



Vattenståndsprognoser baserade på översiktlig kartering. En fallstudie.

Vattenståndsprognoser baserade på översiktlig kartering. En fallstudie.

Tahsin Yacoub Håkan Sanner

Sammanfattning

Räddningsverket finansierar forskningsprojektet "Översvämningsprognoser - Utveckling av metoder för ett rikstäckande system" som bedrivs på SMHI. Den här rapporten redovisar resultaten från delprojektet "Vattenståndsprognoser".

Projektet syfte har varit att i fallstudier utvärdera i vilka typer av vattendrag som översiktliga data ger en tillräcklig noggrannhet i prognosticerat vattenstånd. Fallstudier har genomförts för Byälven, Emån, Eskilstunaån och Lagan vid Ljungby. Ursprungligen var det tänkt att den geografiska spridningen skulle vara större, men tillgången på data har fått styra valet av områden. I Byälven och Emån har den hydrauliska modellen, som användes vid Räddningsverkets översiktliga översvämningskartering, jämförts med observerade vattenstånd som inte använts vid kalibreringen. För Eskilstunaån och Lagan vid Ljungby har detaljerade hydrauliska modeller satts upp efter det att den översiktliga hydrauliska modellen gjordes. Dessa har här använts i stället för mätningar för att uppskatta vilken noggrannhet den översiktliga hydrauliska modellen ger och hur den skulle kunna förbättras under ett flöde genom korrigering/uppdatering mot uppmätta värden.

Resultaten visar att den översiktliga hydrauliska modellen oftast ger förvånansvärt bra noggrannhet, men stora fel kan finnas på enstaka platser. Brist på regleringsuppgifter och osäkerheter i vattenföringsprognoser har oftast större betydelse för osäkerheten i vattenståndsprognoserna än brist i noggrannhet i den översiktliga hydrauliska modellen. De tankar som finns om att låta räddningstjänsten observera vattenstånd vid broar under ett flöde för att förbättra vattenståndsprognoserna får stöd av resultaten.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte.....	1
2	Metodik	2
3	Fallstudier.....	3
3.1	Byälven.....	3
3.1.1	Läge	3
3.1.2	Data och underlag.....	3
3.1.3	Beräkningar och resultat.....	4
3.2	Emån.....	7
3.2.1	Läge	7
3.2.2	Data och underlag.....	8
3.2.3	Beräkningar och resultat.....	9
3.3	Eskilstunaån	12
3.3.1	Läge	12
3.3.2	Data och underlag.....	13
3.3.3	Beräkningar och resultat.....	13
3.4	Lagan vid Ljungby	16
3.4.1	Läge	16
3.4.2	Data och underlag.....	16
3.4.3	Beräkning och resultat.....	17
4	Operationalisering av vattenståndsprognoser.....	20
5	Slutsatser	20
6	Referenser.....	20

1 Bakgrund och syfte

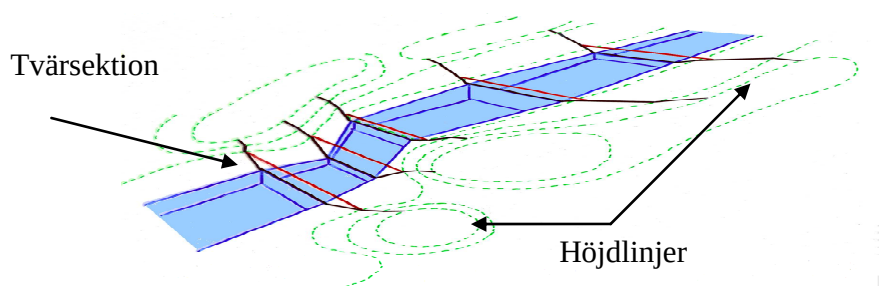
Rapporten redovisar resultat från forskningsprojektet "Översvämningsprognoser - Utveckling av metoder för ett rikstäckande system" som finansieras av Räddningsverket. Den del av projektet som redovisas här är inriktad mot vattenståndsprognoser. Genom att kombinera en hydrologisk med en hydraulisk modell kan vattenståndsprognoser göras inte bara för sjöar och regleringsmagasin utan också för utvalda punkter i vattendragen. Hydrauliska modeller kräver information om lutning, djup och tvärsektioner för vattendragen. För att med säkerhet simulera vattenstånd med hög noggrannhet behöver den informationen vara mycket detaljerad. Sådan är kostsam att samla in och det är inte realistiskt att anta att den kan finnas tillgänglig förutom för ett fåtal vattendragsträckor. För den översiktliga översvämningskarteringen (som Räddningsverket låtit utföra) har mer översiktliga data använts, såsom digitala höjddatabaser och tillgängliga data vid broar, dammar och vägar. För några pilotfall i Rönne å och i vattendrag runt Mälaren hade SMHI prövat att också göra vattenståndsprognoser baserade på sådana översiktliga data. Resultaten visade att man i vissa fall får en mycket bra skattning av vattenståndet medan det i andra fall blir relativt stora fel.

I detta projekt har vi gjort ytterligare fallstudier i olika typer av vattendrag i södra delen av Sverige. Syftet har varit att utvärdera i vilka typer av vattendrag som översiktliga data ger en tillräcklig noggrannhet i det prognosticerade vattenståndet. Tyvärr har det ursprungliga kravet att representera olika klimat och karaktär hos vattendragen i fallstudierna fått stå tillbaka p.g.a. brist på vattenståndsdata att verifiera mot.

En faktor som kan underlätta vid vattenståndsprognoser är att det är förändringen i vattenståndet som är viktig att kunna förutsäga, dvs. vi kan få in observationer på aktuellt vattenstånd vid prognosstart. Vid de kontakter SMHI har med räddningschefer, i bl.a. älvgrupper, har räddningscheferna sagt att de under ett flöde skulle prioritera att dagligen observera vattenstånd vid broar och andra lämpliga mätplatser för vidare leverans till SMHI för att på så sätt få bättre vattenståndsprognoser tillbaka.

Parallellt med detta projekt har också praktiska övningar utförts inom SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst. Syftet med dessa är att operationalisera vattenståndsprognoser. Övningarna görs för andra vattendrag än fallstudierna, och där finns inte samma verifieringsmöjligheter. Inom projektet har vi gått igenom övningsresultaten och försökt dra slutsatser om den övergripande noggrannheten i vattenståndsprognoser vid begränsad datatillgång.

2 Metodik



Figur 1. Beskrivning av vattendrag och flodplan med hjälp av tvärsektioner

För vattenståndsberäkningar har modellverktyget Mike11 använts. Modellen är utvecklad av Danish Hydraulic Institute (DHI, 1995a, b). Det är en endimensionell modell som bygger på S:t Venant:s ekvationer. I princip har vattenfåran längs sträckan beskrivits med ett antal tvärsektioner som täcker själva fåran och flodplanen som kan översvämmas (fig.1). Spridning av och antal tvärsektioner beror på hur vattendraget ser ut. Bredden vid strandnivå, meandring, lutning, fallhöjd och strukturer (dammar och broar) är de faktorer som påverkar antal och längd av sektioner. Digitalisering av sektioner gjordes utifrån Lantmäteriets rikstäckande digitala GSD-Höjddatabas eller från annan höjddatabas av högre upplösning om detta fanns att tillgå. GSD-Höjddata baseras på ett höjdvärde var 50:e meter i ett regelbundet rutnät. En geometrisk noggrannhet i höjd motsvarande ett medelfel av $\pm 2,5$ m eftersträvas enligt Lantmäteriet. I närheten av konstruktioner i vattendraget har uppmätta tvärsektioner hämtats från ritningar.

Tidssteget för beräkningen är vald för att få stabil simulering under hela perioden, samt för att fånga variationer i flöde och vattenstånd av intresse (ca 30 sekunder).

