

## Skyfallsutredning, Södra Hallsta



Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem  
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

ISO 9001  
Management System Certification

BUREAU VERITAS  
Certification Denmark A/S



## Skyfallsutredning, Södra Hallsta

Framtagen för            Salems kommun  
Kontaktperson           Johanna Henningsson

---

Projektledare	Christofer Karlsson
Kvalitetsansvarig	Christofer Karlsson
Handläggare	Suzie Béasse

Uppdragsnummer	12805138
Godkänd datum	2022-03-18
Version	1.1
Klassificering	Begränsad



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>4</b>
1.1	Syfte .....	4
1.2	Områdesbeskrivning .....	4
1.3	Planerad exploatering .....	5
1.4	Riktlinjer för skyfallshantering .....	5
<b>2</b>	<b>Metodik och modellbeskrivning .....</b>	<b>6</b>
2.1	Markavrinningsmodell .....	6
2.2	Beräkningsfall.....	9
2.3	Beräkningsscenarier .....	10
2.3.1	Befintlig situation .....	10
2.3.2	Framtida situation med nödvändiga åtgärder .....	10
<b>3</b>	<b>Resultat - befintlig situation .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Föreslagen skyfallshantering .....</b>	<b>13</b>
4.1	Princip för skyfallshantering .....	13
4.1.1	Västra området: SVEA fastighet och tvärförbindelsen.....	15
4.1.2	Salemsvägen och Vestigia fastighet .....	16
4.2	Resultat - exploatering med föreslagna skyfallsåtgärder .....	19
4.3	Teknisk utformning av åtgärder .....	22
<b>5</b>	<b>Sammanfattning och slutsatser .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>26</b>

## BILAGOR

Skyfallshantering.pdf

Skyfallshantering\_med\_nummer.pdf

Skyfallshantering\_med\_flödespilar.pdf

## FIGURER

Figur 1-1.	Detaljplanområdets placering, plangräns markeras med svart linje. ....	4
Figur 1-2.	Planerad exploatering inom detaljplanområdet. ....	5
Figur 2-1.	Illustration av markavrinningsmodell. ....	6
Figur 2-2.	Utbredning för modellområdet (grön linje). ....	7
Figur 2-3.	Förekommande jordarter i eller nära markytan. ....	8
Figur 2-4.	Diagrammet visar sambandet mellan ett regns volym, varaktighet och återkomsttid. Den totala regnvolymen ökar avtagande med återkomsttiden och varaktigheten. Därmed kan ett regn med lång varaktighet, men kort återkomsttid ge lika stor regnvolym som ett regn med längre återkomsttid men kortare varaktighet (Mårtensson och Gustafsson, 2017).....	10
Figur 3-1.	Beräknade maximala vattendjup i samband med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 vid befintlig situation. ....	11
Figur 3-2.	Beräknade maximala flöden och avrinningsriktning i samband med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 vid befintlig situation. ....	12
Figur 4-1.	Framtida exploatering med föreslagna åtgärder för skyfallshantering samt generella flödesvägar. ....	14
Figur 4-2.	Föreslagna skyfallsåtgärder i västra delen av planområde. ....	16
Figur 4-3.	Föreslagna skyfallsåtgärder vid Salemsvägen och Vestigia fastighet.....	18
Figur 4-5.	Beräknade maximala vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder.....	19
Figur 4-6.	Beräknade maximala ytvattenflöden samt flödesriktning vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder. I kartfiguren har tvärsektion för utflöde från detaljplanområdet märkts ut. ....	21

## TABELLER

Tabell 2-1.	Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika jordarter. ....	8
Tabell 4-1.	Teknisk utförning av föreslagna åtgärder. ....	24



# 1 Inledning

DHI Sverige AB har på uppdrag av Salems kommun genomfört en detaljerad skyfallsmodellering samt analyserat översvämningsriskerna för dagens och framtida situation i och utanför planområdet Södra Hallsta. I föreliggande PM redovisas beräkningsförutsättningar samt resultat och slutsatser från arbetet.

## 1.1 Syfte

Syftet med översvämningsutredningen är att ta fram nödvändiga åtgärder för att detaljplanen ska klara att uppfylla översvämningskraven för skyfall vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Syftet är också att i tidigt skede bedöma om detaljplaneförslaget är lämpligt ur översvämnings synpunkt samt föreslå de omarbetningar av detaljplaneförslaget som behövs för att översvämningskraven ska uppnås.

För att uppnå syftet ingår att visa hur översvämningsriskerna förändras vid föreslagen markanvändning samt föreslå de lösningar, eller markreservationer som behövs för att uppnå översvämningskraven. Översvämningsutredningen ska visa att planen inte medför att översvämning orsakar skador innanför planområdet och att översvämningsriskerna inte ökar utanför planområdet på grund av detaljplanens utformning.

I rapporten redovisas följande:

- översvämningsrisker i nuläget
- detaljplanens behov av översvämningshantering och nödvändiga översvämningsåtgärder
- att detaljplanen efter åtgärder uppfyller översvämningskraven

## 1.2 Områdesbeskrivning

Det aktuella detaljplaneområdet har en area på 4,5 ha och ligger strax öster om Flaten i Rönninge, Salems kommun, (Figur 1-1). Området består i dagsläget till stor del av obebyggd skogsmark men inkluderar även Salemsvägen. Detaljplaneområdet avgränsas av naturmark samt andra fastigheter i norr av Rönningevägen i väst, sträcker sig förbi Salemsvägen i öst samt gränsar till naturmark samt befintliga fastigheter i söder. Höjdskillnaderna inom detaljplanområdet är ca 10 m. De högsta områdena är belägna i bergig naturmark mellan Rönningevägen och Salemsvägen (marknivå ca +38 - +40) och de lägsta områdena återfinns längst söder ut på Salemsvägen (marknivå ca +28). Inom planområdet återfinns en större instängd lågpunkt intill Salemsvägen samt en ytterligare lågpunkt strax intill Rönningevägen. Salemsvägen har en relativt jämn lutning från norra plangränsen ned till den södra, där vägen fortsätter ned mot Rönninge torg.



Figur 1-1. Detaljplanområdets placering, plangräns markeras med svart linje.



## 1.3 Planerad exploatering

Inom planområdet planeras en exploatering som innefattar anläggning av förskola, tvärförbindelse mellan Rönnigevägen och Salemsvägen, ombyggnad av Salemsvägen samt en större bostadsetablering. Bostadsfastigheterna utvecklas av Sveafastigheter samt Vestigia som exploaterar kvartersmark inom olika delar av planområdet. Planerad exploatering redovisas i Figur 1-2.



Figur 1-2. Planerad exploatering inom detaljplanområdet.

## 1.4 Riktlinjer för skyfallshantering

För hantering av översvämning till följd av skyfall gäller enligt Länsstyrelsens riktlinjer (vägledning 2018:5)<sup>1</sup> att:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.

<sup>1</sup> Länsstyrelsen 2018, *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall (2018:5)*

## 2 Metodik och modellbeskrivning

Vid normala regn hanteras regnvolymen antingen genom avledning till samhällets dagvattensystem eller genom infiltration på permeabla, gröna ytor. Vid extrema regn överskrider dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga vilket medför att det sker en avrinning på markytan med marköversvämning som följd. I syfte att kartlägga var vattnet rinner och skapar översvämning har översvämningskarteringar gjorts för ett extremt regn.

Beräkningarna har genomförts med en markavrinningsmodell. I Figur 2-1 illustreras principen för modellen, som även finns mer utförligt beskriven i ”Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning”<sup>2</sup>.

I följande avsnitt redogörs för generella beräkningsförutsättningar och gjorda antaganden.



Figur 2-1. Illustration av markavrinningsmodell.

### 2.1 Markavrinningsmodell

Utifrån laserskannad höjddata har tvådimensionella hydrauliska markavrinningsmodeller etablerats i programvaran MIKE+. Modellen beräknar flödet på markytan i två dimensioner, x-led och y-led. Modellområdet täcker med god marginal in detaljplanområde samt aktuellt avrinningsområde. I Figur 2-2 presenteras utbredningen för modellområdet.

