

Utveckling av ett verktyg för identifiering av sjöar med förhöjd internbelastning



Mikael Malmaeus-IVL
Brian Huser-SLU



Bedöma internbelastning av fosfor i sjöar och kustområden och välja lämpliga och kostnadseffektiva åtgärder

- Huvudsyfte
 - Utveckla verktyg för att identifiera och kvantifiera naturliga och förhöjda nivåer av internbelastning
 - Utveckla kriterier för val av åtgärder för att minska internbelastning

- Många vattenförekomster har förhöjd internbelastning
 - Behöver en samordnad ram för att identifiera och hantera
- Vi utvecklar ett flerstegsverktyg
 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 troligen ytterligare övervakningsdata
 3. Modellering och åtgärdsanalys för vattenförekomster där internbelastningen behöver minska - ytterligare övervakning troligen
 4. Analys av kostnadseffektiviteten av olika åtgärder

Steg 1-”Enkel” modellering

- För närvarande har vi bara generella mål för att nå god vattenkvalitet när det gäller internbelastning av P
 - Internbelastning är oftast en uppskattad (restpost) baserat på beräkning/modellering av extern belastning
 - En anledning till att <50% av sjörestaureringsprojekt har lyckats

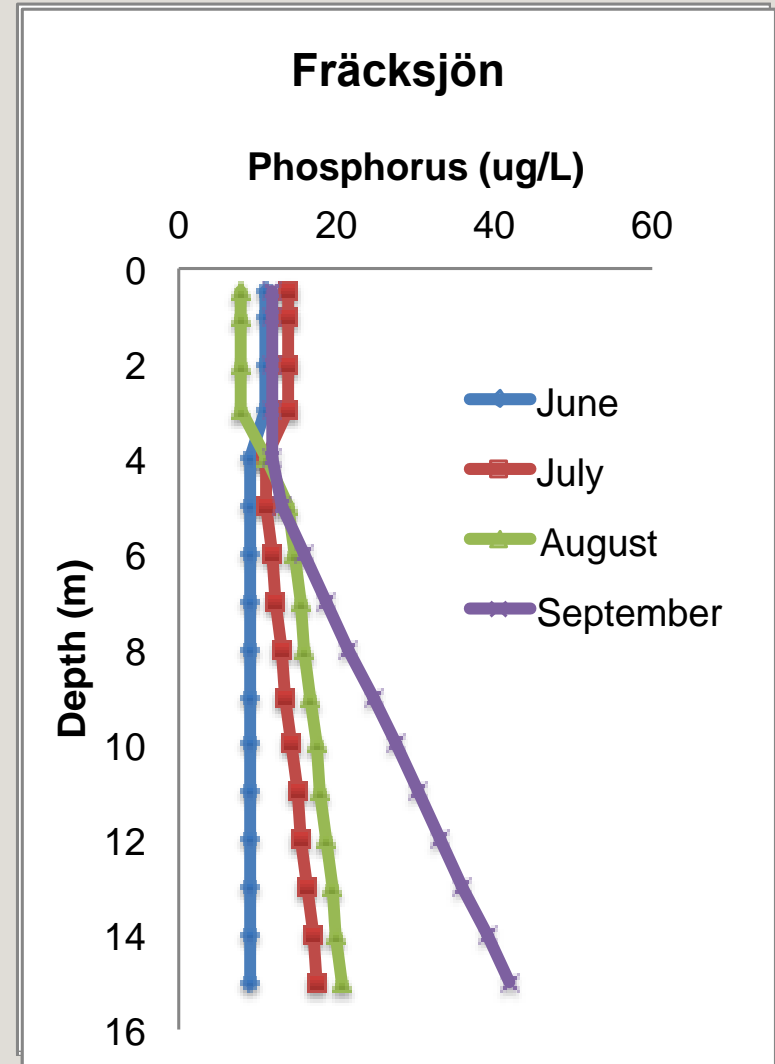
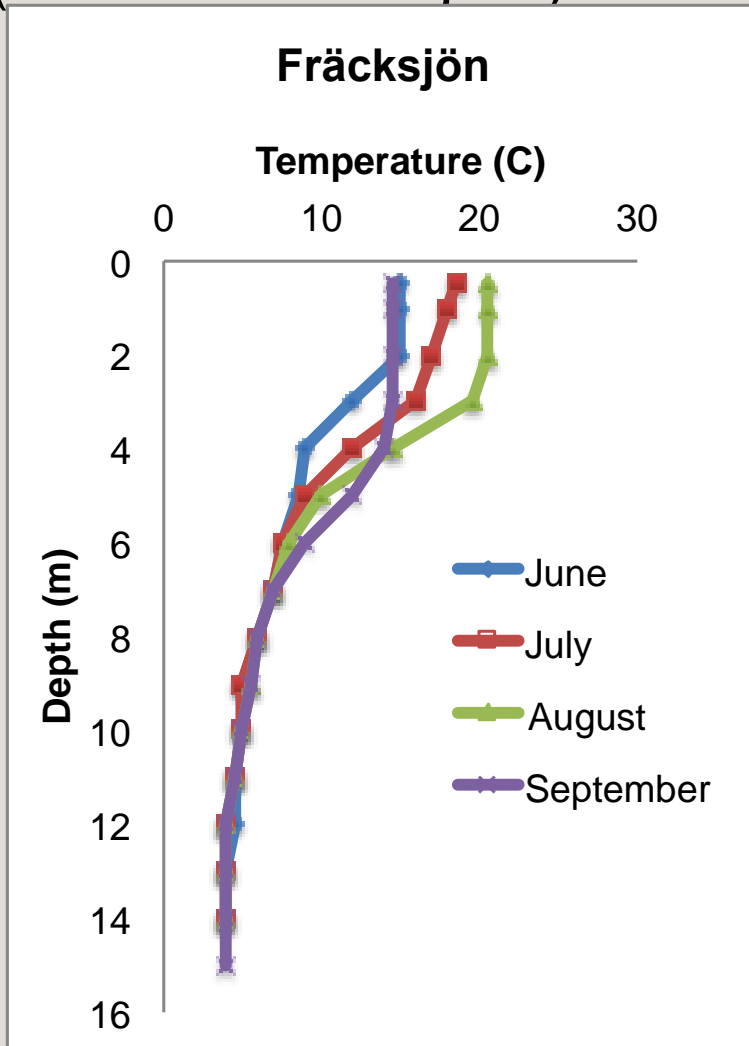
- Vi känner inte den “naturliga” internbelastningen
 - Vi har modeller för retention (e.g. Dillon and Rigler)
 - Det är inte naturligt att tvinga internbelastning till 0
 - Det kan kosta dubbel så mycket att minska internbelastning 100% jämfört med en minskning av 80-90%.

