

# Handbok för åtgärder mot internbelastning

## -Steg 1-3 plus

Brian Huser

Department of Aquatic Sciences and Assessment  
Swedish University of Agricultural Sciences



Havs  
och Vatten  
myndigheten



# Vitbok-Huvudsyfte

## Handbok för åtgärder mot internbelastning

Den här rapporten har tagits fram inom LIFE IP Rich Waters av Länsstyrelsen i Örebro län, IVL Svenska miljöinstitutet och Sveriges Lantbruksuniversitet i samverkan med Havs- och vattenmyndigheten.

### Ladda ner dokument

> [Handbok för åtgärder mot internbelastning](#)



### Rapportnummer

2023:03

### Publiceringsdatum

24 april 2023



# Vitbok-Huvudsyfte

- Många vattenförekomster har förhöjd internbelastning
  - Behöver en samordnad ram för att identifiera och hantera
  - Minskar antal fall och fokusera på sjöar som behöver hjälp
- Vi beskriver ett flerstegsverktyg för att komma fram till åtgärder
  1. Enkla modeller för att visa vilka sjöar som ligger i riskzonen för förhöjd internbelastning - användning av befintliga data
  2. Uppskatta storleken på internbelastningen - behöver ytterligare övervakningsdata
  3. Modellering och åtgärdsanalys för vattenförekomster där internbelastningen behöver minska - ytterligare övervakning troligen
  4. Val och analys av kostnadseffektiviteten av olika åtgärder
- Viktigt-nästan alla vattenförekomster som har förhöjd internbelastning har också förhöjd externbelastning
  - Då är det bättre att övervaka hela systemet så sjön kan modelleras
  - EU projektet fokuserade bara på internbelastning

# Steg 1 – Enkla riskmodeller

- Riskmodeller
  - Ett enkelt sätt att bedöma risk med väldigt få, befintliga data
  - För att utveckla modellerna använde vi koncentrationer av fosfor i sjöar med tillräckligt mycket data och ordentlig modellering
  - Två olika sjötyper: starkt skiktad (dimiktiskt) och svagt skiktad (polymiktiskt/omblandad)

# Steg 1 – Dimiktiska (skiktade) sjöar

- Riskmodellen använder:
  - Koncentration av fosfor i bottenvattnet (hypolimnion)
  - Ungefär 1 m ovan sedimentytan
  - Data från augusti/september används för att bedöma

Risk för förhöjd internbelastning	Halten totalfosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) under sensommaren i sjöns bottenvatten vid djuphållet
Mycket låg	< 25
Låg	25 – 50
Måttlig	51 – 100
Stor	101 – 200
Mycket stor	> 200

# Steg 1 – Polymiktiska (delvis skiktade eller omblandade sjöar

- Riskmodellen använder:
  - Koncentration av fosfor i ytvattnet (epilimnion)
  - Jämför högsta koncentrationen under sensommar med den lägsta koncentrationen under våren
  - Om sjön är skiktad kan fosfor i bottenvattnet också användas (dimiktiska metoden)

Risk för förhöjd internbelastning	Procentuell ökning av halten totalfosfor i sjöns ytvatten
Låg	< 25 %
Måttlig	25 – 50 %
Stor	51 – 100 %
Mycket stor	> 100 %

## Steg 2 – Massbalans beräkningar

- För att kunna beräkna internbelastning krävs det mer data
  - **Dimiktiska sjöar: prover genom hela vattenpelaren**
  - **Polymiktiska sjöar: samma som ovan plus övervakning av in och utflöden**
  - Helt omblandade sjöar: provtagning av ytvattnet plus övervakning av in och utflöden
    - Mycket svårt att bedöma om en sjö är helt omblandade hela tiden
  - **Notera:** om en sjö har förhöjd internbelastning, är det nästan säkert att den externa belastningen är förhöjd.
    - Då ska man övervaka alla in/utlopp och sjön oavsett typ (se steg 3)
- Beräkning för en polymiktiskt sjö
- Internbelastning (IB, kg) = delta TP – Pin + Put
- Li (mg/m<sup>2</sup>/d) = IB (kg)/sjö areal/dagar