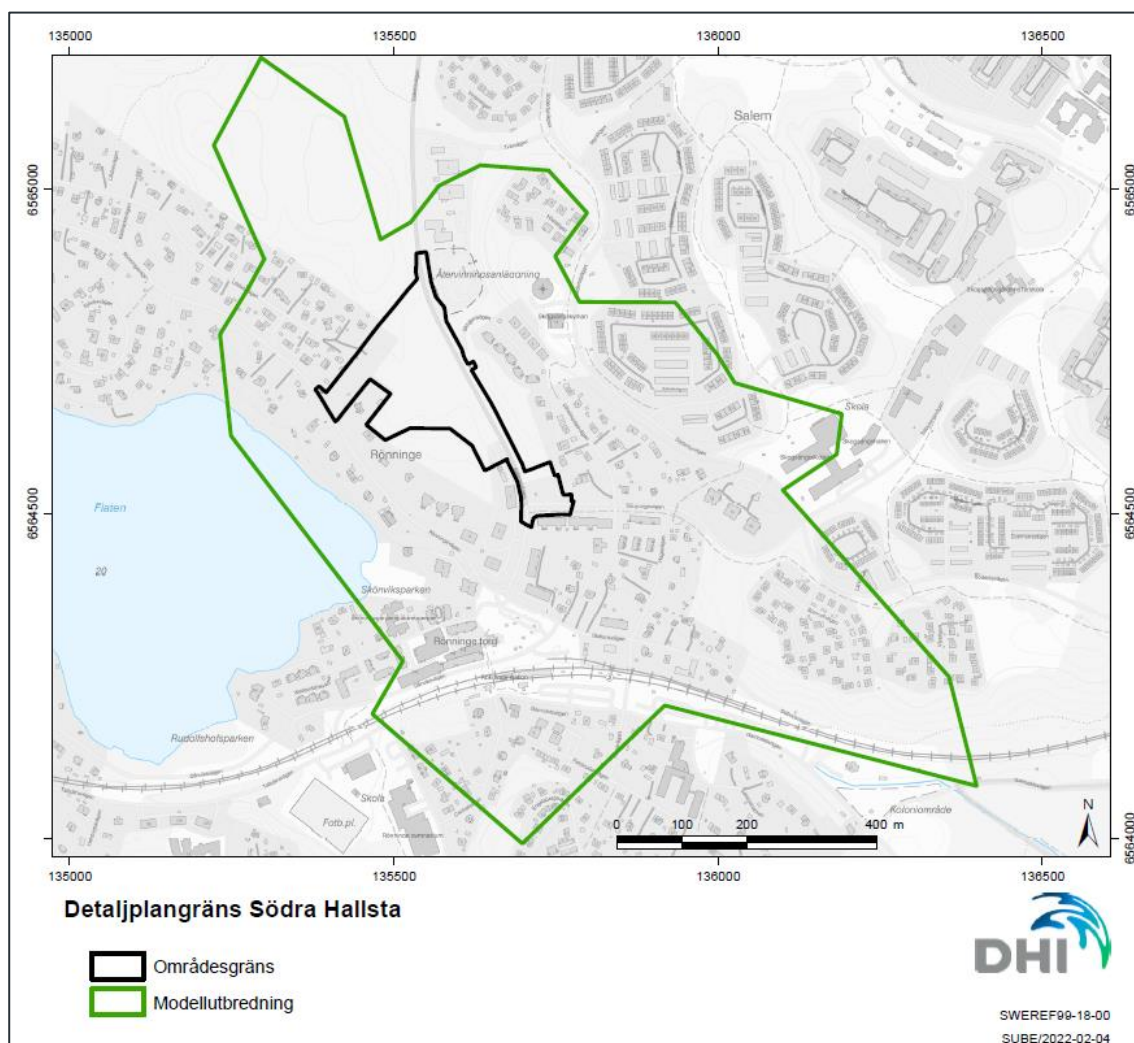
Den horisontella upplösningen på modellen har satts till 2 m. Detta innebär att ett område på 2 x 2 meter representeras av ett höjdvärde. Upplösningen på resultatet blir samma som upplösningen i modellen. Alltså beräknas vattendjup för varje område på 2 x 2 meter. Valet av upplösning har gjorts för att på ett tillräckligt detaljerat sätt kunna beskriva urbana strukturer och samtidigt få rimliga beräkningstider.

En bearbetning av höjddata har gjorts för att beskriva de verkliga vattentransportförhållandena vilket innebär att nivån för samtliga byggnader har höjts upp jämfört med omkringliggande områden för att möjliggöra transport av vatten runt byggnader. Vidare har terrängmodellen justerats för viadukter i syfte att beskriva nivån på vägbanan i viadukten och inte nivån på vägen över.

Ytans råhet, vilken styr vattnets hastighet på markytan och således påverkar översvämningsförloppet, har differentierats mellan hårdgjorda ytor och övriga permeabla ytor. Hårdgjorda ytor har beskrivits med en lägre råhet (mindre motstånd), motsvarande Mannings tal  $M$  på 50 för asfalterade ytor och  $M$  på 30 för hustak. Övriga ytor har beskrivits med en högre råhet (större motstånd), motsvarande Mannings tal  $M$

<sup>2</sup> Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121, augusti 2017.

på 2. De hårdgjorda ytorna utgörs av hustak och vägar baserat på primärkarta levererad av beställaren. En kompletterande analys av större hårdgjorda ytor såsom torg och parkeringar har genomförts utifrån manuell analys av ortofotot.



Figur 2-2. Utbredning för modellområdet (grön linje).

Till terrängmodellen har kopplats en infiltrationsmodul som låter delar av vattnet infiltrera i stället för att rinna av på ytan. På alla ytor som inte antas vara hårdgjorda har infiltrationsmodulen aktiverats. Infiltrationshastigheten har ansatts utgående från erhållen jordartskarta från SGU, samt utifrån genomförda geotekniska utredningar i detaljplanområdet. I Figur 2-3 ges en översikt för jordarterna i eller nära markytan. Generellt ses en stor andel lerjord och urberg, och det råder därmed begränsade infiltrationsförutsättningar.

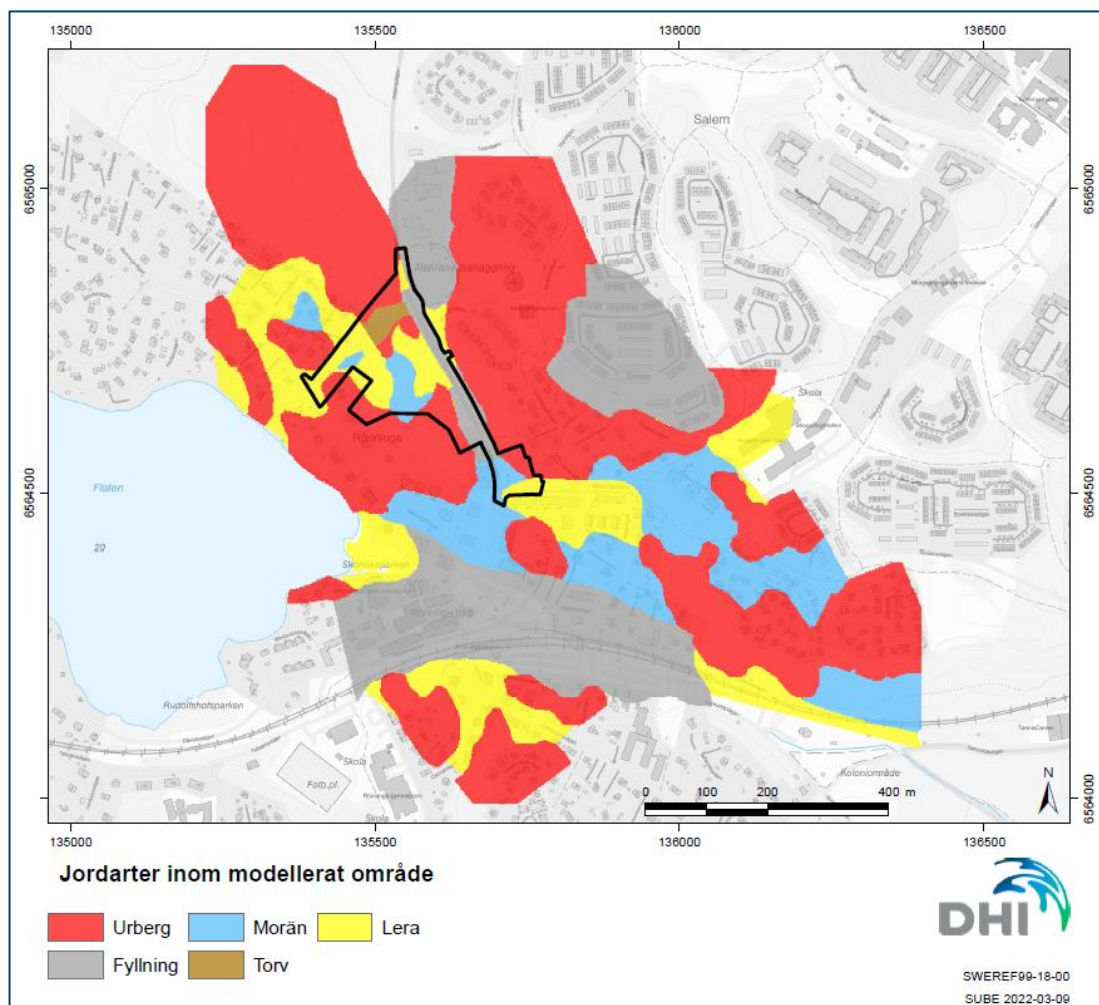
Beroende på de lokala jordartsförhållandena varierar den ansatta infiltrationshastigheten i modellen mellan 0 och 180 mm/h, se Tabell 2-1.

Infiltrationslagrets mäktighet har satts till 0,3 m med en total porositet på 0,4. Detta innebär en total magasinskapacitet i marken på 120 mm (0,4 x 0,3 m). Dock spelar tidsförloppet in, så även om 120 mm nederbörd faller på en yta med denna magasineringsförmåga, beror infiltrerad volym på hur länge vattnet ligger kvar i detta område. Vid större lutning i terrängen hinner ofta inte vattnet infiltrera innan det runnit vidare, medan det vid lågpunkter kan ansamlas stora volymer där infiltrationen successivt pågår tills markmagasinet fyllts. Dessutom antas inte marken vara helt torr vid regnets start. Den initiala markvattenhalten har ansatts utifrån antagandet att regnet inträffar sommartid och har föregåtts av en veckas torrväder.

Infiltrationsmodulen inkluderar även beskrivning av ett möjligt läckage från det övre markmagasinet till en tänkt grundvattenyta. I praktiken har dock denna process mycket liten inverkan vid denna typ av beräkning då läckaget generellt är väsentligt lägre än infiltrationen. Läckagehastighet ansätts utifrån lokala jordartsförhållanden.

Tabell 2-1. Ansatta infiltrations- och läckagehastigheter (mm/h) för olika jordarter.

Parameter	Hårdgjorda ytor	Sand/isälvsmaterial	Morän Fyllning	Organisk jordart (torv)	Lera
Infiltrationshastighet (mm/h)	0	90	36	18	3,6
Läckagehastighet (mm/h)	0	18	3,6	1,8	0,36



Figur 2-3. Förekommande jordarter i eller nära markytan.

## 2.2 Beräkningsfall

Med upprättade modeller har ett framtida 100-årsregn studerats. Regnbelastningen är av typen CDS med central regntopp och en total varaktighet på 6 timmar. CDS-regn innebär att regnvolymer är statistiskt korrekta för alla varaktigheter inom regnet, i detta fall från 5 minuter upp till 6 timmar.

