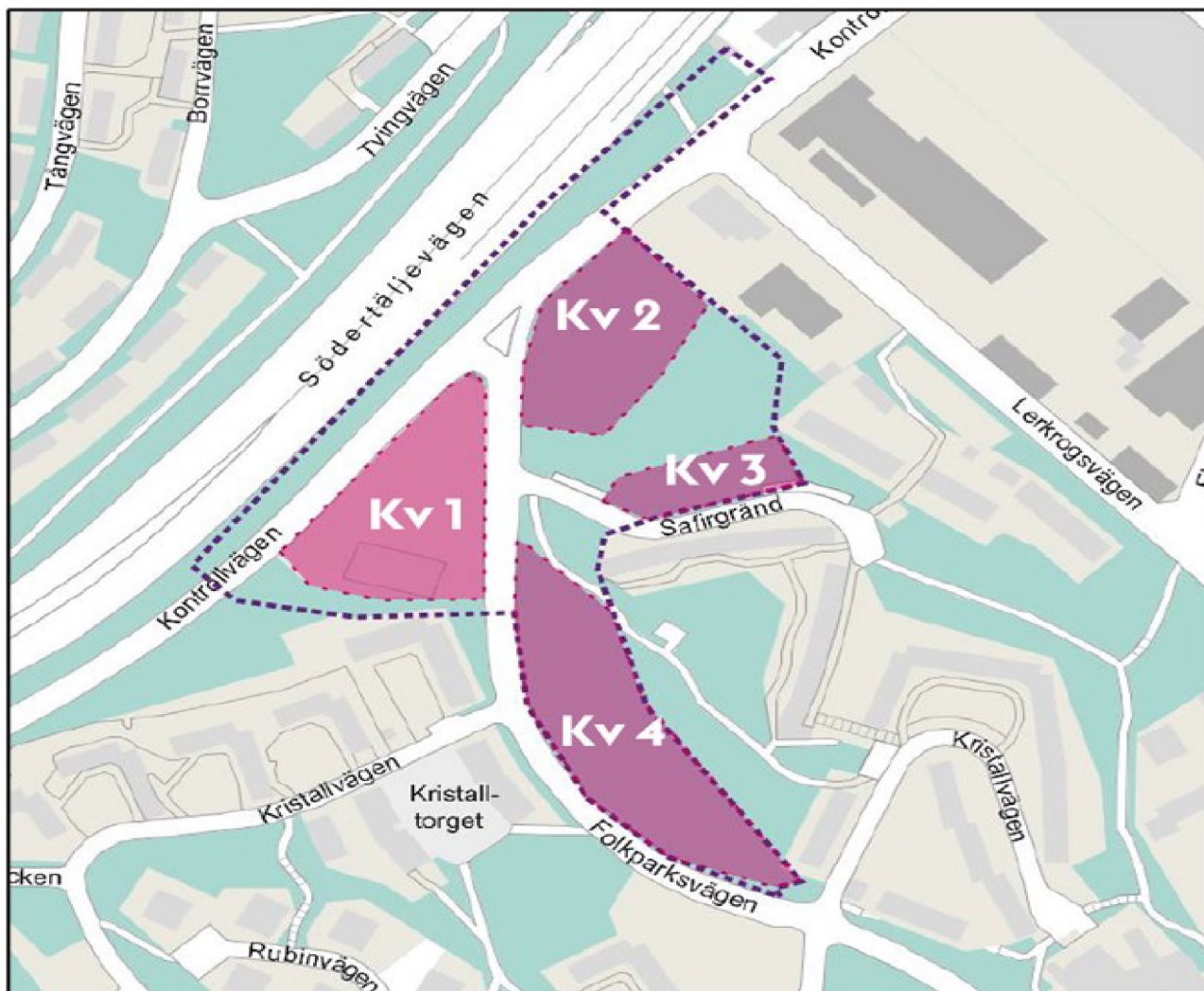


Skyfall Norra Folkparksvägen

Uppdragsnr: 107 23 27 Version: 1 Datum: 2021-10-22



Uppdragsgivare:	Stockholms Stad Exploateringskontoret Miljö & teknik
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Johanna Stjernström
Konsult:	Norconsult AB, Hantverkargatan 5K, 112 21 Stockholm
Uppdragsledare:	Marta Juhlén
Teknikansvarig:	Theo Voulgaridis
Handläggare:	Martin Rosén
Biträdande handläggare:	Jenny Lundberg

1	2021-10-22	Färdig handling	Martin Rosén, Jenny Lundberg	Theo Voulgaridis	Marta Juhlén
1	2021-10-04	Granskningshandling	Martin Rosén, Jenny Lundberg	Theo Voulgaridis	Marta Juhlén
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 samband med arbetet med den nya detaljplanen för norra Folkparksvägen i Solberga, Stockholm har det uppdagats att ett av de planerade kvarteren, Kvarter 1, är beläget i ett lokalt lågområde. Detta lågområde finns i anslutning till korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen och har i nuläget risk för översvämning; både på vägarna och på platsen för det planerade kvarteret. Norconsult har tagit fram föreliggande skyfallsutredning på uppdrag av Exploateringskontoret på Stockholms stad som vill utreda utformning för att möjliggöra bebyggelse i området samt öka framkomligheten på Folkparksvägen och Kontrollvägen.

Skyfallsmodellen har byggts upp i avrinningsområdesperspektiv i programvaran MIKE 21 utifrån rekommendationer av MSB, Svenskt Vatten och Stockholms stad. För att modellera befintlig situation har en laserscannad höjdmmodell från 2016 med 1x1 m i upplösning använts som terrängmodell. För planerad bebyggelse har höjderna från laserscanningen kombinerats med justerade höjder inom planområdet. Till modellen används ett konstruerat regntillfälle som motsvarar ett 100-årsregn med 4 timmars varaktighet. Hänsyn till förväntade förändringar i klimat har tagits genom en så kallad klimatfaktor som regnet multiplicerats med.

Resultaten från skyfallsmodelleringen visar att lågområdet översvämmas i dagsläget med ett vattendjup på som mest 1,1 meter på Kontrollvägen och 0,4 meter på Folkparksvägen. Stora flödesvägar finns längs Kontrollvägen, Folkparksvägen och Kristallvägen. Övriga områden inom detaljplanen riskerar ej att drabbas av stående vatten. Dock flödar en del vatten genom kvarteren.

Den planerade utformningen av lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen innebär att bebyggelse placeras i den sydvästra delen och att Kontrollvägen och Folkparksvägen höjs upp och skevas. Resultatet vid ett 100-årsregn är att ett körfält på respektive väg blir framkomliga och den maximala vattennivån för övriga delar av lågområdet samt den planerade bebyggelsen ökar med 0,2 meter till en nivå på +34,3 [RH2000] och djupet 0,7 meter mot fasad. Övriga kvarter inom detaljplanen är belägna på höjdpunkter i terrängen och där rinner vatten från högre belägna områden mot fasaderna och det är viktigt att vattnet leds förbi byggnaderna via exempelvis avskärande diken så att vattenskadorna på byggnader undviks.

Enligt Länsstyrelsens och Boverkets rekommendationer ska ny bebyggelse utföras i högre belägna områden. Inom denna detaljplan görs detta för samtliga delar förutom för Kvarter 1. Bebyggelsen för detta område bör säkras dock för översvämning genom att entréer placeras över nivån +34,3[RH2000]. Denna nivå bör utredas vidare med känslighetsanalys och mer detaljerad utformning av lågområdet och slänter. Framkomligheten på Folkparksvägen och Kontrollvägen vid extrema regn förbättras.

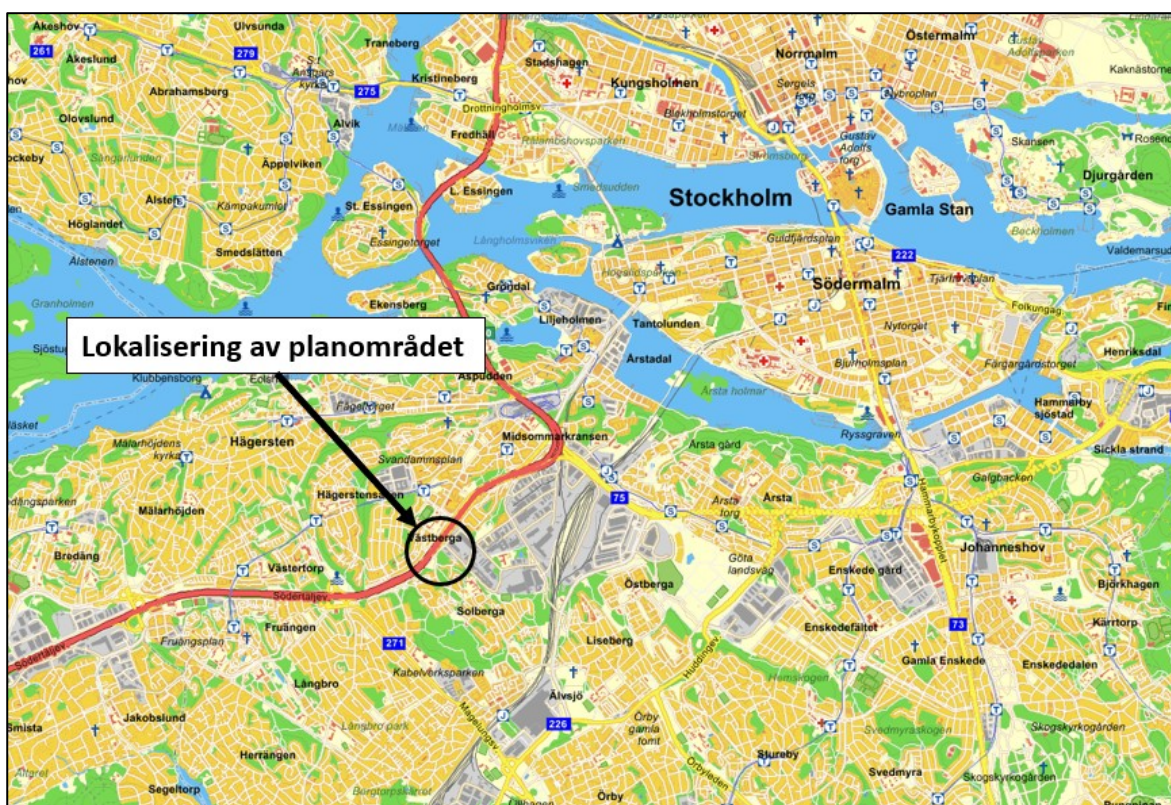
Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Befintlig bebyggelse	8
1.2	Planerad bebyggelse	9
2	Områdesförutsättningar	10
2.1	Marknivåer	10
2.2	Geoteknik	11
2.3	Resultat från Stockholms stads skyfallskartering	12
3	Orientering och definitioner av skyfall	13
3.1	Definitioner av skyfall	13
3.2	Återkomsttid	14
3.3	Skyfall och dagvatten	14
3.3.1	<i>Skyfall och ledningsnätets kapacitet</i>	14
3.3.2	<i>Kombinerade ledningar och risk för översvämningar</i>	15
3.4	Skyfallsjuridik	15
3.4.1	<i>Olika lagars rådighet</i>	16
3.4.2	<i>Skyfall och vikten av samverkan</i>	16
3.5	Skyfall och klimatförändringar	16
4	Länsstyrelsen Stockholms rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall	17
4.1	Hantering av skyfall på detaljplanenivå	17
4.2	Eventuella skyddsåtgärder för skyfall	18
5	Stockholm stads dagvattenstrategi	19
5.1	Mål nummer 2 - Robust och klimatanpassad dagvattenhantering	19
5.2	Mål nummer 3 – Resurs och värdeskapande för staden	19
5.3	Mål nummer 4 – Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande	19
6	Skyfallsmodell Norra Folkparksvägen	20
6.1	Beräkningsförutsättningar	20
6.1.1	<i>Modellområde</i>	21
6.1.2	<i>Modellerade scenarier</i>	21
6.2	Terrängmodell	22
6.2.1	<i>Befintliga förhållanden</i>	23
6.2.2	<i>Planerad utformning</i>	23
6.3	Nederbörd	25
6.3.1	<i>Klimatfaktor</i>	25
6.3.2	<i>Typ av regn och varaktighet</i>	26
6.3.3	<i>Kapacitet ledningsnät</i>	27

6.4	Markens råhet	29
6.5	Infiltration	32
6.6	Osäkerheter i skyfallsmodellen	33
7	Resultat	34
7.1	Simulering 0: 100-årsregn, befintliga förhållanden	35
7.1.1	<i>Flödesvägar för befintliga förhållanden</i>	35
7.1.2	<i>Maximala vattendjup för befintliga förhållanden</i>	36
7.1.3	<i>Stående vattenvolymer från skyfallsmodelleringen, efter 4 timmars regn och ytterligare 2 timmar rinntid</i>	37
7.2	Simulering 1: Planerad höjdsättning och bebyggelse	38
7.2.1	<i>Flödesvägar för framtida förhållanden</i>	39
7.2.2	<i>Maximala vattendjup för framtida förhållanden</i>	40
7.2.3	<i>Stående vattenvolymer från skyfallsmodelleringen, efter 4 timmars regn och ytterligare 2 timmar rinntid</i>	43
8	Slutsatser och rekommendationer	44
9	Förslag på framtida utredning	45
10	Referenser	46

1 Inledning

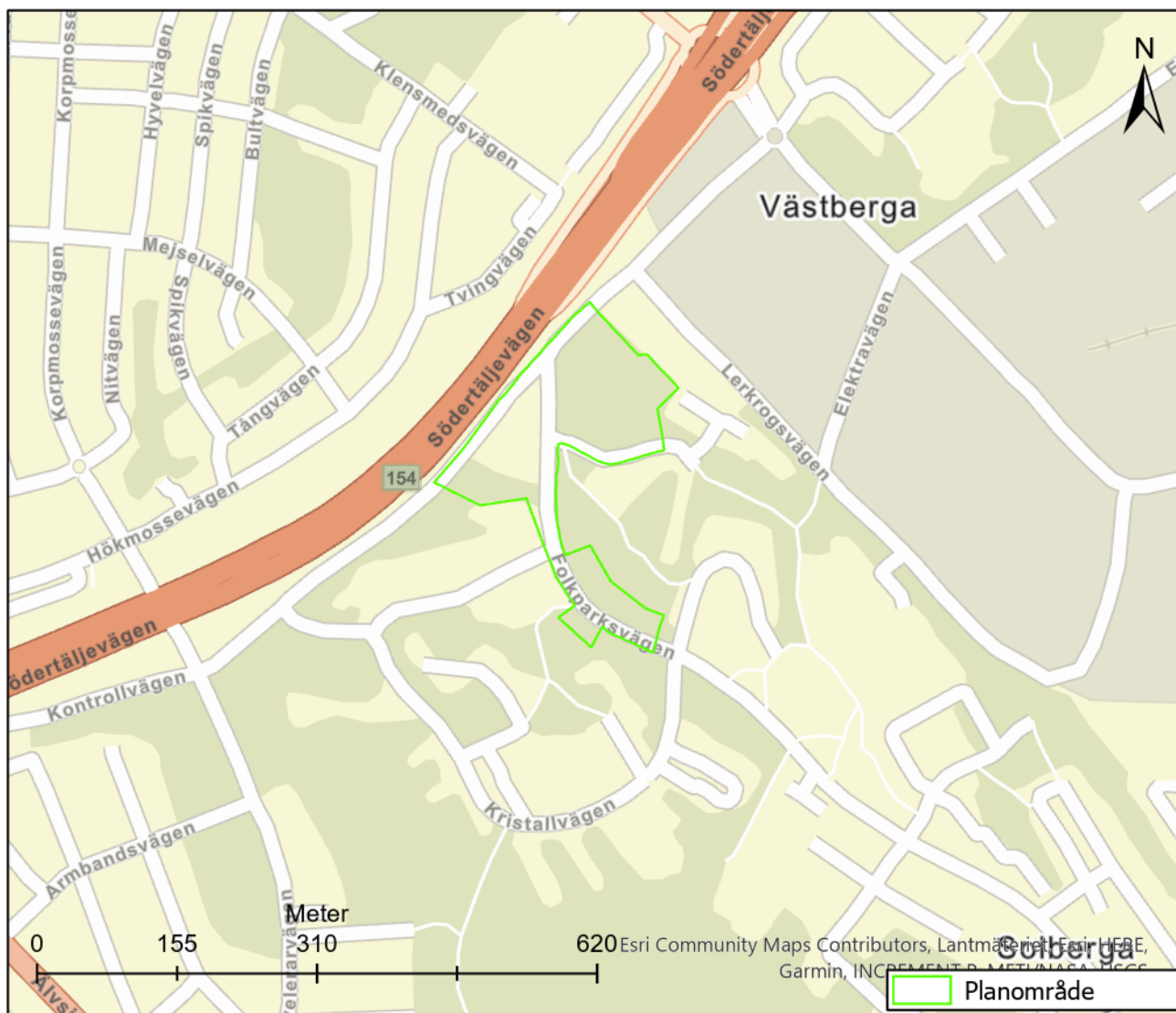
Planområdet för Norra folkarksvägen är belägen i Solberga ca 5,5 km från centrala Stockholm, se figur 1. Detaljplanen syftar till att möjliggöra bostäder och arbetsplatser i kontor och hotell samt att utveckla Folkparksvägen till en stadsgata med lokal karaktär. Skyfallsproblematik har identifierats inom området då ett av de framtida bostadskvarteren planeras anläggas i ett lågområde. För att utreda befintliga förutsättningar samt möjliga lösningar för skyfallsproblematiken inom planområdet har Norconsult genomfört en skyfallskartering som presenteras i detta PM.



