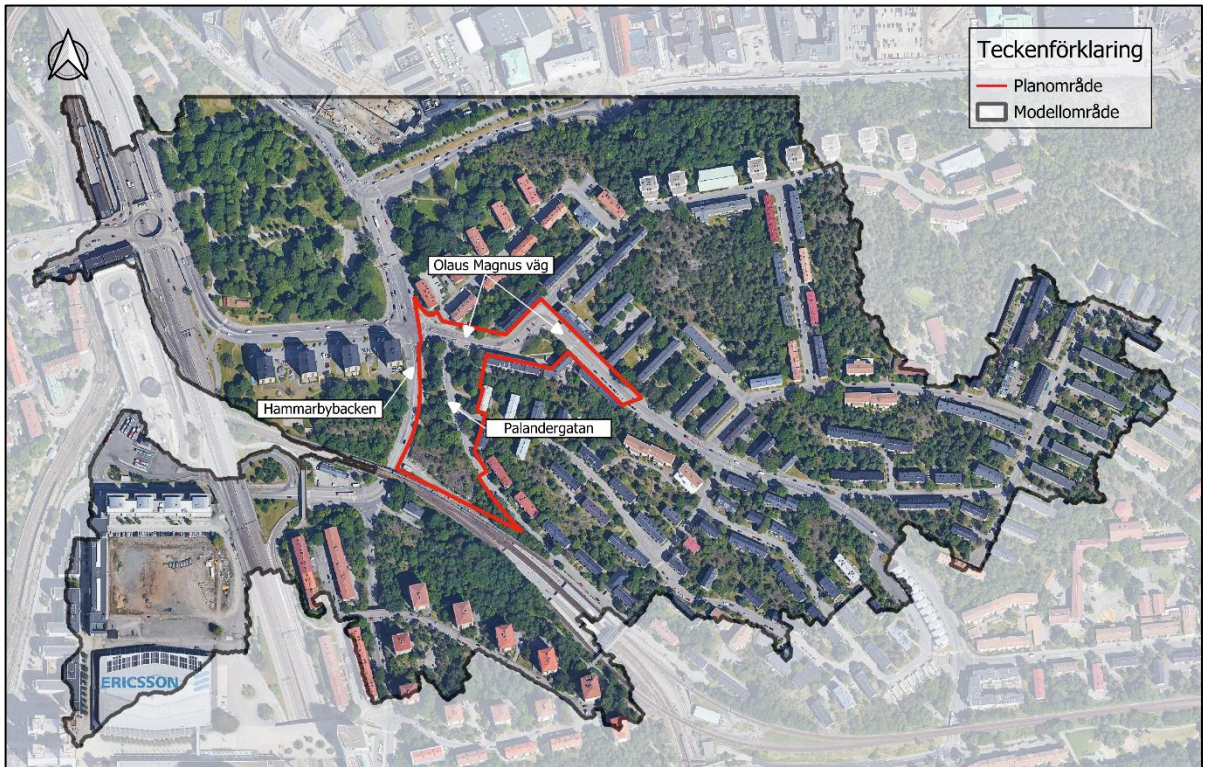
Cikadan

PM Skyfallsmodell



RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Cikadan
PM Skyfallsmodell

Projektnamn	**Cikadan**
Uppdragsnr	**1320065139**
Mottagare	**Exploateringskontoret Stockholms stad**
Typ av dokument	**Modellrapport**
Version	**1.1**
Datum	**2024-01-08**
Förberett av	**Carl Edström**
Kontrollerad av	**Robert Elfving**
Godkänd av	**Daniel Karlsson**

Ramboll
Krukmakargatan 21
Box 17009
10462 Stockholm

T +46 (0)10 615 60 00
da-DK

Ramboll Sweden AB
Org. nummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	2
1.1	Underlag	2
2.	Modellförutsättningar	2
2.1	Modelltyp	2
2.2	Koordinat- och höjdsystem	2
2.3	Modellområde	2
2.4	Höjdmodell	4
2.5	Regn	5
2.6	Ledningsnät	5
2.7	Infiltration	5
2.8	Markytans råhet	6
2.9	Osäkerheter	6
3.	Modellresultat	7
3.1	Nuläge	7
3.2	Framtida	10
3.3	Framtida med åtgärder	14
4.	Slutsats	17
5.	Referenser	18

1. Inledning

Följande modellrapport beskriver uppbyggnaden av en skyfallsmodell över utredreningsområdet för planområdet Cikadan samt resultat från simuleringar. Beställaren för projektet är Exploateringskontoret, Stockholms stad, och modelleringen har utförts under hösten 2023. Utredningen har gjorts för att utreda skyfallssituationen i samband med framtida exploatering med tillkommande bostäder och en omdragning av Palandergatan inom planområdet

1.1 Underlag

Följande underlag har använts vid uppbyggnad av modellen:

- Lantmäteriets höjddata, 1x1 m (hämtad från Scalgo Live)
- Marktäckedata, 1x1 m (hämtad från Scalgo Live)
- Jordartskarta från SGU (hämtad från Scalgo Live)
- Projekteringsunderlag med höjdsättning från Gata, LA samt JM

2. Modellförutsättningar

I följande avsnitt beskrivs de förutsättningar som legat till grund för uppbyggnaden av skyfallsmodellen.

2.1 Modelltyp

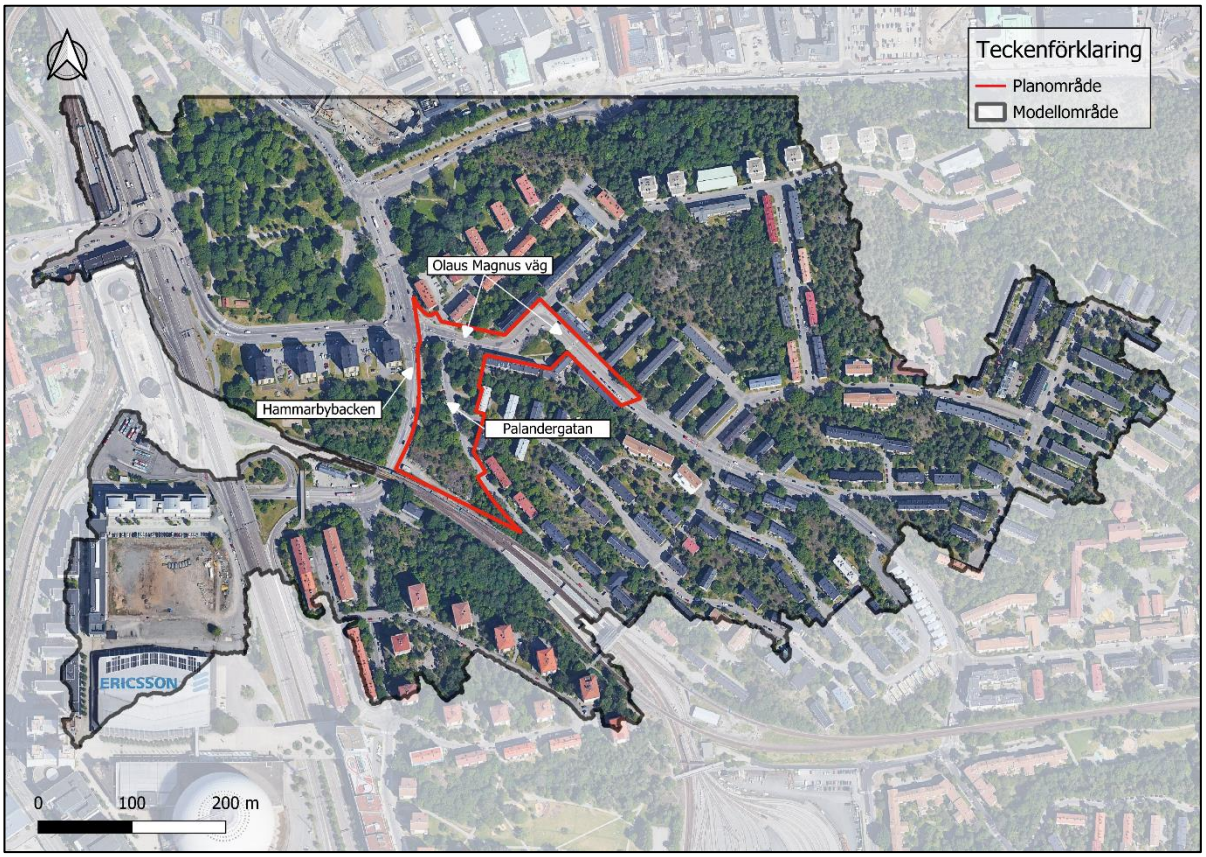
Modellen är en hydrodynamisk 2D-modell som har byggts upp av Ramboll i programvaran MIKE+ för att beskriva markavrinningen.