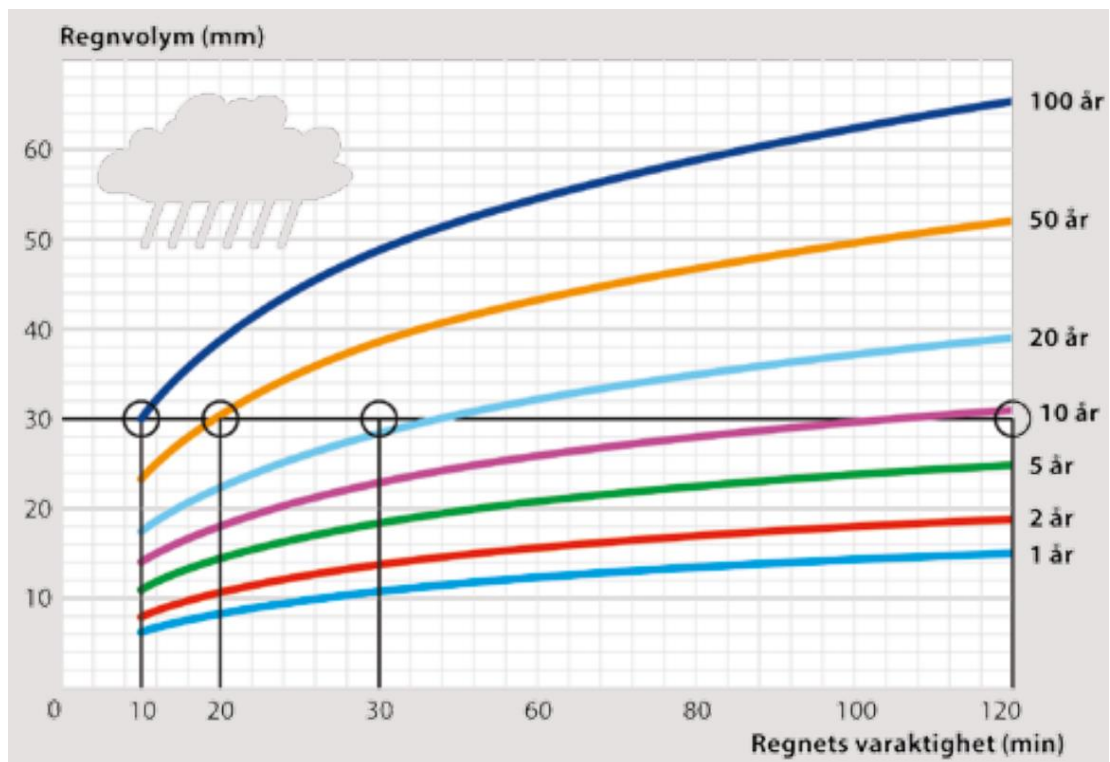
Återkomsttiden är direkt relaterad till regnhändelsens årliga sannolikhet, där ett 100-årsregn har sannolikheten 1/100 att inträffa under ett år. Ett regns varaktighet påverkar både den totala regnvolymer och den genomsnittliga intensiteten. Exempelvis kan ett 10-årsregn med 2 timmars varaktighet vara lika volymrikt som ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet, men det senare regnet är mycket mer intensivt. I Figur 2-4 visas sambandet mellan ett regns återkomsttid, varaktighet och volym för olika återkomsttider.

För både befintlig och framtida situation har hänsyn tagits till dagvattenledningsnätskapacitet med hjälp av ett schablonavdrag som motsvarar ledningsnätskapacitet. Ledningsnätet antas omhänderta ett 10-årsregn inom befintliga områden. Vid exploatering antas ett 20-årsregn med varaktighet 20 minuter kunna hanteras med planerad dagvattenhantering inom planområdet. Antaganden har tagits i samråd med VA-huvudman samt Bjerking som genomför dagvattenutredning.

I markavrinningsmodellen belastas hårdgjorda ytor (som antas leda till ledningsnätet) med differensen mellan studerat regn och regnet som räknas omhändertags av ledningsnät. Övriga ytor belastas med hela regnet.

För att beakta effekterna av klimatförändringar har en klimatkoefficient på 1,3 adderats på 100-årsregnet. Detta ger en total nederbördsvolym på 110 mm för framtida 100-årsregn.

Enbart den mest intensiva 30-minutersperioden och efterföljande regn har studerats med den markavrinningsmodellen. Intensiteten för förregnet är lägre än bedömd kapacitet för både ledningsnät och markens infiltrationsförmåga. Förregnets volym har inkluderats i markmagasinet, vilket innebär att den tillgängliga magasinskapaciteten minskats med motsvarande volym. Simuleringen fortsätter sedan tolv timmar efter regnpeaken.



Figur 2-4. Diagrammet visar sambandet mellan ett regns volym, varaktighet och återkomsttid. Den totala regnvolymen ökar avtagande med återkomsttiden och varaktigheten. Därmed kan ett regn med lång varaktighet, men kort återkomsttid ge lika stor regnvolym som ett regn med längre återkomsttid men kortare varaktighet (Mårtensson och Gustafsson, 2017).

## 2.3 Beräkningsscenarier

För att kunna visa på om översvämningsskraven uppfylls eller ej relateras befintlig situation till framtida situation med planerad exploatering. Skyfallsåtgärder har iterativt tagits fram för att landa i en slutgiltig hantering. I rapporten presenteras resultat för nuläget samt slutgiltigt förslag på skyfallshantering.

### 2.3.1 Befintlig situation

Scenariot beskriver befintlig situation med nuvarande höjder och markanvändning.

### 2.3.2 Framtida situation med nödvändiga åtgärder

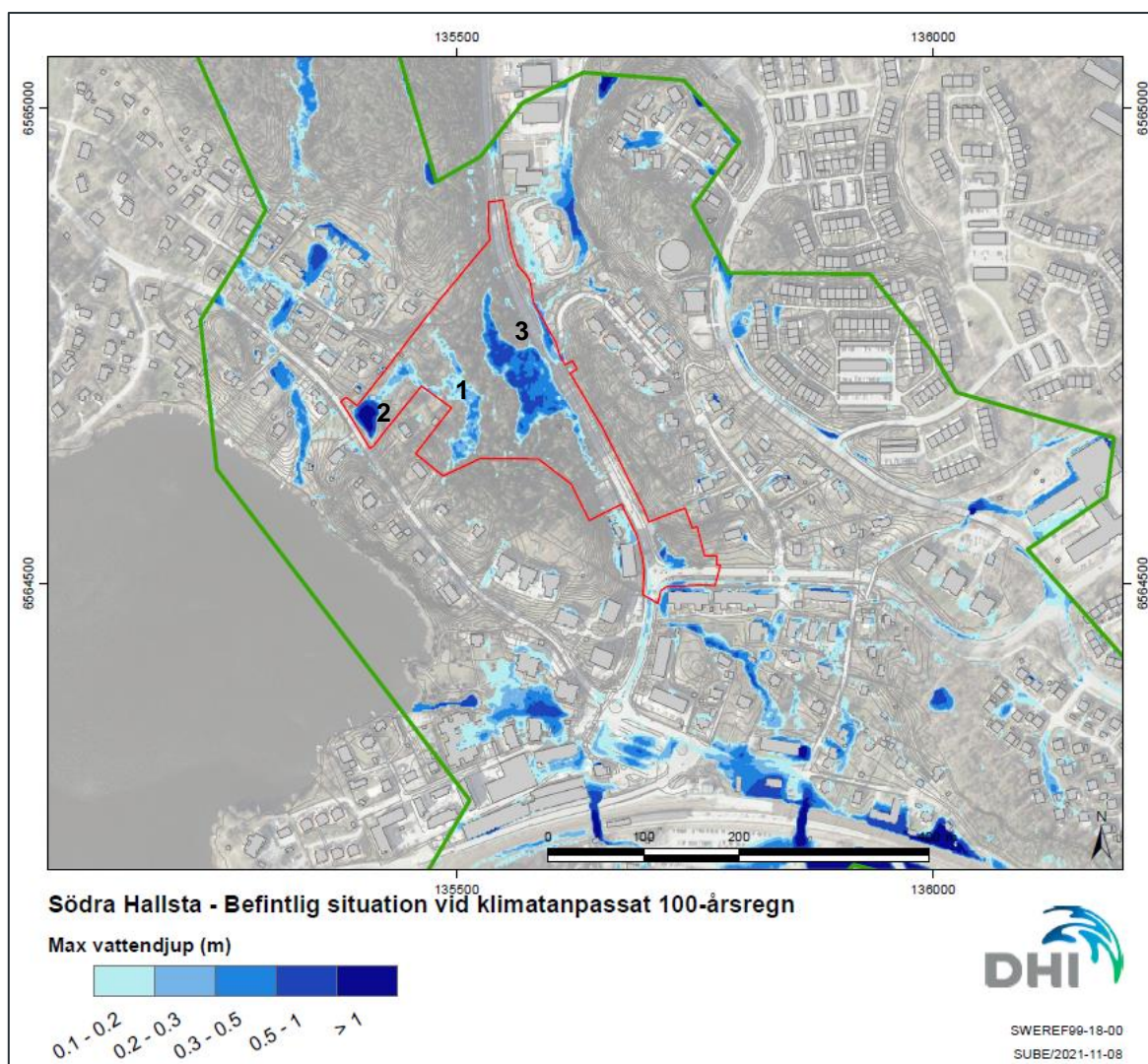
I detta scenario har markhöjder och markanvändning inom planområdet uppdaterats utifrån planerad exploatering. Salemsvägen och tvärförbindelsen har lagt in i modellen utifrån vägprojektering framtagen av Bjerking (erhållit 2022-03-04). Höjdsättning inom kvartersmark har bearbetats i samråd med exploatörerna för att inkludera föreslagna åtgärder, se avsnitt 4.1.

