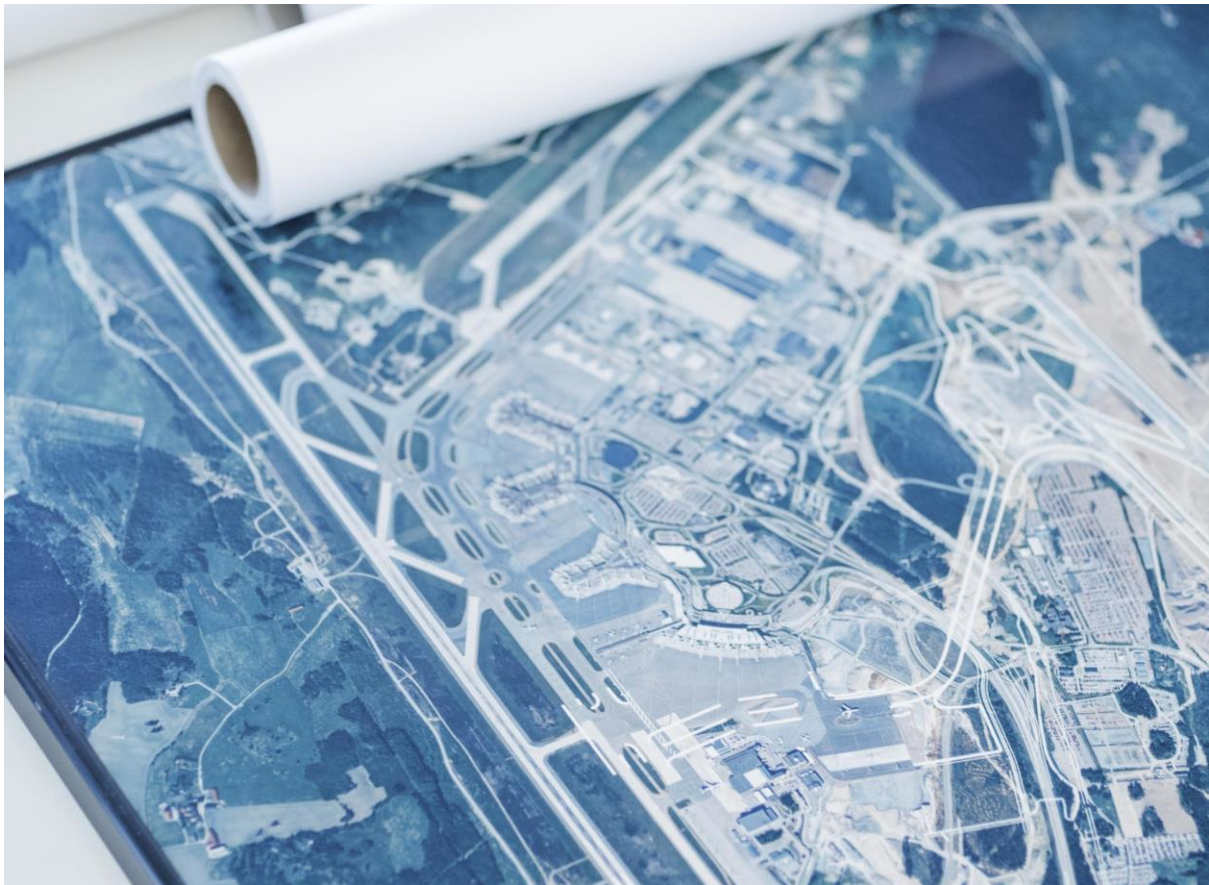


SKYFALLSMODELLERING

SLAKTHUSOMRÅDET

2019-09-06



SKYFALLSMODELLERING

Slakthusområdet

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

DATUM
2019-09-05

ÄNDRINGSDATUM
2019-09-20

Granskad av
Sofia Thurin

Godkänd av
Gunilla Kaiser

INNEHÅLL

1	INLEDNING	4
2	METOD	4
2.1	UNDERLAG	5
2.2	UTREDNINGSSOMRÅDE	5
2.3	TERRÄNGMODELL	7
2.4	MARKANVÄNDNING	8
2.5	SKYFALLSÅTGÄRDER	9
2.6	MARKENS RÅHET	10
2.7	REGN	10
2.8	KALIBRERING	11
3	RESULTAT	11
3.1	BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - NULÄGET	11
3.2	BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - PLANERAD EXPLOATERING	14
3.3	FLÖDESVÄGAR OCH TILLRINNING	16
3.4	EFFEKT AV SKYFALLSÅTGÄRDER	22
4	SLUTSATSER	28
5	REFERENSER	28

1 INLEDNING

I framtiden förväntas antalet dagar med kraftig nederbörd och extremt korttidsregn att öka i frekvens och intensitet (IPCC, 2013). I takt med att klimat och nederbördsmonster förändras kommer översvämningar till följd av skyfall att öka. Även riskerna till följd av skyfall förväntas öka eftersom urbaniseringen leder till förtätning och mer hårdgjorda ytor i urbana områden där vattnet inte kan infiltrera.

Enligt Boverkets nya riktlinjer (Boverket, 2018) behöver översvämningsrisken till följd av skyfall beaktas vid planläggning. Ny sammanhållen bebyggelse och bebyggelse med samhällsviktig verksamhet bör planläggas så att den årliga sannolikheten för översvämning är mindre än 1/100. Dessutom behöver effekten av ett framtida klimat under bebyggelsens förväntade livslängd beaktas.

Även Länsstyrelserna Stockholms län och Göteborgs län (2018) rekommenderar att ny bebyggelse bör planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn och att samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå. En klimatkoefficient ska inkluderas för att bedöma översvämningsrisken i ett förändrat klimat. På detaljplannivå sker hantering av risken genom konsekvensutredning och redovisning av riskreducerande åtgärder.

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 för 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 översvämningar i omgivningen.

Detta är rapport nr.2 som baseras på nytt underlag och innefattar skyfallsåtgärder.

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-Stokes 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.

2.1 UNDERLAG

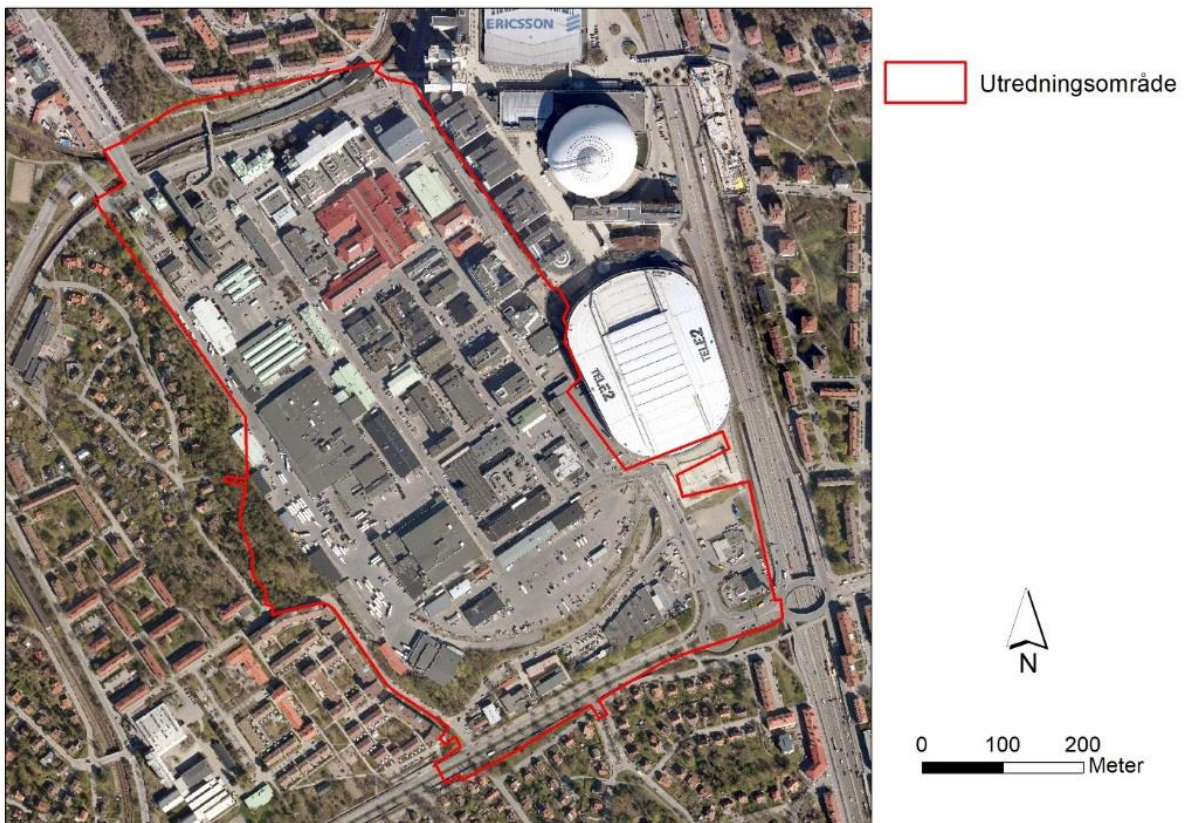
Följande underlag har använts vid framtagandet av skyfallsmodellen för Slakthusområdet:

- Höjddata, 1 m grid (Stockholm stad)
- Hårdgöringsraster över Stockholms stad (SVOA, framtagen av Tyréns, 2017)
- Byggnadspolygoner från Stockholms stadskarta (Stockholm stad)
- Plushöjder för vägar samt nya fastighetspolygoner och planerade skyfallsåtgärder inom planområdet (erhållet från beställaren)

Beräkningar har utförts i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH 2000.

