
RAPPORT

Helsingborgs stad

Modellering av åtgärder i övre Råån

Uppdragsnummer 1220076000

Utvärdering av rensningsalternativ



Malmö 2011-10-18

Sweco Environment AB

Malmö Kust och Vattendrag



Björn Almström

Granskare



Olof Persson

Sweco

Hans Michelsensgatan 2
Box 286, 201 22 Malmö
Telefon 040-16 70 00
Telefax 040-15 43 47
www.sweco.se

Sweco Environment AB

Org.nr 556346-0327
säte Stockholm
Ingår i Sweco-koncernen

Björn Almström

Civilingenjör
Telefon direkt 040-16 72 71
Mobil 070-227 53 92
bjorn.almstrom@sweco.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	3
1.1	Syfte	3
1.2	Dikesförrättning	3
1.3	Beskrivning av Råån	4
2	Hydrologi	6
3	Översvämningsmodell	9
3.1	Underlag	9
3.2	Antaganden	12
3.3	Modelluppsättningar	12
4	Modellerade scenarier	13
5	Validering av översvämningsmodell	14
6	Resultat	16
6.1	Vattennivåer	16
6.2	Rensningseffekt	18
6.3	Magasinering	21
7	Diskussion och slutsatser	22
8	Rekommendationer	24
9	Referenser	25
	Bilaga 1 - Tvärsektioner enligt dikesförrättningen	
	Bilaga 2 - Anvisningar för anpassad rensning	
	Bilaga 3 - Översvämningskartor för nuvarande förhållande i Råån	
	Bilaga 4 - Effekter av åtgärder vid 3-årsflöde	
	Bilaga 5 - Effekter av åtgärder vid 10-årsflöde	

1 Inledning

De övre delarna av Råån är idag i stort behov av rensning. Vissa sträckor är i stort sett helt igenvuxna och beteshagarna vid sidan om Råån har blivit svårare att nyttja på grund av översvämningar. Under senare tid har även ån svämmat över, med problem för både samhälle och odlingsmark som följd. Dikningsföretaget för de övre delarna av ån har börjat diskutera en traditionell rensning av ån. Vid en traditionell rensning rensas vattendraget med grävmaskin ner till hårdgjord botten. Nackdelen med denna typ av rensning är att kostnaderna för en sådan rensning är hög och att de naturvärden som finns i ån riskerar att skadas. Dikesföretagets representanter är medvetna om detta och är öppna för alternativa rensningsmetoder. Emellertid finns det en osäkerhet om effektiviteten av de olika rensningsalternativen och Rååns vattendragsförbund vill därför göra en studie av problemen i Råån för att kunna bedöma olika alternativ till rensning.

1.1 Syfte

Sweco har på uppdrag av Helsingborgs Stad upprättat en detaljerad hydraulisk modell över Råån från ca 2 km uppströms Tågarp ner till ca 1 km nedströms Bälteberga (Figur 1.1). Syftet med modellen har varit att utreda effekterna av olika rensningsmetoder och kartlägga översvämningens utbredning vid vanligt förekommande högflöden.



Figur 1.1 Rååns avrinningsystem med projektområdet markerat med rött.

1.2 Dikesförrättning

Vid förra sekelskiftet genomfördes de första dikningarna av Råån eftersom man ville frigöra potentiell åkermark. Åns slingrande väg gjorde det dessutom svårare att anlägga fält i raka linjer. Inom projektområdet finns två dikningsföretag, ett uppströms Tågarpbron och ett nedströms. Dikningsförrättningen uppströms Tågarpbron gavs laga kraft 1904 och den nedströms 1896. Förrättningarna innebär att Rååns åfåra rätades ut och

avbördningskapaciteten för ån ökade. För dikningsföretaget uppströms bron har den dimensionerande maxkapaciteten $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,8 \text{ l/s}$ per hektar) och företaget nedströms bron har den dimensionerande maxkapaciteten $4,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,6 \text{ l/s}$ per hektar) från Tågarpsbron till ett avstånd på 18474 m från havet och därefter $2,17 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,3 \text{ l/s}$ per hektar). Notera att sträckan längst nedströms har betydligt lägre kapacitet än de uppströms belägna. Det högsta dimensionerande flödet på sträckan nedströms Tågarpsbron motsvarar ett flöde med en återkomsttid på 1,5 år.

I dikesförrättningen anges typsektioner utmed vattendraget, som är refererade till fixpunkter. Rensningar ska utföras enligt dikningsförrättningen och fixpunkterna var tänkta att säkerställa att bottenivån inte överskreds vid dikningar. Om ån inte dikades till den ansatta nivån missgynnades markägarna i dikningsföretaget och fokus var därför på att bottenivån inte fick överskridas. Numera är det andra normer som gäller och situationen är nu omvänd. På grund av dikningens negativa konsekvenser för naturmiljön i vattendraget är fokus nu snarare på att bottenivån inte får underskridas.

Förrättningssektionerna och bottenivån i förrättningen ska vara refererade till fixpunkter utmed vattendraget. På så sätt säkerställs att förrättningen efterföljs. Emellertid finns inga uppgifter om fixpunkternas lokalisering i förrättningsdokumenten, inte heller finns det i dikningsföretaget någon kännedom om fixpunkterna. I Bilaga 1 redovisas ett försök till att enligt två alternativa metoder höjdreferera de tvärsnitt som fastställts i förrättningen nedströms Tågarpsbron. Osäkerheten i att höjdreferera förrättningssektioner enligt dessa metoder bedöms som stor.

1.3 Beskrivning av Råån

Råån är ett av Sveriges minsta huvudavrinningsområde med en area av 193 km^2 . Ån meandrar i en djup dalgång och är omgiven av i huvudsak betesmark. Det finns en SMHI-station i Råån benämnd 2127 Bröddebacken, som är belägen nedströms Grantofta. Medelflödet vid mynningen är ca $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ för perioden 1973 till 2010 och högsta flöde, uppmätt av SMHI, är $33 \text{ m}^3/\text{s}$ (observerades i december 1985). Den genomsnittliga bottenlutningen på ån är 1,6:1 000, men varierar utmed vattendraget (en lutning på 1,6:1 000 innebär att på 1 000 m faller ån 1,6 m i höjdled). Bottenlutningen i själva projektområdet är som brantast uppströms Tågarps samhälle. Här är bottenlutningen 3,2:1 000, medan nedströms Tågarpsbron är bottenlutningen endast 0,7:1 000.

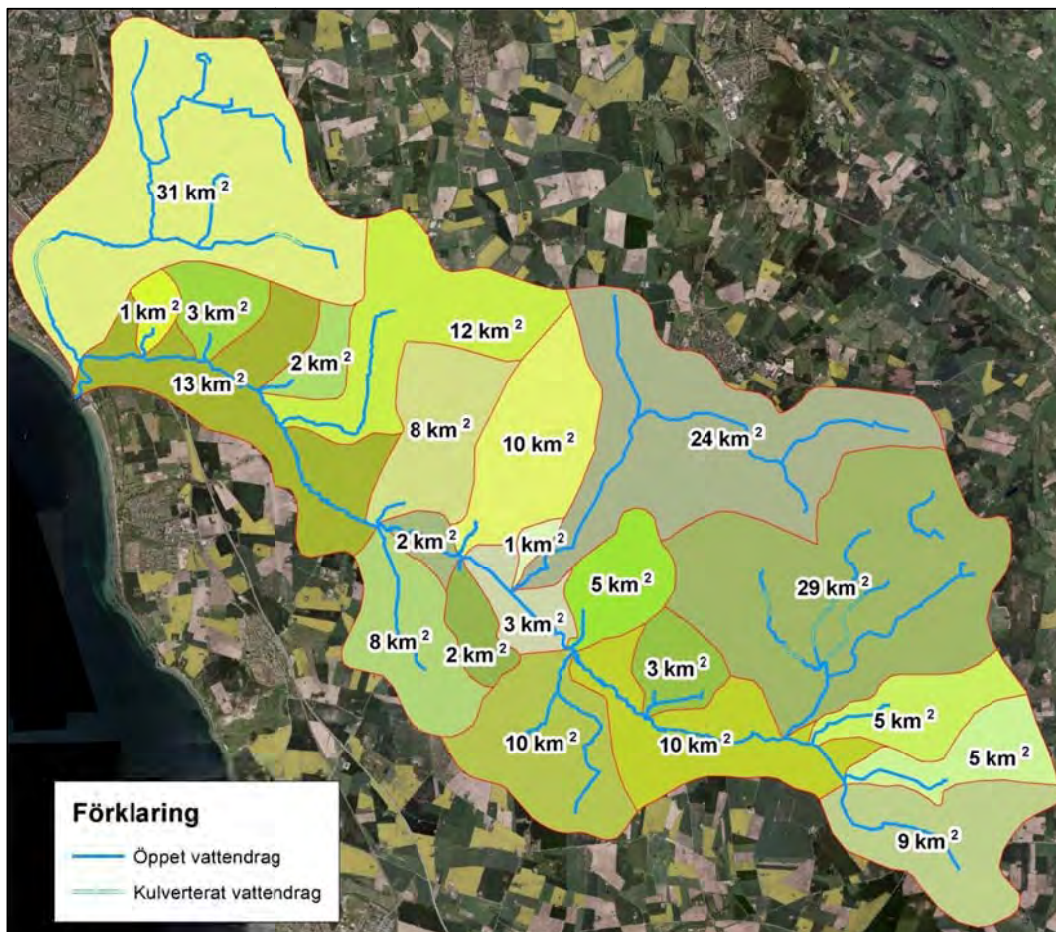
Se Figur 1.2 för en översiktlig orienteringskarta över projektområdet.



Figur 1.2 Översiktlig karta över projektområdet. Siffrorna i de vita textrutorna indikerar avståndet till Rååns mynning.

2 Hydrologi

Rååns huvudavrinningsområde har en area av 193 km² och är uppdelat i flera mindre delavrinningsområden (Figur 2.1).



Figur 2.1 Delavrinningsområden och area för delavrinningsområden i Råån.

SMHI har en flödesstation i ån nedströms Gantofta, benämnd 2127 Bröddebacken. Stationen har ett avrinningsområde på ca 156 km², vilket motsvarar 80% av Rååns totala avrinningsområde. Stationen har mätdata från 1973 och framåt. Emellertid ska den nuvarande avbördningskurvan uppdateras för stationen (Ragge, 2011) och nyare flödesdata från stationen är därmed osäker tills uppdateringen skett.

Avbördningskurvan används för att vid givna vattennivåer beräkna flödet i stationen. Kurvan tas fram genom att flödet mäts manuellt vid ett antal olika tillfällen med varierande vattennivåer. Därefter anpassas en avbördningskurva till mätningarna. Tack vare avbördningskurvan behöver man sedan bara mäta vattennivån för att bestämma flödet vid stationen. För att få en tillförlitlig avbördningskurva måste flödesmätningar göras för alla typer av flöden, både höga och låga. Att man vill pricka in så varierande flöden som

möjligt är för att åns avbördningskapacitet kan variera kraftigt beroende på vattennivån. Det är aldrig ett linjärt samband mellan vattennivå och flöde. Ibland kan man till och med behöva använda sig av flera avbördningskurvor, giltiga för olika vattennivåer, för att korrekt kunna beräkna flödet. Då SMHI själva har sett behovet av att uppdatera avbördningskurvan för stationen Bröddebacken får nyare flödesdata från stationen anses som osäkra.

SMHI har även en hydrologisk modell som täcker alla Sveriges delavrinningsområden, kallad HYPE. Denna modell skulle kunna användas som ett komplement till uppmätta flöden, speciellt i delavrinningsområden där uppgifter om flöden saknas. Data från HYPE-modellen i Råån finns för perioden 1990 till 2010. En analys av den ackumulerade differensen mellan simulerade flöden och uppmätta flöden visar att HYPE överskattar flödet generellt med ca 2% för perioden 1990 till 2007, efter 2007 ökar skillnaden mellan simulerad och observerat. Eftersom HYPE-modellen håller sig relativt stabil runt 2% fram till 2007 och att det är känt att SMHI ska uppdatera avbördningskurvan är slutsatsen att det observerade flödet i stationen Bröddebacken underskattas av stationen från och med 2007. Vidare ses det att flödestopparna underskattas av HYPE-modellen. För perioden är det högsta uppmätta flödet av SMHI 31,03 m³/s (2007-07-06) medan HYPE-modellen för samma dag bara genererar 11,4 m³/s. Det är inte bara denna flödestopp som missas av modellen, utan alla flödestoppar underskattas kraftigt av modellen. Därför bedöms det som högst olämpligt att utföra en frekvensanalys på simulerade flöden från HYPE-modellen.

Trots att observerade flöden bedömts som underskattade efter 2006 används ändå årsmaxima från 2007 till 2010 i frekvensanalysen av Rååns flöde. Anledningen är att extrema flöden (såsom flödestoppen i juli 2007) är ovanliga och viktiga för att frekvensanalysen inte ska underskatta flödena för de högre återkomsttiderna.

Totalt ingår 38 årsmaxima i analysen vilket motsvarar perioden 1974 till 2010. 1973 har utelämnats från analysen eftersom mätserien inte startar förrän den 17 maj 1973 och därmed finns det risk att högsta flödet 1973 inträffade innan mätningarna startade.

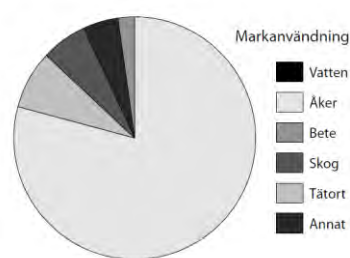
Resultatet från frekvensanalysen redovisas i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 *Flöden vid Bröddebacken för olika återkomsttider.*

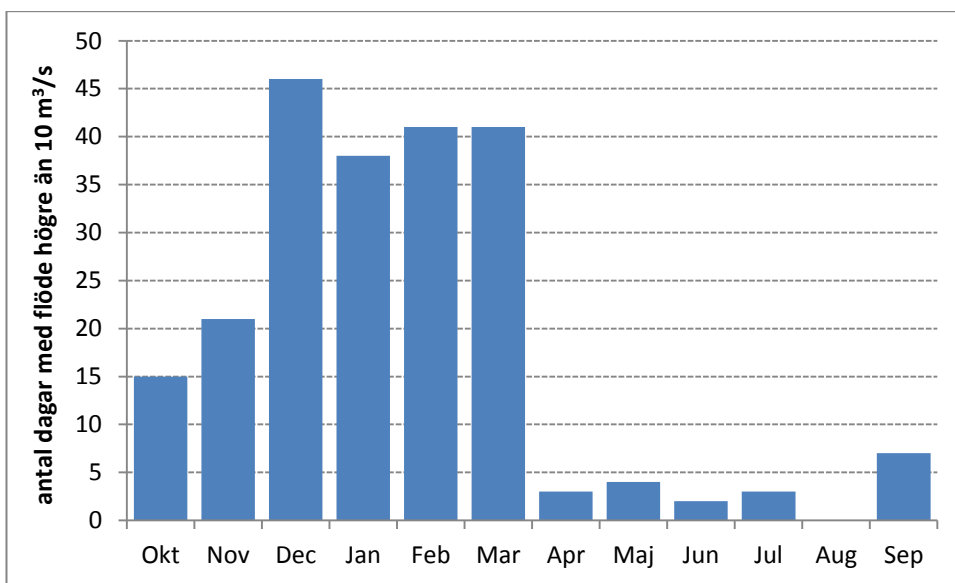
Återkomsttid	Flöde [m ³ /s]	Avrinning [l/s,ha]
3 år	19	1.2
10 år	26	1.7
25 år	30	1.9
50 år	33	2.1
100 år	37	2.4

Observerade flöden i stationen Bröddebacken har även analyserats avseende antalet dagar med flöden högre än 10 m³/s (Figur 2.3). Vid 10 m³/s uppstår översvämningar i Råån motsvarande den översvämning som dokumenterades av Helsingborgs Stad (se kapitel 5) i mars 2007. Antalet dagar med flöde över 10 m³/s kan således likställas med

antal översvämningsdagar. Under perioden 1973 till 2010 inträffar översvämningsdagar under ca 2% av tiden. Flest översvämningsdagar inträffar under månaderna december till mars. Under sommarhalvåret är översvämningsdagar relativt ovanliga, till exempel är översvämningsdagen som inträffade i juli 2007 tämligen unikt då man måste gå tillbaka till 1991 ($18 \text{ m}^3/\text{s}$) för att finna ett större flöde sommartid och därefter 1980. Översvämningsdagar i Råån är alltså mer beroende av en längre regnperiod än av enstaka kraftiga regn. Det beror på att när markerna är mättade med vatten är alla naturliga fördröjningsmagasin fulla och nederbörd genererar flöde direkt. I ett avrinningsområde där hårdgjorda ytor är dominerande är det tvärtom. I sådana avrinningsområden inträffar översvämningsdagar framförallt vid kraftiga enstaka regn. I Råån är jordbruksmark dominerande och tätorter står endast för en mindre del av den totala markanvändningen (Figur 2.2).



