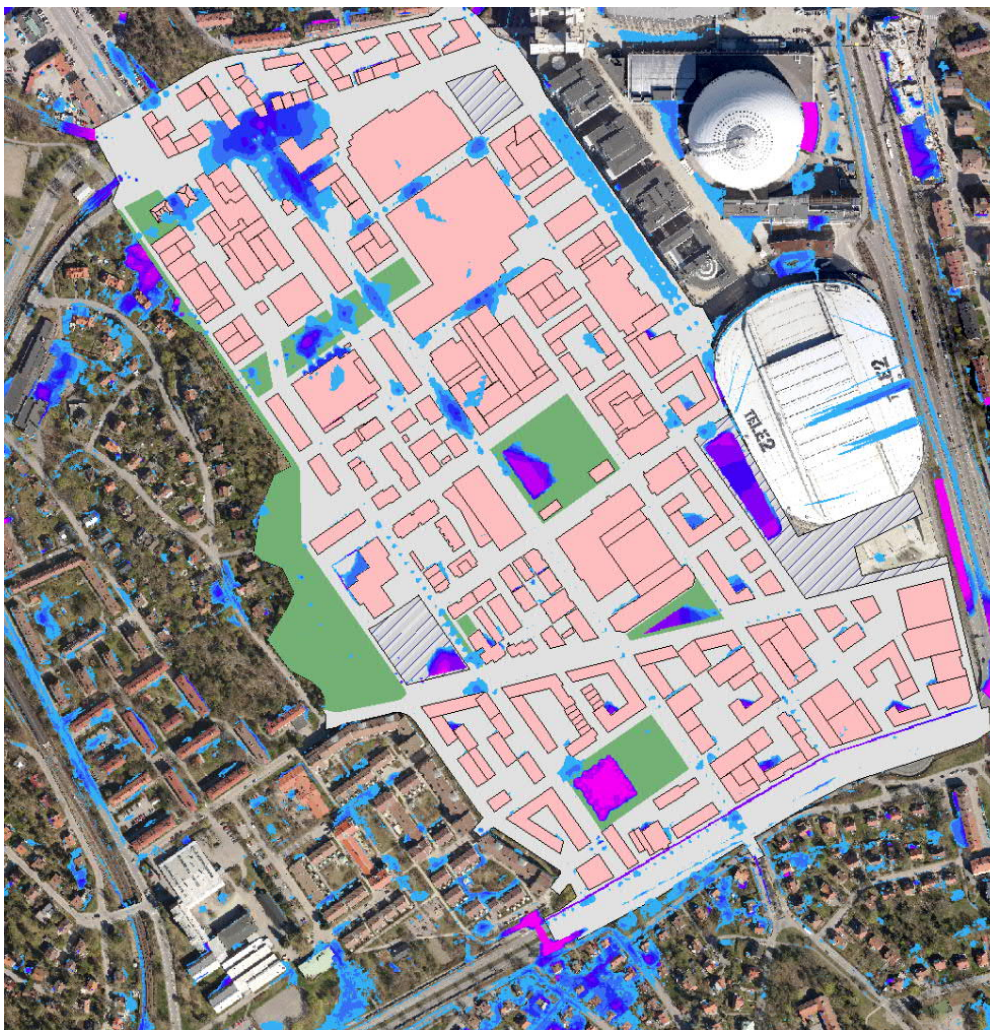


SKYFALLSMODELLERING

SLAKTHUSOMRÅDET – DP1

2020-06-04



REVIDERAD 2020-11-06



SKYFALLSMODELLERING

Slakthusområdet – DP1

KUND

Exploateringskontoret, Stockholm stad

KONSULT

WSP Bro & Vattenbyggnad

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Gunilla Kaiser
010 722 9538
gunilla.kaiser@wsp.com

Simon Rieger
+46 72 084 75 80
simon.rieger@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Skyfallskartering
Slakthusområdet

UPPDRAGSNUMMER
10273501

FÖRFATTARE
Gunilla Kaiser, Simon Rieger,
Kristina Willén

DATUM
2020-05-05

ÄNDRINGSDATUM
2020-11-06

Granskad av
Sofia Thurin

Godkänd av
Gunilla Kaiser

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
1 INLEDNING	6
2 METOD	6
2.1 UTREDNINGSOMRÅDET	7
2.2 TERRÄNGMODELL	8
2.3 MARKANVÄNDNING	9
2.4 SKYFALLSÅTGÄRDER	10
2.5 MARKENS RÅHET	11
2.6 REGN	11
2.7 KALIBRERING	12
3 RESULTAT	12
3.1 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - NULÄGET	13
3.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - PLANERAD EXPLOATERING	14
3.3 EFFEKT AV SKYFALLSÅTGÄRDER	17
4 SLUTSATS	22
5 REFERENSER	22

SAMMANFATTNING

Inför beslut om Detaljplan 1 i Slakthusområdet har en skyfallsmodellering tagits fram för att avgöra hur en planerad förändring av Slakthusområdet påverkar nedströms liggande områden vid ett 100-årsregn. Området är idag i stort sett helt hårdgjort vilket innebär att ett genomförande av planprogrammet minskar avrinningen vid normala regn, men innehåller å andra sidan ett antal instängda områden som idag magasineras stora mängder vatten vid ett skyfall. För att ombyggnaden av Slakthusområdet inte ska öka avrinningen mot villaområdet på andra sidan Enskedevägen måste denna volym inrymmas på nya ställen. I modelleringen har situationen idag jämförts med en framtida situation där *hela* planområdet är utbyggt.

En första, förenklad modellering kring då kända förutsättningar visade att ett genomförande av planområdet skulle få negativa konsekvenser för nedströms liggande bostadsområden. För att avhjälpa problemet har konsulter inom gestaltning, gatuprojektering och skyfallsmodellering i systemhandlingsskedet utfört ett iterativt arbete för att ta fram ett förslag där gator och parker i så stor utsträckning som möjligt kan hantera stora mängder vatten lokalt på ett säkert sätt samtidigt som tillgänglighet, trafiksäkerhet, trygghet etc. inte åsidosätts.

Modellen har byggts upp på följande sätt:

- Som input till modelleringsprogrammet behövs en terrängmodell. För framtida situation har denna byggts upp från höjder i programhandlingen, men i området för DP 1 har mer detaljerade höjder från systemhandlingsprojektering (enligt ovan) använts. Även för området söder om DP1 samt områden kring övriga torg och parker har en mer noggrann projektering gjorts för att skapa bästa möjliga förutsättningar för skyfallshantering. Dessa höjder har också använts i modellen.
- Ett avdrag har gjorts för att motsvara att ledningsnätet både före och efter utbyggnad har kapacitet att ta hand om viss del av vattnet även vid skyfall. Eftersom även ledningsnätet kommer byggas ut kommer denna kapacitet troligtvis öka, men denna ökning har inte tagits med i modellen utan utgör en viss säkerhetsfaktor.
- Klimatfaktor 1,25 är tillagd både före och efter utbyggnad (befintlig situation med klimatfaktor motsvarar ett noll-alternativ, dvs hur kommer skyfallssituationen se ut i framtiden om inga förändringar görs).
- Modellen arbetar utifrån en terrängmodell med 1 m upplösning. Mindre höjdskillnader som rätt placerade kantstenar, upphöjda korsningar, nedsänkta växtbäddar och så vidare slår därför oftast inte igenom i modellresultatet. Ett generellt avdrag om 5 mm regn har därför gjorts över gatumark för att spegla alla de små åtgärder som gjorts i projekteringen av gaturummet för att lokalt magasinera så mycket regn som möjligt.
- På kvartersmark ställs krav på både grönytefaktor och dagvattenåtgärder som klarar 20 mm. Att anta att detta kommer genomföras till 100 % och dessutom hålla över tid anses överoptimistiskt, men ett generellt avdrag på 5 mm har gjorts även på kvartersmark.

Resultatet visar att gatuprojekteringen leder till att en stor del av regnet rinner till parkerna som planeras i samband med exploateringen och som har höjdsatts och utformats för att kunna ta hand om stora mängder vatten. På det sättet minskar översvämningen i gatulågpunkter och intill byggnader inom planområdet. För planprogrammet i stort gäller fortfarande att det sker en liten ökning i flöden över Enskedevägen jämfört med nuläget. Ökning i flöden över Enskedevägen är dock betydligt mindre än vad modellering i tidigare skede visat och det finns stor potential att eliminera den ökningen helt i samband med skyfallshantering i sydöstra delen av Slakthusområdet.

DP1 tillsammans med ytorna sydväst om DP1 utgör i stort sett ett eget avrinningsområde (Hallvägen undantagen – se nästa stycke) vilket gör att man kan titta på vilka konsekvenser ett genomförande av endast dessa två etapper skulle få ur ett skyfallsperspektiv. I flödesanalys framgår att den största delen av flödet från dessa två detaljplaner samlas upp längs Boskapsvägen och leds in i Södra

parken som har tillräcklig kapacitet för att inte släppa vidare något söderut. Den nya strukturen avlastar även delvis Lindevägen som får ett mindre flöde efter exploatering. Totalt sett minskar alltså utflödet från dessa två detaljplaner efter genomförandet.

Ett undantag från ovanstående finns dock: I etapp 1 ingår även förlängningen av Hallvägen ut till Enskedevägen. Den ligger inom ett annat avrinningsområde. I förhållande till dagens markhöjder kommer den nya Hallvägen att avvattna den lågpunkt som idag finns i korsningen Hallvägen/Kylgatan. Till denna lågpunkt rinner vattnet från kommande detaljplaner. Genomförs även kommande detaljplaner görs ytterligare förändringar i marknivåer som gör att flödet till Hallvägen minskar. Innan detta sker kan vattnet från Hallvägen tillfälligt hanteras inom etableringsområdet söder om DP.

