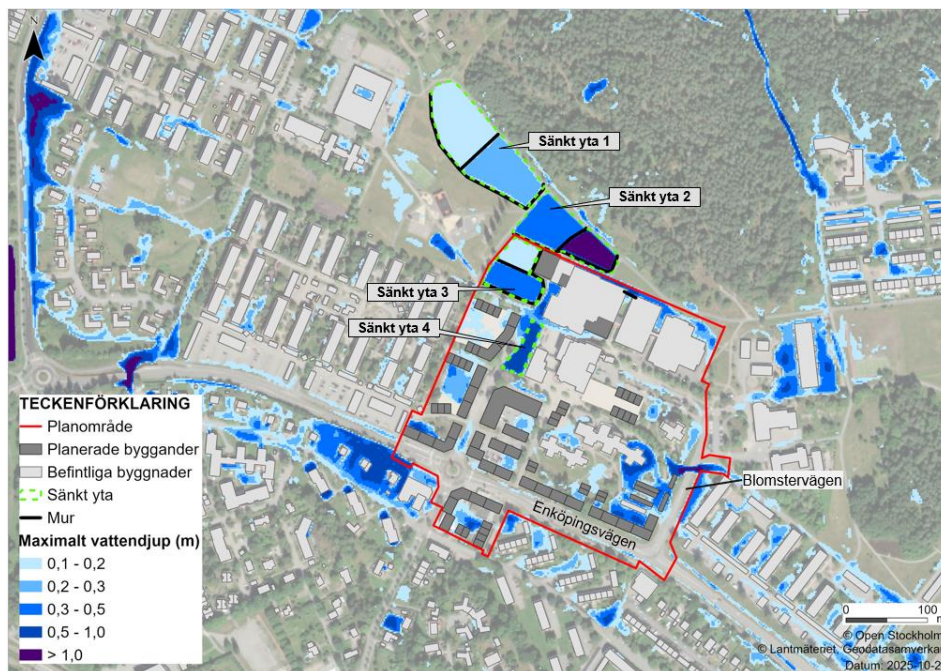
Simuleringsresultat för maximalt flödet för framtida situation med åtgärder 1 redovisas i Figur 6.5.



Figur 6.5. Maximalt flöde vid 100-årsregn med klimatkfaktor 1,4. De svarta pilarna visar flödesriktning.

Maximalt vattendjup

Simuleringsresultat för det maximala vattendjupet för framtida situation med åtgärder 1 redovisas i Figur 6.6. Sänkt yta 1 förväntas kunna fördröja 1 720 m³, sänkt yta 2 förväntas kunna fördröja 750 m³, sänkt yta 3 förväntas kunna fördröja 800 m³ och sänkt yta 4 förväntas kunna fördröja 540 m³. Resterande volym som kvarstår att hanteras inom planområdet är 855 m³.

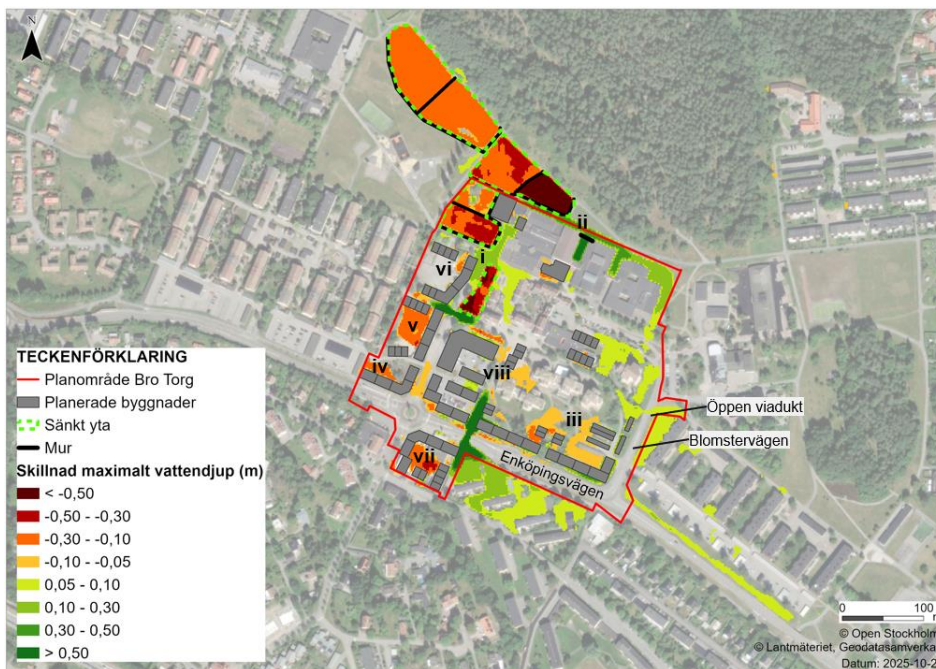


Figur 6.6. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för framtida situation med åtgärder 3. Vattendjup <10 cm visas ej.

