



Författare:

Hans Björn, Jessica Lovell

Granskningsdatum:

2020-03-23

Uppdragsgivare:

CAMEL

Granskare:

Lasse Johansson

Dnr:

2018/912/9.5

Version:

V2.0

April 2021

Klimatanpassning genom planerad reträtt

Visualisering av översvämning med hänsyn till varaktighet – fallstudie Fylleån

Sammanfattning

En metod för att visualisera översvämningens utbredning vid olika scenarier och varaktigheter har studerats. Beräkningsresultaten från en realistisk analys där högvattenhändelsens dynamik återspeglas i beräkningarna har jämförts med en geometrisk kartering av översvämningens utbredning där ingen hänsyn till tidsaspekten tagits, här benämnd *GIS-metoden*. Vid verkliga översvämningar hinner inte vattnet nå fram till alla lågt liggande områden innan det rinner tillbaka, vilket är ett förlopp som fångas i dessa hydrodynamiska simuleringar. Detta är en stor skillnad mot att tillämpa den vanligtvis använda *GIS-metoden* som inte tar någon hänsyn till översvämningens varaktighet.

I detta projekt har ett område i södra delen av Halmstad valts ut för en fallstudie med händelseutvecklingen enligt stormen Gorm 2015 som undersökt beräkningsfall. En tvådimensionell hydrodynamisk modell har etablerats för området kring Fylleåns nedre lopp från strax uppströms Fyllinge till mynningen i Laholmsbukten.

I aktuell fallstudie är översvämningens utbredningens överskattning enligt *GIS-metoden* ca 30 %, dvs. genom att istället genomföra en realistisk analys av händelseförloppet kan en betydande ”landvinst” göras. Generellt kan sägas att ju mer låglänt (översvämningssbar) yta som finns innanför en barriär, exempelvis en strandvall varigenom ett vattendrag mynnar, ju större skillnad i översvämningens utbredning fås då jämförelser görs mellan *GIS-metoden* och hydrodynamisk modellering av händelseförloppet vid en storm.

Även vid en storm med Gorms händelseutveckling framflyttad till år 2100 syns skillnader mellan *GIS-metoden* jämfört med konsekvensen vid stormens verkliga händelseförlopp och varaktighet. Utgångsläget vid en framtida förhöjd medevattenyta medför att det vid stormens inledning är ett högt havsvattenstånd vilket betyder att vissa markområden redan ligger under vatten. Detta innebär att det finns en mindre översvämningssbar yta innanför strandvallen och skillnaden i översvämningens utbredning mellan *GIS-metoden* och hydrodynamisk modellering av händelseförloppet vid en storm blir mindre jämfört med en händelse i dagens klimat.

Med åtgärder vid Fylleåns utlopp i havet kan begränsningar i konsekvensen av en översvämningssituation vid en extrem havsvattenståndshändelse åstadkommas. Genom att strypa åns utloppssektion minskar inflödet från havet och de översvämmade ytorna innanför strandvallen blir mindre. Genomförda simuleringar visar att översvämningens utbredning minskar med ca 5 % då bredden på utloppssektionen halveras. Vid en minskning av bredden ned till ca 5 m fås en översvämningens utbredning som är ca 10-20 % mindre än vid befintliga förhållanden.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	2
1 INLEDNING	4
2 BAKGRUND	4
2.1 CAMEL	4
2.2 Högvattenhändelser i havet.....	5
2.3 RCP-scenarier	5
2.4 Stigande havsnivåer.....	6
2.5 Stigande havsnivåer i kommunal planering	7
3 RESULTAT	7
3.1 Fall 1 - Stormen Gorm 2015.....	8
3.2 Fall 2 - Stormen Gorm 2100.....	9
3.3 Åtgärdsberäkning.....	10
4 METOD	11
4.1 Hydrodynamisk modellering	11
4.2 Analyserade fall.....	11
4.2.1 Fall 1 - Stormen Gorm 2015.....	12
4.2.2 Fall 2 - Stormen Gorm 2100.....	12
4.2.3 Åtgärdsberäkning	12
5 SLUTSATSER	13
6 DISKUSSION	13
7 REFERENSER	15

1 Inledning

För att förbättra kommunernas planeringsunderlag har en metod för att visualisera översvämningens utbredning vid olika scenarier och varaktigheter studerats. I detta projekt har ett område i södra delen av Halmstad valts ut för en fallstudie då staden redan drabbats av översvämningar de senaste åren, och kommer drabbas hårdare i framtiden. Beräkningsresultaten från en realistisk analys har jämförts med en geometrisk kartering av översvämningens utbredning där ingen hänsyn till tidsaspekten tagits. Denna senare form av kartering, fortsättningsvis kallad *GIS-metoden*, är en metodik som ligger till grund för de olika kartvisningstjänster som finns i dagsläget. Gemensamt för dessa karttjänster är att vattnets utbredning beräknas genom att låta en viss nivå skära landskapet. Ett problem med *GIS-metoden* är dock att den inte tar någon hänsyn till översvämningens varaktighet. Vid verkliga översvämningar hinner inte vattnet nå fram till alla lågt liggande områden innan det rinner tillbaka, vilket är en signal som inte fångas med *GIS-metoden*. Detta kan leda till att felaktiga slutsatser dras, som till exempel att områden fylls ut med fyllnadsmassor eller att man i onödan undviker att bebygga lågt liggande områden.

I ett varmare klimat stiger havsnivån till följd av att landbaserad is smälter och att varmare vatten tar mer plats än kallare vatten. När havet stiger kommer delar av utsatta kustområden att läggas under vatten och påverka den bebyggelse, infrastruktur och annan markanvändning som finns där, särskilt i kombination med storm och lågtryck. Stigande havsnivåer ökar även risken för erosion, jordskred och marksättningar.

Det finns flera olika metoder för att skydda kusten mot effekterna av ett stigande hav, en av dem är s.k. planerad reträtt. Planerad reträtt handlar om att anpassa samhället till den förändrade kust- och strandlinje som följer av klimatförändringen, genom att långsiktigt styra funktioner till rätt ställen och låta vattnet få ta plats.