# Steg 2 - Risk modellen

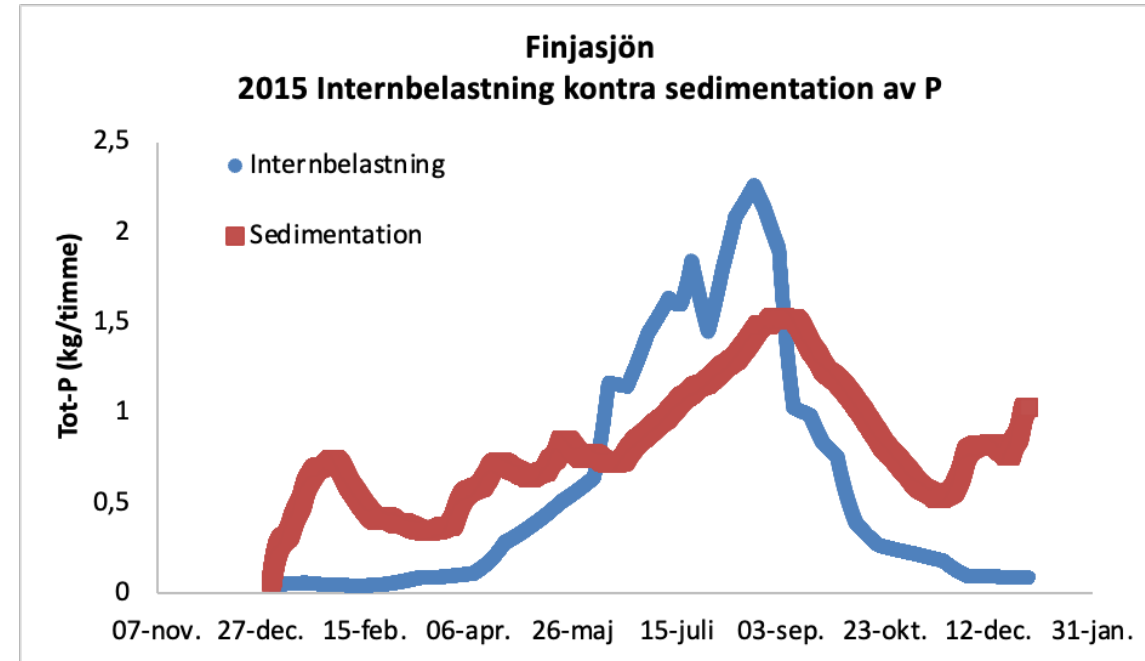
- Nu har vi en beräknad internbelastningshastighet (Li)
- Risk för förhöjd internbelastning klassas med tabellen nedan

Riskenivå	Dimiktisk Li (mg/m <sup>2</sup> /d)	Polymiktisk/omblandad Li (mg/m <sup>2</sup> /d)	Trofisk status	TP gräns (ug/L)
Mycket låg	0,2	0,1	Oligotrof	10
Låg	1,6	0,3	Mesotrof	20
Måttlig	3,6	1,3	Eutrof	40
Stor	9	3,1	Supertrof	95
Mycket stor	NA	8	Hypereutrof	>95



# Begränsningar

- Massbalans
  - Polymiktiskt-svårt att skilja sedimentation och internbelastning
  - IB = internbelastning - sedimentation
  - Dimiktiskt-svårt att bedöma hur mycket fosfor i bottenvattnet når ytvattnet under sommaren
- Beräkning av sedimentation
  - Bara ett uppskattat värde
  - Sedimentation varierar mycket under sommaren
- Sjöar i norra Sverige
  - Kallare och kortare sommarperioder
  - Mindre IB (kg) och långsammare/lägre hastighet (Li)
- Klassningar använder traditionell trofisk klassificering
  - Sjöar i Sverige har enskilda referensvärden



