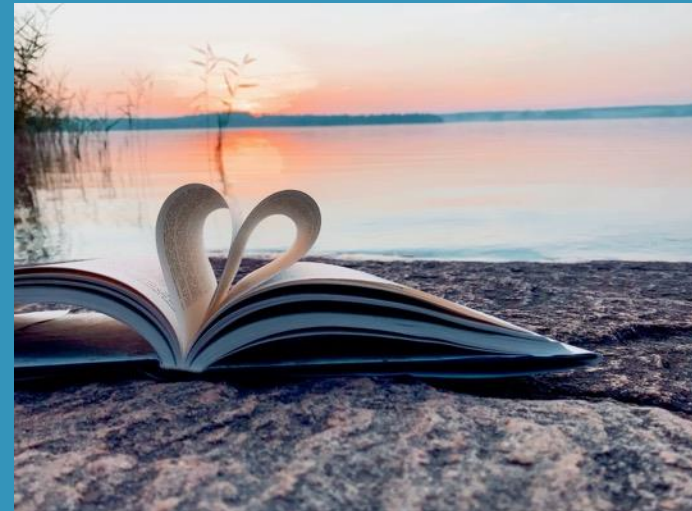


ALSTERN

Rekommendationer för minskad
näringsämnesbelastning och förbättrad vattenkvalitet

AKA: Alstern fri från övergödning





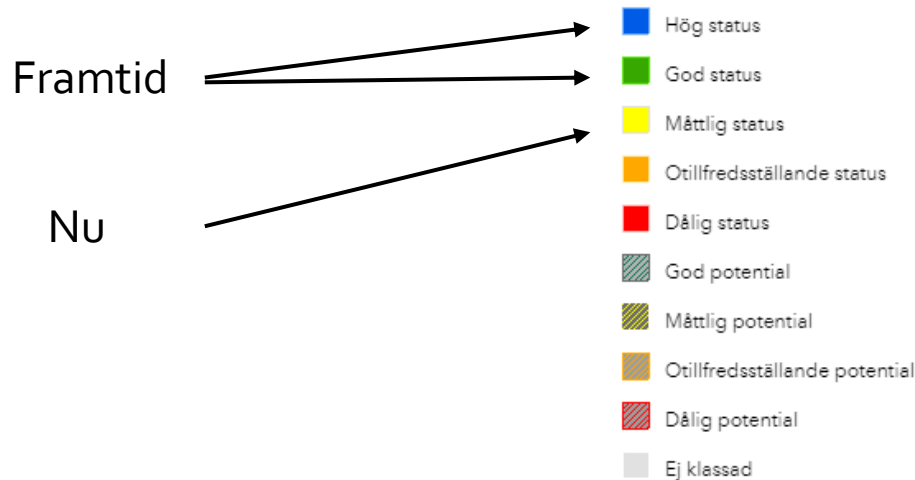
Ett stort projekt

- Bidrag för att göra projektet-LOVA
 - Arbetet med LOVA ansökan började 2017
 - Ansökan skickades in 2018
 - Den beviljades april 2019 (för sent för att kunna börja provta)
- Övervakning av sjön och inloppen
 - Övervakning/provtagning började april 2020
 - Sjön och inlopp: näringsämnen, alger, syrgas, temperatur, mm
 - Bara in och utlopp: flöde
- Många samarbetspartner
 - Vattenrådet
 - Karlstad kommun
 - Bröderna Österberg
 - Sveriges lantbruksuniversitet
 - Eurofins
 - Sjörestaurering Sverige AB



Varför gjordes projektet?

- Alstern har måttlig status enligt vattendirektivet
 - Halter av fosfor och mängden alger är för höga



- Varför fokuserar vi på fosfor?
 - Den är oftast den begränsande faktorn gällande tillväxt av alger i vattnet
 - Detta leder till syrgasbrist, döda bottenar, toxiska alger, ett dåligt fisksamhälle, mm

