

# Uppbyggnad och tillämpning av en vattendragsmodell för Emån

Ola Nordblom  
Lars-Göran Gustafsson  
Mona Sassner  
Paul Widenberg

Holsbybrunn 2016-04-06

# Översikt

## 1. Uppbyggnad av vattendragsmodell

- *Modellstruktur, underlag, antaganden, kalibrering*

## 2. Modelltillämpningar – exempel

- *Översvämningsskartering (informationssystem)*
- *Effekter av magasin, låg- och högflöde*
- *Effekter av invallning, Mörlundaområdet*

## 3. Översiktlig kartering av riskområden för erosion

## 4. Summering och diskussion kring fortsatt arbete

# 1. Uppbyggnad av vattendragsmodell

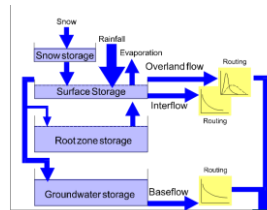
# Modellstruktur, hydrologi och hydraulik

Meteorologiska data

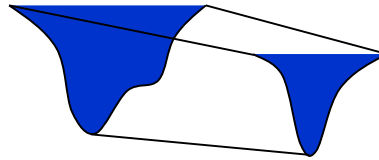
- Nederbörd
- Temperatur
- Avdunstning



Hydrologisk modell (NAM)



Hydraulisk modell (MIKE 11)



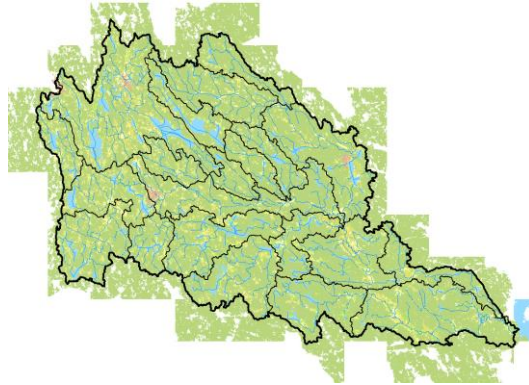
- Avrinning



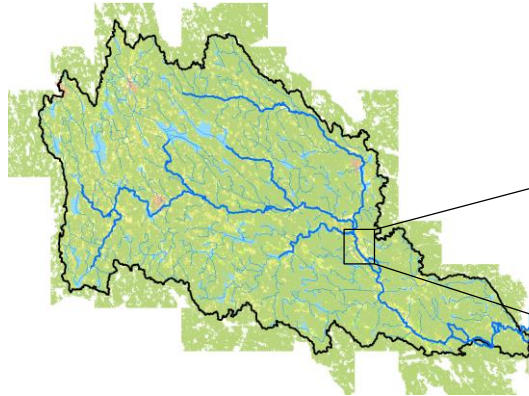
- Flöde
- Vattennivå
- Översvämning

# Modellområde

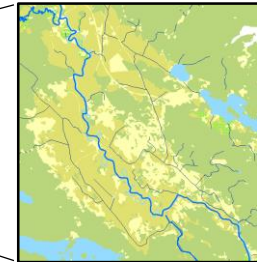
- Hydrologisk modell
  - 21 delområden, 4470 km<sup>2</sup>



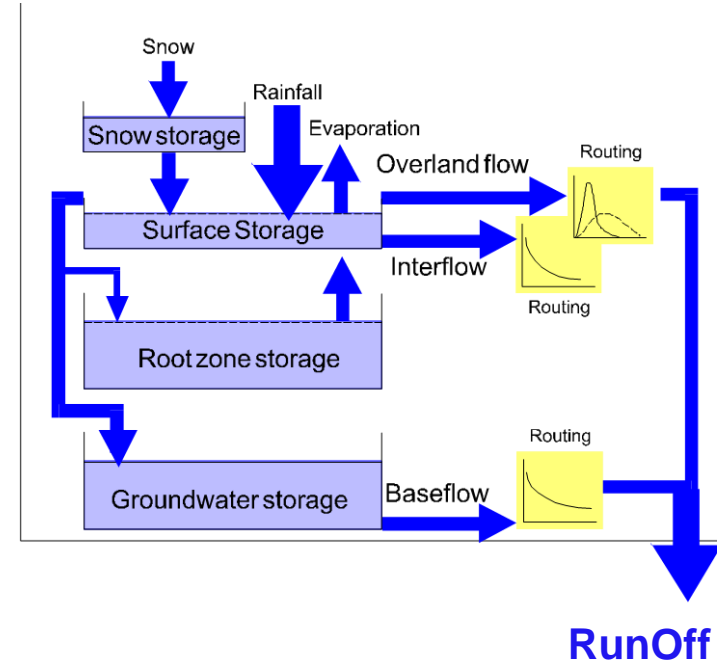
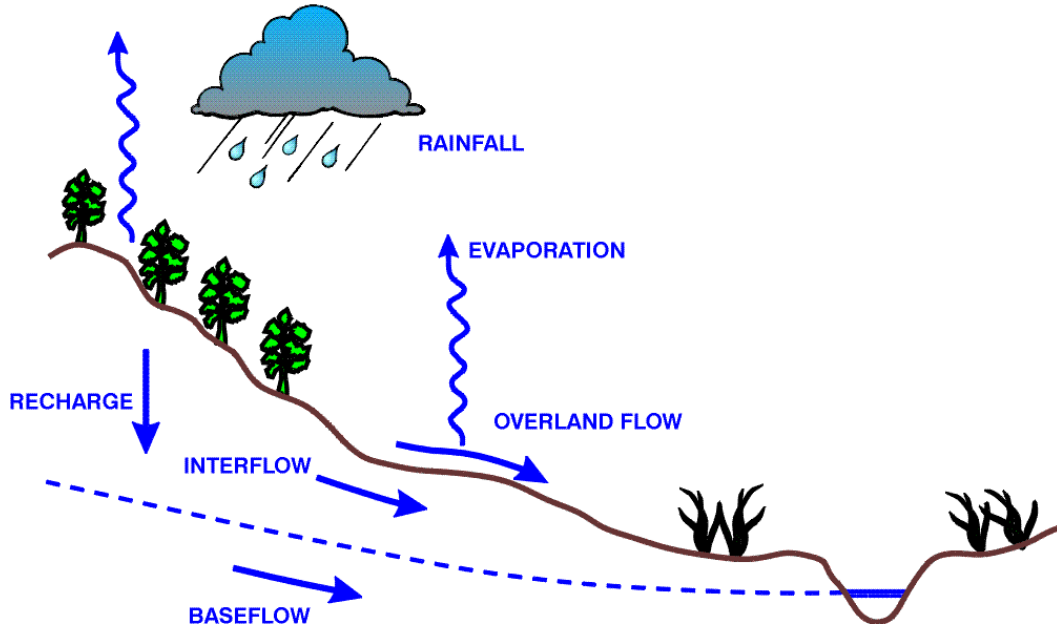
- Hydraulisk modell (1D)
  - Emåns huvudfåra, 189 km
  - Linne/Kroppån, 21 km
  - Solgenån, 20 km
  - Pauliströmsån, 28 km
  - Gårdvedaån, 35 km
  - Brusaån/Silverån, 79 km



