

Modelluppdatering och fördjupade analyser med Emåns vattendragsmodell

Ola Nordblom
Markus Petzén
Lars-Göran Gustafsson
Paul Widenberg

Holsbybrunn 2017-11-23

Agenda

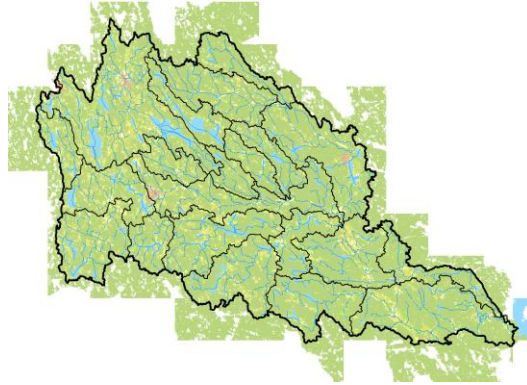
- Introduktion Emåns vattendragsmodell
- Modelluppdateringar
- Åtgärdsstudie Brusaån
- Fördjupad analys Mörlunda / Tigerstad kanal
- Analys av våtmarks-potential
- Slutsatser
- Diskussion/frågor

Introduktion - Emåns vattendragsmodell

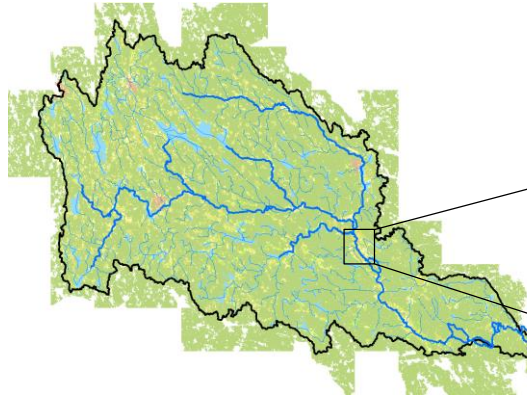


Emåns vattendragsmodell

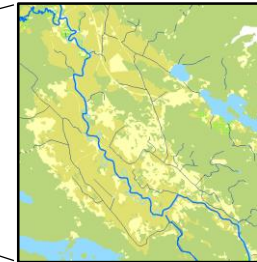
- Hydrologisk modell
 - 21 delområden, 4470 km²



- Hydraulisk modell (1D)
 - Emåns huvudfåra, 206 km
 - Linne/Kroppån, 21 km
 - Solgenån, 20 km
 - Pauliströmsån, 27 km
 - Gårdvedaån, 37 km
 - Brusaån/Silverån, 85 km



- Hydraulisk modell (2D)
 - Mörlundaplatån, 9x4.5 km²



Modellstruktur, hydrologi och hydraulik

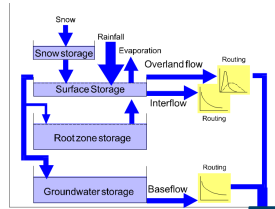
Indata

Meteorologiska data

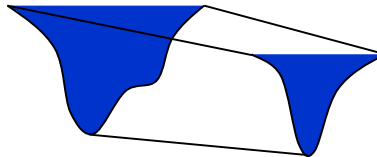
- Nederbörd
- Temperatur
- Avdunstning



Hydrologisk modell (NAM)



Hydraulisk modell (MIKE 11)



Utdata

- Avrinning



- Flöde
- Vattennivå
- Översvämning

Exempel på modelltillämpningar

”För mycket vatten”

Simulering av höga flöden

- *Identifiering av riskområden*
- *Olika scenarier dagens/framtida klimat*

Analys av åtgärder

- *Ändrad reglering av magasin*
- *Effekter av magasinering*
- *Effekter av kapacitetshöjande åtgärder*
- *Effekter av invallningar*

”För lite vatten”

Simulering av torrperioder

- *Hur länge räcker vattnet?*
- *Effekter av vattenuttag*
- *Klimatförändringar*

Analys av åtgärder

- *Ändrad reglering av magasin*
- *Begränsningar i vattenuttag*
- *Kvarhållande åtgärder (våtmarker)*

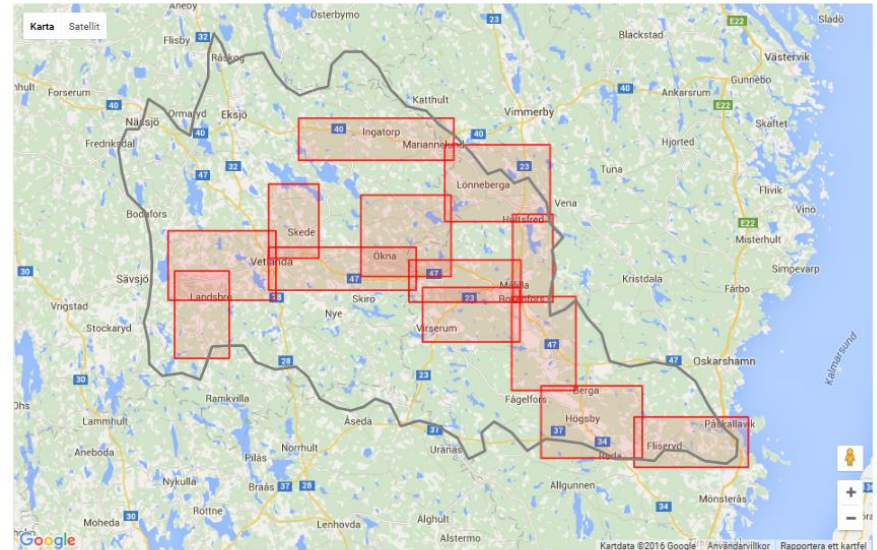
Informationssystem för presentation av modellresultat

- Publikt
- Bakgrundskarta: Google Maps
- Utbredning och djup
- Tidsserier med vattennivå och flöde
- Förberett för uppdatering med nya scenarier

Emån Demo

Om systemet

MIKE
Powered by DHI



DHI Sverige AB | 2015-11-25

<http://eman.dhigroup.com>

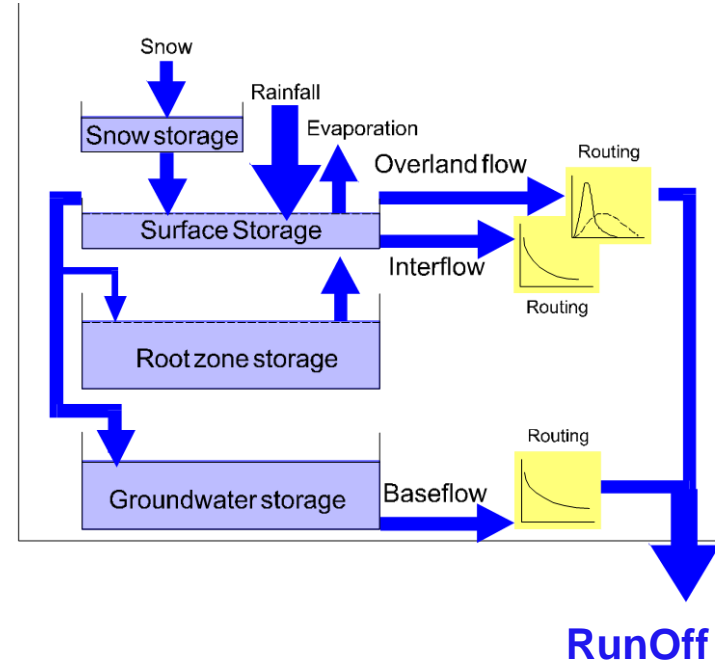
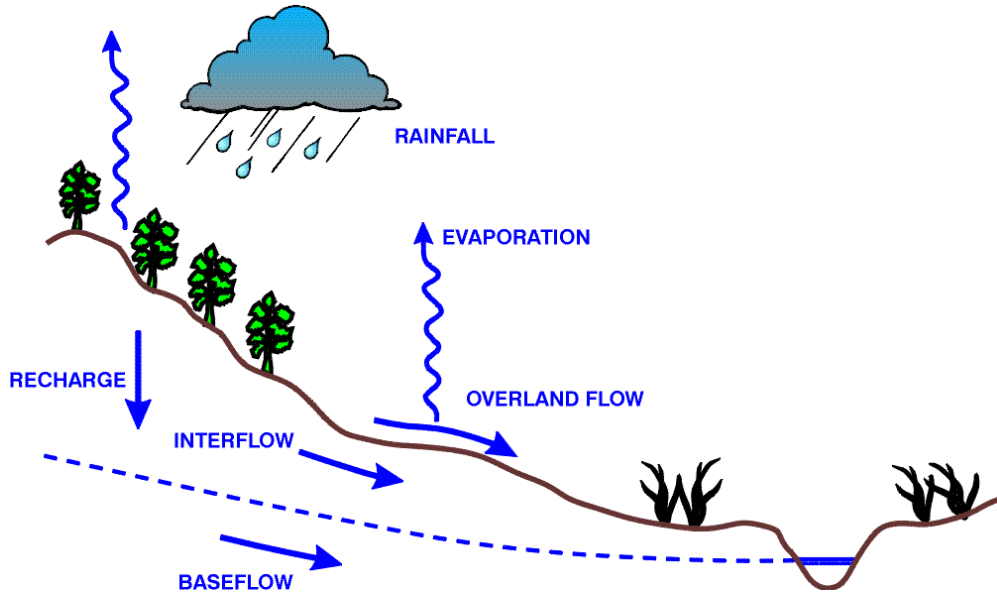
Modelluppdateringar