- Hur vet vi om en sjö ligger i riskzonen för förhöjd internbelastning?
 - Koncentrationen ökar i bottenvattnet under sommaren/vinter
 - ... eller i ytvattnet i grunda sjöar under sommar

- Nästan alla sjöar har ett visst läckage av P från sedimenten under växtsäsongen
- Internbelastningens storlek påverkas av
 - Areal syrefattiga bottnar (<2 mg/l syre)
 - Organiskt material i sediment
 - Temperatur (nedbrytning av organiskt material)
 - Faktorer inom avrinningsområdet
 - Jordart
 - Avrinningsområdets storlek i förhållande till sjöyta
 - Markanvändning
 - Sedimentkemi (P former, metaller som binder P såsom Al, Fe, och Ca, mm)

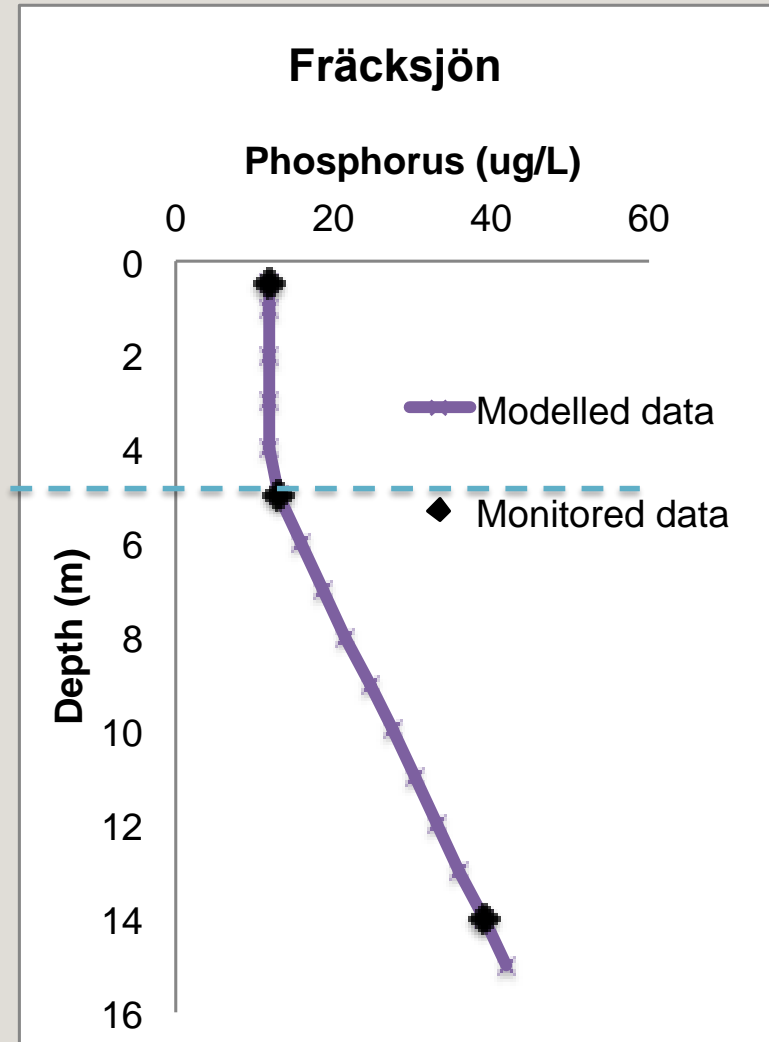
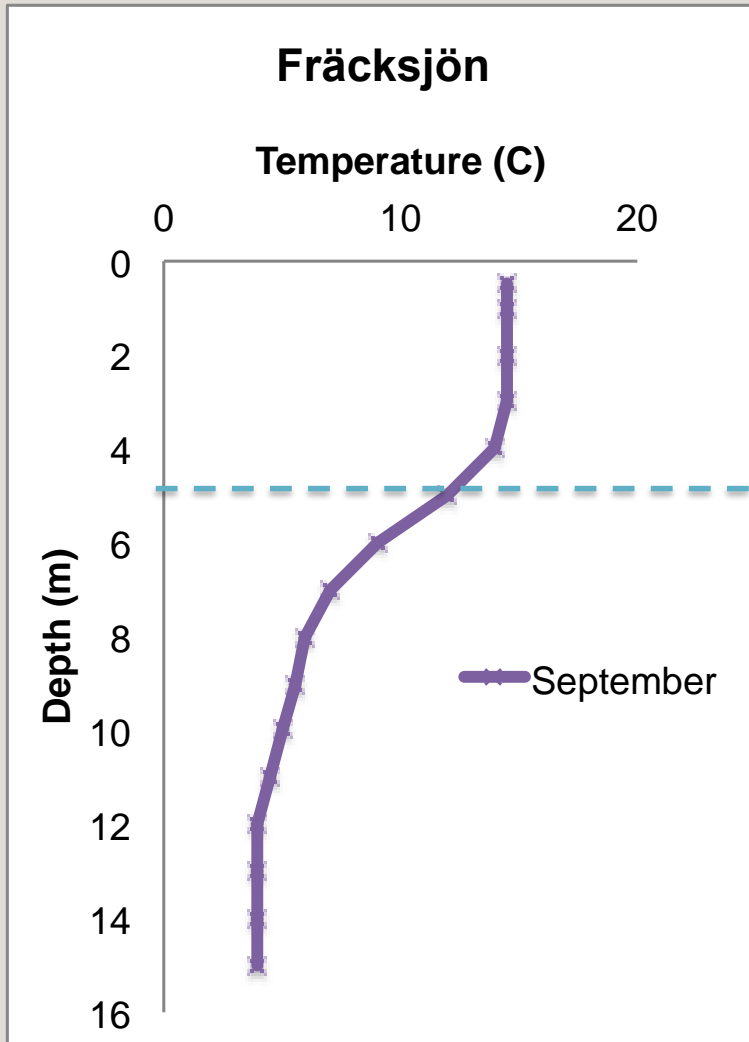
Uppskattning av naturlig internbelastning

