

# Rapport 15SV737

Diarienummer  
15SV737

Projektnummer  
600346-106

## Skyfallsmodellering för Stockholms stad

---

- Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100)

Joakim Pramsten  
2015-12-03



Skyfallsmodelleringen utgör en del av stadens pågående klimatanpassningsarbete. Den har tagits fram i samverkan mellan Stockholm Vatten och Miljöförvaltningen samt med modelleringsstöd från WSP.



**Stockholms  
stad**

© Stockholm Vatten AB 2015

Författare: Joakim Pramsten, [joakim.pramsten@stockholmvatten.se](mailto:joakim.pramsten@stockholmvatten.se)

Rapporten citeras: Pramsten, J (2015). Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB.

Internt Dnr: 15SV737

Kontaktuppgifter: Stockholm Vatten AB, 106 36 Stockholm

Telefon: 08-522 120 00

Webb: [www.stockholmvatten.se](http://www.stockholmvatten.se)

## Sammanfattning

Stora och intensiva skyfall kan utgöra en potentiell översvämningsrisk i tätorter eftersom kommunala avloppssystem dimensioneras för regn upp till en viss storlek. Vid regn som är större än så finns det risk för att avloppssystemets kapacitet inte räcker till. Vatten kommer då att ansamlas på markytan och söka sig nedåt i terrängen, mot lokala lågpunkter, där översvämningar riskerar att uppstå.

I syfte att få en övergripande bild av sårbarheten vid extrema skyfall har Stockholms stad beslutat att göra en översiktlig skyfallsmodellering. Målsättningen med modelleringen är att den ska ge en bild av var i staden som översvämningsrisker kan finnas och var fördjupade, detaljerade utredningar kan behövas. Modellen har medvetet hållits på en övergripande nivå för att med en rimlig arbetsinsats och inom en rimlig tidsram få fram ett underlag till stadens fortsatta klimatanpassningsarbete. Modellen kommer att uppdateras och förfinas i takt med att ny kunskap erhålls.

Skyfallsmodelleringen tar sikte på att ge en indikation på möjliga konsekvenser av ett skyfall med en återkomsttid på 100 år<sup>1</sup>. För att i modelleringen ta höjd för framtida klimatförändringar har den gjorts för det klimat som kan förväntas råda år 2100. Översvämningar som indikeras av modellen beror inte på dimensioneringsbrister i avloppssystemet, utan på att regnet överskrider dimensioneringsnormen för systemet. Likartade översvämningar kan uppträda redan i dagens klimat, även om de då kan förväntas bli mindre till sin omfattning. För regn med mer än 100 års återkomsttid kan översvämningarnas omfattning bli större.

Skyfallsmodelleringen redovisar bara marköversvämningar, det vill säga översvämningar som uppträder på markytan. Vid ett skyfall av den storlek som modelleringen avser att visa är det sannolikt att stora delar av loppssystemet kommer att överbelastas och ge upphov till översvämningar i källare och liknande utrymmen. Sådana översvämningar fångas ej av modellen.

Modellen bygger på generaliserade underlagsdata som i vissa delar är osäkra. All tolkning av resultaten bör därför göras mot bakgrund av de förenklingar och antaganden som beskrivs i rapporten. Alltför långtgående slutsatser bör inte dras på grundval av modelleringen. Materialet är endast avsett att användas som ett planeringsunderlag. Resultaten kan ej användas för att förutsäga huruvida specifika fastigheter riskerar att drabbas av översvämning eller ej.

Vid bedömning av översvämningsrisker längs Bällstaån och dess biflöden bör Bällstaåmodellen<sup>2</sup> användas i stället skyfallsmodellen.

Tre grundläggande principer föreslås för framtida fysisk planering:

1. Avrinningsstråk på markytan bör hållas öppna för att erbjuda säkra avrinningsvägar.
2. Lågpunkter som kan riskera att översvämmas bör inte bebyggas.
3. Befintlig bebyggelse bör inte utsättas för ökad risk att översvämmas i framtiden.

Vidare föreslås att befintliga bebyggelseområden som kan vara utsatt för risk bör utredas vidare i syfte att så långt som möjligt eliminera eller reducera potentiella risker.