I denna reviderade version av rapporten (20201106) har en bilaga lagts till där skyfallshantering under byggtid beskrivs mer ingående.

1 INLEDNING

I takt med att klimatet förändras förväntas antalet dagar med kraftig nederbörd och extremt korttidsregn att öka i frekvens och intensitet (IPCC, 2013, Olsson m. fl. 2017). Översvämningsrisken till följd av skyfall förväntas öka eftersom urbaniseringen leder till förtätning och mer hårdgjorda ytor i urbana områden där vattnet inte kan infiltrera.

Länsstyrelserna Stockholms län och Västra Götalands län (2018) och Boverket (2018) har tagit fram rekommendationer för planläggning av ny bebyggelse med hänsyn till skyfallsrisk. Enligt rekommendationerna bör skyfall beaktas vid planläggning så att

- ny bebyggelse inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn,
- samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå,
- framkomlighet till och från det nya området säkerställas,
- det nya planområdet inte ska öka översvämningsrisken för omliggande områden med befintlig bebyggelse, och
- effekten av ett framtida klimat under bebyggelsens förväntade livslängd beaktas.

Med hjälp av en skyfallsmodellering är det möjligt att kartlägga översvämningsområden och identifiera riskområden för skyfall. Skyfallsmodelleringen kan därmed tjäna som underlag för ny exploatering genom att ge en bild av potentiella negativa konsekvenser av nybyggnation och höjdsättning för omgivningen.

WSP har fått i uppdrag att ta fram en skyfallsmodellering över planområdet Slakthusområdet i sin helhet. Syftet med uppdraget är att visa vilka områden som riskerar att översvämmas vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn och hur den nya exploateringen kan påverka översvämnningar i omgivningen.

Revidering 20201106: Till rapporten har bilagts en mer detaljerad beskrivning av skyfallshantering under byggtid.

2 METOD

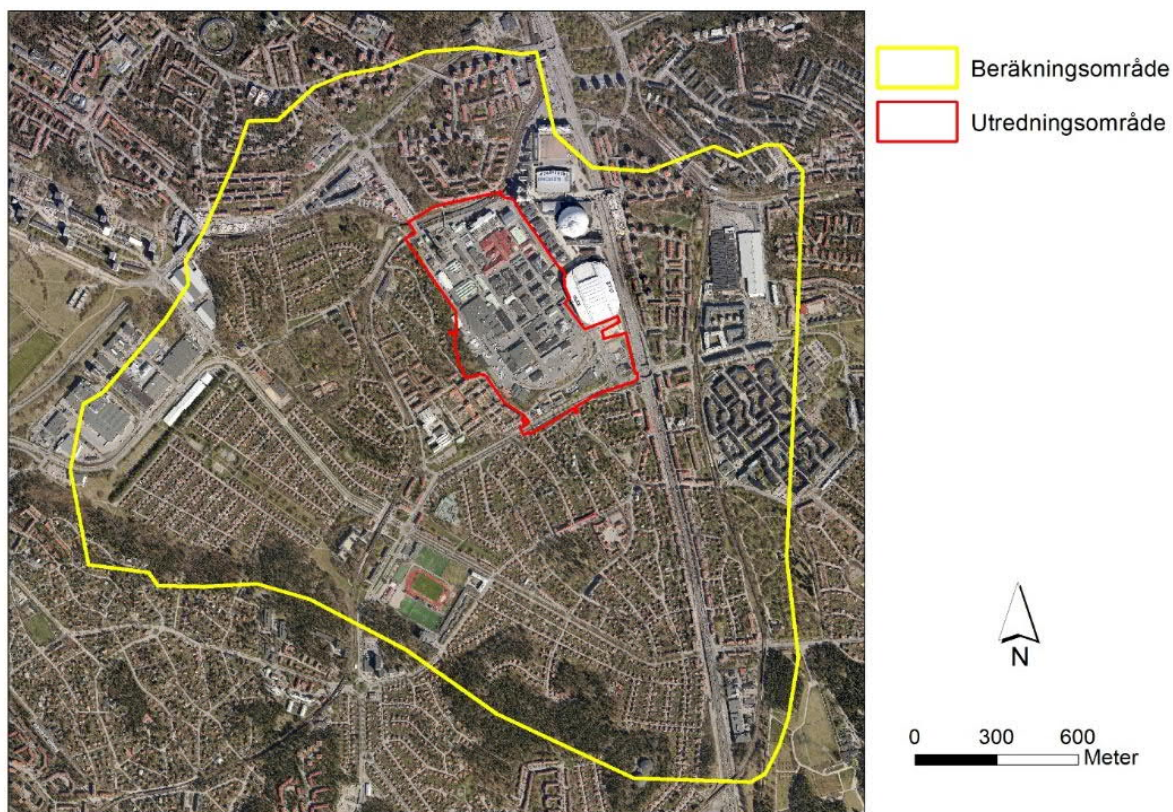
För skyfallsmodelleringen användes det tvådimensionella hydrauliska beräkningsprogrammet MIKE 21 (Danish Hydraulic Institute). Modellen beräknar nivå- och flödesförhållanden till följd av exempelvis nederbörd och flöden. Beräkningarna baseras på numerisk lösning av Navier Stoke's ekvationer.

Metoden för markavrinning som tillämpats följer Vägledning för skyfallskartering (MSB, 2017). Med metodiken görs förenklingar bland annat avseende beskrivning av ledningssystemets kapacitet och hur vattnet transporteras i vattendrag.

Modellens indata består av en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi, regnbelastningen över olika ytor beroende på markanvändning och ledningsnätets kapacitet samt en fil som beskriver markens råhet för olika ytor. Beroende på typ av markanvändning ansätts en avrinningskoefficient multiplicerad med regnbelastningen som används för att ta hänsyn till förluster såsom infiltration, avdunstning och absorption av växtligheten eller genom magasinering i markytans ojämnheter (Svenskt Vatten 2016). För att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet görs ett schablonmässigt avdrag på regnbelastningen. Allt vatten som träffar markytan kommer i denna modell att rinna av på ytan. Beräkningar har utförts i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH2000.

2.1 UTREDNINGSSOMRÅDET

Utredningsområdet omfattar Slakthusområdet i sin helhet (röd polygon, Figur 1).



Figur 1: Beräkningsområdet framtaget utifrån terrängmodellen samt utredningsområdet för skyfallsanalysen.

Eftersom modelleringen i MIKE 21 är en simulering av ytvavrinning som inte inkluderar kulverterade vattendrag som leder vatten till området eller inkluderar ledningsnätet har beräkningsområdet tagits fram i GIS utifrån hela det naturliga avrinningsområdet som bidrar med markavrinning till beräkningsområdet (gul polygon, Figur 1).

Skyfallsmodelleringen har utförts för Slakthusområdet i sin helhet. Denna rapport omfattar en analys och hantering av översvämningssituationen till följd av skyfall i samband med exploatering av DP1 (Figur 2). Följande scenarier har simulerats:

- Nulägesituation med befintlig terräng och markanvändning
- Situation efter exploatering med ny markanvändning inkl. skyfallsåtgärder med fokus på DP1

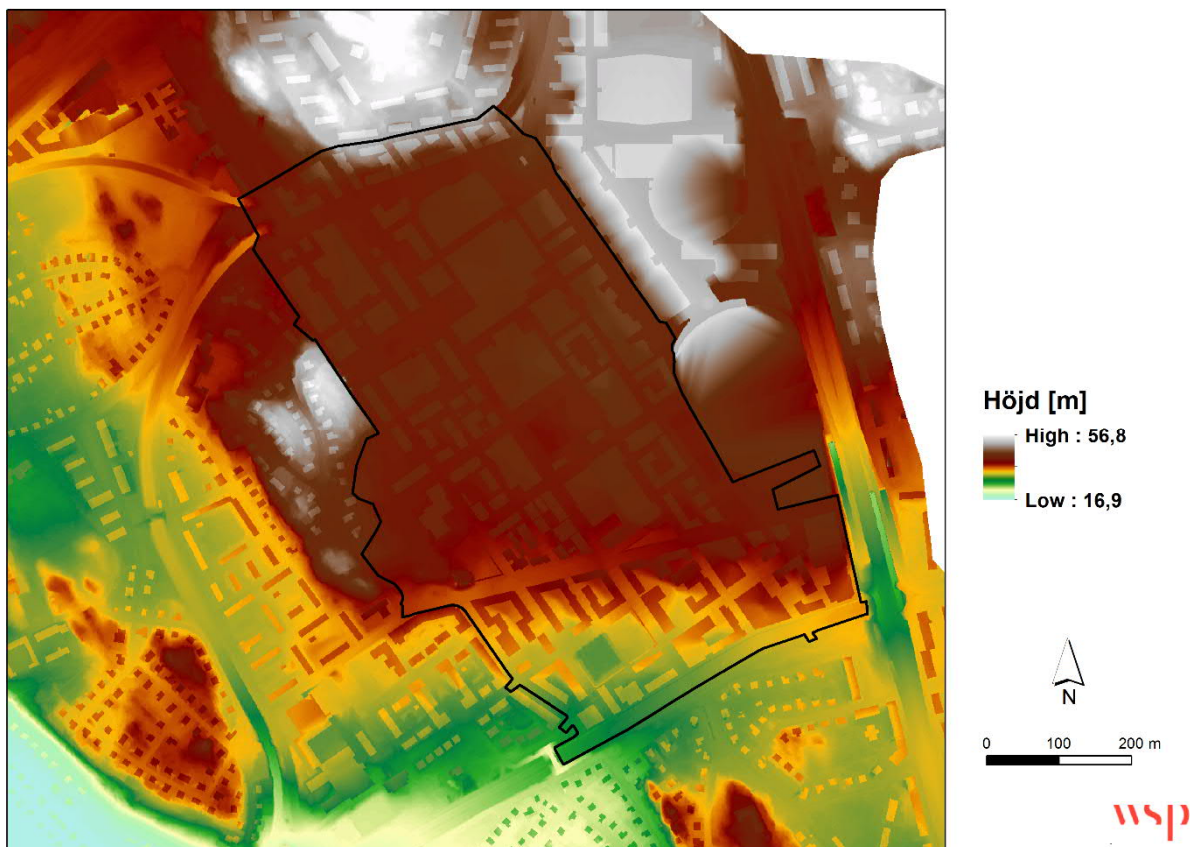


Figur 2: Karta över detaljplan etapp 1 (DP1), Slakthusområdet.

