

Avsedd för
Stadsbyggnadskontoret i Göteborg

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2014-02-20

Revision
3

HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG

KONSEKVENSER PÅ CENTRALA GÖTEBORG VID 100 ÅRS REGN

SIMULERINGSUPPDRAG 1A



HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG SIMULERINGSUPPDRAG 1A

Revidering **3**
Datum **2014-02-20**
Utfört av **Henrik Thorén**
Kontrollerad av **Anna Edman**
Godkänd av **Anna Edman**
Beskrivning **Konsekvenser på centrala Göteborg vid 100 års regn**

Ref. 1320001782-001

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Bakgrund	1
2.	Modelluppbyggnad	2
2.1	Markanvändning	3
2.2	Uppdatering av modellen	3
2.3	Mike Flood modell	6
3.	Kalibrering	7
3.1	Kalibreringsresultat	9
4.	Beräkningar	11
5.	Resultat	12
5.1	Scenario CDS100MW	12
5.2	Scenario CDS100HHW	13
6.	Diskussion och Slutsatser	14

BILAGOR

Bilaga 1

Grafer med kalibreringsresultat

Bilaga 2

Redovisning av kritiska objekt

1. BAKGRUND

Under sommaren kan s.k. konvektiva regn ge upphov till översvämningar. Denna typ av översvämningar har bl.a. drabbat Köpenhamn vid två tillfällen de senaste åren, 14:e augusti 2010 och 2:a juli 2011. Vid båda dessa översvämningstillfällen har infrastrukturen tagit stor skada och försäkringsbolagen betalade ut 4-5 miljarder danska kronor för skador på privatpersoners egendom. De samhällsekonomiska utgifterna för förlorad arbetsinkomst har också beräknats till omkring 4-5 miljarder danska kronor. Några motorvägar och järnvägssträckningar blev avstängda under flera dagar för att skadorna skulle kunna repareras eller för att vattnet skulle pumpas bort.

Omfattningen av denna typ av översvämningar kan förvärras om vattennivån i recipienten av olika anledningar är förhöjd. Göteborg som ligger i ett utsatt läge bredvid Göta älv står inför stora framtida utmaningar när havet stiger, vilket kommer att resultera i högre vattennivå i Göta älv. Redan idag har Göteborg Stad problem med översvämningar vid extrem nederbörd och högt vattenstånd ibland annat Göta älv, Mölndalsån och Säve ån, med stora skador som följd. Problematiken blir som störst då volymrika regn faller i avrinningsområdena till dessa vattendrag, som leder till höga flöden i vattendragen, samtidigt som det kommer in extrema lokala sensommarregn över Göteborg.

Syftet med simuleringsuppdrag 1a är därför att kartlägga översvämningensrisken i centrala Göteborg under extremt regn vid normal och högvattennivå i Göta älv.

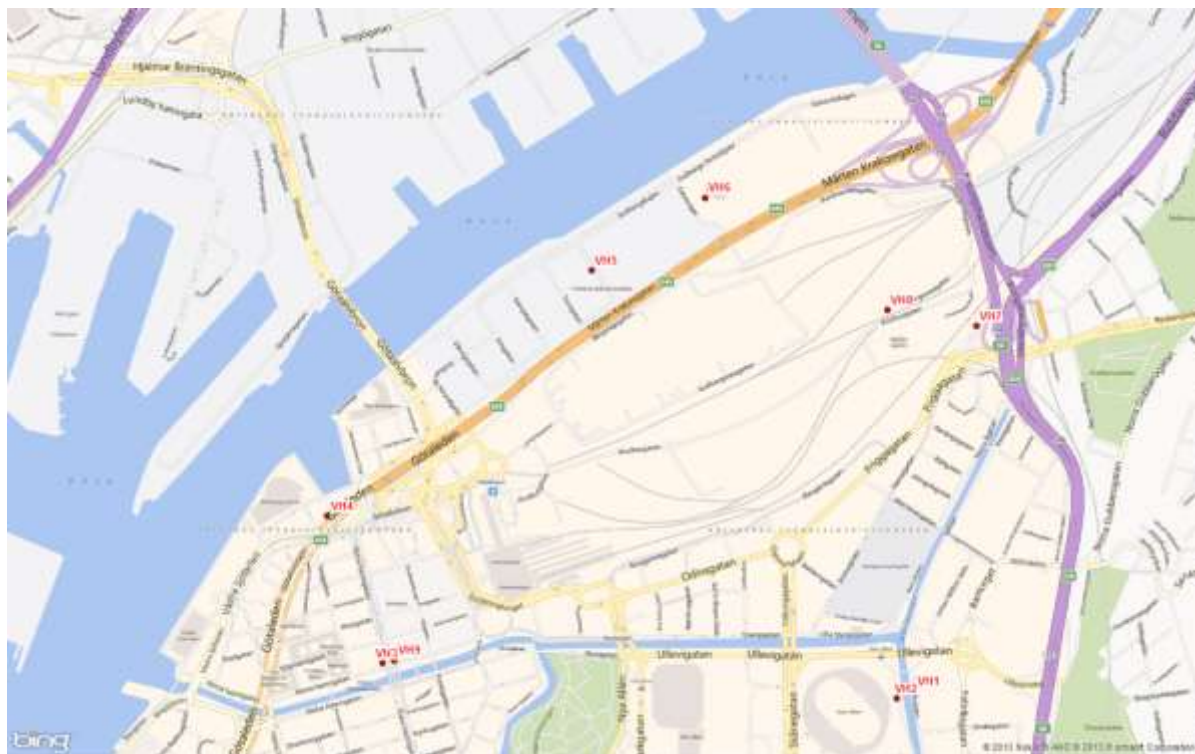
2. MODELLUPPBYGGNAD

Den hydrauliska och hydrologiska modellen för området i simuleringsuppdrag 1a är en MIKE URBAN modell som har byggts upp av Kretslopp och Vatten i Göteborg. Modellen beskriver avloppssystemet i ett område som avgränsas av Göta Älv, Stora Hamnkanalen, Fattighusån och Gullbergsån. Detta område kallas i projektet för Centrala Staden eller område C, se figur 1.

Andelen hårdgjorda ytor i område C har beräknats utifrån geografisk information av hus, vägar och andra hårdgjorda ytor. Ramböll har i genomförandet av simuleringsuppdrag 1a kalibrerat modellen mot uppmätt flöde i avloppssystemet.

Tillsammans med MIKE URBAN modellen har en rektifierad terrängmodell tillhandahållits av Göteborgs stad. Den rektifierade terrängmodellen är ursprungligen en DTM (Digital Terrain Model), där t.ex. byggnader beskrivs som en lokalt upphöjd terräng. Detta möjliggör simulering av hur vattnet flödar runt byggnader i stadsmiljö. Terrängmodellen används för att ställa upp en MIKE FLOOD modell. MIKE FLOOD modellen består av en MIKE URBAN och MIKE 21 modell. MIKE FLOOD modellen kan användas för att simulera översvämningar som uppstår då avloppssystemet är överbelastat.

I Stora Hamnkanalen finns en sluss som håller vattennivån ca 1 m högre uppströms slussen vid normalt vattenstånd. Detta simuleras i modellen genom att randvillkoret i de utlopp som finns uppströms slussen ansätts till +1 m RH2000.



Figur 1 Översikt av modellområde C. Mätpunkter av nivå och hastighet i avloppssystemet i Göteborg finns också markerat i figuren.

2.1 Markanvändning

I område C finns stora asfalterade områden, dels vägar, stora parkeringsplatser och godsområden. Det finns totalt 180 ha hårdgjorda ytor i område C, se tabell 1. Utmed Göta Älv, Stora Hamnkanalen, Fattighusån och Gullbergsån finns bostads- och industriområden och därmed finns också flera hus. Den samlade arealen av hus i område C är 54,4 ha. Den samlade arealen av natur yta i område C är 3,7 ha.

Markanvändningskategori	Area	Andel
Hus	54,4 ha	23 %
Hårdgjord yta	180,0 ha	76 %
Naturyta	3,7 ha	2 %
Totalt	238,1 ha	100 %

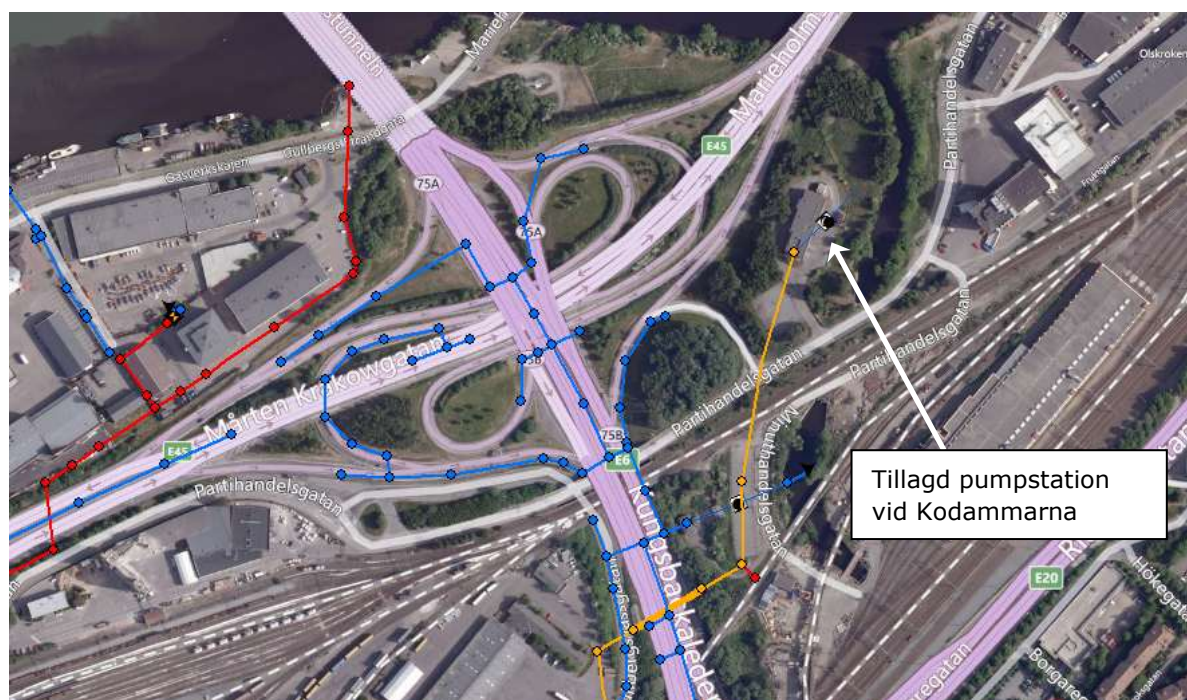
Tabell 1 Area och andel av olika markanvändningskategorier i område C

2.2 Uppdatering av modellen

Utloppet vid Kodammarna har bytts ut mot en pumpstation, med en samlad pumpkapacitet på 3 m³/s, vilket motsvarar den uppmätta mängden vatten i mätpunkt VH7 och VH8 den 27 juli 2013.

