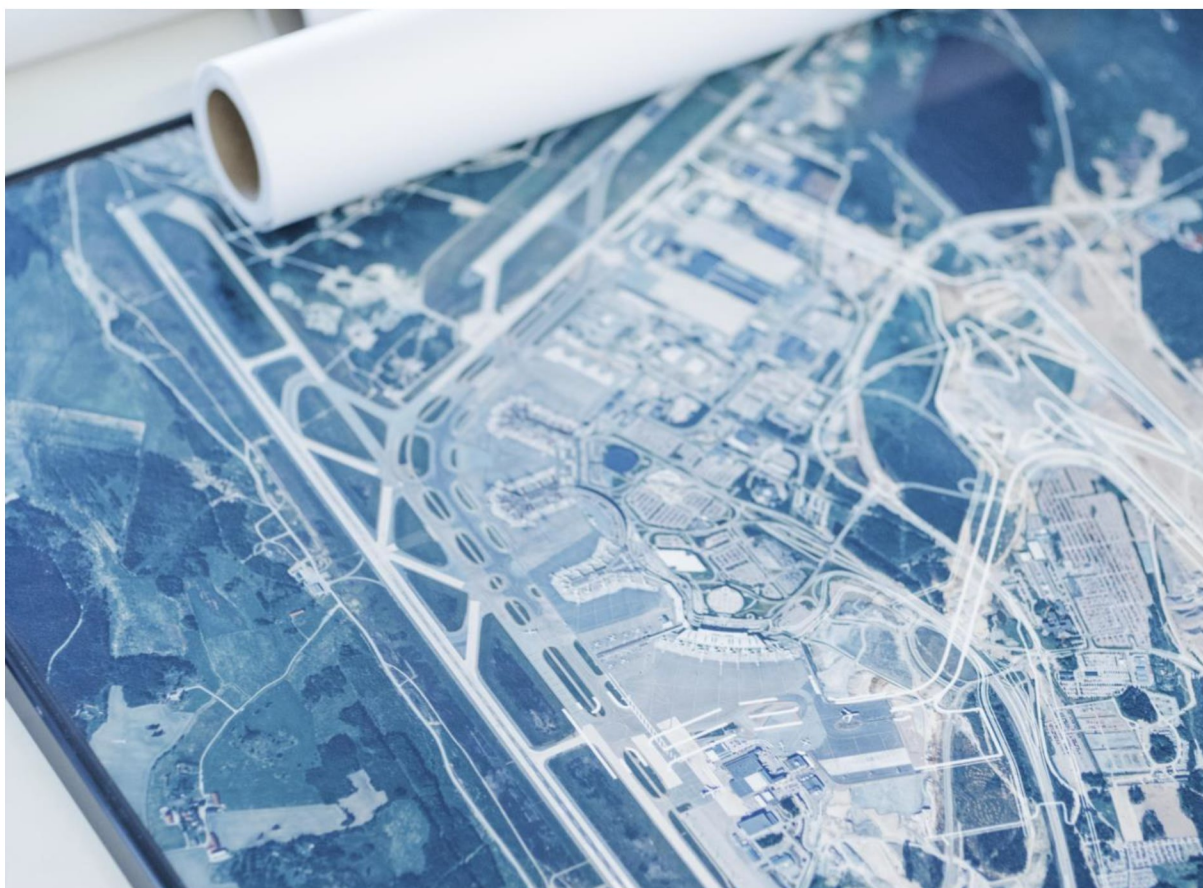


SKYFALLSMODELLERING

NORDMARKSVÄGEN

2020-11-26



SKYFALLSMODELLERING

Nordmarksvägen

KUND

Exploateringskontoret, Stockholm stad

KONSULT

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880

KONTAKTPERSONER

Sofia Thurin
010 722 8305
sofia.thurin@wsp.com

Marco Alicera
010-722 86 52
marco.alicera@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Skyfallskartering
Nordmarksvägen

UPPDRAGSNUMMER
10286342

FÖRFATTARE
Marco Alicera

DATUM
2020-11-26

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av
Anders Rydberg

Godkänd av
Anders Rydberg

SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag att utföra en skyfallsmodellering för planområdet Nordmarksvägen. Planområdet ligger i Farsta strand inom Stockholms stad. Inom planen ska ny exploatering anläggas norr om Nordmarksvägen, söder om Magelungsvägen samt öster om Ullerudsbacken. Planområdet Nordmarksvägen består av två etapper.

- *Etapp 1* inkluderar fyra nya byggnader längs Nordmarksvägen, samt nya parkeringsytor norr- och söder om Nordmarksvägen. Dessa planer är redan godkänt och under byggd.
- *Etapp 2* omfattar fem nya hus längs Magelungsvägen, två nya byggnader längs Ullerudsbacken, samt ny höjdsättning för delar av Magelungsvägen och Ullerudsbacken.

Eftersom Etapp 1 är redan godkänd och byggd har exploateringskontoret valt att inkludera Etapp 1 i scenariot som beskriver nuläget. Skyfallsmodellen för ny planerad exploatering inkluderar både Etapp 1 och Etapp 2. För att minska riskerna för översvämning vid skyfall som redan identifierats för den aktuella situationen föreslås två skyfallsåtgärder:

- Ett nytt lågstråk (skyfallsstråk) för att vid skyfall avleda vatten söderut från planområdet på ett säkert sätt
- Höjning av Ullerudsbackens gatunivåer

Skyfallsmodelleringen har karterat ett framtida 100-årsregn över exploateringsområdet. Två beräkningsscenarion har simulerats, den första för nuläget med planerad exploatering för Etapp 1 och den andra för ny planerad exploatering för planområde plus åtgärder inom planområde. Ett avdrag för ett 10-årsregn med 30 min varaktighet har gjorts för ledningsnätets kapacitet från alla hårdgjorda ytor och tak. Modelleringen visar följande resultat:

- I nuläget ackumuleras större vattenvolymer med djup större än 3 dm och upp till 5 dm i tre områden
- Den nya exploateringen och planerad höjdsättning tillsammans med föreslagna skyfallsåtgärder medför att den beräknade vattennivån minskar inom två av problemområdena och är oförändrad inom det tredje.
 - Vattennivån söder om korsningen Magelungsvägen/Ullerudsbacken minskar som resultat av planerad höjdsättning.
 - Den beräknade förändringen mellan befintliga hus längs med och norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1) är oförändrad (max förändring +/- 0,1 m) trots ökade flöden från väster.
 - Nuvarande risker vid befintlig gång- och cykelförbindelse under Magelungsvägen upphör i och med att lågpunkten kommer att byggas bort.
- De föreslagna skyfallsåtgärderna är effektiva för att minska det maximala vattendjupet längs Ullerudsbacken.
- förhindra en ökning av det maximala vattendjupet norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1) genom att avleda flödet som ursprungligen gick till lågpunkten norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1) till Magelungen. Det föreslagna skyfallsstråket kan avleda aktuella flöden utan ökad risk för översvämning på andra platser.

Viss marginal finns i de redovisade resultaten då hänsyn inte tagits till de lokala fördröjningsåtgärder som vidtas inom planområdet. Det gäller dels åtgärder som syftar till att uppfylla 20-mm-kravet som följer av Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten, dels det utökade fördröjningskravet på 55 mm nederbörd som tillämpas för vissa fastigheter. Påverkan på resultatet bedöms dock vara liten.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	5
1.1 BAKGRUND	5
1.2 SYFTE	5
1.3 STUDERANDE OMRÅDEN	5
2 METOD	6
2.1 SKYFALLSKARTERING	6
2.2 BERÄKNINGSOMRÅDE	7
2.3 KALIBRERING	7
3 INDATA	8
3.1 UNDERLAG	8
3.2 HÖJDMODELL	9
3.2.1 Nuläget med planerad exploatering för Etapp 1	9
3.2.2 Ny planerad exploatering för Etapp 2	9
3.3 MARKANVÄNDNING	9
3.4 MARKENS RÅHET	10
3.5 REGN	10
4 RESULTAT	11
4.1 ÖVERSIKT ÖVER RESULTATFORMAT	11
4.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – NULÄGE	11
4.3 SKYFALLSÅTGÄRDER	13
4.3.1 Skyfallstråket	14
4.3.2 Höjning av Ullerudsbackens gatunivåer	14
4.4 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – FRAMTIDA SITUATION MED SKYFALLSÅTGÄRDER	16
5 SLUTSATSER	19
6 REFERENSER	19

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

WSP har fått i uppdrag att utföra en skyfallsmodellering för planområdet Nordmarksvägen.

