

Skyfallskartering Västerbottens län

Bjurholms kommun



Länsstyrelsen i Västerbottens län

Rapport

April 2018

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Skyfallskartering Västerbottens län

Bjurholms kommun

Framtagen för Länsstyrelsen i Västerbottens län
Kontaktperson Tina Holmlund

Projektleddare	Steve Berggreen-Clausen
Kvalitetsansvarig	Erik Mårtensson
Handläggare	Josefin Tollgren, Christofer Karlsson

Uppdragsnummer	12803985
Godkänd datum	2018-04-16
Version	Slutrapport
Klassificering	Öppen



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
2	Metodik	2
2.1	Beräkningsförutsättningar	3
2.2	Dagvattensystemets kapacitet	3
2.3	Markens infiltrationsförmåga	4
2.4	Regnbelastning	4
3	Resultat	6
3.1	Tolkning av resultat	6
3.1.1	Höjddata	6
3.1.2	Vägtrummor	7
3.2	Översvämningsdjup och ytvattenflöde	7
4	Användning av resultat	10
5	Utveckling av modellen	12
6	Leverans	13
7	Referenser	14

BILAGA A – KÖPENHAMNSREGNET



1 Inledning

Länsstyrelsen i Västerbottens län arbetar med flera uppdrag som berör riskhänsyn och samhällsplanering i form av översvämningdirektivet, anpassning till ett förändrat klimat och skydd av samhällsviktig verksamhet.

Länsstyrelsen och kommuner ska identifiera och värdera hot och risker inom det geografiska ansvarsområdet. I risk- och sårbarhetsanalyser (RSA) sammanställs hot och risker i syfte att öka medvetenheten om dem. RSA:n ska också utgöra underlag för planering för riskhantering och riskreducerande åtgärder.

Översvämning genom skyfall (pluvial översvämning) är ett hot som kommer att bli vanligare i ett framtida förändrat klimat. Det är svårt att förutsäga var och när ett skyfall kommer att inträffa liksom dess varaktighet och intensitet. Bebyggelse och infrastruktur, däribland samhällsviktiga verksamheter, kan drabbas av stora skador till följd av skyfall.

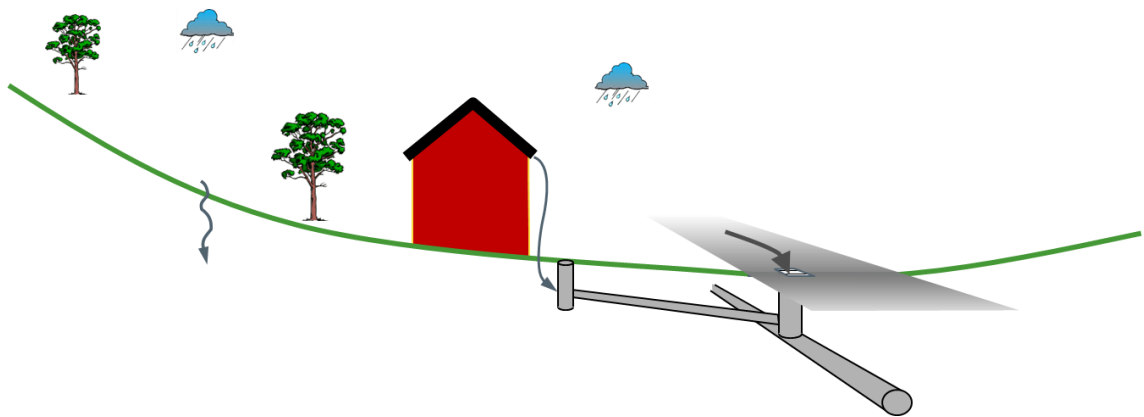
Som ett led i arbetet med krisberedskap och anpassning till ett förändrat klimat har DHI Sverige AB på uppdrag av Länsstyrelsen tagit fram planeringsunderlag för tätorter genom att kartlägga skyfalls påverkan på 29 tätorter i Västerbottens län. Planeringsunderlaget är översvämningsskator som visar maximala vattendjup, maximala flöden, flödesriktningar samt vattenhastighetsvektorer under översvämningförloppet.

I föreliggande rapport presenteras metodik och resultat för Bjurholms tätort i Bjurholms kommun.

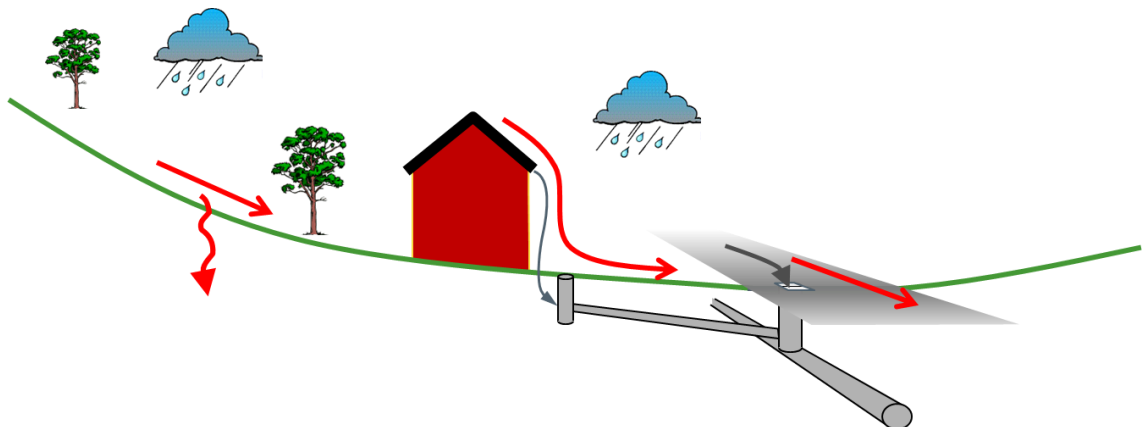
2 Metodik

Vid normala regn hanteras regnvolymer antingen genom avledning till samhällets dagvattensystem eller genom infiltration på permeabla, gröna ytor (Figur 2-1). Vid extrema regn överskrider dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga vilket medför att det sker en avrinning på markytan med marköversvämning som följd (Figur 2-2). I syfte att kartlägga var vattnet rinner och skapar översvämning har markavrinningsberäkningar gjorts för två olika extrema regn för tätorten.

