

Avsedd för
Stadsbyggnadskontoret i Göteborg

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2014-02-21

Revision
1

HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG

**KONSEKVENSER PÅ CENTRALA GÖTEBORG VID 10 OCH
500 ÅRS REGN SAMT VID HÖGVATTEN FRÅN HAVET**

SIMULERINGSUPPDRAG 1B



HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG SIMULERINGSUPPDRAG 1B

Revidering **1**
Datum **2014-02-21**
Utfört av **Henrik Thorén**
Kontrollerad av **Henrik Söderup**
Godkänd av **Anna Edman**
Beskrivning **Konsekvenser på centrala Göteborg vid 10 och
500 års regn samt vid högvatten från havet**

Ref. 1320001782-003

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Bakgrund	1
2.	Beräkningar	2
3.	Modelluppbyggnad	3
3.1	Kontroll av kalibrering	3
3.2	Mike Flood	4
3.3	Simulering utan regn	4
4.	Resultat	5
4.1	CDS10MW	5
4.2	CDS10HHW	5
4.3	CDS500MW	6
4.4	CDS500HHW	7
4.5	HHW	7
4.6	PEAK	7
5.	Diskussion och Slutsatser	9

BILAGOR

Bilaga 1

Redovisning av kritiska objekt

1. BAKGRUND

I simuleringsuppdrag 1a har simuleringar genomförts för att beräkna översvämningsrisken i norra delarna av centrala Göteborg. Den använda modellen hade i förväg kalibrerats mot uppmätt nivå och flöde i avloppssystemet. Två simuleringar genomfördes för regn med 100 års återkomsttid, där vattennivån i Göta Älv var ansatt till nutida medelvattenstånd respektive nutida extremvattennivå.

Syftet med simuleringsuppdrag 1b är att med samma hydrauliska modell, som i simuleringsuppdrag 1a, genomföra simuleringar för regn med 10 och 500 års återkomsttid, vardera med nutida medelvattenstånd respektive nutida extremvattennivå i Göta Älv.

2. BERÄKNINGAR

I simuleringsuppdrag 1b ska 6 olika scenarier simuleras. Enligt samma förutsättningar som i simuleringsuppdrag 1a simuleras nu regn med 10 respektive 500 års återkomsttid, se tabell 1. Det bygger på att ett 10 respektive 500 års regn faller i centrala Göteborg, samtidigt som det är medelvattenstånd i Göta Älv. Därefter simuleras att det faller ett 10 respektive 500 års regn i centrala Göteborg, samtidigt som vattennivån i Göta Älv är extremt hög.

I de sista två scenarierna ska översvämningar simuleras utan att det faller något regn. Scenariot MW, där nivån i Rosenlund är satt till konstant +0,15 m utan regn utgår eftersom detta är normalvattenståndet och därmed inte ger någon översvämning.

Scenario	Älv nivå	Beskrivning	Regn
CDS10MW	Rosenlund MW (+0,15 m RH2000)	Nutida medelvattenstånd i havet (RH2000)	CDS 10 år
CDS10HHW	Rosenlund HHW (+1,85 m RH2000)	Nutida extremvattenstånd i havet (200 års värde RH2000)	CDS 10 år
CDS500MW	Rosenlund MW (+0,15 m RH2000)	Nutida medelvattenstånd i havet (RH2000)	CDS 500 år
CDS500HHW	Rosenlund HHW (+1,85 m RH2000)	Nutida extremvattenstånd i havet (200 års värde RH2000)	CDS 500 år
HHW	Rosenlund HHW (+1,85 m RH2000)	Nutida extremvattenstånd i havet (200 års värde RH2000)	Inget regn
PEAK	Rosenlund tidsserie (+2,55 m RH2000)	Modifierad tidsserie för havsnivåpeak antas enligt kurva från 1985-11-06	Inget regn

