

Stockholms stad

# Kortfattat PM Skyfallskartering

Husby - Oslogatan



**Uppdragsnr:** 1070488 **Version:** Färdig handling  
2020-06-12

Uppdragsgivare: Stockholms stad  
Uppdragsgivarens kontaktperson: Natalie Pietrewicz  
Uppdragsledare: Marta Juhlén  
Handläggare: Johan Södergren  
Bitr. handläggare: Axel André  
Kvalitetsgranskare: Maria Aneljung

Färdig handling	2020-06-12	Skyfallskartering	A. A. & J. S.	M. A.	M. J.
Granskningshandling	2020-06-01	Skyfallskartering	A. A. & J. S.	M. A.	M. J.
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
1.1	Syfte	5
1.2	Underlag	5
1.3	Förutsättningar och avgränsningar	5
<b>2</b>	<b>Områdesförutsättningar</b>	<b>6</b>
2.1	Topografi	6
2.2	Jordarter i området	7
2.3	Ledningsnät i området	7
<b>3</b>	<b>Skyfallsmodellering</b>	<b>8</b>
3.1	Beskrivning av scenarion	8
3.2	Skyfallskartering	8
3.3	Terrängmodell	8
3.4	Nederbörd	9
3.5	Markens råhet	10
3.6	Infiltration	10
3.7	Osäkerheter	11
<b>4</b>	<b>Resultat skyfallskartering</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Litteraturförteckning</b>	<b>14</b>

