

Spridningsmodellering av utsläpp till Mälaren

Kristina Dahlberg

Norrvatten Kvalitet och utveckling



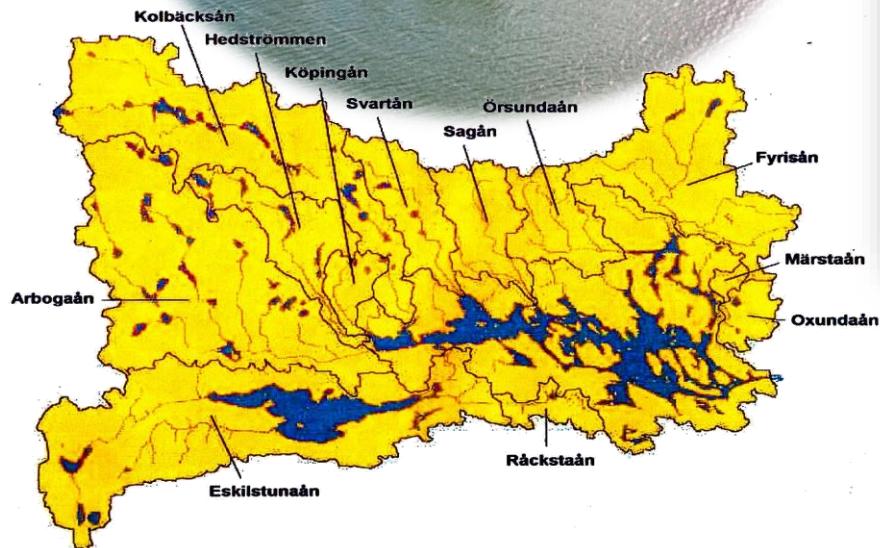
Agenda

- Bakgrund
 - Norrvatten och Mälaren som dricksvattentäkt
- Behov och nytta med en spridningsmodell
- Beskrivning av Mälarmodellen
- Exempel på tillämpningar idag



Norrvatten - Görvålverket

- Försörjer 14 kommuner – ca 600 000 människor med dricksvatten
- Produktion ~125 000 m³/dygn



Mälaren

Area avrinningsområde: 22600km²
(6 län, ca 60 kommuner)

Area: 1100km²
Utflöde: 5 Miljarder m³/år



Mälaren påverkas av...



Avlopp



Dagvatten



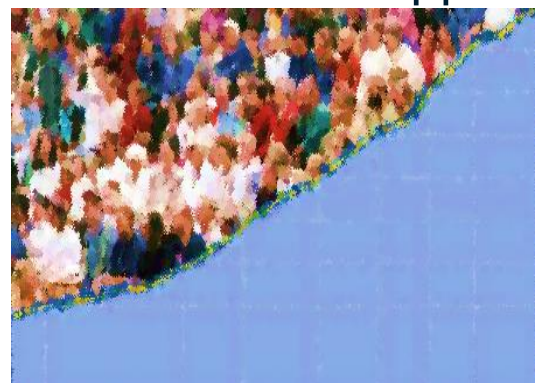
Enskilda avlopp



Jordbruk/Skogsbruk



Båttrafik



Växande befolkning

Klimatförändringar!



Behov av en spridningsmodell



Beskrivning spridningsmodell

Strömningsmodell

Modell som beskriver strömningsförhållandena i sjön utgående från dess fysiska utformning (öar, sund, djupförhållanden etc) och utifrån ett urval av drivdata såsom vind, temperatur, nederbörd, vattenstånd mm.



Prognosverktyg

Verktyg vars underliggande strömningsmodell beräknar strömfält utgående från prognostiserade drivdata. Möjliggör bedömning av ett riktigt utsläpps spridning några dagar framåt i tiden.



Scenarioverktyg

Verktyg vars underliggande strömningsmodell beräknat strömfält för historiskt uppmätta drivdata. Möjliggör bedömning av ett eller flera tänkbara utsläpps spridning under olika tänkbara förhållanden.



Exempel på tillämpningar

- Badvatten
 - Utredning av föroreningskällor (dagvatten, avlopp, betesdjur)
 - Provtagningspunkter och frekvens
 - Onlineprognoser för allmänheten
- Dricksvatten
 - Utredning av föroreningskällor (dagvatten, avlopp, betesdjur)
 - Bedömning av faktiska utsläpp
 - Bedömning av potentiella utsläpp
 - Vattenskyddsområde
- Miljö
 - Kemiska och biologiska processer
 - Fosfor, fisk, alger
- Samhällsplanering
 - Pedagogiskt verktyg för att underbygga beslut som tas
 - Pedagogiskt verktyg i utredning om påverkan av ex. nya bostadsområden



Behov av en spridningsmodell ur ett dricksvattenperspektiv

- Bedömning av faktiska utsläpp
 - Bedömning av om och när utsläppet kan nå intaget
 - Beslutsstöd för åtgärder vid vattenverket
 - Underlag som visar på vilka grunder man tog ett visst beslut (ökad dosering, dosering av aktivt kol, stängning av intag , etc)
- Bedömning av potentiella utsläpp
 - Underlag för risk- och sårbarhetsutredningar
 - Framtagande av lämpliga förebyggande åtgärder
 - Framtagande av lämpliga rutiner för åtgärder vid ett faktiskt utsläpp
 - Underlag för påtryckningar mot verksamhetsutövare (enskilda avlopp, transporter)
 - Samhällsplaneringsperspektiv (Nya bostadsområden – dagvatten)
 - Indata till mikrobiologisk riskanalys (MRA)



Beskrivning spridningsmodell

Strömningsmodell

Modell som beskriver strömningsförhållandena i sjön utgående från dess fysiska utformning (öar, sund, djupförhållanden etc) och utifrån ett urval av drivdata såsom vind, temperatur, nederbörd, vattenstånd mm.



