



VATTENBRUK MARSTRAND 29 MARS 2023

**PÅVERKAN AV  
NÄRINGSÄMNER FRÅN  
FISKODLING I LANDÖSJÖN**

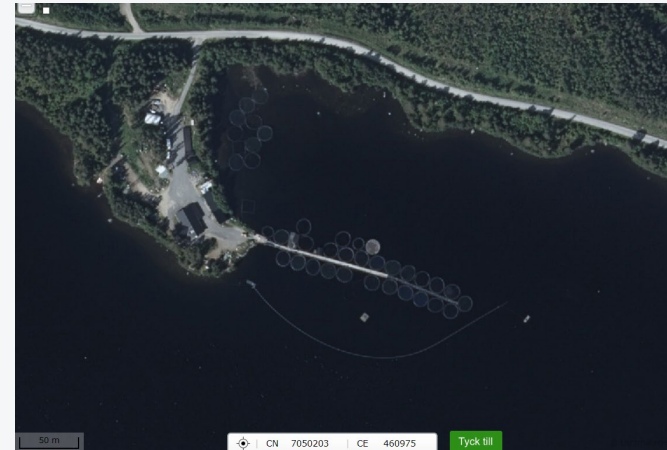
# Innehåll

- Bakgrund Landösjön
- Frågeställningar
- Indata vattenbruk
- Påverkan inom sjön - Strömningsmodellering Delft3D
  - Drivdata
  - Kontroll av modell
  - Resultat
- Långtidspåverkan i vattensystemet - Hydrologisk modell S-HYPE
  - Komponenter i HYPE-modellen
  - Hur bra stämmer modellen?
  - Resultat



# Bakgrund - Landösjön

- Belägen ca 50 km nordväst om Östersund
- Relativt djup, stora delar djupare än 30 m
- Inlopp vid Rönnöfors i norr
- Avvattnings i söder via Långan mot Indalsälven
- Reglermagasin
  - Långforsens kraftverk nedströms utloppet
  - Rönnöfors kraftverk vid inloppet
- Relativt näringsfattig sjö
- Fiskodling i sydöstra delen av sjön
  - Tillstånd 2018: Ändrades från årlig fiskproduktion till årlig foderförbrukning
  - Tillstånd 2022: Maximal foderförbrukning om 632,5 ton/år



# Olika modeller svarar på olika frågeställningar kopplade till vattenbruk

- Hur långt från odlingen transporteras partiklar innan de sedimenterar?
- Hur stor andel av sjöns botten påverkas av sedimenterade partiklar?
- Hur påverkas den lösta fasen fosfor i sjön under ett år?

Påverkan inom sjön

Hydrodynamisk  
strömningsmodell  
Delft3D

- Hur har halten av fosfor förändrats i sjön över tid för de tre scenarierna: utan fiskodling, med faktisk produktion samt med maximal produktion enligt sökt tillstånd?

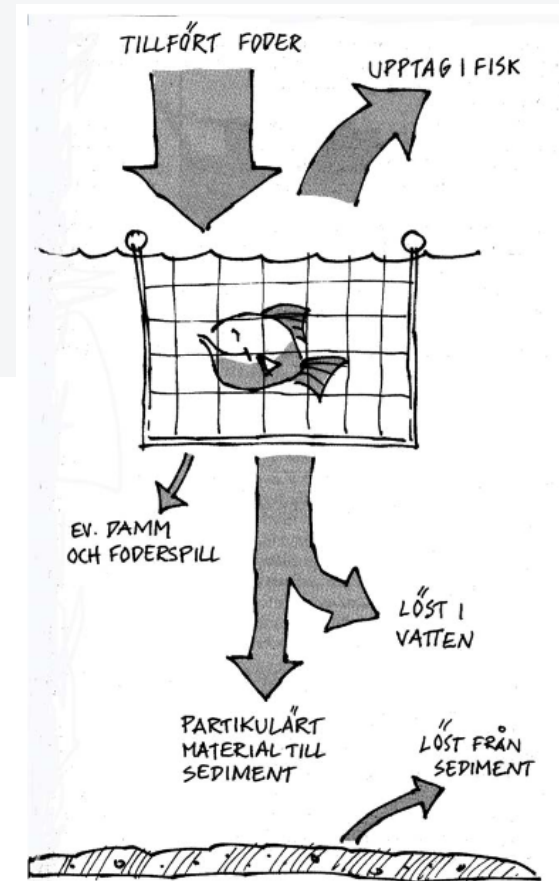
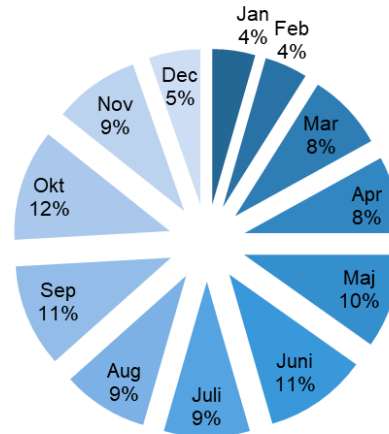
Långtidspåverkan  
i vattensystemet

Hydrologisk  
modell  
S-HYPE

# Indata vattenbruk

- Foderförbrukning per månad
- Fodrets sammansättning
- Hur effektivt fisken tar upp näringsämnen och mängden foderspill
- Foderkoefficient – massa förbrukat foder per massa producerad fisk
- Fosforförlusten beräknas utifrån ekvation
- Andelen löst fosfor har antagits vara 20 % av den beräknade totala fosforförlusten