Uppdatering / kontroll av NAM-modell

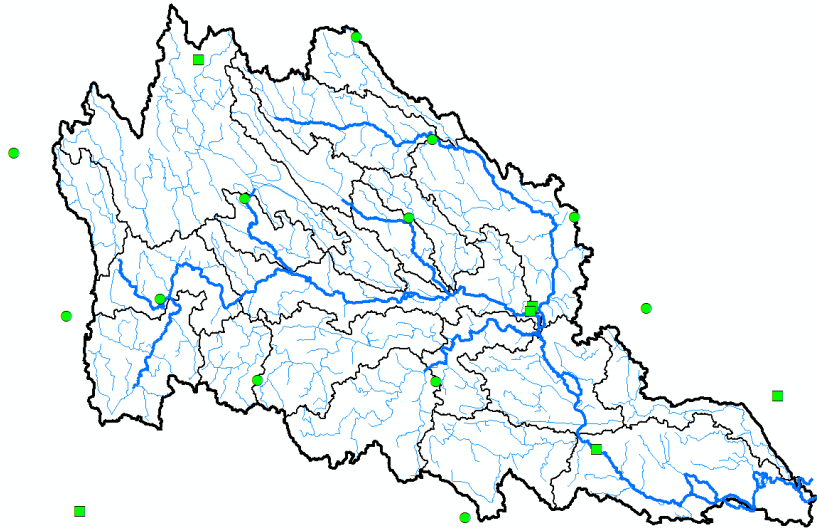
- Ny kalibrering med fokus på intensiva sommarregn (2003, 2007, 2012)
- Jämförelser mellan simulerade och uppmätta flöden under torrperioder (2013, 2015, 2016)

Hydrologisk modell, från nederbörd till avrinning - NAM

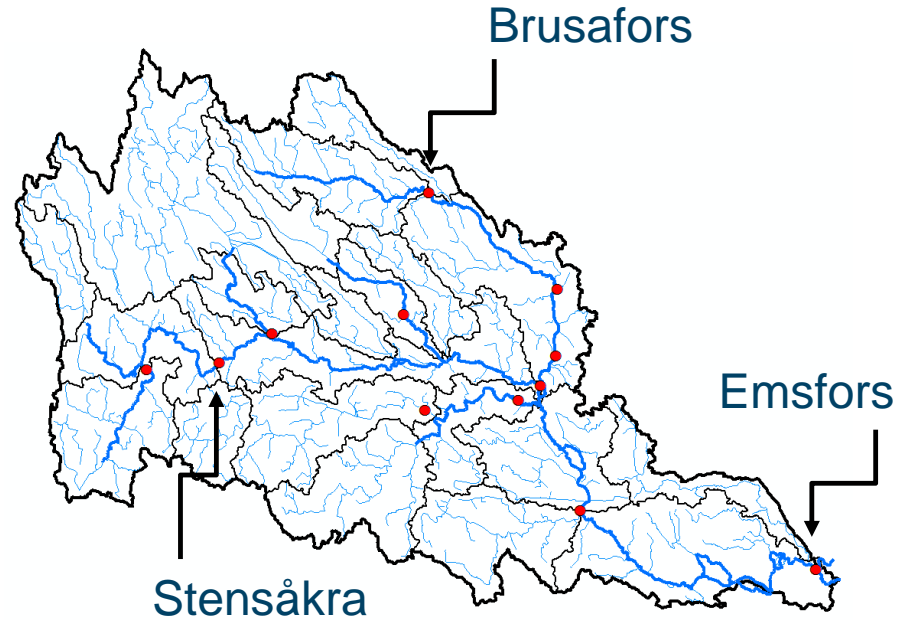


Hydrologisk modell – indata

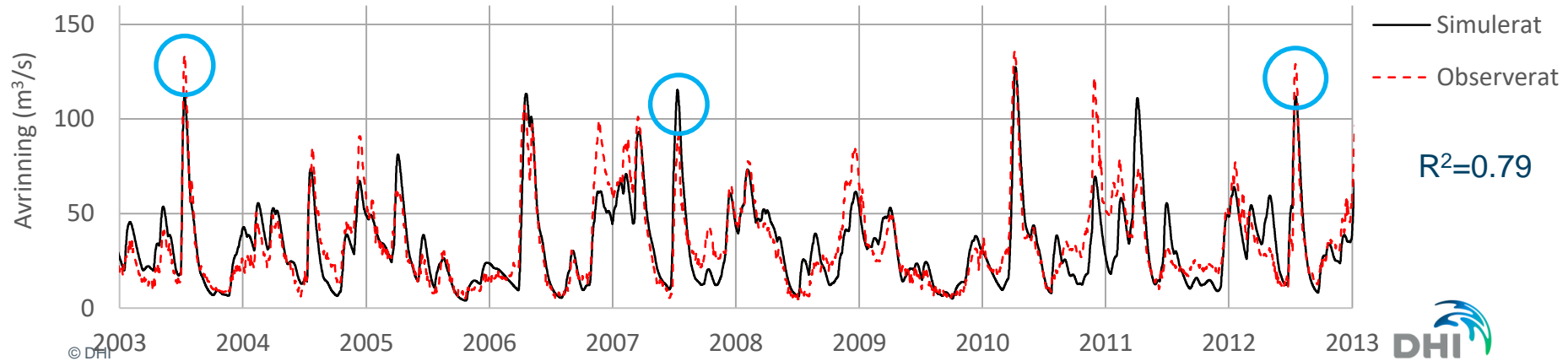
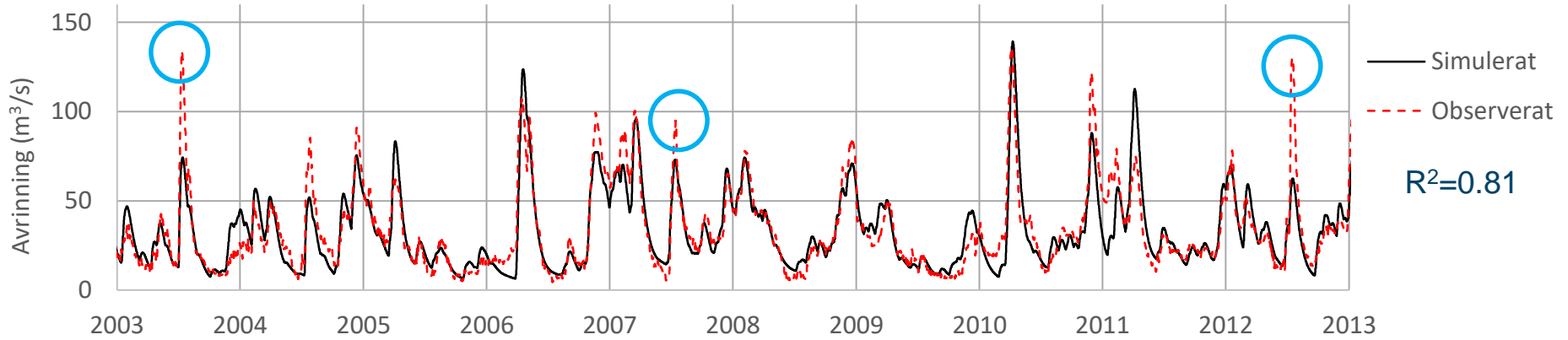
Nederbördsstationer