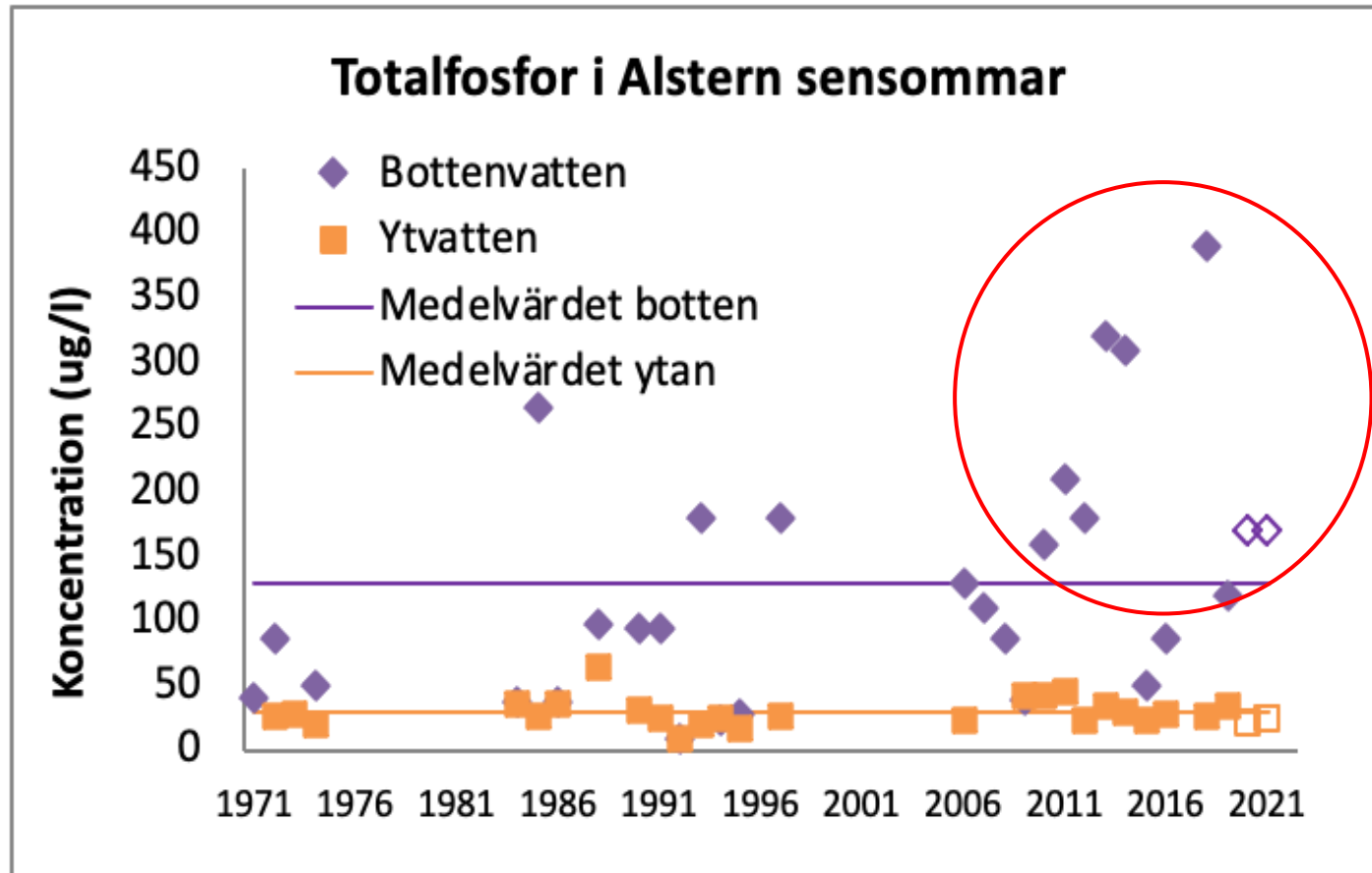


Vad har gjorts hittils?

- Olika förbättringar har gjorts eller kommer att göras
- Installation av reningsverk i Vallargärdet (1974)
- Nedstängning av ett tvätteri som tidigare belastat sjön med fosforutsläpp motsvarande ca 100 st personekvivalenter per år (1975)
- Förbättrande av några av de mest näringsämnesbidragande avloppen på Edsgatan (1980-talet)
- Utbyggnad av kommunalt avlopp längs Edsgatan och till Steffens minne vid Alsterns sydvästra del (2015)
- Enligt kommunens VA-plan planerar kommunen att bygga kommunala avlopps- och vattenledningar hela vägen upp till Vallargärdet (2026)