## Foderförbrukning



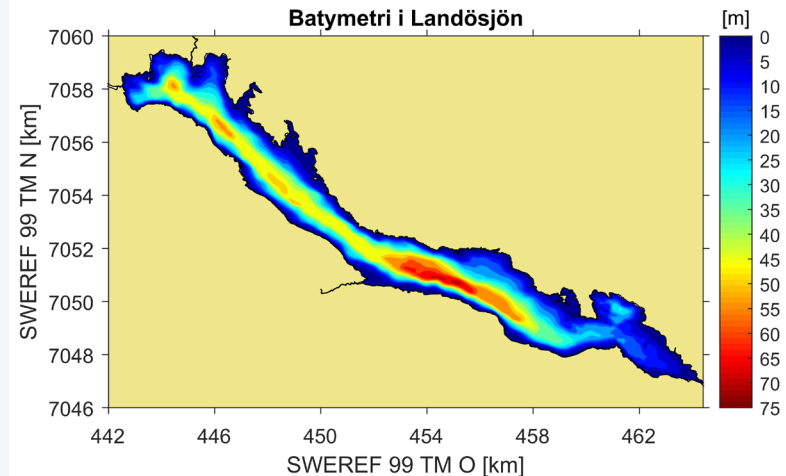
Figur: Naturvårdsverket, 1993



# **Strömningsmodellering – påverkan inom sjön**

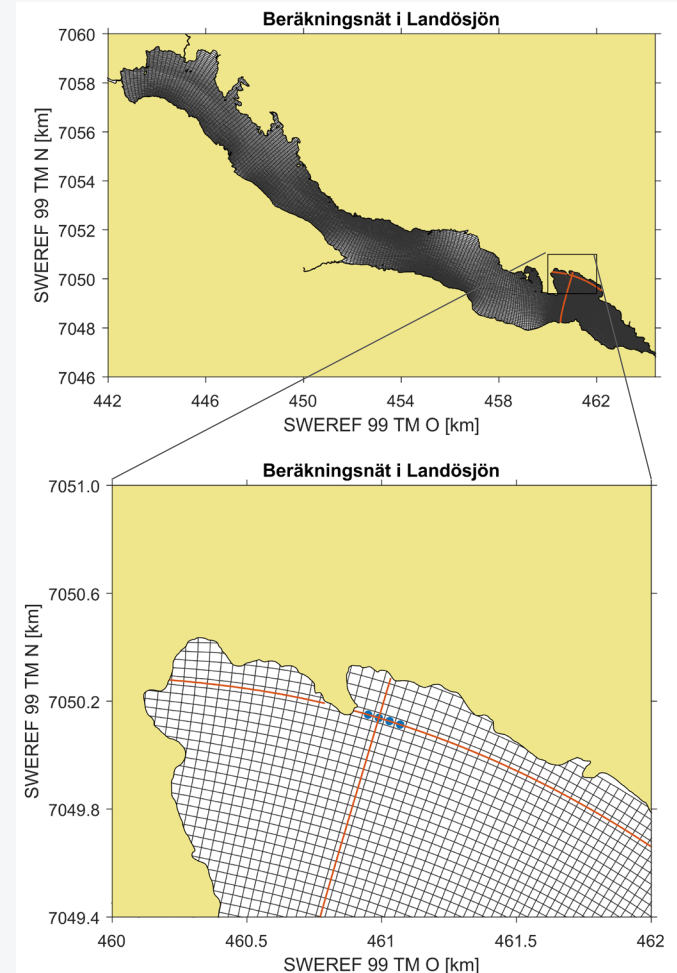
# Strömningsmodellering

- Tredimensionell hydrodynamisk modell: Delft3D-Flow
- Spridning och spädning av löst fosfor samt transport och sedimentation av partikulärt material från fiskodlingen har beräknats under ett år
- Fysiska processer, ej biologiska eller kemiska
- Syresatta förhållanden har antagits – dvs. ingen internbelastning
- Modellering och statusklassning av fosforhalter eftersom primärproduktionen i sjön är fosforbegränsad