Metodiken som använts följer den metod som presenteras i "Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning"¹. I följande avsnitt redogörs för generella beräkningsförutsättningar och gjorda antaganden avseende dagvattensystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga.



Figur 2-1. Principbild över vattnets transportvägar vid normala regn.



Figur 2-2. Principbild över vattnets transportvägar vid extrema regn.

¹ Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121, augusti 2017.

2.1 Beräkningsförutsättningar

Utifrån nationella höjdmodellen (NH) har en tvådimensionell hydraulisk terrängmodell etablerats för Bjurholm i programvaran MIKE 21. Modellen beräknar flödet på markytan i två dimensioner, x-led och y-led. Utredningsområdet täcker med god marginal in tätorten med omnejd. Utredningen har inte inkluderat någon modellering över sjöytor, varför heller ingen hänsyn tagits till en framtida höjning av sjövattnenstånd.

Den horisontella upplösningen på modellen har satts till 4 m. Detta innebär att ett område på 4 x 4 meter representeras av ett höjdvärde. Upplösningen på resultatet blir samma som upplösningen i modellen. Alltså beräknas vattendjup för varje område på 4 x 4 meter. Valet av upplösning har gjorts för att på ett tillräckligt detaljerat sätt kunna beskriva urbana strukturer och samtidigt få rimliga beräkningstider.

En bearbetning av terrängmodellen har gjorts för att beskriva de verkliga vattentransportförhållandena vilket innebär att nivån för samtliga byggnader har höjts upp jämfört med omkringliggande områden för att möjliggöra transport av vatten runt byggnader. Vidare har terrängmodellen justerats för viadukter i syfte att beskriva nivån på vägbanan i viadukten och inte nivån på vägen över. Endast justering av mindre viadukter såsom cykelunderfarter har varit nödvändig då större viadukter redan var justerade i erhållen terrängmodell.

Ytans råhet, vilken styr vattnets hastighet på markytan och således påverkar översvämningsförloppet, har differentierats mellan hårdgjorda ytor och övriga permeabla ytor. Hårdgjorda ytor har beskrivits med en lägre råhet (mindre motstånd), motsvarande Mannings tal M på 50, och övriga ytor med en högre råhet (större motstånd), motsvarande Mannings tal M på 2. De hårdgjorda ytorna utgörs av hustak och vägar som har tagits från digitalt material levererat av beställaren.

2.2 Dagvattensystemets kapacitet

Dagvattensystem dimensioneras idag för att klara minst ett regn med 10-års återkomsttid. Kapaciteten för befintliga dagvattenförande system kan dock variera kraftigt, ibland med lägre kapacitet på grund av äldre dimensioneringsnormer och i andra fall med högre kapacitet. Vid skyfall, d.v.s. regn med hög återkomsttid och intensitet, är ledningssystemets kapacitet begränsad i förhållande till regnvolymen.

Hänsyn till ledningssystemets kapacitet har schablonmässigt tagits genom att reducera volymen av det belastande regnet med intensiteten och volymen för ett 10-årsregn. Detta avdrag har gjorts för alla hårdgjorda ytor vilka kan antas ledas till befintligt ledningssystem. Se vidare under avsnitt 2.4 rörande regnbelastning.

2.3 Markens infiltrationsförmåga

Till terrängmodellen har kopplats en infiltrationsmodul som låter delar av vattnet infiltrera istället för att rinna av på ytan. På alla ytor som inte antas vara hårdgjorda har infiltrationsmodulen aktiverats. Infiltrationshastigheten har schablonmässigt ansatts till 18 mm/h på dessa ytor. Markens infiltrationsförmåga kan uppvisa en mycket lokal variation. Vald infiltrationshastighet utgör ett konservativt värde för en normal matjord vilket kan antas utgöra det allra översta jordlagret i majoriteten av grönområdena i en urban miljö.

Infiltrationslagrets mäktighet har satts till 0,3 m med en total porositet på 0,4. Skyfall inträffar vanligtvis under sommarmånaderna juni – augusti då markvattenhalten normalt är låg till följd av hög avdunstning. Vid beräkningarna har det därför antagits att studerade regn inträffar sommartid och har föregåtts av ca en veckas torrperiod. Detta innebär att det översta jordlagrets markvattenhalt hunnit reduceras av avdunstning och antas vara mättad till 40 %.

Gjorda antaganden enligt ovan innebär en total magasinskapacitet i marken på 72 mm (0,4 x 0,3 m x 0,6). Dock spelar tidsförloppet in, så även om 72 mm nederbörd faller på en yta med denna magasineringsförmåga, beror infiltrerad volym på hur länge vattnet ligger kvar i detta område. Vid större lutning i terrängen hinner ofta inte vattnet infiltrera innan det runnit vidare, medan det vid lågpunkter kan ansamlas stora volymer där infiltrationen successivt pågår tills markmagasinet fyllts.

Infiltrationsmodulen inkluderar även beskrivning av ett möjligt läckage från det övre markmagasinet till en tänkt grundvattenyta. I praktiken har dock denna process mycket liten inverkan vid denna typ av beräkning då läckaget generellt är väsentligt lägre än infiltrationen.

2.4 Regnbelastning

En förutsättning för att det skall vara rimligt att förenkla ledningssystemets inverkan till ett schablonmässigt avdrag från regnet, enligt avsnitt 2.2, och arbeta med en markavrinningsmodell utan koppling till en modell för ledningsnätet, är att regnbelastningen är så stor att den med god marginal överstiger ledningssystemets kapacitet. Ju närmare det valda regnet ligger i förhållande till ledningssystemets kapacitet, ju större blir osäkerheten i denna förenkling. Syftet med denna utredning har varit att bedöma konsekvenserna vid extrema regn, dvs. skyfall med intensitet och volym som vida överstiger ledningssystemets kapacitet.

Två skyfall med olika intensitet har studerats:

1. Dimensionerande 100-årsregn med en klimatkoefficient på 1,3 (framtida 100-årsregn).
2. Köpenhamnsregnet som inträffade den 2 juli 2011. Information kring regnets intensitet och varaktighet har inhämtats från Vejen (2011).