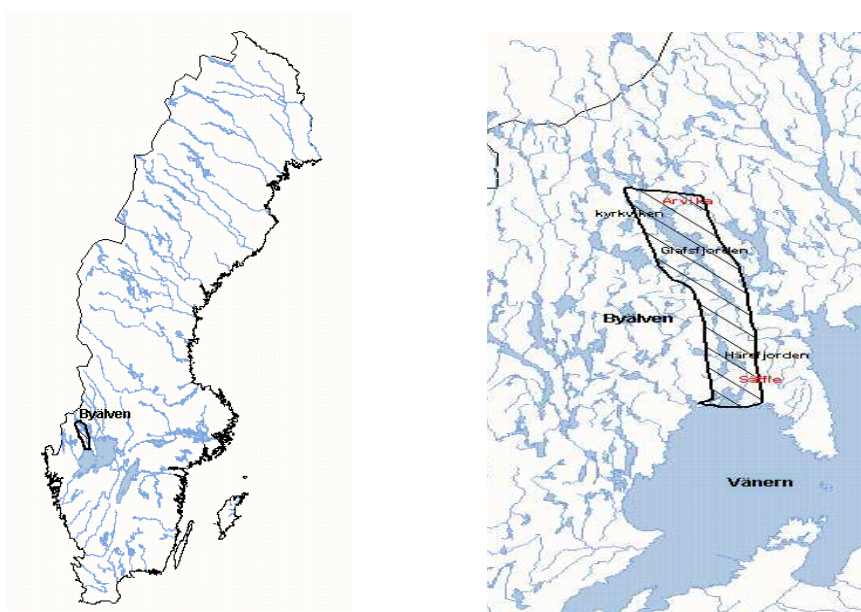
Modellen kan göra både stationära och tidsberoende beräkningar. I de aktuella fallen har tidsberoende beräkningar valts för att lättare kunna relatera till en flödessituation. Initialvillkor för beräkningarna ges automatiskt av Mike11 (en stationär beräkning utförs). För större magasin längs med vattendragen ges dessa kända vattennivåer initialt.

Vattenståndet beräknades för varje sektion och jämfördes därefter med uppmätta vattenstånd eller med vattenstånd beräknat utifrån en höjddatabas med noggrannare upplösning. Alla höjduppgifter anges i RH70.

3 Fallstudier

Valet av fallstudier har kraftigt styrts av tillgången till vattenståndsuppgifter som inte använts vid kalibreringen av de hydrauliska modellerna för den översiktliga översvämningskarteringen. Det har gjort att den geografiska spridningen blivit mindre än önskad. Resultaten från modellkörningar för Byälven, Emån, Eskilstunaån samt en sträcka av Lagan redovisas nedan. I utvärderingen av modellerna har uppmätta vattennivåer använts för Byälven och Emån, medan jämförelser med modeller baserade på höjddatabaser med högre upplösning använts för Eskilstunaån och Lagan.

3.1 Byälven



Figur 2. Byälvens avrinningsområde (vänstra kartan). Kartad sträcka (högra kartan)

3.1.1 Läge

Sträckan som undersökts är ca 60 km lång och sträcker sig från Jössefors vid inloppet av Glafs fjorden till Byälvens mynning i Vänern (fig. 2).

3.1.2 Data och underlag

Underlaget till modelluppsättningen togs fram vid den översiktliga översvämningskarteringen av Byälven (SRV, 2002). Den hydrauliska modellen kalibrerades där mot högflödet under hösten 2000 vilken var det allra högsta i en 70-årig mätserie. Det har inte inträffat något högt flöde av betydelse efter år 2000. För utvärderingen av vattenståndsprognoser har därför några oberoende höga flöden valts från perioden 1934-1999 (Svensson, m.fl. 2002).

Uppgifter om tappning från Jössefors kraftverk, dagligt vattenstånd i Kyrkviken samt vattenföring och vattenstånd vid Säfte har använts för modellindata och analys. Vattenståndet i

Tabell 1. Valda år för analys.

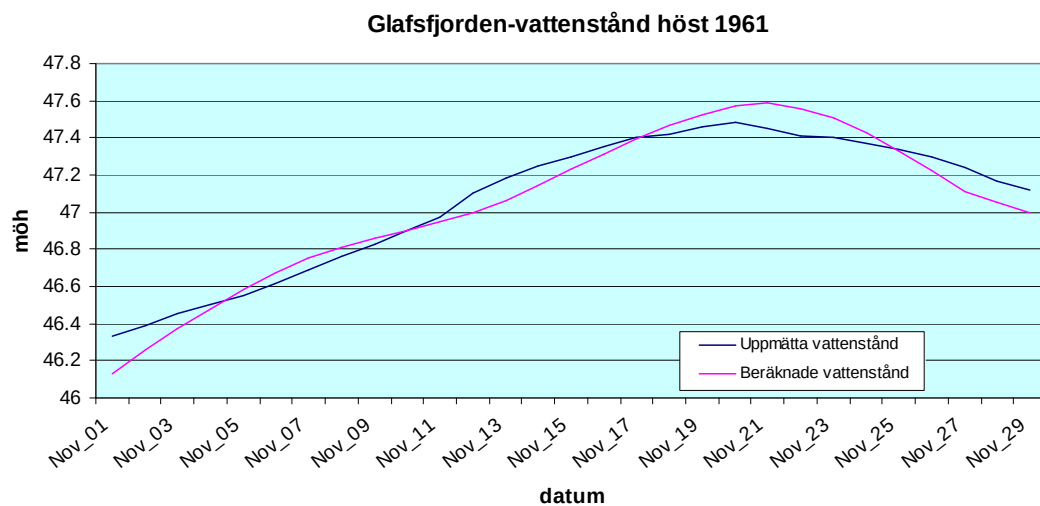
År / period	Inflöde till Glafs-fjorden vid Jösse-fors krv. [m ³ /s]	Återkomsttid för flödet vid Jössefors [år]	Maximalt Vattenstånd i Glafs-fjorden vid Kyrkviken [möh]
1951	saknas		48.02
1961/höst	206	< 5	47.45
1966/Vår	271	Ca 20	47.92
1977/Vår	274	Ca 20	47.57
1999/Vår	217	5 - 10	47.29

Glafs-fjorden (Kyrkviken) var underlaget för val av vilka höga flöden som skulle undersökas. Utav serien 1934-1999 har fyra höga flöden utsetts för beräkning och analys (tabell 1). År 1951 kunde inte undersökas eftersom tappning saknades vid inloppet.

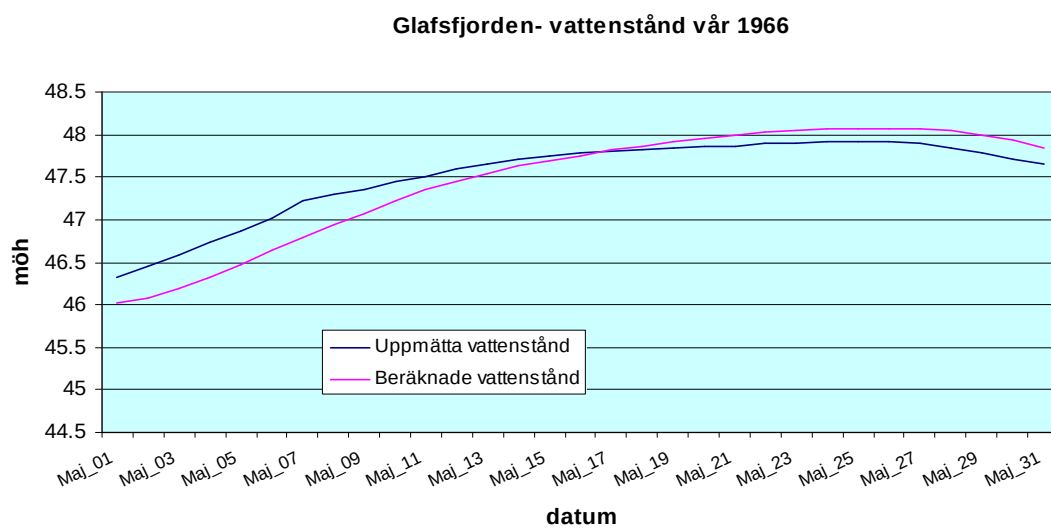
Vid beräkningarna har vår och höst flöden behandlats på olika sätt vad det gäller tidserier i modellen, eftersom avrinning under vårfloeden dämpas mer i regleringsmagasin än höstflöden. I varje simulering jämfördes dagligt vattenstånd i Glafs-fjorden med i Kyrkviken uppmätta värden. Uppgifter om uppmätta vattenstånd saknas längs Byälven nedströms Glafs-fjorden. Därför genomfördes jämförelsen endast på vattenståndet i Glafs-fjorden.