2.2 Koordinat- och höjdsystem

För underlag och modellen har koordinatsystem SWEREF99 18 00 och höjdsystem RH2000 använts.

2.3 Modellområde

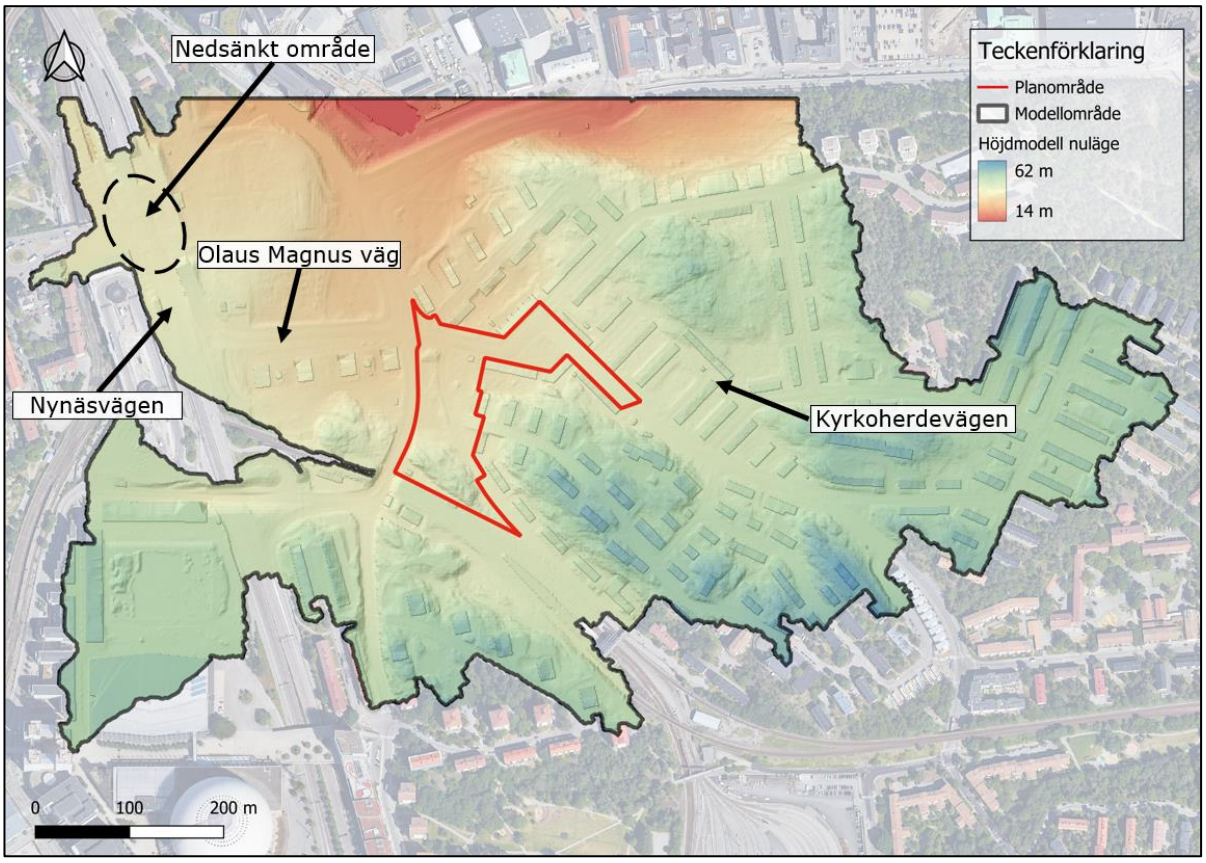
Systemgränsen för modellområdet har tagits fram för att täcka det naturliga avrinningsområdet för att säkerställa att avrinningen till utredningsområdet inte underskattas. Det naturliga avrinningsområdet har hämtats från Scalgo Live. Nedströms planområdet har modellområdets utbredning tagit hänsyn till två större flödesvägar längs med Hammarbybacken och Hammarbyvägen.



Figur 1. Översikt av modellområde med planområdets placering

2.4 Höjdmodell

Höjdmodellen som har använts är baserad på höjddata med upplösningen 1x1 m hämtad från Scalgo Live, vilken baseras på Lantmäteriets senaste tillgängliga laserskanning. I höjddata från Scalgo är broar och underfarter nedsänkta för att vatten som egentligen rinner under/genom dessa också kan göra det i modellen. Ramboll har därefter kontrollerat att inga nedsänkningar och eventuella broar/passager har missats i modellen.



Figur 2. Höjdmodell för nuläge med höjddata hämtat från SCALGO Live.

Vid Gullmarsplan finns ett nedsänkt område kring rondellen som ligger ovanför Nynäsvägen och har anslutningar till Skanstullsbron, Johanneshovsbron samt Olaus Magnus väg. Där finns det en risk att det nedsänkta området ger ett mindre avrinningsområde som bidrar till flödet som avrinner till korsningen Olaus Magnus väg/Hammarbyhöjden eftersom vatten egentligen kan rinna från rondellen längs Olaus Magnus väg. Det saknade avrinningsområdet bedöms dock inte vara av den storlek att planområdet påverkas av att flödet uteblir i simuleringen.

För utredning av framtida scenario har projekterade höjder för kvartersmark, gata och landskap erhållits och lagts in i höjdmodellen. För både gata och landskap erhölls färdiga höjdmodeller. Höjdsättningen inom kvartersmark mottogs som punkthöjder där interpolering gjordes för att skapa ytor i höjdmodellen. Den interpolerade höjdmodellen för kvartersmarken bearbetades för att undvika felaktiga ojämnheter. Där det var större avstånd mellan erhållna punkthöjder kan det dock finns en viss felmarginal som bör tas i beaktning.

2.5 Regn

Skyfallsmodellen har belastats med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 i form av ett CDS-regn (Chicago Design Storm). Ett CDS-regn är uppbyggt av ett antal blockregn med samma återkomsttid som har varierande varaktighet (intensitet). Regnet är symmetriskt fördelat kring ett intensitetsmaximum som antas inträffa i den tidigare delen eller mitten av regnet. Fördelen med att använda ett CDS-regn i modelleringsarbetet är att regnet statistiskt sett innehåller intensitetsblock med alla varaktigheter upp till den tid som krävs för att alla delområden skall hinna rinna av och bidra med flödet i varje punkt i modellen. Därmed säkerställer man att rätt varaktighet på regnet använts för att få maximal avrinning i varje sträcka i modellen (Svenskt Vatten, 2011).

Det regn som belastat modellen har en total varaktighet på 1 timme. Varaktigheten har valts för att täcka in den längsta rinntiden inom modellområdet. Efter första timmen med regn har simuleringen pågått ytterligare 3 timmar för att säkerställa att större vattenrörelser avstannat och maximala översvämningsdjup uppnåtts inom modellområdet. Den totala simuleringstiden är således 4 h.

För att ta hänsyn till att en del av de flöden som genereras vid skyfallet kan avledas via dagvattenledningsnätet har ett schablonavdrag gjorts på 100-årsregnet. Schablonavdraget motsvarar ledningsnätets kapacitet, vilket enligt uppgifter från Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) är ett 10-årsregn. SVOA uppgav dock att de inte kan garantera att det finns full kapacitet i ledningsnät vid ett 100-årsregn då det finns risk att exempelvis brunnar sätts igen av medspolade löv, grenar och annat material. Det har även kontrollerats med SVOA vid möte 2022-08-23 att det tekniska avrinningsområdet stämmer relativt väl med det naturliga, dvs. det finns inga större ledningsnät som leder dagvatten in i, eller ut ur, avrinningsområdet.