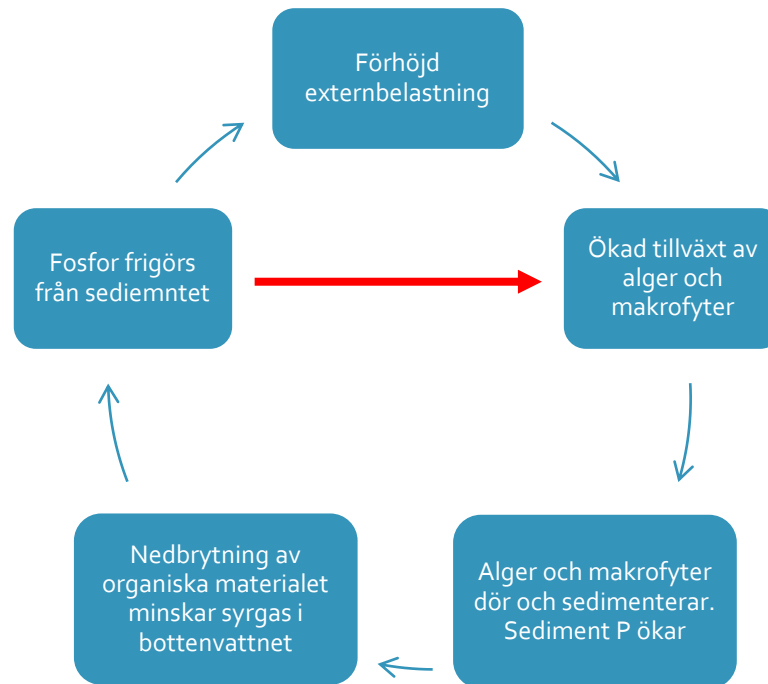
Mår sjön bättre?





Mår sjön bättre?

- Inte riktigt, men varför?
 - En anledning är att internbelastning är förhöjd
 - Mycket fosfor har lagrats i sedimentet (gamla synder)

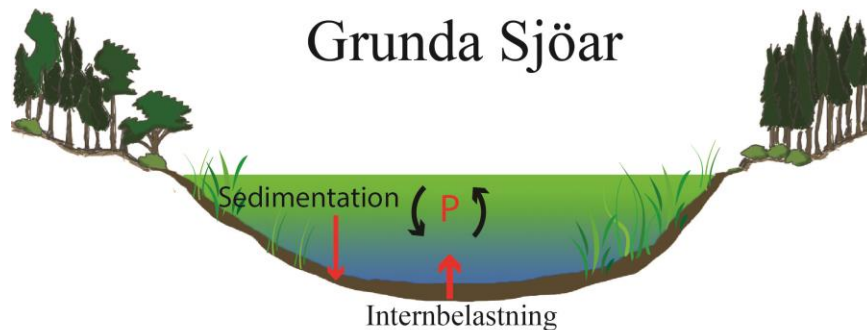


- Den andra anledningen är att externbelastning är fortfarande förhöjd

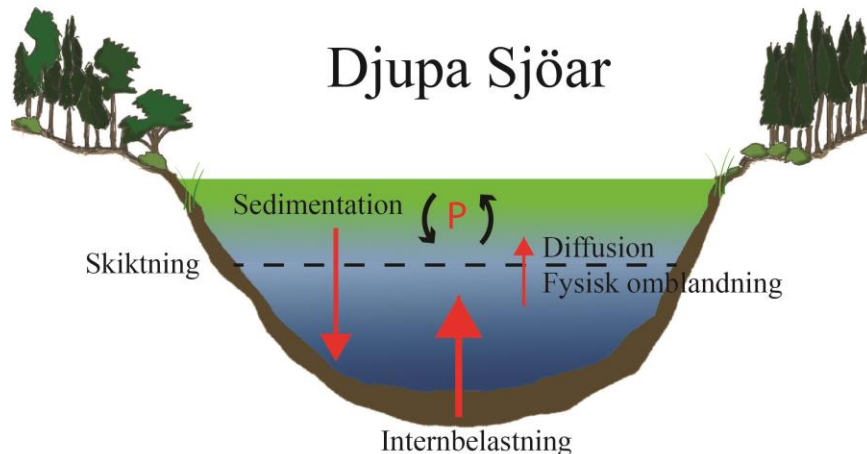
Hur får vi internbelastning?

- Olika processer kan orsaka frigörelse av fosfor från sedimentet

Internbelastningsprocesser



- Høgt pH (>9)
 - P frigörs från Fe och Al
- Sediment rörning/blandning
 - Vind och bentisk fisk rör om i sediment
- Nedbrytning av organiskt material
 - Ökad på grund av ↑ temperaturer
 - P släpps och syrgashalt minskar
- Periodvis (t.ex. under natten) eller utdragen låg syrgashalt
 - P frigörs från Fe (III)



- Nedbrytning av organiskt material
 - P släpps och syrgashalt minskar
- Låg syrgashalt i bottenvattnet (slutet på vintern och sommaren)
 - P frigörs från Fe (III)
 - Diffusion och vattenblandning överför P till ytvattnet



Vad gjorde vi?