3.1.3 Beräkningar och resultat

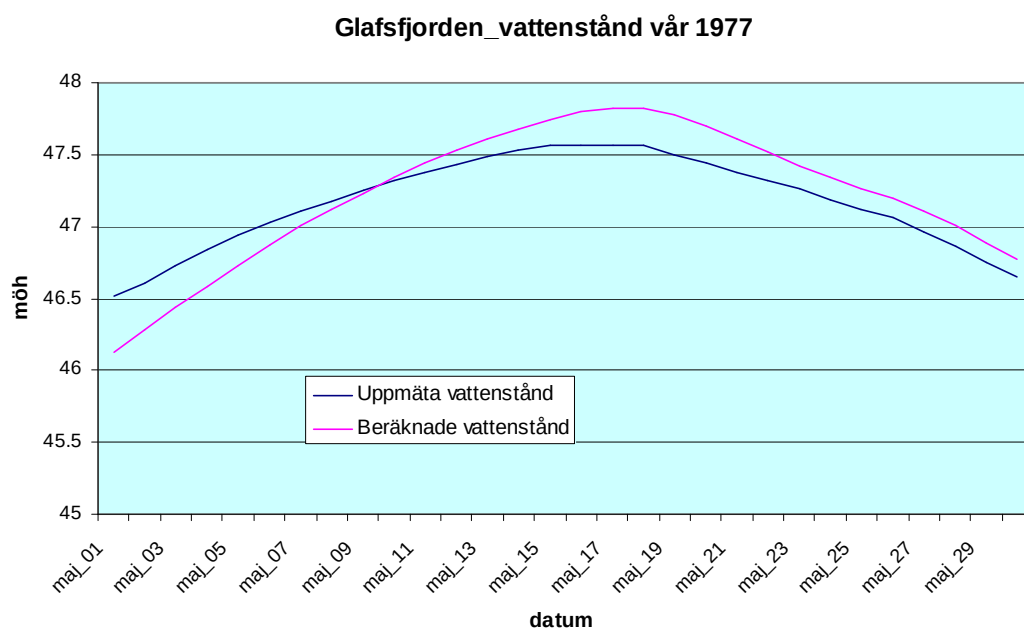
Resultatet från modelleringen av Byälvens vattenstånd presenteras i diagram med uppmätta och beräknade vattenstånd (fig. 3a-d). Varje diagram visar dagliga vattenståndvariationer under högflödesperioderna för de 4 valda åren. Simuleringen visar att Mike11 beräkningen följer variationer i vattenståndet väl, med i medeltal 0.15 m absolutfel vid kulmination (fig. 4, tabell 2). Sambandet mellan uppmätta och beräknade vattenstånd har samma trend för både ökande och sjunkande vattenstånd. Vid verkliga prognoser för Glafs-fjorden är det troligt att osäkerheterna i den hydrologiska prognosen är större än osäkerheterna i den hydrauliska modellen.



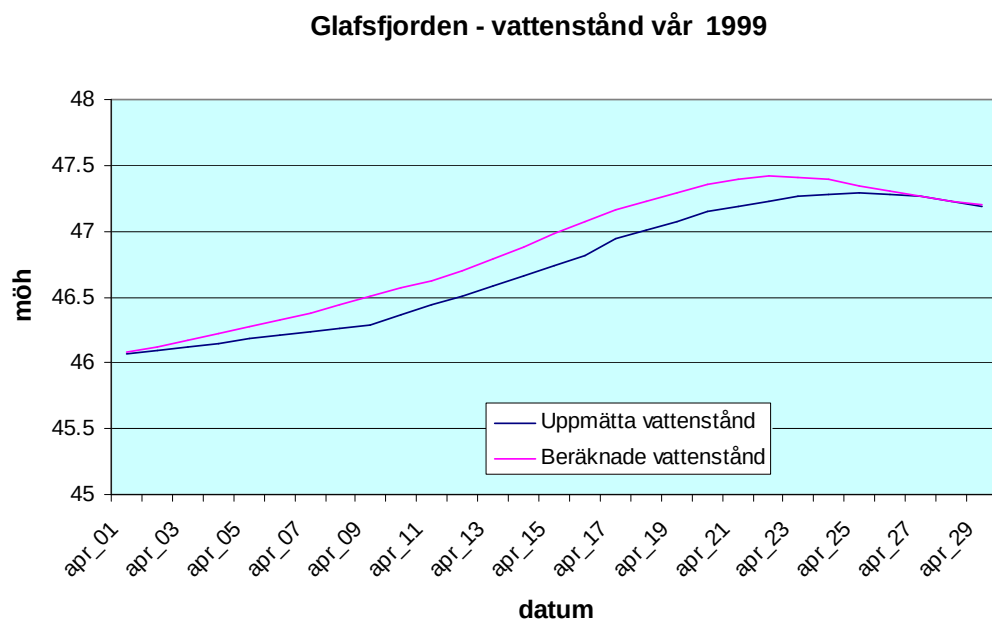
Figur 3a. Beräknade och uppmätta vattenståndsvariationer hösten 1961



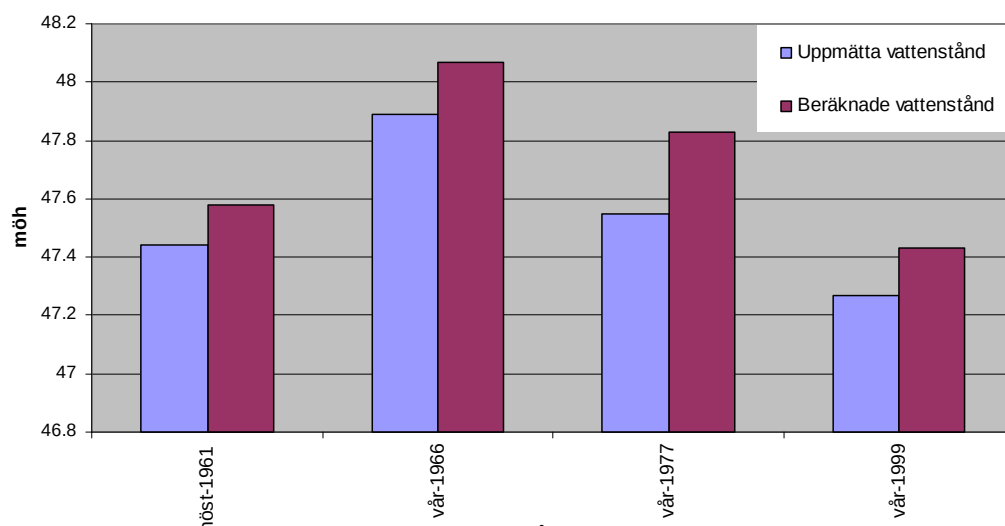
Figur 3b. Beräknade och uppmätta vattenståndsvariationer våren 1966.



Figur 3c. Beräknade och uppmätta vattenståndsvariationer våren 1977.



Figur 3d. Beräknade och uppmätta vattenståndsvariationer våren 1999.



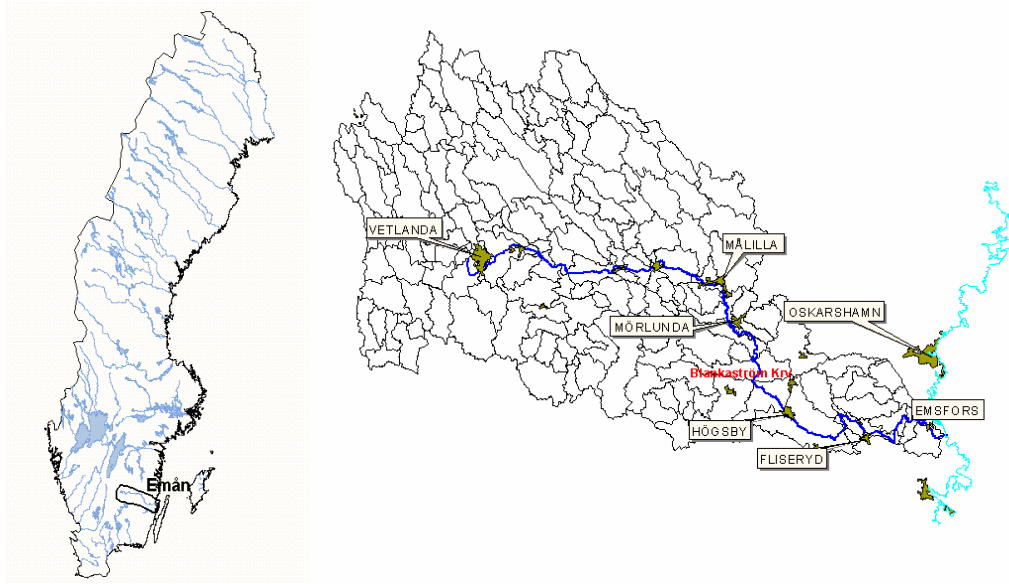
Figur 4. Uppmätt och simulerat maximalt vattenstånd i Glafs fjorden vid 4 flödestillfällen.

Tabell 2. Maximalt uppmätt och beräknat vattenstånd för 4 analyserade flöden.