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 nederbördsmönster 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.

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 klimataffaktor 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.

1.2 SYFTE

Syftet med skyfallsutredningen är:

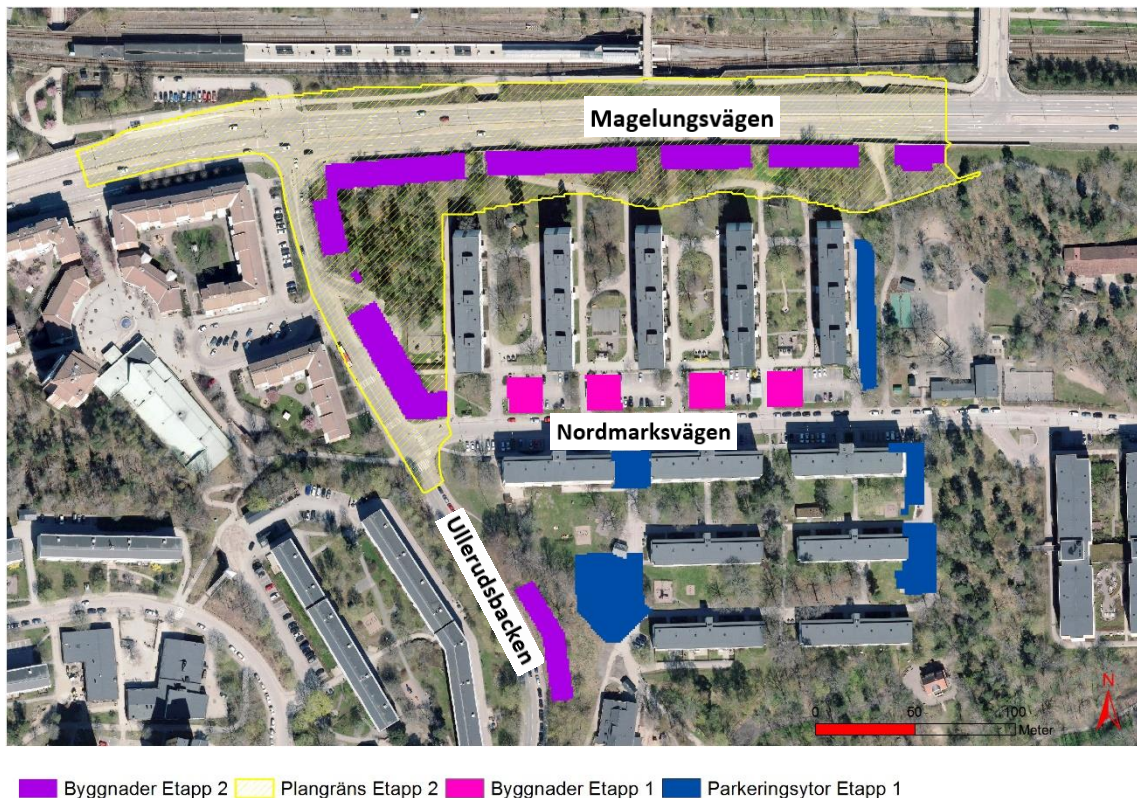
- att visa vilka områden som riskerar att översvämmas i nuläget med befintlig markanvändning och vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.
- att visa hur den nya exploateringen kan påverka översvämningsutbredningen i omgivningen.
- att utvärdera ytliga rinnvägar och föreslå lämpliga ytor att använda för att ta hand om vatten vid skyfall.

Följande frågeställningar besvaras inom ramen för denna skyfallsutredning:

1. Var föreligger översvämningsrisker vid skyfall i nuläget?
2. Hur och var förändras översvämningsrisken till följd av den nya exploateringen?
3. Vad är effekten av de föreslagna mildrande åtgärderna som ingår i den nya exploateringen?

1.3 STUDERANDE OMRÅDEN

Planområde Nordmarksvägen ligger i Farsta strand inom Stockholms stad. Inom planen ska ny exploatering anläggas norr och söder Nordmarksvägen, söder om Magelungsvägen samt öster om Ullerudsbacken. Se plankarta i Figur 1.



Figur 1: Planområdet Nordmarksvägen

Planområdet Nordmarksvägen består av två etapper.

- *Etapp 1* inkluderar fyra nya byggnader längs Nordmarksvägen, samt nya parkeringsytor norr- och söder om Nordmarksvägen (Figur 1). Dessa planer är redan godkända och under byggd.
- *Etapp 2* omfattar fem nya hus längs Magelungsvägen, två nya byggnader längs Ullerudsbacken, samt ny höjdsättning för delar av Magelungsvägen och Ullerudsbacken (markerad i gul, Figur 1).

2 METOD

2.1 SKYFALLSKARTERING

Skyfallskarteringen genomfördes med två olika beräkningsverktyg: i) det tvådimensionella hydrauliska beräkningsprogrammet MIKE 21 (Danish Hydraulic Institute) och ii) det tvådimensionella hydrauliska beräkningsprogrammet HEC-RAS (US Department of Defense, Army Corps of Engineers). Modellerna beräknar nivå- och flödesförhållanden till följd av exempelvis nederbörd och flöden. Beräkningarna baseras på numerisk lösning av Navier-Stokes ekvationer. När det gäller HEC-RAS användes Diffusive Wave Approximation of the Shallow Water (DSW) ekvationerna. 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.

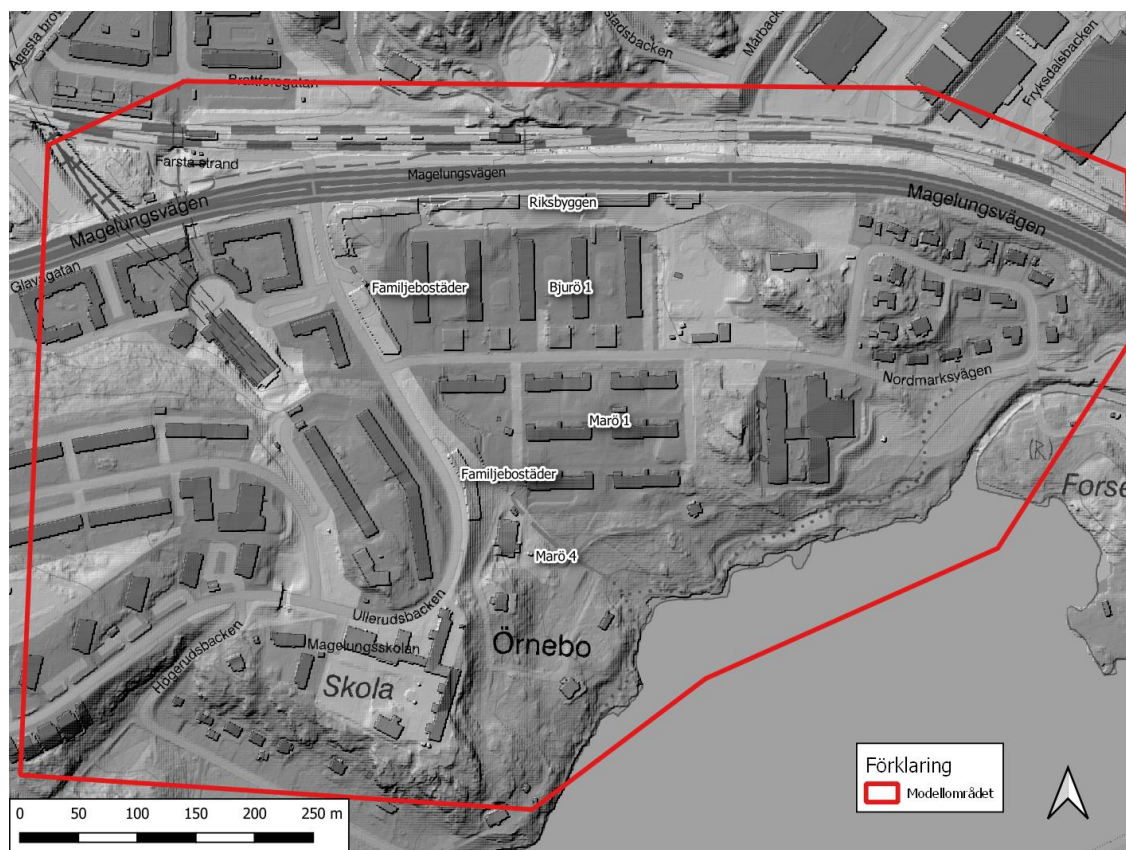
Modellens indata består av en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi, regnbelastningen över olika ytor beroende på markanvändning och ledningsnätets kapacitet samt en fil som beskriver markens råhet för olika ytor. Beroende på typ av markanvändning ansätts en avrinningskoefficient multiplicerad 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.