---

<sup>1</sup> Ett regn med 100 års återkomsttid är ett regn som har en procents sannolikhet att inträffa under ett enskilt år. Regn är slumpmässiga fenomen och ett 100-årsregn kan därför komma när som helst, kanske detta år eller kanske först om flera hundra år. Sett som ett genomsnitt över en mycket lång tidsperiod kan 100-årsregn dock förväntas inträffa en gång vart hundra år.

<sup>2</sup> För mer information se: <http://miljobarometern.stockholm.se/activity.asp?mp=VP&mo=10&dm=2&nt=8>

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Bakgrund .....	3
1.1. Effekter av ett förändrat klimat .....	3
1.2. Syftet med skyfallsmodelleringen.....	3
2. Metodik.....	4
2.1. Studerade scenarier .....	4
2.2. Förenklingar och generaliseringar.....	5
3. Resultat .....	7
3.1. Tolkning av resultaten .....	7
4. Förslag och rekommendationer .....	8
4.1. Rekommendationer för fysisk planering.....	8
4.2. Rekommendationer för åtgärdsplanering .....	8
4.3. Förslag på fortsatt arbete .....	9
Ord- och begreppsförklaringar .....	10
Bilagor .....	11

## 1. Bakgrund

Stora och intensiva skyfall kan utgöra en potentiell översvämningsrisk i tätorter eftersom kommunala avloppssystem dimensioneras för regn med upp till 10 års återkomsttid. Vid regn med längre återkomsttid än 10 år finns det risk för att avloppssystemets kapacitet inte räcker till. Vatten kommer då att ansamlas på markytan och söka sig nedåt i terrängen, mot lokala lågpunkter, där översvämningar riskerar att uppstå.

### 1.1. Effekter av ett förändrat klimat

Enligt SMHI förväntas kommande klimatförändringar medföra ökade regnintensiteter mot slutet av seklet. Stockholm Vatten bedriver därför ett kontinuerligt arbete med att succesivt höja kapaciteten i avloppssystemet, så att systemet i slutet av seklet ska klara av att hantera de regnintensiteter som då kan förväntas uppträda med en återkomsttid på 10 år. Den potentiella översvämningsrisken från regn med längre återkomsttider än 10 år kommer dock att kvarstå även efter denna uppdimensionering.

### 1.2. Syftet med skyfallsmodelleringen

Skyfallsmodelleringen tar sikte på att ge en indikation på möjliga konsekvenser av ett skyfall med en återkomsttid på 100 år. För att i modelleringen ta höjd för framtida klimatförändringar har den gjorts med nederbördsdata för det klimat som enligt SMHI kan förväntas råda år 2100 (se bilaga H). I modelleringen förutsätts det också att kommunens avloppsledningsnät har dimensionerats för att hantera regn med 10 års återkomsttid i detta framtida klimat. Översvämningar som indikeras av modellen beror därför inte på dimensioneringsbrister i avloppssystemet, utan på att regnet överskrider dimensioneringsnormen för systemet. Likartade översvämningar kan uppträda redan i dagens klimat, även om de då kan förväntas bli mindre till sin omfattning. För regn med mer än 100 års återkomsttid kan översvämningarnas omfattning bli större.

Hur många millimeter nederbörd som kan förväntas falla med en given återkomsttid beror inte bara på den valda återkomsttiden utan även på hur länge regnet varar. Exempel på detta ges i tabell 1.

**Tabell 1** Exempel på regn av den storlek som skyfallsmodelleringen avser att täcka (100-årsregn år 2100).

Varaktighet	Regndjup
15 minuter	44 mm
30 minuter	56 mm
1 timme	68 mm
2 timmar	82 mm
4 timmar	96 mm
8 timmar	113 mm

## 2. Metodik

Modelleringen har genomförts med hjälp av en hydraulisk ytavrinningsmodell. Ytavrinningsmodellen utgår från en höjdsatt yta över vilken vatten kan placera ut i önskad mängd. Modellen simulerar sedan vattnets väg ner mot ytans lågpunkter, se bilaga A.

Modellen har medvetet hållits på en övergripande nivå för att med en rimlig arbetsinsats och inom en rimlig tidsram få fram ett underlag till stadens fortsatta klimatanpassningsarbete.