Maximalt Vattenstånd i Glafs fjorden vid Kyrkviken			
År	Uppmätt vst. [möh]	Beräknat vst. [möh]	Absolut skillnad [m]
höst-1961	47.45	47.58	0.13
vår-1966	47.92	48.07	0.15
vår-1977	47.57	47.83	0.26
vår-1999	47.29	47.35	0.06
Medel absolutfel			0.15

3.2 Emån

3.2.1 Läge

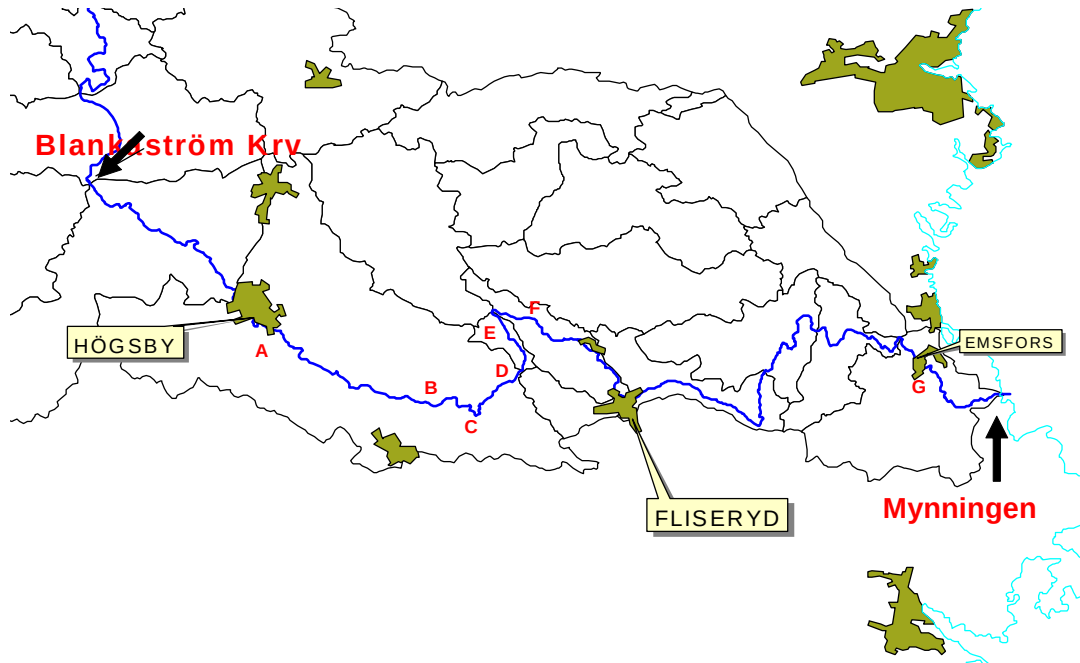


Figur 5. Lokalisering av Emån, samt avrinningsområdet med karterad sträcka.

Emån har översvämmats flera gånger under senare år med olika intensitet. Det högsta uppmätta flödet var 1951 och hade en återkomsttid på mer än 100 år. I denna fallstudie jämförs beräknade och uppmätta vattenstånd under översvämningen sommaren 2003. Flödet 2003 vid Blankaström hade en återkomsttid på 10 år och orsakade översvämningar på flera platser längs vattendraget. Flera jordbruksägare drabbades av stora ekonomiska förluster.

En hydrodynamisk modell har byggts upp för nedre delen av Emån (Blankastöm krv till mynningen) inom den översiktliga översvämningskarteringen (SRV, 2003), på en sträcka som är ca 6.5 mil lång (fig. 5). Själva vattendraget är längre om man räknar alla biflöden och förgreningar i nedre delen av sträckan. Hydrauliken i Emåns modell är komplicerad på grund av reglering, förgreningar, bottenprofilens variation och att vattendraget rinner genom ett relativt flackt landskap.

3.2.2 Data och underlag



Figur 6. Bokstäverna A – G markerar platser där vattenståndmätningar gjordes under flödet sommaren 2003 längs Emån.

Vattenståndet under sommarflödet 2003 uppmättes av olika myndigheter och andra intressenter på flera känsliga platser längs Emån, vilka markerats på kartan i fig. 6. Vattenståndsmätningarna har utnyttjats i denna studie för att utvärdera noggrannheten i vattenstånd beräknade med den hydrauliska modellen framtagna inom den översiktliga översvämningsskarteringen. Dessutom har efter ett fältbesök ny information om bottenivåer på en kortare sträcka, samt en ny bedömning av Mannings tal införts i en ny version av den hydrauliska modellen. Även dessa förbättringar har jämförts med de uppmätta vattenstånden.

Eftersom en tidsserie i Emån saknas har vattenståndet inte kunnat uppdateras och tester med start på rätt nivå inför prognosen inte varit möjlig. Fallstudien från Emån är därför ett exempel på hur väl vattenståndet kan simuleras när vattenståndsmätningar i realtid saknas och ingen information utöver den som tagits fram för den översiktliga översvämningsskarteringen finns tillgänglig.

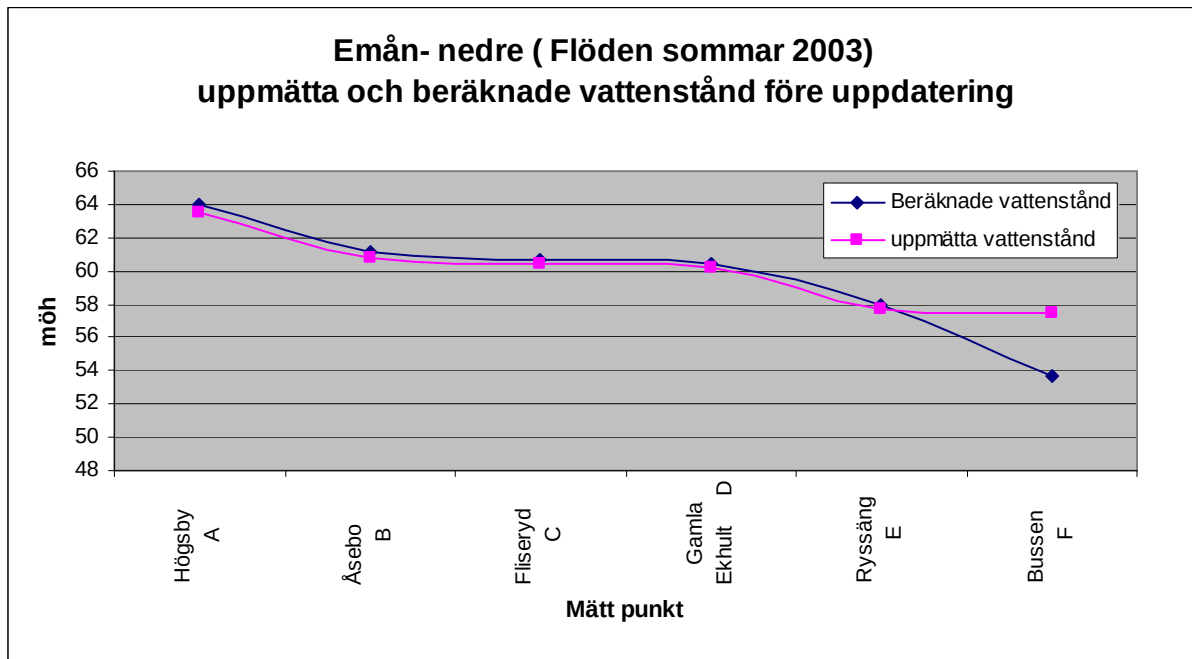
Vid beräkningarna har uppmätt vattenföring vid Blankaström använts, vilket innebär att felet i beräkningarna bara beror på den hydrauliska modellen, eftersom ingen hydrologisk beräkning görs.

3.2.3 Beräkningar och resultat

Resultatet av jämförelsen mellan uppmätt vattennivå och vattenstånd beräknat med den hydrauliska modellen från den översiktliga översvämningsskarteringen redovisas i tabell 3. I fig. 7 presenteras resultatet grafiskt för alla mätplatser utom Emsfors (punkt G), eftersom den stora nivåskillnaden mellan punkt F och punkt G skulle minska noggrannheten i skalan. En stor avvikelse finns vid plats "Bussen" (F), men i övrigt är medelfelet (absolutvärdet) 0.36 m och

Tabell 3. Uppmätt och beräknat vattenstånd längs Emån under 2003 års sommarflöde. Mätningarna gjordes under några dagar nära kulmen på flödet och beräknat vattenstånd redovisas för motsvarande dag. Observera att vattenstånden är redovisade i absoluta tal (möh)

Uppmätta och beräknat vattenstånd längs Emån					
Plats		Mätdatum	Beräknat [möh]	Uppmätt [möh]	Skillnad [m]
Högsby	A	03-07-09	64.04	63.48	0.56
Åsebo	B	03-07-10	61.10	60.75	0.35
Fliseryd	C	03-07-10	60.69	60.49	0.20
Gamla Ekhult	D	03-07-10	60.46	60.15	0.31
Ryssäng	E	03-07-10	57.99	57.69	0.30
Bussen	F	03-07-10	53.69	57.44	-3.75
Emfors	G	03-07-10	8.53	8.09	0.44
Medel absolutfel					0.84
Medel absolutfel exkl. F					0.36



Figur 7. Uppmätt och beräknat vattenstånd i meter över havet (möh) med den hydrauliska modell som har tagits fram under den översiktliga översvämningsskarteringen.

varierar mellan 0.56 och 0.20 m. Beräkningarna visar också systematiskt högre vattenstånd än mätningarna. Observera att vattenstånden är redovisade i absoluta tal (möh). Eftersom en tidserie saknas kan inte den relativa skillnaden redovisas. Med relativ skillnad avses ökning eller minskning av vattenstånd jämfört med en annan tidpunkt, t.ex. vattenståndet kommer att stiga 2 dm till i övermorgon.