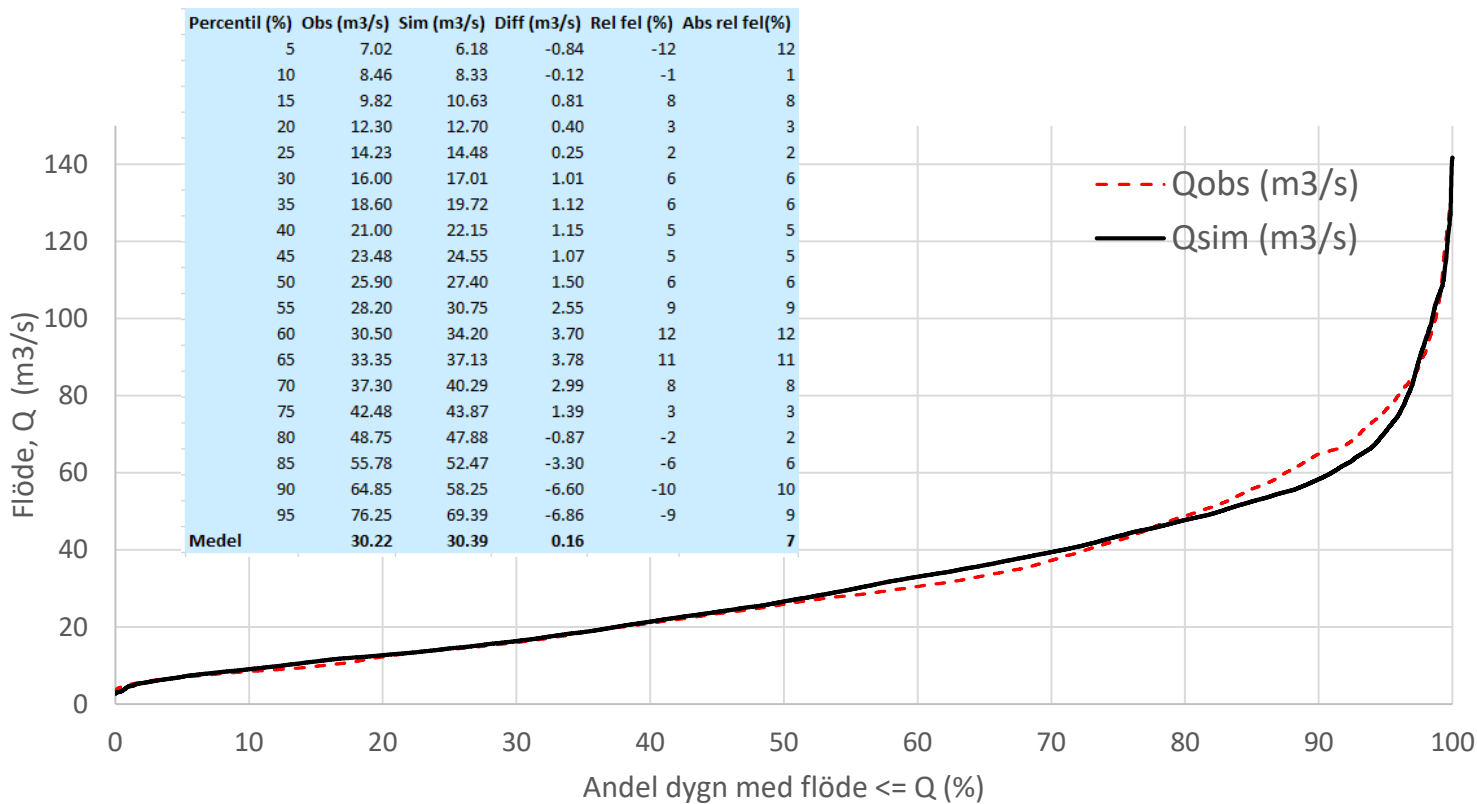
Flödesstationer



Hydrologisk modell – kalibrering, Emsfors

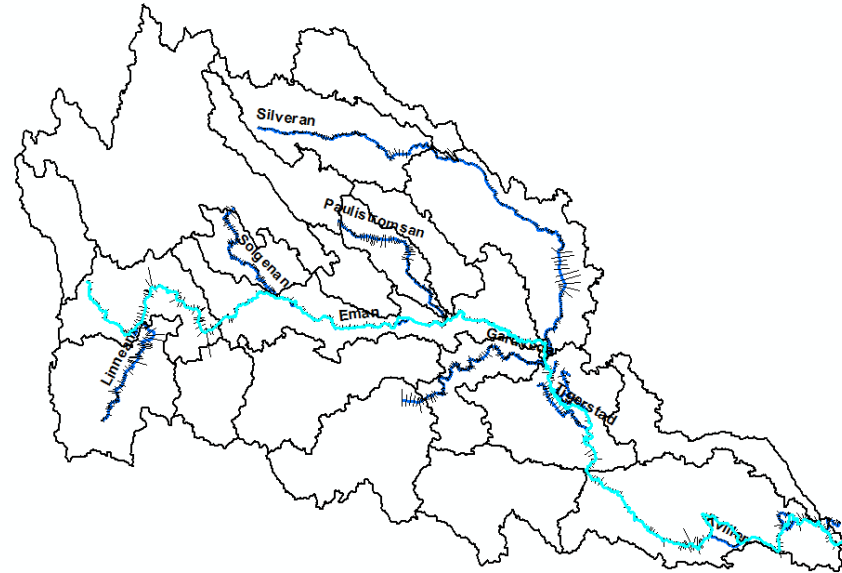


Beräknad och observerad flödesfördelning, Emsfors 1996-2016



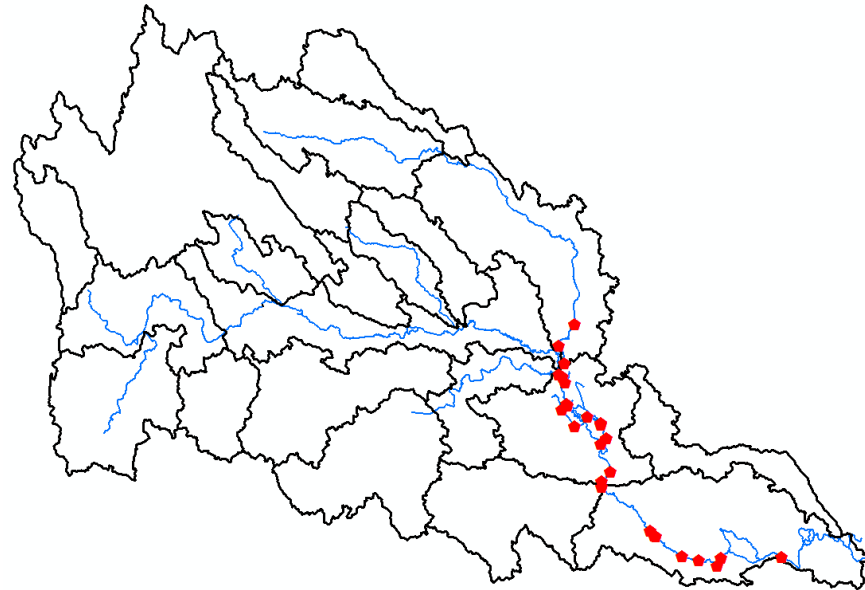
Uppdatering av MIKE 11-modell

- Finare sektionsindelning
- Rekonstruktion av bottenprofil
- Data från lodningar i Emåns huvudfåra från Aby bro till Ryningsnäs
- Data från inmätningar av diken och trummor i Tigerstad kanal och runt Mörlunda
- Data från inmätningar av diken och broar Brusaån från Hjälten till Högebro
- Data för kalibrering av modellen mellan Gårdvedaån och Kvillen



Kalibrering mot översvämningen 2012

Plats	Uppmätt	Beräknat	Differens
L. Aby Bro	91.656	91.88	0.22
Stora Aby	92.036	91.78	-0.26
Kättebro	91.746	91.61	-0.14
Torps gamla bro	91.288	91.11	-0.18
Vägen Torp-Mörlunda	90.898	91.08	0.18
Tigerstad bro	90.12	90.07	-0.05
Grapes bro	89.061	89.6	0.54
Uppstr. Bro mot Gässlingsäng	88.512	88.26	-0.25
Bro mot Fågelfors	85.536	85.62	0.08
Utlopp fr. Järnvägsdiket	89.451	89.74	0.29
Hagelsrum	95.409	95.7	0.29
Målilla	94.655	94.48	-0.17
Rosenfors	92.904	93.3	0.40
Sjöbotten	84.477	84.63	0.15
Häckleberget	83.546	83.82	0.27
Uppstr. Tingebrö	63.706	63.8	0.09
Nedstr. Tingebrö	63.356	63.74	0.38
Järnvägsbron (Ruda)	62.682	63.05	0.37
Åsebo	61.008	60.66	-0.35
Bro gamla Ekhult	60.352	60.15	-0.20



Sammanfattning – modelluppdatering

Hydrologisk modell (NAM)

- Bättre beskrivning av avrinningen under intensiva sommarregn
- Verifiering av modellerad avrinning under torrperioder

Hydraulisk modell (MIKE 11)

- Mer detaljerad beskrivning av Emåns huvudfåra
- Mer detaljerad beskrivning av dikessystemet runt Mörlunda
- Uppdaterad beskrivning av tvärsektioner och broar i Brusaån mellan Hjaltevad och Högebro, ca 20 km
- Kalibrering av huvudfåran mellan utlopp Gårdvedaån och Kvillen

Åtgärdsstudie Brusaån - Ingatorp



Översvämningar i Brusaån 2007

- Drygt 100 mm regn på ett dygn 26-27 juni (Prästkulla: 118 mm)
- Problem vid övre dammen Bruzaholm
- Äldreboende i Ingatorp evakuerades
- Inga översvämningar i Mariannelund

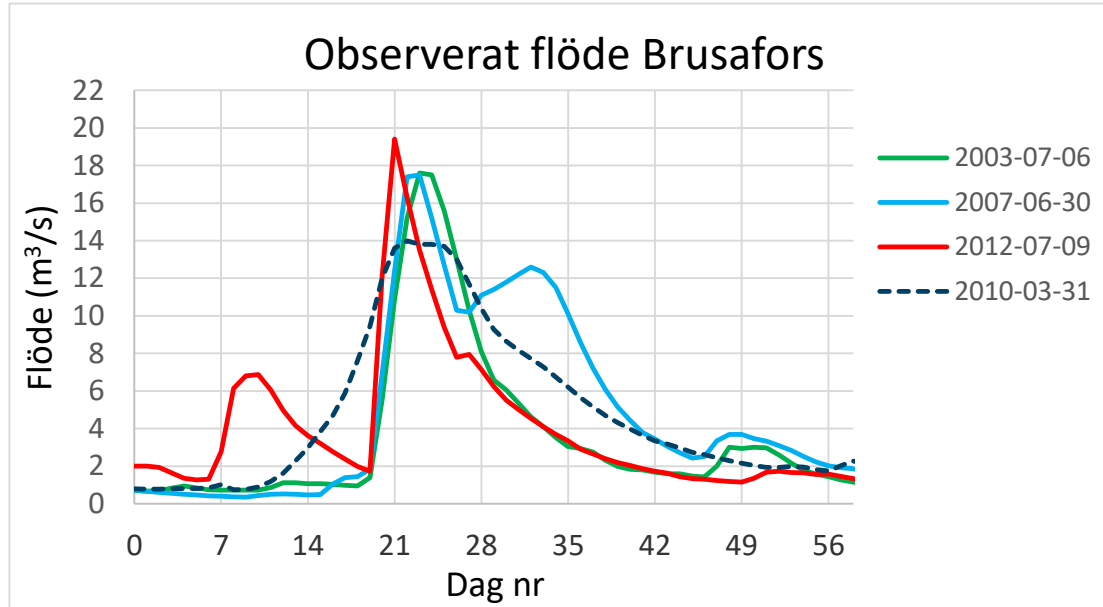


Bruzaholm, översta dammen, 2007-06-27.