Prognosverktyg

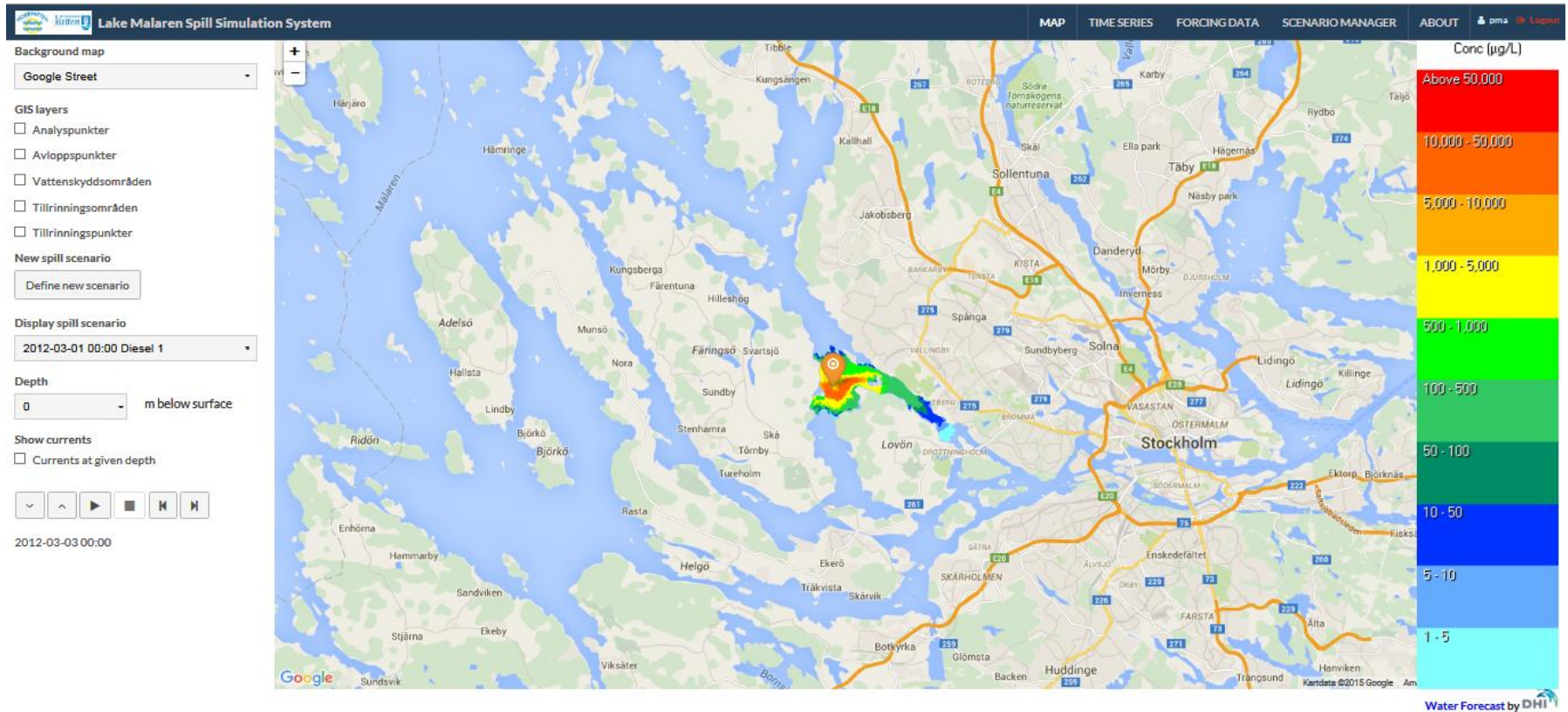
Verktyg vars underliggande strömningsmodell beräknar strömfält utgående från prognostiserade drivdata. Möjliggör bedömning av ett riktigt utsläpps spridning några dagar framåt i tiden.