För att beskriva den tillgängliga uppmagasinsvolymen som finns uppströms bräddkanten till Stora Hamnkanalen i Östra Hamngatan (AKIN10068), har en bassäng på ca. 100 m³ lagts till uppströms i AKIN10074.

Två avloppsledningar saknades i modellen och därför har de blivit tillagda i modellen, se figur 4 och figur 5.



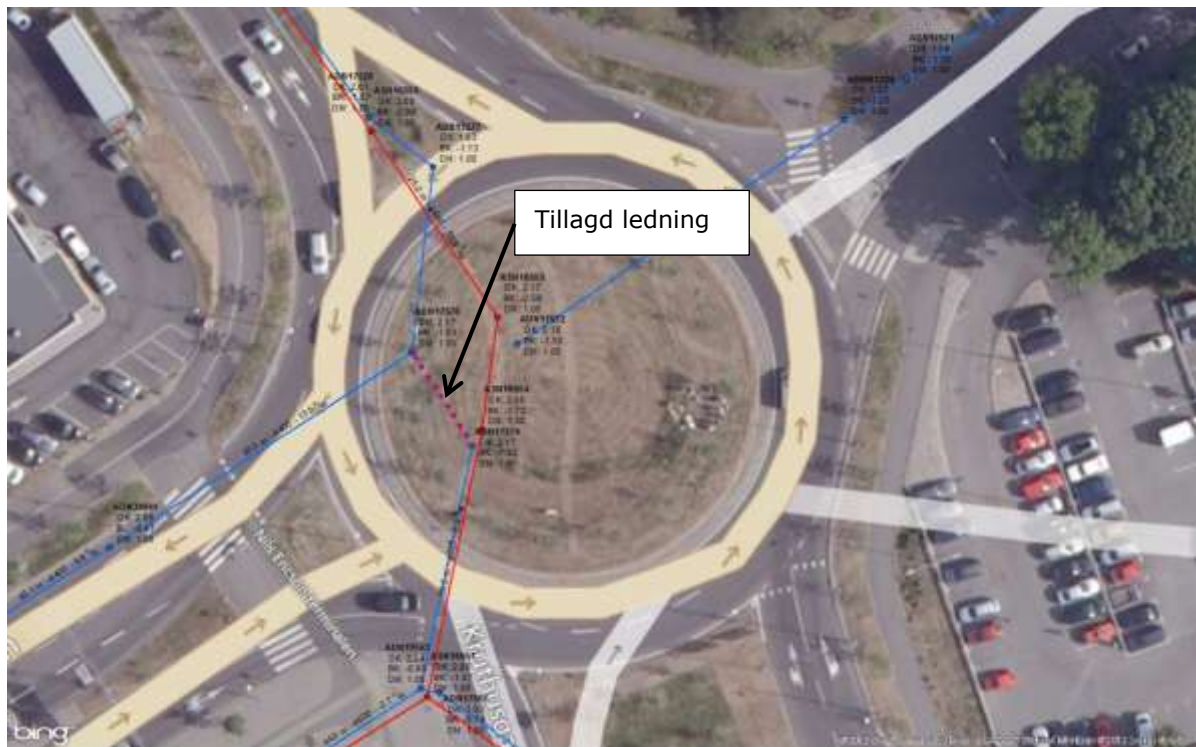
Figur 2 Översikt av den tillagda pumpstationen vid Kodammarna



Figur 3 Översikt av den tillagda bassängen vid Stora Hamnkanalen



Figur 4 Översikt av den tillagda $\varnothing 225$ mm ledningen söder om Lilla Bommens torg



Figur 5 Översikt av den tillagda $\varnothing 500$ mm ledningen i rondellen norr om Centralstationens parkeringsplats

2.3 Mike Flood modell

Kretslopp och vatten i Göteborg levererade en höjdmodell över hela område C. Hus var rektifierade i höjdmodellen. Höjdmodellen levererades i upplösning 0,5 x 0,5 m och 1 x 1 m. Inledande tester med Mike Flood modellen visade att då upplösning på 1 x 1 m användes kunde inte simuleringen genomföras, eftersom modellen blev numeriskt instabil och påvisade orimligt höga vattennivåer. Flera simuleringsförsök genomfördes där parametrarna i kopplingen mellan Mike Urban och Mike 21 ändrades, således att en simulering kunde genomföras med pålitliga resultat, se tabell 2. Primärt var det Qdh faktorn som ändrades från 0,05 till 0,5, i de områden där översvämningsnivån simulerades orimligt hög, för att dämpa transporten av vatten mellan de två modellerna. Därför genomfördes översvämningsmodelleringen med en upplösning på 2 x 2 m, vilket i område C motsvarar 972 900 beräkningsceller.

Parameter	Konstant
Coupling Method	Orifice Equation
Max flow	0.5 m ³ /s
Inlet Area	5 m ²
Qdh faktor	0,05
Antal kopplade celler	4 st. (2 x 2 m)

Tabell 2 Parametrar för koppling mellan Mike Urban och Mike 21 modellen

3. KALIBRERING

Inför kalibreringen har DHI på uppdrag av Kretslopp och vatten i Göteborg installerat totalt nio nivå- och hastighetsmätare i avloppssystemet i område C, med start från den 26 juni 2013 och avslut den 4 september 2013, se tabell 3 och figur 1. DHI har därefter beräknat flödet utifrån nivå och hastighetsmätningarna. I område C har även nederbörd registrerats med s.k. vippmätare vid Drakegatan, Lilla Bommen och Skansen Lejonet.

Med den utlevererade modellen genomfördes simulering mellan den 27 juni 2013 och den 18 augusti 2013, för att kunna jämföra simulerat mot uppmätt flöde. Efter genomförd simulering har avrinningsområdenas egenskaper ändrats i modellen, för att kunna återskapa liknande flödesmönster som det uppmätta flödet visar. Denna process har upprepats flera gånger för att kalibrera in modellen mot det uppmätta flödet i avloppssystemet.

Andelen hårdgjorda ytor för avrinningsområdena har ändrats för att den simulerade och uppmätta volymen vatten genom systemet ska vara så lika som möjligt, se tabell 4. Koncentrations-tiden för avrinningen har ändrats för att flödestopparna ska uppstå vid samma tidpunkt i simuleringen som i det uppmätta flödet. För några avrinningsområden har en konstant vattenföring lagts till för att simulera tillskottsvatten som finns i avloppssystemet.

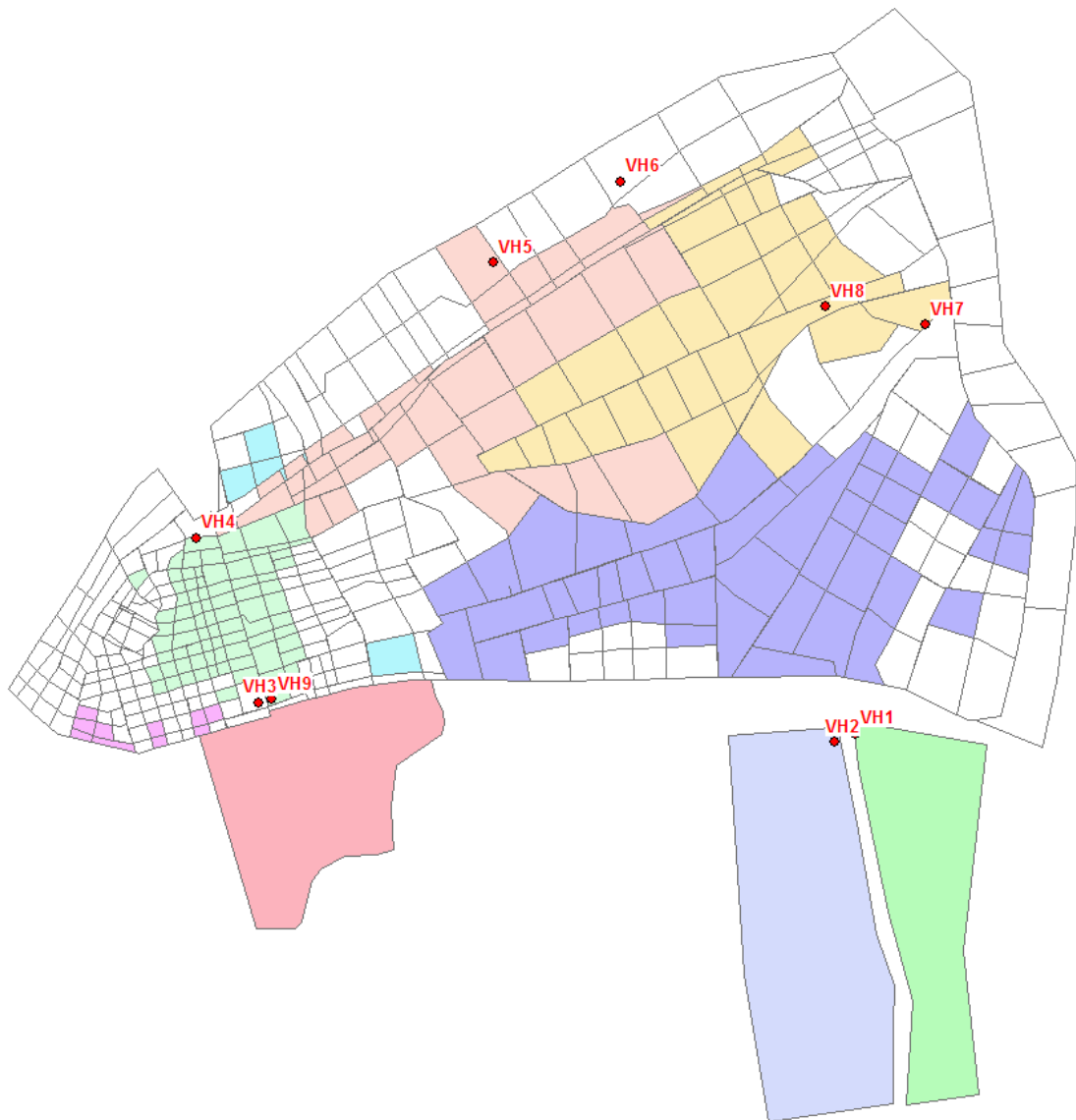
I samråd med beställaren (arbetsmöte 20 september 2013) beslutades att primärt genomföra kalibreringen för anpassning till regnhändelsen den 27 juli 2013. Detta beslut togs eftersom regnet den 27 juli 2013 motsvarar en regnhändelse med ca. 20 års återkomsttid och för att modellen kommer primärt att användas till simuleringar av extrema regnhändelser som innebär att även icke hårdgjorda ytor bidrar till avrinningen till avloppssystemet.

