

Avsedd för
Stadsbyggnadskontoret i Göteborg

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2014-02-20

Revision
2

HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG

INBYGGNAD AV EXISTERANDE SKYDDSBARRIÄRER AV INFRASTRUKTUR I HÖJDMODELLEN FÖR OMRÅDE C

SIMULERINGSUPPDRAG 1C



HYDROMODELL FÖR GÖTEBORG SIMULERINGSSUPPDRAG 1C

Revidering **2**
Datum **2014-02-20**
Utfört av **Henrik Thorén**
Kontrollerad av **Henrik Sønderup**
Godkänd av **Tora Lindberg**
Beskrivning **Inbyggnad av existerande skyddsbarriärer av infra-
struktur i höjdmodellen för Område C**

Ref. 1320001782-002

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Bakgrund	1
2.	Metod	2
3.	Beräkningar	6
4.	Resultat	7
5.	Diskussion och slutsatser	8

BILAGOR

Bilaga 1

Instruktioner – åtgärder vid högt vatten och hård vind

Bilaga 2

Redovisning av kritiska objekt

1. BAKGRUND

Slutsatsen av simuleringsuppdrag 1a är bland annat att flera stora infrastrukturer i Område C blir översvämmade. Götatunneln och Tingstadstunneln är infrastrukturer som har någon form av skyddsbarriärer, men eftersom några av skyddsbarriärerna är mobila eller väldigt smala är de inte beskrivna i Mike 21 modellen, vilken har en upplösning på 2 m. Därmed blir översvämningarna av dessa infrastrukturer överskattade. Utbredningen av översvämningarna runt främst Götatunneln har troligtvis blivit underskattade, då stora vattenmängder har runnit ner i Götatunneln under simuleringen.

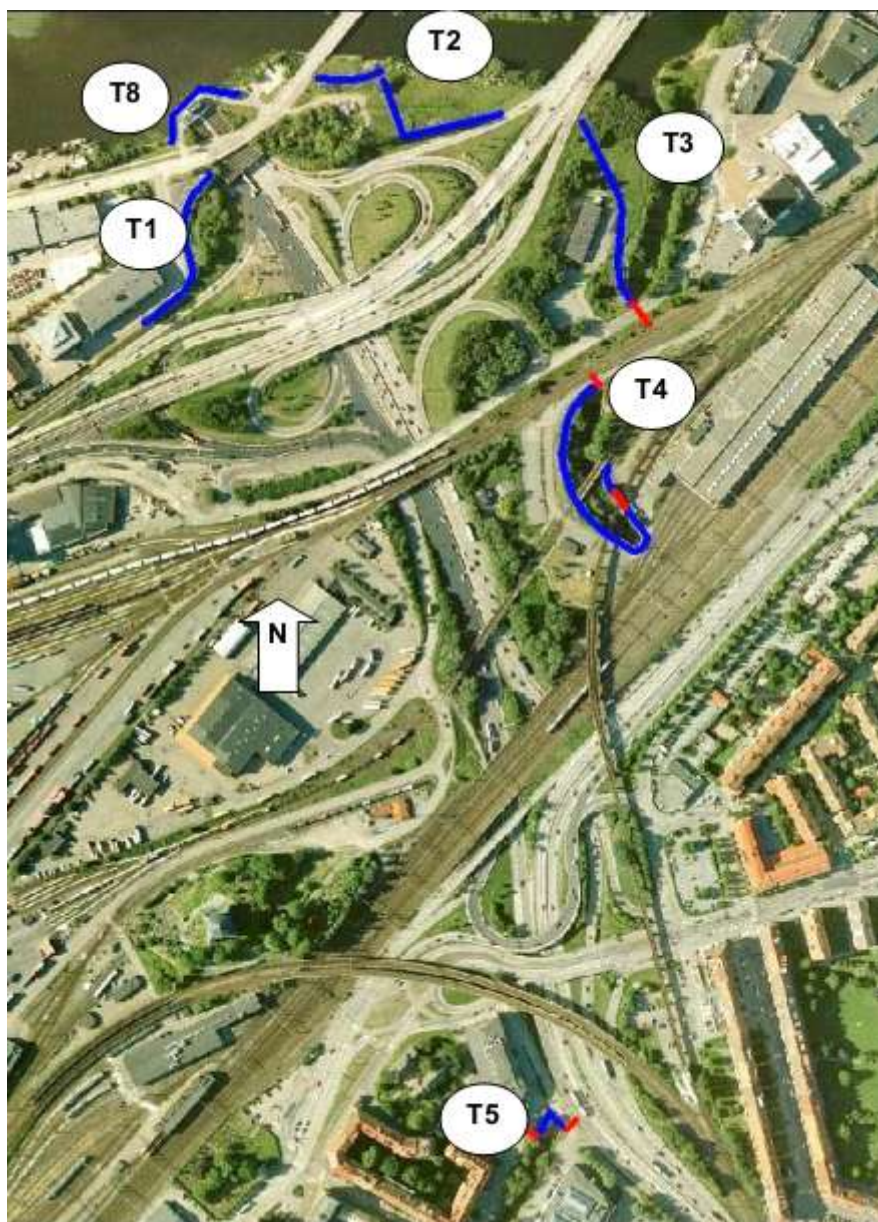
Ramböll har för Stadsbyggnadskontoret i Göteborg utfört samma simuleringar som i simuleringsuppdrag 1a, men med tillägget att alla permanenta och mobila skyddsbarriärer byggts in i Mike 21 modellen. Även nödpumpar för Tingstadstunneln och Götatunneln har lagts in i Mike Urban modellen. Detta tilläggsprojekt kallas simuleringsuppdrag 1c.