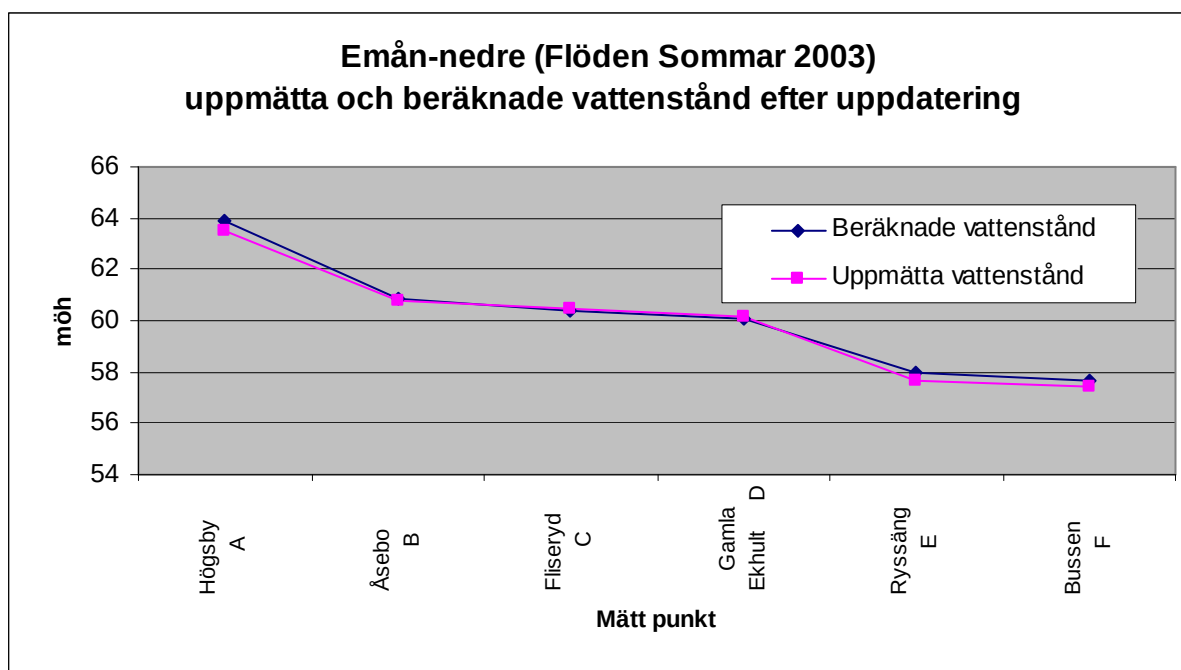
Efter flödena medverkade SMHI vid flera möten vid Emån och vid ett besök i Högsby gjordes den hydrauliska bedömningen att Mannings tal borde vara mindre (0.028) än det som använts (0.033). Dessutom fick SMHI tillgång till uppgifter om bottennivån vid Bussen, där modellen gick dåligt. Modellen justerades med de nya uppgifterna, men ingen kalibrering/justering gjordes mot de uppmätta vattenstånden. Därefter jämfördes de nya beräkningarna med mätningarna och de tidigare beräkningarna, se tabell 4 och fig. 8.

Förbättringar blev som väntat vid Bussen, där felet minskade från -3.75 m till rimliga 0.24 m. Förändringen av Mannings tal gav också en förbättring på de flesta platser, i medeltal 0.12 m.

Man kan konstatera att den hydrauliska modell som tagits fram under den översiktliga översvämningskarteringen för "nedre Emån" kan användas för att göra vattenståndsprognoser med hygglig noggrannhet i absolut höjd och med stor sannolikhet riktigt bra i relativ höjd (även om det inte funnits mätningar för att verifiera det senare påståendet). Det är viktigt att i ett tidigt skede under flödet komma igång med mätningar, för att upptäcka orimliga resultat och ge möjlighet till justeringar av modellen. Ansatsen att bara leverera prognoser på relativ höjd verkar också vara riktig.

Tabell 4. Uppmätt och beräknat vattenstånd längs Emån under 2003 års sommarflöde med justerad bottennivå och Mannings tal.

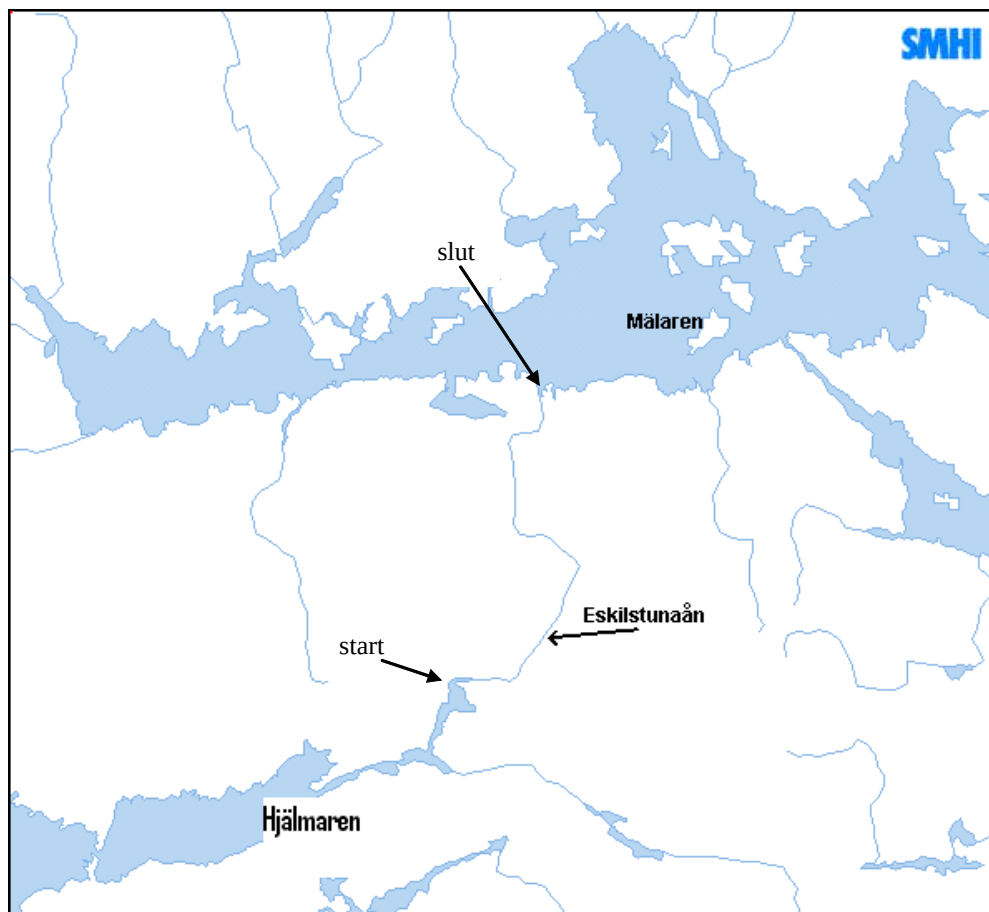
Justerad modell enligt nya uppgifter om bottennivå och Mannings tal					
Plats		Beräknat [möh]	Uppmätt [möh]	Skilnad [m]	Förbättring [m]
Högsby	A	63.89	63.48	0.41	0.15
Åsebo	B	60.85	60.75	0.10	0.25
Fliseryd	C	60.38	60.49	-0.11	0.09
Gamla Ekhult	D	60.04	60.15	-0.11	0.20
Ryssäng	E	58.01	57.69	0.32	-0.02
Bussen	F	57.68	57.44	0.24	3.51
Emfors	G	8.50	8.09	0.41	0.03
Medel förbättring					0.60
Medel förbättring exkl. F					0.12



Figur 8. Uppmätt och beräknat vattenstånd i meter över havet (möh) efter komplettering av den hydrauliska modell som har tagits fram under den översiktliga översvämningsskarteringen (justerad bottennivå och Mannings tal)

3.3 Eskilstunaån

3.3.1 Läge



Figur 9. Modellerad sträcka i Eskilstunaån, hydraulisk modell.