Utnyttja data från existerande miljöövervakning
(trend/referenssjöar)



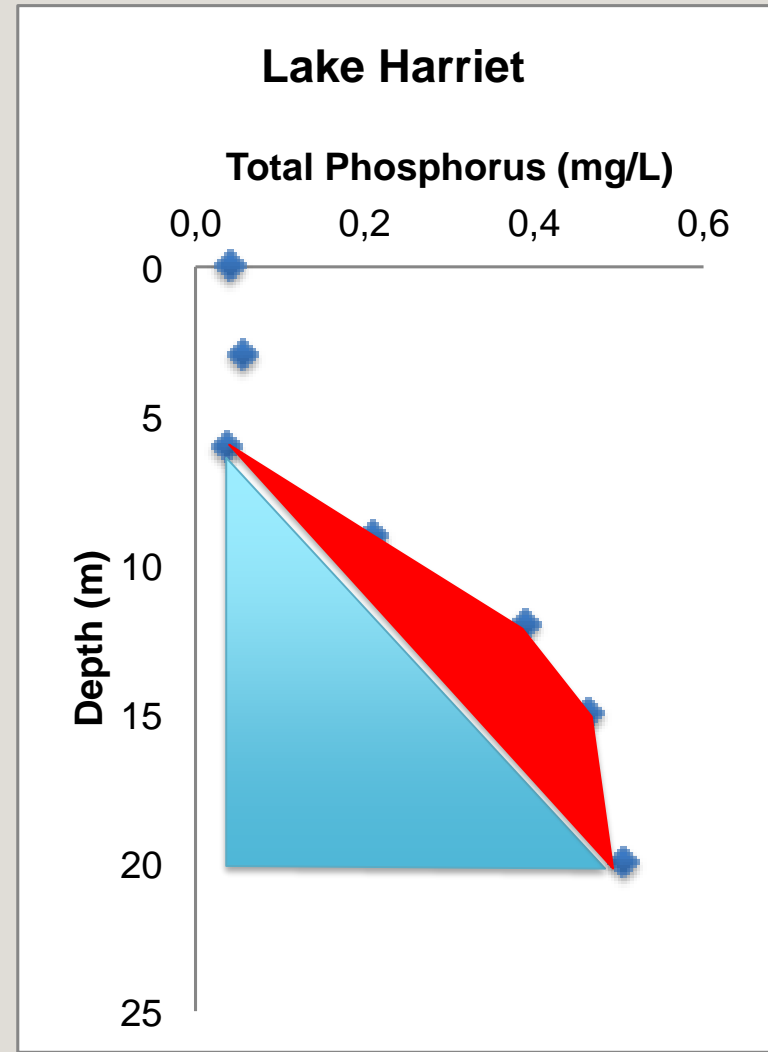
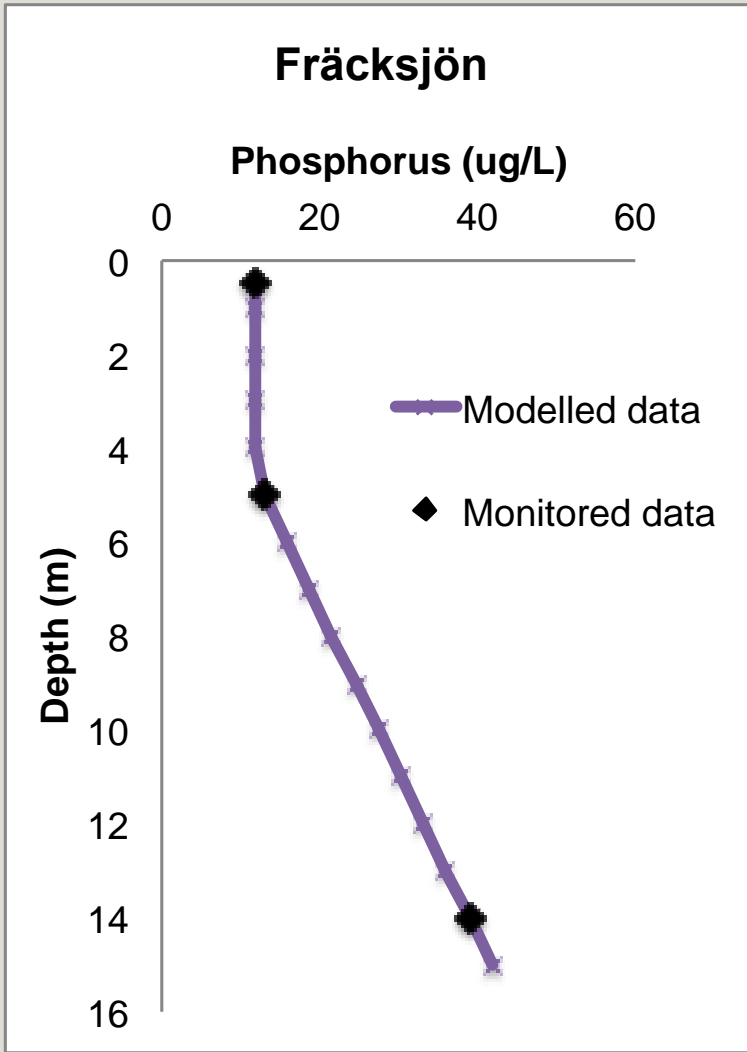
Uppskattning av naturlig internbelastning