Figur 2.2 Markanvändning i Råån avrinningsområde (LST, 2011)



Figur 2.3 Antalet dagar under åren 1973 till 2010 med observerade flöden över $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

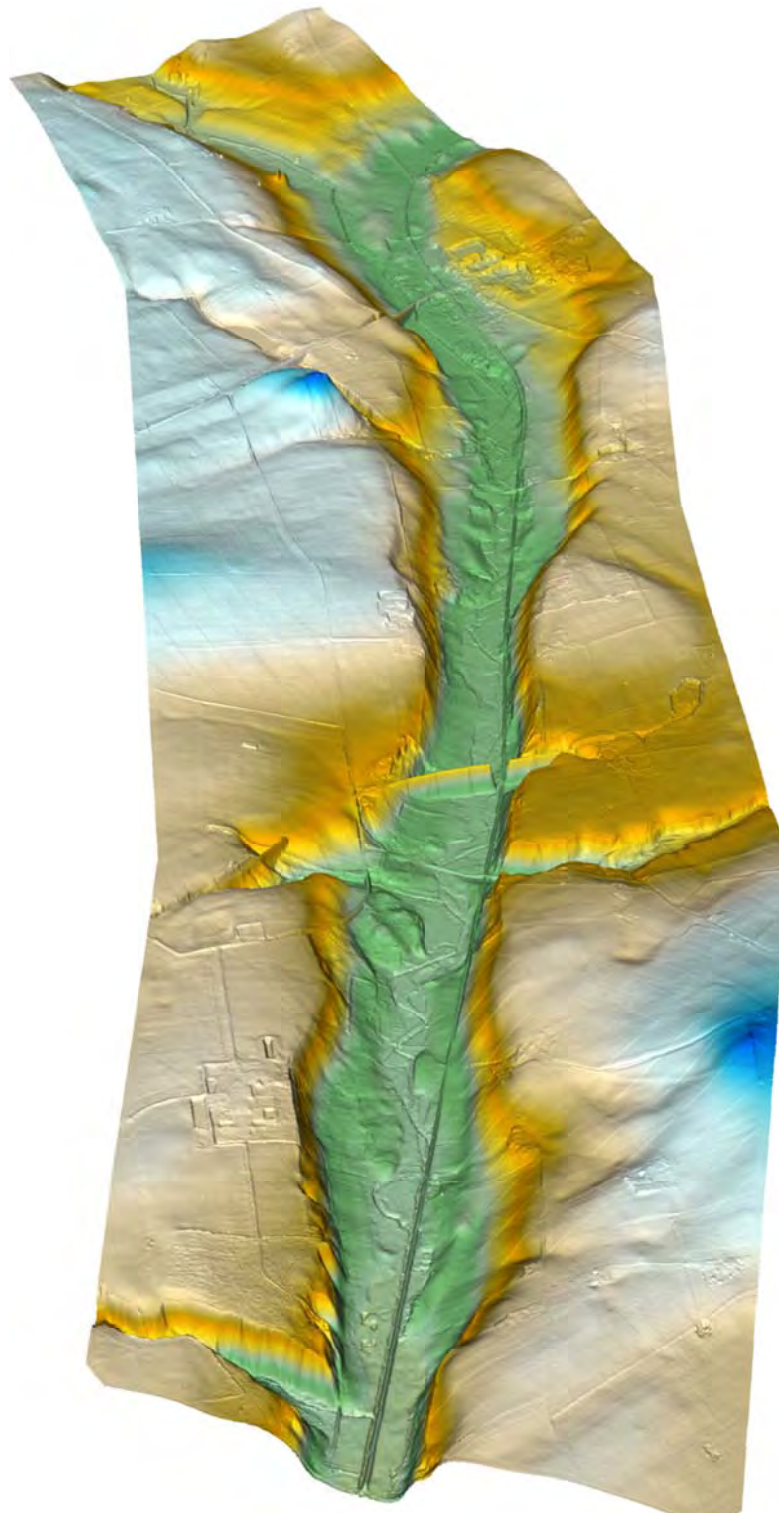
3 Översvämningmodell

Vattennivåer simuleras med en hydraulisk modell som utifrån givet flöde och geometri beräknar vattennivåer. I föreliggande studie har programmet MIKE 11 använts som hydraulisk modell. Det är en 1-dimensionell modell baserad på Saint Venant-ekvationerna. MIKE 11 används världen över och har godkänts som verktyg för hydrauliska beräkningar av myndigheter i ett antal länder, däribland USA.

3.1 Underlag

Detaljeringsgraden av en hydraulisk modell bestäms utifrån hur noggranna indata beskrivs i modellen. Framförallt gäller det flödesindata och vattendragets geometri. Flödesindata har diskuterats i kapitel 2 och tas därför inte upp ytterligare i detta kapitel. Vattendragets geometri i modellen definieras genom tvärsektioner, som ska både beskriva själva vattendragets åfåra och flodplanet. Med flodplan menas den yta som normalt inte är ställt under vatten, men som under höga flöden översvämmas.

Flodplanet har beskrivits genom Lantmäteriets laserscannade höjdmodell över Skåne (Figur 3.1). Upplösningen på höjdmodellen är 2x2 m och har en detaljeringsgrad av +/- 50 cm. En jämförelse mellan höjdmodellen och de manuellt inmätta punkterna visar på en noggrannhet bättre än +/-10 cm.



Figur 3.1 *Lantmäteriets höjdmödel av projektområdet.*

10 (25)

RAPPORT
2011-10-18
MODELLERING AV ÅTGÄRDER I ÖVRE
RÅÅN

Höjdmodellen inkluderar bara landområden och innehåller inte information om hur vattendraget ser ut under vattnet. Åfåran har därför blivit inmätt med en högprecisions-GPS med noggrannheten +/- 5 cm. Totalt inmättes ca 110 tvärsektioner under våren 2011 av personal från SWECO och Helsingborgs Stad. Avståndet mellan tvärsektionerna varierar för att korrekt beskriva åfårans förändringar, det vill säga i partier där åfårans geometri förändras är det tätare mellan tvärsektionerna jämfört med partier där vattendraget är uniformt. Antalet inmätta punkter i respektive tvärsektion är inte heller konstant, utan antalet är kopplat till hur många punkter som behövs för att korrekt beskriva geometrin. För varje punkt har två höjder mätts in. En punkt vid nuvarande botten och en punkt som motsvarar den botten som en traditionell rensning hade medfört. Den sistnämnda punkten togs fram genom att trycka ner mätstången till fast botten. Enligt erfarenhet är den gängse praxisen att rensning sker ner till fast botten. Länsstyrelsen, tillika tillsynsmyndighet för rensningar, kräver emellertid att rensning sker enligt dikesförrättningens fastställda bottennivåer.

Den manuella inmätningen har begränsats till området som är aktuellt för dikesrensning och utgör en sträcka av ca 8 km (Figur 3.2). För resterande sträcka har tvärsektioner från MSB¹:s översiktliga översvämningsmodell använts för att komplettera de manuella mätningarna.



Figur 3.2 De gula punkterna visar lägen för de inmätta tvärsektionerna.

¹ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

3.2 Antaganden

Modellering av vattendrag förutsätter ett antal olika antaganden om vattendragets egenskaper, såsom randvillkor, råhet av vattendraget, etcetera.

Den hydrauliska modellen behöver randvillkor i början och slutet av modellen för att kunna utföra simuleringar. Som uppströms randvillkor har flödet från uppströms avrinningsområden använts. Nedströms har havets medelvattennivå satts som randvillkor. Havet påverkar emellertid inte det aktuella området eftersom det ligger mellan 19 och 30 m över havet.

Råheten i vattendraget, det vill säga hur trögt det är för vattnet att strömma, bestäms normalt genom kalibrering av modellen gentemot flödesstationer i vattendraget. I Råån finns bara en flödesstation, som ligger relativt långt nedströms i ån vid Bröddebacken och täcker in ca 80% av Rååns totala avrinningsområde. Denna nedströms del i modellen är bara beskriven i modellen utifrån MSB:s översiktliga modell och beroende på den stora osäkerheten i MSB:s tvärsektioner är det ej meningsfullt utföra en kvalitativ kalibrering av modellen vid denna station. För en sådan kalibrering skulle det krävas en manuell inmätning av Råån uppströms och nedströms Bröddebackens flödesstation. Istället har erfarenhet från kalibreringar av modeller för liknande vattendragssystem i Skåne inhämtats, såsom Vramsån, Vegeån och Höje å. För samtliga har råheten varit ungefär densamma och de tre vattendragen liknar Råån i den bemärkelsen att åfåran är relativt smal och att vegetation är riklig i åfåran. Utifrån dessa tre vattendrag har Rååns råhet i modellen satts till Manning 18. Mannings tal beskriver råheten, det vill säga flödesmotståndet, men ska i MIKE 11 ses som en modelleringsparameter. För de modelluppsättningarna som beskriver åfåran efter rensning har Mannings tal höjts till 20 för att beskriva vattendraget utan vegetation.

3.3 Modelluppsättningar

Metodiken som använts i studien är att utgå från den hydrauliska modelleringen och göra ändringar i modellen för att simulera de olika rensningsåtgärderna. Därför har fyra olika modelluppsättningar använts.

- Modell som beskriver de nuvarande förhållandena, med orensade sektioner och vegetation inkluderad.
- Modell som beskriver vattendraget efter en traditionell rensning gjord ner till fast botten och där vegetationen är avlägsnad.
- Utifrån anvisningar från Helsingborgs Stad (Bilaga 2) har en modell som beskriver vattendraget efter en anpassad rensning gjorts. Bottennivån har inte ändrats, utan alla ändringar har gjorts ovanför medelvattenytan.
- Modell som beskriver den anpassade rensningen kombinerat med en sänkning av bottennivån till fast botten mellan Tågarpsbron och bron vid Gluggstorp (första bron nedströms Tågarpsbron).

Den sistnämnda modelluppsättningen tillkom under uppdragets utförande för att utreda kombinationen av en anpassad rensning och en traditionell rensning för en kortare sträcka.

4 Modellerade scenarier

För varje modelluppsättning har tre flöden simulerats; 3-årsflöde, 10-årsflöde och 25-årsflöde (Tabell 4.1), som kan ses i Tabell 4.1 är flödet större i slutet av modellen än i början. Det beror på att ett allt större område avbördas längre ner i modellen. Återkomsttiderna för flödena har valts för att utvärdera effekterna av rensning vid relativt frekventa höglöden. Respektive flöde har anpassats till en hydrograf² som till formen liknar hydrografen för det högsta observerade flödet vid Bröddebacken.

Tabell 4.1 Simulerade flöden i studien.

	3-års flöde	10-årsflöde	25-årsflöde
Början av modellen	7,3 m ³ /s	10,0 m ³ /s	11,6 m ³ /s
Slutet av modellen	11,3 m ³ /s	15,4 m ³ /s	17,8 m ³ /s

Dessutom har modellen som beskriver nuvarande förhållanden körts för flödet under perioden 26 februari till 4 mars 2007, för att validera modellen gentemot flygfotografierna tagna den 2 mars 2007.

² Hydrograf = Beskriver hur flödet i vattendraget ändras med tiden.

5 Validering av översvämningsmodell

Som tidigare nämnts har det ej varit möjligt att kalibrera eller validera modellen mot uppmätta vattennivåer på grund av att den detaljerade modellen inte sträcker sig ända ner till SMHI:s station Bröddebacken. Inom det detaljmodellerade området finns inga vattennivåmätningar att tillgå.

Istället har modellen validerats genom vittnesmål från närboende och genom flygfotografier som tagits av Råån under en mindre översvämningsituation. Observationer har främst inhämtats från verksamma på den låglänta industritomten söder om Tågarpsbron och uppgifterna har använts för en rimlighetskontroll av modellen. Enligt muntliga uppgifter steg vattennivån upp till asfalten, som täcker industritomten, vid ett tillfälle under hösten 2010 (Figur 5.1). En osäkerhet är att det inte finns några fotografier som kan verifiera observationerna och att flödet vid den observerade översvämningen är okänd. Emellertid visar en analys av SMHI:s flödesmätningar i Bröddebacken att högsta flödet under hösten 2010 (augusti till december) var 9,8 m³/s (inträffade 2010-11-24).



Figur 5.1 Röd linje visar den observerade översvämningsutbredningen vid ett tillfälle under hösten 2010 (muntlig källa Martin Johansson, 2011-07-07).

I mars 2007 flög Helsingborgs Stad över Råån och dokumenterade översvämningsutbredningen via flygfotografier. Enligt SMHI:s flödesmätningar i stationen Bröddebacken var flödet detta datum 10,5 m³/s (dagen innan var flödet 12,52 m³/s), vilket motsvarar ungefär ett 1,5-årsflöde. Rååns utbredning kan i dessa bilder ses ända från mynningen i Råå och upp till Tågarpsbron, men endast bilder över det studerade området har använts för validering. Jämförelsen visar på en god överensstämmelse mellan verkligheten och

modellen (Figur 5.2), undantaget ängsmarken mittemot industriområdet i Tågarp. Här visar modellen att marken ska vara översvämmad, men på fotografiet ses inte någon översvämning. En sannolik förklaring är mindre fel i flödesmodellen och/eller höjdmodellen. Det räcker med att höjdmodellen är 1 mm fel för att området ska bli översvämmat eller inte.



Figur 5.2 *Jämförelse mellan simulerad översvämning och faktisk översvämning vid en vårflood i mars 2007. Punkt 1) formen och storleken på översvämningsytan stämmer överens. 2) Kanalen mellan översvämningsyta och åfåra är representerad i modellen. 3) Översvämningsytan har samma form och sträcker sig fram till grusvägen i både verkligheten och modellen.*

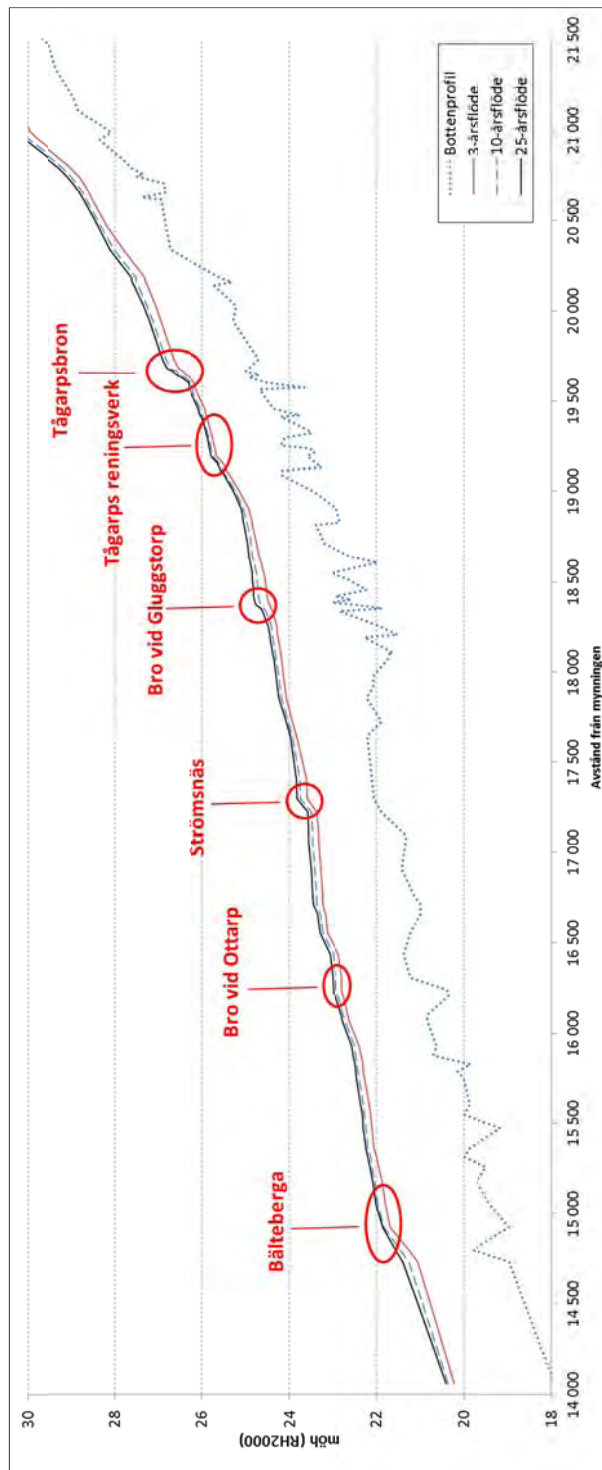
Slutsatsen från valideringen av modellen är att den är tillräckligt detaljerad och noggrann för att kunna användas för en jämförelsestudie av rensningens effekter, även om det varit önskvärt med mer kalibreringsunderlag för höga flöden.

6 Resultat

6.1 Vattennivåer

Tre flöden har simulerats för varje modelluppsättning, 3-, 10- och 25-årsflöde, vilket resulterar i olika vattennivåer. Ju högre flöde desto högre vattennivå. Som störst är skillnaden mellan 3- och 10-årsflöde ca 30 cm och som minst 7 cm medan skillnaden mellan 3- och 25-årsflöde som störst är 40 cm och som minst 9 cm, förutsatt att ingen rensning förekommit i vattendraget. I trånga och dämmande sektioner blir skillnaden allra störst, medan minsta förändringen sker vid sektioner med hög avbördningskapacitet. Sektioner med hög avbördningskapacitet är till exempel sektioner där bottenlutningen är brant eller sektioner med ett brett och låglänt flodplan som ån kan översvämma. I Figur 6.1 visas vattennivåer för alla tre flödesscenerierna och den inmätta bottenprofilen för de nuvarande förhållandena i ån. Ett antal dämmande sektioner har lokaliserats i Figur 6.1 genom att identifiera plötsliga fall i vattennivån. Enligt modellen sker en dämning vid Tågarpsbron, antagligen beror dämningen på att bottennivåerna vid bron är högre än både nedströms och uppströms liggande å-botten. En viss dämning sker även i höjd med Tågarpsreningsverk och kan förklaras med att denna sträcka är kraftigt vegeterad med både vass och träd/buskar i själva åfåran. Vägbron vid Gluggstorp orsakar också en dämning av vattennivån, vilket även bron vid Ottarp gör. Emellertid indikerar modellen att dämningen vid bron i Gluggstorp dämmer mer än Ottarpsbron. Det sista dämmet på sträckan är ett "stenröse" i höjd med Bälteberga. Simuleringarna visar att dämmet orsakar relativt större dämning vid låga flöden jämfört med höga flöden.

I Bilaga 3 redovisas översvämningsutbredningen vid nuvarande förhållanden i Råån för respektive flödesscenario.



Figur 6.1 Vattennivåer och bottenprofil för nuvarande förhållande i ån. Lokalisering på karta av avståndet från mynningen kan ses i Figur 1.2.

6.2 Rensningseffekt

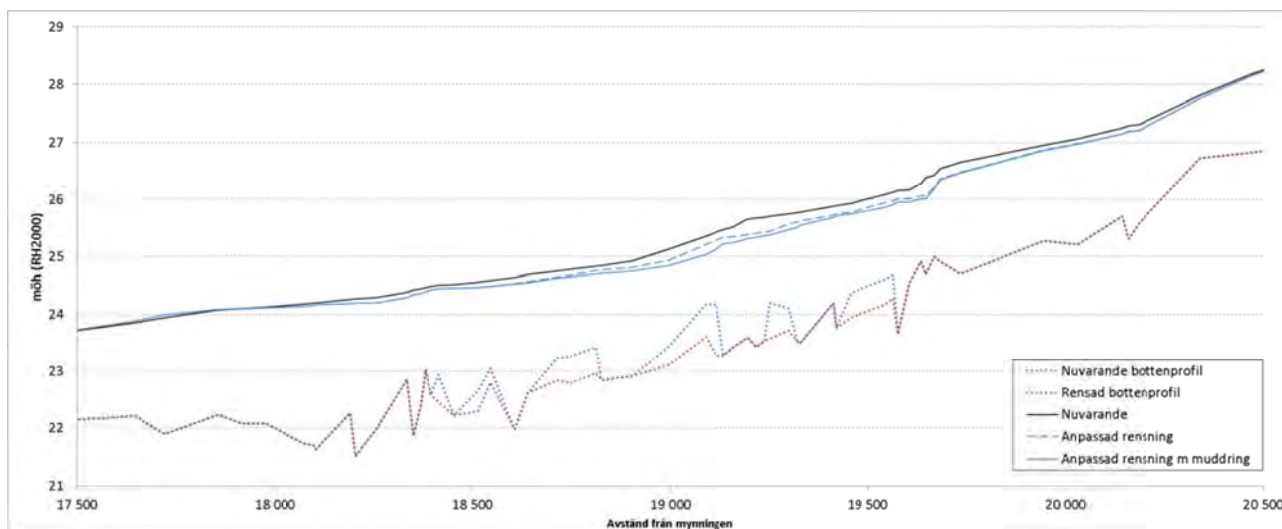
Effekten vid rensning av ån är redovisad som avsänkning från de simulerade vattennivåerna i kapitel 6.1 (Figur 6.3) och skillnaden i utbredning mellan olika rensningsalternativ redovisas i Bilaga 4 och Bilaga 5 för flöden motsvarande 3- och 10-års återkomsttid.

