



# SKYFALLSKARTERING STOCKHOLMS LÄN

Beräkningsområde Täby

## Rapport


2015-11-12

Reviderad:

Upprättad av: Anna Risberg och Sol Wallinder

Granskad av: Maria Näslund

Godkänd av: Anna Risberg

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

# SKYFALLSKARTERING STOCKHOLMS LÄN

## Beräkningsområde Täby

### KUND

Länsstyrelsen i Stockholms län


### KONSULT

#### **WSP Bro & Vattenbyggnad**

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10 7225000  
Fax: +46 10 7228793  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
<http://www.wspgroup.se>

### KONTAKTPERSONER

Anna Risberg  
010-722 83 02

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## Definitioner

**Avrinningskoefficient** – anger hur stor del av nederbörden som rinner av på ytan efter förluster i form av exempelvis avdunstning, infiltration och absorption av växtligheten eller genom magasinering i markytans ojämnheter

**Avrinningsområde** – det område som bidrar med vatten till en viss punkt

**Grid** – ett rutnät som vissa modeller och filer, exempelvis terrängmodellen, är uppbyggda i där informationen i modellen redovisas i rutformat där varje ruta har en viss bredd och höjd

**Hydraulisk modell** – en modell där olika beräkningar kan göras av bland annat hur vattnet rör sig och ansamlas i terrängen

**Klimatfaktor** – en faktor som multipliceras med ex ett regn med en viss varaktighet och intensitet för att ta hänsyn till ökad nederbördsvolym i ett framtida klimat

**Mannings tal (M)** – ett mått på ytans råhet, det vill säga dess struktur och grovkorlighet, som kan påverka flödes hastigheten


**Navier Stokes ekvationer** – beskriver hur flödet beter sig under förutsättningen att flödet kan antas vara kontinuerligt, bygger på Newtons andra lag

**Regnintensitet** – den regnvolym som faller under viss tid över ett visst område

**Terrängmodell** – en höjdmodell som beskriver markytans variationer


**Varaktighet** – den tidsperiod som regnet pågår

**Återkomsttid** – tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan ex regntillfällen för en viss given intensitet och varaktighet

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## INNEHÅLL

INLEDNING OCH SYFTE	5
FÖRUTSÄTTNINGAR	5
<b>Antaganden</b>	<b>5</b>
GENOMFÖRANDE	6
<b>Beräkningsscenarier</b>	<b>6</b>
<b>Markavrinningsmodell</b>	<b>6</b>
Uppbyggnad av terrängmodell	8
Markanvändning	9
Nederbördsbelastning	10
Markens råhet	13
<b>Förändrad markanvändning</b>	<b>14</b>
<b>Ökad grönytefaktor</b>	<b>14</b>
RESULTAT	15
<b>Kommentarer till resultaten</b>	<b>15</b>
REFERENSER	16

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## INLEDNING OCH SYFTE

Länsstyrelsen Stockholm driver ett projekt som ska titta på var i länet det finns lågpunkter som kan utsättas för översvämningsrisk vid kraftiga regn. Som en del av detta projekt har WSP fått i uppdrag av Länsstyrelsen Stockholm att utföra skyfallskarteringar för tre områden i länet. Syftet är att resultaten från ett antal olika beräkningar och metoder ska kunna jämföras med en mer översiktlig lågpunktskartering som Länsstyrelsen själva tagit fram i ArcGIS. De olika karteringarna ska även kunna användas som stöd till kommunerna för vilken typ av kartering som kan användas i olika syften såsom översiktsplaner, detaljplaner etc.

WSP har gjort beräkningar med hydrauliska modeller för tre delområden i Täby, Haninge respektive Södertälje. För varje område har ett antal scenarier beräknats. För varje scenario har olika förutsättningar och antaganden varierats, till exempel regnvolymer, ledningsnätets kapacitet och exploateringsgrad.

En rapport har tagits fram för varje delområde, vilken beskriver de scenarier, antaganden och förutsättningar som gällt för respektive område. Scenarierna har tagits fram i samarbete med Länsstyrelsen och berörda kommuner.