För att resultatet från en modell ska kunna betraktas som tillförlitligt är det viktigt att både modellansats och ingångsparametrar återspeglar verkligheten så väl som möjligt. I skyfallsmodellen har en rad förenklingar gjorts i modellansatsen samtidigt som många ingångsparametrar är osäkra och generaliserade. Sammantaget ger det en osäkerhet i fråga om modellresultatens tillförlitlighet.

Osäkerheter i en modell kan vanligen reduceras genom att modellresultaten jämförs med observerade händelser, varefter indata anpassas så att resultaten matchar observationerna. En sådan kalibrering av modellen har dock inte varit möjlig att göra i detta fall eftersom skyfall med återkomsttider på 100 år är sällsynta och tillförlitliga observationer saknas. För att hantera osäkerheterna i modellen har istället flera scenarier med olika ingångsparametrar simulerats. Resultaten från dessa scenarier ger sammantaget en bild av modellens osäkerhet och känslighet för olika ingångsparametrar.

### 2.1. Studerade scenarier

Totalt har fyra scenarier simulerats. De har alla belastats med ett 100-årsregn anpassat till det klimat som kan tänkas råda år 2100, det vill säga för de regnvolymer som redovisas i tabell 1.

Tre av scenariona utgår från nuvarande markanvändning och syftar till att ge en samlad bild av möjliga översvämningrisker genom att synliggöra modellens känslighet för olika parameterintervall:

- **Scenario A**  
Scenariots parametrar har valts för att inom rimliga gränser vara så gynnsamma som möjligt. Översvämningar som trots detta indikeras i scenariot bör därför ha en relativt hög sannolikhet. Exempel på antaganden som gjorts i detta scenario är att andelen hårdgjorda ytor är relativt liten, att avloppssystemet och anslutningarna till detta har relativt god kapacitet i förhållande till dimensioneringsnormen samt att grönytor kan infiltrera i stort sett all nederbörd som faller på dem.
- **Scenario B**  
Scenariots parametrar har valts för att vara så väl avvägda som möjligt med hänsyn till tillgänglig kunskap. Exempel på antaganden som gjorts i detta scenario är att andelen hårdgjorda ytor är normalstor, att avloppssystemet har normal kapacitet i förhållande till dimensioneringsnormen samt att infiltrationskapaciteten för grönytor är något begränsad i tätbebyggda områden men relativt god i övriga områden.
- **Scenario C**  
Scenariots parametrar har valts för att inom rimliga gränser vara så ogynnsamma som möjligt. Exempel på antaganden som gjorts i detta scenario är att andelen hårdgjorda ytor är relativt stor, att avloppssystemet har relativt låg kapacitet i förhållande till dimensioneringsnormen samt att infiltrationskapaciteten för grönytor är mycket begränsad i tätbebyggda områden och något begränsad i glesare bebyggelse samt i grönområden.

Det fjärde scenariot utgår från att all mark i kommunen betraktas som bebyggd:

- **Scenario D**

Syftar till att simulera konsekvenser skulle kunna uppkomma om all mark bebyggdes. Scenariot är alltså i detta avseende ett fiktivt scenario som inte återspeglar nuläget. Scenariots parametrar har i övrigt valts för att vara så väl avvägda som möjligt med hänsyn till tillgänglig kunskap. Scenariot är därför identiskt med scenario B i allt utom hårdgöringsgrad.

Parameterval för de olika scenarierna redovisas i bilaga H. Ytterligare information kring metodik och framtagande av indata till modellen finns i bilaga A-H.

## 2.2. Förenklingar och generaliseringar

En rad förenklingar och generaliseringar har gjorts i modellen. Det är viktigt att ta hänsyn till dessa när modellresultaten tolkas.

De viktigaste förenklingarna och generaliseringarna beskrivs i korthet nedan:

- **Andelen ytor som antas vara hårdgjorda baseras på generaliseringar och antaganden.** Markanvändningen har tolkats från stadskartan som redovisar övergripande markanvändningskategorier. Den tolkade markanvändningen har legat till grund för bedömning av markens hårdgöringsgrad. Bedömningen baseras på antaganden och schabloner. Den verkliga hårdgöringsgraden kan därför avvika från hårdgöringsgraden i modellen.
- **Markens infiltrationskapacitet beskrivs inte med hänsyn till lokala förutsättningar.** Schablonmässiga infiltrationskapaciteter har istället antagits generellt med utgångspunkt från ett relativt magert faktaunderlag. Nederbörden som fördelas över grönytor i modellen har reducerats med utgångspunkt från dessa schabloner. Infiltrationskapaciteten utgör därför en betydande osäkerhetsfaktor, särskilt i ytterstadsområden med stor andel grönytor.
- **Avloppssystemets kapacitet beskrivs inte med utgångspunkt från nätets verkliga utformning och kapacitet.** En schablonmässig avledningskapacitet har istället antagits generellt i respektive scenario med utgångspunkt från att avloppssystemet och anslutningarna till detta klarar av att avleda regn med en viss återkomsttid. Nederbörden som fördelas över de hårdgjorda ytorna i modellen har reducerats med utgångspunkt från dessa antaganden. I verkligheten kan avloppssystemets kapacitet avvika både uppåt och nedåt samt variera från område till område.
- **Modellen tar bara hänsyn till effekten av infiltration och ledningssystem i den punkt där regnet faller.** Vatten som inte kan omhändertas direkt på den plats där det faller rinner i modellen vidare längs markytan ända tills det når en lågpunkt i landskapet. Modellen tar inte hänsyn till om det i verkligheten skulle finnas möjlighet för vattnet att infiltrera på grönytor eller avledas via ledningar längre ned längs dess väg genom terrängen. Modellen tar heller inte hänsyn till att vatten i vissa fall skulle kunna föras från ett delområde till ett annat via avloppsledningar, och därigenom ge upphov till översvämningar i andra punkter än de som ligger direkt nedströms i landskapet.
- **Underjordiska anläggningar finns inte med i modellen.** Väg- och tågtunnlar saknas i modellen liksom andra underjordiska utrymmen såsom tunnelbanestationer, gallerior, parkeringsgarage och källare. Vatten som i verkligheten skulle ha sökt sig ned i sådana utrymmen kommer därför i modellen att rinna vidare på ytan och indikera översvämningens risker på fel ställen.

- **Terrängen i modellen representeras av en enda sammanhängande yta.** Detta innebär att marknivån i en given punkt endast kan ha ett värde. Följden blir att korsande passager i landskapet, t.ex. vägbroar och gångtunnlar, antingen måste representeras med sin övre nivå (vägbroar blir då som murar i landskapet) eller med sin undre nivå (gångtunnlar blir då som raviner i landskapet). I simuleringarna har korsande passager i allmänhet representerats av sin undre nivå då det har bedömts ge de mest korrekta resultaten.
- **Modellens rumsliga upplösning är begränsad.** Marknivåer och markanvändning representeras i modellen av rasterrutor med en storlek på 4×4 meter. Upplösningen är därför för grov för att fånga mindre detaljer såsom mindre svackor, rännalar, höjdryggar, murar, trånga passager och andra småskaliga objekt som på ett eller annat sätt kan tänkas påverka avrinningen.



## 3. Resultat

Resultaten från simuleringarna redovisas i GIS-skikt som kan användas för vidare analyser av olika slag. För vart och ett av de fyra scenarierna har följande GIS-skikt tagits fram:

- Vattendjup vid simuleringsslut
- Maximala vattendjup under simuleringsförloppet.
- Tidpunkter under simuleringsförloppet då maximala vattendjup uppträder.
- Maximala vattenhastigheter under simuleringsförloppet.
- Maximala flöden under simuleringsförloppet.

Ett GIS-skikt för översiktlig riskbedömning har också tagits fram genom att kombinera resultaten från de tre scenarier som baseras på nuvarande markanvändning (scenario A, B och C). Detta underlag redovisar den uppskattade risken för översvämning fördelat på tre grader av sannolikhet. Riskbedömningskartan kan ge en uppfattning om osäkerheten i resultaten samtidigt som den kan användas för att identifiera särskilt utsatta områden.

### 3.1. Tolkning av resultaten

Alltför långtgående slutsatser bör inte dras på grundval av modelleringen. Materialet är endast avsett att användas som ett planeringsunderlag. Resultaten kan ej användas för att förutsäga huruvida specifika fastigheter riskerar att drabbas av översvämning eller ej. All tolkning av resultaten bör göras mot bakgrund av de förenklingar och generaliseringar som beskrivs i avsnitt 2.2.