2.2 TERRÄNGMODELL

För modelleringen har två höjdmodeller interpolerats fram utifrån följande underlag:

- Höjdmodell för nulägesmodellering
 - Raster med 1x1 m upplösning.
 - Befintliga byggnader från Stockholms stadskarta. Byggnader har extraherats ur stadskartan och höjts med 2 m i terrängmodellen.
 - Broar har tagits bort och viadukter öppnats upp.
- Höjdmodell för modellering med planerad exploatering
 - Höjdmodell enligt 1.
 - Projekterade gatuhöjder för planområdet Slakthusområdet.
 - Befintliga och nya byggnader. Nya byggnader har extraherats ur beställarens planunderlag underlag och tillsammans med befintlig bebyggelse höjts med 2 m i terrängmodellen.
 - Den nya höjdmodellen har interpolerats fram med hjälp av olika GIS verktyg (Figur 3). Vid Palmfeltsvägen ska spårområdet överdäckas. I det området var inga plushöjder tillgängliga utan har lagts till manuellt.



Figur 3: Höjdmodellen med nya planhöjder har interpolerats fram utifrån befintlig terräng samt projekterade gatuhöjder och byggnader.

2.3 MARKANVÄNDNING

För att differentiera modellområdet med avseende på markens råhet och avrinningskoefficienter har ett markanvändningsraster skapats utifrån hårdgöringsrastret för Stockholm stad som erhållits från Stockholm Vatten. I hårdgöringsrastret delas markanvändningen upp i följande kategorier:

- Tak
- Vägar
- Grönytor
- Vatten

Hårdgöringsrastret är ett raster som har tagits fram i syfte att få en mer korrekt fördelning mellan hårdgjorda ytor och grönytor genom att få en mer rättvis beskrivning av exempelvis gatans varierande bredd, storlek på parkeringsytor samt hårdgjorda ytor inom gårdsmark och industriområden än vad som erhålls med Stockholms stads stadskarta. Rastret har tagits fram med hjälp av bildanalys av IR-foton. För utförligare beskrivning av hårdgöringsrastret, se Tyréns (2017).

I planområdet har hårdgöringsrastret ersätts av ny markanvändning och byggnader enligt planritningarna (Figur 4).

2.4 SKYFALLSÅTGÄRDER

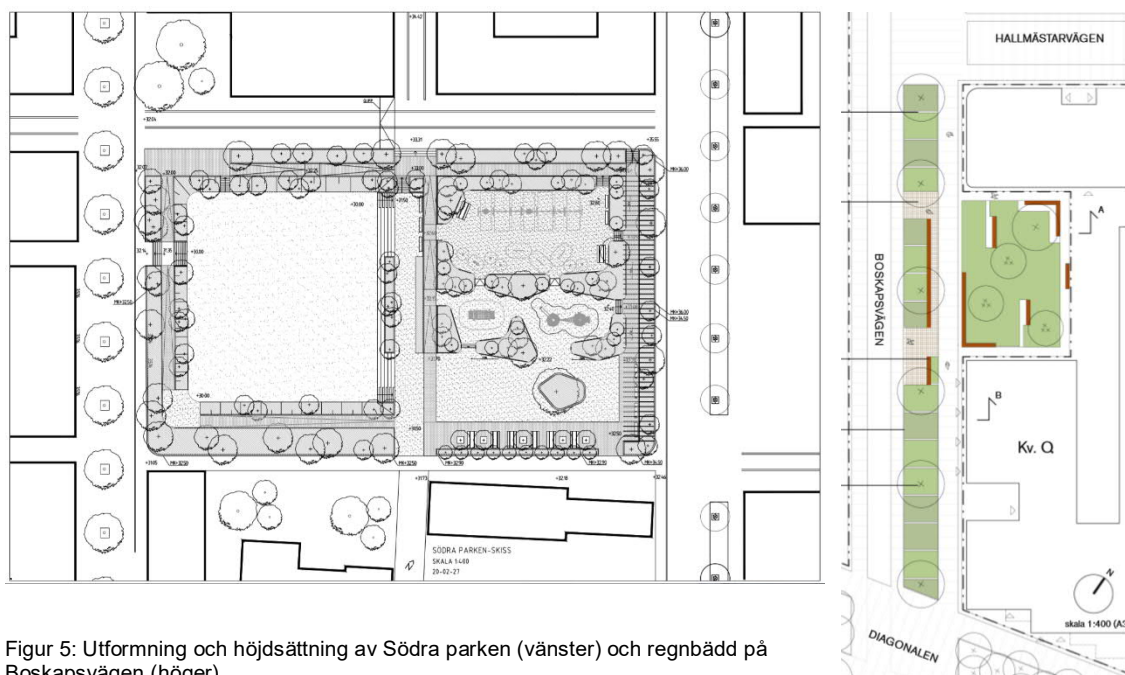
En första skyfallsmodellering över det nya planområdet visade på ökning av översvämning i omgivningen söder om Slakthusområdet.

För att inte öka översvämningsrisken från ett 100-årsregn på grund av exploateringen har olika skyfallsåtgärder tagits fram. Följande åtgärder har lagts in i modellen (Figur 4):

- 1) Lågpunkt (ca. 1 m lägre än omgivningen) på torget vid Tele 2 Arena.
- 2) Dike vid norra fasaden av skolan (1 m bredd, 0,5 m djup), Förhöjd kant eller bullerskydd som möjliggör fördröjning av vatten på skolgården (upp till 1,5 m höjd).
- 3) Öppning mellan husen i södra delen av Slakthusområdet för att undvika instängda områden.
- 4) Utvidgning och sänkning av Södra parken med upp till 2 m (Figur 5)
- 5) Sänkning av Centralparken och Triangelparken med 1 m jämfört med omgivningen.
- 6) Dike på norra sidan av Enskedevägen (2 m bredd, 0,5 m djup).
- 7) Regnbädd på Boskapsvägen (Figur 5).
- 8) På ny bebyggelse och kvartersmark ställs krav på både grönytefaktor och dagvattenåtgärder som klarar 20 mm. Att anta att detta kommer genomföras till 100 % och dessutom hålla över tid anses överoptimistiskt, därför har ett generellt avdrag på 5 mm gjorts för all bebyggelse och kvartersmark inom planområdet.



Figur 4: Markanvändning och skyfallsåtgärder i planområdet. Byggnader (röd), parker (grön), torg / skolgård och gator / kvartersmark (grå).



Figur 5: Utformning och höjdsättning av Södra parken (vänster) och regnbädd på Boskapsvägen (höger).

2.5 MARKENS RÅHET

Markens råhet beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvänningsförloppet. Generellt kan det sägas att hårdgjorda ytor har ett högt Mannings tal eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Mer genomsläppliga material, exempelvis grönytor, har ett lägre Mannings tal vilket betyder att vattnet rinner långsammare. För att minska risken för instabilitet i modellen har områden med en lutning på över 45° getts ett lågt värde på Mannings tal, vilket ger lägre vattenhastigheter. Av denna anledning har även taken på byggnader i modellen givits ett lågt värde på Mannings tal. I Tabell 1 redovisas de värden på Mannings tal som använts för olika typer av markanvändning. Eftersom en väg kan passera genom en park i ett grönområde överlappar de olika markanvändningstyperna varandra, och därför har de olika markanvändningstyperna överlagrats varandra i en prioritetsordning i modellen. Prioritetsordningen visas i Tabell 1.

2.6 REGN

Skyfallskarteringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 och 30 min varaktighet. Detta regn motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100.

Vilken klimatfaktor som ska användas är inte helt självklart, men som jämförelse kan det sägas att en klimatfaktor på minst 1,25 bör användas enligt SMHI (Svenskt Vatten 2016). En klimatfaktor på 1,25 användes också för de skyfallsberäkningar som WSP genomförde under 2017 för Stockholm stad på uppdrag av Stockholm Vatten och Avfall (SVOA 2018). Under hösten 2018 har SMHI publicerat nya forskningsresultat där nya beräkningar med en mycket mer detaljerad regional klimatmodell visar att klimatförändringens effekt på skyfall kan ha underskattats hittills och att skyfallen kan öka uppemot dubbelt så mycket mot vad som tidigare modellsimuleringar visat.