Som stöd i den kommunala planeringen för planerad reträtt kan de tidigare nämnda kartvisningstjänsterna användas. En del av dem fokuserar på havsnivåhöjningen i dagens klimat och/eller i framtida klimat för olika s.k. RCP-scenarier, eller visar havsvattnets utbredning vid en viss nivå¹. Andra tjänster inkluderar även andra aspekter som ras, skred och erosion².

Projektet är en del av forskningsprojektet CAMEL (Climate Adaptation by Managed Realignment) som syftar till att undersöka hur planerad reträtt och en anpassning av samhället till en förändrad kust- och strandlinje kan bli en möjlig strategi för klimatanpassning, samt hur man med hjälp av smart visualisering kan överbrygga de hinder som finns och underlätta för långsiktigt hållbara beslut i samhällsplaneringen.

2 Bakgrund

2.1 CAMEL

CAMEL leds av Statens geotekniska institut (SGI) och är ett forskningssamarbete mellan RISE, Linköpings universitet och SMHI. Samarbetspartners är Länsstyrelsen Västra Götaland, Länsstyrelsen Skåne, Länsstyrelsen Halland, Karlstad kommun, Öckerö kommun, Trelleborgs kommun och Umeå kommun.

¹ <https://gisapp.msb.se/apps/oversvammingsportal/avancerade-kartor/kustoversvammning.html>

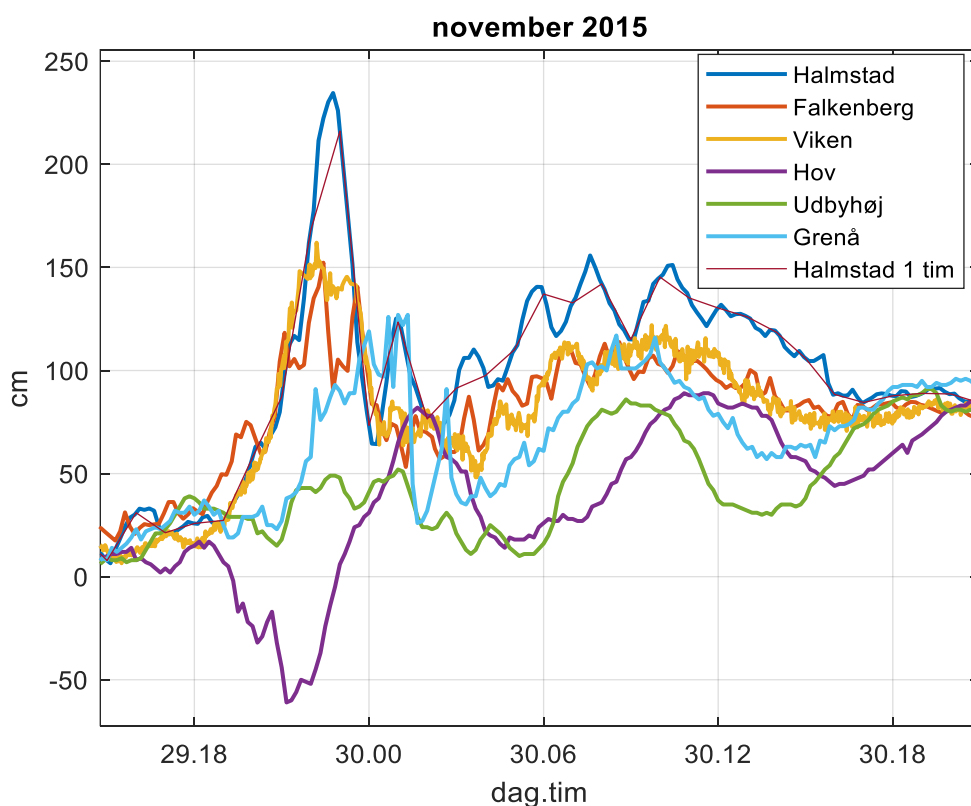
² <https://www.klimatanpassning.se/klimatanpassa/vagledning-for-klimatanpassning/hanterarisker/stigande-hav-1.152835>

CAMEL är ett treårigt forskningsprojekt som påbörjades 2018 och kommer att slutföras 2020. Projektet finansieras av forskningsrådet FORMAS.

2.2 Högvattenhändelser i havet

Extrema högvattenhändelser i havet längs Sveriges kustområden uppstår i samband med passerande kraftiga lågtryck. Samtidigt råder ofta starka ihållande vindar i området. Den maximala högvattensituationen har oftast ett kort förlopp som normalt varar någon/några timmar. Ett exempel är stormen Gorm som, med orkanstyrka i vindbyarna, drog in över södra Sverige i slutet av november 2015 och orsakade mycket hastiga stegringar i vattenståndet längs Västkusten. I Halmstad steg vattenståndet då till 235 cm över medelvattenståndet och under ett kort tag översvämmades kajen och delar av centrala Halmstad (SMHI, 2017). Detta vattenstånd är ett av de högsta som någonsin uppmätts längs Sveriges kust.

I Figur 1 redovisas händelseförloppet under stormen Gorm vid Halmstad och ett antal grannlokaler.



Figur 1 Vattenståndet för Halmstad och ett antal grannlokaler runt södra Kattegatt. Tidsserierna är från högfrekventa mätningar; en mätning var 10:e minut eller oftare. Kurvan "Halmstad 1 tim" visar mätdata vid hel timme. Höjdsystem RH2000 för Viken, Sjöfartsverkets lokala för Halmstad³ och Falkenberg, DVR90 för danska mätningar.

2.3 RCP-scenarier

Klimatets utveckling i framtiden beror på hur mänsklig aktivitet påverkar atmosfärens innehåll av växthusgaser. För att kunna studera framtidens klimat behövs antaganden om hur stora mänsklighetens utsläpp av växthusgaser kommer att bli, det finns flera möjliga utvecklingsvägar beroende på förmågan att begränsa utsläppen. FN:s klimatpanel IPCC presenterade i sin femte sammanställning om kunskapsläget gällande

³ För att omvandla från Sjöfartsverkets lokala system till RH2000 i Halmstad ska 4,4 cm läggas till.