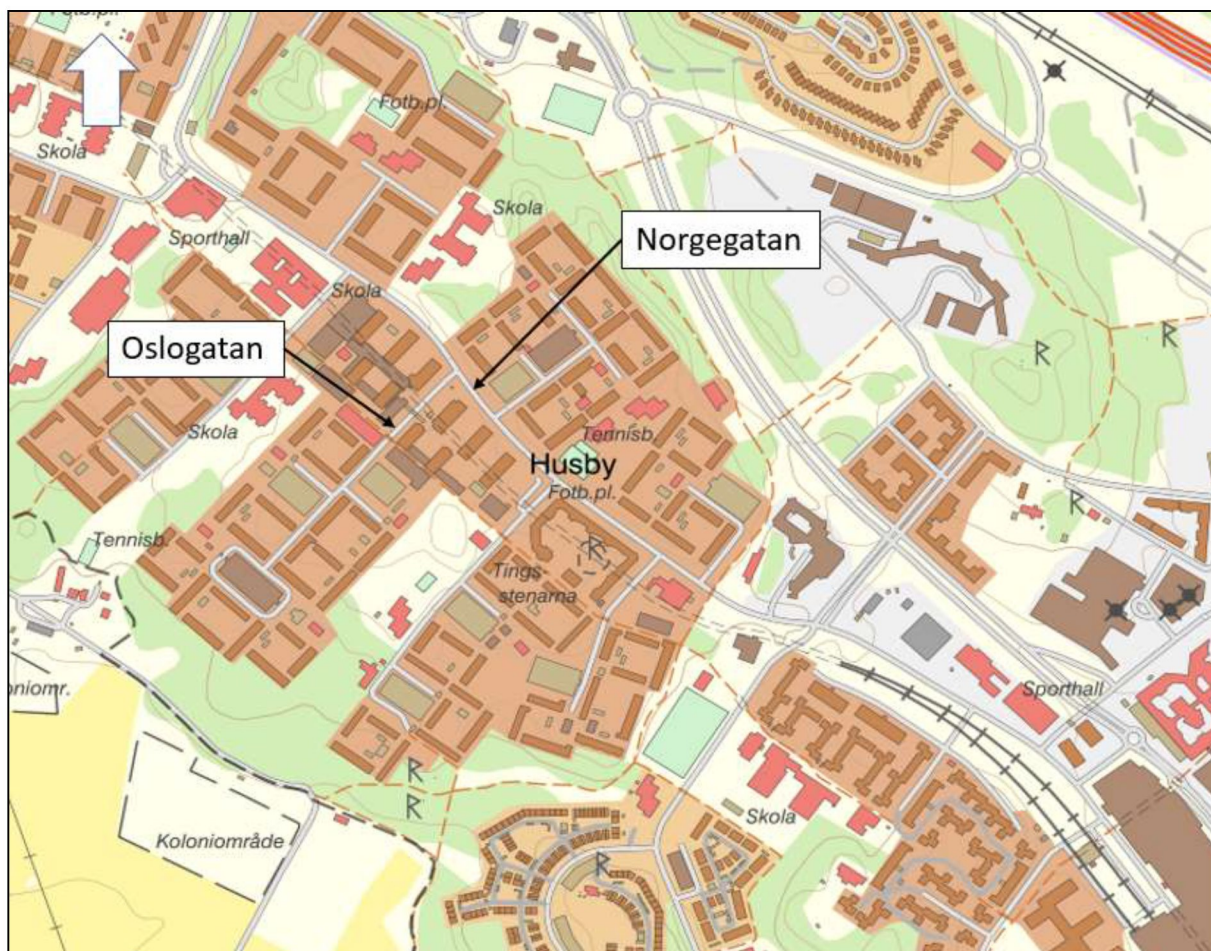
### Bilagor

Bilaga 1A	Beräknade maximala vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn
Bilaga 1B	Beräknade maximala vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn inklusive åtgärd
Bilaga 2	Beräknat maxflöde vid ett klimatanpassat 100-årsregn



# 1 Inledning

Stockholms stad planerar för att förtäta Husby Centrum med ytterligare bostäder och lokaler för handel, samtidigt som lokalgator ska breddas för att angöra gång- och cykelbana. Oslogatan är sedan tidigare identifierat som ett riskområde för översvämning vid skyfall då en lokal lågpunkt finns i norra delen av Oslogatan, se Figur 1 för översiktsbild.



Figur 1. Översiktsbild över Husby med Oslogatan och Norgegatan markerade.

I ett första steg genomfördes en statisk lågpunktskartering över Oslogatan. Resultatet från lågpunktskarteringen visade att djupet på lågpunkten varierade mellan 0,5 – 0,8 m utanför entrén vid fastighet Oslo 9, vilket innebär att det föreligger risk för översvämning vid skyfall. I ett andra steg beställde Stockholm stad därför denna skyfallskartering för att med högre noggrannhet kunna bedöma det dynamiska flödet av översvämningen och maximala vattendjupet på översvämningen vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

I både lågpunktskarteringen och skyfallskarteringen har befintligt höjddata i Oslogatan och Norgegatan bearbetats med erhållna projekterade väghöjder och fastigheter för att motsvara framtida gatunivåer och placering av fastigheter.



## 1.1 Syfte

Skyfallskarteringen syftar till att utreda maximalt vattendjup i gatan utanför fastigheten Oslo 9 vid skyfall. Underlaget kan ligga till grund för eventuella åtgärder och bedömning av lämplig entréhöjd för fastigheten under förutsättningen detaljplanen genomförs med samma höjder och placering av vägar och byggnader som använts som underlag i dessa beräkningar.

## 1.2 Underlag

- Byggnadsgeologisk karta från Stockholms stad, erhållen 2020-04-02
- Stadskarta från Stockholms stad, erhållen 2020-04-02
- Laserdata från Stockholms stad, upplösning 1x1 meter, erhållen 2020-03-24
- Projekterade väghöjder i form av punkthöjder och kantlinjer, nedladdat från Byggnet 2020-02-18
- Projekterad fastighet Oslo 9, nedladdat från Byggnet 2020-03-18
- Ortofoto, erhållen 2020-03-20

## 1.3 Förutsättningar och avgränsningar

Norconsult har i samråd med beställaren antagit att befintligt ledningssystem inom utredningsområdet är dimensionerat för ett 10-årsregn (per mail, 2020-04-23).