Trots HEC-RAS-verktygets flexibilitet för att hantera geometri med liten upplösning tillåter det inte att använda olika avrinningskoefficienter, så ett genomsnittligt regn användes för hela beräkningsområdet. För att studera översvämningsrisken till följd av skyfall har två skyfallsmodeller satts upp, dels en för nuläget och dels en för ny planerad exploatering. Detta för att kunna jämföra skillnaderna i översvämningsutbredning före och efter exploatering.

2.2 BERÄKNINGSOMRÅDE

Modellområdet är större än arean av planområden på grund av behovet av att inkludera hela det naturliga avrinningsområdet i samma skyfallsmodell, se Figur 2. Eftersom Etapp 1 är redan godkänd och byggd har exploateringskontoret valt att inkludera Etapp 1 i skyfallsmodellen som beskriver nuläget. Skyfallsmodellen för ny planerad exploatering inkluderar både Etapp 1 och Etapp 2.



Figur 2: Beräkningsområdet framtaget utifrån terrängmodellen.

2.3 KALIBRERING

Skyfallsmodellen för Nordmarksvägen 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 INDATA

3.1 UNDERLAG

Följande underlag har använts vid framtagandet av skyfallsmodellen för Nordmarksvägen:

Befintligt scenario:

- a) 3D-grid befintliga höjder över Nordmarksvägen, 1m upplösning
 - *g6568_155_1m.dwg, g6568_156_1m.dwg, g6569_155_1m.dwg, g6569_156_1m.dwg*
 - erhållits från Stockholms Stad Stadsbyggnadskontoret 2019-09-27
- b) Ortofoto över Farsta Strand, 8 cm upplösning, framtagen av COWI, 2018
 - *Farsta_Strand.tif*
 - Erhållits från Stockholms Stad Stadsbyggnadskontoret 2019-09-27
- c) Hårdgöringsraster över Stockholms stad, 0,5m upplösning
 - *Hårdgöring05.tif*
 - Erhållits från SVOA för tidigare uppdrag 2018-02-15, framtagen av Tyréns, 2017
- d) Byggnadspolygoner Farsta, Stockholms stadskarta
 - *Farsta_Utskr-Stadskarta-Standard_shp*
 - Laddat hem från Stockholms Stad öppna data 2019-10-10
- e) Byggnadspolygoner för befintlig bebyggelse samt marknivåer mm för exploatering Nordmarksvägen Etapp 1, Familjebostäder
 - *L-30-P-01.dwg*
 - Erhållits från Stockholms Stad Exploateringskontoret 2019-09-17 (från Familjebostäder 2019-09-03)

Ny exploatering för Nordmarksvägen:

- a) Höjdnivåer, landskap och byggnadsutformning Etapp 2 längs Ullerudsbacken och Magelungsvägen
 - *L-30-P-01.dwg, L-31-P-01.dwg*
 - Erhållits från Topia Arkitekter 2020-11-13
- b) Höjdnivåer Magelungsvägen och Ullerudsbacken
 - *ACAD-T-33-V-900-Model.dwg*
 - Erhållits från Structor 2020-10-01
- c) Marknivåer och byggnadsutformning för husen längs Magelungsvägen, Riksbyggen
 - *LM10-P01.dwg*
 - Erhållits från Stockholms Stad Stadsbyggnadskontoret 2020-11-03

- d) Byggnadspolygoner och marknivåer för husen längs Magelungsvägen och Ullerudsbacken, Familjebostäder
 - *L-30-P-01.dwg och L-31-P-01.dwg*
 - Erhållits från Topia Arkitekter 2020-11-04

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

3.2 HÖJDMODELL

För skyfallsmodelleringen har två höjdmodeller tagits fram: i) en för nuläget med planerad exploatering för planområde, och ii) en för ny planerad exploatering för planområde. Nya planerade eller byggda höjder för Etapp1 har inkluderats i terrängmodellens i båda scenarier.

3.2.1 Nuläget med planerad exploatering för Etapp 1

Höjdmodell för nuläget har skapats som ett raster med upplösningen 1x1 m upplösning utifrån befintlig höjdsättning och höjder för Etapp1. Befintliga byggnader har extraherats från 3D-grid och höjts med 2 m i terrängmodellen för att få med hur vattnet rinner runt byggnaderna. Broar har tagits bort och viadukter och underfarter öppnats upp. Nya byggnader och markhöjder för Etapp 1 har interpolerats utifrån arkitekternas underlag.

3.2.2 Ny planerad exploatering för Etapp 2

Höjdmodell för ny planerad exploatering har skapats som ett raster med samma upplösning som Etapp1 (1x1 m) med den följande ändringar:

- Projekterade gatuhöjder för planområdet Nordmarksvägen har använts för ny höjdsättning på gatorna
- Nya byggnader (*Etapp 2*) har extraherats ur arkitekternas underlag och höjts med minst 2 m i terrängmodellen.
- Marknivåer från landskapsarkitekterna har använts för interpolering av ny kvartersmark. I den mån där det saknats höjder har befintliga marknivåer använts, alternativt att nivån interpolerats till befintliga marknivåer precis utanför planområdet.

3.3 MARKANVÄNDNING

För differentiering av markanvändningen har hårdgöringsrastret för Stockholms stad använts (se Tyréns, 2017). Hårdgöringsraster har erhållits från Stockholm Vatten och Avfall AB.

Markanvändningen har delats upp i fyra kategorier.

- a) Tak
- b) Vägar
- c) Grönytor
- d) Vatten

Markanvändningen ligger till grund för uppdelning i avrinningskoefficienter uppdelning för beskrivning av infiltrationen i marken samt beskrivningen av markens råhet.

Inom planområdet har, för både nuläget och ny exploatering, hårdgöringsrastret ersätts av ny markanvändning och byggnader enligt planritningarna både för *Etapp 1* och *2*.

3.4 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 30° 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.

3.5 REGN

Skyfallskarteringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatkoefficient på 1,25 och 30 min varaktighet och simulerats som ett blockregn. Detta regn motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100 (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2018).

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 marktyper 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. Ett avdrag för ett 10-årsregn med 30 min varaktighet har gjorts för ledningsnätets kapacitet från alla hårdgjorda ytor och tak.

I beräkningarna tas ingen särskild hänsyn till den fördröjning som skapas med dagvattenåtgärder som uppfyller Stockholms stads åtgärdsnivå. Åtgärdsnivån innebär att vid nyexploatering och större ombyggnad av allmän platsmark ska dagvattenåtgärder vidtas med kapacitet att fördröja 20 mm nederbörd. På motsvarande sätt har ingen särskild hänsyn tagits till det utökade fördröjningskrav på 55 mm nederbörd som gäller för vissa fastigheter inom planområdet. Bedömning har gjorts att dessa åtgärder har liten påverkan på modelleringsresultatet.

Avrinningskoefficienterna har anpassats utifrån regnets återkomsttid med utgångspunkt från resonemang i P110 (Svenskt Vatten 2016). Avrinningskoefficienterna har skruvats upp för att bättre beskriva infiltrationskapaciteten i marken vid ett 100-årsregn, då marken antas bli mättad vid så stora regn.

Regnbelastningen i modellen reducerades även för ledningsnätets kapacitet. Ledningsnät antogs vara anslutet till markanvändningsklasserna vägar och byggnader/tak. Ledningsnätets kapacitet har antagits motsvara ett 10-årsregn med 30 minuters varaktighet utan klimatkoefficient. Regnet har simulerats som blockregn, modellen belastas med nederbörd under de första 30 minuterna, total simuleringstid är 4 h. I HEC-RAS-verktyget användes ett unikt genomsnittligt regn på 30 mm.

Tabell 1: Avrinningskoefficient, regnbelastning och Mannings tal för olika typer av markanvändning.

Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Mannings tal [$m^{1/3}/s$]	Avdrag för ledningsnätet (10-årsregn med 30 min varaktighet) [mm]	Regnbelastning [mm]
Vägar	1,0	70	20,8	34,7
Byggnader, tak	1,0	10	20,8	34,7
Grönområden	0,4	5	-	22,2
Lutning >30 grader	-	2	-	-
Skyfallstråk	0,4	33	-	22,2

4 RESULTAT

4.1 ÖVERSIKT ÖVER RESULTATFORMAT

Resultaten från skyfallsutredningen presenteras dels genom att redovisa översvämningsrisken till följd av skyfall inom studerat område och dels som planområdets påverkan på översvämningsrisken för omgivningen. Resultatkartor presenteras i form av maximalt vattendjup och maximala flöden under simuleringen. 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 cellstorlek 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.

Denna begränsning skapade betydande utmaningar under studien av några skyfallsåtgärder eftersom den hydrauliska prestandan inte kunde representeras av MIKE 21-verktyget med en fast gridstorlek på 1 m

För att övervinna denna begränsning förbereddes en ytterligare hydraulisk modell med HEC-RAS-verktyget, vilket gör det möjligt att använda en metod för subgrid-upplösning för att förbättra viss beräkning. Denna andra modell baserades på samma terrängmodell med upplösning 1 m som användes tidigare, plus en terrängmodell med 0,1 m upplösning för vissa mindre områden. Hela ytan beräknades med ett sexkantigt nät där varje sida av cellerna är 2 m, ca 10,4 m².

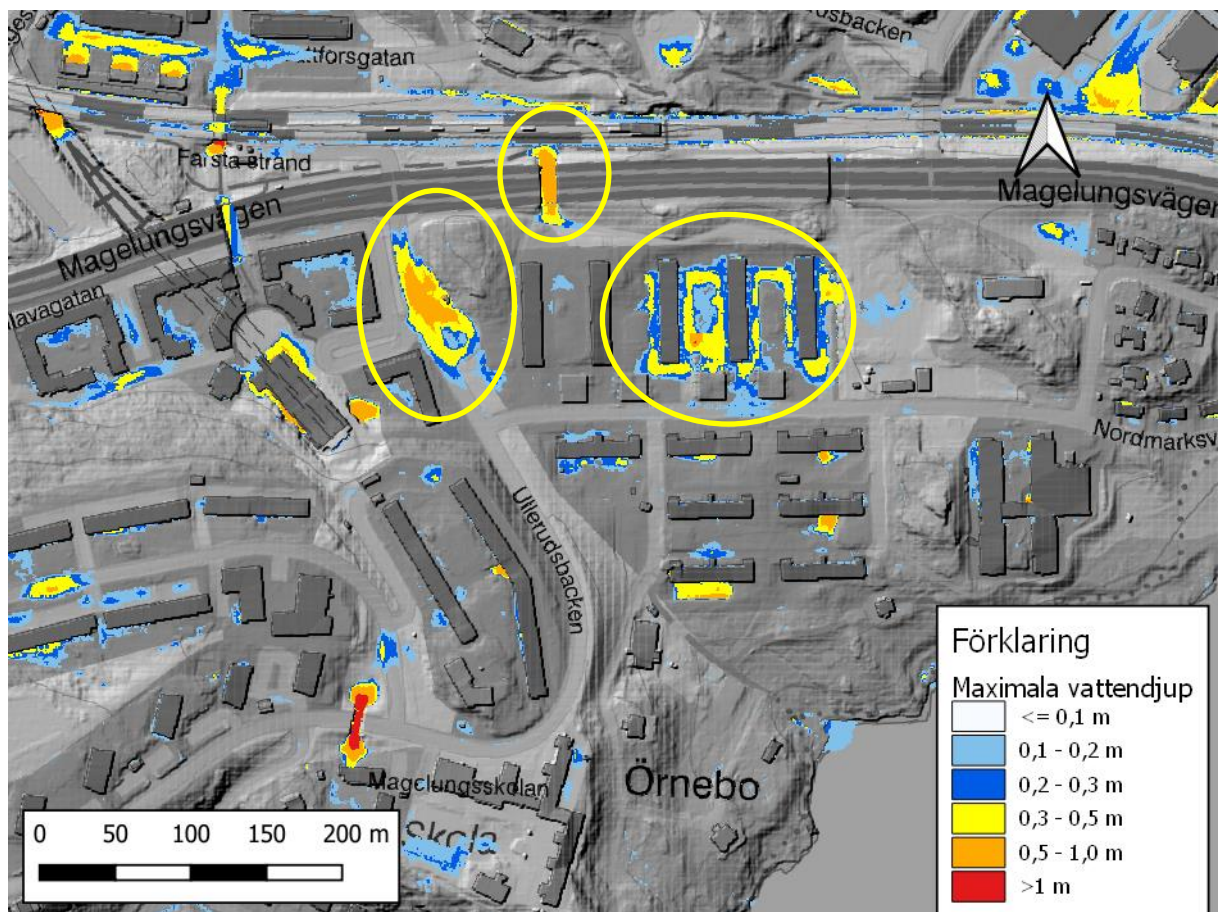
Resultat från skyfallsutredningen med MIKE 21 presenteras enbart för att redovisa överensstämmelsen mellan de båda modellerna. Alla andra resultat kommer från HEC-RAS beräkningarna.

Det är 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.

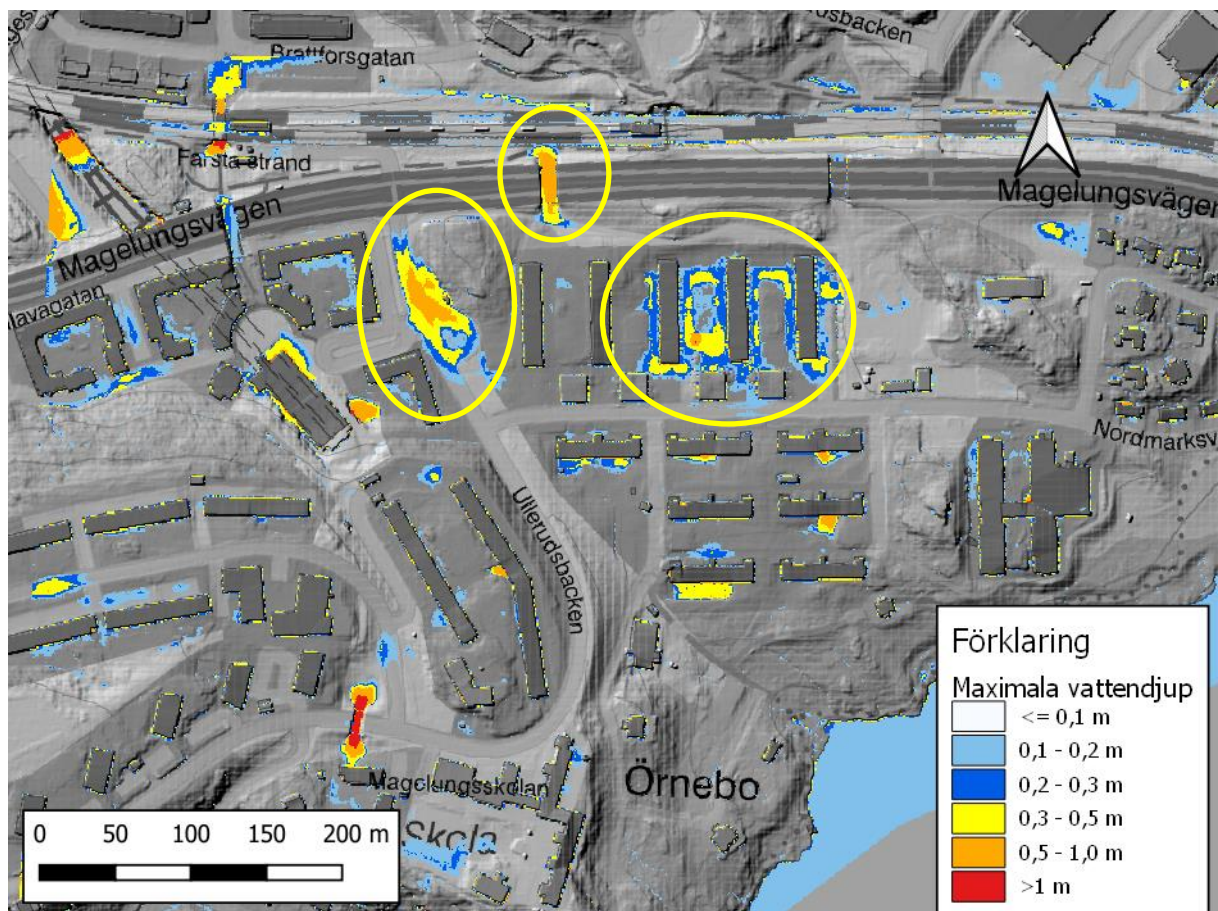
Dessutom presenteras toppflöden för specifika tvärsektioner där förändringar förväntas på grund av nya exploatering och åtgärder.