# Strömningsmodellering

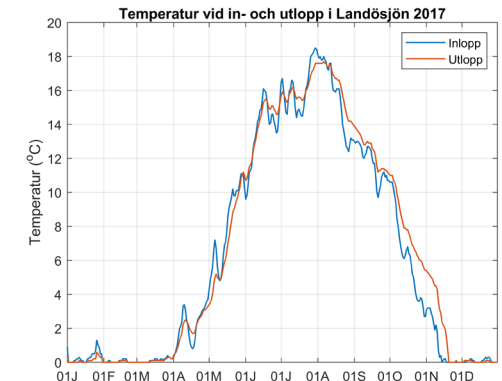
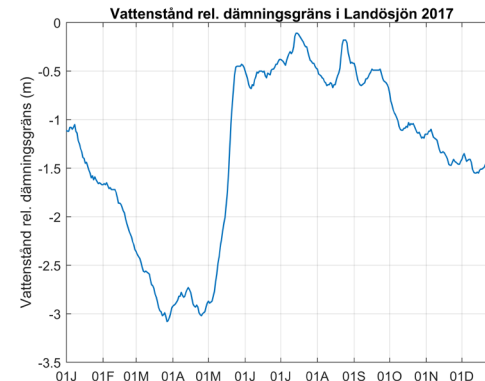
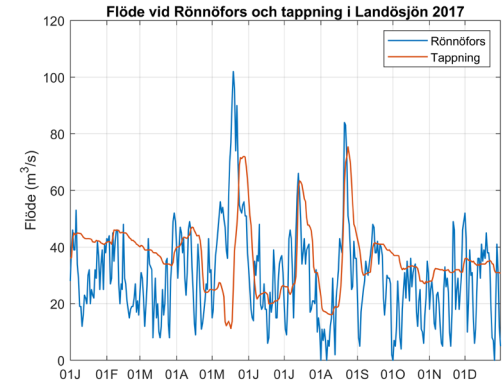
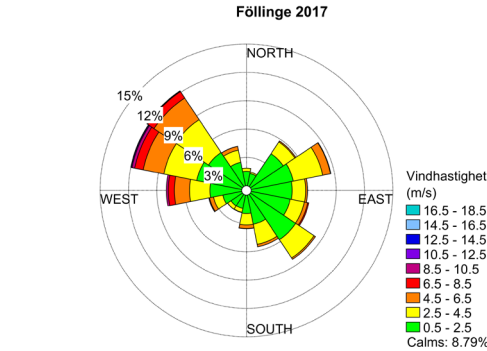
- Modellen består av ett beräkningsnät som täcker hela sjön.
- Upplösning på ca 40x40 m närmast fiskodlingen. Grövre upplösning på större avstånd.
- Fiskodlingens läge och utbredning motsvarar ett antal beräkningsrutor i modellen.
- Spridning och spädning av löst fosfor har modellerats som ett vattenlösligt konservativt spårämne.
- Transport och sedimentation av partikulärt material har simulerats utifrån andel av tillåten fodergiva (foderspill 3 %, fekalier 27 %).





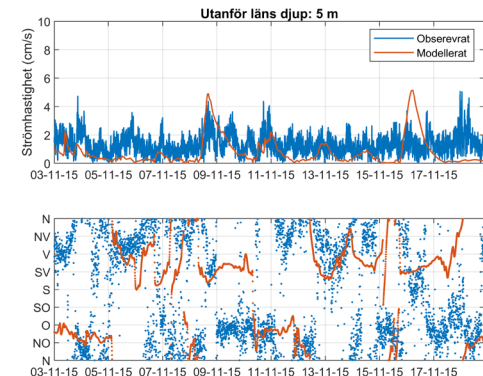
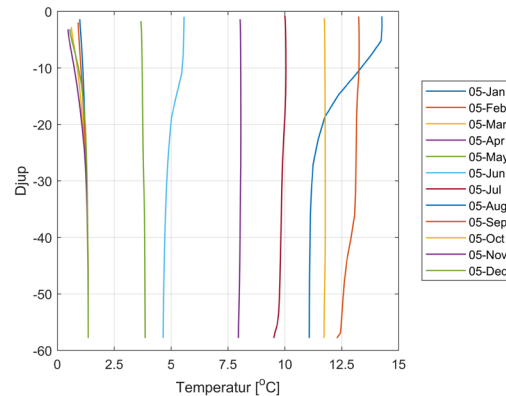
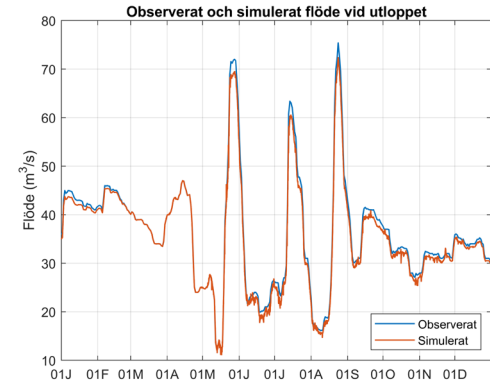
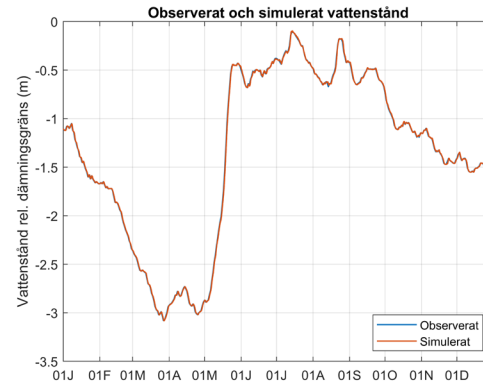
# Strömningsmodellering - drivdata

- Vindar
  - Från intilliggande mätstation
  - Ingen verkan då sjön är isbelagd
- Vattenstånd
  - Inloppet i Rönnöfors
- Flöde
  - Tappning i utloppet till Långan
- Vattentemperatur
  - Modellerad data vid inloppet till sjön från Vattenwebb
  - Värmeutbyte med atmosfären