Koordinatsystem Sweref 99 18 00 och höjdssystemet RH2000 har använts i utredningen.

Två olika scenarion har simulerats:

1. Skyfallskartering vid ett klimatanpassat 100-årsregn utan åtgärder
2. Skyfallskartering vid ett klimatanpassat 100-årsregn inklusive åtgärden att inget vatten kan avrinna från Norgegatan till Oslogatan

## 2 Områdesförutsättningar

I följande avsnitt ges en beskrivning av topografi, befintliga markförhållanden och ledningsnät i området.



Figur 2. Modellområde i svart rektangel och i rött visas det topografiska avrinningsområdet

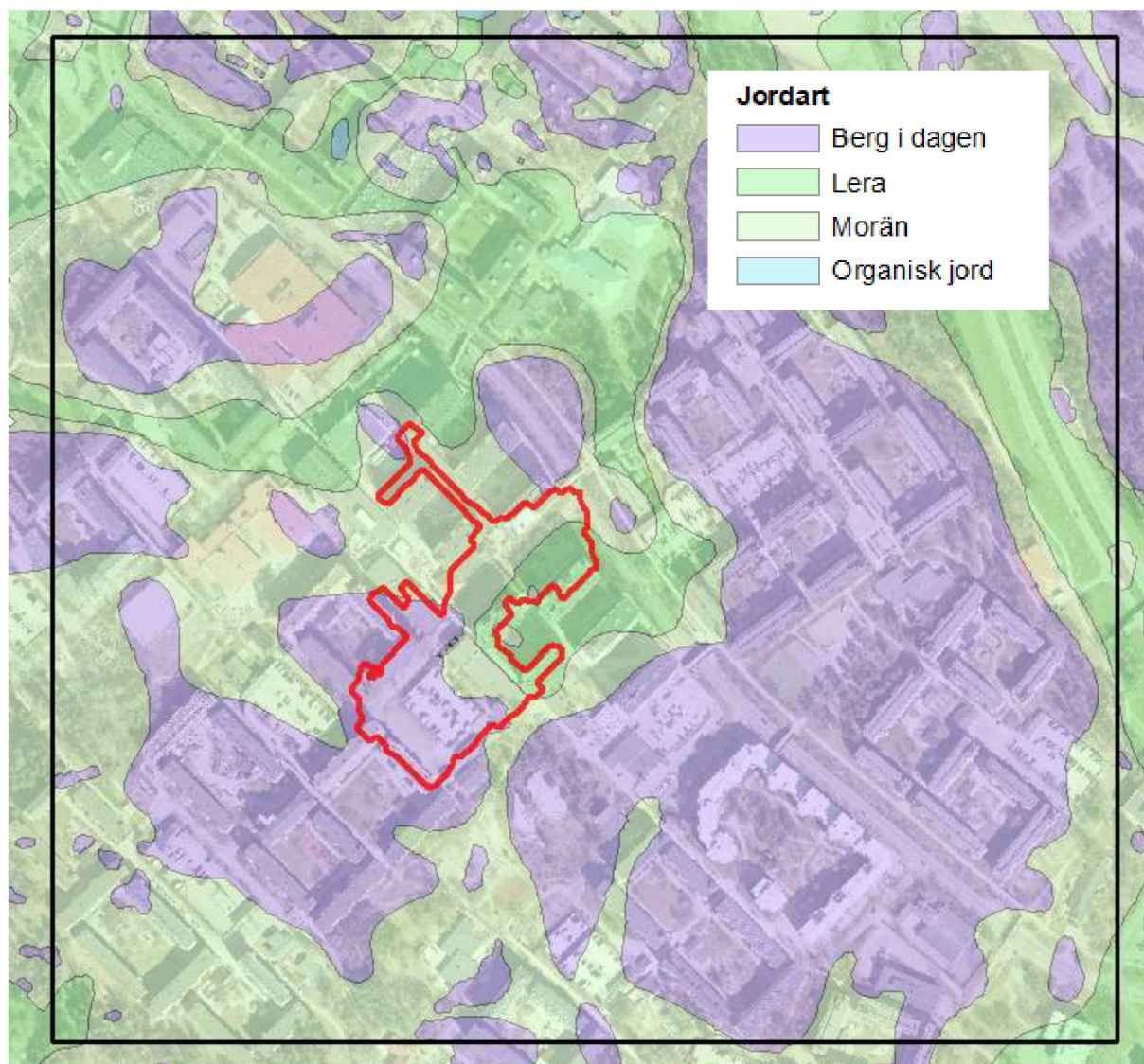
### 2.1 Topografi

Husby ligger högt upp i terrängen, vilket gör att norra Oslogatans topografiska avrinningsområde är relativt litet, ca 1,8 ha, se Figur 2. I norra delen av Oslogatan finns ett instängt område med en lokal lågpunkt, vilken fylls upp vid skyfall. Markanvändningen inom avrinningsområdet utgörs i huvudsak av hårdgjorda ytor med inslag av grönytor.



## 2.2 Jordarter i området

I Figur 3 visas jordarter inom och i anslutning till utredningsområdet. Jordarterna har använts i skyfallskarteringen för att bedöma områdets infiltrationsegenskaper på icke hårdgjorda ytor.



Figur 3. Byggnadsgeologisk karta över Stockholm (1978). Modelleringsområdet för scenario 1 är markerat i svart och modelleringsområdet för scenario 2, tillika fastighet Oslo 9 topografiska avrinningsområde är markerat i rött.

