

Balt-HYPE: a tool for high resolution hydrological modelling of the Baltic basin



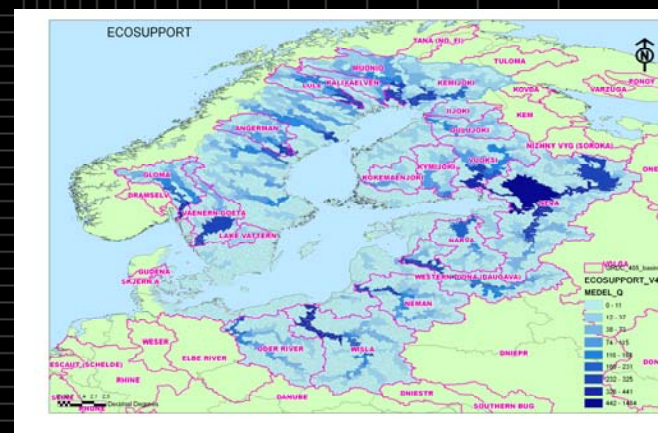
Assoc. Prof., Dr. Berit Arheimer
Head of Hydrological Research
Swedish Meteorological and Hydrological Institute
(SMHI)

Outline:

SMHI and the WFD in Sweden

Models for unmonitored waterbodies

The Balt-HYPE model



SMHI support to water authorities for implementation of WFD



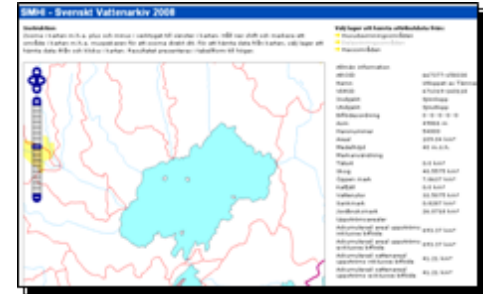
SMHIs role in the Swedish Water Administration



- SMHI shall play an active role in the WFD implementation.
- SMHI shall supply hydrometeorological information to meet the general needs of the Swedish society. Such information must encompass the entire area of the country, in a cost-effective manner, to pre-agreed quality assurance targets.
- The goal of SMHI in the WFD implementation is to create, manage and make accessible information, data, modelling tools and their results at the individual waterbody scale.
- Everything produced by SMHI for the Swedish water administration is free of charge for all non-commercial users.

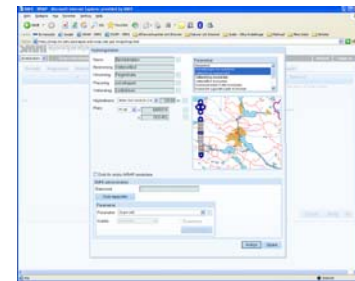
SMHI support to water authorities / WFD

SVAR – Swedish Water Archive of hydromorphology, physiography and statistics



PBD – National database of pressures and loads

New observation technology – 50 mobile hydrological stations



WRAP - Reporting of local (campaign) measurements to SMHI via the Internet

WQweb and **SHARK** – National monitoring data on hydrology and status in coastal zone, respectively



Modelled time-series and status – Database including modelled data of 20 000 waterbodies and 600 coastal zones



HOME Vatten – a management tool for water quality planning

Theme side

www-beta.smhi.se

BETA nya smhi.se växer fram

Varning klass 1

Sök

VÄDRET
Startsida > Tema > Vattenförvaltning

KLIMATDATA

PRODUKTER OCH TJÄNSTER

KUNSKAPSBANKEN

FORSKNING

OM SMHI

KONTAKT

Vattenförvaltning

Svensk vattenförvaltning är inriktad på karaktärisering av vattenförekomster och upprättande av åtgärdsplaner för att uppnå god ekologisk status. Detta sker i enlighet med EU's ramdirektiv för vatten. SMHI är en aktiv part inom svensk vattenförvaltning i samarbete med övriga aktörer för att nå målet.

[Läs mer om SMHIs roll i svensk vattenförvaltning \(2,6 MB, pdf\)](#)

AKTUELLT

Översvämningdirektivet har trätt i kraft
 Direktivet ska vara implementerat i svensk lagstiftning senast 26 november 2009. Regeringen har inlett ett arbete med att implementera direktivet i den svenska lagstiftningen.
[Översvämningdirektivet](#)

Forskningsprojekt ger ökad kunskap om fosforläckage
 Projektet "Kvantifiering av källor och flödesvägar för fosfor och sedimentförluster från avrinningsområden" ska ge ny kunskap om vattnets flödesvägar och fosfors källor inom ett avrinningsområde. Arbetet inriktas på att utvärdera olika sätt att arbeta och mata. Fältarbetet sker i Hestadbäckens avrinningsområde i Östergötland.
[Läs mer om projektet](#)

KUNSKAPSBANKEN

EUs Ramdirektiv för vatten
 Europaparlamentet och Europeiska unionens råd har antagit ett direktiv som ger en ram för åtgärder för vatten. Målet är att alla vatten ska vara av god status senast år 2015. Unionens länder organiserar nu förvaltningen av sitt vatten med utgångspunkt i avrinningsområden, som är de naturliga gränserna för vattnets rörelser.
[EUs Ramdirektiv för vatten](#)

Svensk vattenförvaltning
 Vattenförvaltningen utgår från hur vattnet rör sig i naturen. Vattnet tar inte hänsyn till de gränser som människor skapat t.ex. kommun- och statsgränser. Vattenförvaltning kräver därför ökat samarbete mellan kommuner, län, myndigheter och länder. I Sverige är ansvaret för vattenförvaltningen uppdelat på flera aktörer. Riksdagen beslutade 2004 att indela Sverige i fem vattendistrikt med en myndighet i varje; 1. Bottenviken, 2. Bottenhavet, 3. Norra Östersjön, 4. Södra Östersjön och 5. Västerhavet. Vattenmyndigheterna ansvarar för att samordna arbetet i sina distrikt.

Faktablad från Vattenmyndigheterna
 Vattenmyndigheterna har producerat tre faktablad som ger en introduktion till vattenförvaltning, sammanfattar centrala begrepp och beskriver ekonomisk analys och hur den används. Faktabladet heter Mot ett bättre vatten, Vägen till bättre vatten och Vatten – är det vatten värt?
[Här hittar du faktabladet](#)

RELATERADE LÄNKAR

Vattenmyndigheterna
 De fem vattenmyndigheterna ansvarar för att samordna arbetet med Ramdirektivet för vatten i sina distrikt.
[Vattenmyndigheternas webbplats](#)

Naturvårdsverket
 Naturvårdsverket beskriver arbetet med vattenförvaltning och bevakar nyheter.
[Naturvårdsverket om vattenförvaltning](#)

TJÄNSTER

Svensk vattenförvaltning
 Här har du som användare tillgång till data för svensk vattenförvaltning. Det gäller data över vatten på land och i kustzon.