## Massbalans

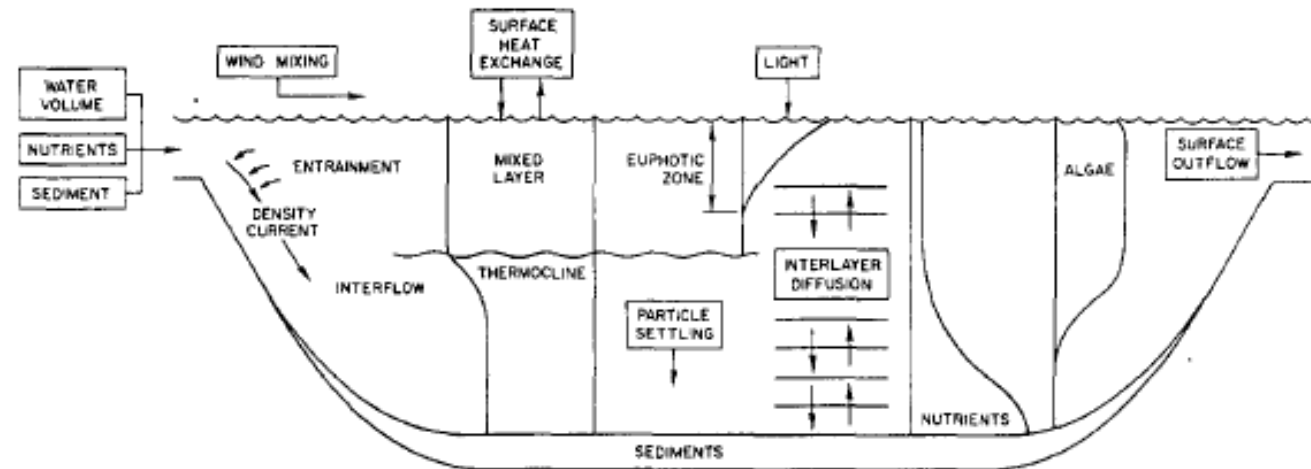
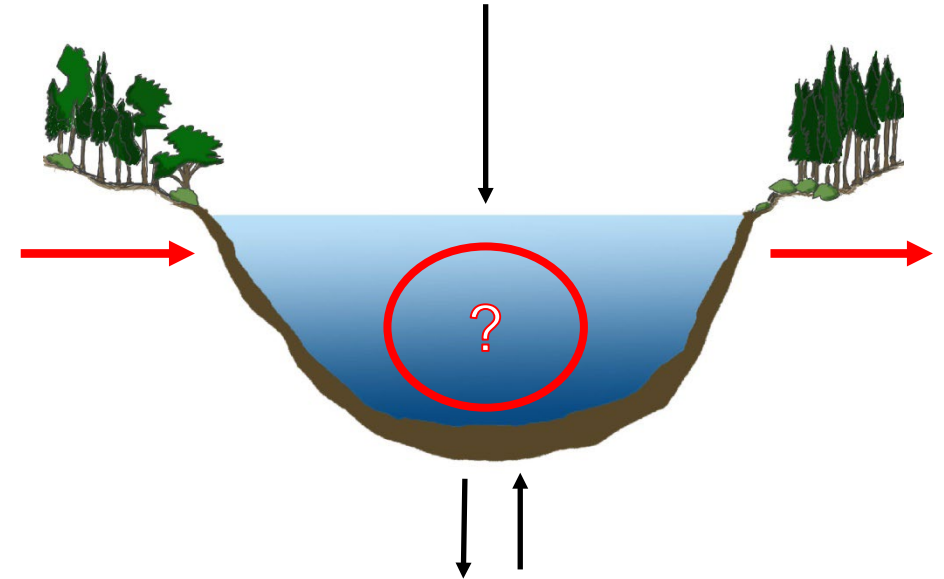
IB = -0,5 ton