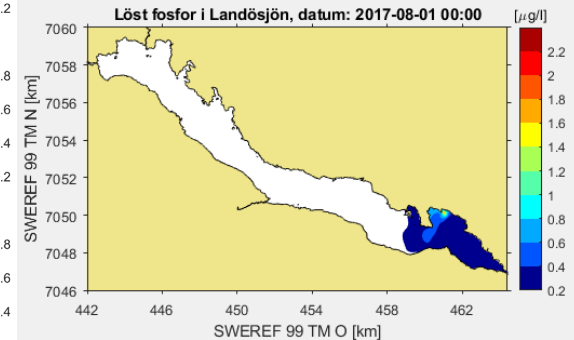
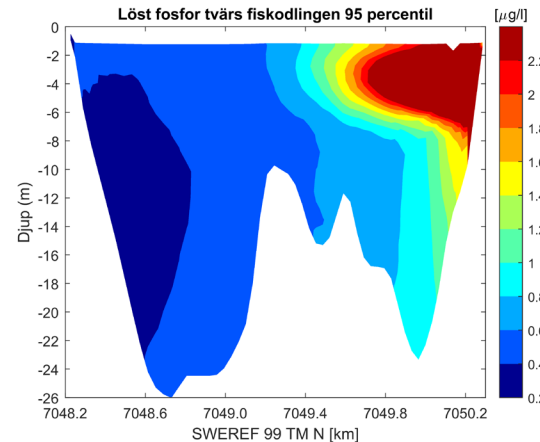
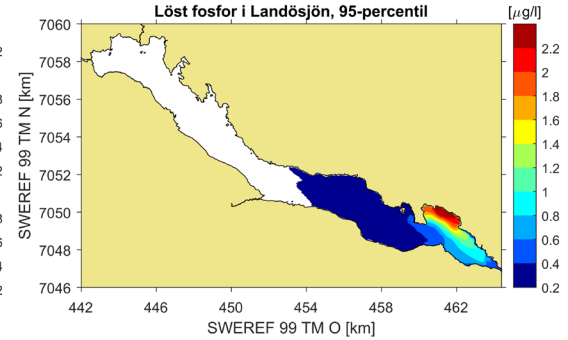
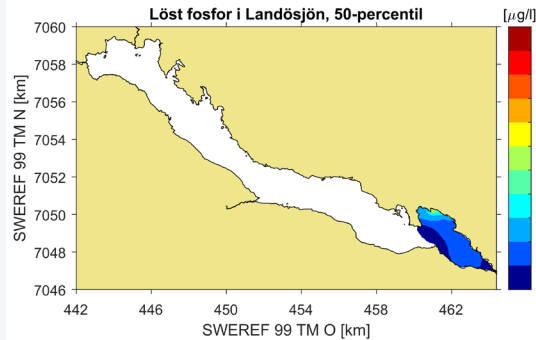
# Strömningsmodellering – kontroll av modell

- Viktigt att kontrollera modellen!
- Kontroll har gjorts av
  - Flöde
  - Vattennivåer
  - Strömmar
  - Vattentemperatur
- God överrensstämmelse avseende flöde och vattennivåer
- Vattentemperaturen växlar över året
- Strömhastigheten underskattas, modellen fångar övergripande händelser



# Strömningsmodellering – löst fosfor

- Spridningen av löst fosfor från fiskodlingen sker huvudsakligen i den södra delen av sjön mot utloppet till Långan.
- De högsta halterna löst fosfor förekommer i direkt anslutning till odlingen.
- Det förekommer en viss spridning av löst fosfor norrut i sjön men halterna är låga, mindre än  $0,2 \mu\text{g/l}$ .

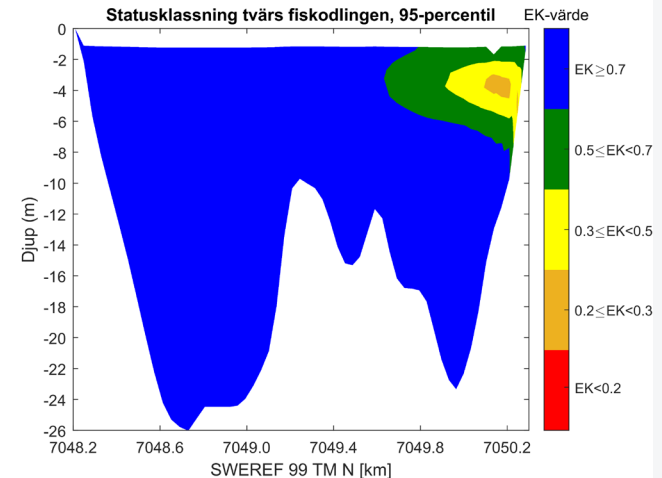
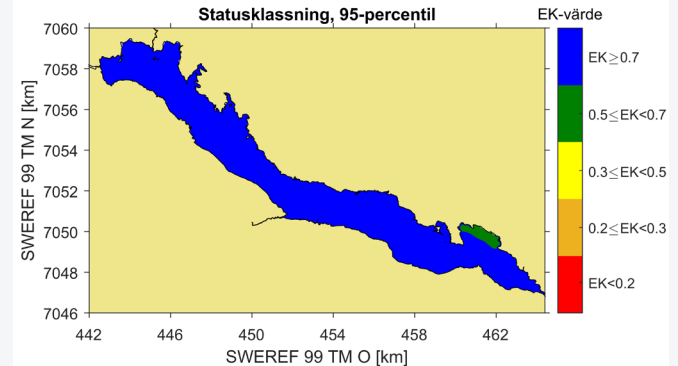


# Strömningsmodellering – statusklassning

- Statusklassning av näringsämnen har gjorts baserat på simulerade halter löst fosfor enligt HVMFS2019:25
- En vattenvolym närmast kassarna har beräknats få sämre än hög status till följd av fosforutsläppen från fiskodlingen.