4.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – NULÄGE

Modelleringen vid nuläget scenario, inklusive exploatering för Etapp 1, bekräftar tidigare analyser. Inom det studerade området ansamlas vatten i lågpunkten under den befintliga gång- och cykelvägen under Magelungsvägen, söder om korsningen Magelungsvägen/Ullerudsbacken och mellan befintliga hus längs med och norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1), inringat i gult i Figur 3. Figur 4 visar samma resultat, men från HEC-RAS -modellen. Ingen relevant skillnad identifierades.



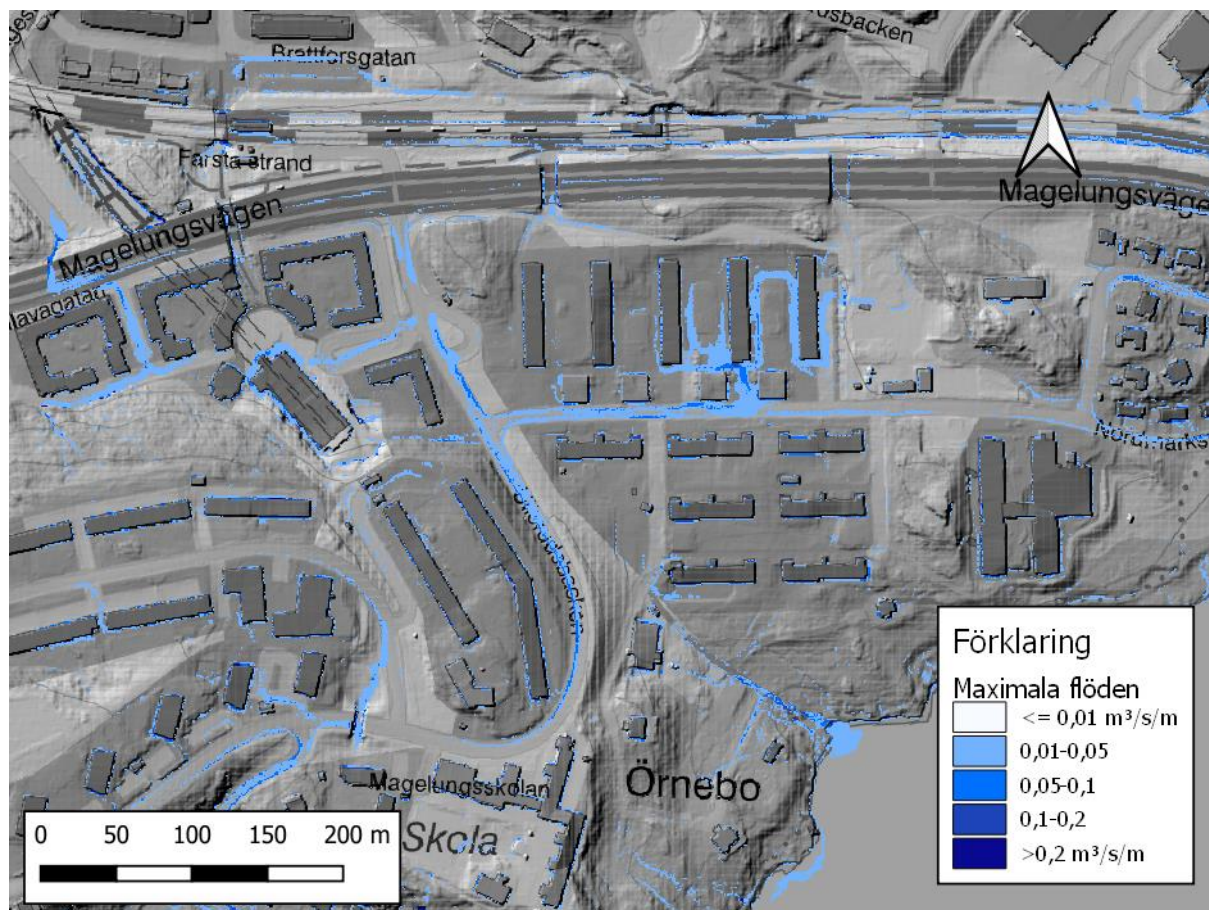
Figur 3: Nuläge: Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn MIKE 21 beräkningar.



Figur 4: Nuläge : Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn från HEC-RAS beräkningar

Vattenansamlingar är i stora delar kvar efter slutet av simuleringen. Det beror på att det är lågpunkter varifrån vattnet inte kan rinna vidare. Modellen tar inte hänsyn till att vattnet kan ledas bort genom ledningsnätet eller till infiltration i marken.

I Figur 5 visas de maximala flödena inom området. Tillrinning till området sker främst norrifrån från Magelungsvägen, västerifrån från området kring T-bana station Farsta Strand och söderifrån från Ullerudsbacken.



Figur 5: Nuläge : Beräknade maximala flöden ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

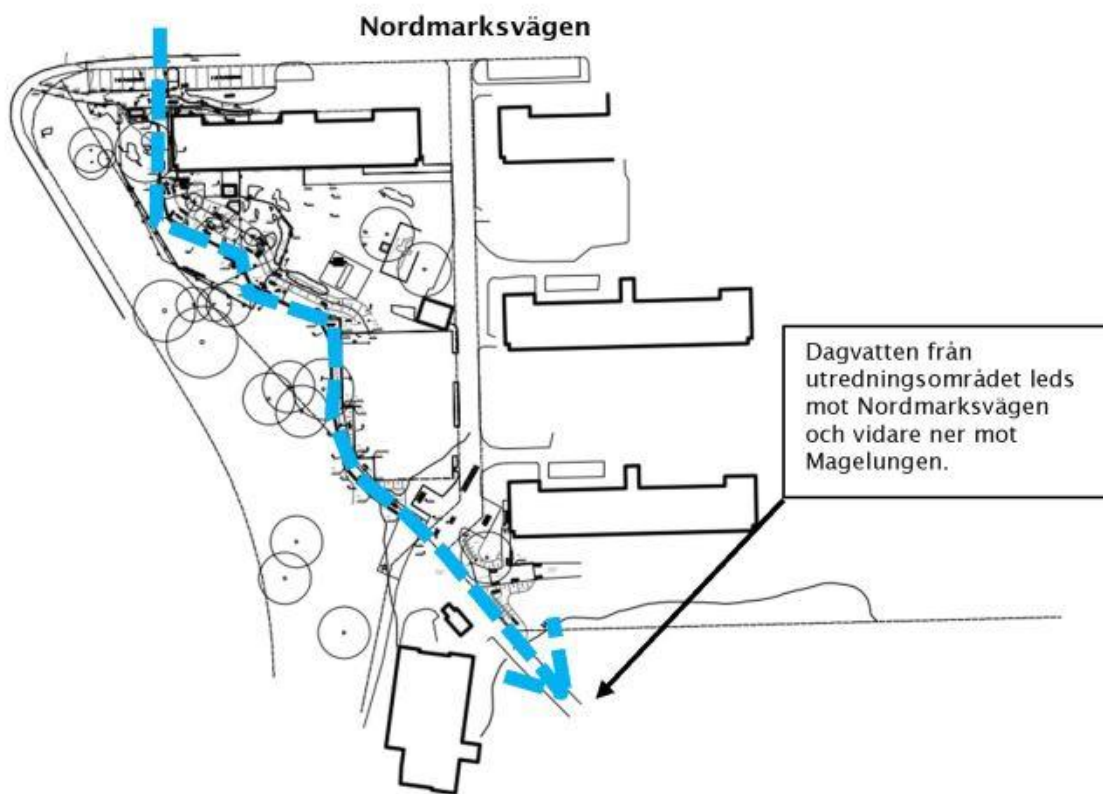
4.3 SKYFALLSÅTGÄRDER

För att minska riskerna för översvämning vid skyfall som redan identifierats för den aktuella situationen föreslås två skyfallsåtgärder:

- Ett nytt lågstråk (skyfallsstråk) för att vid skyfall avleda vatten söderut från planområdet på ett säkert sätt
- Höjning av Ullerudsbackens gatunivåer

4.3.1 Skyfallstråket

Skyfallsstråket åtgärd består i en barriär över Nordmarksvägen för att förhindra att vatten från väster flyter till lågpunkten vid Bjurö 1 och en kanal eller stråk för att avleda vattnet som möter barriären mot Magelungen, se Figur 6.