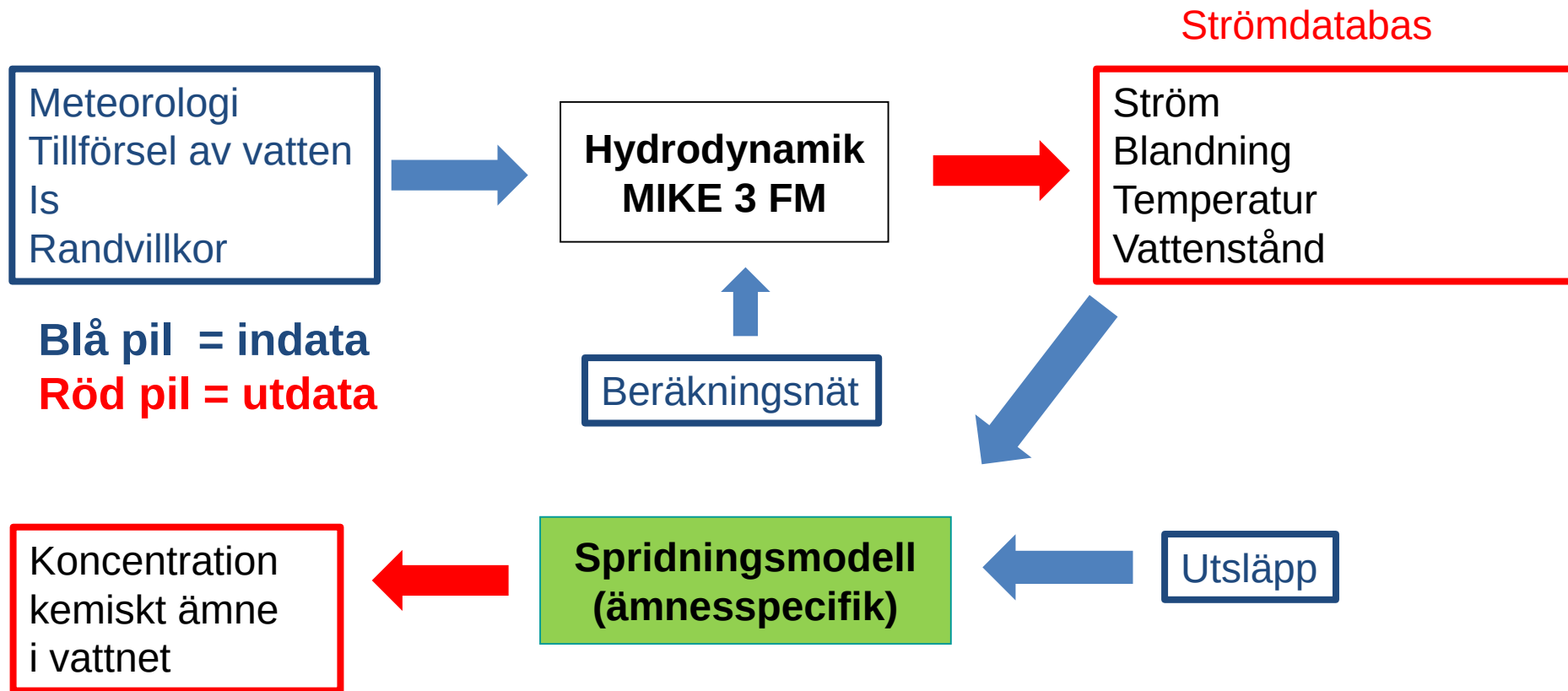
Scenarioverktyg

Verktyg vars underliggande strömningsmodell beräknat strömfält för historiskt uppmätta drivdata. Möjliggör bedömning av ett eller flera tänkbara utsläpps spridning under olika tänkbara förhållanden.

Mälarmodellen

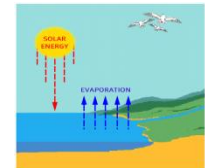
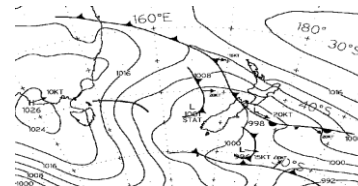
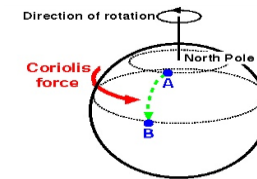
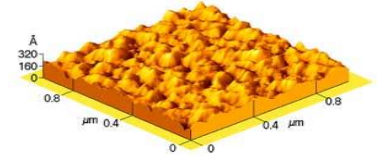
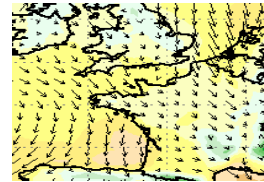


Hydrodynamisk modell och spridningsmodell



Vilka processer ingår i den hydrodynamiska modellen MIKE3 FM?

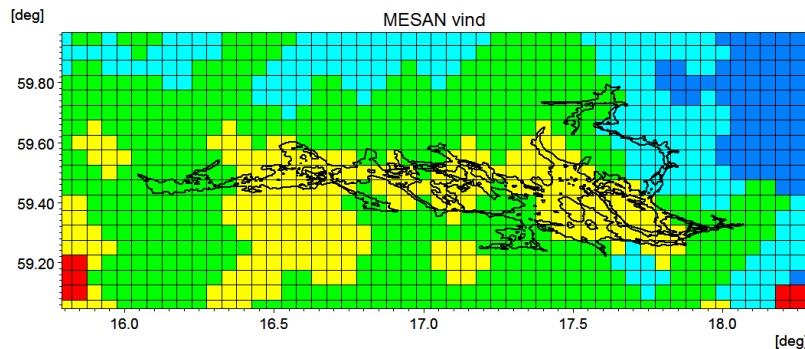
- Vinddriven ström
- Densitetsdrivna strömmar
- Värmeutbyte med atmosfären
- Bottenfriktion
- Tillflöden
- Avdunstning och nederbörd
- Gradienter i lufttryck
- Coriolis-kraften