Den del av nederbörden som inte infiltrerar ner i marken eller stoppas upp på markytan kommer rinna av som ytavrinning. Avrinningen påverkas bland annat av regnintensiteten, markytans storlek, infiltrationskapaciteten samt markytans råhet. För att beskriva hur mycket vatten som rinner av från

olika markytor har regnet multiplicerats med avrinningskoefficienter som ansatts utifrån typ av markanvändning, se Tabell 1. Rent modelltekniskt har alltså inte hela regnvolymen belastat den hydrauliska modellen, utan endast den del som förväntas bidra till avrinningen på markytan. Avrinningskoefficienterna har anpassats utifrån regnets återkomsttid med utgångspunkt från resonemang i P110 (Svenskt Vatten 2016) samt med inspiration ifrån två Amerikanska motsvarigheter till P110 för delstaterna Colorado (Urban Drainage and Flood Control District 2017) och Kalifornien (State Water Resources Control Board 2011).

Regnbelastningen i modellen reducerades även för ledningsnätets kapacitet. Ledningsnät antogs vara anslutet till följande markanvändningsklasser: vägar, platser, byggnader/tak. Ledningsnätets kapacitet antogs motsvara ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet utan klimatfaktor enligt P110. Regnet har simulerats som blockregn, simuleringstid är 4 h.

Tabell 1: Avrinningskoefficient, regnbelastning och Mannings tal för olika typer av markanvändning. Skillnaden mellan 'inom' och 'utanför' planområdet beror på avdraget på 5 mm som har gjorts inom planområdet för att ta hänsyn till kravet på både grönytefaktor och dagvattenåtgärder som klarar 20 mm.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Mannings tal ($m^{1/3}/s$)	Regnbelastning min 10 (mm/dygn) med avdrag för ledningsnätet (10-årsregn/10 min) – utanför planområdet	Regnbelastning min 10 (mm/dygn) med avdrag för ledningsnätet (10-årsregn/10 min) – inom planområdet	Regnbelastning min 20–30 (mm/dygn) - utanför planområdet	Regnbelastning min 20–30 (mm/dygn) – inom planområdet
Vägar	1,0	70	698	460	2668	2430
Byggnader, tak	1,0	2	698	460	2668	2430
Skolgård, torg	1,0	30	698	460	2668	2430
Grönområden	0,3	5	-	-	800	800
Lutning	-	2	-	-	-	-

2.7 KALIBRERING

Skyfallsmodellen för Slakthusområdet har inte kalibrerats eftersom kalibreringsdata saknas. Extrema väderhändelser som skyfall uppträder mycket sällan och ofta saknas observationer och mätningar från de regnevent som faktiskt har förekommit.

Med detta följer att modellens trovärdighet baseras på att de processer som styr avrinningsförloppet på markytan vid ett skyfall är inkluderade i modellen. De största osäkerheterna i skyfallsmodelleringar är ansatt infiltrationskapacitet samt ledningsnätets kapacitet, då endast ett schablonavdrag har gjorts för att beskriva ledningsnätets förmåga att avleda regnet.

3 RESULTAT

Resultaten från skyfallsmodellen redovisas som GIS-skikt. Följande GIS-skikt har tagits fram:

- Maximala vattendjup
- Maximalt flöde
- Vattendjup vid simuleringens slut

Med maximalt vattendjup respektive maximalt flöde menas maximalt vattendjup/flöde för varje beräkningsruta över hela beräkningen, det finns alltså ingen tid kopplad till maximalt vattendjup.

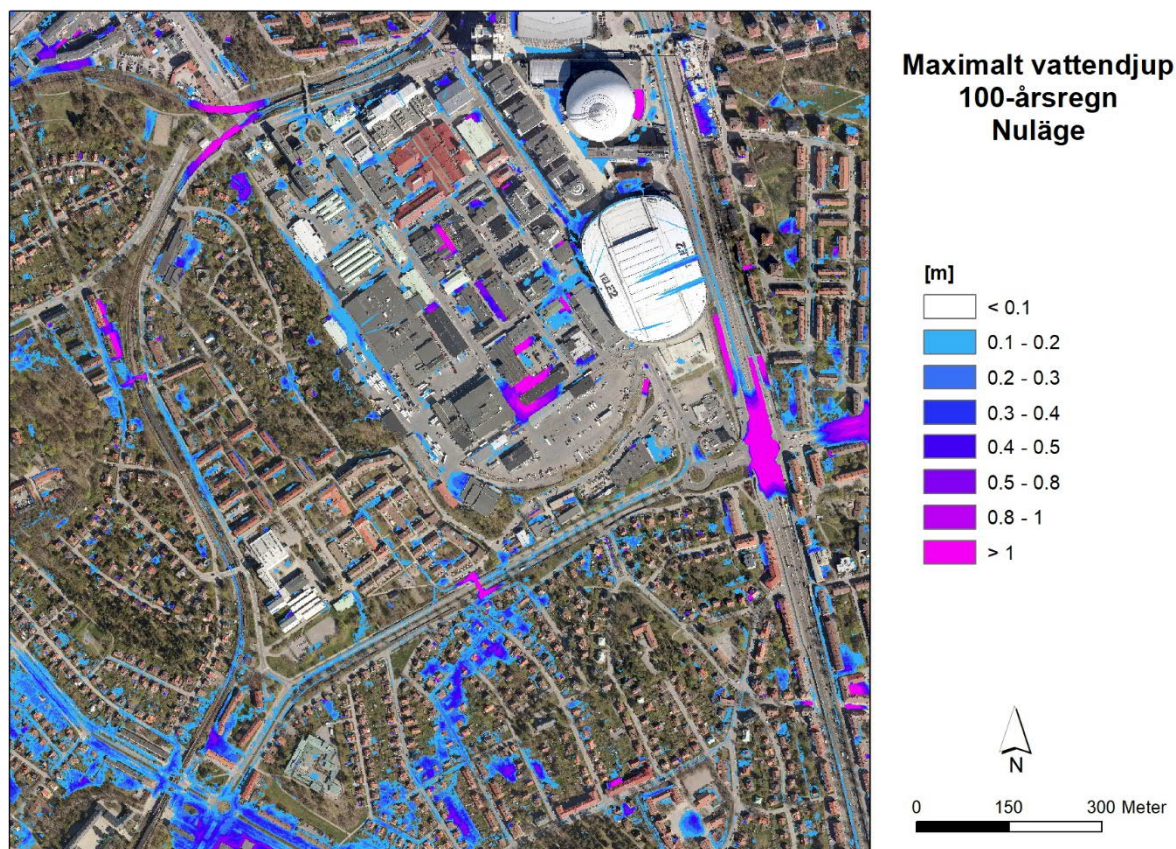
Analysen är gjord med en terrängmodell med gridstorlek 1x1 m och även om detta är en hög upplösning kan det finnas trösklar och passager i terrängen som inte kommit med i terrängmodellen. Dessa eventuella trösklar och passager kan påverka översvämningsutbredningen.

Det är också viktigt att poängtera att resultaten från skyfallsmodelleringen bara redovisar marköversvämnings till följd av skyfall och inte de översvämnings som sannolikt skulle uppkomma i källare och liknande utrymmen till följd av överbelastade avloppssystem.

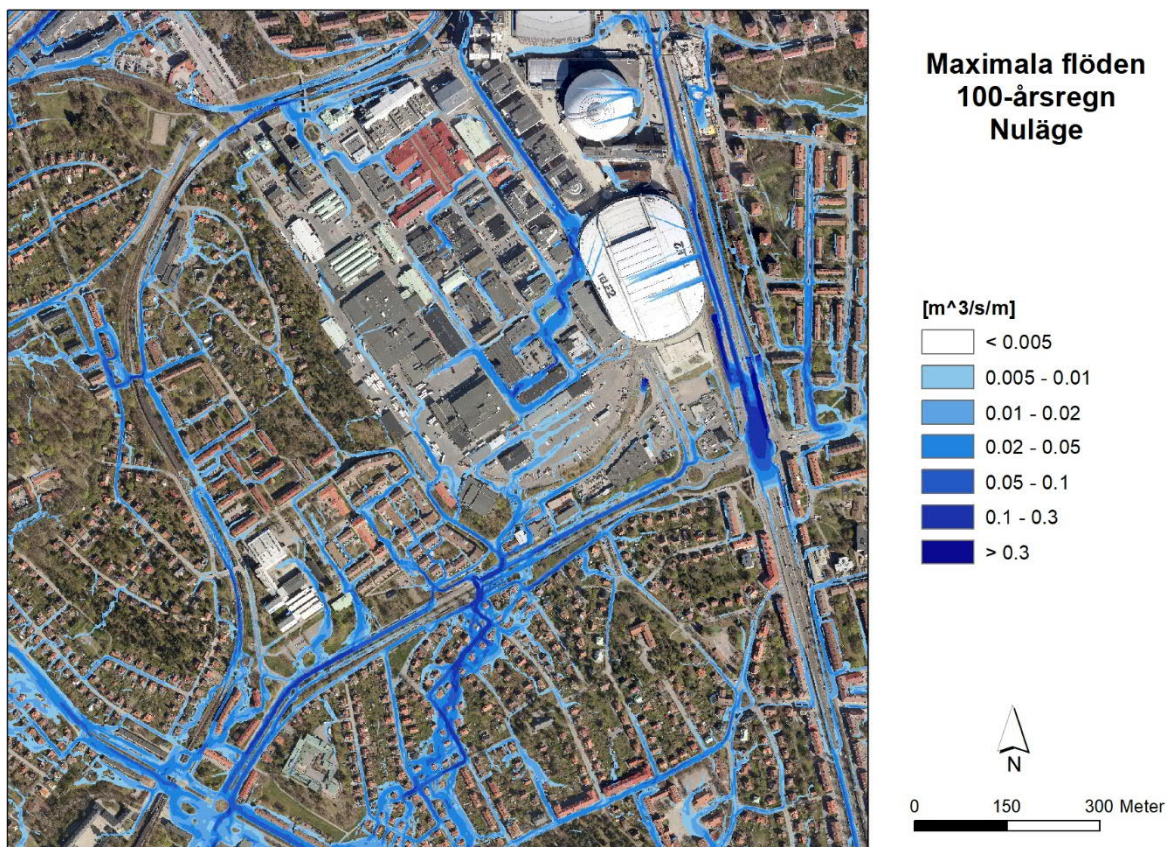
3.1 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - NULÄGET

Modelleringen av ett 100-årsregn med klimatfaktor visar att vatten samlas framför allt i lågpunkter inom Slakthusområdet. Dessa är garagenedfarter, instängda områden eller lågpunkter på vägar som till exempel på Hallvägen eller mellan byggnaderna. Vatten som kommer till området från högre belägna områden norrifrån samlas på spåranläggningen och leds bort. En del av regnet som faller över Slakthusområdet rinner av söderut och samlas i lågt liggande villaområden i Enskede (Figur 6).