2.6 Ledningsnät

Framtagen modell har gjorts utan ledningsnät där avrinning endast sker ytligt. För att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet har ett avdrag på belastande regn gjorts för hårdgjorda ytor enligt avsnitt 2.5.

2.7 Infiltration

Infiltration i marken har tagits hänsyn till i modellen genom en infiltrationsmodul som beräknar hur stor del av nederbörden som infiltrerar ner i marken. Infiltrationsmodulen har kopplats till samtliga genomsläppliga grönytor i modellen. Parameter-värden som har använts i modellen baseras på använda värden i Stockholms stads skyfallsmodell och redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Parametervärden i infiltrationsmodulen för olika jordarter

Parameter	Grus & Sand	Morän	Silt & Lera	Berg i dagen
Infiltrationshastighet (mm/h)	36	36	36	36
Porositet (%)	40	40	40	40
Mäktighet (m)	0,3	0,3	0,3	0,3
Läckagehastighet (mm/h)	360	36	0,36	0
Initialt vatteninnehåll korrigerat för förregn (%)	41	51	66	50

2.8 Markytans råhet

Markytans råhet, dvs den tröghet som marken utövar på vattnet, påverkar flödeshastigheter och översvämningsutbredningen och beskrivs i modellen med hjälp av Mannings tal ($m^{1/3}/s$) enligt Tabell 2. Det kan generellt sägas att hårdgjorda, släta ytor ger ett lågt flödesmotstånd och förknippas med höga Manningstal. Skrovligare ytor så som naturmark leder till ett större flödesmotstånd och förknippas med lägre Manningstal. Manningstalen har definierats utifrån områdets markanvändning, där värden är baserade på litteraturvärden (Chow, 1959). I verkligheten är variationen i råhet mycket större. Detta bedöms ha försumbar påverkan på resultaten på en översiktlig nivå.

Manningsfil för nuläge har tagits fram utifrån befintlig markanvändning medan filen för framtida situation har justerats utifrån förändrad markanvändning.

Tabell 2. Ansatta Mannings M för olika typer av markanvändning

Markanvändning	Mannings M
Tak	67
Väg/asfalterade ytor	63
Park och grönytor	15
Grus/spårområde	40

2.9 Osäkerheter

Syftet med en skyfallsmodell är att efterlikna de verkliga förhållandena vid ett skyfall, men modellen kan aldrig fullständigt återspegla den verkliga situationen då ett stort antal komplexa parametrar påverkar situationen vid skyfall. För den här utredningen valdes ledningsnätet att hanteras som ett avdrag på det totala regnet, vilket bedömdes ge en tillräckligt god analys med mindre arbetsmängd jämfört med att lägga in ledningsnätet. Med denna metod försvinner dock vattnet helt från modellen. I verkligheten varierar dock kapaciteten i ledningsnätet, den återkomsttid som ledningsnätet kan omhänderta kan vara både högre och lägre inom olika områden. På så sätt kan ledningsnätet omhänderta mer på vissa ställen medan det trycker upp mer till ytan på andra.

Ytterligare osäkerheter kan finnas i höjdmodellerna som utgår ifrån Lantmäteriets laserskanning och där en upplösning på 1x1 m har valts för att få en god noggrannhet. 1x1 m bedöms ge en tillräckligt god noggrannhet, men inte vara felfri. Exempelvis så kan trottoarkanter ofta vara svåra att inkluderas och felaktigheter i laserskanning kan alltid förekomma. För framtida situation har höjdmodeller från gata, LA och JM (byggaktör) erhållits varmed det kan förekomma ojämnheter i överlappande områden mellan dessa. JM:s höjdmodell erhölls som punkthöjder och inte en färdig höjdmodell varmed det kan finnas osäkerheter i den interpolering mellan punkthöjderna som har gjorts.

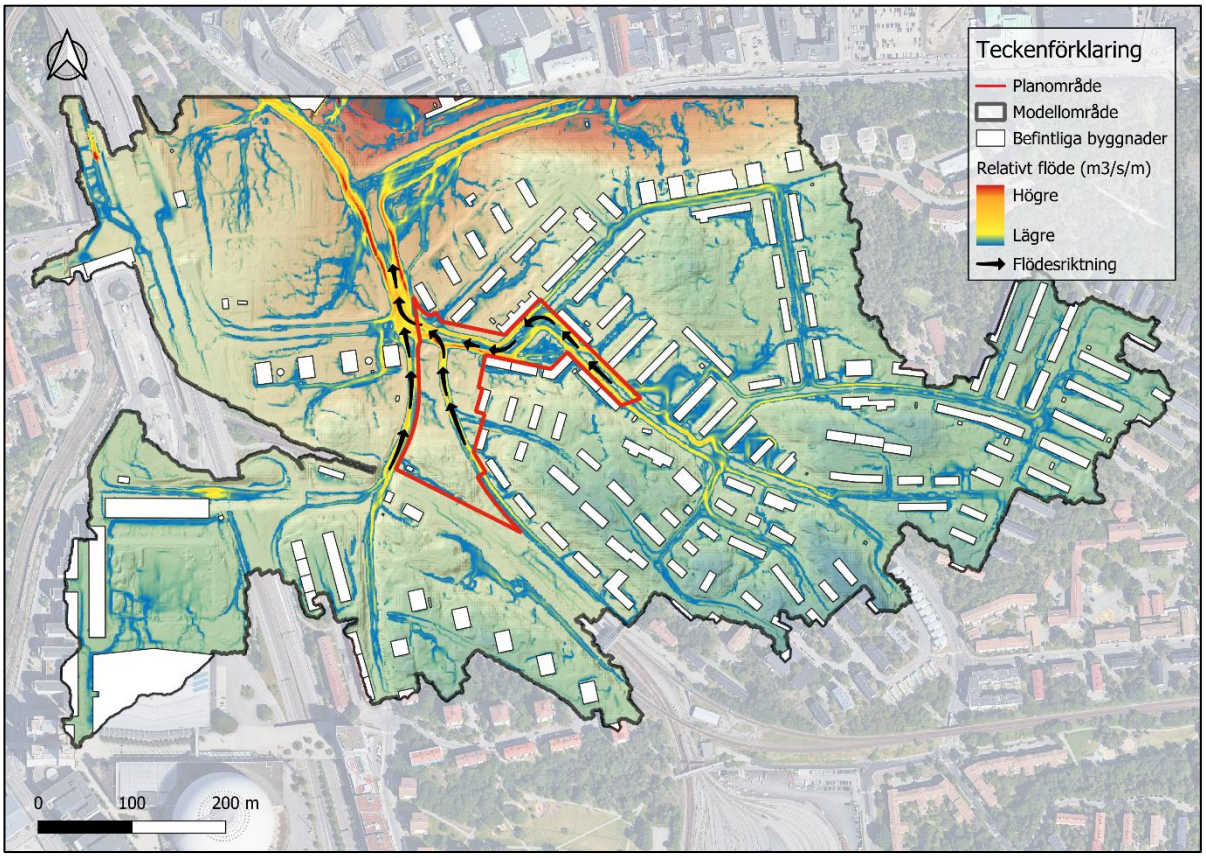
3. Modellresultat

I följande avsnitt redovisas resultat från simuleringar av de tre utredda scenarierna som har använts och utretts i modellen:

