

Stockholms Stad Exploateringskontoret

Vallastråket skyfallsutredning

Del av fastigheten Årsta 1:1, område vid Valla torg

Uppdragsnr: 108 06 08 Version: 1.1 Datum: 2023-05-25



Uppdragsgivare: Stockholms Stad Exploateringskontoret
Uppdragsgivarens kontaktperson: Åsa Kledzik
Konsult: Norconsult AB, Hantverkargatan 5K, 112 21 Stockholm
Uppdragsledare/Handläggare: Johan Södergren
Teknikansvarig/Granskare: Martin Rosén
Biträdande handläggare: Hanna Barkevall, Carl Edström

1.1	2023-05-25	Sluthandling	M.R., H.B.	J.S.	J.S.
1.0	2023-04-14	Sluthandling	M.R., H.B.	J.S.	J.S.
1	2023-03-01	Granskningshandling	M.R., H.B.	J.S.	J.S.
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

► Sammanfattning

I Årsta i södra Stockholm pågår stadsutvecklingsprojektet Årstastråket som innebär att bland annat 3000 nya bostäder ska byggas i södra delen av Årsta. Årstastråket byggs ut i tre etapper och i etapp två ingår Vallastråket. Inom planområdet har skyfallsproblematik identifierats då en större flödesväg löper genom hela planområdet och två av de föreslagna kvarteren är placerade i lågpunkter som riskerar att fyllas med vatten vid ett skyfall. Med anledning av detta har Norconsult fått i uppdrag av Stockholms stad att mer detaljerat utreda konsekvenserna för hur ett skyfall kan komma att drabba planförslaget och utifrån resultatet föreslå eventuella åtgärder för att undvika negativa konsekvenser av ett skyfall.

- Föreslagna lösningar gäller för hantering av skyfall utifrån framtida utformning av området från februari 2023.
- Genom planområdet rinner en större flödesväg där bebyggelse föreslås. För Wästbyggs kvarter föreslås flödet ledas mot skyfallsytor på den östra sidan via ett dike norr om kvarteret med bredden 2,7 meter och djupet 0,3 meter. Diket är dimensionerat för att kunna hantera flödet på 0,4 m³/s som går genom området vid befintlig situation.
- Inom planområdet finns lågpunkter med den totala volymen stående vatten 616 m³.
- Föreslagen utformning klarar av att fördröja något större mängd vatten jämfört med befintlig situation och försämrar därmed ej situationen nedströms, samtidigt som viss marginal finns för ändringar i detaljprojekteringen.
- Den föreslagna utformningen enligt scenario 2 gör att Valla torg samt Sandfjärdsgatan är framkomlig för räddningstjänst vid ett 100-årsregn för minst ett körfält. Södra körfältet av Sandfjärdsgatan blir framkomligt cirka 1 timme och 10 minuter efter regntoppen på simulerat 100-årsregn. Framkomligheten förbättras jämfört med befintlig situation.

Innehåll

1	Inledning	6
1.1	Befintlig bebyggelse	7
1.2	Föreslagen bebyggelse	8
1.3	Angränsande projekt	8
2	Områdesförutsättningar	9
2.1	Marknivåer	9
2.2	Geoteknik	10
2.3	Resultat från Stockholms stads skyfallsutredning	11
2.4	Tidigare skyfallsutredning, (Sweco, 2021)	12
3	Skyfallsteori	13
3.1	Definitioner av skyfall	13
3.2	Skyfall och dagvatten	13
3.2.1	<i>Skyfall och ledningsnätets kapacitet</i>	14
4	Beräkningsförutsättningar	15
4.1	Modellområde och randvillkor	16
4.2	Modellerade scenarier	16
4.3	Terrängmodell	17
4.3.1	<i>Nollscenario</i>	17
4.3.2	<i>Scenario 1, utformning juli 2022</i>	18
4.3.3	<i>Scenario 2, utformning februari 2023</i>	19
4.4	Nederbörd	21
4.4.1	<i>Typ av regn och varaktighet</i>	22
4.5	Markens råhet	22
4.6	Infiltration	23
4.7	Osäkerheter i skyfallsmodellen	23
5	Resultat	24
5.1	Inledande SCALGO-analys	24
5.2	Scenario 0: 100-årsregn, befintliga förhållanden och Årstafältet	26
5.2.1	<i>Flödesvägar för Nollsimulering</i>	26
5.2.2	<i>Maximala vattendjup för nollsimulering</i>	27
5.2.3	<i>Stående vattenvolymer och djup från skyfallsmodelleringen, efter 3 timmars regn och ytterligare 3 timmar rinntid</i>	28
5.3	Scenario 1: Utformning daterad juli 2022	29
5.3.1	<i>Flödesvägar för Scenario 1</i>	29
5.3.2	<i>Maximala vattendjup för Scenario 1</i>	30
5.3.3	<i>Stående vattenvolymer och djup från skyfallsmodelleringen, efter 3 timmars regn och ytterligare 3 timmar rinntid</i>	31
5.4	Scenario 2, februari 2023	32
5.4.1	<i>Maximala vattendjup</i>	32
6	Framkomlighet för räddningstjänst	34

Vallastråket skyfallsutredning

Del av fastigheten Årsta 1:1, område vid Valla torg

Uppdragsnr.: **108 06 08** Version: **1.1**

7	Slutsatser och rekommendationer	35
8	Referenser	36

1 Inledning

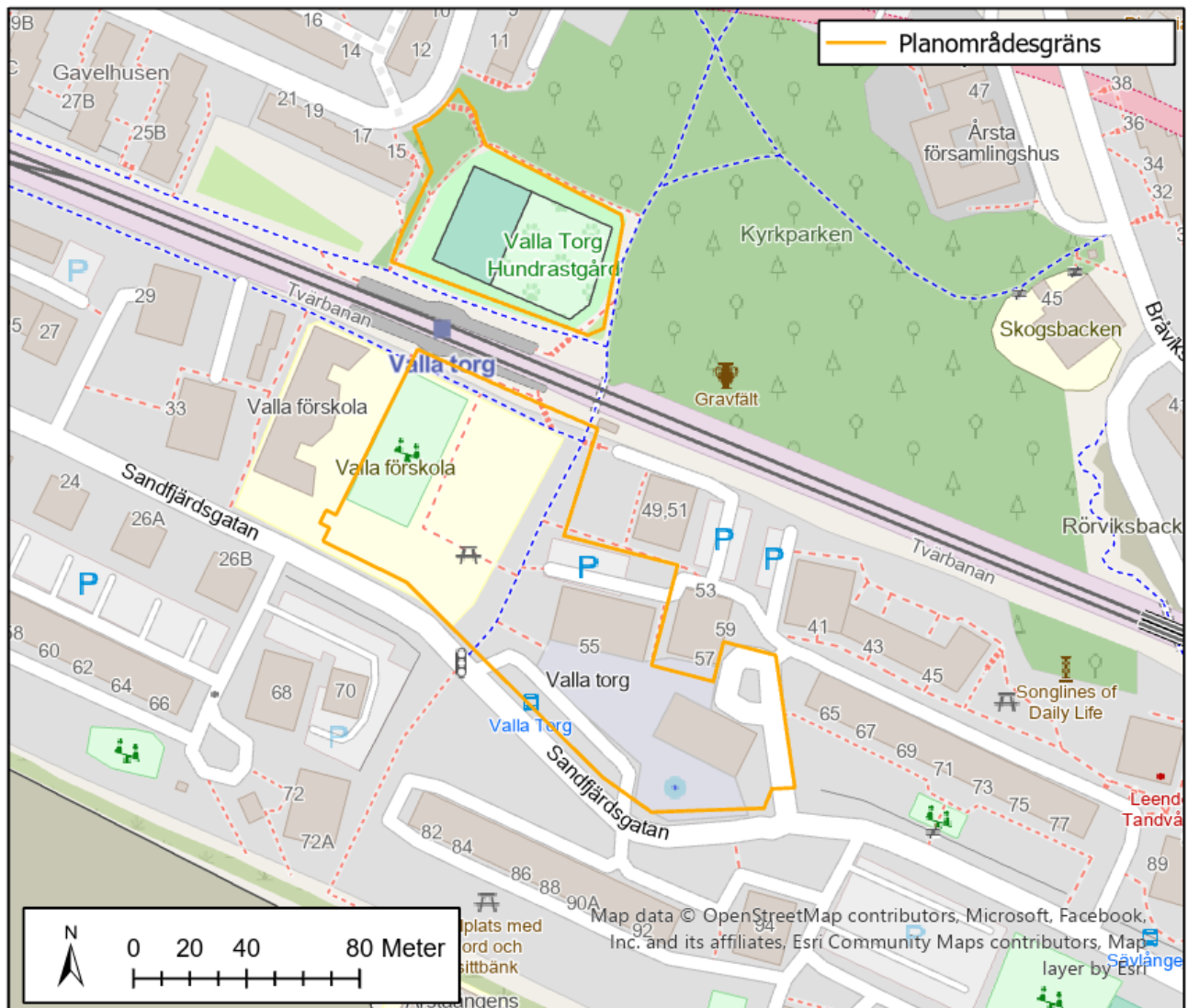
I Årsta i södra Stockholm pågår stadsutvecklingsprojektet Årstastråket som innebär att bland annat 3000 nya bostäder ska byggas i södra delen av Årsta. Årstastråket byggs ut i tre etapper och i etapp två ingår Vallastråket, vilket är vad detaljplaneområdet del av Årsta 1:1 vid Valla torg kallas, se ungefärlig lokalisering i Figur 1:1. Syftet med planen är att skapa en ny stadsstruktur vid Valla torg och området norr om tvärbanan genom att bygga nya bostäder och lokaler samt utveckla torget och parktor för att skapa en trygg och attraktiv mötesplats kring Valla torg. Inom planområdet för Vallastråket har skyfallsproblematik identifierats då två av de föreslagna kvarteren planeras att ligga i lågpunkter som riskerar att fyllas med vatten vid ett skyfall och att det genom hela planområdet går en större flödesväg. Med anledning av detta har Norconsult fått i uppdrag av Stockholms stad att mer detaljerat utreda konsekvenserna för hur ett skyfall kan komma att drabba planförslaget och utifrån resultatet föreslå eventuella åtgärder för att undvika negativa konsekvenser av ett skyfall.



Figur 1:1. Ungefärlig lokalisering av planområdet (Eniro, 2022).

1.1 Befintlig bebyggelse

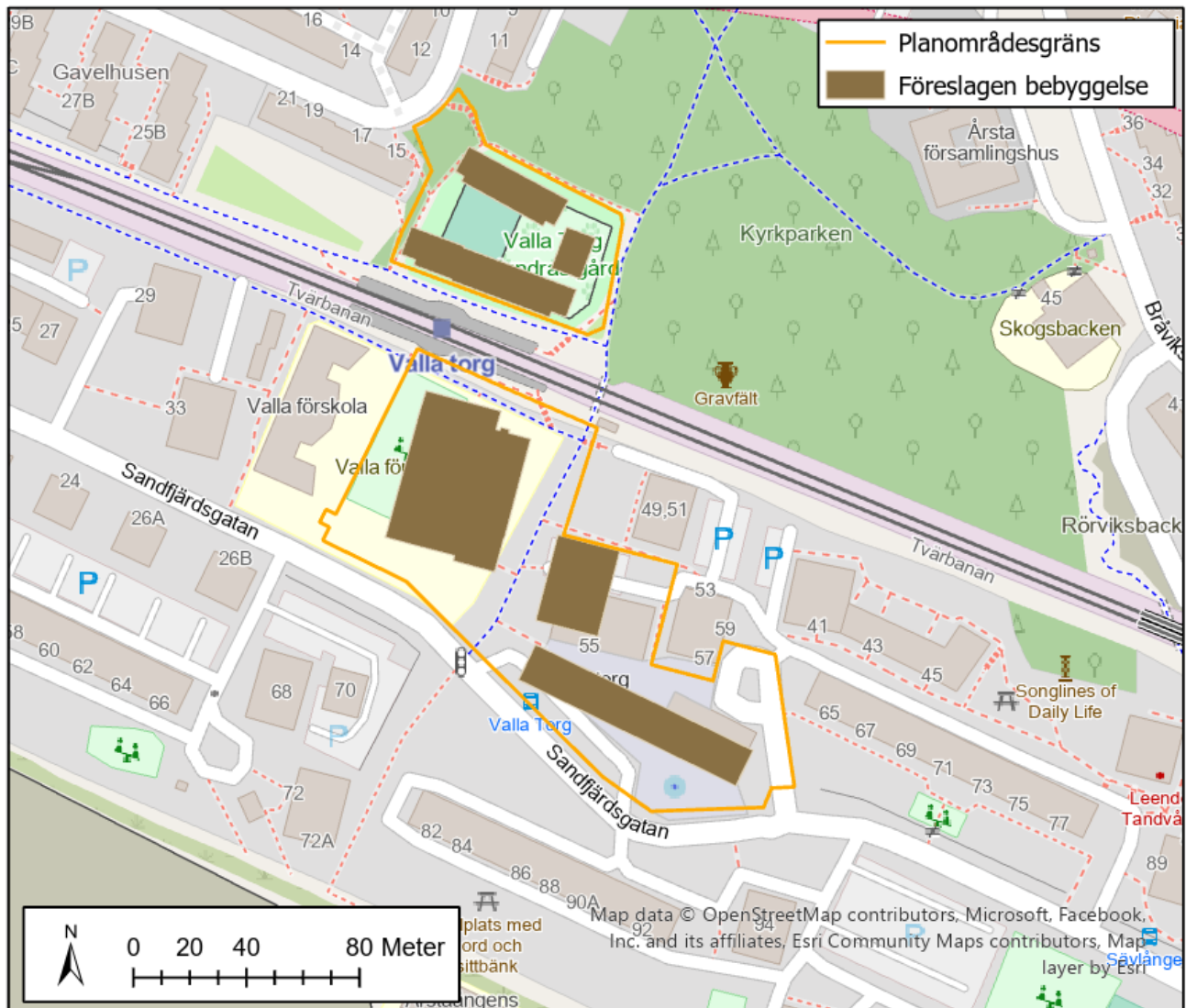
Idag består planområdet av grönytor med hundrastgård och grusplan i norr samt parkytor med lekplats, torgytor och affärsbyggnader i syd. Genom planområdet löper tvärbanan vilken stannar bland annat vid station Valla torg som ligger i anslutning till planområdet. Norr om tvärbanan finns Kyrkparken och söder om den finns Sandfjärdsparken med omkringliggande flerbostadshus. Figur 1:2 visar planområdet med befintlig bebyggelse.



Figur 1:2. Området idag (Stockholms stad, 2022).

1.2 Föreslagen bebyggelse

I Figur 1:3 redovisas den föreslagna bebyggelsen med cirka 270 nya bostäder och lokaler inom tre nya kvarter. De föreslagna byggnaderna med tillhörande gårdsmark och angöring medför att de befintliga affärsbyggnaderna inom planområdet kommer att rivas samt att befintliga grönytor hårdgjörs.