Den sträcka där vattennivån sänks som mest vid en rensning är sträckan nedströms Tågarpsbron. Idag är denna sträcka kraftigt vegeterad och bottennivån högre än uppströms partier. Här kan en rensning medföra en avsänkning av vattenytan med ca 3 dm vid de simulerade flödena. Störst avsänkning fås då anpassade rensningen kombineras med rensning av botten ner till fast botten, medan den anpassade rensningen utan bottensänkning ger minst effekt. Emellertid är skillnaden endast ca 1 dm mellan alternativen vid ett 3-årsflöde och än mindre för de högre flödena. Tabell 6.1 visar medelavsänkningen av de olika rensningsalternativen för hela sträckan och maximala avsänkningen i enstaka tvärsektioner.

Tabell 6.1 Medel och maximal avsänkning av de olika rensningsalternativen jämfört med nuvarande förhållande i ån.

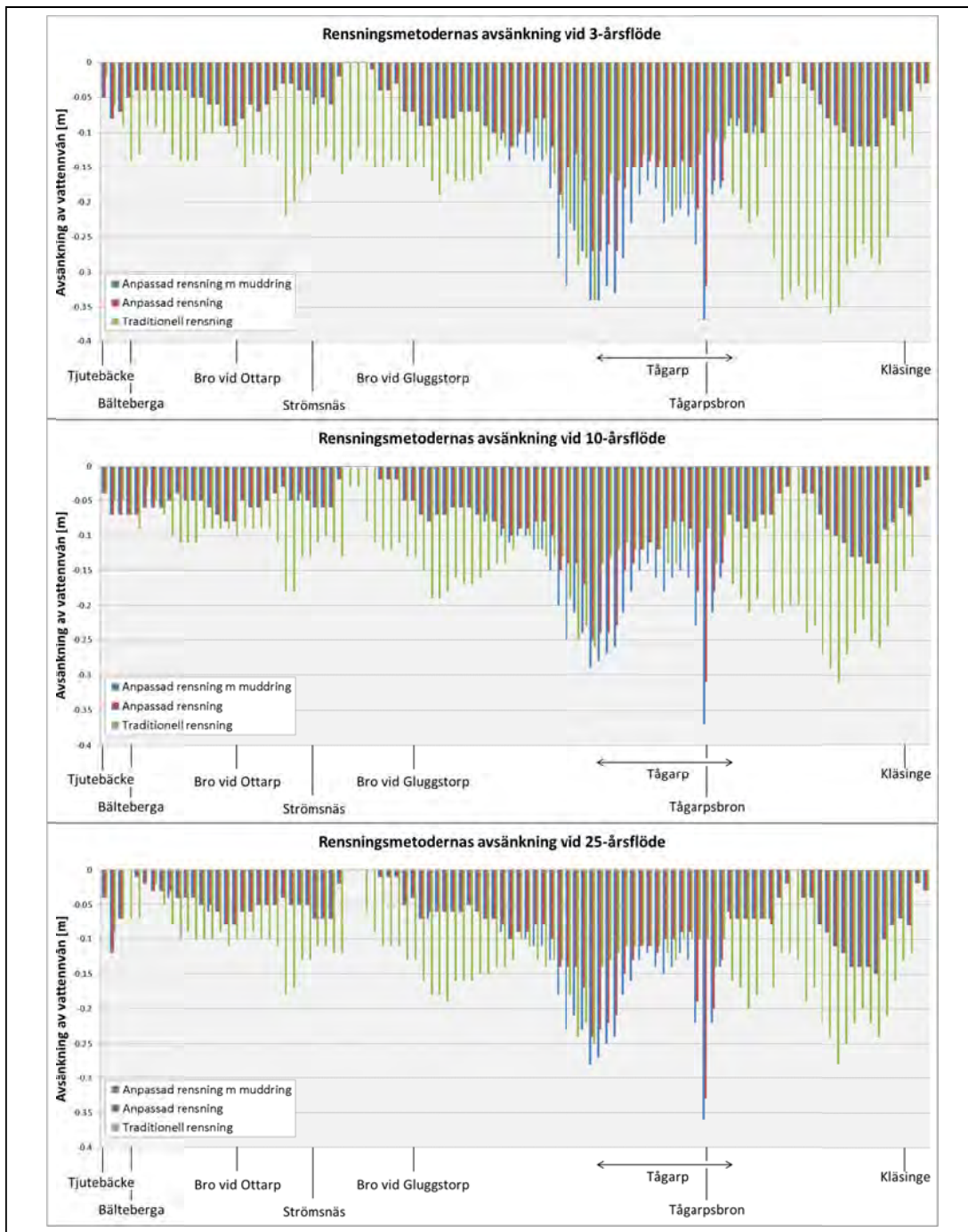
	Traditionell rensning		Anpassad rensning		Anpassad rensning m muddring	
	medel	max	medel	max	medel	max
3-årsflöde	-17 cm	-36 cm	-9 cm	-32 cm	-11 cm	-37 cm
10-årsflöde	-14 cm	-31 cm	-8 cm	-31 cm	-9 cm	-37 cm
25-årsflöde	-13 cm	-28 cm	-8 cm	-33 cm	-9 cm	-36 cm

I Figur 6.2 visas vattennivåerna vid 3-årsflöde för tre olika situationer (nuvarande, anpassad rensning av vattendrag och anpassade rensning med muddring av en delsträcka) längs med den sträcka som muddrats i den anpassade modellen. I den anpassade modellen har sträckan mellan Tågarpsbron och bron vid Gluggstorp avsänkts till fast botten. Skillnaden mellan att göra en anpassad rensning utan avsänkning och med avsänkning är som störst ca 2 dm.



Figur 6.2 *Vattennivåer vid ett 3-årsflöde vid nuvarande förhållande, anpassad rensning och vid anpassad rensning med muddring av sträckan från 18 400 m till 19 600 m från mynningen. Den prickade blå linjen indikerar bottennivån idag och den prickade röda linjen visar på en tänkt bottennivå vid muddring.*

Avsänkningen av vattennivån för de olika åtgärdsalternativen redovisas i Figur 6.3 för samtliga flödesscenarier, som referensnivå har simuleringar av den nuvarande, orensade ån använts. I Bilaga 4 och Bilaga 5 finns kartor över de översvämmade områdena. På grund av ådalens topografi blir de översvämmade ytorna endast obetydligt större vid de förändringar av vattenståndet som de olika åtgärdsalternativen medför. Av Figur 6.3 framgår att avsänkningen av vattennivån genom traditionell rensning blir som störst mellan Kläsinge och Tågarpsbron. Nedströms Tågarpsbron har de anpassade rensningsmetoderna lika stor eller större effekt än den traditionella metoden.



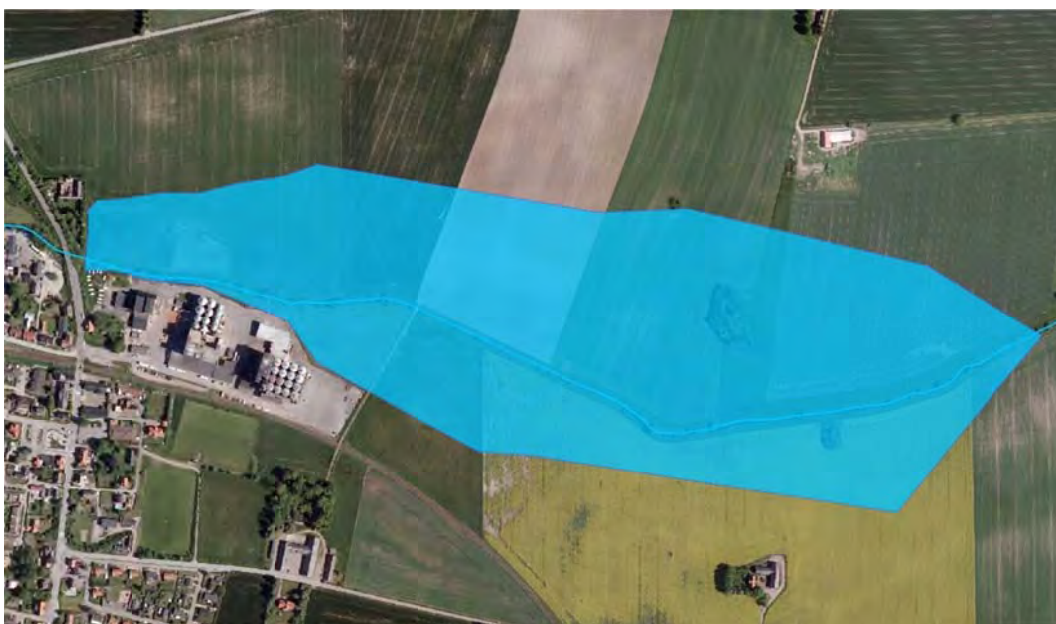
Figur 6.3 Avsänkning av den nuvarande vattennivån vid de tre flödesscenerierna.

6.3 Magasinering

Ett alternativ för att undvika översvämningar är att anlägga fördröjningsmagasin uppströms översvämningsområdena. Syftet med sådana magasin är att fördröja tillräckliga mängder vatten för att översvämningar inte ska inträffa vid kraftiga flöden.

För att få en uppfattning om vilka mängder som behöver fördröjas har det beräknats hur stort magasin som behövs för att reducera vattennivåer vid industriområdet nedströms Tågarpsbron för ett 25-årsflöde till vattennivåerna vid ett 3-årsflöde. Genom att reglera vattendraget så att endast en viss mängd flöde tillåts och resterande flöde fördröjs kan volymen uppskattas. Enligt dessa beräkningar krävs det att ca 380 000 m³ vatten fördröjs uppströms Tågarpsbron, medförande att vattennivån skulle avsänkas med ungefär 40 cm nedströms Tågarpsbron. Detta kan jämföras med den traditionella rensningen som vid samma flöde endast avsänker vattennivån med ca 1 dm.

I Figur 6.4 visas utbredningen av en fiktiv damm placerad uppströms Tågarpsbron. Dammen har ett medeldjup av 1 m och en area av 380 000 m². För att dammen ska bli effektiv måste volymen (380 000 m³) vara ovanför grundvattenytan och dammen får inte börja fyllas förrän maximalt tillåtet flöde uppnåtts.



Figur 6.4 Exempel på hur stor en damm med ett medeldjup av 1 m och en area av 380 000 m² skulle bli om dammen placerades uppströms Tågarpsbron.

7 Diskussion och slutsatser

Översvämningskarteringen av projektområdet har visat att inga byggnader eller infrastruktur översvämmas direkt av Råån vid ett 25-årsflöde. Med direkt översvämning menas att åns vattenyta stiger över byggnaders marknivå. Däremot översvämmas betesmarken nere i Rååns dalgång redan vid 3-årsflöden. Indirekta översvämningar till följd av höga vattennivåer i ån kan inte uteslutas. Med indirekta översvämningar menas översvämningar orsakade av att ån dämmer dagvattensystem eller dräneringssystem, vilket får följden att regnvatten inte rinner undan utan orsakar lokala översvämningar. Denna typ av översvämningar kan inte simuleras i MIKE 11-modellen.

Den hydrologiska analysen av observerade flöden i Råån har visat att översvämningar främst inträffar under vinterhalvåret. Det tyder på att översvämningar i Rååns system inträffar då marken är mättad på vatten och de naturliga fördröjningssystemen därmed är satta ur funktion. Översvämningar verkar således inte vara beroende av enstaka kraftiga regn, utan översvämningar föranleds av långvariga regn som mättar markerna och när det därefter inträffar ett hårt regn uppstår översvämning. De karakteristika som Rååns system uppvisar tyder på att hårdgjorda ytor spelar en mindre roll för översvämningar i huvudfåran. I mindre biflöden där de hårdgjorda ytorna utgör en betydande del av avrinningsområdets area kan hårdgjorda ytor däremot spela roll. I dessa typer av system orsakas översvämningar i huvudsak av enstaka kraftiga regn.

För att mildra översvämningarna i Råån har rensningar av ån diskuterats. Simuleringarna visar att en traditionell rensning avsåker åns vattennivå mellan 13 till 17 cm. Ju högre flöde desto mindre avsänkning. En stor insats, både ekonomiskt och arbetsomfattande, ger således en relativt liten effekt på åns nivåer och kostnadseffektiviteten av åtgärden kan ifrågasättas. Rååns biologiska värden riskerar också att drabbas negativt vid en traditionell rensning av hela vattendraget.

Ett alternativ till den traditionella rensningen är att göra en anpassad rensning. Syftet med den anpassade rensningen är att inte påverka vattennivåerna vid låg- och medelflöden, utan bara öka flödeskapaciteten vid högre flöden. Sett över hela sträckan avsåker den anpassade rensningen vattennivån med ca 10 cm, alltså något mindre än vad den traditionella rensningen gör. Det kan förklaras med att den anpassade rensningen inte utförs utmed hela sträckan, utan bara för valda delar. De delar som inte påverkas av den anpassade rensningen bidrar till en ökad medelvattennivå längs sträckan. En annan förklaring är att bottennivån inte förändras vid den anpassade rensningen, vilket bottennivån gör vid en traditionell rensning. För att utreda effekten av att kombinera den anpassade rensningen med traditionell rensning har simuleringar gjorts där bottennivån för en viss sträcka i modellen för den anpassade rensningen har sänkts till samma nivå som den traditionella rensningen. Resultaten visar att metoden ger en högre flödeskapacitet jämfört med traditionell rensning och anpassad rensning. Samtidigt fås de biologiska fördelarna av att vattendjupet vid lågflöden bibehålls.

Utjämning av flödet med fördröjningsmagasin är ett annat alternativ för att reducera översvämningar i Råån. Beräkningar visar att fördröjningsmagasin kan avsänka vattennivån vid högflöden på ett effektivt sätt så länge magasinerna regleras korrekt. Emellertid

krävs det att fördröjningsmagasinens volym är tillräcklig för att jämna ut flödet. Om vattennivån vid ett 25-årsflöde ska sänkas till vattennivån vid ett 3-årsflöde behöver dammens volym vara 380 000 m³, förutsatt att dammen placeras uppströms Tågarpsbron. Förutom att ett sådant magasin hade upptagit en mycket stor yta kan fördröjningsmagasin även resultera i andra negativa konsekvenser. Genom att ändra flödesregimen, vilket är det som görs då flödestoppar som överskrider 3-årsflödet jämnas ut, kan åns morfologiska processer påverkas. Vid högre flöden ökar sedimenttransporten i vattendraget, vilket innebär en viss naturlig rensning av ån, men då högre flöden stryps försvinner denna självrensning. Resultatet blir att ån sakta börjar sedimentera och flödeskapaciteten minskar. Slutligen riskerar översvämningar att inträffa lika ofta som förut, såvida inte rensningsinsatserna i ån intensifieras.

8 Rekommendationer

Utredningen har visat på att översvämningens omfattning i projektområdet är begränsad. Antagligen kan de översvämningar som uppstår inom bebyggda områden i Tågarp förklaras med att dagvattenavledningen däms vid höga flöden i Råån. En översyn av dagvattenhanteringen i Tågarp bör därför göras för att förhindra framtida översvämningar vid kraftiga regn kombinerat med höga flöden.

Vid någon enstaka fastighet föreligger det en risk att ån orsakar översvämning, även om simuleringarna för 3- till 25-årsflöden inte visade detta. Runt dessa fastigheter är det istället antagligen bättre att göra invallningar mot ån för att skydda mot framtida översvämningar än att rensa ån, vilket är en mer kostnadseffektiv insats än att rensa ån med syftet att undvika översvämningar.

Beträffande rensningar visar simuleringarna att mest effektivt är om anpassad rensning kombineras med att åns botten sänks genom traditionell rensning. Dessa åtgärder kan göras punktvis i kritiska punkter och behöver inte utföras längs hela sträckan. Det är dock viktigt att utformningen av tvärsektionerna i den anpassade rensningen görs så att dikesförrättningen uppfylls avseende avbördningskapacitet och att angiven bottennivå inte underskrids.

Som alternativ till att rensa ån med grävmaskin kan vegetation rensas med jämnare mellanrum. Genom att avlägsna vegetationen höjs flödeskapaciteten på vattendraget, samtidigt som finare sediment inte längre binds till vegetationen och därmed kan en viss rensning av sediment ske genom naturliga processer. De första åren kan rensning behövas relativt regelbundet (1-2 ggr/år), men när väl enskilda bestånd är utslagna tar det lång tid för nya bestånd att etableras (Saxåns-Braåns vattenvårdskommitté, 2003). Genom att låta träd och buskar, vid sidan om vattendraget, vara kvar erhålls en viss skuggning som i sin tur reducerar vegetationen i vattendraget.

Framtida rensningsbehov i Råån kan minskas genom att arbetet med att reducera näringen i ån fortsätter. Ju mer näring desto rikligare blir vegetationen i ån. Till exempel är det tät vegetation i vattendraget vid utsläppspunkten för Tågarps reningsverk, motsvarande sträcka som idag är i störst behov av rensning. Andra sätt att minska vegetationen i vattendraget är att plantera skuggande träd utmed ån. Skuggeffekten från träden gör att vegetation i vattendraget får mindre ljus och därmed sämre förutsättningar för kraftig tillväxt.

Om endast övre Råån rensas innebär det att flödeskapaciteten ökar för den övre delen av ån men inte för den nedre. Följaktligen blir fördröjningen av flödet i de övre delarna sämre och översvämningar i de nedre delarna kan bli vanligare och mer omfattande. Konsekvensen av att bara rensa den övre delen av ån bör därför utredas innan rensning genomförs.

9 Referenser

Länsstyrelsen i Skåne län, (2011), *Avrinningsområde (94) Råån*,
http://www.lst.se/NR/rdonlyres/88C985DF-00A8-46C4-8B30-9B2C24EBC7AC/85960/94_Raan.pdf

Saxåns-Braåns vattenvårdskommitté, (2003), *Åmansboken*, <http://saxan-braan.se/amans/htm/main.htm>

Muntliga referenser

Peter Ragge, SMHI, telefonsamtal 2011-07-07

Martin Johansson, telefonsamtal 2011-07-07

BILAGA 1

Tvärsektioner enligt dikningsförrättning

Råån mellan Tågarpsbron och Bälteberga regleras av en dikningsförrättning från 1896. Förrättningen är indelad i fyra partier med varierande bottenlutning (2:1000, 1,8:1000, 0,8:1000 och 0,5:1000) och med respektive bottenbredd (0,5, 0,5, 0,3 och 0,6 m). Släntlutningen är konstant, 1:1,5. Dikningsförrättningens längd verkar stämma väl överens med dagens sträckning med en avvikelse på 4 % vid en jämförelse mellan bron vid Tågarp och den gamla järnvägsviadukten på sträckan Landskrona - Ängelholm.

Av de cirka 60 tvärsektioner som finns utritade i dikningsförrättningen har 22 valts ut, jämnt fördelade över dikningsförrättningens sträckning. För att kunna jämföra med dagens sektioner har sektioner med samma position interpolerats fram från inmätta sektioner i MIKE 11.