## 2.3 Ledningsnät i området

Enligt uppgift från beställaren är ledningsnätet i Oslogatan dimensionerat för ett befintligt 10-årsregn.



## 3 Skyfallsmodellering

I detta kapitel redovisas metod för skyfallskarteringen och vilka osäkerheter som finns kopplade till skyfallsmodellering.

### 3.1 Beskrivning av scenarion

Det första scenariot utan åtgärder inkluderar ett större modellområde än det topografiska avrinningsområdet som fastigheten Oslo 9 ligger inom. Detta gjordes för att säkerställa korrekta rinnvägar in i till avrinningsområdet då ett vattendjup på en yta kan förändra det topografiska avrinningsområdet.

Då det visade sig att det även vatten kunde rinna in från Norgegatan till Oslogatan skapades ett andra scenario för att simulera en åtgärd där vatten inte kan avrinna från Norgegatan till Oslogatan. För att simulera denna åtgärd i beräkningsprogrammet minskades modellområdet till att endast inkludera det topografiska avrinningsområdet som fastigheten Oslo 9 ligger inom. I verkligheten kan detta uppnås genom exempelvis höjdsättning av marken eller ett upphöjt övergångsställe vid korsningen Norgegatan/Oslogatan så att vatten inte kan avrinna från Norgegatan till Oslogatan. De olika modellområdena kan ses i Figur 2 ovan. Scenario 1 motsvaras av det stora modellområdet i svart rektangel medan scenario 2 motsvaras av delavrinningsområdet i rött.