Figur 1:3. Placering av föreslagna byggnader

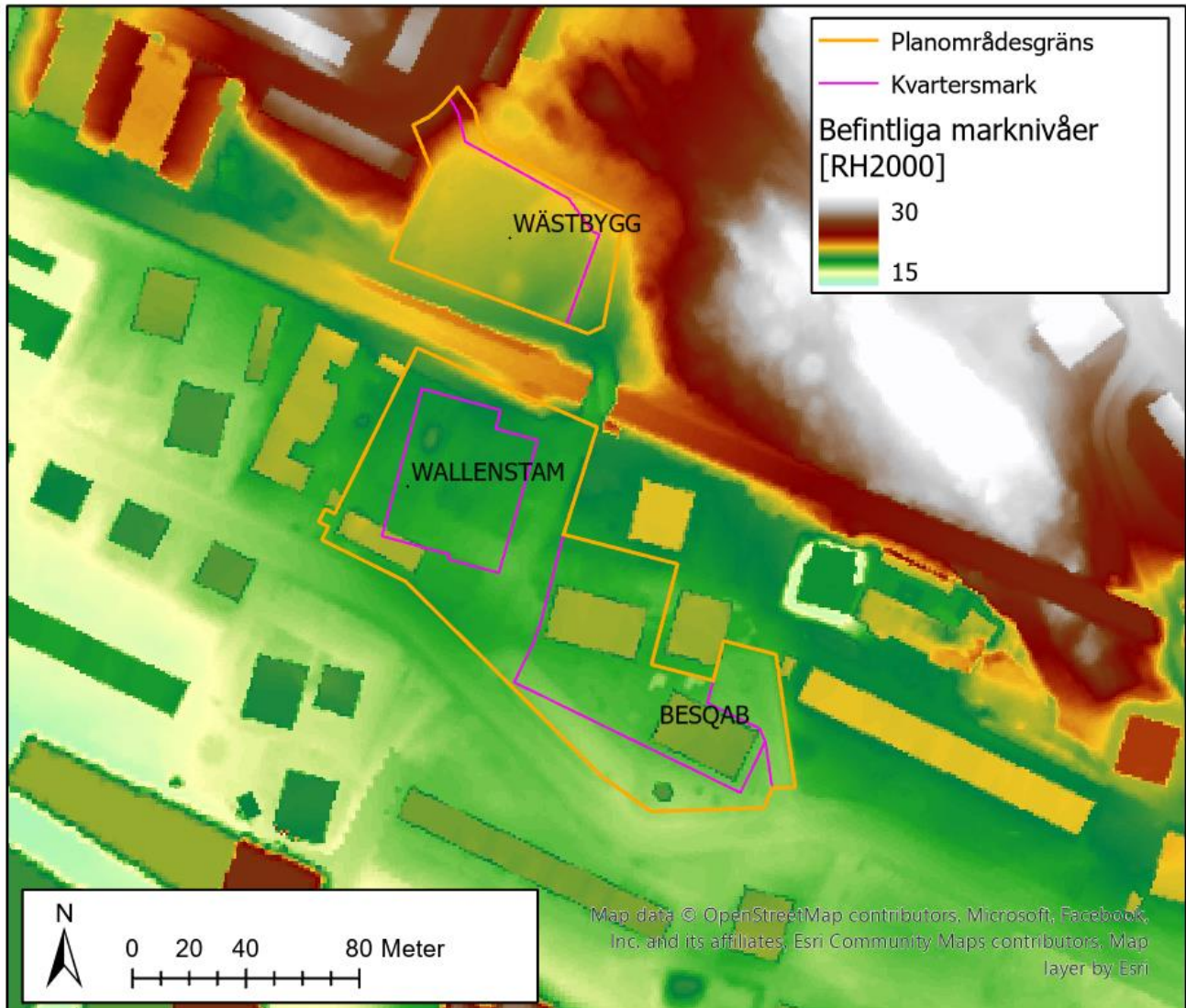
1.3 Angränsande projekt

Planområdet är beläget norr om och uppströms projektet Årstafältet. Där har flera skyfallsutredningar utförts, bland annat utredningen *Ettapp 5 Årstafältet skyfallsutredning*, (Sweco, 2021), där höjdmodell och regn hämtats till denna skyfallsutredning.

2 Områdesförutsättningar

2.1 Marknivåer

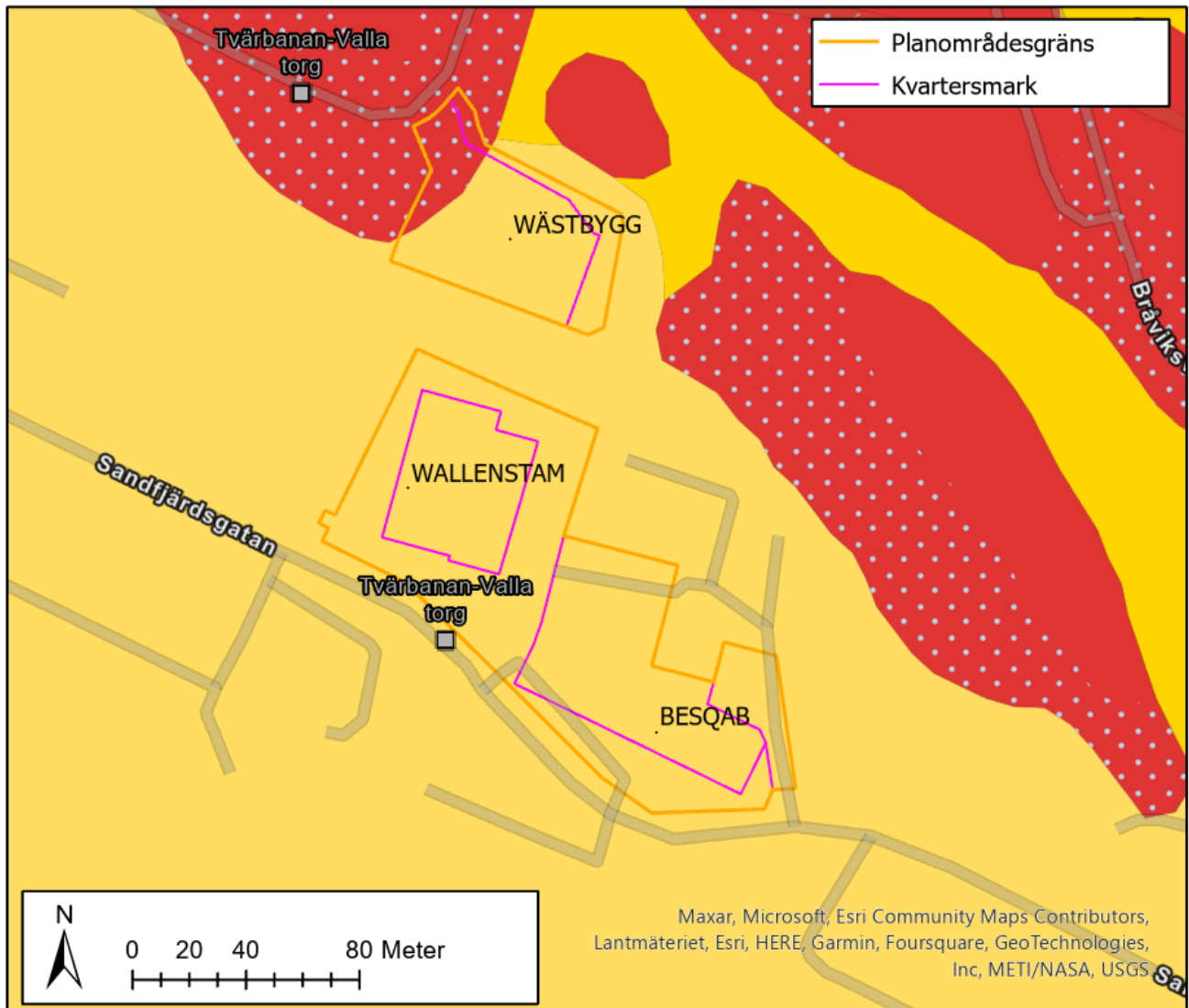
Marknivåer från laserscanning presenteras i Figur 2:1. I figuren kan det observeras att både Wallenstam och Besqabs kvarter är föreslagna att placeras i lågpunkter.



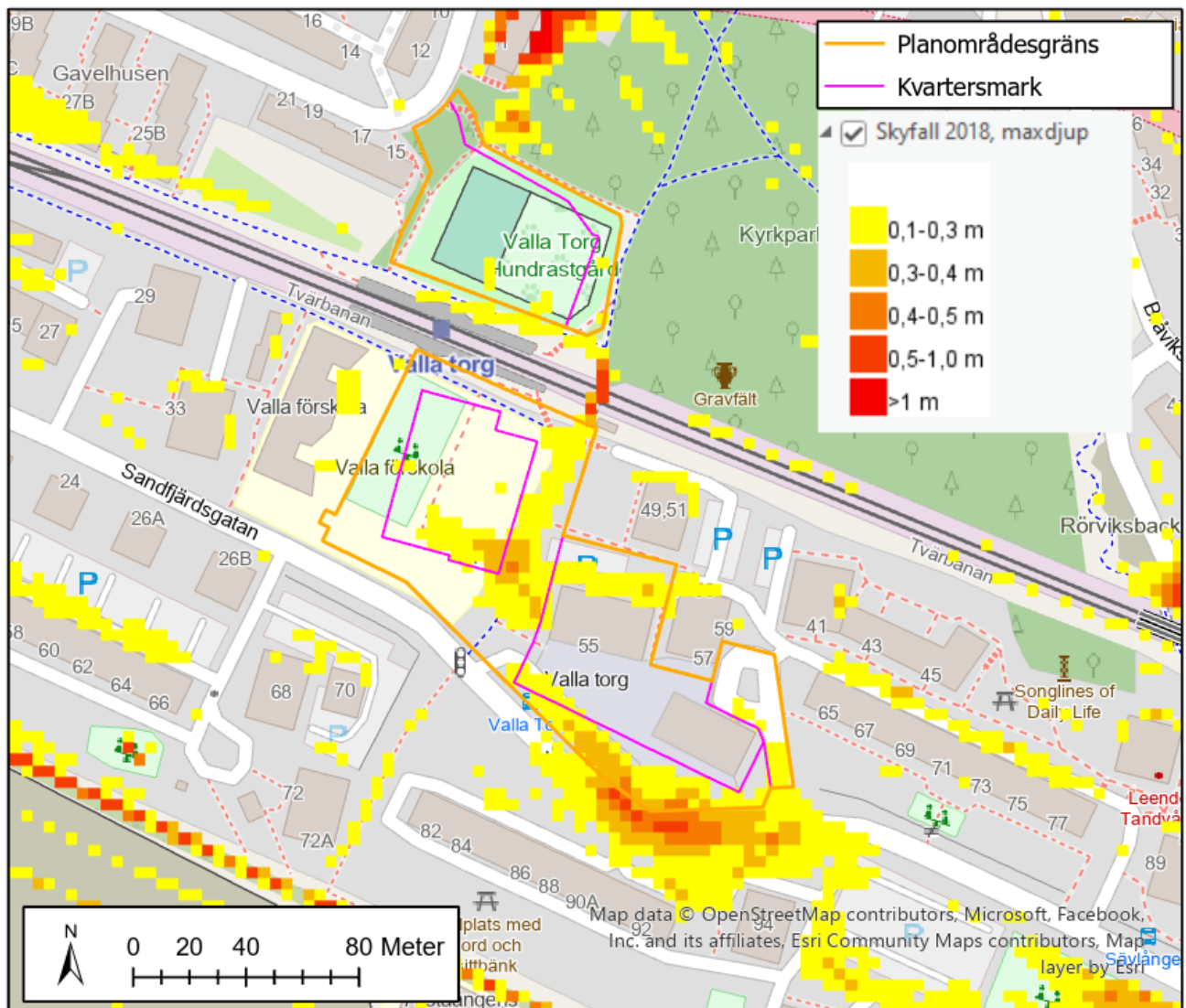
Figur 2:1. Topografi i området. Lågpunkter är markerade som gröna ytor.

2.2 Geoteknik

Enligt SGU:s jordartskarta (2022) utgörs jordarterna i det område där byggnaderna föreslås att placeras av postglacial lera, se Figur 2:2. Norr området finns berg som till viss del är täcks av ett ytlager av morän och nordväst utgörs jordarterna av lera-silt.



Figur 2:2. Jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000 (SGU, 2022). Ljusgult är postglacial lera, gult glacial lera, rött berg där prickar visar tunt ytlager av morän.



Figur 2:4. Maximala vattendjup enligt Stockholms stads skyfallsmodell (Stockholm Vatten och Avfall, 2018).

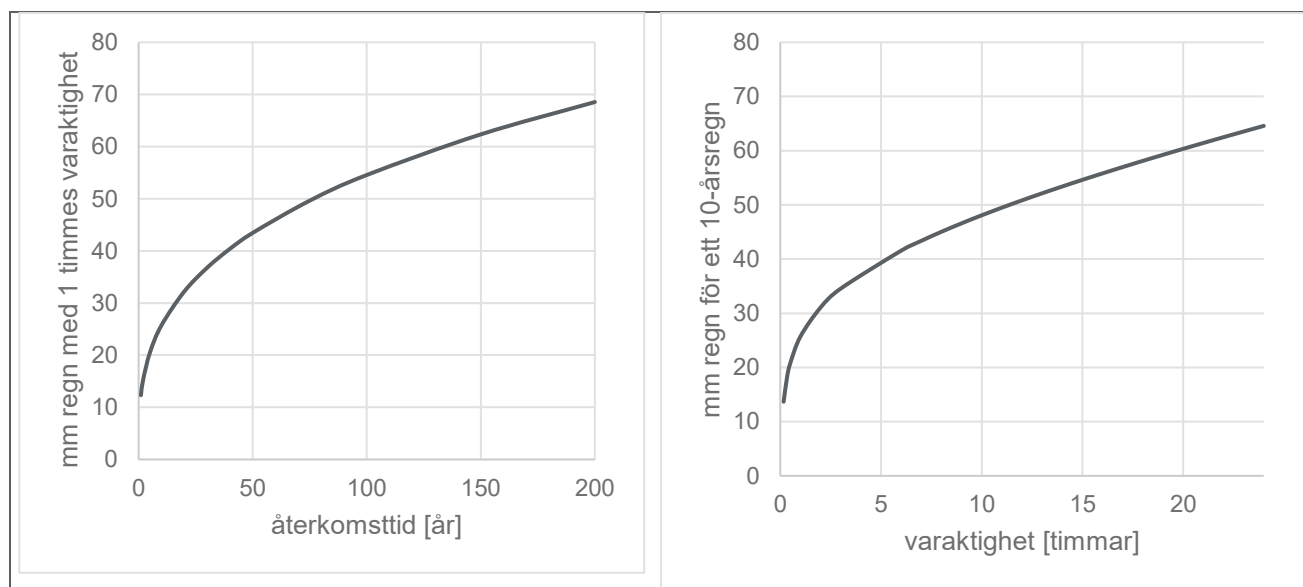
2.4 Tidigare skyfallsutredning, (Sweco, 2021)

Inom projektet för Årstafältet har det tagits fram en översiktlig skyfallsutredning med upplösning 2x2 meter, (Sweco, 2021). Underlag för bland annat regn och Mannings' tal (M) har hämtats från denna modell samt projekterat data för Årstafältet söder om planområdet, se avsnitt 4.