Svenskt vattenarkiv (SVAR)
 Här hittar du data om svenska vattenförekomster.
[Svenskt vattenarkiv \(SVAR\)](#)

Vattenstånd och flöden (WQ-webb)
 Här hittar du mätdata från vattenföringsstationer i Sverige.
[Vattenstånd och flöden \(WQ-Webb\)](#)

Marin miljöövervakning (SHARK)
 Här finns det fysikaliska, kemiska och marinbiologiska data för havet.
[Marin miljöövervakning \(SHARK\)](#)

Inrapportering av data (WRAP)
 Här kan du rapportera in egna mätningar av nederbörd och vattennivåer. Det krävs inloggning.
[Inrapportering av data \(WRAP\)](#)

Analys och åtgärdsplanering av vattenkvalitet (Home Vatten)
 Ett verktyg för analys och åtgärdsplanering av vattenkvalitet. Det krävs inloggning.
[Analys och åtgärdsplanering av vattenkvalitet \(Home Vatten\)](#)

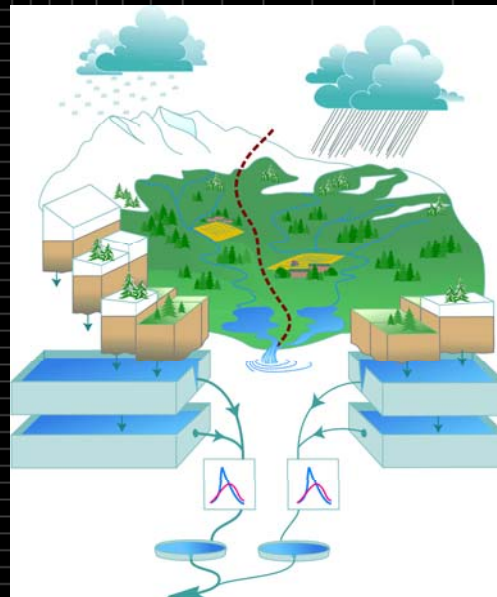
DATA OCH MODELLER

SMHIs modeller
 På SMHI utvecklas redskap och kunskap för att möta olika samhällsbehov. Matematiska beräkningsmodeller är verktyg som används för att beskriva och räkna på processer i mark och vatten. SMHI har en tradition av hydrologisk och oceanografisk modellering av t.ex. ämnestransporter. En viktig del är att utveckla metoder för att bättre tillvarata observationer som grund för beräkningar.

Hydrologisk modell - HBV
 I över 30 år har den hydrologiska modellen HBV använts och utvecklats för en mängd olika tillämpningar.

Ny hydrologisk modell - HYPE

Models for predictions in unmonitored basins

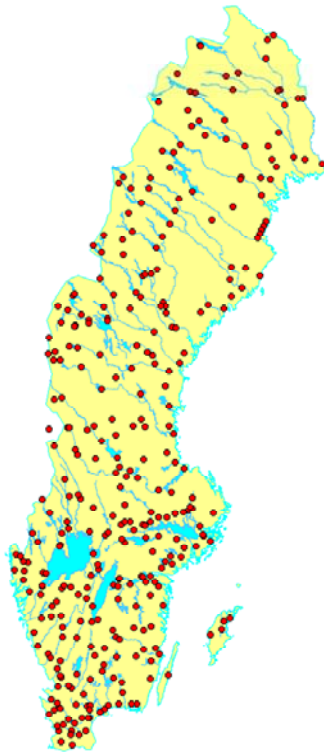


Not possible to measure everywhere!

Models for predictions in unmonitored basins

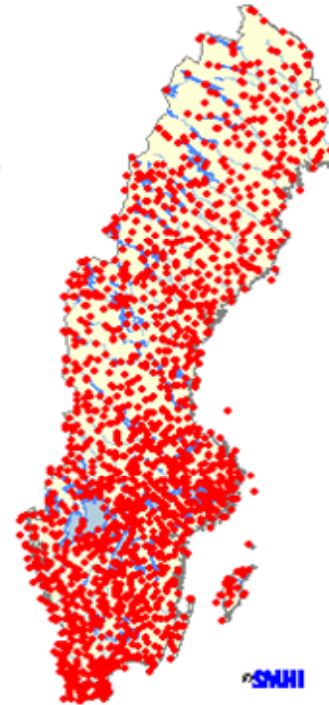
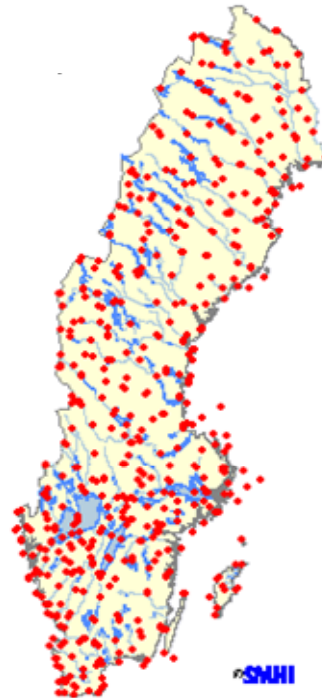
20 000 fresh-water bodies and 600 coastal zones in Sweden

300 Water discharge

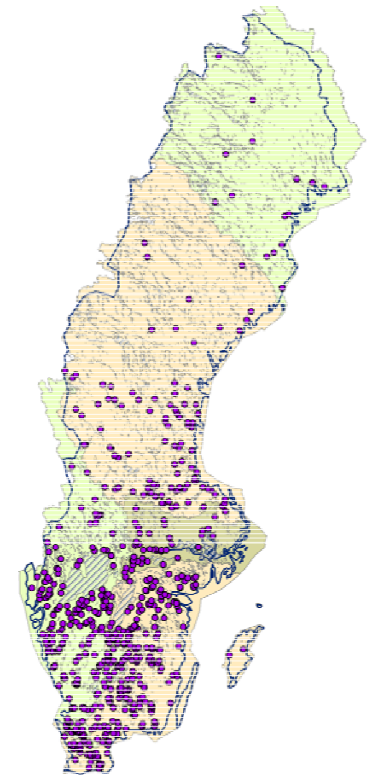


Forcing data:

300 Temperature, 800 Precipitation



900 Nutrient conc.



Sweden = 450 000 km²

Models for predictions in ungauged basins

5 water districts

20 000 fresh-water bodies and 600 coastal zones in Sweden

Fresh water HYPE model:

- dynamic (daily)
- integrated water systems
- process-based
- semi-distributed (HRU)
- water & chemistry



Coastal zone Probe-Scobi model:

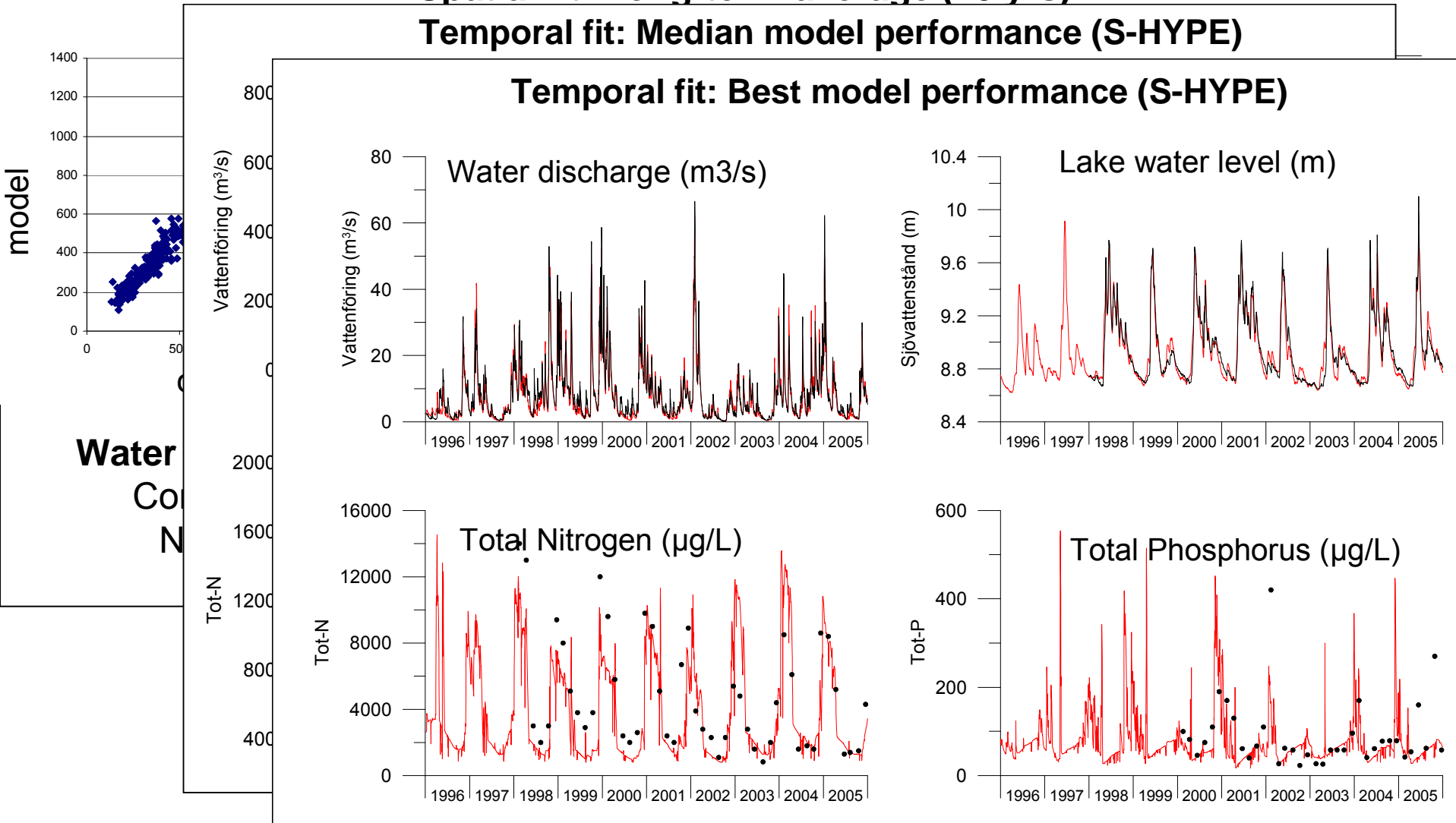
- dynamic (15 min.)
- 1 m vertical resolution
- mechanistic
- 45 state variables
- water, chemistry, biology

Models for predictions in ungauged basins

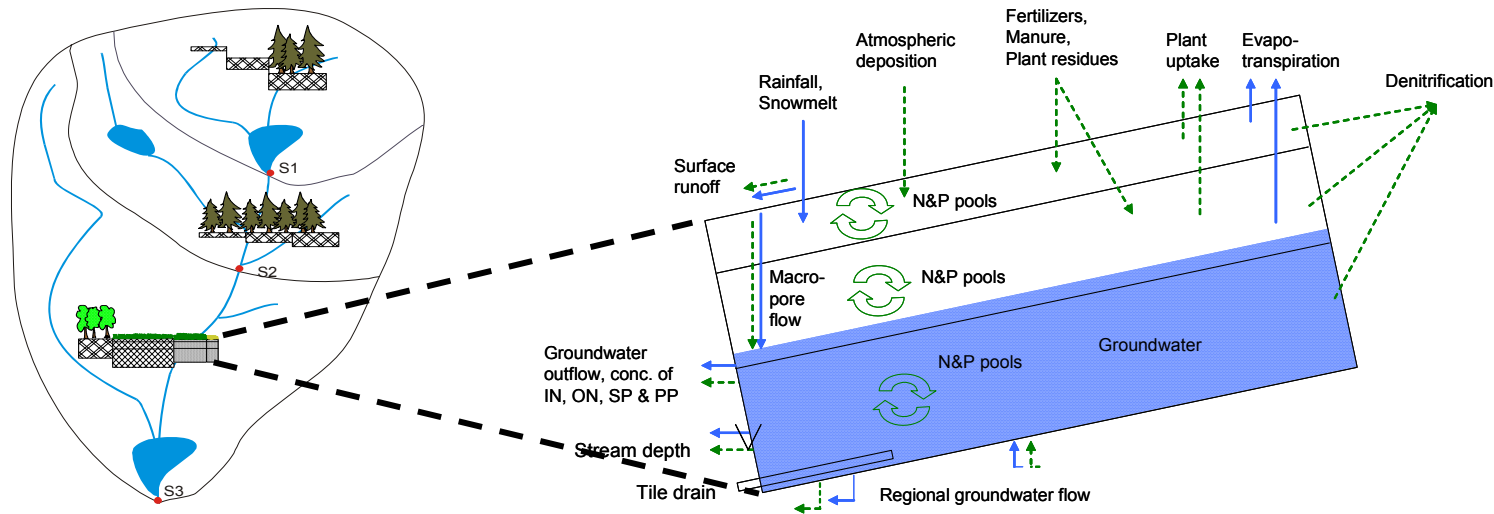
Spatial fit: Long-term average (10 yrs)

Temporal fit: Median model performance (S-HYPE)

Temporal fit: Best model performance (S-HYPE)