Mätpunkt	Plats	Dimension	Avloppssystem
VH1	Åvägen	1200 mm	Kombinerat
VH2	Levgrensvägen	1500 mm	Kombinerat
VH3	Norra Hamngatan	900 mm	Kombinerat
VH4	Christina Nilsson Gata	1800 mm	Dagvatten
VH5	Trollhättegatan	1380 mm	Dagvatten
VH6	Falutorget	1340 mm	Dagvatten
VH7	Kungsbackaleden	1800 mm	Kombinerat
VH8	Gullbergsvassgatan	900 mm	Spillvatten
VH9	Östra Hamngatan	800 mm	Spillvatten

Tabell 3 Mätpunkter av nivå och hastighet i avloppssystemet i Göteborg

Mätpunkt	Okalibrerad modell			Kalibrerad modell			Konstant flöde	Skillnad i red. yta
	Yta (ha)	Red. yta (ha)	Andel red. yta	Yta (ha)	Red. yta (ha)	Andel red. yta		
VH1	16.0	5.6	35%	16.0	8.0	50%	210 l/s	43%
VH2	25.1	8.8	35%	25.1	18.8	75%	40 l/s	114%
VH3	1.2	0.8	64%	1.2	0.7	59%	0	-9%
VH4	11.0	8.4	77%	11.0	9.2	84%	0	9%
VH5	29.6	23.1	78%	29.6	17.2	58%	0	-25%
VH6	33.4	21.6	65%	33.4	20.2	61%	0	-7%
VH7	45.4	22.3	49%	45.4	22.3	49%	0	0%
VH8	2.3	1.4	62%	2.3	1.4	62%	0	0%
VH9	17.8	13.4	75%	17.8	3.6	20%	20 l/s	-73%
Total	181.7	105.4	58%	181.7	103.0	57%	270 l/s	-2%

Tabell 4 Ändrade egenskaper för avrinningsområdena uppströms respektive mätpunkt (Red. = Reducerad).



Figur 6 De avrinningsområden som ligger uppströms en av de 9 mätpunkterna är markerade med olika färger. Samma färg indikerar att de ligger uppströms samma mätpunkt.

3.1 Kalibreringsresultat

Kalibreringen har, enligt tidigare förklaring, primärt genomförts mot regnhändelsen den 27 juli 2013. Därutöver har även två andra regnhändelser, den 29 juni 2013 och 10 augusti 2013, valts ut till presentation, eftersom de också gav upphov till stora flöden genom avloppssystemet. Kalibreringsresultatet för de nio mätpunkterna för dessa tre regnhändelser presenteras i tabell 5. Grafer för simulerat och uppmätt flöde den 27 juli 2013 presenteras i bilaga 1.

Kravet enligt upphandlingen säger att fel i volym får maximalt vara 10 % och fel i flödespeak får maximalt vara 10 %. Dessa krav uppnås för VH1 och VH2 i både volym och peak. VH4, VH5, VH6 och VH9 uppfyller kravet för peak, men inte för volym. VH7 uppfyller kravet för volym, men inte för peak. De övriga ligger utanför kravet både i peak och i volym.

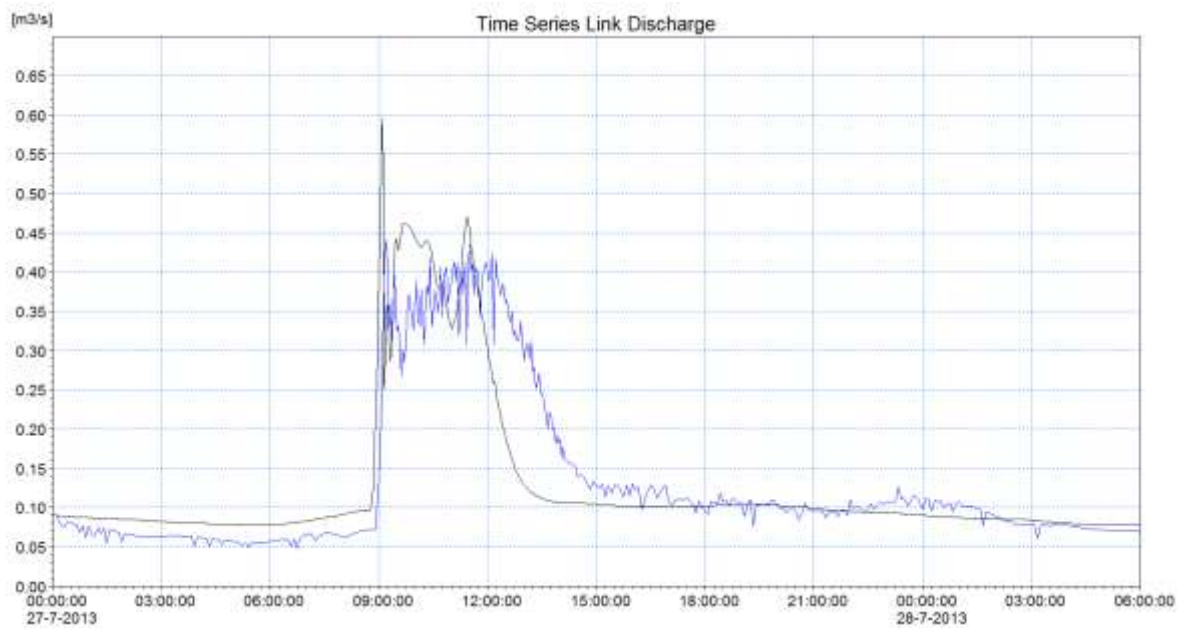
I mätpunkt VH3 simuleras negativt flöde i flera av regnhändelserna, vilket inte kan avläsas från flödesmätningarna. Nedströms VH3, som är en 900 mm ledning, går denna ihop med en 800 mm ledning, som är den ledning som mätare VH9 har suttit i. Efter sammanflätningen har ledningen en dimension på 600 mm, vilket skulle kunna bidra till uppdämning upp till VH3, men dimensionen på ledningen har bekräftats av Kretslopp och Vatten. Det har i samråd med Kretslopp och Vatten beslutats, att även om VH3 inte visar ett tillfredställande kalibreringsresultat, så kan modellen användas till översvämningsberäkningar då avrinningsområdet till VH3 är litet.

VH6 simuleras bra i själva peaken, men peaksvansen är oregelbunden i förhållande till det uppmätta flödet. Mätpunkten är installerad under vattenytan och tillförlitligheten på mätpunktens resultat för peaksvansen har i samråd med beställaren värderats som låg och därför inget extra arbete lagts på att beskriva peaksvansen bättre.

I mätpunkt VH8 simuleras en peak tidigt i regnhändelsen, som inte återfinns i det uppmätta flödet, se figur 7. I starten av den flödespeak som simuleras återfinns också en hög flödespeak som inte kan utläsas från flödesmätningen. Orsaken till dessa två peakar kan inte förklaras, men försök har gjorts för att minska peaken, genom att lägga till en bassäng uppströms VH9. I övrigt stämmer formen av den simulerade peaken överens med det uppmätta flödet i VH8.

Mät punkt	2013-06-29		2013-07-27		2013-08-10	
	Peak	Volym	Peak	Volym	Peak	Volym
VH1	-13 %	-11 %	-3 %	-6 %	-11 %	-4 %
VH2	-43 %	-12 %	-8 %	3 %	-40 %	17 %
VH3	64 %	-20 %	-58 %	-45 %	62 %	-39 %
VH4	30 %	8 %	-1 %	-15 %	-10 %	-1 %
VH5	-22 %	-54 %	2 %	-43 %	41 %	-58 %
VH6	-8 %	216 %	0 %	103 %	-23 %	200 %
VH7	-7 %	-21 %	18 %	-7 %	12 %	-11 %
VH8	62 %	17 %	57 %	17 %	34 %	16 %
VH9	-	-	-4 %	18 %	-12 %	-20 %

Tabell 5 Kalibreringsresultat för tre utvalda regnhändelser



Figur 7 Kalibreringsresultat för mätpunkt VH8 den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.