3 Skyfallsteori

3.1 Definitioner av skyfall

Enligt Svenskt Vatten (2018) finns det i dag ingen bra definition för skyfall i urbana miljöer. Den gängse definitionen som SMHI har tagit fram, att ett nederbördstillfälle kan klassas som ett skyfall om intensiteten överstiger 50 mm/timme eller 1 mm/minut (MSB, 2017), är inte anpassad för urbana miljöer (Svenskt Vatten, 2018). I en urban miljö är det i stället den totala tiden under vilket ett regn med en viss intensitet faller, den så kallade regnvaraktigheten, som är av stor betydelse för markavrinningen menar Svenskt Vatten (2018). Det beror på att den volym som ett skyfall ger upphov till är beroende av regnvaraktigheten. Sambandet kan åskådliggöras med så kallade volym-varaktighetskurvor, se figur 3:1. I detta exempel jämförs regn med en timmes varaktighet för olika återkomsttider med 10-årsregn med olika varaktigheter och visar att regnvolymen ökar med en högre regnvaraktighet. Ett exempel på detta är regnet som föll i maj 2021 där det föll 58 millimeter på 24 timmar över Botkyrka och Södertälje (SVT, 2021). Det motsvarar ungefär ett 10-årsregn men om samma volym hade fallit under en timme motsvarar detta ungefär ett 100-årsregn. En av orsakerna till de stora översvämningarna är att stora delar av ledningsnätet är kombinerat spillvatten och dagvatten vilket generellt har lägre kapacitet än rena dagvattennät, se även avsnitt 3.2.1.



Figur 3:1. Vänstra bilden: hur regnmängd varierar med återkomsttiden för ett regn med 1 timmes varaktighet. Högra bilden: hur regnmängden varierar med varaktigheten för ett regn med 10 års återkomsttid (Svenskt vatten, 2011).

Begreppet återkomsttid kan vidare illustreras som en riskfaktor. Den återkomsttid som väljs för att dimensionera ett avrinningssystem speglar också den bakomliggande risken som samhället tar med avseende på skyfall (Svenskt Vatten, 2018). Sannolikheten för att ett regn med en viss återkomsttid ska inträffa eller överträffas är $1/\text{återkomsttiden}$ för varje enskilt år, oberoende av när händelsen inträffade senast.

3.2 Skyfall och dagvatten

Avrinningsförloppen vid normala regn och skyfall ser olika ut. Vid mer vanliga regn är volymen liten och huvuddelen hanteras i grönytor eller i ledningsnät. Vid extrema regn eller skyfall fylls ojämnheter i marken snabbt upp och ledningsnät går fulla vilket gör att en stor del av vattnet rinner ytledes mot större lågpunkter och recipienter (Svenskt Vatten, 2018).

Skyfall i Sverige inträffar i stor utsträckning under juli och augusti då grundvattennivåerna generellt sett är låga. Detta gör att gröna ytor har en viss infiltrationskapacitet som beror på de underliggande jordarterna (MSB, Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande och exempel på användning., 2017).

3.2.1 Skyfall och ledningsnätets kapacitet

Vid stora skyfall har studier visat att uppskattningsvis endast en femtedel av den totala regnvolymen hanterades i ledningsnätet (SMHI, 2014). Att dimensionera ledningsnät för att hantera skyfallsvolymer med långa återkomsttider är därför inte ekonomiskt försvarbart ur ett samhällligt perspektiv.

På motsvarande sätt är det ofta inte heller lämpligt eller rekommenderat att hantera skyfall enbart i underjordiska magasin. Förutom själva utmaningen med att få allt vatten att flöda till magasinet vid ett skyfallstillfälle vilket i sig kräver återkommande skötsel, är underjordiska lösningar ofta betydligt dyrare att sköta och anlägga än öppna lösningar. Öppna lösningar går dessutom att ge en multifunktionell användning som exempelvis parker, fotbollsplaner mm och kan även bidra till ekosystemtjänster. På så sätt kan anläggningen nyttjas även vid tillfällen när det inte regnar väldigt intensivt vilket är i linje med Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).

4 Beräkningsförutsättningar

Det är inte möjligt att förutsäga när eventuella skyfall kommer drabba Stockholm och hur kraftiga dessa kommer vara. Det är däremot möjligt att analysera stadens, eller i det här fallet, detaljplaneområdets sårbarhet innan skyfallet inträffar, vilket är huvudsyftet med den här utredningen.

Skyfallsutredningen över Vallastråket i Stockholm har genomförts med analys i lågpunktsverktyget SCALGO Live samt med en tvådimensionell hydraulisk modell som byggts upp i programvaran MIKE 21. Arbetsgången bestod av en initial analys i SCALGO där volymer vid både befintlig och framtida situation utreddes för att ge en uppfattning om vilka volymer som behöver omhändertas inom planområdet, varmed förslag på skyfallszoner kunde arbetas fram (avsnitt 5.1). Därefter kördes hydrodynamiska simuleringar i MIKE 21 för att beräkna volymer och flöden vid befintlig situation (avsnitt 5.2 - scenario 0) samt framtida situation med skyfallszoner (avsnitt 5.3 – scenario 1).

Efter att struktur och placering av byggnader justerats samt nya skyfallszoner tagits fram utreddes ett nytt scenario (avsnitt 5.4 – scenario 2). Eftersom beräknade volymer vid simuleringens slut i MIKE 21 är i samma storleksgrad som beräknad volym i SCALGO bedömdes en analys i SCALGO vara tillräcklig för att utreda scenario 2.

För modellen i MIKE 21 har flertalet parametrar hämtats från Swecos skyfallsutredning för Etapp 5 Årstafältet och erhållen skyfallsmodell från samma utredning vars utbredning täcker planområdet för Vallastråket.

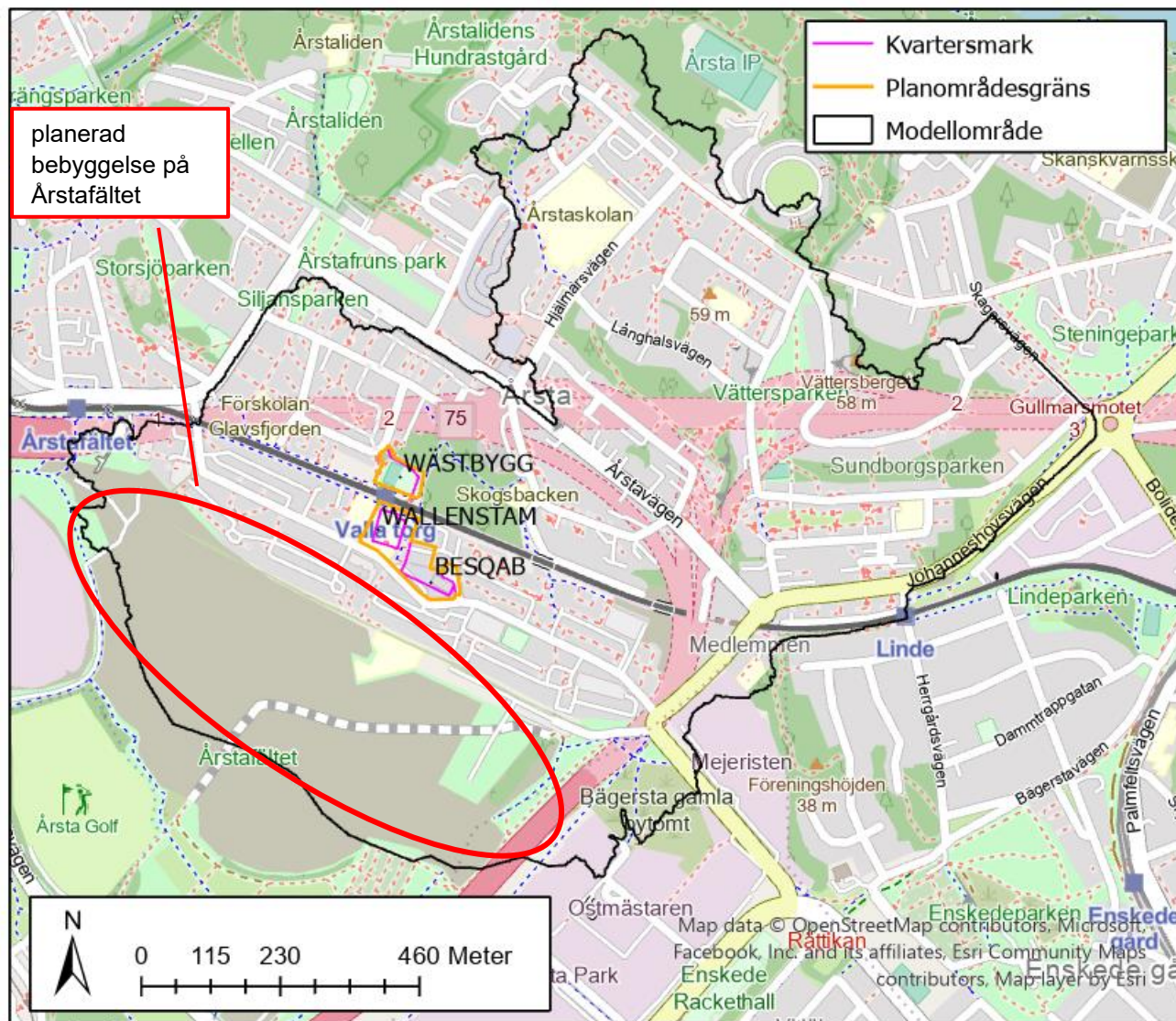
I modellen har en terrängmodell med en upplösning på 1x1 meter använts för att beskriva topografin i området. För att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet i området har avdrag utifrån antagen kapacitet i ledningsnätet gjorts från det ursprungliga 100-årsregnet med klimatfaktor 1,25 och 3 timmars varaktighet. Ingen specifik korrigering i modellen har gjorts för infiltration, av den anledningen att ledningsnätet är dimensionerat att omhänderta dagvatten efter att infiltration skett (Sweco, 2021).

Resultatet från skyfallsmodelleringen har analyserats ytterligare i SCALGO live för att kontrollera volymer och säkerställa framkomlighet.

Skyfallskarteringen grundas på riktlinjer, rekommendationer och vägledning från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) i kombination med Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps, MSBs, rapporter *Vägledning för skyfallskartering* (MSB, 2017) och *Kartläggning av skyfalls påverkan på samhällsviktig verksamhet* (MSB, 2014).

4.1 Modellområde och randvillkor

Modellområdet motsvaras av avrinningsområdet till planområdet samt intilliggande områden som planområdet riskerar att påverka, se Figur 4:1. Det har tagits fram med avrinningsanalys av laserscannat höjddata från 2018. I modellen har planerad bebyggelse på Årstafältet inkluderats.



Figur 4:1. Modellområde för den hydrauliska modellen. Området motsvaras av avrinningsområdet till planområdet och de områden i anslutning till planområdet som kan påverkas av förändringar i planen och skyfallshantering där.

4.2 Modellerade scenarier

De scenarier som har utretts för Vallastråket är:

- **Scenario 0** – Befintliga förhållanden med planerad bebyggelse på Årstafältet
- **Scenario 1** – Framtida detaljplan för Vallastråket inklusive utformning av allmän platsmark, från juli 2022
- **Scenario 2** – Framtida detaljplan för Vallastråket inklusive utformning av allmän platsmark, från februari 2023

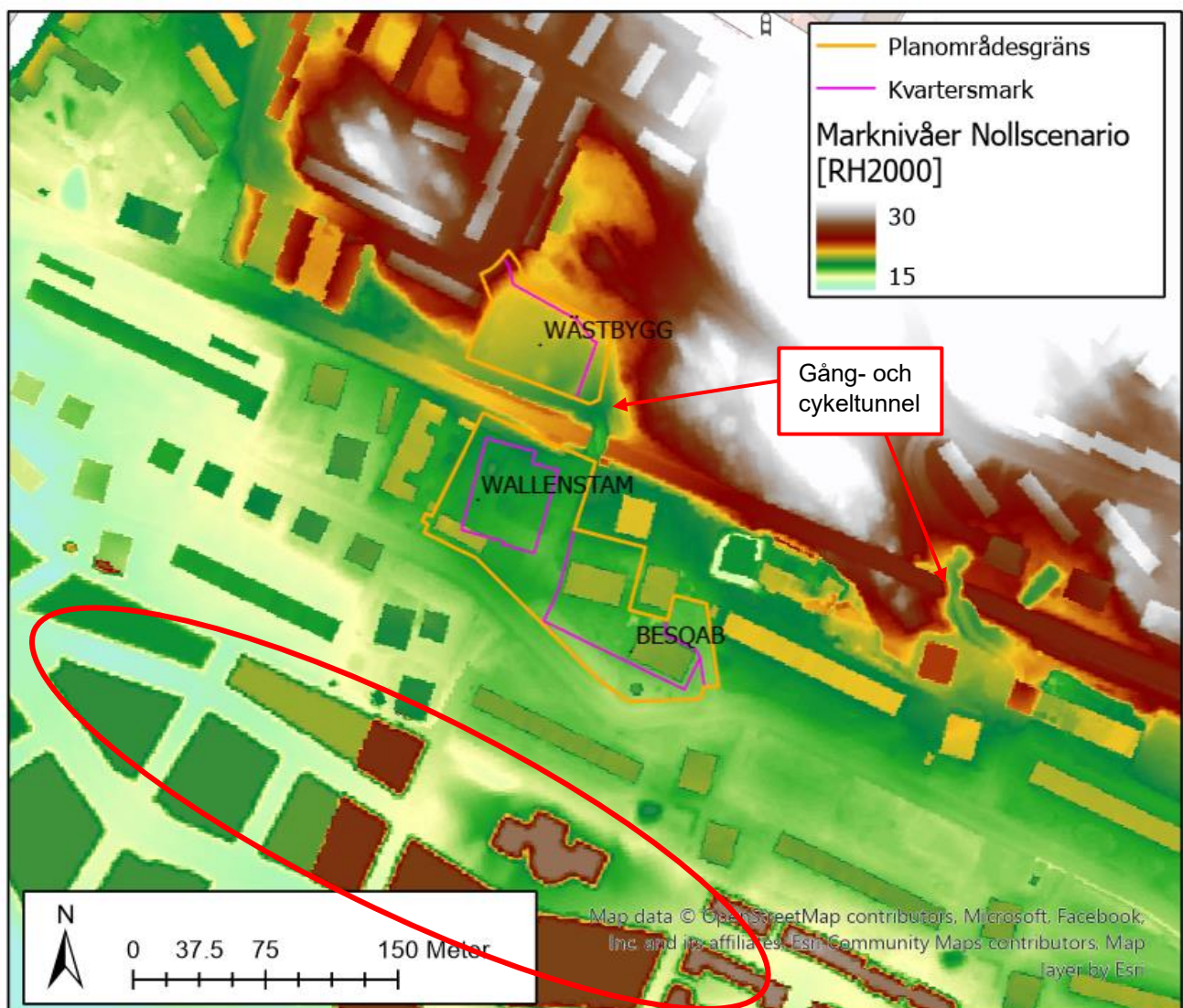
4.3 Terrängmodell

För varje skyfallsscenario har en terrängmodell byggts upp för att beskriva topografin i området som modellerats. Större genomledningar såsom gång och cykeltunnlar och viadukter samt stödmurar har tagits med i modellen. Nivåerna sydost om Sandfjärdsgatan, där vattnet flödar ut ur planområdet är densamma för samtliga scenarier.