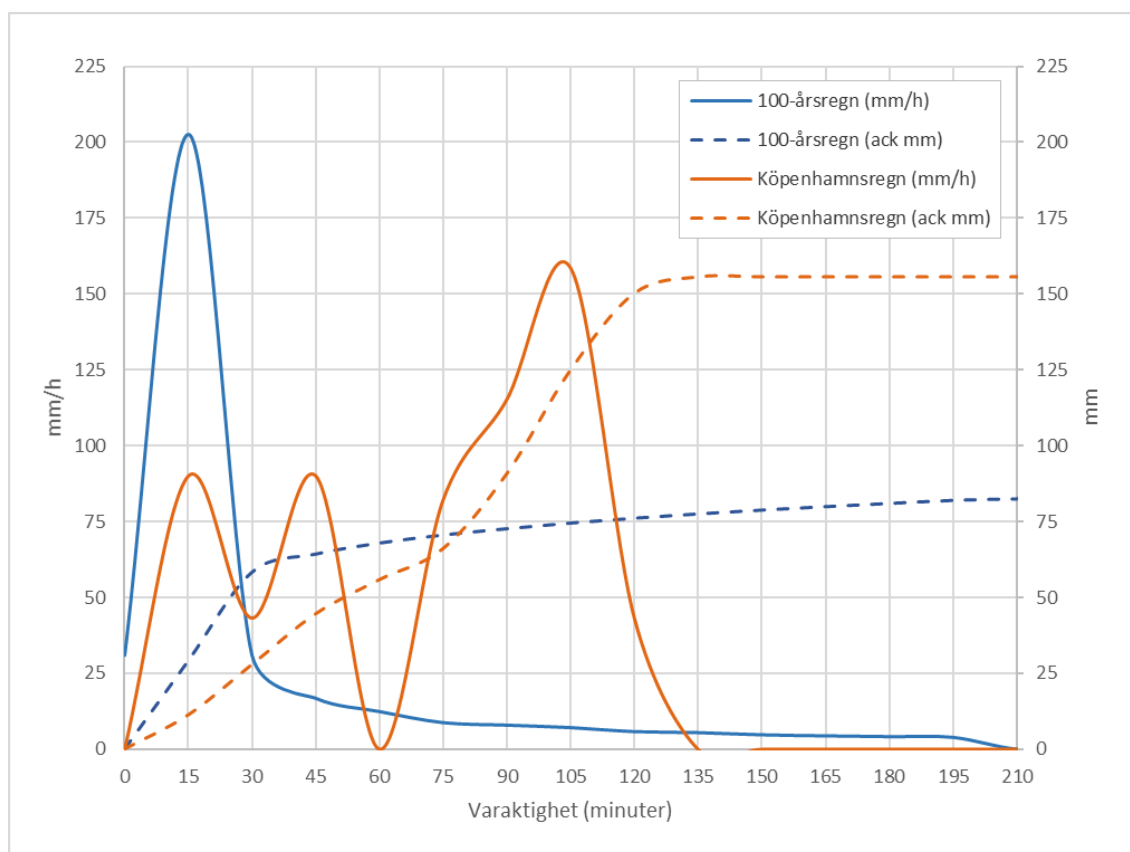
I Figur 2-3 visas regnintensiteten som funktion av varaktigheten för de båda regnen.

Utifrån en statistisk bearbetning av regndata, beskrivet i Svenskt Vattens publikation P104, har s.k. intensitets-/varaktighetssamband tagits fram, dvs. regnintensitet som funktion av varaktighet med en viss sannolikhet, återkomsttid. Regnstatistiken används bl.a. för dimensionering av dagvattensystem. Från denna statistik har ett 100-årsregn med en total varaktighet på sex timmar valts. Enbart den mest intensiva 30-minutersperioden har studerats med modellen, då intensiteten för övriga delar (för- och efterregn) är lägre än bedömd kapacitet för både ledningsnät och markens infiltrationsförmåga. Vid ett framtida 100-årsregn med en klimatkoefficient på 1,3 faller totalt ca 58 mm regn under dessa 30 minuter. Motsvarande volym för ett dimensionerande 10-årsregn är ca 21 mm. Således har samtliga hårdgjorda ytor belastats med volymsskillnaden, dvs. 37 mm under 30 minuter. Övriga genomsläppliga ytor belastas med hela regnvolymer på ca 58 mm.

Den initiala markvattenhalten har anpassats efter regnvolymer i förregnet, dvs. den regnvolymer som faller innan simulerat 30-minutersregn enligt ovan. Regnvolymer i förregnet är ca 26 mm vid det framtida 100-årsregnet. Vid modellberäkningarna reduceras därför den totala tillgängliga magasin kapaciteten i marken (72 mm enligt avsnitt 2.3) med 20 % vid framtida 100-årsregnet.

Köpenhamnsregnet varierade geografiskt i intensitet. I området runt de fem centrala sjöarna i Köpenhamn var regnet som kraftigast. Regnmätaren vid Botaniska trädgården, vars uppmätta regnmängder stämmer väl överens med radarmätningarna, registrerade totalt ca 155 mm under dryga 2 timmar. Data från dessa mätningar har tolkats utifrån Vejen (2011) och visas i Figur 2-3.

Även för Köpenhamnsregnet har avdrag gjorts för ledningssystemets kapacitet vid belastning av hårdgjorda ytor (enligt avsnitt 2.2 ovan). För detta regn har volym motsvarande ett 10-årsregn med en varaktighet på två timmar dragits bort. Detta innebär att den totala regnvolymer reducerats med ca 35 mm. Således belastas hårdgjorda ytor med en total volym på 120 mm under drygt två timmar och övriga ytor belastas med hela regnvolymer på 155 mm.



Figur 2-3. Regnintensitet och ackumulerad regnvolymer som funktion av varaktighet för Köpenhamnsregnet samt det framtida 100-årsregnet (simulerad del).

3 Resultat

Det har tagits fram GIS-skikt (avsnitt 6) för Bjurholm som visar maximala vattendjup, maximala flöden, flödesriktningar samt vattenhastighetsvektorer under översvämningsförloppet. Kartorna visar alltså inte förhållandena vid en särskild tidpunkt under beräkningen, eftersom maximalt vattendjup erhålls vid olika tidpunkter i olika delar av området.

Kartläggning av hastighetsvektorer, flödesriktningar och flöden är ett viktigt komplement till beräknade vattendjup vid t.ex. åtgärdsplanering och exploatering. Flödena är som störst på vägar och i vattendrag. Notera dock att områden med ett lägre flöde per meter men över en större sektion kan ge ett högre totalt flöde och förflytta större vattenvolymer.