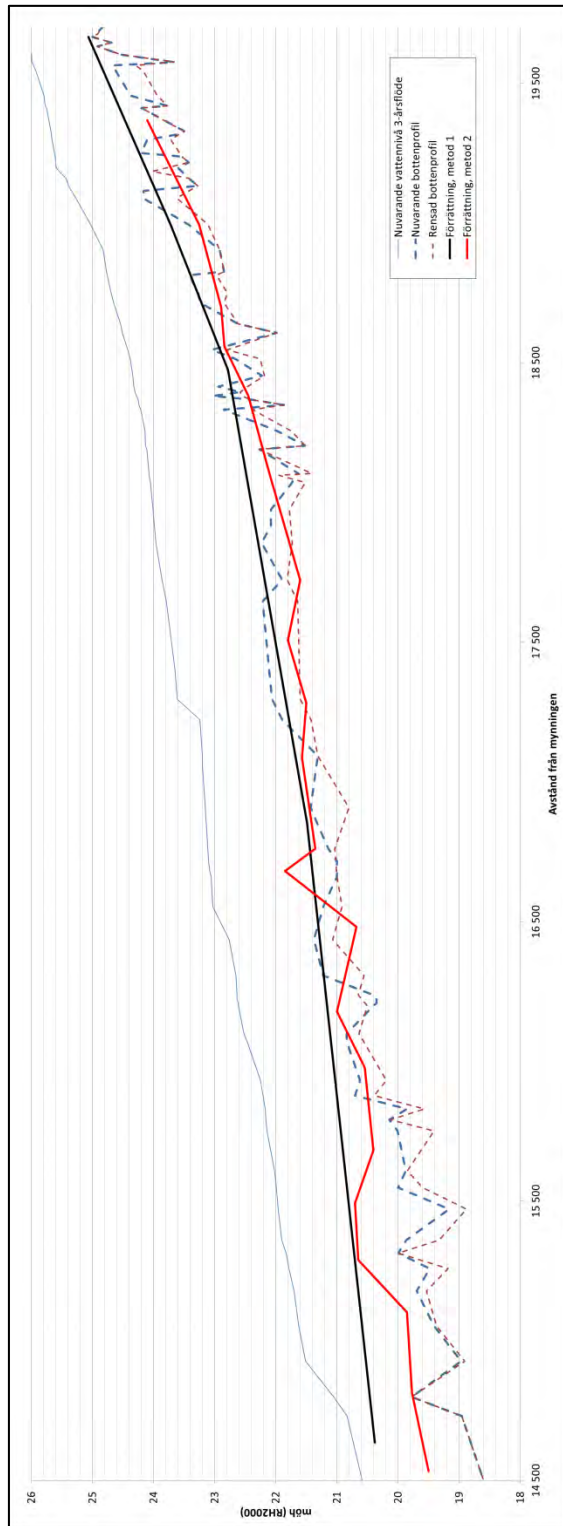
Då det inte finns några referenser till fixpunkter i förrättningen har två alternativa metoder använts för att höjdbestämma förrättningens sektioner. I den första metoden har en referenshöjd bestämts och därefter har den i förrättningen angivna bottenlutningen och längdskalan använts för att bestämma varje förrättningssektions höjdläge. I den andra metoden har dikets nuvarande kant använts som höjdreferens för varje enskild sektion.

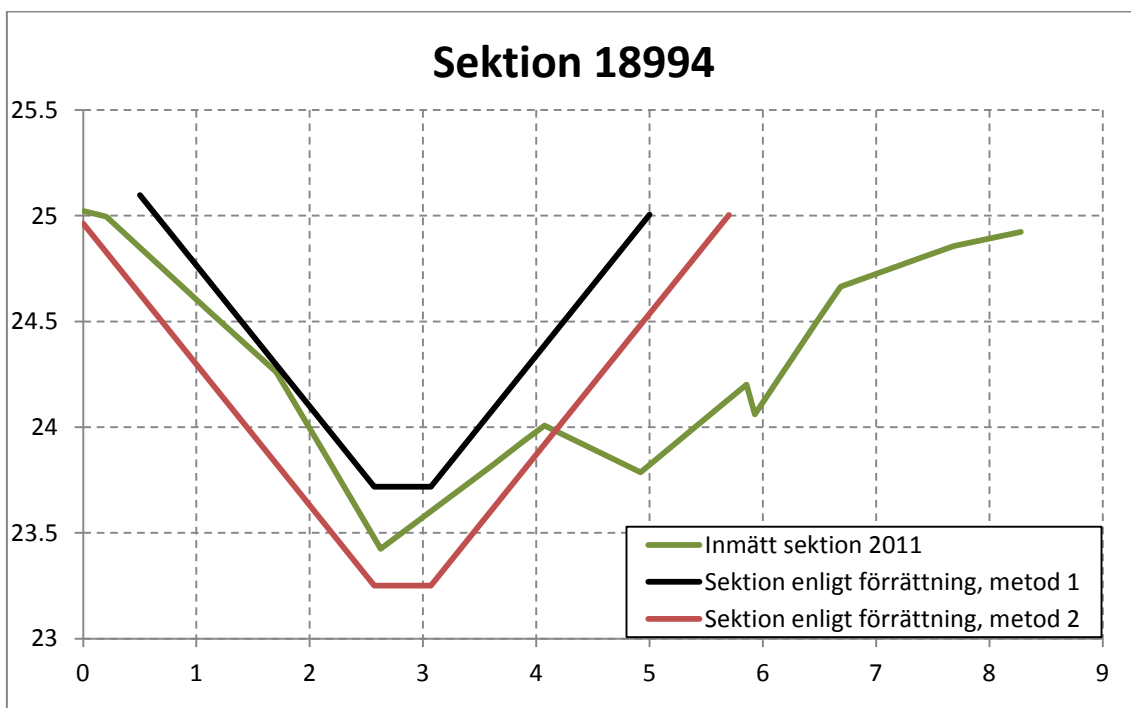
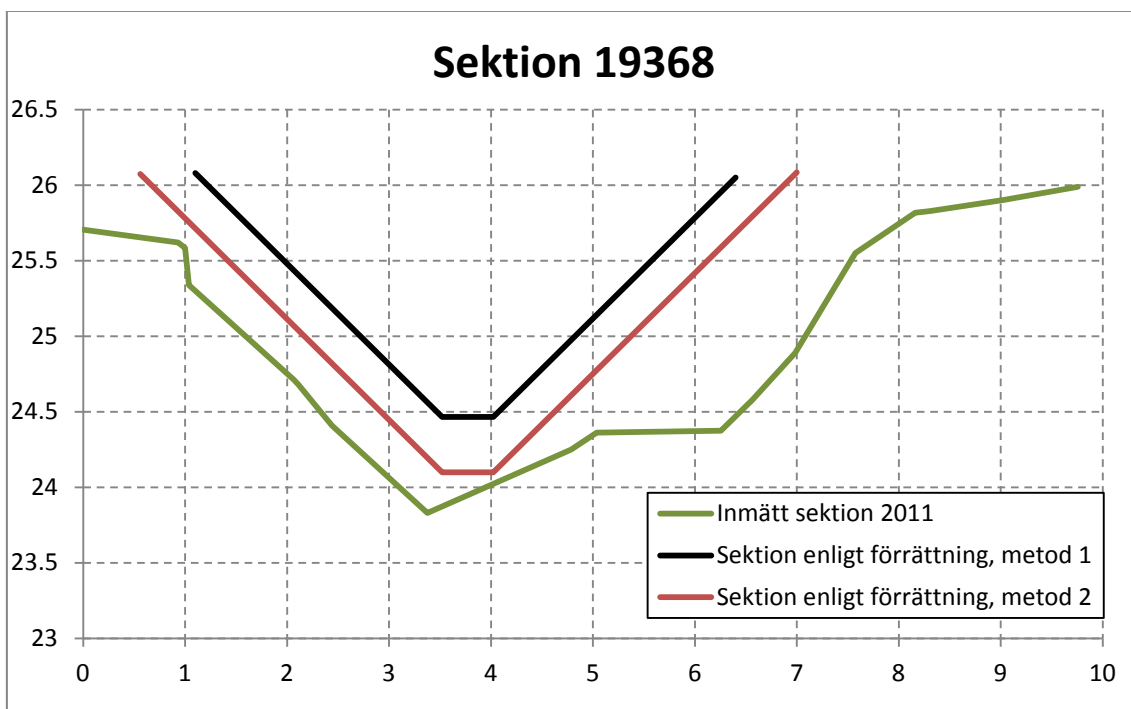
För den första metoden har en vägbro vid Tågarp använts som höjdreferens. I dikningsförrättningen finns en skiss över bron angiven som *Förslag till underbyggnad av järnvägsbron*. Brons position verkar stämma i förhållande till andra objekt som finns inritade i dikningsförrättningen. Även bronns nuvarande form stämmer överens med ritningen. Men eftersom ritningen bara är ett förslag och bron kan ha byggts om och förändrats genom åren innebär detta en stor osäkerhet avseende digitaliseringens absolutnivå.

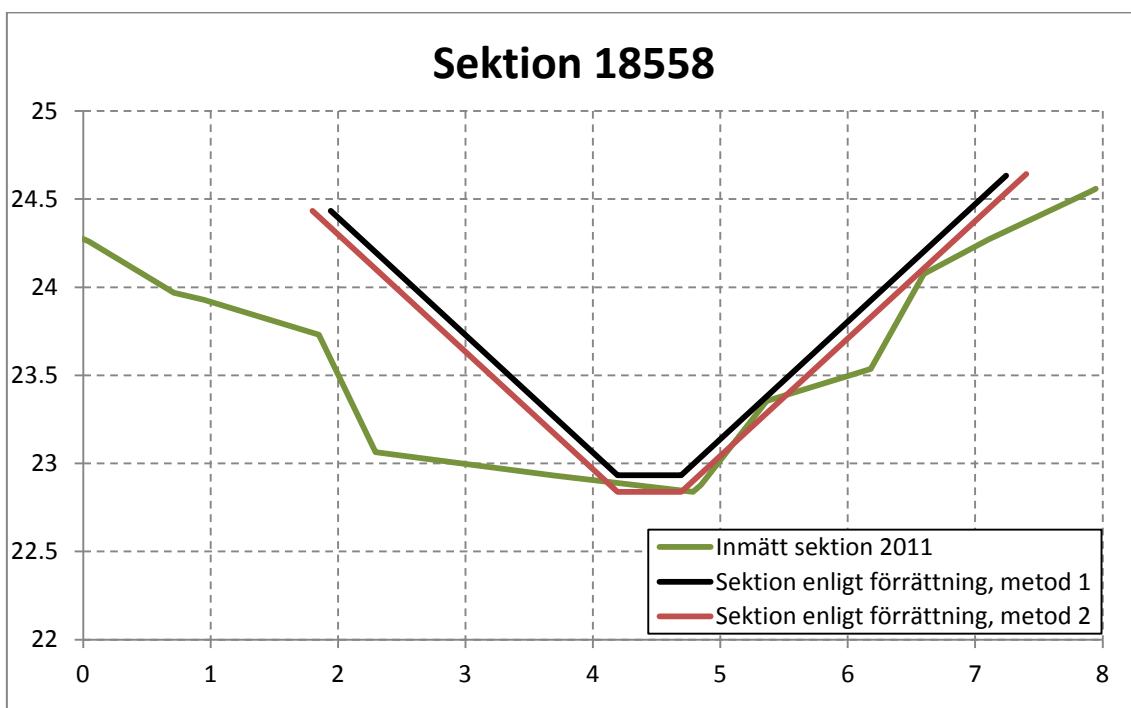
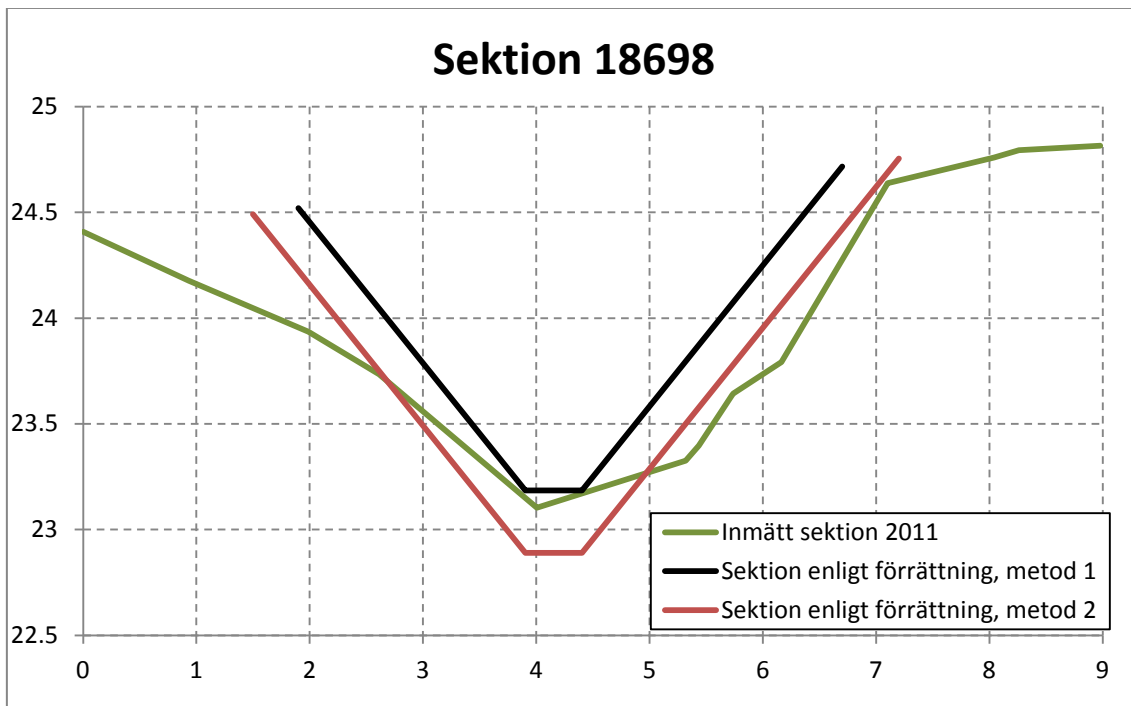
För digitalisering enligt den andra metoden har antagits att dikeskanten ligger på samma nivå nu som när förrättningen gjordes. Genom att mäta djupet från kant till botten för varje sektion i förrättningen och sedan referera förrättningens kantnivå till dagens kantnivå har bottennivån bestämts. Eftersom marknivån kan ha påverkats till följd av dikningarna och dikeskanten kan ha olika höjd på olika sidor av vattendraget har även denna metod en osäkerhet avseende absolutnivå.

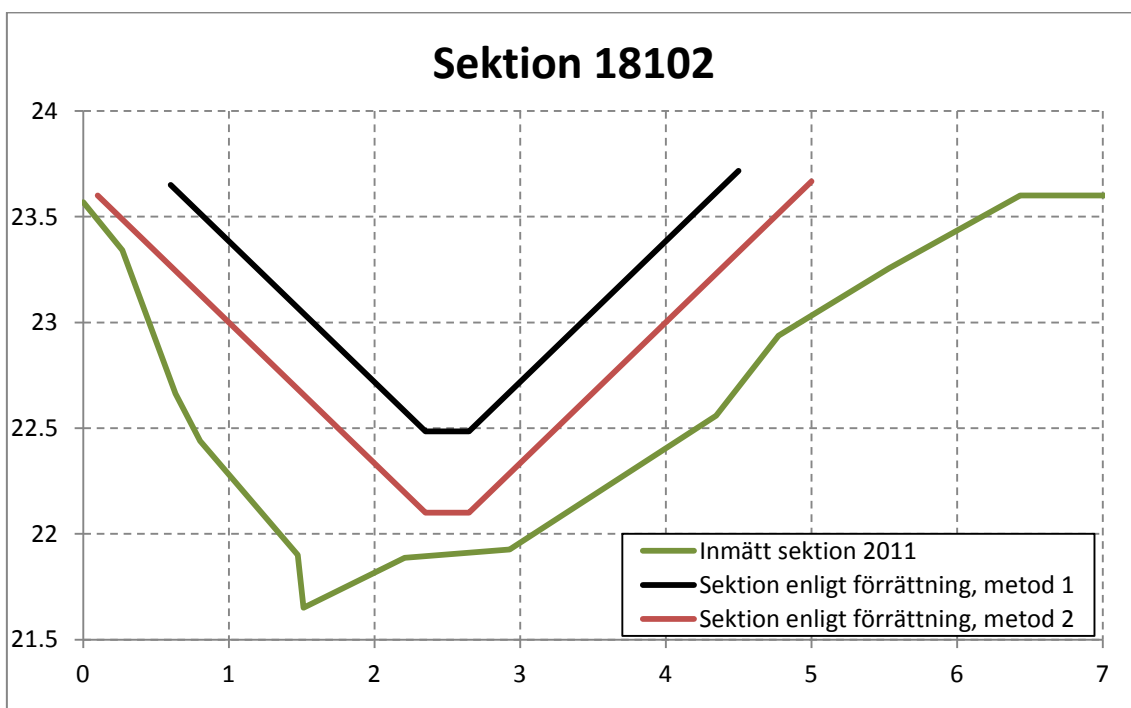
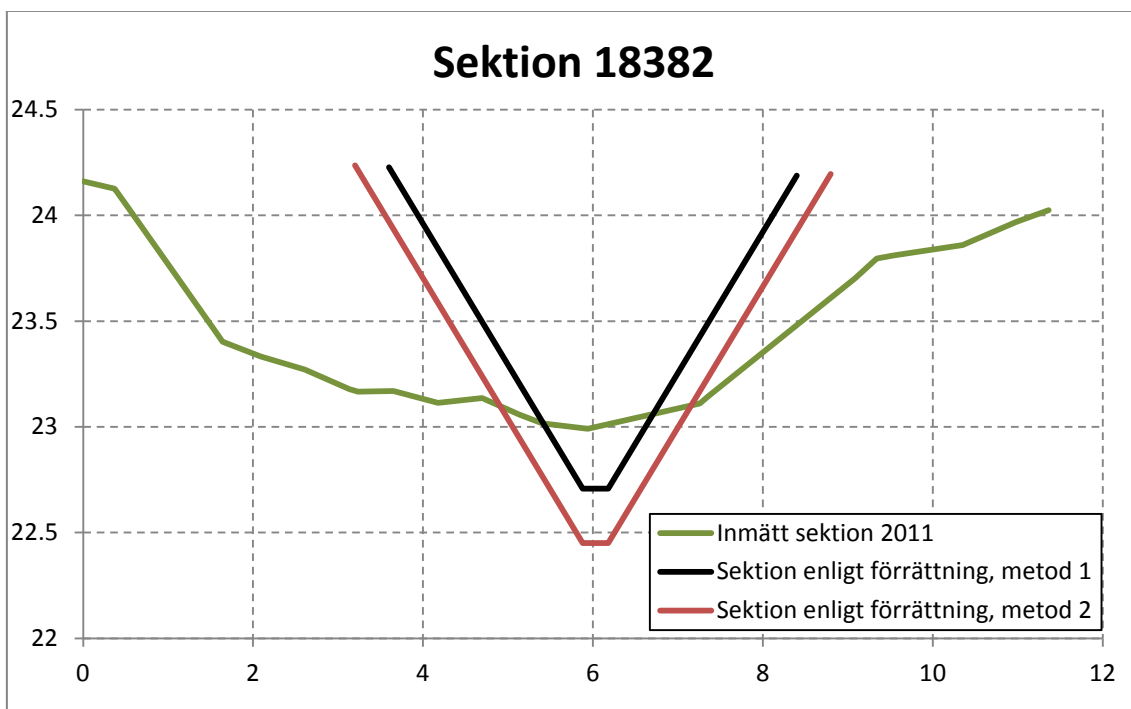
I denna bilaga presenteras resultatet i diagram med inmätt sektion och digitaliserad förrättningssektion enligt metod 1 och 2 beskrivna ovan. Sektionerna är numrerade efter avstånd till åmynningen. Avstånd till mynningen är utmärkt på kartan på nästa sida. Bottenprofilerna presenteras även i en längdsektion.