Resultaten från simuleringarna har i några kända lågpunkter jämförts med verkligheten och i dessa punkter verkar simuleringarna ge en rimlig bild av var kritiska lågpunkter kan finnas. Huruvida utbredningarna på de simulerade översvämningarna också är rimliga är svårare att bedöma, de kan tänkas bli både större och mindre än vad som indikeras.

Generellt sett borde indikerade översvämningutbredningar i tätbebyggda miljöer kunna betraktas som säkrare än indikerade översvämningutbredningar i områden med mycket grönytor. Anledningen till detta är att osäkerheter avseende infiltrationskapaciteten minskar i betydelse i takt med minskad andel grönytor. Å andra sidan är förekomsten av tunnlar och andra underjordiska utrymmen större i tätbebyggda miljöer, vilket ökar risken för att översvämningar indikeras på fel ställe i sådana miljöer.

Det är viktigt att poängtera att skyfallsmodellen bara redovisar marköversvämningar, det vill säga översvämningar som uppträder på markytan. Vid ett skyfall av den storlek som modellen avser att visa är det sannolikt att stora delar av loppssystemet kommer att överbelastas och ge upphov till översvämningar i källare och liknande utrymmen. Sådana översvämningar fångas ej av modellen.

Det är också viktigt att notera att skyfallsmodellen inte beskriver översvämningrisker i anslutning till vattendrag och större naturmarksområden på ett korrekt sätt. Modellen är framtagen för att beskriva risker relaterade till korta och intensiva skyfall. För att analysera långtidspåverkan av nederbörd krävs en mer omfattande modellansats. Vid bedömning av översvämningrisker längs Bällstaån och dess biflöden bör därför Bällstaåmodellen<sup>3</sup> användas i stället för skyfallsmodellen.

---

<sup>3</sup> För mer information se: <http://miljobarometern.stockholm.se/activity.asp?mp=VP&mo=10&dm=2&nt=8>

## 4. Förslag och rekommendationer

Nedan följer några förslag och rekommendationer på hur resultatet från skyfallsmodelleringen kan användas och utvecklas vidare.

### 4.1. Rekommendationer för fysisk planering

Den fysiska planeringen är ett viktigt verktyg i arbetet med att förebygga och begränsa de skadliga effekterna av extrema skyfall. Det handlar både om att inte bygga in problem i nya områden och om att inte förvärra redan existerande problem i befintliga områden.

Tre grundläggande principer bör tillämpas vid fysisk planering:

#### 1. Säkra ytliga avledningsstråk

Avrinningsstråk på markytan, dit vatten naturligt kommer att söka sig vid stora skyfall, bör hållas öppna för att erbjuda säkra avrinningsvägar. Ny bebyggelse bör därför inte tillåtas i sådana stråk. Skyfallsmodelleringen ger i sin nuvarande form inte tillräckligt tydlig information om var sådana avrinningsstråk finns men genom vidare bearbetning av materialet torde de kunna identifieras.

#### 2. Säkra lokala lågpunkter

Lågpunkter som kan riskera att översvämmas bör inte bebyggas. Det är i detta sammanhang viktigt att ta höjd även för framtida, ännu okända, exploateringar och förtätningar i lågpunkternas tillrinningsområden. Grundregeln bör därför vara att inte tillåta ny bebyggelse på mark som riskerar att översvämmas i det scenario där all mark betraktas som hårdgjord (scenario D). En viss säkerhetsmarginal bör dessutom tas med i bedömningen. Detta ger frihet att i framtiden exploatera mark uppströms dessa lågpunkter utan risk för skadliga översvämningar i själva lågpunkterna.

#### 3. Förvärra inte läget för bebyggelse som redan är utsatt för risk

Befintlig bebyggelse bör inte utsättas för ökad risk att översvämmas i framtiden. I avrinningsområden där bebyggelse riskerar att översvämmas redan med dagens exploateringsnivå bör ytterligare hårdgöring av mark inte tillåtas, såvida inte en fördjupad utredning visar hur översvämningensrisken ska hanteras.

### 4.2. Rekommendationer för åtgärdsplanering

Bebyggelse som kan vara utsatt för risk redan med dagens exploateringsnivåer bör identifieras och utredas vidare för att få risken verifierad och värderad. Vid konstaterad risk bör möjliga åtgärder för att eliminera eller reducera risken utredas och kostnadsberäknas.