4. BERÄKNINGAR

I simuleringsuppdrag 1a ska två olika scenarier simuleras. Det första scenariot bygger på att ett 100 års regn faller i centrala Göteborg, samtidigt som det är medelvattenstånd i Göta älv, se tabell 6. I det andra scenariot faller också ett 100 års regn i centrala Göteborg, samtidigt som vattennivån i Göta älv är extremt hög. Tidsperspektivet för scenarierna är nutid.

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

Tabell 6 De simuleringsfall som ska genomföras i simuleringsuppdrag 1a

För att beräkna översvämningsrisken i de två scenarierna har en Mike Flood modell byggts upp över modellområde C.

Vid en framtida extrem vattennivå i Göta älv på +1,85 m RH2000 översvämmas stora delar av område C utan att det regnar. Därför ansätts översvämningshöjden i starten av simuleringen till +1,85 m i de delar av område C som har direkt förbindelse med Göta älv. De lågpunkter som ligger under +1,85 m, men som inte har direkt kontakt med Göta älv, fylls inte upp med vatten i starten av simuleringen.

Eftersom några kritiska punkter ligger mitt på en byggnad, kan vattnet aldrig komma hela vägen in till punkten. Därför har en 10 meters bufferzon lagts kring varje punkt för att kunna avgöra om den är översvämmad eller ej.

5. RESULTAT

5.1 Scenario CDS100MW

I scenario CDS100MW översvämmas en yta på 218 000 m² med 32 000 m³ vatten i område C, se tabell 7. Kartbilaga 1320001782-08-01 visar en plankarta med översvämningen i scenario CDS100MW.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 27 stycken, av vilka 13 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 8. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario CDS100MW visas i kartbilaga 1320001782-08-01. En detaljerad beskrivning av de kritiska objekten finns i bilaga 2.

Resultaten visar översvämmingar på vägarna i västra Nordstaden. I korsningen Postgatan/Packhusplatsen visas en djupare översvämning. Runt Tullhuset, på den södra, östra och norra sidan, når översvämningen hela vägen in mot byggnaden.

Vid starten av rampen upp på Götaälvbron simuleras en översvämning som sträcker sig längs den östra sidan om köpcentrat Nordstan. Alla uppställningsplatser intill Nils Ericssons terminalen är också översvämmade, liksom tunneln mellan Centralstationen och Nordstan. Lilla Bommens torg översvämmas helt.

Nedkörningsrampen till Götatunneln blir översvämmad, även om översvämningsdjupet troligen är något överskattat då tunneln har en större volym än vad som beskrivs av höjdmodellen.

Vägarna blir översvämmade i de sydvästra delarna av industriområdena kring Gullbergs strandgata. Översvämmningarna täcker hela vägytan och området blir svårframkomligt. Även parken mellan Bergslagsgatan och Kruthusgatan, liksom den stora rondellen norr om Centralstationen i Bergslagsgatans förlängning blir översvämmad.

Flera av vägarna kring kombiterminalen blir översvämmade. Exempelvis blir Gullbergsvassgatan helt översvämmad och på mitten av vägsträckningen simuleras en djup översvämning. Delar av Gullbergs strandgatan och Mårten Krakowgatan blir översvämmad. Längs Mårten Krakowgatan är det dock mindre översvämmingar utspridda längs vägsträckningen, men några täcker ändå hela vägbredden.

Stora delar av Stampen översvämmas, störst blir översvämningen på Burggrevegatan och Barnhusgatan.

På E6/E20 simuleras en stor översvämning i höjd med Olskroken, längs Kungsbackaleden. Simuleringen visar också att vatten rinner ner i Tingstadstunneln.

Scenario	Översvämmad yta	Volym översvämmat vattnet
CDS100MW	218 000 m ²	32 000 m ³
CDS100HHW	704 000 m ²	552 000 m ³

Tabell 7 Översvämmad yta och volym av det översvämmade vattnet i de två scenarierna

Status	CDS100MW	CDS100HHW
Kritiskt översvämmad	13	37
Översvämmad	14	12
Inte översvämmad	53	31
Totalt	80	80

Tabell 8 Sammanfattning av antal översvämmade kritiska objekt

5.2 Scenario CDS100HHW

I scenario CDS100HHW översvämmas en yta på 704 000 m² med 552 000 m³ vatten i område C, se tabell 7. Kartbilaga 1320001782-08-02 visar en plankarta med översvämningen i scenario CDS100HHW.

Av de totalt 80 kritiska objekt översvämmas 49 stycken, av vilka 37 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 8. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario CDS100HHW visas i kartbilaga 1320001782-08-02. En detaljerad beskrivning av de kritiska objekten finns i bilaga 2, där även tidsförloppet av översvämningen illustreras i förhållande till den kritiska nivån vid objekt nr 183, 188 och 205.

Eftersom stora delar av område C ligger under +1,85 m RH2000, är de översvämmade redan vid starten av simuleringen, se utbredning i Figur 8. Det översvämmade området avgränsas av Götaälvbron, Kruthusgatan och E6/E20. Gullbergsmotet, Olskroksmotet och E6/E20, längs Kungsbackaleden, är helt översvämmade. Stora områden omkring Gullbergsån och Tullhuset vid Packhusplatsen blir också översvämmade. Hela rampen ner till Götatunneln blir översvämmad och stora delar av kombiterminalen står under vatten.

Utöver de områden som översvämmas på grund av att vattennivån i Göta älv stiger till +1,85 m (RH2000), visar simuleringarna att det blir översvämningar på vägarna i västra Nordstaden. I korsningen Postgatan/Packhusplatsen simuleras en djupare översvämning. Runt Tullhuset, på den södra, östra och norra sidan, når översvämningen hela vägen in mot byggnaden. Längs Östra Hamngatan simuleras översvämning på båda vägbanorna.

Vid starten av rampen upp på Götaälvbron simuleras en översvämning som sträcker sig längs den östra sidan om köpcentrat Nordstan. Alla uppställningsplatser intill Nils Ericssonterminalen är också översvämmade, liksom tunneln mellan Centralstationen och Nordstan.

Stora delar av Stampen översvämmas, störst blir översvämningen på Burggrevegatan och Barnhusgatan.



Figur 8 Den blå polygonerna visar det område som blir översvämmat om vattennivån i Göta älv stiger till +1,85 m RH2000. Inom detta område ansätts översvämningarnivån till +1,85 m i scenario CDS100HHW i starten av simuleringen.

6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

När ett 100 års regn faller över centrala Göteborg, då vattennivån i Göta älv är omkring det normala, är det stor risk för översvämning av Götatunneln, Nils Ericssonterminalen, Mårten Krakowgatan, Kombiterminalen, E6/E20 och Tingstadstunneln. Flera av de mindre lokalvägarna blir också översvämmade, och framkomligheten blir därmed begränsad för invånare, polis, ambulans, brandkår, transporter till och från Kombiterminalen, posten mm.

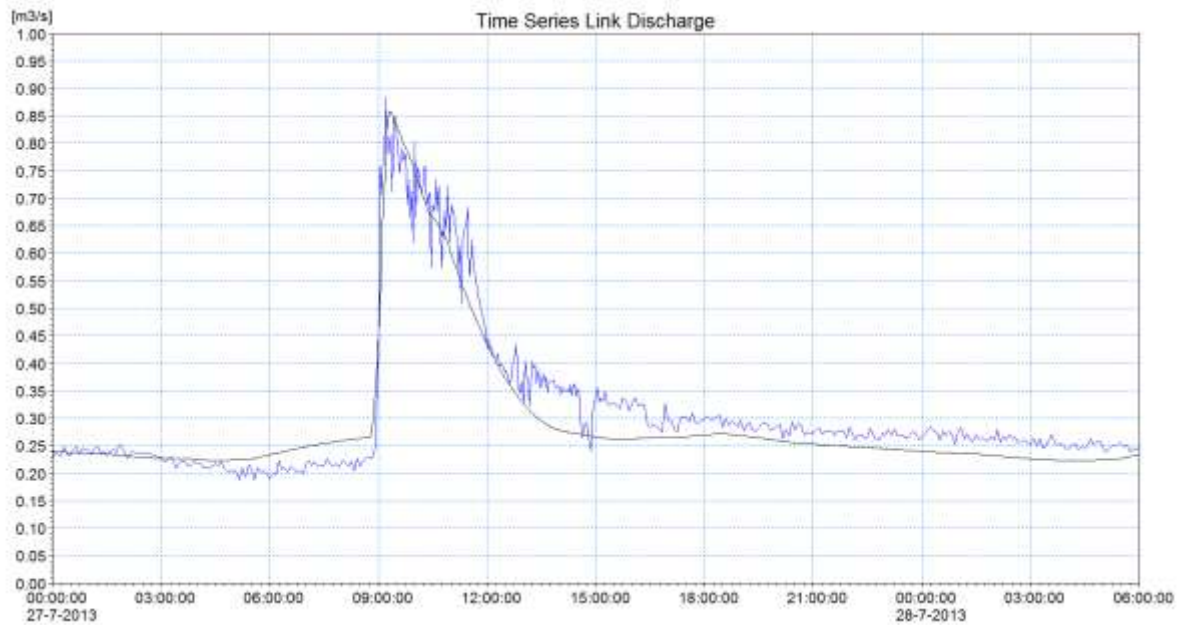
Eftersom det interna avloppssystemet för järnvägsområdena i område C inte är beskrivet i modellen, är det möjligt att några av översvämningarna som simuleras runt järnvägsområdet faktiskt uppstår inom järnvägsområdet. För att synliggöra dessa eventuella översvämningar är det nödvändigt att beskriva det interna avloppssystemet på järnvägsområdet.