Brusaån genom Hjärtevad och Ingatorp (uppströms Mariannelund)



Historiska högflöden i Brusaån

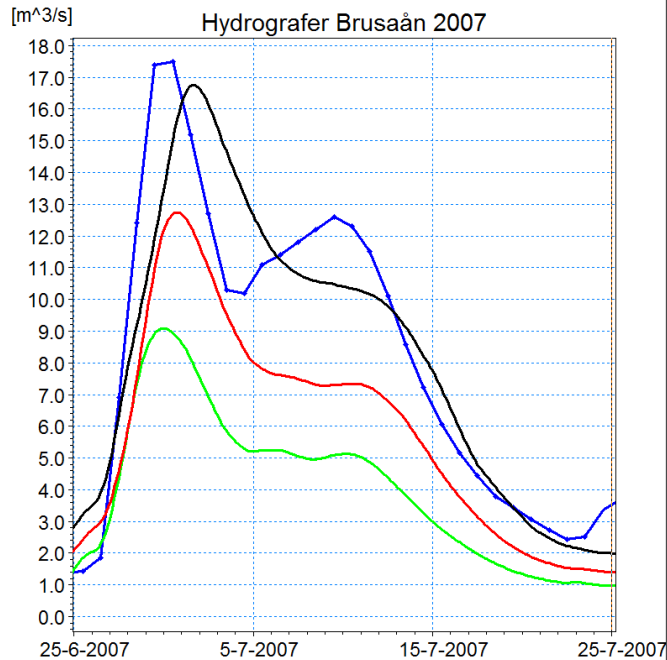


- Flödet 2012 högsta sedan mätningarna började 1954
- Översvämningar 2003, 2007 och 2012
- Hanterbar situation 2010

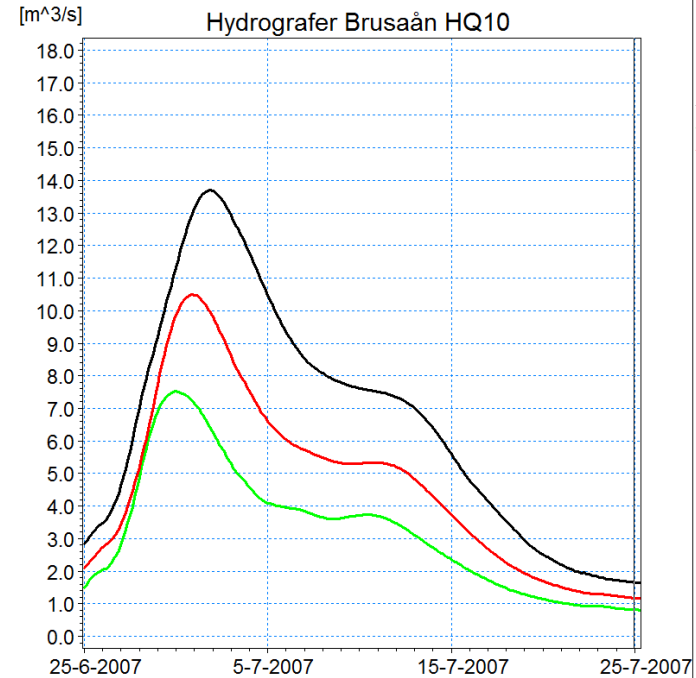
Plats	Mars 2010, ~Q10	juni 2007, ~Q30	juli 2012, ~Q50
Brusafors	14 m ³ /s	17.5 m ³ /s	19 m ³ /s

Simulerade hydrografer

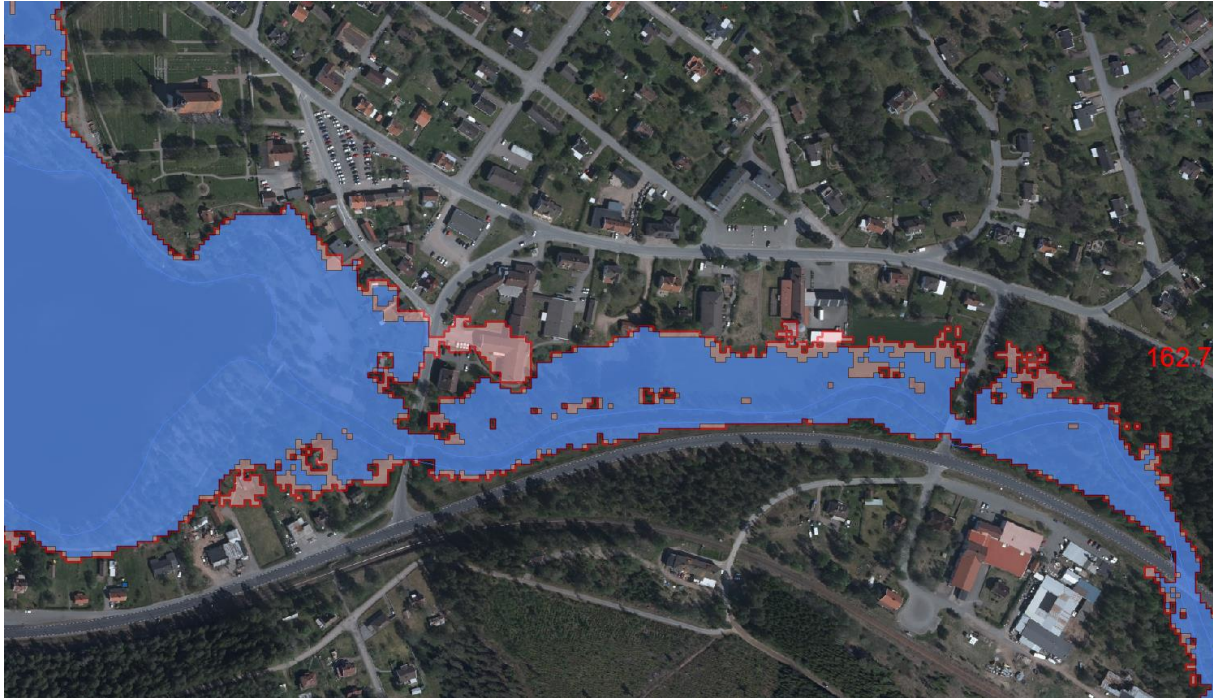
juni / juli 2007 (Q30)



Q10

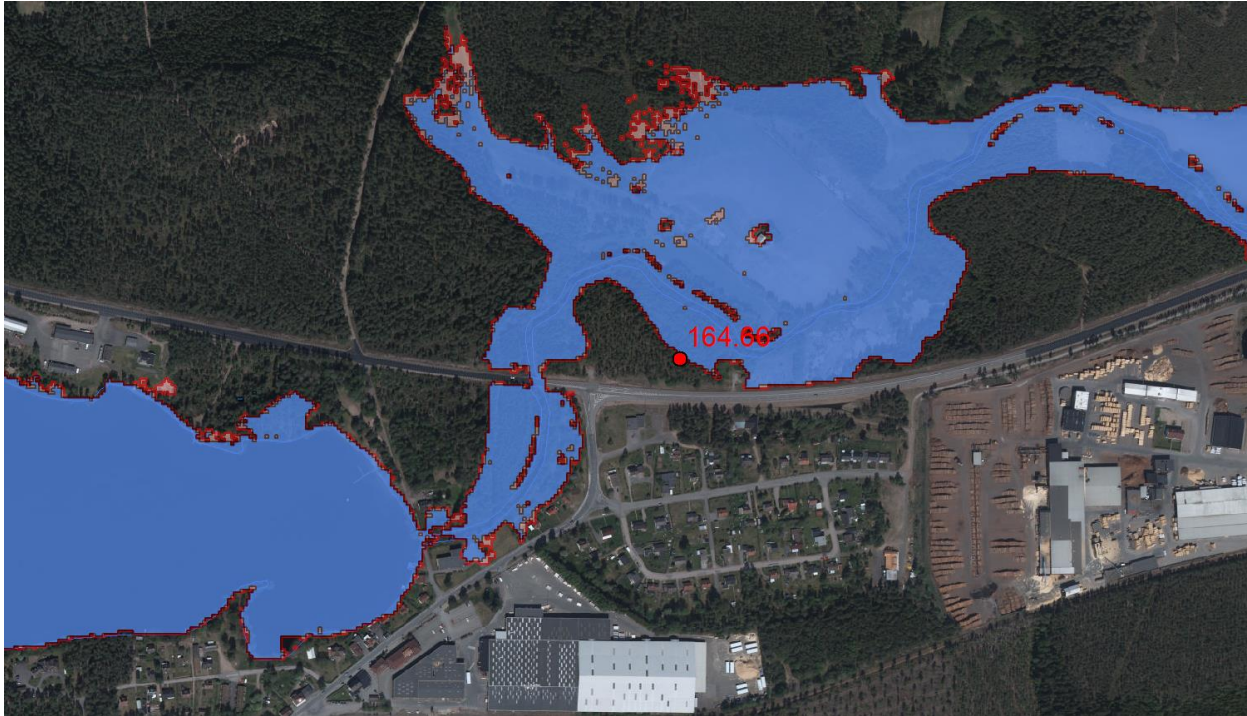


Översvämning vid Ingatorp, Q30 och Q10 (före åtgärder)