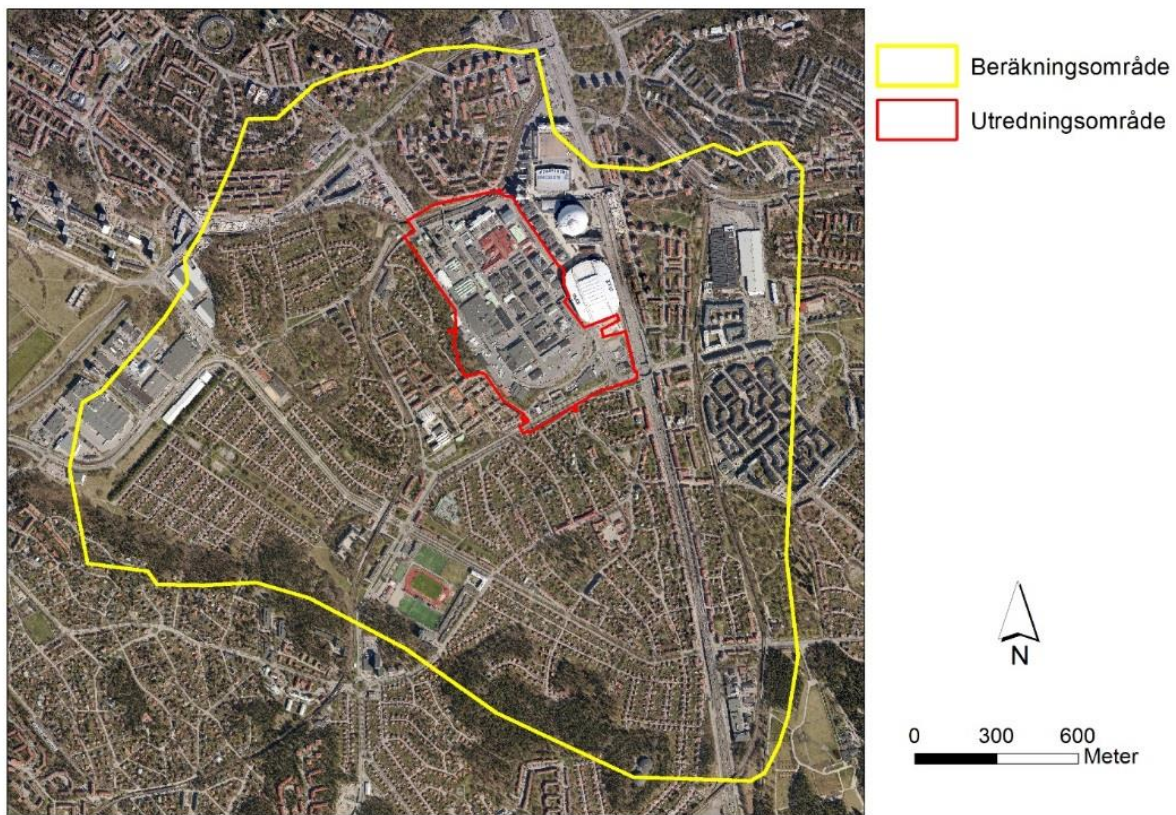
2.2 UTREDNINGSSOMRÅDE

Utredningsområdet omfattar Slakthusområdet i sin helhet (Figur 1).



Figur 1: Utredningsområdet för skyfallsanalysen: Slakthusområdet i sin helhet.

Eftersom modelleringen i MIKE 21 är en simulering av ytvavrinning som inte inkluderar kulverterade vattendrag som leder vatten till området eller inkluderar ledningsnätet har beräknings-/utredningsområdet tagits fram i GIS utifrån hela det naturliga avrinningsområdet som bidrar med markavrinning till beräkningsområdet. Beräkningsområdet redovisas i figur 2.



Figur 2: Beräkningsområdet framtaget utifrån terrängmodellen.

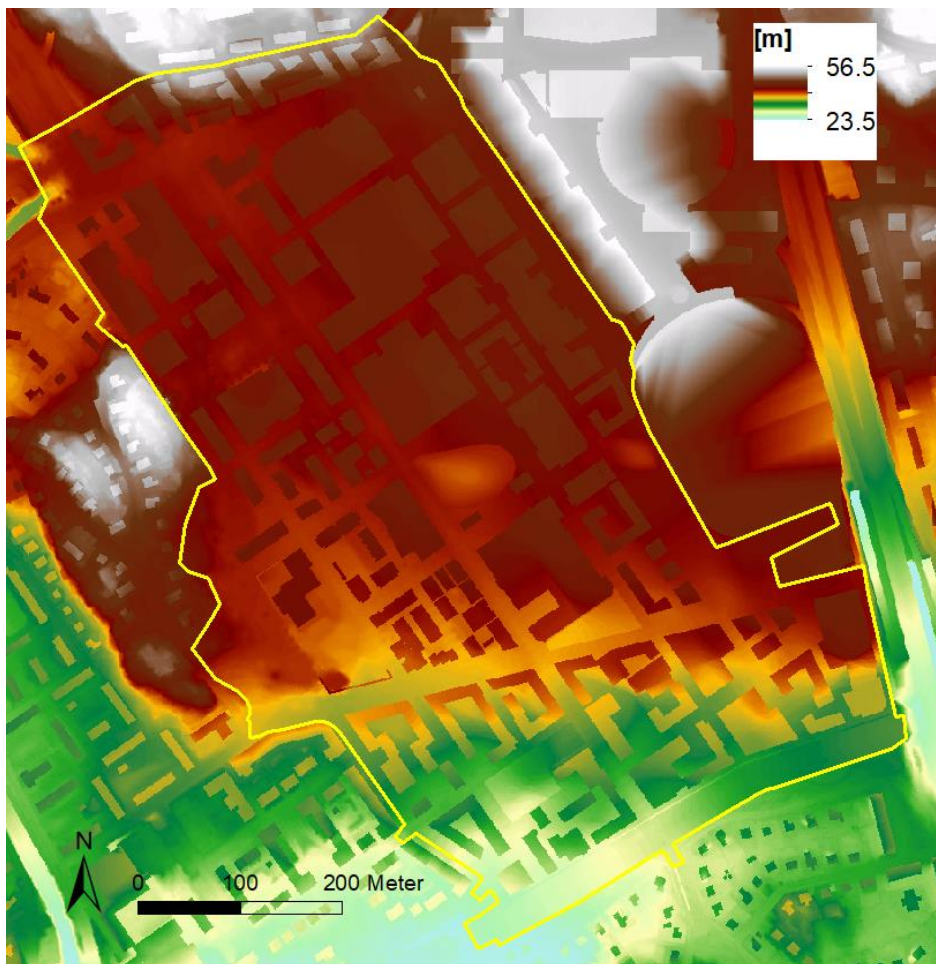
2.3 TERRÄNGMODELL

För modelleringen har två höjdmodeller interpolerats fram utifrån följande underlag:

1. 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.
2. Höjdmodell för modellering med planerad exploatering
 - Höjdmodell enligt 1.
 - Projekterade gathöjder för planområdet Slakthusområdet.
 - Befintliga och nya byggnader. Nya byggnader har extraherats ur beställarens planunderlag underlag (Figur 3) och tillsammans med befintlig bebyggelse höjts med 2 m i terrängmodellen.
 - Den nya höjdmodellen har interpolerats fram med hjälp av olika GIS verktyg (Figur 4). Vid Palmfeltsvägen ska spårområdet överdäckas. I det området var inga plushöjder tillgängliga utan har lagts till manuellt.



Figur 3: Underlag i DWG format.



Figur 4: Höjdmodellen med nya planhöjder har interpolerats fram utifrån befintlig terräng, projekterade gatuhöjder och byggnadsutformningar.

2.4 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 använts. 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.

2.5 SKYFALLSÅTGÄRDER

För att inte öka översvämningsrisken från ett 100-årsregn på grund av exploateringen av Slakthusområdet har olika skyfallsåtgärder tagits fram i samråd med beställaren. Följande åtgärder har lagts in i modellen (Figur 5):

- 1) Lågpunkt på torget vid Tele 2 Arena med ca. 2 m jämfört med omgivningen
- 2) Dike vid norra fasaden av skolan, 1 m bredd, 0,5 m djup, mur i södra delen av skolgården, 2 m bredd, 2 m höjd
- 3) Öppning mellan husen i södra delen av Slakthusområdet för att undvika instängda områden
- 4) Utvidgning och sänkning av södra parken med 0,5 m
- 5) Sänkning av Centralparken och Triangelparken med 0,5 m jämfört med omgivningen
- 6) Dike på norra sidan av Enskedevägen, 2 m bredd, 0,5 m djup
- 7) Avdrag av 10-årsregn för ledningsnätet från alla tak. Detta pga. antagandet att vattnet som faller på tak kommer att ledas till ledningsnätet
- 8) Avrinningskoefficient hårdgjorda ytor 1,0, gröna ytor 0,3



Figur 5: Markanvändning och skyfallsåtgärder i planområdet. Byggnader (röd), parker (grön), torg / skolgård (hatch) och gator / kvartermark (grå).

2.6 MARKENS RÅHET

Markens råhet beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvämningens förlopp. 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.

2.7 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. De olika markanvändningstyperna är sorterade efter prioritetsordning i fallande ordning. Lutning är endast inkluderad i GIS-skiktet för Mannings tal.

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

2.8 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 översvämningutbredningen.