- Nuläge
- Framtida
- Framtida med åtgärder

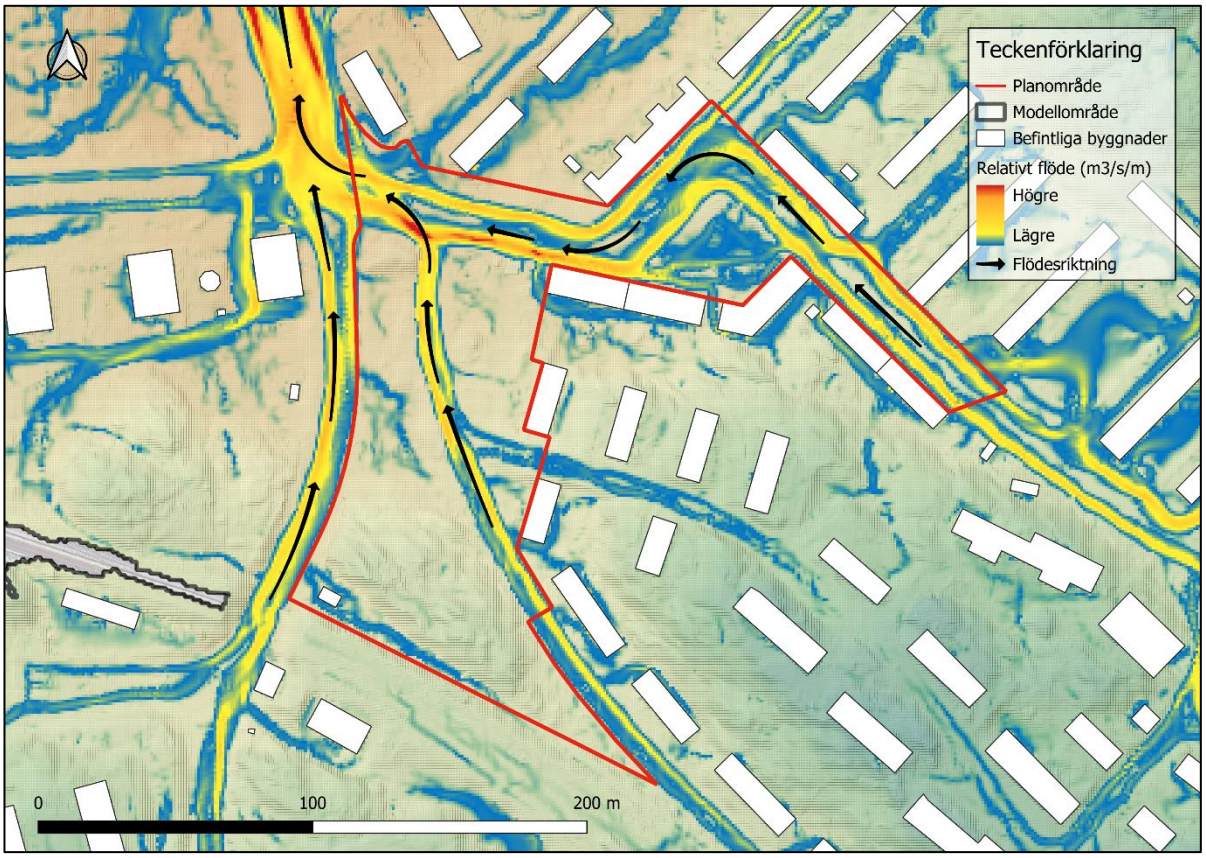
3.1 Nuläge

Figur 3 redovisar de beräknade maximala flödena som förekommer någon gång under hela simuleringsperioden, det vill säga inte förhållandet vid en viss tidpunkt. Flöden beräknas rinna i större flödesvägar längs med Olaus Magnus väg, Hammarbybacken samt Palandergatan där de sen sammanstrålar vid korsningen Hammarbybacken och Olaus Magnus väg. Därefter uppnås de största flödena i Hammarbybacken då flödet delar på sig för att rinna vidare i Hammarbybacken och Hammarbyvägen.



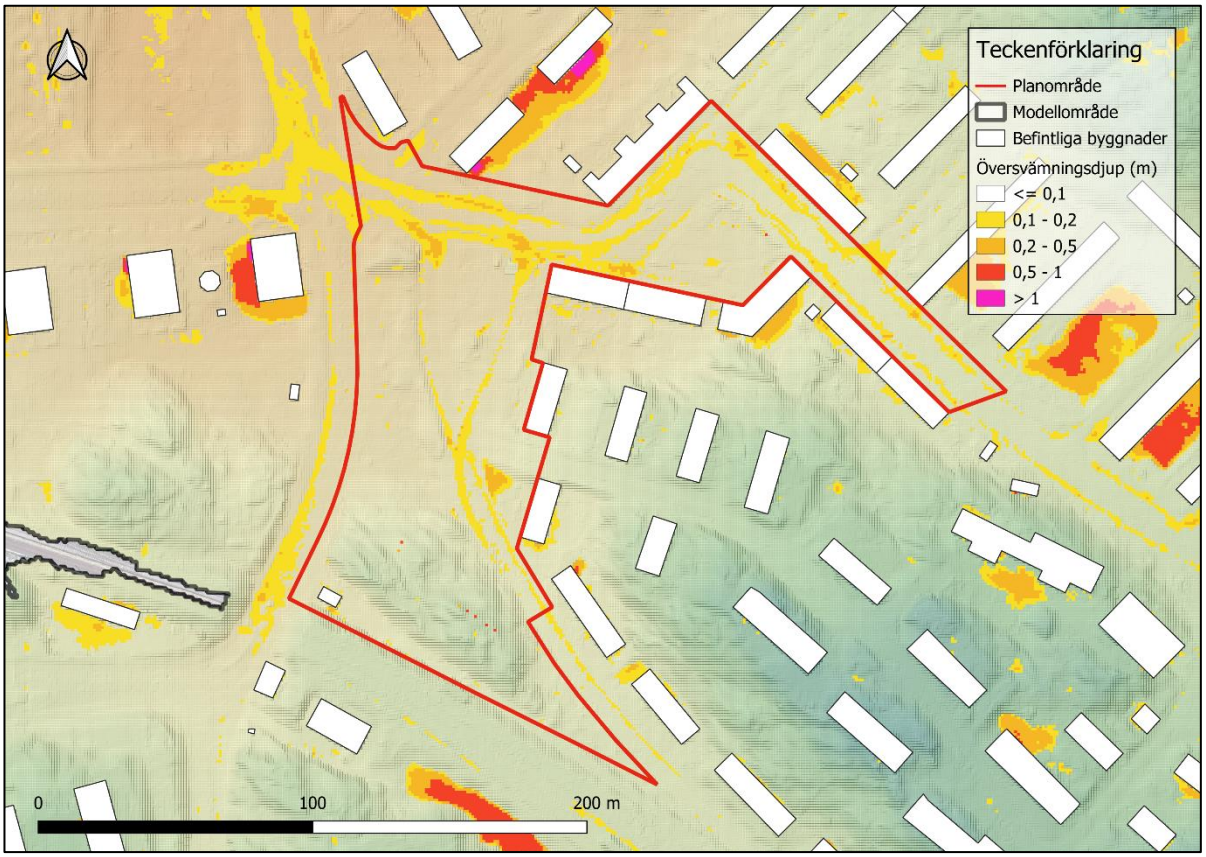
Figur 3. Maximalt flöde inom modellområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid befintlig situation.

Figur 4 visar hur flödesvägarna inom planområdet följer gatorna för att mötas i Hammarbybacken och fortsätta ner norrut.



Figur 4. Maximalt flöde inom planområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid befintlig situation.

Som kan ses i Figur 5 finns det en större lågpunkt just norr om planområdet vid befintliga byggnader där det i dagsläget ansamlas vatten med ett vattendjup som överstiger 1 meter i den djupaste punkten. Redovisat maximalt vattendjup är det största djupet som förekommer någon gång under hela simuleringsperioden, det vill säga inte förhållandet vid en viss tidpunkt. Detta eftersom maximala värden på olika platser inträffar vid olika tidpunkter beroende på topografi och friktion (Mannings M). Inom planområdet finns det ett flertal mindre punkter där det maximala vattendjupet överstiger 0,2 meter, bland annat i korsningen Palandergatan och Olaus Magnus väg. Det vattendjupet uppstår dock enbart under flödestoppen och rinner sedan undan. Vid simuleringens slut finns inget stående vatten på gatan inom planområdet. Inom detaljplanens kvartersmark har inga befintliga lågpunkter identifierats och vattnet rinner i stället vidare nedströms.