I Figur 7 visas de maximala flödena inom området. Tillrinning till området sker främst norrifrån från de högre belägna områden och via Arenavägen till lågpunkter i södra delen av Slakthusområdet. En del vatten leds söderut till villaområden i Enskede.



Figur 6: Nulägesmodellering: Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



Figur 7: Nulägesmodellering: Beräknade maximala flöden (m³/s/m) under hela simuleringen vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

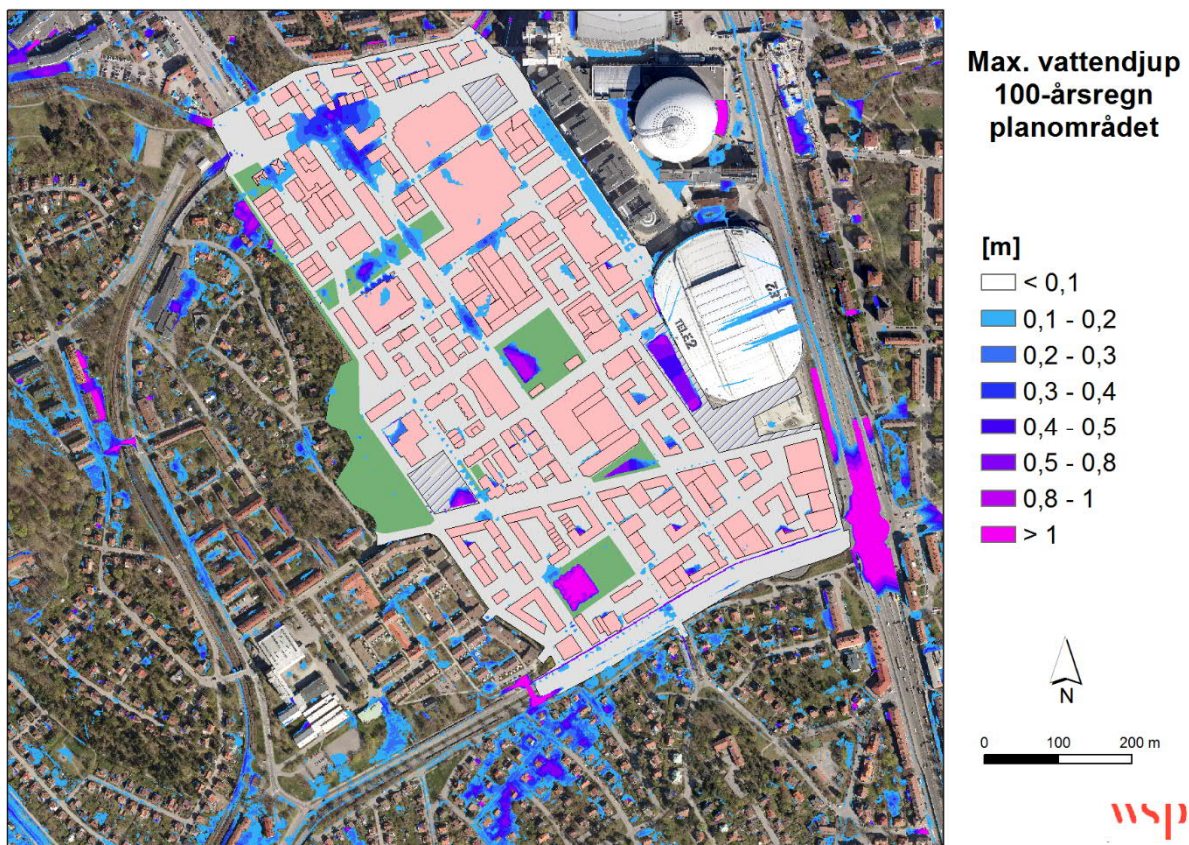
3.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - PLANERAD EXPLOATERING

Modelleringen av ett 100-årsregn med klimatkorrigerat över planområdet inkl. de ovan nämnda skyfallsåtgärder visar att översvåmningsutbredningen och den lokala maximala vattennivån påverkas av den planerade exploateringen. Vattnet samlas nu framför allt i parker inom Slakthusområdet (Figur 8). En del vatten leds söderut till villaområden i Enskede.

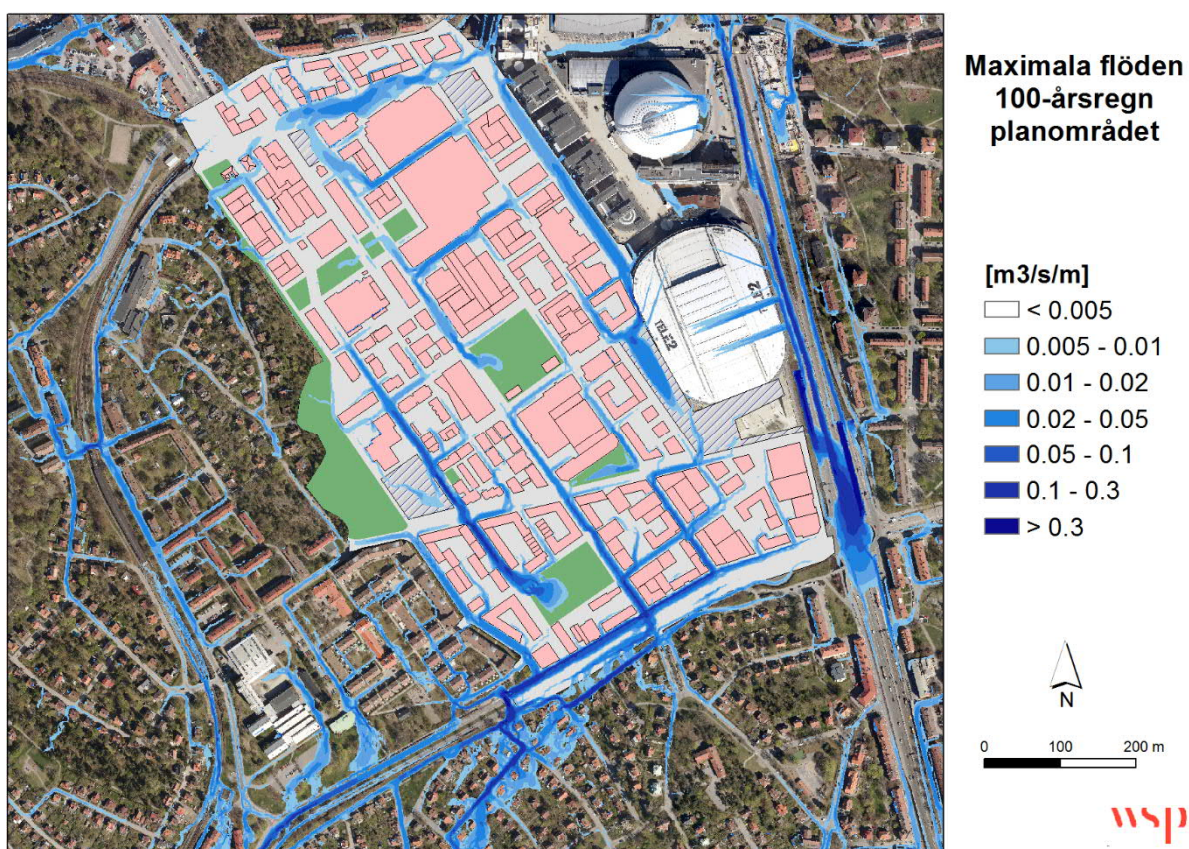
Ca. 1600m³ (sektion 26,27,29, Figur 10) rinner till en lågpunkt på Palmfeltsvägen. Dit rinner vattnet från Arenavägen och Stora Skorstensgatan. Norrifrån tillkommer vatten som tidigare runnit ner på spåret och som nu rinner över till Slakthusområdet på grund av överdäckningen (s. Figur 10). Vattnet i lågpunkten kommer att hanteras i kommande detaljplaner.