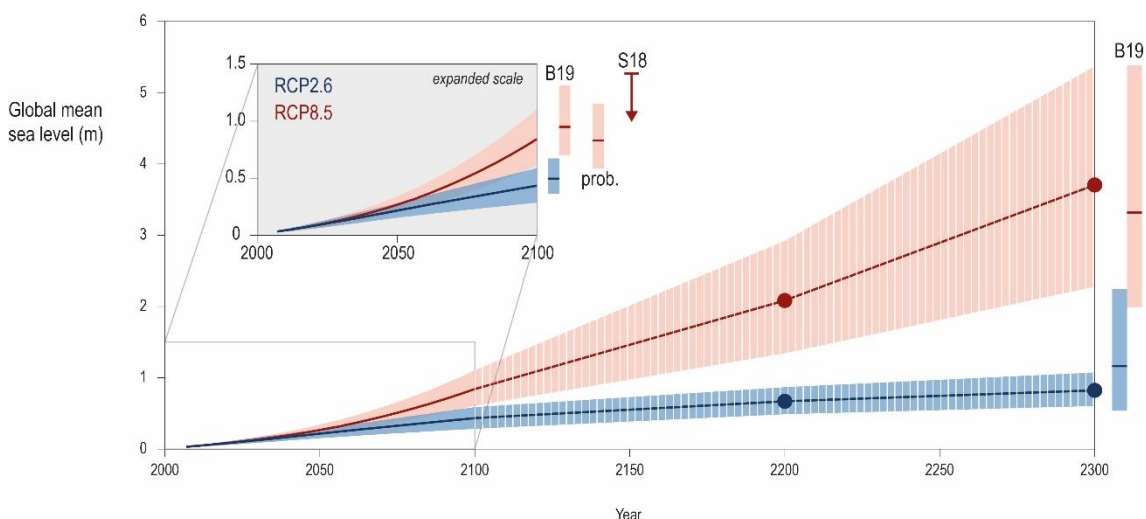
framtida klimat antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser: RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways, ICONICS, 2013) (IPCC, 2013). RCP-scenarierna beskriver resultatet av utsläppen, den så kallade strålningsbalansen i atmosfären, fram till år 2100. Med scenariernas hjälp kan slutsatser dras om hur människors agerande kan påverka framtiden och hur förändringarna påverkar oss.

De tre scenarierna RCP2.6, RCP4.5 och RCP8.5 täcker in en stor variationsbredd avseende framtidens koncentrationer av växthusgaser i atmosfären. RCP2.6 bygger på en mycket kraftig klimatpolitik där utsläppen av koldioxid kulminerar år 2020 och där medeltemperaturhöjningen begränsas till maximalt 1,7 °C. RCP4.5 bygger på begränsade utsläpp, en kraftfull klimatpolitik, och en medeltemperaturökning på ca 1,1 – 2,6 °C. RCP8.5 antar ingen kommande klimatpolitik, och leder till en medeltemperaturökning på ca 2,6 – 4,8 °C jämfört med referensperioden. Inget av utsläppsscenarierna är mer sannolikt än något annat.

2.4 Stigande havsnivåer

Stigande global medelhavsnivå får betydelse för bebyggelseutveckling längs Sveriges kuster. Hur det påverkar oss i Sverige beror på var man befinner sig. I Sverige är det kusten längs Skåne, Halland och Blekinge som kommer att drabbas hårdast. Lokalt kan havsnivån bli betydligt högre än medelnivån vid storm och kraftiga lågtryck. I norra Sverige kommer den globala havsnivåhöjningen inte att märkas lika mycket eftersom det fortfarande pågår landhöjning där.

Hösten 2019 publicerade FN:s klimatpanel, IPCC, specialrapporten ”Havet och kryosfären i ett förändrat klimat”, (IPCC, 2019). Sammanställningen visar att den globala medelhavsnivån kan komma att stiga 0,6 till 1,1 meter fram till slutet av detta århundrade utifrån klimatscenarioet RCP8.5, se **Fel! Hittar inte referenskälla.** RCP8.5 är det klimatscenario som ger den högsta havsnivåhöjningen. Rapporten är tydlig med att det finns osäkerheter i beräkningarna och att ökningen kan bli större eller mindre (IPCC, 2019).



Figur 2. Projektioner av global havsnivåhöjning fram till 2300. Figuren visar medianvärde (heldragen/streckad linje) och det tillhörande sannolika intervallet (färgat område) för RCP2.6 och RCP8.5. Med sannolikt intervall avses det intervall i vilket värdet ligger med en sannolikhet på 66 %. Projektioner på längre tidsskala är behäftade med stora osäkerheter (IPCC, 2019). Figuren är hämtad från IPCC 2019, Figure 4.2 sida 327.

För att få en uppfattning om hur Sverige kan påverkas kan en jämförelse göras med landhöjningen. I Falsterbo-Skanör, söder om Malmö är landhöjningen i snitt 0,077 cm per år, vilket motsvarar en landhöjning om ca 6 cm i slutet av århundradet. I Ratan, norr

om Umeå, är landhöjningen 0,95 cm/år vilket motsvarar en landhöjning om ca 76 cm i slutet av århundradet.

2.5 Stigande havsnivåer i kommunal planering

Hur stigande havsnivåer ska hanteras i den kommunala planeringen börjar bli en allt större fråga, men det råder också en osäkerhet kring hur kustlandskapet konkret ska kunna utformas för att kunna skydda mot havet, samt hur landskapet ska kunna anpassas efter ett stigande hav där skydd av olika skäl inte är möjliga. I många kustkommuner görs prognoser i översikts- och detaljplaner för var en framtida strandlinje kommer att löpa när havet stiger och man gör bedömningar av hur många meter vattenytan kommer att nå vid Extremsituationer (MSB, 2017).