För samtliga karteringar har raster med maximalt vattendjup i varje beräkningscell tagits fram. Dessutom har raster för maximal vattenhastighet, maximalt flöde samt tid för maximalt vattendjup tagits fram för ett scenario per område.

Denna rapport beskriver förutsättningarna för beräkningarna i Täby.

## FÖRUTSÄTTNINGAR


För karteringen användes följande underlag:

- Höjddata för utredningsområdet (laserscanning grid 1x1 m)
- Ortofoto över Täby
- Fastighetskartan innehållande markanvändning
- Filer med specifik markanvändning i Täby
- Shape-filer med broar samt viktiga kulvertar och vägtrummor
- Shape-fil med framtida förtättningsområden
- Utredningsområde angivet av Täby kommun

## Antaganden

För karteringen har följande antaganden gjorts:

- Ledningsnätet klarar av att avbörda ett 10-årsregn överallt (där det antas finnas ledningsnät)
- En förenkling har gjorts att det regn som ryms i ledningsnätet har dragits bort en gång och precis då regnet faller på en viss yta
- Infiltrationen räknas bort direkt från regnet genom avrinningskoefficienten
- En Extremsituation antas där marken snabbt blir mättad och ledningsnätet fylls
- Simuleringstiden för respektive scenario antas vara tillräckligt lång för att regnet ska hinna ansamlas i lågpunkter

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## GENOMFÖRANDE

I följande avsnitt beskrivs uppbyggnad av markavrinningsmodell och genomförande av beräkningar.

## Beräkningsscenarier

De scenarier som beräknats för Täby beskrivs i Tabell 1 nedan:


**Tabell 1** Beräkningsscenarier för Täby. För framtida klimat har en klimattfaktor på 1,25 använts (enligt överenskommelse med Länsstyrelsen i Stockholms län och rekommendationer från Svenskt Vatten).

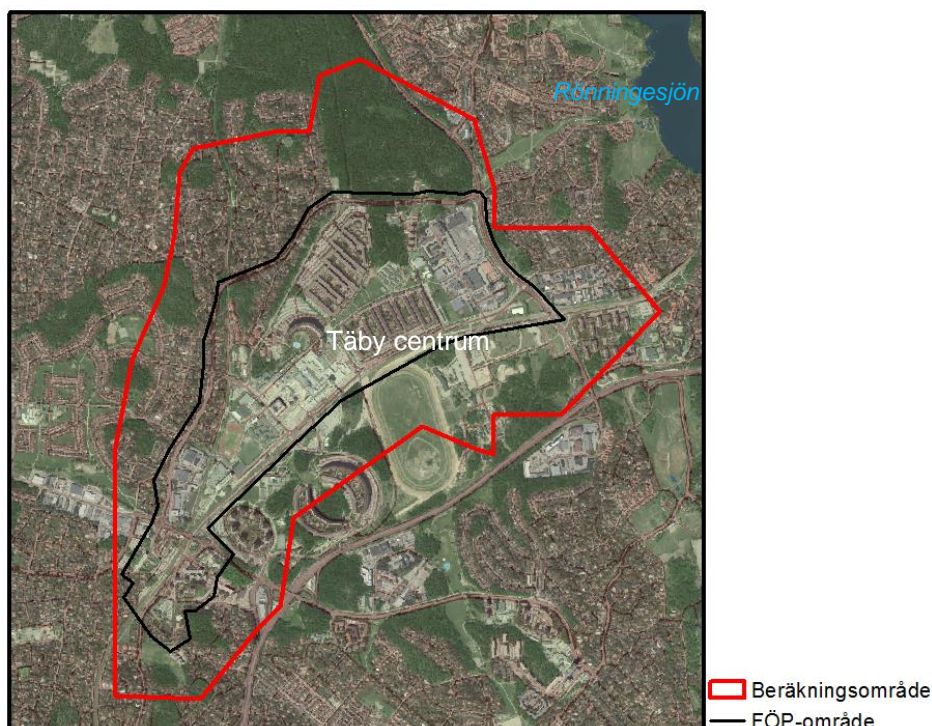
	Nederbördssituation	Markanvändning	Ledningsnätskapacitet
<b>Scenario 1</b>	100-årsregn, framtida klimat	Befintlig	10-årsregn (schablonavdrag)
<b>Scenario 2</b>	100-årsregn, framtida klimat	Framtida exploatering för möjliga förtätningsområden	10-årsregn (schablonavdrag)
<b>Scenario 3</b>	100-årsregn, framtida klimat	Befintlig	20-årsregn, framtida klimat (schablonavdrag)
<b>Scenario 4</b>	100-årsregn, framtida klimat	Befintlig markanvändning med ökad grönytefaktor	10-årsregn (schablonavdrag)
<b>Scenario 5</b>	"Köpenhamnsregnet"	Befintlig	Ingen, anses försumbart