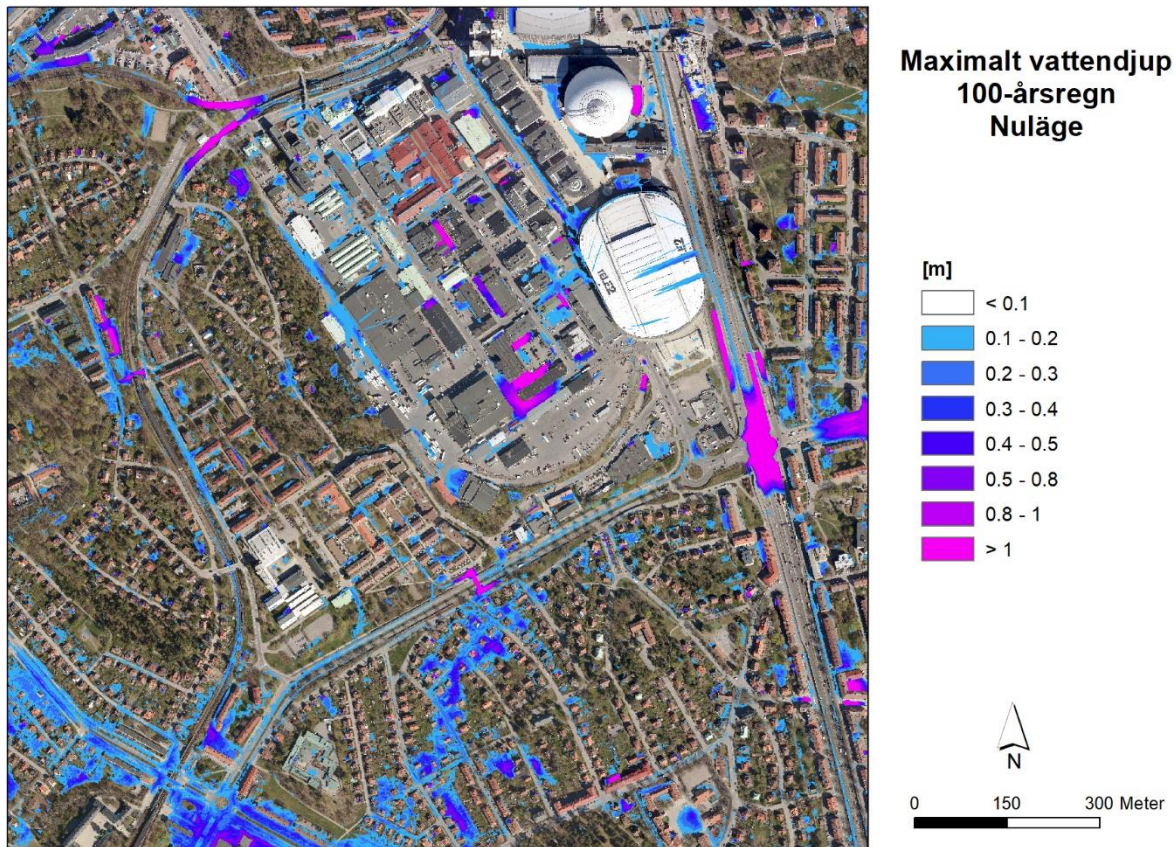
Det är också viktigt att poängtera att resultaten från skyfallsmodelleringen bara redovisar marköversvämningar till följd av skyfall och inte de översvämningar som sannolikt skulle uppkomma i källare och liknande utrymmen till följd av överbelastade avloppssystem.

3.1 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - NULÄGET

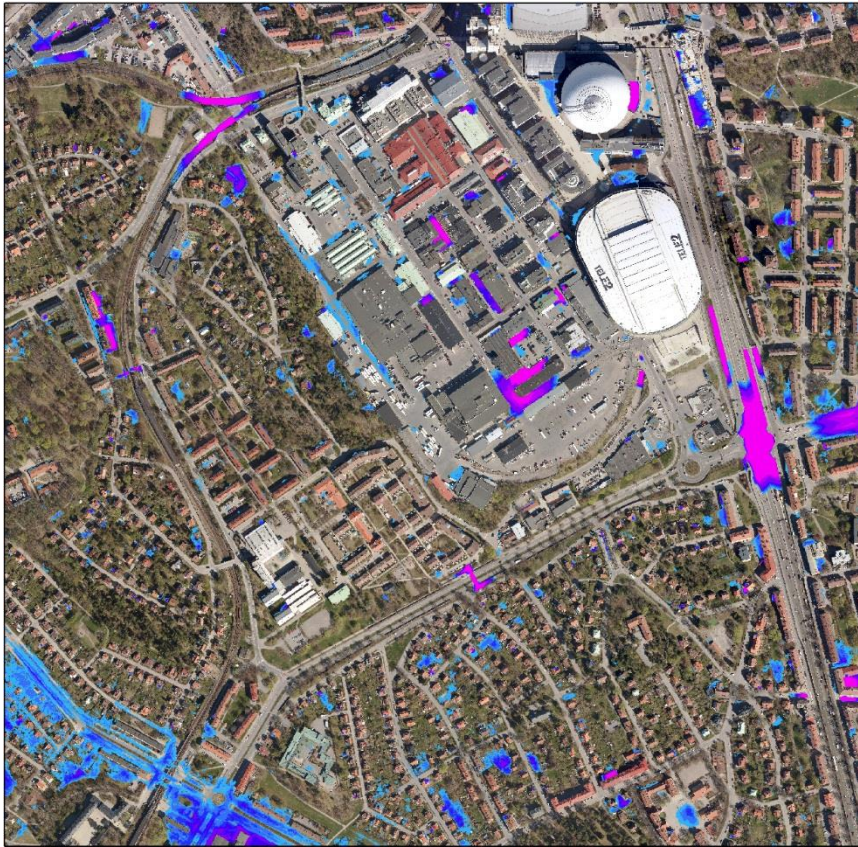
Modelleringen av ett 100-årsregn med klimatfaktor visar att vatten samlas framför allt i lågpunkter inom Slakthusområdet. Dessa är garagedrifter, instängda områden eller lågpunkter på vägar som till exempel på Hallvägen eller mellan byggnaderna. Vatten som kommer till området från högre belägna områden 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 vattendjup efter 4 h simulering.

I figur 8 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 villaområdena i Enskede.



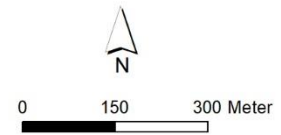
Figur 6: Nulägesmodellering; Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



**Vattendjup efter 4h
100-årsregn
Nuläge**

[m]

□	< 0.1
□	0.1 - 0.2
□	0.2 - 0.3
□	0.3 - 0.4
□	0.4 - 0.5
□	0.5 - 0.8
□	0.8 - 1
□	> 1



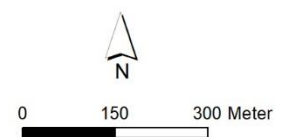
Figur 7: Nulägesmodellering: Vattendjup efter 4 h simulering vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



**Maximala flöden
100-årsregn
Nuläge**

[m³/s/m]

□	< 0.005
□	0.005 - 0.01
□	0.01 - 0.02
□	0.02 - 0.05
□	0.05 - 0.1
□	0.1 - 0.3
□	> 0.3



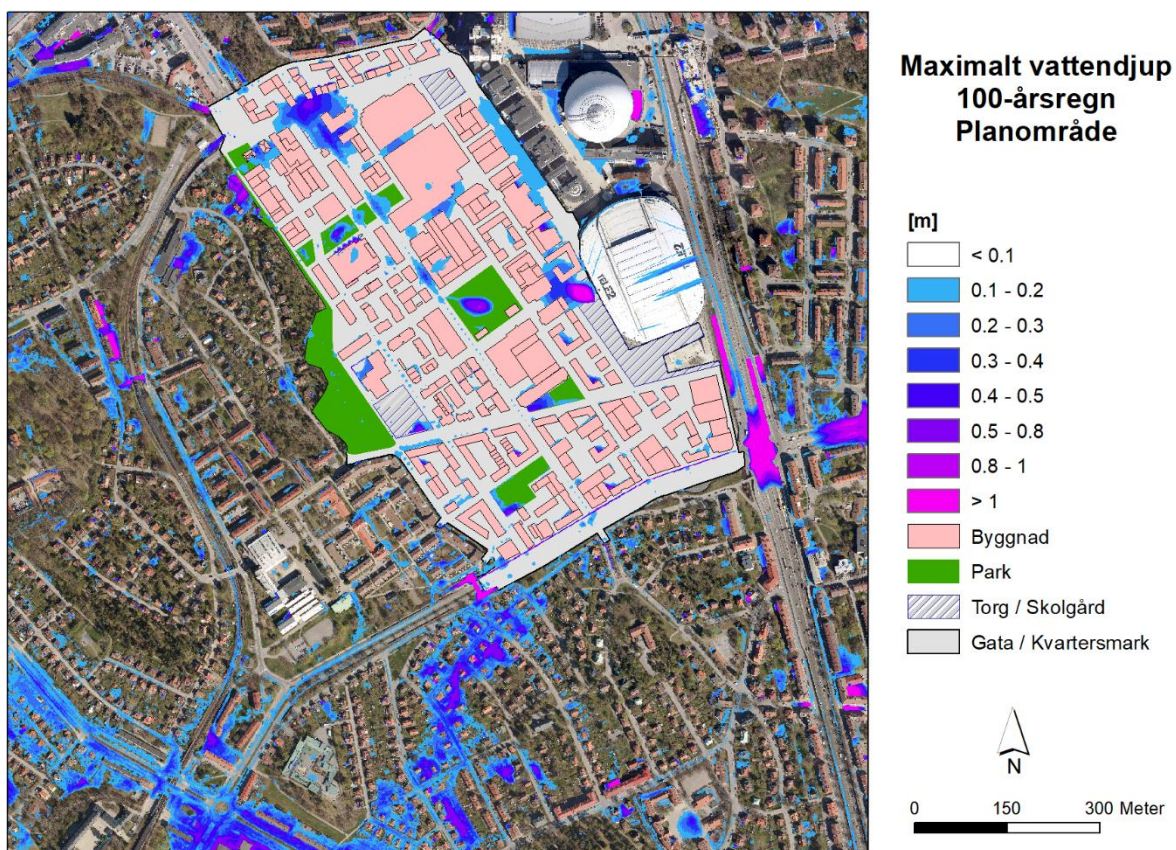
Figur 8: Nulägesmodellering: Beräknade maximala flöden (m³/s/m) under hela simuleringen vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