### 3.2 Skyfallskartering

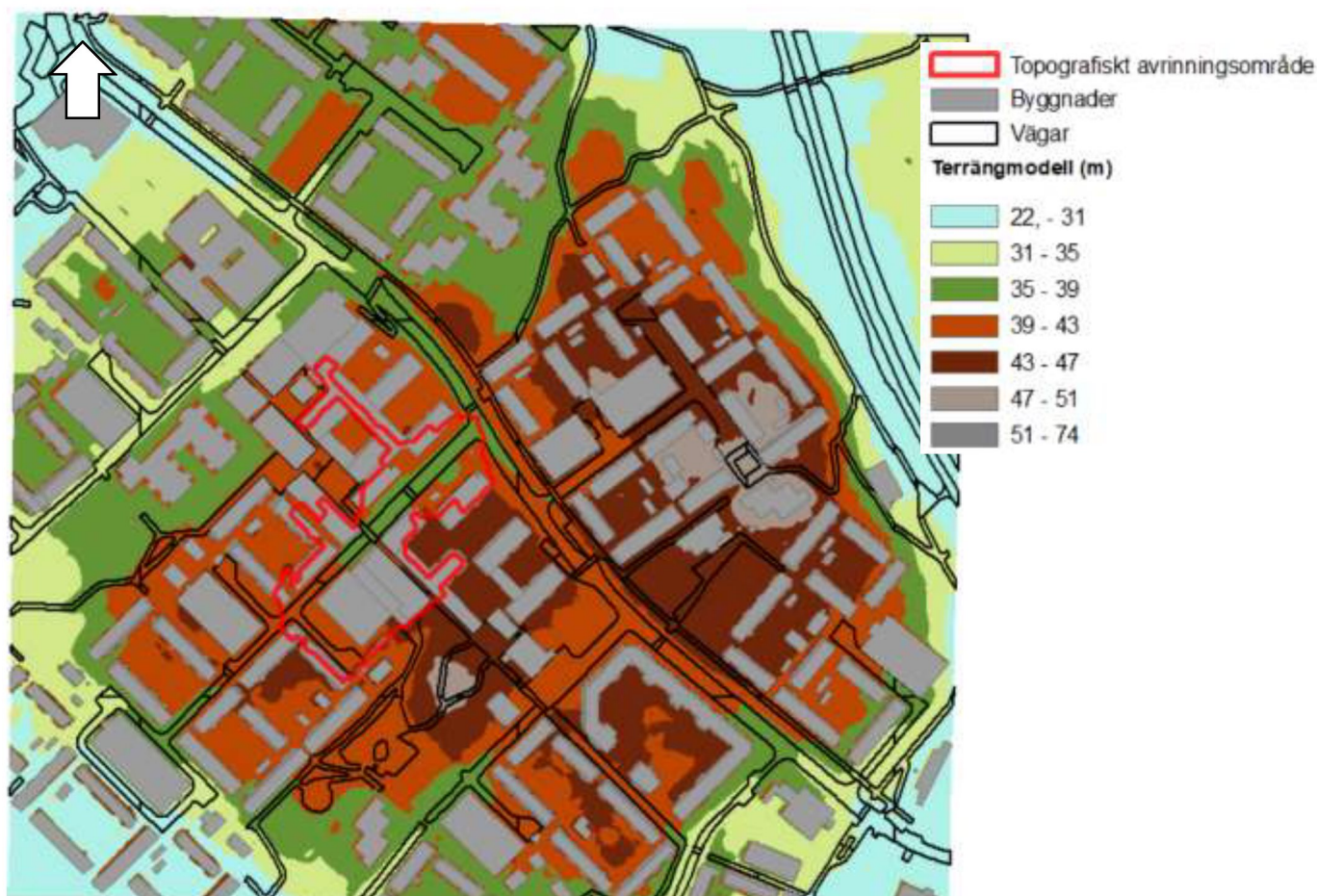
Skyfallskarteringen har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk modell som byggts upp i programvaran MIKE 21. Modellen baseras på ett kvadratisk beräkningsnät som beskriver topografin och vars upplösning delvis styr noggrannheten i resultaten. Upplösningen sätts lika med höjddatats upplösning på 1 x 1 m. Beräkningarna i modellen görs genom att lösa Navier-Stokes ekvationer som bygger på bevarandet av massa och rörelsemängd.

Skyfallskarteringen har grundats på riktlinjer, rekommendationer och vägledning från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) samt Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps, MSBs, rapporter Vägledning för skyfallskartering (MSB, 2017) och Kartläggning av skyfalls påverkan på samhällsviktig verksamhet (MSB, 2014). I denna utredning har effekterna av ett framtida klimatanpassat 100-årsregn utretts.