## Dynamisk sjömodellering

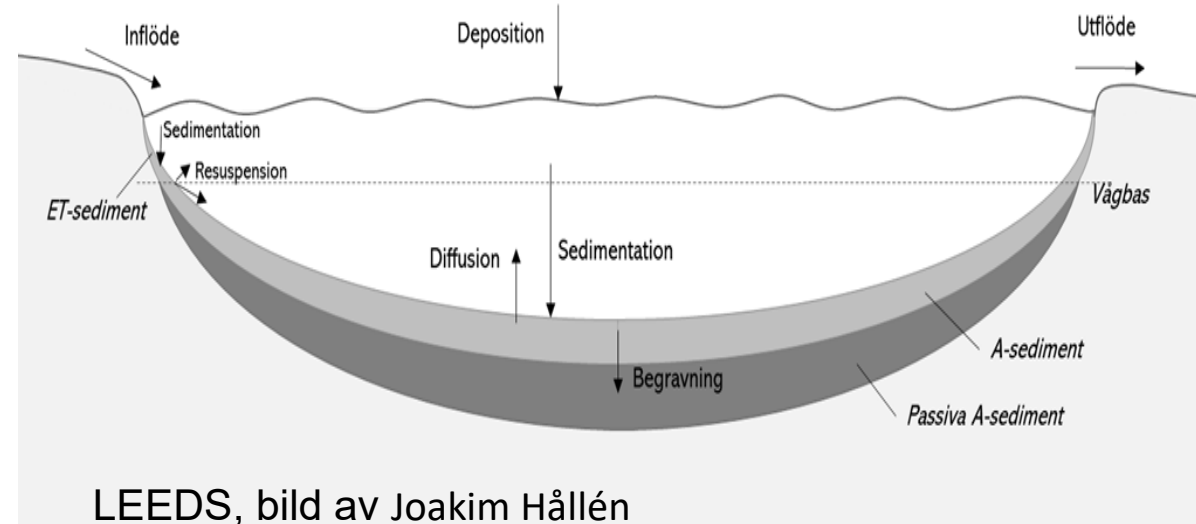
IB = +5,3 ton

# Steg 3 - Modellering

- Det enda sättet att beräkna källorna
  - Borde göras innan åtgärder börjas
  - Annars är risken stor att projektet inte lyckas eller inte håller långsiktigt
  - Mindre än 50% av projekt i Europa har lyckats
- Sedan är frågan vilken typ av modell ska man använda?
  - Dynamisk eller massbalans?
  - En dynamisk modell kommer nästan alltid ger bättre resultat