3.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN - PLANERAD EXPLOATERING

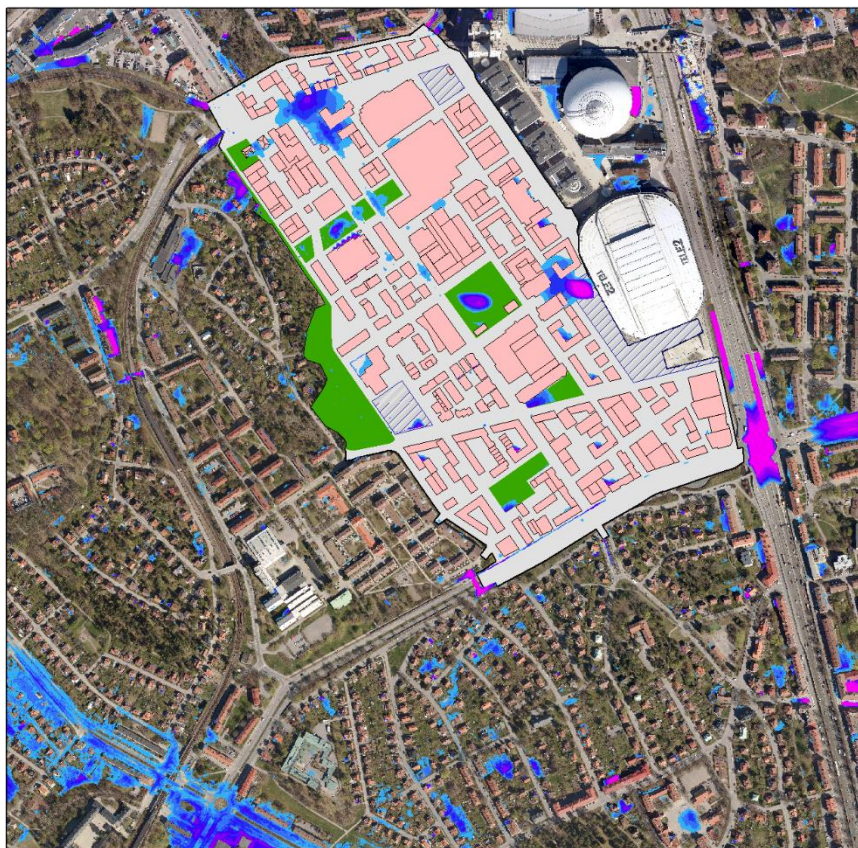
Modelleringen av ett 100-årsregn med klimatkorrigerat över planområdet visar att översvämningsutbredningen och den lokala maximala vattennivån påverkas av den planerade exploateringen. Generellt samlas mindre vatten i Slakthusområdet jämfört med nulägesmodelleringen (Figur 9 och 10). Mycket vatten ansamlas dock i en lågpunkt på Palmfeltsvägen vid den planerade överdäckningen. På grund av överdäckningen rinner vatten som tidigare runnit ner på spåret över till Slakthusområdet. Där fastnar vattnet i en lågpunkt. I övrigt samlas vatten framför allt i anlagda parker och lågpunkter.

Höjdsättningen och ny markanvändning leder till att översvämningsutbredningen och vattendjupet i villaområdena i Enskede ökar i samband med exploateringen (se differensbild figur 11).

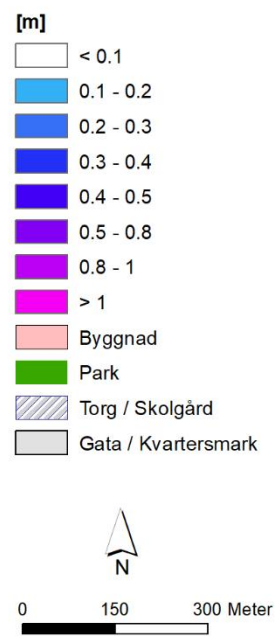
Maximala flöden redovisas i figur 12.



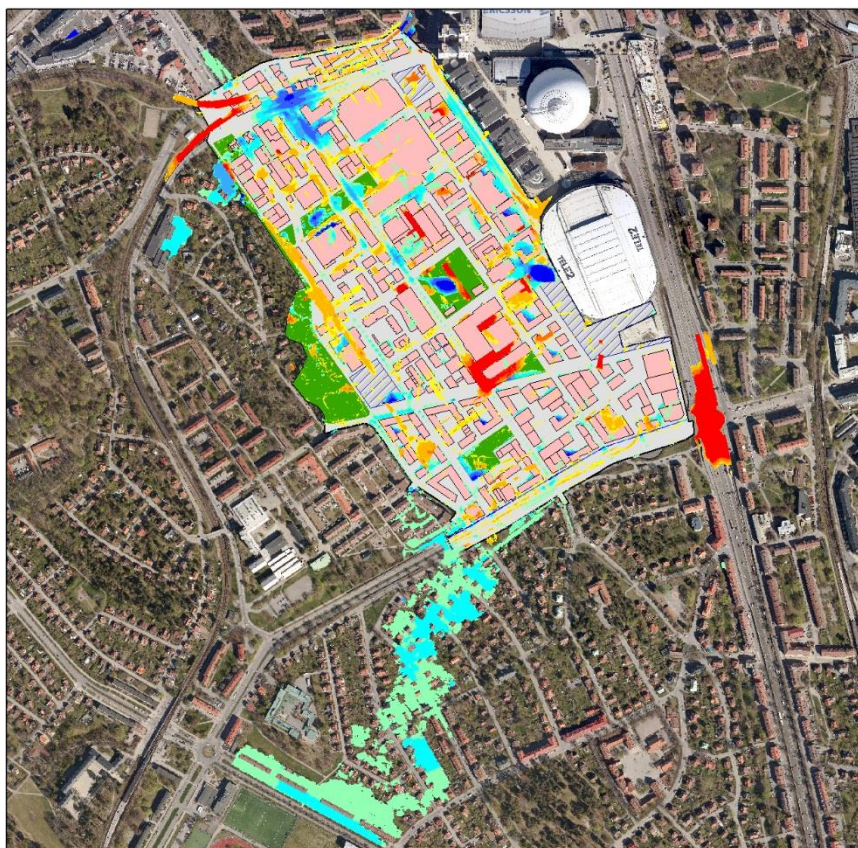
Figur 9: Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn och planerad exploatering



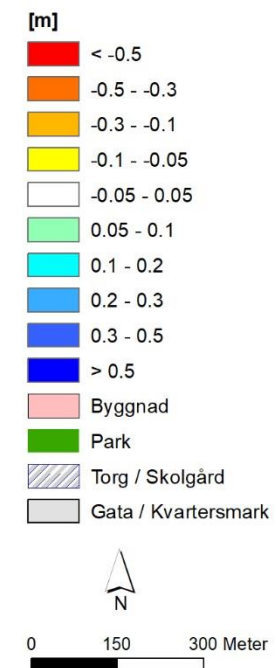
**Vattendjup efter 4h
100-årsregn
Planområde**