Begränsad datatillgång så vi behöver modeller för P i vissa fall. **Inte** designade för att uppskatta internbelastning



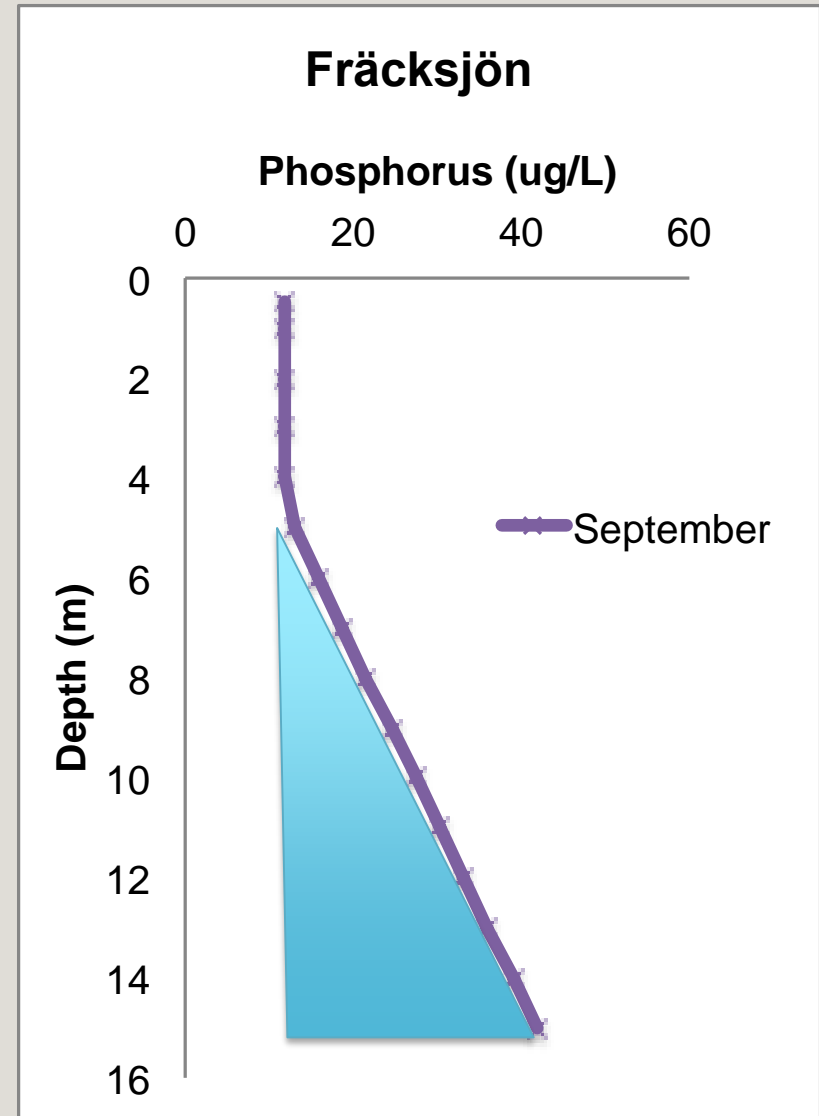
Uppskattning av naturlig internbelastning

Kan resultera i en underskattning av internbelastning

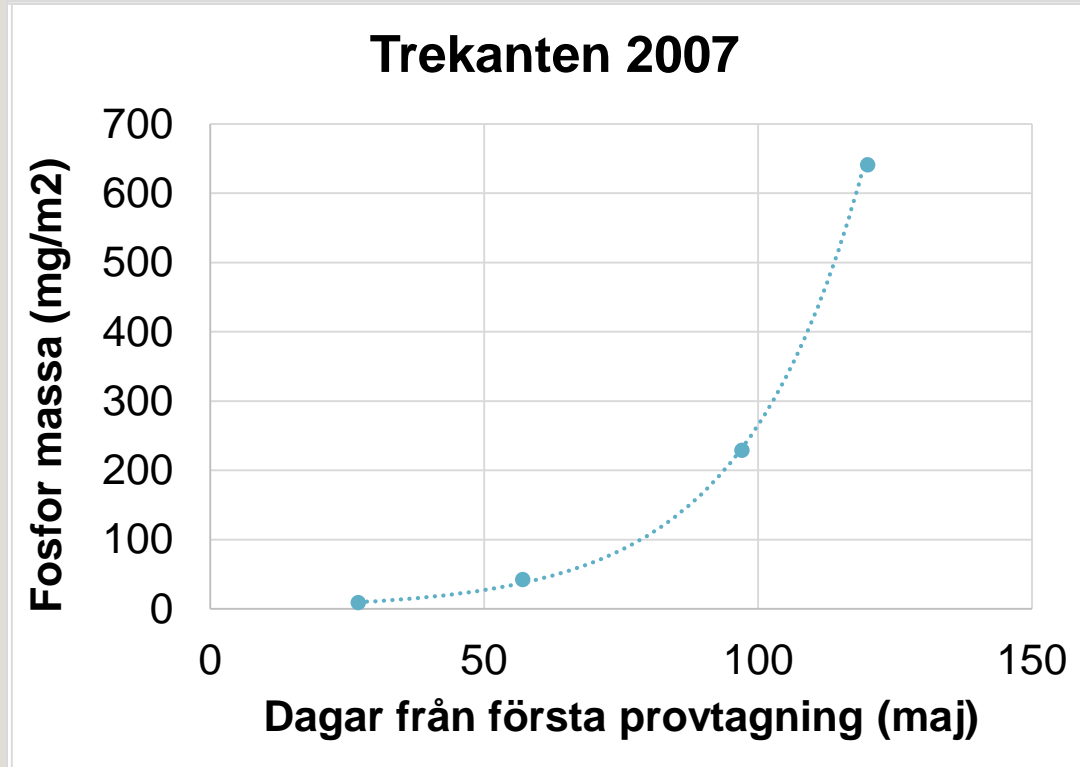


Uppskattning av internbelastning - djupa sjöar

- P ökar sommartid i bottenvattnet (hypolimnion + metalimnion/termoklinen)
- Vi vet koncentrationen på varje djup
- Beräkna mängden P (massa) i bottenvattnet
 - Behöver bathymetri (djupkurvor)
 - Använd area och djup för att beräkna volym
 - Volym gånger P konc = P massa (kg)
- Beräkna ökning av P över tid