### 3 Resultat - befintlig situation

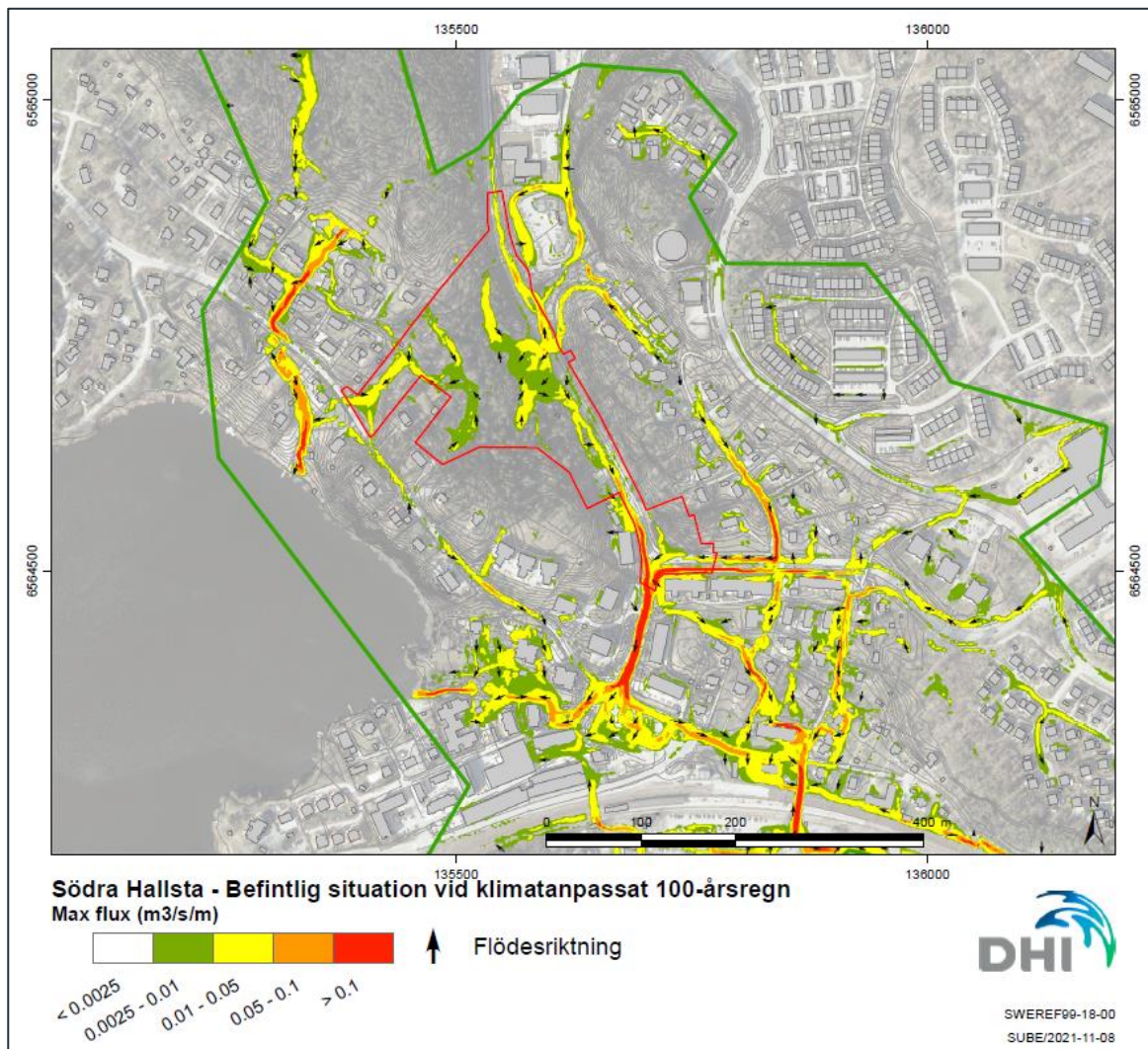
I följande avsnitt presenteras resultat från genomförd skyfallskartering för befintlig situation, det vill säga med nuvarande höjder och markanvändning.

Översvämningskartor har tagits fram som visar maximala beräknade vattendjup, flöden samt flödesriktningar under översvämningsförloppet för det framtida 100-årsregnet. Kartorna visar alltså inte förhållandena vid en särskild tidpunkt under beräkningen, eftersom maximalt vattendjup uppstår vid olika tidpunkter i olika delar av ett modellområde. I Figur 3-1 och Figur 3-2 visas resultat för beräknade vattendjup respektive ytvattenflöden och flödesriktning.

Redovisade modellresultat baseras på en simuleringsperiod om 12 timmar från det 100-årsregnets start. Simuleringsperioden har valts så att den huvudsakliga vattentransporten skall ha hunnit avstanna i alla delar av avrinningsområdena, dvs. allt vatten skall ha hunnit fram till modellens lågpunkter.



Figur 3-1. Beräknade maximala vattendjup i samband med ett 100-årsregn med klimatafaktor 1,3 vid befintlig situation.



Figur 3-2. Beräknade maximala flöden och avrinningsriktning i samband med ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,3 vid befintlig situation

I nuläget samlas stora mängder vatten i lågpunkter inom planområdet. Vatten från västra delen av planområdet samlas i ett lågstråk (1) och rinner vidare mot en stor lågpunkt längs Rönningevägen (2).

Lågpunkten vid Salemsvägen i östra delen av planområdet (3) tar emot vatten från områden nordöst om planområdet. Ytliga vattenvolymer från dessa områden rinner ned mot Salemsvägen och längs med den fram till korsningen med Skogsrovägen och sedan in på naturmarken och fördröjs i lågpunkten 3. När lågpunkten 3 är full rinner vattnet vidare mot sydöst tillbaka in på Salemsvägen samt vidare söderut ner mot Rönninge torg.



## 4 Föreslagen skyfallshantering

Föreslagen skyfallshantering har tagits fram utifrån beräknade volymer och flöden för att skapa en skyfallshantering som uppnår Länsstyrelsens riktlinjer vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

Principer för skyfallshantering som tagits fram i utredningen presenteras i avsnitt 4.1. Resultat från skyfallsmodellering av exploateringsscenariot där skyfallsåtgärder har arbetats in presenteras i avsnitt 4.2. Avslutningsvis presenteras teknisk utformning av skyfallsåtgärder dimensionerande volymer, flöden, nivåer i avsnitt 4.3

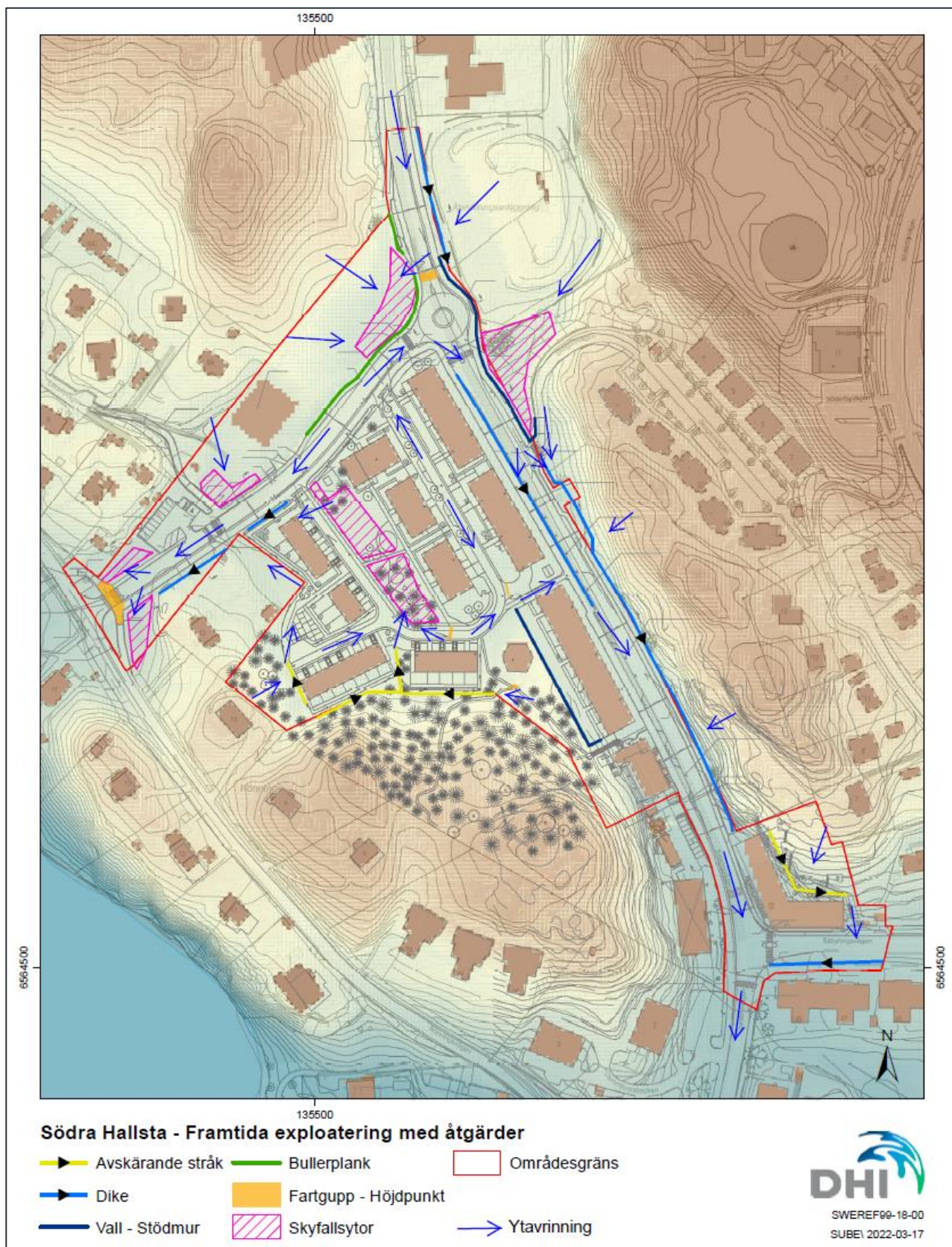
### 4.1 Princip för skyfallshantering

Till följd av exploateringen kommer större markförändringar ske, vilket förändrar flödesvägarna i området. Den stora lågpunkten i naturmark väster om Salemsvägen planeras fyllas ut och bebyggas med lamellhus. Lågpunkten längs Rönningevägen på västra sidan av detaljplanområdet kommer också delvis fyllas ut i samband med att tvärförbindelse mellan Rönningevägen och Salemsvägen anläggs. Detta betyder att stora ytor för skyfallsfördröjning behöver planeras i samband med exploatering för att återskapa lågpunkter och säkerställa att flödet från planområde inte ökar i samband med exploatering. Skyfallsytor syftar till att magasinera/fördröja vatten vid tillfällena då ledningsnätets kapacitet eller övriga dagvattenanläggningar redan går fulla. Ytorna dräneras sedan till dagvattenanläggningen på det sätt som anses lämpligast utifrån lokala förutsättningar.