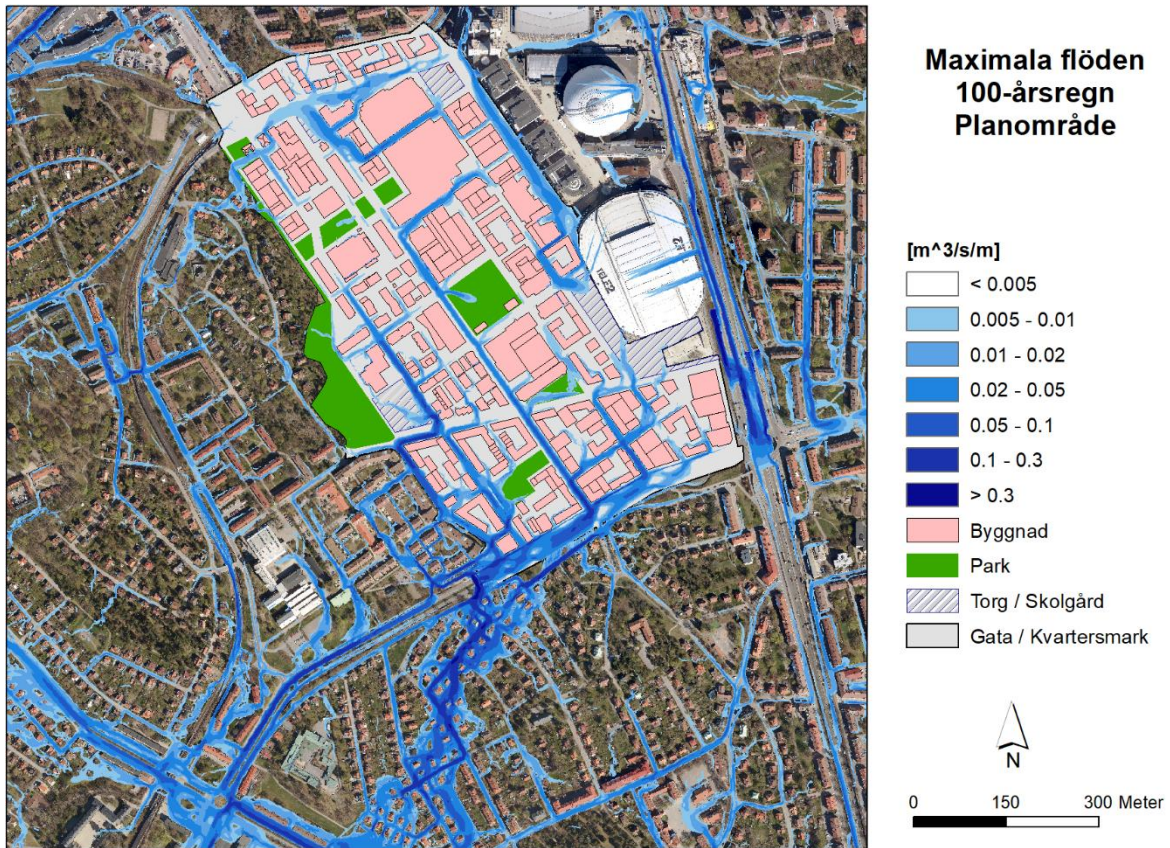
Figur 10: Maximal vattendjup efter 4h simulering vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn och planerad exploatering



**Differens
Max. vattendjup
Nuläge - Planområde
100-årsregn**



Figur 11: Differensbild som visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan modellering med nya markanvändning och nuläget.



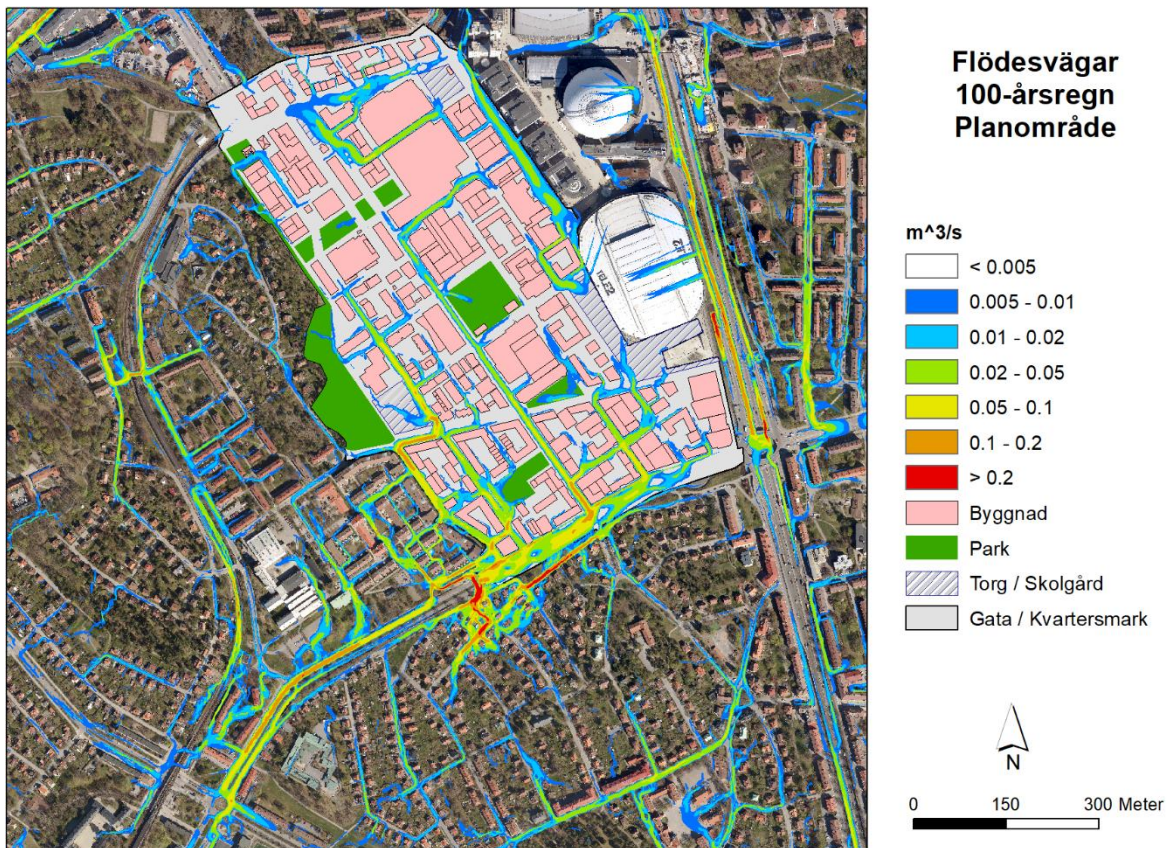
Figur 12: Beräknade maximala flöden (m³/s/m) under hela simuleringen vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn och planerad exploatering.

3.3 FLÖDESVÄGAR OCH TILLRINNING

Flödesvägarna, det vill säga avrinningsstråken som visar hur vattnet rör sig i modellen när det rinner på ytan, redovisas i figur 13. Flödet beräknas för varje 1x1 meters beräkningscell enligt följande formel:

$$R_{ij} = \sqrt{P_{ij}^2 + Q_{ij}^2}$$

R_{ij} är det totala flödet i m³/s för beräkningscellen i kolumnen i på raden j , P_{ij} är flödet genom beräkningscellen i nordsydlig riktning och Q_{ij} är flödet genom beräkningscellen i östvästlig riktning enligt beräkningsprogrammet MIKE21.



Figur 13: Maximalt momentant flöde vid ett 100-årsregn (planerad exploatering)

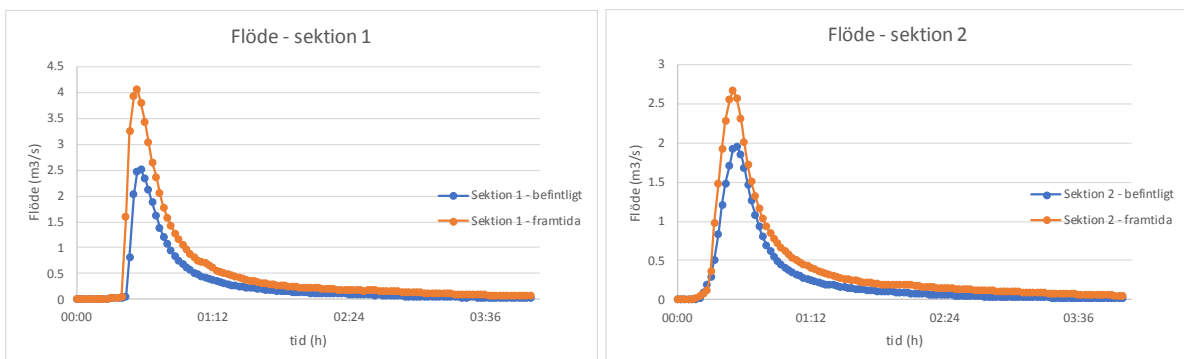
För att beräkna ökning av flöden och tillrinning i samband med exploateringen har tvärsnittanalyserats (Figur 14).

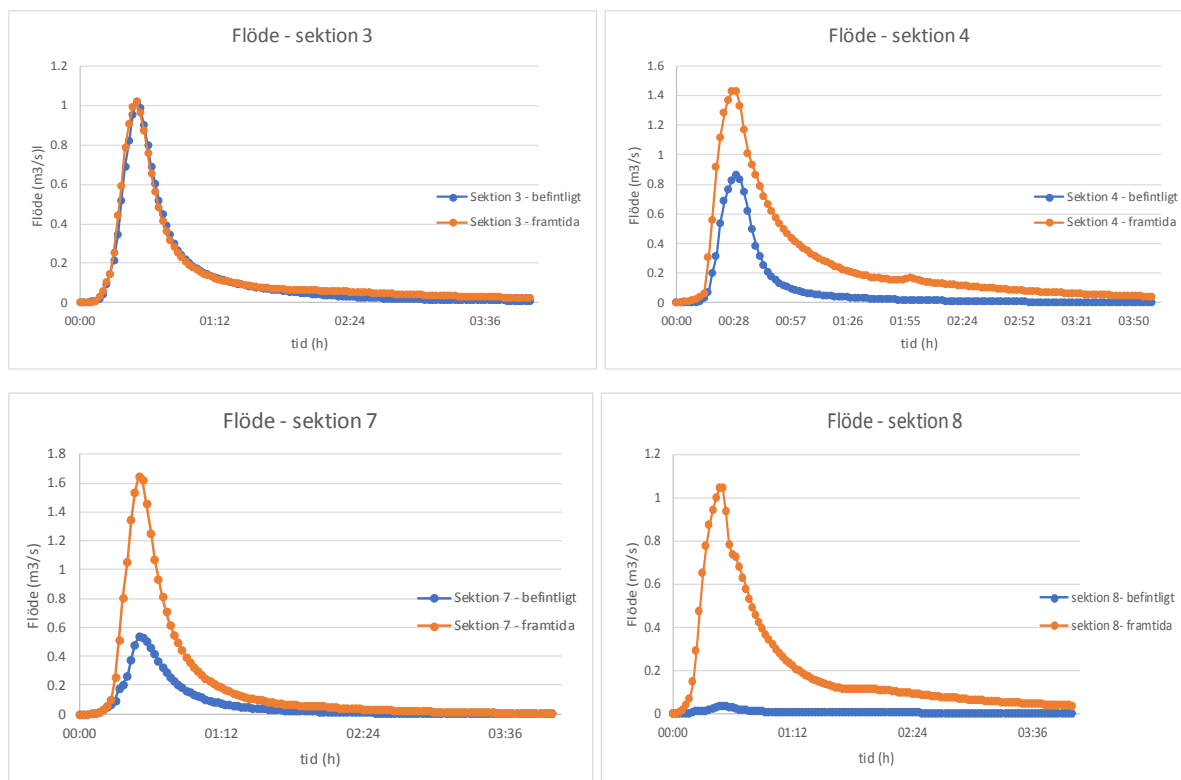
I figur 15 redovisas beräknade flöden och den totala tillrinningen för befintlig och framtida situation efter exploatering. Vid den planerade exploateringen ökar flöden i sektionerna 1,2,4,7 och 8. Den största ökningen sker i sektion 1 och sektion 7. I dessa sektioner ökar den totala tillrinningen sammanlagt med ca 5000 m³ jämfört med befintlig situation.