GIS-skikt för tid för maximal vattennivå, maximalt flöde och maximal vattenhastighet har tagits fram för scenario 1.

## Markavrinningsmodell

En hydraulisk modell över markavrinningen har satts upp för ett område i Täby kommun som är föreslaget för fördjupad översiktsplan (FÖP). Beräkningsområdet har utökats för att få med all mark som avrinner mot FÖP-området. Den nya avgränsningen har gjorts utifrån möjliga rinnvägar (framtagna i AcGIS) i terrängen, dvs det område som har rinnvägar in mot FÖP-området har tagits med i beräkningsområdet. Figur 1 nedan visar beräkningsområde och FÖP-området.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	



**Figur 1** Område i Täby som är föreslaget för fördjupad översiktsplan (FÖP-område) samt det beräkningsområde som använts.

För beräkningarna användes programmet MIKE 21 som är ett tvådimensionellt beräkningsprogram framtaget av DHI (Danish Hydraulic Institute). Programmet beräknar vattennivå- och flödesförhållanden, i detta fall till följd av nederbörd som faller på marken. Beräkningarna baseras på numerisk lösning av Navier Stoke's ekvationer. För ytterligare beskrivning av modellen och ekvationer hänvisas till MIKE21 User Guide (DHI, 2014).


Koordinatsystem som använts i beräkningarna och vid framtagande av terrängmodell är SWEREF 99 18 00 och höjdsystem RH 2000. Resultaten har därefter konverterats till koordinatsystemet SWEREF 99 TM.

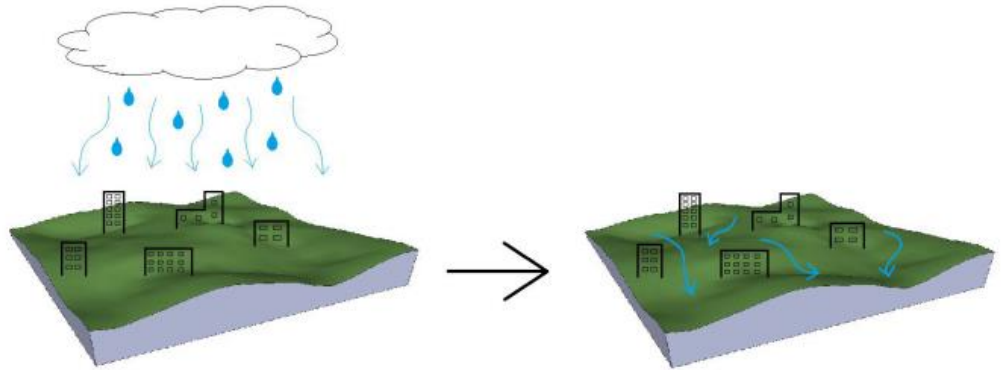
Modellen byggdes upp med hjälp av filer som beskriver följande indata:

- Batymetri<sup>1</sup>/topografi – Beskrivs av en terrängmodell/markmodell
- Nederbörds mängd
- Markens råhet – beskrivs med Mannings tal M

I Figur 2 illustreras hur ovanstående filer används för att beräkna markavrinning i den hydrauliska markavrinningsmodellen.

<sup>1</sup> Batymetri är benämningen på terrängmodellen/topografin i MIKE 21.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	



**Figur 2** Illustration av den hydrauliska markavrinningsmodellens funktion. Nederbörd belastar batymetrien/topografien och den resulterande markavrinningen beräknas.