- Hydraulisk modell (2D)
  - Mörlundaplatån, 9x4.5 km<sup>2</sup>

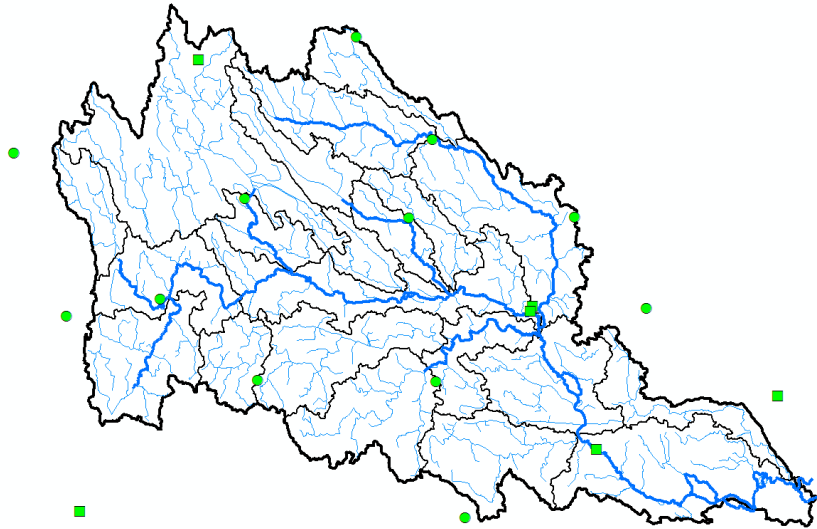


# Hydrologisk modell, från nederbörd till avrinning - NAM

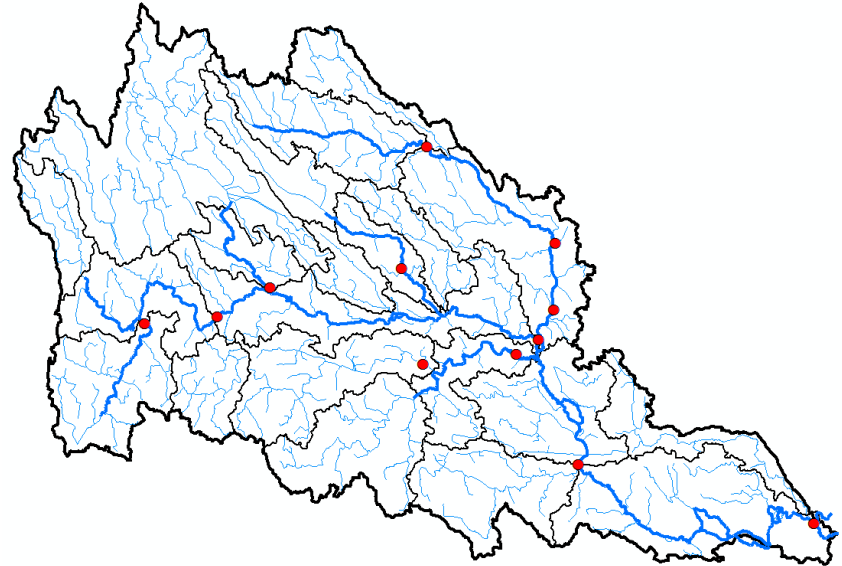


# Hydrologisk modell – indata

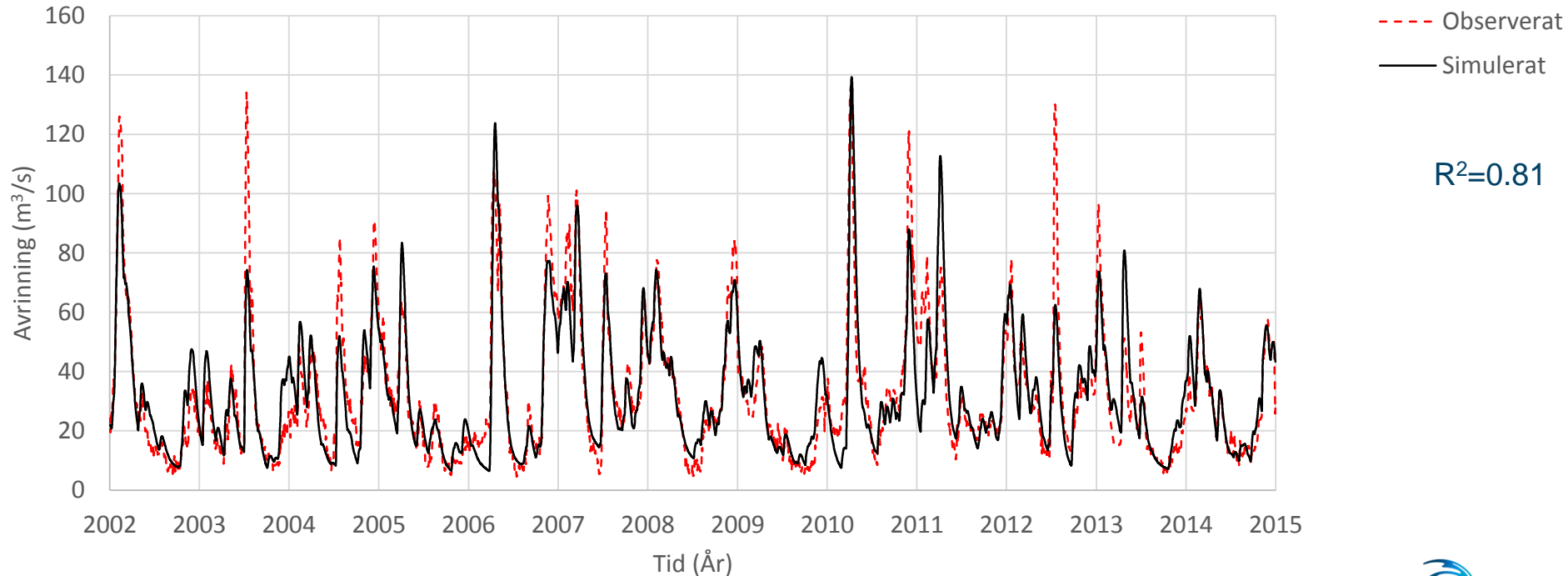
Nederbördsstationer



Flödesstationer



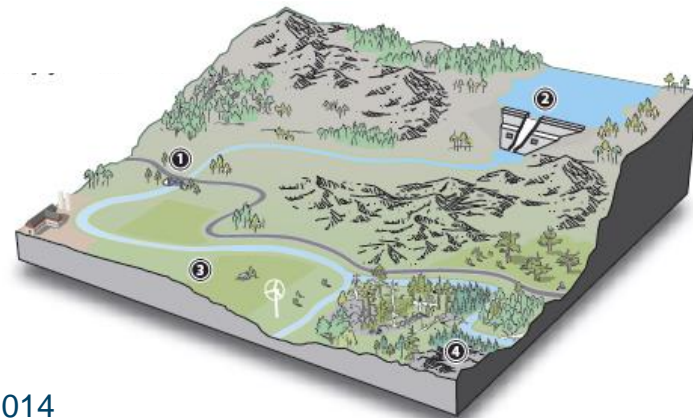
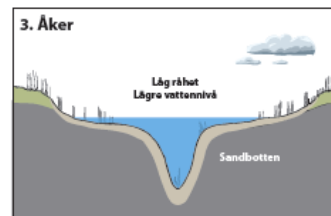
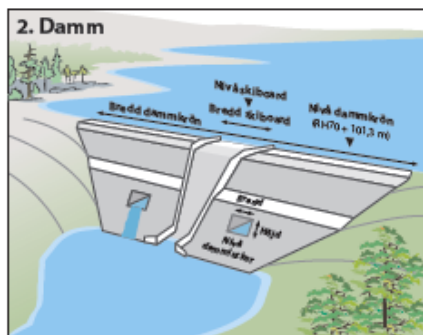
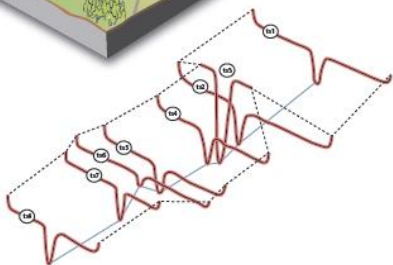
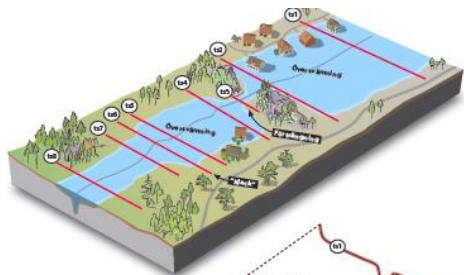
# Hydrologisk modell – kalibrering, Emsfors





# Hydraulisk modell – transport och kapacitet (MIKE 11)

- Geometrisk modell av åfåra och flodplan (1D)
- Geometrisk modell av dämmande strukturer
- Beskrivning av vattendragets och flodplanets råhet (Mannings tal)



# Hydraulisk modell – underlag

- Befintlig översvämningsmodell för Emån (MSB)
- Digitalt kartunderlag (Lantmäteriet)
- Biotopkartering (Länsstyrelsen)
- Brodata (Trafikverket)
- Avbördningskapacitet vid dammar (Länsstyrelsen)
- Flödes- och nivådata (Emåförbundet, SMHI)

# Sammanfattning – modelluppbyggnad

- Etablerad vattendragsmodell (MIKE 11 HD/NAM) baseras på bästa tillgängliga underlag
- Modellen beskriver:
  - *Tillrinningens årstidsvariation*
  - *Transporttider i systemet*
  - *Transport- och magasinskapacitet*
- Modellen ger en rimlig beskrivning av både hög- och lågflöden

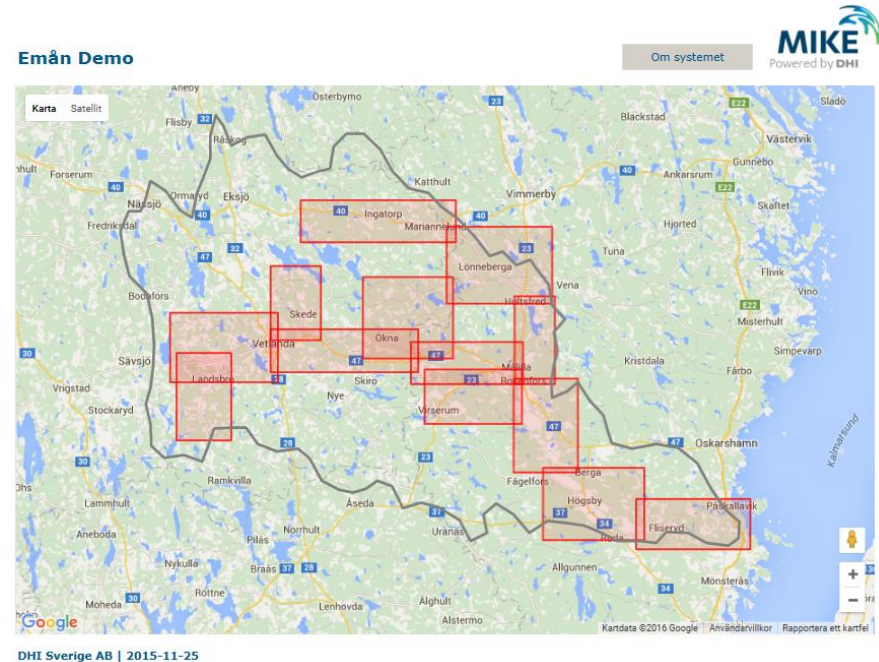
## 2. Exempel på modelltillämpningar

# Exempel på modelltillämpningar

- Översvämningskartering för 10- och 100-årsflöde enligt ”MSB-metodik”
  - *Identifiera riskområden för översvämning*
  - *Åtgärdsanalys i viss mån, t.ex. effekter av kapacitetsförändringar i vattendraget*
- Kombinerad hydrologisk och hydraulisk modellering (1D)
  - *Dynamisk simulering av flöden och nivåer i vattendrag och magasin*
  - *Koppling till verklig regnhändelse eller scenarier*
  - *Åtgärdsanalyser: ändrad reglering, åtgärder som påverkar kapaciteten*
- Detaljerad modellering (2D)
  - *Åtgärdsanalyser: effekter av åtgärder på flodplanet (vallar, diken etc.)*

# Exempel 1. Översvämningsskartering för 10- och 100-årsflöde - Informationssystem för Emån (demo)

- Publikt
- Bakgrundskarta: Google Maps
- Fördefinierade delområden
- Fördefinierade info-punkter
- Kort förklarande text till varje scenario
- Utbredning och djup
- Anpassat för uppdatering med nya scenarier



<http://eman.dhigroup.com>

## Exempel 2. Kombinerad hydrologisk och hydraulisk modellering (1D)

### Frågeställningar:

- Magasinens betydelse för översvämningsrisken i Mörlundaområdet vid högflöde
- Magasinens betydelse för flödet vid Emsfors under torrperioder

### Scenarier

Flöde	Initial fyllnadsgrad (FG) i magasin*	Flödesbelastning
Q10	90 %, "Beredskap för torka"	Baserat på juli 2012
Q10	50 %, "Beredskap för översvämning"	Baserat på juli 2012
Lågflöde	90 %, "Beredskap för torka"	Baserat på sommar/höst 2013, ingen ndb efter 1 okt
Lågflöde	50 %, "Beredskap för översvämning"	Baserat på sommar/höst 2013, ingen ndb efter 1 okt

# Volym i magasin

Magasin	Yta (km <sup>2</sup> )	Volym (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) 90 % FG	Volym (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) 50 % FG
Solgen	21	35.5	20.6
St Bellen	6.9	11.1	6.1
Hjortesjön	2.6	3.1	1.7
Hulingen	6.3	8.6	4.7
<b>Totalt</b>		<b>58</b>	<b>33</b>

”Beredskap för översvämning”

vid 50 % FG kan man magasinera 10 m<sup>3</sup>/s  
i ca 1 månad innan man är uppe i 90 % FG

