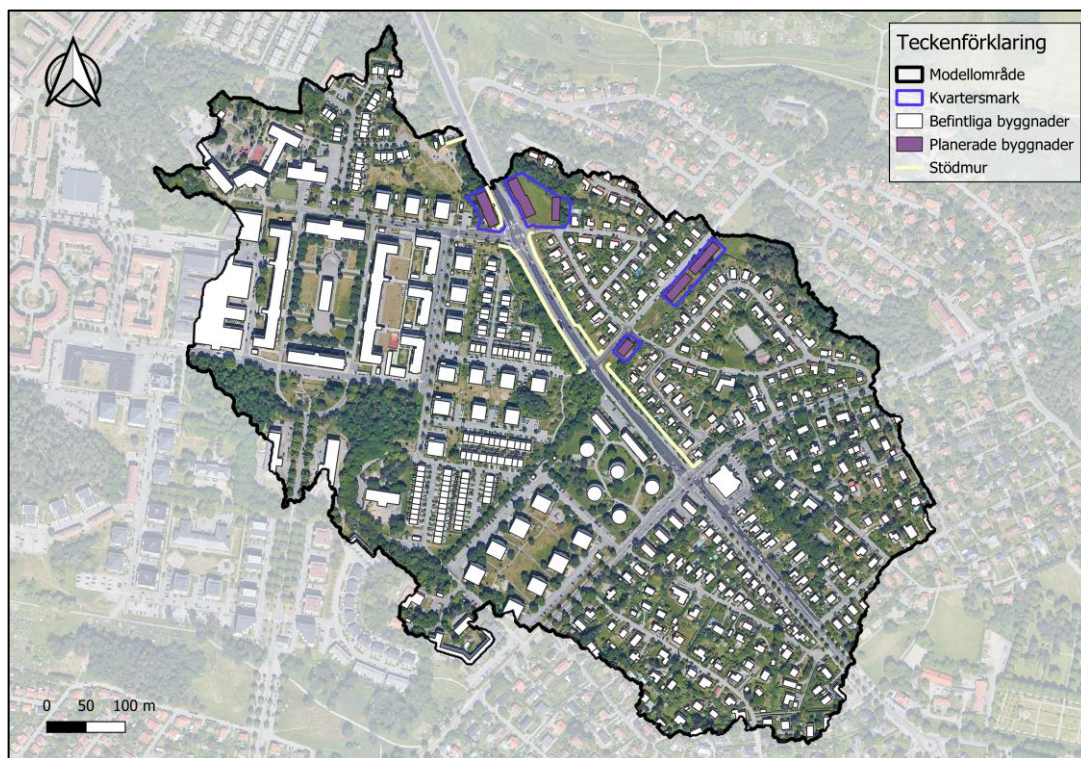


# Ögat

## PM Skyfallsutredning



# Ögat

## PM Skyfallsutredning

Projektnamn **Dagvatten- och skyfallsutredning Ögat**  
Projekt nr **1320066200**  
Mottagare **Exploateringskontoret Stockholms stad**  
Typ av dokument **PM**  
Version **1.0**  
Datum **2024-04-30**  
Förberett av **Carl Edström**  
Kontrollerad av **Anton Blomqvist**  
Godkänd av **Sara Karlsson**

Ramboll  
Krukmakargatan 21  
Box 17009  
10462 Stockholm

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

# Innehållsförteckning

1.	<b>Inledning</b>	2
1.1	Underlag	2
2.	<b>Modellförutsättningar</b>	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.	<b>Modellresultat</b>	7
3.1	Nuläge	7
3.2	Framtid	10
3.3	Framtid med åtgärder	13
4.	<b>Slutsats</b>	17
5.	<b>Referenser</b>	18

## 1. Inledning

På uppdrag av Stockholms stad Exploateringskontoret har Ramboll utrett skyfallshanteringen inom planområdet Ögat i samband med planerad exploatering. Planområdet är beläget i Bromma/Eneby, väster om centrala Stockholm. Följande rapport beskriver uppbyggnaden av en hydraulisk modell i programvaran MIKE+ samt redovisar resultat från simuleringar med översvämmade ytor och flödesvägar som uppstår vid ett klimatkompenserat 100-årsregn.

### 1.1 Underlag

Följande underlag har använts i utredningen:

- Fotavtryck och fastighetsgräns för Kv Eneby, dwg. Daterat 2023-06-27
- Fotavtryck och fastighetsgräns för Kv Ögat, dwg. Daterat 2023-11-14