Utifrån översvämningskartering och markvattenflöden i området kan höjdsättning planeras för att undvika översvämnning av prioriterade områden och samtidigt avleda vatten till lågprioriterade områden för en hållbar ytvattenhantering inom området.

Redovisade modellresultat baseras på en simuleringsperiod om 4 och 6 timmar från det framtida 100-årsregnets respektive Köpenhamnsregnets start (Figur 2-3). Simuleringsperioden valdes så att den huvudsakliga vattentransporten skall ha hunnit avstanna i alla delar av avrinningsområdena, dvs. allt vatten skall ha hunnit fram till modellens lågpunkter.

I takt med att vatten avbördas från ledningssystemet kommer det i praktiken efter hand finnas möjlighet för vatten att rinna ner i detsamma. Beräknat vattendjup i svackor dit vatten rinner från stora områden under längre tid, och där svackorna samtidigt har fysisk koppling till ledningsnätet via rännstensbrunnar, kan därför bli överskattade med denna förenklade beräkningsmetodik där ledningsnätet inte inkluderats fysiskt. Å andra sidan kan det omvända gälla om dessa lågt liggande delar samtidigt sammanfaller med lokalt sämre kapacitet i ledningsnätet, något som inte är helt ovanligt.

3.1 Tolkning av resultat

Översvämningskartorna visar områden där vatten riskerar att bli stående och orsaka en översvämnning på ytan i samband med ett framtida 100-årsregn och ett regn motsvarande Köpenhamnsregnet. Viktigt är att ha i åtanke att översvämnningar, dvs. ansamlingar av vatten på markytan, inte nödvändigtvis utgör ett problem. Problem uppstår när vattnet orsakar en värdeförlust, påverkar kommunikation/transport, eller vid risk för hälsa och liv. Exempelvis uppstår sällan en värdeförlust då grönytor översvämmas medan stora värden kan gå förlorade då t.ex. ett villaområde eller en större trafikled drabbas. Se även diskussion om konsekvensanalys i kapitel 4.

3.1.1 Höjddata

Inom vissa områden kan det i resultatfilerna se ut som att det står vatten precis intill husliv, trots att dessa byggnader i verkligheten har mark som sluttar bort från byggnadsgrunden. Resultat som dessa, att det inom små smala områden uppstår översvämmade ytor trots att de i verkligheten ej kommer bildas precis där, beror dels på den horisontella upplösningen i beräkningsmodellen (4 m rutor), dels på att det i höjdmodellen finns osäkerheter och mindre fel. Detta blir tydligast för stora flacka områden där den verkliga höjdskillnaden är liten. Här kan relativt små absoluta fel i höjdmodellen ge felaktiga resultat. Speciellt vid kant till byggnader kan det uppkomma sådana fel, då höjdmodellen som levereras från Lantmäteriet är bearbetad för att ta bort byggnader och dylikt ur höjdmodellen. Lantmäteriets bearbetning sker per halvautomatik med storskalig bearbetning, och inga detaljstudier görs för respektive område som bearbetas.

Resultaten från skyfallsanalysen baseras på de höjdförhållanden som förelåg då marknivåer till NH skannades. Förändringar i marknivå, exempelvis till följd av exploateringar, som skett efter

datum för skanning innebär sannolikt att resultaten inte är överensstämmande med dagens situation för dessa områden.

Vid misstanke om missvisande resultat som kan vara avgörande för en riskvärdering kan det vara lämpligt att detaljstudera tillgänglig höjddata i bästa möjliga upplösning och som sista utväg göra platsbesök för att klarlägga de verkliga höjdförhållandena.

3.1.2 Vägtrummor

Höjddata har bearbetats för viadukter och broar, detta har gjorts för att möjliggöra vattentransporten i dessa områden. Däremot har höjddata inte modifierats att ta hänsyn till alla de vägtrummor som eventuellt finns i modellområdet. Detta gör att det i resultaten kan ses vattenansamlingar strax uppströms vägar och banvallar där det i själva verket hade kunnat rinna vatten genom trummor eller kulverteringar. Majoriteten av denna typ av problematik uppstår utanför de mest bebyggda områdena och har därför mindre inverkan på översvämningsområden som ger allvarliga konsekvenser. Se vidare i kapitel 5 för vidare diskussion.