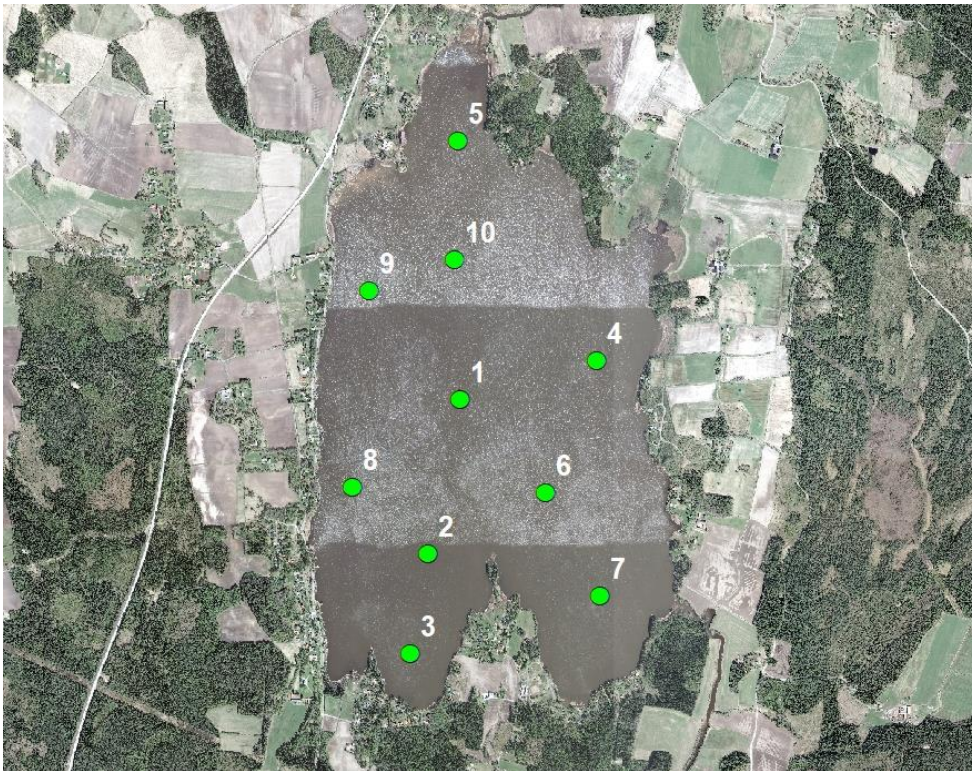
- Övervakning av sjön och inloppen (2020 och 2021)
 - Övervakning/provtagning började april 2020
 - Sjön och inlopp: näringsämnen, alger, syrgas, temperatur, mm
 - Flöde i inloppen och utloppet





Vad gjorde vi?

- Provtagning och analys av sediment (2021)
 - Fosforfraktioner
 - Delar upp fraktioner som kan frigöras och de som är stabila