Uppskattning av internbelastning - djupa sjöar



Agstam et al.
2019

Internbelastning Flaten-

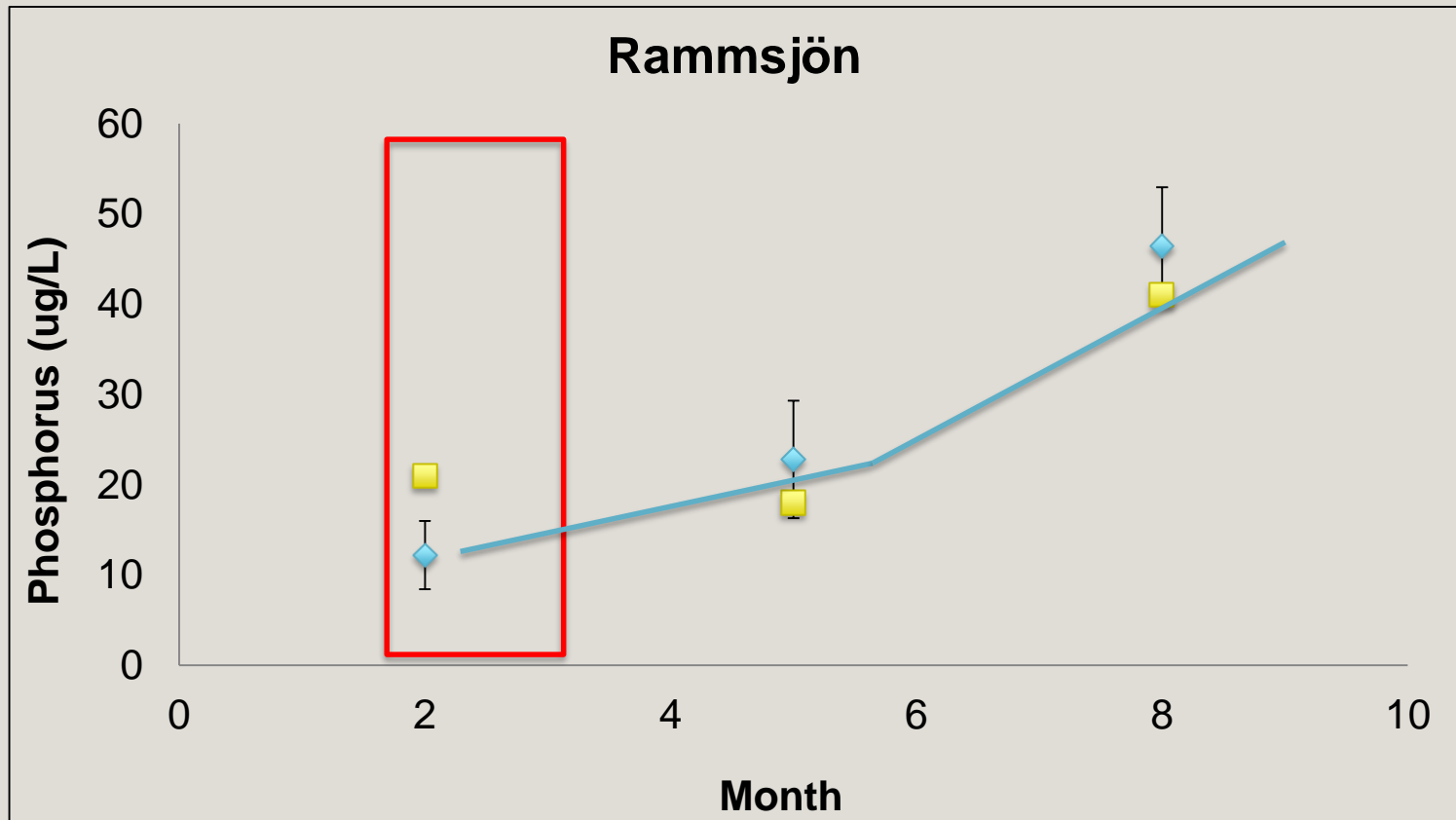
Innan åtgärd = 7,5 mg/m²/day

Efter åtgärd = 0,18 mg/m²/ay

Trekanten ?