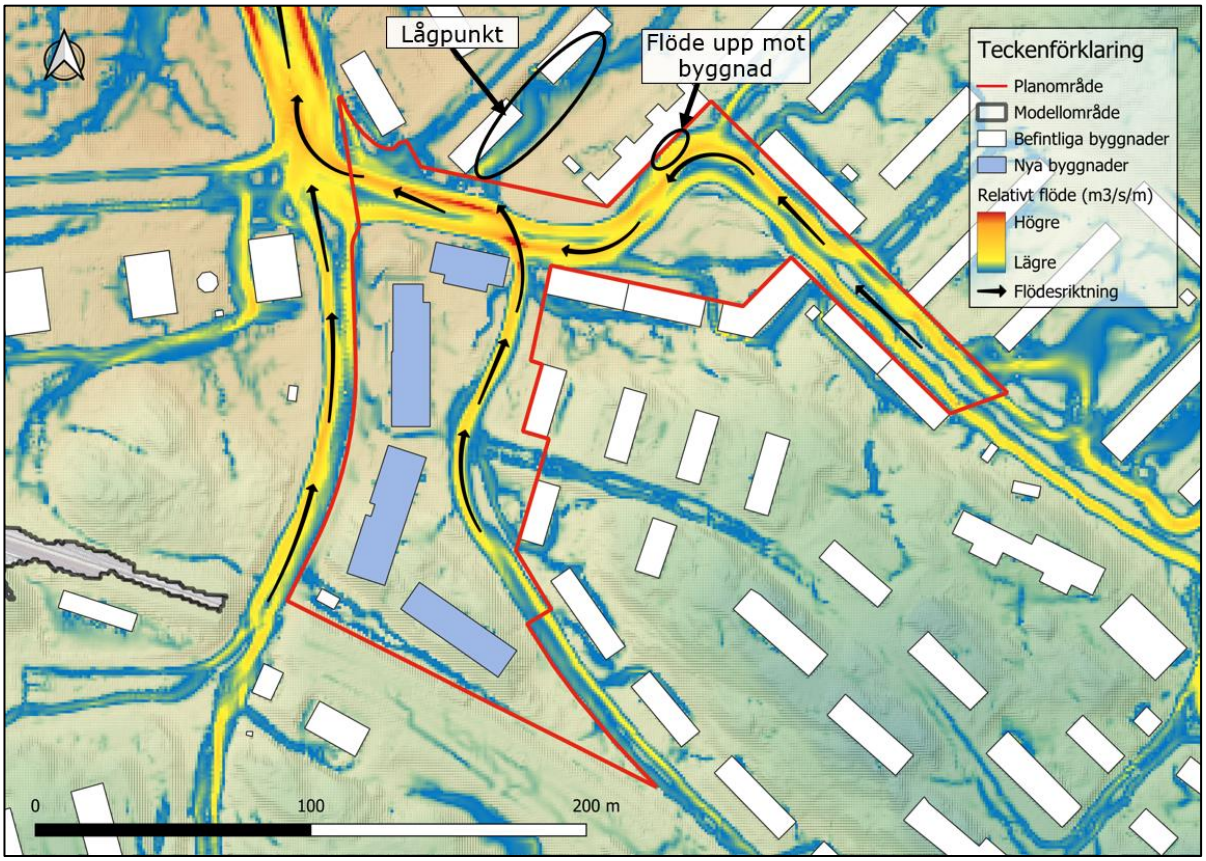


Figur 5. Resulterande maximalt vattendjup vid befintlig situation i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.

3.2 Framtida

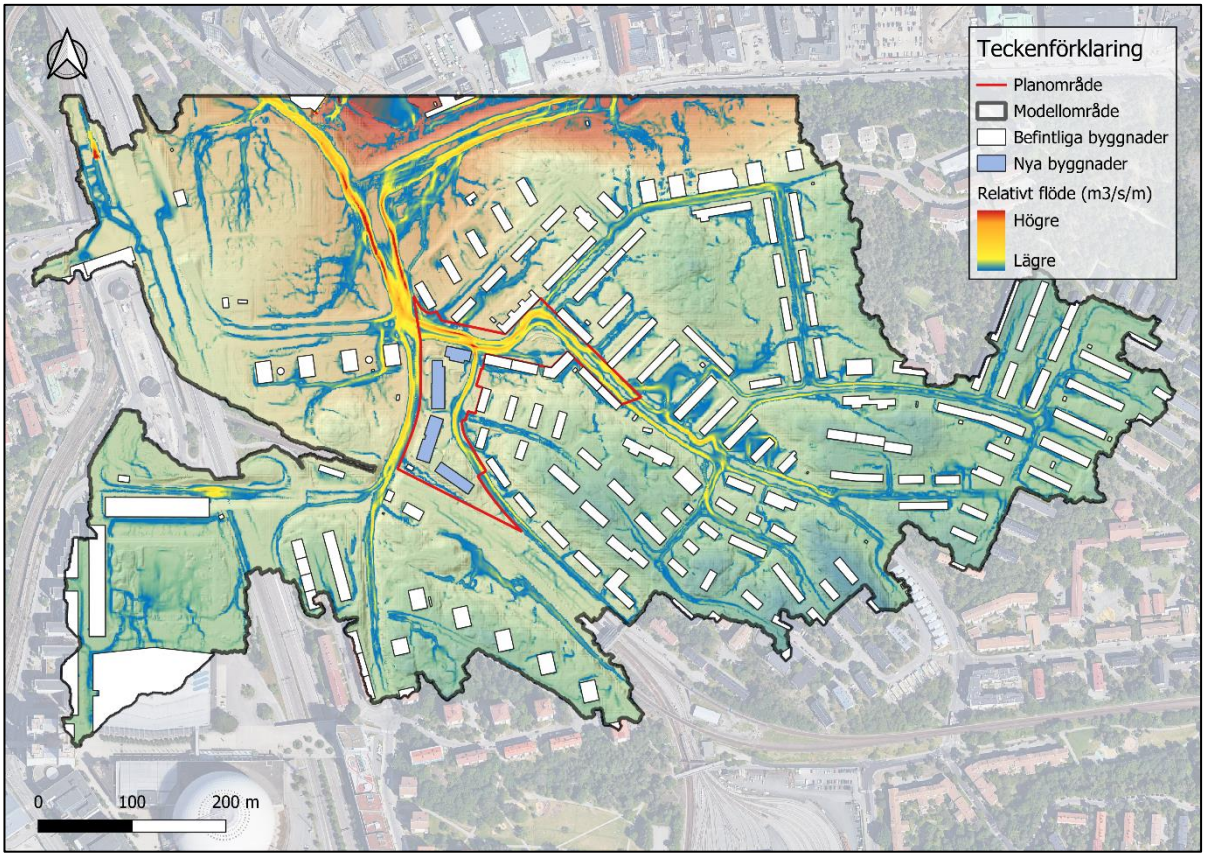
Med den framtida exploateringen leds Palandergatan om och ansluter längre upp (österut) på Olaus Magnus väg. Figur 6 visar hur det resulterar i att flödet från Palandergatan tränger upp mot den norra sidan av Olaus Magnus väg där vattnet sedan rinner över gatukanten och ner i lågpunkten norr om planområdet. Det ger ett större beräknat vattendjup i lågpunkten än jämfört med befintlig situation. Samtidigt som mer vatten beräknas flöda över till den norra sidan av Olaus Magnus väg beräknas flödet minska något på den södra sidan efter Palandergatans anslutning jämfört med befintlig situation.

Längre uppströms, där Olaus Magnus väg svänger vänster mot Hammarbybacken, visar simuleringen att gatans avsmalning trycker upp det flödande vattnet mot befintliga byggnader norr om gatan. Området där flödet trycks upp mot byggnaden är inringat i svart i Figur 6. Avsmalningen av Olaus Magnus väg beräknas också generera fläckvis högre flöden i gatan jämfört med nuläge, främst mellan ovan nämnda vänsterkurva och anslutningen till Palandergatan. Det ökade flödet bedöms dock inte vara av den grad att det finns risk för fara för liv.



Figur 6. Maximalt flöde inom planområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid framtida situation utan åtgärd. Identifierade problemområden är markerade med svart cirkel.

