

Avsedd för  
**Stadsbyggnadskontoret i Göteborg**

Dokumenttyp  
**Rapport**

Datum  
**2014-02-20**

Revision  
**2**

# HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG

UPPDATERING AV AVRINNINGSSOMRÅDEN PÅ JÄRNVÄGSOMRÅDET I OMRÅDE C

**SIMULERINGSUPPDRAK 1D**



# HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG SIMULERINGSUPPDRAG 1D

Revidering **2**  
Datum **2014-02-20**  
Utfört av **Henrik Thorén**  
Kontrollerad av **Henrik Sønderup**  
Godkänd av **Anna Edman**  
Beskrivning **Uppdatering av avrinningsområden på järnvägsområdet i område C**

Ref. 1320001782-002

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1.</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Metod</b>	<b>2</b>
2.1	Uppdatering av befintlig modell	2
2.2	Känslighetsanalys	3
<b>3.</b>	<b>Beräkningar</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>Resultat</b>	<b>5</b>
4.1	Känslighetsanalys	5
4.2	Förklaring till kartbilagor	6
<b>5.</b>	<b>Diskussion och slutsater</b>	<b>8</b>

## BILAGOR

### **Bilaga 1**

Redovisning av kritiska objekt

## 1. BAKGRUND

Järnvägsområdet utgör en stor andel av ytan i Område C och därför har det potentiellt väldigt stort inflytande på översvämningarna i Område C. Det interna avvattningssystemet på järnvägsområdet är idag inte beskrivet i den hydrauliska modellen. Det finns idag ingen samlad digital information att tillgå angående det interna avvattningssystemet på järnvägsområdet. Informationen finns tillgänglig i form av ritningar från starten av järnvägsområdets utbyggnad till dagens datum. Det har därför bedömts vara allt för tidskrävande att genomgå materialet i förhållande till vad som bedömdes av detta simuleringsuppdrag. Ledningarnas dimension och djup var enligt uppgift från Trafikverket generellt inte tillgängligt på ritningarna och det hade krävts omfattande visuell inspektion för att säkerställa detta.

Därför har istället antaganden gjorts huruvida de interna avrinningsområdena är kopplade till de kommunala avloppsledningarna. Information angående de interna avrinningsområdena baseras på uppgift från Trafikverket, som har framställt en erfarenhetsmässig skiss av hur de interna avrinningsområdena ser ut och var de är kopplade till de kommunala avloppsledningarna. Den hydrauliska modellen har i detta simuleringsuppdrag uppdaterats för att beskriva hur de interna avrinningsområdena på järnvägsområdet är kopplade till de kommunala avloppsledningarna.

Genom att utföra en känslighetsanalys, där andelen hårdgjorda ytor varieras på de interna avrinningsområdena på järnvägsområdet, kan dessa avrinningsområdens påverkan på översvämningarna i området kvantifieras och visualiseras i form av kartor.