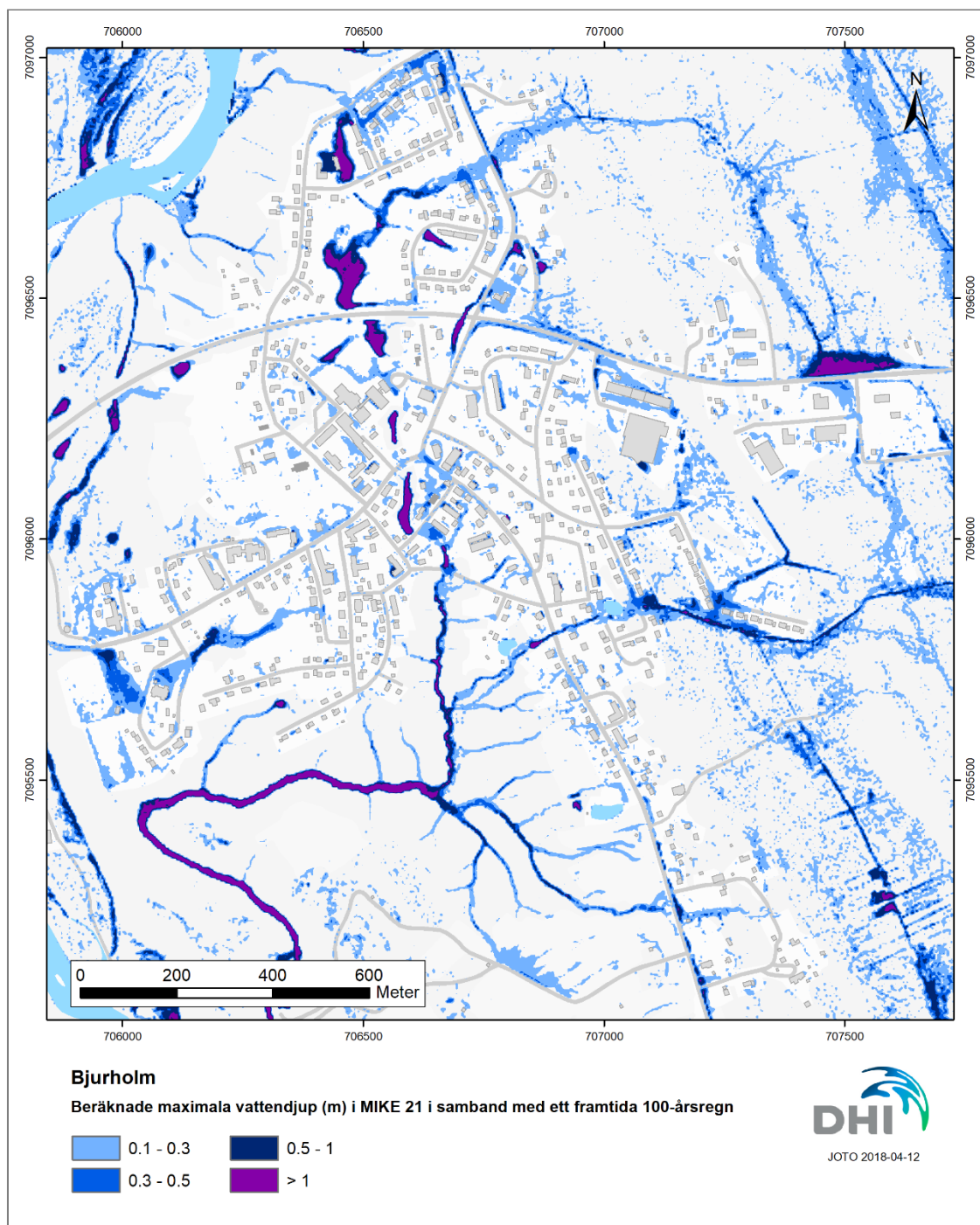
3.2 Översvämningsdjup och ytvattenflöde

Baserat på beräkningsresultat för maximala översvämningsdjup, flöde och flödesriktning har kartor tagits fram för Bjurholm. Resultaten för ett framtida 100-årsregn redovisas i Figur 3-1 och Figur 3-2, medan resultat för Köpenhamnsregnet visas i bilaga A.

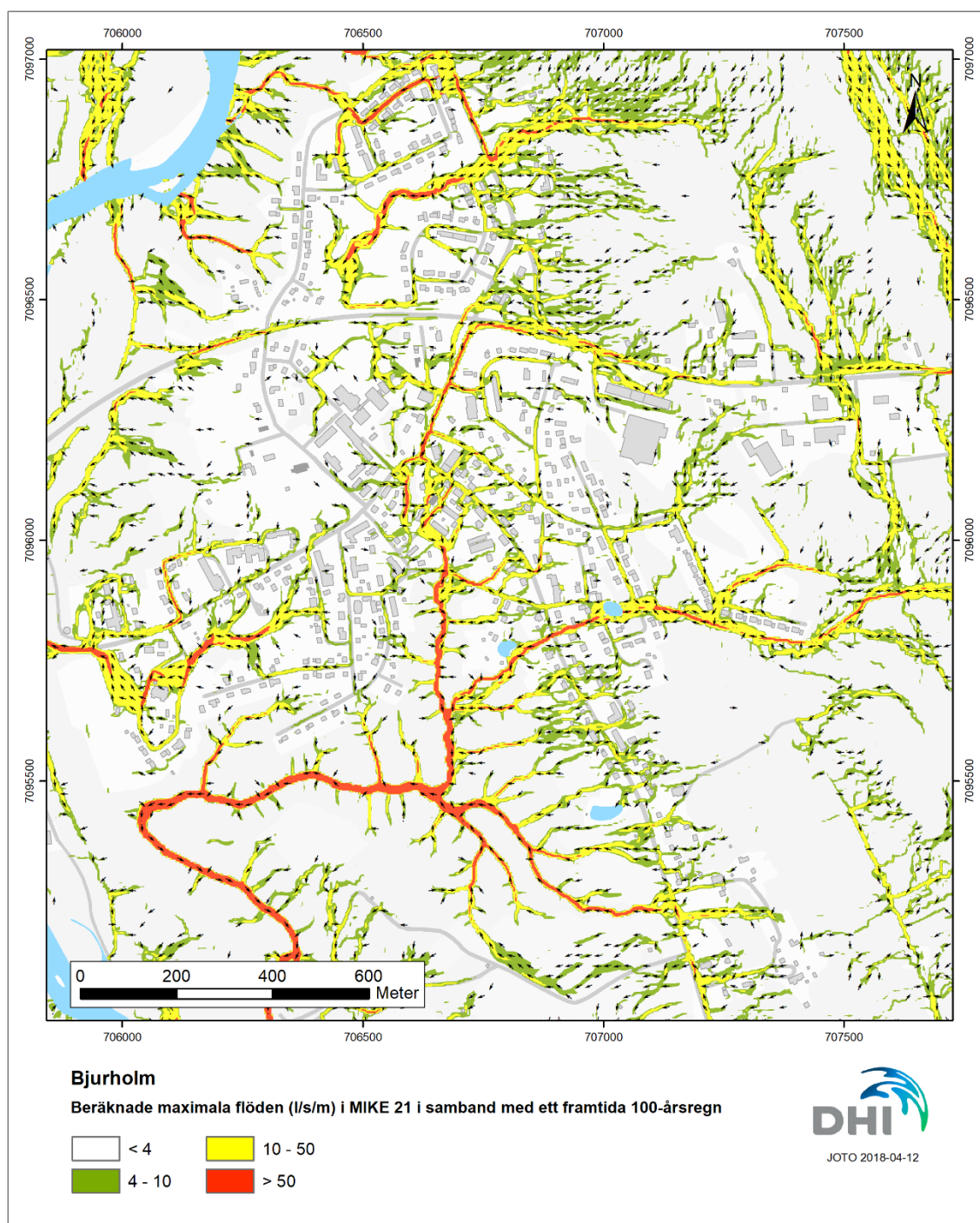
Nedan listas identifierade större problemområden i tätorten utifrån det maximala översvämningsdjupet. Förutom de områden som nämns kan det dock finnas ytterligare problemområden såsom översvämmade vägar, enskilda fastigheter med stora vattendjup intill huskroppen samt översvämmade viadukter.