Framtagen skyfallshantering syftar till att ge en systemlösning för hur den ytliga översvämningen bör hanteras. Exakt utformning ingår inte i detta skede, utan framtagna principer och dimensionerande volymer för hantering ska säkerställas i fortsatt finplanering av området. Om bedömning görs att till exempel delar av utpekade skyfallsytor inte kan nyttjas för skyfallshantering är det viktigt att motsvarande volym som försvinner återskapas i intilliggande område för att säkra systemlösningen.

Förslagna åtgärder för skyfallshantering redovisas översiktlig i Figur 4-1 och mer detaljerat i Figur 4-2 och Figur 4-3. Det är av stor vikt att ytliga rinnstråk utpekade i nedan figurer samt beskrivna i text säkras i kommande och pågående detaljprojektering. I nedan kapitel presenteras principerna för hantering med generella utformningsaspekter och funktion för olika delområden inom detaljplanen. En sammanställning av samtliga åtgärder vilka tagits fram för skyfallshantering med dimensionerande volymer samt nivåer presenteras i avsnitt 4.3.

Till rapporten bifogas tre bilagor med högupplösta kartbilder på PDF-format där framtida exploatering med utpekad skyfallshantering framgår. Två av dessa kartbilder presenteras i Figur 4-1 och Figur 4-6.



Figur 4-1. Framtida exploatering med föreslagna åtgärder för skyfallshantering samt generella flödesvägar.

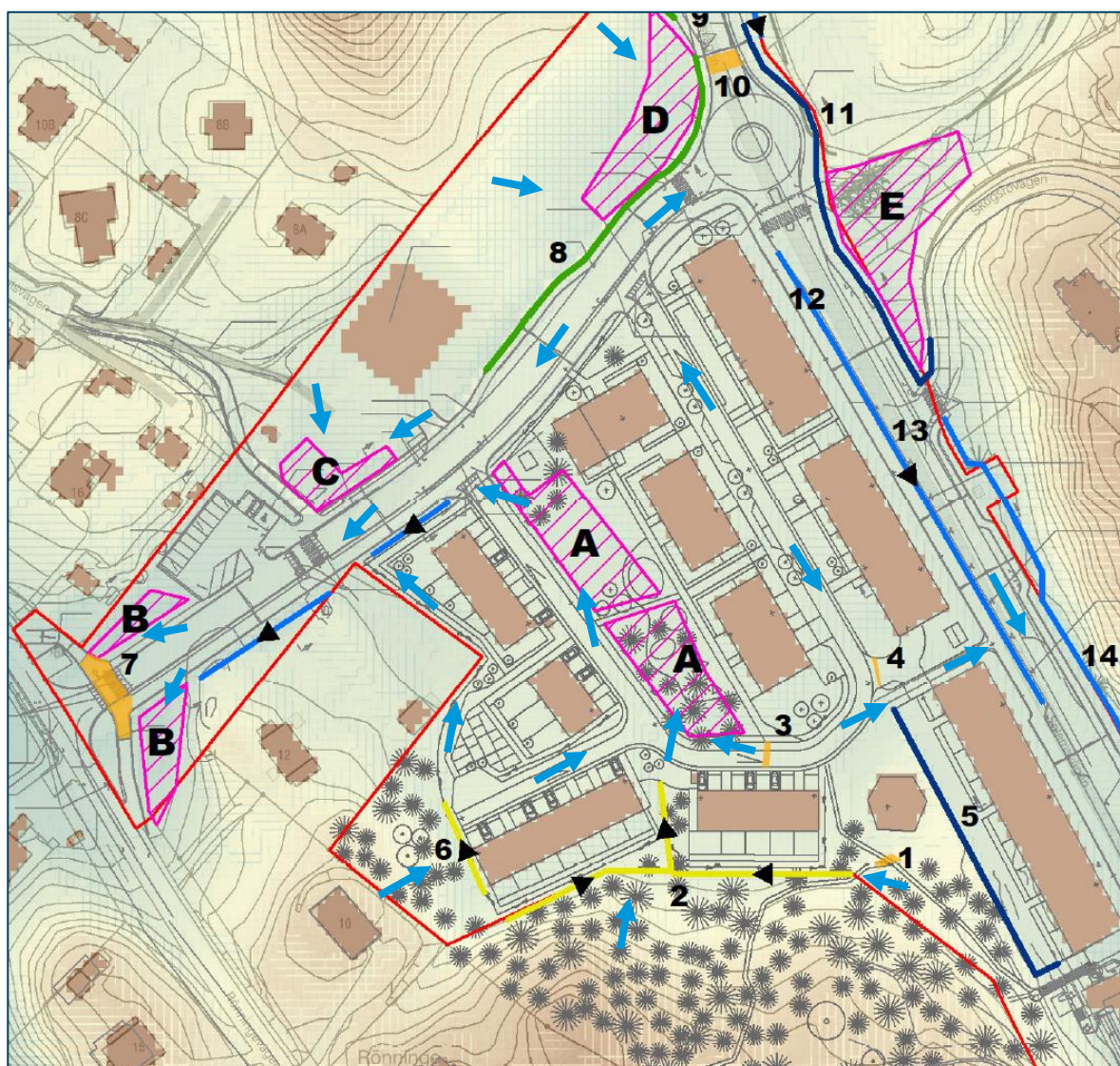
#### 4.1.1 Västra området: SVEA fastighet och tvärförbindelsen

Vid skyfall rinner vatten in i planområde från naturmark i söder, Figur 4-2. För att kontrollera avrinningen föreslås avskärande stråk anläggas bakom radhusen i söder. En höjning (1) bör även anläggas på stigen bakom dansbanan för att leda vattnet till avskärande stråk (2) i väster. På så sätt begränsas mängden vatten som annars skulle rinna vidare mot Salemsvägen via lokalgata och gångstråk, och som kan orsaka en översvämning vid garagednfart (4). En höjdpunkt bör även anläggas på lokalgatan vid (3) så att vatten rinner mot skyfallsytan (A) och inte mot Salemsvägen. Skyfallsytan (A) utgörs av ett grönområde som ligger lägre än kringliggande byggnadsfastigheter och lokalgata. I dagsläget förekommer det ytligt grundvatten vid höga grundvattentryck i läget för skyfallsytan. Grundvattennivå inom området kommer sannolikt sänkas på grund av exploatering med dränering runt bebyggelse och avskärande flödestråk som förslås längs detaljplanområdesgräns. Detta har dock inte studerats inom ramen för skyfallsutredningen. För att minska risk för grundvattenutströmning kan Skyfallsytan (A) anläggas med tät botten, det rekommenderas dock ett uttalande från någon med större hydrogeologisk kunskap för detta val kring utformning.

För att hantera skyfallsrisker för parkeringsgarage vid (4) ska höjdsättning säkerställa att flödesvägen löper från lokalgatan till gångstråket och vidare ned mot dagvattenbäddar i Salemsvägen och inte ned i garagednfarten. Intill de mest södra bostadshuset längs Salemsvägen föreslås en vall/stödmur (5) upp mot den sluttande naturmarken på husets västra sida. Detta för att säkerställa att inte avrinning från naturmarken rinner ned mot byggnaden.

Avskärande stråk bakom bebyggelse i söder (2) förslås leda vattnet vidare mot skyfallsytan (A) där vattnet kan bli stående. Skyfallsytan bräddar mot tvärförbindelse där vattnet rinner vidare mot sydväst och nästa skyfallsyta (B). Skyfallsytan (B) är det som kvarstår från den stora lågpunkten vid Rönningevägen. En upphöjning föreslås där GC-vägen korsar tvärförbindelsen (7) för att styra vattnet som rinner längs tvärförbindelse mot lågpunkterna (B) på vardera sida av tvärförbindelsen. Ett avskärande stråk bör anläggas väster om bebyggelse i söder (6) för att fånga vatten som rinner från naturmark i väst. Stråket förslås leda vattnet vidare längs plangränsen till diket söder om tvärförbindelsen och sedan till skyfallsyta (B).

Höjdsättning av skolgården i norr är inte framtagen än och markhöjder i skolområdet har då antagits motsvara desamma som för befintlig situation. Vattnet kommer ansamlas i de två befintliga lågpunkterna som finns i området vilka nyttjas som skyfallsytor (C och D). Ett bullerskydd (8) planeras att anläggas runt förskolans sydöstra gräns. Skyddet kommer stoppa vatten från skolområdet att ytligt rinna vidare ned på tvärförbindelsen från skyfallsytan (E). Skyfallsyta (D) skapas lämpligen genom en kombination av justerad höjdsättning av förskolans gårdsmark samt med hjälp av vall/mur ned mot tvärförbindelsen vilken skapar en fördämning till uppströms yta.



Figur 4-2. Föreslagna skyfallsåtgärder, med tillhörande ID, i västra delen av planområde.