## 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.

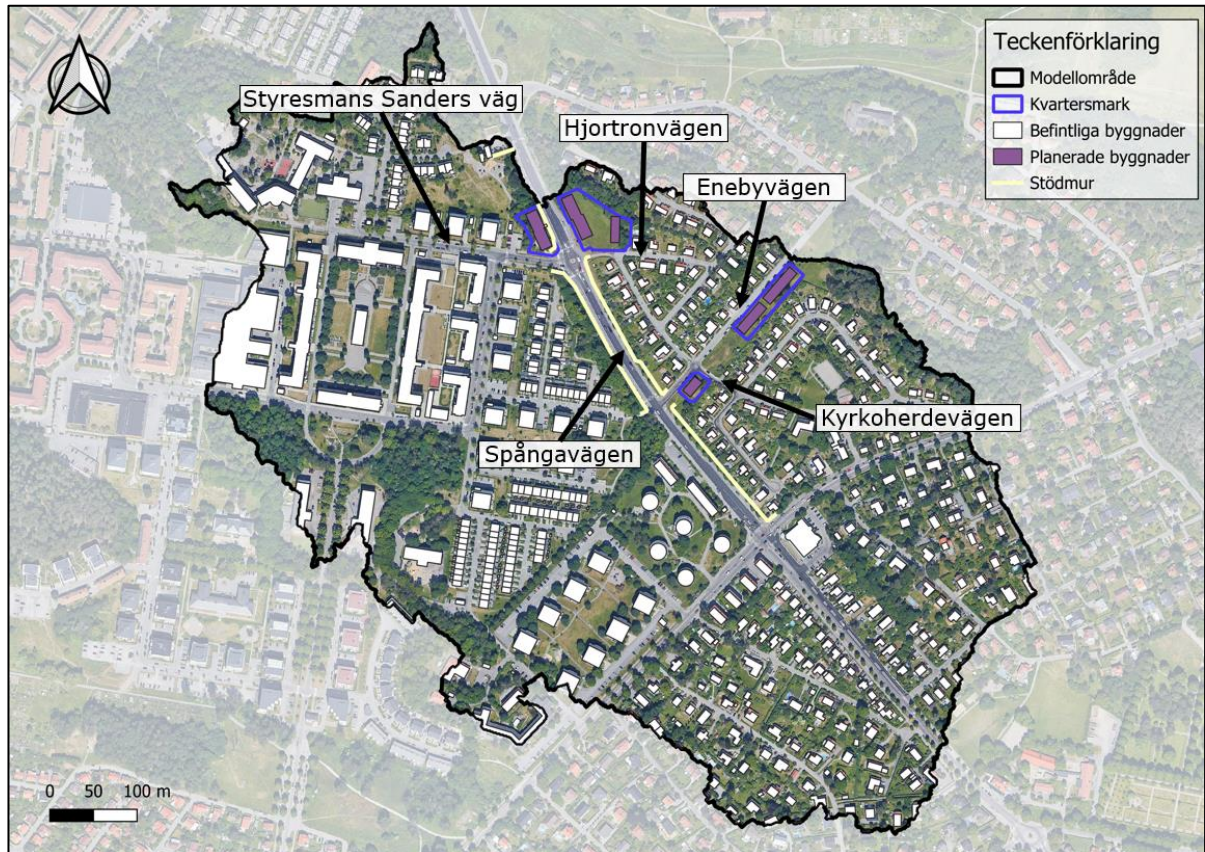
### 2.2 Koordinat- och höjdsystem

I denna utredning används koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH2000 för underlag och arbetsmaterial.

### 2.3 Modellområde

Systemgränsen för modellområdet har tagits fram för att täcka det naturliga avrinningsområdet och säkerställa att avrinningen till utredningsområdet inte underskattas. Det naturliga avrinningsområdet har hämtats från SCALGO Live. Det har även kontrollerats med SVOA vid möte 2023-08-23 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.



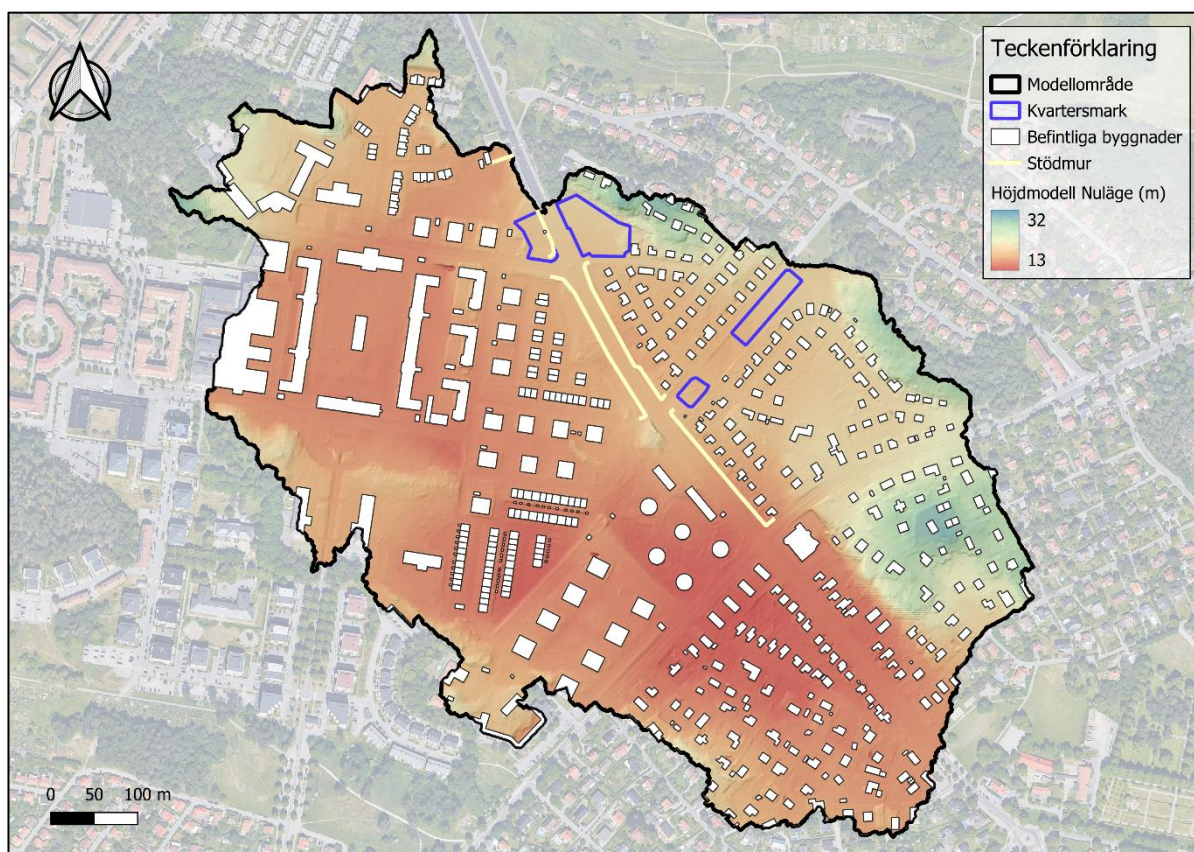


Figur 1. Översikt av modellområde med planerade exploateringsområden inom kvartersmark.

## 2.4 Höjdmodell

Höjdmodellen som har använts är baserad på höjddata hämtad från SCALGO Live med upplösningen 1x1 m, vilken baseras på Lantmäteriets senaste tillgängliga laserskanning ("Laserdata Nedladdning, skog"). Ramboll har kontrollerat att inga nedsänkningar och eventuella broar/passager där vatten i verkligheten kan rinna under/genom har missats i höjdmodellen. För framtida scenarion har framtida byggnader höjts upp 2 meter i höjdmodellen. Övrig mark inom kvartersmark har lämnats som befintliga nivåer eftersom projekterade marknivåer saknas.

Längsmed Spångavägen finns det stödmurar/bullerplank som bedöms vara täta och hindrar vatten från att flöda igenom dem. Dessa har modellerats i modellen med modulen *2D-Dikes* vilken agerar som en mur som stoppar vattnets framfart. Figur 2 redovisar höjdmodellen för nuläge samt placeringen av stödmurarna som har lagts in i modellen.



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



## 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 6 timmar med ett centralblock på 10 minuter. Efter de 6 timmarna med regn har simuleringen pågått ytterligare 2 timmar för att säkerställa att större vattenrörelser avstannat och maximala översvämningsdjup uppnåtts inom modellområdet. Den totala simuleringstiden är således 8 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. I verkligheten varierar också kapaciteten i ledningsnätet, där den återkomsttid som ledningsnätet kan omhänderta kan vara både högre och lägre inom olika områden.

## 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. Parametervärden som har använts i modellen baseras på använda värden i Stockholms stads skyfallsmodell (WSP, 2018) och de underliggande jordarterna inom modellområdet har differentierats från SGU:s jordartskarta. Använda parametervärden redovisas i Tabell 1.

**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 flödes hastigheter och översvämningsutbredningen och beskrivs i modellen med hjälp av Manningstal ( $m^{1/3}/s$ ) 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 och filen för framtida situation har justerats utifrån förändrad markanvändning.