Figur 6: Skyfallsstråket mot Magelungen

De viktigaste parametrarna för dessa åtgärder är följande:

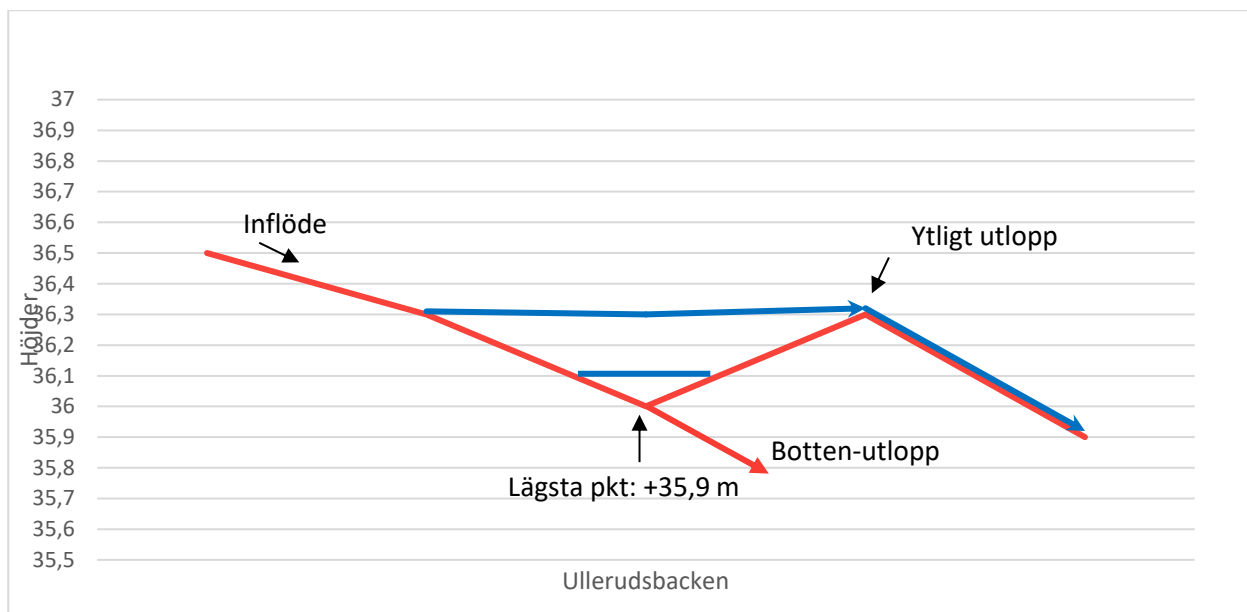
- Barriär
 - Gatubarriär (tvärgående mot gatans sträckning) med lägsta höjd +35,8 m
 - Trottoarbarriär (tvärgående mot gatans sträckning) med lägsta höjd +35,9 m
 - Tröskel vid trottoaren mot stråket (längs med gatans sträckning) med högsta höjd +35,7 m och 5 m bred
- Stråket
 - en trapetsformad kanal
 - bottenbredd 1,8 m
 - gräs i botten och sidor

Preliminära och specifika beräkningar visar att barriären och stråket kan avleda upp till 450 l/s, vilket är ett flöde som är större än det förväntade momentant flödet från väst.

4.3.2 Höjning av Ullerudsbackens gatunivåer

Skyfallsmodellen visar bland annat på en vattennivå på Ullerudsbacken som är kring +36,5 m. Höjning av Ullerudsbackens gatunivåer kan minska vattendjupet till en acceptabel nivå.

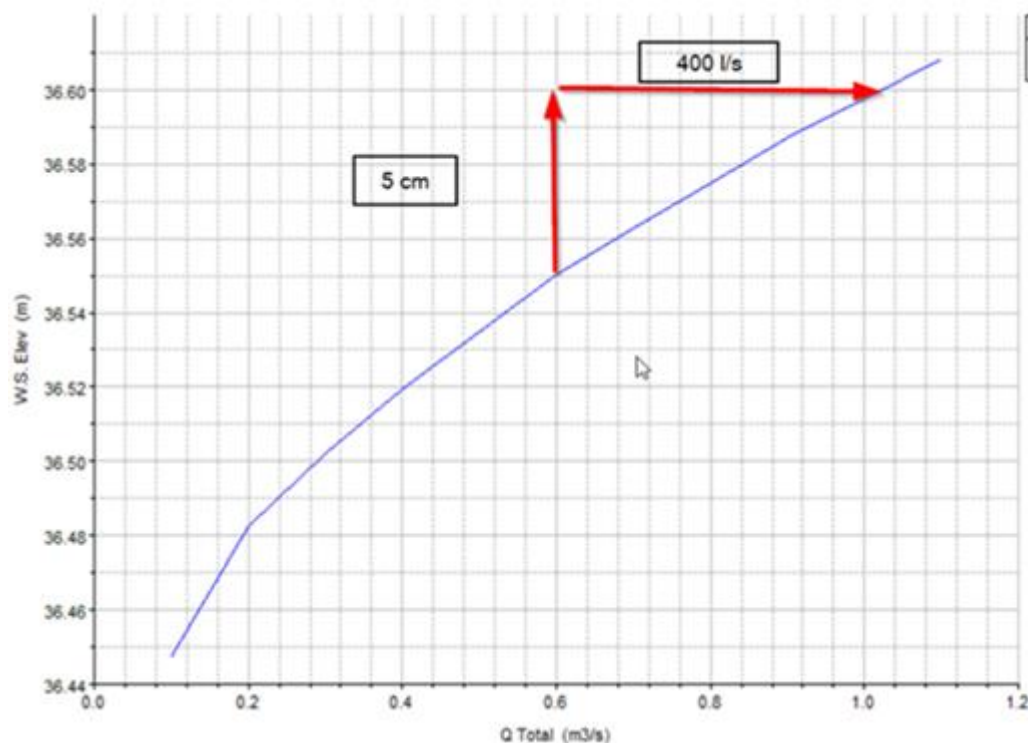
En första bedömning av kritiska nivåer har utförts genom en enkel modell enligt koncept i Figur 7.



Figur 7. Princip för utförda beräkningar.

Den lägsta punkten i gatunivån på Ullerudsbacken är cirka +35,9 m och området fungerar som en damm, som har ett ytligt utlopp med lägsta nivå +36,3 m i korsningen med Nordmarksvägen och ett kontrollerat utlopp i botten (genom dagvattenledning).

Kapaciteten på det ytliga utloppet beror på gatans geometri. Överslagsmässiga beräkningar visar att om tröskeln ligger på +36,3 m och vattennivån är +36,55 m blir beräknad utloppskapacitet cirka 600 l/s. Ökar vattennivån med 5 cm till +36,6 ökar kapaciteten till 1,0 m³/s. Sambandet framgår av diagrammet i Figur 8.