Tillrinningen till planerade parker och fördröjningsytor i området redovisas i figur 14 och tabell 2.



Figur 14: Sektioner för flödesberäkning och tillrinning.





	Befintligt	Framtida
Sektion 1		
Max flöde (m ³ /s)	2,51	4,07
Total tillrinning (m ³)	4270	7344
Sektion 2		
Max flöde (m ³ /s)	1,96	2,67
Total tillrinning (m ³)	3659	5589
Sektion 3		
Max flöde (m ³ /s)	1,01	1,02
Total tillrinning (m ³)	1911	2088
Sektion 4		
Max flöde (m ³ /s)	0,87	1,43
Total tillrinning (m ³)	1275	3766
Sektion 7		
Max flöde (m ³ /s)	0,54	1,65
Total tillrinning (m ³)	1032	2840
Sektion 8		
Max flöde (m ³ /s)	0,03	1,05
Total tillrinning (m ³)	54	2932

Figur 15: Flödet och tillrinning fyra sektioner vid Enskedevägen, befintlig situation och med exploatering.

Tabell 2: Flödet och tillrinning i sektioner 9a-13b efter planerad exploatering.

Framtida	
Sektion 9a	
Max flöde (m ³ /s)	0,41
Total tillrinning (m ³)	1308
Sektion 9b	
Max flöde (m ³ /s)	0,08
Total tillrinning (m ³)	113
Sektion 9c	
Max flöde (m ³ /s)	0,17
Total tillrinning (m ³)	452
Sektion 9d	
Max flöde (m ³ /s)	0,25
Total tillrinning (m ³)	1003
Sektion 9e	
Max flöde (m ³ /s)	0,10
Total tillrinning (m ³)	153
Sektion 10a	
Max flöde (m ³ /s)	0,50
Total tillrinning (m ³)	775
Sektion 10b	
Max flöde (m ³ /s)	0,26
Total tillrinning (m ³)	528
Sektion 11a	
Max flöde (m ³ /s)	0,15
Total tillrinning (m ³)	494
Sektion 11b	
Max flöde (m ³ /s)	0,02
Total tillrinning (m ³)	71
Sektion 11c	
Max flöde (m ³ /s)	0,41
Total tillrinning (m ³)	1538
Sektion 11d	
Max flöde (m ³ /s)	0,50
Total tillrinning (m ³)	2026
Sektion 12a	
Max flöde (m ³ /s)	0,52
Total tillrinning (m ³)	2091
Sektion 12b	
Max flöde (m ³ /s)	0,55
Total tillrinning (m ³)	697
Sektion 12c	
Max flöde (m ³ /s)	0,99
Total tillrinning (m ³)	1365
Sektion 12d	
Max flöde (m ³ /s)	0,88
Total tillrinning (m ³)	1244

Sektion 12e	
Max flöde (m ³ /s)	0,18
Total tillrinning (m ³)	317
Sektion 13a	
Max flöde (m ³ /s)	0,42
Total tillrinning (m ³)	500
Sektion 13b	
Max flöde (m ³ /s)	1,08
Total tillrinning (m ³)	1943

DP 1

Med planerad exploatering är det totalt 4000 m³ vatten som lämnar DP 1 (sektion 11c, 13a, 13b) och rinner till Diagonalen via Hallvägen, Livdjursgatans förlängning, Boskapsvägen och från Naturparken (Figur 16). En stor del av tillrinningen i sektion 11c kommer från östra delen av området till Hallvägen, dvs.från DP 2a.



Sektion 11c	
Max flöde (m ³ /s)	0,41
Total tillrinning (m ³)	1538
Sektion 11d	
Max flöde (m ³ /s)	0,50
Total tillrinning (m ³)	2026
Sektion 13a	
Max flöde (m ³ /s)	0,42
Total tillrinning (m ³)	500
Sektion 13b	
Max flöde (m ³ /s)	1,08
Total tillrinning (m ³)	1943

Figur 16: Flöden från DP1.

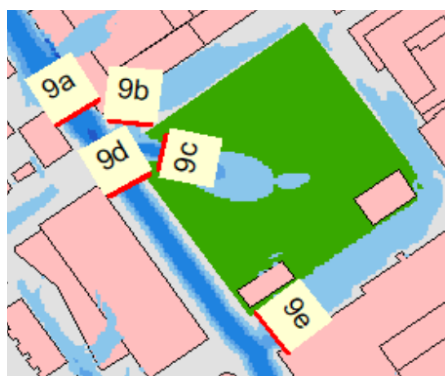
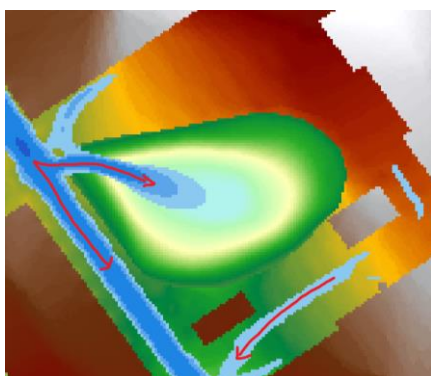
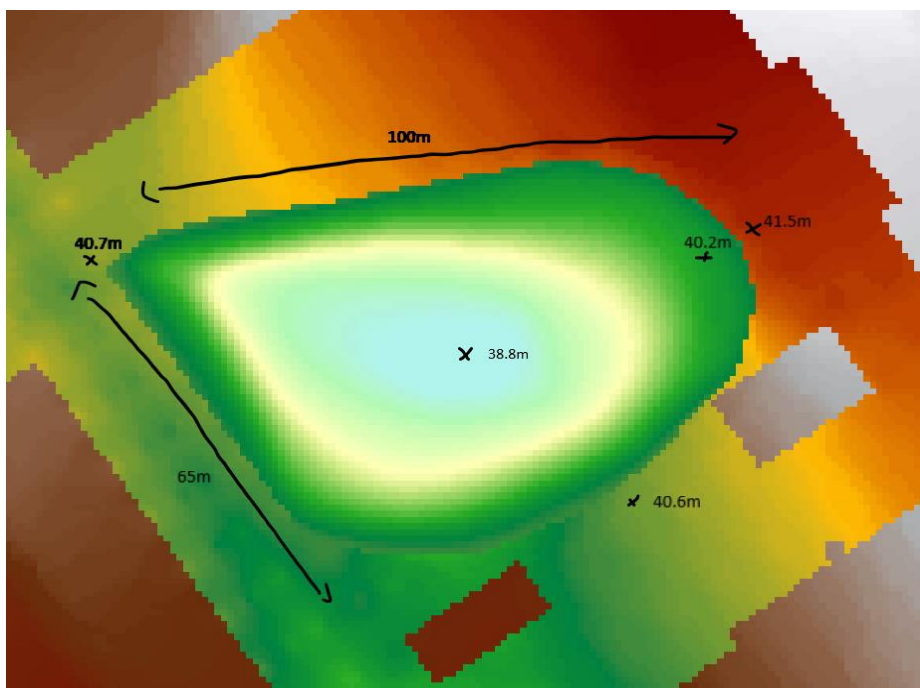
3.4 EFFEKT AV SKYFALLSÅTGÄRDER

Skyfallsåtgärder som planeras i samband med exploateringen visar följande effekt i modellen:

Mycket vatten ansamlas i lågpunkterna i Centralparken, Triangelparken, Södra parken och vid Tele2 Arenan efter sänkningen. Dessa ytor fungerar som fördröjningsytor.

Centralparken

Sänkningen av Centralparken visar effekt, men mycket vatten rinner förbi på Hallvägen. Ca. 450 m³ rinner till parken (9c), men >1150 m³ rinner förbi (9d + 9e). Genom att anpassa lutningen på västra sidan parken och utvidga lågpunkten kan kapaciteten ökas (Figur 17).