- Maxnivån ca 0.2 m lägre för Q10 jämfört med Q30
- Översvämning av Äldreboendet från Ingatorpasjön vid Q30
- Ref. nivå 2007: +162.71 m
- Obs! vägbanan vid broarna översvämmas inte

Översvämning vid Hjaltevad, Q30 och Q10 (före åtgärder)



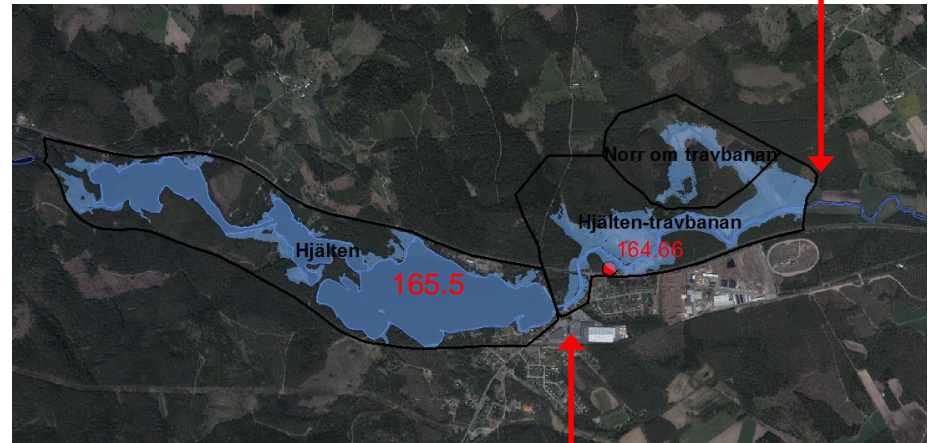
- Maxnivån ca 0.2 m lägre för Q10 jämfört med Q30
- Ref. nivå 2007: +164.66 m

Åtgärdsstudie med fokus på Ingatorp

	Möjliga åtgärder för att mildra konsekvenser av översvämningar
1	Ökad uppdämning av Hjälten
2	Ökad uppdämning i våtmarker mellan Hjälten och Ingatorp
3	Invallningar vid Ingatorp

Potentiella magasinvolymmer för flödesdämpning

Nivå (m)	Hjälten		Våtmark Hjälten - travbanan		Våtmark norr om travbanan	
	Area (km ²)	Volym (10 ⁶ m ³)	Area (km ²)	Volym (10 ⁶ m ³)	Area (km ²)	Volym (10 ⁶ m ³)
163			0.03	0.00		
163.2			0.03	0.01		
163.4			0.08	0.02		
163.6			0.16	0.05	0.01	0.00
163.8			0.21	0.09	0.02	0.00
164			0.26	0.13	0.03	0.01
164.2			0.30	0.19	0.04	0.02
164.3	0.76	0.00	0.32	0.22	0.06	0.02
164.5	0.76	0.15	0.35	0.29	0.08	0.04
164.7	0.79	0.31	0.38	0.36	0.12	0.06
164.9	0.84	0.47				
165.1	0.88	0.65				
165.3	0.92	0.83				
165.5	0.94	1.01				



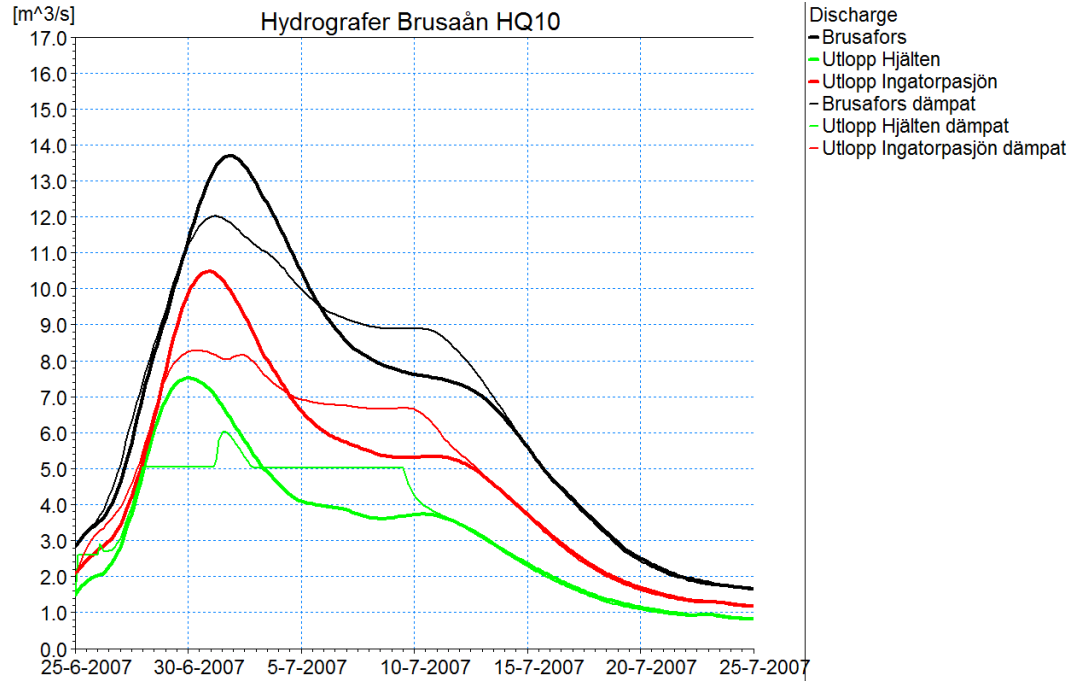
Åtgärd 1. Ökad uppdämning av Hjälten, regleringsstrategi

Optimal reglering och fullt utnyttjande av magasinet inom ramarna för VD:

- Håll nivån i magasinet nära SG i början av förloppet (tappa tillrinningen)
- Håll tappningen under en viss kritisk tappning så länge det går
- Ha hög kapacitet för att kunna tappa tillrinningen vid nivåer nära DG

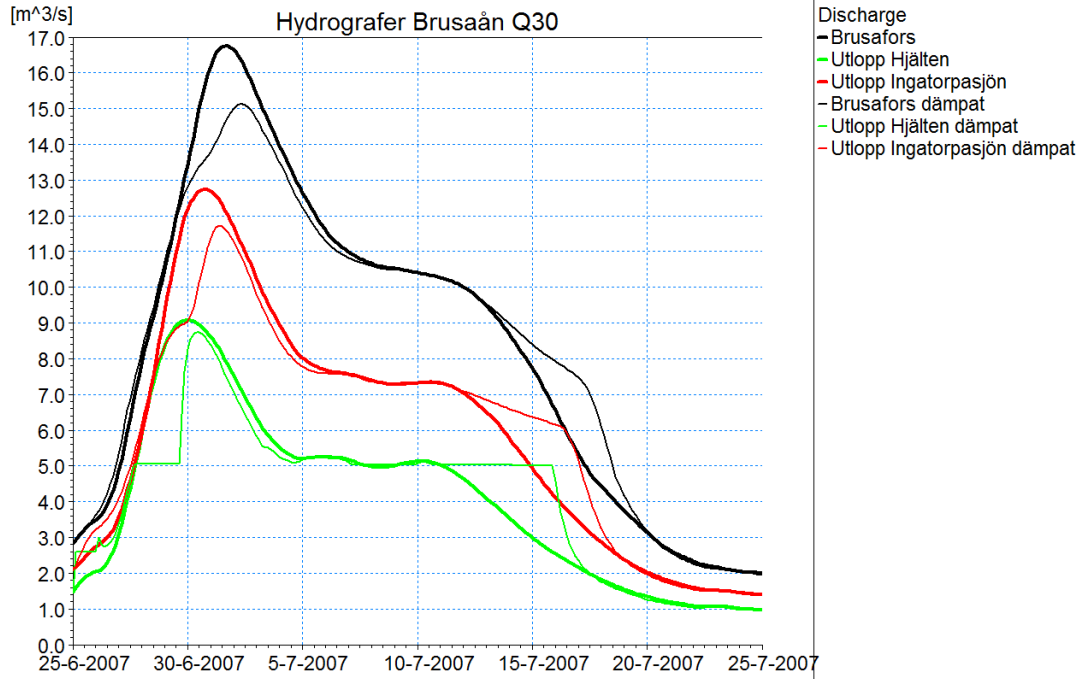
Tappning från Hjälten (m ³ /s)	Nivå Hjälten (m)
0	≤ SG (+164.3 m = skibordsnivån)
5 (vald kritisk tappning)	= SG + 0.05 m
5	= DG - 0.05 m
12 (hög kapacitet)	≥ DG (+165.46 m = nivå dammkrön)

Q10 med ökad uppdämning av Hjälden



Maxflödet vid Brusafors minskar från ca 14 m³/s till 12 m³/s (~Q5)