Nedan följer en redovisning av scenarion som har utretts.

4.3.1 Nollscenario

Terrängmodellen för Nollscenariot baseras på laserskannat höjddata med 1x1 meter upplösning. Gränserna för modellerna har anpassats till gränserna för det topografiska delavrinningsområdet i vilket den studerade detaljplanen ingår. Byggnader i modellen har höjts upp 2 meter från omgivande terräng för att möjliggöra avrinning och rinnvägar kring dessa. För att kunna se eventuella effekter nedströms planområdet har höjddata för den översiktliga modellen över Årstafältet tagits med i höjdmodellen.



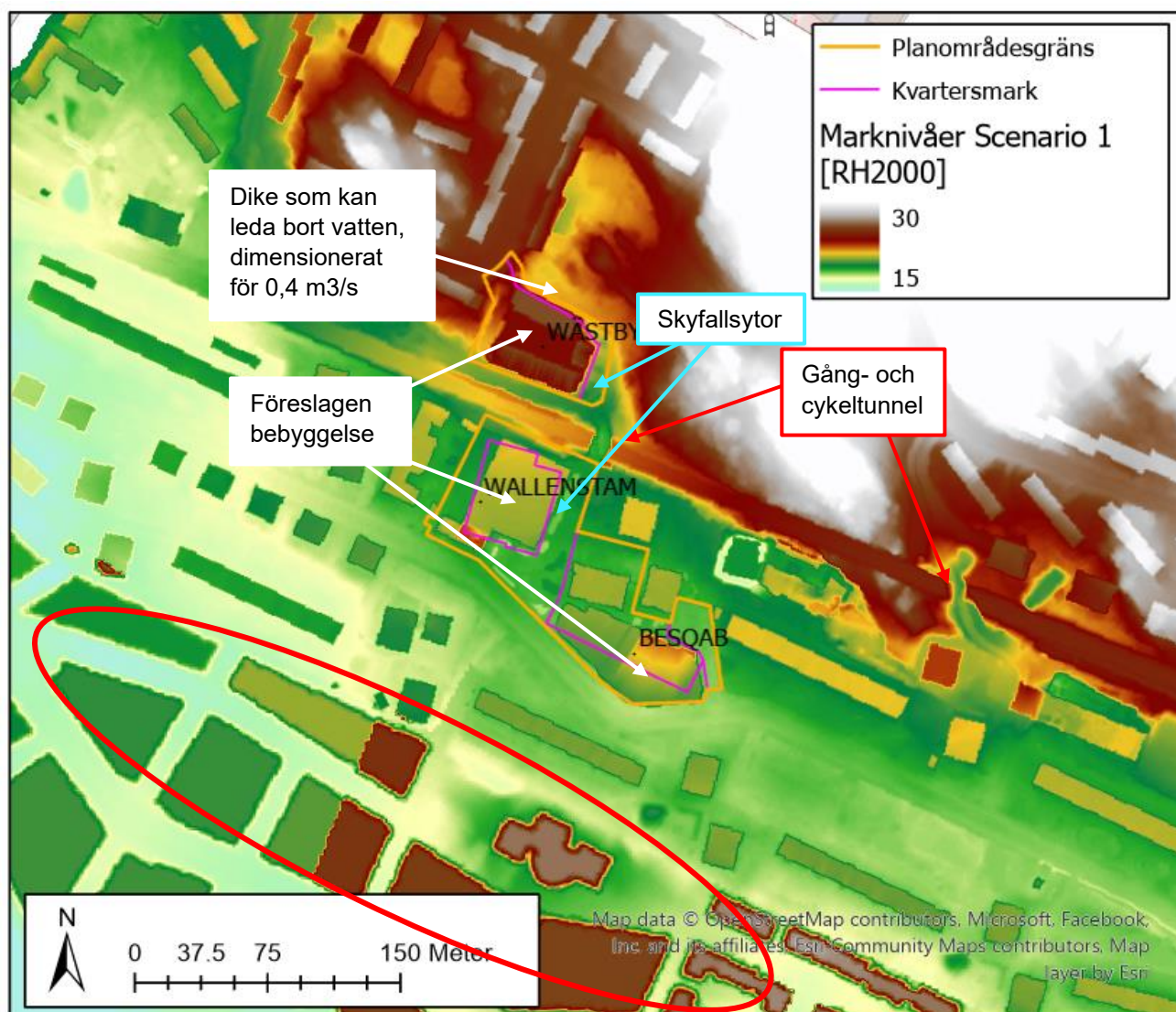
Figur 4:2. Marknivåer för nollscenario.

4.3.2 Scenario 1, utformning juli 2022

För att kunna lösa skyfallsproblematiken och inte förvärra nedströms har höjdmodellen för föreslagen utformning gjorts i flera steg där samordning gjorts med vägprojektörer, arkitekter, Stockholms stad, mm.

Föreslagen utformning har tagits fram utifrån beräknade förutsättningar vid befintlig situation och redovisas i Figur 4:3. Utöver att den framtida bebyggelsen har lagts in har skyfallsstyr tagits fram för att vid framtida situation kunna omhänderta och fördröja samma volym vatten inom planområdet som vid befintlig situation. I den norra delen av planområdet vid Wästbyggs fastighet föreslås ett dike som kan avleda vattnet som vid befintlig situation går genom kvarteretsmarken samt nedsänkta skyfallsstyr. Diket föreslås dimensioneras utifrån det beräknade flödet vid befintlig situation på 0,4 m³/s. Med en bredd på 2,7 m och ett djup på 0,3 m erhålls en kapacitet 0,5 m³/s. De nedsänkta skyfallsstyrorna vid Wästbyggs kvarter anläggs med syftet att fördröja vatten och minska belastningen på områden nedströms.

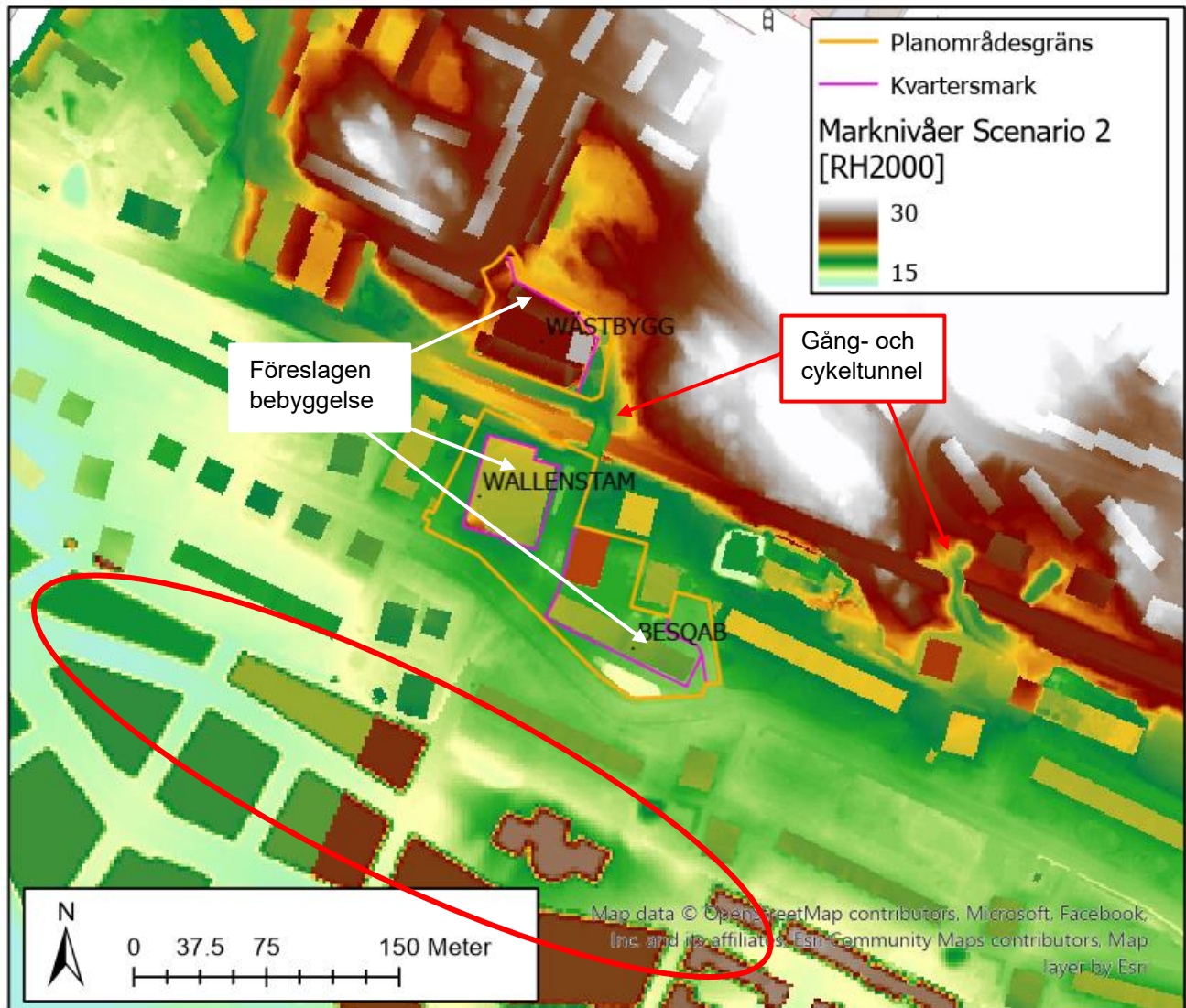
Centralt i planområdet vid Wallenstams kvarter föreslås skyfallsstyr med ett djup mellan 0,3-0,5 m.



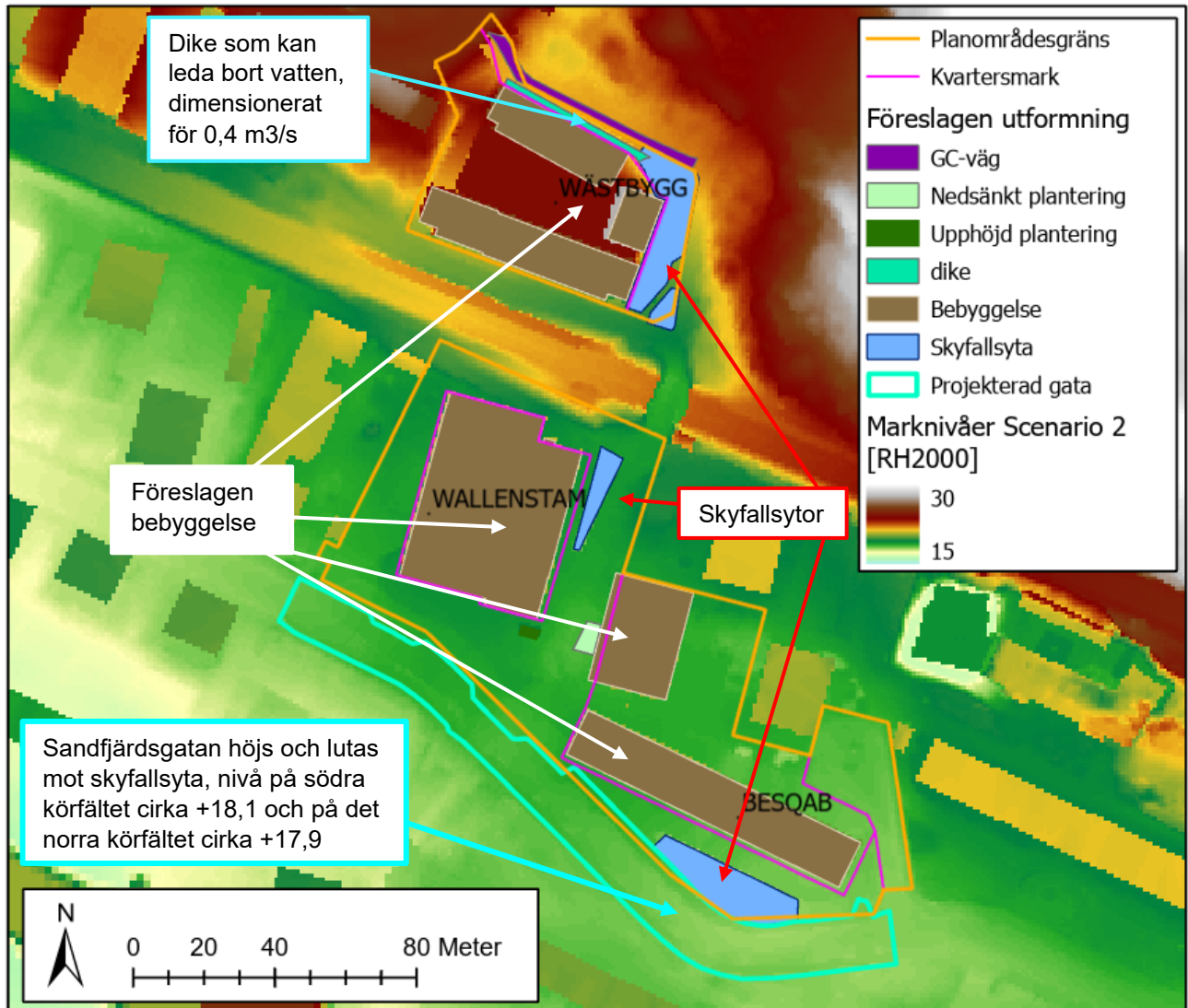
Figur 4:3. Marknivåer för Scenario 1, från juli 2022.