#### 4.1.2 Salemsvägen och Vestigia fastighet

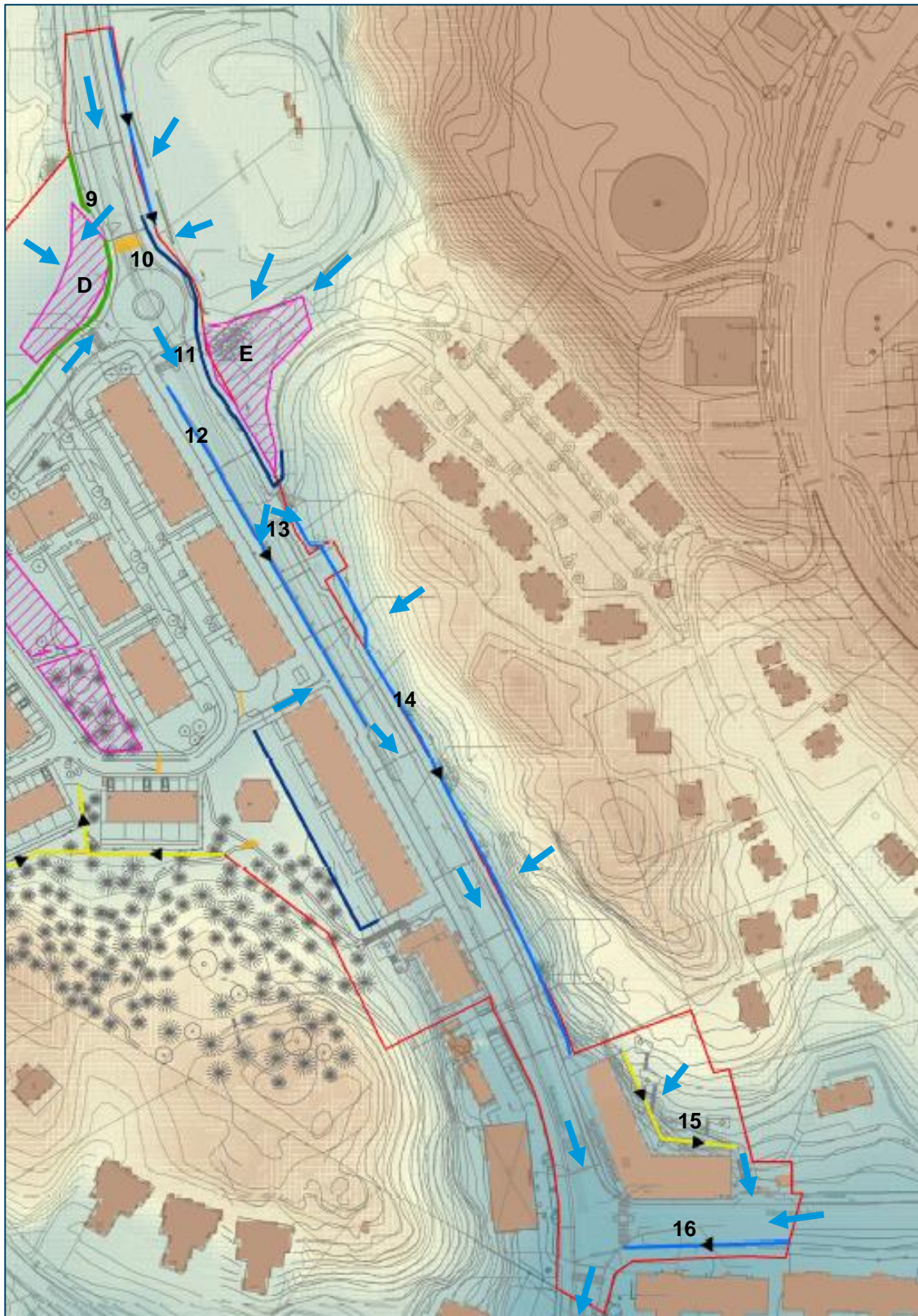
Vid befintlig situation ses två större flödesvägar, dels norrifrån längs Salemsvägen och dels österifrån från befintlig bebyggelse längs Skogsrovägen, ned mot Salemsvägen och vidare in i den stora lågpunkten inom detaljplanområdet. I samband med exploateringen kommer lågpunkten i planområdet fyllas ut och då krävs åtgärder för att säkerställa att nya flödesvägar säkras, ytor för fördröjning skapas och att flöden ut från planområdet inte ökar.

Flödesvägen som rinner norrifrån längs Salemsvägen förslås ledas in på förskolans fastighet till skyfallsyta (D). För att styra vattnet till förskolefastigheten bör ett fartgupp (10) anläggas på Salemsvägen strax innan rondellen. Norr om fartguppet ska körytan vid extrema regn, som ej hanteras av ledningsnätet, kunna avvattnas via en öppning (9) i trottoar och bullerskydd in på förskolans fastighet. Öppningen på trottoaren kan exempelvis bestå av en kanal med övertäckande galler. Detaljutformning av öppningen i bullerskydd bör utredas vidare för att säkerställa att bullerskyddfunktionen behålls även med öppning för vattenavrinning. Vidare bör lågpunkten (D) utformas så att dimensionerande volym kan inrymmas under dämmningsnivå mot Salemsvägen.

En vall, såsom stödmur eller upphöjning, (11) föreslås anläggas längs östra sidan av Salemsvägen med sträckning från rondellen till Skogsrovägen. På så sätt skärs befintlig flödesväg österifrån av och gräsytan öster om muren används som skyfallsyta (E). Ytan ligger utanför planområdet men har i samråd med kommun identifierats som den mest fördelaktiga för skyfallshantering och skapar inga skyfallskonsekvenser utanför planområdet. I Länsstyrelsens riktlinjer framgår även att omkringliggande obebyggda områden kan tas i anspråk och fungera som skydd för planerad bebyggelse. Inga ingrepp föreslås utanför planen utan krönnivå på vallösning styr hur mycket vatten som kan hanteras i ytan. Utformning av vallösning kan styras av vad som är mest fördelaktigt utifrån övriga aspekter i området.

Salemsvägen ligger lågt relativt ny bebyggelse på västra sidan av vägen och befintlig naturmark på östra sidan. Längs Salemsvägen föreslås att hela området mellan GC-banan och körytan nyttjas som en nedsänkt växtbädd/dike (12). Lågstråket föreslås samnyttjas med dagvattenrening. Ett dike (14) föreslås anläggas på östra sidan av Salemsvägen, från Skogsrovägens anslutning ned till Vestigias fastighet. Diket kommer avvattna lågpunkten på Salemsvägen och ta emot vatten som rinner från Skogsrovägen samt från naturmark öster om diket. Det är viktigt att korsningsområdet som utgör en lokal svacka på Salemsvägen (13) har nollad kantsten mot både diket i öster, och lågstråket i väster för att säkra avrinningen från körbanan.

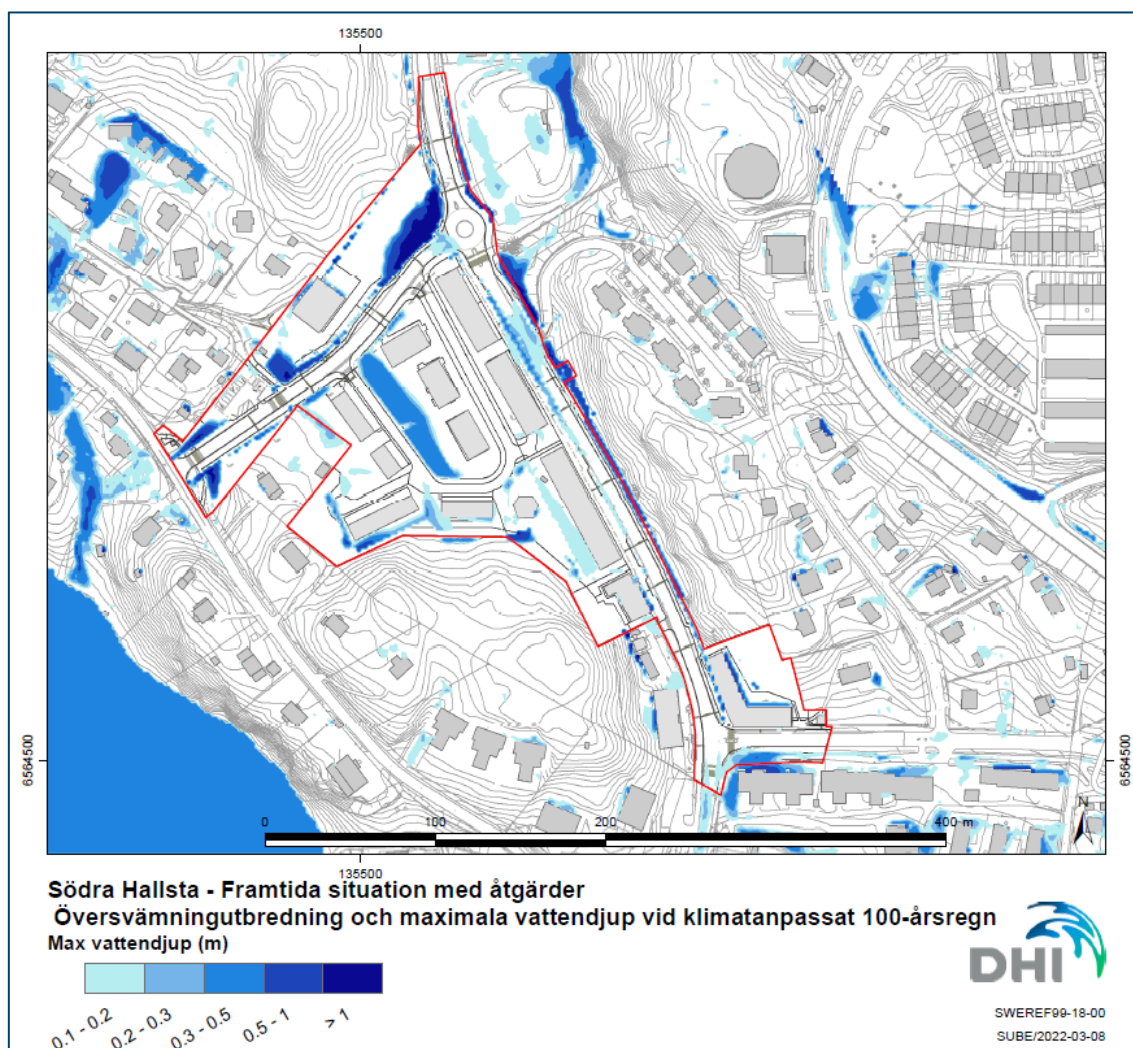
Bakom Vestigias fastighet i sydöstra hörnet av detaljplanområdet bör ett avskärande stråk (15) skapas för att hantera vatten från naturmark i norr och leda vidare mot till Säbytorgsvägen. Det rekommenderas även att kapacitet i befintligt infiltrationsdike (16) söder om Säbytorgsvägen utökas.