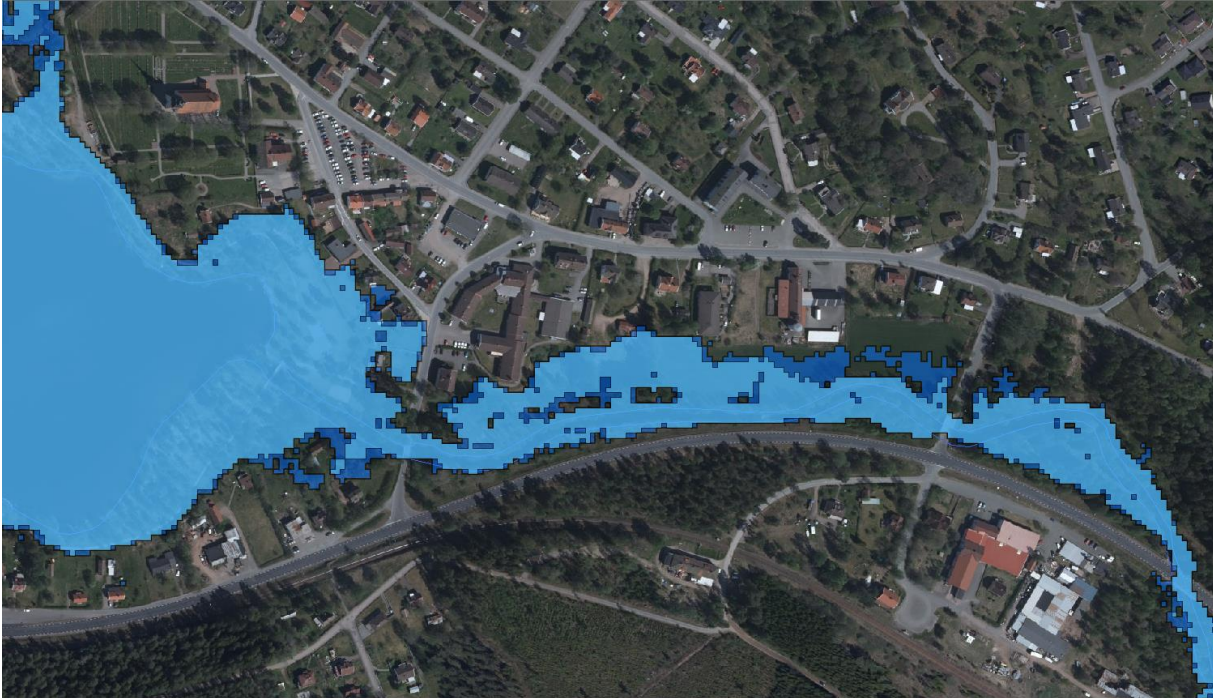
Q30 med ökad uppdämning av Hjälden



Maxflödet vid Brusafors minskar från ca 17 m³/s till 15 m³/s (~Q10)

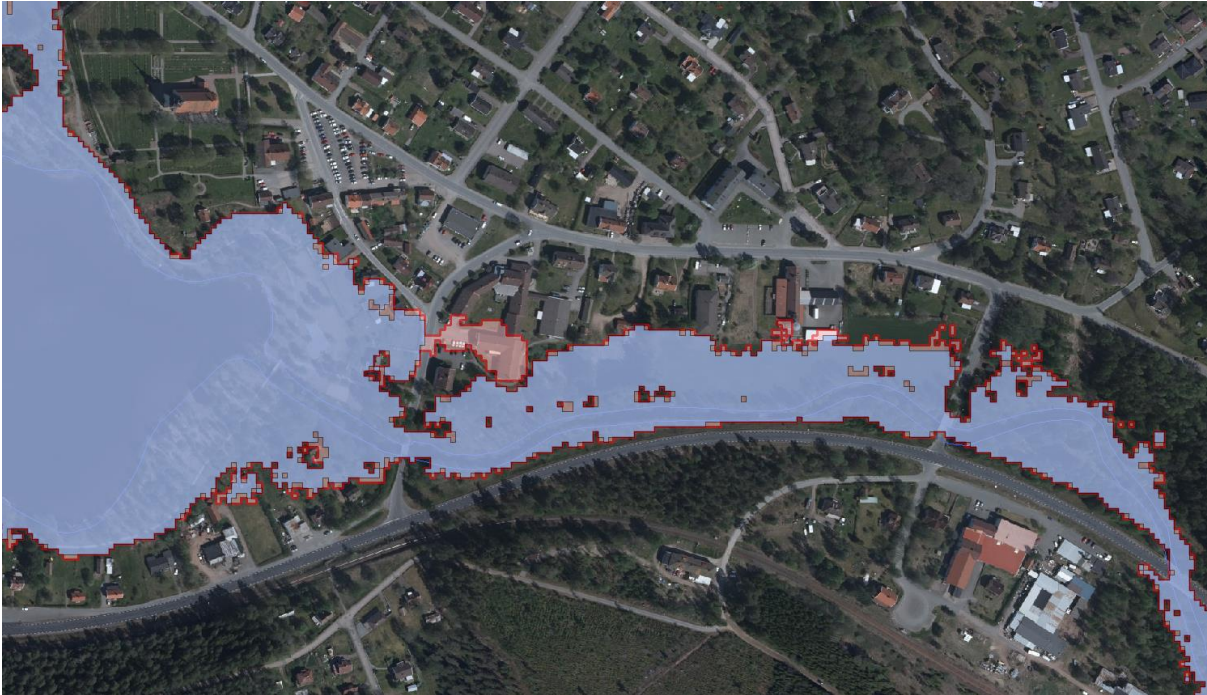
Vald reglering ej optimal för Q30, bör anpassas till förväntad tillrinning.

Översvämning vid Ingatorp, Q10 före/efter åtgärd



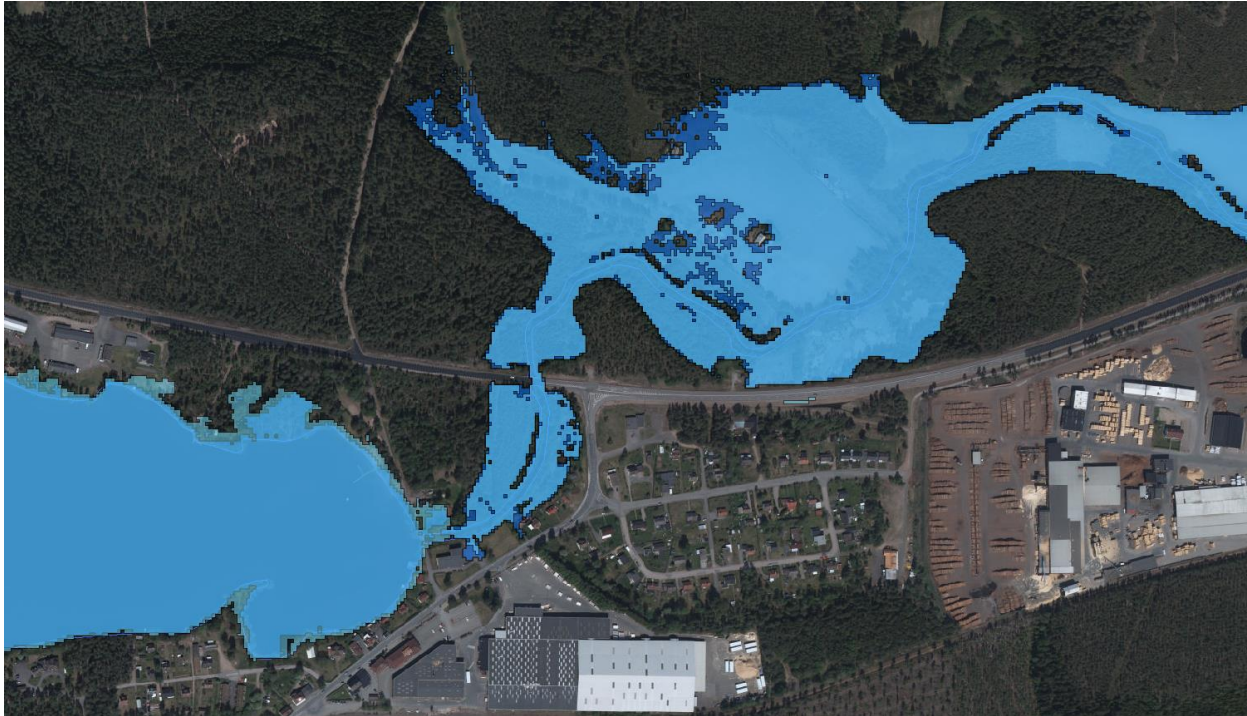
- Maxnivån ca 0.2 m lägre efter åtgärd

Översvämning vid Ingatorp, Q30 före/efter åtgärd



- Maxnivån ca 0.1 m lägre efter åtgärd
- Ingen översvämning av äldreboendet efter åtgärd

Översvämning vid Hjaltevad, Q10 före/efter åtgärd



- Maxnivån ca 0.2 m lägre efter åtgärd

Översvämning vid Hjaltevad, Q30 före/efter åtgärd)



- Maxnivån ca 0.05 m lägre efter åtgärd

Invallning som alternativ eller komplement

Q30 och Q10 före åtgärder med inritat exempel på placering av översvämningsskydd



- Exempel: ca 700 m vall som ansluter till vall vid äldreboendet
- Med krönnivå på +162.8 till +163.0 klaras ett Q30 även utan ökad dämning vid Hjälten
- Vallen hamnar i kanten på översvämningsszonen – obetydlig påverkan på max-flöden/nivåer upp och nedströms