Simuleringar gjordes med ett visst tidssteg under en bestämd tid, där regnet pågick under del av den totala simuleringstiden. Därefter pågick simuleringen ytterligare en tid då avrinning på ytan fick ske utan att ny nederbörd tillfördes. I den modell som användes gjordes förenklingen att infiltration och ledningsnätscapacitet endast dras bort från den initiala nederbördsmängd som faller.

Framtagandet av de filer och indata som behövs till markavrinningsmodellen beskrivs mer utförligt i kommande avsnitt.


## Uppbyggnad av terrängmodell

Batymetrien har byggts upp utifrån 1x1 m gridfiler från två laserskanningar över Täby. Laserskanningarna för Täby utfördes under april 2012 respektive april 2015 (området kring Täby centrum). Noggrannheten i höjd är, enligt uppgift från Täby kommun, 5 cm på öppna hårdgjorda ytor och 10 cm på övriga ytor. Med hänsyn till beräkningstider och stabilitet i beräkningarna resamplades terrängmodellen om till 2\*2m. På grund av "resampling" till gridstorlek 2x2 m har föreliggande terrängmodell sämre noggrannhet än grunddatat. Det är aktuella marknivåer vid skanningstillfällena som ligger till grund för terrängmodellen. Diken och eventuella dammar i beräkningsområdet beskrivs i terrängmodellen om det finns med i det ursprungliga laserdatat och är tillräckligt stora för att beskrivas med den upplösning som använts.

I terrängmodellen är de flesta broar borttagna (utifrån levererat laserdata), dock finns vissa GC-underfarter kvar i modellen. Enstaka manuella justeringar har därför gjorts för de broar som är kvar i modellen och som kan få större påverkan på resultatet. Följande broar/underfarter har öppnats upp i terrängmodellen för att inte felaktigt hindra vattnet:

- Grindtorpsvägen – GC-tunnel under Grindtorpsvägen vid Grindtorpskyrkan har öppnats upp med två gridceller i bredd och djupet anpassades efter omgivande underfart/tunnelnivå.
- Bergtorpsvägen – GC-tunnel under Bergtorpsvägen nära korsningen med Galoppvägen har öppnats upp med två gridceller i bredd och djupet anpassades efter omgivande underfart/tunnelnivå.



Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

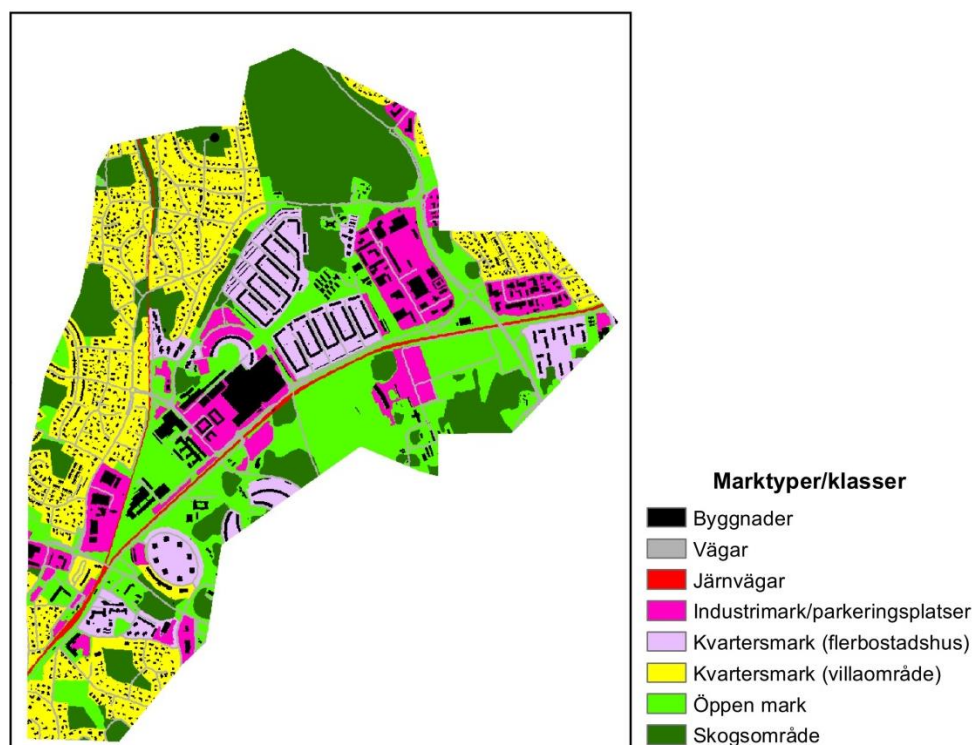
- GC-tunnel under banvall – GC-tunnel under banvallen i närheten av Bergtorpsskolan har öppnats upp med två gridceller i bredd och djupet anpassades efter omgivande underfart/tunnelnivå.
- GC-tunnel vid rondellen Bergtorpsvägen/Stockholmsvägen – GC-tunnel under Bergtorpsvägen vid rondell där Bergtorpsvägen möter Stockholmsvägen har öppnats upp två gridceller i bredd och djupet anpassades efter omgivande underfart/tunnelnivå.