I modellen rinner lite mer vatten till ett av husen i anslutning till naturparken i norr än i nulägesmodelleringen. Detta kommer att åtgärdas genom en upphöjd gångväg genom naturparken som kan dämna upp vattnet. Eventuell anpassning av gångvägen i form av höjdsättning ska analyseras genom modellering i kommande detaljprojektering. Parken är något större i detaljplanen än i den modell som använts i skyfallsmodelleringen varför ytterligare yta finns för skyfallshantering. Vid behov kan ytan sänkas något.

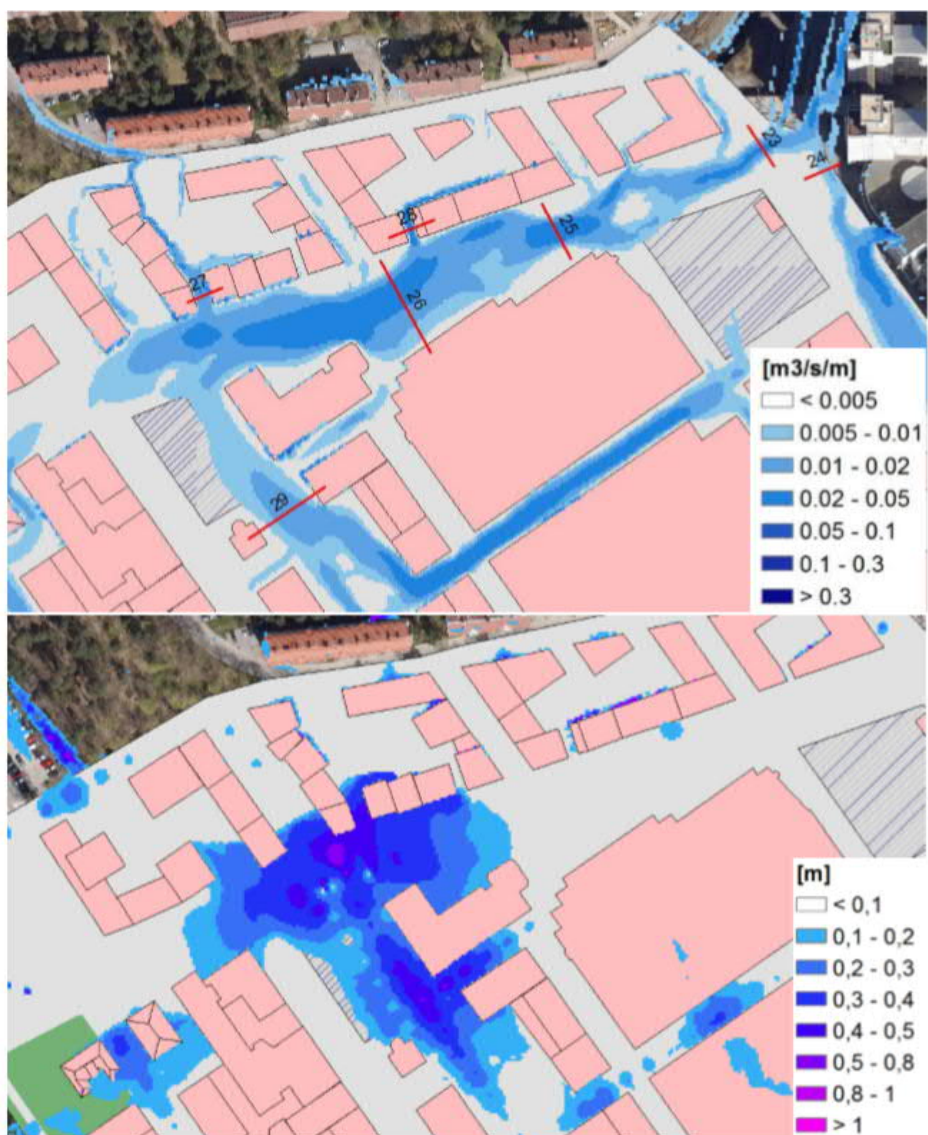
Maximala flöden redovisas i Figur 9.



Figur 8: Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn och planerad exploatering



Figur 9: Beräknade maximala flöden ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) under hela simuleringen vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn och planerad exploatering.

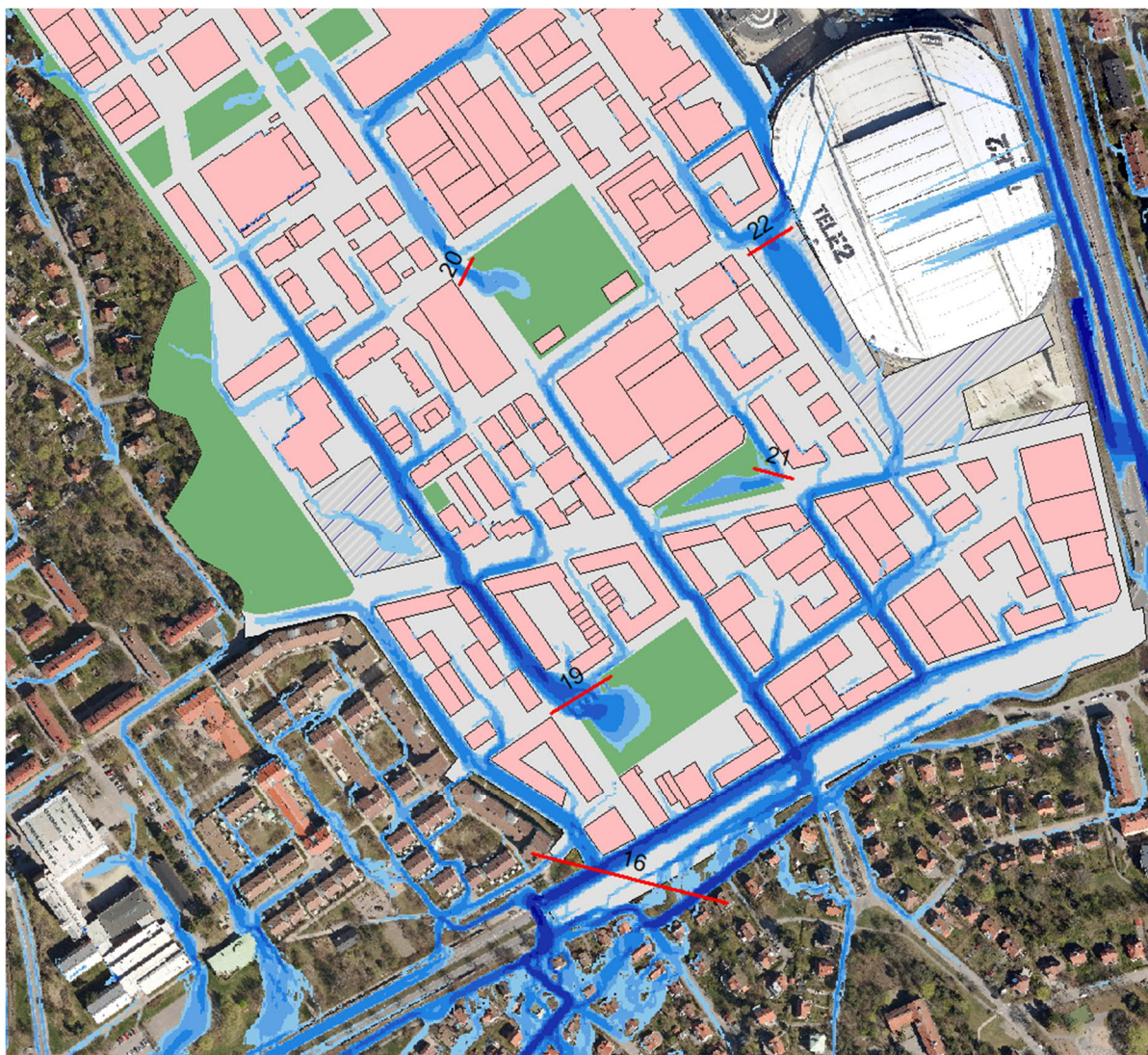


Figur 10: Flöden till lågpunkten på Palmfeltsvägen.

3.3 EFFEKT AV SKYFALLSÅTGÄRDER

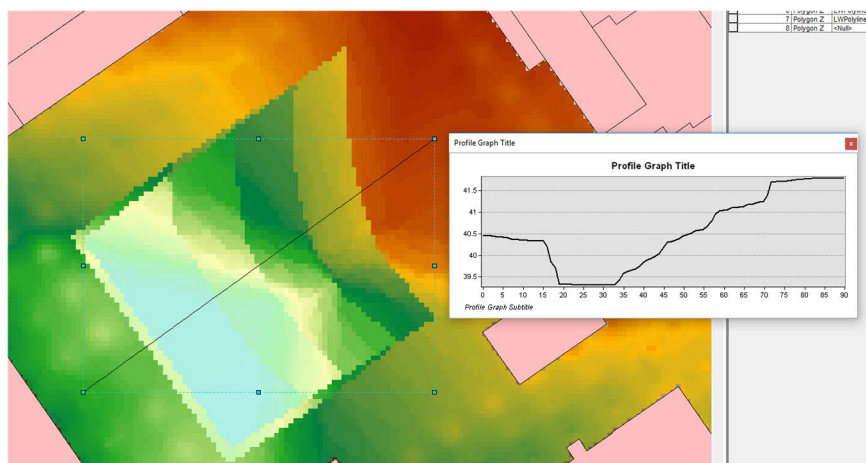
Skyfallsåtgärderna som planeras i samband med exploateringen påverkar flöden och visar effekt i skyfallsmodellen. Planerade parker har utformats så att vattnet leds dit och att parkerna kan fördröja en stor del av regnet inom området (Figur 11).