Tabell 1 De simuleringsfall som ska genomföras i simuleringsuppdrag 1b

3. MODELLUPPBYGGNAD

Slutsatsen från simuleringsuppdrag 1a var att stora delar av Område C blev översvämmat redan i starten av simuleringen av nutida extremvattennivå, eftersom de mobila skyddsbarriärerna av Götatunneln och Tingstadstunneln inte var beskrivna i Mike 21 modellen. Därför beslutade Stadsbyggnadskontoret (SBK) att simuleringarna i samband med regn i simuleringsuppdrag 1b skulle utföras med en Mike 21 modell där modellområdet vallas in för att hindra vattnet från att översvämma stora delar av modellområdet i starten av simuleringen. Detaljer kring denna Mike 21 modell presenterades i simuleringsuppdrag 1f, som har tillkommit som tilläggsuppdrag efter att simuleringsuppdrag 1a blev slutfört.

I samband med simuleringar utan regn som ska utföras i simuleringsuppdrag 1b har istället en tredje version av Mike 21 modellen använts, där alla skyddsbarriärer för Götatunneln och Tingstadstunneln har beskrivits, både permanenta och mobila. Detta var samma Mike 21modell som användes i samband med simuleringsuppdrag 1c.

Förutom invallning och skyddsbarriärer så undersöktes, i samband med tilläggsuppdrag 1c-1f, även avrinning från järnvägsområdet och effekter av pumpkapacitet i Götatunneln och Tingstadstunneln. En sammanställning över vilka förutsättningar som gäller i respektive simuleringsfall i simuleringsuppdrag 1b anges i Tabell 2 nedan.

Scenario	Skyddsbarriärer	Pumpstationer i tunnlar	Uppdaterat järnvägsområde	Invallning till +2,5 m
CDS10MW		X	X	X
CDS10HHW		X	X	X
CDS500MW		X	X	X
CDS500HHW		X	X	X
HHW	X			
PEAK	X			

Tabell 2 Sammanställning av förutsättningar för respektive simuleringsfall i simuleringsuppdrag 1b

3.1 Kontroll av kalibrering

För att undersöka om genomförda modelljusteringar på järnvägsområdet har väsentligt påverkat tidigare kalibreringsresultat har en kontroll av kalibreringen utförts. Kalibreringsresultaten för den 27 juli 2013 före och efter modelljusteringar är presenterat i tabell 3.

Mätpunkt	Före		Efter		Skillnad	
	Peak	Volym	Peak	Volym	Peak	Volym
VH1	-3 %	-6 %	7 %	-5 %	10 %	1 %
VH2	-8 %	3 %	-4 %	-6 %	4 %	-9 %
VH3	-58 %	-45 %	-80 %	-182 %	-22 %	-137 %
VH4	-1 %	-15 %	2 %	-6 %	3 %	9 %
VH5	2 %	-43 %	13 %	-29 %	11 %	14 %
VH6	0 %	103 %	0 %	44 %	0 %	-59 %
VH7	18 %	-7 %	22 %	-10 %	4 %	-3 %
VH8	57 %	17 %	-1 %	-6 %	-58 %	-23 %
VH9	-4 %	18 %	-6 %	45 %	-2 %	-27 %