**Tabell 2. Ansatta Mannings M för olika typer av markanvändning**

Markanvändning	Manningstal, M
Tak	67
Väg/asfalterade ytor	63
Park och grönytor	15
Grus/spår område	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. 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 kapaciteten i ledningsnätet, den återkomsttid som ledningsnätet kan omhänderta kan vara både högre och lägre inom olika områden. Med andra ord kan ledningsnätet i verkligheten omhänderta mer på vissa ställen medan det trycker uppmer till ytan på andra.



### 3. Modellresultat

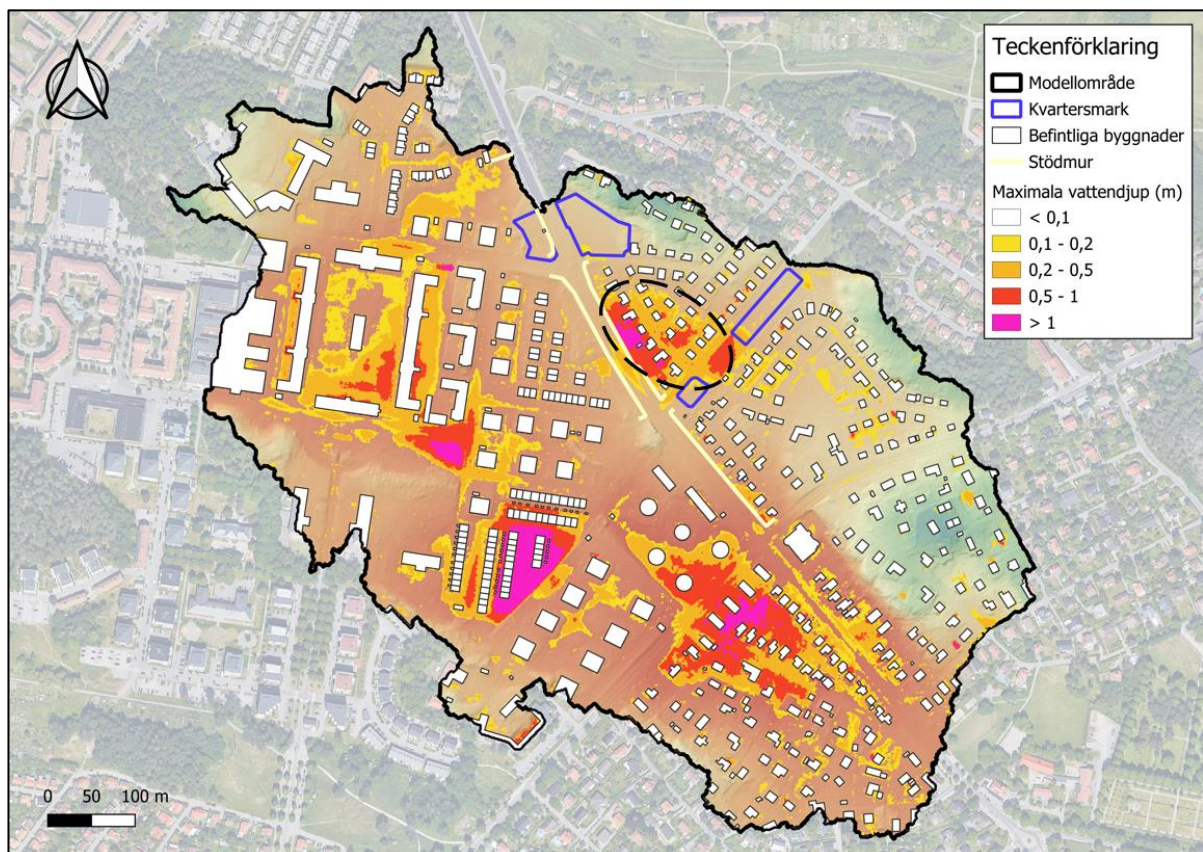
I följande avsnitt redovisas resultat från simuleringar av de tre utredda scenarierna som har utretts och simulerats i modellen:

- Nuläge
- Framtid
- Framtid med åtgärder

Det bör noteras resultatet som redovisas representerar det maximala vattendjupet och det maximala relativa flödet som uppstått i varje enskild beräkningspunkt någon gång under hela simuleringsperioden, det vill säga inte förhållandet vid en viss tidpunkt. I realiteten inträffar maximala värden på olika platser vid olika tidpunkter.