2. METOD

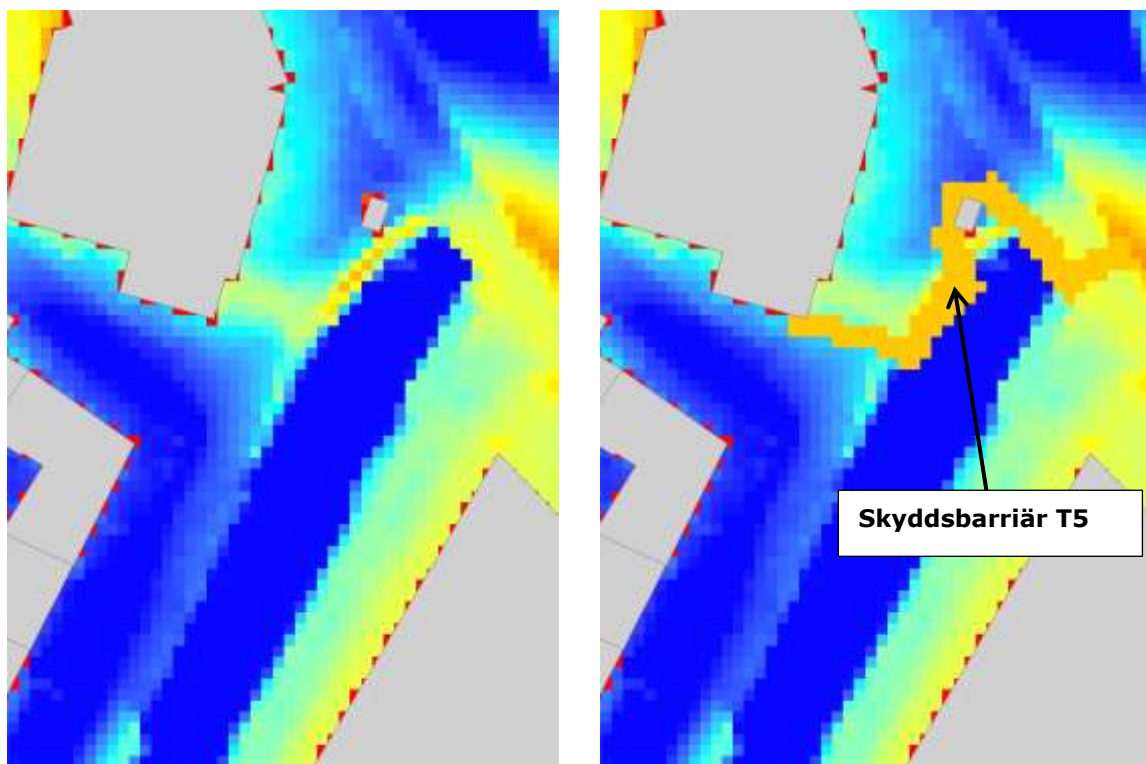
Beräkningarna i detta simuleringsuppdrag utgår från samma Mike Urban och Mike Flood modell som har använts i simuleringsuppdrag 1a, se rapport 1320001782-05-001.