4.3.3 Scenario 2, utformning februari 2023

Efter att placering och utformning av den framtida strukturen inom planområdet ändrats justerades den föreslagna skyfallshanteringen något varmed ett nytt scenario (scenario 2) utreddes. Likt för scenario 1 föreslås skyfallsytor öster om Wästbyggs samt Wallenstams kvarter med ett djup mellan 0,3-0,5 m. Vid scenario 2 föreslås också en nedsänkt skyfallsyta söder om Besqabs kvarter med ett djup på ca 1 m samt en justering av höjdsättningen på Sandfjärdsgatan där gatan lutar mot den nya skyfallsytan. Nivån på det södra körfältet föreslås då bli cirka +18,1 m och nivån i det norra körfältet föreslås till cirka +17,9 m. Figur 4:4 redovisar marknivåerna vid scenario 2 med föreslagen skyfallshantering och Figur 4:5 redovisar scenario 2 där de föreslagna åtgärdernas placering och utformning förtydligas.



Figur 4:4. Marknivåer för Scenario 2, från februari 2023.



Figur 4:5. Marknivåer för Scenario 2 från februari 2023 med förtydligande av föreslagna åtgärder för skyfallshantering

4.3.3.1 Underlag

Projekterat data för föreslagen höjdsättning, som har använts tillsammans med befintlig laserskanning för att skapa höjdmodell över framtida förhållanden, finns redovisat i Tabell 1. Höjdmodellen har skapats med geodatabearbetningsprogrammet FME, ArcGIS pro och SCALGO Live. För byggnader har marken höjts upp 2 meter jämfört med befintlig eller planerad nivå.

Tabell 1. Projekterad höjdsättning (som har använts tillsammans med befintlig laserskanning för att skapa höjdmodell över framtida förhållanden).

Beskrivning	Källa	Datum	Filnamn
Höjdsättning gata Sandfjärdsgatan	Structor	2023-01-17	G-31-P-001.dwg
Höjdsättning allmän platsmark	Kragh-Berglund	2023-01-30	L-30-P-01.dwg
Fotavtryck	Besqab	2022-11-16	2022-11-16 Besqab fotavtryck.dwg
Situationsplan	Wallenstam	2022-11-22	Valla_Torg_Axeloth_situationsplan_221122.dwg
Situationsplan	Wästbygg	2022-09-27	Vallastråket Wästbygg.dwg
Höjdmodell över Årstafältet	Sweco	2021	hm_AF_planerad.dfs2

4.4 Nederbörd

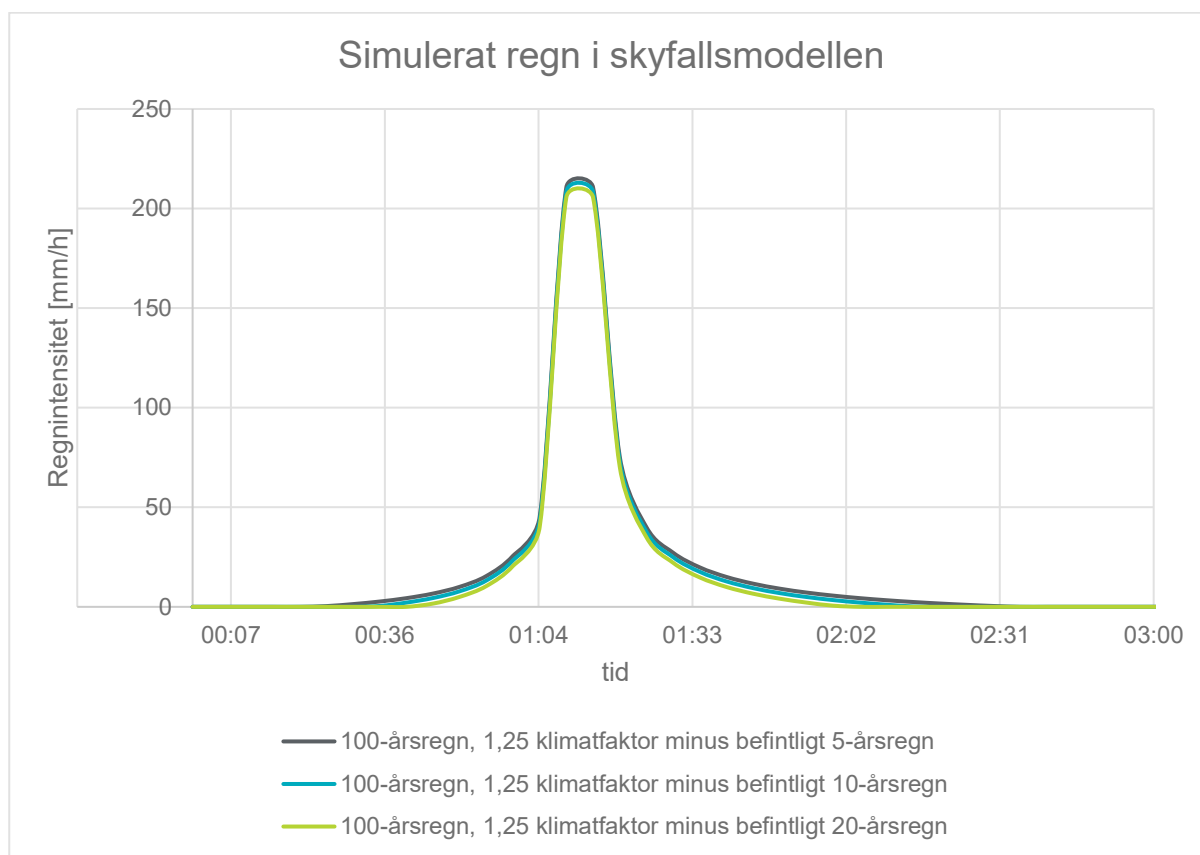
Vid skyfallskartering används olika typer av konstruerade regntillfällen. Dessa bygger på intensitets-varaktighetssamband som gäller för hela Sverige då regionala skillnader är små för extrema nederbördstillfällen.

För att ta hänsyn till framtidens klimat används, som tidigare beskrivet, en klimatfaktor på 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (Svenskt vatten, 2016).

4.4.1 Typ av regn och varaktighet

Skyfallskarteringen över Vallastråket har genomförts för ett 100-årsregn med 3 timmars varaktighet. För att säkerställa att allt vatten hunnit rinna till respektive lågområde innan simuleringens slut har modellen sedan tillåtit köra ytterligare 3 timmar utan regn. Regnet som har använts är hämtat från Swecos (2021) tidigare utredning och är ett så kallat "designregn" av CDS-typ, vilket består av flera blockregn med olika varaktigheter och intensiteter för den valda återkomsttiden.

För att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet i området har avdrag utifrån antagen kapacitet i ledningsnätet gjorts från det ursprungliga 100-årsregnet med klimatfaktor 1,25 och 3 timmars varaktighet. Figur 4:6 redovisar tidserierna som har använts för respektive delområde där antagen kapacitet i ledningsnätet har varit ett 5-, 10- eller 20-årsregn. Generellt antas ledningsnätet ha kapacitet för ett 5-årsregn medan framtida områden i Årstafältet dimensioneras för 10- och 20-årsregn (Sweco, 2021).



Figur 4:6. CDS-regn som använts i skyfallskarteringen med 100 års återkomsttid.

4.5 Markens råhet

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror till stor del på markens råhet och påverkar vattnets utbredning, djup och hastighet. Råheten beskrivs med Mannings tal, M . Ett högt värde på M motsvarar låg friktion medan lägre värden motsvarar högre friktion mellan vattnet och markytan.

För att representera markens råhet i modellen ansattes Mannings tal till:

- Hårdgjort, vägar och byggnader: 50
- Övrigt och grönytor: 20

4.6 Infiltration

Ingen specifik korrigering i modellen har gjorts för infiltration.

4.7 Osäkerheter i skyfallsmodellen

Skyfallsmodellering är förknippat med flera osäkerheter vilka behöver beaktas vid en tolkning av resultaten. Följande osäkerheter bedöms vara de mest betydelsefulla för skyfallsmodelleringen som gjorts i Vallastråket. Där det bedöms finnas osäkerhet har konservativa antaganden gjorts för att ta höjd vid beräkningarna.

Att göra ett schablonmässigt avdrag för ledningsnätets kapacitet (beskrivet i kapitel 4.4.1) är ett förenklat förfarande som medför vissa begränsningar. Dels är antagandet att ledningsnätet klarar en viss återkomsttid ett förenklat förfarande eftersom intensiteten med samma återkomsttid varierar beroende på varaktigheten. Interaktionen mellan markavrinning och uppfyllnad av ledningsnät samt igensättning av brunnar beaktas exempelvis inte, vilket också är en förenklad bild då ledningsnätet i realiteten successivt fylls upp. Kapaciteten på ledningsnätet kan även variera över området, även om det är kombinerat eller separerat. Ju närmre det simulerade regnet ligger ledningsnätets kapacitet, desto större blir osäkerheten (MSB, 2017).

Skyfall inträffar vanligtvis lokalt och kan variera stort i både tid och rum (MSB, 2017). Den här variationen är inte möjlig att förutsäga och tas därför inte hänsyn till i skyfallsmodellen. Skyfall i Mike 21 simuleras i stället förenklat genom att det regnar lika mycket i varje beräkningscell för varje tidssteg. Att skyfall med en lång återkomsttid dessutom är sällsynta till sin natur innebär också, som i det här fallet, att det inte finns några historiskt uppmätta episoder att relatera modelleringsresultaten mot. Dessutom gör klimatförändringar att regnmängden för en viss återkomsttid förändras, vilket beaktas förenklat genom klimatfaktorn.

Markens råhet, som beskrivs av Mannings tal, är en annan faktor som bidrar med osäkerhet. Markanvändningskategorier varierar mellan olika skyfallssimuleringar och flera värden förekommer i litteraturen. Osäkerheten från valet av markråhet är svår att kvantifiera men kan tänkas öka om för få markanvändningskategorier definieras i ett område med stora skillnader i markanvändning.

Infiltrationskapaciteten är uppskattad med hjälp av SGU:s jordartskartor och schablonmässig infiltrationskapacitet per jordart. SGU:s jordartskartor är ofta väldigt generella och fångar generellt inte upp den stora variation som ofta förekommer i marken, speciellt i städer där marken kan vara uppluckrad och olika former av fyllnadsmassor kan förekomma.

Modellens upplösning bidrar med osäkerhet i skyfallskarteringar genom att "smeta ut" verkliga höjdskillnader till den cellstorlek som höjddata baserats på. Det kan exempelvis innebära att regn fastnar på ställen där det i verkligheten skulle avrinna. För detaljerad åtgärdsplanering, som i det här fallet, rekommenderar MSB (2017) därför att upplösningen är minst 2x2 meter, varför upplösningen i denna utredning valts till 1x1 meter. Viktigt att beakta är att det finns faktorer som bidrar med större osäkerhet än modellens upplösning, exempelvis ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationskapacitet (MSB, 2017).

Timing för nederbördstillfället påverkar också konsekvensbilden för ett skyfall. Om ett skyfall inträffar efter en tid med mycket regn där marken redan är mättad kan konsekvenserna bli värre i jämförelse med ett scenario där det finns magasinetskapacitet i marken, speciellt för ett område med genomsläppliga jordarter.

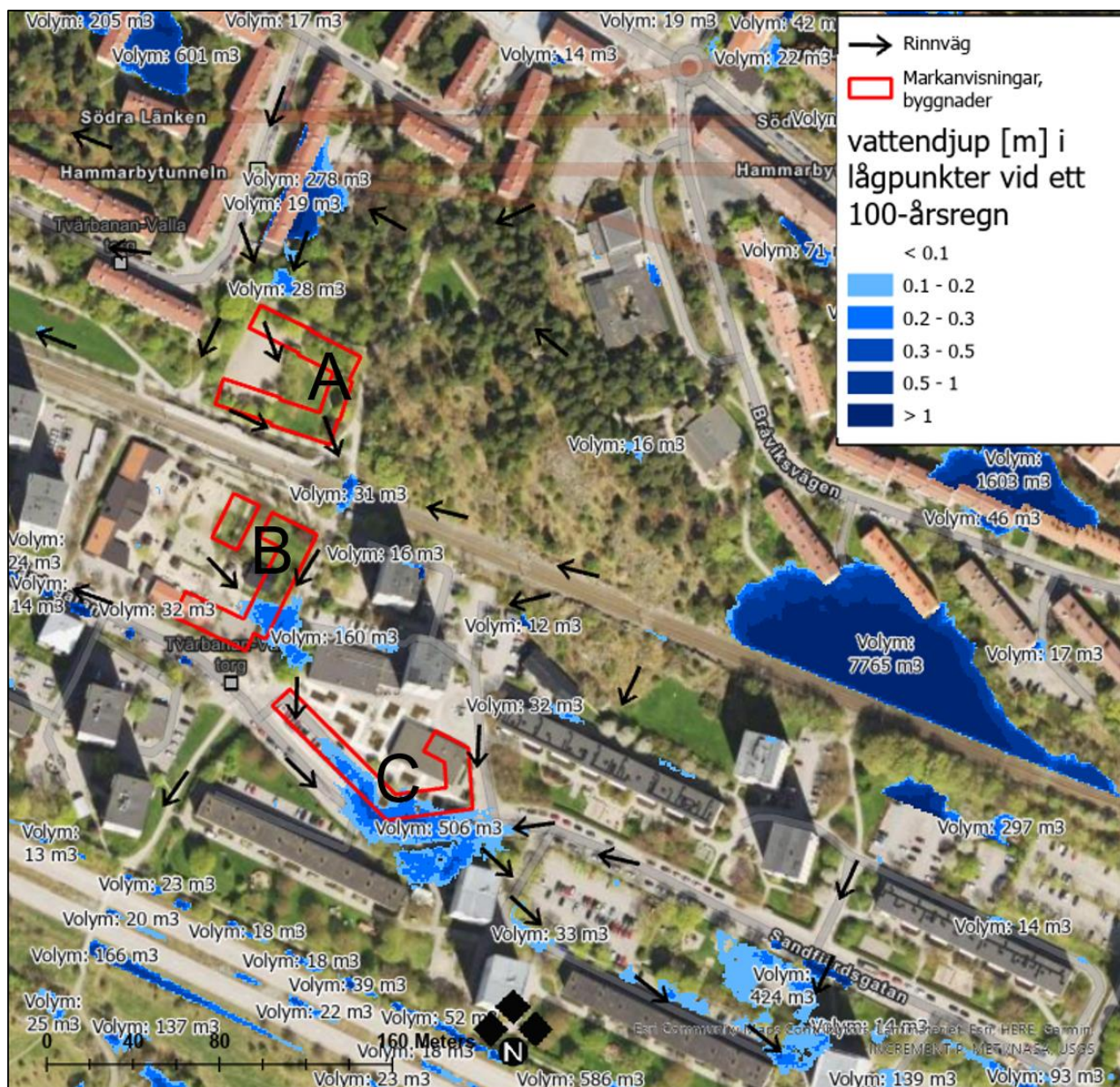
Vidare är det värt att påpeka att resultatkartorna för maximalt djup endast visar ögonblicksbilder och inte hur länge vattennivåerna eller flödena är på de nivåerna. Ur riskhänsyn är det betydligt värre att vatten står under en längre tid än om de inställer sig under själva regntillfället där det troligtvis inte är lika hög trafikbelastning. Därför redovisas även resultat med stående vatten vid regnets slut.