Exempel på åtgärder kan vara:

- Justering av marknivåer högre upp i avrinningsområdet för att styra vattnet mot platser där det gör mindre skada.
- Anordnande av ytor där kontrollerade översvämningar kan tillåtas att ske.
- Ökning av andelen grönyta i avrinningsområdet för öka infiltrationen.
- Nyförläggning av ledningar för att höja ledningskapaciteten över den dimensionerande normen.

En avvägning mellan kostnad och nytta måste göras för olika åtgärdsförslag. Om en åtgärd kan samordnas med andra projekt eller ge mervärden på andra områden, till exempel skapa ytor för rekreation eller öka den biologiska mångfalden, bör även detta vägas in vid beslutsfattandet.

### 4.3. Förslag på fortsatt arbete

Det material som hittills har tagits fram inom ramen för skyfallsmodelleringen syftar framför allt till att identifiera möjliga översvämningsrisker. Av materialet är det dock svårt att direkt utläsa hur vattnet rinner och varifrån det vatten som samlas i olika lågpunkter kommer. En bearbetning av materialet skulle därför behöva göras i syfte att få fram GIS-skikt som redovisar:

- Avrinningsstråk och avrinningsvägar
- Avrinningsområdesgränser för känsliga lågpunkter

Vidare kan det vara svårt för en enskild handläggare att tolka det kartmaterial som nu finns framtaget samt att dra korrekta slutsatser från det. För att underlätta planerings- och åtgärdsarbetet borde det därför tas fram GIS-skikt som redovisar:

- Avrinningsstråk som bör hållas fria från bebyggelse och andra hinder.
- Översvämningszoner i vilka ny bebyggelse ej bör tillåtas.
- Avrinningsområden i vilka ytterligare hårdgöring ej bör tillåtas utan föregående utredning.

Ytterligare exempel på GIS-skikt som borde tas fram är redovisning av följdrisker som kan uppstå utöver den rena översvämningsrisken:

- Risk för personskador orsakade av höga vattenhastigheter i kombination med höga vattennivåer.
- Risk för erosionskador orsakade av höga vattenhastigheter.
- Risk för föroreningstransport orsakad av erosion i områden med förorenad mark.

För att få en uppfattning om vilka konsekvenser ett regn med längre återkomsttid än 100 år skulle kunna medföra skulle det också vara önskvärt att simulera regn med upp till 1000 års återkomsttid. Detta skulle framför allt vara av värde för stadens risk- och sårbarhetsarbete, men det skulle även kunna ge en ökad insikt i vilka områden som är extra sårbara och därför viktiga att prioritera i planerings- och åtgärdsarbetet.

Slutligen finns det en rad åtgärder som skulle kunna vidtas i syfte att förbättra modellansatsen och de antaganden som gjorts i simuleringarna och därigenom få mer tillförlitliga resultat:

- Den kanske viktigaste åtgärden skulle vara att genomföra infiltrationsförsök i fält för att få bättre kunskap om hur mycket vatten som faktiskt kan infiltrera på olika typer av grönytor. Detta är angeläget eftersom infiltrationskapaciteten hos grönytor utgör en av de största osäkerhetsfaktorerna i modellen.
- En annan åtgärd skulle kunna vara att beskriva infiltrationen mer dynamiskt genom att ta hänsyn till outnyttjad infiltrationskapacitet längs vattnets väg genom terrängen. I nuvarande modellansats görs inte detta utan vatten antas bara kunna infiltrera i den punkt där regnet faller. Detta är en medveten förenkling som har gjorts mot bakgrund av den stora osäkerhet som finns avseende infiltrationskapacitet.
- Ytterligare en åtgärd skulle kunna vara att koppla ihop markavrinningsmodellen med en ledningsnätmodell som kan simulera ledningsnätets verkliga kapacitet, istället för att som nu, utgå från att nätets kapacitet motsvaras av dimensioneringsnormen att kunna hantera regn med 10 års återkomsttid. Detta är framför allt angeläget i områden som redan i dag kan vara utsatta för risk.
- Olika typer av ingångsdata skulle också kunna förfinas och utvecklas, till exempel de rasterkartor som beskriver hårdgöringsgraden och marknivån i den hydrauliska modellen.