Figur 1. Karta över planområdets ungefärliga läge (Eniro, Stockholm, 2020).

1.1 Befintlig bebyggelse

I figur 2 redovisas planområdets utbredning. Idag består planområdet till största del av grönytor. Planområdet inkluderar även delar av Folkparksvägen, Kontrollvägen och Safirgränd.

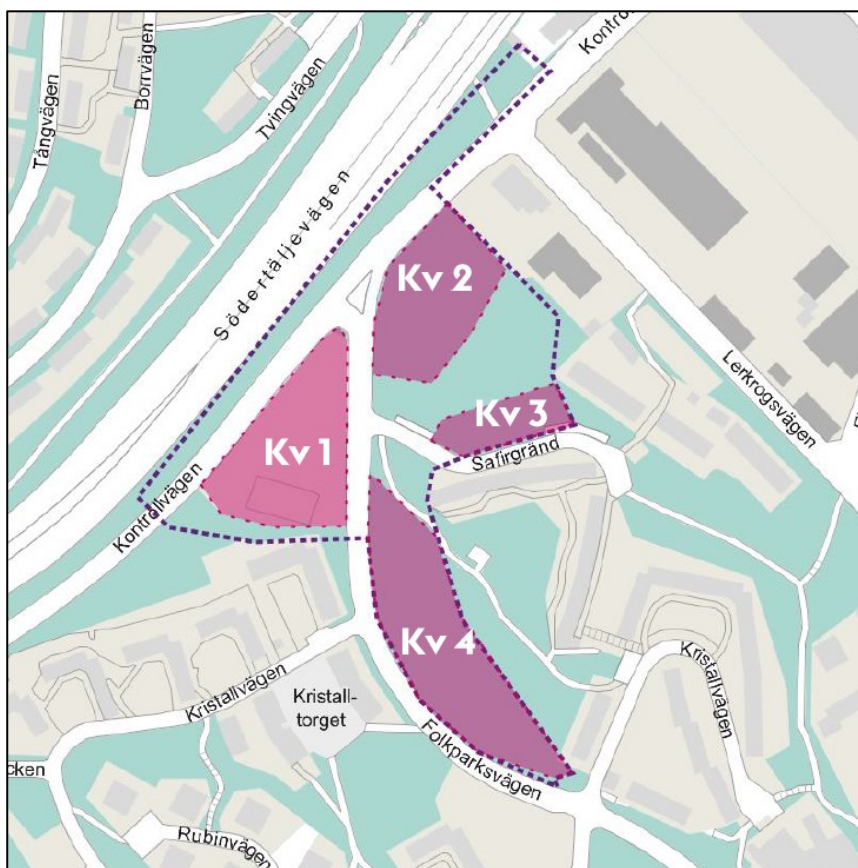


Figur 2. Planområdets utbredning. Området består idag av naturmark/grönytor och vägarna Folkparksvägen, Kontrollvägen och Safirgränd.

1.2 Planerad bebyggelse

Inom planområdet planeras fyra nya kvarter, kvarterens utbredning redovisas figur 3.

Inom kvarteren planeras bostäder samt verksamheter att anläggas. Kvarter 1 har pekats ut som ett problemområde då det idag riskerar att uppkomma betydande volymer stående vatten vid ett skyfall.

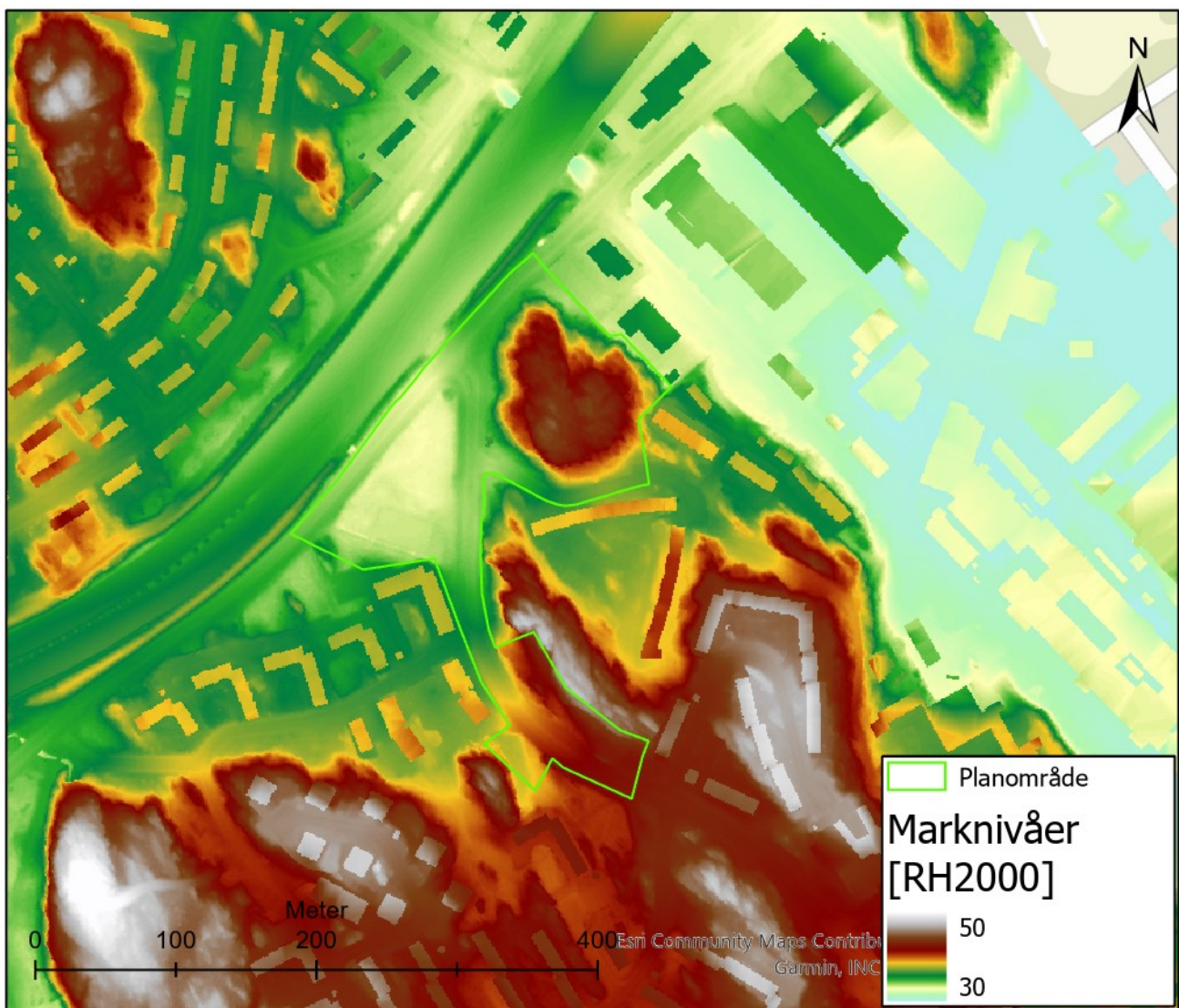


Figur 3. Översiktlig karta över planerad utformning av kvarter inom detaljplanen.

2 Områdesförutsättningar

2.1 Marknivåer

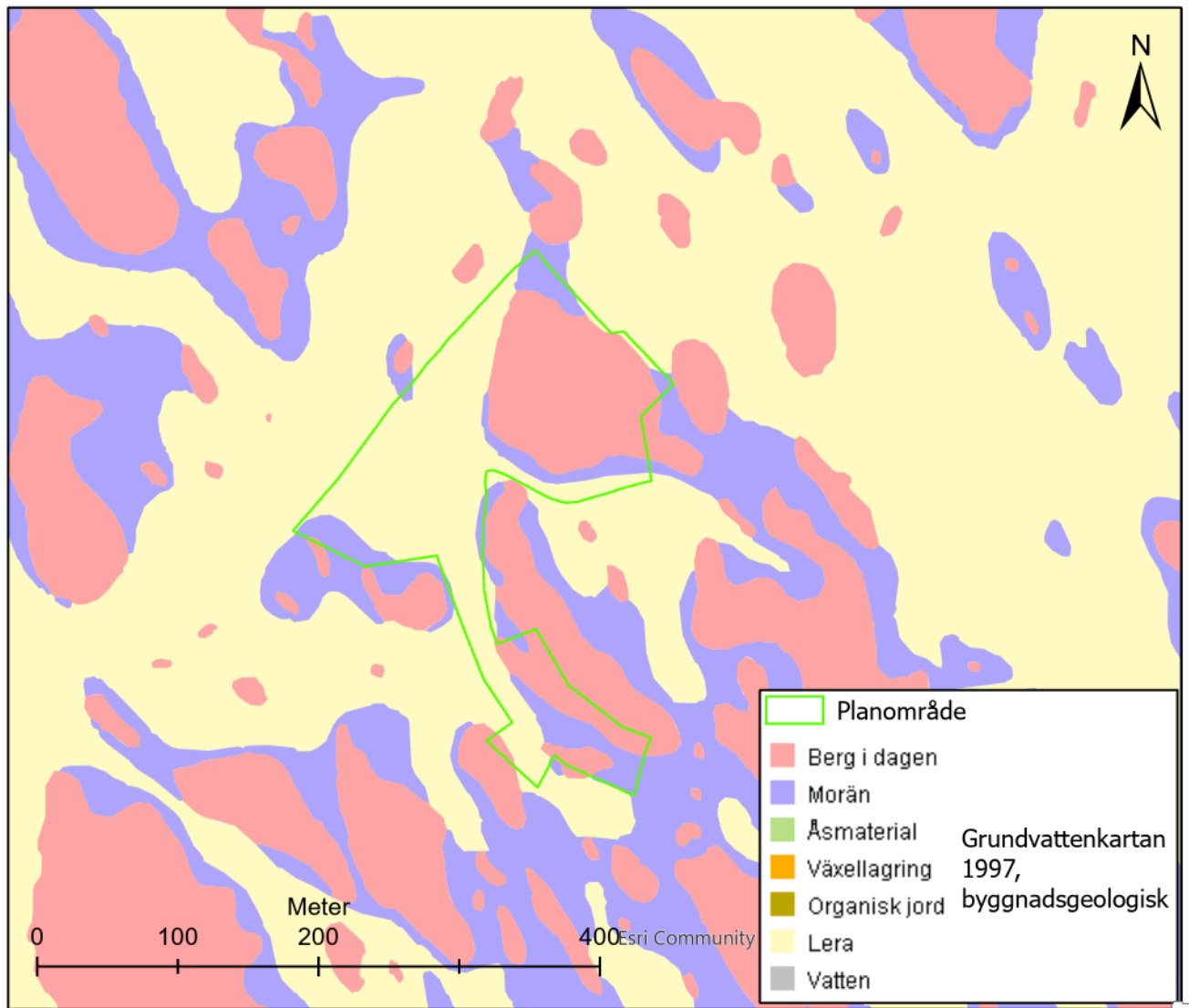
Markhöjderna från bearbetad laserscanning för området finns presenterade i Figur 4 (Stockholms stad, 2016). Ett tydligt lokalt lågområde syns vid området för kvarter 1.



Figur 4. Markhöjder i och runt detaljplaneområdet. Markhöjderna har tagits från bearbetad laserscannad höjdmodell (Stockholms stad, 2016).

2.2 Geoteknik

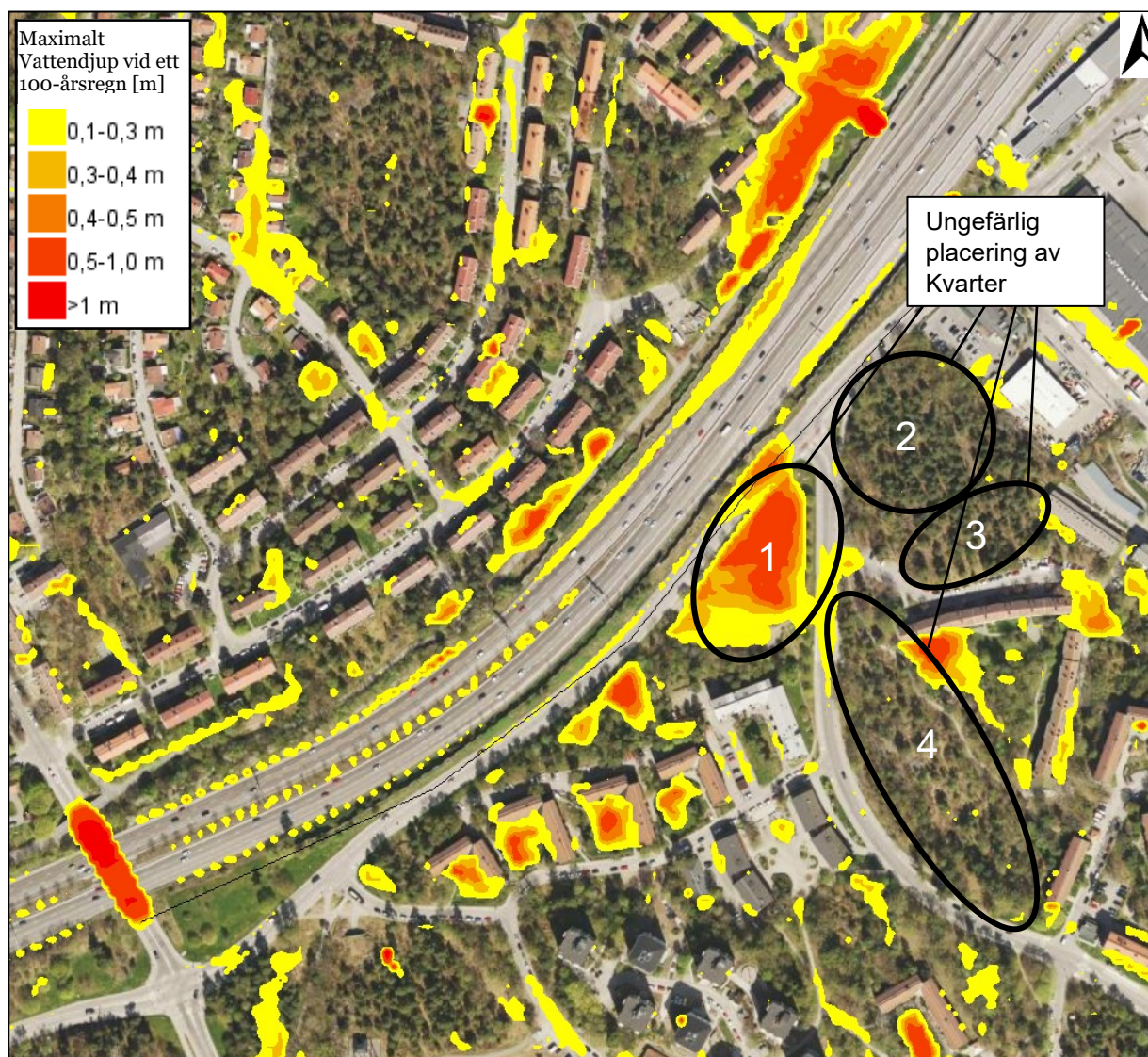
Enligt Byggnadsgeologisk karta består marken inom planområdet till stor del av lera samt urberg, se figur 5. På ett fåtal ställe består marken av morän på urberg (Stockholms stad Geoarkivet, 1997).