### 3.3 Terrängmodell

En terrängmodell har byggts upp för att beskriva topografin i området. Terrängmodellen baseras på laserskannade höjddata med 1 x 1 meter upplösning. Höjddata har bearbetats för att motsvara framtida förhållanden. Detta har gjorts genom att ersätta befintliga höjder med projekterade väghöjder längs Norgegatan och Oslogatan, samt ersätta befintliga höjder med projekterade höjder för fastigheten Oslo 9.

Viadukter och broar längs Norgegatan och Oslogatan har identifierats från erhållet ortofoto och höjddatat har vid dessa platser sänkts ner så att flödesvägar kan skapas under viadukter/broar. Terrängmodellens utbredning och utformning för förhållanden visas i Figur 4.



Figur 4. Modifierad terrängmodell med 1 x 1 m upplösning efter bearbetning av projekterade lokalgator och fastigheten Oslo 9. I rött syns topografiskt avrinningsområde för norra delen av Oslogatan.

### 3.4 Nederbörd

Vid skyfallskartering används olika typer av konstruerade regntillfällen. Dessa bygger på intensitets-varaktighetssamband som gäller för hela Sverige då regionala skillnader är små för extrema nederbördstillfällen. För att ta hänsyn till framtidens klimat har regnintensiteten multiplicerats med en klimatkfaktor på 1,25 enligt rekommendationer från Svenskt Vatten P110 (Svenskt vatten, 2016).

Skyfallskarteringen över Husby har genomförts för ett klimatanpassat 100-årsregn med 4 timmars varaktighet. Regnet som använts är ett så kallat "designregn" av CDS-typ vilket består av flera blockregn med olika varaktighet och intensitet för den valda återkomsttiden (Svenskt Vatten, 2011).

Som tidigare nämnts har kapaciteten i befintligt dagvattenledningsnät, efter diskussion med beställaren, antagits motsvara ett 10-årsregn utan klimatkfaktor. Ett schablonmässigt avdrag, motsvarande volymen för ett 10-årsregn av CDS-typ utan klimatkfaktor, gjordes från det använda 100-årsregnet i skyfallskarteringarna för att representera ledningsnätets kapacitet vid fulla ledningar. Avdrag för ledningsnät har gjorts för hårdgjorda ytor, såsom gator och fastigheter, vilka antas vara ansluta till dagvattenledningsnätet. För övriga ytor i modellområdet har regnets fulla intensitet använts.



### 3.5 Markens råhet

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror till stor del på markens råhet och påverkar vattnets utbredning, djup och hastighet. Råheten beskrivs med Mannings tal,  $M$ . Ett högt värde på  $M$  motsvarar låg friktion medan lägre värden motsvarar högre friktion mellan vattnet och markytan. För att bestämma markens råhet för olika ytor kommer användas fastighetskartan från Metria som innehåller information om markanvändning. Värden som använts i skyfallskarteringarna presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Värden på Mannings tal som använts i skyfallskarteringen för olika ytor. Ytorna har klassats utifrån Stadskartan från Stockholms stad.

Yta	Mannings tal $M (m^{1/3}/s)$
Grönområden	25
Hög bebyggelse	35
Vägar	80

### 3.6 Infiltration

Markens infiltrationskapacitet styr hur mycket och hur snabbt vatten kan infiltrera genom markytan. I skyfallsberäkningarna har en infiltrationsmodul i programvaran Mike 21 använts som tar hänsyn till markens porositet, magasinetskapacitet, perkolation och initial vattenhalt. Initial vattenhalt motsvarar torra "sommars-förhållanden". Information om jordarter i området erhöles från Stockholms stad byggnadsgeologiska karta. I den använda infiltrationsmodulen har det antagits att det översta jordlagret i bebyggda områden består av matjord eller uppluckrad jord med förhöjd infiltrationskapacitet. Vägar och byggnader har ansatts som hårdgjorda ytor. Värden som använts i skyfallskarteringen presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Värden som använts i infiltrationsmodulen för olika jordarter. Dessa beskriver infiltrationskapacitet, porositet, mäktighet, perkolation samt initial vattenhalt.