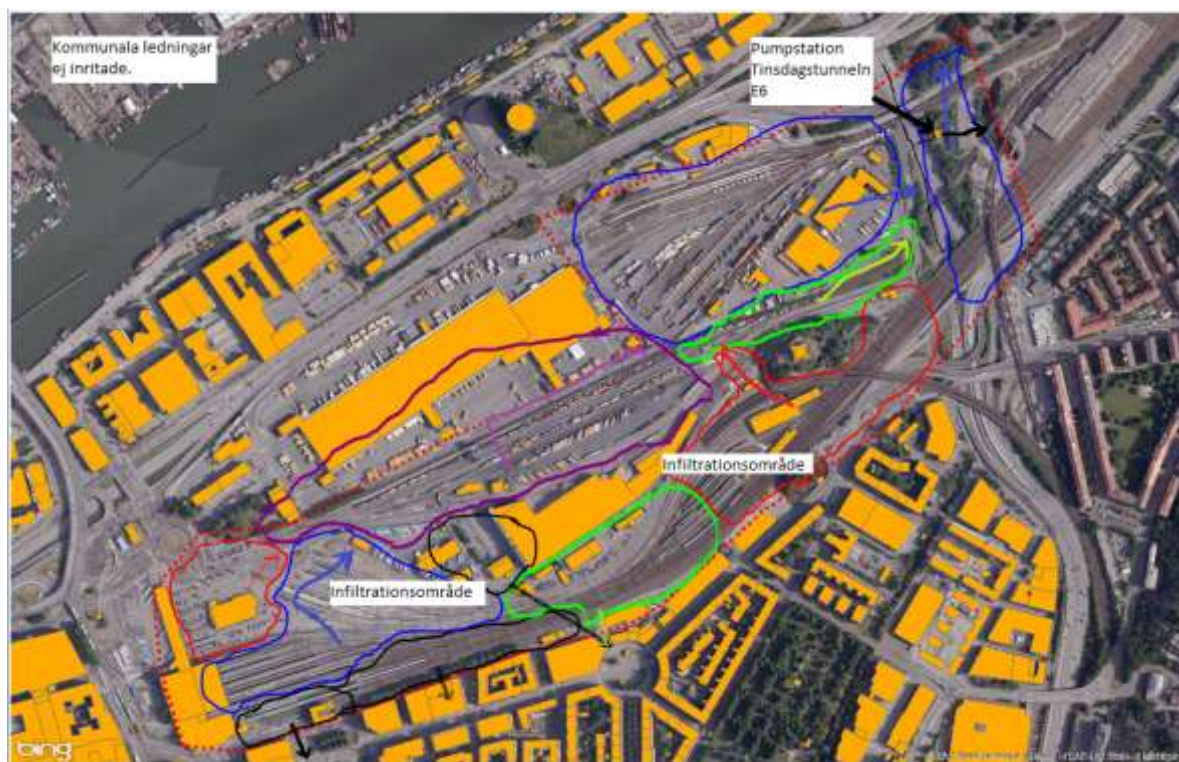
## 2. METOD

### 2.1 Uppdatering av befintlig modell

Den utförda uppdateringen av de interna avrinningsområdena på järnvägsområdet är baserad på den principiella skissen från Trafikverket, se figur 1 och figur 2. Skissen visar att det finns 10 huvudavrinningsområden på järnvägsområdet, som i figur 2 är benämnda JVG\_01 till JVG\_10. I största möjliga mån har de ursprungliga avrinningsområdesgränserna använts och det är endast avrinningsområdets koppling till de kommunala avloppsledningarna som har ändrats. För några avrinningsområden var det tvunget att dela de ursprungliga avrinningsområdena för att avrinningsområdets utbredning skulle stämma överens med principskissen. Detta gäller främst avrinningsområde JVG\_01 och JVG\_06 – JVG\_10.

De uppdaterade avrinningsområdena kopplades till avloppssystemet enligt den principiella skissen. Denna koppling är illustrerad med de svarta linjerna i figur 2. Avströmningstiden har också beräknats för de uppdaterade avrinningsområdena inne på järnvägsområdet.

Eftersom information saknas angående infiltrationsanläggningarnas kapacitet inne på järnvägsområdet, har det antagits att regnets intensitet vid ett 100 års regn är så pass hög att vattenförlusten i dessa anläggningar är liten i förhållande till den avströmning som bildas. D.v.s. att det tas inte höjd för att en del av vattnet infiltreras i några av de interna avrinningsområdena inne på järnvägsområdet innan det transporteras ut till de kommunala avloppsledningarna.



**Figur 1** Den principiella skissen av de interna avrinningsområdena som är mottaget från Trafikverket. De olika färgerna avgränsar avrinningsområdena.



**Figur 2** Översikt av de avrinningsområden som är uppdaterade i Mike Urban modellen.

## 2.2 Känslighetsanalys

För att bedöma storleken på översvämningens förändring till följd av avrinning inom järnvägsområdet har en känslighetsanalys utförts där andelen av hårdgjorda ytor varieras inom järnvägsområdet. I den första delen av analysen så minskas andelen av hårdgjorda ytor med 50 % för att kunna visualisera i vilka områden som översvämningarna eventuellt blir mindre, se Tabell 1. I den andra delen så ökas andelen av hårdgjorda ytor med 100 % för att kunna visualisera i vilka områden som översvämningarna blir större.

Scenario	Avrinningsområde	Hårdgjorda ytor	Andel hårdgjorda ytor
CDS100MW	56,3 ha	25,6 ha	45 %
CDS100MW, -50 %	56,3 ha	22,7 ha	23 %
CDS100MW, +100 %	56,3 ha	51,2 ha	91 %

**Tabell 1** Översikt av avrinningsområdena på järnvägsområdet i de olika scenarierna

### 3. BERÄKNINGAR

I simuleringsuppdrag 1d har fyra olika scenarier simulerats, vilka utgår från de två scenarier som simulerats i uppdrag 1a. Det första scenariot bygger på att ett 100 års regn faller i centrala Göteborg, samtidigt som det är medelvattenstånd i Göta älv, se tabell 2. I det andra scenariot faller också ett 100 års regn i centrala Göteborg, samtidigt som vattennivån i Göta älv är extremt hög. Utöver dessa utförs även två simuleringar med ett 100 års regn, där andelen hårdgjorda ytor för järnvägsområdet minskas med 50 % respektive ökas med 100 %. I dessa två känslighetsanalyser har vi valt att räkna med medelvattennivå i Göta älv, för att visualisera skillnaden i andel hårdgjord yta framför förhöjd vattennivå i Göta älv. Tidsperspektivet för scenarierna är nutid.