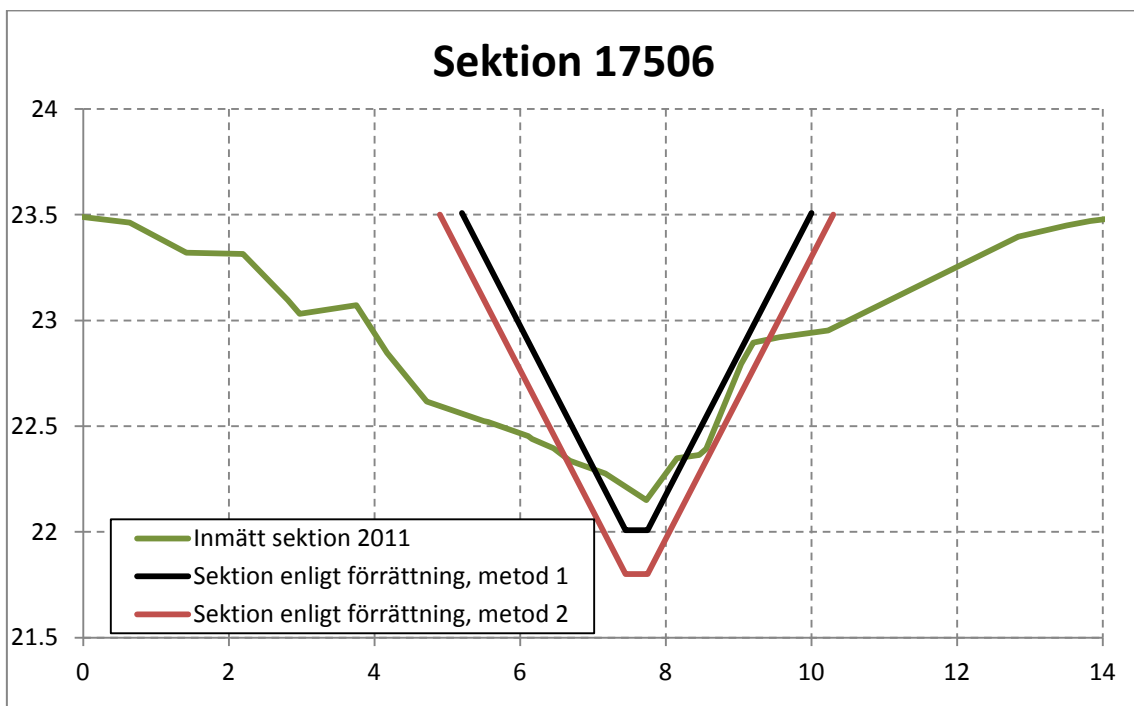
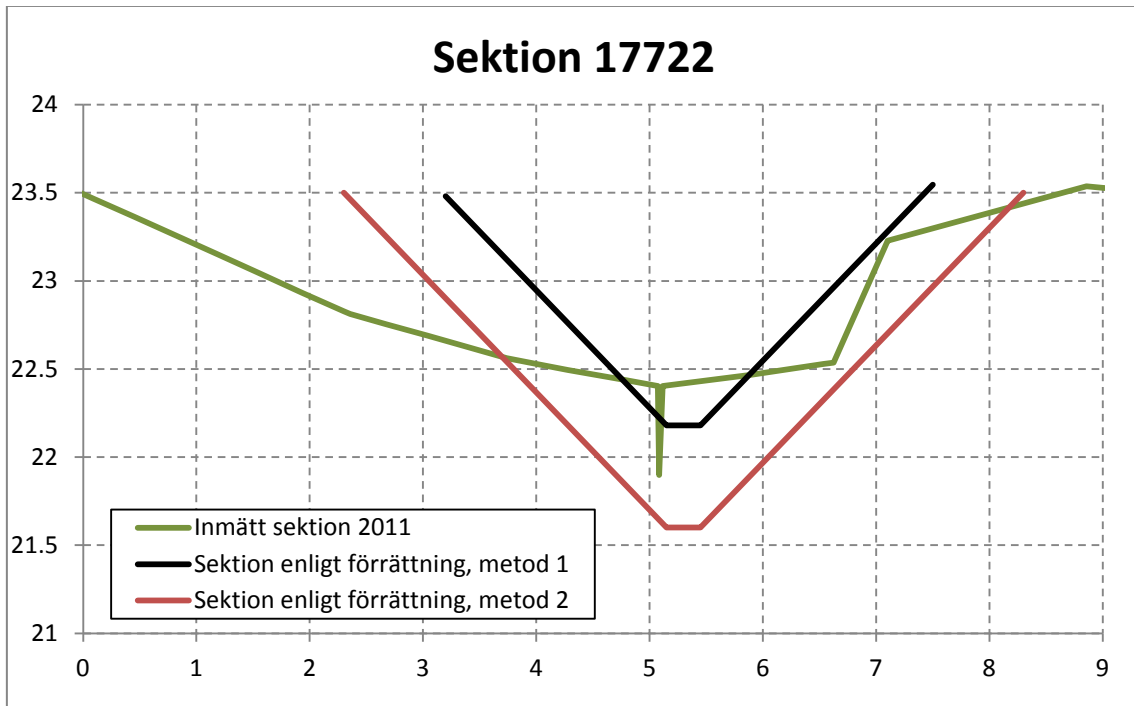


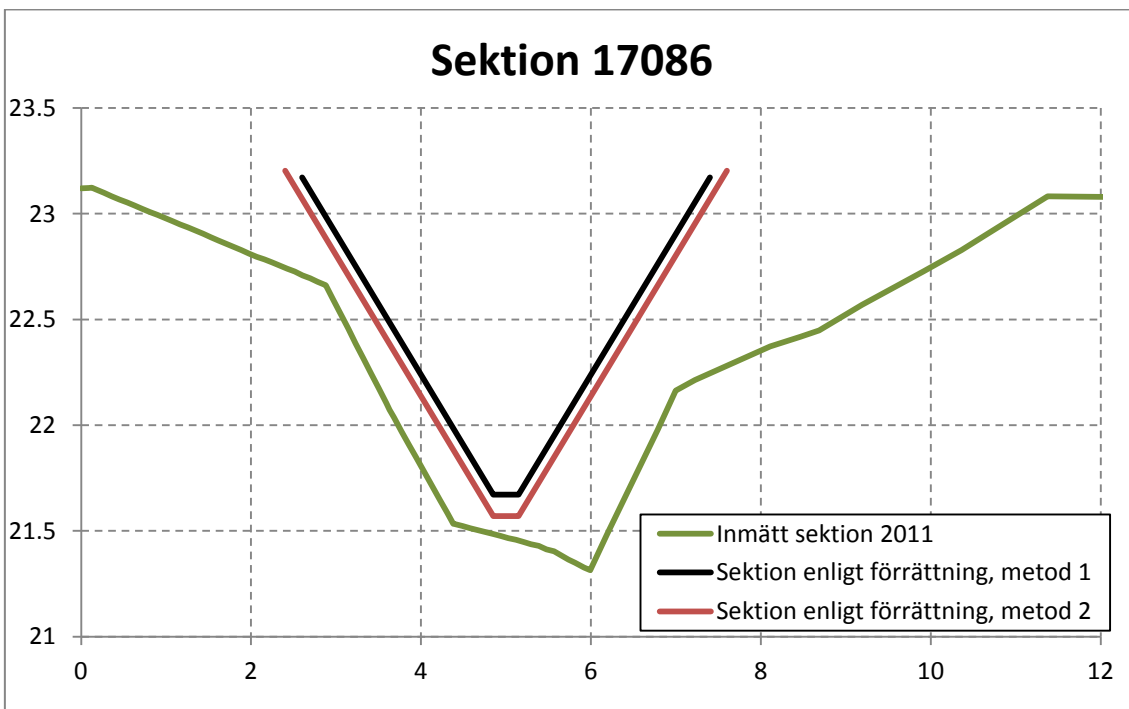
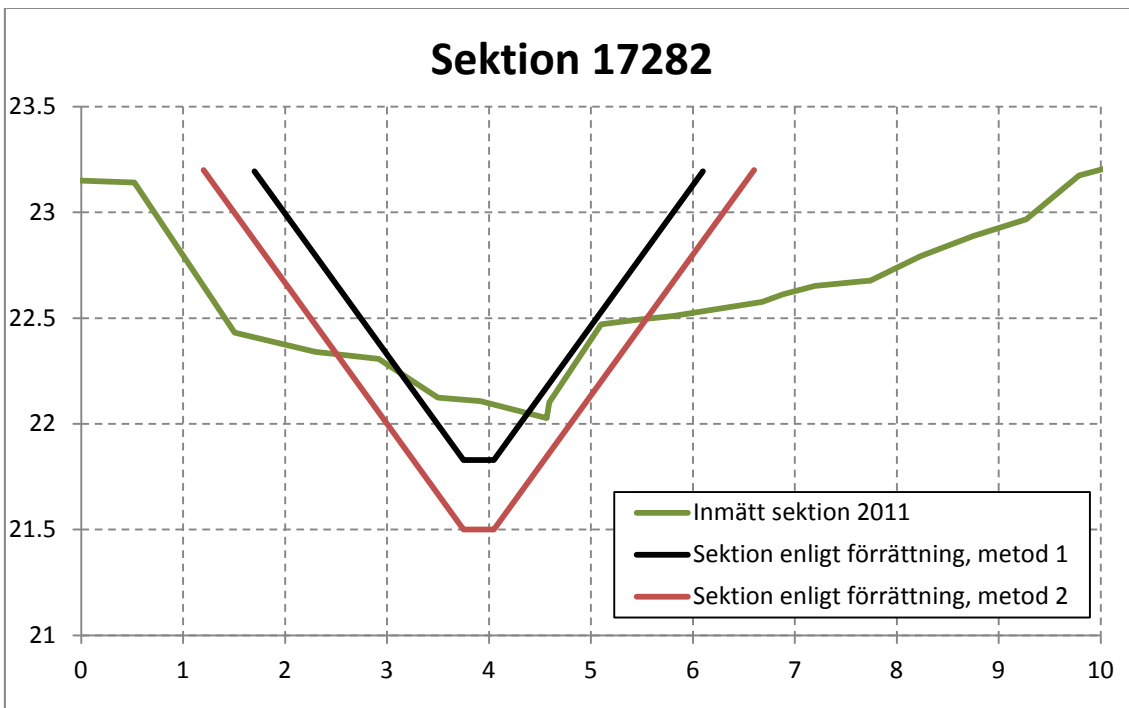


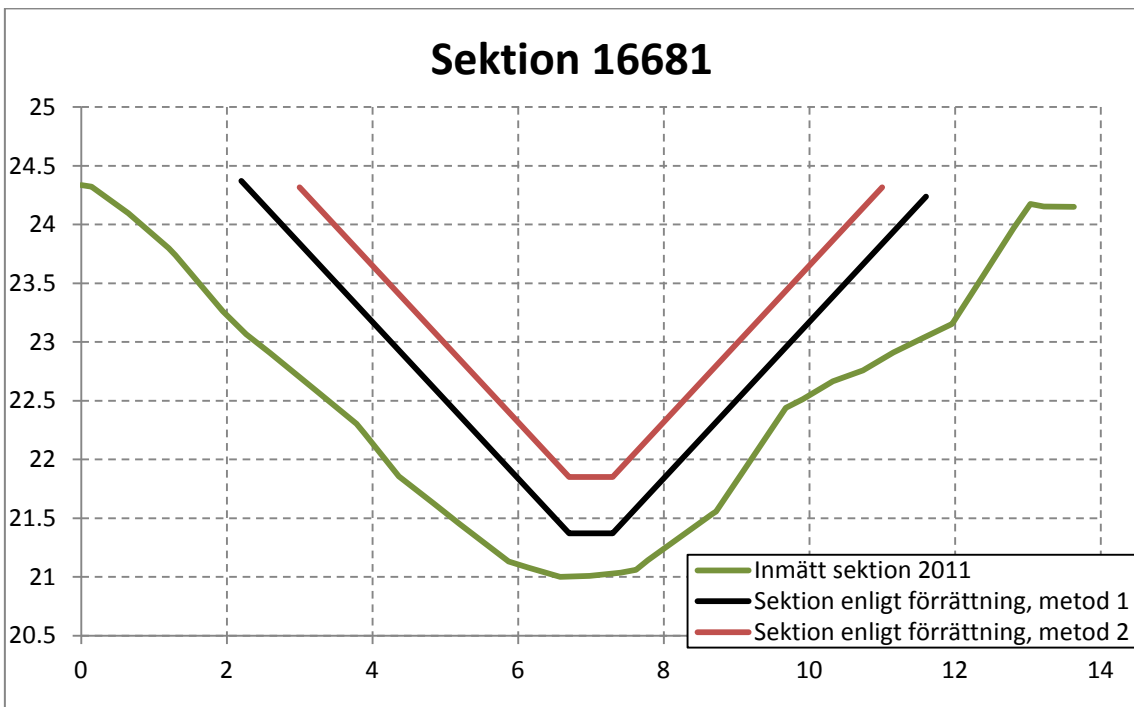
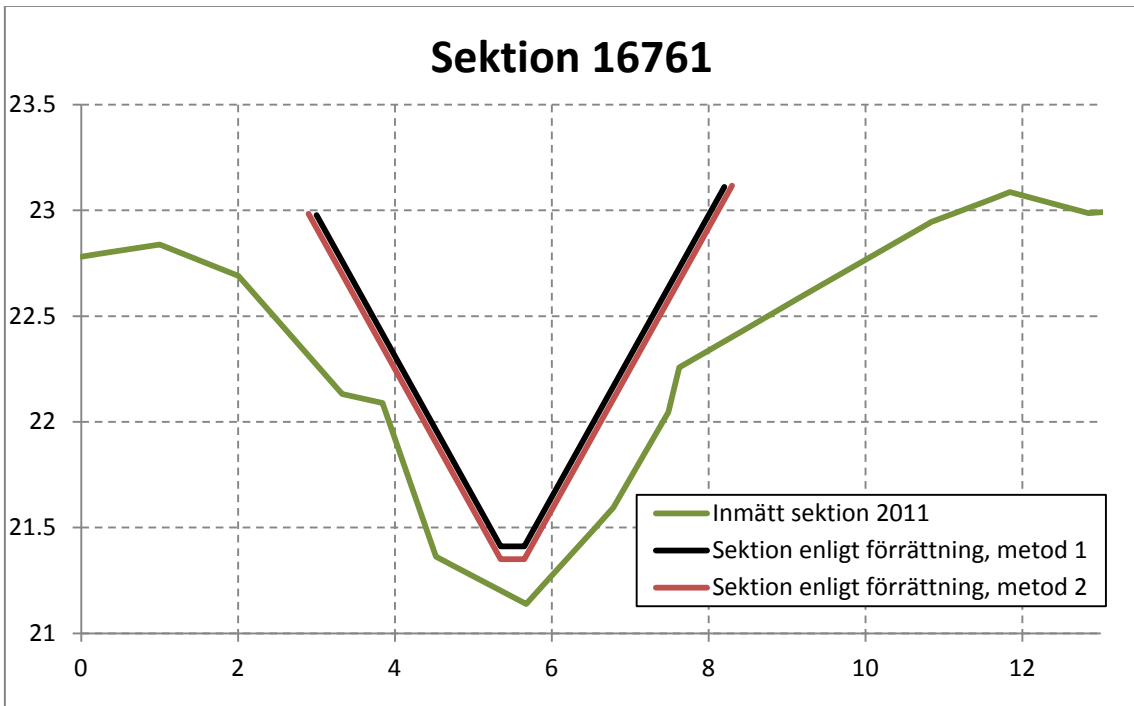


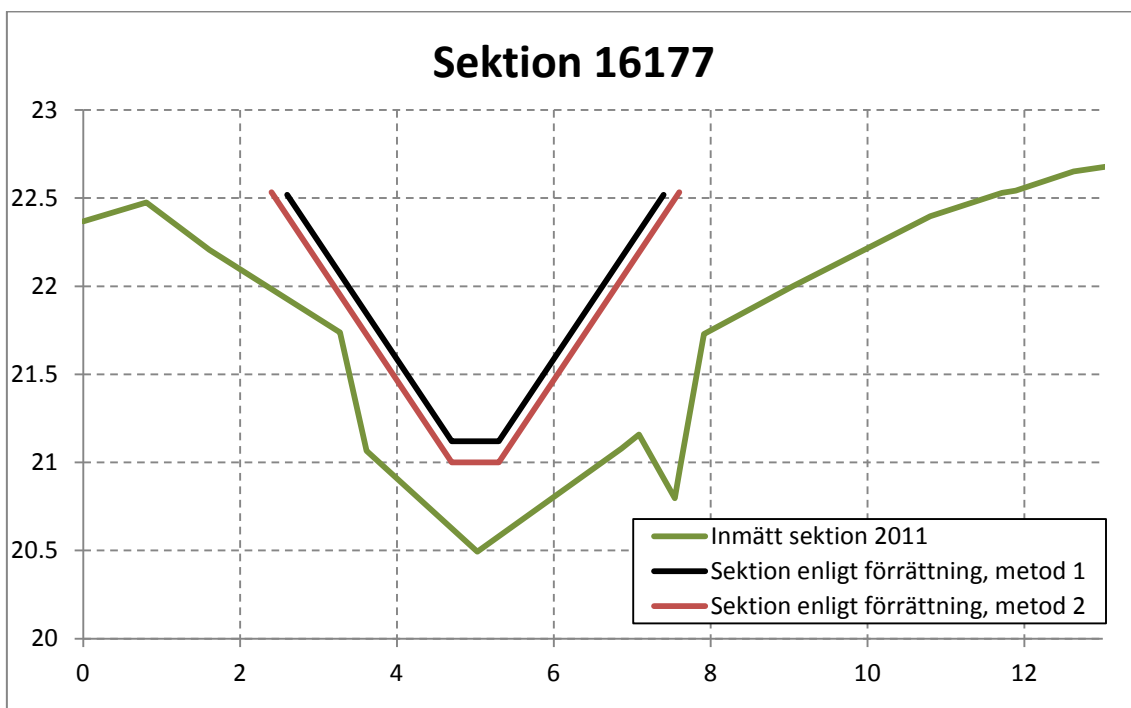
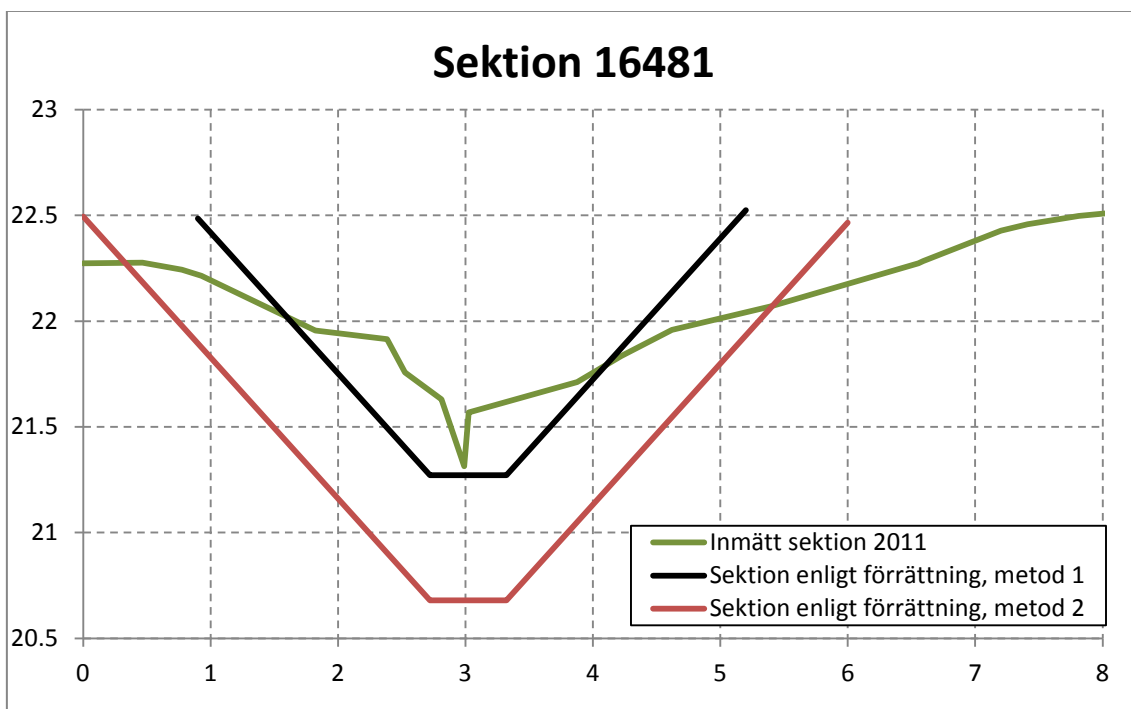