För Götatunnelns och Tingstadstunnelns skyddsbarriärer har information hämtats ur Trafikverkets rapport "Instruktioner - Åtgärder vid högt vatten och hård vind". I rapporten beskrivs olika beredskapslägen och vilka barriärer som är permanenta respektive mobila barriärer.

Skyddsbarriärerna T1, T2, T8 för Tingstadstunneln var redan beskrivna i Mike 21 modellen, se figur 1. Skyddsbarriärerna T3 och T4 finns utanför området som ryms inom modellområde C. Skyddsbarriär T5 fanns inte beskriven i Mike 21 modellen tidigare och har därför nu arbetats in i Mike 21 modellen, se figur 2.

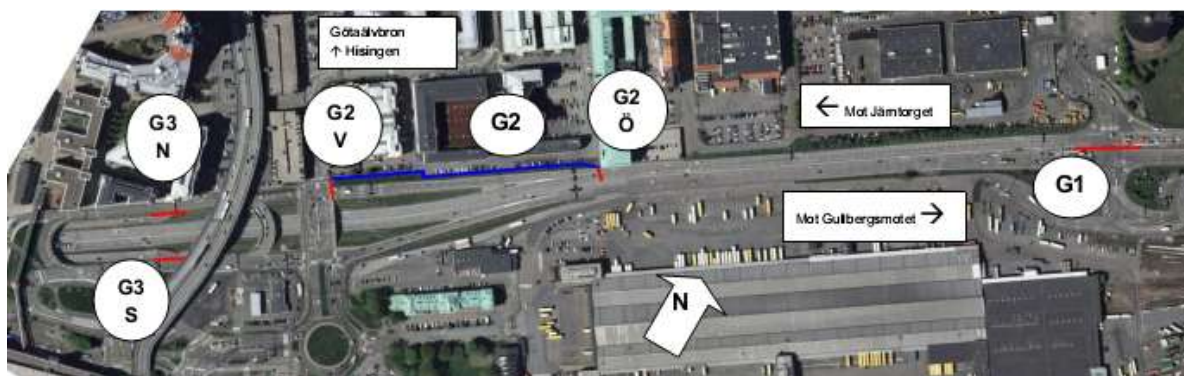


Figur 1 Permanenta och mobila skyddsbarriärer för den södra infarten till Tingstadstunneln i Göteborg. De blå skyddsbarriärerna är permanenta och de röda är mobila. Bild: Trafikverket.



Figur 2 Mike 21 modellen före och efter ändring av skyddsbarriär T5 i Norra Ågatan och Gullbergsgatan. De grå polygonerna är byggnader. Blå färg indikerar låg terräng och röd terräng indikerar hög terräng.