För att minska påverkan av marköversvämning direkt från Göta älv har simuleringarna genomförts med den ledningsnätsmodell som togs fram i simuleringsuppdrag 1c. I denna modell blev pumpstationerna i Götatunneln och Tingstadstunneln tillagda, plus att terrängmodellen korrigerades för att beskriva de permanenta och mobila skyddsbarriärer som finns för att skydda mot hög vattennivå i Göta älv.

Scenario	Älv nivå	Beskrivning	Regn
CDS100MW	Rosenlund MW (+0,15 m RH2000)	Nutida medelvattenstånd i havet (RH2000)	CDS 100 år
CDS100HHW	Rosenlund HHW (+1,85 m RH2000)	Nutida extremvattenstånd i havet (200 års värde RH2000)	CDS 100 år
CDS100MW, -50 %	Rosenlund MW (+0,15 m RH2000)	Nutida medelvattenstånd i havet (RH2000). Andelen hårdgjorda ytor på järnvägsområdet minskades med 50 %	CDS 100 år
CDS100MW, +100 %	Rosenlund MW (+0,15 m RH2000)	Nutida medelvattenstånd i havet (RH2000). Andelen hårdgjorda ytor på järnvägsområdet ökades med 100 %	CDS 100 år

**Tabell 2** De simuleringsfall som genomförts i simuleringsuppdrag 1d

## 4. RESULTAT

Resultaten visas i kartbilagor, vilka förklaras mer ingående i avsnitt 4.2. Vid hänvisning till kartbilagorna används endast kartans löpnummer.

Resultaten jämförs med resultaten från simuleringsuppdrag 1c, eftersom simuleringsuppdrag 1d utgår ifrån denna hydrologiska och hydrauliska modell. Det kan utläsas från tabell 3 att efter uppdatering av avrinningsområdena på järnvägsområdet minskar den översvämmade ytan med 16 % och volymen av översvämmat vatten med 18 % vid normalvattenstånd i Göta älv. Minskningen är som störst öster om Packhusplatsen (~15 cm), korsningen Kanaltorgsgatan/Nils Ericsonsgatan (~5 cm), på rampen ner till Götatunneln (~5 cm) samt mellan Kruthusgatan och Odinsplatsen (5-10 cm), se kartbilaga 9, 13 och 17. Översvämningarna blir djupare i den sydvästliga delen av Gullbergsvassgatan (~5 cm) och på järnvägsområdet söder om Kruthusgatan (5-10 cm). Justering av järnvägsområdets avrinning innebär med andra ord att översvämningarna förflyttats från "gröna områden" till "röda områden" i kartbilaga 17.

Vid nutida extrem vattennivå i Göta älv minskar den totala översvämmade ytan med 3 % och den maximala volymen av det översvämmade vattnet ökar med 3 %, se tabell 3. Simuleringsresultatet visar att översvämningarna blir mindre längs Gullbergsvassgatan och Kruthusgatan (~5 cm), i rondellen Bergslagsgatan/Stadstjänaregatan (~5 cm) samt i gångtunneln från Centralstationen till köpcentret Nordstan (~10 cm), se kartbilaga 10, 14 och 18. Resultatet visar att översvämningarna blir djupare på järnvägsområdet söder om Kruthusgatan (5-10 cm) och på E6/E20 (~30 cm).

Scenario	Översvämmad yta	Volym översvämmat vattnet
CDS100MW	182 000 m <sup>2</sup> (-16 %)	23 000 m <sup>3</sup> (-18 %)
CDS100HHW	470 000 m <sup>2</sup> (-3 %)	160 000 m <sup>3</sup> (+3 %)
CDS100MW, -50 %	163 000 m <sup>2</sup> (-25 %)	19 000 m <sup>3</sup> (-32 %)
CDS100MW, +100 %	223 000 m <sup>2</sup> (+3 %)	35 000 m <sup>3</sup> (+25 %)

**Tabell 3** Översvämmad yta och volym av det översvämmade vattnet i de två scenarierna. Procentsatsen i parentes visar skillnad i förhållande till motsvarande scenario i simuleringsuppdrag 1c.