Figur 5. Jordartskarta för planområdet samt närliggande områden (Stockholms stad Geoarkivet, 1997).

2.3 Resultat från Stockholms stads skyfallskartering

Kvarter 1 är beläget i ett lågområde där det i nuläget riskerar att ansamlas vatten vid ett 100-årsregn enligt Stockholms stads översiktliga skyfallsmodell, se figur 6 (Stockholm Vatten och Avfall, 2018). Detta gör det olämpligt att bygga inom området enligt Länsstyrelsen för Stockholms län och Boverkets Planbestämmelsekatalog eftersom stående vatten kan skada planerade byggnader och påverka framkomligheten på vägarna (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018).



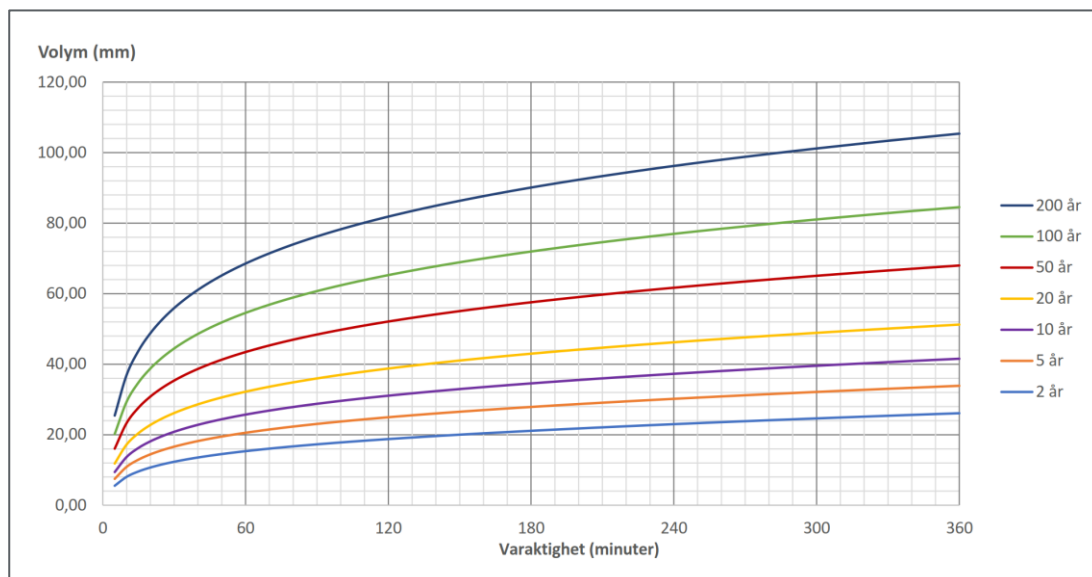
Figur 6. Resultat från Stockholms stads skyfallskartering (Stockholm Vatten och Avfall, 2018).

3 Orientering och definitioner av skyfall

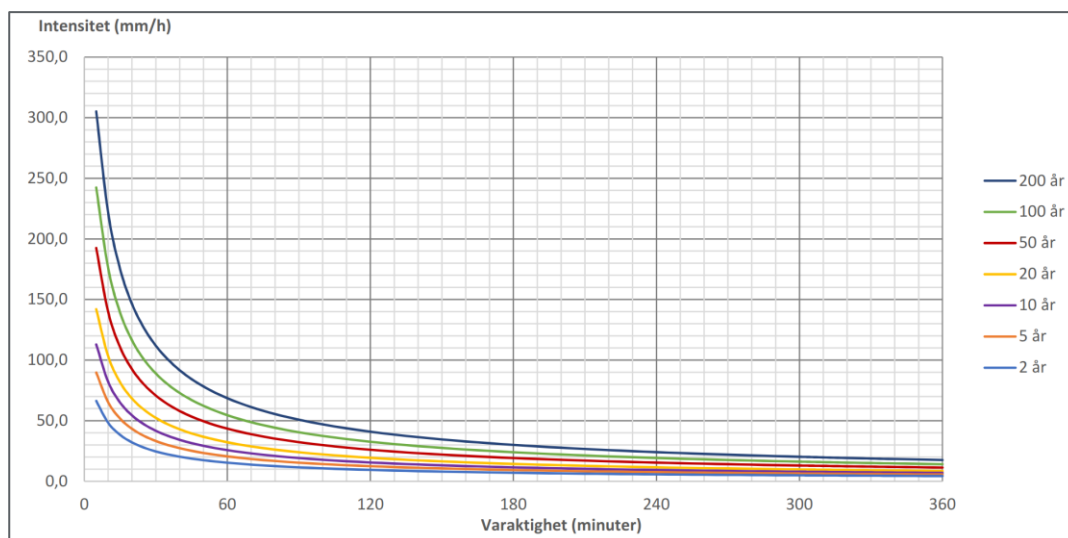
3.1 Definitioner av skyfall

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 istället 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, figur 7, som visar att det regnvolumen ökar med en högre regnvaraktighet. Ett exempel på detta är regnet som föll i maj 2021 där det exempelvis föll 58 millimeter på 24 timmar över Botkyrka och Södertälje (SVT, 2021). Det motsvarar ungefär ett 10-årsregn (Dahlström, 2010). Motsvarande volym om regnet skulle pågått i 1 timme med samma återkomsttid är ungefär en tredjedel av den som inträffade i detta fall. Orsaken till det stora översvämningarna är att stora delar av ledningsnätet är kombinerat spillvatten och dagvatten vilket generellt har lägre kapacitet än rena dagvattennät, se även avsnitt 5.3.1.

Intensiteten för ett regn med en längre varaktighet är dock mycket lägre. Ett exempel i närtid är regnen som inträffade i maj 2021 där 69 mm föll under cirka 36 timmar och den största intensiteten var 7 mm/timme (SMHI, 2021). Skillnaden i intensitet mellan olika varaktigheter kan visas i så kallade intensitets-varaktighetskurvor, se figur 8. Både figur 7 och figur 8 visar också att det inte finns ett entydigt "100-årsregn". Om samma storlek på ett regn, exempelvis 60 mm, faller på 20, 130 minuter respektive 300 minuter kommer återkomsttiden variera mellan 100, 20 eller 10 år. Konsekvenserna av ett regn med 100 års återkomsttid i en stadsmiljö kan således variera kraftigt beroende på om regnet varar i 10 minuter eller 2 timmar även om regnet vid båda tillfällena teoretiskt kan definieras som ett "100-årsregn".



Figur 7. Grafen visar volym och varaktighetskurvor för regn med olika återkomsttid.



Figur 8. Grafen visar intensitets- och varaktighetskurvor för regn med olika återkomsttid.

3.2 Återkomsttid

Begreppet återkomsttid kan vidare illustreras som en riskfaktor. Den återkomsttid som väljs för att dimensionera ett avrinningsystem 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.

3.3 Skyfall och dagvatten

Avrinningsförloppen vid normala regn och skyfall ser helt olika ut. De allra flesta regnen är små och kan i stor utsträckning hanteras i befintliga grönytor och motsvarande infiltrerbara ytor samt ledningsnätet i form av brunnar (hårdgjorda ytor bidrar i princip med hela sin yta till avrinningen efter vätningen). Vid extrema regn eller skyfall kommer infiltrationen i grönytor snabbt att begränsas av markens mättnadsgrad, ledningsnäten kommer gå fulla och vattnet däri leta sig upp i mark för att sedan avrinna vidare åt det håll gatorna lutar (Svenskt Vatten, 2018).

Skyfall i Sverige inträffar nästan uteslutande under juli och augusti då grundvattennivåerna generellt sett är låga. Det kan då initialt finnas en magasineringskapacitet av varierande slag i jordens översta jordlager. Möjligheten till infiltration beror av jordarten vilket också kan variera med fuktigheten i marken, exempelvis kan lera spricka vilket ger en initialt högre infiltrationskapacitet jämfört med om marken varit fuktig (MSB, 2017).

Ett verktyg som kommunerna kan jobba med för att åstadkomma en hållbar dagvattenhantering är planbestämmelser som reglerar minsta andel infiltrationsvänliga ytor eller största tillåtna andel hårdgjort. Planbestämmelserna är essentiella för att minska uppkomsten av dagvatten och dagvattenföroreningar vid normala regn. Vid skyfall kan effekten av planbestämmelsen däremot bli helt överspelad i takt med att marken blir vattenmättad (Svenskt Vatten, 2018).

3.3.1 Skyfall och ledningsnätets kapacitet

Vid stora skyfall har studier visat att uppskattas att endast en femtedel av den totala regnvolymer hanterades i ledningsnätet (SMHI, 2014). Att dimensionera ledningsnät för att hantera skyfallsvolymer med långa återkomsttider är därför inte ekonomiskt försvarbart ur ett samhällsligt 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, så är underjordiska lösningar ofta mångdubbelt dyrare relativt öppna lösningar. Öppna lösningar går dessutom att konstruera så att dess funktion är multifunktionell med 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).

3.3.2 Kombinerade ledningar och risk för översvämningar

I Stockholm finns cirka 200 mil ledningsnät varav cirka 50 % utgörs av ett kombinerat system där spill- och dagvatten avleds i samma ledning (Stockholms stad, 2015). Ett kombinerat ledningsnät är vanliga i områden som anlades före 1960-talet. Kombinerade ledningssystem kan sägas utgöra en riskkonstruktion eftersom ledningsnätets kapacitet kan överskridas vid kraftiga regn med uppdämning i systemet som följd. Uppdämningarna kan i sin tur leda till källaröversvämningar (VA SYD, Lunds Kommun, 2018). Eftersom vattnet från kombinerade ledningar kan innehålla avloppsvatten finns det risk för exponering av bakterier. Kombinerade ledningar är vanligtvis dimensionerade för att hantera regn med 2–5 års återkomsttid till fylld ledning (Malmö Stad, 2017).

3.4 Skyfallsjuridik

Vid kommunal fysisk planering ska kommunen enligt 2 kap 5 § i plan- och bygglagen 2010:900, PBL, ta hänsyn till översvämningsrisker och risker för människors hälsa och säkerhet. Lagrummet preciserar emellertid inte vilken risk (kan här tolkas som återkomsttid för ett skyfall) som anses vara att acceptabelt att planera utefter (Malmö Stad, 2017).

Stockholms Länsstyrelse har tillsammans med Västra Götalands Länsstyrelse tagit fram rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall. I publikationen rekommenderar Länsstyrelserna att ny bebyggelse planeras och byggs så att den inte tar eller orsakar skada till följd av ett regn med minst 100 års återkomsttid, mer om detta i avsnitt 4. Samhällsviktig verksamhet bör planeras för att klara ett regn med längre återkomsttid, en högre säkerhetsnivå, så att funktionen kan upprätthållas även vid större översvämningar. Samhällsviktig verksamhet kan enligt Stockholms Länsstyrelse exempelvis vara verksamhet som vid en störning kan orsaka en större negativ påverkan på samhället. Vidare rekommenderas att riskerna för översvämning till följd av skyfall bedöms i detaljplanarbetet (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018).

Länsstyrelsernas rekommendation om att planera ny bebyggelse för skyfall med 100 års återkomsttid kommer i sin tur från Boverkets tillsvägledning för översvämningar där det uppmärksammas att 100-årsnivån är en lämplig utgångspunkt i det skyfallsförebyggande arbetet. Högre säkerhetsnivåer kan åberopas av kommunen vid behov (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018). Stockholms stad har i linje med Länsstyrelsens rekommendationer valt planera framtida bebyggelse med 100-årsnivån som en miniminivå i väntan på att en nationell standard tydliggörs genom lagstiftning. Att arbetet inriktats mot att staden ska kunna hantera ett 100-årsregn motiveras med:

- 100-årsnivån är en påbörjad praxis i många andra städer
- För att flera Länsstyrelser, bland annat Skånes, Stockholms och Västra Götalands, rekommenderar att samhällsviktig verksamhet ska planeras för att klara minst ett 100-årsregn
- Svenskt vatten rekommenderar i P110 100-årsregn som en lägsta nivå vid ny bebyggelse
- Områden som planeras för att klara ett 100-årsregn utan översvämningar kommer kunna hantera även större regnmängder utan katastrofala följder genom en genomtänkt strategi för höjdsättning

I de fall åtgärder utöver 100-årsnivån kan generera stora mervärden för omkringliggande områden bör de övervägas om lösningarna samtidigt är ekonomiskt och tekniskt försvarbara.

Detaljplaner där risken för översvämningar inte beaktats kan av Länsstyrelsen tas in för prövning enligt 11 kap 10 § PBL. Länsstyrelsen betonar också att avsteg från rekommendationerna ska motiveras genom erforderliga utredningar, till exempel skyfallskarteringar (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018).

3.4.1 Olika lagars rådighet

Vid planering av skyfall- och klimatanpassningsåtgärder är det viktigt att nämna hur stor del av skyfallsproblematiken som respektive lag har rådighet över. Förenklat kan lagrummens rådighet beskrivas som att PBL och lagen om allmänna vattentjänster, LAV, tillsammans reglerar normala regn och skyfall med en lägre återkomsttid än 10 år för ny bebyggelse inom detaljplan och verksamhetsområde för dagvatten. För befintlig bebyggelse finns krav om att klara normala regn upp till 10 års återkomsttid inom detaljplan och verksamhetsområde för dagvatten. Lagrummen hanterar således inte större skyfall för befintlig bebyggelse och utanför detaljplanelagt område och verksamhetsområde för dagvatten i ett avrinningsområde (Svenskt Vatten, 2018). Kommunen eller VA-huvudmannen ska dock alltid vara beredd att ta ställning till om det kan finnas behov av att utvidga verksamhetsområdet med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljö inom kommunens gränser (Svenskt Vatten, 2016).

3.4.2 Skyfall och vikten av samverkan

En stor svårighet med att hantera skyfall i framtidens städer är att många av de yttre förutsättningarna så som höjdsättning och placering av byggnader, redan är beslutade och byggda. En ytterligare komplicerande faktor är att den lagstiftning som finns inte är skriven med skyfall och hållbar dagvattenhantering i åtanke. En avgörande faktor för att nå framgång i det skyfallsförebyggande arbetet är därför samverkan i samhällsbyggnadsprocessen, speciellt då ingen part har egen rådighet över skyfallshanteringen. Detta är av extra vikt då skyfall inte förhåller sig till några mänskligt skapade administrativa gränser (Svenskt Vatten, 2018).

3.5 Skyfall och klimatförändringar

Förändringar i nederbördsmängd är att förvänta till följd av ändringar i klimat. Storleken på de förväntade förändringarna i nederbörd är beroende av vilka åtgärder som vi ansätter för att minska andelen växthusgaser i atmosfären. Svårigheten blir därmed att uppskatta vilket framtidsscenario som är mest troligt med avseende på växthusgasutsläpp och kompenserande åtgärder. Förväntade förändringar beror också på vilket regn som studeras. De största förändringarna i intensiv nederbörd förväntas för skyfall mer kort varaktighet, mindre än en timme (MSB, 2017; Svenskt Vatten, 2016).

RCP 4.5 är ett klimatscenario som innebär stringent klimatpolitik och att utsläppen av koldioxid ökar något för att sedan kulminera till 2040. RCP 4.5 bedöms vara mer sannolikt i förhållande till klimatscenerierna RCP 6 och 8.5 som innebär att utsläppen ökar betydligt, 75–300 %, fram till 2060–2100 (SMHI, 2020). För RCP 4.5, uppskattas ett regn med 100-års återkomsttid bli 20–30 % mer kraftfullt (Svenskt Vatten, 2018) där den större procentsatsen hänger ihop med kortare varaktigheter (MSB, 2017). Det innebär i sin tur att ett regn som i dag betraktas som ett 100-årsregn kommer att inträffa oftare i framtiden. Om regnintensiteten exempelvis ökar med 25 % till slutet av seklet, som brukar antas i dag, skulle det innebära att sannolikheten för ett befintligt 100-årsregn fördubblas (MSB, 2017).