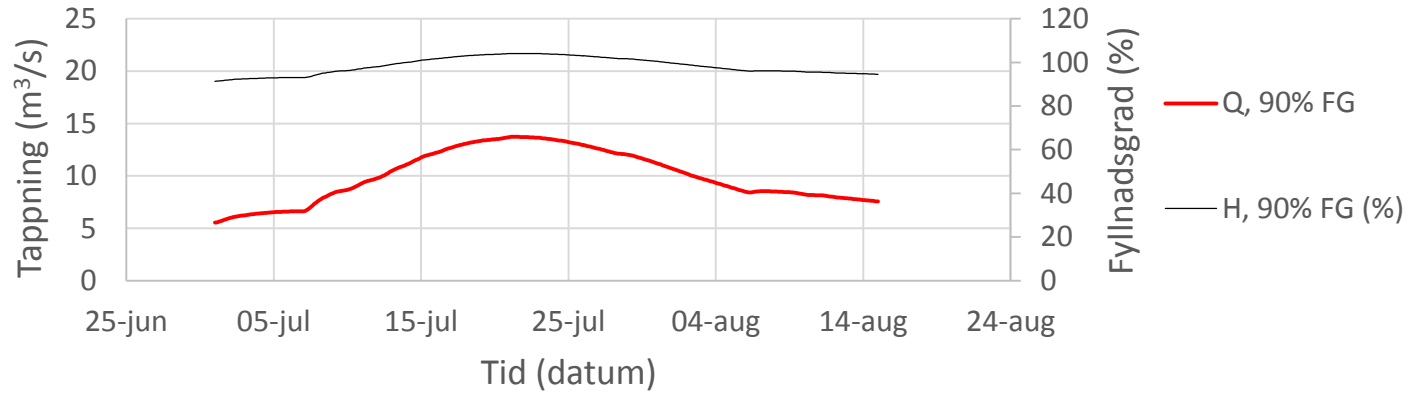
”Beredskap för torka”:

vid 90 % FG kan man tappa 5 m<sup>3</sup>/s i ca 2  
månader innan man är nere i 50 % FG



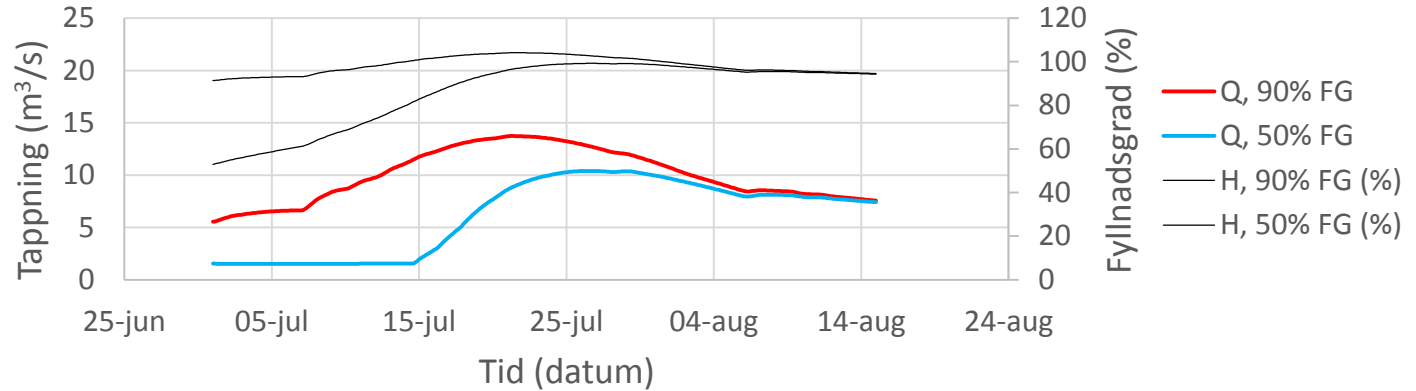
# Högflöde (Q10) med 90 och 50 % fyllnadsgrad

- Solgen

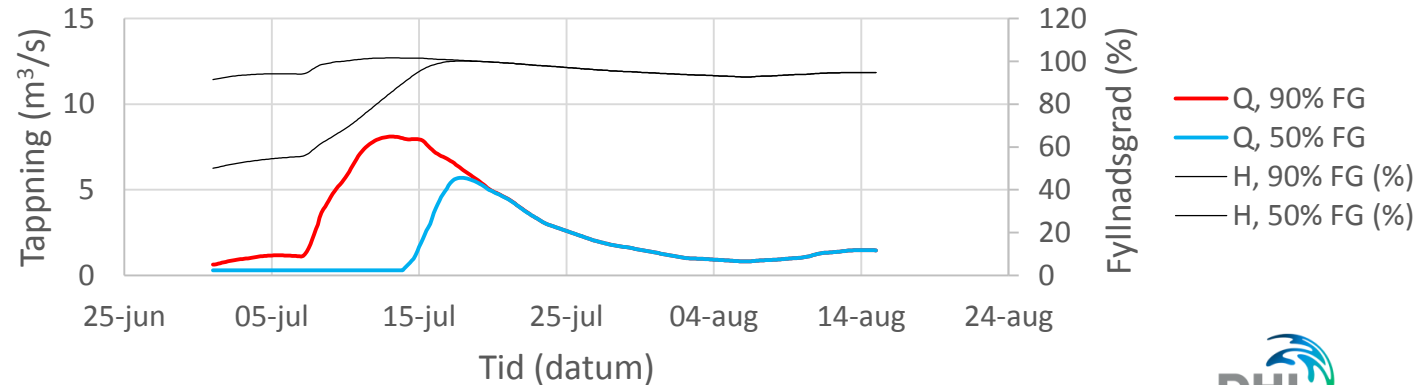


# Högflöde (Q10) med 90 och 50 % fyllnadsgrad

- Solgen



- St Bellen



# Högflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

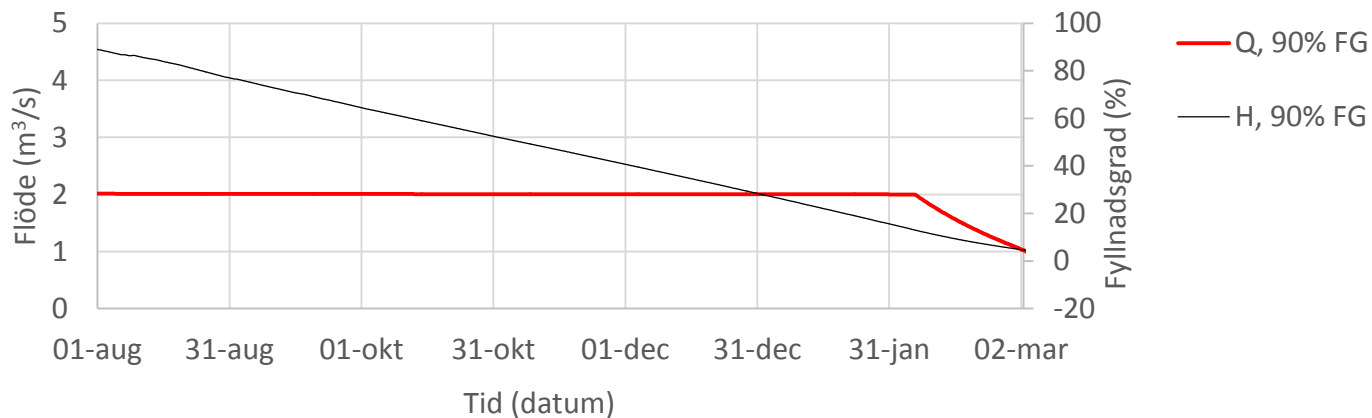
## Sammanfattning:

- Ingen förändring av maxflöden i Gårdvedaån och Silverån
- Maxflödet i Mörlundaområdet minskar från 110 till 95 m<sup>3</sup>/s (14 % minskning)
- Maxnivån i Mörlundaområdet minskar med ca 20 cm

# Lågflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

- Solgen

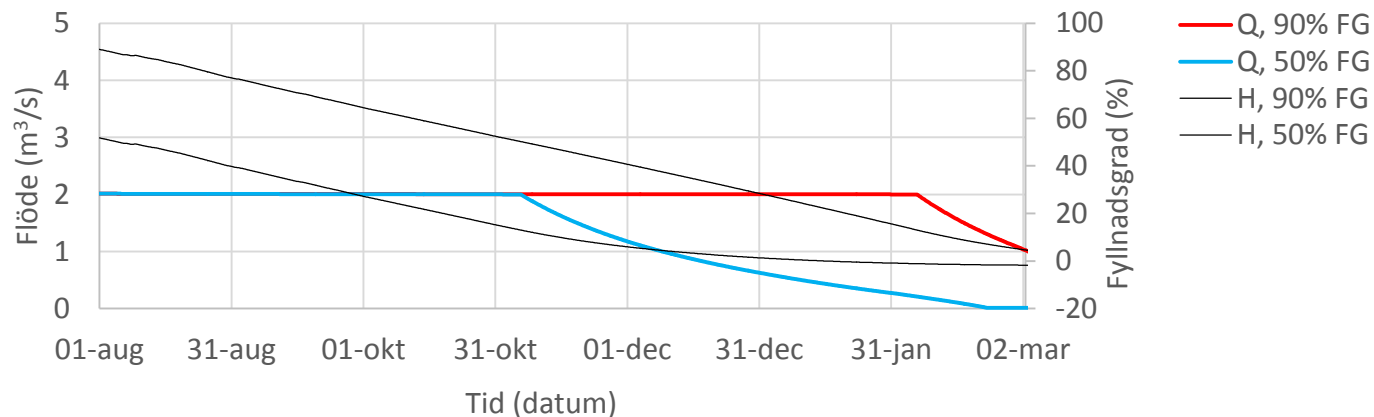
$$Q_{\min} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$



# Lågflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

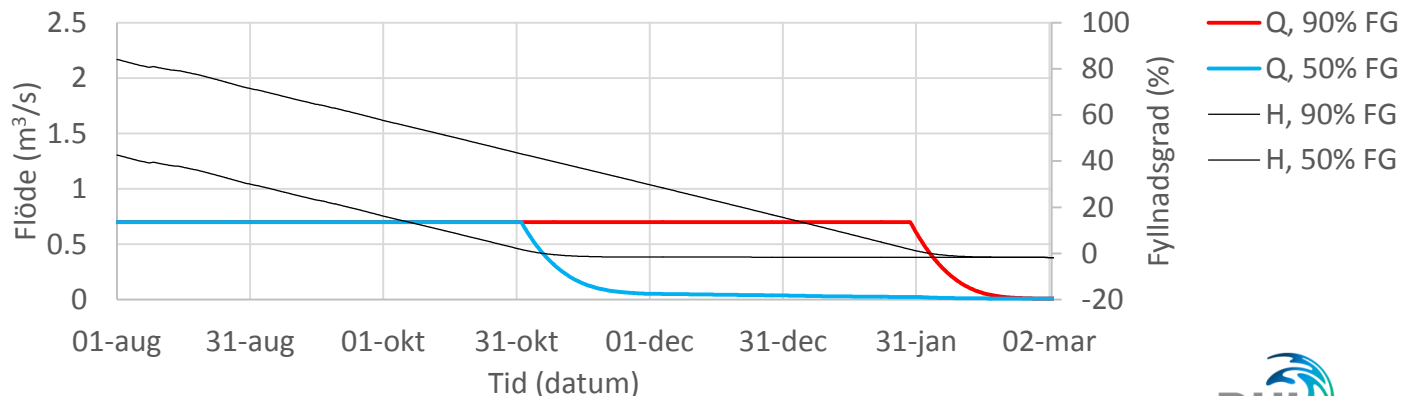
- Solgen

$$Q_{\min} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$



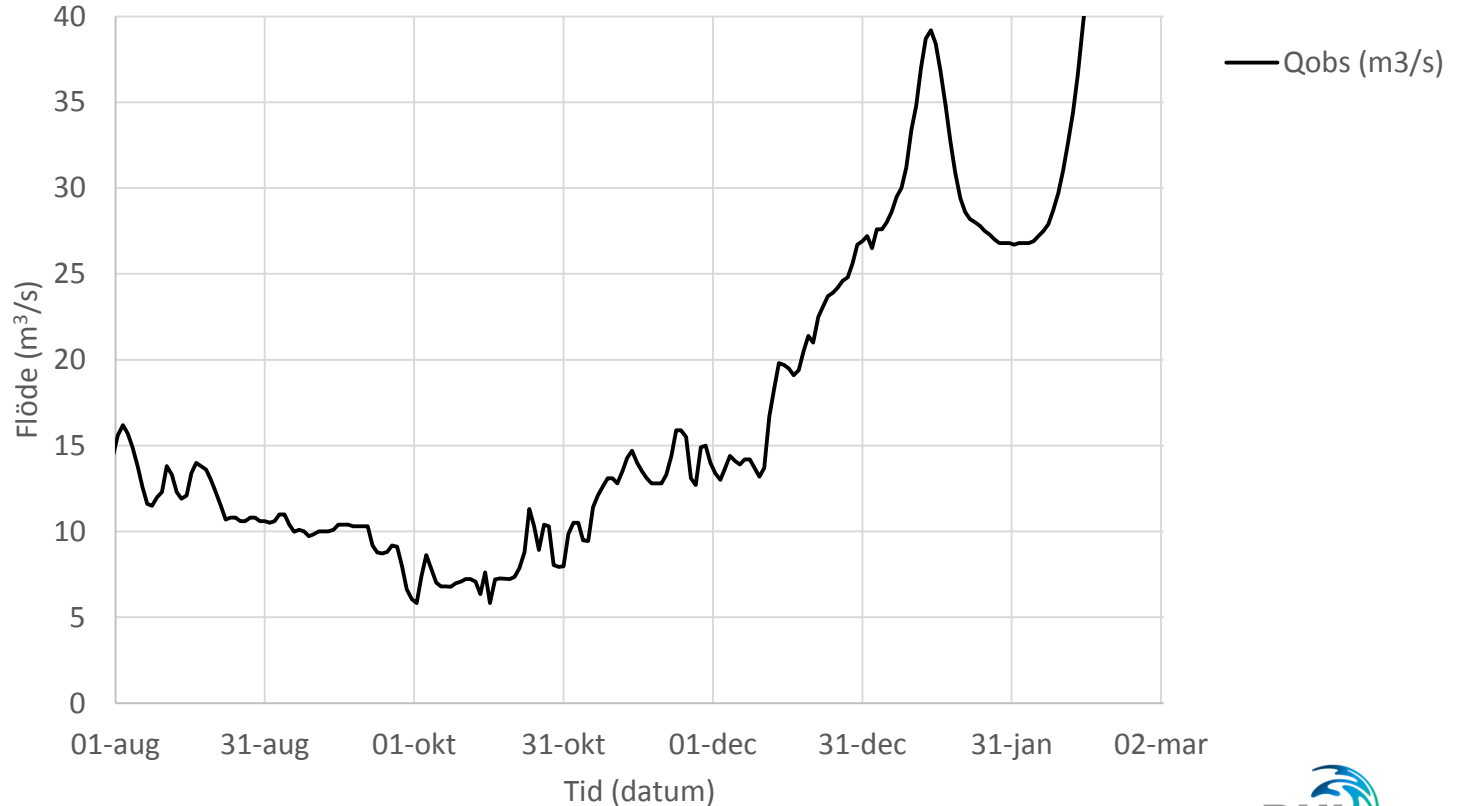
- St Bellen

$$Q_{\min} = 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$$



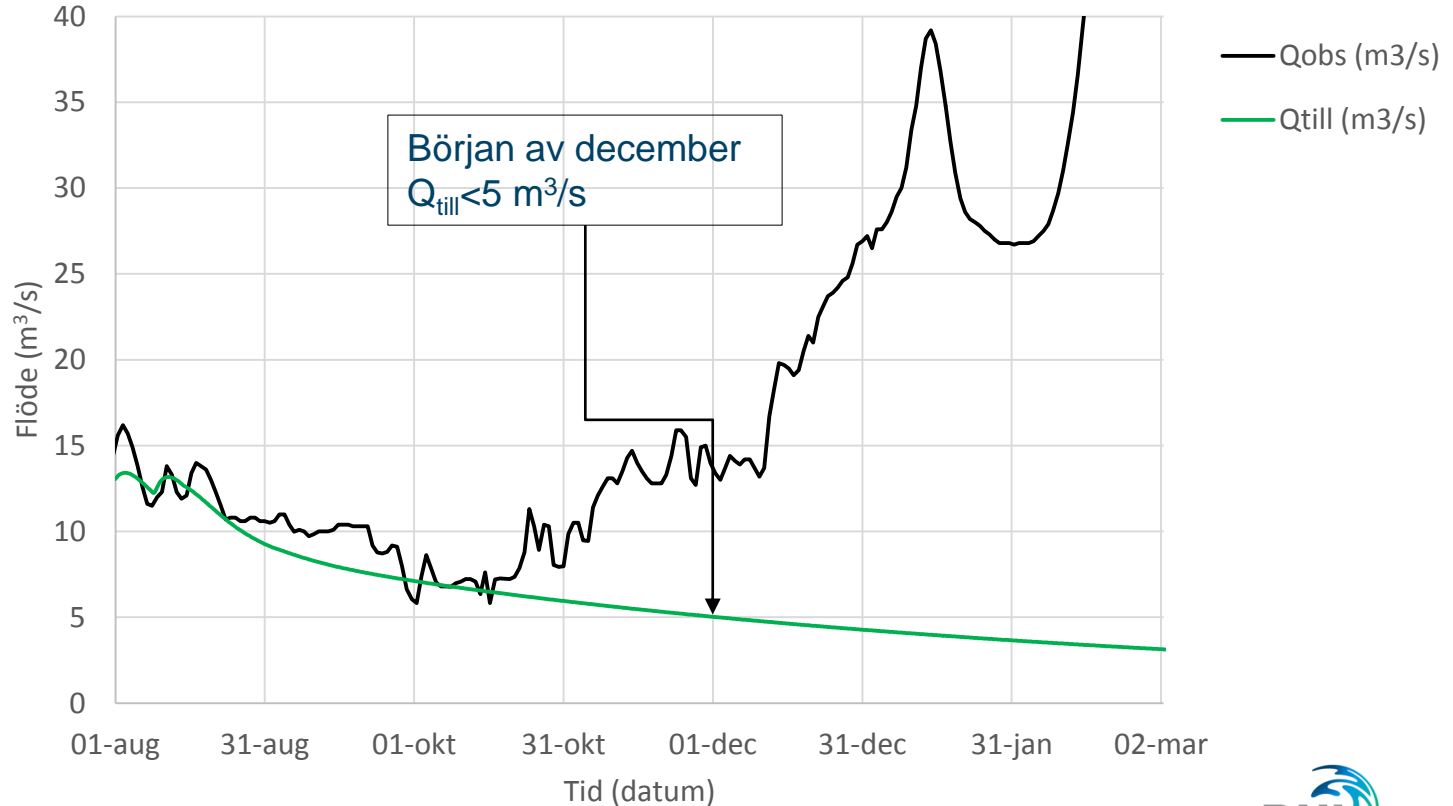
# Lågflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

- Emsfors



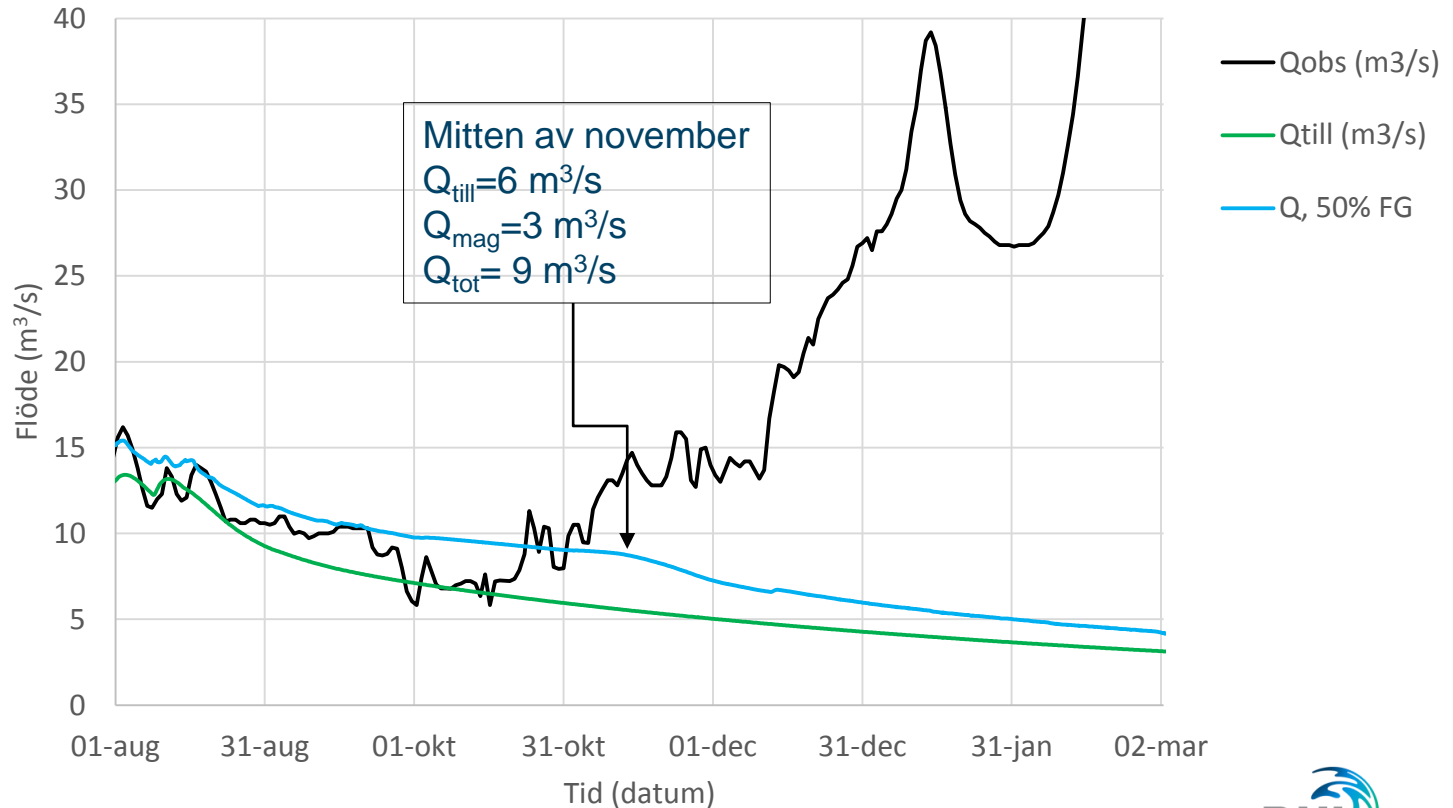
# Lågflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