Regelverket som styr tillkomsten av kommunernas planer finns i Plan- och bygglagen (PBL). I PBL finns t.ex. bestämmelser som innebär att man måste ta hänsyn till både miljö- och klimataspekter när man planerar och bygger. Att sådana generella regler följs kontrolleras bl.a. av länsstyrelserna, och i frågor om anpassning till stigande havsnivåer kommer det därför i många fall till diskussioner och förhandlingar mellan kommuner och länsstyrelse. Generellt behöver kommuner ha goda säkerhetsmarginaler vid planering av markanvändning där översvämning kan ge stora konsekvenser. Därför är oftast RCP8.5 en lämplig utgångspunkt för fysisk planering och kan ses som ett sätt att hantera de stora osäkerheter som finns avseende framtiden (Boverket, 2020). SMHI lägger inte någon värdering i vilket klimatscenario som används vid planering.

Fler och fler restriktioner för byggande nära kusten utarbetas nu i många kustkommuner och planer på olika åtgärder som ska skydda befintlig bebyggelse läggs också in i planerna. Vilka åtgärder som planeras beror av hur man i kommunen uppfattar hotet från stigande havsnivåer, vad som hotas, hur det värderats, samt kommunernas egna resurser. De största utmaningarna finns i befintlig, lågt liggande, kustnära stadsbebyggelse där marginalerna för högvatten krymper i takt med att havet stiger (MSB, 2017).

Idag har ett flertal kommuner i södra Sverige bestämmelser om att inte tillåta bebyggelse nedanför den s.k. tre-meterskurvan, dvs. den höjdkurva som idag löper tre meter ovanför havets nivå. Den utgör den generellt beräknade gräns dit havet skulle kunna nå under en Extremsituation, i regel i ett hundraårsperspektiv. Det görs dock ofta undantag från denna regel, inte minst i de större städernas centrala delar, eftersom man där resonerar att staden i en framtida situation ändå måste skyddas med någon form av anläggningar vid eller utanför den nuvarande kusten. I Skåne har man börjat tala om "reträttzoner", vilket kan vara utsatta kustavsnitt som man vet kommer att förändras, och där detta tas in i planerna (MSB, 2017).

3 Resultat

Resultat från beräkningar redovisas nedan. I avsnitt 4 redogörs för hur beräkningarna genomförts.

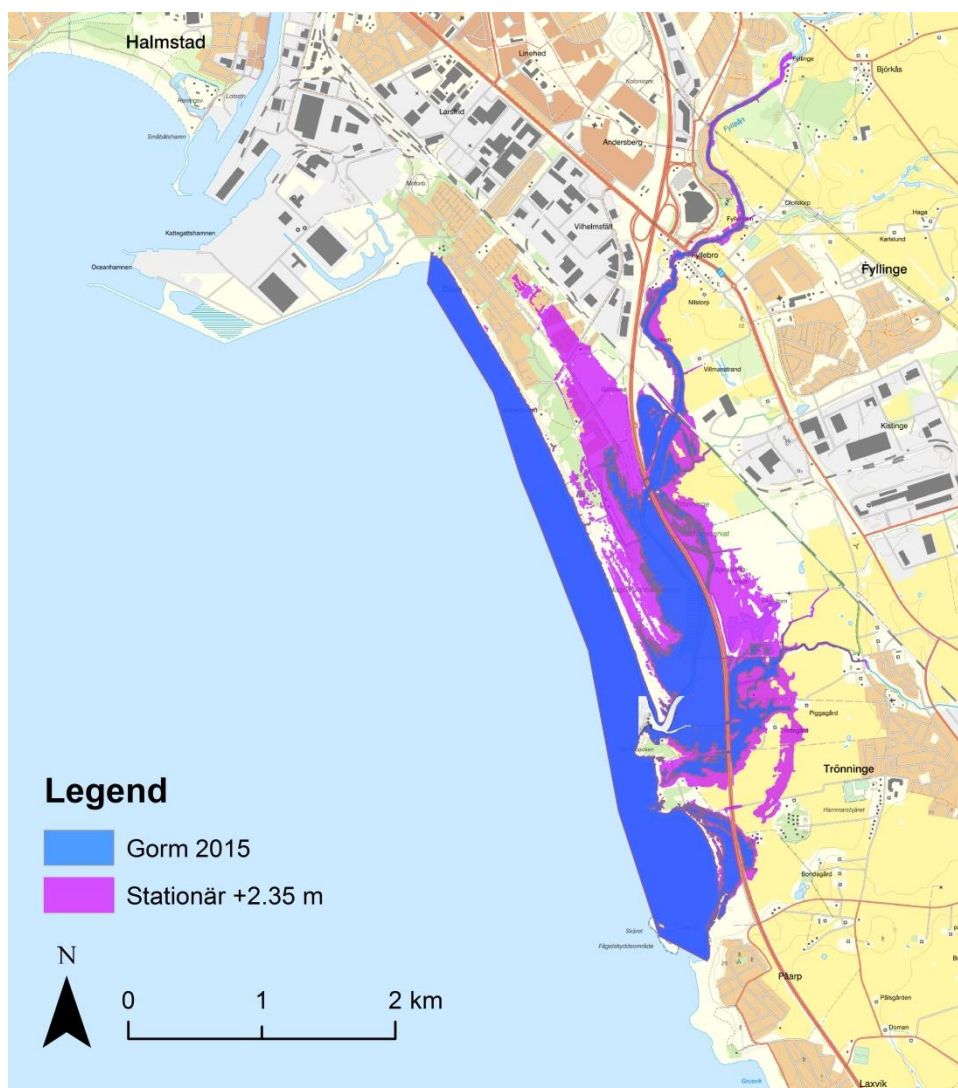
Vattennivåer är angivna i Sjöfartsverkets lokala höjdsystem för Halmstad till vilket ska adderas 4,4 cm för att erhålla vattennivåer i höjdsystem RH2000.

3.1 Fall 1 - Stormen Gorm 2015

Översvämningsutbredning vid händelseutvecklingen enligt stormen Gorm 2015 redovisas i Figur 3 tillsammans med översvämningsutbredning vid en stationär maxnivå på +2,35 m (*GIS-metoden*).