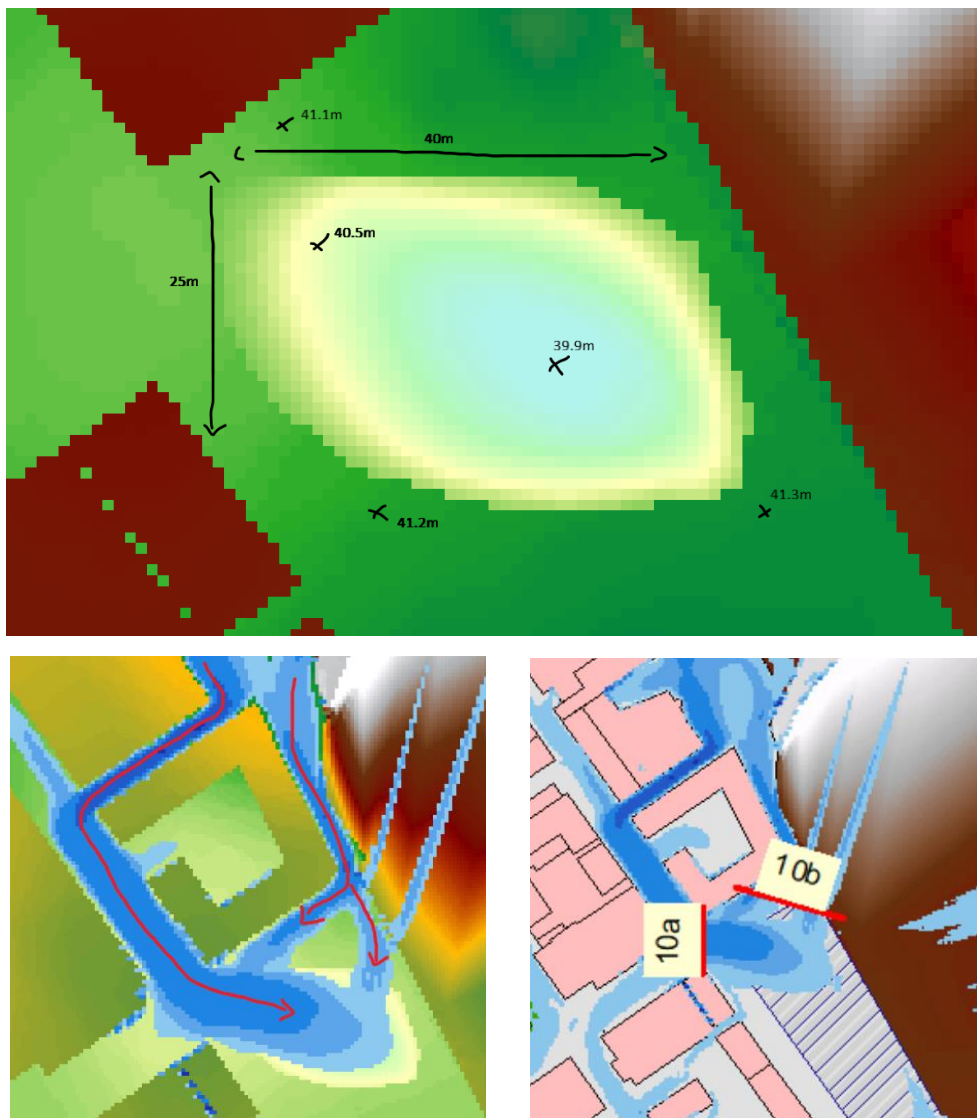


Sektion 9a	
Max flöde (m ³ /s)	0,41
Total tillrinning (m ³)	1308
Sektion 9b	
Max flöde (m ³ /s)	0,08
Total tillrinning (m ³)	113
Sektion 9c	
Max flöde (m ³ /s)	0,17
Total tillrinning (m ³)	452
Sektion 9d	
Max flöde (m ³ /s)	0,25
Total tillrinning (m ³)	1003
Sektion 9e	
Max flöde (m ³ /s)	0,10
Total tillrinning (m ³)	153

Figur 17: Sänkning och flöden vid Centralparken

Torget, Tele 2 Arena

Lågpunkten vid Tele 2 arenan behöver vara större/djupare för att kunna fördröja det vattnet som rinner dit (Figur 18). Mer än 1200 m³ samlas i lågpunkten på torget (sektion 10a och 10b), men en hel del vatten står kvar på Rökerigatan och Charkmästargatan.

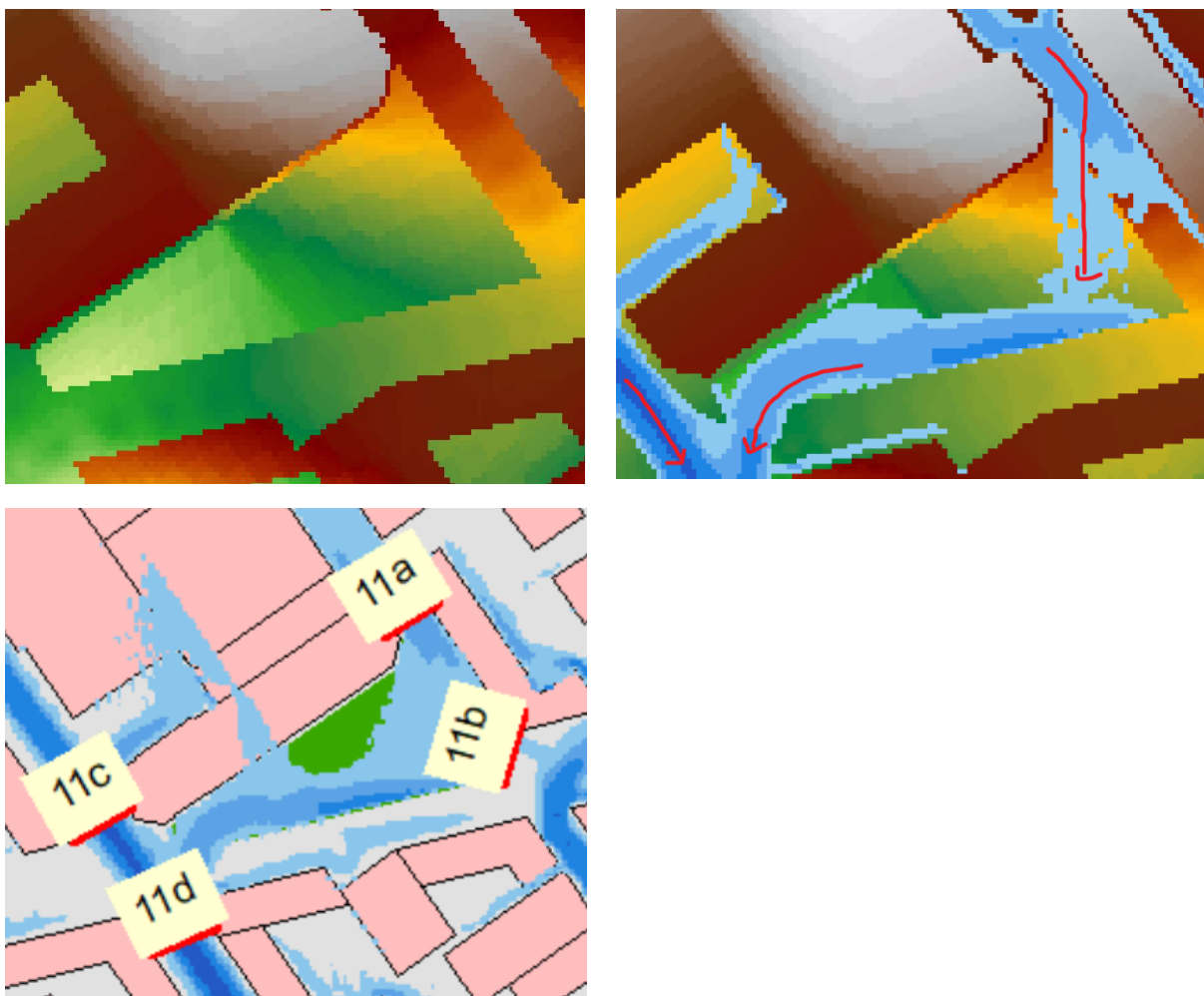


Sektion 10a	
Max flöde (m ³ /s)	0,50
Total tillrinning (m ³)	775
Sektion 10b	
Max flöde (m ³ /s)	0,26
Total tillrinning (m ³)	528

Figur 18: Flöden och tillrinning vid Tele 2 arenan.

Triangelparken

Triangelparken lutar mot sydväst vilket leder till att vattnet rinner till parken på östra sidan, genom parken och ut igen på västra sidan (Figur 19). Vattnet rinner även förbi på Hallvägen. Lutningen mot parken måste anpassas så att vatten kan ansamlas där.