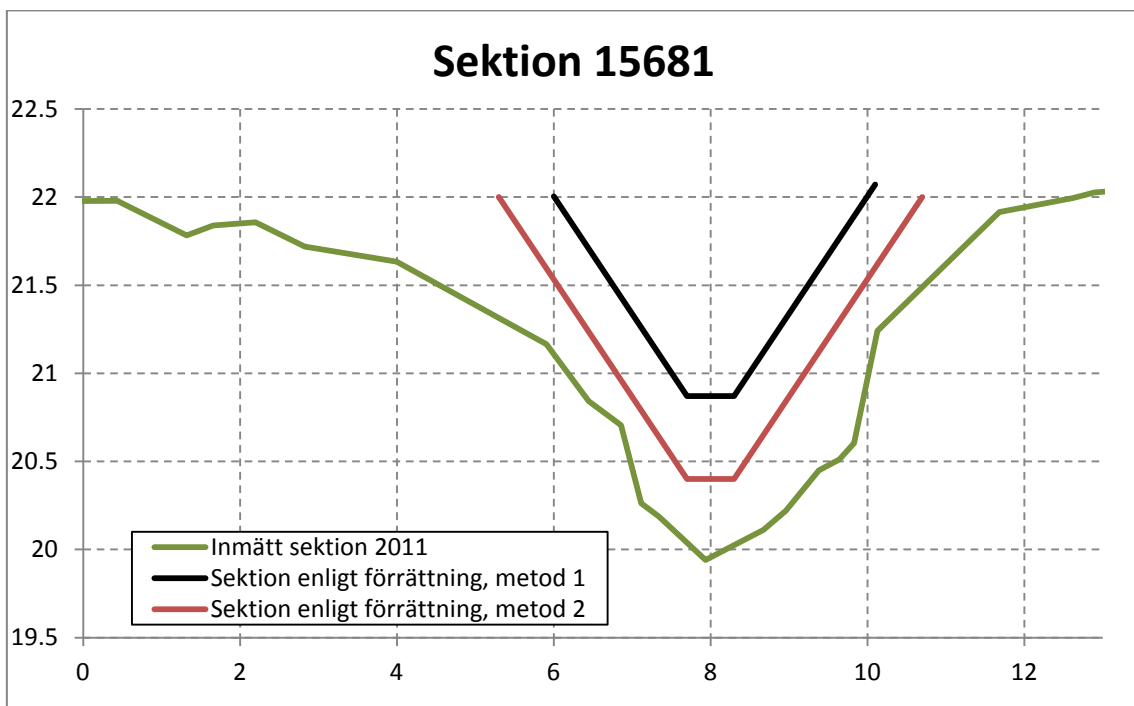
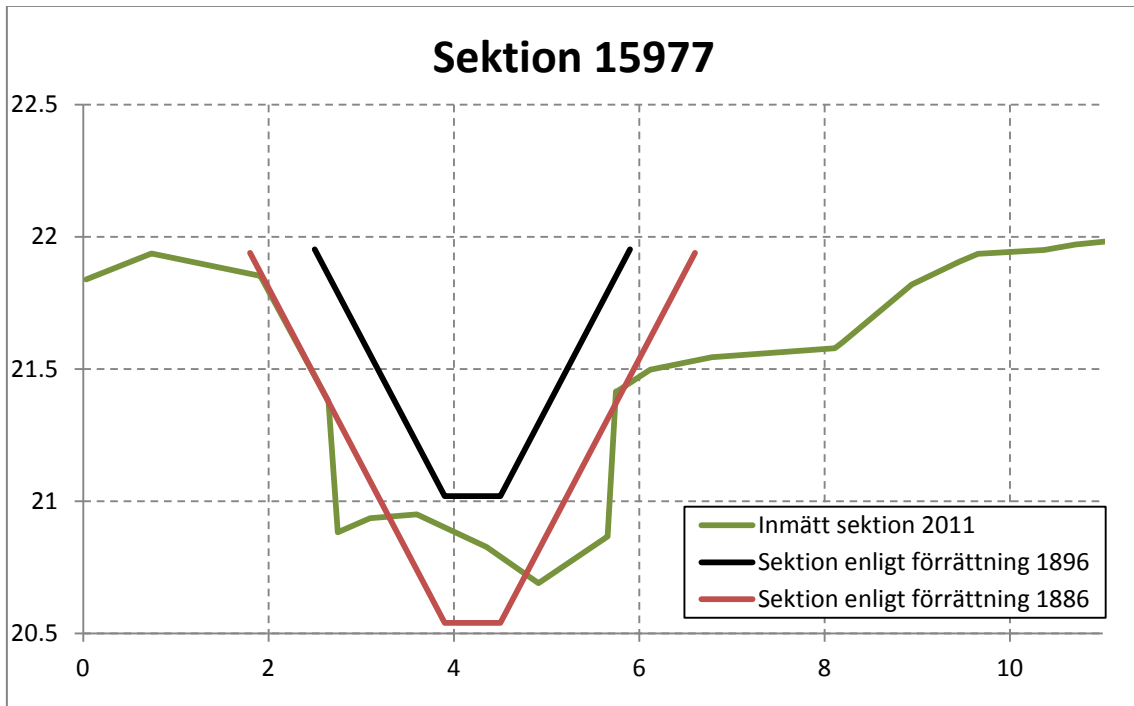


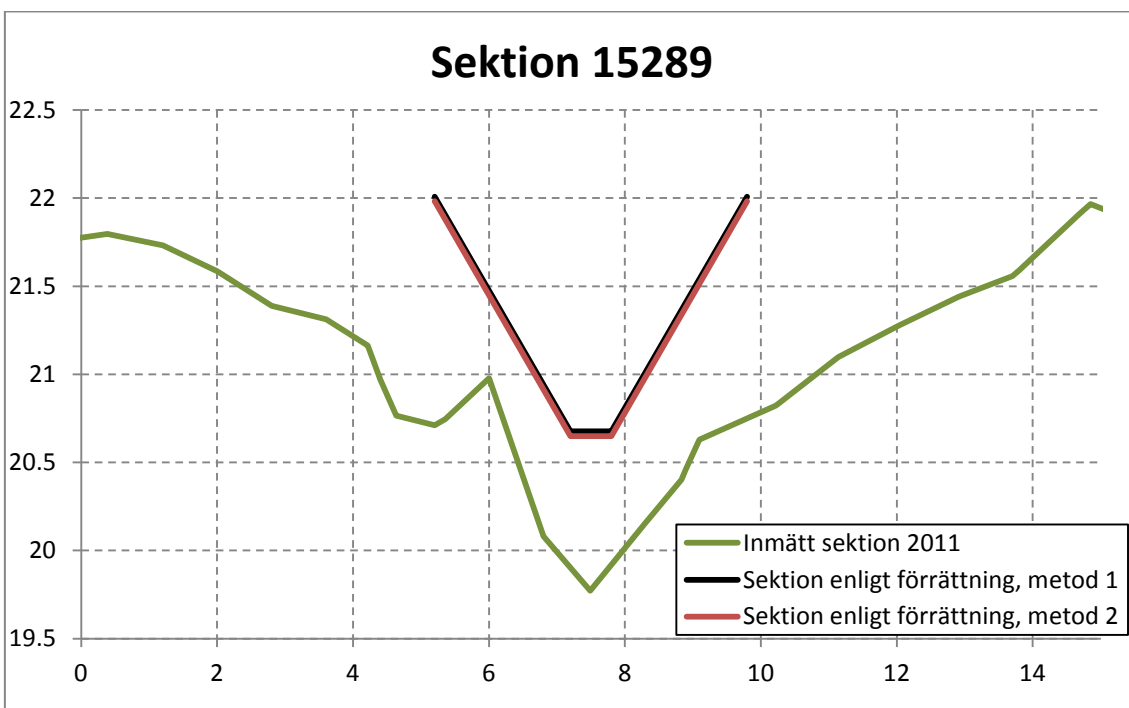
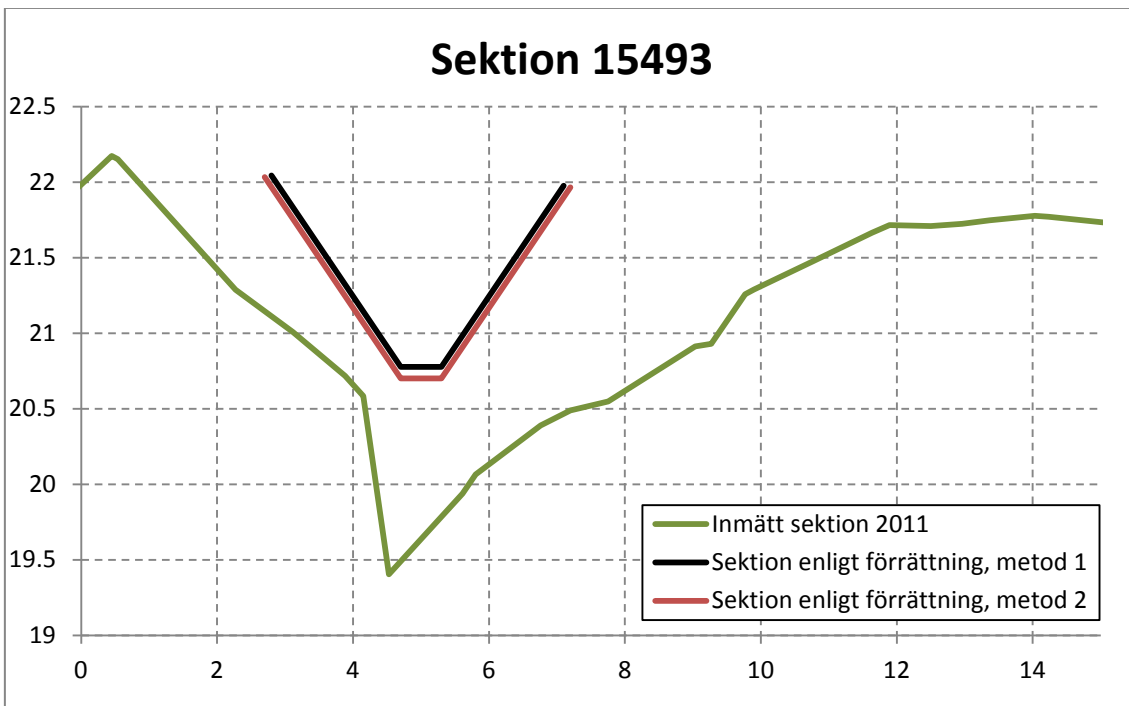


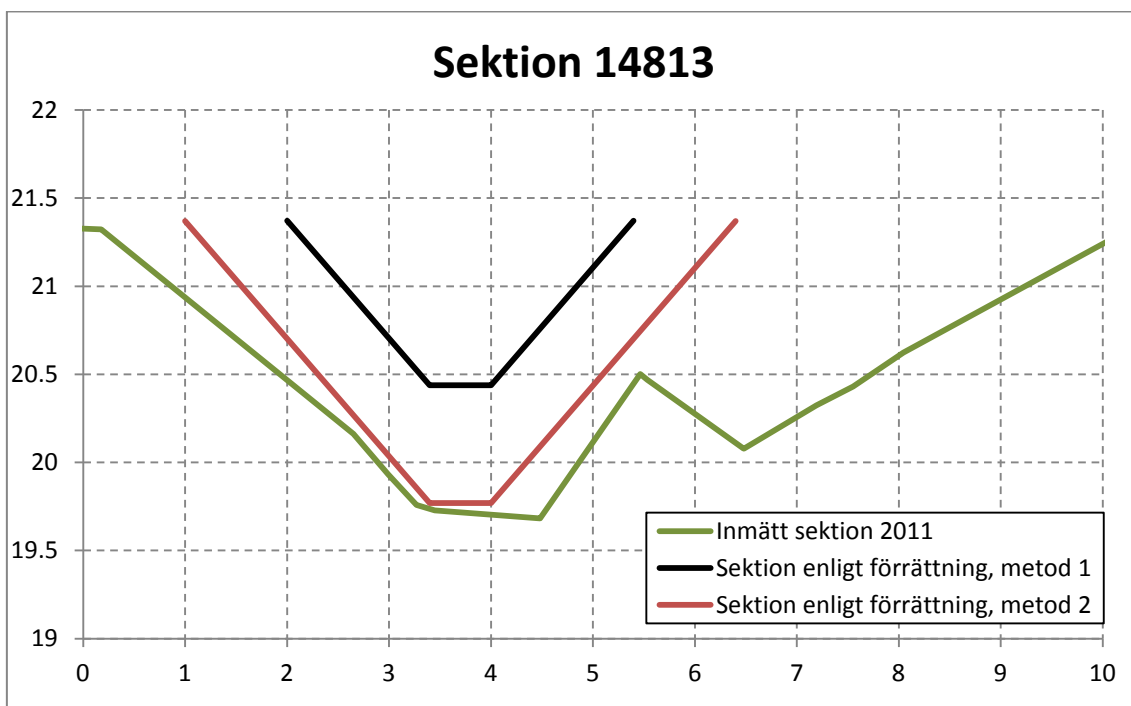
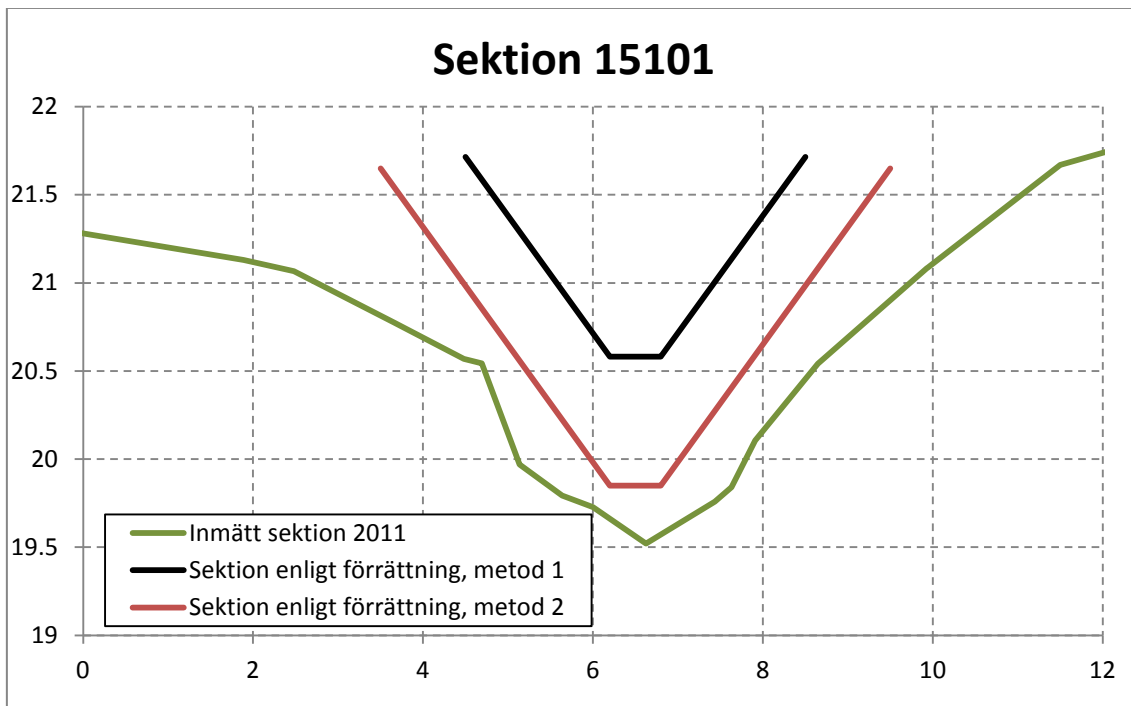