Mest fördröjning sker på torget vid Tele 2 arenan, i Centralparken, Triangelparken, och Södra parken. I Figurena 12-16 redovisas tillrinningen till parker utifrån flödesanalysen. Volymerna bör snarare ses som en storleksordning än en exakt siffra.



Figur 11: Flödessektioner för beräkning av tillrinning till parkerna.

Centralparken



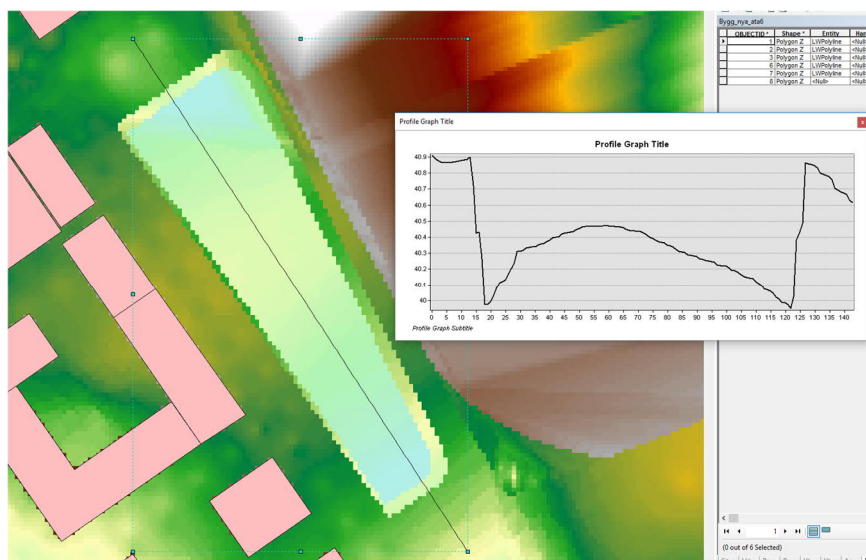
Sektion 20

Total tillrinning (m³)

745

Figur 12: Sänkning, utformning och tillrinning till Centralparken.

Torget, Tele 2 Arena



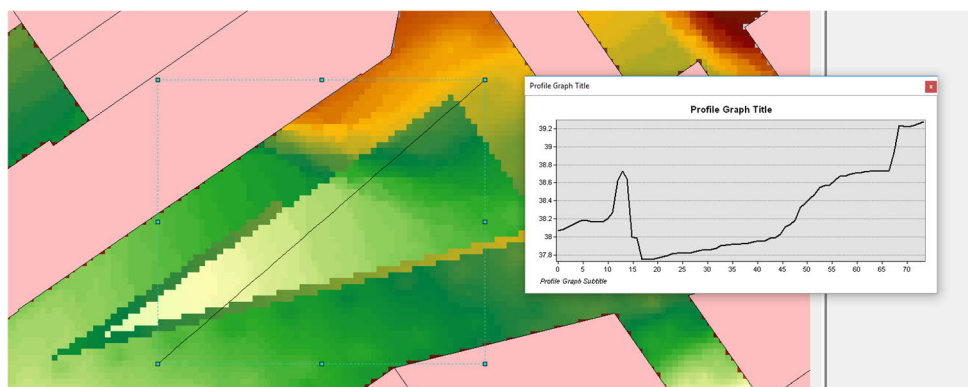
Sektion 22

Total tillrinning (m³)

1702

Figur 13: Sänkning, utformning och tillrinning till Tele 2 Arenan.

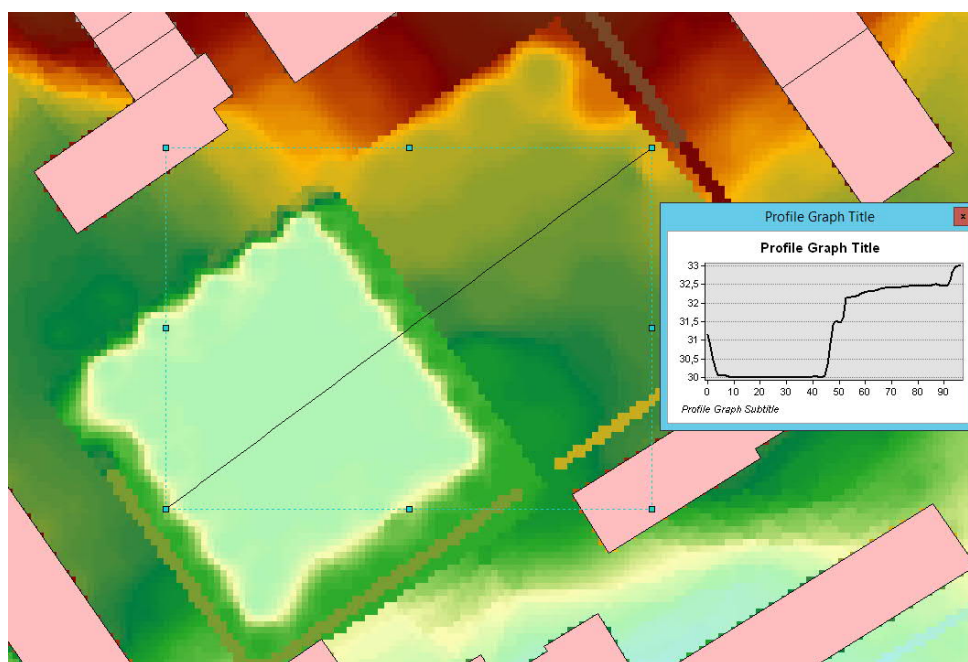
Triangelparken



Sektion 21	
Total tillrinning (m ³)	289

Figur 14: Sänkning, utformning och tillrinning till Triangelparken

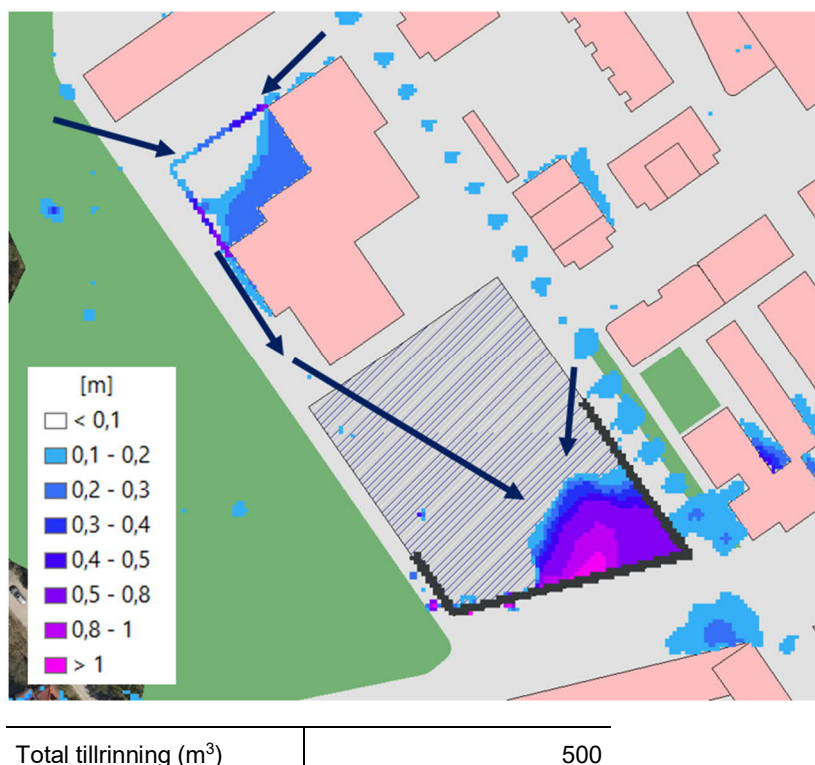
Södra parken



Sektion 19	
Total tillrinning (m ³)	1873

Figur 15: Sänkning, utformning och tillrinning till Södra parken.