Figur 4-3. Föreslagna skyfallsåtgärder, med tillhörande ID, längs Salemsvägen och runt Vestigias fastighet.

## 4.2 Resultat - exploatering med föreslagna skyfallsåtgärder

Beräknade maximala vattendjup och ytvattenflöden i samband med ett klimatanpassat 100-årsregn för framtida situation efter exploatering med ovan beskrivna åtgärder redovisas i Figur 4-4 respektive Figur 4-5.



Figur 4-4. Beräknade maximala vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder.

Utifrån maximala vattendjupsresultaten framgår att översvämningens volymer kontrolleras väl av framtagna skyfallsanläggningar vid exploatering.

Intill ett fåtal byggnader ser det ut som att vatten står intill fasad. Det är dock viktigt att ha i åtanke att modellupplösningen är 2m och att detaljplanens höjdsättning utgår från vägnätets höjder. Avskärande stråk och diken nära byggnader kommer kontrollera översvämningens volymer. För höjdsättning inne på tomtmark runt byggnader är det viktigt att följa riktlinjer och säkra en lutning bort från fasad. Sammanfattningsvis så bedöms de maximala vattendjupen intill byggnader inte utgöra några större skyfallsrisker

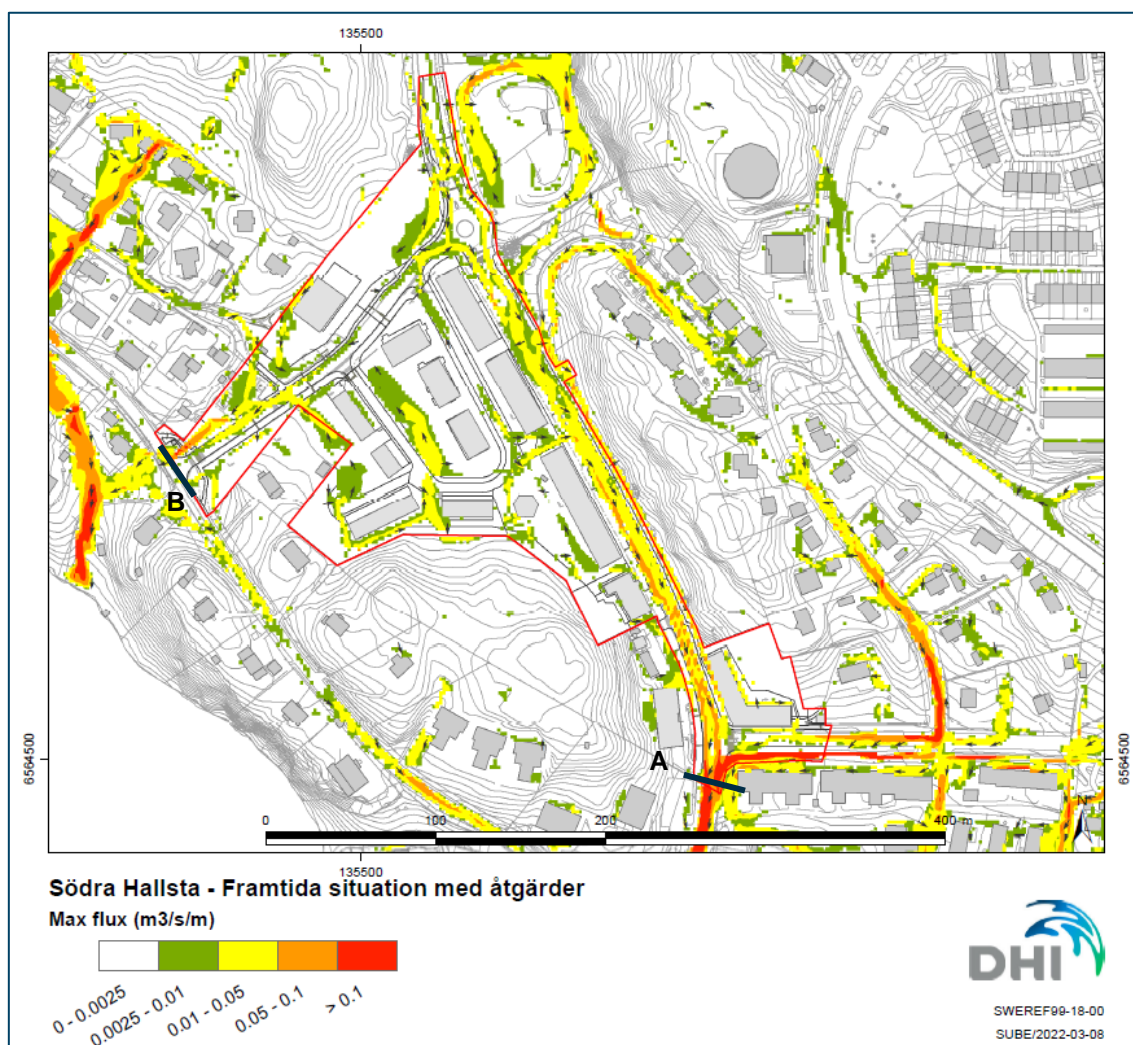
Inom området planeras en transformatorstation vid skyfallsytan (A). Kunskap om dess placering har inkommit efter att skyfallshantering tagits fram och denna har ej tagits hänsyn till vid genomförd skyfallsmodellering. I modellresultaten kan det därför ses stående vatten vid planerad transformatorstation.. Vid anläggning av en transformatorstation i detta läge behöver marken runt transformatorstation ligga högre än översvämningens nivå inom skyfallsytan. Viktigt är

att den framtagna dimensionerande volymen för skyfallsyta (A) säkerställs genom att motsvarande volym som försvinner i läget för transformatorstationen återskapas inom ytans övriga delar. Detta kommer kräva en utökad area och/eller större maximala vattendjup i skyfallsytan. En befintlig transformatorstation inom detaljplanområdet återfinns vid korsningen av Salemsvägen och Skogsrovägen.

Som skyfallsåtgärd föreslås dike (14) anläggas öster om Salemsvägen. Denna kommer ligga nära den befintliga transformatorstationen. En dikeslösning med beräknad kapacitet ska kunna skyfallsvolymer. Dikesutformning intill transformatorstation bör dock utredas vidare vid projektering för att bedöma om kapaciteten bäst skapas via dike eller med en kulverterad del.

Framkomligheten bedöms generellt som säkrad vid ett maximalt vattendjup under 0,2 m. Maximala vattendjup på Salemsvägen överstiger inte 0,1m med undantag för korsning med Skogsrovägen där vattendjup ses överstiga 0,2m. Den centrala delen av körytan har dock ett maximalt vattendjup under 0,2m på en 4m bred sektion. Salemsvägen bedöms därmed som framkomlig för fordon vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Värt att tillägga är att varaktigheten med vattendjup över 0,2m i lågpunkten på Salemsvägen är begränsat till enbart 10 minuter. Tvärförbindelsens anslutning till Salemsvägen blir oframkomlig under 10 minuter vid studerad händelse. Detta då mer än 0,2m vatten ställer sig i båda körbanor vid den mest intensiva delen av regnet. Det finns dock alternativa vägar som är framkomliga och samtliga fastigheter kan nås via infart från Rönningevägen.





Figur 4-5. Beräknade maximala ytvattenflöden samt flödesriktning vid ett klimatanpassat 100-årsregn för framtida situation med åtgärder. I kartfiguren har tvärsnitt för utflöde från detaljplanområdet märkts ut.

I Figur 4-5 framgår att det finns 2 ytliga utflöden från detaljplanområdet: dels längs Salemsvägen vid sektion A, dels över Rönningevägen vid sektion B.