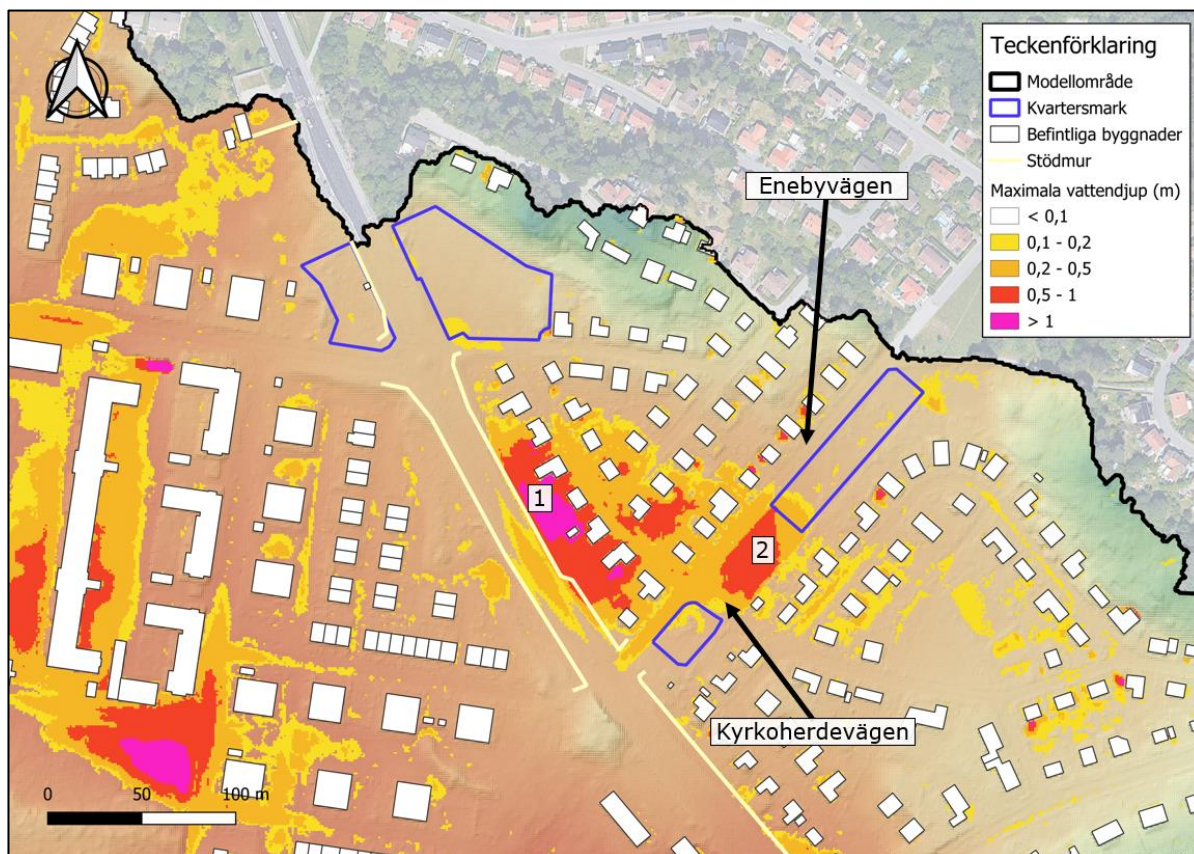
#### 3.1 Nuläge

Resultaterande maximala vattendjup vid simulering av befintlig situation redovisas i Figur 3. Resultatet visar att det finns ett antal större lågpunkter med beräknade maximala vattendjup som överstiger 1 meters djup. Just norr om Spångavägen finns det en större lågpunkt, markerad med streckad linje, med ett vattendjup som sträcker delvis överlappar med den framtida exploateringen inom kvartersmark.



**Figur 3. Beräknade maximala vattendjup inom hela modellområdet vid befintlig situation i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.**

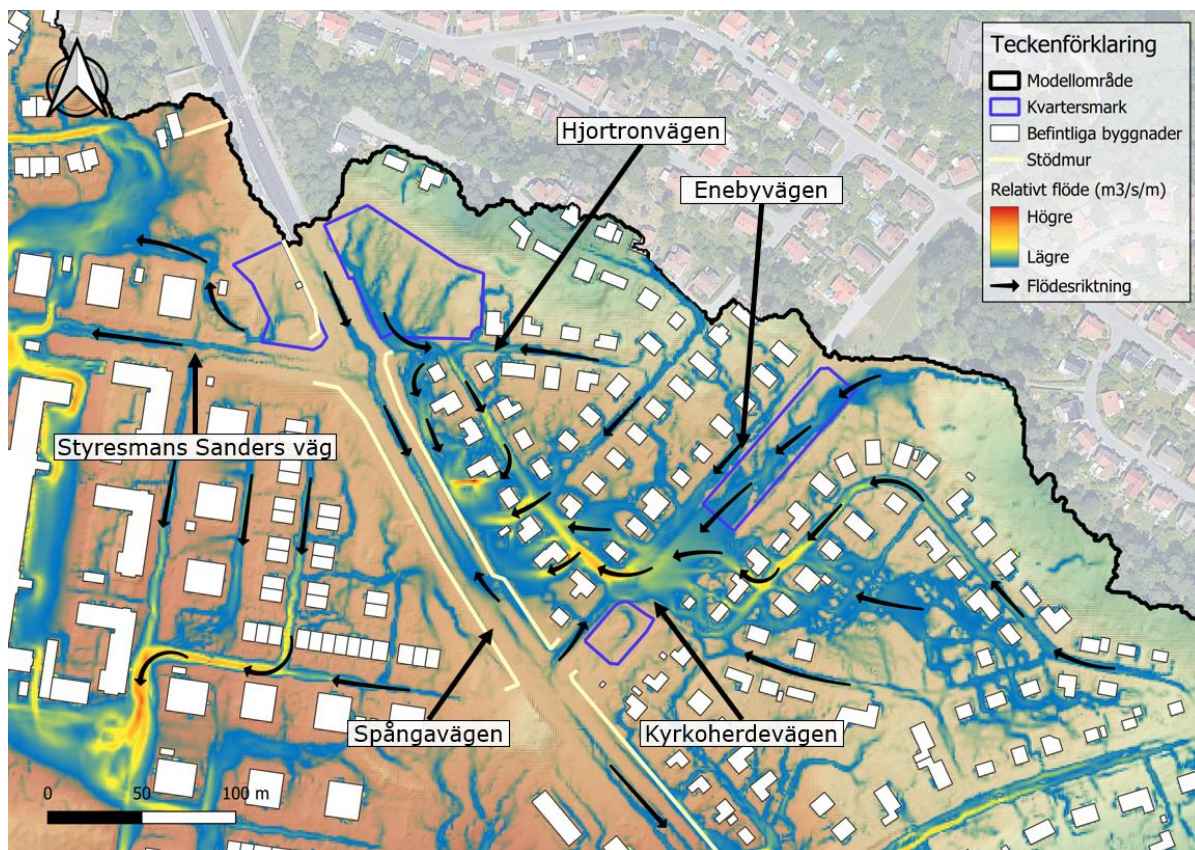
Lågpunktens utbredning redovisas mer i detalj i Figur 4, där det framgår att ett större vattendjup som överstiger 1 meter beräknas mot stödmuren/bullerplanket som går längs med Spångavägen (punkt 1). Vid korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen mellan den framtida kvartersmarken i öst (punkt 2) finns det också en befintlig lågpunkt där vattendjupet beräknas till mellan 0,5 och 1 meter. Översvämningens utbredning sträcker sig över de båda lågpunkterna 1 och 2 och bildar tillsammans en större lågpunkt med beräknad maximal nivå på +18,27 m i hela området.



**Figur 4. Beräknade maximala vattendjup kring planområdet vid befintlig situation i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.**