4 Länsstyrelsen Stockholms rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall

4.1 Hantering av skyfall på detaljplanenivå

Stockholms Länsstyrelse rekommenderar att hantering av översvämningssrisker till följd av skyfall ska göras med utgångspunkt från de ställningstaganden som angetts för skyfallshantering i översiktsplanen (eller här utvecklingsplan och dess bakomliggande planeringsunderlag) (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018). Det ska också säkerställas att den placering av byggnader som föreslås är lämplig bland annat med avseende på skyfallsrisker. Kommunen kan exempelvis styra markanvändningen så att låglänta områden reserveras för mångfunktionella ytor som kan översvämmas exempelvis i form av park eller naturmark där skyfallsproblematik föreligger. Ytor som är belägna på högre höjder kan på motsvarande sätt reserveras för bebyggelse. Länsstyrelserna betonar att kommunen i planbeskrivningen behöver förtydliga hur översvämningssrisker har hanterats genom att:

1. Redovisa hur detaljplanen förhåller sig till risken för översvämning. Det kan exempelvis göras baserat på den kommunövergripande skyfallskartering som kommunen tagit fram. Vid behov kan ett mer detaljerat underlag behöva tas fram. Exempelvis en mer detaljerad skyfallskartering baserat på en markmodell med minst 2x2 m upplösning som eventuellt kopplas till ledningsnätet i utredningsområdet för bättre noggrannhet.
2. Redovisa konsekvenser av den planerade exploateringen för områden med förekommande översvämningssrisk tillsammans med de riskreducerande åtgärder som föreslagits.
3. Redovisa vilka eventuella risker som inte hanterats i detaljplanen och varför.

Länsstyrelserna hänvisar även till Boverkets planbestämmelsekatalog, se Utdrag 1 från Boverkets planbestämmelsekatalog som säger att det är olämpligt att bebygga lågpunkter och avrinningsstråk med undantag för pelarkonstruktioner.

PLANBESTÄMMELSEKATALOGEN

Boverkets Planbestämmelsekatalog innehåller alla kända exempel på planbestämmelser som Boverket och tidigare motsvarande centrala myndigheter har rekommenderat i allmänna råd eller särskilda vägledningar. En av de viktigaste parametrarna för att skydda byggnader från skador till följd av ett skyfall är att höjdsätta marken eller byggnaden i sig. Höjdsättning är också möjligt att använda för att trygga vägar som behöver vara framkomliga. Även befintliga avrinningsstråk över kvartersmark kan behållas med hjälp av höjdsättning i plankartan. Nedan exemplifieras planbestämmelser som kan användas för att skydda bebyggelse mot översvämningar till följd av skyfall:

- Mark som ej får bebyggas. I princip är det olämpligt att bebygga lågpunkter och avrinningsstråk, med möjligt undantag för byggnation på pelarkonstruktioner. Skyfallsvägar ska därför vara fria från byggnation. (4 kap. 5 §)
- Markens höjd över nollplanet ska vara [hojd:decimaltal] m (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Dagvattendike med en bredd av [bredd:decimaltal] meter och ett djup av [djup:decimaltal] meter [text] (4 kap. 5 § 1 st 2 p)

- Översvämningssyta (4 kap. 8 § 1 st 2 p)
- Vall med en höjd av [hojd:decimaltal] meter över anslutande marknivå (4 kap. 12 § 1 st 1 p)
- Anlagd våtmark med en yta av [yta:decimaltal] kvadratmeter (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Endast källarlösa hus (4 kap. 16 § 1 st 1 p)
- Byggnaden ska utformas och utföras så att naturligt översvämande vatten till nivån +00 inte skadar byggnaden (4 kap. 16 §)
- Markytan får inte hårdgöras (4 kap. 16 §)
- Damm. Största djup är [djup:decimaltal] meter [text] (4 kap. 5 § 1 st 2 p)
- Dagvatten ska avledas till [utforande:text] (4 kap. 16 § 1 st 1 p)
- Det krävs marklov, om kommunen har bestämt det i detaljplanen, för markåtgärder som kan försämra markens genomsläpplighet. (9 kap. 12 § 3 p)

All hänvisning till PBL 2010:900.

Utdrag 1. Från Boverkets Planbestämmelsekatalog.

4.2 Eventuella skyddsåtgärder för skyfall

Skyddsåtgärder som utgör en förutsättning för att klara lämplighetskrav med avseende på översvämningar för en detaljplan behöver säkerställas. Det kan exempelvis göras genom avtal som reglerar att åtgärden byggs. De villkorade åtgärderna förutsätts då vara så pass preciserade att det inte råder några tvivel om att de är genomförbara, även på längre sikt (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018).

För större skyddsåtgärder inom ett område anser Länsstyrelserna att det är lämpligt att kommunen är huvudman och ansvarar för att åtgärden utförs respektive underhålls (Länsstyrelsen i Stockholms län och Västra Götalands Län, 2018). Eftersom skyfallsåtgärder kan kräva stora åtgärder som spänner över ett område större än en detaljplan kan det vara lämpligt för kommunen att se över åtgärder på en mer översiktlig planeringsnivå. Speciellt med tanke på att skyfall inte känner några gränser och då inget eget teknikområde har egen rådighet över skyfallsfrågan.

5 Stockholm stads dagvattenstrategi

Som beskrivet tidigare behöver generellt skyfall och dagvatten hanteras på olika sätt eftersom de omfattar två olika skalor av regn. Det finns emellertid skärningspunkter mellan de två, skyfalls- och dagvattenhantering, som det kan vara värt att betona. Eftersom Stockholm stad i dag inte har någon specifik skyfallsplan har vi istället valt att översiktligt lyfta några aspekter från Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015). Dagvattenstrategin består av fyra mål där följande tre punkter anses vara av relevans för skyfallshanteringen:

5.1 Mål nummer 2 - Robust och klimatanpassad dagvattenhantering

Här nämns extrema nederbördstillfällena och behovet av klimatanpassningsåtgärder inför de intensivare regn som förväntas till följd av ett förändrat klimat. Vid större regn, som skyfall, ska höjdsättningen och placeringen av byggnader vara anpassade så att vattnet kan avrinna yttligt utan att orsaka skador. För befintlig bebyggelse är konsekvensanalyser en viktig insats i arbetet för ett klimatanpassat Stockholm. Med ovanstående i beaktning behöver Stockholm stad välja en rimlig skyddsnivå och risknivå (återkomsttid för skyfall som detaljplanen planeras utifrån) i förhållande till föreliggande översvämningrisker till följd av ett skyfall.

5.2 Mål nummer 3 – Resurs och värdeskapande för staden

Här betonas vikten av att i första hand välja öppna lösningar. Öppna lösningar är inte bara mångdubbelt billigare än underjordiska magasin, de bidrar också ofta till att uppfylla fler värden än de vattenmässiga. Det kan exempelvis handla om grönytor för biologisk mångfald, minskad temperatur i staden, mer infiltration av vatten och närheten till grönområden kan också bidra med sociala värden för människan. Då skyfall med en lång återkomsttid till sin natur är sällsynta, är det både miljö- och kostnadseffektivt att utforma åtgärder som bidrar med fler nyttor än fördröjning så att skyfallsanläggningen kan användas även när det inte regnar intensivt.

5.3 Mål nummer 4 – Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

I mål nummer fyra betonas bland annat vikten av samverkan och samsyn i åtgärdsarbetet för att uppnå en hållbar dagvattenhantering vilket, som vi beskrivet tidigare, är helt tillämpligt i skyfallsarbetet. Om åtgärderna i utsträckningen genomförs är det av stor vikt att ansvarsfördelningen för driften mellan förvaltningar och bolag är väl genomtänkt. De åtgärder som införs behöver också vara kostnadseffektiva i proportion med nyttan för anläggningen. Här betonas också vikten av att hantera dagvattenfrågan, eller här skyfallsfrågan, i ett vidare perspektiv då vatten inte känner några administrativa plangränser.

6 Skyfallmodell Norra Folkparksvägen

6.1 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.

Skyfallskarteringen över norra Folkparksvägen i Stockholm har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell som byggts upp i programvaran MIKE 21. Skyfallsförloppet i modellen beräknas genom att lösa Navier-Stokes ekvationer som bygger på bevarandet av massa och rörelsemängd.

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).

6.1.1 Modellområde

Modellområdet motsvaras av avrinningsområdet till planområdet samt intilliggande områden som planområdet riskerar påverka, se Figur 9. Det har tagits fram med avrinningsanalys av laserscannat höjddata. Vatten flödar ut ur modellområdet längs Lerkrogsvägen.



Figur 9. 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 skyfallshanteringen där. Vatten flödar ut ur modellområdet längs Lerkrogsvägen

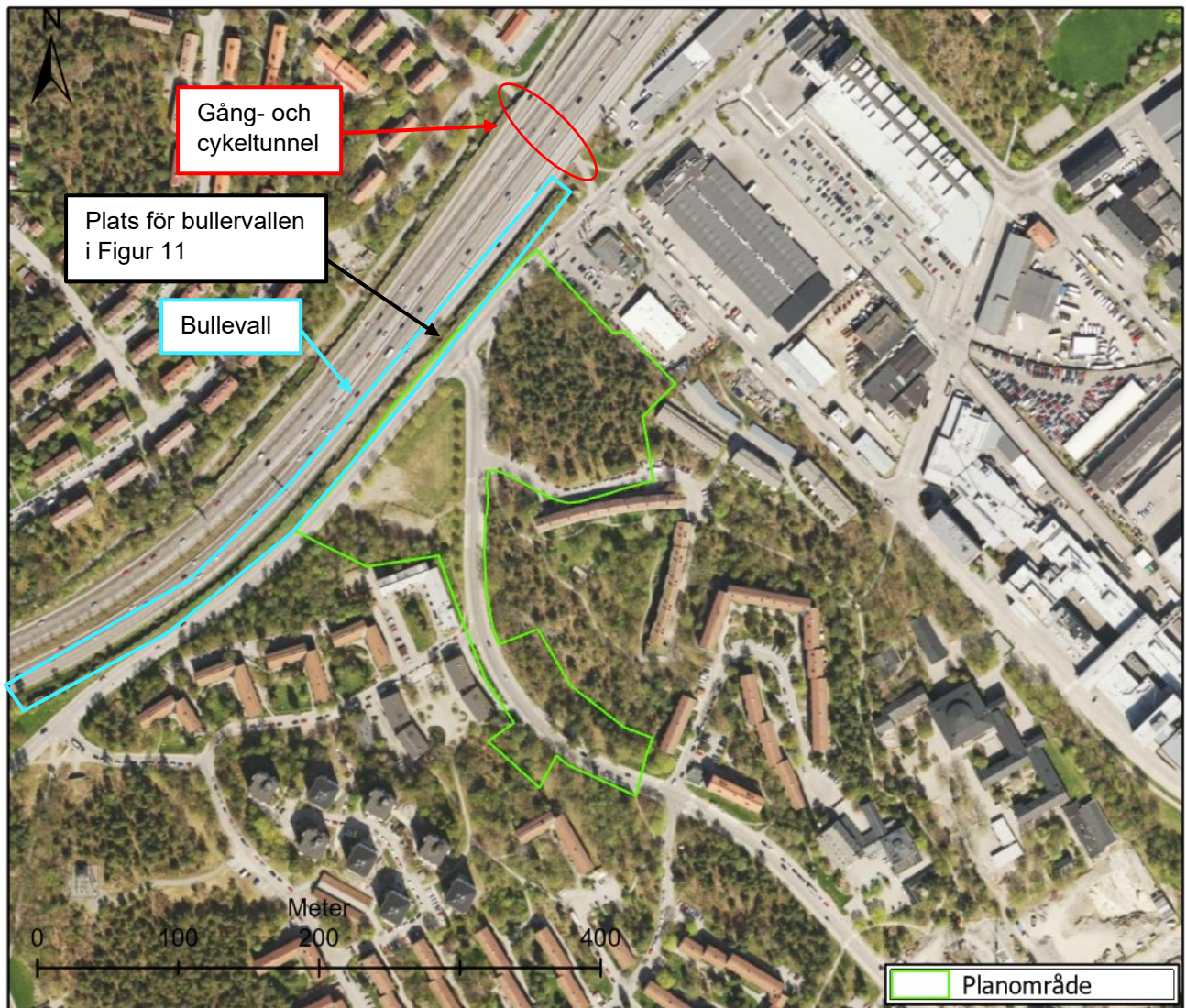
6.1.2 Modellerade scenarier

De scenarier som har utretts för Norra Folkparksvägen är:

- **Scenario 0** – Befintliga förhållanden
- **Scenario 1** – Framtida detaljplan för Norra Folkparksvägen inklusive översvämningsyta för kvarter 1

6.2 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. Exempel på detta är gång och cykeltunneln under E4 och bullervallen mot E4 som har antagits vara tät.



Figur 10. Plats för befintlig bullervall och gång och cykeltunnel.



Figur 11. Bullervallen i korsningen Folkparksvägen Kontrollvägen. Bullervallen antas vara tät

6.2.1 Befintliga förhållanden

Terrängmodellen för befintliga förhållanden baseras på laserskannade 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.

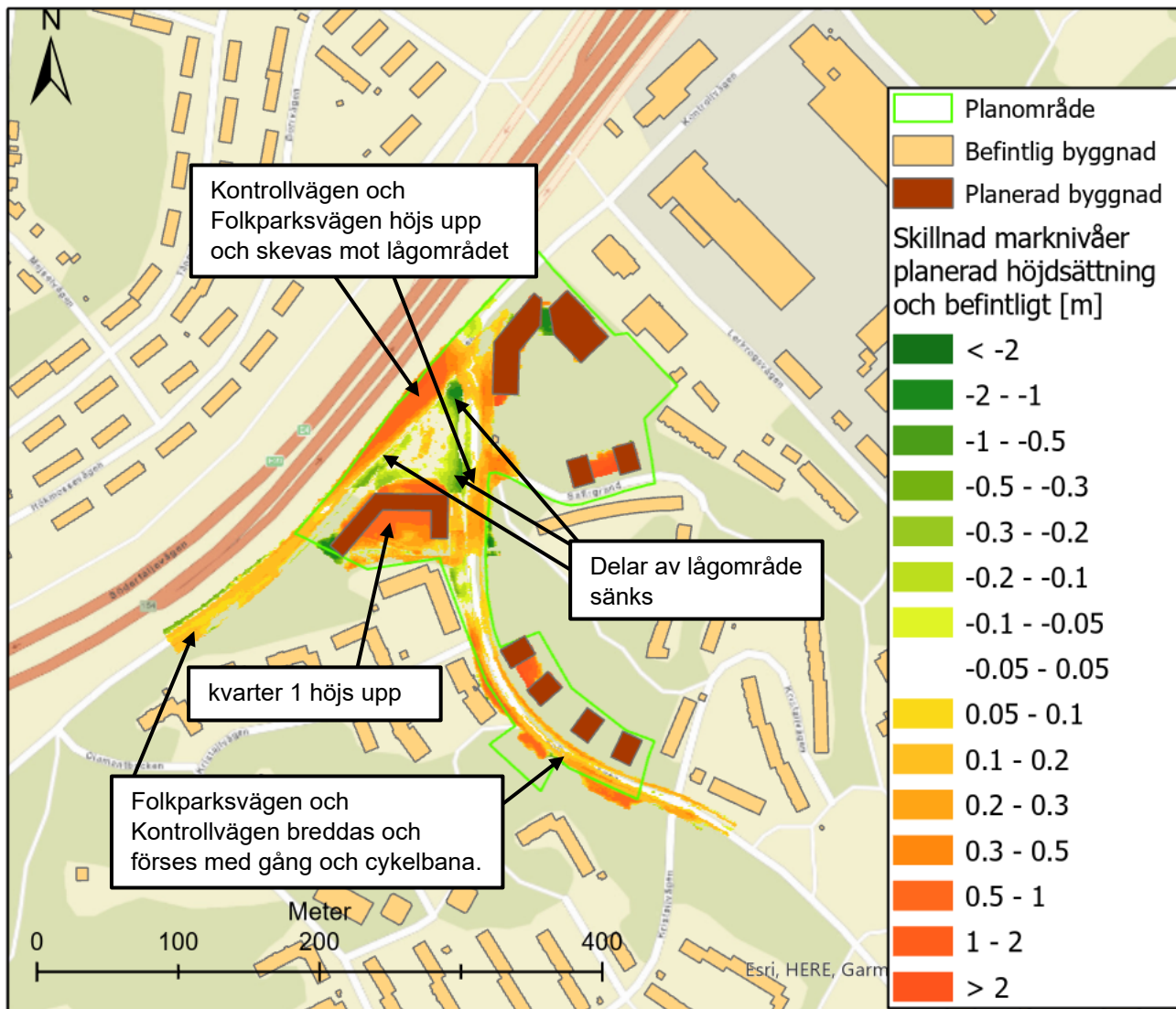
6.2.2 Planerad utformning

För att kunna lösa skyfallsproblematiken på kvarter 1 har höjdmmodell för planerad utformning gjorts i flera steg där samordning gjorts med vägprojektörer, arkitekter, Stockholms stad, mm. Endast underlaget för den simulering som redovisas i denna rapport redovisas nedan. Bearbetningen av framtida höjdmmodell har gjorts i flera steg, Projekterat data för planerad höjdsättning, som har använts tillsammans med befintlig laserskanning för att skapa höjdmmodell över framtida förhållanden, finns redovisat i Tabell 1. Höjdmmodellen har skapats med geodatabearbningsprogrammet FME och ArcGIS pro. Efter samråd med vägprojektörer har Folkparksvägen och Kontrollvägen ändrats ytterligare för att skapa en skevning av vägarna för att göra det möjligt att komma fram vid extrema regn. För byggnader har marken höjts upp 2 meter jämfört med befintlig eller planerad nivå.