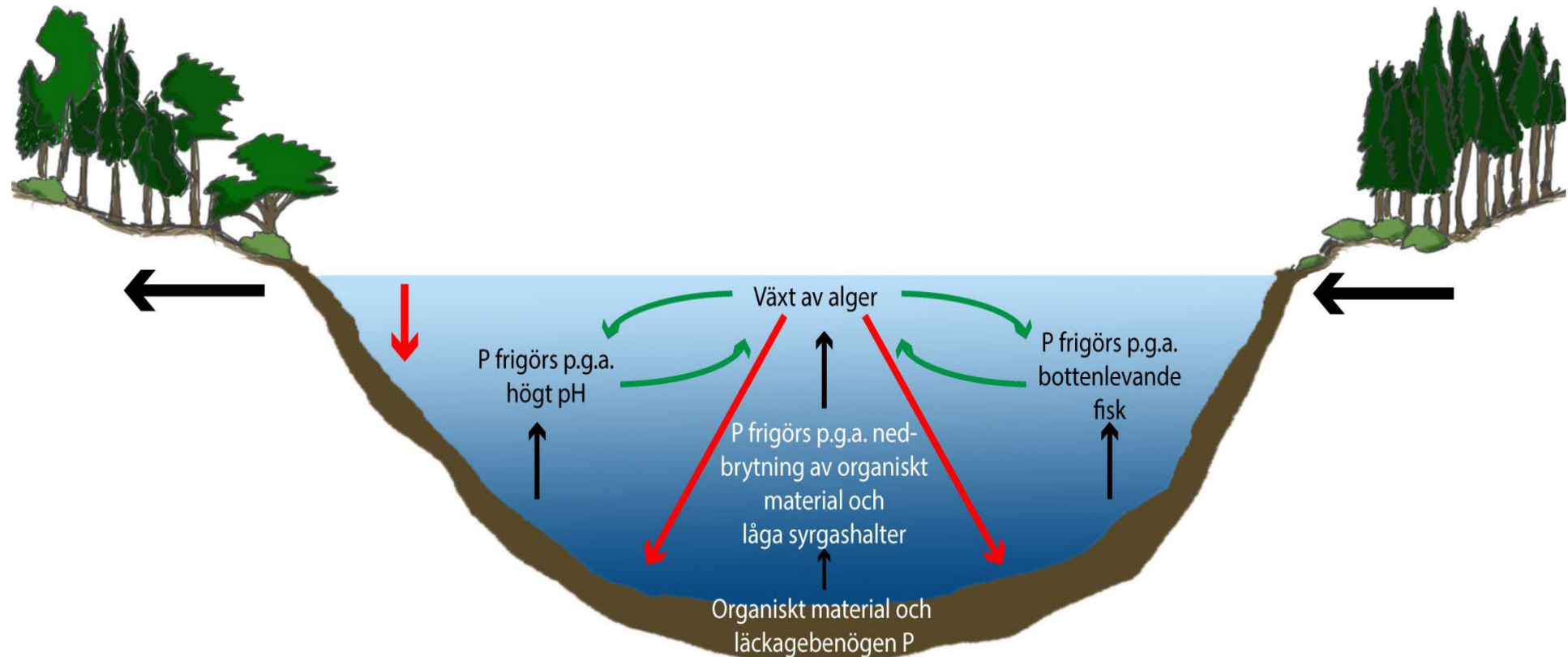
MINLake, Stefan & Riley 1988



LEEDS, bild av Joakim Hållén

## Steg 2 – Massbalans beräkningar

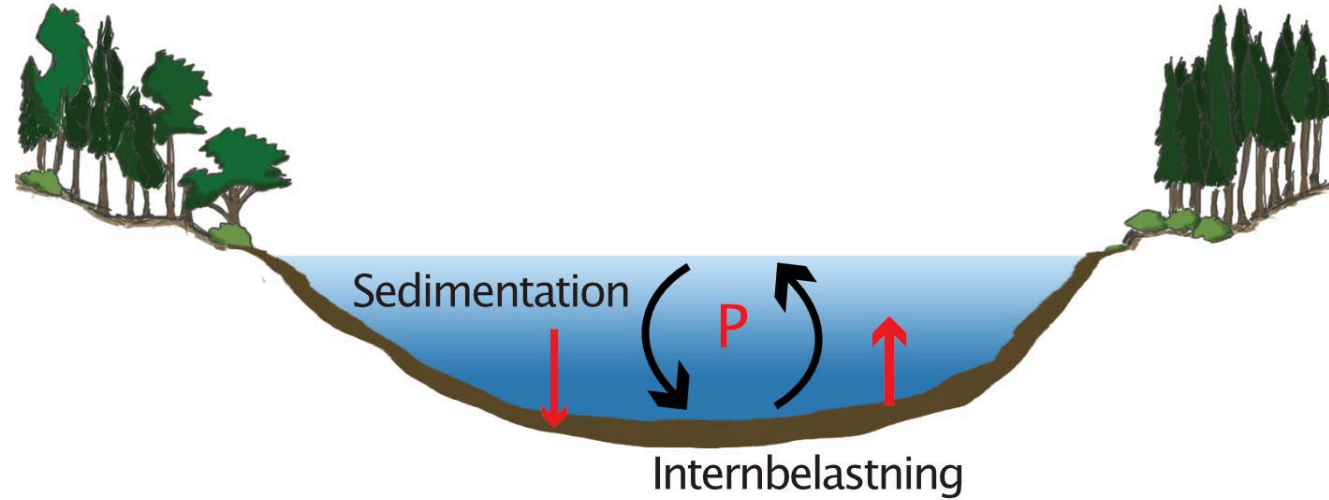
- Två hissar i polymiktiska och omblandade sjöar
  - Hissen uppåt: Frigörelse av fosfor från sedimentet och transport till ytvattnet
  - Hissen nedåt: Användning av denna fosfor och sedimentation av alger, mm



# Steg 3 – Massbalans- Svårigheter

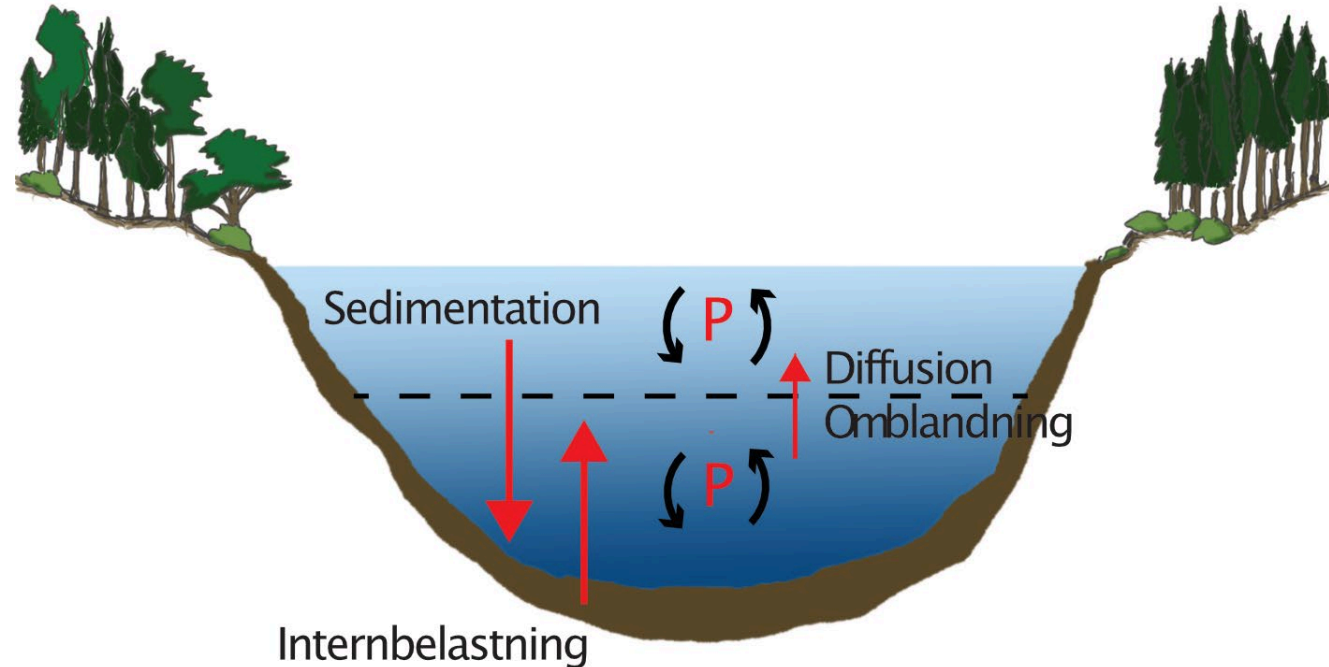
- För polymiktiska sjöar →
  - IB = internbelastning – sedimentation
  - Massalans underskattar intern och överskattar externbelastnings effekter