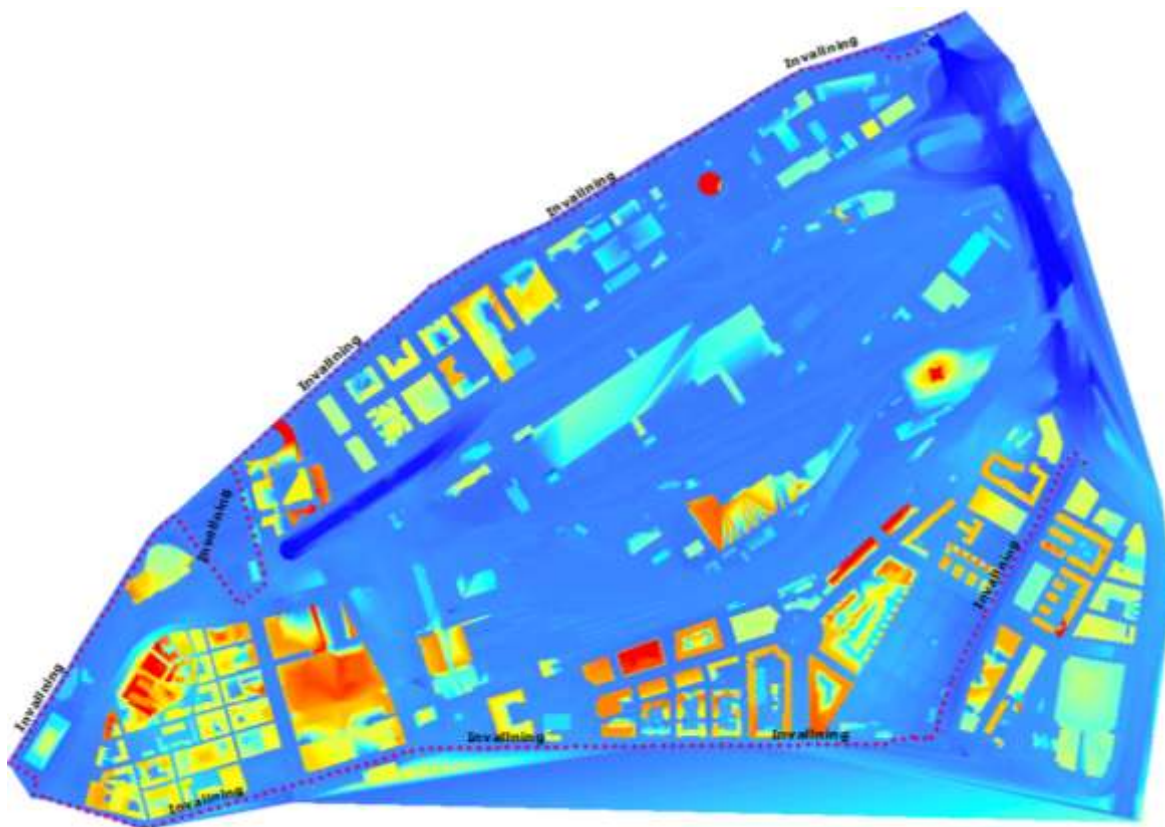
Tabell 3 Kalibreringsresultat före och efter modelljusteringar på järnvägsområdet i Område C

Kalibreringsresultatet förändras endast i mindre grad för VH1, VH2, VH4 och VH7. VH3 har sen tidigare inte visat något bra kalibreringsresultat och eftersom flödet i denna ledning är förhållandevis litet har detta ett procentuellt stor genomslag. Dock blir peaken bättre överensstämmande mot det uppmätta flödet. För VH5 blir peaken större men volymen stämmer bättre efter modelljusteringen. I VH6 är peaken oförändrad, men volymen stämmer bättre efter modelljustering.

VH8 förändras mycket, men efter modelljustering är både peak- och volymavvikelsen mindre än 10 %, vilket visar mot att modelljusteringen har för VH8 haft en stor positiv inverkan. Peaken i VH9 beskrivs bättre efter modelljustering, men volymfelet ökas.

3.2 Mike Flood

Skillnaden mellan simuleringsuppdrag 1a och 1b är att den använda Mike 21-modellen har blivit bearbetad för att beskriva en invallning runt hela Område C upp till +2,5 m (RH2000), se figur 1. Denna Mike 21-modell används för att hindra att stora delar av Område C översvämmas redan i starten av simuleringen. För mer detaljerad beskrivning av invallningen se rapport 1320001782-05-005 som beskriver simuleringsuppdrag 1f där denna Mike 21-modell arbetades fram.