5 Resultat

I följande avsnitt redovisas resultat och analys av de olika stegen och scenariona i arbetsgången.

5.1 Inledande SCALGO-analys

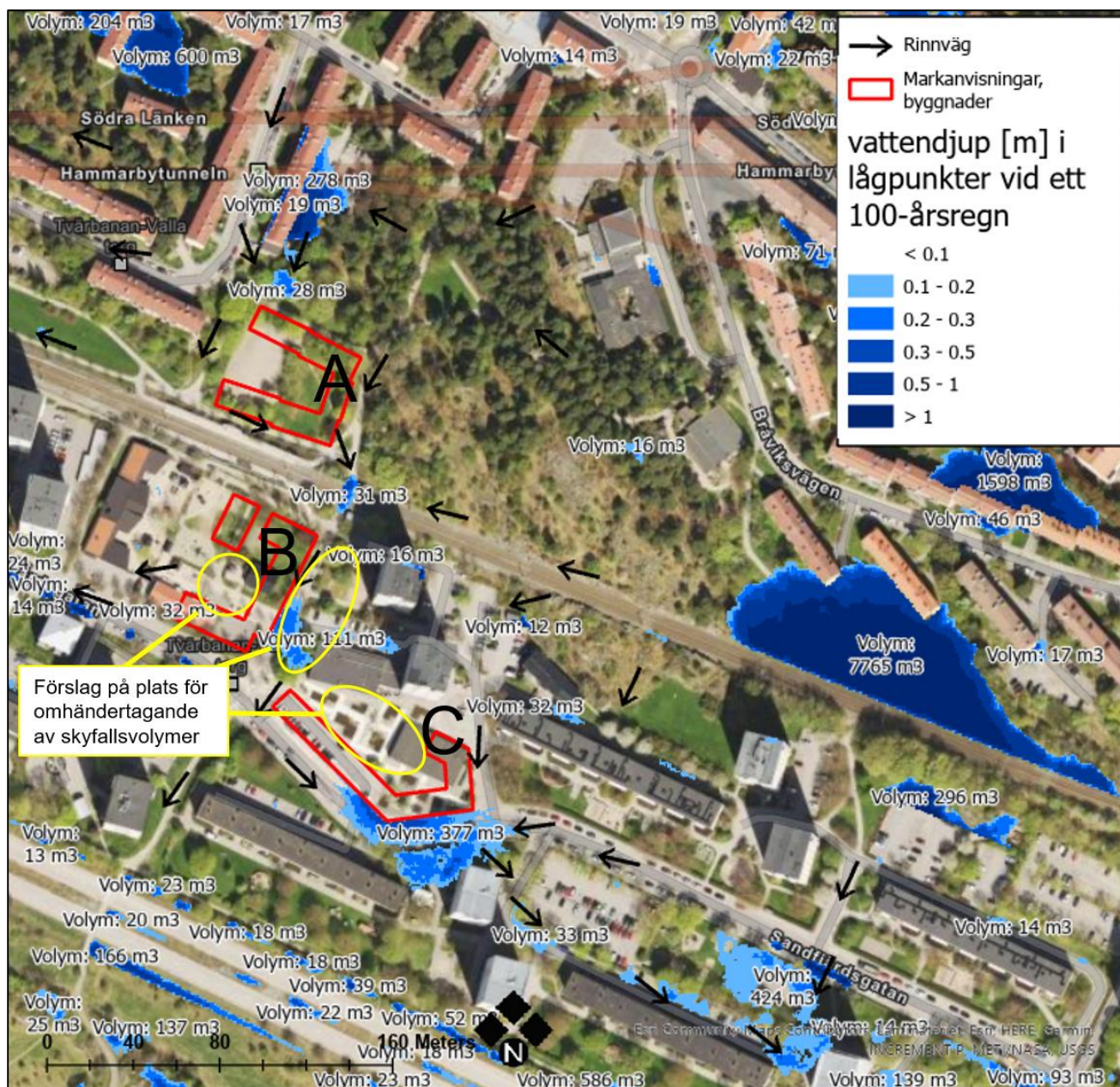
Den initiala SCALGO-analysen daterad 2022-02-01 visade på att vid befintlig situation beräknas samtliga lågpunkter i de markanvisade områden att fyllas upp vid ett 100-årsregn och att vattnet rinner vidare nedströms. I Figur 5:1 redovisas beräknade vattendjup i lågpunkter i samband med ett 100-årsregn. Där ses att i anslutning till område B (Wallenstam) finns en lågpunkt med volymen 160 m³ samt en lågpunkt med volymen 506 m³ i anslutning till område C (Besqab). Det maximala vattendjupet i Sandfjärdsgatan beräknades då till 0,4 m.



Figur 5:1. Beräknade vattendjup och volymer vid befintlig situation från den inledande Scalgo-analysen 2022-02-01

Vid scenario då de markanvisade byggnaderna lagts till i höjdmodellen förändrades rinnvägar och delavrinningsområden jämfört med befintlig situation. Figur 5:2 visar hur de tillagda byggnaderna då visade sig tränga undan lågpunkter vilket riskerar att förvärra för områden nedströms.

Lågpunkten i anslutning till område B (Wallenstam) beräknades då minska med 49 m^3 jämfört med befintlig situation till 111 m^3 . För att då inte riskera att förvärra situationen nedströms bedöms cirka 49 m^3 behöva omhändertas i den centrala delen av planområdet. Lågpunkten i anslutning till område C (Besqab) i Sandfjärdsgatan beräknas minska med 129 m^3 till 377 m^3 . För att inte förvärra nedströms föreslogs därför att skyfallsytor som kan omhänderta 129 m^3 skapas inom området.



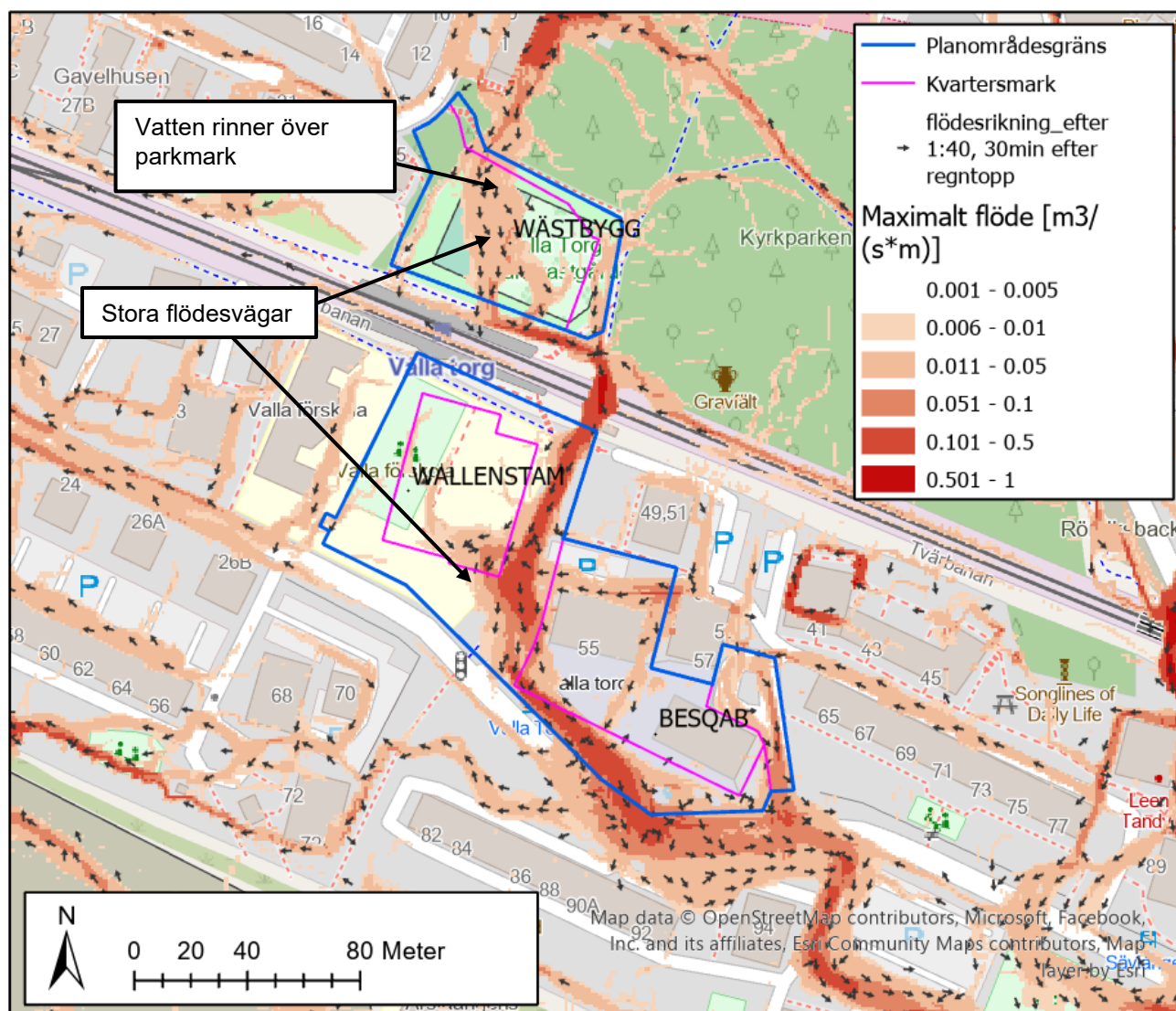
Figur 5:2. Beräknade vattendjup och volymer vid befintlig situation från den inledande Scalgo-analysen 2022-02-01

5.2 Scenario 0: 100-årsregn, befintliga förhållanden och Årstafältet

Följande avsnitt redovisar beräknade resultat från simulering i MIKE för scenario 0, befintlig situation.

5.2.1 Flödesvägar för Nollsimulering

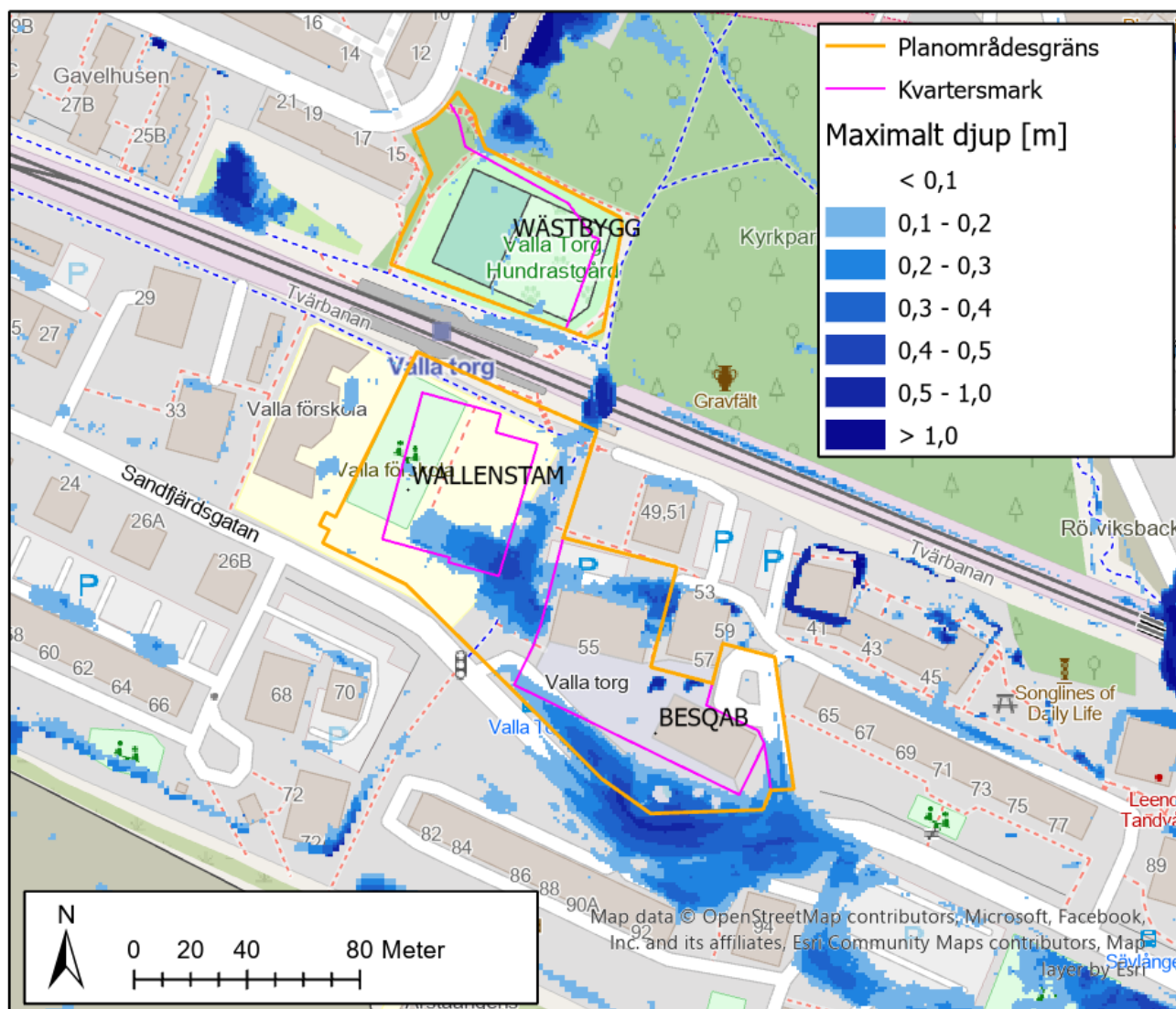
Inom planområdet rinner vatten generellt från norr genom Wästbyggs fastighet, under tvärbanan för att sedan rinna genom Valla torg och sedan längs Sandfjärdsgatan mot sydost, se Figur 5:3. Under simuleringens 6 timmar flödar totalt cirka 2300 m³ ut ur planområdet vid det beräknade 100-årsregnet.



Figur 5:3. Maximala flöden för befintliga förhållanden. Vatten rinner genom Wästbyggs område om gång och cykeltunneln under tvärbanan, mot Valla torg och sedan längs Sandfjärdsgatan.