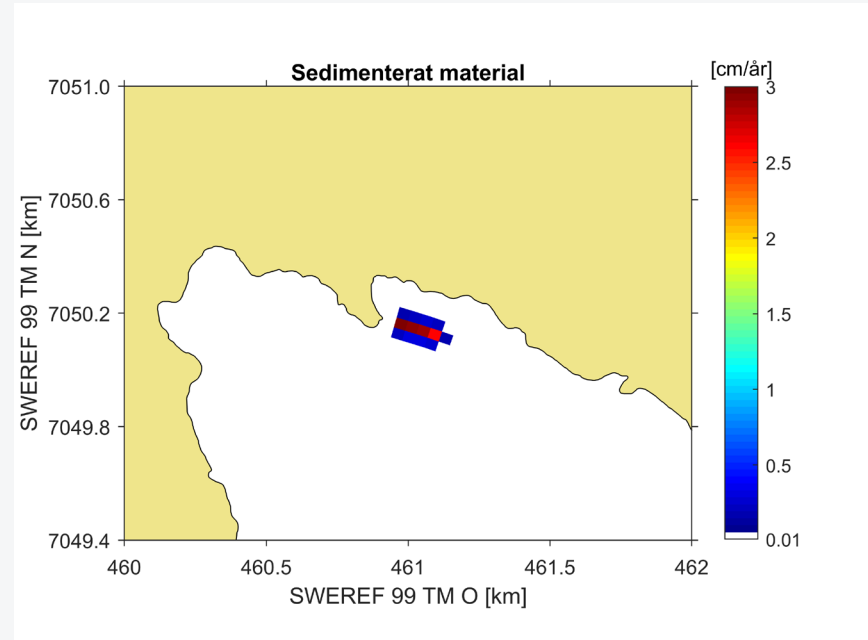
Klassgränser för näringsämnesstatus med färgskala

Status	Klassgräns (EK-värde)
Hög	$EK \geq 0,7$
God	$0,5 \leq EK < 0,7$
Måttlig	$0,3 \leq EK < 0,5$
Otillfredsställande	$0,2 \leq EK < 0,3$
Dålig	$EK < 0,2$



# Strömningsmodellering – partikulärt material

- Endast området i närheten av fiskodlingen påverkas av partikulärt material, störst mängd under kassarna.
- Transporteras upp till ca 85 m från fiskodlingen innan det sedimenterar.
- Ett område med en storlek på 42000 m<sup>2</sup> närmast odlingen har beräknats påverkas av sedimenterat material från fiskodlingen.
- Utgör mindre än 0,1 % av Landösjöns totala bottenyta
- Klassas som hög status

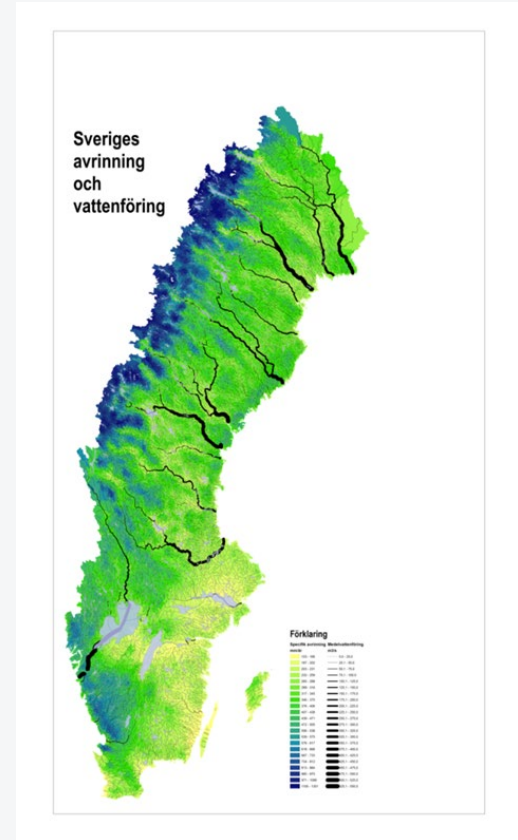




# Långtidspåverkan i vattensystemet S-HYPE

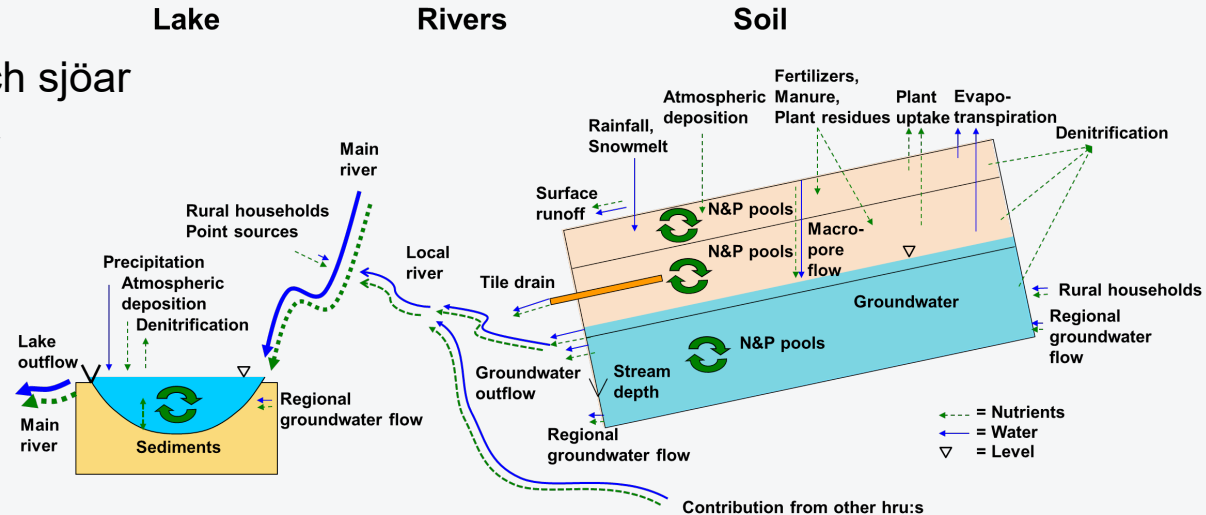
# HYPE-modellen

- HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) är en hydrologisk modell för simulering av vattenflöden och näringsämnen och har utvecklats av SMHI.
- S-HYPE är en nationell tillämpning av HYPE-modellen för Sverige.
- Initiativet till modellen togs med anledning av EUs ramvattendirektiv för vatten för att tillmötesgå kravet på detaljerad hydrologisk och hydrokemisk information.