Genom att studera vilka markområden som kommer hamna under vatten vid en stationär maxnivå överskattas översvämningsutbredningen med ca 140 hektar jämfört med en hydrodynamisk analys där högvattenhändelsens dynamik återspeglas i beräkningarna. En kartering enligt *GIS-metoden* resulterar i en översvämningsutbredning som är ca 30 % större.

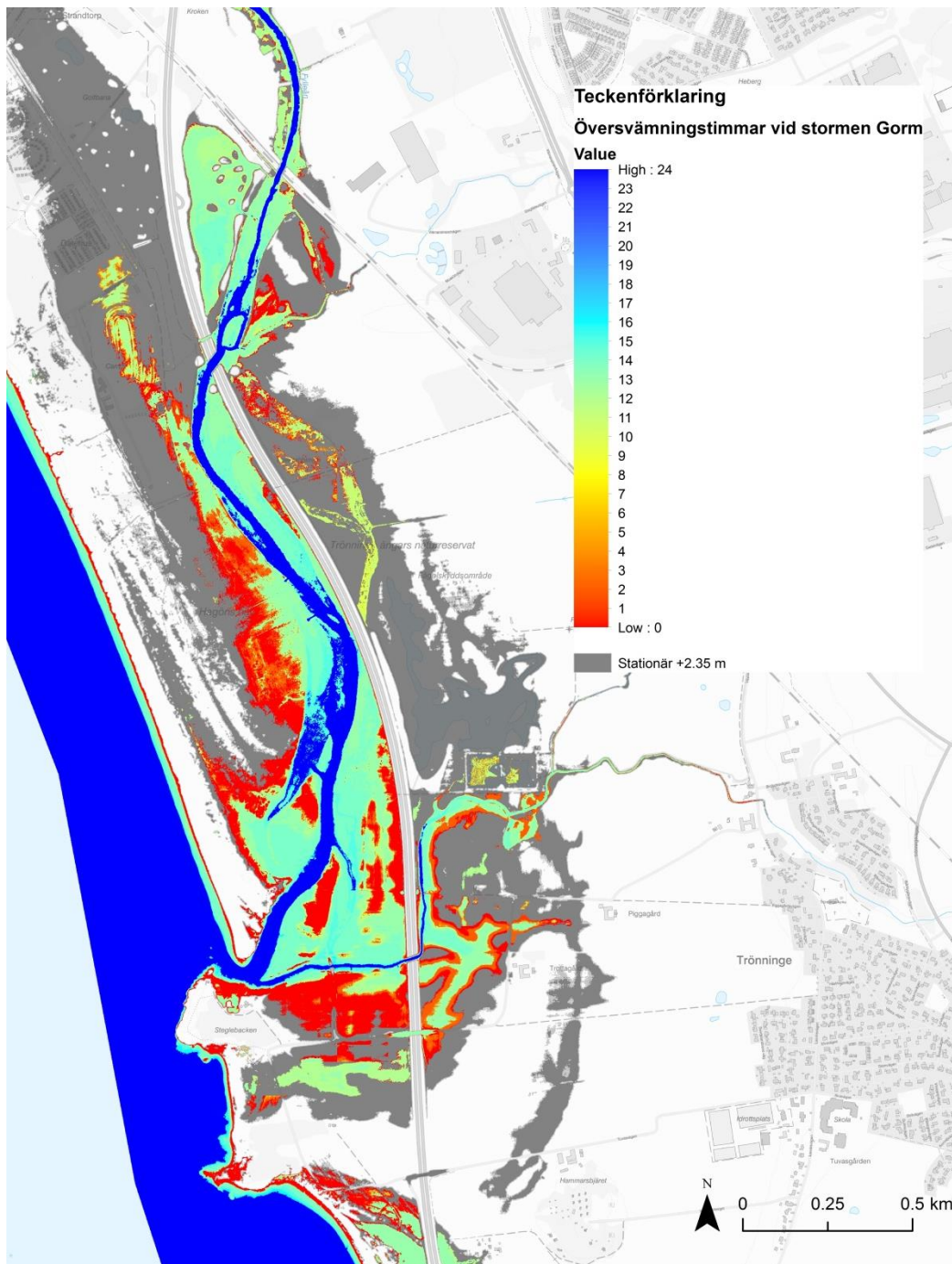
En kompletterande beräkning har utförts för att analysera hur lång vattenståndsmåx (+2,35 m) skulle behöva vara för att vattenfylla hela det område som den stationära beräkningen resulterar i. Enligt beräkningarna skulle det krävas en varaktighet för vattenståndsmåx på i storleksordningen 5-6 timmar, vilket är en betydligt längre tid än vad en extrem högvattenhändelse i havet normalt brukar ha.



Figur 3 Beräknad översvämningsutbredning vid händelseutvecklingen enligt stormen Gorm 2015 (blått) och översvämningsutbredning vid en stationär maxnivå på +2,35 m (blått + rosa). Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

Ett annat sätt att beskriva översvämningskonsekvenser vid stormen Gorm visualiseras i Figur 4. I kartan redovisas, med hjälp av en färgskala, det antal timmar (0-24) som mark står under vatten i samband med stormens händelseutveckling. I de röda

fälten är översvämningstiden en timme eller kortare. I samma karta redovisas även översvämningsutbredning vid en stationär maxnivå på +2,35 m (grått).