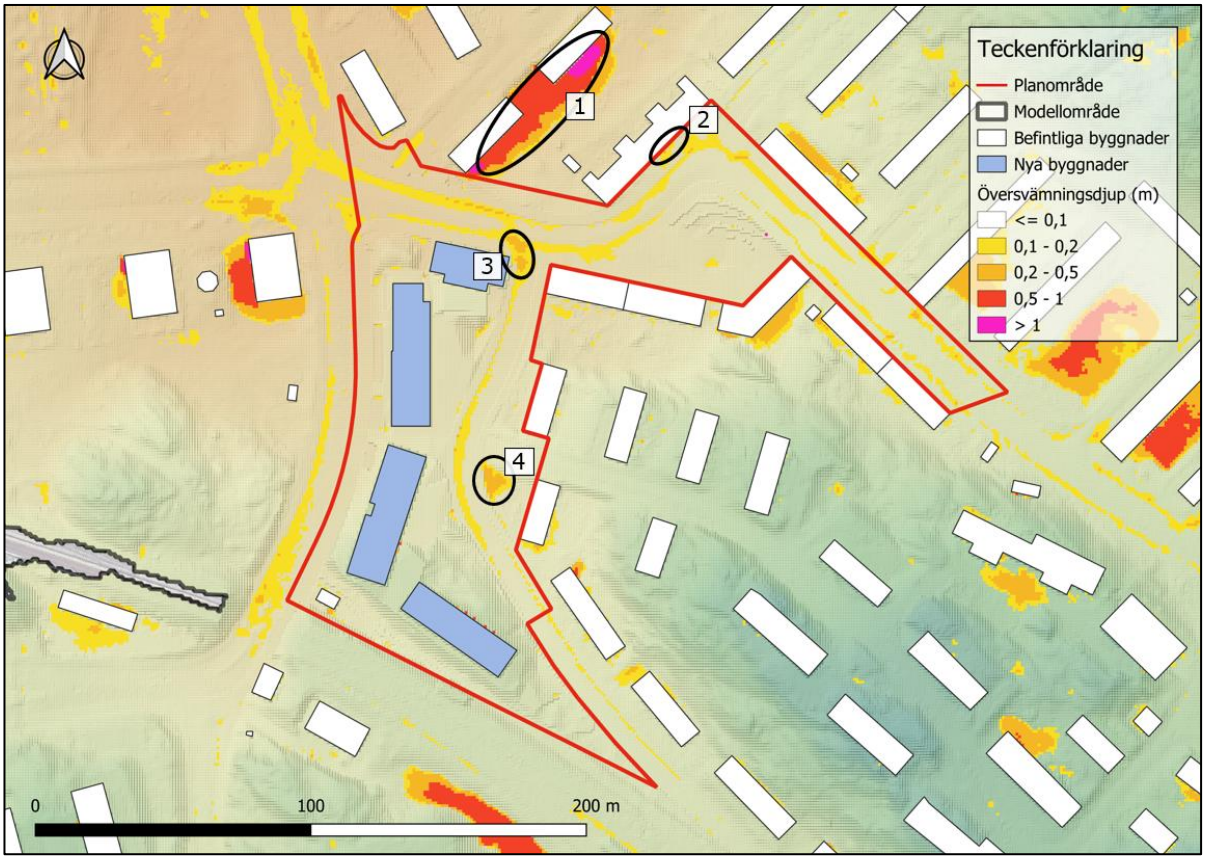
När flödet sedan rinner vidare nedströms ansluter det till befintliga flödesvägar i Hammarbybacken där det rinner vidare norrut. Flödesvägar och beräknade maximala flöden inom hela modellområdet för framtida situation redovisas i Figur 7. De högsta flöden som uppstår i Hammarbybacken nedströms planområdet beräknas vara av samma storlek som för befintlig situation.



Figur 7. Maximalt flöde inom modellområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid framtida situation utan åtgärd.

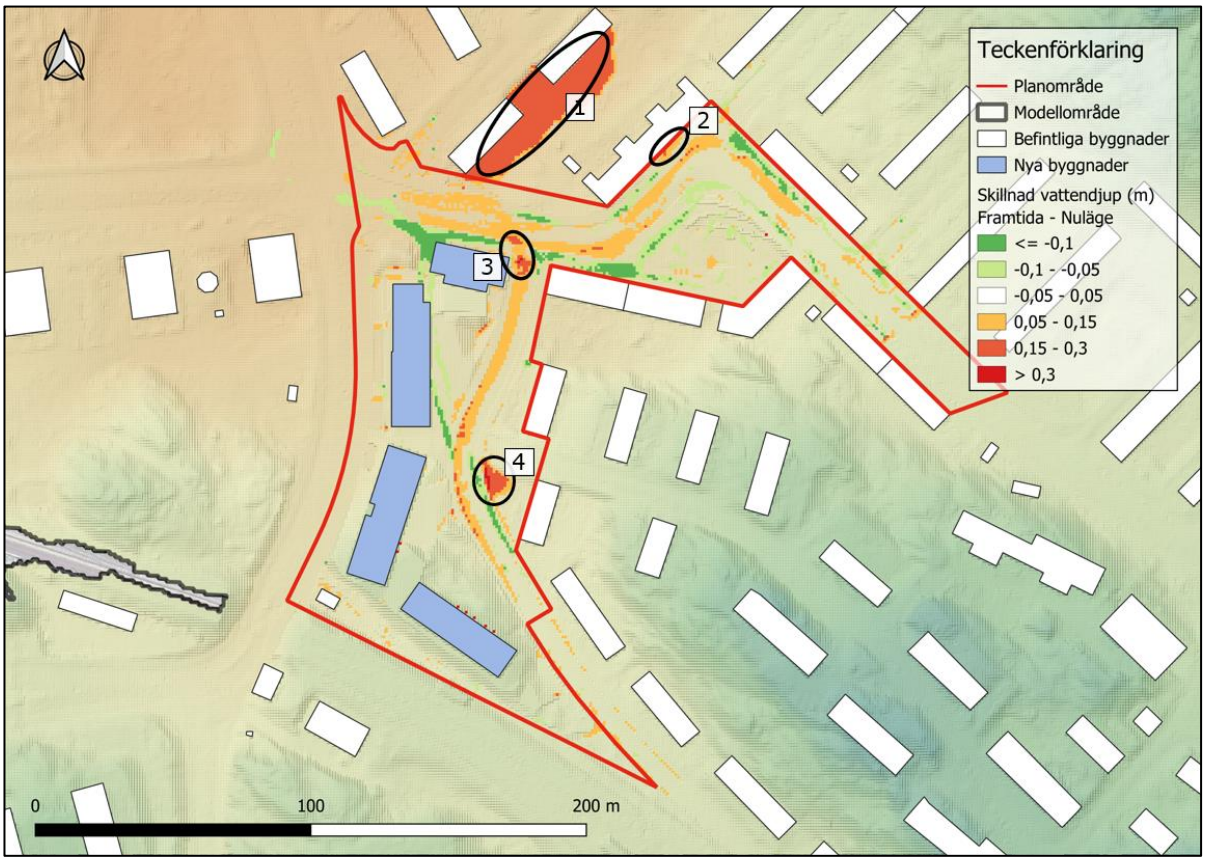
Maximala vattendjup vid framtida situation utan åtgärder visas i Figur 8 där fyra fokusområden är markerade. De två tidigare identifierade problemområdena (1 och 2) där vatten beräknas tränga upp mot befintliga byggnader på grund av gatornas nya utformning, i korsningen Palandergatan – Olaus Magnus (3) väg samt i korsningen Palandergatan – Nathorstvägen (4). Vid punkt 3 visar simuleringen hur flödet från Palandergatan genar över trottoaren upp mot den framtida byggnaden där det sen rinner vidare i Olaus Magnus väg mot Hammarbybacken. Vid flödestoppen stiger vattennivån till ca 20 cm och sjunker sedan undan när vattnet rinner vidare. För att undvika att entréer översvämmas samtidigt som krav på tillgänglighet uppnås planeras därför inga entréer att placeras på kortsidan av byggnaden där det finns risk för översvämning. Fönster, ventilation eller liknande där vatten också kan rinna in i byggnaden bör inte heller placeras där.

Vid punkt 4 skapar den nya dragningen av Palandergatan att vatten samlas på en mindre yta vid korsningen med Nathorstvägen. Vattnet bedöms inte utgöra en risk för stående vatten eller skador på närliggande bebyggelse och bör kunna infiltrera i befintlig naturmark.