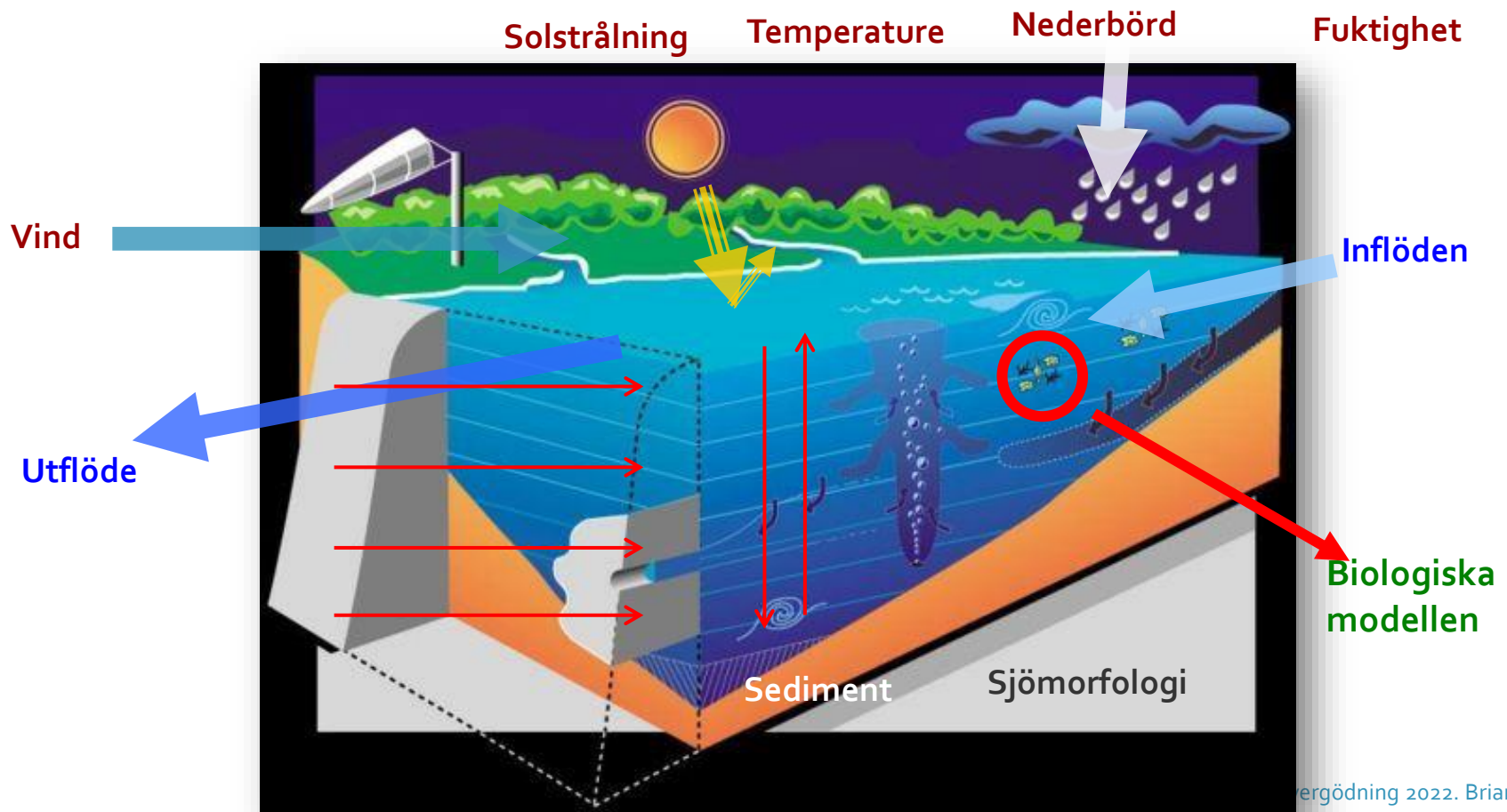


Alstern fri från övergödning 2022. Brian Huser



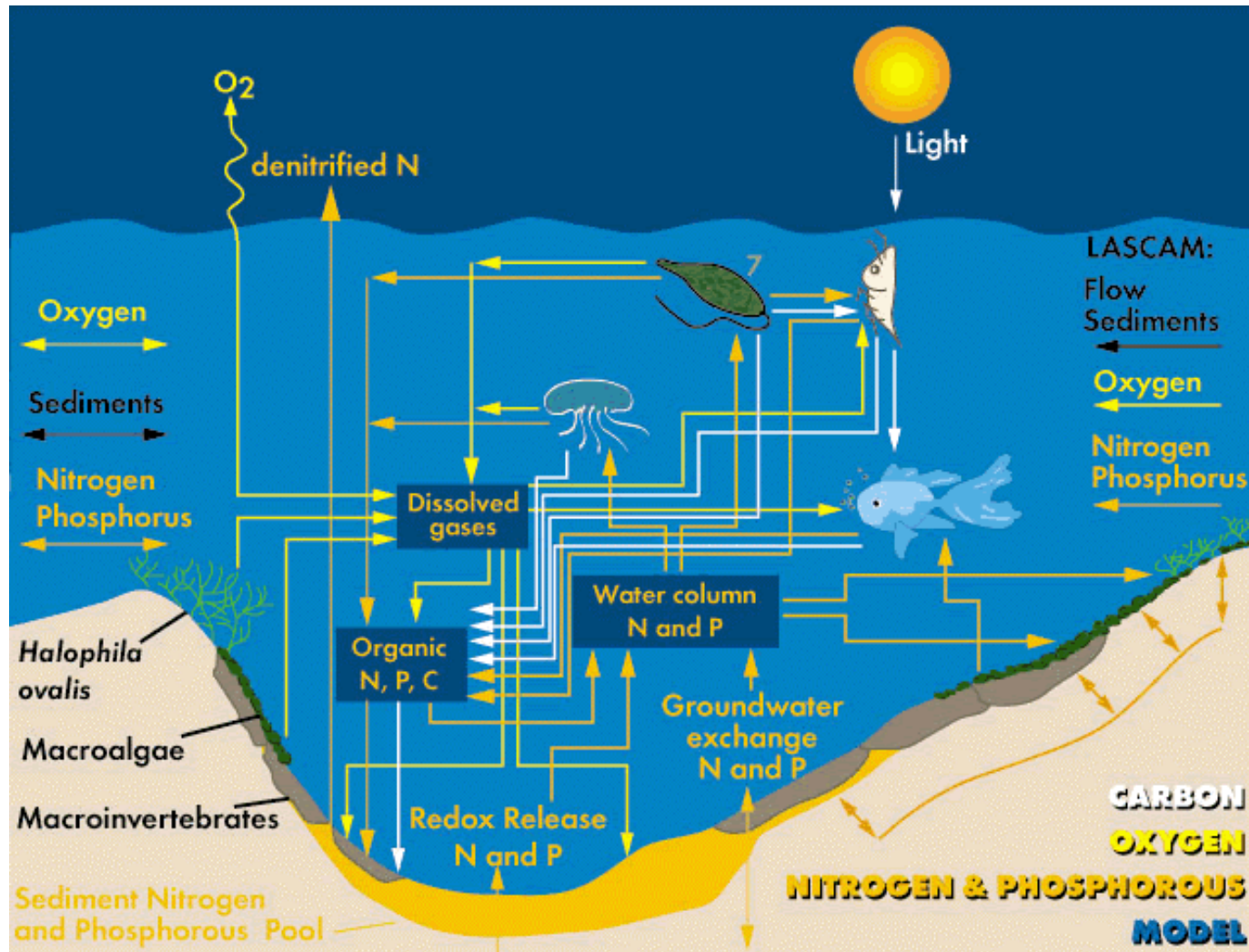
Vad gjorde vi?