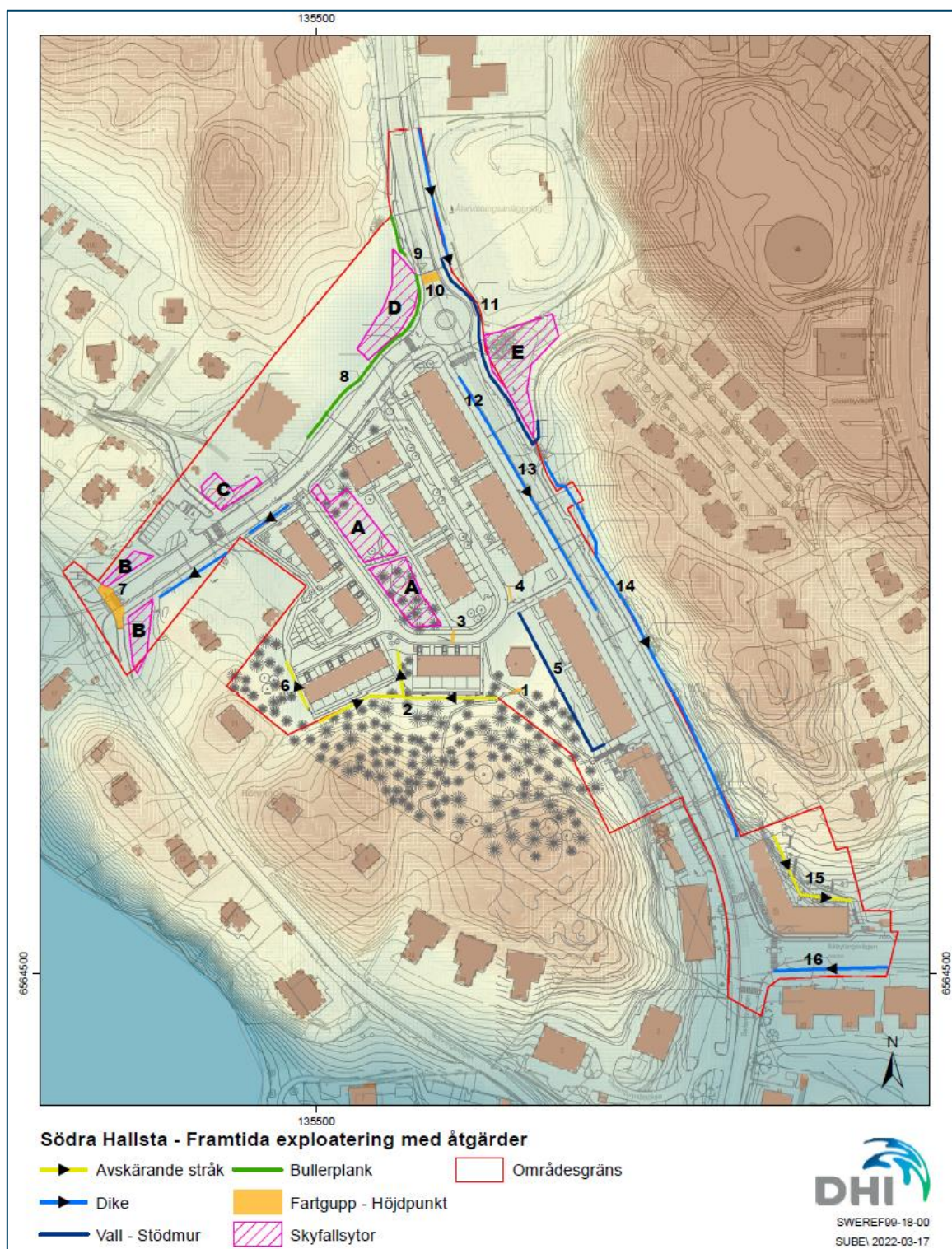
Utflöde och total volym via sektion A längs Salemsvägen minskar efter exploatering med föreslagna åtgärder. Maxflödet minskar från 2,0 m<sup>3</sup>/s till 1,6 m<sup>3</sup>/s och total volym som rinner igenom sektion A minskar från 4 200 m<sup>3</sup> vid befintlig situation till 4 000 m<sup>3</sup> efter exploatering. Vid befintlig situation ses två parallella flödesvägar längs Säbytorgsvägen, en på vardera sida av vägen. Efter exploatering samlas vatten i flödesvägen längs södra sidan av vägen. För att kontrollera denna flödesväg föreslås att kapacitet i infiltrationsdiket (16) söder om Säbytorgsvägen ökas genom sänkning av dike och/eller förhöjd bräddnivå söderut genom kantsten eller höjd GC-bana.

Vid befintlig situation rinner inget vatten från planområdet över Rönningevägen. Efter exploatering blir det ett litet flöde på maximalt 0,02 m<sup>3</sup>/s som rinner ut från planområdet och över Rönningevägen. Utflödet summeras till en volym på 10 m<sup>3</sup> som rinner igenom sektion B efter exploatering. Denna volym har tagits höjd för i dimensionerande volym som presenteras för skyfallsyta (C i Figur 4-2) intill tvärförbindelsens anslutning till Rönningevägen. Det bedöms därmed inte finnas risk för försämring av översvämningssituationen vid fastigheter väster om Rönningevägen.

### 4.3 Teknisk utformning av åtgärder

För skyfallsåtgärder som tagits fram i utredningen har funktion validerats med etablerad skyfallsmodell och dimensionerande volymer samt viktiga nivåer har beräknats. För åtgärderna har ingen projektering eller gestaltning genomförts. Funktionen för utpekade åtgärder ska säkras i vidare arbete, exakt utformning behöver dock inte vara densamma som i modellen. Skyfallsvolymer och tröskelnivåer inom de olika skyfallsanläggningarna tillsammans med utpekade flödesstråk ska säkras i höjdsättningen i projekteringsarbete. Det är även viktigt att vid detaljhöjdsättning säkra lutning från huskropp och att riskkonstruktioner såsom garagedfarer utformas så att yttlig avrinning inte orsakar konsekvenser vid skyfall.

Samtliga åtgärder sammanställs i Tabell 4-1 nedan, placering av åtgärder visas i Figur 4-6. Dimensionerande volymer för skyfallshantering tar höjd för att ej orsaka försämring nedströms i naturmark väster om Rönningevägen i anslutning mot tvärförbindelsen, samt nedströms bebyggelse söder om Säbytorgsvägen.



Figur 4-6. Översikt av föreslagna åtgärder

Tabell 4-1. Teknisk utförning av föreslagna åtgärder

Åtgärd	Beskrivning	Krav på utformning
<b>A</b>	Skyfallsyta, lågyta intill lokalgata	Fördröjningsvolym 500 m <sup>3</sup> Anläggs eventuellt med tät botten, beroende på bedömning av grundvattenpåverkan.
<b>B</b>	Skyfallsyta, lågyta intill tvärbana	Fördröjningsvolym 270 m <sup>3</sup>
<b>C</b>	Skyfallsyta, lågyta intill bullerskydd	Fördröjningsvolym 230 m <sup>3</sup>
<b>D</b>	Skyfallsyta, lågyta intill bullerskydd	Fördröjningsvolym 900 m <sup>3</sup> under +35,0
<b>E</b>	Skyfallsyta, yta uppströms vall	Fördröjningsvolym 300 m <sup>3</sup>
<b>1</b>	Högpunkt på stigen	Höjdsättning styr avrinning mot avskärande stråk (2)
<b>2</b>	Avskärande stråk mellan naturmark och bebyggelse	Avrinning från naturmark leds till skyfallsytan (A) över lokalgata.
<b>3</b>	Höjdrygg på lokalgata	
<b>4</b>	Kantsten eller fartgupp vid garagedfart	Anslutning till garagedfart från lokalgata bör ligga minst 0,1m ovanför anslutning för gångstråk till lokalgata
<b>5</b>	Stödmur/Vall mot naturmark	Avrinning från naturmark mot byggnad skärs av. Avrinner söderut.
<b>6</b>	Avskärande stråk mellan naturmark och bebyggelse	Höjdsatt stråk som kontrollerar avrinning norrut, runt ny kvartersbebyggelse.
<b>7</b>	Upphöjt övergångsställe/farthinder	Minst 0,1m upphöjning relativt vägbana öster om.
<b>8</b>	Bullerskydd	Tätt anlagt bullerskydd.
<b>9</b>	Öppning i trottoar och bullerskydd	Kanal och öppning måste ha minst 75 l/s kapacitet och ligga under +35,0.
<b>10</b>	Fartgupp på Salemsvägen	Se framtagna höjdsättning från Bjerkinges vägprojektering.  Fartguppet bör vara minst 0,1m hög, relativt nivå för flackt område 2m nordväst om fartguppet. Detta för att säkerställa att skyfallsvolymen styrs mot öppningen i trottoar och bullerskydd.

Åtgärd	Beskrivning	Krav på utformning
11	Stödmur och/eller vall	Sträcker sig längs Salemsvägen: från rondellen till Skogsrovägen. Krönnivå på minst +35,1 för att kunna magasinera 300 m <sup>3</sup> inom skyfallsyta (E).
12	Lågstråk väster om Salemsvägen	Kapacitet på minst 300 l/s.  Botten behöver ligga på max +33,4 och helst 0,3m under köryta på Salemsvägen. Lågstråket sträcker sig mellan cykelbanan och körytan.
13	Nollad kantsten mot dagvatten/skyfallsanläggningar	Nollad kantsten till diket öster om Salemsvägen och till lågstråk väster om vägen vid anslutning av Skogsrovägen till Salemsvägen.
14	Dike öster om Salemsvägen	Kapacitet på minst 150 l/s.  Utformning styrs av behov från vägprojektering, vilket ger en botten minst 1m under körytan, med bredd på minst 0,3m. 1:2 Slänter mot vägen och 5:1 slänter mot berget.
15	Avskärande stråk mellan naturmark och bebyggelse	Avrinning från naturmark mot byggnad skärs av. Avrinning mot sydost. Via höjdsättning med vall/stödmur och/eller med lågstråk minst 0,2m lägre än mark intill byggnadsfasad.
16	Utökad kapacitet dike/infiltrationsstråk	Ökad yttlig fördröjningskapacitet med 30 m <sup>3</sup> i dike/infiltrationsstråk söder om Säbytorgsvägen.

## 5 Sammanfattning och slutsatser

Skyfallsutredningen har genomförts med en hydraulisk modell som etablerats för att beskriva skyfallspåverkan i området för både befintlig situation och med förslagen exploatering i området. Resultatet visar maximala vattendjup, flöden samt flödesvägar under översvämningförloppet. Utifrån identifierade översvämningrisker har viktiga principer för hantering och höjdsättning tagits fram i samråd med beställare och övriga teknikområden.

Planerad exploatering med framtagen skyfallshantering säkerställer att Länsstyrelsens rekommendationer för översvämningssäkring av ny bebyggelse efterföljs. Nya byggnader tar ej skada och framkomligheten till ny bebyggelse säkras. Vidare medför ej exploateringen förvärrad konsekvens för omkringliggande områden.

Funktionen för skyfallshantering har verifierats i skyfallsmodellen och det är av vikt att utpekade åtgärder säkras i vidare arbete för att säkerställa planens lämplighet ur en skyfallssynpunkt. Skyfallsutredningen har beräknat dimensionerande volymer och flöden, relativa höjder för styrning av ytavrinning samt principer för funktion. Exakt utformning av åtgärderna tas fram vid detaljprojektering.

På fastighetsnivå är det viktigt att höjdsättning säkrar lutning bort från byggnadskropp och att riskkonstruktioner såsom garagedfarter utformas så att yttlig avrinning inte orsakar konsekvenser vid skyfall.

## 6 Referenser

Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121, augusti 2017.

Svenskt Vatten, 2016. Publikation P110 – Del 1, *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

Länsstyrelsen 2018, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall (2018:5)