Polymiktiskt-grund



- För dimiktiska sjöar →
  - IB = IB, men en oviss del av IB når ytvattnet
  - Massbalans överskattar intern och underskattar externbelastning

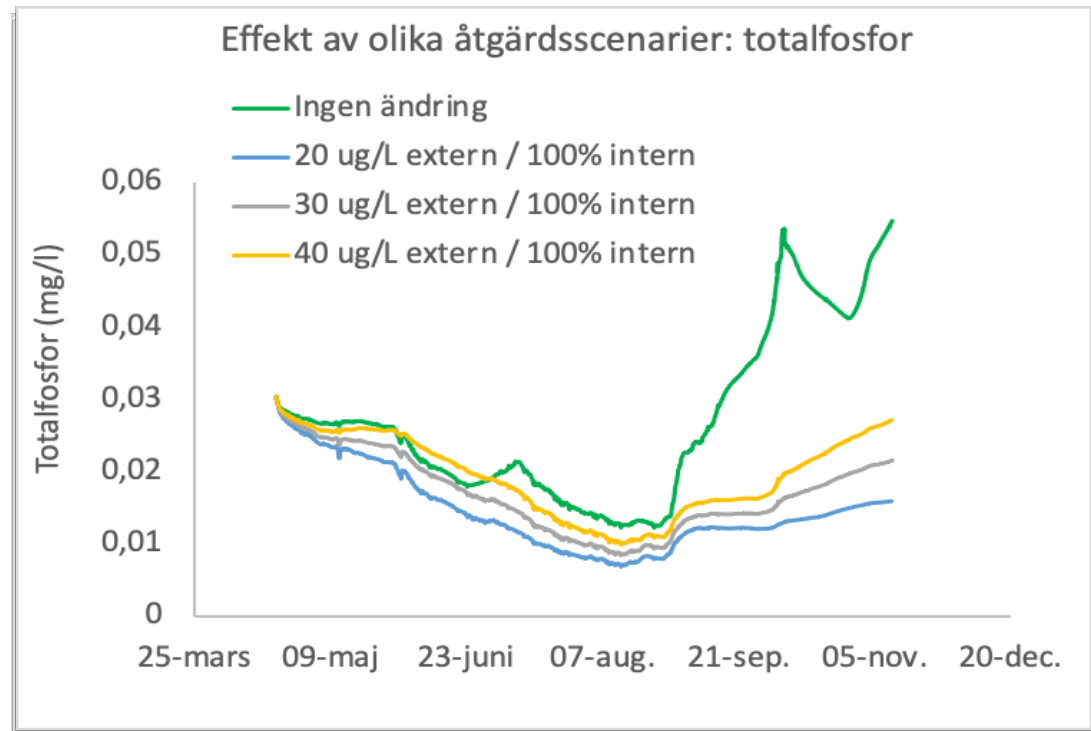
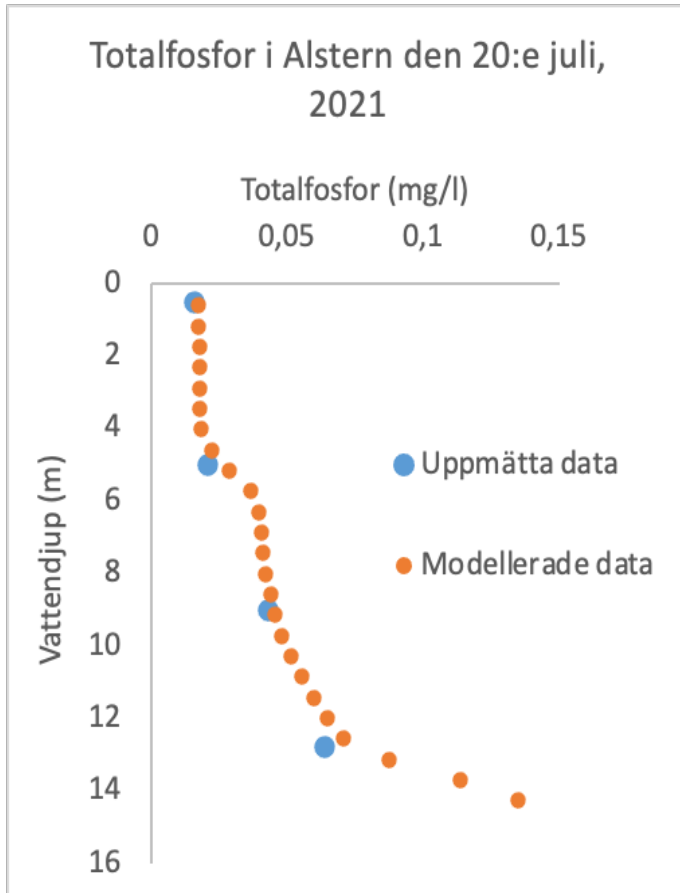
Dimiktiskt-djup