# Komponenter av HYPE

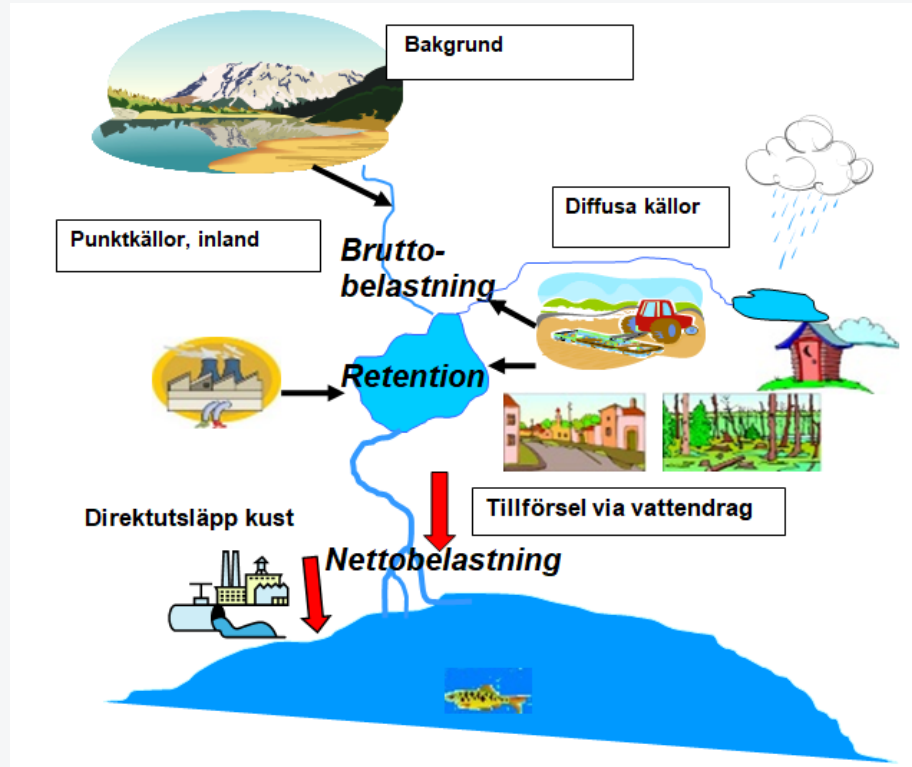
- Den hydrologiska cykeln (vattenföring)
- Kväve/fosfor (flöden av näringsämnen)
- Delavrinningsområden
- Nätverk av vattendrag och sjöar
- Markanvändningsklasser
- Grundvattenflöde
- Vattenreglering
- Punktkällor
- Våtmarker
- Bevattning
- mm





# Näringsämnen

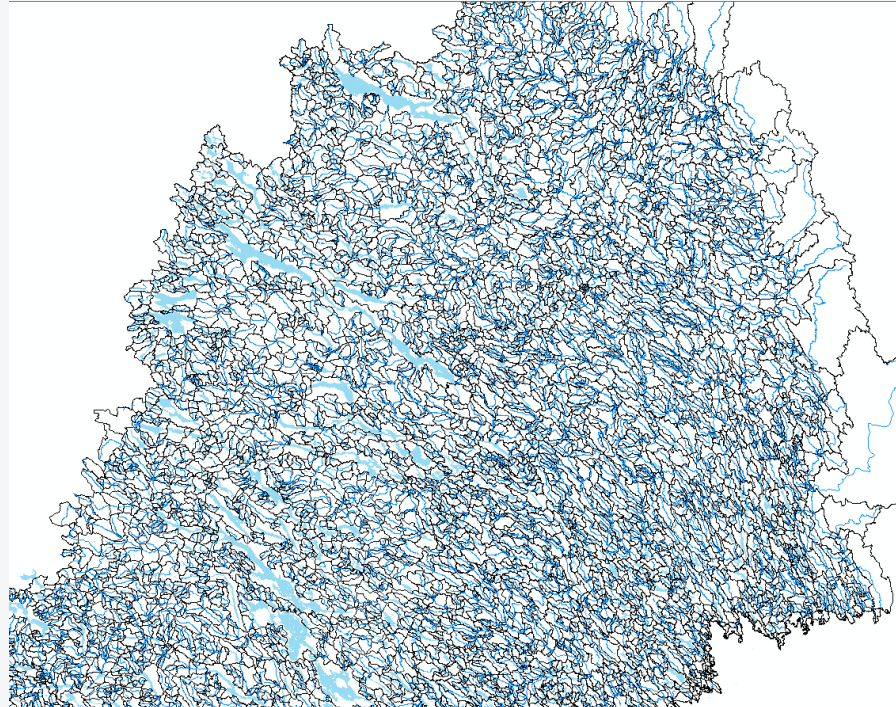
- Simulerar kväve och fosfor uppdelade i fraktionerna oorganiskt respektive organiskt kväve samt löst respektive partikulärt fosfor



# Upplösning på vattenförekomstnivå

I varje delavrinningsområde (ca 36000 st) beräknas en mängd olika hydrologiska variabler

- Vattenföring
- Grundvattennivå
- Sjövattenstånd
- Snödjup
- Närsaltstransporter
- Och mycket mer...