Eskilstunaån är ett reglerat vattendrag som börjar vid Hjälmarens utlopp och flyter ut i Mälaren efter 37 km. Ån rinner i ett relativt flackt landskap med en total fallhöjd på 20 m. Hjälmaren regleras av Hyndevads damm. Totalt finns det 8 dammar och ett antal broar längs Eskilstunaån. Invallningar har byggts på båda sidor om ån på sträckan mellan Faktoridammar och Torshälla. Inom den översiktliga översvämningskarteringen byggdes en hydraulisk modell för sträckan som markerats i fig. 9 (SRV, 2001).

3.3.2 Data och underlag

I Byälven och Emån utvärderades modellen genom att simulerade vattenstånd jämfördes med mätningar från höga flöden som inträffat utanför kalibreringsperioden. I Eskilstunaån finns det en detaljerad hydraulisk modell att jämföra den översiktliga översvämningskarteringsmodellen med och på så sätt få en uppfattning om noggrannheten. Den detaljerade modellen byggdes upp inom projektet KRIS-GIS (Yacoub m.fl., 2005). KRIS-GIS har utan några villkor ställt modellen till detta projekts förfogande.

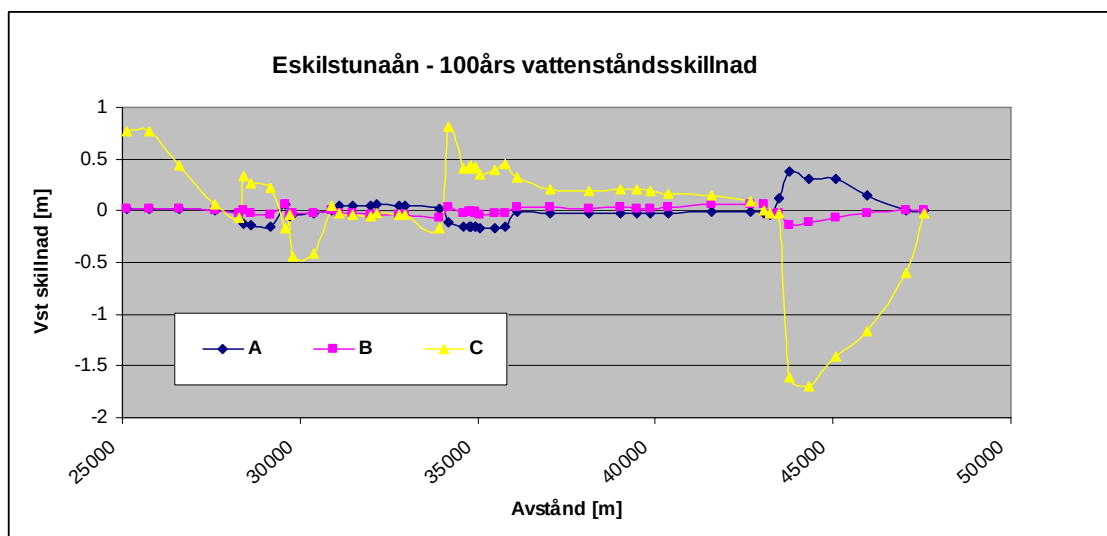
I den detaljerade karteringen har samma bro- och dammitningar utgjort underlag till uppbyggnaden av den hydrauliska modellen som i den översiktliga översvämningskarteringen. Lägen för sektionerna är också desamma för att underlätta en jämförelse, liksom 100-årsflöde och dimensionerande flöde. Den stora skillnaden mellan karteringarna är noggrannheten i den digitala höjddatabasen och att själva åfåran är bättre beskriven genom att en ekolodning genomförts. Höjddata har en upplösning på 2*2 m och en noggrannhet i plan som är ≤ 0.5 m och i höjd ≤ 0.15 m. Djupkarteringen har en noggrannhet i plan som är ≤ 5 m och i höjd ≤ 0.2 m, Kalibreringen har gjorts mot sommarflödet 2000 och avvikelser mellan beräknat och uppmätt vattenstånd var < 0.2 m. Den detaljerade hydrauliska modellen ger möjlighet att noggrant beräkna vattenståndet vid olika flöden längs Eskilstunaån och detta har här använts i stället för mätningar för att uppskatta vilken noggrannhet den översiktliga hydrauliska modellen ger och hur den skulle kunna förbättras under ett flöde genom korrigering/uppdatering mot uppmätta värden.

3.3.3 Beräkningar och resultat

Genom att betrakta den detaljerade hydrauliska modellen som sanningen kan noggrannheten i vattenståndsprognoserna från den mer översiktliga modellen uppskattas både i absoluta och relativa tal. Med absolut tal avses m.ö.h, i ett angivet höjdsystem, medan relativt avser vattenståndsökning från en nivå till en annan. Det är oftast uppgiften om hur mycket vattenståndet beräknas stiga från nuvarande nivå som är mest intressant för räddningsledaren. För testerna i Eskilstunaån var utgångsnivån för båda modellerna ett modellberäknat vattenstånd vid 10-årsflödet. Från denna nivå ökades flödet till 100-årsflödet respektive det dimensionerande flödet. Eftersom identiska flöden har använts beror skillnaderna mellan de hydrauliska modellerna enbart på den hydrauliska beskrivningen.

Den översiktliga modellen kördes med två olika utgångsnivåer. I ett första steg beräknades nivån (vid 10-årsflödet) med den översiktliga modellen. I ett andra steg justerades vattenståndet så att de stämde med nivån för 10-årsflödet i den detaljerade modellen. Det kan jämföras med att man i realtidssituationen får in observerade vattenstånd för uppdatering.

Resultaten för 100-års och dimensionerande flödets vattenstånd visas i figurerna 10 och 11 och tabellerna 5 och 6. Vid båda flödena är skillnaderna för den relativa vattenståndsökningen nära noll på flera platser längs sträckan. Däremot fanns det några enstaka sektioner med stora skillnader där osäkra underlag påverkat beräkningarna. Justeringen av 10-årsflödet i den översiktliga modellen minskade framför allt felet i det absoluta vattenståndet. Slutsatsen från denna fallstudie är att den översiktliga modellen ger förvånansvärt bra resultat när det gäller den relativa vattenståndsökningen.



Figur 10. Skillnader mellan vattenstånd i detaljerad och översiktlig modell längs Eskilstunaån vid 100-årsflödet.

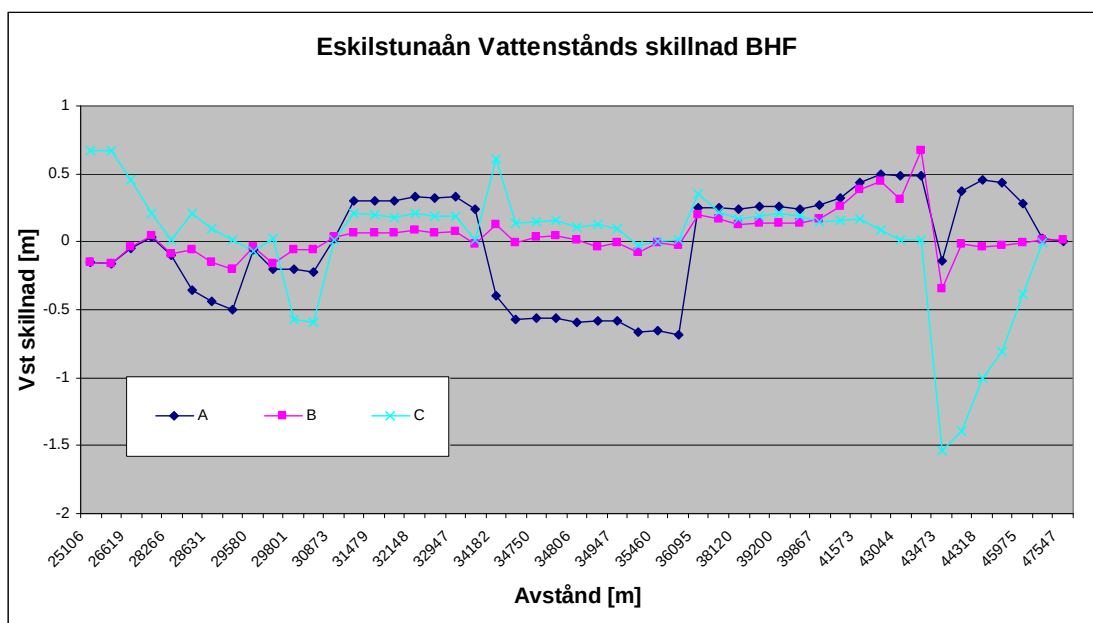
A) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till 100-årsflödet. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell.

B) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till 100-årsflödet. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för uppdaterad översiktlig modell.

C) Skillnad i absolut vattenstånd mätt i möh. Vattenstånd för detaljerad modell – vattenstånd för översiktlig modell.

Tabell 5. Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till 100-årsflödet. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell. Sammanfattning av resultat i fig. 10. Värdena i kolumn 2 gäller efter uppdatering av initialvattenståndet i den översiktliga modellen. Vattenståndet har där satts till samma nivå som för 10-årsflödet i den detaljerade modellen.

100-årsflöde resultatsammanfattning		
	Före uppdatering [m]	Efter uppdatering [m]
Medel	- 0,012	- 0,009
Max	0,383	- 0,139
Min	0	- 0,002
Median	- 0,008	- 0,018
Absolut fel	0,084	0,032



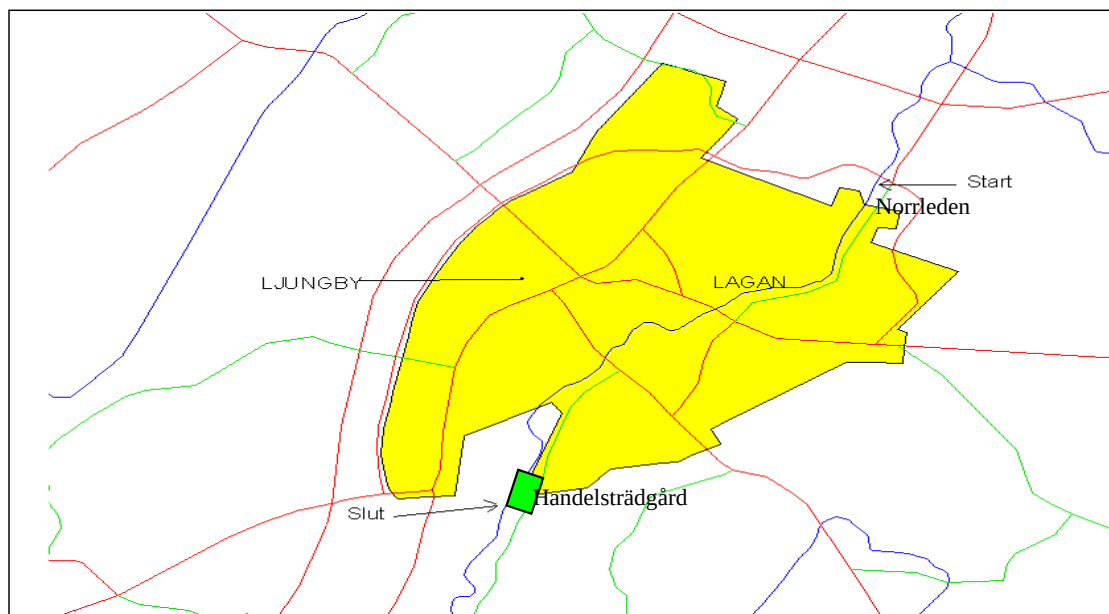
Figur 11. Skillnader mellan vattenstånd i detaljerad och översiktlig modell längs Eskilstunaån vid beräknat högsta flöde (BHF = dimensionerande flöde).

- A) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till BHF. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell.
 B) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till BHF. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för uppdaterad översiktlig modell.
 C) Skillnad i absolut vattenstånd mätt i möh. Vattenstånd för detaljerad modell – vattenstånd för översiktlig modell.

Tabell 6. Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till beräknat högsta flöde (BHF = dimensionerande flödet). Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell. Sammanfattning av resultat i fig. 11. Värdena i kolumn 2 gäller efter uppdatering av initialvattenståndet i den översiktliga modellen. Vattenståndet har där satts till samma nivå som för 10-årsflödet i den detaljerade modellen.

BHF resultatsammanfattning		
	Före uppdatering [m]	Efter uppdatering [m]
Medel	- 0,014	0,042
Max	- 0,69	0,67
Min	0	0,01
Median	- 0,59	0,01
Absolut fel	0,33	0,11

3.4 Lagan vid Ljungby



Figur 12. Modellerad sträcka i Lagan genom Ljungby.

3.4.1 Läge

I den översiktliga översvämningskarteringen för Lagan (SRV, 1999) byggdes hydrauliska modeller upp för tre olika delsträckor. Den delsträcka som undersökts i detta projekt löper genom Ljungby, från bron över Norrleden till en handelsträdgård som ligger ca 1.2 km nedanför bron över länsväg 124 (fig.12).

3.4.2 Data och underlag

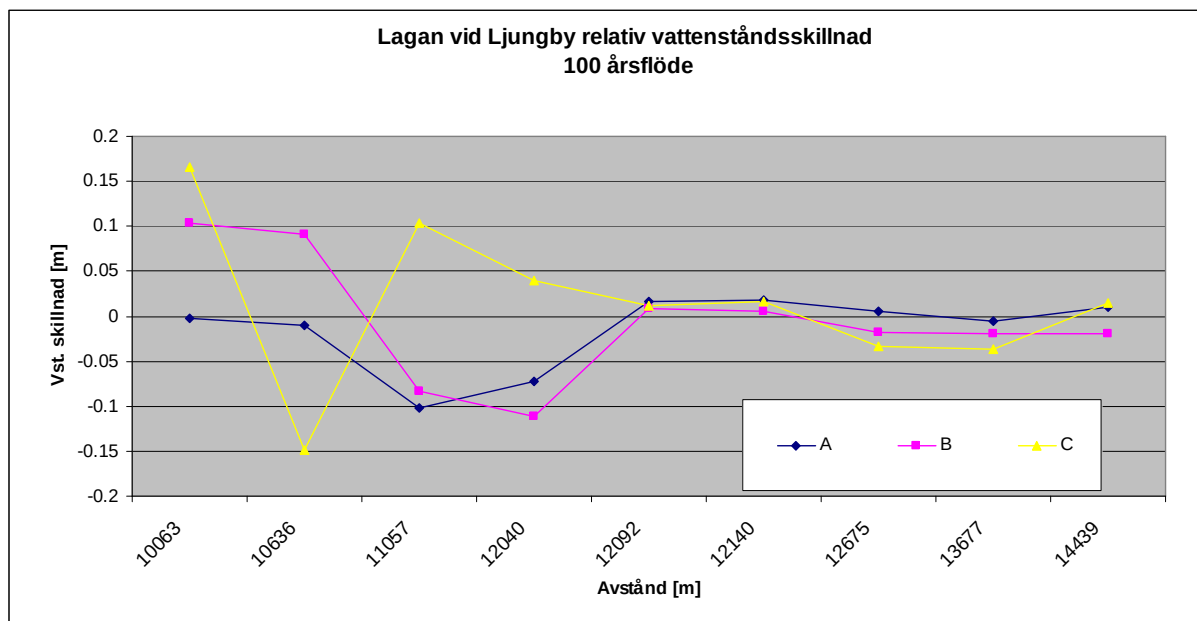
Liksom för Eskilstunaån finns det för Lagan en detaljerad hydraulisk modell att jämföra den översiktliga översvämningskarteringsmodellen med. Underlaget till den hydrauliska modellen för den detaljerade karteringen har även här hämtats från de bro- och dammrutningar som använts till den översiktliga översvämningskarteringen. Sektioneringen av sträckan har gjorts på nytt med fler sektioner än vad som fanns i den översiktliga översvämningskarteringsmodellen (36 nya sektioner mot tidigare 13). Fältmätningar har genomförts på alla sektioner från strand till strand och under vattenytan. Skillnaden mellan karteringarna är den ökade noggrannheten som uppnås genom bättre beskrivning av vattendraget med hjälp av ny höjddatabas och fältmätningar. Höjddatabasen har en upplösning på 10*10 m, vilken baseras på kommunens premiärkarta.

Kalibrering av den detaljerade modellen har gjorts med hjälp av uppgifter om flöden och vattenstånd vid tidpunkten för SMHI:s mätningar samt observerade vattenstånd 1951, då flödet var i storleksordningen ett 100-årsflöde. Avvikelsen mellan beräknat och uppmätt vattenstånd var < 0.2 m. Ljungby kommun har utan några villkor ställt den detaljerade hydrauliska modellen till detta projekts förfogande.