I tabell 4 och bilaga 1 visas resultaten för kritiska objekt. Skillnaden är liten i förhållande till simuleringsuppdrag 1c. Det är några enstaka kritiska objekt som inte är kritiskt översvämmade med den nya uppdelningen av avrinningsområdena på järnvägsområdet.

Status	CDS100MW	CDS100HHW	CDS100MW, -50 %	CDS100MW, +100 %
Kritiskt översvämmad	11 (-1 st.)	28 (-1 st.)	10 (-2 st.)	12
Översvämmad	16 (+1 st.)	16	16 (+1 st.)	15
Inte översvämmad	53	36 (+1 st.)	54	53
<b>Totalt</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>

**Tabell 4** Sammanfattning av antal översvämmade kritiska objekt. Antalet i parentes visar skillnad i förhållande till motsvarande scenario i simuleringsuppdrag 1c. Ingen parentes = ingen förändring.

### 4.1 Känslighetsanalys

När andelen hårdgjorda ytor minskar på järnvägsområdet minskar också den översvämmade ytan med 25 % i förhållande till simuleringsuppdrag 1c. Den maximala volymen av det översvämmade vattnet minskar med 32 % i förhållande till simuleringsuppdrag 1c.

Känslighetsanalysen visar att en minskning med 50 % av andelen hårdgjorda ytor inom järnvägsområdet innebär att översvämningens djupet minskar längs Gullbergsvassgatan (5-10 cm), i parken mellan Bergslagsgatan/Kruthusgatan (5-10 cm) samt på E6/E20 (15-20 cm), se kartbilaga 19.

När andelen hårdgjorda ytor ökas på järnvägsområdet ökar den översvämmade ytan med 3 % i förhållande till simuleringsuppdrag 1c. Den maximala volymen av översvämmat vatten stiger med 25 % i förhållande till simuleringsuppdrag 1c.



Känslighetsanalysen visar att en ökning med 100 % av andelen hårdgjorda ytor inom järnvägsområdet innebär att översvämningsdjupet ökar längs Gullbergsvassgatan (5-10 cm), i parken mellan Bergslagsgatan/Kruthusgatan (~15 cm), på järnvägsområdet söder om Kruthusgatan (~10 cm) samt på E6/E20 (30-40 cm), se kartbilaga 20. Översvämningsdjupet blir nu också större i norra delarna av Stampen (~5 cm) och längs Gullbergsån (5-10 cm).

#### 4.2 Förklaring till kartbilagor

Härefter följer en förklaring till vad de olika kartbilagorna visar. Vid hänvisning till kartbilagorna används endast kartans löpnummer, t.ex. kartbilaga 1320001782-08-09\_C\_204\_CDS100MW\_0\_15 hänvisas som kartbilaga 9.

##### **1320001782-08-09\_C\_204\_CDS100MW\_0\_15**

Resultat efter simulering med 100 års regn med nutida medelvattennivå i Göta älv, simuleringssuppdrag 1c.

##### **1320001782-08-10\_C\_205\_CDS100HHW\_1\_85**

Resultat efter simulering med 100 års regn med nutida extremvattennivå i Göta älv, simuleringssuppdrag 1c.

##### **1320001782-08-13\_C\_208\_CDS\_100\_MW\_0\_15 (CDS100MW)**

Resultat efter simulering med 100 års regn med nutida medelvattennivå i Göta älv, där avrinningsområdena på järnvägsområdet är uppdaterade.

##### **1320001782-08-14\_C\_209\_CDS\_100\_HHW\_1\_85 (CDS100HHW)**

Resultat efter simulering med 100 års regn med nutida extremvattennivå i Göta älv, där avrinningsområdena på järnvägsområdet är uppdaterade.

##### **1320001782-08-15\_C\_210\_CDS\_100\_MW\_0\_15 (CDS100MW, -50 %)**

Resultat efter simulering med 100 års regn med nutida medelvattennivå i Göta älv, där avrinningsområdena på järnvägsområdet är uppdaterade. Andelen hårdgjorda ytor är minskade med 50 % på järnvägsområdet.

##### **1320001782-08-16\_C\_211\_CDS\_100\_MW\_0\_15 (CDS100MW, +100 %)**

Resultat efter simulering med 100 års regn med nutida medelvattennivå i Göta älv, där avrinningsområdena på järnvägsområdet är uppdaterade. Andelen hårdgjorda ytor är ökade med 100 % på järnvägsområdet.