Byggnader har tagits med i terrängmodellen genom att byggnader i byggnadslagret i fastighetskartan höjts upp med två meter från terrängmodellens nivå i varje beräkningscell.


## Markanvändning

Både avrinningskoefficienten, avdraget för ledningsnätet samt markens råhet styrs av markanvändningen/marktypen. För att beskriva denna togs en markanvändningskarta fram, vilken beskrivs närmare nedan. I detta fall beskrevs markanvändningen i ett sammansatt raster.

Markanvändningskartan har byggts upp med hjälp av befintlig klassning av markanvändning från Fastighetskartan för Täby samt analyser av ortofoton. Flygfotograferingen för ortofoton utfördes 2012. Justeringar har gjorts för några områden där den klassning som givits av Fastighetskartan har varit uppenbart felaktig. Dessa justeringar har utförts dels utifrån ortofotot samt utifrån filer med specifik markanvändning tillhandahållna av Täby kommun. Figur 3 nedan visar indelningen i marktyper/klasser.



**Figur 3** Indelning av marktyper i markanvändningsraster för beräkningsområdet i Täby.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

Markanvändningskartan har legat till grund för beräkning av nettobelastning av nederbörden samt beskrivning av markens råhet i den hydrauliska markavrinningsmodellen.

För den förändrade markanvändningen i scenario 2 har en ökad förtätningsgrad om 50 % antagits i fyra områden som valts ut av Täby kommun. Dessa områden kan studeras i Figur 4 nedan.



**Figur 4** Områden i Täby där en ökad förtätningsgrad på 50 % har antagits samt det beräkningsområde som använts.


För scenario 4 har ökad grönytefaktor beskrivits genom att göra ett avdrag på nederbörden som belastar området. Detta beskrivs närmare i avsnittet om nederbördsbelastning.

## Nederbördsbelastning

Nederbördsmängden som belastar varje beräkningscell i modellen (2\*2 m) räknades fram utifrån följande:

- Dimensionerande regntillfälle
- Avrinningskoefficienten för olika marktyper, som styrs av infiltrationskapacitet (som i sin tur baseras på andel hårdgjord yta)
- Avdrag för ledningsnätets kapacitet

Sammantaget beräknades utifrån ovanstående en nettovolym som kan ansamlas och avrinna på markytan. Nettovolymen varierar för de olika scenarierna.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## Dimensionerande regntillfälle

Det bedöms att dimensionerande regnvaraktighet för beräkningsområdet är i genomsnitt ca 30 minuter baserat på uppmätta rinnsträckor. Dock kan det lokalt finnas områden som har en längre eller kortare varaktighet som dimensionerande.