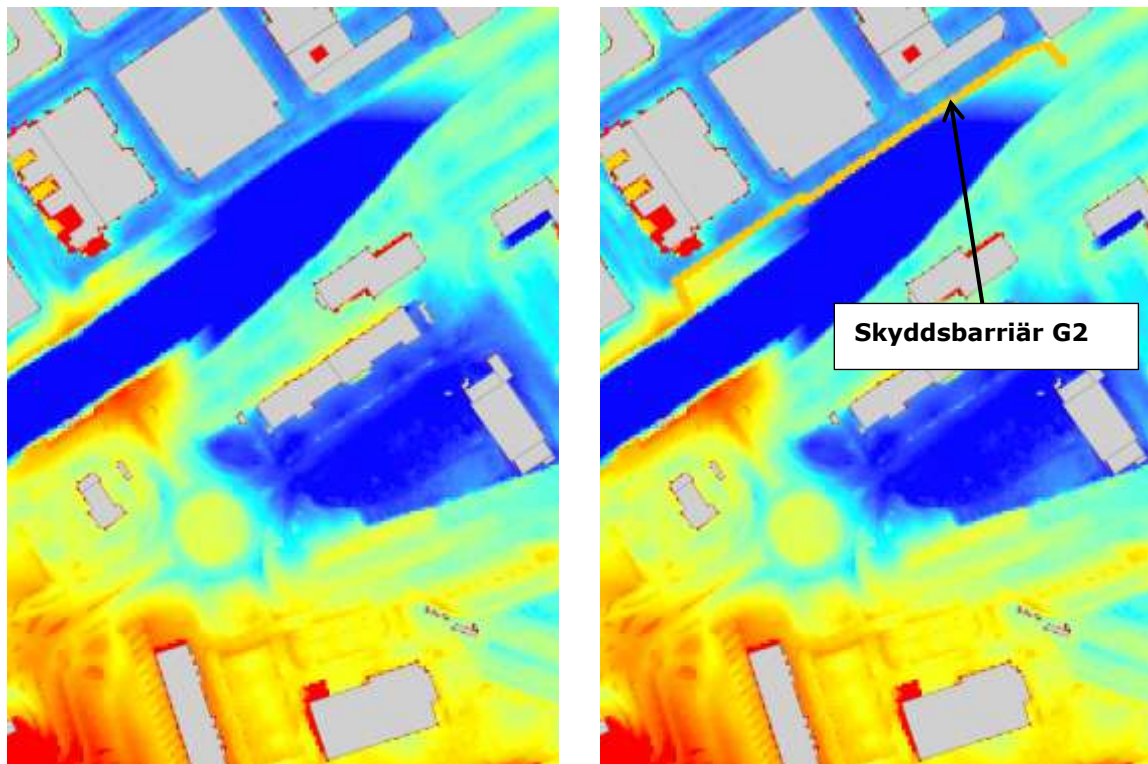
Den permanenta skyddsbarriären G2 var inte beskriven i Mike 21 modellen, eftersom den är så smal, se figur 3, figur 4 och figur 5. Denna skyddar nu rampen ner till Götatunneln, genom att hindra vatten från att komma ut på Mårten Krakowgatan. Skyddsbarriärerna G2 V och G2 Ö är mobila barriärer som sätts upp över Mårten Krakowgatans norra vägbana. Barriärerna har beskrivits i Mike 21 modellen.



Figur 3 Permanenta och mobila skyddsbarriärer för den östra infarten till Götatunneln i Göteborg. De blå skyddsbarriärerna är permanenta och de röda är mobila. Bild: Trafikverket.