Sammanfattning

- Med en optimerad reglering (med ökad uppdämning) av Hjälten skulle man kunna magasinera bortåt 1 miljon m³ vatten under ett högflöde och kraftigt dämpa maxflödena nedströms (Q10 -> Q5, Q30 -> Q10 vid Brusafors), och minska konsekvenserna i Ingatorp
- Ökad magasinering i våtmarksområdet mellan Hjälten och Ingatorp svårt att åstadkomma i praktiken
- Invallning på en ca 700 meter lång sträcka vid Ingatorp enligt exemplet är en möjlig åtgärd med försumbar påverkan på maxflöden och nivåer upp/nedströms (med krönnivå på +162.8 – 163.0 klaras ett Q30 även utan övriga åtgärder)
- Ingen av åtgärderna innebär att man flyttar problemen nedströms

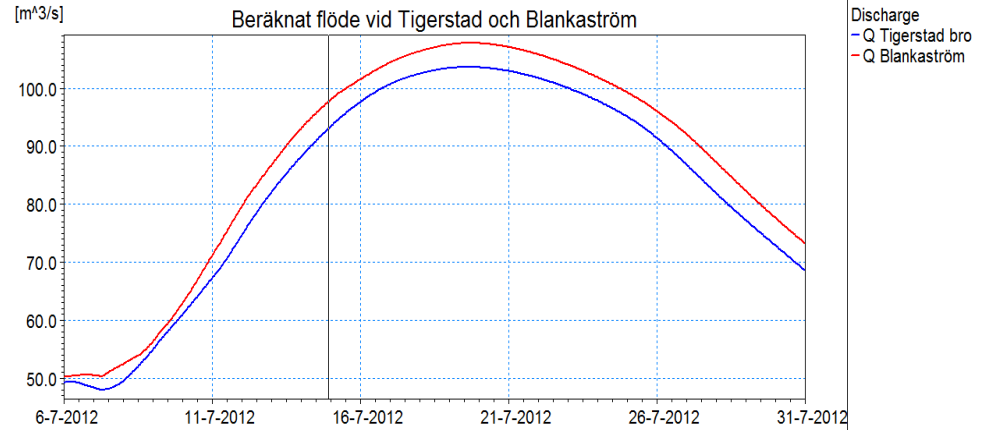
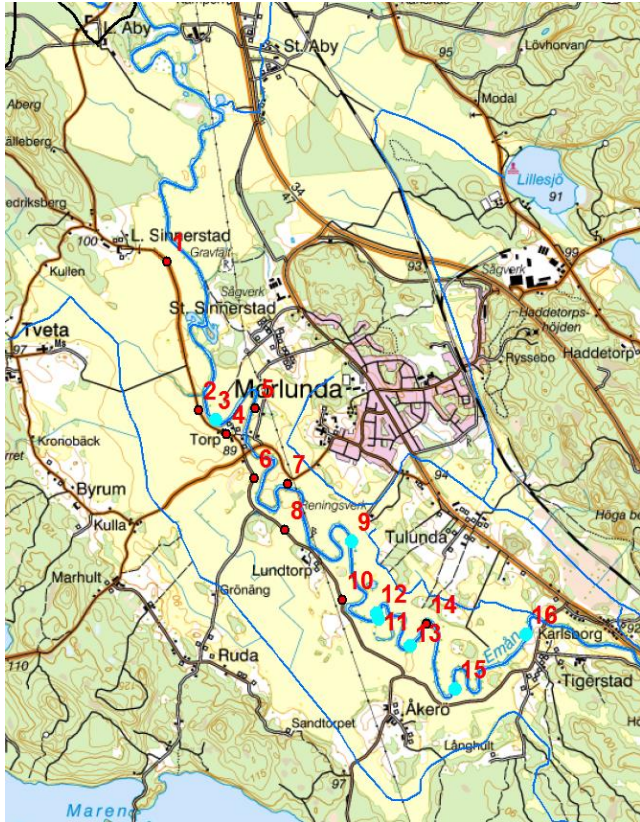
Fördjupad analys för Mörlunda-området



Fördjupad analys Mörlunda

- Vid vilket flöde börjar översvämning av vallarna längs Emåns huvudfåra precis ske?
- Hur stora vattenvolymer rinner lokalt fram till Tigerstad kanal vid olika regnsituationer?
- Är det möjligt att ta hand om den lokala tillrinningen till Tigerstad kanal genom att anlägga ett tvåstegs-magasin?

Översvämning av Emån i Mörlunda-området



Översvämning från Emån börjar vid ett flöde omkring $100 \text{ m}^3/\text{s}$ vid Blankaström

Analys av lokal tillrinning till Tigerstad kanal och behov av magasinvolym för att mildra konsekvenser av översvämningar

Förutsättningar för analysen:

- Fokus på Tigerstad kanal
- Analysen görs för regn med 10, 30 och 100 års återkomsttid och 2 dygns varaktighet
- Vi antar att det inte sker någon översvämning av Emåns huvudfåra, d.v.s. enbart den lokala tillrinningen beaktas

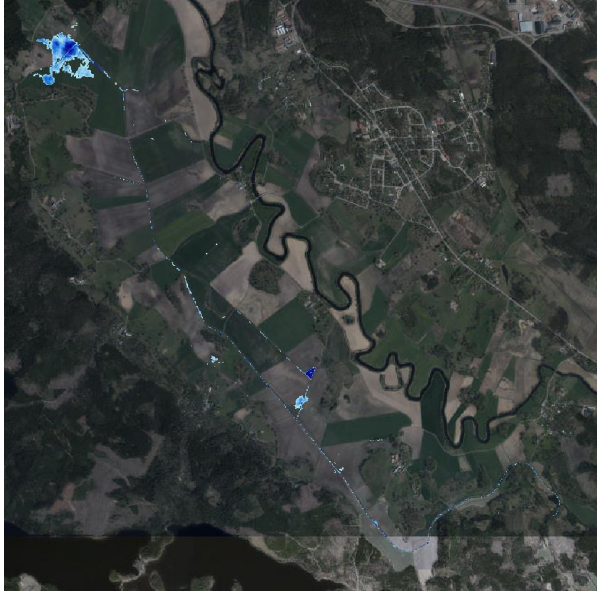
Tillrinning till Tigerstad kanal för olika scenarier

Scenario	Återkomst-tid (år)	Regnmängd under 2 dygn (mm)	Tillrinning till Tigerstad kanal, startdatum 120706 (m ³)
8-9 juli 2012	~ 30	~ 110*	1 100 000
P10	10	87	700 000
P30	30	110	950 000
P100	100	148	1 400 000

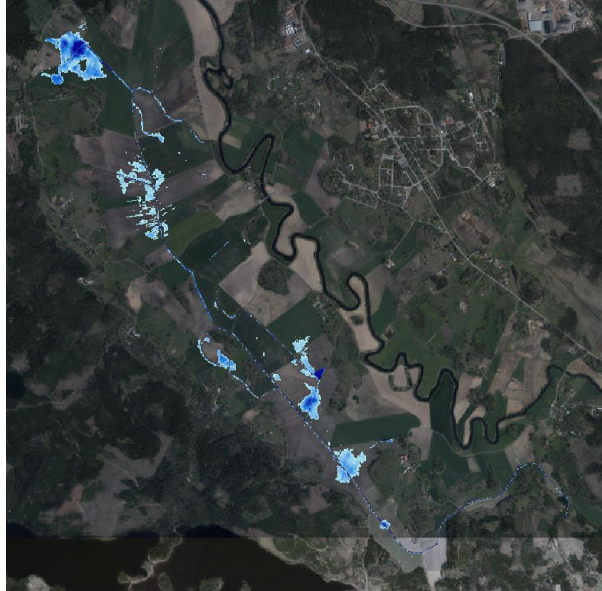
- ca 80 mm regn 24-26/6,
- ytterligare ca 30 mm föll under veckan efter det "stora regnet" 8-9 juli