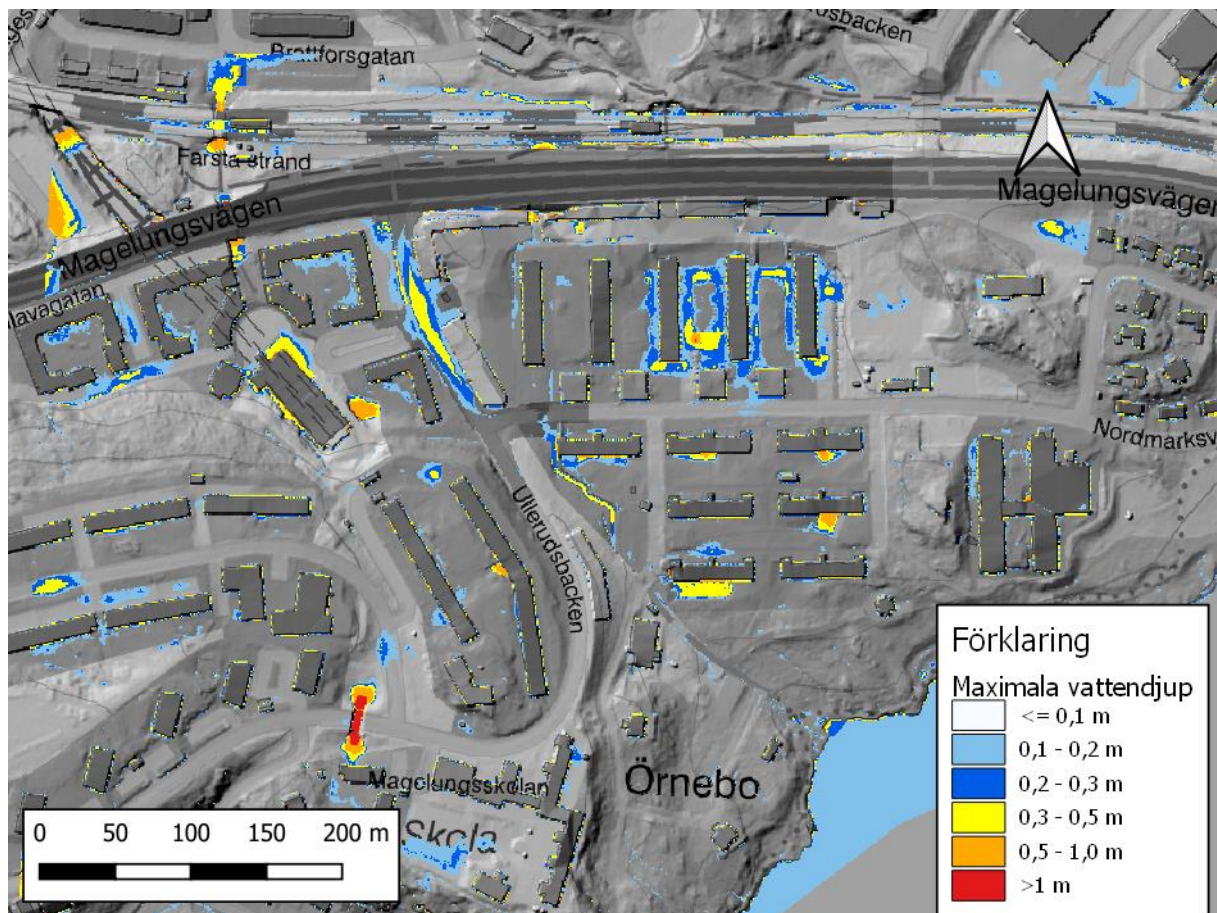


Figur 8. Samband mellan vattennivå och ytlig utloppskapacitet.

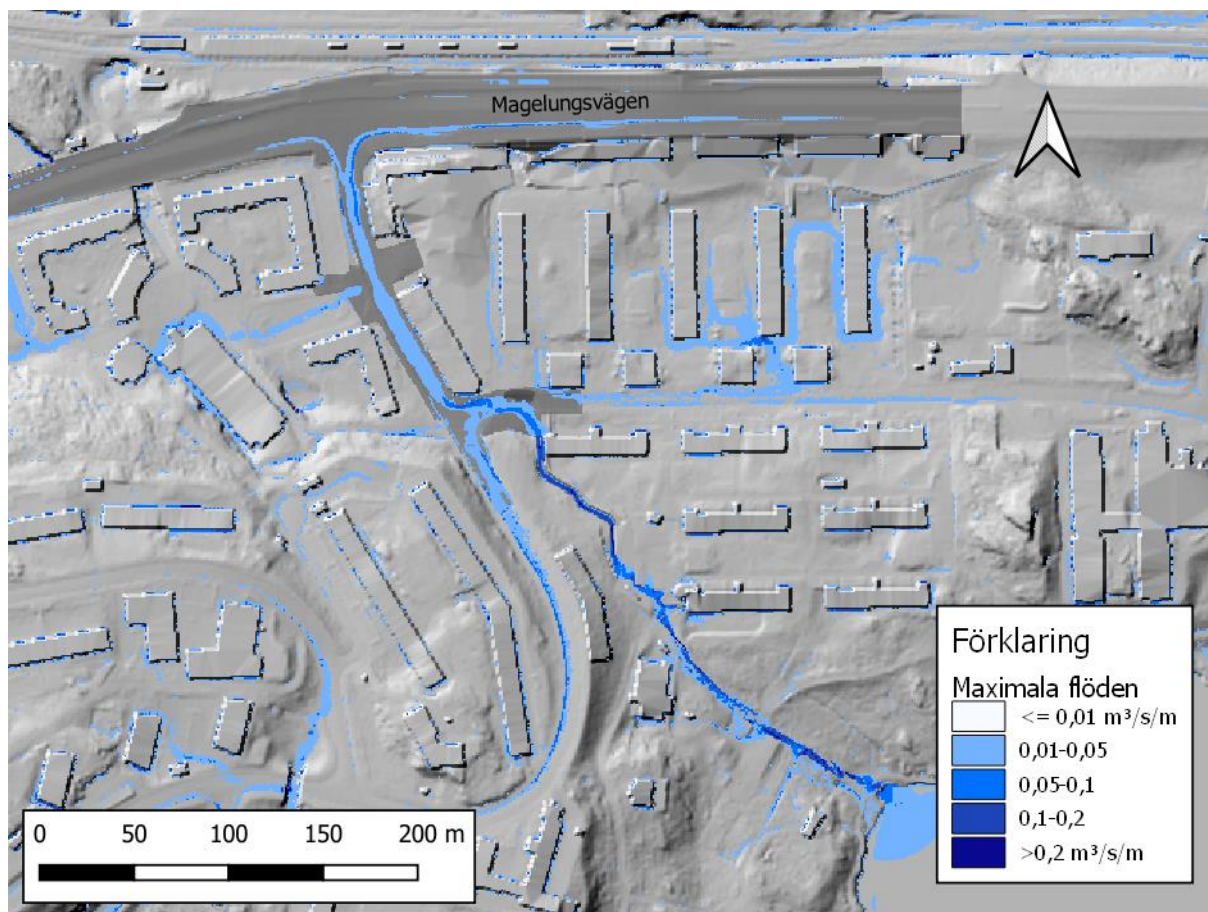
4.4 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – FRAMTIDA SITUATION MED SKYFALLSÅTGÄRDER

För fallet med ny exploatering och nya gatunivåer i planområde visar Figur 9 resultaten av maximala vattendjupet från modelleringen över planområdet samt Figur 10 visar flödesvägar.

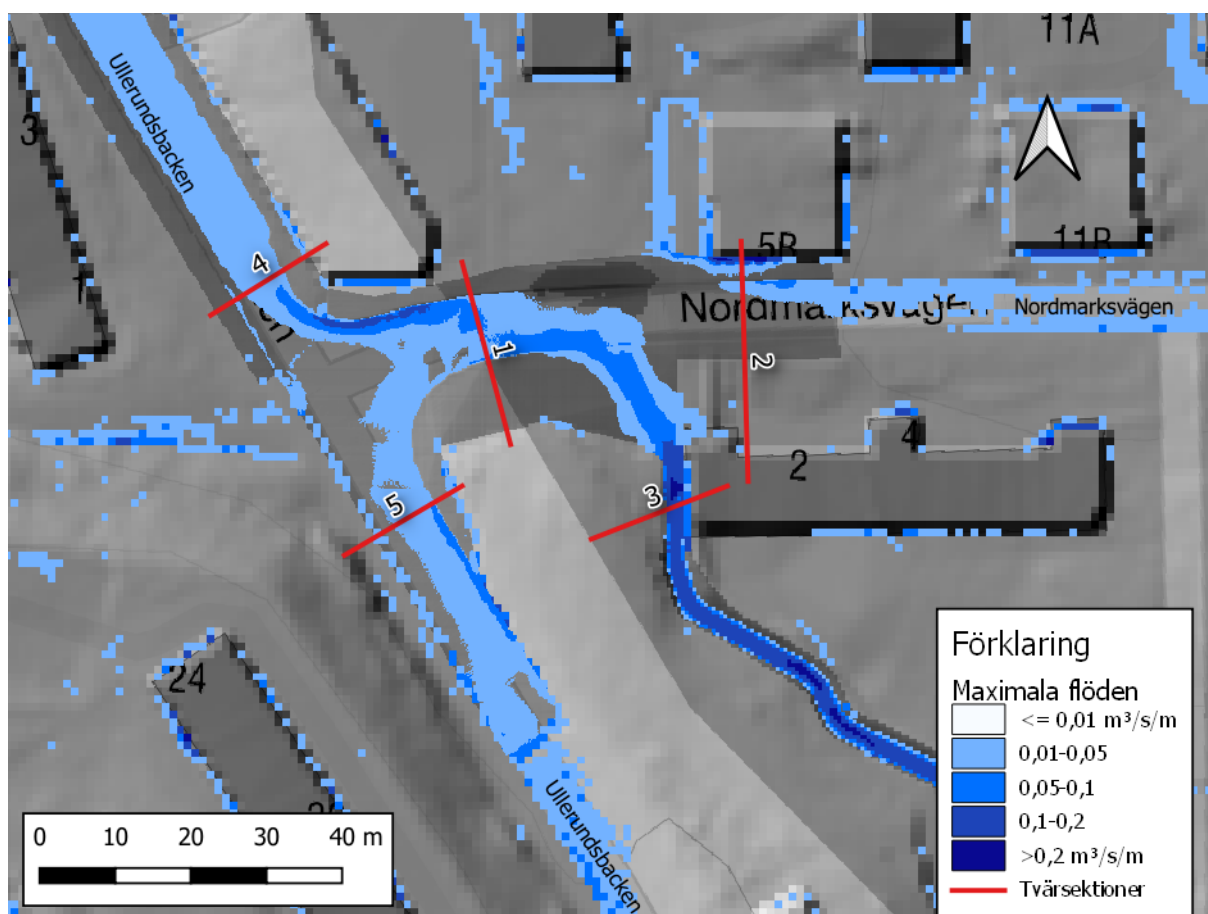
I Figur 11 redovisas flödesvägarna och tvärsektioner i korsningen av Ullerudsbacken och Nordmarksvägen.