Figur 1 Den prickade linjen visar den simulerade invallningen upp till +2,5 m RH2000 som är använd i översvämningensberäkningen

3.3 Simulering utan regn

Mike 21-modellen som användes för simulering i simuleringsuppdrag 1a hade en upplösning på 2 m. Vissa av Götatunnelns skyddsbarriärer bestod av smala stenmurar som inte blev beskrivna när en upplösning på 2 m användes. Därför har en Mike 21-modell där dessa skyddsbarriärer byggts in i Mike 21-modellen använts för simuleringar av stigande vattennivå i Göta älv, utan regn inräknat. För mer detaljerad beskrivning av skyddsbarriärernas inbyggnad i Mike 21-modellen se rapport 1320001782-05-004 som beskriver simuleringsuppdrag 1c där denna Mike 21-modell arbetades fram.

4. RESULTAT

4.1 CDS10MW

I scenario CDS10MW översvämmas en yta på 34 000 m² med 4 000 m³ vatten i område C, se tabell 4. Kartbilaga 1320001782-08-03 visar en plankarta med översvämningen i scenario CDS10MW.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 8 stycken, av vilka 2 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 5. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario CDS10MW visas i kartbilaga 1320001782-08-03.

Resultaten visar översvämningar i västra Nordstaden, främst på Packhusplatsen. Runt Tullhuset, på den östra och norra sidan, når översvämningen hela vägen in mot byggnaden.

Alla bussupställningsplatser intill Nils Ericssons Terminalen är översvämmade, liksom tunneln mellan Centralstationen och Nordstan. Lilla Bommens torg översvämmas. Nedkörningsrampen till Götatunneln blir också översvämmad.

På och omkring Bergslagsgatan simuleras en stor översvämning som sträcker sig ut till rondellen norr om Nils Ericssons Terminalen. På mitten och i den västliga delen av Gullbergs strandgata uppstår översvämningar. Översvämningen här sträcker sig något söderut längs Kämpegatan, Trollhättegatan. Mårtens Krakowgatan är punktvis översvämmad. På mitten av Gullbergsvassgatan finns också en översvämning.

Vid tunnelmynningen till Tingstadstunneln uppstår en mindre översvämning. På E6/E20 uppstår en djupare översvämning vid Olskroken. På ramperna omkring den västra delen av Olskroksmotet uppstår mindre översvämningar.

Scenario	Översvämmad yta	Volym översvämmat vattnet
CDS10MW	34 000 m ²	4 000 m ³
CDS10HHW	102 000 m ²	16 000 m ³
CDS500MW	364 000 m ²	69 000 m ³
CDS500HHW	497 000 m ²	124 000 m ³
HHW	199 000 m ²	133 000 m ³
PEAK	893 000 m ²	1 016 000 m ³

Tabell 4 Översvämmad yta och volym av det översvämmade vattnet i de simulerade scenarierna

Status	CDS10		CDS500		Uppehållsväder	
	MW	HHW	MW	HHW	HHW	PEAK
Kritiskt översvämmad	2	6	28	31	13	36
Översvämmad	6	4	17	18	1	0
Inte översvämmad	72	70	35	31	66	44
Totalt	80	80	80	80	80	80

Tabell 5 Sammanfattning av antal översvämmade kritiska objekt

4.2 CDS10HHW

I scenario CDS10MW översvämmas en yta på 102 000 m² med 16 000 m³ vatten i område C, se tabell 4. Kartbilaga 1320001782-08-04 visar en plankarta med översvämningen i scenario CDS10HHW.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 10 stycken, av vilka 6 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 5. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario CDS10HHW visas i kartbilaga 1320001782-08-04.

Resultaten visar översvämningar i västra Nordstaden, främst på Packhusplatsen. Runt Tullhuset når översvämningen hela vägen in mot byggnaden.

Alla bussupställningsplatser intill Nils Ericssons Terminalen är översvämmade, liksom tunneln mellan Centralstationen och Nordstan. Lilla Bommens torg översvämmas. Nedkörningsrampen till Götatunneln blir också översvämmad.

Korsningen mellan Kanaltorgsgatan och Nils Ericsonsgatan översvämmas. Även området öster om "Läpstiftet", under Götaälvbron, översvämmas.