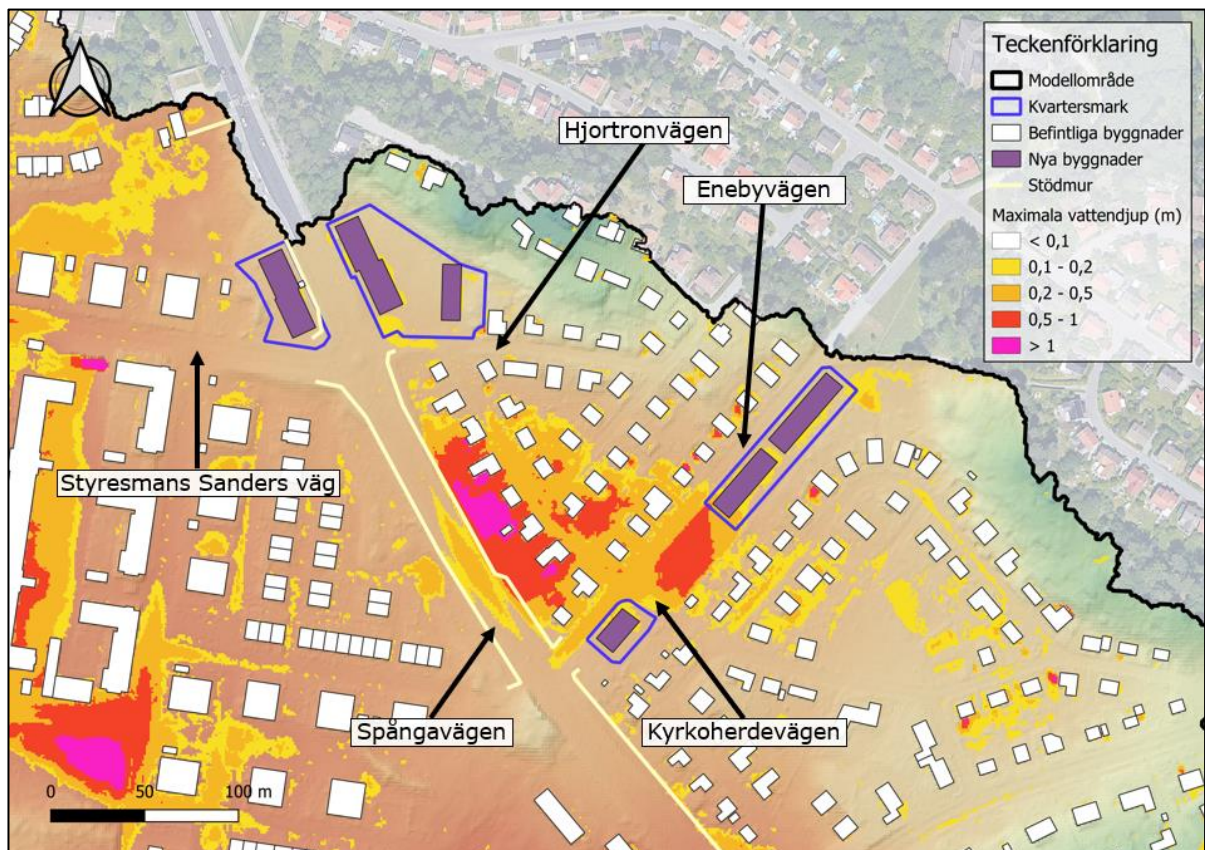
Figur 5 redovisar de beräknade maximala flödena samt flödesriktning kring planområdet vid befintlig situation. Det framgår att flöden på den östra sidan av Spångvägen rinner mot den stora lågpunkten vid stödmuren från både norr och öst. Från den nordöstra delen går det en flödesväg genom kvartersmarken vidare mot lågpunkten.



Figur 5. Beräknade maximala flöden kring planområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid befintlig situation.

### 3.2 Framtid

Beräknade maximala vattendjup vid framtida situation där planerade byggnaders fotavtryck inom planområdet har lagts till i modellen redovisas i Figur 6. Situationen är snarlik den för nuläge, bortsett från kring de framtida byggnaderna som trycker undan flödet som rinner förbi dem. Den maximala vattennivån i lågpunkten beräknas dock fortsatt till +18,27 m. Vid korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen beräknas vatten stå mot de framtida byggnaderna som ligger närmst lågpunkten.

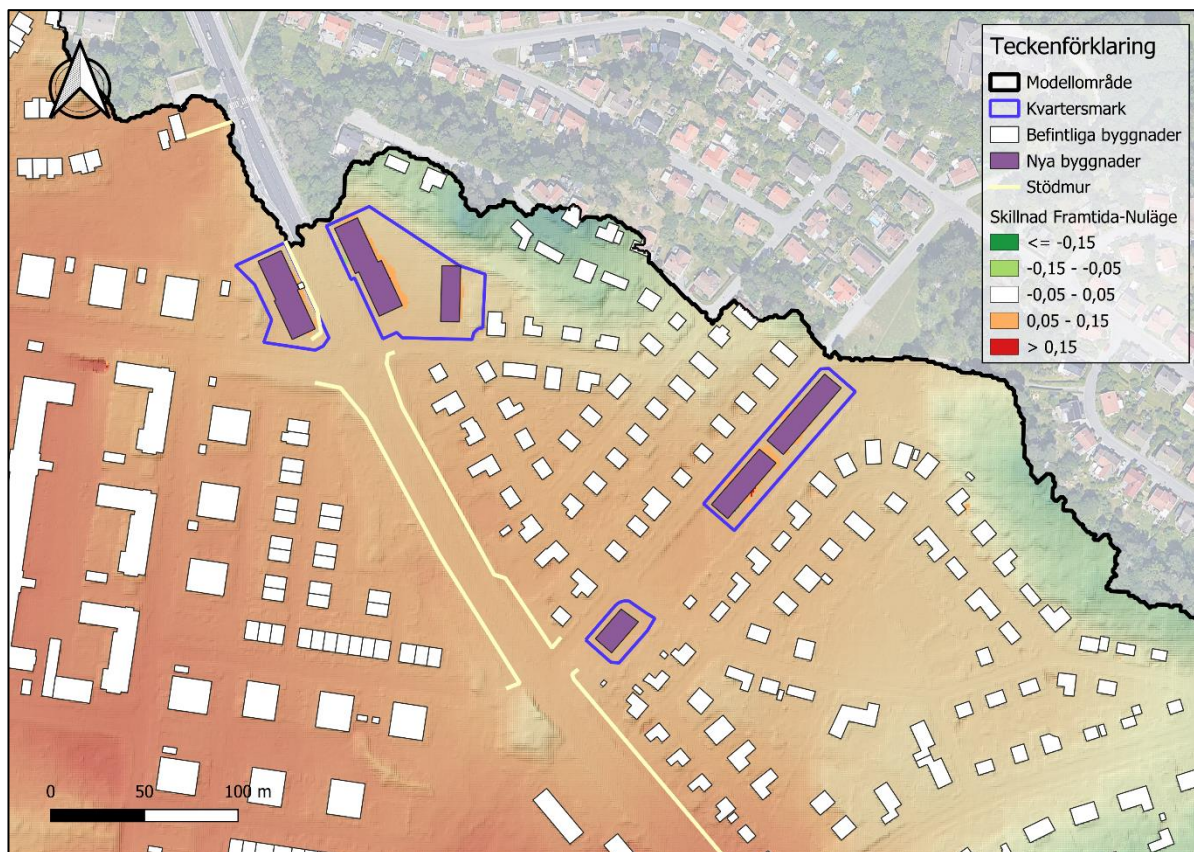


**Figur 6. Resultande maximala vattendjup kring planområdet vid framtida situation utan åtgärder i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.**