Skillnader mellan befintlig och planerad höjdmödel som används i simuleringarna redovisas i Figur 12. Folkparksvägen och Kontrollvägen breddas och förses med gång och cykelbana. Vid lågområdet vid Södertäljevägen höjs de lägre partierna på Folkparksvägen och Kontrollvägen upp till +34,1 [RH2000]. Även innergården för kvarter 1 höjs upp. Själva lågområdet sänks så att hela den kvarvarande ytan får samma nivå som befintlig lägstanivå, + 33,0 [RH2000].

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

Typ	Källa	Datum	Filnamn
Höjdsättning gata Folkparksvägen och Kontrollvägen	Structor	2021-06-29	ACAD-T-33-V-900 TOTAL TOPP GATA-Model_20210629.dwg
Skarabén illustrationsplan	Stockholmshem	2021-06-11	Skaraben_Stockholmshem_AWL_fotavtryck_210611.dwg
Situationsplan Skanskas fastigheter	Skanska	2021-07-02	210702_SITUATIONSPLAN SWEREF V2013.dwg
Situationsplan Viktor Hansons fastigheter	Viktor Hanson	2021-06-10	210610_Fotavtryck_meterskala.dwg



Figur 12. Skillnader mellan befintlig och planerad höjdsättning. Folkparksvägen och Kontrollvägen breddas och förses med gång och cykelbana. Vid lågområdet vid Södertäljevägen höjs de lägre partierna på Folkparksvägen och Kontrollvägen upp till +34,1 [RH2000]. Även innergården för kvarter 1 höjs upp. Själva lågområdet sänks så att hela den kvarvarande ytan får samma nivå som befintlig lägstanivå.

6.3 Nederbörd

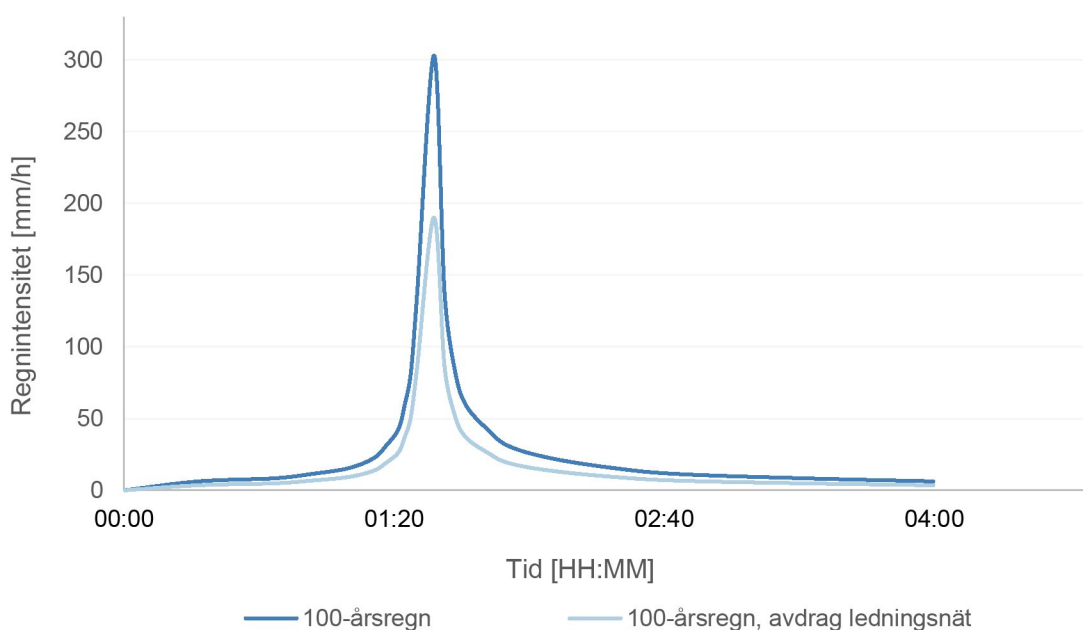
Vid skyfallskartering används olika typer av konstruerade regntillfällen. Dessa bygger på intensitetsvaraktighetssamband som gäller för hela Sverige då regionala skillnader är små för extrema nederbördstillfällen.

6.3.1 Klimatfaktor

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).

6.3.2 Typ av regn och varaktighet

Skyfallskarteringen över Norra Folkparksvägen har genomförts för ett 100-årsregn med 4 timmars varaktighet. För att säkerställa att allt vatten hunnit rinna till respektive lågområden har modellen sedan tillåtit köra ytterligare 2 timmar utan regn. Regnet som använts är ett så kallat "designregn" av CDS-typ vilket består av flera blockregn med olika varaktigheter och intensiteter för den valda återkomsttiden, Figur 13 (Svenskt vatten, 2011).

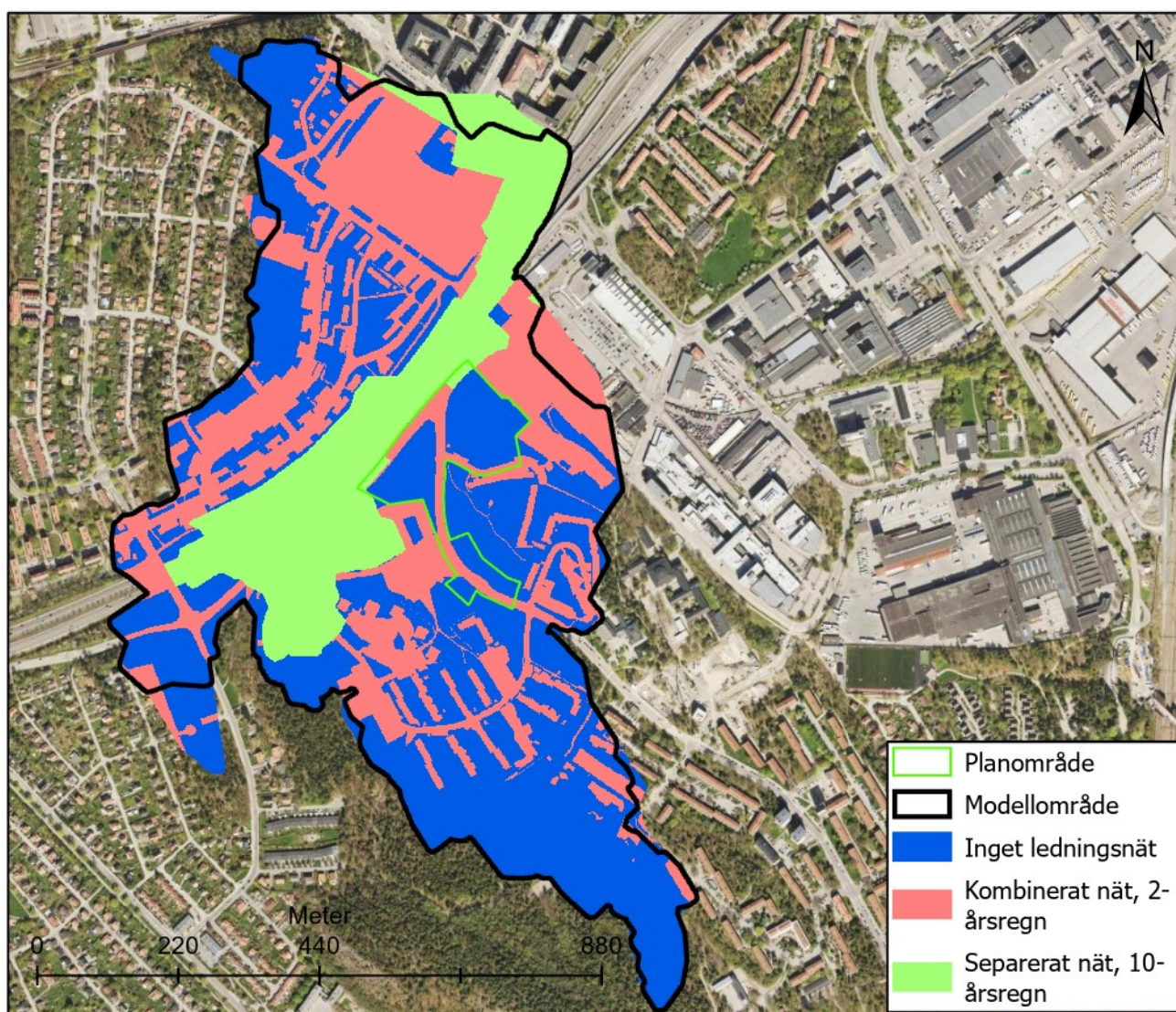


Figur 13. CDS-regn som använts i skyfallskarteringen med 100 års återkomsttid. Mörkblå linje visar regnets fulla intensitet. Ljusblå linje visar intensiteten efter att avdrag gjorts för ledningsnätets kapacitet och används på ytor som antas vara ansluta till ledningsnätet.

6.3.3 Kapacitet ledningsnät

6.3.3.1 Befintliga förhållanden

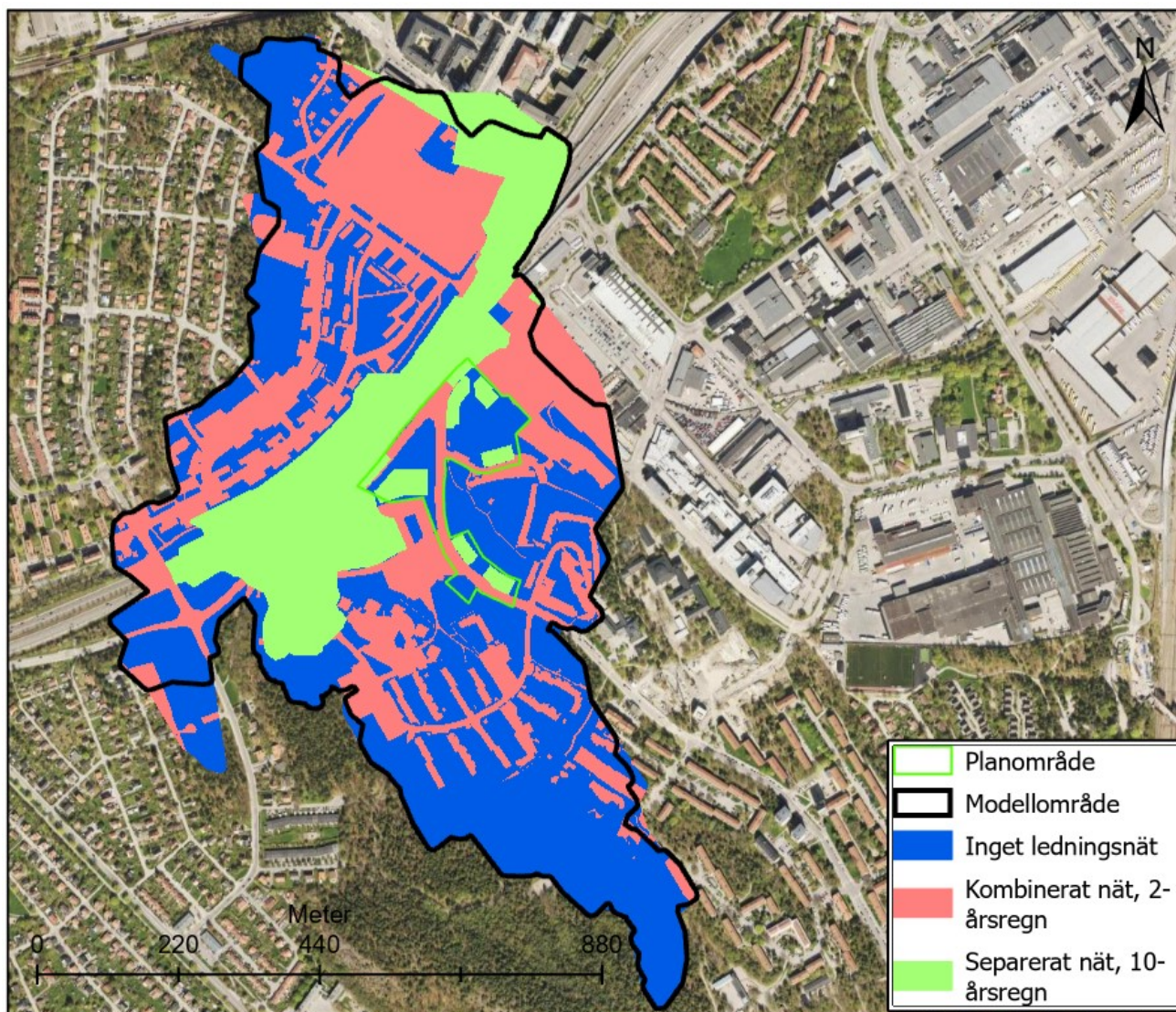
Enligt Stockholm vatten och avfalls karta över tekniska avrinningsområden leds delar av avrinningsområdet till Årstaviken via dagvattenledningar. För dessa delar har ett avdrag för ledningsnätets kapacitet gjorts motsvarande ett 10-årsregn av CDS-typ med samma varaktighet som 100årsregnet, se Figur 14. För övriga ledningar är ledningsnätet kombinerat och leds till Henriksdals reningsverk. För att inte underskatta översvämningsrisken har avdrag gjorts där för en kapacitet på ett 2-årsregn.



Figur 14. Kapacitet ledningsnät befintliga förhållanden, områden utan ledningsnät är mestadels grönytor.

6.3.3.2 Framtida förhållanden

Utöver de avdrag för ledningsnätet som gjorts för befintliga förhållanden har det antagits att åtgärdsnivån för följs för detaljplaneområdet. Det har antagits motsvara ett 10-årsregn utan klimatfaktor, se Figur 15. Detta har förankrats med Stockholms stad.