- Internbelastning är en **restpost**

# Steg 3 – Dynamisk modellering, Åtgärdsscenarioer

- Alstern
  - Dimiktisk, men inte starkskiktad. Temperatur når 10 C i bottenvattnet
- Trodde att internbelastning var en stor del av problemet
  - Den pågår från maj till sent september, och är förhöjd, men påverkade sjön i bara 4 veckor 2021



# Sammanfattning

- Det är ett användbart verktyg, men det finns osäkerhet!
  - Osäkerheten minskar betydligt från steg 1 till 3
  - T.ex. om man har tillräckligt bra data, ska man hoppa över steg 1 och även kanske steg två
  - Detta gäller typdelning också (polymiktiskt/grunt kontra skiktat/djupt)
- Det finns andra saker att ta hänsyn till
  - Om den delen av sjön som har problem med IB är väldigt liten, kan påverkan vara låg även om risknivån är stor/hög
  - Om risken är låg, men  $IB > \text{externbelastning}$ , kan IB vara en betydlig påverkan
  - Man ser det här i steg 3, särskilt med en dynamisk modell
- Om en sjö har problem med internbelastning, finns det troligtvis för mycket externbelastning
  - Då ska man provta hela systemet, inte bara de som används för att beräkna internbelastning
- Dynamisk modellering är bättre, men kostar mer
  - Modellering och provtagning kostar ca 1-2 % av restaureringskostnader
  - Exempel, Växjösjöarna.

# Tack!

- Vitboken och bilagor finns på:
  - <https://www.richwaters.se/handbok-for-atgarder-mot-internbelastning/>



[English >](#)

[Vattenplanering.se](#)

[Nyhetsbrev >](#)

[Kontakta oss >](#)

Ange sökord

SÖK

[Om Rich Waters](#)

[Våra projekt](#)

[Lärdomar och resultat](#)

[Projektutveckling](#)

[Publikationer](#)

[Nyheter](#)

[Kalender](#)

[Start](#) > [Publikationer](#) > Handbok för åtgärder mot internbelastning

## Handbok för åtgärder mot internbelastning

Författare: Brian Huser, SLU, Mikael Malmaeus, IVL, Magnus Karlsson, IVL, Robert Almstrand, Havs- och vattenmyndigheten och Ernst Witter, Länsstyrelsen i Örebro län

april 21, 2023

Innehållsförteckning 

Sammanfattning

Synpunkter på handboken och bilagorna

Handbokens syfte

[Handbokens uppbyggnad och delar](#)