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2024-10-15, Dnr 2021-15311

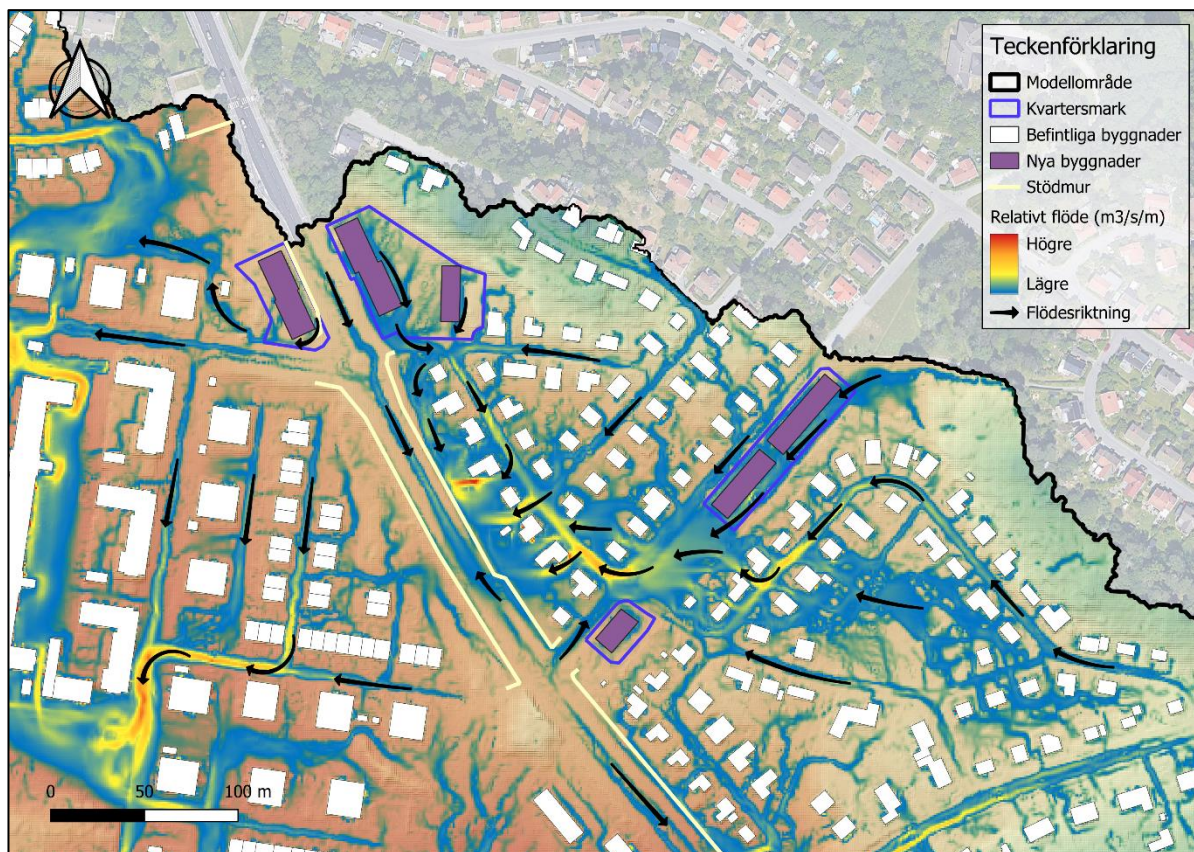


Figur 7 visar den beräknade skillnaden i maximala vattendjup mellan framtida situation utan åtgärder och befintlig situation. Som nämnt tidigare är det kring de nya byggnadernas fotavtryck som vattennivåerna beräknas öka något. Inom övriga områden har ingen märkbar förändring identifierats.



Figur 7. Beräknad skillnad i maximala vattendjup mellan framtida och befintlig situation.

Figur 8 redovisar beräknade maximala flöden samt flödesriktning vid framtida situation utan åtgärder. Flöden och flödesvägar är i stort sett desamma som vid befintlig situation bortsett från att flöden nu beräknas rinna runt de framtida byggnaderna. Flödet går, efter att ha passerat byggnaderna, vidare mot närliggande lågpunkter.



Figur 8. Maximala flöden kring planområdet i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 vid framtida situation utan åtgärder.

### 3.3 Framtid med åtgärder

För de norra kvarteren inom planområdet beräknas den föreslagna exploateringen inte ha en märkbar påverkan på skyfallssituationen inom planområdet samt närliggande områden. Det bör dock påpekas att utredningen endast har tagit hänsyn till framtida byggnaders fotavtryck och att ingen projekterad höjdsättning av mark har funnits tillgänglig. Vid projektering i senare skede bör instängda områden undvikas samt att byggnader förses med närliggande mark som lutar bort från dem för att kunna avleda vattnet.

I det södra området beräknas den maximala vattennivån till +18,27 m, varpå det rekommenderas att byggnaderna skyddas mot en vattennivå på +18,3 för att undvika att vatten står mot byggnaderna. En färdig golvnivå (FG) föreslås med 20 cm marginal till minst +18,50 m. Om marken vid byggnaderna höjs upp kommer vattnet som stod mot byggnaderna att tryckas undan vilket ökar vattendjupet för omkringliggande områden. För att inte förvärra situationen i området behöver därför den volym som trängs undan av de planerade byggnaderna samt kvartersmarken omhändertaras.

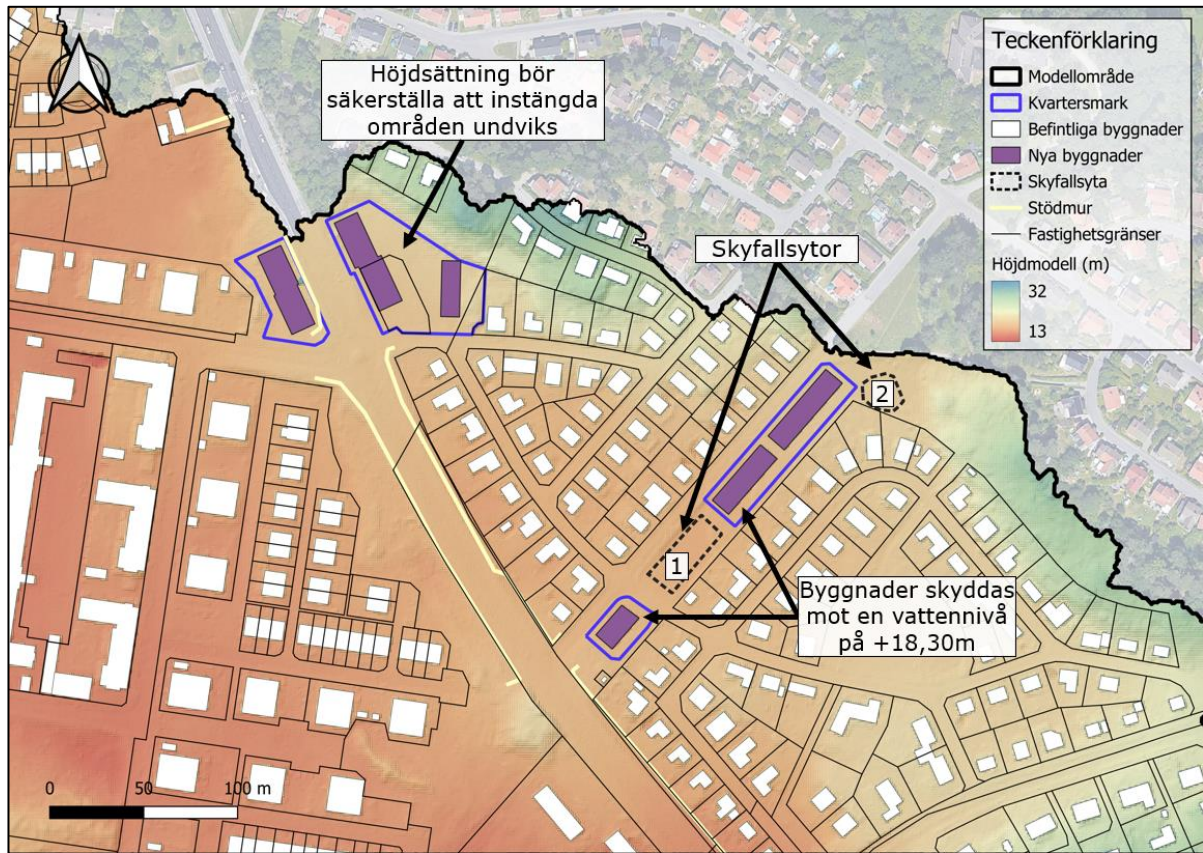
För att beräkna den kompensationsvolym som trycks undan om marken inom kvartersmarken höjs upp, antogs all mark som understiger +18,3 m inom kvartersmarken höjas upp till minst +18,3 m. Eftersom ingen projekterad höjdsättning av mark har funnits tillgänglig ansågs det vara ett vara ett värsta scenario som beräknas ge den största kompensationsvolymen. Om det sen enbart är marken närmst byggnaderna som höjs upp blir kompensationsvolymen troligtvis mindre och den beräknade kompensationsvolymen kan därför anses ha en viss säkerhetsmarginal.