Om vattennivån i Göta älv är extremt hög, översvämmas stora delar av område C på grund av att marknivån är låg. De stora infrastrukturerna som berörs är bland annat Götatunneln, Mårten Krakowgatan, E6/E20, Tingstadstunneln och kombiterminalen. Om det dessutom faller ett 100 års regn över centrala Göteborg blir i stort sett alla huvudvägar översvämmade, inklusive Nils Ericssonterminalen. Framkomligheten blir därmed extremt begränsad i hela område C.

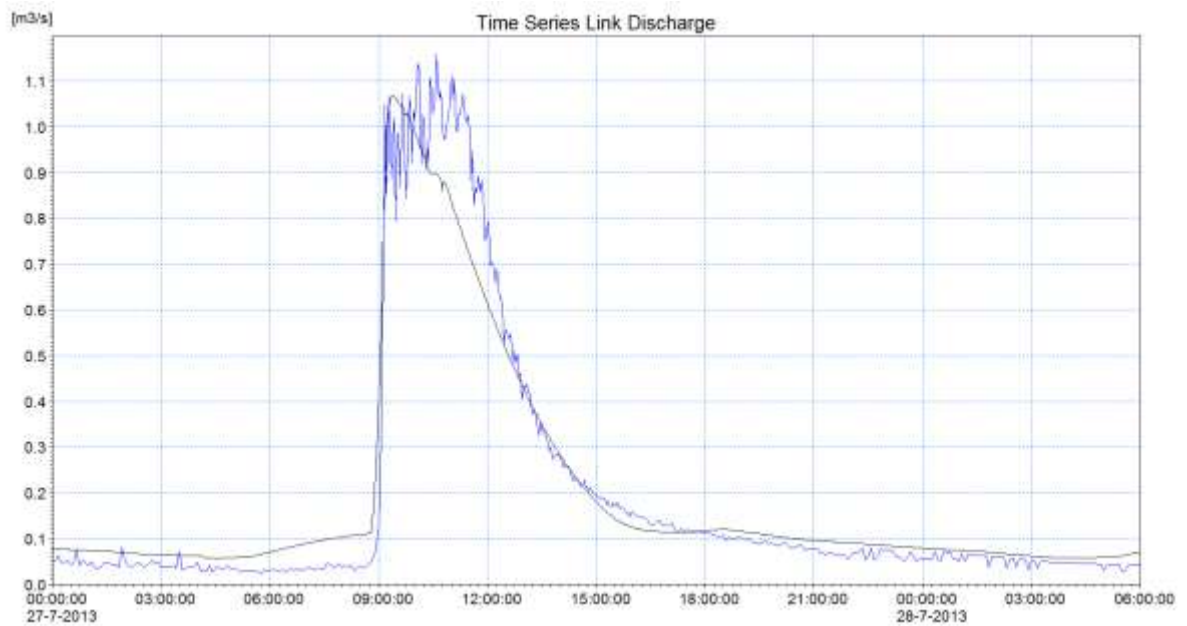
Tillsammans med Stadsbyggnadskontoret har det diskuterats att genomföra en simulering där hela Område C är invallat för att klara sig upp till minst +1,85 m RH2000. Utloppen till recipient är försedda med backventiler och med denna simulering kommer översvämningens risk att kartläggas i en situation då utloppen har begränsad utledningskapacitet. Resultatredovisning av denna simulering sker i samband med redovisning av kommande simuleringsuppdrag.

Tingstadstunneln och Götatunneln är utrustade med skyddsbarriärer och pumpstationer för att förhindra att högt vatten i omgivande vattendrag tränger in i tunnelsystemet. Dessa barriärer återges dock inte i höjdmodellen vilket gör att den simulerade översvämningens omfattning i dessa områden sannolikt är något överdriven. I kommande simuleringsuppdrag rekommenderas att denna typ av befintliga skyddsåtgärder inventeras och förs in i modellen.

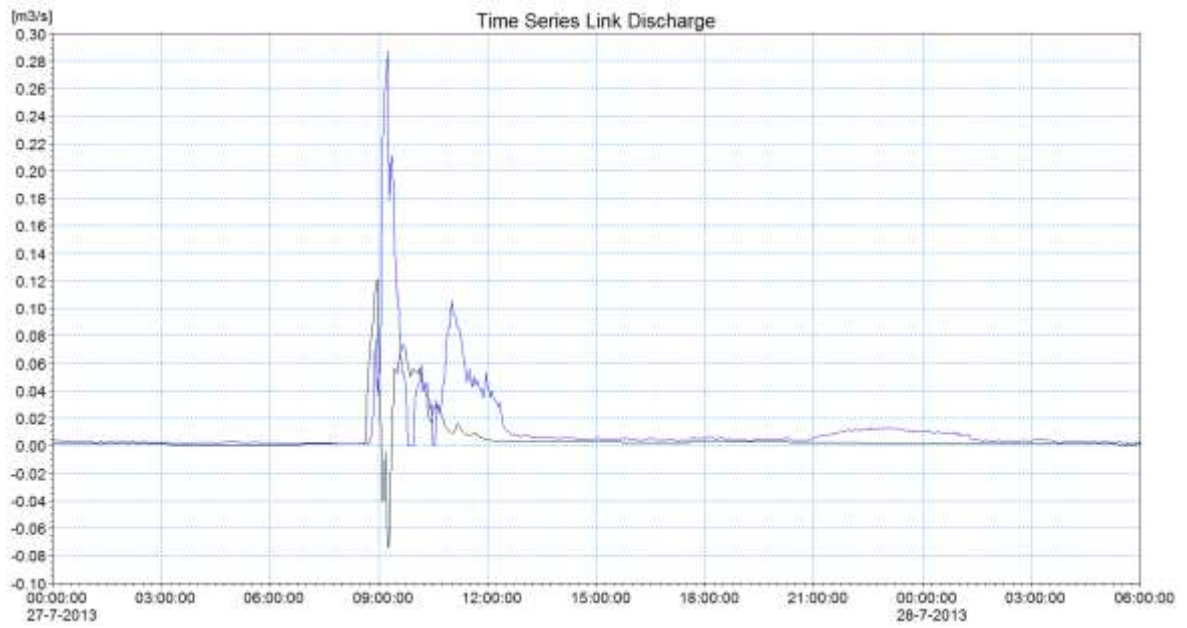
BILAGA 1
GRAFER MED KALIBRERINGSRESULTAT



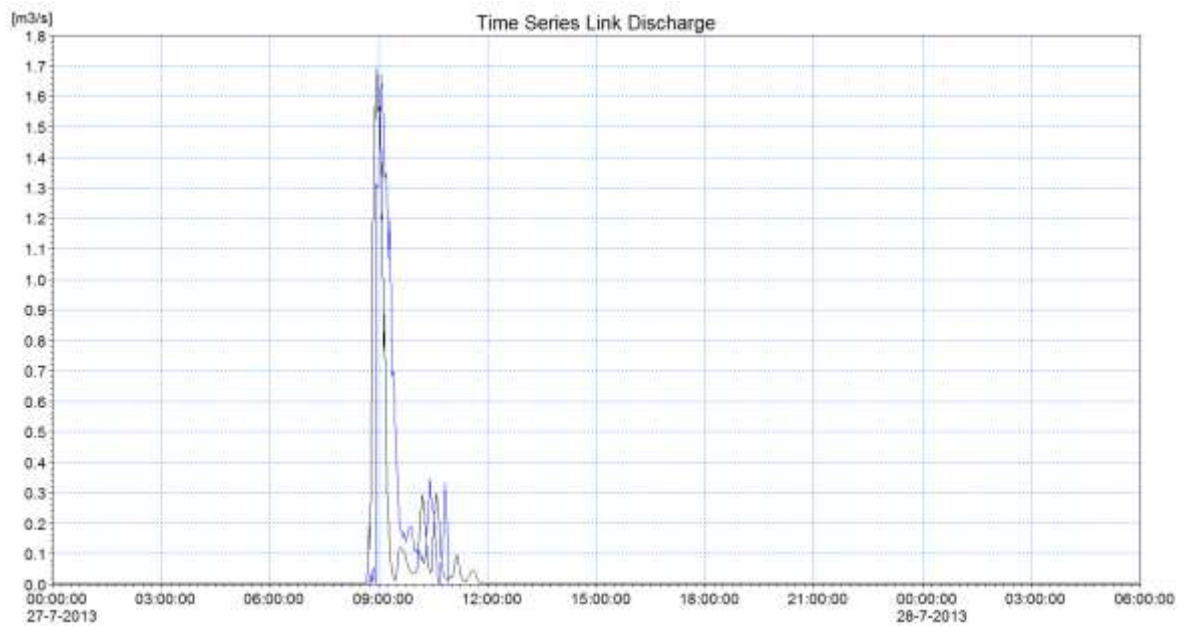
Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH1** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



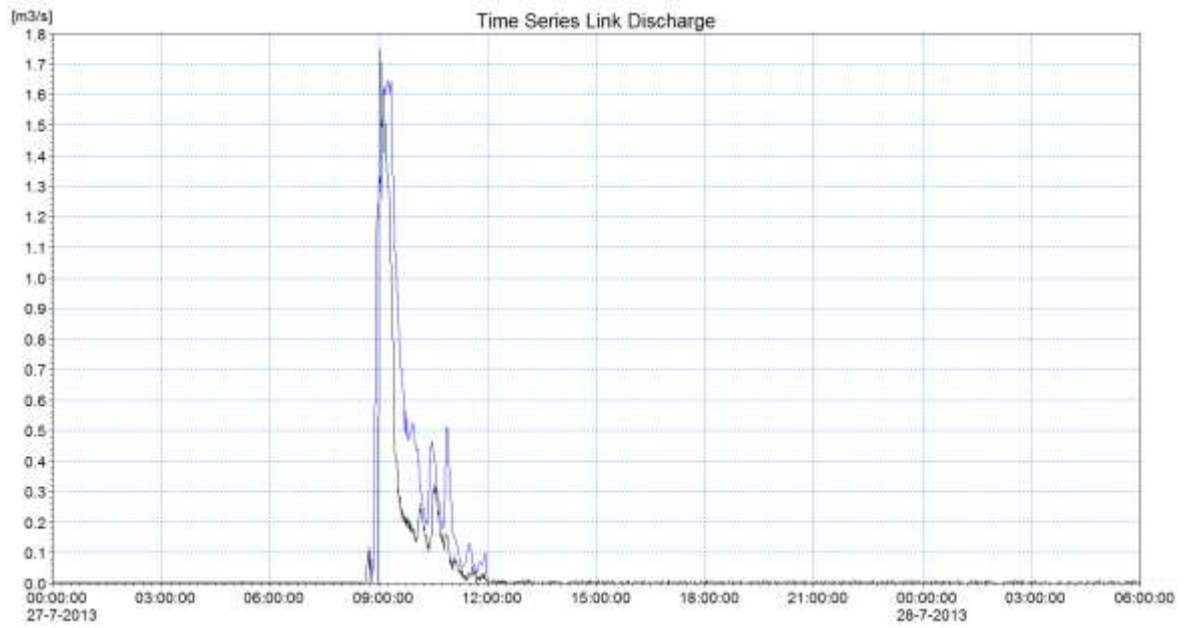
Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH2** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