5.2.2 Maximala vattendjup för nollsimulering

Resultatet i Figur 5:4 visar att det undersökta 100-årsregnet skulle kunna orsaka översvämningsproblematik på Valla torg, på Besqabs fastighet och på Sandfjärdsgatan. Norr om Wästbyggs fastighet finns en lågpunkt som för att undvika att förvärra befintlig situation, inte bör stängas in ytterligare. På Valla torg beräknas ett maximalt vattendjup på 0,5 meter och Sandfjärdsgatan får ett maximalt djup på 0,5 meter på det norra körfältet och 0,3 meter på det södra körfältet. Enligt uppgifter från räddningstjänsten klarar ambulanser att köra där vattendjupet understiger 0,2 m och brandbilar där vattendjupet understiger 0,5 m. Det innebär att det södra körfältet endast är framkomligt för brandbilar i samband med ett 100-årsregn. De beräknade maximala vattennivåerna på Valla Torg är +18,8 och på Sandfjärdsgatan +18,2.



Figur 5:4. Beräknade maximala vattendjup från skyfallskarteringen för nollsimulering. Stora vattendjup inom planområdet finns på Valla Torg och på Sandfjärdsgatan.

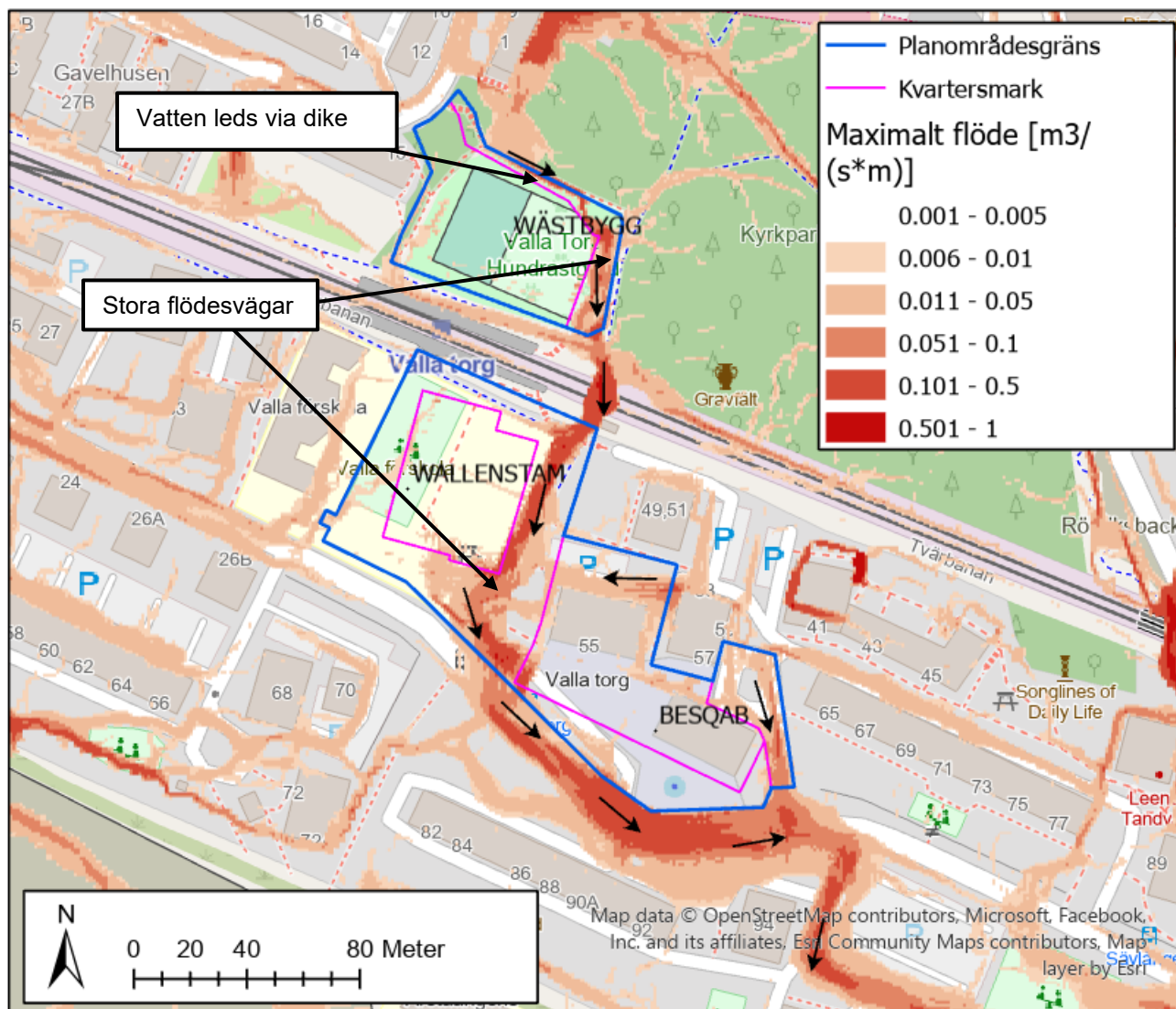
5.3 Scenario 1: Utformning daterad juli 2022

Följande avsnitt redovisar beräknade resultat från simulering i MIKE för scenario 1, framtida situation juli 2022.

5.3.1 Flödesvägar för Scenario 1

Figur 5:6 visar hur vattnet vid den norra delen av planområdet leds österut i ett dike längsmed Wästbyggs fastighet för att sedan rinna söderut via skyfallsytor som fördröjer vattnet. Därefter går flödesvägen under tvärbanan för att rinna genom Valla torg och sedan åt sydost längs Sandfjärdsgatan.

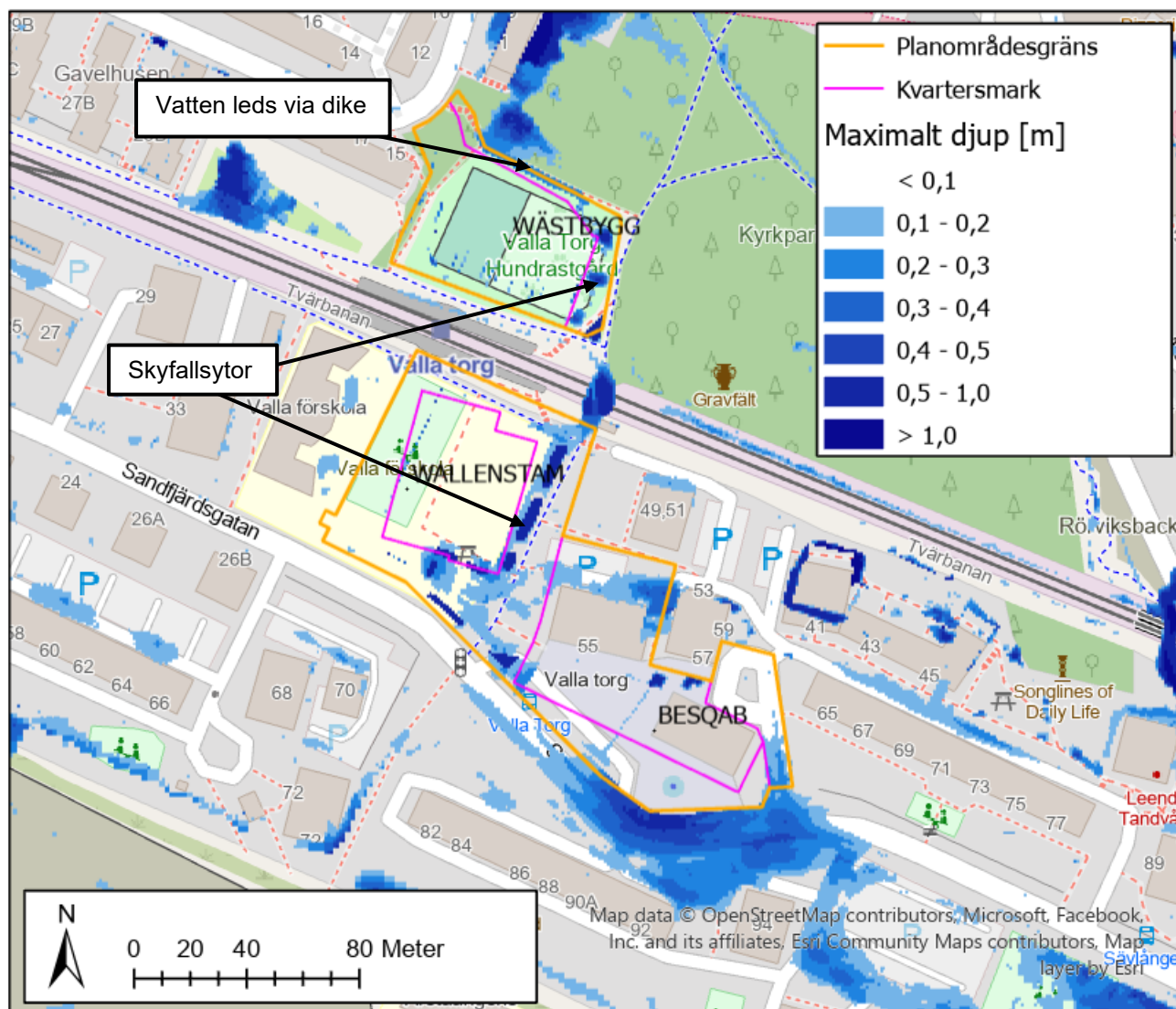
Under simuleringens 6 timmar flödar totalt cirka 2300 m³ ut ur planområdet vid ett 100-årsregn.



Figur 5:6. Maximala flöden för befintliga förhållanden. Vatten rinner genom Wästbyggs område om gång och cykeltunneln under tvärbanan, mot Valla torg och sedan längs Sandfjärdsgatan.

5.3.2 Maximala vattendjup för Scenario 1

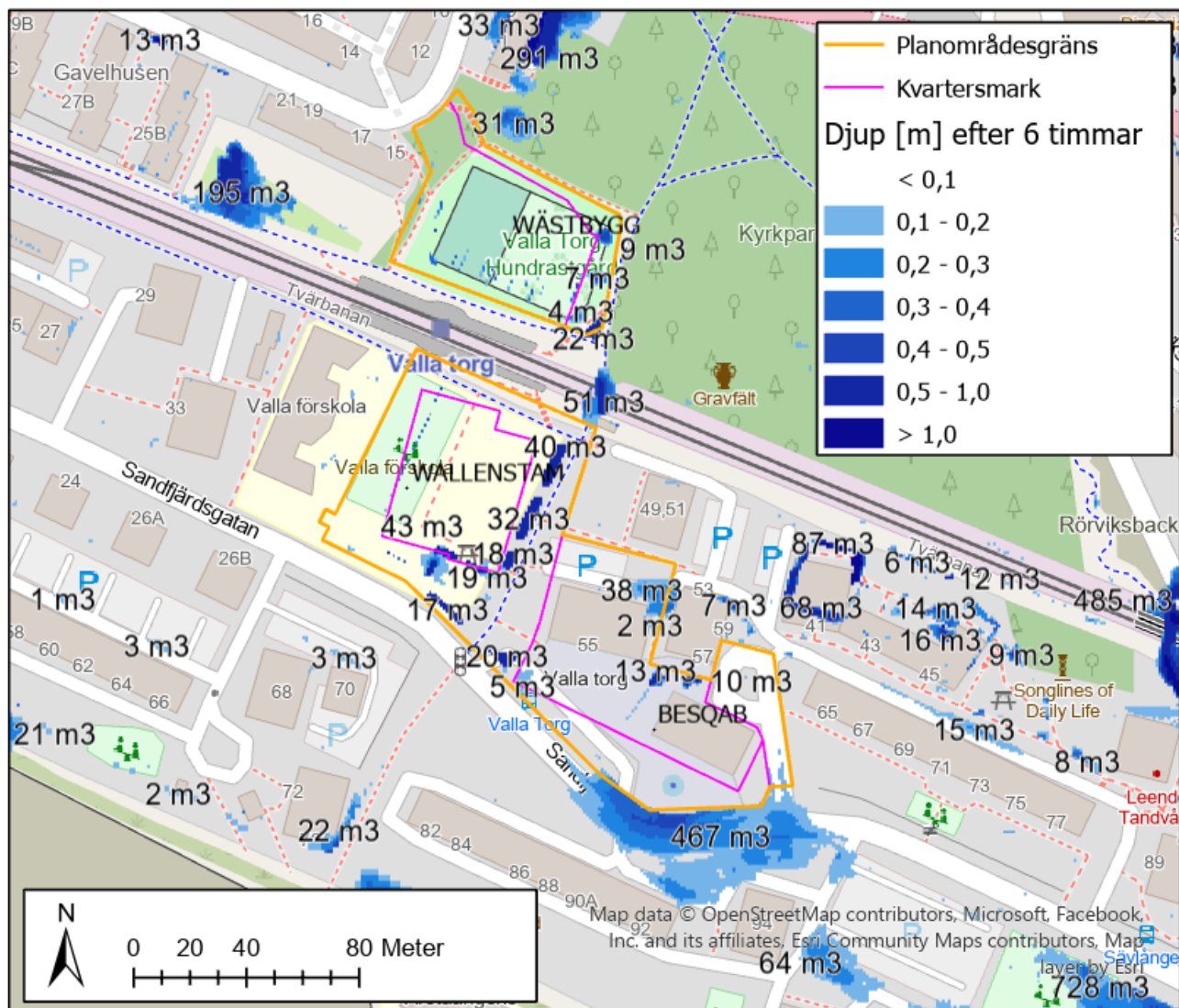
Resultatet i Figur 5:7 visar att det undersökta 100-årsregnet skulle kunna orsaka översvämningssituationer på Valla torg, på Besqabs fastighet och på Sandfjärdsgatan. Norr om Wästbygg finns en lågpunkt som inte får stängas in ytterligare. Valla Torg får ett maximalt vattendjup på 0,2 meter och Sandfjärdsgatan får ett maximalt djup på 0,5 meter på det norra körfältet och 0,3 meter på det södra körfältet vilket innebär att gatan inte är framkomlig för ambulanser vid ett 100-årsregn. Brandbilar kan bara komma fram på det södra körfältet. De maximala vattennivåerna på Valla Torg är +18,7, något lägre än befintlig situation och på Sandfjärdsgatan +18,2 vilket är densamma som befintlig situation.



Figur 5:7. Beräknade maximala vattendjup från skyfallskarteringen för Scenario 1. Stora vattendjup inom planområdet finns på Valla Torg och på Sandfjärdsgatan.

5.3.3 Stående vattenvolymer och djup från skyfallsmodelleringen, efter 3 timmars regn och ytterligare 3 timmar rinntid

Vattennivåer från modelleringen efter 3 timmar regn och ytterligare 3 timmar rinntid finns redovisat i Figur 5:8. Stående vatten finns i de föreslagna skyfallsytorna öster om Wästbyggs fastighet och på Valla torg, på Besqabs fastighet samt på Sandfjärdsgatan. Sandfjärdsgatan får ett stående vattendjup på 0,4 meter på det norra körfältet och 0,3 meter på det södra körfältet vilket innebär att de inte är framkomliga för ambulanser vid ett 100-årsregn tills vattnet runnit bort via ledningsnätet. Brandbilar klarar att ta sig fram i båda körfälten.