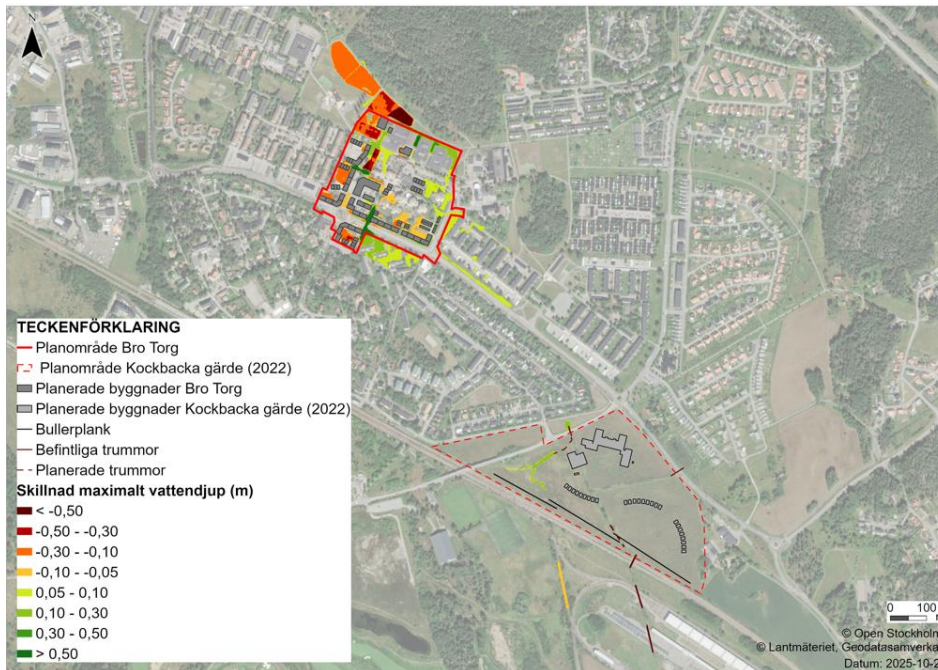
Konsekvenser av planförslag

Figur 6.7 och Figur 6.8 visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan befintlig och framtida situation med åtgärder 3. Figur 6.8 visar även skillnaderna i maximala vattendjup vid Kockbacka gårde. Skillnader mindre än 0,05 m visas ej då de anses ligga inom felmarginal med hänsyn till modellens osäkerheter.

Inga försämringar nedströms planområdet och intill Kockbacka gårde. Försämringar inom planområdet kvarstår, men översvämningssituationen förbättras speciellt vid planområdets sydöstra del. Förbättringar utanför planområdet i grönytor och i befintligt område söder om Enköpingsvägen. Försämringarna nedströms Kockbacka anses obetydliga.



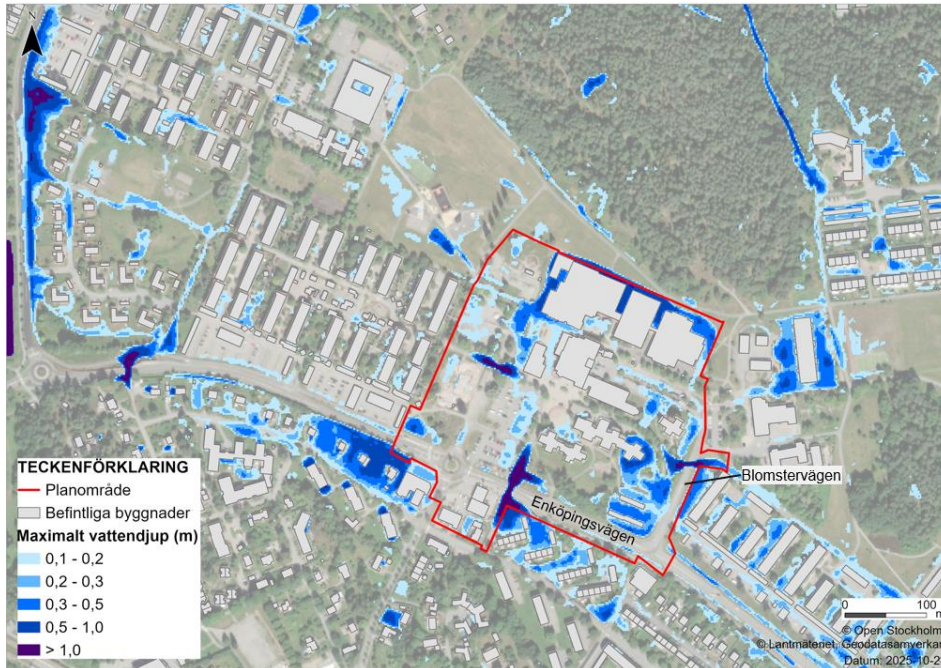
Figur 6.7. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i framtida situation med åtgärder 3 jämfört med befintlig situation. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05.