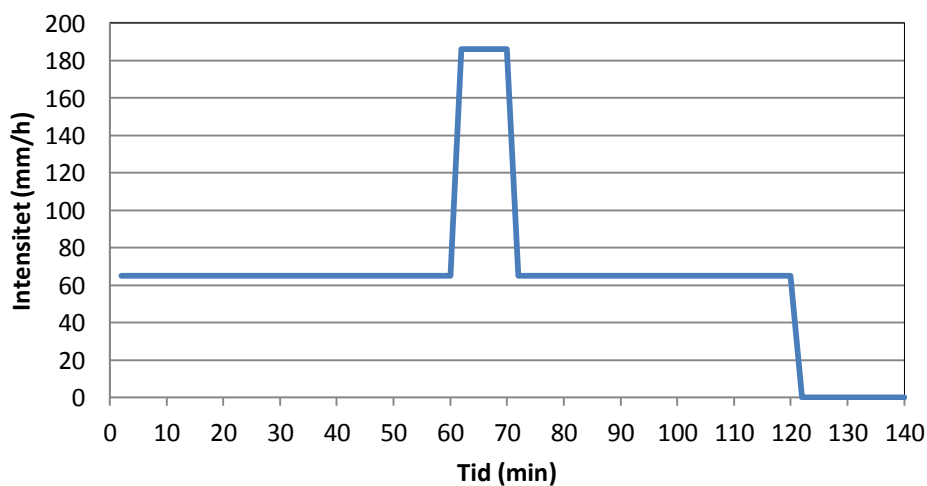
### 100-års regn i ett framtida klimat

100-årsregnet i ett förändrat framtida klimat symboliseras av ett 100-årsregn med 30-minuters varaktighet som multipliceras med en "klimatkoefficient" på 1,25. Den maximala bruttoregnvolymen (innan avdrag för infiltration och ledningsnät) är 55,6 mm under 30 min, med en konstant intensitet under hela regnet. Total simuleringstid 120 min.


### Köpenhamnsregnet

För att undersöka vilka konsekvenser det extrema regnet som föll över Köpenhamn den 2 juli 2011 kunde ha fått för Täby har en simulering gjorts med en beskrivning av detta regn. Totalt har 150 mm regn fördelats under 2 timmar, varav 31 mm faller under en 10-minutersperiod ungefär halvvägs in i nederbördstillfället, se Figur 5. De resterande 119 mm fördelas jämt under regnets första 60 minuter respektive sista 50 minuter. Antagandena baseras på offentliga uppgifter om regntillfället (DMI, 2012), (Mårtensson och Hernebring, 2013).

### Köpenhamn 2011-07-02



Figur 5 Regnintensitet för simulering av Köpenhamnsregn över Täby.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## Avrinningskoefficient

Avrinningskoefficienten är ett mått på hur stor andel av regnet som rinner av på markytan och varierar för olika typer av regn och underlag (typ av mark och infiltrationskapacitet). Svenskt Vatten (2004) anger branschstandard för 10-årsregn, men för att anpassa koefficienterna till större regn, såsom 100-årsregn och Köpenhamnsregnet, multiplicerades avrinningskoefficienten schablonmässigt med 1,25, då mindre vatten hinner infiltrera vid kraftig nederbörd, enligt litteratur från Vägverket (2008). Värdet på avrinningskoefficienten blir dock maximalt 1.

För marktyperna kvartersmark flerbostadshus samt kvartersmark villaområde har avrinningskoefficienterna justerats efter marktypernas andel hårdgjord yta enligt fastighetskartan. Tabell 2 visar valda avrinningskoefficienter för respektive marktyp vid 10-årsregn respektive 100-årsregn. I tabellen ses även de avrinningskoefficienter som använts för förtättningsområdena där en förtätning på 50 % har simulerats.

**Tabell 2** Avrinningskoefficienter för respektive marktyp/klass för 10-årsregn respektive 100-årsregn.


Yta	Avrinningskoefficient		
	10-årsregn	100-årsregn	Förtätning 50 %
Byggnader	0,9	1	1
Vägar	0,8	1	1
Järnvägar	0,4	0,5	0,5
Industrimark/parkeringsplatser	0,7	0,88	1
Kvartersmark (flerbostadshus)	0,27	0,34	0,51
Kvartersmark (villaområde)	0,1	0,13	0,19
Öppen mark	0,1	0,13	0,19
Skogsområde	0,1	0,13	0,19

## Avdrag för ledningsnät

Schablonavdrag har gjorts för att symbolisera ledningsnätets kapacitet i Täby. För scenario 1,2 och 4 har schablonavdrag motsvarande dagens 10-årsregn gjorts. Ledningsnätet har antagits ha kapacitet för ett 10-årsregn, vilket är dimensioneringskravet enligt Svenskt Vatten (2004). Avdraget anpassas för att vara dimensionerat efter marktyp genom att multiplicera med avrinningskoefficient (Tabell 3). Det maximala avdraget innan multiplicering med avrinningskoefficient är 21 mm under 30 min. Större diken finns med i modellen i den mån de beskrivits i terrängmodellen (se avsnitt terrängmodell).