Figur 5:8. Stående vatten för befintliga förhållanden efter 3 timmars regn och ytterligare 3 timmar rinntid.

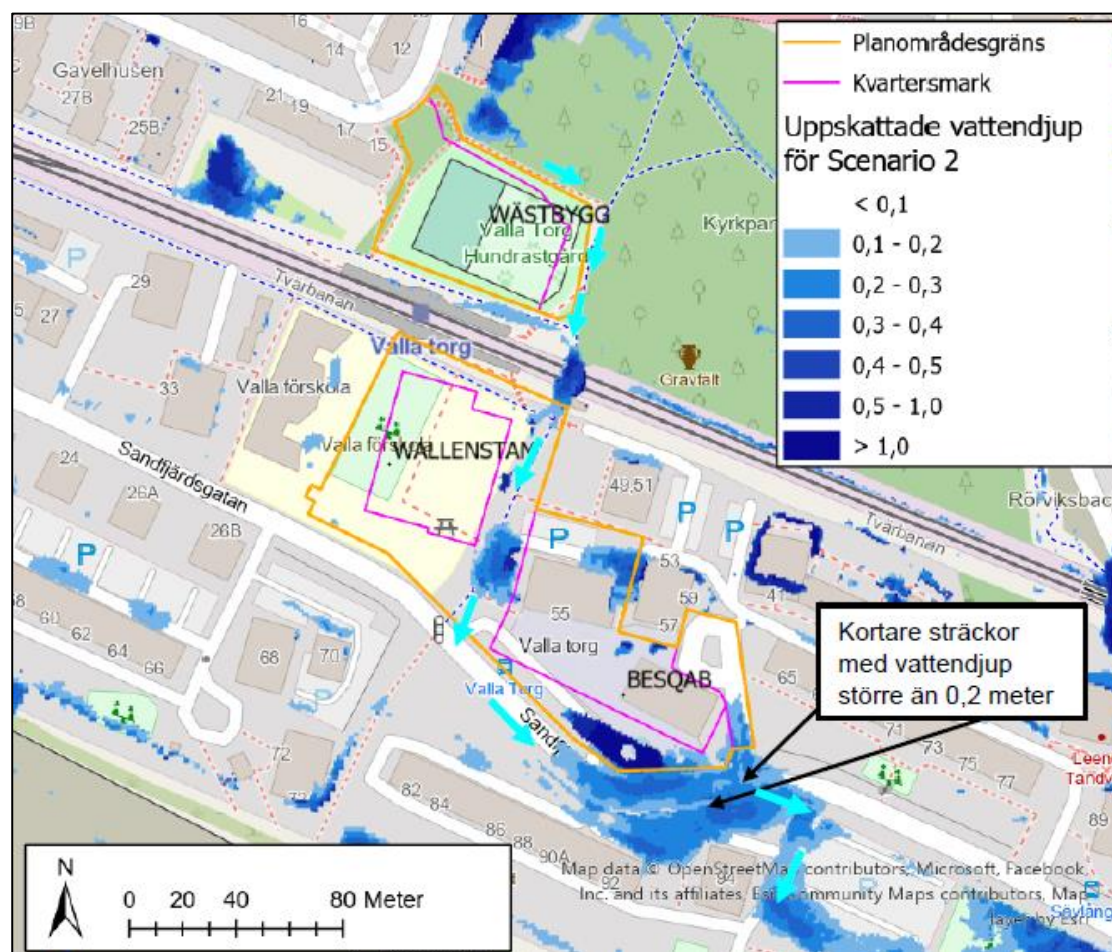
5.4 Scenario 2, februari 2023

För scenario 2 gjordes ingen simulering i Mike eftersom resultatet för nollsimuleringen och för Scenario 1 bedömdes tillräckligt för att bedöma skyfallsrisken inom området. Detta eftersom en stor mängd vatten flödar igenom området jämfört med vad planområdet behöver fördröja och att vattennivåerna styrs av områdets generella lutning och för Sandfjärdsgatan av marknivåer nedströms planområdet. Detta förklarar varför simulerade vattennivåer på Sandfjärdsgatan är densamma för nollscenariot och för simuleringen från juli 2022. En skillnad jämfört med scenario 1 är att det tillkommit ett hus i norra delen av Besqabs kvarter. Flödet som tidigare korsade fastigheten västerut leds nu söderut och vidare österut parallellt med den södra byggnaden.

5.4.1 Maximala vattendjup

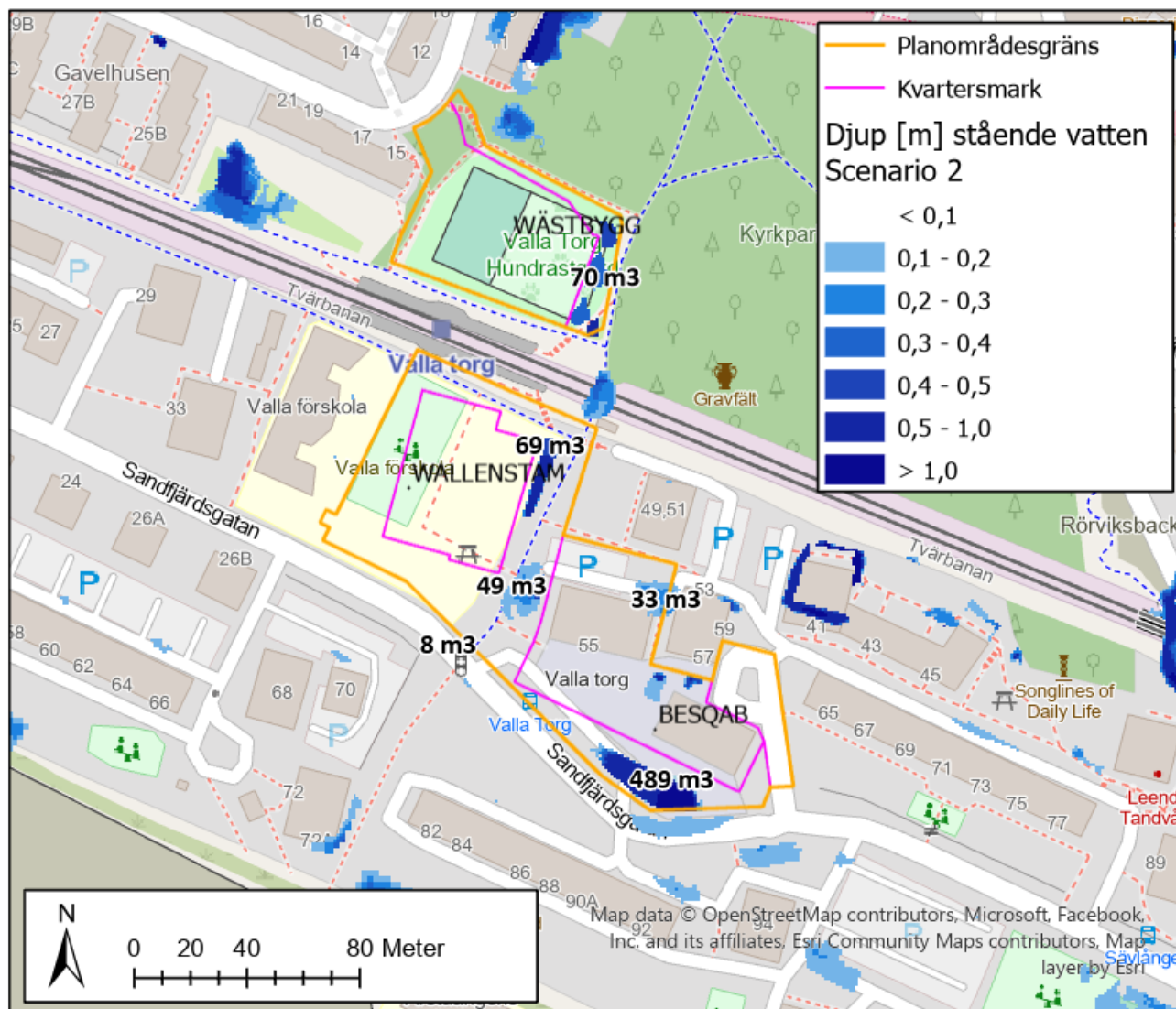
Uppskattade vattendjup för Scenario 2 har tagits fram genom att marknivåer för Scenario 2 har subtraherats från maximala vattennivåer för simulering 0, se Figur 5:9. MIKE 21 visar att det flödar cirka 2300 m³ genom området och mindre skillnader i fördröjningsvolym inte kommer att påverka de maximala vattennivåerna som styrs av nivåer på Sandfjärdsgatan nedströms planområdet samt av befintliga nivåer mellan Valla torg och Sandfjärdsgatan.

Den föreslagna utformningen gör att de maximala vattendjupen på Valla torg blir 0,4 meter mot den nedsänkta planteringen och mot Wallenstam blir djupet mindre än 0,1 meter där den föreslagna skyfallsytan omhändertar en större volym. Västra sidan av Valla torg är framkomlig för räddningstjänst vid maximala vattennivåer. Sandfjärdsgatan får ett maximalt djup på 0,3 meter på den norra sidan av vägen mot skyfallsytan. På den södra sidan är vattendjupet mindre än 0,2 meter förutom på kortare sträckor om cirka 5 meter. Sandfjärdsgatan är helt framkomlig på den södra sidan cirka 1 timme och 10 minuter efter regntoppen på skyfallet.



Figur 5:9. Uppskattade vattendjup för scenario 2. Ljusblå pilar visar flödesriktning. Västra sidan av Valla torg är framkomlig för räddningstjänst vid maximala vattennivåer. Sandfjärdsgatan får ett maximalt djup på 0,3 meter på den norra sidan av vägen mot skyfallsytan.

Stående vattenvolymer och vattendjup från Scalgo redovisas i Figur 5:10. när vattenflödena slutat vid ett 100-årsregn. Både Valla torg och Sandfjärdsgatan är helt framkomliga för räddningstjänst efter ett 100-årsregn. Totalt fördröjs 685 m³ inom planområdet i samband med ett 100-årsregn vid scenario 2. Den beräknade volymen på 685 m³ överstiger beräknad volym som samlas i lågpunkter vid befintlig situation varmed det bedöms finnas en viss marginal för justering av ytor och åtgärder. De föreslagna skyfallsytornas placering och föreslaget djup på mellan 0,3-0,5 m bedöms verka effektiv för att omhänderta de beräknade volymerna och förhindra att en större volym vatten än vid befintlig situation avrinner vidare nedströms planområdet.



Figur 5:10. Stående vattenvolymer från Scalgo live för Scenario 2. Vattendjupet understiger 0,2 meter på samtliga vägar inom planområdet. Totalt fördröjs 685 m³ vatten inom planområdet.

6 Framkomlighet för räddningstjänst

Syftet med skyfallshanteringen inom området är att föreslagen bebyggelse ej översvämmas, att översvämningsrisken nedströms ej förvärras och att se om det är möjligt att förbättra framkomligheten på Sandfjärdsgatan. Enligt räddningstjänsten klarar ambulanser att köra där vattendjupet understiger 0,2 meter och brandbilar där vattendjupet understiger 0,5 meter.

Analysen visar att resultatet av föreslagen utformning för Scenario 2 gör att det maximala vattendjupet på Sandfjärdsgatan blir 0,3 meter på den norra sidan mot skyfallsytan och mindre än 0,2 meter på den södra sidan förutom på mindre partier. Detta är en förbättring jämfört med vattendjupet 0,5 meter för höjdsättningen för befintlig situation och från juli 2022.

7 Slutsatser och rekommendationer

- Föreslagna lösningar gäller för hantering av skyfall utifrån framtida utformning av området från februari 2023.
- Genom planområdet rinner en större flödesväg där bebyggelse föreslås. För Wästbyggs kvarter föreslås flödet ledas mot skyfallsytor på den östra sidan via ett dike norr om kvarteret med bredden 2,7 meter och djupet 0,3 meter. Diket är dimensionerat för att kunna hantera flödet på 0,4 m³/s som går genom området vid befintlig situation.
- Inom planområdet finns lågpunkter med den totala volymen stående vatten 616 m³.
- Föreslagen utformning klarar av att fördröja något större mängd vatten, 685 m³ jämfört med befintlig situation och försämrar därmed ej situationen nedströms, samtidigt som viss marginal finns för ändringar i detaljprojekteringen.
- Den föreslagna utformningen enligt scenario 2 gör att Valla torg samt minst ett körfält på Sandfjärdsgatan är framkomlig för räddningstjänst vid ett 100-årsregn. Även det södra körfältet av Sandfjärdsgatan blir framkomligt cirka 1 timme och 10 minuter efter regntoppen på simulerat 100-årsregn.
- Vidare arbete i kommande skeden innefattar förfinande av skyfallslösningar. I takt med att höjdsättning och utformning av allmän platsmark förfinas bör dessa kontrolleras vidare i skyfallsmodellen för att säkerställa att dessa fungerar även efter detaljutformning.

8 Referenser

Dahlström, B. (2010). *Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse*.

Eniro. (den 18 mars 2022). *Stockholm*. Hämtat från <https://kartor.eniro.se/?c=59.317732,18.053112&z=13>

Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*. doi:Faktablad 2018:5, Diarienummer: 408, ISBN: 978-91-7281-818-7

Malmö Stad. (2017). *Skyfallsplan för Malmö*.

MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande och exempel på användning*.

MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande ooh exempel på användning*.

SGU. (den 28 mars 2022). *Jordarer 1:25 000 - 1:100 000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

SMHI. (den 03 10 2021). *Nederbörd, mätstation Tullinge A, stationsnr 97100*. Hämtat från <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=precipitation15MinutesSum,stations=all,stationid=97100>

Stockholm Vatten och Avfall. (2018). *STockholms stads skyfallskartering*. Hämtat från <https://miljodataportalen.stockholm.se/> den 18 mars 2022

Stockholms stad. (2015). *Dagvattenstrategi Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.

Stockholms stad. (den 28 mars 2022). *Kartor*. Hämtat från http://kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/sbk/sthlm_sse/DPWebMap.html

Stockholms stad Geoarkivet. (1997). *Byggnadsgeologisk karta*. Hämtat från Stockholms Stad Geoarkivet: <https://etjanst.stockholm.se/geoarkivet/>

Svenskt vatten. (2011). *P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.

Svenskt Vatten. (2018). *Skyfallens ABC*.

SVT. (den 27 05 2021). *Hundratals larm om översvämningar efter regnet*. Hämtat från SVT nyheter: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/smhi-varnar-for-kraftiga-regnmangder-i-stockholm>

Sweco. (2021). *Ettapp 5 Årstafältet skyfallsutredning*. Stockholm stad.

VA SYD, Lunds Kommun. (2018). *Lunds vatten Dagvattenplan*.