- Emsfors



# Lågflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

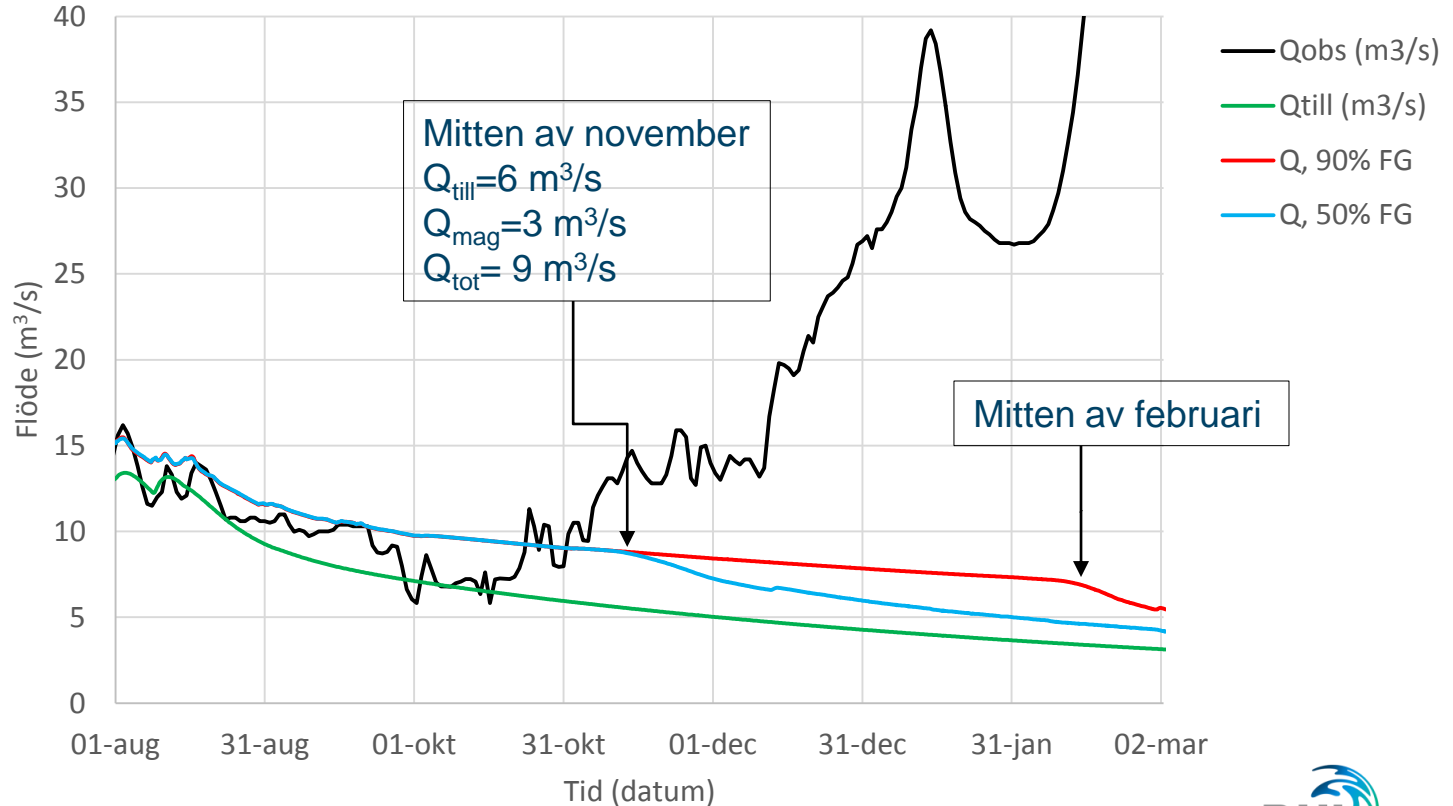
- Emsfors





# Lågflöde med 90 och 50 % fyllnadsgrad

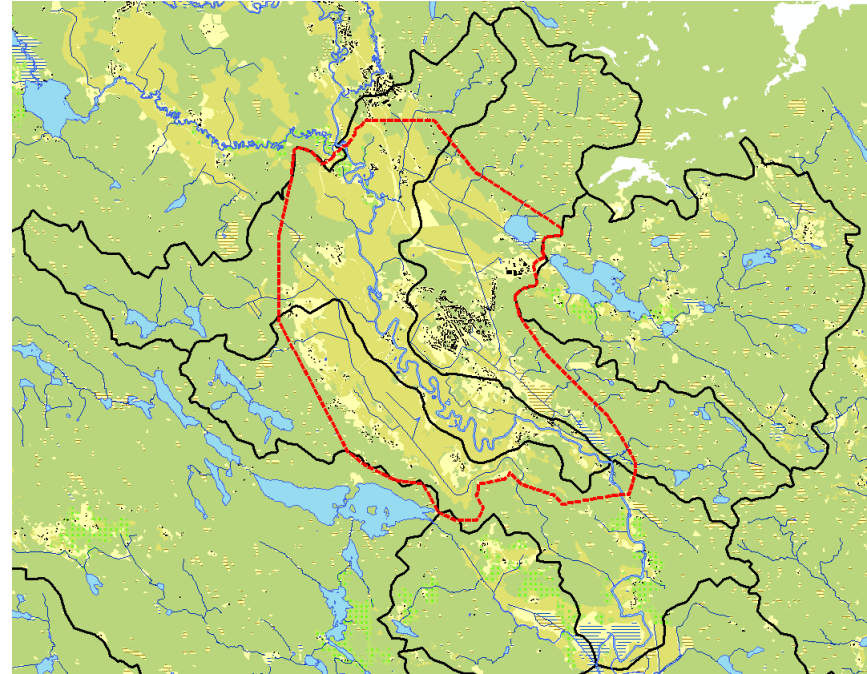
- Emsfors



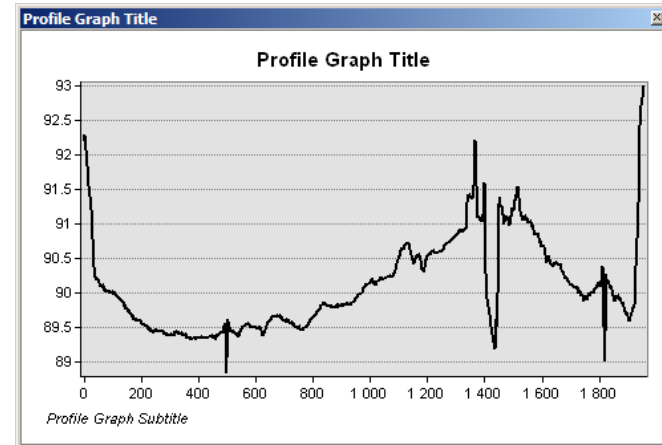
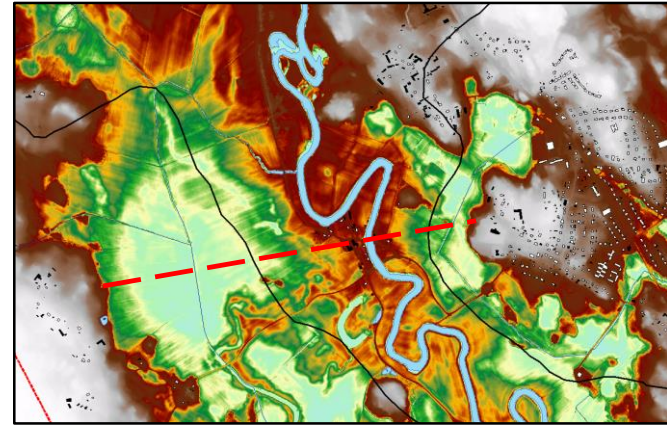
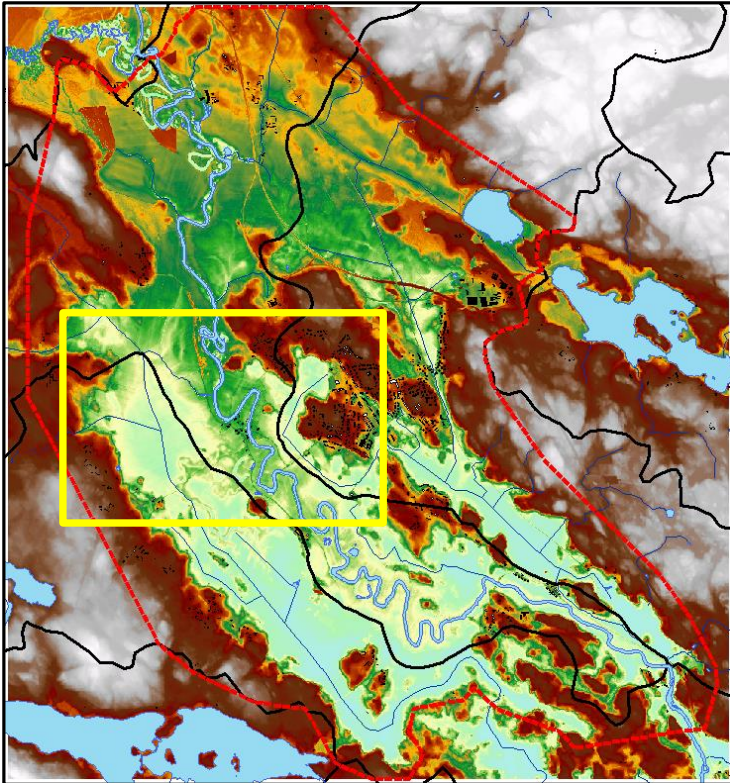
## Exempel 3. Detaljerad modellering (1D/2D)

Mörlundaplatån:

- Huvudfåran från Aby bro till ca 3 km nedströms Tigerstad bro
- ca 40 km<sup>2</sup> markyta
- 17 km av huvudfåran