3.4.3 Beräkning och resultat

Utvärderingen för Lagan har gjorts på samma sätt som för Eskilstunaån, dvs. den detaljerade modellen har betraktats som sanningen. Båda modellerna har körts från en utgångsnivå som motsvarar ett modellberäknat vattenstånd vid 10-årsflödet. Från denna nivå ökades flödet till 100-årsflödet respektive det dimensionerande flödet. Jämförelser mellan de modellerade vattenstånden gjordes vid de tvärsektioner som var gemensamma för båda modellerna.

Avvikelsen mellan den detaljerade och översiktliga modellen är störst uppströms Ljungbydammen. Det är med stor säkerhet skillnader i dammuppgifterna vid nivåer över normalt vattenstånd (som uppnås vid 100 år och BHF-flöde) tillsammans med bottenuppgifter uppströms dammen som orsakar skillnaden. Felet ökar med ökande vattenstånd. Nedanför Ljungbydammen är skillnaderna små i båda fallen se figur 14 och 15 samt tabell 7 och 8. Resultaten liknar de för Eskilstunaån där det finns enstaka platser med stor avvikelse mellan modellerna, men i de flesta fall är skillnaden liten. Nedanför dammen är den relativa vattenståndsskillnaden < 5 cm. Nyttan med att uppdatera med 10 års vattenståndsnivåer var i det här fallet små, ibland blev det faktiskt en försämring.



Figur 13. Skillnader mellan vattenstånd i detaljerad och översiktlig modell längs Lagan vid 100-årsflödet. Ljungbydammen finns vid sektion 12070.

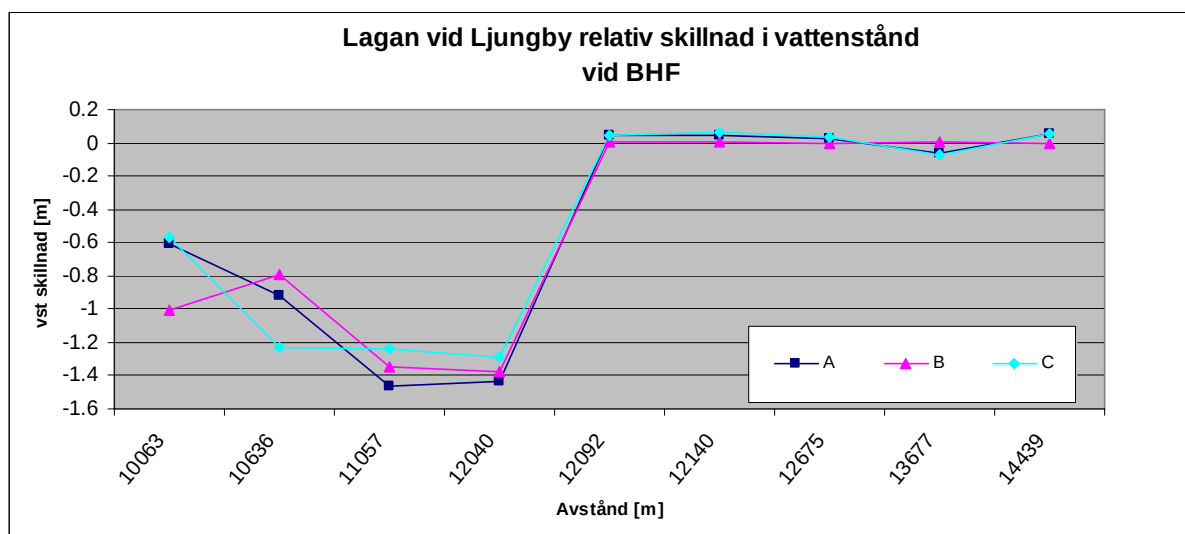
A) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till 100-årsflödet. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell.

B) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till 100-årsflödet. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för uppdaterad översiktlig modell.

C) Skillnad i absolut vattenstånd mätt i möh. Vattenstånd för detaljerad modell – vattenstånd för översiktlig modell.

Tabell 7. Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till 100-årsflödet. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell. Sammanfattning av resultat i fig. 10. Värdena i kolumn 2 gäller efter uppdatering av initialvattenståndet i den översiktliga modellen. Vattenståndet har där satts till samma nivå som för 10-årsflödet i den detaljerade modellen.

100-årsflöde resultatsammanfattning		
	Före uppdatering [m]	Efter uppdatering [m]
Medel	-0.005	-0.015
Max	0.104	0.018
Min	-0.018	-0.003
Median	-0.112	-0.102
Absolut fel	0.374	0.358



Figur 14. Skillnader mellan vattenstånd i detaljerad och översiktlig modell längs Lagan vid beräknat högsta flöde (BHF = dimensionerande flöde). Ljungbydammen finns vid sektion 12070.
A) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till BHF. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell.
B) Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till BHF. Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för uppdaterad översiktlig modell.
C) Skillnad i absolut vattenstånd mätt i möh. Vattenstånd för detaljerad modell – vattenstånd för översiktlig modell.

Tabell 8. Skillnad i relativ vattenståndsändring från 10-årsflödet till beräknat högsta flöde (BHF = dimensionerande flöde). Vattenståndsökning för detaljerad modell – vattenståndsökning för översiktlig modell. Sammanfattning av resultat i fig. 10. Värdena i kolumn 2 gäller efter uppdatering av initialvattenståndet i den översiktliga modellen. Vattenståndet har där satts till samma nivå som för 10-årsflödet i den detaljerade modellen.

BHF resultatsammanfattning		
	Före uppdatering [m]	Efter uppdatering [m]
Medel	-0.479	-0.507
max	0.05	0.049
min	-1.46	-1.484
median	-0.058	-0.009
Absolut fel	0.510	0.513

4 Operationalisering av vattenståndsprognoser

Inom SMHIs hydrologiska prognos- och varningstjänst har ett projekt drivits för att operationalisera vattenståndsprognoser. I projektet har sammanlagt 7 gemensamma övningar (5 på karterade sträckor och två på icke karterade) genomförts för att utforma metodik. För att säkerställa den individuella skickligheten har SMHI ”certifierat” 6 stycken hydrauliker efter genomförd individuell övning. Under 2005 genomfördes övningar av alla i gruppen (en övning / person), för att bibehålla kompetens. En övning var på en icke karterad sträcka.

Erfarenheter och resultat från övningar

- För en översvämningskarterad sträcka kan SMHI leverera en vattenståndsprognos inom 36 timmar från beslut.
- En väl definierad arbetsmetodik med tillhörande instruktioner har tagits fram vilka underlättar arbetsflödet under en flödessituation.
- Mätinstruktioner för vattenståndsobserveringar till räddningstjänsten har tagits fram.
- Broritningar i digital form från Vägverket kan fås samma dag som beställningen görs. Det förkortar tiden jämfört med leverans via post och fax.
- Flödesberäkning på sträckor utan vattenföringsserier kan ge oväntad avvikelse i vattenstånd.

5 Slutsatser

- Den översiktliga översvämningskarteringen ger oftast förvånansvärt bra resultat, men stora fel kan finnas på enstaka platser.
- Våra erfarenheter visar att om den hydrodynamiska modellen uppdateras med hjälp av noggrannare höjddata, inkl. vattendragets bottennivå, är det möjligt att prognostisera med mindre avvikelse.
- Fältmätningar av vattenstånd under höga flöden ger ett bra underlag för modelljusteringar vid måttliga vattenståndsförändringar. Vid extrema flöden då vattenståndet stiger kraftigt under prognosperioden är nyttan mindre.
- Brist på regleringsuppgifter och osäkerheter i vattenföringsprognoser har oftast större betydelse för osäkerheten i vattenståndsprognoserna än brist i noggrannhet i den översiktliga översvämningskarteringen.

6 Referenser

Danish Hydraulic Institute (1995a) Mike 11 Reference Manual.

Danish Hydraulic Institute (1995b) Mike 11 Users Manual.

Svensson T, Andersson, J.-O., Blumenthal B, Forsberg J, Hedelin B. (2002) Projekt Byälven. Översvämningsrisker, förebyggande åtgärder och konsekvenser. Karlstads universitet.

SRV (1999) Översiktligt översvämningskartering längs Lagan. Sträckan Karlsfors till mynning. Översiktlig översvämningskartering, Rapport 8.

SRV (2001) Översiktlig översvämningskartering längs Svartån-Hjälmaren-Eskilstunaån. Översiktlig översvämningskartering, Rapport 18.

SRV (2002) Översiktlig översvämningskartering längs Byälven. Översiktlig översvämningskartering, Rapport 25.

SRV (2003) Översiktlig översvämningskartering längs Emån. Översiktlig översvämningskartering, Rapport 37.

Yacoub, T., Westman, Y., Sanner, H., Samuelsson, B. (2005) Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån. Ett projekt inom KRIS-GIS. SMHI Hydrologi nr 98.