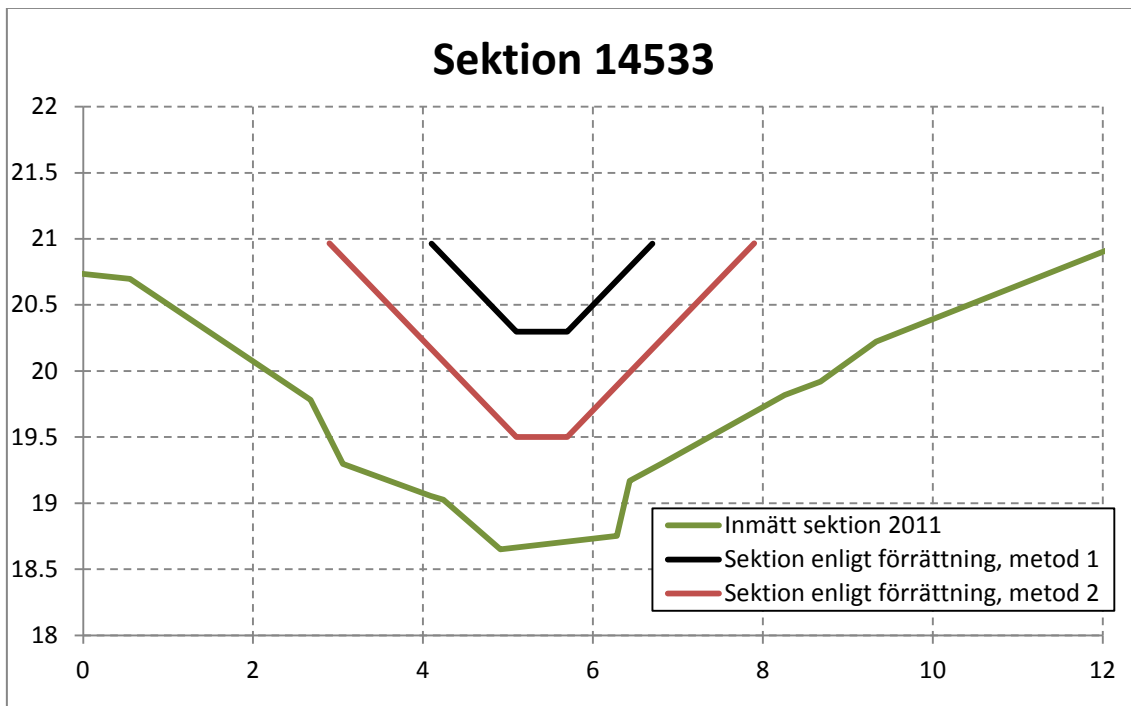






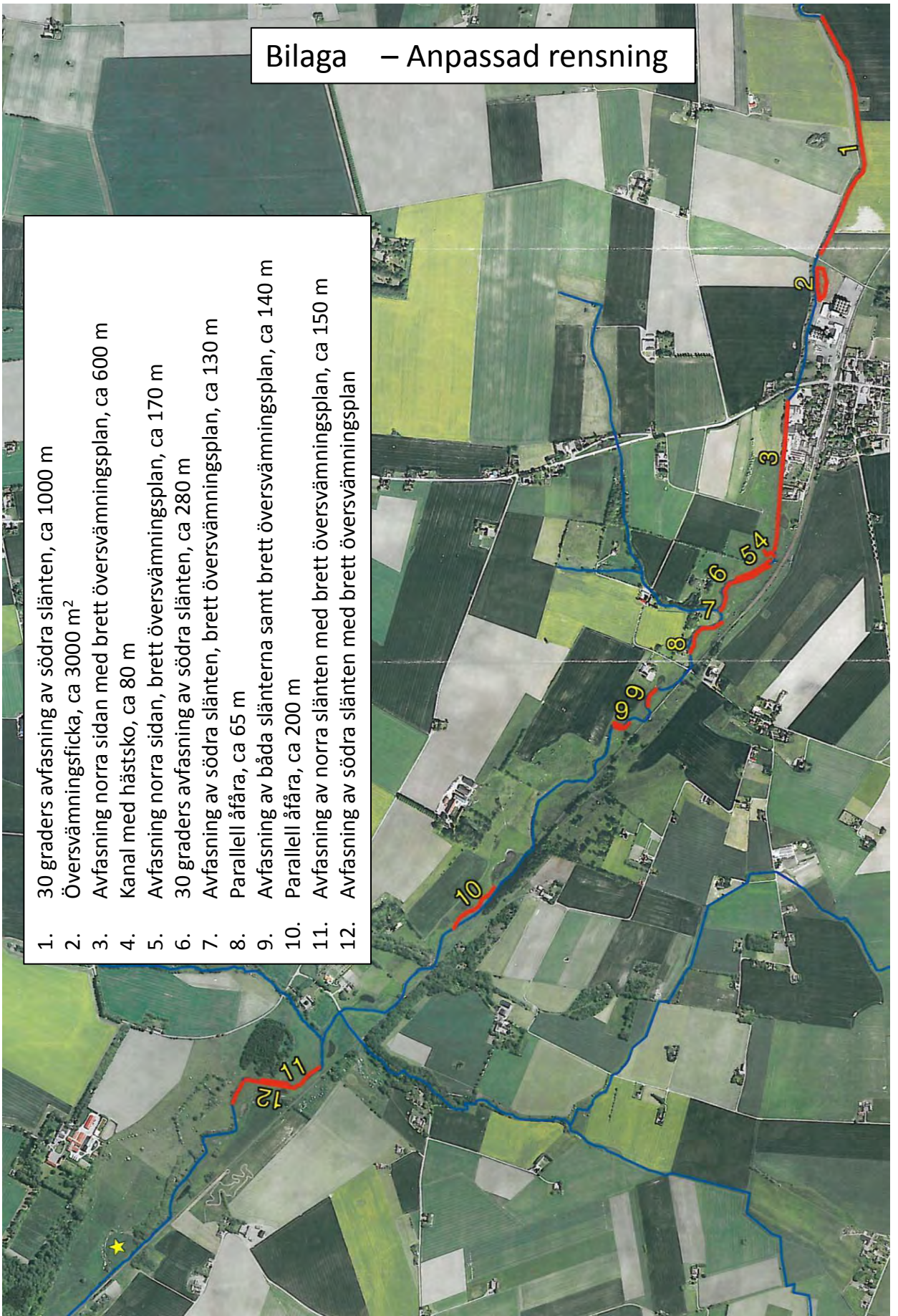






Bilaga – Anpassad rensning

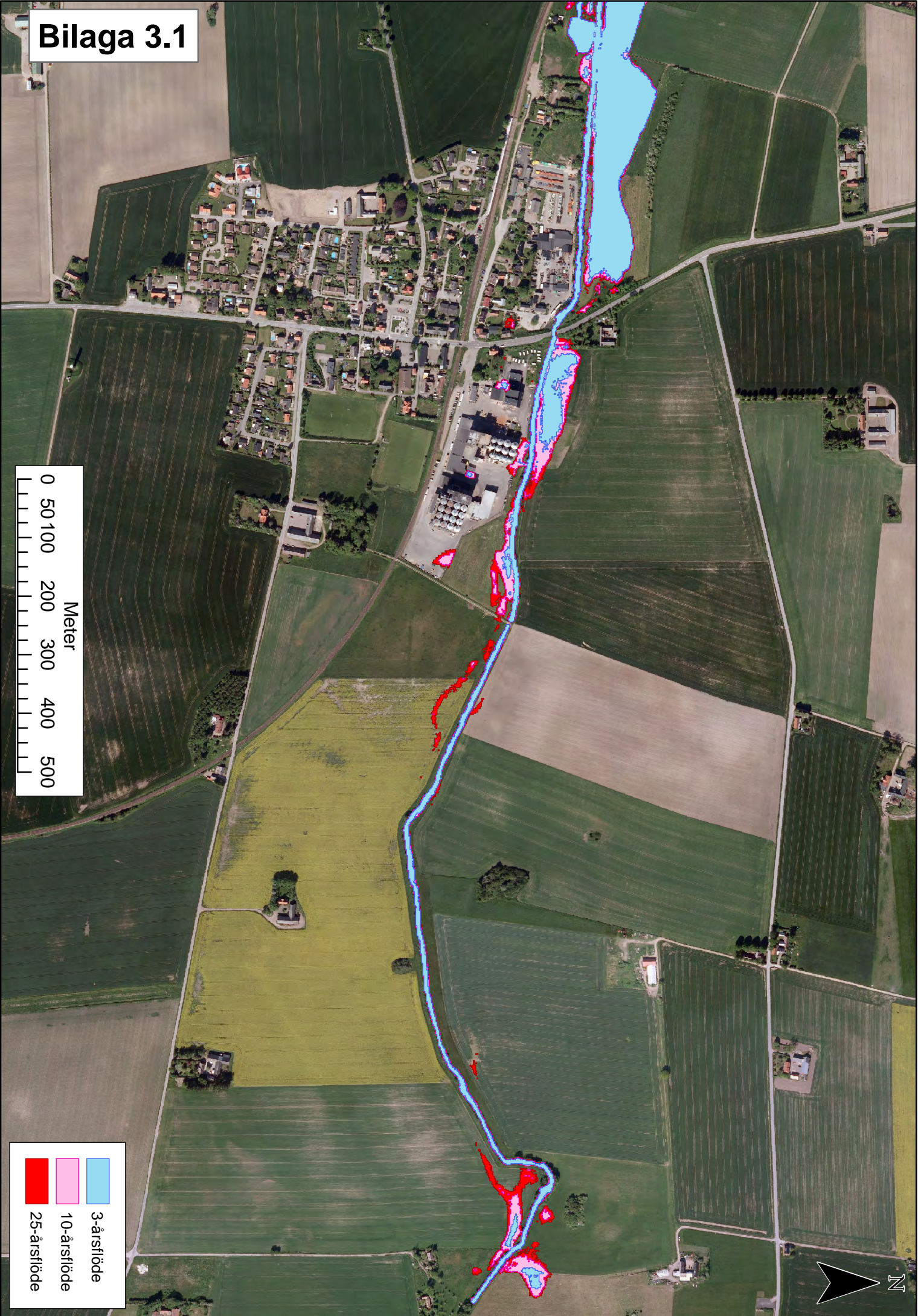
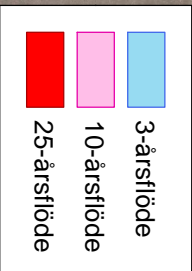
1. 30 graders avfasning av södra slänten, ca 1000 m
2. Översvämningsficka, ca 3000 m²
3. Avfasning norra sidan med brett översvämningsplan, ca 600 m
4. Kanal med hästsko, ca 80 m
5. Avfasning norra sidan, brett översvämningsplan, ca 170 m
6. 30 graders avfasning av södra slänten, ca 280 m
7. Avfasning av södra slänten, brett översvämningsplan, ca 130 m
8. Parallell åfåra, ca 65 m
9. Avfasning av båda slänterna samt brett översvämningsplan, ca 140 m
10. Parallell åfåra, ca 200 m
11. Avfasning av norra slänten med brett översvämningsplan, ca 150 m
12. Avfasning av södra slänten med brett översvämningsplan



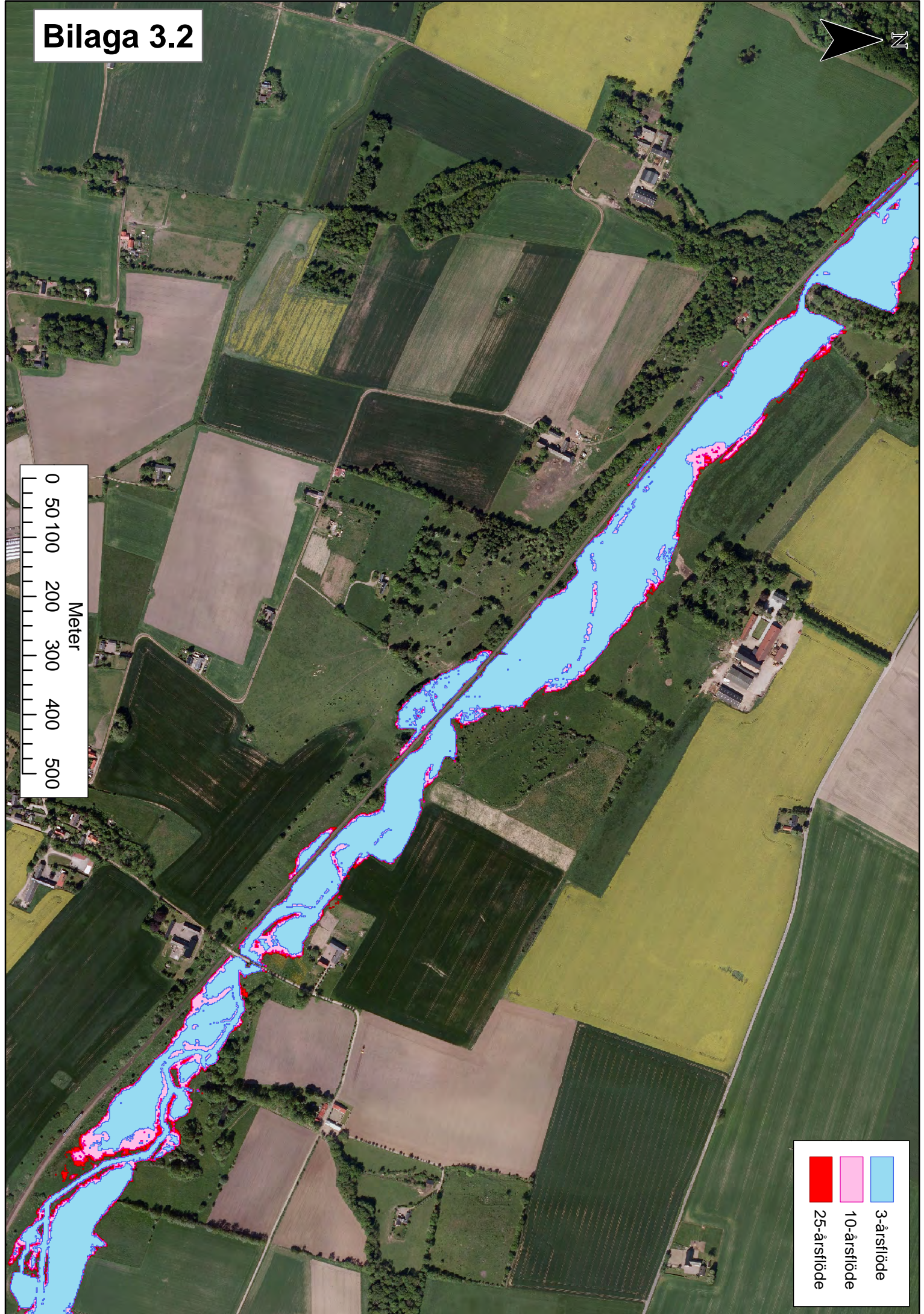
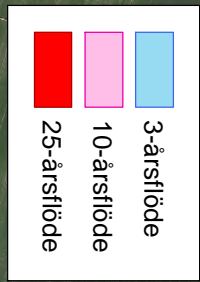
Bilaga 3 - Översvämningsskartor



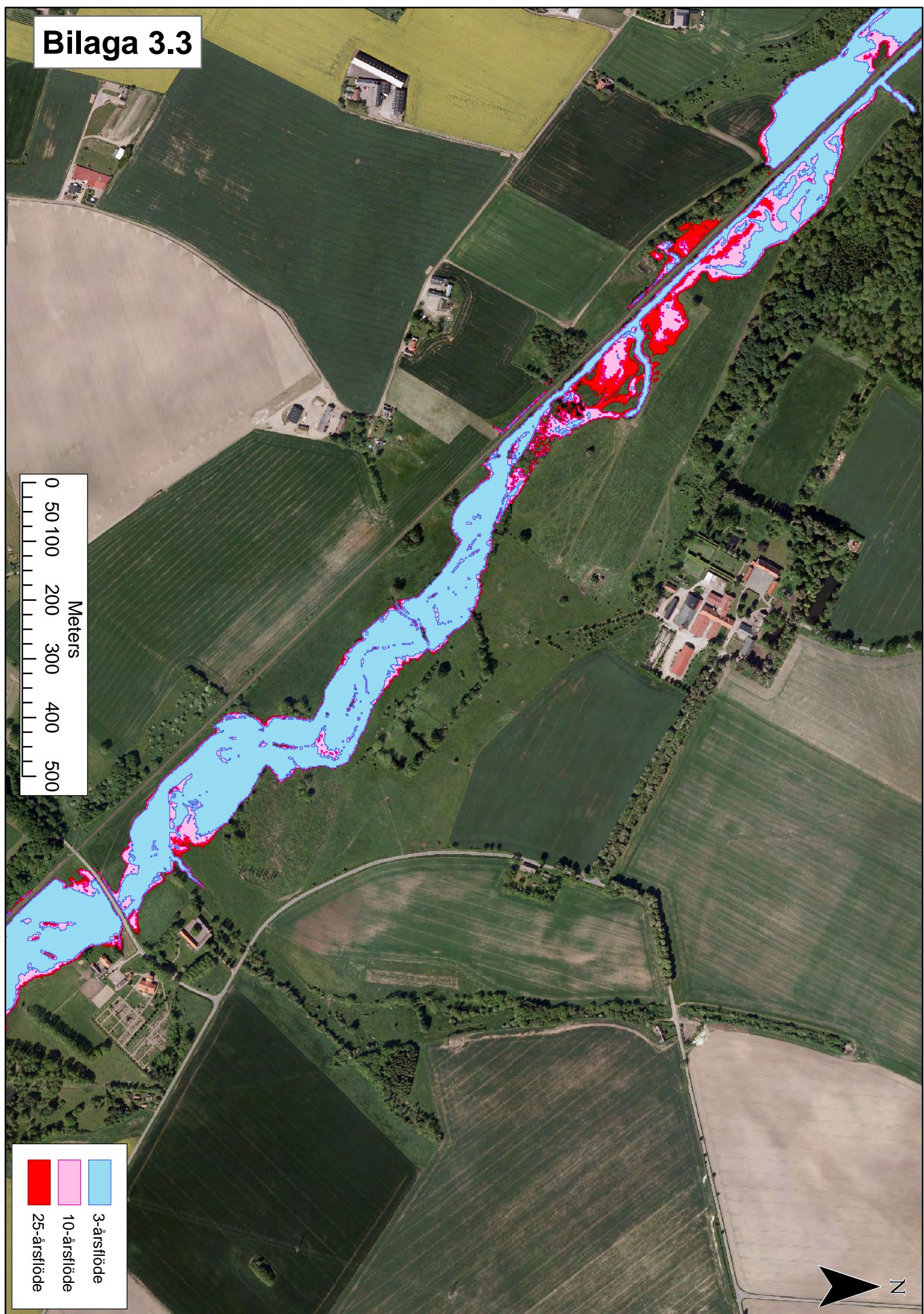
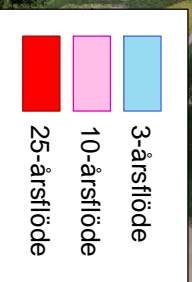
Bilaga 3.1