Indata

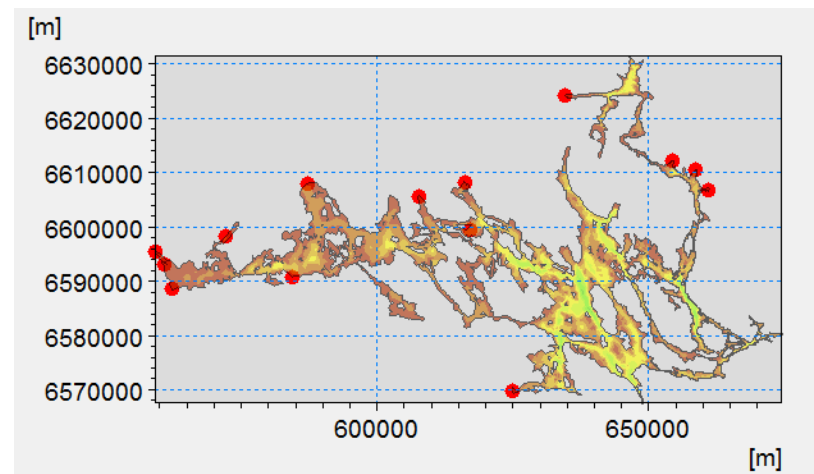
Meteorologiska förhållanden

- Data för
 - Vind
 - Lufttemperatur
 - Luftfuktighet, molnighet, nederbörd
- MESAN analysmodell (SMHI)
 - Upplösning 11 km x 11 km
 - Tidsupplösning: 1 timme