- Dynamisk modellering (en dimensionell) av Alstern (2022)
 - Gjordes för att bedöma/beräkna olika källor av näringsämnen och hur de påverkade vattenkvaliteten i sjön





Hur funkar modellen?





Massbalans kontra dynamisk modellering

- Finjasjön, Hässleholm
- Massbalans modeller
 - Internbelastning = $Put - Pin$ (årsbasis)
 - -0,67 ton (netto sedimentation)
- Internbelastning = $\Delta P_{sjön} + Put - Pin$
 - -0,4 ton (netto sedimentation)
- Dynamisk modellering
 - 5,3 ton (brutto internbelastning)



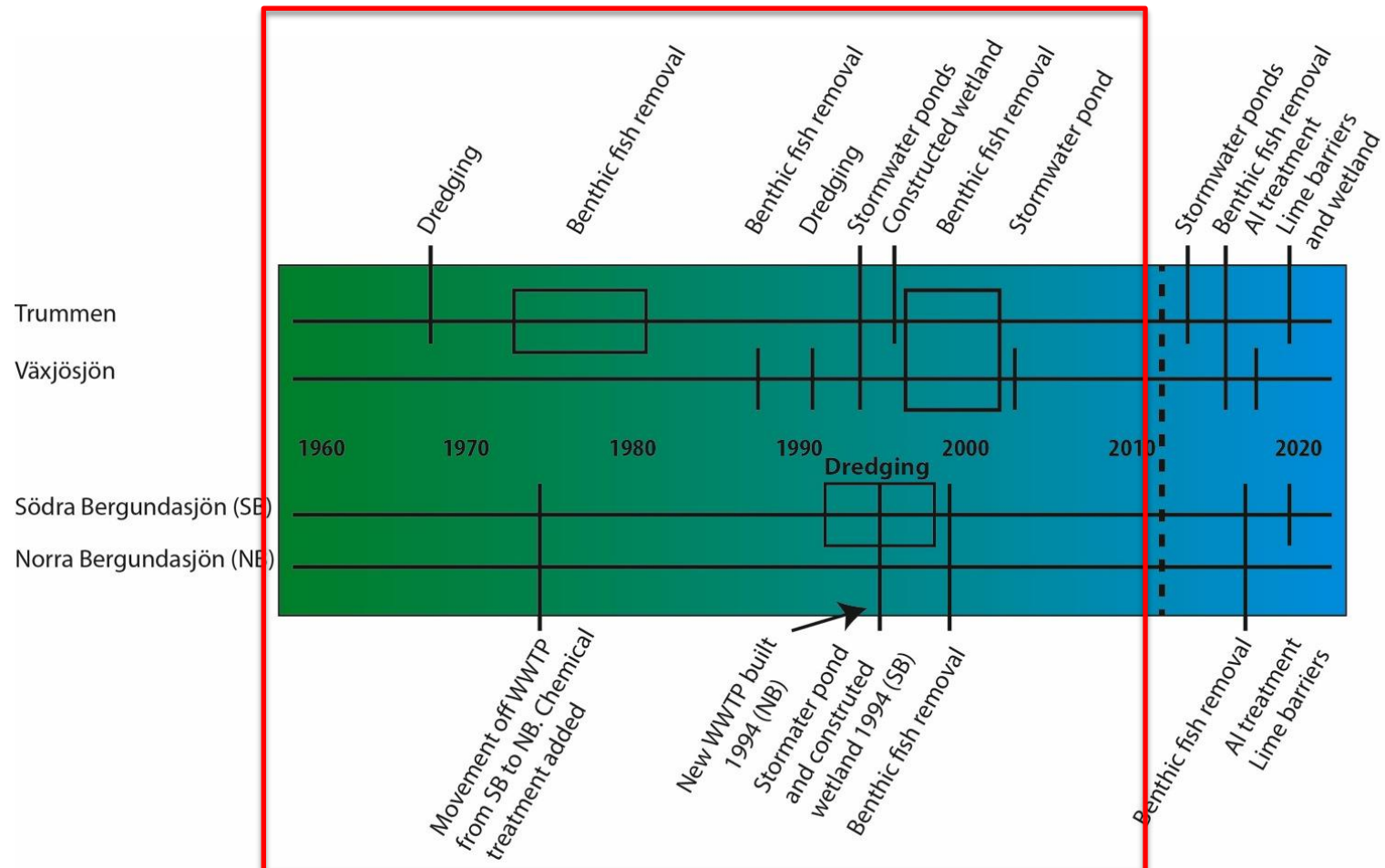
Vad gjorde vi?