Uppskattning av naturlig internbelastning – grunda sjöar

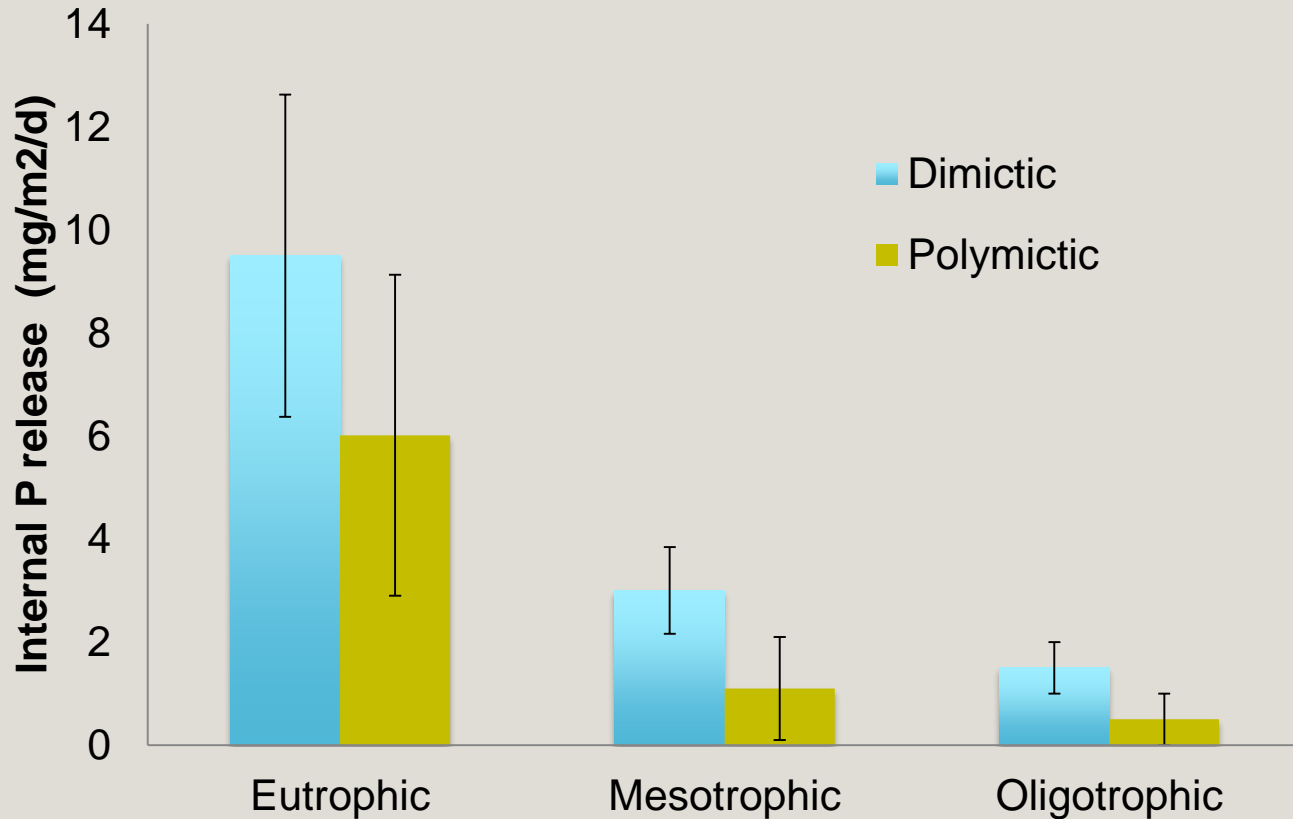
- P ökar i ytvatten under växtsäsongen
- Behöver djupkurvor för att beräkna mängden P över tid
- Data begränsade, inte heller designade för internbelastning




Steg 1 – Riskmodell för internbelastning

- Komplex:
 - Beräkna storleken på internbelastning
- Omvandla detta till en mindre komplex process:
 - Djupa sjöar – troliga prediktiva faktorer
 - Kvot mellan TP i ytvatten (epilimnion) och bottenvatten (hypolimnion)
 - Sedimentareal:sjöareal
 - Grunda sjöar – troliga prediktiva faktorer
 - Kvot mellan TP tidigt respektive sent på säsongen
 - Måste ta hänsyn till externbelastning
- Dessa faktorer kan sedan användas för att uppskatta risk för förhöjd internbelastning