På och omkring Bergslagsgatan simuleras en stor översvämning som sträcker sig ut till rondellen norr om Nils Ericssons Terminalen. Nästan hela Gullbergs strandgata blir översvämmad. Översvämningen här sträcker sig något söderut längs Kämpegatan, Trollhättegatan och Torsgatan. Mårtens Krakowgatan är punktvis översvämmad. På mitten av Gullbergsvassgatan finns också en översvämning.

Vid tunnelmynningen till Tingstadstunneln uppstår en mindre översvämning. På E6/E20 uppstår en djupare översvämning vid Olskroken. På ramperna omkring den västra delen av Olskroksmotet uppstår mindre översvämningar.

Längs Gullbergsån, på Norra Ågatan uppstår en djupare översvämning, som sträcker sig upp i Ranängsgatan och Garverigatan.

4.3 CDS500MW

I scenario CDS500MW översvämmas en yta på 364 000 m² med 69 000 m³ vatten i område C, se tabell 4. Kartbilaga 1320001782-08-07 visar en plankarta med översvämningen i scenario CDS500MW.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 45 stycken, av vilka 28 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 5. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario CDS500MW visas i kartbilaga 1320001782-08-07.

Vid CDS500MW blir i princip hela område C drabbat av översvämningar. Vägarna blir delvis eller helt översvämmade.

Resultaten visar att de flesta vägar i Nordstaden blir översvämmade. De mest utbredda översvämningarna finns runt Tullhuset och på Packhusplatsen. Den sydostliga delen av Gustav Adolfs Torg översvämmas också.

Alla bussupställningsplatser på Nils Ericssons Terminalen blir översvämmade liksom korsningen mellan Kanaltorgsgatan och Nils Ericsonsgatan. Gångtunneln mellan Centralstationen och Nordstan blir översvämmad.

På och omkring Bergslagsgatan simuleras en stor översvämning som sträcker sig ut till rondellen norr om Nils Ericssons Terminalen. Nedkörningsrampen till Götatunneln blir översvämmad.

De flesta vägarna på Hultmans Holme (mellan Gullbergs strandgatan och Mårten Krakowgatan) och Stampen blir översvämmade. Längs Mårten Krakowgatan, Gullbergsvassgatan och Kruthusgatan uppstår långsgående översvämningar.

Vid tunnelmynningen till Tingstadstunneln uppstår en översvämning. På E6/E20 uppstår stor och djup översvämning vid Olskroken. På ramperna omkring den västra delen av Olskroksmotet uppstår också översvämningar.

Längs Gullbergsån, vid Stampkyrkogården och Norra Ågatan, uppstår översvämningar. Likaså uppstår översvämningar i området längs med Burggrevegatan och Odinsgatan och till viss del även längs Friggagatan.

4.4 CDS500HHW

I scenario CDS500HHW översvämmas en yta på 497 000 m² med 124 000 m³ vatten i område C, se tabell 4. Kartbilaga 1320001782-08-08 visar en plankarta med översvämningen i scenario CDS500HHW.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 49 stycken, av vilka 31 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 5. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario CDS500HHW visas i kartbilaga 1320001782-08-08.

Generellt är det samma områden som drabbas av översvämning som är beskrivet i avsnitt 4.3, men översvämningarna är större och djupare. Exempel på områden som inte blev översvämmade i CDS500MW, men som blir översvämmade i CDS500HHW är parkeringsplatsen mellan Göteborgsoperan och Tullhuset. Översvämningen blir också betydligt mer omfattande längs Östra Hamngatan, i nedfartsrampen till Götatunneln och på Hultmans holme. Området väster om Gullbergsån blir mer översvämmat, liksom E6/E20 mellan Gullbergsmotet och Olskroksmotet.

4.5 HHW

I scenario HHW översvämmas en yta på 199 000 m² med 133 000 m³ vatten i område C, se tabell 4. Kartbilaga 1320001782-08-11 visar en plankarta med översvämningen i scenario HHW.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 14 stycken, av vilka 13 stycken översvämmas över den kritiska nivån, se tabell 5. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario HHW visas i kartbilaga 1320001782-08-11.