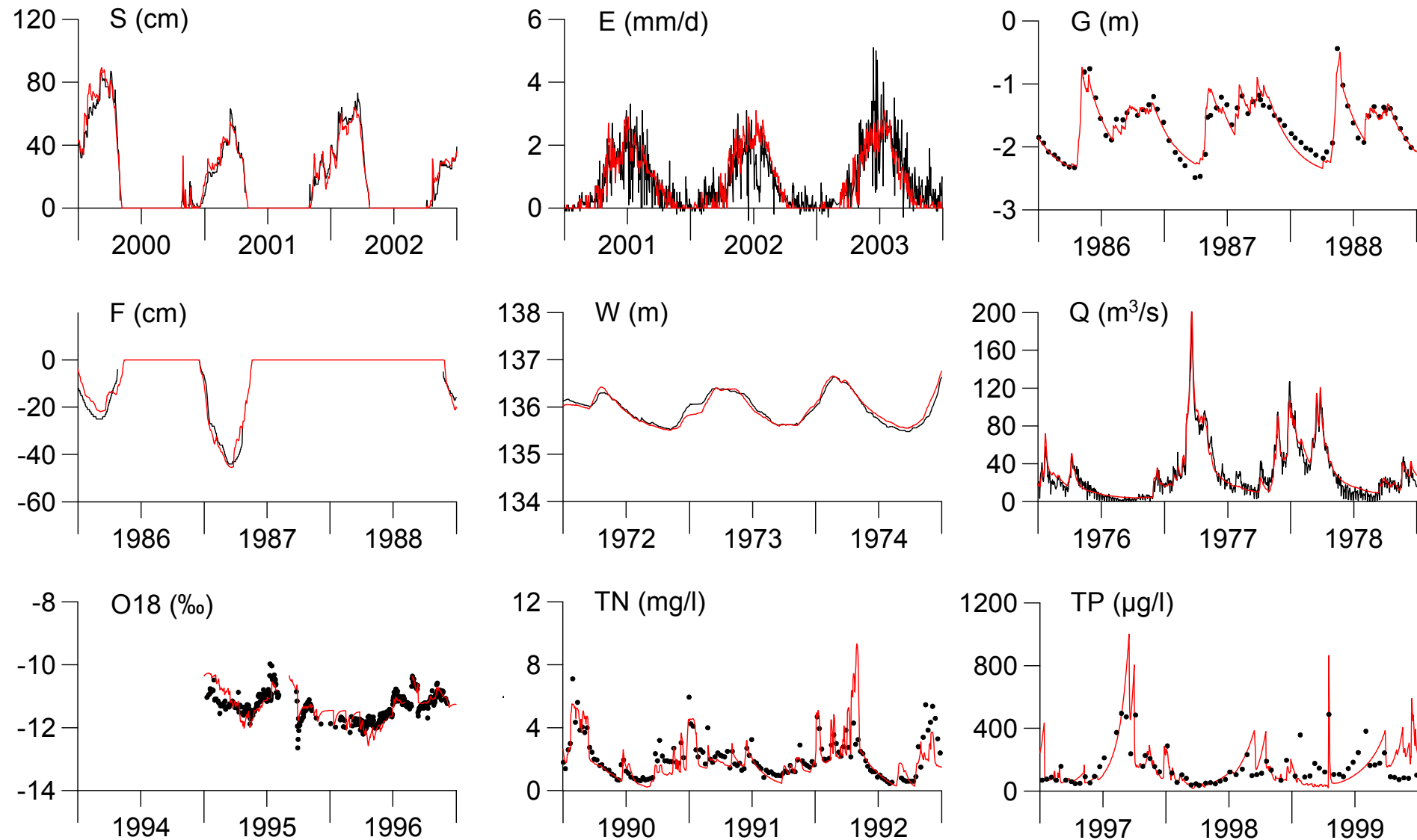
Models for predictions in ungauged basins - methods for uncertainty reduction: *Last decade*



- ✓ **Multi-basin approach** (large domain for internal PUB)
- ✓ **Linkage of model parameters to physical conditions** (HRU)
- ✓ **Step-wise interactive calibration**
- ✓ **New criteria for evaluation:** spatial NSE (R^2), median of NSE (R^2)
- ✓ **Assimilation of observed runoff and internal state variables, e.g. snow and water level**

Berit Arheimer

HYPE model performance (when calibrated)



Models for predictions in ungauged basins - methods for uncertainty reduction: *Future challenges*

✓ **New methods for data assimilation**

(state variables and output):

- parameter tuning?
- up-dating?
- Kalman filtering?



- ✓ **Methods for validation of state-variables** (point to grid? Isotops?)
- ✓ **New evaluation criteria** (NSE, R2, MSE- no good!) + **spatial pattern**
- ✓ **Validating pollution sources and sinks**, i.e. nutrient isotops
- ✓ **Campaign monitoring for validation of PUB**
- ✓ **What are the limits for PUB using multi-basin modelling?**

The Balt-HYPE model



All models are wrong – but some may be useful!

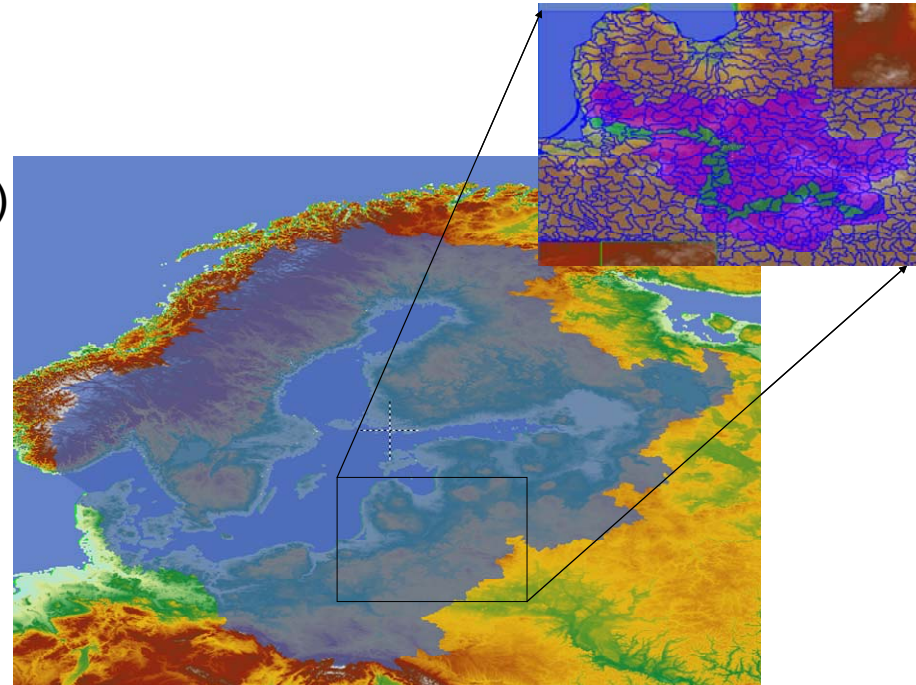
Balt-HYPE: Baltic basin – HYdrological Predictions for the Environment

WHAT?

High resolution (250 km²), daily model of water variables (e.g. flow rates, soil moisture) and water quality (N, P, TOC) over *the entire basin*

WHY?

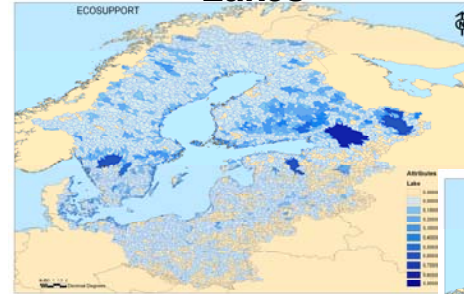
- Homogenous model (impartial platform),
- Systematically implemented (easily run for new scenarios),
- Linked to oceanographic model (RCO-scobi)
- Ensemble member (compared with local and basin scale models, or as a harmonised reference model)



Input data for the Baltic region: Readily Available Global Databases

- Topography: HydroSHEDS
- Land use + soil: ECOCLIMAP
- Forcing data (P & T): A combination of ERA-Interim (ECMWF) and ERAMESAN data from hindcasting
- Major Dams: ICOLD
- Agricultural Data: Eurostat (as used in CAPRIS model inputs)
- Point Sources: Population data from HYDE database, treatment level and standard values for emissions
- Atmospheric Deposition: Long term averages taken from an atmospheric chemistry model, the MATCHmodel (SMHI)