##### **1320001782-08-17\_Status\_C\_204\_CDS\_100\_MW\_vs\_Plan\_C\_208\_CDS\_100\_MW**

Denna karta illustrerar skillnaden i maximal översvämningsnivå vid ett CDS 100 års regn före och efter att avrinningsområdena på järnvägsområdet blev uppdaterade. Vid båda simuleringarna har vattennivån i Göta älv varit nutida medelvattennivå.

##### **1320001782-08-18\_Status\_C\_205\_CDS\_100\_HHW\_vs\_Plan\_C\_209\_CDS\_100\_HHW**

Denna karta illustrerar skillnaden i maximal översvämningsnivå vid ett CDS 100 års regn före och efter att avrinningsområdena på järnvägsområdet blev uppdaterade. Vid båda simuleringarna har vattennivån i Göta älv varit nutida extremvattennivå.

##### **1320001782-08-19\_Status\_C\_208\_CDS\_100\_MW\_vs\_Plan\_C\_210\_CDS\_100\_MW**

Denna karta illustrerar skillnaden i maximal översvämningsnivå efter att avrinningsområdena på järnvägsområdet blev uppdaterade. Kartan visar skillnad i maximal översvämningsnivå mellan simulering med den ursprungliga andelen hårdgjorda ytor och när andelen hårdgjorda ytor har minskats med 50 %. Vid båda simuleringarna har vattennivån i Göta älv varit nutida medelvattennivå.

***1320001782-08-20\_Status\_C\_208\_CDS\_100\_MW\_vs\_Plan\_C\_211\_CDS\_100\_MW***

Denna karta illustrerar skillnaden i maximal översvämningsnivå efter att avrinningsområdena på järnvägsområdet blev uppdaterade. Kartan visar skillnad i maximal översvämningsnivå mellan simulering med den ursprungliga andelen hårdgjorda ytor och när andelen hårdgjorda ytor har ökats med 100 %. Vid båda simuleringarna har vattennivån i Göta älv varit nutida medelvattennivå.

## 5. DISKUSSION OCH SLUTSATER

Resultaten av simuleringsuppdraget visar att läget för järnvägsområdets anslutning till de kommunala avloppsledningarna har betydelse för översvämningarnas omfattning och utbredning. Påverkan är som störst längs Gullbergsvassgatan, Kruthusgatan, i Götatunneln och lokalt i Nordstaden. Vid extrem vattennivå i Göta älv påverkas även översvämningen på E6/E20 i stor grad och översvämningarna kan bli 30 cm djupare.

Känslighetsanalysen visar att om andelen hårdgjorda ytor minskar inom järnvägsområdet så minskar översvämningarna längs Gullbergsvassgatan, Kruthusgatan och på E6/E20 vilket beror på att en större andel av vattnet infiltreras inom järnvägsområdet. Om andelen hårdgjorda ytor istället ökas på järnvägsområdet så stiger översvämningsdjupet längs Gullbergsvassgatan, Kruthusgatan, på E6/E20 och i de norra delarna av Stampen. Analysen visar därmed att Gullbergsvass, E6/E20 i höjd med Olskroken och Stampen påverkas i störst grad av avvattningen av järnvägsområdet, medan området norr om Mårten Krakowgatan påverkas väldigt lite.

Sammanfattningsvis innebär avvattningen av järnvägsområdet att översvämningsdjupet kring Gullbergsvassgatan, Kruthusgatan och Bergslagsgatan påverkas med i storleksordningen plus/minus 5-10 cm i förhållande till resultaten av simuleringsuppdrag 1c. Vid E6/E20 påverkas översvämningsdjupet med plus/minus 20-30 cm i förhållande till simuleringsuppdrag 1c.

En slutsats som framkommit under simuleringsuppdraget är att beräkningstidssteget lokalt kan ha en inverkan på översvämningsresultatet. Detta framgår tydligt på Packhusplatsen i karta 17. Där är översvämningen 5-10 cm djupare i beräkningarna från simuleringsuppdrag 1c, som är beräknad med 1 sekund i tidssteg, jämfört med simuleringsuppdrag 1d, som är beräknad med 0,5 sekunder i tidssteg. Det uppstår sannolikt en instabilitet i översvämningsberäkningarna om tidssteget är högre, som ger en djupare översvämning. Därför är det viktigt att vidare simuleringsuppdrag beräknas med det kortare tidssteget. För att öka noggrannheten i översvämningsdjup i tidigare genomförda och avrapporterade simuleringar kan dessa räknas om.

**BILAGA 1**  
**REDOVISNING AV KRITISKA OBJEKT**