- Åtgärdsrekommendationer (2022)
 - Gjordes med hjälp av modellen och olika åtgärdsscenarioer
- Installerade en väderstation och nivåmätare i sjön och in/utloppen
 - Görs väldigt sällan, tyvärr
 - Mycket viktigt för vattenbalansen och sjömodellering



Varför gör vi detta?

- Det känns dyrt....men det spara pengar på långsiktigt





Kostnader ökar om man gör fel

- Uppskattade kostnader innan 2012, > 50 miljoner kronor
 - Ingen dynamisk modellering gjordes
- Uppgradering av reningsverket (fällning med Al) gav den största effekten
 - Inte inkluderade i kostnaden ovan
 - Fortfarande fanns för mycket näringsämnen och toxiska algbloomningar
- Dynamisk modellering (2012) var 2,1 % av kostnaden innan 2012

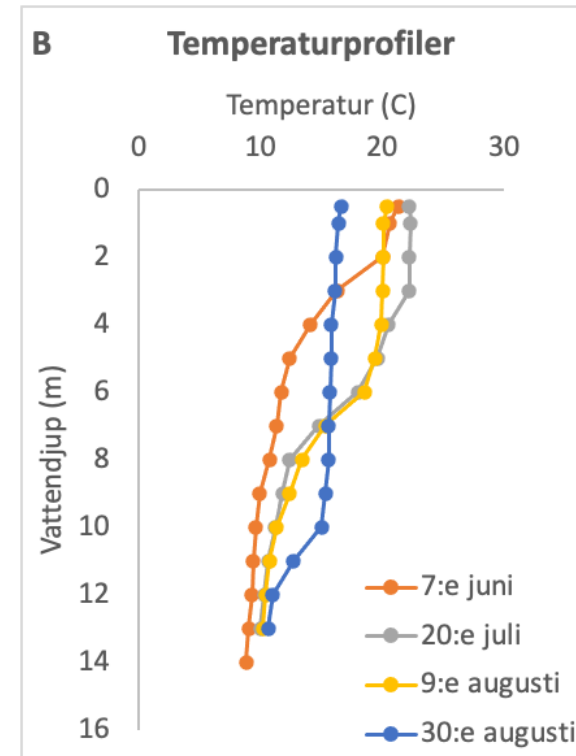
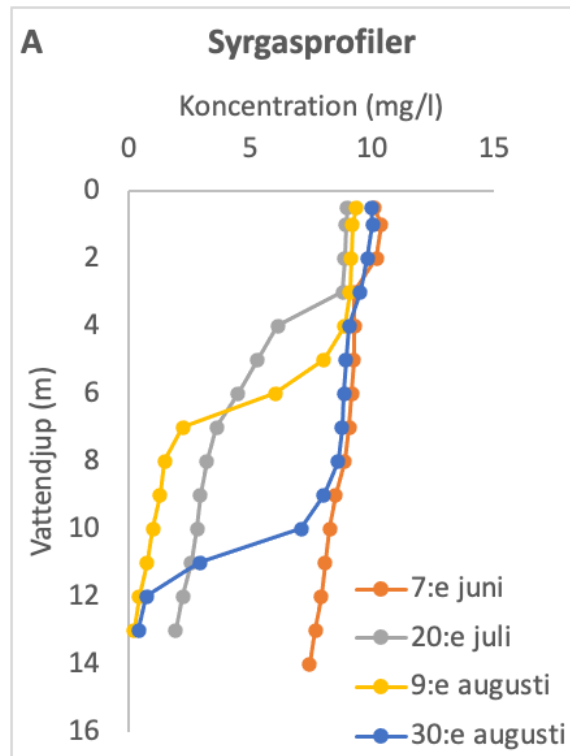