Lakes



Agriculture



Conifers



Peat soils

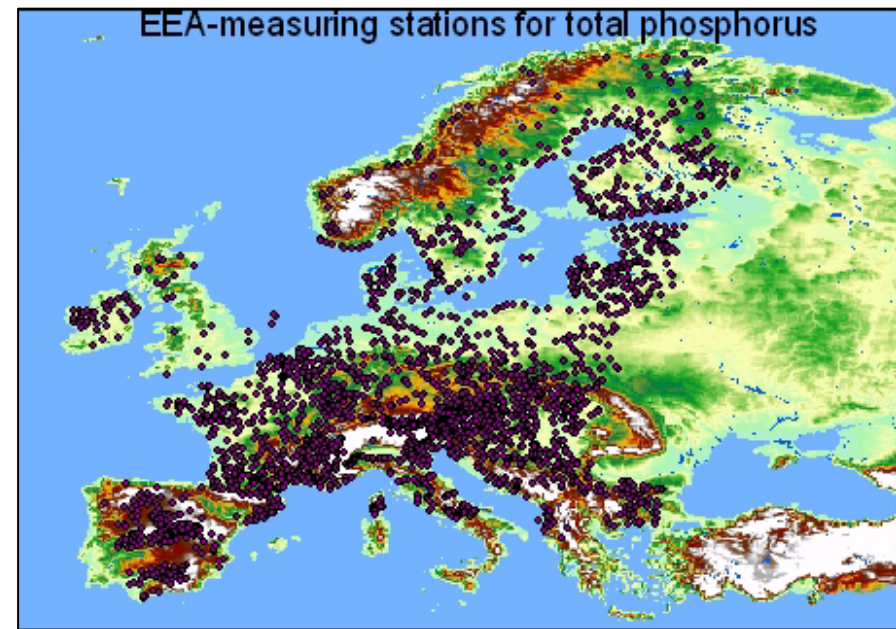
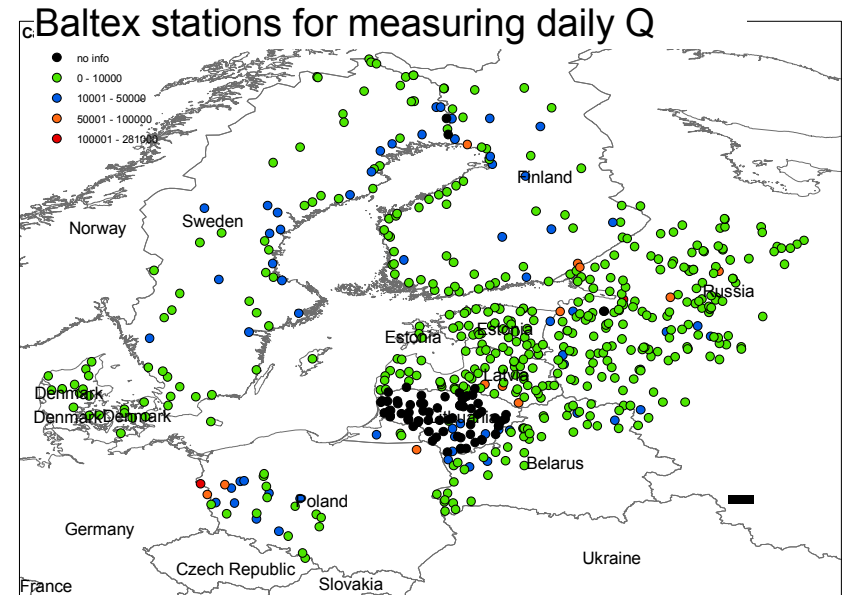


Fine soils



Data for model calibration and evaluation

- Observed river discharge: GRDC, BALTEX (daily and monthly)
- Observed yearly river discharge: EEA (yearly volumes)
- Observed nutrients: EEA, seasonal and yearly totals and averages
- Possibility for additional data through regional and local collaboration and partnership



Preliminary model results

Temperature

ECOSUPPORT

ECOSUPPORT

ECOSUPPORT

Water balance

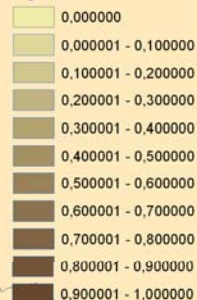
Subass

RE



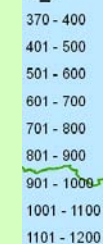
Attributes

Agriculture



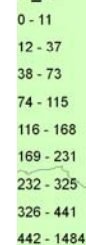
SUPPORT_V4

EL_P

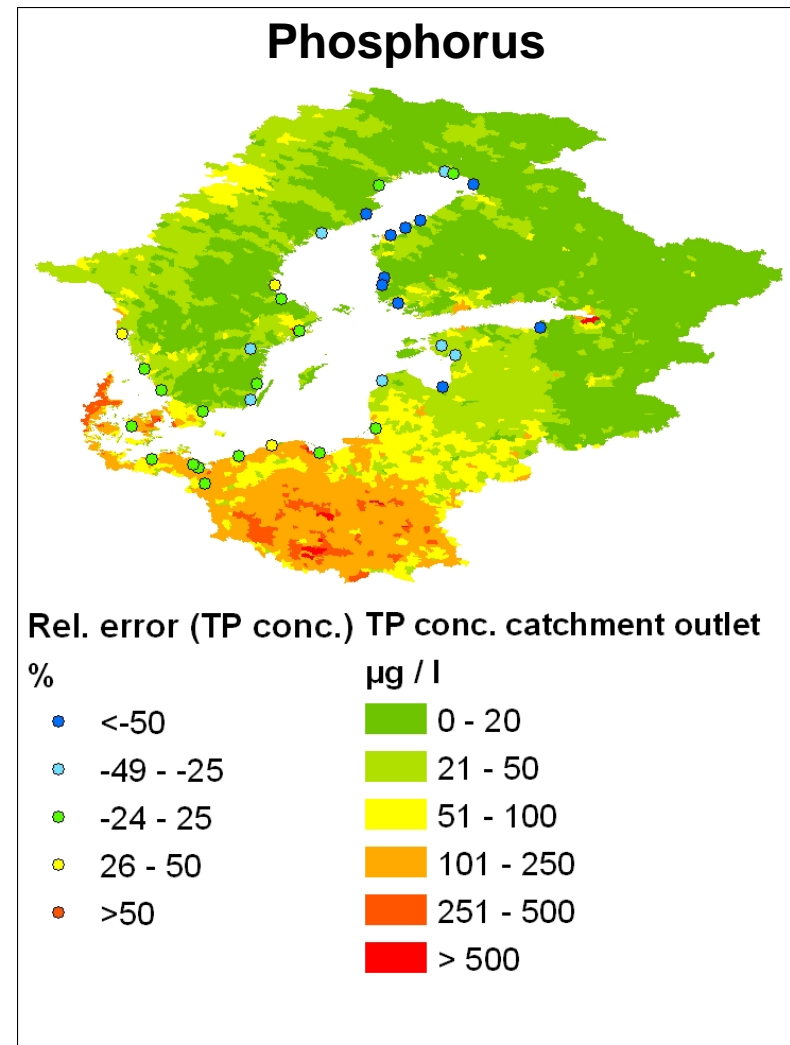
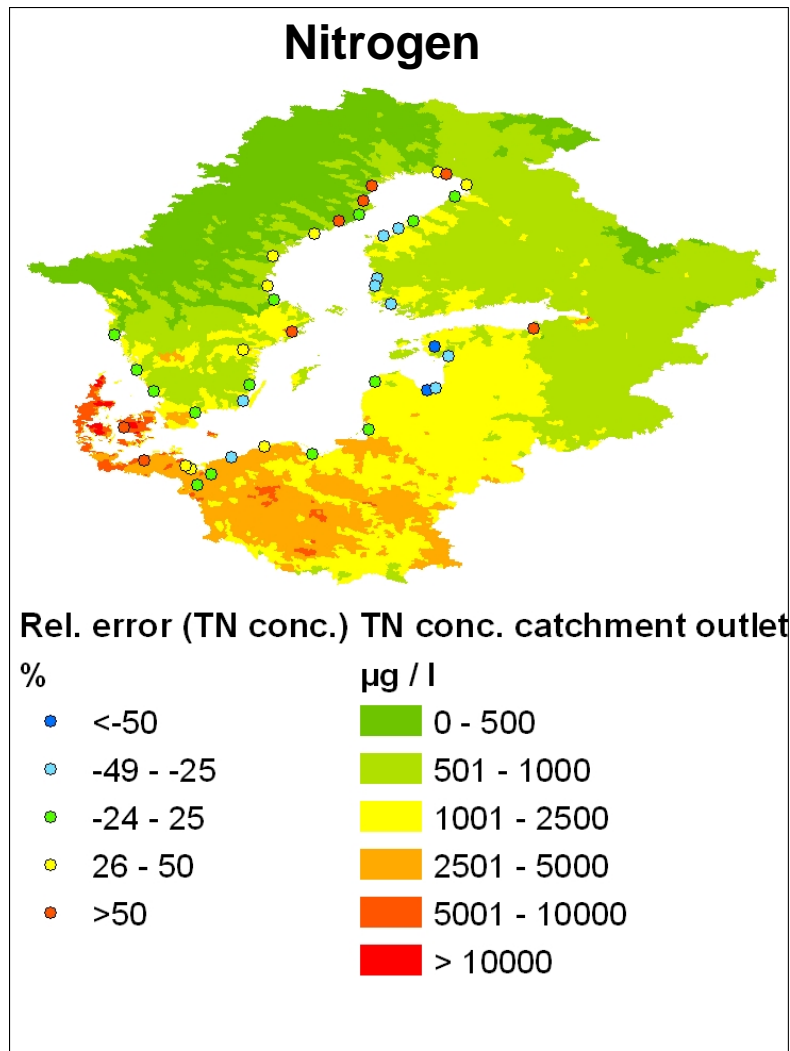