Bjurholm (Figur 3-1 och Figur 3-2)

- **Bondegatan.** Översvämnning intill hus vid slutet av vägen.
- **Bäverstigen.** Översvämnning längs väg och i omkringliggande bostadsområde.
- **Dike vid Smedvägen/Östergatan.** Diket översvämmas vilket påverkar flertalet bostadshus.
- **Grönalundsvägen/Åkervägen.** Översvämnning längs Grönalundsvägen. Inkluderar bostadshus i området med vattendjup på upp till 1 meter.
- **Korsning Ravingatan/väg 353.** Mindre översvämnningar i området vilket påverkar bostadshus, affärer och kyrka.
- **Örträskvägen.** Område kring bensinstation översvämmas.



Figur 3-1 Beräknat maximalt vattendjup i samband med ett framtida 100-årsregn med en klimatafaktor på 1,3.



Figur 3-2 Flödesriktning vid maximala markvattenflöden i samband med ett framtida 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,3.

4 Användning av resultat

Utredningen som har genomförts ger en överblick över vilka områden i Bjurholm med omnejd som riskerar att översvämmas i samband med olika extrema regn. Resultaten utgör ett underlag för vidare analyser. Nedan ges rekommendationer på hur framtagna resultat kan användas.

Konsekvensanalys

En skyfallskartering resulterar i ett underlag som visar maximal översvämningsutbredning och vattendjup för de studerade regnen. Utifrån underlaget är det svårt att direkt utläsa konsekvenserna varför en strukturerad konsekvensanalys krävs för att ta vara på materialet. Det finns många olika sätt att genomföra en konsekvensanalys beroende på syfte och önskad detaljeringsgrad.

Ett sätt att identifiera var konsekvenserna av ett skyfall är som störst är att utgå från de verksamheter som bedöms vara mest skyddsvärda, dvs. de som har en stor negativ påverkan på samhället om de slås ut. De studeras i detalj med avseende på påverkan från beräknad översvämningsutbredning och vattendjup. Med detta angreppssätt görs en fokuserad insats på att analysera konsekvenserna för ett antal utvalda verksamheter/anläggningar.

För större tätorter med ett stort antal skyddsvärda verksamheter kan en inledande analys för prioritering av områden att studera i mer detalj vara lämplig. Principen är att information om markanvändning klassas och värderas där skyddsvärda objekt ges en högre värdering. Värderingen kombineras med beräknade vattendjup för att skapa en konsekvenskarta som indikerar var översvämningsen ger störst konsekvenser. Områden med stora och små vattendjup utan konsekvenser gallras på så sätt bort.

Åtgärdsplanering och strukturplan för vatten

Konsekvensanalysen ger information om var skador och störningar blir som störst, men det är sällan så att den bästa lösningen är en åtgärd just där problemen uppstår. Åtgärder i uppströms liggande områden kan i många fall fördröja och förhindra vatten från att nå sårbara områden. Ibland kan det också vara lämpligt med åtgärder som ger ökad avledning via utpekade avrinningsvägar. För en effektiv hantering av skyfall är det viktigt att åtgärdsarbetet sker ur ett avrinningsområdesperspektiv där de naturgivna förutsättningarna används för en optimerad markanvändning.

En strukturplan för vatten är en balanserad avvägning mellan volymkrav för fördröjning och avledning inom delområden. Dessa volymkrav kan ses som dimensioneringsförutsättningar för olika typåtgärder i det fortsatta praktiska åtgärdsarbetet. Strukturplanen kan också inkludera en plan för hantering av andra översvämningsrisker som höga sjönivåer och flöden i vattendrag.

Resultaten från föreliggande utredning kan användas som underlag till översikts- och detaljplaner, för att hitta lämplig placering av ny bebyggelse och identifiering av ytor som behöver reserveras för hantering av skyfall. Det är viktigt att komma ihåg att en exploatering medför en förändring av marknivåer och infiltrationsförmåga. Den framtagna modellen för skyfallskarteringen kan användas för att simulera planerade markomställningar och exploateringar, och på så sätt undersöka hur översvämningsituationen förändras.

Genom att göra justeringar i modellen som tagits fram vid skyfallskarteringen kan effekten av olika åtgärder simuleras mer i detalj. Konsekvenserna kan analyseras på nytt utifrån nya beräknade vattendjup och effekten av åtgärden kan sedan vägas mot kostnaden. Vid modellering av åtgärder krävs dock en ökad detaljeringsgrad i modellen vilket innebär att upprättad markavrinningsmodell behöver kompletteras, se vidare i kapitel 5.

Beredskapsplanering

Inom områden med allvarliga konsekvenser vid skyfall, t.ex. översvämning av viktiga transportleder eller samhällsviktig verksamhet, där stora skador och risker för människor kan uppstå, bör riskreducerande åtgärder planeras. Det kan handla om åtgärder i terrängen för att mildra översvämningen eller kanske rent av att på sikt flytta aktuell verksamhet. Oavsett detta bör det finnas en beredskap för att hantera konsekvenserna innan permanenta åtgärder genomförts. Resultaten från föreliggande utredning, kompletterat med en konsekvensanalys enligt ovan, utgör ett underlag för beredskapsplaner.

5 Utveckling av modellen

Föreliggande utredning har gjorts på en översiktlig nivå i syfte att identifiera riskområden för översvämning i samband med skyfall i Bjurholm. Vid framtagande av t.ex. strukturplan för vatten, vid åtgärdsplanering eller kartläggning av konsekvenser av mindre extrema regn rekommenderas att upprättad modell kompletteras. Nedan listas de utvecklingar av modellen som rekommenderas i samband med studier som kräver en större detaljeringsgrad i resultaten.

Dynamisk koppling till ledningsnät

Ledningsnätets kapacitet har antagits vara densamma för hela systemet och hanterats genom ett schablonmässigt avdrag motsvarande ett 10-årsregn. I verkligheten varierar kapaciteten i systemet vilket medför att kapaciteten i vissa delar av systemet överskattas och att den underskattas i andra. Det faktum att ledningsnätet i denna utredning inte beskrivs explicit, kan därför ge avvikelser lokalt genom att vatten från uppströms liggande områden dämmer upp på markytan vid lokala kapacitetsbrister i ledningsnätet. När vatten, via brunnar, tränger upp på markytan fungerar detta som en ventil för systemet. Detta medför att trycket sjunker och kapacitet frigörs i ledningsnätet. Genom att dynamiskt koppla markavrinningsmodellen till en hydraulisk modell för ledningsnätet (MIKE Urban Flood) tas hänsyn till ledningsnätets specifika kapacitet och vattenutbytet mellan markytan och ledningar. Detta ger en mer korrekt bild över hela systemet och tar samtidigt hänsyn till de lokala skillnaderna som finns runt om i ett dagvattensystem. Detta blir särskilt viktigt när mindre extrema regn studeras då regnbelastningen är i samma storleksordning som ledningssystemets kapacitet.