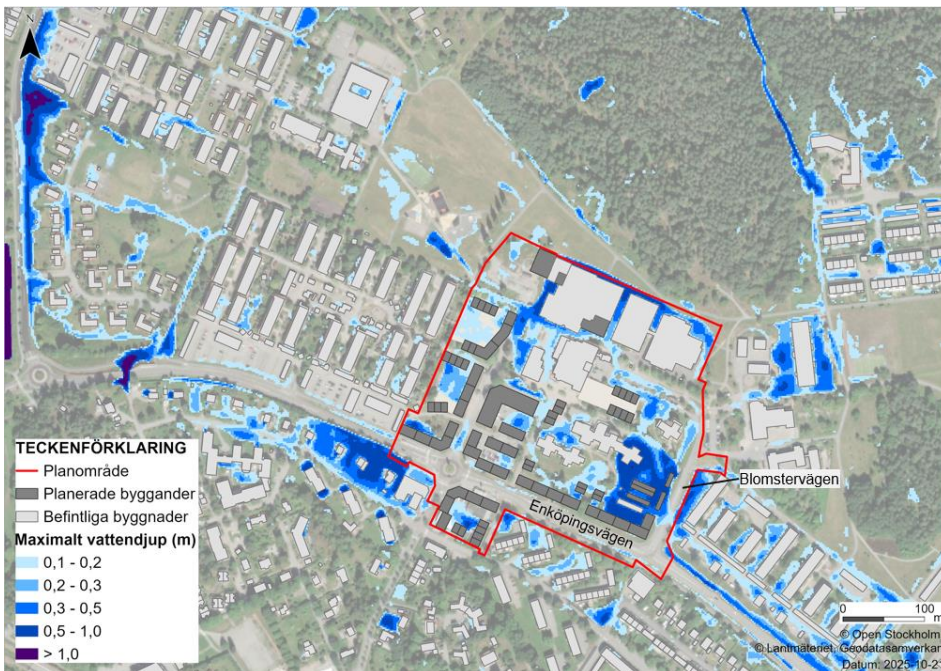
Figur 6.8. Skillnad i maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i framtida situation med åtgärder 3 jämfört med befintlig situation nedströms planområde Bro Torg och vid planområde Kockbacka gårde. Röda och orangea färger visar en försämring medan gröna färger indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,05 m visas ej.

Bilaga 2: Känslighetsanalys

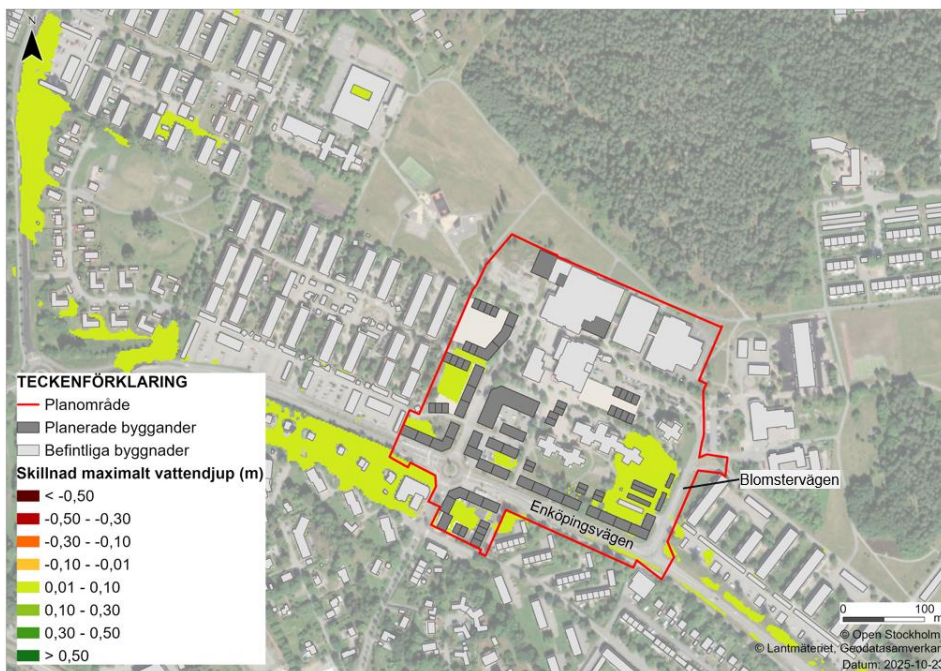
Figur 6.9 och Figur 6.10 visar resultaten för maximalt vattendjup vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och avdrag för 10-årsregn. Figur 6.11 visar jämförelsen av maximala vattendjup i framtida situation mellan scenario med avdrag för 5 år och scenario med avdrag för 10 år. Resultaten visar på utbredda men små skillnader i maximala vattendjup upp till 2 cm.



Figur 6.9. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och avdrag 10-år för befintlig situation. Vattendjup <10 cm visas ej.



Figur 6.10. Maximalt vattendjup (m) vid 100-årsregn med klimatafaktor 1,4 och avdrag 10-år för framtida situation. Vattendjup <10 cm visas ej.



Figur 6.11. Skillnad i maximalt vattendjup (m) i framtida situation vid 100-årsregn med klimatafaktor 1,4 och avdrag för ett 5-årsregn jämfört med framtida situation och avdrag för ett 10-årsregn. Grön färg indikerar en förbättring. Förändringar +/- 0,01 m visas ej.