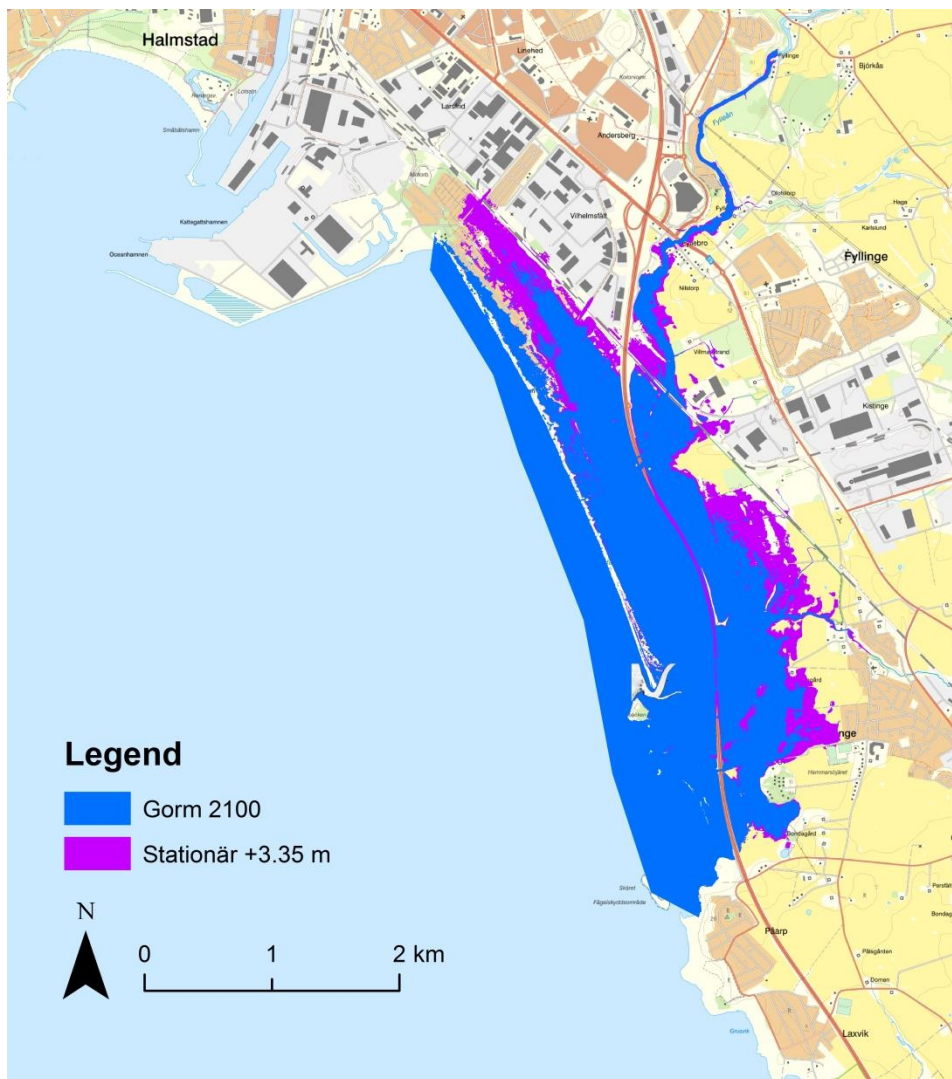


Figur 4 Antal timmar som mark översvämmas i samband med stormen Gorms händelseutveckling. Den grå ytan i kartan motsvarar översvämningsutbredning vid en stationär maxnivå på +2,35 m. Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

3.2 Fall 2 - Stormen Gorm 2100

Översvämningsutbredning vid händelseutvecklingen om stormen Gorm skulle inträffa år 2100 redovisas i Figur 5 tillsammans med översvämningsutbredning vid en stationär maxnivå på +3,35 m (*GIS-metoden*).

En stationär maxnivå överskattar översvämningsutbredningen med ca 130 hektar, vilket motsvarar ett ca 20 % större område, jämfört med en hydrodynamisk analys där varaktigheten av högvattnet återspeglas i beräkningarna.

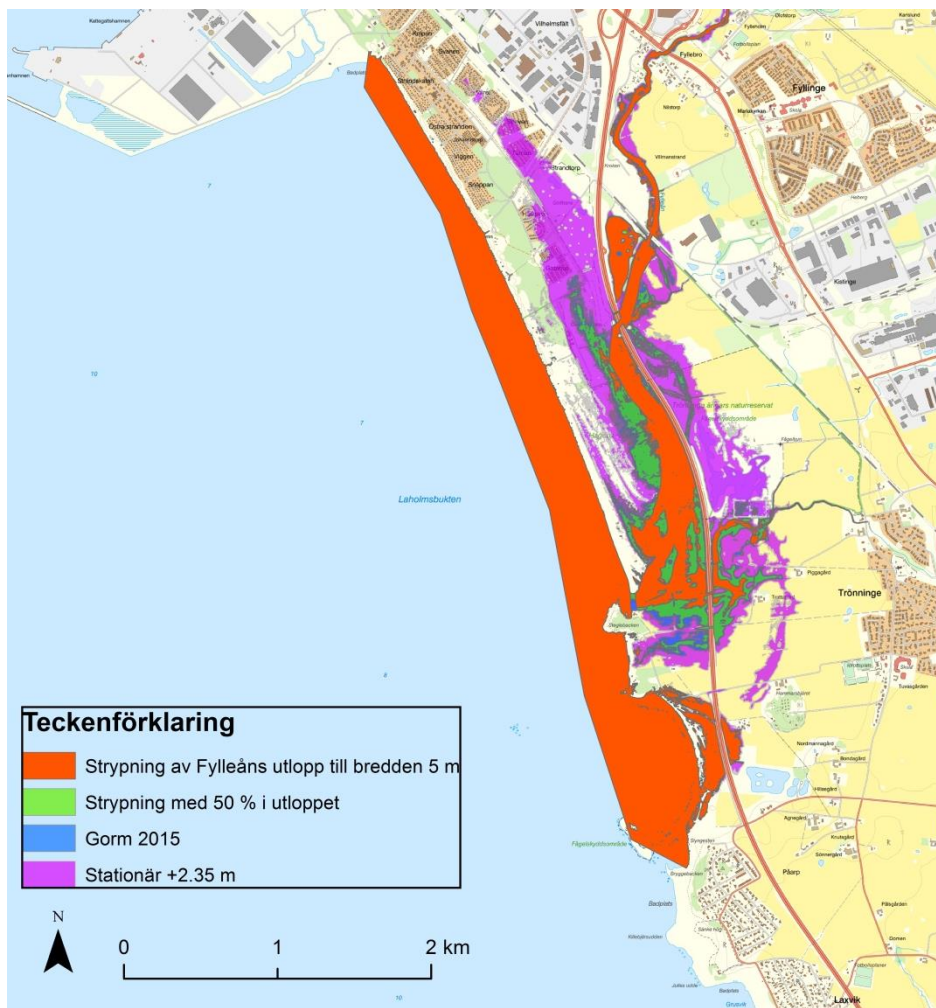


Figur 5 Beräknad översvämningsutbredning vid händelseutvecklingen om stormen Gorm skulle inträffa år 2100 (blått) och översvämningsutbredning vid en stationär maxnivå på +3,35 m år 2100 (rosa). Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