Simulering Tigerstad kanal

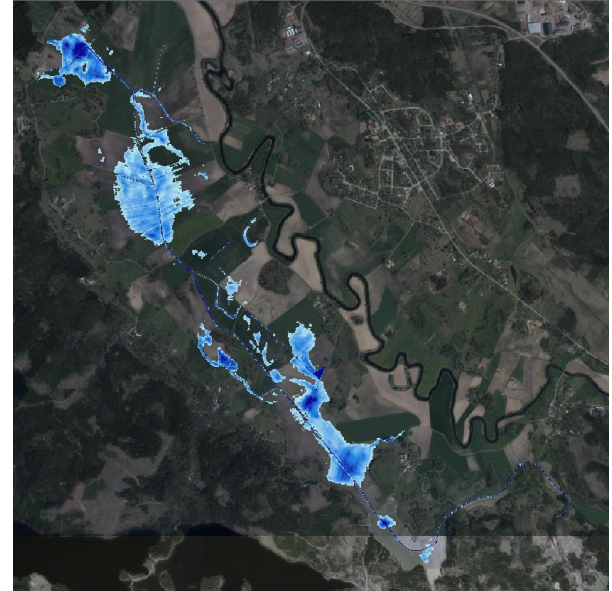
10-årsregn



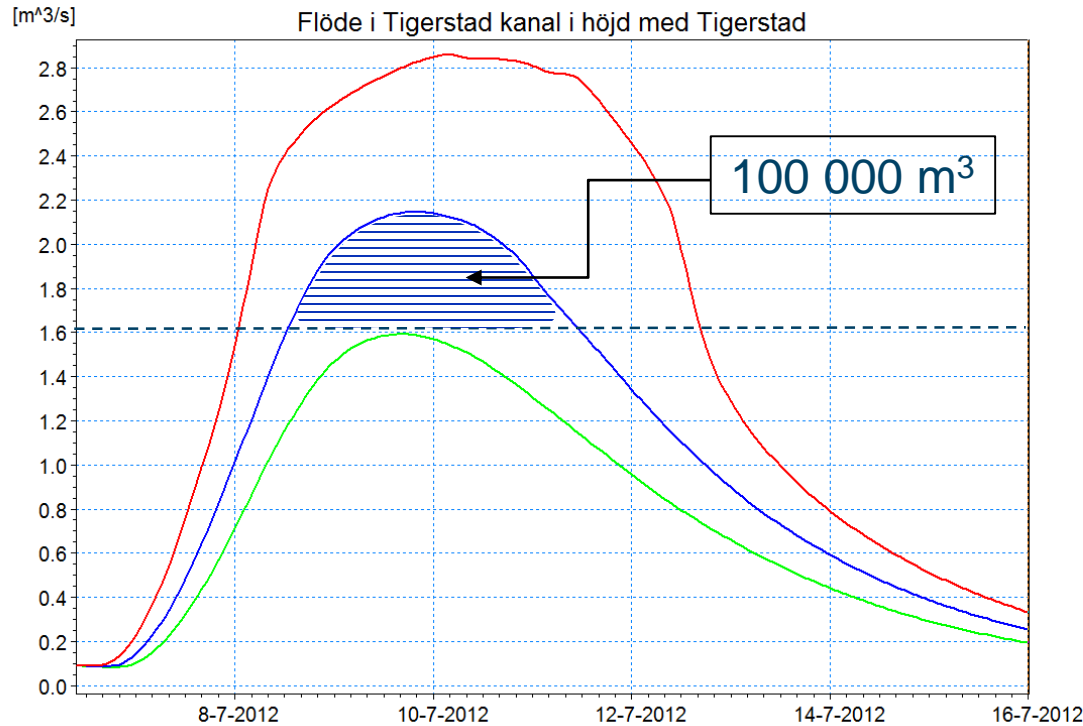
30-årsregn



100-årsregn



Flöde i Tigerstad kanal i höjd med Tigerstad

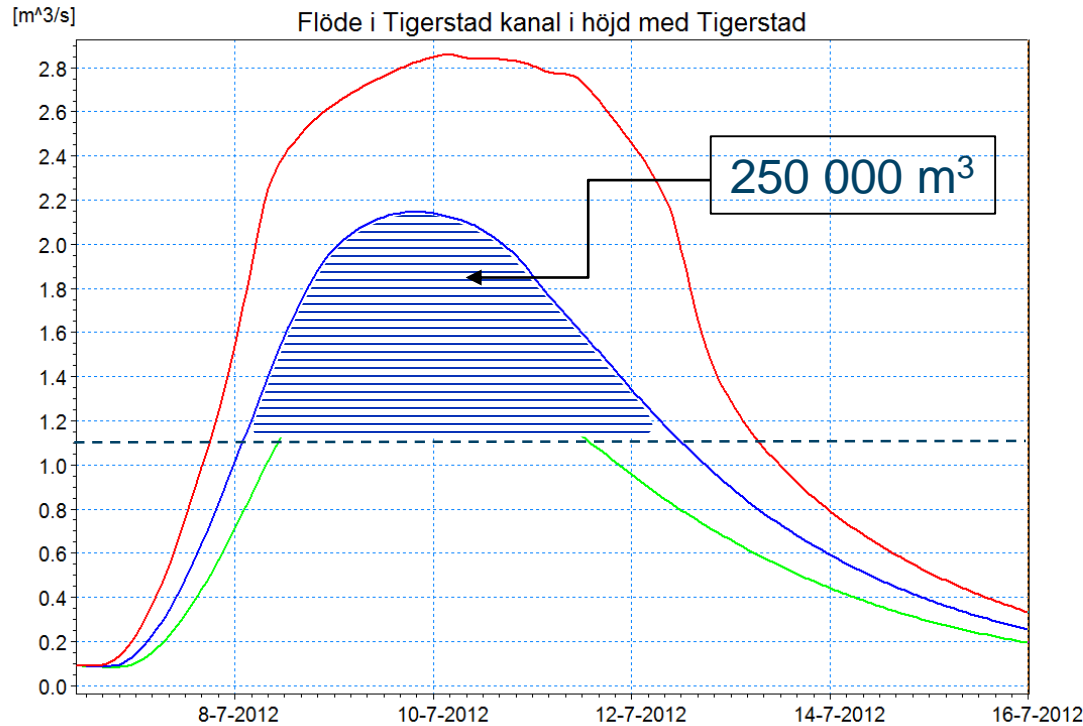


Discharge
- P10
- P30
- P100

Antagen maxkapacitet för
Tigerstad kanal:

$$Q_{\max} = 1.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Flöde i Tigerstad kanal i höjd med Tigerstad



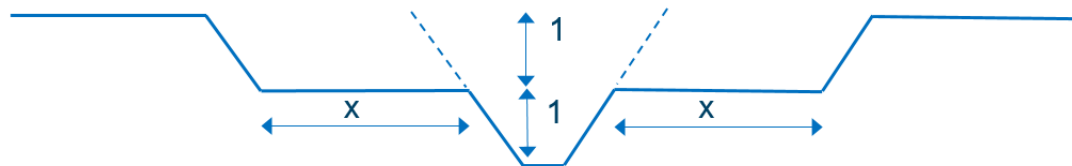
Antagen maxkapacitet för
Tigerstad kanal:

$$Q_{\max} = 1.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Uppskattning av magasinsvolym för flödesdämpning

Regn	Återkomst-tid (år)	Regnmängd under 2 dygn (mm)	Erf. magasin, $Q_m=1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (m^3)	Erf. magasin, $Q_m=1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ (m^3)	Varaktighet (tim)
P10	10	87	0	90 000	0 – 80
P30	30	110	100 000	250 000	70 – 110
P100	100	148	400 000	600 000	110 – 130

Exempel: 2-stegsmagasin

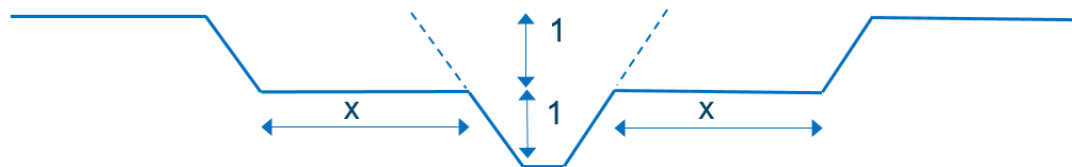


Antag tvåstegs-magasin
längs 7000 m av
Tigerstad kanal

Uppskattning av magasinsvolym för flödesdämpning

Regn	Återkomst-tid (år)	Regnmängd under 2 dygn (mm)	Erf. magasin, $Q_m=1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (m^3)	Erf. magasin, $Q_m=1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ (m^3)	Varaktighet (tim)	Bredd, x (m)
P10	10	87	0	90 000	0 – 80	0 - 6
P30	30	110	100 000	250 000	70 – 110	7 - 18
P100	100	148	400 000	600 000	110 – 130	30 - 40

Exempel: 2-stegsmagasin

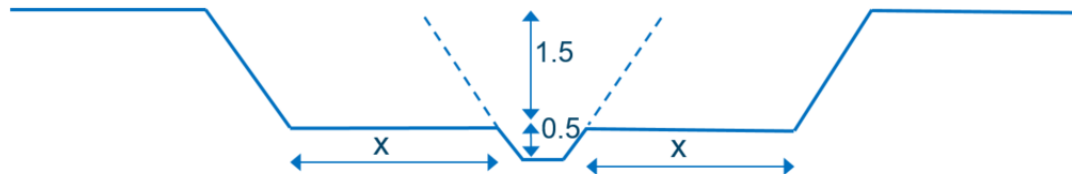


Antag tvåstegs-magasin
längs 7000 m av
Tigerstad kanal

Uppskattning av magasinsvolym för flödesdämpning

Regn	Återkomst-tid (år)	Regnmängd under 2 dygn (mm)	Erf. magasin, $Q_m=1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (m^3)	Erf. magasin, $Q_m=1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ (m^3)	Varaktighet (tim)	Bredd, x (m)
P10	10	87	0	90 000	0 – 80	0 - 4
P30	30	110	100 000	250 000	70 – 110	5 - 12
P100	100	148	400 000	600 000	110 – 130	19 - 29

Exempel: 2-stegsmagasin



Antag tvåstegs-magasin
längs 7000 m av
Tigerstad kanal

Sammanfattning

- Översvämningarna i dikessystemet 2012 var en kombination av mycket nederbörd, minst ett 30-årsregn, och översvämning av Emåns huvudfåra (ca Q10 i huvudfåran)
- Med modellen har vi simulerat tillrinningen till Tigerstad kanal för olika regn, samt flödeskapaciteten ut från Tigerstad kanal och fått fram ungefär hur stora volymer vatten som skulle behöva magasineras i diket för att effektivt minska konsekvenserna
- Om man väljer att magasinera vatten i ett tvåstegs-magasin handlar det om att skapa ett svämplan på 10-20 m på varje sida av diket för att dämpa flödena vid 30-årsregnet, respektive 30-40 m på varje sida för 100-årsregnet.

Analys av våtmarkspotential



Tack!

Ola Nordblom
Markus Petzén
Lars-Göran Gustafsson