En utredning med MIKE Urban Flood innebär att den tvådimensionella markavrinningsmodellen (som tagits fram i denna utredning och som ingår i leveransen) kopplas samman med en endimensionell ledningsnätsmodell. Denna ledningsnätsmodell kan efter uppbyggnad även användas separat till att genomföra hydrauliska kapacitetsberäkningar för ledningsnätet, t ex med syfte att dimensionera nya ledningar eller vid kontrollberäkning för olika regn.

Detaljerad beskrivning av strukturer

I föreliggande studie har hänsyn tagits till större strukturer som broar och viadukter. Mindre strukturer som utgör vattenhinder/barriärer i höjdmodellen kan vara vägtrummor och kulverterade sträckor av diken. En väsentlig skillnad med dessa strukturer jämfört med broar och viadukter är att de har en begränsad kapacitet. Genom att inte ta hänsyn till vägtrummor och kulverteringar riskerar dämningen som de orsakar att överskattas. Om höjdmodellen istället bränns ner, dvs. göra ett hål i höjdmodellen genom att sänka nivåerna, riskerar den motsatta effekten att uppstå, dvs. att deras kapacitet överskattas och således underskattas deras dämmande effekt. Vid detaljerade studier behöver information om kapaciteten inhämtas och strukturerna beskrivas detaljerat i 2D-modellen, eller alternativt med en hydraulisk rörmodell som kopplas till markavrinningsmodellen (MIKE Urban Flood, se ovan).

Anpassning till framtida förhållanden

Skyfallskarteringen är giltig för den situation som förelåg vid tidpunkten för skanningen av den höjddata som ligger till grund för modellen. Förändringar i exempelvis topografi och markanvändning till följd av ny bebyggelse kommer innebära att beräkningsmodellen och redovisade resultat åtminstone lokalt inte längre är representativa. Hur påverkan blir i den lokala och även i den större skalan beror helt på hur stora förändringarna är. Skyfallskarteringar är en relativt ny form av utredning, och har inte funnits i många år. Uppdatering av en skyfallskartering kan motiveras av att ny höjddata för en ort har blivit tillgänglig, exempelvis genom en uppdaterad lokal skanning av höjddata. Om skyfallsmodellen används inom en lokal utredning, t ex vid framtagandet av en detaljplan, bör skyfallsmodellens lokala giltighet kontrolleras och vid behov uppdateras med underlag för exempelvis ny bebyggelse som har tillkommit sedan modellen togs fram.

6 Leverans

Förutom föreliggande rapport sker leverans av GIS-skikt i form av shape samt ascii-filer som visar maximala vattendjup, maximala flöden, flödesriktningar samt maximala vattenhastighetsvektorer under översvänningsförloppet.

Följande filer har levererats tillsammans med rapporten (koordinatsystem SWEREF99 TM):

- *Bjurholm_flöden_100y.asc* – maxflöde vid framtida 100-årsregn
- *Bjurholm_flöden_cph.asc* – maxflöde vid Köpenhamnsregn
- *Bjurholm_flödesriktning_100y.asc* – riktning för maxflöde vid framtida 100-årsregn
- *Bjurholm_flödesriktning_cph.asc* – riktning för maxflöde vid Köpenhamnsregn
- *Bjurholm_hastighetsvektorer_100y.asc* – vektorer för maxhastighet vid framtida 100-årsregn
- *Bjurholm_hastighetsvektorer_cph.asc* – vektorer för maxhastighet vid Köpenhamnsregn
- *Bjurholm_vattendjup_100y.asc* – maxdjup för framtida 100-årsregn
- *Bjurholm_vattendjup_cph.asc* – maxdjup för Köpenhamnsregn

Upprättad modell och tillhörande filer ingår också i leveransen. Framtagna kartbilder för översvänningsförloppen presenterade i rapporten levereras som ett komplement.

7 Referenser

Mårtensson E, Gustafsson L-G (2017). Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121, augusti 2017.

Vejen F. (2011). Tropiskt styrtregn over København den 2. Juli 2011. Alle danske monsterregns moder.