SUPPORT_V4

EL_Q



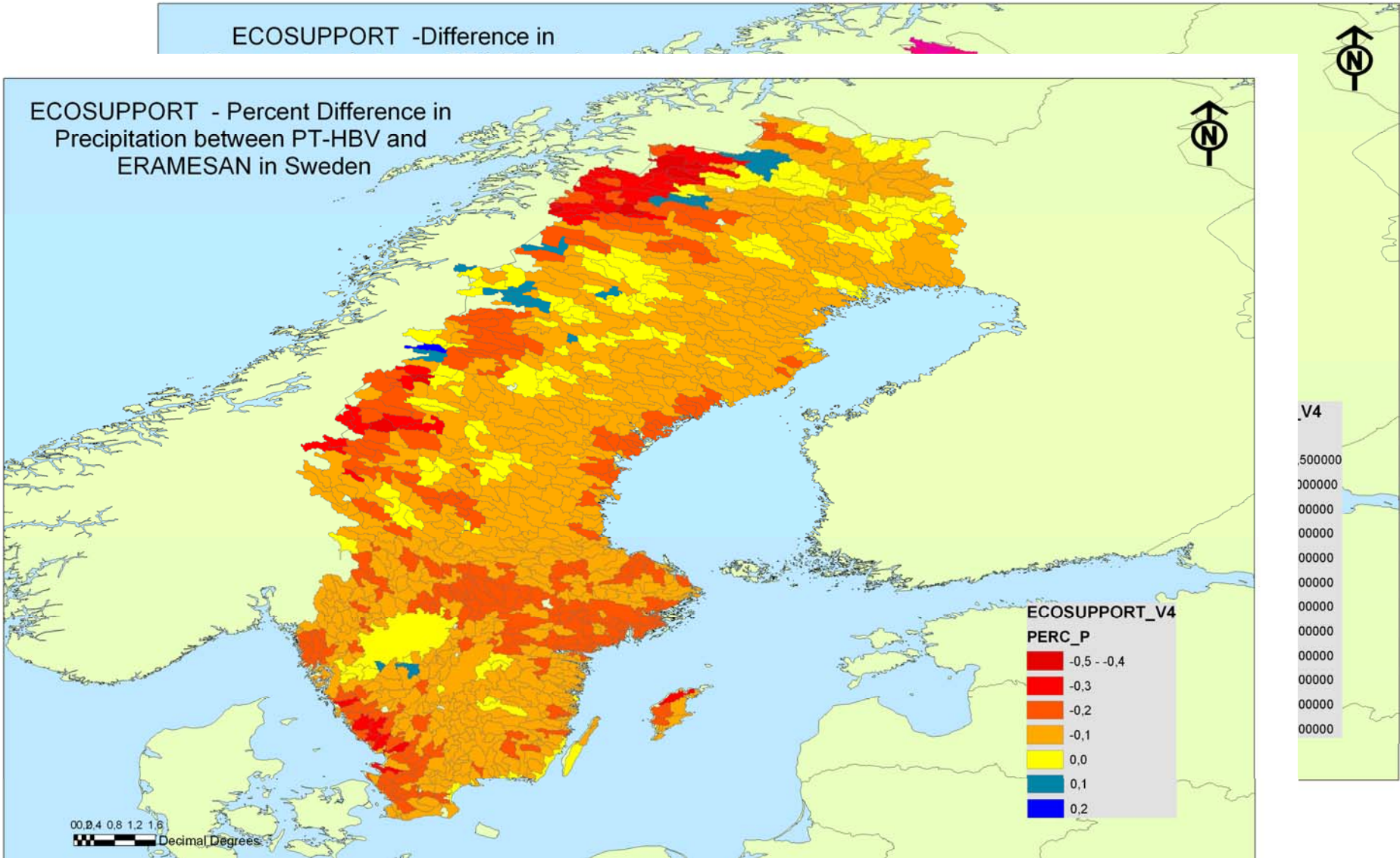
Preliminary model results



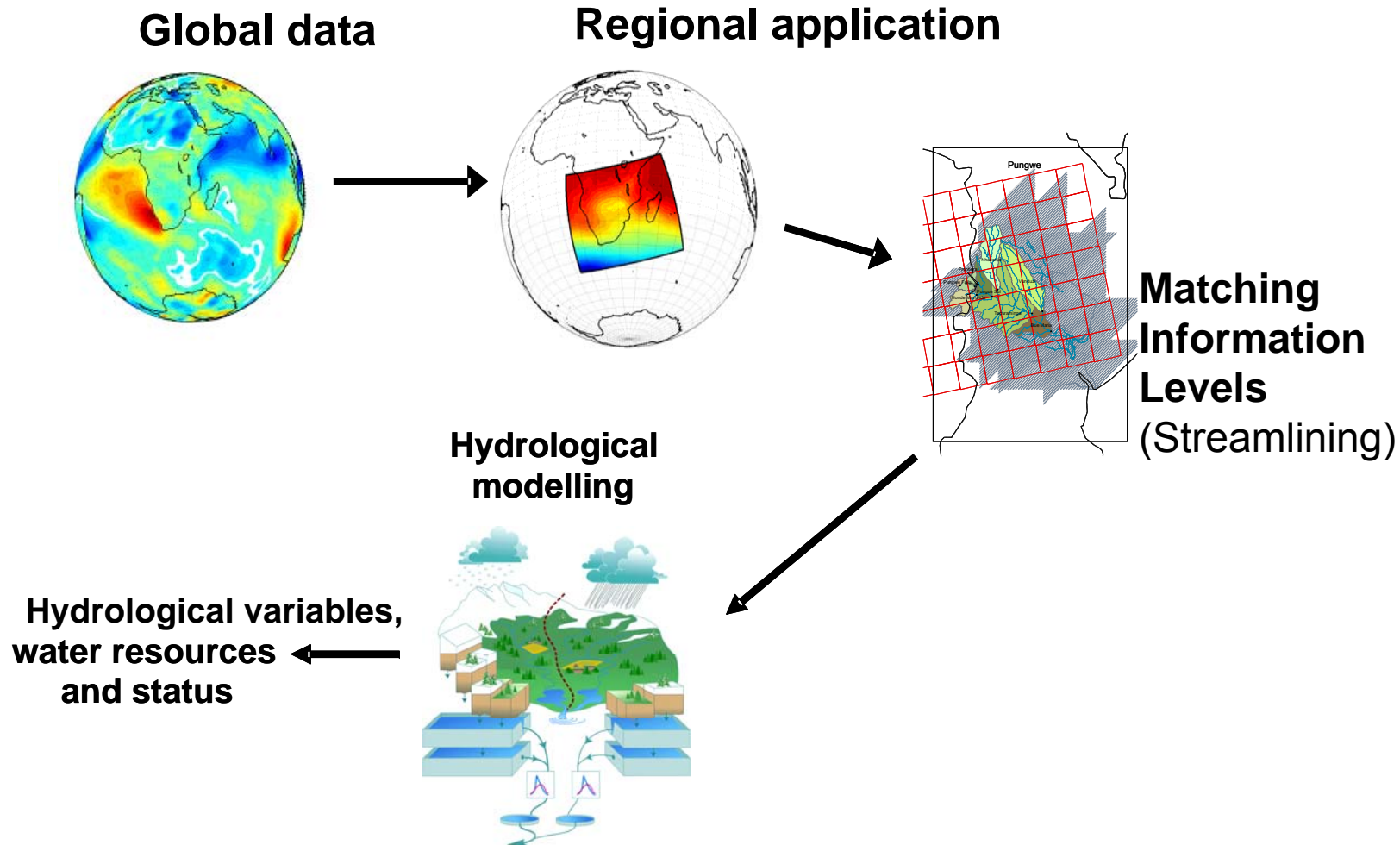
On-going: Evaluation, correction, calibration

ECOSUPPORT -Difference in

ECOSUPPORT - Percent Difference in