Vid simulering beräknades den undanträngda volymen till ca 190 m<sup>3</sup> och två alternativa scenarion föreslås för att hantera denna.

- En större/djupare skyfallsyta vid korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen (yta 1).
- Två mindre skyfallsytor (yta 1 och 2). En vid korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen (yta 1 som inte är lika djup som första scenariot) samt en norr om kvartersmarken (yta 2). För att säkerställa att vatten inte rinner vidare mot närliggande byggnader kan ett avledande dike anläggas mellan skyfallsytorna.



Figur 9 visar placeringen av det två föreslagna skyfallsytorna. Båda scenarierna har simulerats och uppvisar liknande resultat, dock redovisas enbart resultat från simulering av scenarion 2.

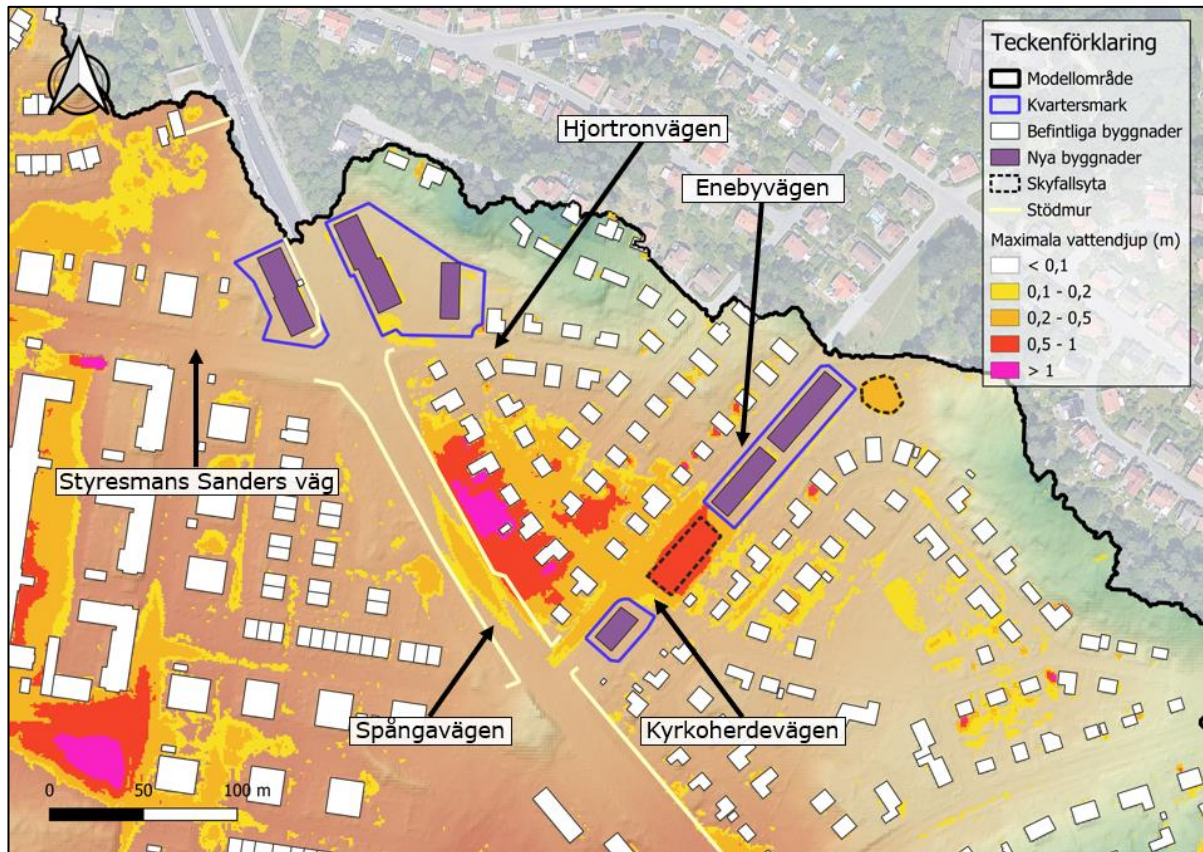


Figur 9. Föreslagna åtgärder för skyfallshantering

Enligt uppgifter från SVOA finns det kapacitet att omhänderta både dag- och spillvatten i det kombinerade systemet i Enebyvägen/Kyrkoherdevägen. Då det också finns en höjdmässig marginal från den stora lågpunkten till ledningsnätet bedöms det vara möjligt att ansluta dränering av skyfallsytan om så önskas. Alternativt kan vattnet tillåtas infiltrera likt hur situationen ser ut i dagsläget.