# Indata S-HYPE

- Meteorologi (temp, nb, avdunstning) – SMHI
- Sjö- och dammuppgifter, SMHI, SVAR
- Vattenkraftsregleringar – Observationer, förenklade modellbeskrivningar
- Hydrografi – SMHI
- Markanvändning – Jordbruksverket, SVAR, Nationell Marktäckedata (NMD), Svensk Marktäckedata (SMD)
- Jordart – SGU, digitala åkermarkskartan
- Punktkällor – SMED och Vattenmyndigheterna
- Atmosfärisk deposition - MATCH

# Hur bra stämmer modellen?

Osäkerheter finns överallt

- Gödselstatistik
- Växtupptag och urlakning
- Retention
- Punktkällor
- Brister i kartunderlag, t.ex. jordartskartor
- Markanvändning

Osäkerheter mindre i stora avrinningsområden

# Hur bra stämmer modellen?

- Modellen utvärderas i de punkter (ca 400 st) där SMHI har vattenföringsstationer.
- Flöden
- Näringsämnen

**HYDROLOGISKT NULÄGE**

[Modellerat vattenflöde nu och tio dygn framåt](#)



**Nuläget**

- Mycket över normalt
- Över normalt
- Nära normalt
- Under normalt
- Mycket under normalt

[Mer om tjänsten](#)  
[Hydrologiskt nuläge](#)

**Frågor om Vattenwebben?**

Ställ frågor, rapportera problem och hjälp oss med förslag och idéer i Vattenwebbs kund- och supportforum.  
[Vattenwebbs användarforum](#)

**Modelldata per område**

[Ladda ner modelldata för olika delavrinningsområden och kustvattenförekomster i Sverige](#)

**Mer om tjänsten**  
[Modelldata per område](#)

**Modelldata hela Sverige**

[Ladda ner modelldata för hela Sverige som kan kopplas till kartlager](#)

**Mer om tjänsten**  
[Modelldata hela Sverige](#)

**Hydrologiska observationer**

[Se och ladda ner data från SMHIs hydrologiska observationsnät](#)

**Mer om tjänsten**  
[Hydrologiska observationer](#)

**Avrinningskartor**

[Avrinningskartor för hela året: vinter, vår, sommar och höst](#)

**Mer om tjänsten**  
[Avrinningskartor](#)

**Utvärdera HYPE-modellen**

[Jämförelse mellan modellresultat och mätningar i Sveriges vattendrag](#)

**Mer om tjänsten**  
[Utvärdera HYPE-modellen](#)

**Utvärdera Kustzonsmodellen**

[Jämförelse mellan modellresultat och mätningar i Sveriges kustområden](#)

**Mer om tjänsten**  
[Utvärdera Kustzonsmodellen](#)

**Analysera övergödning sötvatten**

[Följ belastningen av näringsämnen per område samt se resultat av förändrade belastningar](#)

**Mer om tjänsten**  
[Analysera övergödning sötvatten](#)

**Analysera övergödning kustvatten**

[Se belastningen av näringsämnen från land samt utbytet mellan kustvattenförekomster](#)

**Mer om tjänsten**  
[Analysera övergödning kustvatten](#)

**Vattenbalans**

[Sammanställning av inkommande, utgående och lagrat vatten i ett](#)

**Grundvatten**

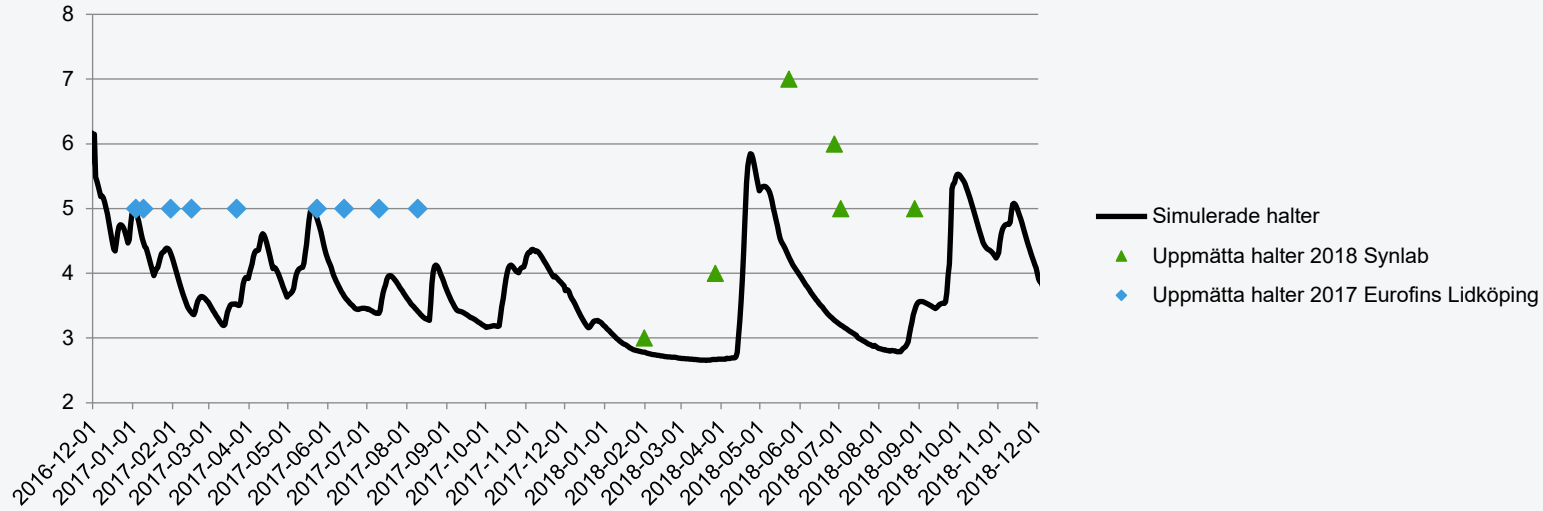
[Sveriges grundvattenmagasins fyllnadsgrad historiskt, nu och 10](#)