Precipitation between PT-HBV and
ERAMESAN in Sweden



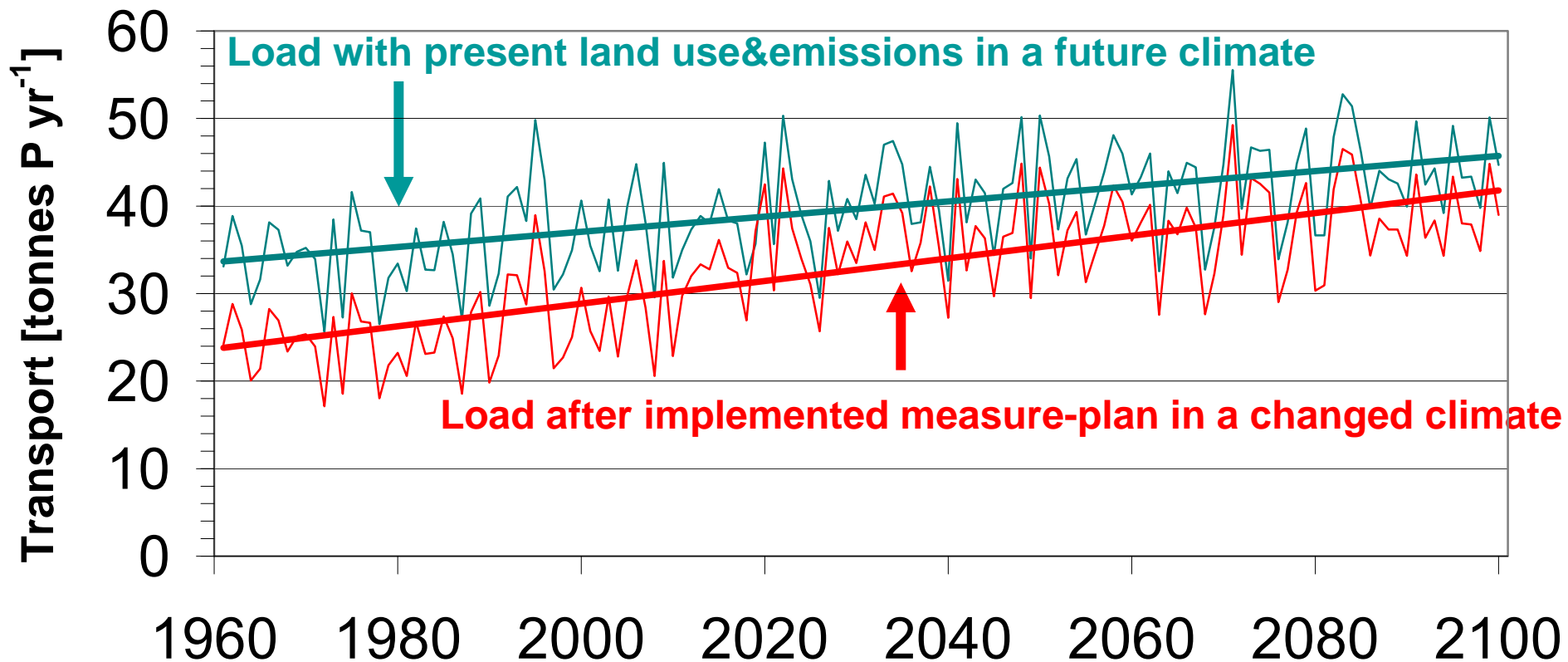
Next: Climate model data on relevant scale



Next: Modelling the effect of measure programmes and climate change

BSAP - Do we need new targets?