3.3 Åtgärdsberäkning

Resultat från åtgärdsberäkningar i form av minskning av vattendragets bredd vid Fylleåns utlopp i Laholmsbukten redovisas i Figur 6. Vattendraget bredd är på den aktuella platsen ca 35 m.

I kartan presenteras översvämningsutbredning för två åtgärder, dels vid minskning till halva vattendragets naturliga bredd och dels vid minskning till en bredd på ca 5 m, tillsammans med översvämningsutbredning vid stormen Gorm och en stationär maxnivå på +2,35 m. Vid en minskning av vattendragets naturliga bredd vid utloppet till ca hälften minskar översvämningsutbredningen med ca 5 % vid händelseförloppet vid stormen Gorm. Vid en kraftig minskning av vattendragsbredden ned till ca 5 m skulle man enligt beräkningarna få en översvämningsutbredning som är ca 10-20 % mindre vid händelseförloppet vid stormen Gorm.



Figur 6 Beräknad översvämningsutbredning vid strypning av Fylleåns utlopp med hälften, till ca 17,5 m, (grönt) och strypning till en bredd på ca 5 m (orange). I figuren redovisas även beräknad utbredning vid stormen Gorm (blått) och vid en stationär maxnivå på +2,35 m (rosa). Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

4 Metod

4.1 Hydrodynamisk modellering

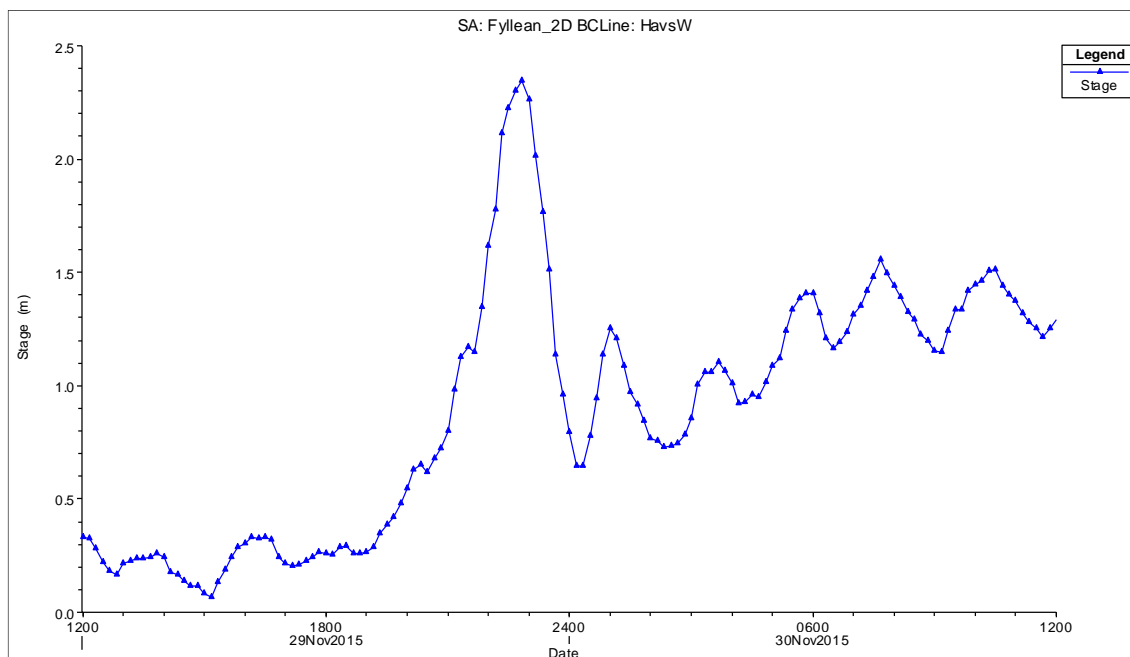
För beräkning av havsvattnets översvämningsutbredning vid olika varaktigheter har den hydrodynamiska modellen HEC-RAS (Hydraulic Engineering Centre River Analysis System) använts. Modellen är utvecklad av US Army Corps of Engineers (USACE, 2020) och är internationellt väletablerad för beräkning av strömning och vattenstånd i en eller två dimensioner.

En tvådimensionell hydrodynamisk modell har etablerats för området kring Fylleåns nedre lopp från strax uppströms Fyllinge till mynningen i Laholmsbukten. I modellen har höjddata från Lantmäteriet i form av Nationell Höjddmodell (NH) med upplösning en meter använts.

4.2 Analyserade fall

För att analysera översvämningsens faktiska utbredning vid en extrem högvattenhändelse i havet har stormen Gorm använts som exempel. I beräkningsmodellen har observerade

vattenstånd från Sjöfartsverkets mätningar i Halmstad (10-minutersvärden) använts som randvillkor för att beskriva händelseförloppet, se Figur 7.



Figur 7 Vattenstånd vid Sjöfartsverkets mätstation i Halmstad under stormen Gorm vilket använts som randvillkor i de hydrodynamiska beräkningarna.

4.2.1 Fall 1 - Stormen Gorm 2015

Tidsberoende beräkningar med en havsvattenståndsutveckling enligt observationer från stormen Gorm har jämförts med en stationär beräkning med ett vattenstånd som motsvarar maxvärdet (+2,35 m) i vattenståndshydrografen i Figur 7.