Tillförsel av vatten

- Vatten från vattendragen runt Mälaren
- Data hämtad från SMHI:s Vattenweb

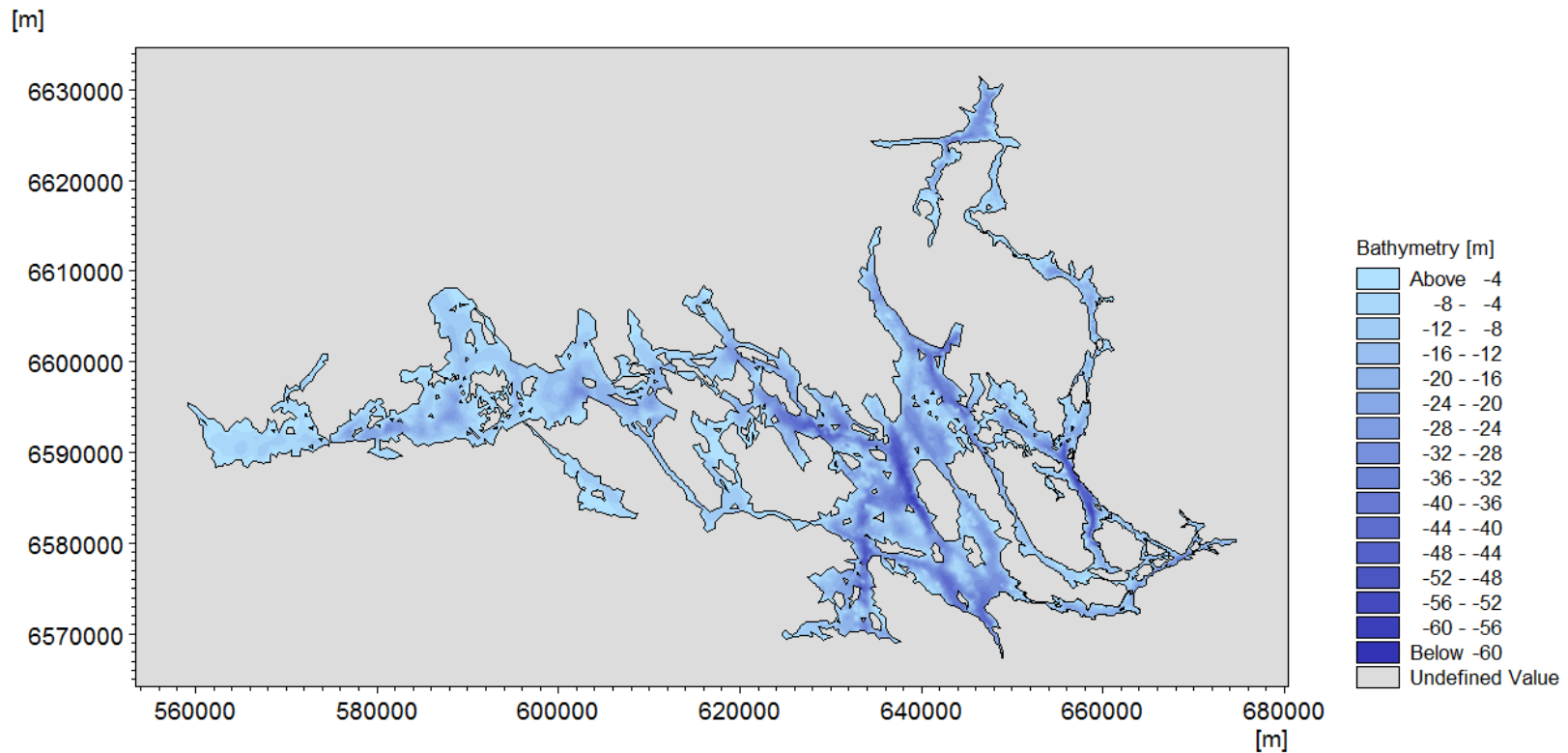


Is

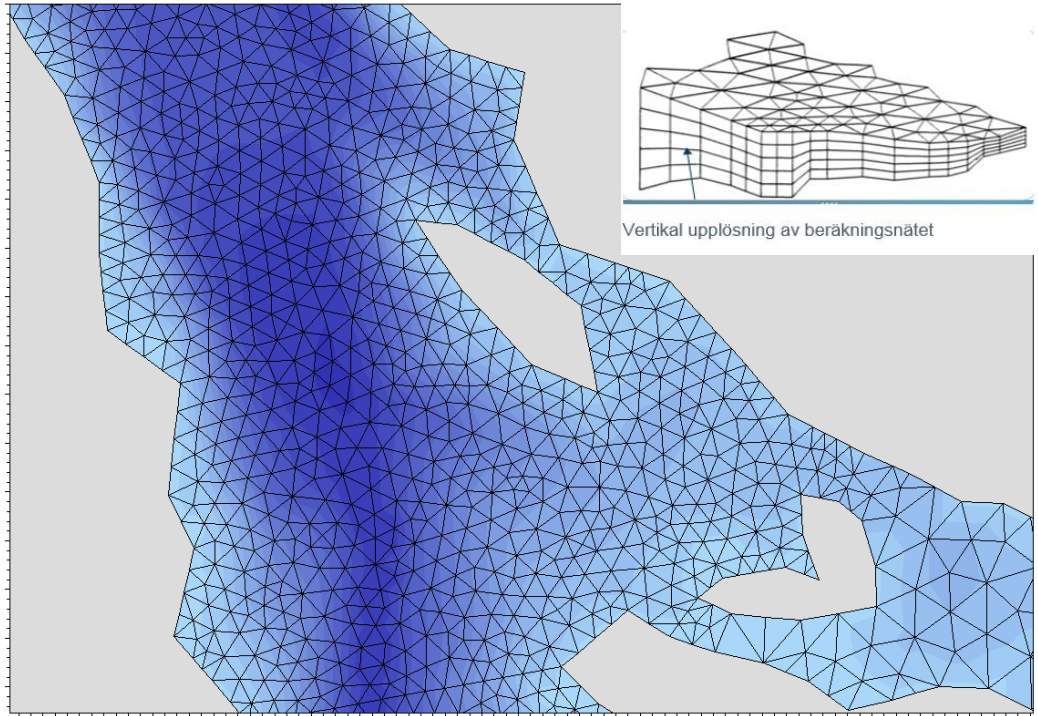
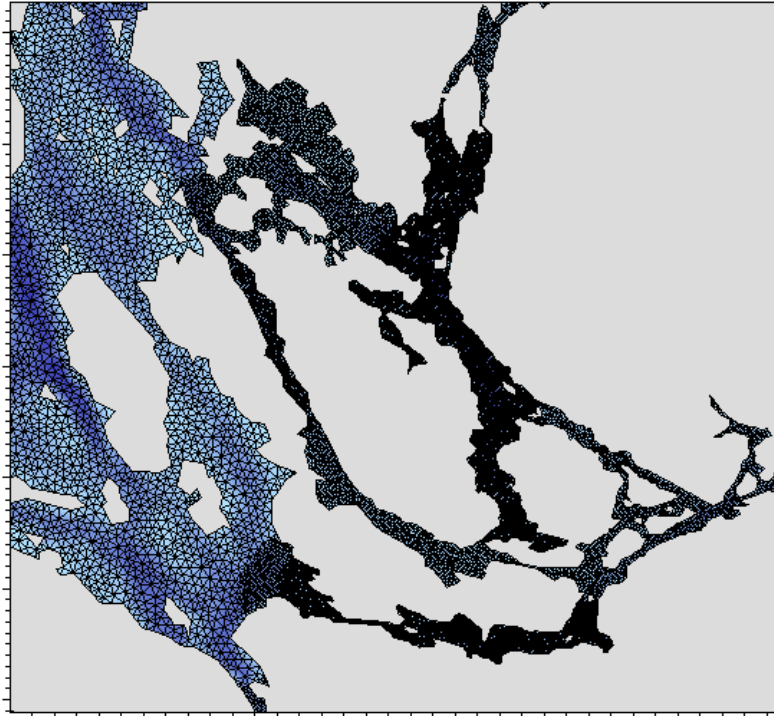
- Kartor av is-tjockleken



Beräkningsnätet – Modellområdet



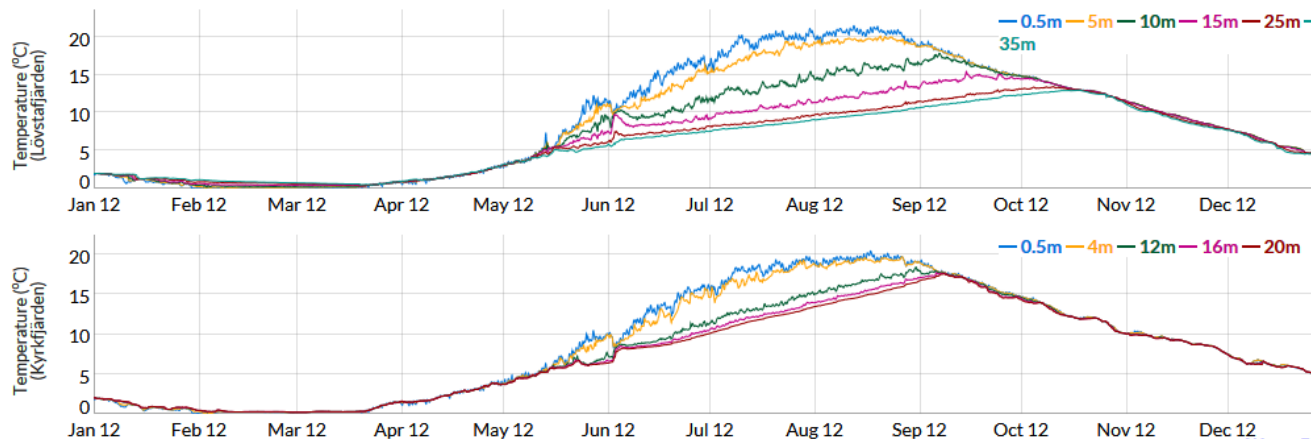
Beräkningsnätet – zoom östra Mälaren



Minsta triangel-sida ca 100 m

Indata - Resultat från hydrodynamiska modellen

- Tidsserier av temperaturen i vattnet
 - Extraherad från modell-resultat
 - Två punkter i Östra Mälaren
 - Från ytan ner till botten
- Tidserierna ger information när vattnet är blandat eller skiktat.