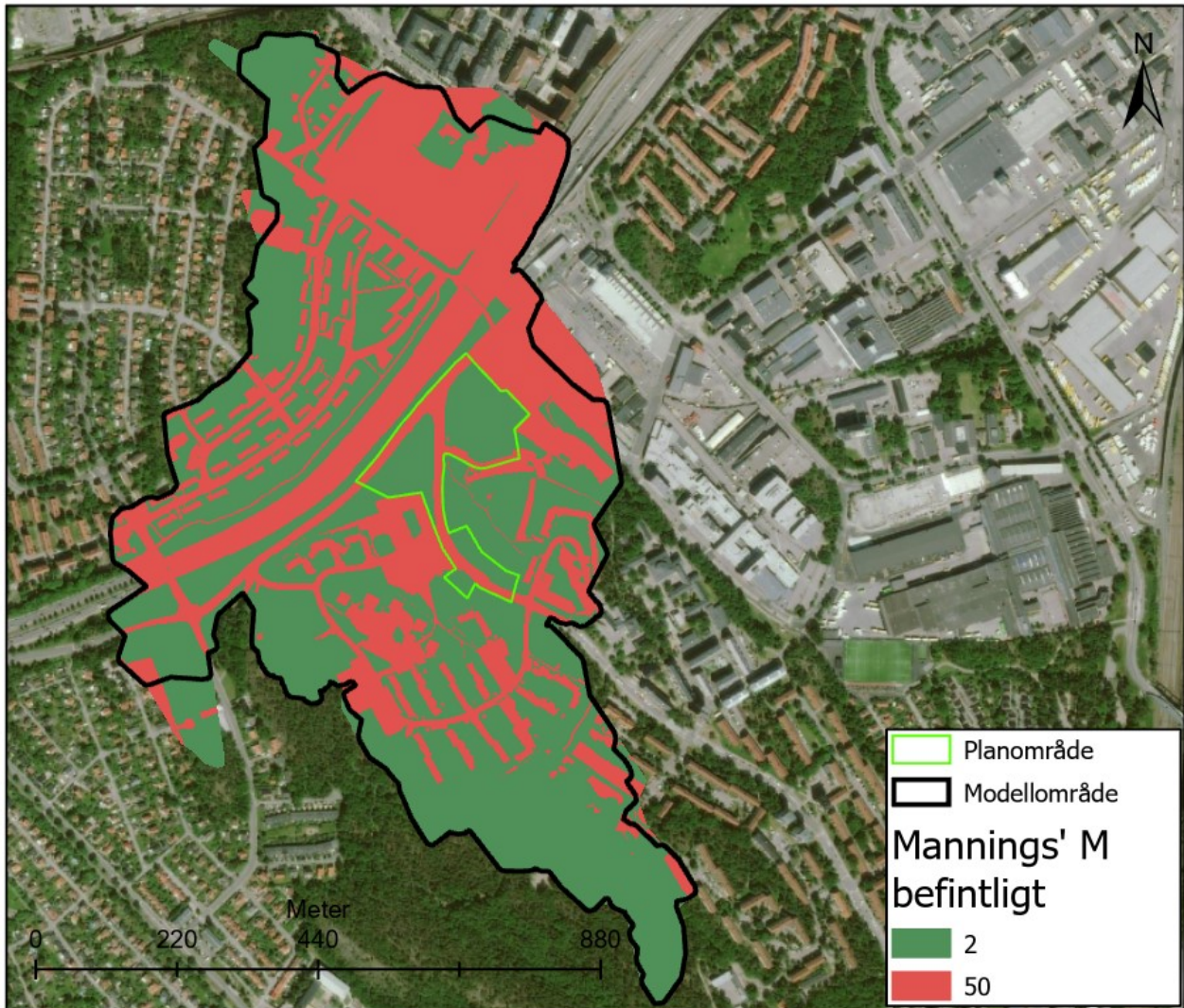
Figur 15. Kapacitet ledningsnät för framtida förhållanden, områden utan ledningsnät är mestadels grönytor.

6.4 Markens råhet

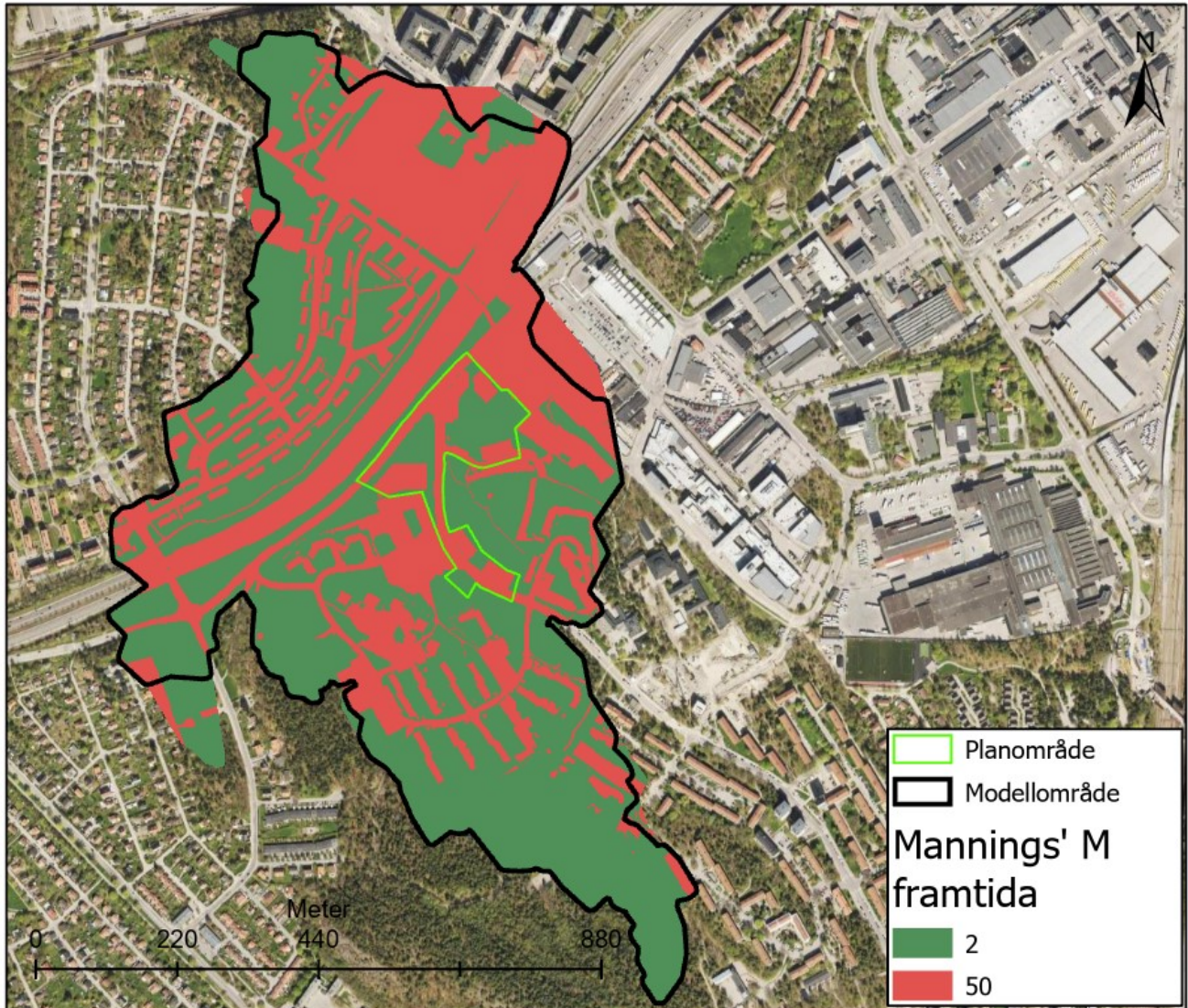
När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror till stor del på markens råhet och påverkar vattnets utbredning, djup och hastighet. Råheten beskrivs med Mannings tal, M . Ett högt värde på M motsvarar låg friktion medan lägre värden motsvarar högre friktion mellan vattnet och markytan. För att kontrollera antalet variabler i modeller har Mannings M i denna modell endast antagits vara mycket högt, 50, och mycket lågt, 2. För att bestämma markens råhet för olika ytor användes Grundkartan, se avsnitt 6.2.2. tillsammans med Stockholms stads ortofoto, daterat 2016. Värden som använts i skyfallskarteringarna presenteras i tabell 2 och områden med olika Mannings' M för befintligt presenteras i Figur 16 och för framtida förhållanden i Figur 17.

Tabell 2. Värden på Mannings tal som använts i skyfallskarteringerna för olika ytor. Ytorna har klassats utifrån grundkartan och Stockholms stads ortofoto, daterat 2016.

Yta	Mannings tal M
Grönytor	2
Hårdgjort inklusive tak	50



Figur 16. Manning's M för befintliga förhållanden.



Figur 17. Manning's M för framtida förhållanden. Inom för den planerade kvarteren har grönytor, högst Manning's M ersatts med hårdgjorda ytor, lågt Manning's M.

6.5 Infiltration

Markens infiltrationskapacitet styr hur mycket och hur snabbt vatten kan infiltrera genom markytan. I skyfallsberäkningarna har en infiltrationsmodul använts som tar hänsyn till markens porositet, magasinskapacitet, perkolation och initial vattenhalt. Information om jordarter i området har hämtats från Byggnadsgeologisk karta (Stockholms stad Geoarkivet, 1997). Anledningen till den höga åldern på datat är att geologisk sondering över stora områden är mycket tidskrävande och kostsamt, varför det endast har gjorts vid ett fåtal tillfällen. I den använda infiltrationsmodulen har det antagits att det översta jordlagret i bebyggda områden består av matjord eller uppluckrad jord med förhöjd infiltrationskapacitet. Värderna som använts i skyfallskarteringen presenteras i

tabell 3.

Tabell 3. Värderna som använts i infiltrationsmodulen för olika jordarter och beskriver infiltrationskapacitet, porositet, mäktighet, perkolation samt initial vattenhalt. Information om jordarter har hämtats från (Stockholms stad Geoarkivet, 1997).

Jordart	Infiltration (mm/h)	Porositet (-)	Mäktighet (m)	Perkolation (mm/h)	Vattenhalt (%)
Berg med jordtäckte	36	0,4	0,1	0,04	20
Sandig morän	36	0,4	0,3	3,6	30
Lera	4	0,4	0,3	0,04	45
Fyllning	72	0,4	0,3	36	20
Hårdgjort	0	0,05	0,1	0	0

6.6 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 Norra Folkparksvägen.

Att göra ett schablonmässigt avdrag för ledningsnätets kapacitet är ett förenklat förfarande som medför vissa begränsningar. Dels är antagandet att klara 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. Kapaciteten på ledningsnätet kan även variera över området, även om det är kombinerat eller separerat. Ju närmre det simulerade regnet ligger ledningsnätet kapacitet, desto större blir osäkerheten (MSB, 2017). Detta är relevant i detta fall där översvämningsrisken vid ett lågområde analyseras; eftersom det vid längre varaktigheter kombinerat med låg kapacitet eller igensatt ledningsnät kan leda till högre större vattenmängder än vid ett kortare, mer intensivt regn.

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 istället 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.

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 kan uppskattas med hjälp av SGUs jordartskartor. Dessa 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. Därför används i denna utredning mer detaljerat data från Stockholms stads geoarkivet (Stockholms stad Geoarkivet, 1997). Det finns inte heller några referensvärden för olika jordarters infiltrationsförmåga i de vägledning som finns framtagna för skyfallskarteringar varför en känslighetsanalys kan vara särskilt motiverat.

Modellens upplösning bidrar med osäkerhet i skyfallskarteringar genom att "smeta ut" verkliga höjdskillnader till den cellstorlek som höjddatat 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.

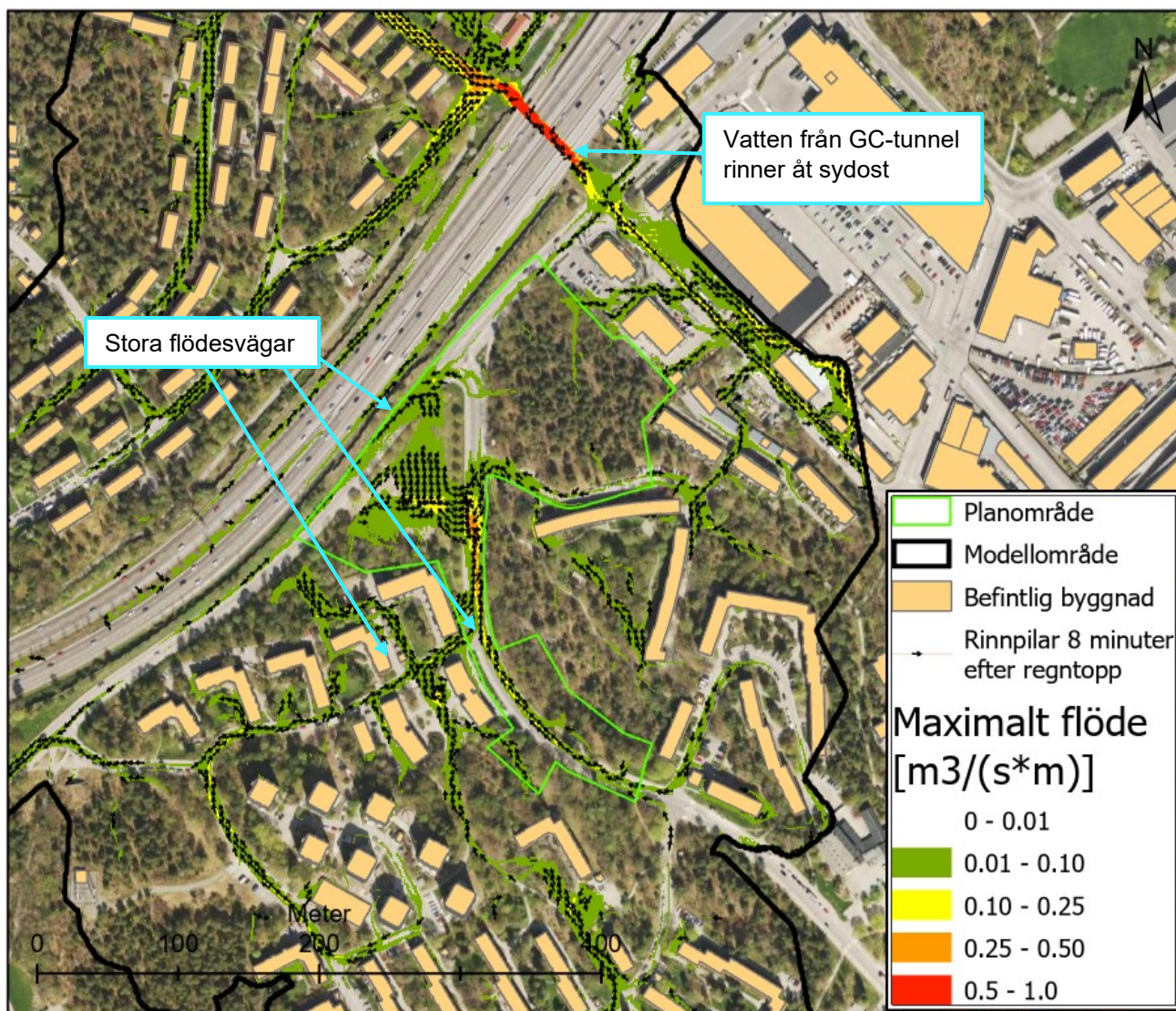
7 Resultat

Skyfallskarteringen av norra Folkparksvägen visar de översvämningar som beräknas uppstå till följd av studerat skyfall före och efter exploatering i området. Resultatet för befintlig situation redovisas i bilaga 1A-1C och för framtida förhållanden i bilaga 2A-2D. Bilagorna visar maximalt vattendjup, vattenflöde och vattenhastighet under hela simuleringsperioden. De maximala värdena som presenteras behöver nödvändigtvis inte inträffa vid samma tidpunkt. Detta eftersom samma intensitet faller över hela modellområdet vid en given tidpunkt varför, beroende på topografi och friktion (Mannings M) leder till att maximala värden inträffar vid olika tidpunkter.