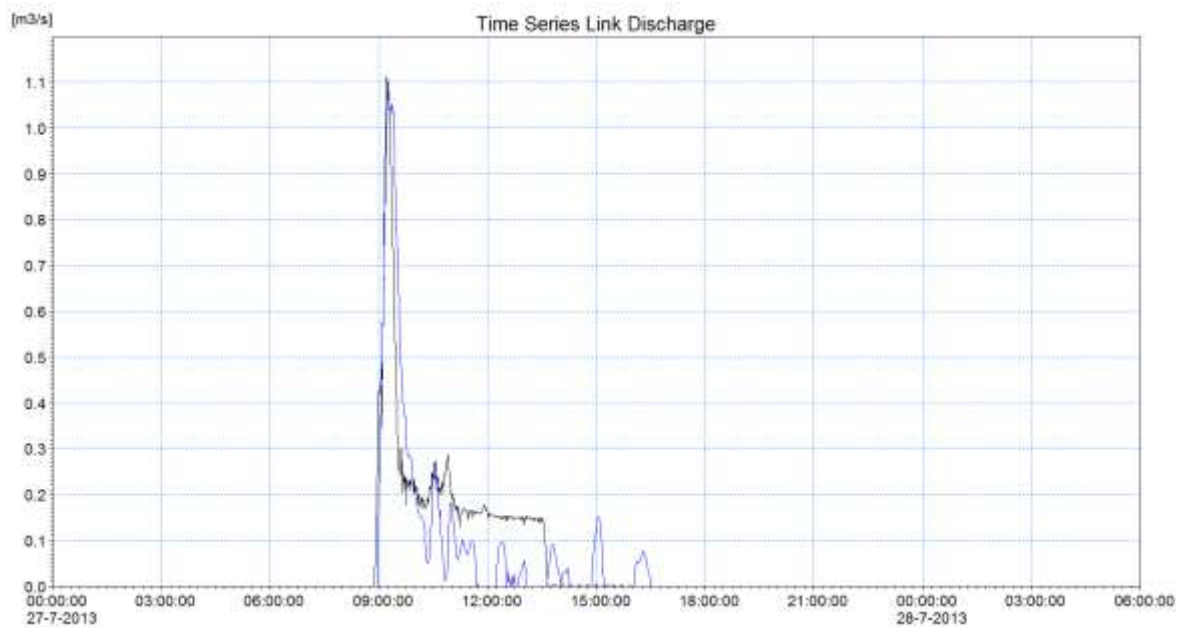
Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH3** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



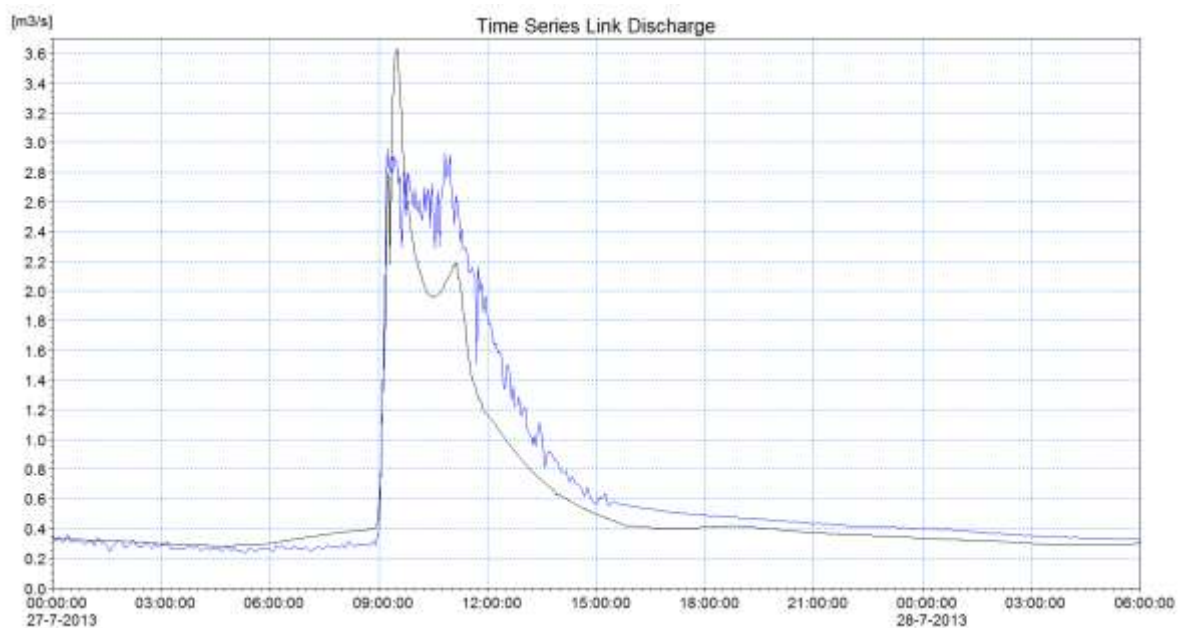
Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH4** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



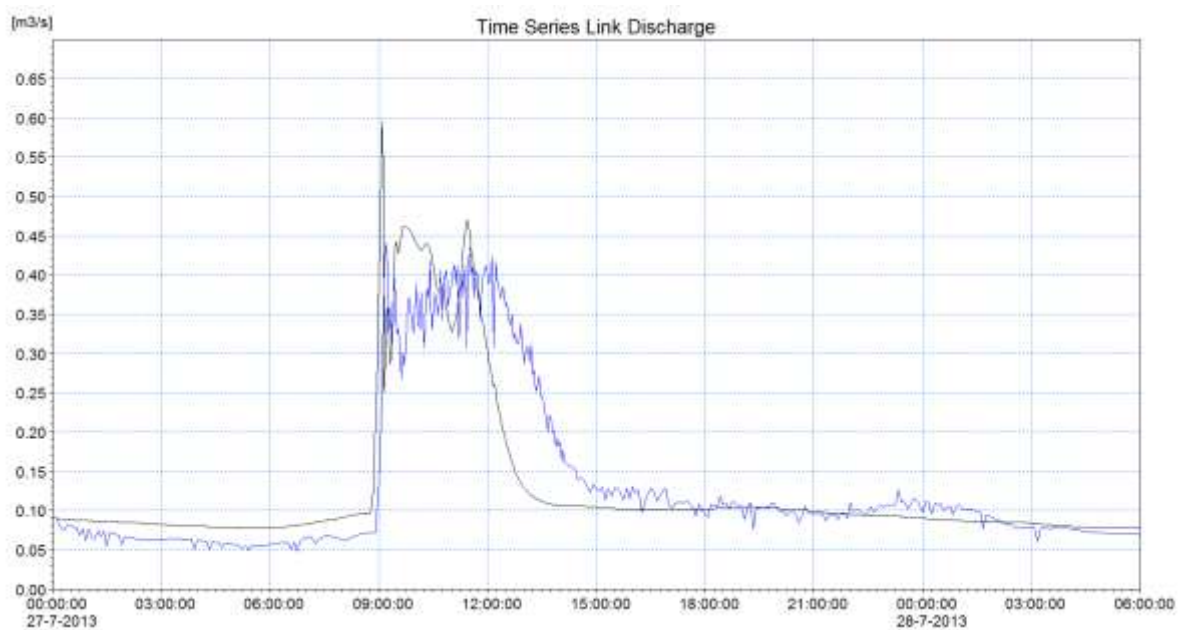
Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH5** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



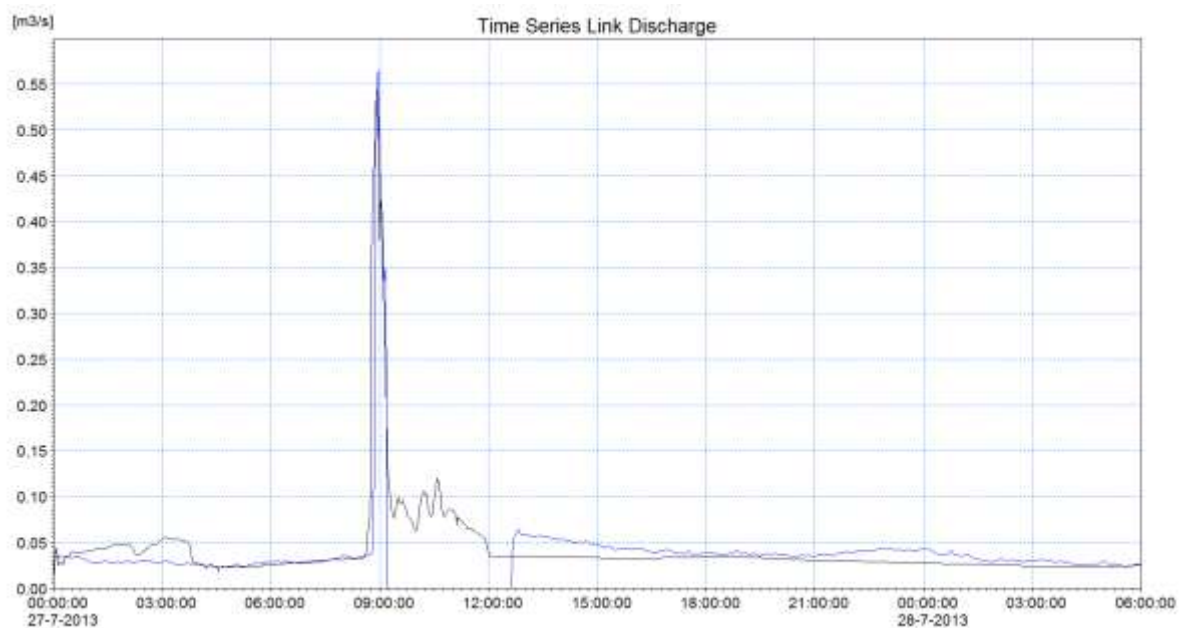
Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH6** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH7** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH8** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.