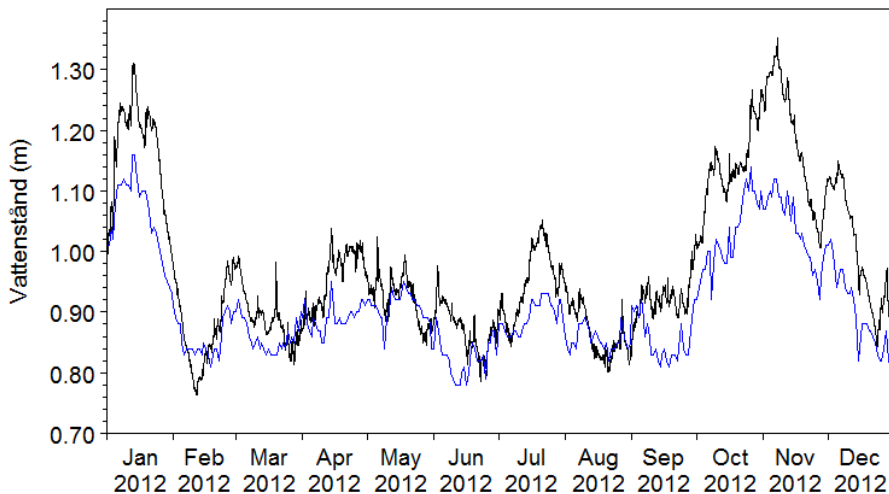
Water Forecast by DHI



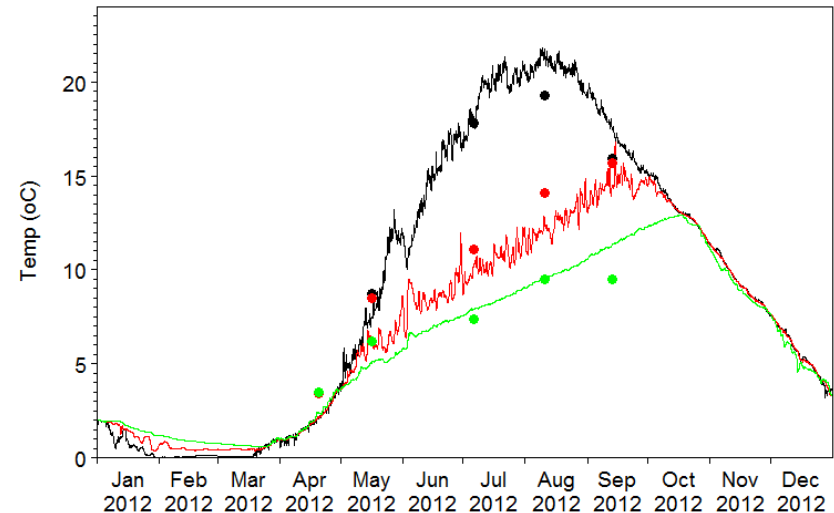
Kalibrering: Jämförelse av modellresultat med mätningar

Hur bra är modellen?

Vattenstånd i Stockholm



Temperatur i östra Mälaren



Fyra olika ämnen kan släppas ut

1. Mikroorganismer – E. coli
 2. Mikroorganismer – Cryptosporidium
 3. Marindiesel
 4. Löst ämne
- Gemensamt
 - Transporteras med strömmen och späds ut
 - Beroende på ämne ingår olika biologiska och kemiska processer i spridningsmodellen.
 - Exempel på processer: nedbrytning (löst ämne), avdödning (mikroorganism), avdunstning (marint diesel)
 - Varje ämne har sin egen spridningsmodell



Visualisering – Karta

- Resultaten kan visas på 0- 60m djup
- Strömvektorer kan visas på samma djup som resultaten visas