För scenario 3 gjordes en känslighetsanalys för att se effekten av en ökad kapacitet på ledningsnätet. Avdrag gjordes istället för ett framtida 20-årsregn (inkl klimatfaktor). Det maximala avdraget innan multiplicering med avrinningskoefficient är 33 mm under 30 min

Ytor med öppen mark eller skogsområden antas inte ha ledningsnät, därav har inget avdrag gjorts för ledningsnätets kapacitet för dessa marktyper. Inget avdrag för ledningsnätets kapacitet har gjorts vid simuleringen av Köpenhamnsregnet eftersom kapaciteten kan anses försumbar vid en sådan extrem händelse.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

**Tabell 3** Avdrag för den regnvolym (mm) som antas rymmas i ledningsnätet.

Regn	Avdrag (mm)
10-årsregn	21
20-årsregn	33

### Nettobelastning nederbörd


Efter att hänsyn har tagits till ledningsnätets kapacitet, markytornas avrinning/infiltration och regnens storlek har en nettobelastning för regnvolymen till modellen beräknats. I Tabell 4 ses den nettobelastning som använts vid beräkningar av respektive scenario. För scenario 5, Köpenhamnsregnet, redovisas den totala nettobelastningen under 120 min varav den nettobelastning som faller under den intensiva delen på 10 min redovisas inom parentes.

**Tabell 4** Nettobelastning (mm regn) för olika marktyper i respektive scenario i Täby.

Yta	Nettobelastning (mm)				
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Byggnader	37	37	26	27	150 (31)
Vägar	39	39	29	39	150 (31)
Järnvägar	19	19	15	19	76 (16)
Industrimark/ Parkeringsplatser	34	41	26	34	131 (27)
Kvartersmark (flerbostadshus)	13	22	10	13	50 (10)
Kvartersmark (villaområde)	5	8	4	5	19 (4)
Öppen mark	7	10	7	7	19 (4)
Skogsområde	7	10	7	7	19 (4)

### Markens råhet

Råheten på en yta styr hur snabbt vattnet kan rinna över den. Råhetstalet för olika markanvändning i den hydrauliska markavrinningsmodellen har specificerats utifrån markanvändningskartan (se Figur 3). Respektive yta har getts ett värde för Mannings tal, se Tabell 5. Mannings tal uttrycker den råhet som påverkar friktionsförlusterna vid beräkning med Mannings formel.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

**Tabell 5** Mannings tal som beskriver en ytas råhet för olika marktper, riktvärden hämtade från Vägverket (2008)<sup>2</sup>.

Yta	Mannings tal, M
Byggnader	70
Vägar	70
Järnvägar	50
Industrimark/parkeringsplatser	60
Kvartersmark (flerbostadshus)	40
Kvartersmark (villaområde)	30
Öppen mark	20
Skogsområde	5

## Förändrad markanvändning

För den förändrade markanvändningen i scenario 2 har en ökad förtättningsgrad om 50 % antagits i fyra områden som valts ut av Täby kommun. Dessa områden kan studeras i Figur 4 ovan.

## Ökad grönytefaktor

För scenario 4 var syftet att studera effekterna av att området tillämpar en mer hållbar dagvattenhantering med trög avledning och lokalt omhändertagande av dagvatten.

Effekten av den ökade grönytefaktorn har illustrerats genom ett avdrag på 10 mm regn i början av det regn som belastar beräkningsområdet. Denna regnvolymer har dragits bort för samtliga takytorna i hela beräkningsområdet. Att dra av 10 mm från regnet på alla byggnader ska symbolisera att åtgärder har gjorts för att få en relativt stor ökning av grönytefaktorn. Exempelvis kan detta ha åstadkommit genom att bygga gröna tak eller att koppla takytorna till någon typ av magasin som inte avleder denna regnvolymer förrän konsekvenserna av 100-årsregnet har avtagit.