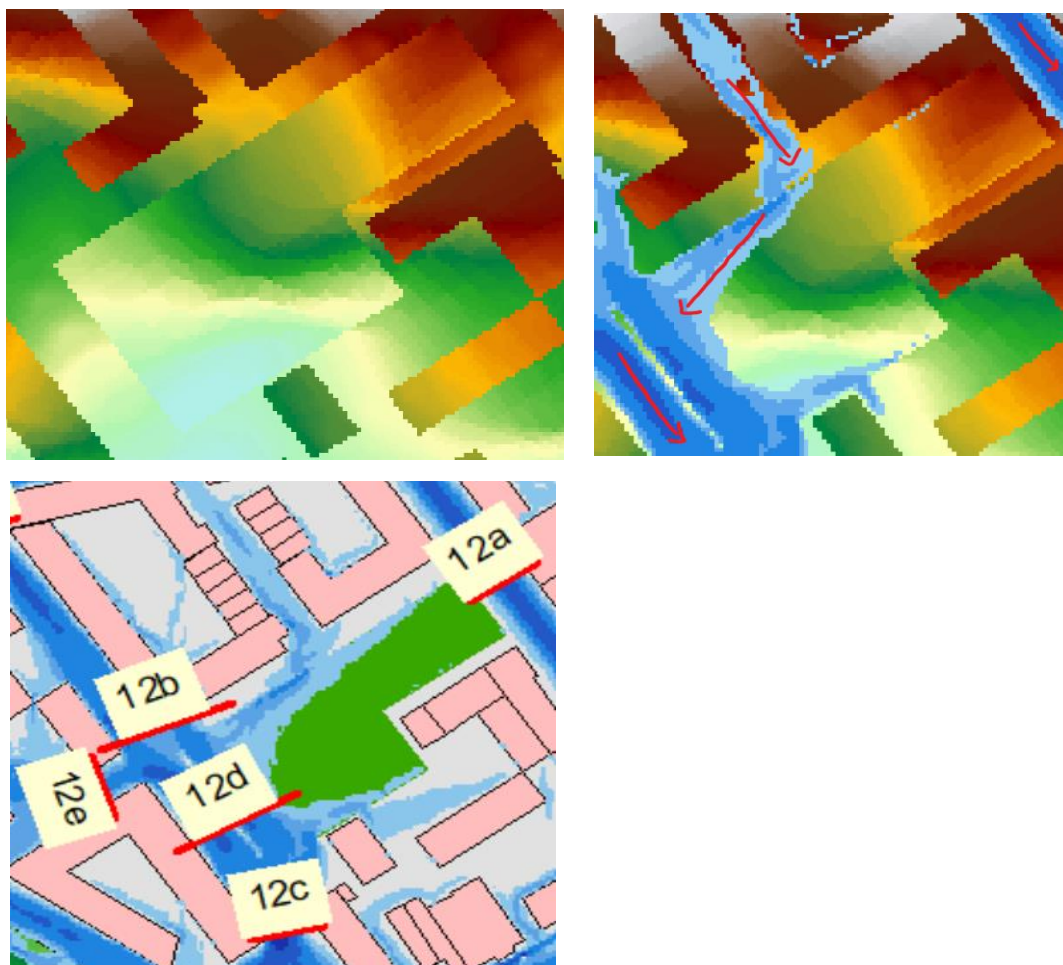


Sektion 11a	
Max flöde (m ³ /s)	0,15
Total tillrinning (m ³)	494
Sektion 11b	
Max flöde (m ³ /s)	0,02
Total tillrinning (m ³)	71
Sektion 11c	
Max flöde (m ³ /s)	0,41
Total tillrinning (m ³)	1538
Sektion 11d	
Max flöde (m ³ /s)	0,50
Total tillrinning (m ³)	2026

Figur 19: Flöden och tillrinning vid Triangelparken.

Södra parken

Södra parken lutar mot sydväst så att det vattnet rinner till parken på östra sidan men ut igen på västra sidan (Figur 20). Mycket vatten rinner förbi på östra sidan parken (sektion 12a). Över 1000 m³ rinner förbi parken på Biskopsvägen.

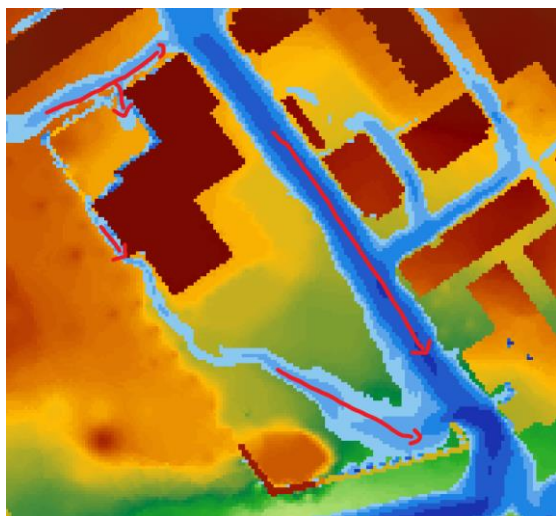


Sektion 12a	
Max flöde (m ³ /s)	0,52
Total tillrinning (m ³)	2091
Sektion 12b	
Max flöde (m ³ /s)	0,55
Total tillrinning (m ³)	697
Sektion 12c	
Max flöde (m ³ /s)	0,99
Total tillrinning (m ³)	1365
Sektion 12d	
Max flöde (m ³ /s)	0,88
Total tillrinning (m ³)	1244
Sektion 12e	
Max flöde (m ³ /s)	0,18
Total tillrinning (m ³)	317

Figur 20: Flöden och tillrinning vid Södra parken.

Skolan

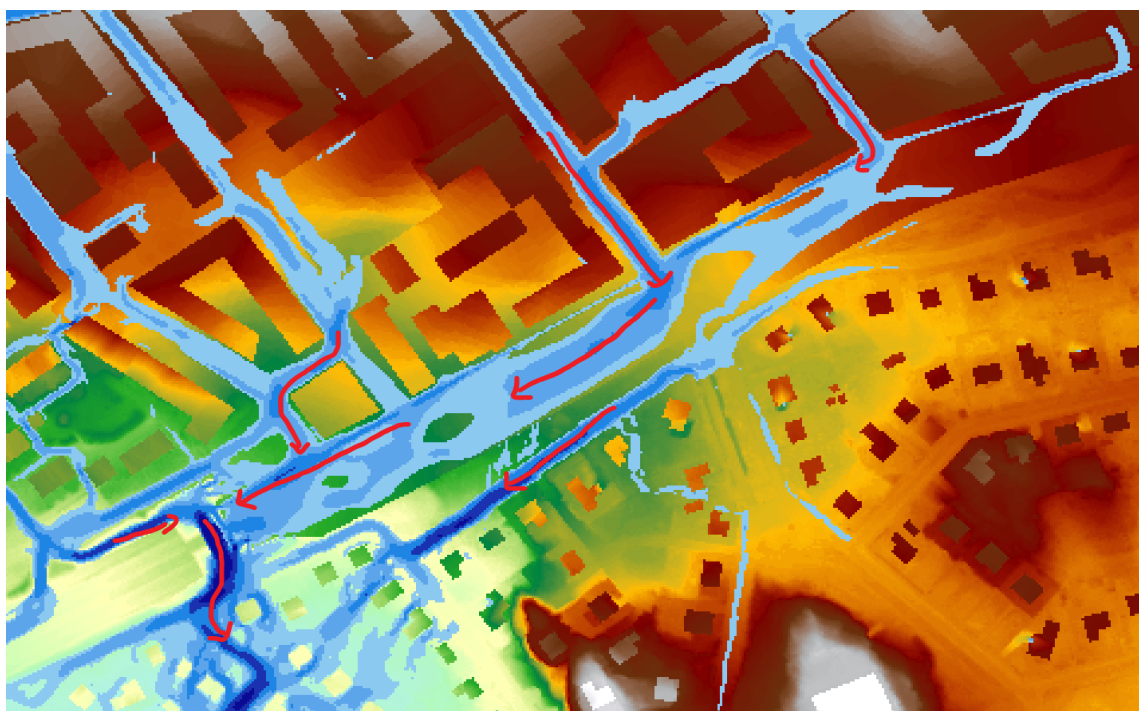
Diket vid skolan har bara lite effekt. Vid muren i södra delen av skolgården samlas mycket vatten. Utformningen av muren borde anpassas (Figur 21).



Figur 21: Flöden vid dike och mur i skolområdet.

Dike vid Enskedevägen

Diket vid Enskedevägen visar effekt men skulle behöva vara mycket större/djupare. Mycket vatten rinner från Slakthusområdet över Enskedevägen och till gångvägen under Enskedevägen. För att sedan rinner vidare mot villaområden (Figur 22).



Figur 22: Flöden och översvämningssproblematik längs Enskedevägen.

4 SLUTSATSER

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. Ett avdrag för ett 10-årsregn med 10 min varaktighet har gjorts för ledningsnätets kapacitet från alla hårdgjorda ytor och tak. De nya fastigheterna ska generellt fördröja ytterligare 20 mm. Eftersom det handlar om mindre, mer lågintensiva regn än skyfallen som man vill kunna hantera med 20 mm har det inte räknats med dessa i modellen.

Modelleringen visar följande resultat:

- Generellt minskar översvämningen i Slakthusområdet efter exploatering jämfört med nuläget. Lågpunkter på vägar försvinner på grund av den nya höjdsättningen. Vattnet samlas framför allt i parker och på anlagda fördröjningsytor.
- De skyfallsåtgärderna som har byggts in i modellen visar positiv effekt i planområdet men utformning bör anpassas. Diket vid Enskedevägen borde vara mycket större för att kunna ta upp större vattenmängder. I de nedsänkta parkerna och i lågpunkten vid Tele2 Arenan samlas mycket vatten, men stora mängder rinner förbi på gatorna. Genom att anpassa lutningen kan parkerna fördröja större volymer. Lågpunkterna vid norra fasaden av skolan och vid Tele 2 Arenan behöver vara större/djupare för att ta emot det vattnet som rinner dit.
- Ny höjdsättning och lutning på gatorna inom planområdet leder till att mer vatten rinner ned till villaområden i Enskede där översvämningdjupet och utbredning ökar jämfört med nuläget. Den ökade totala tillrinningen har beräknats till ca 5000 m³.
- Inom planområdet uppstår lokala översvämningar vid lågpunkten på Palmfältsvägen på grund av överdäckningen av spåret.
- I utredningen har ett klimatkorrigerat 100-årsregn simulerats. För att analysera konsekvenser vid ett extremare regn, det vill säga ett regn med längre återkomsttid, kan ytterligare beräkningar genomföras, till exempel med ett 500-årsregn eller med det så kallade Köpenhamnsregnet.

5 REFERENSER

Boverket (2018): Tillsynsvägledning avseende översvämningrisker, 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.

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