## Ord- och begreppsförklaringar

<b>Avledningskapacitet</b>	Avloppsledningsnätets förmåga att avleda vatten.
<b>Avrinning</b>	Regnvatten som avrinner på markytan.
<b>Avrinningsområde</b>	Ett område inom vilket all avrinning sker mot en gemensam punkt.
<b>Avrinningsstråk</b>	En avrinningsväg som samlar vatten från ett större område.
<b>Avrinningsväg</b>	Den väg som vattnet kommer att följa när det avrinner på markytan.
<b>Dimensioneringsnorm</b>	Den avledningskapacitet som avloppsledningsnätet dimensioneras för.
<b>Erosion</b>	Vattnets nötande effekt på fast material, t.ex. jord.
<b>Exploatering</b>	Nyttillkommande bebyggelse.
<b>Fysisk planering</b>	Planläggning av den bebyggda miljön.
<b>Föroreningstransport</b>	Transport av föroreningar som frigjorts, t.ex. via erosion.
<b>Förtätning</b>	Tillkommande bebyggelse i redan bebyggd miljö.
<b>GIS-skikt</b>	Geografiska kartdata som kan läsas och bearbetas av datorprogram.
<b>Hårdgöringsgrad</b>	Hur stor andel av marken som är hårdgjord.
<b>Höjdsatt yta</b>	En yta med marknivåer.
<b>Infiltration</b>	Vattnets nedträngning genom markytan på icke hårdjorda ytor.
<b>Infiltrationskapacitet</b>	Markens förmåga att infiltrera vatten.
<b>Ingångsparametrar</b>	De data som ligger till grund för en simulering.
<b>Klimatanpassning</b>	Anpassning av bebyggda miljöer till förväntade klimatförändringar.
<b>Ledningsnätsmodell</b>	En datorbaserad beräkningsmodell som simulerar avledning via ledningar.
<b>Lokal lågpunkt</b>	En lågpunkt i terrängen som saknar ytliga avrinningsvägar.
<b>Markanvändning</b>	Vilken typ av bebyggelse eller verksamhet som finns i ett område.
<b>Marköversvämning</b>	En översvämning på markytan.
<b>Modellansats</b>	Ett försök att efterlikna verkligheten med hjälp av matematiska samband.
<b>Modellresultat</b>	Resultatet av en simulering.
<b>Raster</b>	Ett rutnät som beskriver terräng- eller markförhållanden inom ett område.
<b>Scenario</b>	En uppsättning ingångsparametrar med tillhörande simuleringsresultat.
<b>Simulering</b>	En körning av en matematisk modell.
<b>Tillrinningsområde</b>	Ett område inom vilket all avrinning sker mot en given punkt.
<b>Varaktighet</b>	Längden på det regn som studeras.
<b>Ytavrinningsmodell</b>	En datorbaserad beräkningsmodell som simulerar avrinning på markytan.
<b>Återkomsttid</b>	Ett mått på hur ofta en händelse kan förväntas inträffa i genomsnitt.

## Bilagor

**Bilaga A: Beskrivning av hydraulisk markavrinningsmodell**

**Bilaga B: Framtagande av höjdmodell för markytan**

**Bilaga C: Framtagande av markanvändningskarta**

**Bilaga D: Framtagande av råhetstal för olika markanvändningar**

**Bilaga E: Metodik för beräkning av nettovolymen som ansamlas på markytan vid stora regn**

**Bilaga F: Inventering och analys av kunskapsunderlag avseende infiltration på grönytor**

**Bilaga G: Beskrivning av några enkla infiltrationsförsök utförda i Norra Ängby 2015**

**Bilaga H: Framtagande av nettonederbörd till hydraulisk markavrinningsmodell**

Stockholm Vatten är ett kommunalt bolag som producerar och levererar dricksvatten av hög kvalitet till över en miljon människor i Stockholmsområdet. Vi tar också hand om och renar det använda vattnet på bästa sätt för att skydda miljön. Vi sköter avfallshanteringen i Stockholm och ansvarar för att restprodukter från våra verksamheter återvinns i ett effektivt kretslopp.



Stockholm Vatten AB  
Tel 08-522 120 00  
[stockholmvatten@stockholmvatten.se](mailto:stockholmvatten@stockholmvatten.se)  
[www.stockholmvatten.se](http://www.stockholmvatten.se)  
*En del av Stockholms stad*