7.1 Simulering 0: 100-årsregn, befintliga förhållanden

7.1.1 Flödesvägar för befintliga förhållanden

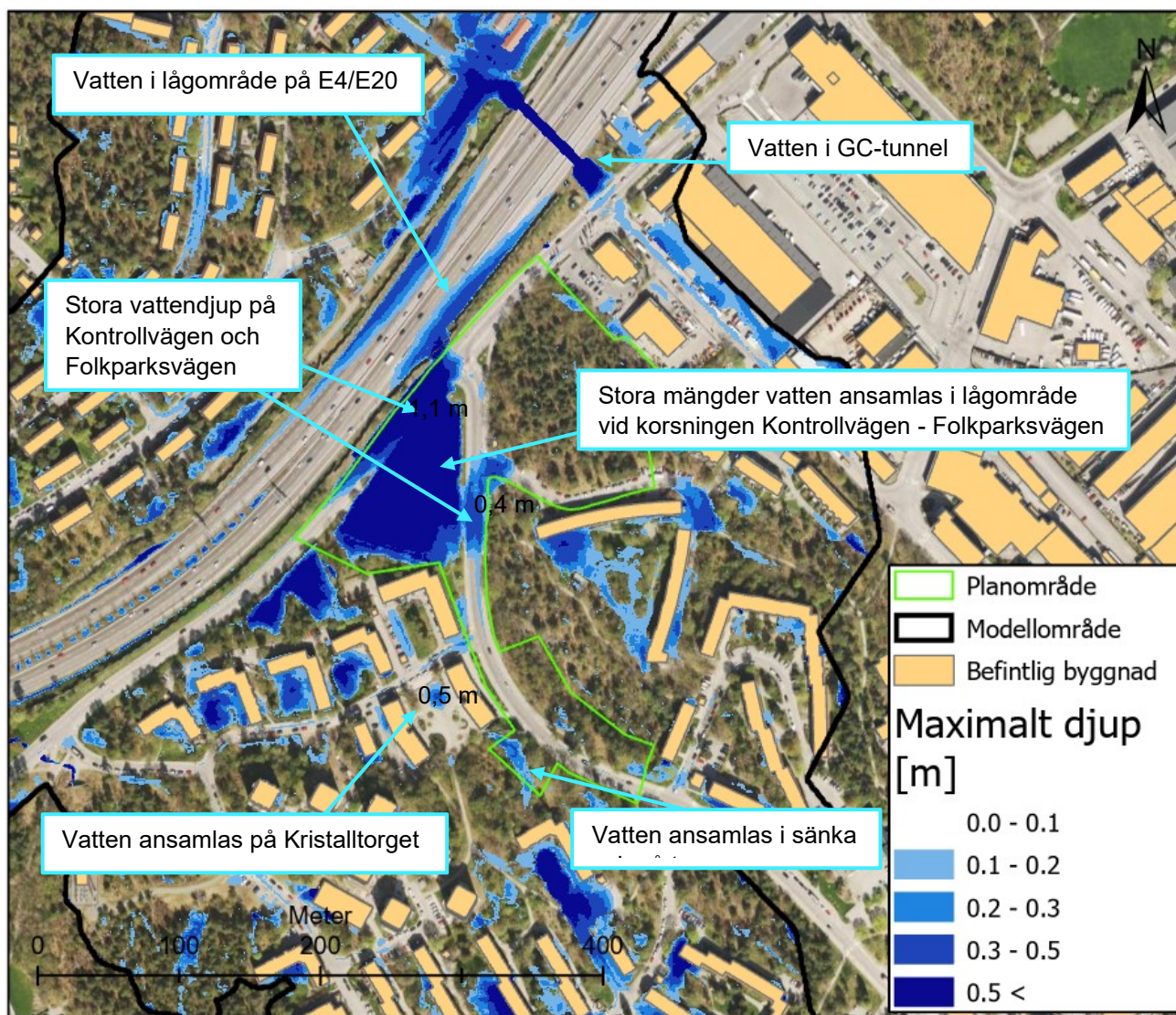
Inom planområdet rinner vatten generellt mot lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen, se Figur 18. Stora flödesvägar går längs Folkparksvägen, Kristallvägen och Kontrollvägen. Gång- och cykeltunneln norr om planområdet fylls upp med vatten från norra sidan av motorvägen varvid det sedan rinner åt sydost.



Figur 18. Maximala flöden för befintliga förhållanden. Vatten rinner generellt mot lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen. Stora flödesvägar går längs Folkparksvägen, Kristallvägen och Kontrollvägen.

7.1.2 Maximala vattendjup för befintliga förhållanden

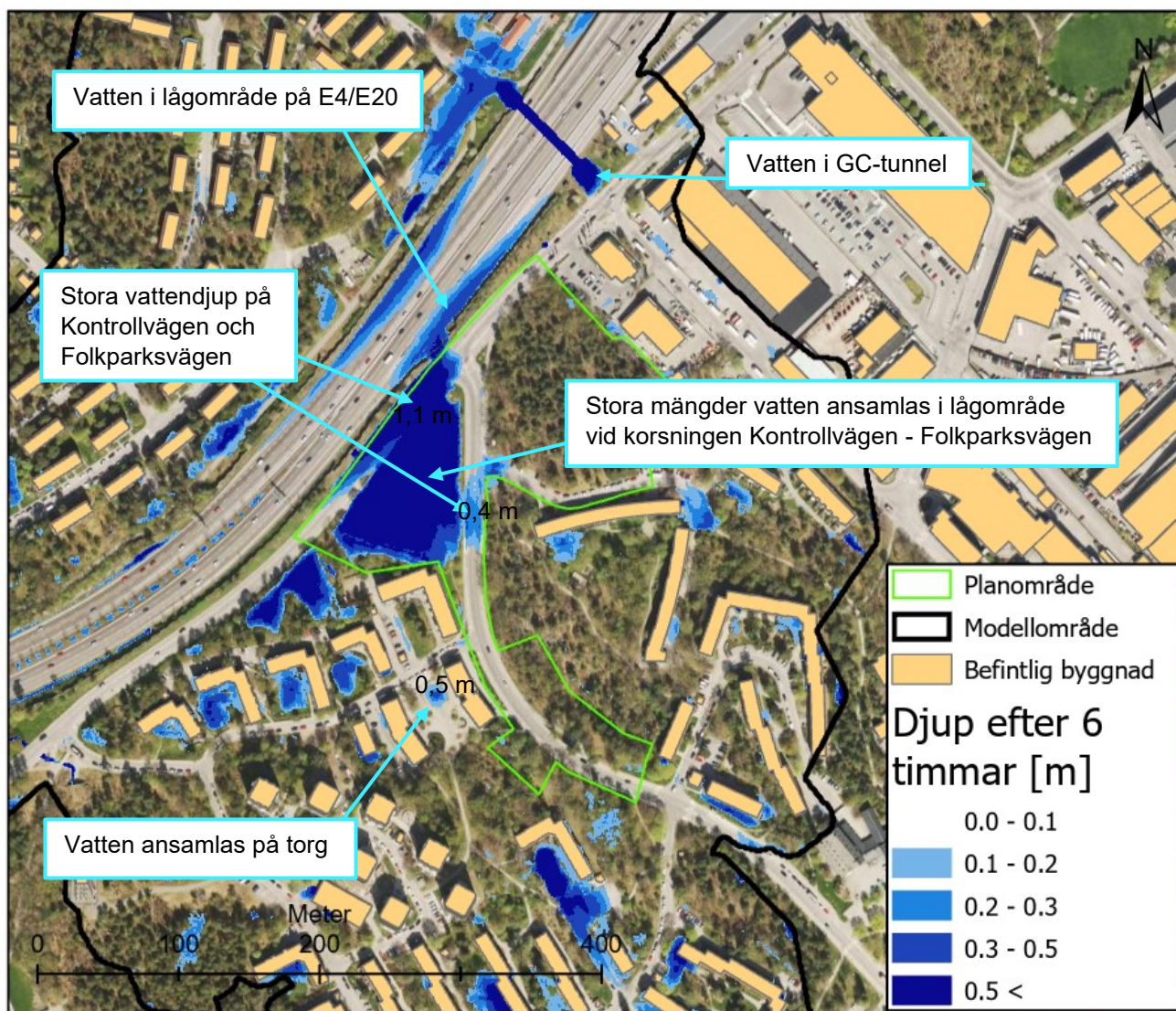
Resultatet i Figur 19 visar att det undersökta 100-årsregnet skulle kunna orsaka översvämningssituationer för kvarter 1 för befintlig situation. Även Kontrollvägen och Folkparksvägen blockerats helt för trafik med risk för drunkning för små barn eftersom vattendjupen på den blir upp till 1,1 respektive 0,4 meter. Orsaken till de stora vattendjupen är att området är ett lågområde i terrängen som tidigare nämnts. I anslutning till kvarter 1 finns även ett lågområde på Folkparksvägen som riskerar att få vattendjup på upp till 0,4 m. På andra sidan bullervallen finns ett lågområde på E4/E20 som fylls upp innan den avrinner till gång och cykeltunneln nordost om planområdet. Kristalltorget och sänkan planområdets sydöstra delar får även höga vattendjup.



Figur 19. Beräknade maximala vattendjup från skyfallskareringen före exploatering. Stora vattendjup inom planområdet finns i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen, där kvarter 1 planeras.

7.1.3 Stående vattenvolymer från skyfallsmodelleringen, efter 4 timmars regn och ytterligare 2 timmar rinntid

Vattennivåer från modelleringen efter 4 timmar regn och ytterligare 2 timmar rinntid finns redovisat i Figur 20. Stående vattendjup sammanfaller med de maximala för i lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen. Båda vägarna är helt blockerade av stora vattendjup, upp till 1,1 respektive 0,4 meter med svårigheter för räddningstjänst, drunkning för små barn, mm. Även E4/E20 får stående vatten med begränsad framkomlighet och gång- och cykeltunneln i planområdets nordöstra får stående vatten.



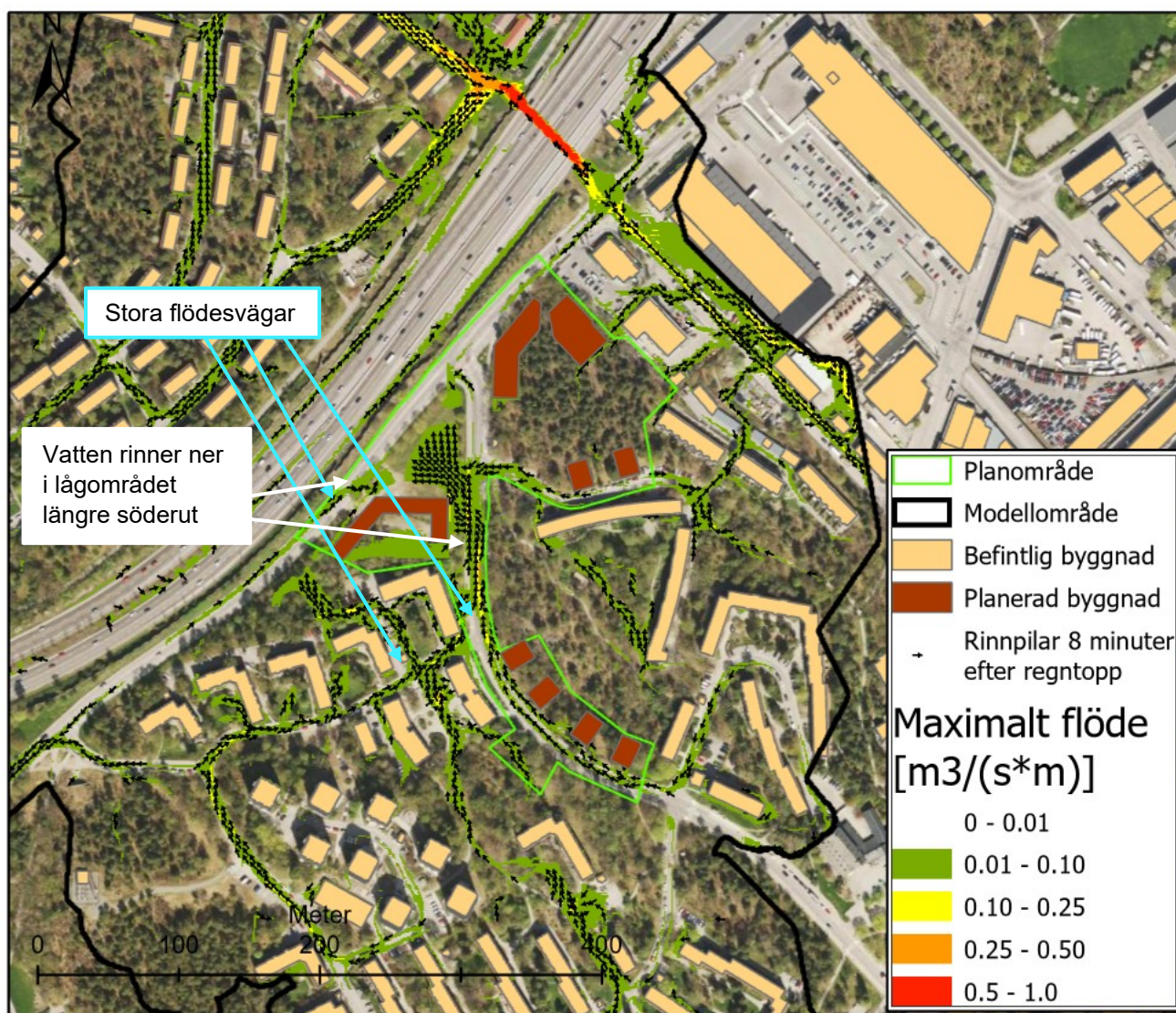
Figur 20. Stående vatten för befintliga förhållanden efter 4 timmars regn och ytterligare 2 timmar rinntid. Inom planområdet ansamlas en stor mängd vatten i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen. På andra sidan av bullervallen, på E4/E20 finns också ett lågområde med stående vatten.

7.2 Simulering 1: Planerad höjdsättning och bebyggelse

Nedan följer en beskrivning av resultatet av simuleringarna för scenario 1. finns även presenterade i bilagorna 2A-2D. Vilka förändringar och åtgärder som gjorts för att hantera skyfall på kvarter 1 framgår av avsnitt 6.2.2.

7.2.1 Flödesvägar för framtida förhållanden

Vatten rinner generellt mot lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen, se Figur 21. Stora flödesvägar rinner längs Folkparksvägen, Kristallvägen och Kontrollvägen. Vattenflödet går generellt detsamma väg som för befintliga förhållanden med mindre skillnader beroende på ändrad utformning av vägarna. Höjningen av Folkparksvägen och Kontrollvägen gör att vatten rinner ner i lågområdet längre söderut än för befintligt.



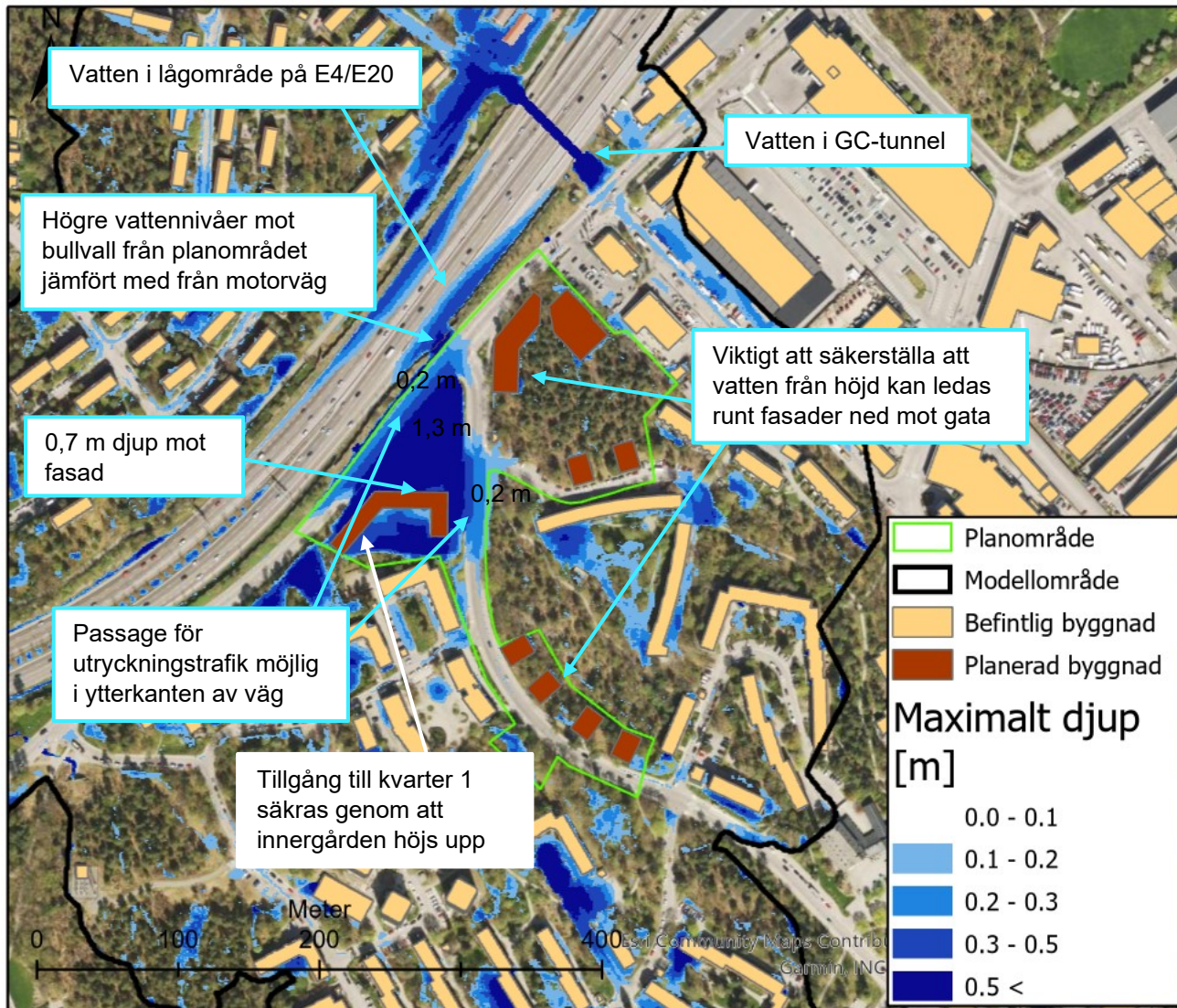
Figur 21. Maximala flöden för befintliga förhållanden. Vatten rinner generellt mot lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen. Stora flödesvägar löper längs Folkparksvägen, Kristallvägen och Kontrollvägen. Vattenflödet går generellt detsamma väg som för befintliga förhållanden med mindre skillnader beroende på ändrad utformning av vägarna. Höjningen av Folkparksvägen och Kontrollvägen gör att vatten rinner ner i lågområdet längre söderut än för befintligt.