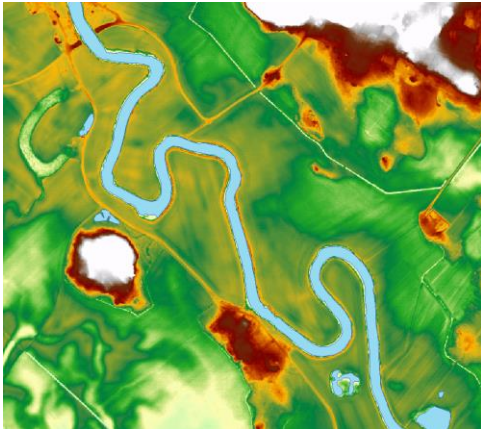


# Höjdmmodell - Mörlundaplatån

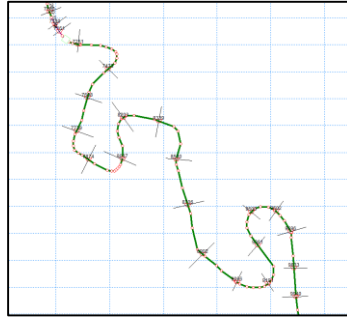


# Uppbyggnad av kopplad 1D/2D-modell

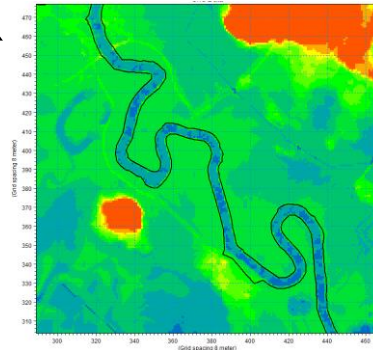
Höjdmodell (2x2 m)



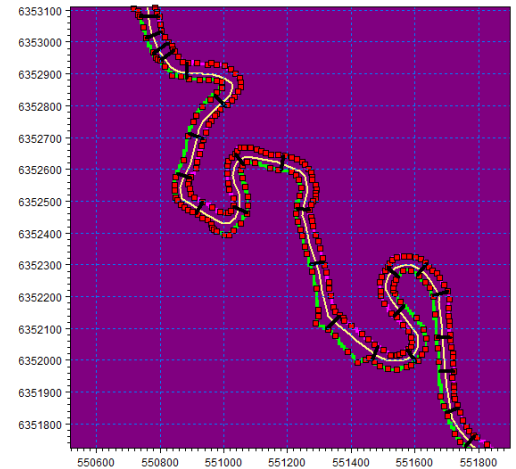
MIKE 11



MIKE 21 (8x8 m)



MIKE11 + MIKE21



## Exempel 3. Detaljerad modellering (1D/2D)

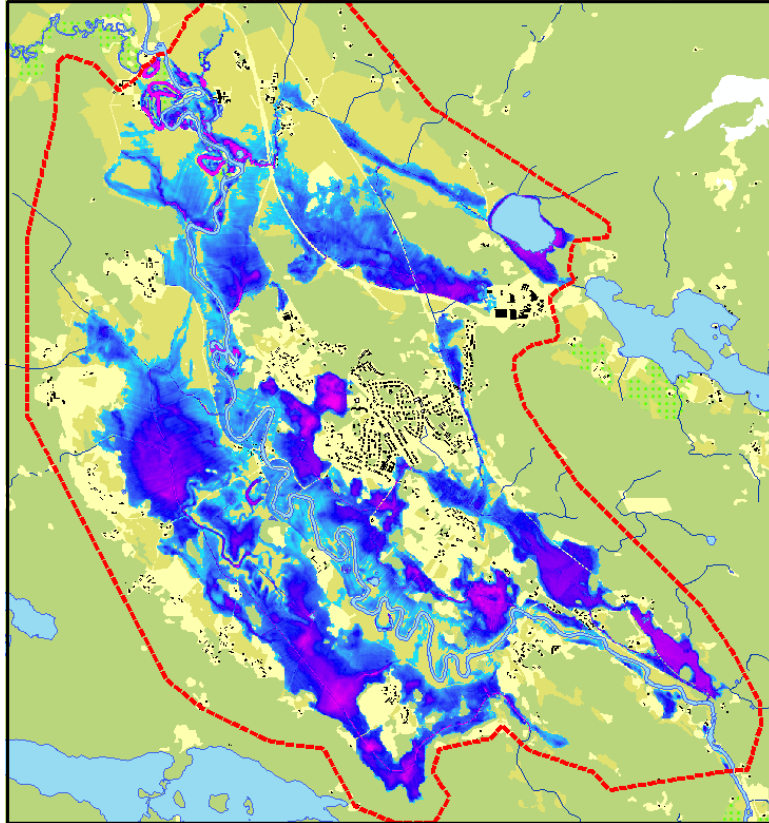
### Frågeställningar:

- Effekter av invallningar på översvämningensrisken i Mörlundaområdet
- Effekter av invallningar på flöden och nivåer upp / nedströms

### Scenarier

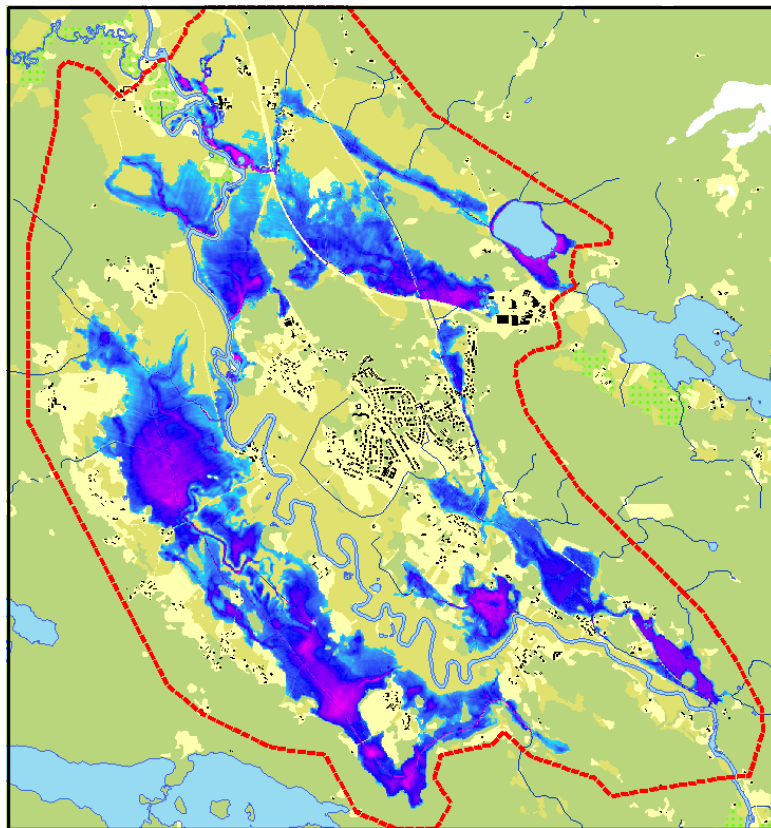
Flöde	Åtgärd	Initial fyllnadsgrad (FG) i magasin	Flödesbelastning
Q10	Nuläge	90 %	Baserat på juli 2012
Q10	Förhöjda vallar / leveer	90 %	Baserat på juli 2012
Q100	Nuläge	90 %	Baserat på juli 2012

# Q10 – nuläge



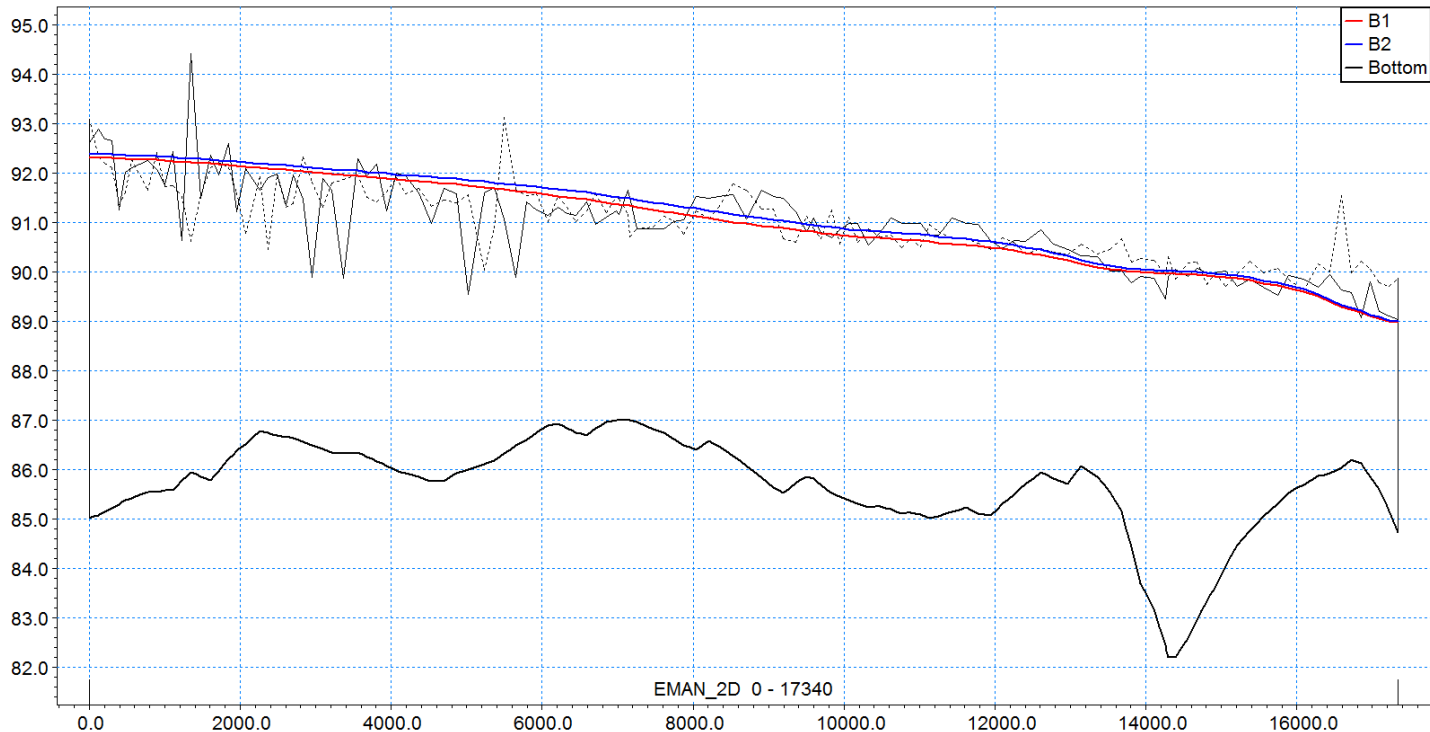


## Q10 – förhöjda vallar



# Nivåprofil Mörlunda-området

- Nivåprofil 2D-område, ~0.1 m skillnad i maxnivå





# Kartering av riskområden för erosion

# Översiktlig kartering av erosionsrisker

- Baseras på jordartskartan och beräknad vattenhastighet från Q10/Q100-flöde
- Översiktligt underlag för att identifiera riskområden för erosion
- Underlag för fortsatta analyser och modellberäkningar