**Visualisering av flöden**

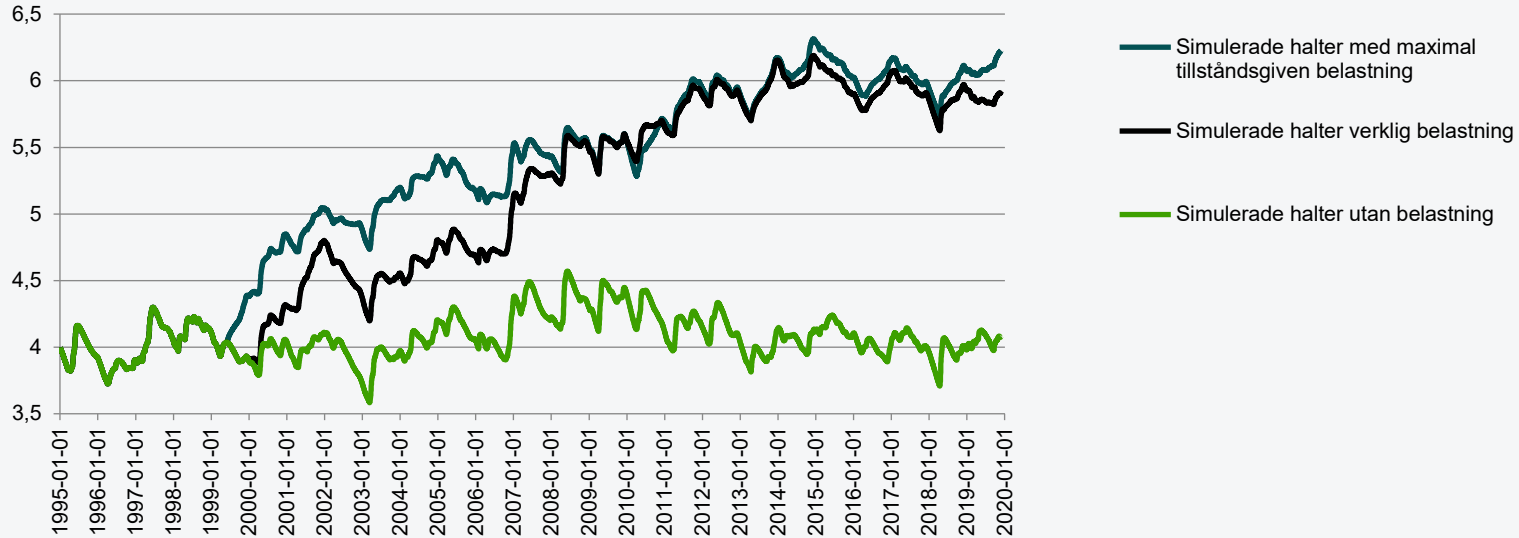
[Prototyp Västerdalsälven](#)

**Mer om tjänsten**

# Tillämpning i Landösjön - fosforhalter i en punkt över ett år



# Tillämpning i Landösjön, beräkning av långtidspåverkan



# Statusklassning näringsämnen

- Med hjälp av modellresultaten kan statusklassning genomföras för att undersöka om recipientens status riskerar att påverkas
- HVMFS2019:25
- Gäller vattenförekomstens utloppspunkt
- Resultaten bör tolkas med försiktighet då halter skiljer sig mellan år, både vad gäller referens- och produktionsår.

$$EK = \frac{\textit{Referensvärde}}{\textit{Observerat värde}}$$

Status	Klassgräns (EK-värde)
Hög	$0,7 \leq EK$
God	$0,5 \leq EK < 0,7$
Måttlig	$0,3 \leq EK < 0,5$
Otillfredsställande	$0,2 \leq EK < 0,3$
Dålig	$EK < 0,2$



# Resultat bör tolkas med försiktighet

- Finns osäkerheter både i simulerad och uppmätt data.
- Referensvärde går inte att verifiera (osäkerhet vid klassning).
- S-HYPE har tagits fram i syfte att utgöra ett planeringsunderlag, snarare än som bedömningsunderlag i det enskilda fallet.
- Resultaten ger ändå en indikation, men bör ses som ett diskussionsunderlag snarare än absolut sanning.



**TACK!**

MARIA.ANDERSSON@SMHI.SE

JESSICA.LOVELL@SMHI.SE