7.2.2 Maximala vattendjup för framtida förhållanden

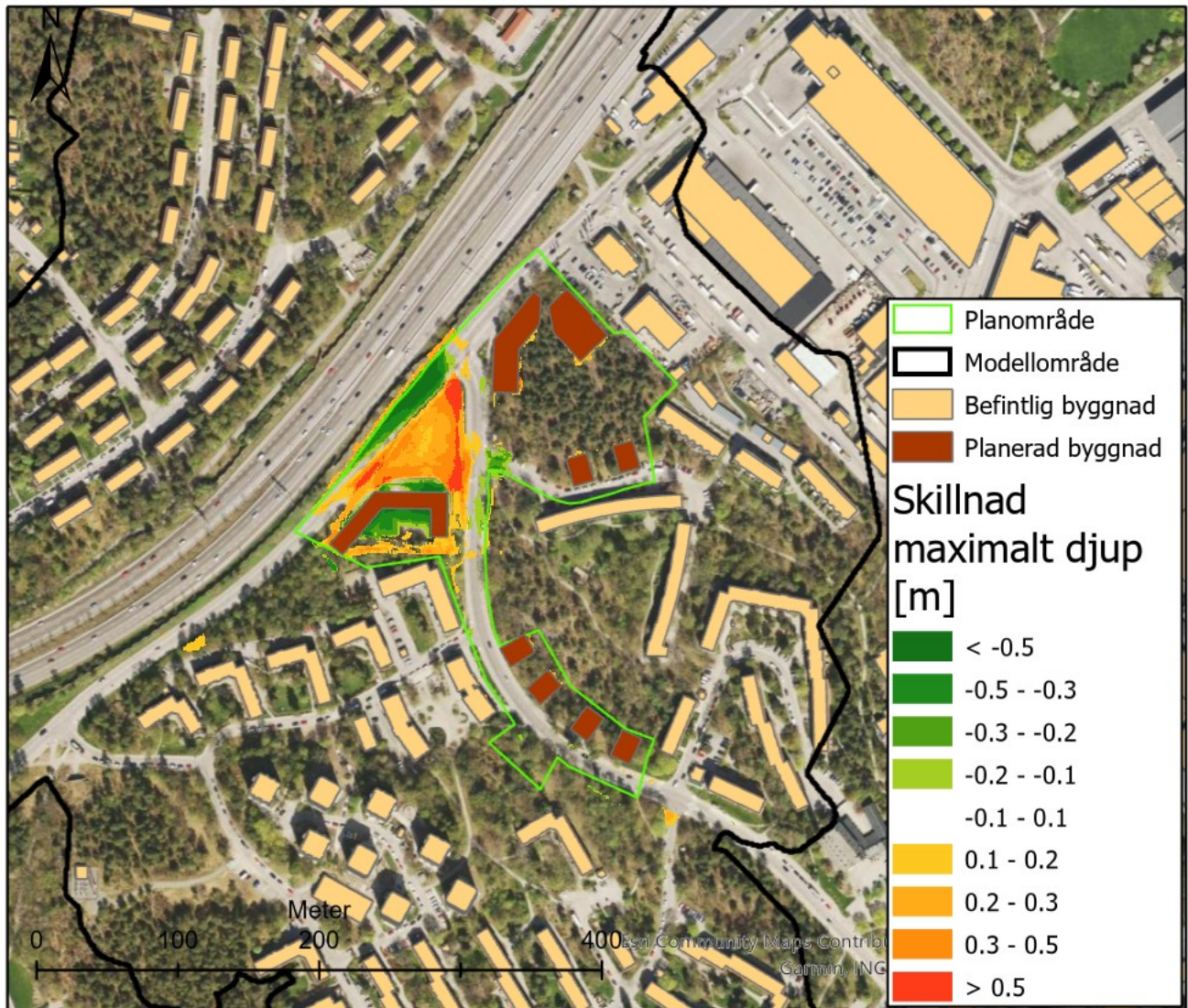
Resultatet i Figur 19 visar att det undersökta 100-årsregnet med klimatfaktor skulle kunna fortsätta orsaka översvämningsproblematik för kvarter 1 för framtida situation, se Figur 22. Vattennivån i lågområdet ökar till +34,3 [RH2000] och djupet till maximalt 1,3 meter. Fasaden på den planerade byggnaden får ett djup på 0,7 meter. vatten Entréer behöver vara placerade över nivån och tillgång till byggnaden säkras genom att innergården höjs upp. Den planerade höjdsättningen möjliggör passage på Kontrollvägen och Folkparksvägen. Vattennivåerna mot bullervallen mot E4/E20 är högre inom planområdet än från motorvägen och riskerar att rinna ut genom bullervallen.

Vattendjupen i lågområdet ökar jämfört med befintligt medan vattendjupen minskar på vägen och på den planerade kvartersmarken, se Figur 23. Kvarter 2, 3 och 4 får ingen översvämningsrisk förutsatt att vatten kan från höjderna ovanför kvarteren kan ledas runt byggnaderna mot vägarna.

Den maximala nivån som blir om lågområdet helt fylls upp är +34,6 [RH2000] vilket motsvarar en volym på cirka 40% mer än det som ansamlas vid det simulerade 100-års regnet.



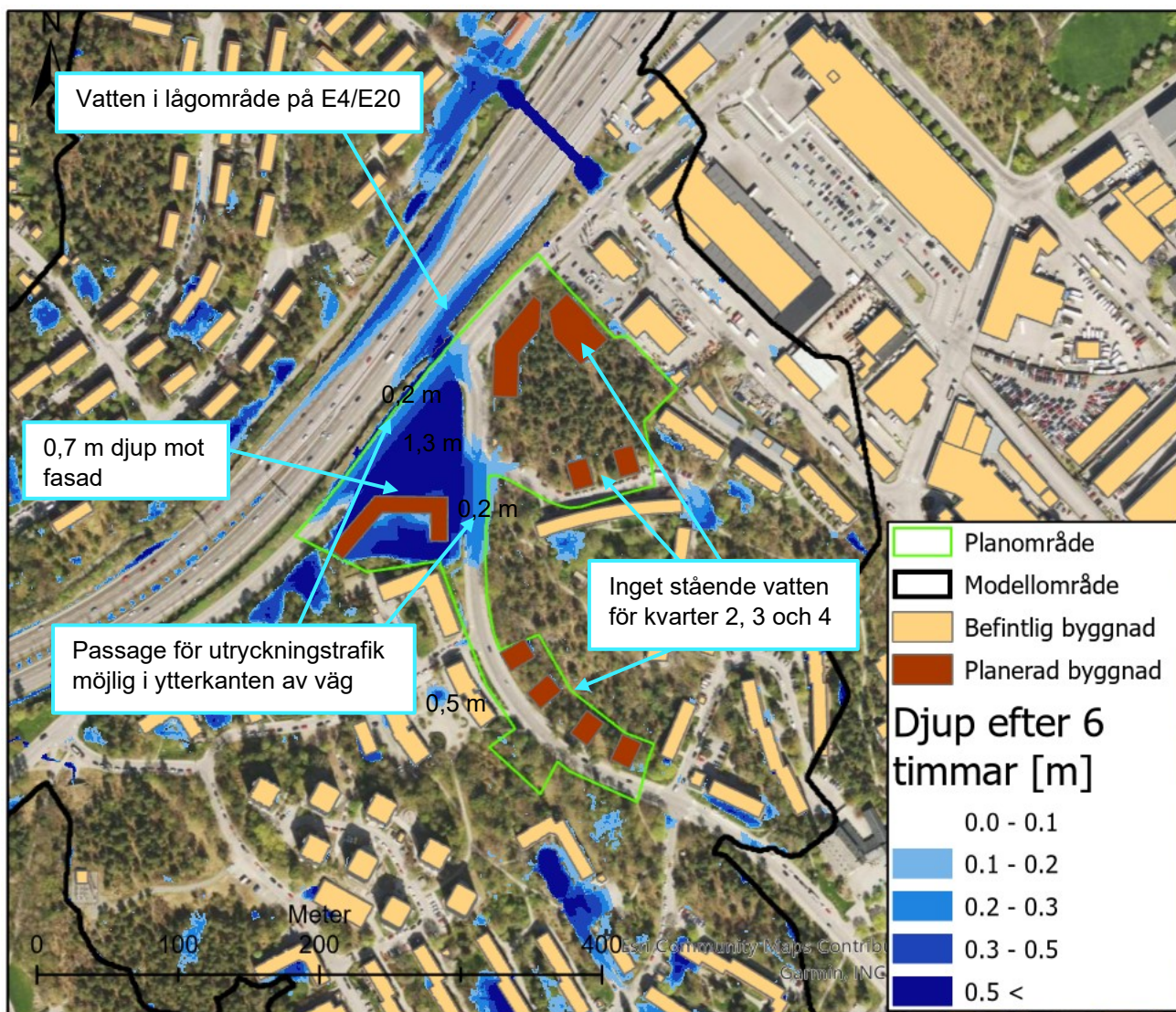
Figur 22. Beräknade maximala vattendjup från skyfallskarteringen före exploatering. Stora vattendjup inom planområdet finns i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen, där kvarter 1 planeras.



Figur 23. Skillnad i maximalt djup mellan simulering för framtida och befintligt. Det största skillnaderna finns i korsningen mellan Folkparksvägen och kontrollvägen. Vattendjupen ökar för själva lågområdet och minskar på framförallt Kontrollvägen som höjs upp.

7.2.3 Stående vattenvolymer från skyfallsmodelleringen, efter 4 timmars regn och ytterligare 2 timmar rinntid

Vattennivåer från modelleringen efter 4 timmar regn och ytterligare 2 timmar rinntid finns redovisat i Figur 24. Stående vattendjup sammanfaller med de maximala för lågområdet i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen. Skevningen av Kontrollvägen och Folkparksvägen möjliggör passage för räddningstjänst längs ytterkanten av vägen. Även E4/E20 får stående vatten med begränsad framkomlighet. Kvarter 2, 3 och 4 får inget stående vatten



Figur 24. Stående vatten för befintliga förhållanden efter 4 timmars regn och ytterligare 2 timmar rinntid. Inom planområdet ansamlas en stor mängd vatten i korsningen Kontrollvägen – Folkparksvägen. På andra sidan av bullervallen, på E4/E20 finns också ett lågområde med stående vatten.

8 Slutsatser och rekommendationer

Delar av planområdet, framför allt kvarter 1 är beläget i ett befintligt lokalt lågområde med ett maximalt vattendjup på 1,1 meter och en nivå på +34,1. Detta befintliga lågområde innefattar även delar av Kontrollvägen och Folkparksvägen vilka får ett vattendjup på upp till 1,1 m och 0,4 m vid ett 100-årsregn.

Med föreslagen utformning ges hela lågområdet samma nivå som lägsta punkten för befintligt och lågområdena på Folkparksvägen och Kontrollvägen höjs upp och skevas. Detta möjliggör passage genom att ett körfält får ett maximalt djup på 0,2 meter. Vattennivåerna från planområdet mot bullervallen vid E4/E20 är högre än de från motorvägen och bullervallen behöver göras tät eller att marken mot denna fylls upp. Den planerade byggnaden på kvarter 1 får mot fasaden ett maximalt vattendjup på 0,7 meter och en nivå på +34,3. Detta vatten kommer finnas kvar under en längre period. Entréer behöver ligga högre än denna nivå och det måste gå att komma ut från innergården på den södra sidan.

Enligt Länsstyrelsens och Boverkets rekommendationer ska ny bebyggelse utföras i högre belägna områden. Inom denna detaljplan görs detta för samtliga delar förutom för Kvarter 1. Bebyggelsen för detta område behöver kunna klara stående vatten vid översvämning och tillgång till fastigheten säkerställs genom höjdsättningen som finns med i denna utredning. Detta görs genom att innergården söder i anslutning till byggnadens södra del är upphöjd. Framkomligheten på Folkparksvägen och Kontrollvägen förbättras med den planerade höjdsättningen. För kvarter 2, 3, och 4 rinner vatten från slänterna mot fasaderna och det är viktigt att vattnet leds förbi byggnaderna via exempelvis avskärande diken så att vattenskadorna på byggnader undviks.

Detaljplaneområdets förändringar påverkar inte omkringliggande bebyggelse negativt eftersom merparten av vattnet inom planområdet rinner mot det lokala lågområdet i korsningen Folkparksvägen – Kontrollvägen.

9 Förslag på framtida utredning

- Kapaciteten för ledningsnätet, och då framförallt intag till brunnar behöver säkerställas och separata dagvattenledningar behöver projekteras och anläggas på sikt för att minska översvämningsrisken i området vid regn med mindre återkomsttid än 100-årsregn. Om separata VA-ledningar dimensioneras för ett 10-årsregn får dessa 70% större kapacitet än för det 2-årsregn som används i denna utredning.
- Bullervallen behöver göras tät eller att marken mot denna fyllas upp.
- Framkomligheten vid extrema regn behöver säkerställas även när mer detaljerad höjdsättning av innergård och lågområdet görs så att inte ny höjdsättning av marken gör att vattennivåerna höjs ytterligare.
- Den maximala nivån i lågområdet vid kvarter 1 för det simulerade regnet på +34,3 behöver utredas vidare i förhållande till den maximalt möjliga nivån på +34,6. Detta kan göras med känslighetsanalys av olika regnscenarier och mer detaljerad utformning av lågområdet och slänter.

10 Referenser

- Dahlström, B. (2010). *Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse*.
- Eniro. (den 11 09 2020). *Stockholm*. Hämtat från <https://kartor.eniro.se/?c=59.296221,18.000755&z=14&q=%22kristallv%C3%A4gen%20stockholm%22;geo>
- Eniro. (den 08 01 2021). *Stockholm*. Hämtat från <https://www.eniro.se/folkparksv%C3%A4gens+gruppbostad+h%C3%A4gersten/14372552/firma>
- 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
- Länstyrelserna Stockholm, Södermanland, Uppsala och Västmanland. (2015). *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämning*.
- Malmö Stad. (2017). *Skyfallsplan för Malmö*.
- Malmö Stad. (2017b). *Skyfallsplan för Malmö*.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - tips för genomförande ooh exempel på användning*.
- 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 <http://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatforandringar-och-klimatanpassning/skyfall/stockholms-skyfallsmodellering/> den 03 07 2020
- Stockholms stad. (2015). *Dagvattenstrategi Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.
- Stockholms stad. (2016). Laserscanning.
- 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>
- VA SYD, Lunds Kommun. (2018). *Lunds vatten Dagvattenplan*.
- Vägverket. (2008). *VVB 310 Vattenteknisk dimensionering*. Vägverket.