4.2.2 Fall 2 - Stormen Gorm 2100

För att simulera hur en stormhändelse i framtida klimat skulle kunna påverka översvämningsutbredningen har havsvattenståndsutvecklingen vid stormen Gorm ”flyttats” till år 2100. Utifrån en höjning av medelvattenytan med en meter till år 2100, och med antagandet att stormarna i framtida klimat kommer ha samma styrkor, banor och utveckling som i dagens klimat, har en meter adderats till samtliga värden i hydrografen i Figur 7. Antagandet om stormar i framtida klimat är förenligt med dagens klimatscenarier, vilka för vårt land inte förutsäger ett signifikant annorlunda ovädersklimat än nuvarande.

4.2.3 Åtgärdsberäkning

För att undersöka hur konsekvenserna av stormen Gorm skulle kunna begränsas har några åtgärder i form av minskning av tvärsnittsarean vid Fylleåns utlopp i Laholmsbukten simulerats. Vid extrema havsvattenstånd blir det på denna plats en omvänd flödesriktning där havet ”rinner in” i ån och över dess breddar.

Fiktiva vallar har skapats i terrängmodellen för att smalna av vattendragets bredd i en sektion som naturligt är ca 35 m bred. De åtgärder som testats är:

- A. Minskning av vattendragets bredd med ca hälften
- B. Minskning av vattendragets bredd till ca 5 m

En viktig detalj att nämna i sammanhanget är att i dessa testberäkningar inte tagits någon hänsyn till samtidiga höga flöden i Fylleån. Parallellt med planering av åtgärder för att förhindra en översvämningsituation vid extrema havsvattenstånd måste

utredningar genomföras som säkerställer att flödet i Fylleån inte hindras och skapar översvämningsproblem.

5 Slutsatser

Den maximala högvattensituationen vid extrema havsvattenstånd har oftast ett kort förlopp vilket innebär att marken inte hinner översvämmas i samma omfattning som om händelsen skulle pågå flera timmar.

En översvämningskartering som bygger på metoden att skära terrängmodellen med en stationär maxnivå (*GIS-metoden*) överskattar översvämningsutbredningen vid en havsnivåöversvämning. Detta är ett problem eftersom det är vanligt att kartering av översvämningsutredningar utförs på detta sätt. I aktuell fallstudie är överskattningen enligt *GIS-metoden* ca 30 %, dvs. genom att istället genomföra en realistisk analys av händelseförloppet kan en betydande ”landvinst” göras. Generellt kan sägas att ju mer låglänt (översvämningsbar) yta som finns innanför en barriär, exempelvis en strandvall varigenom ett vattendrag mynnar, ju större skillnad i översvämningsutbredning fås då jämförelser görs mellan *GIS-metoden* och hydrodynamisk modellering av händelseförloppet vid en storm.

Även då man analyserar översvämningsutbredning vid en storm med Gorms händelseutveckling framflyttad till år 2100 syns skillnader mellan *GIS-metoden* jämfört med konsekvensen vid stormens verkliga händelseförlopp och varaktighet. Utgångsläget vid en framtida förhöjd medevattenyta medför att det vid stormens inledning är ett högt havsvattenstånd vilket betyder att vissa markområden redan ligger under vatten. Detta innebär att det finns en mindre översvämningsbar yta innanför strandvallen och skillnaden i översvämningsutbredning mellan *GIS-metoden* och hydrodynamisk modellering av händelseförloppet vid en storm blir mindre jämfört med en händelse i dagens klimat.

Med åtgärder vid Fylleåns utlopp i havet kan begränsningar i konsekvensen av en översvämningsituation vid en extrem havsvattenståndshändelse åstadkommas. Genom att strypa åns utloppssektion minskar inflödet från havet och de översvämmade ytorna innanför strandvallen blir mindre. Genomförda simuleringar visar att översvämningsutbredningen minskar med ca 5 % då bredden på utloppssektionen halveras. Vid en minskning av bredden ned till ca 5 m fås en översvämningsutbredning som är ca 10–20 % mindre än vid befintliga förhållanden. Viktigt att parallellt med planering av åtgärder för att förhindra en översvämningsituation vid extrema havsvattenstånd tänka på att inte hindra flödet i Fylleån och skapa andra översvämningsproblem.

6 Diskussion

Beräkningarna har inte verifierats mot uppmätta vattennivåer eller kartor över faktisk översvämningsutbredning vid aktuellt tillfälle. Analysen gör därför inga anspråk på att redovisa korrekta översvämningsutbredningar. Däremot kan konstateras att man med denna metod kommer mycket närmare sanningen i form av vilka markområden som verkligen hinner översvämmas, vid de snabba händelseutvecklingar som kännetecknar stormar, jämfört med att använda sig av *GIS-metoden*.

Vattendragets bottenivå i modellen utgörs av den skannade vattennivån i Lantmäteriets NH-data. Fylleåns batymetri är alltså inte nedbränd (sänkt till vattendragets bottenivå) i terrängmodellen. Man kan likna situationen vid en havsnivåöversvämning samtidigt som det råder medelflöde i Fylleån. Detta har inom delprojektet bedömts vara en rimlig

ansats för att hitta en metod för att visualisera varaktigheters påverkan på översvämningar vid ett normalt högvattenförlopp.

Ingen hänsyn är tagen till vilka ekonomiska eller miljömässiga värden som de översvämmade markytorna har.

7 Referenser

- Boverket, 2020. Klimataspekter och tidsperspektiv [WWW Document]. Boverket. URL https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tidsperspektiv/ (accessed 2.6.20).
- IPCC, 2019. *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- MSB, 2017. Inför hotet om stigande havsnivåer. Planering och design av ett föränderligt landskap. Publikationsnummer MSB1140.
- SMHI, 2017. Framtida havsnivåer i Sverige. SMHI Klimatologi Nr 48, 2017. Signild Nerheim, Sofie Schöld, Gunn Persson och Åsa Sjöström.
- USACE, 2020. HEC-RAS River analysis system – Hydraulic Reference Manual, US Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>