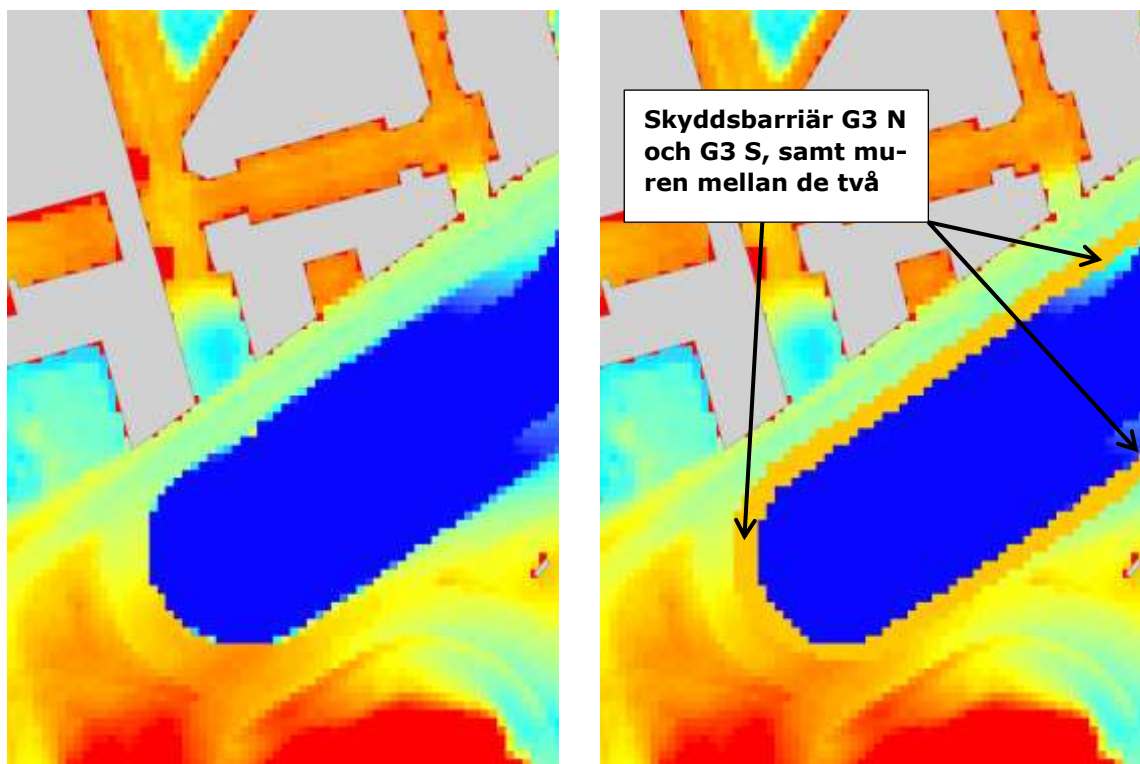


Figur 4 Den permanenta skyddsbarriären G2 för den östra infarten till Götatunneln i Göteborg. Bild: Trafikverket.



Figur 5 Mike 21 modellen före och efter ändring av skyddsbarriär G2 längs Norra Ågatan och Gullbergsgata. De grå polygonerna är byggnader. Blå färg indikerar låg terräng och röd terräng indikerar hög terräng.

De mobila skyddsbarriärerna G3 N och G3 S lades in i modellen. Muren mellan dessa barriärer runt kanten av Götatunneln, som faktiskt agerar som skyddsbarriärer även om de inte är inritade i figur 3, lades även den in i Mike 21 modellen, se figur 3 och figur 6.



Figur 6 Mike 21 modellen före och efter ändring av skyddsbarriär G3 N och G3 S runt Götatunneln. De grå polygonerna är byggnader. Blå färg indikerar låg terräng och röd terräng indikerar hög terräng.

Detaljerad information om nödfallspumparnas kapacitet har inte varit tillgänglig. Enligt uppgift från beställaren har Götatunneln uppskattningsvis en nödfallspumpkapacitet på $6 \text{ m}^3/\text{s}$. I brist på uppgift har nödfallspumpkapaciteten för Tingstadstunneln antagits vara lika stor som för Götatunneln. Vid en högvattensituation har det bedömts att båda tunnelmynningarna för såväl Götatunneln som Tingstadstunneln har lika stor översvämningsrisk. Därför är det antaget att Götatunnelns östra tunnelmynning har en nödfallspumpkapacitet på $3 \text{ m}^3/\text{s}$, eftersom de resterande $3 \text{ m}^3/\text{s}$ används för att pumpa bort vatten som rinner ner via den västliga tunnelmynningen. Samma resonemang appliceras på Tingstadstunneln.

Modelltekniskt har två brunnar och en ledning lagts i det lägsta området av nedkörningsrampen till Götatunneln och Tingstadstunneln. Marknivån i brunnarna har satts enligt nivån i Mike 21 modellen. Bottennivån i brunnarna har satts till 2,1 m under markytan. Brunnarnas diameter har satts till 5 m, dels för att få en stabilare utpumpning men också för att simulera den volym som pumpstumpen har i den verkliga pumpstationen. Brunnarna har därefter kopplats till Mike Flood modellen, att vatten som rinner ner i tunnlarna kan komma ner i brunnarna och pumpas ut i Götaälv. Ledningen mellan brunnarna har en dimension på 2000 mm.

3. BERÄKNINGAR

I simuleringsuppdrag 1c har två olika scenarier simulerats. Det första scenariot bygger på att ett 100 års regn faller i centrala Göteborg, samtidigt som det är medelvattenstånd i Göta älv, se tabell 1. 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 1 De simuleringsfall som genomförts i simuleringsuppdrag 1c

4. RESULTAT

Beräkningarna har utförts med ett CDS 100 års regn för medel vattennivå i Göta älv (CDS100MW) och nutida extremvattennivå i Göta älv (CDS100HHW). När alla skyddsbarriärer är på plats, både mobila och permanenta, är skillnaden i översvämmad areal väldigt liten vid ett CDS 100 års regn och med nutida medelvattenstånd i Göta älv, se tabell 2. Detta är logiskt eftersom medelvattenståndet i sig inte bidrar till någon översvämning i område C. Om istället volymen av översvämmat vatten jämförs, så har volymen minskat med 13 %, se kartbilaga 1320001782-08-01 och 1320001782-08-09. Den största skillnaden beror troligtvis på att nödpumparna i Tingstadstunneln och Götatunneln pumpar bort stora mängder vatten och därför blir översvämningen vid tunnelöppningarna mindre. Situationen för de kritiska objekten i Område C är i stor sett densamma som i simuleringsuppdrag 1a, se tabell 3.