Bilaga 3.2



Bilaga 3.3



Bilaga 4 - Effekt av åtgärder vid 3-årsflöde



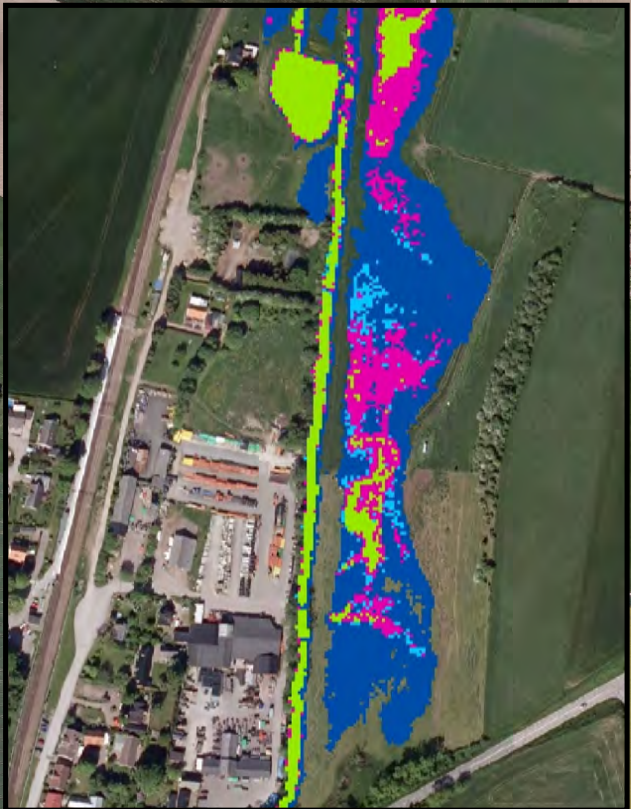
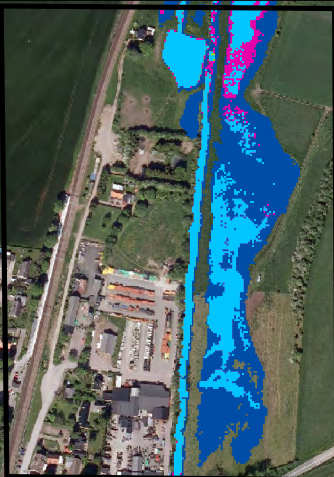
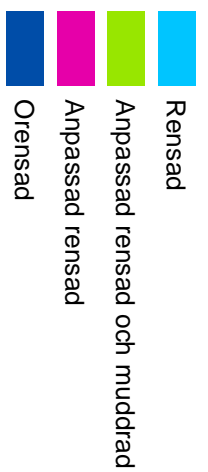
Bilaga 4.1

Bilaga 4.2

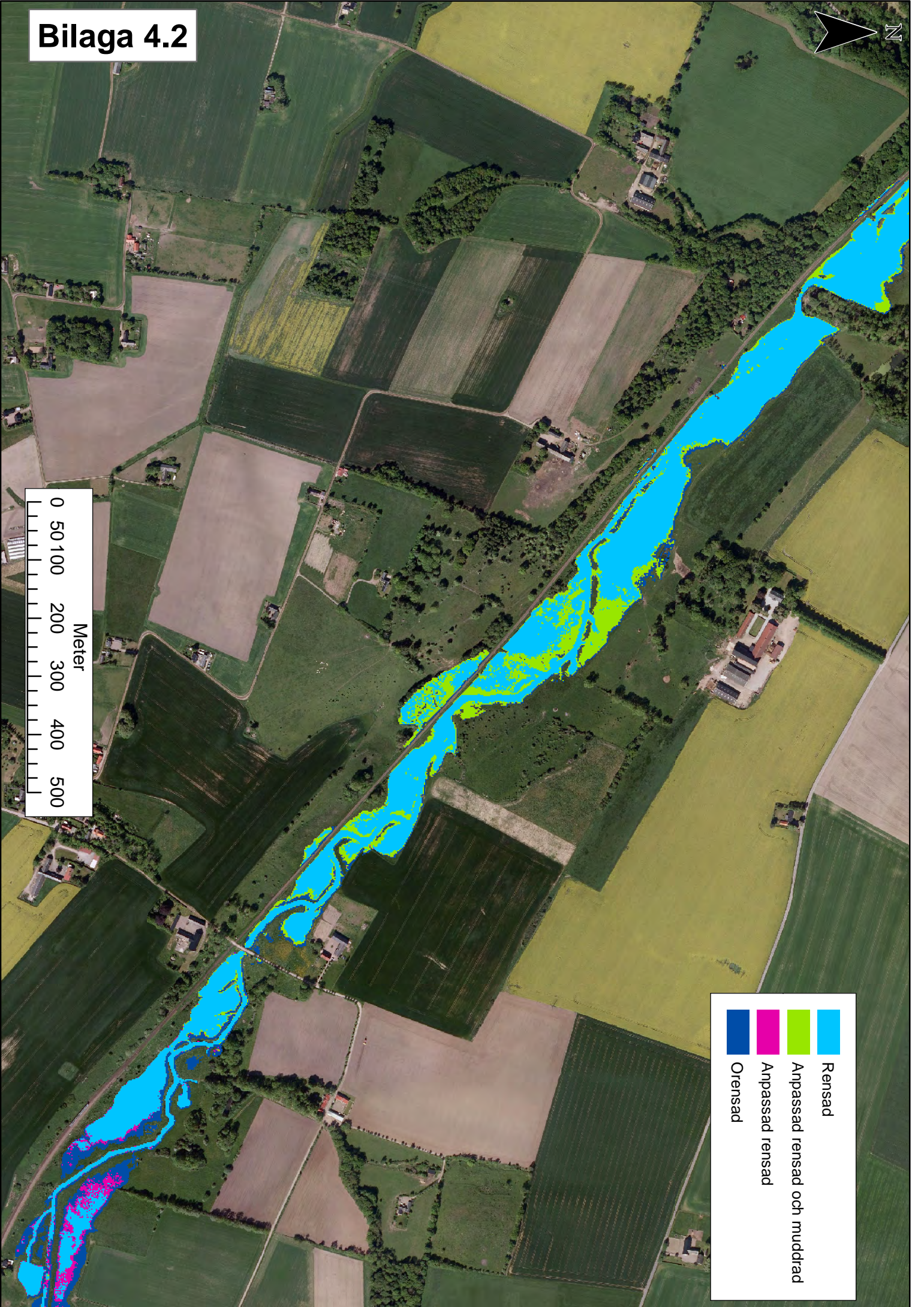
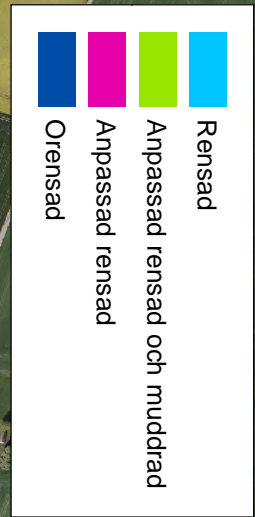
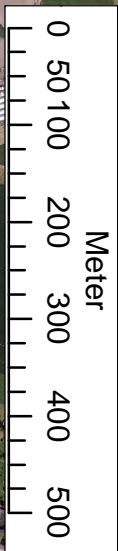
Bilaga 4.3



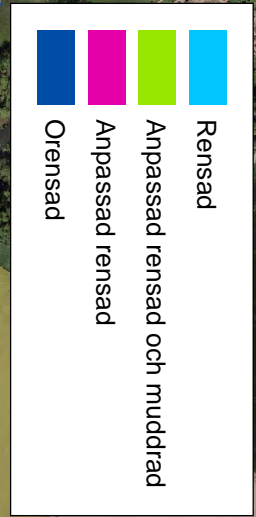
Bilaga 4.1



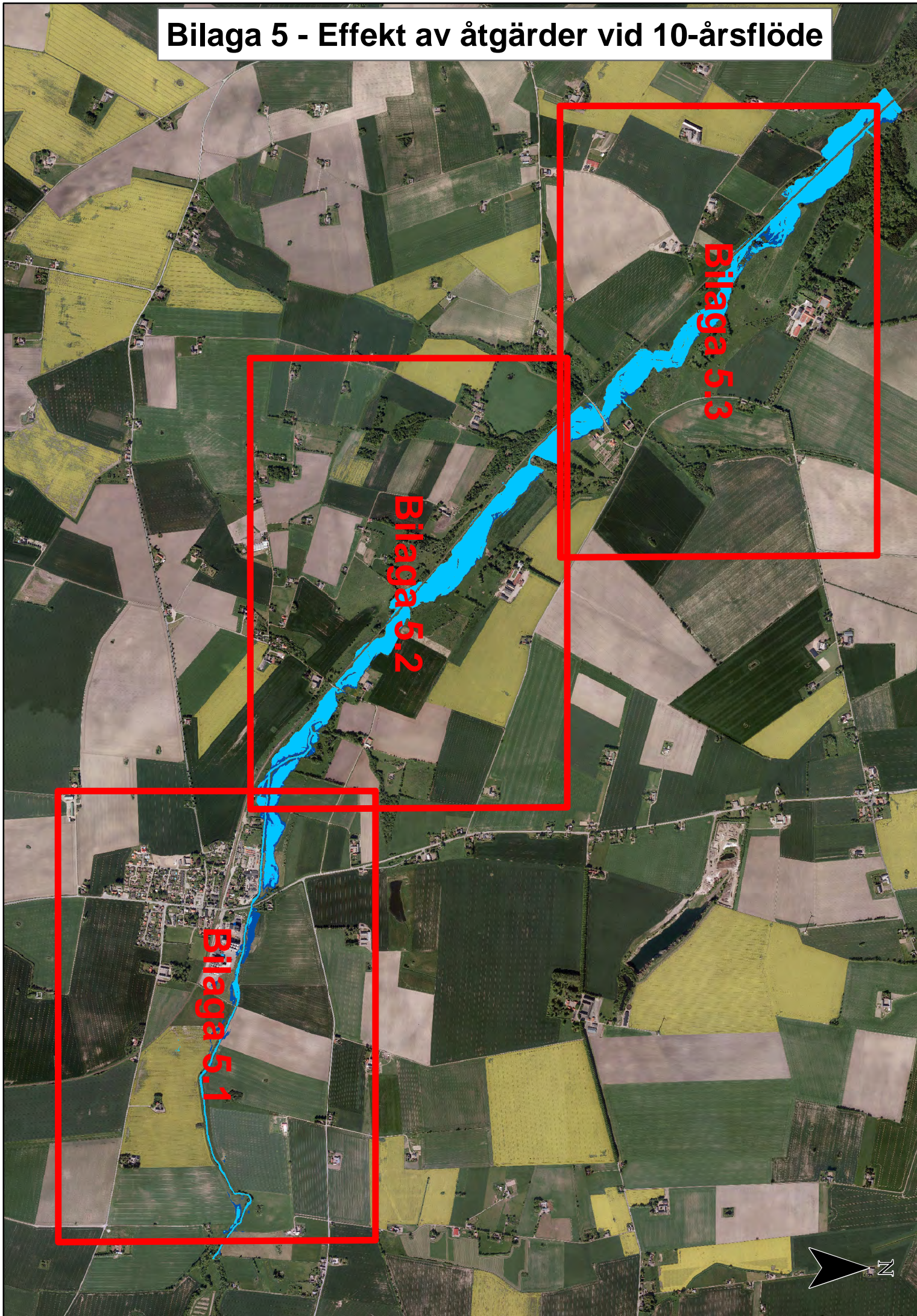
Bilaga 4.2



Bilaga 4.3



Bilaga 5 - Effekt av åtgärder vid 10-årsflöde



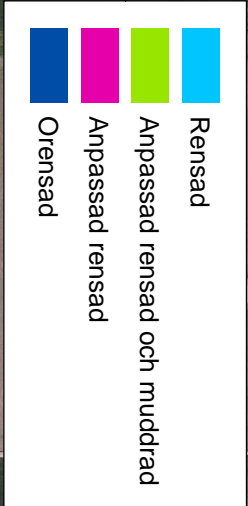
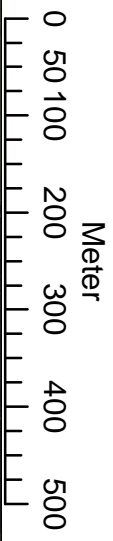
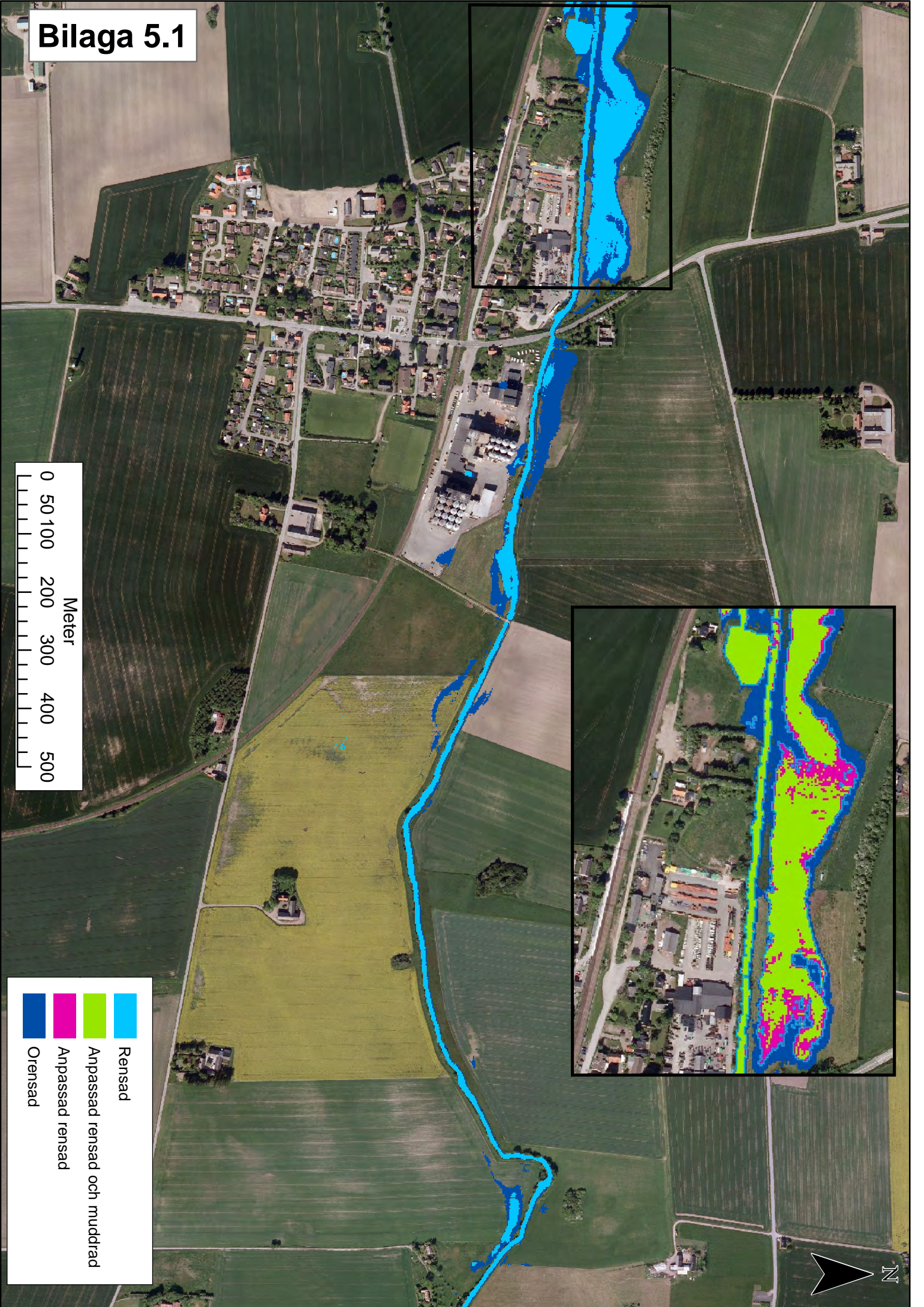
Bilaga 5.1

Bilaga 5.2

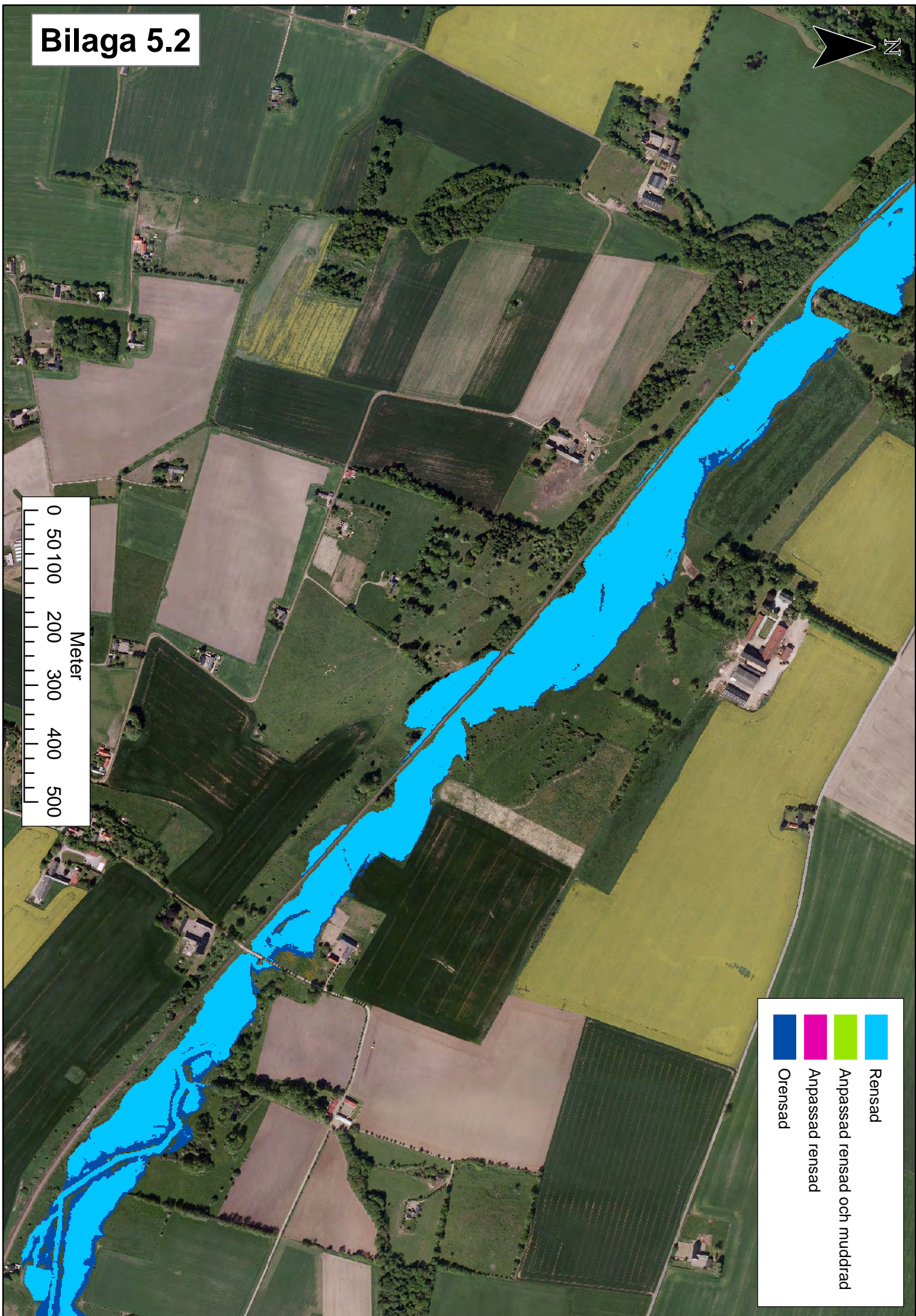
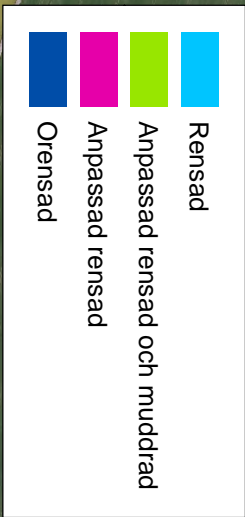
Bilaga 5.3



Bilaga 5.1



Bilaga 5.2



Bilaga 5.3