Figur 9: Framtida situation med skyfallsåtgärder: Beräknat maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



Figur 10: Framtida situation med skyfallsåtgärder: Beräknade maximala flöden (m³/s/m) vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



Figur 11: Framtida situation med skyfallsåtgärder: Detaljerade flödesvägar och tvärsektioner.

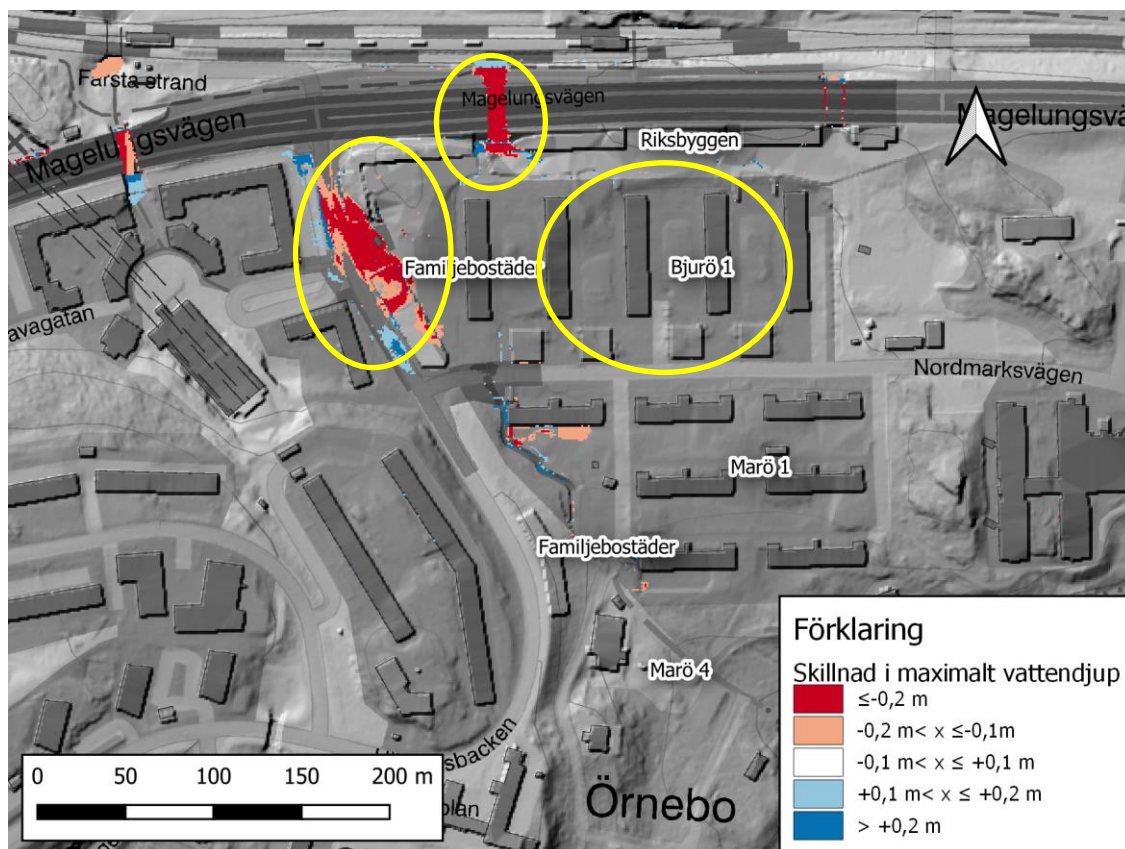
Momentant flöde i specifika tvärsektioner i studerade området presenteras i Tabell 2 och tillsammans med nuläget scenario.

Tabell 2: Momentant flöde för specifika tvärsektioner i planområdet Ullerudsbacken vid ny exploatering

Tvärsektion	Mom-Flöde nuläget scenario (m ³ /s)	Mom-Flöde ny exploatering scenario (m ³ /s)	Diff (m ³ /s)
1	0,14	0,33	+0,19
2	0,22	0,11	-0,11
3	0,00	0,36	+0,36
4	-0,22	0,18	+0,30
5	0,23	0,24	+0,01

Det är värt att notera att i tvärsektionen 4 inte gick ut något flöde för nuläget scenario, bara inflöden från södra delen av Ullerudsbacken. Detta tillstånd ändras med de nya höjdsättningen på den norra delen av Ullerudsbacken och det är en relevant ökning av det momentana flödet i tvärsektionen 3.

För att analysera hur den nya byggnationen inom planområdet påverkar översvämningens risk för omgivningen vid ett skyfall har beräknade maximala vattendjup jämförts före och efter exploateringen. Figur 12 visar skillnaden mellan vattennivåer i nuläget och med ny exploatering.



Figur 12: Differensbild som visar skillnaden i maximalt vattendjup mellan nuläge och med ny planerad exploatering med skyfallsåtgärder. Röd visar att vattennivå är lägre och blå visar att vattennivå stiger.

5 SLUTSATSER

Skyfallsmodelleringen har karterat ett framtida 100-årsregn över exploateringsområdet Nordmarksvägen. Två beräkningsscenarier har simulerats dels för nuläget med befintlig markanvändning och höjdsättning samt för planerad exploatering med ny höjdsättning, ändrad markanvändning och nya byggnader. Ett avdrag för ett 10-årsregn med 30 min varaktighet har gjorts för ledningsnätets kapacitet från alla hårdgjorda ytor och tak.

Modelleringen visar följande resultat:

- I nuläget ackumuleras större vattenvolymer med djup större än 3 dm och upp till 5 dm i tre områden
- Den nya exploateringen och planerad höjdsättning tillsammans med föreslagna skyfallsåtgärder innebär att den beräknade vattennivån minskar inom två av problemområdena och är oförändrad inom det tredje.
 - Vattennivån söder om korsningen Magelungsvägen/Ullerudsbacken minskar som resultat av planerad höjdsättning.
 - Den beräknade förändringen mellan befintliga hus längs med och norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1) är oförändrad (max +/- 0,1 m) trots ökade flöden från väster
 - Nuvarande risker vid befintlig gång- och cykelförbindelse under Magelungsvägen upphör i och med att lågpunkten kommer att byggas bort.
- De föreslagna skyfallsåtgärderna är effektiva för att:
 - minska det maximala vattendjupet längs Ullerudsbacken.
 - förhindra en ökning av det maximala vattendjupet norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1) genom att avleda flödet som ursprungligen gick till lågpunkten norr om Nordmarksvägen (Bjurö 1) till Magelungen.
- Det föreslagna skyfallsstråket kan avleda aktuella flöden utan ökad risk för översvämning på andra platser.

Beräkningarna ger en viss överskattning av framtida flöden och volymer vid skyfall, då hänsyn inte tagits till lokala fördröjningsåtgärder som vidtas inom planområdet. Det gäller dels åtgärder som syftar till att uppfylla 20-mm-kravet som följer av Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten, dels det utökade fördröjningskravet på 55 mm nederbörd som tillämpas för vissa fastigheter. Påverkan på resultatet bedöms dock vara liten.

6 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.

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