Display spill scenario

2012-04-04 00:00 Löst ämne, Västerås

Depth

0

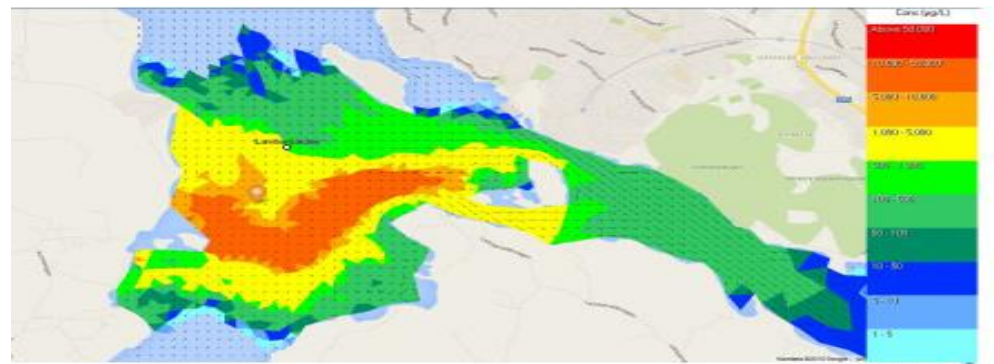
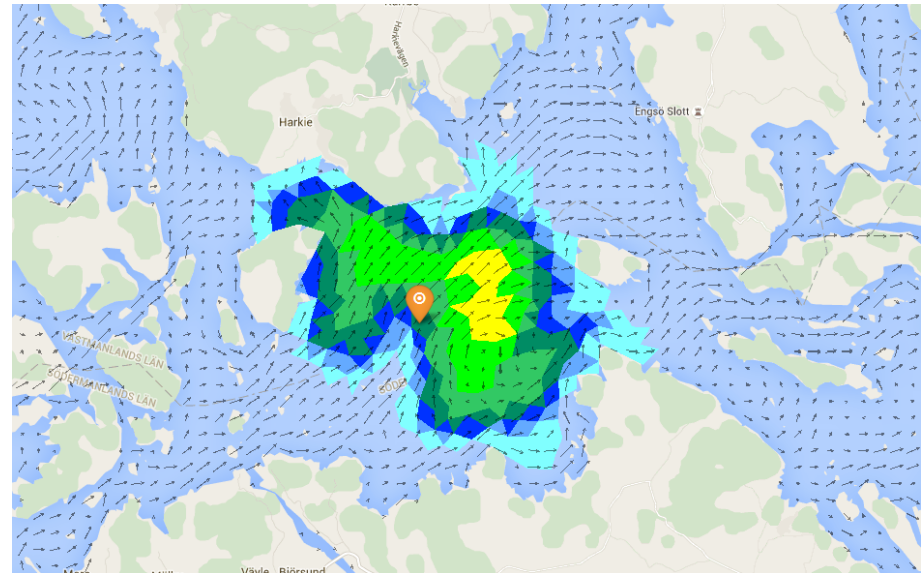
m below surface