Kalibreringsresultat för mätpunkt **VH9** den 27 juli 2013. Den svarta grafen visar simulerat flöde i modellen och den blå grafen visar uppmätt flöde.

BILAGA 2
REDOVISNING AV KRITISKA OBJEKT

CDS100MW – Översvämmade kritiska objekt i område C

Hydromodellens Referensnummer	Avrinningsområde	Kritisk översvämningsnivå (RH2000)	Översväming (RH2000)	Översväming på marken (meter)	Status
94	Centrala gbg	3,28	3.57	0.02	1 - Kritiskt översvämmad
96	Centrala gbg	3,23	3.23	0.03	1 - Kritiskt översvämmad
99	Centrala gbg	2,39	2.64	0.08	1 - Kritiskt översvämmad
105	Centrala gbg	1,69	1.97	0.02	1 - Kritiskt översvämmad
108	Centrala gbg	-4,05	-2.36	1.34	1 - Kritiskt översvämmad
119	Centrala gbg	-2,56	-2.36	0.31	1 - Kritiskt översvämmad
120	Centrala gbg	1,64	1.66	0.08	1 - Kritiskt översvämmad
141	Centrala gbg	1,10	1.16	0.03	1 - Kritiskt översvämmad
152	Centrala gbg	2,36	2.42	0.16	1 - Kritiskt översvämmad
155	Centrala gbg	1,69	1.73	0.06	1 - Kritiskt översvämmad
157	Centrala gbg	1,71	1.84	0.1	1 - Kritiskt översvämmad
183	Centrala gbg	-3,99	-3.93	0.02	1 - Kritiskt översvämmad
205	Centrala gbg	0,54	2.49	0.35	1 - Kritiskt översvämmad
97	Centrala gbg	3,63	3.16	0.03	2 - Översvämmad
104	Centrala gbg	2,22	2.2	0.03	2 - Översvämmad
122	Centrala gbg	1,72	1.66	0.02	2 - Översvämmad
134	Centrala gbg	2,22	1.94	0.04	2 - Översvämmad
140	Centrala gbg	1,55	1.31	0.12	2 - Översvämmad
147	Centrala gbg	2,59	2.55	0.04	2 - Översvämmad
151	Centrala gbg	2,08	1.96	0.09	2 - Översvämmad
156	Centrala gbg	2,11	1.84	0.13	2 - Översvämmad
161	Centrala gbg	2,13	1.83	0.03	2 - Översvämmad
162	Centrala gbg	2,01	1.83	0.03	2 - Översvämmad
168	Centrala gbg	1,58	1.57	0.06	2 - Översvämmad
175	Centrala gbg	2,31	-5.07	1.14	2 - Översvämmad
181	Centrala gbg	3,19	2.88	0.04	2 - Översvämmad
184	Centrala gbg	3,25	3.09	0.05	2 - Översvämmad
87	Centrala gbg	1,92			3 - Inte översvämmad
88	Centrala gbg	1,87			3 - Inte översvämmad
89	Centrala gbg	4,53			3 - Inte översvämmad
90	Centrala gbg	5,85			3 - Inte översvämmad
91	Centrala gbg	2,39			3 - Inte översvämmad
100	Centrala gbg	2,60			3 - Inte översvämmad
106	Centrala gbg	1,81			3 - Inte översvämmad
87	Centrala gbg	1,92			3 - Inte översvämmad

Forts.

Hydromodellens Referensnummer	Avrinningsområde	Kritisk översvämningsnivå (RH2000)	Översväming (RH2000)	Översvämning på marken (meter)	Status
109	Centrala gbg	2,32			3 - Inte översvämmad
110	Centrala gbg	2,29			3 - Inte översvämmad
115	Centrala gbg	2,31			3 - Inte översvämmad
116	Centrala gbg	2,22			3 - Inte översvämmad
121	Centrala gbg	1,82			3 - Inte översvämmad
123	Centrala gbg	2,45			3 - Inte översvämmad
125	Centrala gbg	2,50			3 - Inte översvämmad
128	Centrala gbg	3,70			3 - Inte översvämmad
133	Centrala gbg	2,17			3 - Inte översvämmad
137	Centrala gbg	1,80			3 - Inte översvämmad
139	Centrala gbg	2,72			3 - Inte översvämmad
142	Centrala gbg	2,87			3 - Inte översvämmad
143	Centrala gbg	1,34			3 - Inte översvämmad
144	Centrala gbg	1,98			3 - Inte översvämmad
145	Centrala gbg	1,42			3 - Inte översvämmad
146	Centrala gbg	2,48			3 - Inte översvämmad
148	Centrala gbg	1,39			3 - Inte översvämmad
149	Centrala gbg	1,37			3 - Inte översvämmad
150	Centrala gbg	1,67			3 - Inte översvämmad
153	Centrala gbg	2,03			3 - Inte översvämmad
154	Centrala gbg	2,04			3 - Inte översvämmad
158	Centrala gbg	2,55			3 - Inte översvämmad
160	Centrala gbg	1,69			3 - Inte översvämmad
163	Centrala gbg	1,98			3 - Inte översvämmad
164	Centrala gbg	1,68			3 - Inte översvämmad
165	Centrala gbg	3,62			3 - Inte översvämmad
166	Centrala gbg	2,84			3 - Inte översvämmad
167	Centrala gbg	2,88			3 - Inte översvämmad
170	Centrala gbg	2,72			3 - Inte översvämmad
171	Centrala gbg	3,34			3 - Inte översvämmad
172	Centrala gbg	3,18			3 - Inte översvämmad
173	Centrala gbg	1,50			3 - Inte översvämmad
174	Centrala gbg	3,02			3 - Inte översvämmad

Forts.

Hydromodellens Referensnummer	Avrinningsområde	Kritisk översvämningsnivå (RH2000)	Översväming (RH2000)	Översvämning på marken (meter)	Status
176	Centrala gbg	1,81			3 - Inte översvämmad
177	Centrala gbg	1,80			3 - Inte översvämmad
178	Centrala gbg	3,77			3 - Inte översvämmad
179	Centrala gbg	2,16			3 - Inte översvämmad
180	Centrala gbg	1,69			3 - Inte översvämmad
182	Centrala gbg	2,15			3 - Inte översvämmad
187	Centrala gbg	-0,97			3 - Inte översvämmad
188	Centrala gbg	1,46			3 - Inte översvämmad
191	Centrala gbg	1,72			3 - Inte översvämmad
202	Centrala gbg	3,17			3 - Inte översvämmad
203	Centrala gbg	3,25			3 - Inte översvämmad
206	Centrala gbg	2,60			3 - Inte översvämmad
207	Centrala gbg	2,46			3 - Inte översvämmad

CDS100HHW – Översvämmade kritiska objekt i område C

Hydromodellens Referensnummer	Avrinningsområde	Kritisk översvämningsnivå (RH2000)	Översväming (RH2000)	Översväming på marken (meter)	Status
88	Centrala gbg	1,87	1.89	0.08	1 - Kritiskt översvämmad
94	Centrala gbg	3,28	3.57	0.02	1 - Kritiskt översvämmad
99	Centrala gbg	2,39	2.63	0.07	1 - Kritiskt översvämmad
104	Centrala gbg	2,22	2.27	0.06	1 - Kritiskt översvämmad
105	Centrala gbg	1,69	2.11	0.02	1 - Kritiskt översvämmad
106	Centrala gbg	1,81	1.89	0.09	1 - Kritiskt översvämmad
108	Centrala gbg	-4,05	1.85	5.72	1 - Kritiskt översvämmad
119	Centrala gbg	-2,56	1.85	0.44	1 - Kritiskt översvämmad
120	Centrala gbg	1,64	1.86	0.16	1 - Kritiskt översvämmad
121	Centrala gbg	1,82	1.86	0.19	1 - Kritiskt översvämmad
122	Centrala gbg	1,72	1.86	0.19	1 - Kritiskt översvämmad
137	Centrala gbg	1,80	1.85	1.8	1 - Kritiskt översvämmad
140	Centrala gbg	1,55	1.87	0.21	1 - Kritiskt översvämmad
141	Centrala gbg	1,10	1.85	0.67	1 - Kritiskt översvämmad
143	Centrala gbg	1,34	1.85	0.6	1 - Kritiskt översvämmad
145	Centrala gbg	1,42	1.86	0.45	1 - Kritiskt översvämmad
148	Centrala gbg	1,39	1.85	0.4	1 - Kritiskt översvämmad
149	Centrala gbg	1,37	1.85	0.32	1 - Kritiskt översvämmad
150	Centrala gbg	1,67	1.85	0.25	1 - Kritiskt översvämmad
152	Centrala gbg	2,36	2.4	0.15	1 - Kritiskt översvämmad
153	Centrala gbg	2,03	2.13	0.03	1 - Kritiskt översvämmad
155	Centrala gbg	1,69	1.85	0.04	1 - Kritiskt översvämmad
157	Centrala gbg	1,71	2.05	0.28	1 - Kritiskt översvämmad
160	Centrala gbg	1,69	1.85	0.16	1 - Kritiskt översvämmad
162	Centrala gbg	2,01	2.05	0.22	1 - Kritiskt översvämmad
163	Centrala gbg	1,98	1.99	0.02	1 - Kritiskt översvämmad
164	Centrala gbg	1,68	1.85	0.09	1 - Kritiskt översvämmad
168	Centrala gbg	1,58	1.85	0.1	1 - Kritiskt översvämmad
173	Centrala gbg	1,50	1.85	0.04	1 - Kritiskt översvämmad
176	Centrala gbg	1,81	1.86	0.05	1 - Kritiskt översvämmad
177	Centrala gbg	1,80	1.85	0.16	1 - Kritiskt översvämmad
180	Centrala gbg	1,69	1.85	0.05	1 - Kritiskt översvämmad
183	Centrala gbg	-3,99	1.85	5.99	1 - Kritiskt översvämmad
187	Centrala gbg	-0,97	1.85	2.76	1 - Kritiskt översvämmad
188	Centrala gbg	1,46	1.85	1.11	1 - Kritiskt översvämmad