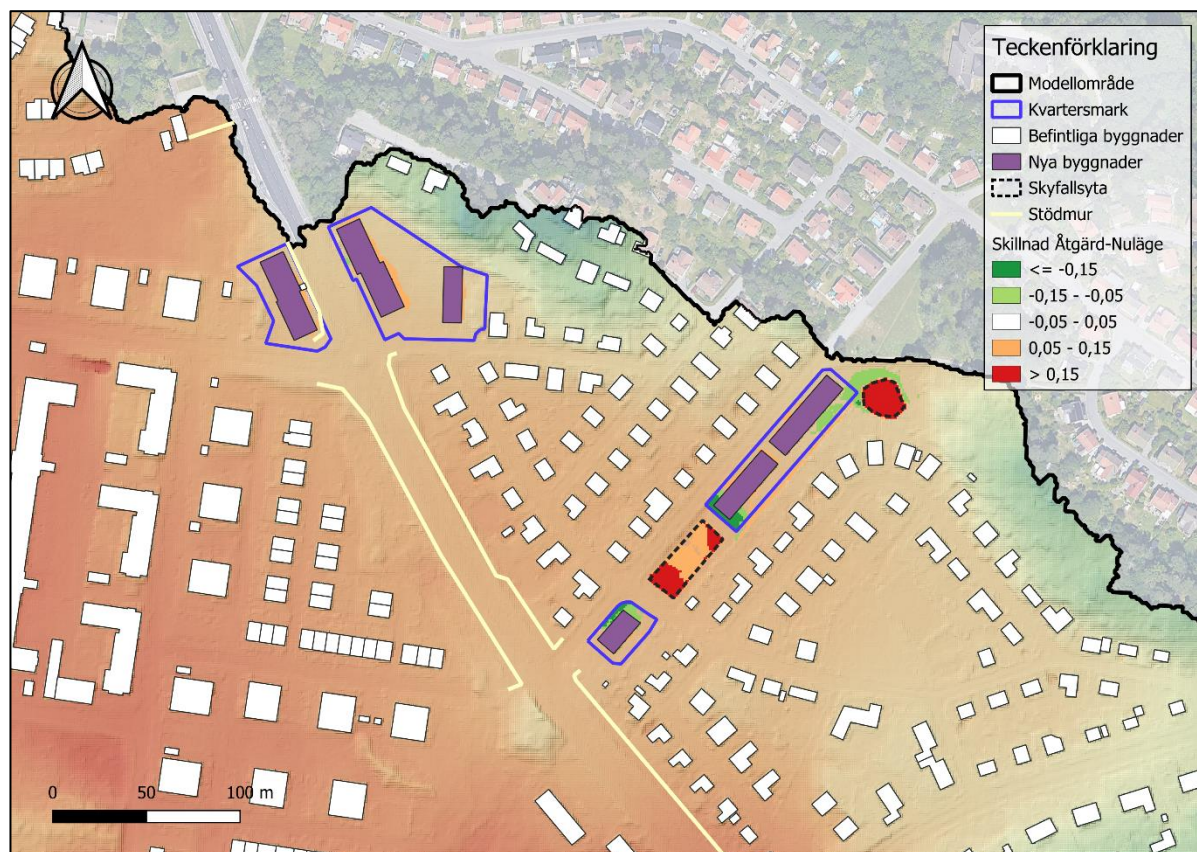
Figur 10 visar de maximala vattennivåerna för ett scenario där kvartersmark har höjts upp och två skyfallsytor har lagts in i modellen för att omhänderta den beräknade kompensationsvolymen. Med upphöjningen av kvartersmarken ses nu att vatten från lågpunkten inte längre står mot de nya byggnadernas fasad. Det vatten som kan ses mot fasaderna på de nya byggnaderna uppstår vid regntoppen på simuleringen och rinner sedan vidare.



**Figur 10. Resultande maximala vattendjup kring planområdet vid framtida situation med åtgärder i samband med 100-årsregn inklusive klimatfaktor.**

I den södra delen av Enebyvägen samt kring korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen beräknas vattendjupet överstiga 0,2 m. Det bedöms därmed medföra svårighet för framkomlighet för räddningstjänst till den planerade bebyggelsen inom kvartersmark söder om korsningen. För att säkerställa framkomlighet för utryckningsfordon bör därför tillgänglighet från byggnadernas baksida (åt sydost) säkerställas. På så sätt kan ett avstånd mellan räddningsfordonens uppställningsplats och byggnadens angreppspunkt understiga 50 m.

Den beräknade skillnaden mellan maximala vattendjup då åtgärder tillämpats i modellen och nuläge redovisas i Figur 11. Orange och rött ger större vattendjup jämfört med nuläge medan grönt ger mindre vattendjup. Det framgår att upphöjningen på kvartersmark trycker undan vatten utan att ha en negativ påverkan på närliggande områden då de föreslagna skyfallsytorna omhändertar den beräknade kompensationsvolymen. Beräknad kompensationsvolym är framtagen utifrån syftet att inte försämma skyfallssituationen inom området. Det bedöms dock vara möjligt att till en viss grad förbättra situationen om en ännu större volym kan omhändertas.



Figur 11. Beräknad skillnad i maximala vattendjup mellan framtida situation med åtgärder och befintlig situation.

## 4. Slutsats

Vid den planerade exploatering med radhus vid Enebyvägen finns det idag en större lågpunkt som sträcker sig ner mot en stödmur/bullervall som går längs med Spångavägen. I denna lågpunkt finns flera befintliga byggnader som riskerar att översvämmas vid skyfall. För att undvika stående vatten mot de framtida byggnaderna vid ett klimatkompenserat 100-årsregn föreslås att byggnaderna kring lågpunkten skyddas mot en vattennivå på +18,3 m. Om marken vid byggnaderna höjs upp kommer vattnet som stod mot byggnaderna att tryckas undan vilket ökar vattendjupet för omkringliggande områden. För att undvika en försämring för närliggande områden behövs en kompensationsvolym på 190 m<sup>3</sup>, vilket föreslås hanteras med två alternativa scenarion:

- En större/djupare skyfallsyta vid korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen.
- Två mindre skyfallsytor. En vid korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen samt en norr om kvartersmarken. För att säkerställa att vatten inte rinner vidare mot närliggande byggnader kan ett avledande dike anläggas mellan skyfallsytorna.

Med omhändertagande av kompensationsvolymen i skyfalls-ytan/ytorna bedöms icke-försämring uppnås inom planområdet. Om en ännu större volym än den beräknade kompensationsvolymen kan omhändertas bedöms det vara möjligt att till en viss grad förbättra situationen jämfört med nuläge.

I den södra delen av Enebyvägen samt kring korsningen Enebyvägen/Kyrkoherdevägen beräknas vattendjupet överstiga 0,2 m. Det bedöms därmed medföra svårighet för framkomlighet för räddningstjänst till den planerade bebyggelsen inom kvartersmark söder om korsningen. För att säkerställa framkomlighet för utryckningsfordon bör därför tillgänglighet från byggnadernas baksida (åt sydost) säkerställas. På så sätt kan ett avstånd mellan räddningsfordonens uppställningsplats och byggnadens angreppspunkt understiga 50 m.

## 5. Referenser

Chow, V. (1959). *Open-channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill.

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

WSP. (2018). *Skyfallsmodellering Stockholms stad*.