Show currents

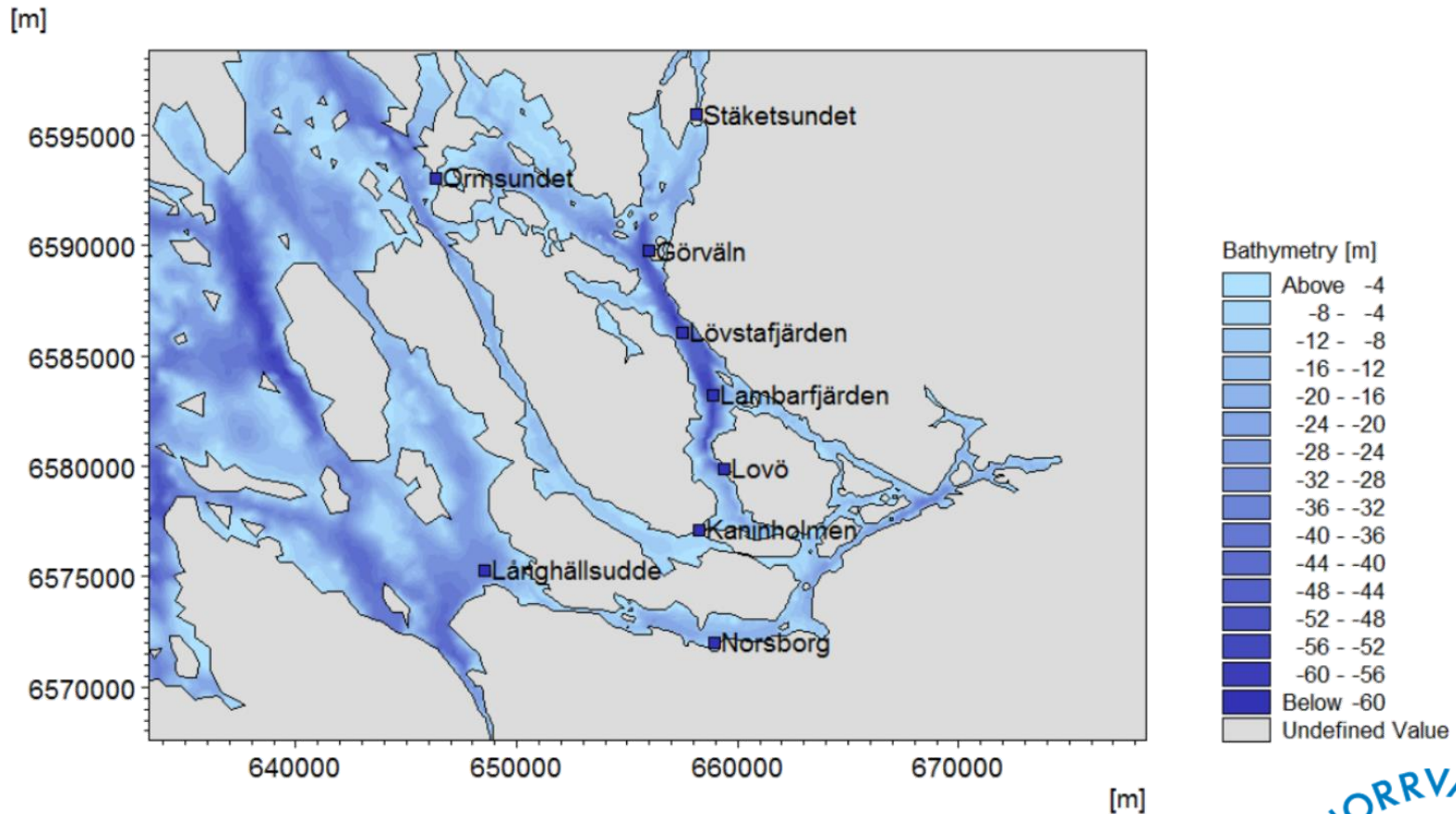
☒ Currents at given depth



2012-04-06 00:00

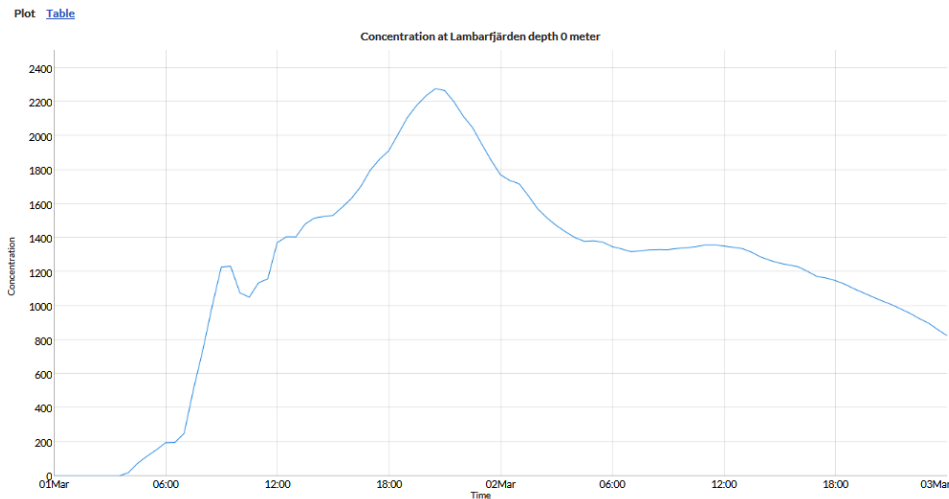


Analyspunkter



Visualisering – Tidserier och tabeller

- Tidsserier av utsläppshalter kan visas vid analyspunkterna.
- Utsläppshalterna kan visas som figur eller i tabellform.



[Plot](#) [Table](#)

Concentration at Lambarfjärden depth 0 meter

Timestep	concentra
2012-03-01 00:00	0
2012-03-01 00:30	0
2012-03-01 01:00	0
2012-03-01 01:30	0
2012-03-01 02:00	0
2012-03-01 02:30	0.01
2012-03-01 03:00	0.03
2012-03-01 03:30	0.07
2012-03-01 04:00	18.95
2012-03-01 04:30	74.03
2012-03-01 05:00	115.83
2012-03-01 05:30	152.75



Tillämpningar av Mälarmodellen idag

Norrvatten har en exjobbare – Filippa Rydvi

- Utför spridningssimuleringar och tillverkar riskkartor för transporttid till intaget under olika förhållanden.
- Tittar på olika riskscenarier, t.ex. bräddning från avloppspumpstationer och kopplar detta till mikrobiologisk risk.



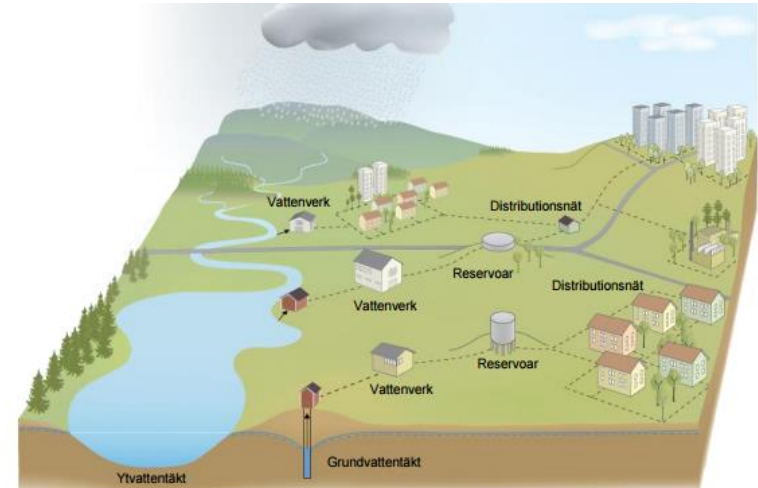
Tillämpningar idag

RIBS – Riskbaserat beslutsstöd för säker dricksvattenhantering
Chalmers 8Mkr

- Vilka risker ska vi åtgärda?
- Hur mycket?
- På vilket sätt?

Ekaterina Sokolova /Chalmers

- Utför scenariomodellering i Mälaren för att utvärdera riskpunkter i Stockholm vattens och Norrvattens närområde
- Hon tittar b.l.a. på hur olika årstider påverkar spridningen



Framåt...

- I dagsläget är Mälarmodellen framtagen för Norrvatten och Stockholm Vatten med för oss intressanta analyspunkter.
- Utvärdering pågår. Eventuella förbättringsåtgärder kommer att ske 2017.
- Det primära målet är att få en förbättrad riskkartläggning inom Östra Mälarens vattenskyddsområde och på sikt att ge driftspersonal ett beslutsstöd vid kritiska situationer.



Laholmsbuktens VA



Tack!