Jordart	Infiltration (mm/h)	Porositet (-)	Mäktighet (m)	Perkolation (mm/h)	Vattenhalt (%)
Berg i dagen	35	0,4	0,1	0,04	20
Morän	36	0,4	0,3	0,36	30
Lera	4	0,4	0,3	0,4	45
Organisk jord	18	0,4	0,3	2	40
Hårdgjorda ytor	0	0,05	0,1	0	0



### 3.7 Osäkerheter

Modellering av skyfall är förknippat med flera antaganden och osäkerheter. Här beskrivs några osäkerheter i korthet.

Att göra ett schablonmässigt avdrag för ledningsnätets kapacitet innebär vissa begränsningar. Förutom att man inte får med interaktionen mellan markavrinning och uppfyllnad av ledningsnät för varje tidssteg i modellen kan kapaciteten variera för olika ledningar i ett område vilket är svårt att simulera med ett schablonavdrag. Osäkerheten ökar dessutom om regnets återkomsttid ligger nära ledningsnätets kapacitet. För stora regn, där ledningsnätet kapacitet antas motsvara en mindre andel av regnets totala volym, blir osäkerheten mindre (MSB, 2017).

Skyfall inträffar vanligtvis lokalt och kan variera stort i både tid och rum. Att mäta upp variationen ställer höga krav på ett tätt nät av nederbördsrätmätare med hög upplösning (MSB, 2017), något som ofta inte finns tillgängligt. Att skyfall med en lång återkomsttid dessutom är sällsynta innebär också att det finns få historiskt uppmätta tillfällen att relatera modelleringsresultaten gentemot. Av den här anledningen simuleras skyfall i Mike 21 under antagandet att det regnar lika mycket i varje beräkningscell för varje tidssteg, trots att beräkningsområdet kan vara relativt stort. I detta fall är dock utredningsområdet relativt litet vilket begränsar osäkerheten.

Modellens upplösning bidrar också med osäkerhet i skyfallskarteringar. Det kan exempelvis göra att det ställer sig regn vid en byggnad fast det i verkligheten borde avrinna bort från byggnaden. Detta blir tydligast vid flacka områden där marken inte har en betydande lutning. För detaljerad åtgärdsplanering rekommenderar därför MSB (2017) att upplösningen inte överstiger 2 x 2 meter. I detta fall har en modell med upplösningen 1 x 1 meter använts för att få ett mer tillförlitligt resultat. Viktigt att beakta är att det finns faktorer som bidrar med större osäkerhet än modellens upplösning, exempelvis ledningsnätets kapacitet och markens infiltrationskapacitet (MSB, 2017).

Infiltrationskapaciteten har uppskattats utifrån jordartskarta. Dessa kartor är ofta väldigt generella och fångar generellt inte upp den stora variation som ofta förekommer i marken, speciellt i städer där marken kan vara uppluckrad och olika former av fyllnadsmassor kan förekomma. Ansatta infiltrationsparametrar är en generalisering och lokala variationer på dessa kan påverka resultaten.

Slutligen spelar tidpunkten för regntillfället roll för vilka konsekvenser ett skyfall kan leda till. Om ett skyfall inträffar efter en tid med regn där marken redan är mättad kan konsekvenserna bli betydligt större i jämförelse med ett scenario där det finns magasinetskapacitet i marken, speciellt för ett område med genomsläppliga jordarter.

## 4 Resultat skyfallskartering

Huvudsyftet för utredningen var att utreda maximalt vattendjup vid entrén vid fastigheten Oslo 9 med framtida höjdsättning för vägar och lokalisering av byggnader. Maximalt beräknat vattendjup under regntillfället har beräknats utan åtgärd (scenario 1) och som jämförelse har även åtgärden att begränsa flödet från Norgegatan till Oslogatan simulerats (scenario 2). För scenario 1 har även flödet beräknats. Resultaten från skyfallskarteringen presenteras i Bilaga 1A, Bilaga 1B och Bilaga 2. I bilagorna visas inte ett specifikt tidssteg, utan varje beräkningscells maximala värde under simuleringen, vilket vanligtvis inte inträffar samtidigt för alla celler.