Figur 8. Resulterande maximalt vattendjup vid framtida situation i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.

Figur 9 visar jämförelse av maximala vattennivåer vid framtida situation utan åtgärder och nuläge. Som nämnt ger den nya anslutning av Palandergatan till Olaus Magnus väg att vattnet tränger över mot norra sidan av Olaus Magnus väg och lågpunkten (1) varmed vattendjupet i lågpunkten ökar. I gatorna Olaus Magnus väg och Palandergatan ses att vattendjupet beräknas att både öka och minska på olika platser. I Olaus Magnus väg bedöms det bero på vägbanans avsmalning vilket gör att vattnet får en mindre yta att sprida ut sig på och att vattendjupet därmed ökar. I Palandergatan orsakas det av gatans omdragning där flödesvägarna ändras och ansluter till Olaus Magnus väg på olika punkter. De förändrade vattendjupen bedöms inte utgöra en risk för negativ påverkan på området förutom vid utpekade fokusområden.



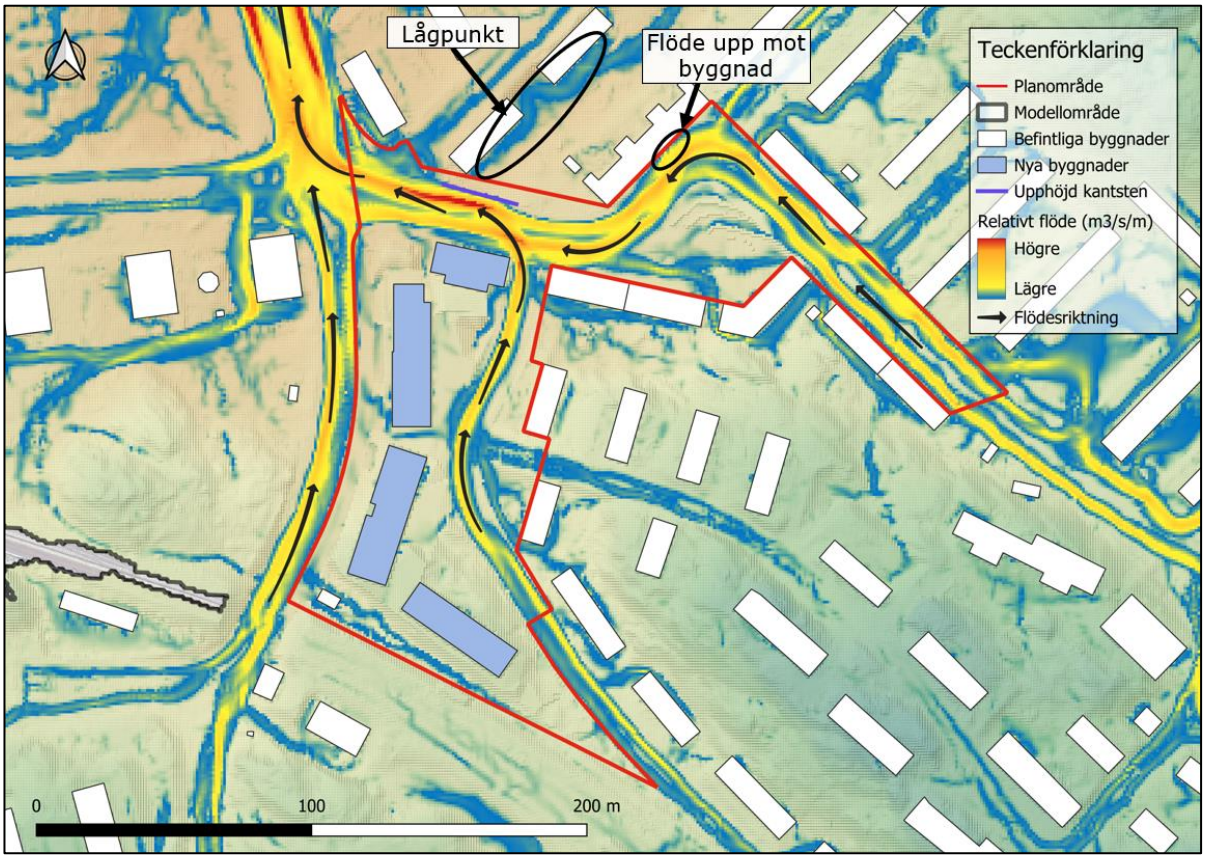
Figur 9. Skillnad i maximala vattendjup mellan framtida situation utan åtgärder samt befintlig situation.

3.3 Framtida med åtgärder

För att förhindra att situationen förvärras för bebyggelsen just norr om planområdet föreslås att en upphöjd kantsten placeras i bakkant av gångbanan. Kantstenen behöver vara minst 10 cm hög för att vattnet inte ska flöda över och vidare till den befintliga lågpunkten. I Figur 10 ses hur den upphöjda kantstenen styr flödet vidare västerut och hindrar det från att rinna ner i lågpunkten.

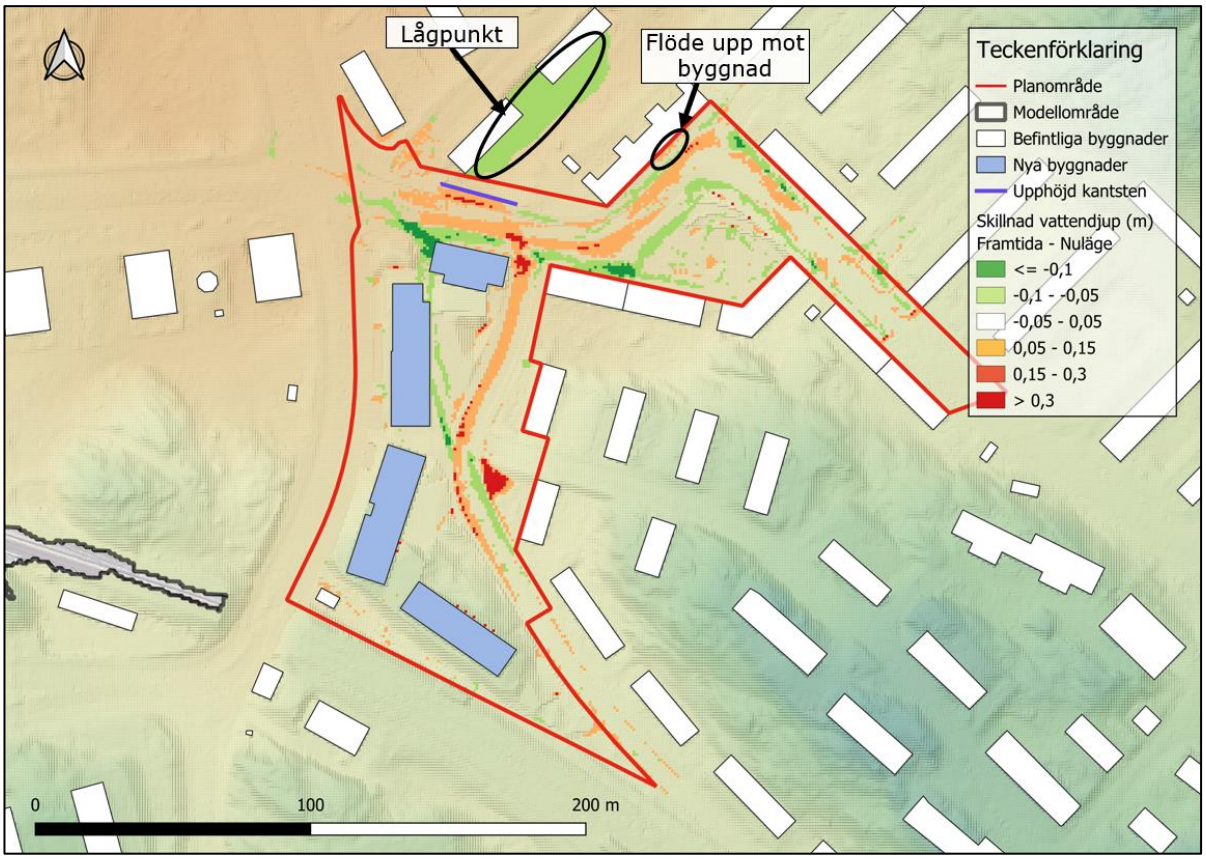
För att undvika att vatten tränger upp mot den befintliga byggnaden vid vänsterkurvan i Olaus Magnus föreslås att gatan höjdsättning justeras. En minskad bombering av vägbanan vid kurvan har testats för att möjliggöra för flödet att sprida ut sig på en större yta. Det ger ett förbättrad situation med minskat vattendjup, men dock inte till den grad att en icke-försämring uppnås då vatten fortfarande tränger upp mot byggnaden. Det maximala vattendjupet mot byggnaden uppgår till ca 10 cm och uppstår under flödestoppen under ett spann på ca 15 min innan det rinner undan och vattendjupet sjunker. Problematiken inom området bedöms kunna avhjälpas med en fortsatt bearbetning av gatans höjdsättning (Olaus Magnus väg), med exempelvis justeringar i gatan något längre uppströms. Arbetet och samordning med teknikområdet gata/trafik bör därför fortsätta in i detaljprojekteringen och dokumenteras som en restpunkt inom systemhandlingen.