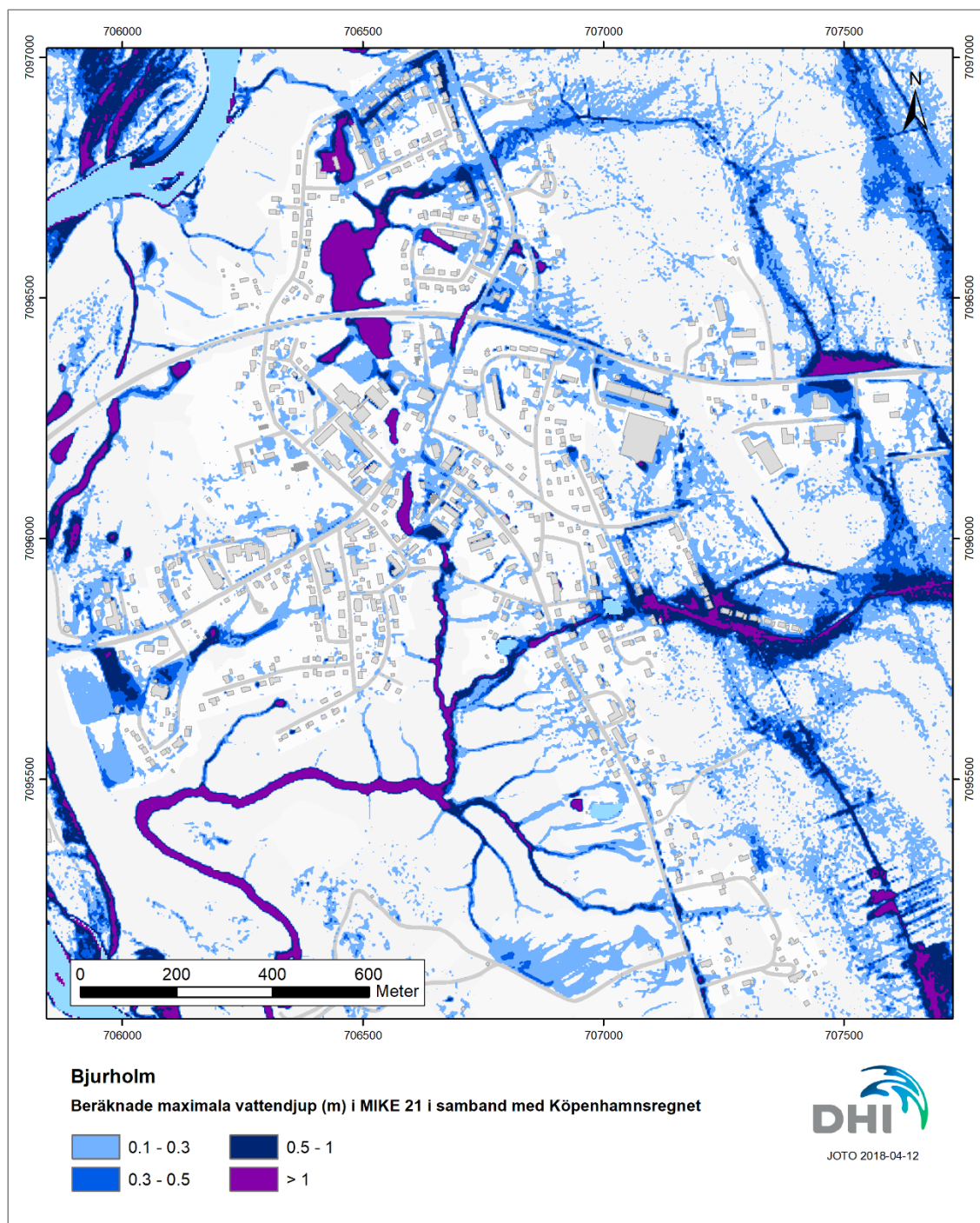
BILAGOR

BILAGA A – Köpenhamnsregnet

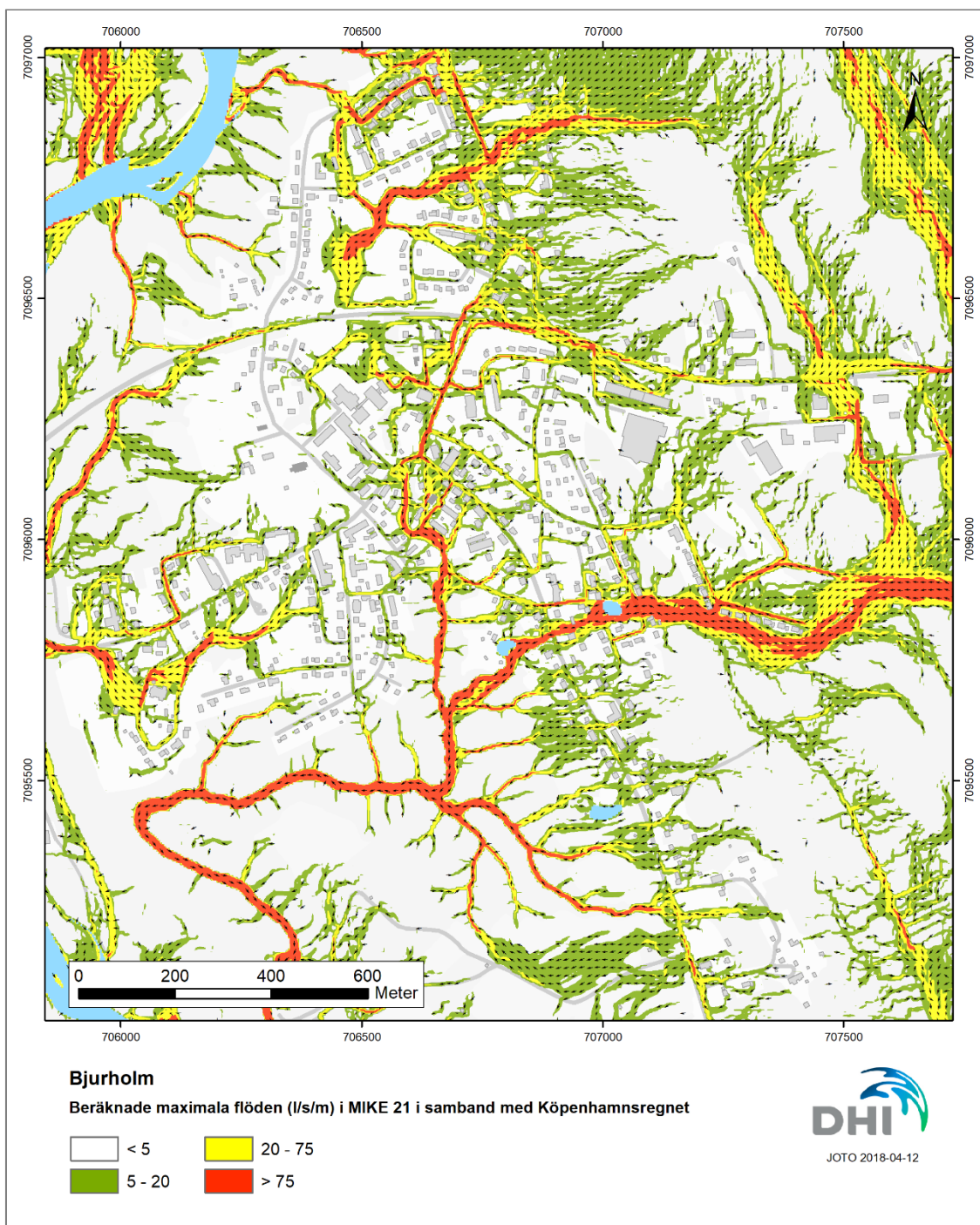
Bjurholm

A Köpenhamnsregnet

Utifrån levererade GIS-skikt skapades även kartor för Bjurholm gällande Köpenhamnsregnet. Kartorna, som visas i Figur A-1 och Figur A-2, baseras på maximala beräknade översvämningsdjup, flöde och flödesriktning.



Figur A-1 Beräknat maximalt översvämningsdjup i samband med Köpenhamnsregnet i Bjurholm.



Figur A-2 Flödesriktning vid maximala markvattenflöden i samband med Köpenhamnsregnet i Bjurholm.