Steg 1 (och 2) Riskmodell för internbelastning



Risk 

Hög

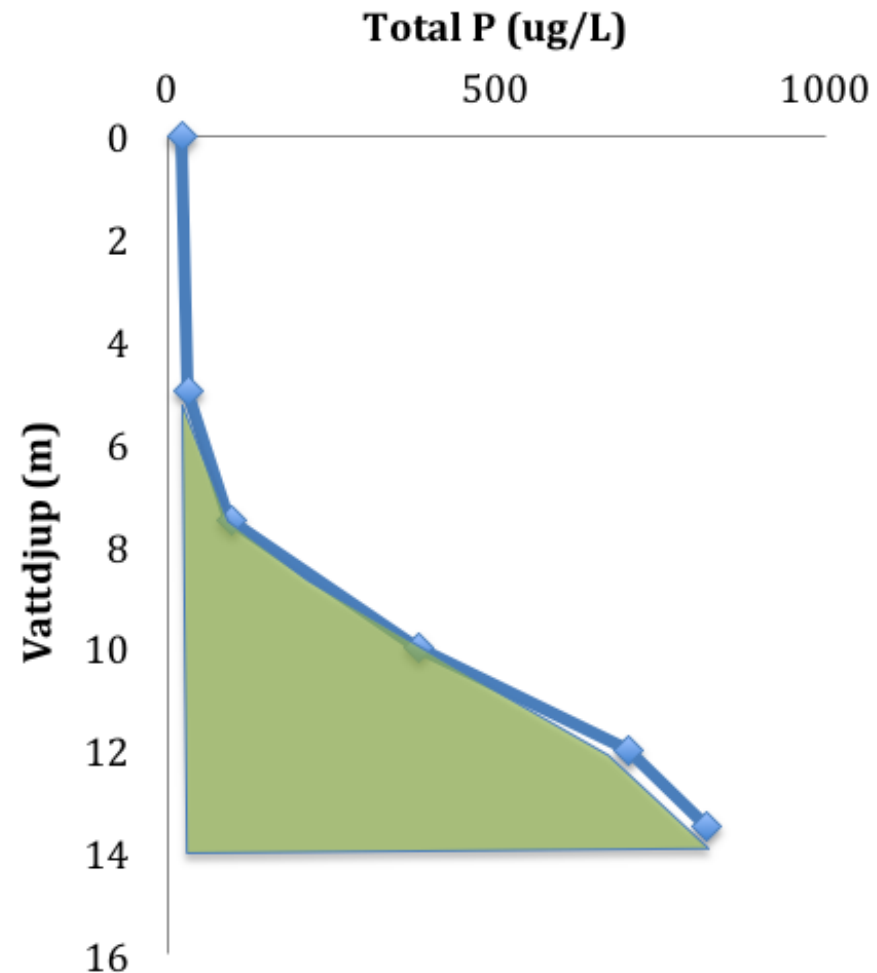
Medel

Låg

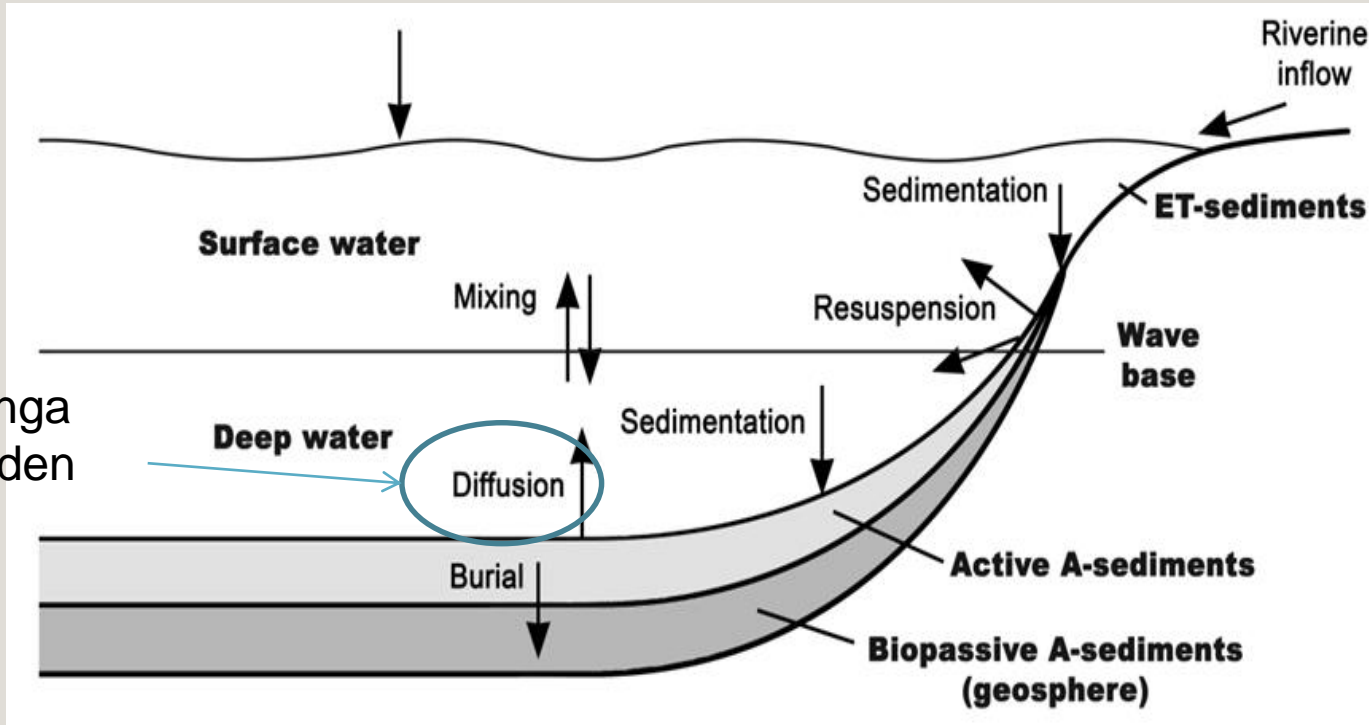
Steg 2 – Uppskattning av internbelastningens storlek

- Har påbörjats
- Tanken är att fastställa vilken övervakning som behövs för att uppskatta mängden P som läcker från sediment
 - Minimera fel
 - Minimera ansträngning och kostnad
- Dessa data kan sedan användas för mer komplex modellering (Steg 3)