I Bilaga 1A (scenario 1) ses att vatten ansamlas i lågpunkten på Oslogatan och att den djupaste delen på lågpunkten ligger norr om fastigheten Oslo 9. Utanför Oslo 9 varierar vattendjupet mellan 0,15 – 0,60 m. Då topografin ser ut som den gör och att det i lågpunkten bildas något som kan liknas med en sjö kan det antas att vattennivån är relativt konstant i området. Den maximala vattennivån hamnar under regntillfället på en plushöjd om ca +38,45 m.

I Bilaga 1B (scenario 2) ses att vatten ansamlas i lågpunkten under simuleringsperioden även för det här scenariot. Dock minskar vattendjupet utanför fastigheten Oslo 9 till 0,10 – 0,40, vilket motsvarar en plushöjd på ca +38,30 m.

Under simuleringsperioden ansamlas vatten i lågpunkten och då inget vatten avrinner från lågpunkten är vattennivån som högst i slutet på simuleringsperioden. Vattendjupet kommer därför inte börja minska förrän kapaciteten i ledningssystemet överstiger avrinningen från regnet.

Resultatet visar ett vattendjup och en nivå utanför fastigheten Oslo 9 som kan ligga till grund för vilken nivå entréen till byggnaden bör ligga på. Resultatet visar också att det blir en djup vattenansamling i gatan, vilken påverkar både framkomlighet och är en risk i samhället. Att vattnet stiger på gatan ger konsekvenser för framkomlighet och samhällsviktiga funktioner. Tabell 3 visar kort sammanfattning av risker/besvärigheter vid olika vattendjup.

Tabell 3. Klassning av översvämningskonsekvens

Vattendjup (m)	Konsekvens
<0,1	Ingen betydande konsekvens
0,1 – 0,3	Besvärande framkomlighet med vanliga motorfordon
0,3 – 0,5	Ej möjligt att ta sig fram med motorfordon inklusive räddningsfordon, risk för stor skada
>0,5	Risk för liv och hälsa

Som kan ses i tabellen innebär ett vattendjup över 0,5 meter en risk för liv och hälsa. Detta bör tas i beaktande vid eventuella framtida åtgärder i området.

I Bilaga 2 syns att vattenflödena är relativt låga, i en enskild beräkningscell som högst ca 300 l/s, m. Detta förklaras med att avrinningsområdet är relativt litet, det inte finns några trånga passager där mycket vatten ska passera samtidigt, samt med att flödes hastigheten minskar när vatten blir stående.

Resultaten kan med fördel användas som underlag till vidare planering inom Husby C och för förebyggande åtgärder. Det bör dock påpekas att resultaten för skyfallskarteringen är en förenkling av verkligheten och att värden på vattendjup ska tas som indikationer och inte som exakta siffror. Det bör också påpekas att resultaten gäller för att planen genomförs med de projekterade gatunivåerna och placering av byggnader enligt det underlag som erhållits inom ramen för detta uppdrag.

Norconsult AB

Johan Södergren  
Johan.sodergren@norconsult.com

Axel André  
Axel.andre@norconsult.com



## 5 Litteraturförteckning

MSB (2017). *Vägledning för skyfallskartering – tips för genomförande och exempel på användning*. Rapport nummer: MSB1121 – augusti 2017

MSB (2014). *Kartläggning av skyfallspåverkan på samhällsviktig verksamhet*. Rapport nummer: MSB694 – maj 2014

SGU (2019). *Jordarter 1:25 000 – 1:00 000*. <http://resource.sgu.se/dokument/produkter/jordarter-25-100000-wms-beskrivning.pdf>

Svenskt Vatten (2016a). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten Publikation P110

Svenskt Vatten (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Stockholm: Svenskt Vatten Publikation 105