Vid nutida extremvattennivå i Göta älv blir skillnaden mycket större, se kartbilaga 1320001782-08-02 och 1320001782-08-10. Den översvämmade arealen blir 31 % mindre, eftersom skyddsbarriärerna nu hindrar vattnet från att rinna över Mårten Krakowgatan, samt ut på E6/E20 via Gullbergsån. Volymen översvämmat vatten blir 72 % mindre av samma orsak. Området mellan Mårten Krakowgatan och Göta älv blir dock fortfarande översvämmat, eftersom skyddsbarriärerna inte ligger ute längs Göta älv. Jämfört med simulering 1a skyddas ytterligare åtta kritiska objekt mot kritisk översvämning, varav 4 skyddas helt från översvämning, se tabell 3.

I övrigt ser översvämningsbilden likadan ut innanför skyddsbarriärerna. Vid nutida extrem högvattennivå översvämmas fortfarande Gullbergsvassgatan samt parken mellan Bergslagsgatan och Kruthusgatan. Området Stampen drabbas av liknande översvämningar som i simuleringsuppdrag 1a. Busshållplatserna på Nils Ericsons blir översvämmade, liksom koringen Kanaltorgsgatan/Nils Ericsonsgatan. Vägarna i västra delen av Nordstaden är fortfarande översvämmade. Utbredningen av översvämningarna i Tingstadstunneln och Götatunneln är någorlunda densamma, även om volymen av det översvämmade vattnet är mindre.

Scenario	Översvämmad yta	Volym översvämmat vattnet
CDS100MW	216 000 m ² (~0 %)	28 000 m ³ (-13 %)
CDS100HHW	485 000 m ² (-31 %)	155 000 m ³ (-72 %)

Tabell 2 Översvämmad yta och volym av det översvämmade vattnet i de två scenarierna. Procentsatsen i parentes visar skillnad i förhållande till samma scenario i simuleringsuppdrag 1a.

Status	CDS100MW	CDS100HHW
Kritiskt översvämmad	12 (-1 st.)	29 (-8 st.)
Översvämmad	15 (+1 st.)	16 (+4 st.)
Inte översvämmad	53	35 (+4 st.)
Totalt	80	80

Tabell 3 Sammanfattning av antal översvämmade kritiska objekt. Antalet i parentes visar skillnad i förhållande till samma scenario i simuleringsuppdrag 1a.

5. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Skyddsbarriärerna hindrar vattnet att rinna över Mårten Krakowgatan och därför undgås översvämning i stora delar av Område C. Bortsett från de områden som översvämmas redan av den höga vattennivån i Göta älv, är översvämningarnas omfattning i stort sett densamma som i simuleringsuppdrag 1a.

Tunnelmyningen för Tingstadstunneln och Götatunneln är dock fortfarande översvämmade. Översvämningen i Tingstadstunnelns mynning beror på att dagvattensystemet i rampen ner från Gullbergsmotet är överbelastad och detta gör att vatten rinner på rampen ner mot tunneln. Nöd-pumparna verkar hindra vattnet från att skapa en djup översvämning vid tunnelns mynning, vilket betyder att pumparnas kapacitet i modellen är tillräckligt stor för att pumpa bort den mängd vatten som rinner ner i tunnelmyningen.

Även Götatunnelns mynning blir översvämmad. En bidragande orsak till denna översvämning är att $\varnothing 300$ mm spillvattenledningen i Kilsgatan transporterar vatten in under skyddsbarriären som går längs Mårten Krakowgatan. Det är möjligt att nedströmningshastigheten från terrängmodellen till avloppssystemet är modelltekniskt överskattad eftersom det inte borde vara några dagvattenbrunnar kopplade till spillvattenledningen. Vid en översvämning upp till +1,85 m RH2000, kan ytvattnet rinna in i byggnader eller ner i trappnedgångar och därefter ner i spillvattensystemet via golvbrunnarna. I detta fall finns i stort sett obegränsad nedströmningsskapacitet till spillvattensystemet. Även om modellen överskattar översvämningen av Göta tunneln, så visar den på svagheter i skyddsbarriären längs Mårten Krakowgatan.

BILAGA 1
INSTRUKTIONER – ÅTGÄRDER VID HÖGT VATTEN OCH HÅRD VIND

BILAGA 2
REDOVISNING AV KRITISKA OBJEKT