Drevviken-augusti

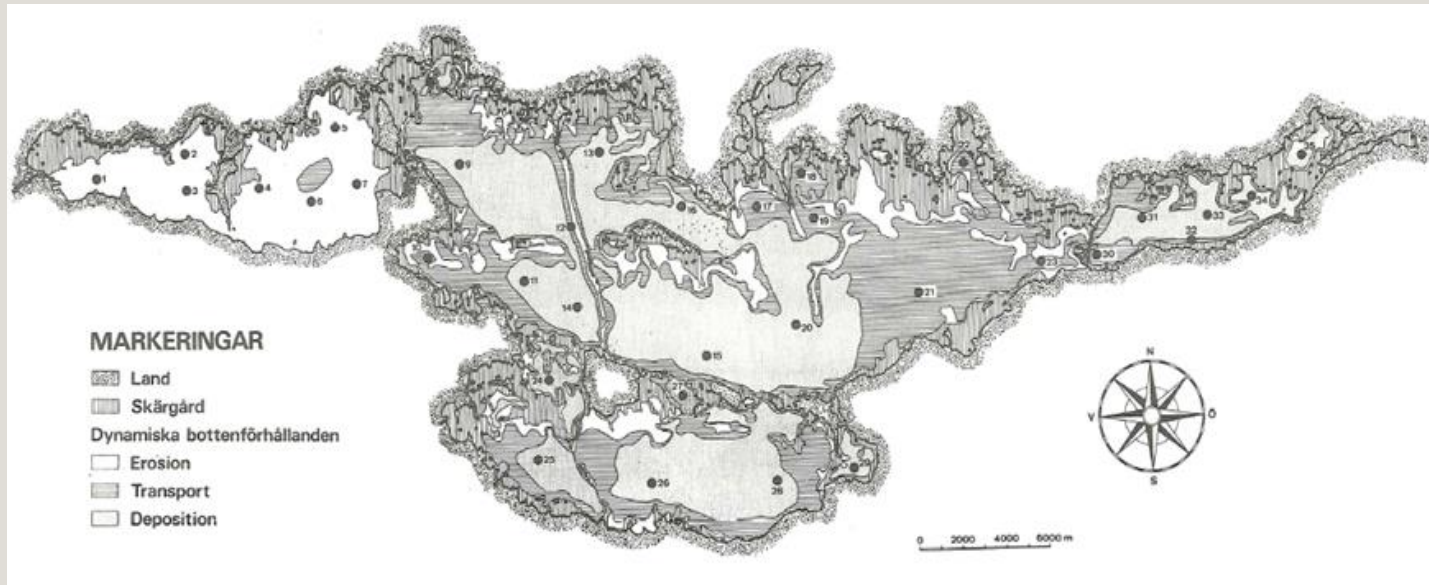


Steg 3 - Modellering och scenarier



Ett av många
Viktiga flöden
i en sjö

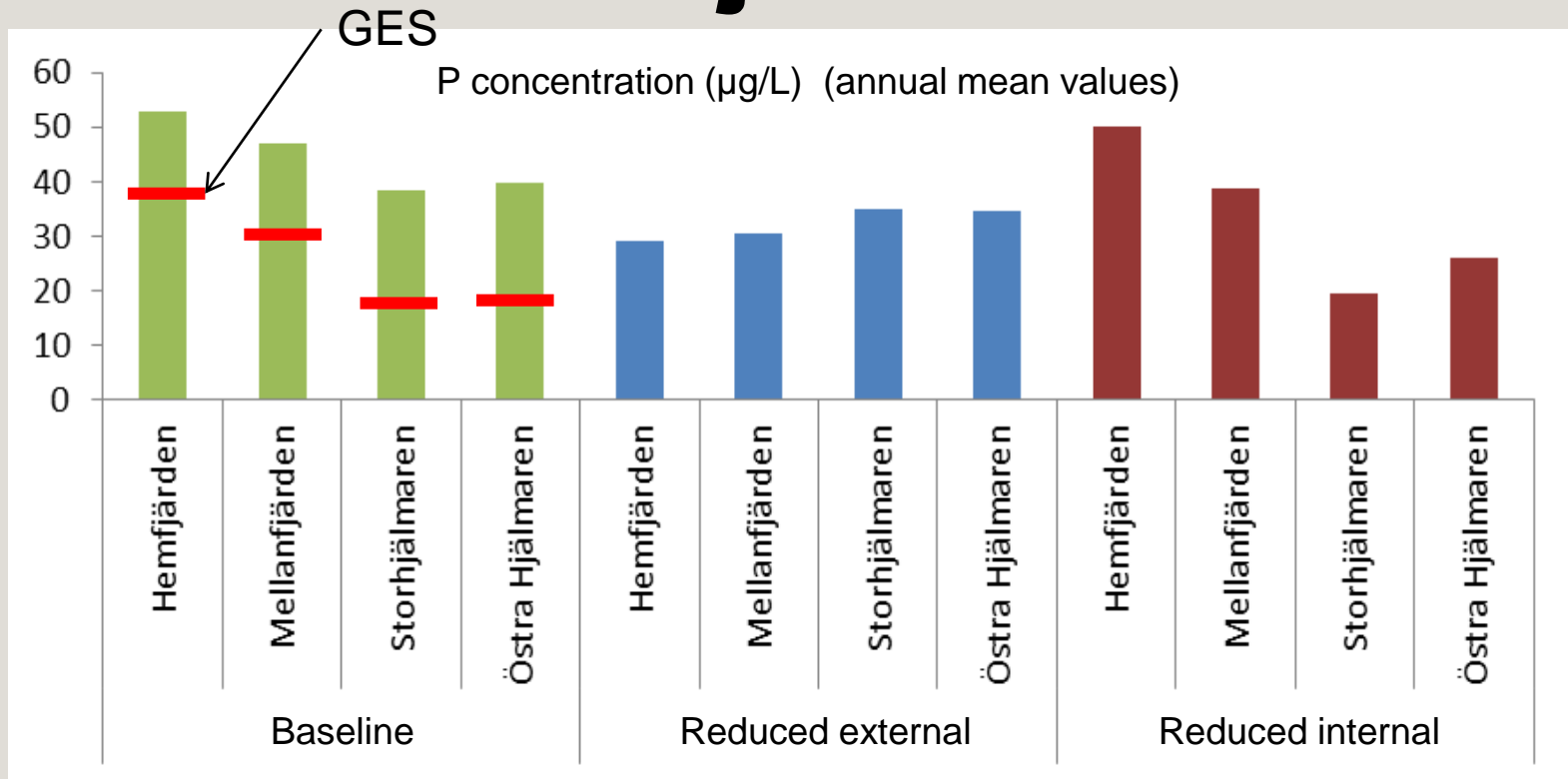
Steg 3 - Exempel: Scenarier för Hjälmarens



Steg 3 - Exempel: Scenarier för Hjälmarens

- 1) 50 % minskning av extern fosforbelastning från avrinningsområdet till alla fyra bassänger
- 2) Behandling av 50 % of ackumulationsbottenarean i huvudbassängen (Storhjälmaren)

Steg 3 - Exempel: Scenarier för Hjälmaren



Steg 4 – Livscykelanalys av åtgärder

Nyttan av åtgärder

Kostnaden av åtgärder

Andra effekter av åtgärder

- Energianvändning

- Resursanvändning (t.ex. kemikalier)

- Miljöeffekter (toxiska effekter, ekologiska effekter)

- Syfte
 - Att testa effektiviteten för olika metoder
 - Norrviken (Al behandling)
 - Öljaran (muddring)
 - Internbelastning kvantifieras före och efter respektive åtgärd
 - Beräkna kostnadseffektiviteten

- Metod
 - Fraktionera P-former och analysera andra variabler
 - Organiskt material, P-bindande metaller, m.m.
 - Inkubera sediment proppar från samma platser
 - Mät ökning av P och andra ämnen i vatten över tid



Resultat från andra projekt

Frågor?