An example from Rönneå River, Southern Sweden

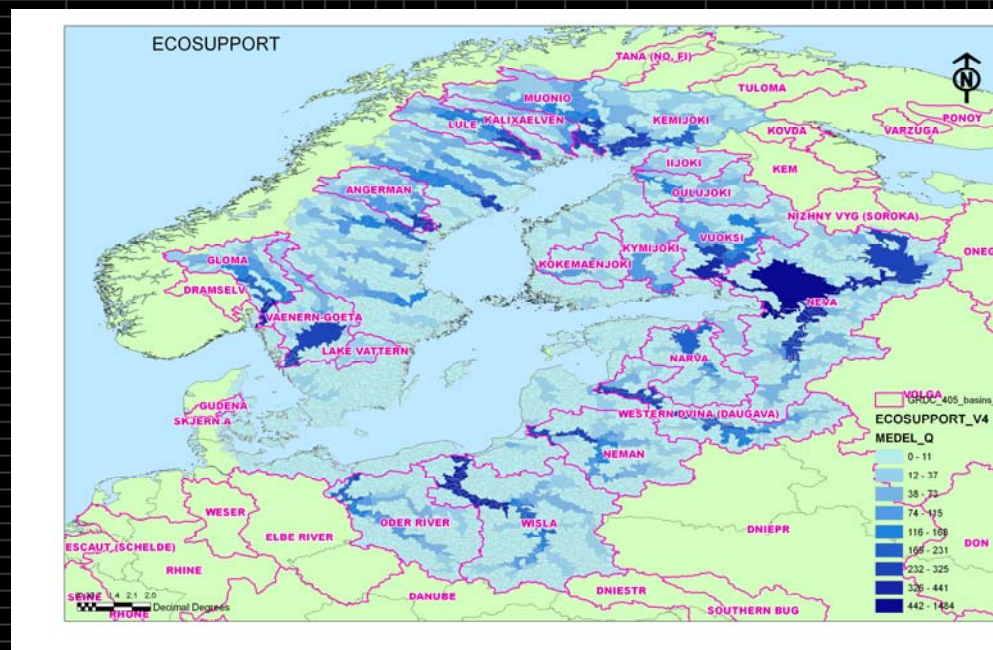


Possibilities

- **Improvements using local high resolution data-sources.**
- **Comparing results to other models – ensemble modelling.**
- **Free result distribution to various stake-holders on different levels, using the SMHI production system and web tools.**
- **A common platform (open source code) for evaluation of ideas regarding nutrient reducing measures and climate change impact.**



Conclusions



Balt-HYPE is:

- An homogenous, high resolution, open source model of the entire Baltic Sea catchment area, run operationally at SMHI, with daily runoff and nutrients among possible outputs.
- Intended to supplement local and other regional modelling approaches.
- Can be used to examine the effects (and evaluate concepts) of climate change on river runoff and nutrient inflows to the Baltic Sea.
- Can be used to examine the effects (and evaluate concepts) of both local and large scale remedial measures on nutrient inflows to the Baltic Sea.



Looking forward to cooperating with you!

Thank you!



HOME Water

a management tool for water quality planning

- **Status of coastal zones**
- **Status of inland waterbodies**
- **Source apportionment of pollutants**

The screenshots show the SMHI HOME Vatten web application interface. The top screenshot shows the 'Normalkörning' simulation. The middle screenshot shows the 'Miljöekonomidemo normal' simulation. The bottom screenshot shows a detailed view of the 'MYNNINGEN I HAVET' area, including a map, a color scale for pollutant load (kg/km²), and a pie chart for source apportionment.

Source Apportionment Data (from pie chart):

Source	Value (ton/år)
Jordbåk	904.31
Slag	340.29
Myr	17.43
Annan öppen mark	56.62
Atm. dep vatten	480.72
Enk. avlopp	29.67
Reningsverk	651.14
Industi	101.33
Dagvatten	40.00
Intent	1.40

HOME Water

Planning measures to reduce eutrophication

- Treatment plants
- Industries
- Agriculture
- Constructed wetlands
- Buffer strips
- Rural households
- Forest clear-cut
- Urban drainage

The screenshots show the SMHI HOME Vatten web application interface. The top screenshot displays the navigation menu with tabs for Land, Öppet hav, Reningsverk, Industri, Enskilda avlopp, Dagvatten, Jordbruk, Våtmark, Skogsavverkning, and Skydds zoner. The bottom screenshot shows a map of a region with a table of data for 'Tätorter per delområde'.

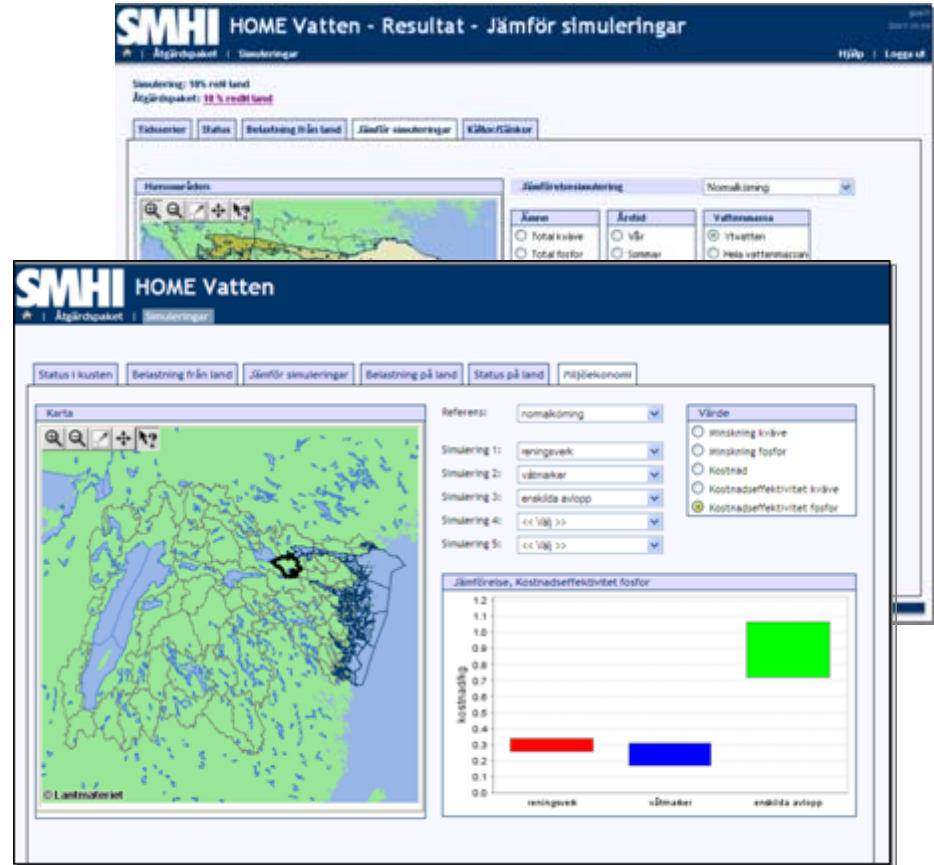
Nr	Namn	Delområde	Nuläge N	Nuläge P	Åtgärd	Resultat N	Resultat P	Minckostnad	Maxkostnad
1735	Norrköping	67-037	10617.3	1346.96	4	10481.03	1317.84	0	0
1734	Norrköping	67-036	342.8	43.48	4	338.4	42.54	0	0

Ökad andel av dagvatten som går till dagvattendamm: procentenheter
 Minckostnad: tkr Maxkostnad: tkr

Buttons:

HOME Water

- **Compare results from different simulations**
- **Economical analysis – cost effectivity and total cost**



Not just a model: A production system