Inom kvartersmarken bedöms det inte finnas instängda områden med risk för stående vatten utifrån den erhållna höjdsättningen. Det är dock av vikt att flödesvägar till närliggande gator säkerställs i framtida skeden för att undvika att instängda områden skapas.



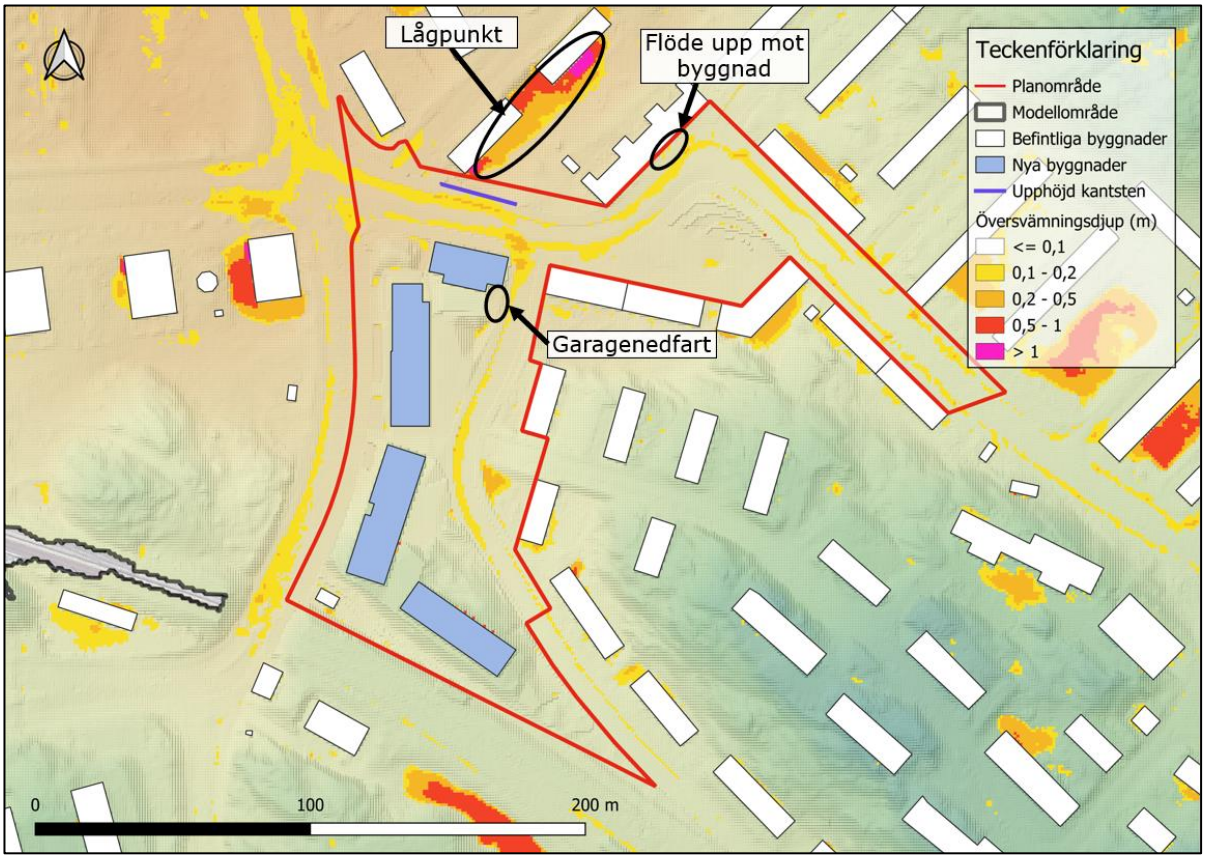
Figur 10. Maximalt flöde inom planområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid framtida situation med åtgärd.

Figur 11 visar hur den föreslagna kantstenen ger att vattendjupet i lågpunkten minskar något jämfört med befintlig situation. Nedströms planområdet ansluter sig flödet till andra flöden i Hammarbybacken och uppvisar samma vattennivåer och flöden vid framtida situation som vid befintlig.



Figur 11. Skillnad i maximala vattendjup vid framtida situation med åtgärder samt befintlig situation.

Beräknade vattendjup inom planområdet redovisas i Figur 12 beräknas på ett fåtal platser överstiga 0,2 m, vilket är högsta vattendjup för framkomlighet för räddningstjänst. De högsta nivåerna uppstår dock endast vid flödestoppen under en tid på ca 20 min och har en placering som inte bedöms hindra framkomligheten inom planområdet. För den planerade garageinfarten har ingen risk för stående vatten identifierats, den bör dock bevakas i framtida skede om förändring av höjdsättning skulle ske inom området.



Figur 12. Resulterande maximalt vattendjup vid framtida situation med åtgärder i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.

4. Slutsats

Inom planområdet finns det i dagsläget inga befintliga lågpunkter som riskerar att byggas bort med framtida exploatering. Med den nya sträckningen av Palandergatan riktas dock en flödesväg mot en befintlig lågpunkt just norr om planområdet, vilket resulterar i ett ökat vattendjup i lågpunkten. För att undvika att försämra situationen där föreslås att en upphöjd kantsten om minst 10 cm placeras i bakkant av gångbanan.

Inom kvartersmarken bedöms det inte finnas instängda områden med risk för stående vatten. Det är dock av vikt att flödesvägar till närliggande gator säkerställs för att undvika att instängda områden skapas. Vid korsningen Palandergatan-Olaus Magnus väg genar en flödesväg över gångbanan och upp mot den framtida byggnaden där vattennivån stiger upp mot ca 20 cm. För att undvika att entréer översvämmas samtidigt som krav på tillgänglighet uppnås planeras därför inga entréer att placeras på kortsidan av byggnaden där det finns risk för översvämning.

Så länge ovanstående åtgärder säkerställs i projekteringen, visar resultaten att den nya bebyggelsen kan hantera ett 100-årsregn (med klimatfaktor 1,25). För samtliga befintliga byggnader förutom den vid vänsterkurvan i Olaus Magnus väg bedöms icke-försämring kunna uppnås. Med en justerad bombering av vägbanan i Olaus Magnus väg förbättras situationen något men inte tillräckligt för att det inte ska innebära en försämring. Problematiken inom området bedöms kunna avhjälpas med en fortsatt bearbetning av gatans höjdsättning (Olaus Magnus väg), med exempelvis justeringar i gatan något längre uppströms. Arbetet och samordning med teknikområdet gata/trafik bör därför fortsätta in i detaljprojekteringen och dokumenteras som en restpunkt inom systemhandlingen.

Framkomligheten för räddningstjänst med mera till de nya kvarteren beräknas inte påverkas vid ett 100-årsregn (med klimatfaktor 1,25). Planen beräknas inte heller påverka framkomlighet till den befintliga bebyggelsen negativt.

5. Referenser

Chow, V. (1959). *Open-channel hydraulics.* New York: McGraw-Hill.
Svenskt Vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.*