Ökad grönytefaktor eller LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten) kan åstadkommas på många sätt, ofta kan det vara en trögare avledning på markytan, vilket är svårt att beskriva i en modell. Detta förfarande är endast ett sätt att försöka illustrera ett alternativ med gröna ytor/magasin i ett stort område av en kommun.

Det är en förenkling att anta att de gröna ytorna (som symboliseras genom avdraget i regnvolymer) kan infiltrera allt regn som faller i början för att sedan inte fungera alls som magasin, men det bedöms vara en bättre beskrivning än att låta ytorna infiltrera en mindre volym under hela regnet. Denna typ av anläggningar är oftast inte dimensionerade för extrema nederbördstillfällen.

Siffran 10 mm baseras på erfarenhet och handboksvärden.

10 mm motsvarar ca 20 % av regnvolymer. För jämförelse innebär detta att den resulterade avrinningskoefficienten för takytorna bli ca 0,8 medan denna utan dag-

<sup>2</sup> Det finns få riktvärden och studier gjorda på lämpliga Mannings tal för denna typ av beräkningar. I detta fall har riktvärden från Vägverket (2008) använts.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

vattenåtgärd är satt till 1. I Stormtac (2015) har gröna tak vid kraftiga regn en avrinningskoefficient på ca 0,8.

## RESULTAT

Resultaten av beräkningarna levereras som rasterfiler.

För samtliga scenarier levereras filer med maximala vattendjup, dvs maximalt vattendjup (m) för varje beräkningscell över hela beräkningen/simuleringstiden. Det finns alltså ingen tid kopplad till maximalt vattendjup.


För scenario 1 redovisas dessutom följande:

- Maximala vattenhastigheter (m/s) - Den maximala vattenhastigheten, dvs hur snabbt vattnet rinner över en yta, som uppkommer i varje beräkningscell under simuleringstiden. Kan användas för att bedöma erosionsrisk eller risk för skador på byggnader och människor i kombination med vattendjup.
- Maximala flöden per m (l/s/m) - Det maximala flödet, dvs hur mycket vatten som rinner över en yta per tidsenhet, per m i varje beräkningscell under simuleringstiden. Kan användas för att hitta stora flödesstråk.
- Tidpunkter (min) under simuleringförloppet då maximala vattendjup uppträder. Kan användas för att se vad som är instängda områden respektive områden där vatten bara "rinner förbi". Dessa resultat ska tolkas så att ju rödare färg, desto senare i simuleringen uppkommer det maximala vattendjupet i punkten, vilket ökar risken för att det är lågpunkter/instängda områden. De gröna områdena är de som har sitt maxdjup innan eller när sista regndroppen faller.

## Kommentarer till resultaten

De simuleringar som har gjorts representerar ett scenario av ett kort, intensivt skyfall motsvarande ett 100-årsregn samt ett mer extremt scenario (Köpenhamnsregnet). För att ytterligare ringa in sårbarheten för vissa områden kan flera simuleringar med t ex längre varaktighet och lägre intensitet göras. Det är då viktigare än för dessa genomförda simuleringar att infiltrations- och ledningsnätscapacitet kan varieras dynamiskt i modellen. Att variera Mannings tal är en annan möjlig känslighetsanalys.

Inga slutsatser eller analys av resultatet görs inom ramen för detta uppdrag.

Uppdragsnr: 10216521	Skyfallskartering Stockholms Län	
Daterad: 2015-11-12	Beräkningsområde Täby	
Reviderad:		
Handläggare: Anna Risberg	Status: Slutversion	

## REFERENSER

DHI, 2014. MIKE 21, Flow Model Hydrodynamic Module, User Guide.

DMI, 2012. Teknisk rapport 12-03, Drift af Spildevandskomitéens Regnmålersystem, årsnotat 2011.

Mårtensson, Hernebring, 2013. Pluviala översvämningar, Konsekvenser vid skyfall över tätorter, En kunskapsöversikt.

Stormtac, 2015. Beräkningsmodell

Svenskt Vatten, 2004. Dimensionering av allmänna avloppsledningar, P90.

Svenskt Vatten, 2011. Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, P104.

Vägverket, 2008. Hydraulisk dimensionering, VVMB310.