# Indelning av jordarter i tre klasser

- A. Låg risk för erosion (oberoende av vattenhastighet)
- B. Viss risk för erosion (beroende av vattenhastighet)
- C. Hög risk för erosion (visst beroende av vattenhastighet)

## A:

Berg  
Urberg  
Morän  
Sandig morän  
Grusig morän  
Isälvssediment, sten-block  
Sten-block  
Blockmark  
Älvsediment, sten-block  
Rösberg  
Sandig-siltig morän  
Lerig morän  
Gyttja  
Torv  
Mossetorv  
Kärrtorv

## B:

Isälvssediment  
Isälvssediment grus  
Lera-silt  
Svallsediment grus  
Svämsediment ler-silt  
Glacial lera  
Gyttjelera (Iergyttja)  
Postglacial lera  
Vittringsjord  
Talus (rasmassor)  
Älvsediment grus  
Morängrovlera  
Svämsediment grus  
Vittringsjord sand-grus

## C:

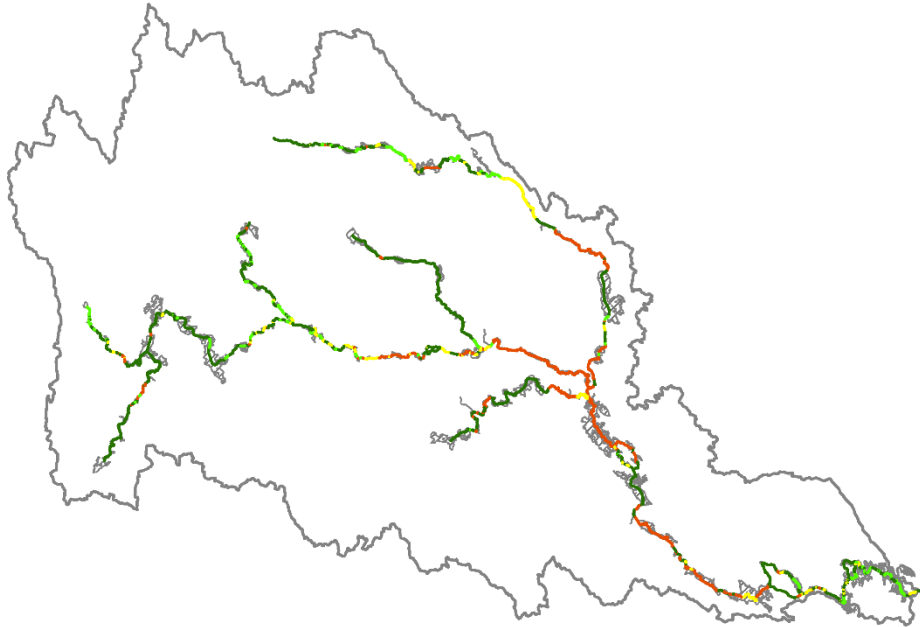
Postglacial sand  
Isälvssediment, sand  
Glacial grovsilt - finsand  
Älvsediment, sand  
Svämsediment, sand  
Glacial silt  
Postglacial silt  
Silt  
Fyllning

# Indelning i riskklasser

- Jordartklass A tilldelas alltid lägsta riskklassen, oavsett vattenhastighet
- De mest lätteroderbara jordarterna i klass B antas erodera vid 0.7 m/s
- De mest lätteroderbara jordarterna i klass C antas erodera vid 0.2 m/s

<u>Klass</u>		<u>Jordartsklass</u>	<u>Medelhastighet</u>
0	←	A	-
1	←	B	< 0.7 m/s
2	←	B	> 0.7 m/s
	↙	C	< 0.2 m/s
3	←	C	> 0.2 m/s

# Klassificering för hela vattendraget



<u>Klass</u>	<u>Längd (km)</u>
0	204
1	45
2	39
3	104

# Summering och diskussion kring fortsatt arbete

# Summering och slutsatser

- Etablerad hydrologisk/hydraulisk modell för övergripande studier
- Bra grund att bygga vidare på
- Inledande beräkningar för att illustrera konsekvenser av åtgärder vid höga och låga flöden
- Detaljerad modellering med kopplad 1D/2D-modell
- Översiktlig kartering av erosionsriskområden
- Etablerat enkelt webb-baserat informationssystem

# Fortsatt tillämpning och utveckling av modeller och verktyg

- Modelluppdatering och kalibrering

Kalibrering med fokus på:

- *Vattennivåer vid kritiska översvämningsomr.*
- *Tillrinning vid intensiva regn sommartid*

- Fördjupad analys

Flöden vid intensiva sommarregn

Torrperioder av olika karaktär

- *Klarlägga variationer i vattenuttag och regleringens betydelse*

- Kompletterande scenarier

Klimatscenarier, åtgärdsscenarier

- Utvidgning av modellområdet (1D)

Komplettering och förlängning biflöden

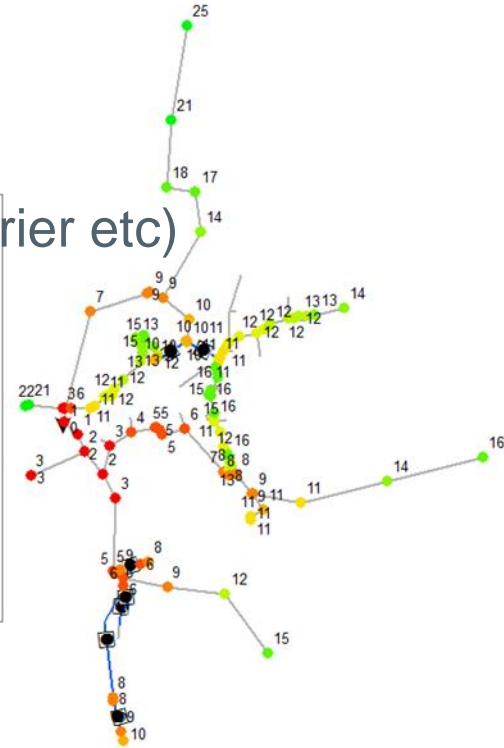
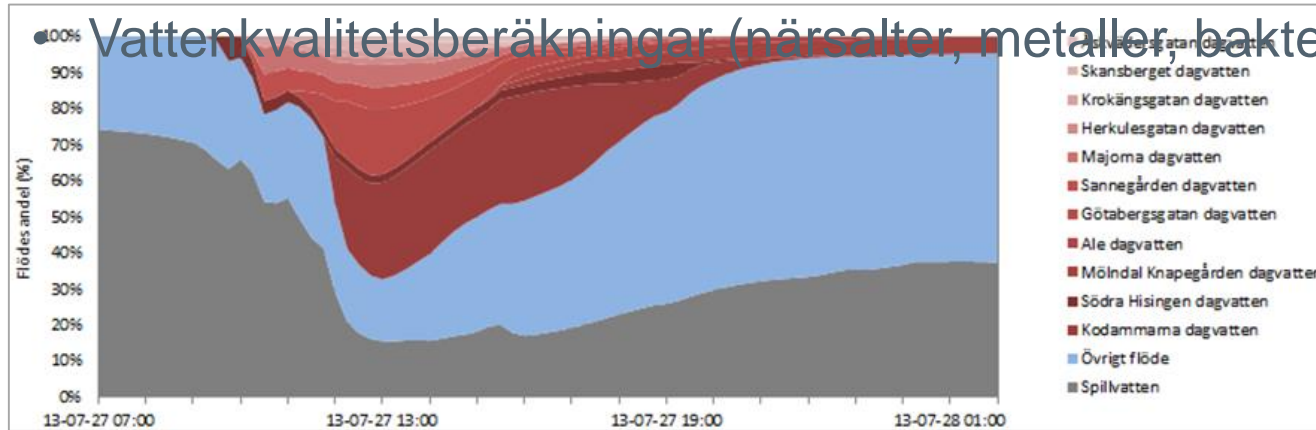
- Detaljerad modellering (2D)

Addera 2D-områden



# Exempel på andra tillämpningar för vattendragsmodellen

- Beräkning av rinntider
- Spårämnesberäkning (utspädning och transport)



# Exempel på andra tillämpningar för vattendragsmodellen

- Beräkning av rinntider
- Spårämnesberäkning (utspädning och transport)
- Vattenkvalitetsberäkningar (närsalter, metaller etc)
- Beräkning av sedimenttransport (erosion/deposition)
- Kombination av höga flöden och skyfall över tätorter
- Kostnad-nyttoanalys för åtgärder



## Kombinerade regn- och flödesberäkningar

Framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå



# Möjligheter till fortsatt utveckling av verktyg för information och beslutstöd

Online /dag	Historik	Prognos	FOD	FOD Resultat	Regn	Driftstatus
-------------	----------	---------	-----	--------------	------	-------------

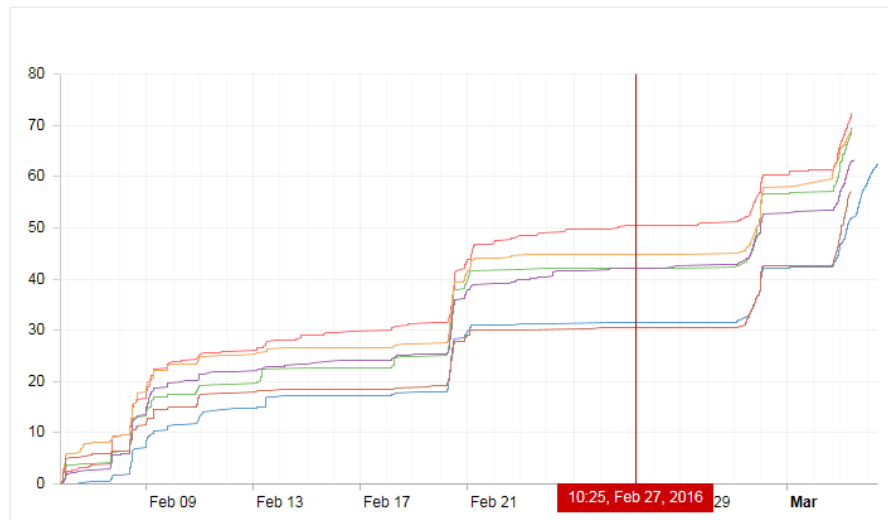
- Barlastplatsen
- Bergsjön
- Chalmers
- Järnbrottsmotet
- Tolered
- Torpagatan
- Torslandaflygpl

Startdatum

2016-02-06 26

Slutdatum

2016-03-08 26



Barlastplatsen	31,40	Bergsjön	50,40
Järnbrottsmotet		Tolered	44,90
Torpagatan		Torslandaflygpl	

# Möjligheter till fortsatt utveckling av verktyg för information och beslutstöd

- Utveckling av informationssystemet
- Scenarioverktyg för simulering och beslutstöd
  - Olika flöden, nederbörd, hydrologiska situationer
  - Olika tappningsstrategier
  - Olika åtgärdsscenarioer

# Möjligheter till fortsatt utveckling av verktyg för information och beslutstöd



kungsbackaån

MIKE CUSTOM

Prognossystem för Kungsbackaån. Vattennivåer och regn

Mätpunkter  
● Vattennivå  
◆ Regn  
● Flöde

Klicka på en punkt i kartan för att öppna ett diagram.