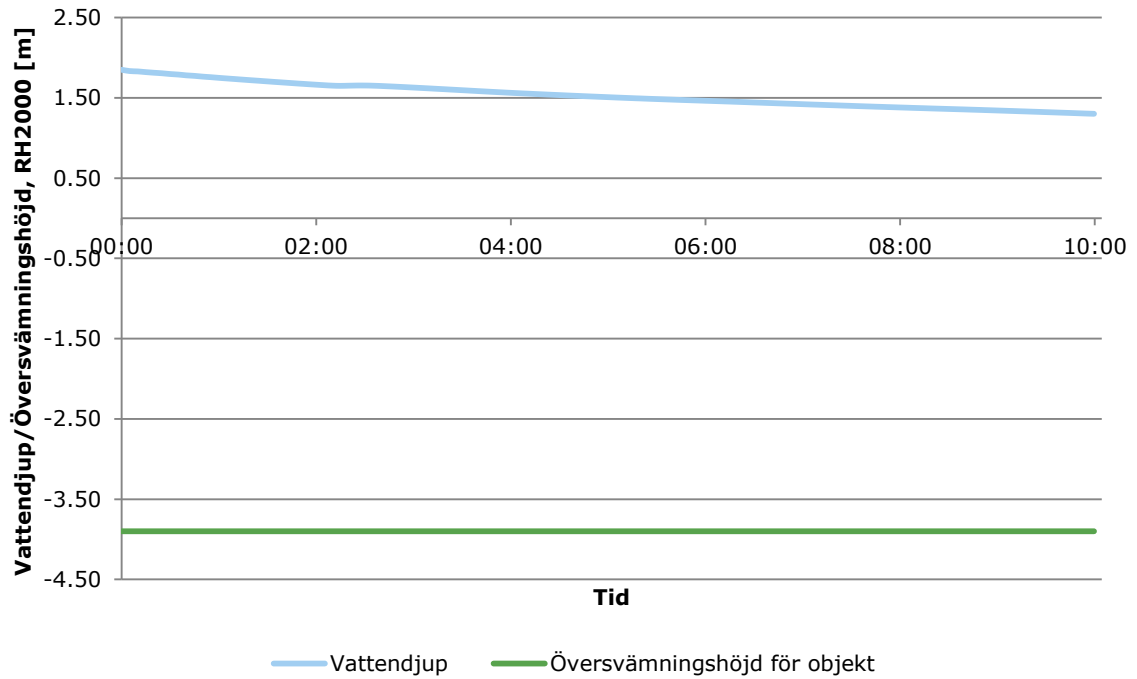
Forts.

Hydromodellens Referensnummer	Avrinningsområde	Kritisk översvämningsnivå (RH2000)	Översvämning (RH2000)	Översvämning på marken (meter)	Status
191	Centrala gbg	1,72	1.85	0.36	1 - Kritiskt översvämmad
205	Centrala gbg	0,54	2.44	1.34	1 - Kritiskt översvämmad
87	Centrala gbg	1,92	1.89	0.1	2 - Översvämmad
116	Centrala gbg	2,22	2.11	0.02	2 - Översvämmad
134	Centrala gbg	2,22	2.11	0.09	2 - Översvämmad
147	Centrala gbg	2,59	2.56	0.03	2 - Översvämmad
151	Centrala gbg	2,08	2.05	0.15	2 - Översvämmad
156	Centrala gbg	2,11	2.05	0.21	2 - Översvämmad
161	Centrala gbg	2,13	2.05	0.27	2 - Översvämmad
175	Centrala gbg	2,31	1.85	0.28	2 - Översvämmad
179	Centrala gbg	2,16	1.86	0.05	2 - Översvämmad
181	Centrala gbg	3,19	2.89	0.04	2 - Översvämmad
182	Centrala gbg	2,15	1.85	0.05	2 - Översvämmad
184	Centrala gbg	3,25	3.09	0.05	2 - Översvämmad
89	Centrala gbg	4,53			3 - Inte översvämmad
90	Centrala gbg	5,85			3 - Inte översvämmad
91	Centrala gbg	2,39			3 - Inte översvämmad
96	Centrala gbg	3,23			3 - Inte översvämmad
97	Centrala gbg	3,63			3 - Inte översvämmad
100	Centrala gbg	2,60			3 - Inte översvämmad
109	Centrala gbg	2,32			3 - Inte översvämmad
110	Centrala gbg	2,29			3 - Inte översvämmad
115	Centrala gbg	2,31			3 - Inte översvämmad
123	Centrala gbg	2,45			3 - Inte översvämmad
125	Centrala gbg	2,50			3 - Inte översvämmad
128	Centrala gbg	3,70			3 - Inte översvämmad
133	Centrala gbg	2,17			3 - Inte översvämmad
139	Centrala gbg	2,72			3 - Inte översvämmad
142	Centrala gbg	2,87			3 - Inte översvämmad
144	Centrala gbg	1,98			3 - Inte översvämmad
146	Centrala gbg	2,48			3 - Inte översvämmad
154	Centrala gbg	2,04			3 - Inte översvämmad
158	Centrala gbg	2,55			3 - Inte översvämmad
165	Centrala gbg	3,62			3 - Inte översvämmad
166	Centrala gbg	2,84			3 - Inte översvämmad

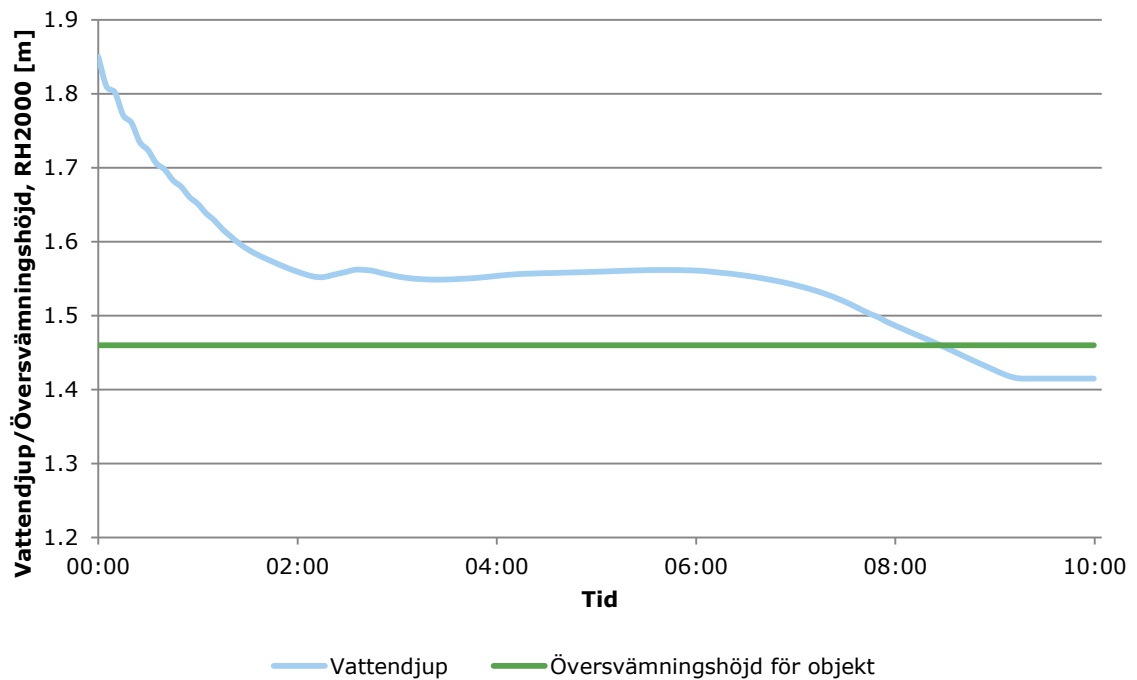
Forts.

Hydromodellens Referensnummer	Avrinningsområde	Kritisk översvämningsnivå (RH2000)	Översväming (RH2000)	Översvämning på marken (meter)	Status
167	Centrala gbg	2,88			3 - Inte översvämmad
170	Centrala gbg	2,72			3 - Inte översvämmad
171	Centrala gbg	3,34			3 - Inte översvämmad
172	Centrala gbg	3,18			3 - Inte översvämmad
174	Centrala gbg	3,02			3 - Inte översvämmad
178	Centrala gbg	3,77			3 - Inte översvämmad
202	Centrala gbg	3,17			3 - Inte översvämmad
203	Centrala gbg	3,25			3 - Inte översvämmad
206	Centrala gbg	2,60			3 - Inte översvämmad
207	Centrala gbg	2,46			3 - Inte översvämmad

Objekt 183



Objekt 188



Objekt 205