Skolgården



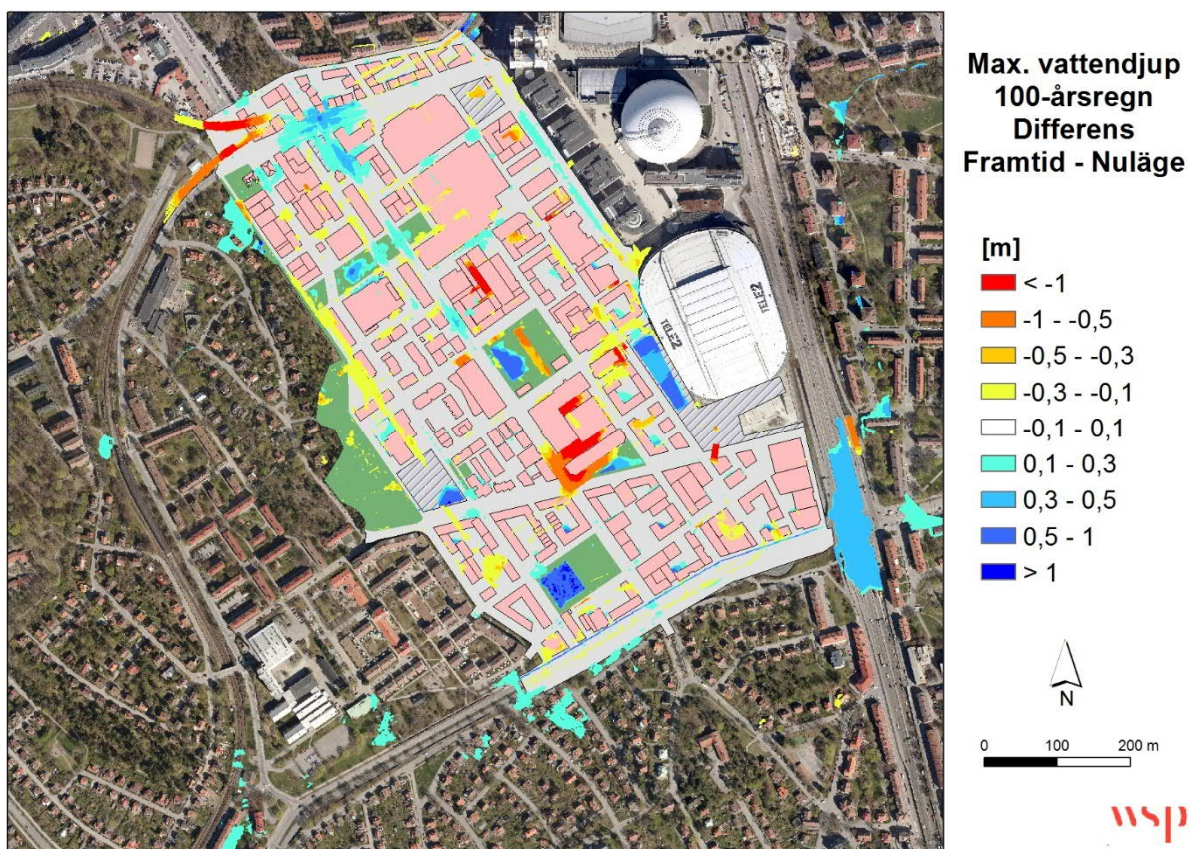
Figur 16: Tillrinning till Skolgården.

Simuleringen visar att Skolgården med anpassad höjdsättning kan hantera upp till 500 m³ skyfall. Skolgårdens gestaltning är ännu inte klar. Skulle det visa sig att det får för stora konsekvenser på hur skolgården kan nyttjas så är bedömningen att delar av skyfallet kan hanteras i Södra parken.

Tillrinning omliggande områden

En differensbild (Figur 17) som visar skillnaden i vattendjup mellan nuläget och scenariot med exploatering visar att skyfallshantering i planområdet leder till minskad översvämning i lågpunkter och intill byggnader och en ansamling av större vattenmängder i parker som har anlagts för att kunna ta hand om ett 100-årsregn. Ytor på differensbilden som tyder på minskad eller ökad översvämning men som inte är direkt anslutna till planområdet anses uppstå på grund av felaktigheter i modellen.

Tillrinningen till villaområden söder om planområdet ökar fortfarande med ca. 650 m³ (Figur 18) men har minskat betydligt på grund av de vidtagna åtgärder jämfört med den första simuleringen utan åtgärder där tillrinningen beräknades öka med ca. 5000 m³. Analysen visar att avrinningen kan reduceras ytterligare om åtgärder vidtas även vid planering av de sydöstra delarna.



Figur 17: Differensbild som visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan modellering med nya markanvändning och nuläget.

Sektion 16	Befintligt scenario [m ³]	Scenario exploatering med skyfallsåtgärder [m ³]
	4500	5153

--	--	--

Figur 18: Sektion 16 som visar den totala volym som lämnar planområdet i nuläget och efter exploatering med skyfallsåtgärder

4 SLUTSATS

Skyfallsmodelleringen har karterat ett framtida 100-årsregn över exploateringsområdet Slakthusområdet. Två beräkningsscenarier har simulerats för nuläget med befintlig markanvändning och terräng samt för planerad exploatering med ny höjdsättning, markanvändning, byggnader och skyfallsåtgärder.

Generellt minskar översvämningen inom Slakthusområdet efter exploatering jämfört med nuläget. Skyfallshanteringen i planområdet leder till minskad översvämning i lågpunkter och intill byggnader och en ansamling av större vattenmängder i parker som har anlagts för att kunna ta hand om ett 100-årsregn. Ny höjdsättning och lutning på gatorna inom planområdet leder till att det sker en liten ökning i flöden över Enskedevägen jämfört med nuläget. Ökningen har dock minskat betydligt på grund av de vidtagna åtgärder jämfört med den simuleringen utan åtgärder. Genomförs även kommande detaljplaner kan tillrinningen reduceras ytterligare.

Modelleringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatkfaktor på 1,25. Enligt ny forskning (Olsson m.fl., 2017) förväntas extremregn i SÖ öka med ca. 30 % under perioden 2071 - 2100 (RCP8.5). Utifrån det underlaget kan det övervägas att höja klimatkfaktorn i framtida modelleringar.

5 REFERENSER

Boverket (2018): Tillsynsvägledning avseende översvämningsrisker, Rapport 2018:8

IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2018): Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering, Fakta 2018:5.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB (2017): Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. Publikation MSB1121 – augusti 2017.

Olsson, J., Berg, P., Eronn, A., Simonsson, L., Södling, J., Wern, L., Wei, Y. (2017): Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarier. Klimatologi, 47.

Tyréns (2017): PM Ytkartering

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



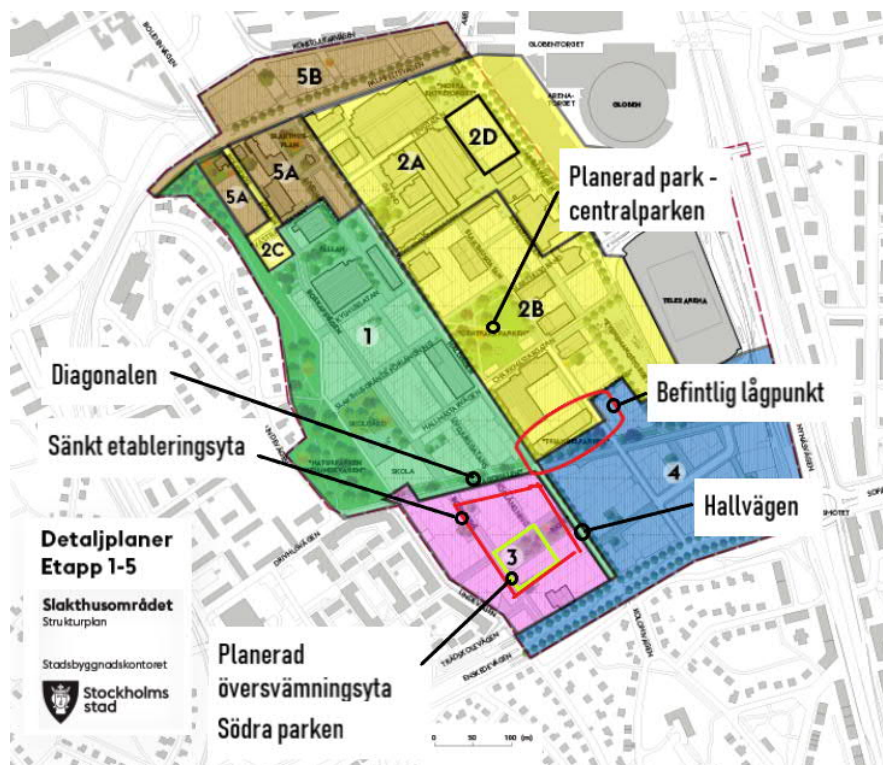
SKYFALLSHANTERING UNDER BYGGTID

INLEDNING

I utredningen för skyfallshantering för detaljplan 1 konstateras att det i övergången mellan befintliga förhållanden och ett helt genomfört planprogram kommer uppstå en situation där en tillfällig skyfallshantering måste ordnas. I detta PM beskrivs närmare hur detta kommer ske i olika skeden av utbyggnaden.

ÅTGÄRDER I OLIKA SKEDEN

Idag rinner vatten från framför allt de områden som kommer att bli etapp 1 och 2B till en lågpunkt kring en befintlig byggnad mellan Hallvägen och Slakthusgatan (se rödmarkering i etappkartan).



När etapp 1 påbörjas kommer det till att börja med inte göras några ändringar i den befintliga lågpunkten då arbeten med Diagonalen och Hallvägens förlängning till Enskedevägen påbörjas precis söder om lågpunktens "kant". En etableringsyta som sänks flera meter i förhållande till befintlig mark anläggs söder om Diagonalen (markerad med rött i bilden). Hit leds vatten från den kommande etapp 1 samt från den nya arbetsgata som anläggs där Hallvägen är tänkt att förlängas. Inom denna etableringsyta ligger det område (ungefärligt markerat med en grön rektangel) som i ett senare skede ska bli översvämningsyta i den södra parken. Projekterade gator är alltså utformade för att föra vattnet hit.

Inom etapp 1 ligger i ett senare skede att justera Hallvägens profil med jämn lutning söderut. Då kommer mängden vatten som fångas i den markerade lågpunkten att minska. Hallvägens sektionen kommer dock fortsatt vara arbetsgatans, där vägen lutar ner mot den sänkta etableringsytan där vattnet kan lagras. Tillrinningen norrifrån kommer dessutom minska i detta skede då befintliga byggnader i det som ska bli Centrala parken i etapp 2b rivs och ersätts av en nedsänkt etableringsyta för tunnelbanebygget.

Hallvägen färdigställs i etapp 3. Då kommer sektionen istället ha en lutning österut, bort från etableringsytan och den kommande skyfallshanteringen i Södra parken. Då kommer en motsvarande nedsänkt etableringsyta inom etapp 4 på östra sidan om Hallvägen kunna ta emot vattnet.