Höjd anges i RH2000

1.01 m

Björkrisbron

0.16 m

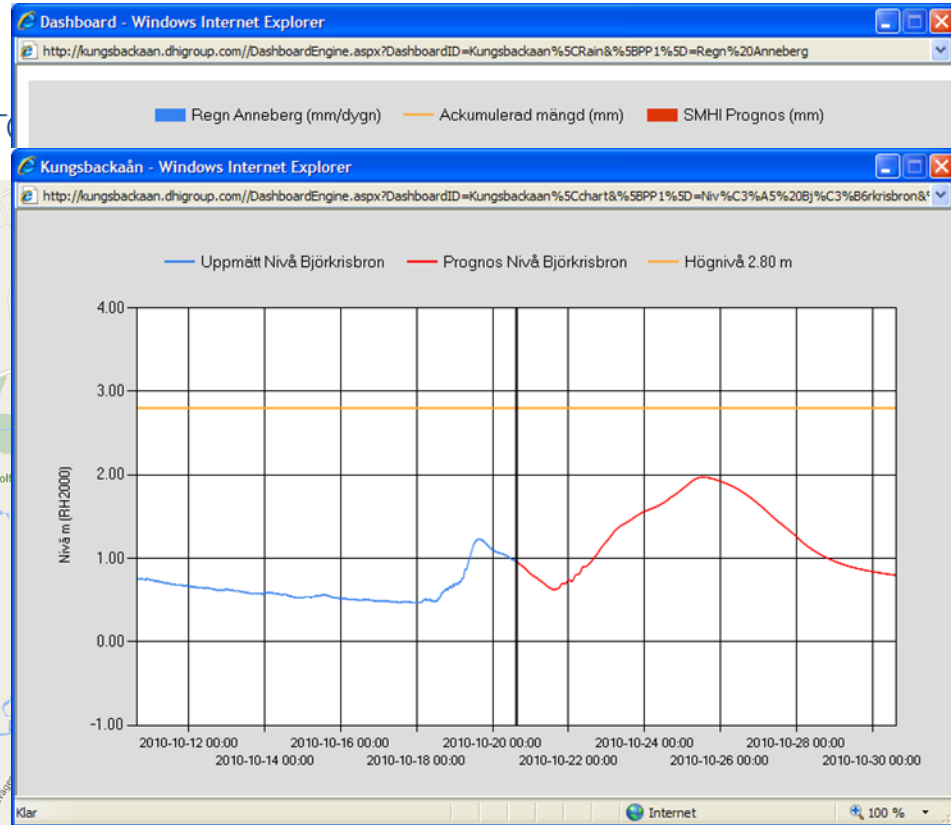
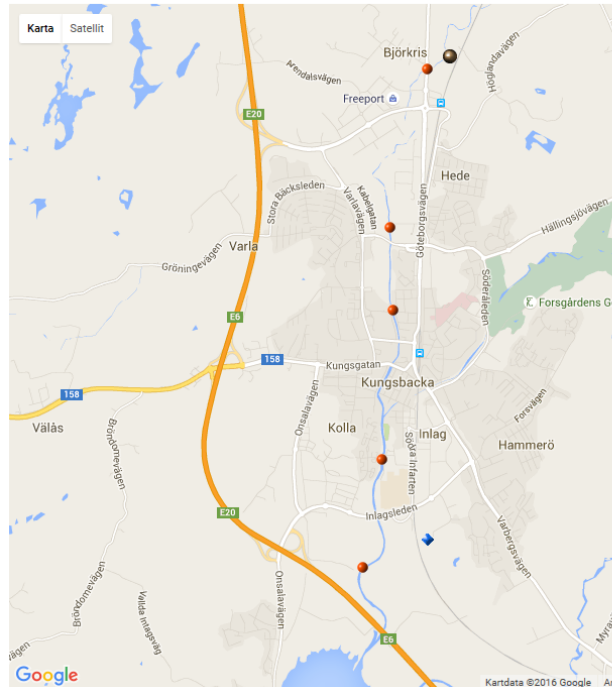
Bergsgatan

-0.02 m

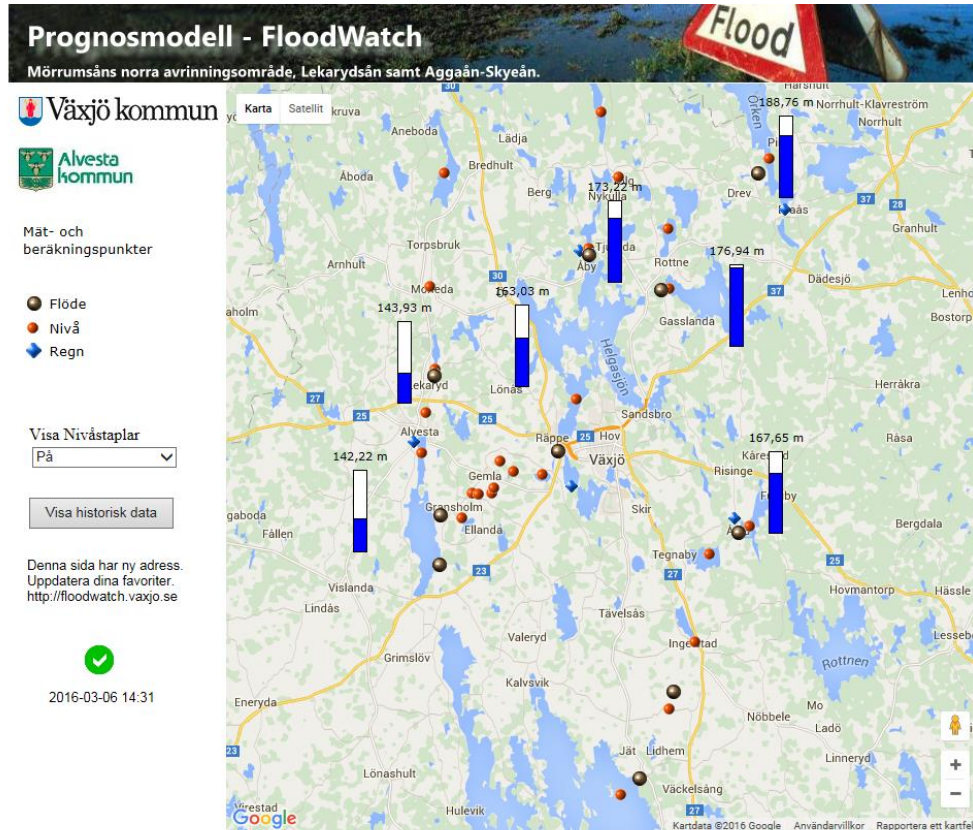
Kolla



2016-03-06 19:33



# Möjligheter till fortsatt utveckling av verktyg för information och beslutstöd



# Möjligheter till fortsatt utveckling av verktyg för information och beslutstöd

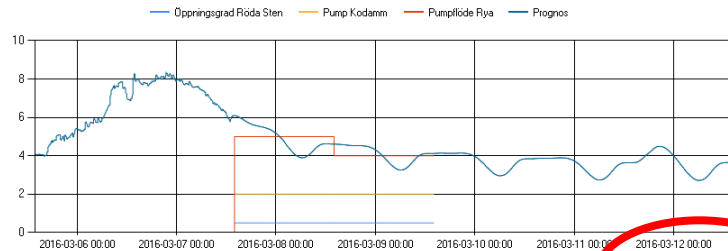
Online /dag	Historik	Prognos	FOD	FOD Resultat	Regn	Driftstatus
-------------	----------	---------	-----	--------------	------	-------------

Systemet är tillgängligt för att skapa en ny prognosberäkning

	Pumpflöde Rya (0-20 m <sup>3</sup> /s)	Pump Kodamm maxantal (0,1,2)	Öppningsgr Röda Sten (0-1)
2016-03-07 14:00:00	0	2	0.5
2016-03-07 16:00:00	5	2	0.5
2016-03-07 18:00:00	5	2	0.5
2016-03-07 20:00:00	5	2	0.5
2016-03-08 00:00:00	5	2	0.5
2016-03-08 14:00:00	5	2	0.5
2016-03-09 02:00:00	4	2	0.5
2016-03-09 14:00:00	4	2	0.5

Visa ursprunglig tabell

1. Spara

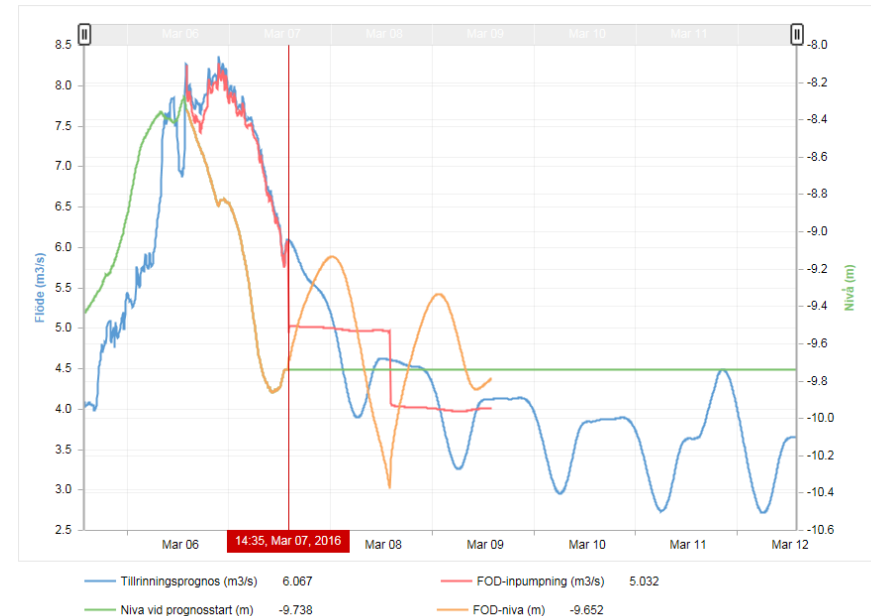


2. Starta beräkning

Online /dag	Historik	Prognos	FOD	FOD Resultat	Regn	Driftstatus
-------------	----------	---------	-----	--------------	------	-------------

RYA PS, Forecast On Demand : 2016-03-07 14:15

Export



# Tack!

Ola Nordblom  
Lars-Göran Gustafsson