Resultaten från scenario HHW visar att hela Hultmans holme blir översvämmad, från älvkanten fram till Mårten Krakowgatan. Översvämningen sprider sig dock inte över Mårten Krakowgatan. Även Lilla Bommens torg och Tullhuset blir översvämmade. Längs Gullbergsåns västra sida uppstår översvämningar som sträcker sig upp i Stampkyrkogården och till Norra Ågatan. De sydostliga delarna av Garverigatan och Ranängsgatan blir också översvämmade.

4.6 PEAK

I scenario PEAK översvämmas en yta på 893 000 m² med 1 016 000 m³ vatten i område C, se tabell 4. Kartbilaga 1320001782-08-12 visar en plankarta med översvämningen i scenario PEAK.

Av de totalt 80 kritiska objekten översvämmas 36 stycken, samtliga över den kritiska nivån, se tabell 5. De kritiska objekt som blir översvämmade i scenario PEAK visas i kartbilaga 1320001782-08-12.

Resultaten från scenario PEAK visar att hela Hultmans holme blir översvämmad. Översvämningen sprider sig nu över Mårten Krakowgatan och omringar Kombiterminalen. Den sträcker fram till och förbi Kruthusgatan, ända ner till de allra sydligaste järnvägsspåren på järnvägsområdet. Nedkörningsrampen till Götatunneln och Tingstadstunneln blir översvämmad. Väg E6/E20 vid Gullbergsmotet och Olskroksmotet blir översvämmad.

Lilla Bommens torg, Göteborgsoperan, Tullhuset och Packhusplatsen blir översvämmade. Norra Hamngatan blir översvämmad mellan Östra Hamngatan och Nils Ericsonsgatan.

Längs Gullbergsåns västra sida uppstår översvämningar som sträcker sig upp i Stampkyrkogården och till Norra Ågatan. De sydostliga delarna av Garverigatan, Ranängsgatan och Göteborgs högre samskola blir också översvämmade.

5. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

De områden som har en stor risk för översvämning är Götatunneln, Tingstadstunneln, Nils Ericsonsterminalen, E6/E20, Tullhuset, Packhusplatsen, Mårten Krakowgatan, Bergslagsgatan, Gullbergsstrandgata, Gullbergsvassgatan, Kruthusgatan och Odinsplatsen. När vattennivån i Göta Älv är extremt högt blir översvämningarna mer omfattande på de redan drabbade platserna, men risken för översvämning ökar även utmed den västra sidan av Gullbergsån, t.ex. på Stampkyrkogården och längs Norra Ågatan.

När vattennivån är extremt hög i Göta Älv under uppehållsväder finns den största risken för översvämning på Hultmans Holme, Lilla Bommens torg, Tullhuset och längs den västliga sidan av Gullbergsån. Vid framtida extrem vattennivå i Göta Älv år 2100 riskerar även Packhusplatsen, Göteborgsoperan, Götatunneln, Tingstadstunneln, E6/E20 och hela Gullbergsvass att stå under vatten.

Översvämningarna begränsar framkomligheten avsevärt för invånare, polis ambulans, brandkår, posten mm., eftersom den viktiga infrastrukturen i området blir oanvändbar.

Resultatet visar tydligt att översvämningens risk reduceras avsevärt om Område C invallas upp till +2,5 m RH2000 då vattennivån är hög i Göta älv, jämfört med resultaten i simuleringsuppdrag 1a. Invallningen hindrar vattnet från Göta älv att översvämma Område C. Simuleringsuppdrag 1e visar också att extremt hög vattennivå i Göta älv inte har en direkt korrelation med extremt regn. De extrema regntillfällena förekommer under sommaren då vattennivån i Göta älv är låg och därmed är utloppskapacitet inte begränsad ut till Göta älv. Invallningen skyddar Område C mot höga vattennivåer i Göta älv som förekommer främst under hösten-vintern.

BILAGA 1
REDOVISNING AV KRITISKA OBJEKT