Södra Bergundasjön 2015



Resultat-syrgas och temperatur

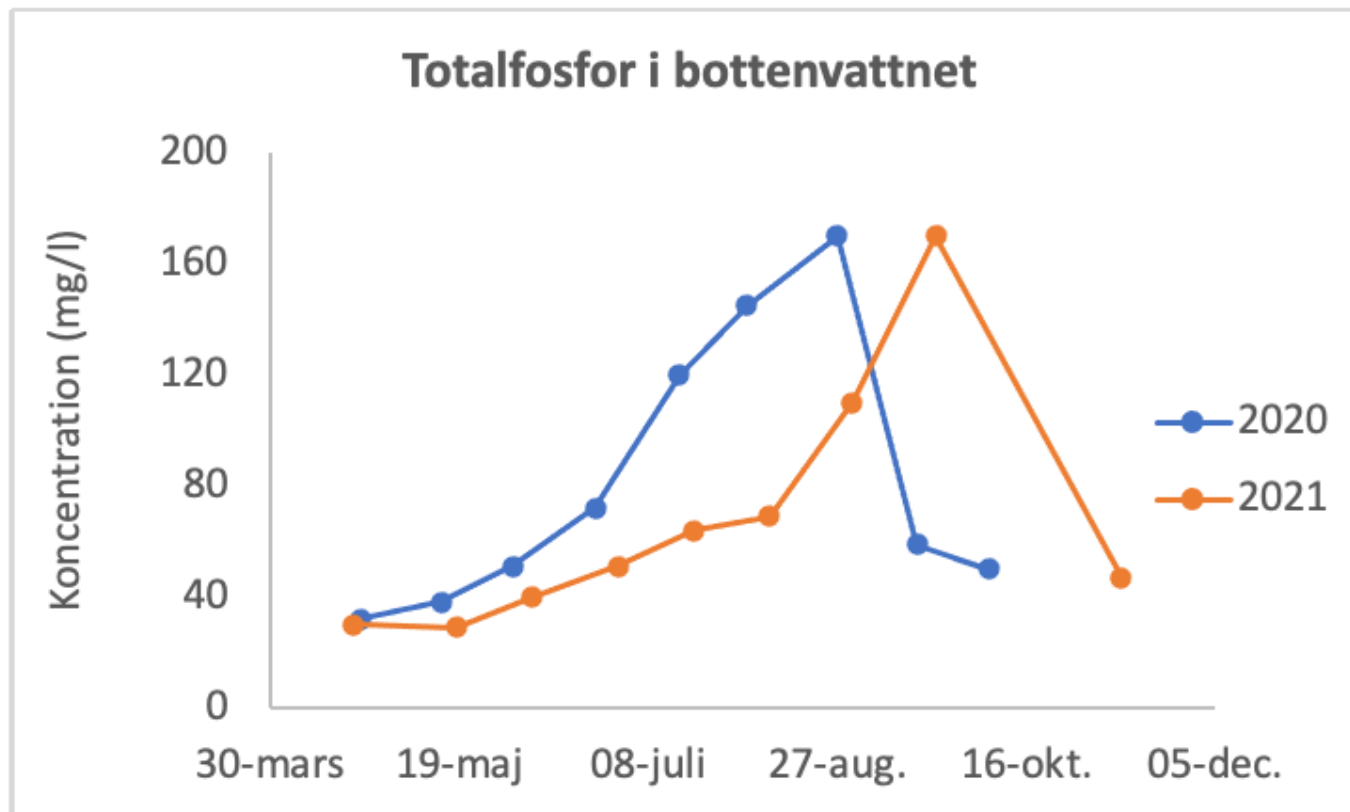
- Övervakning av sjön





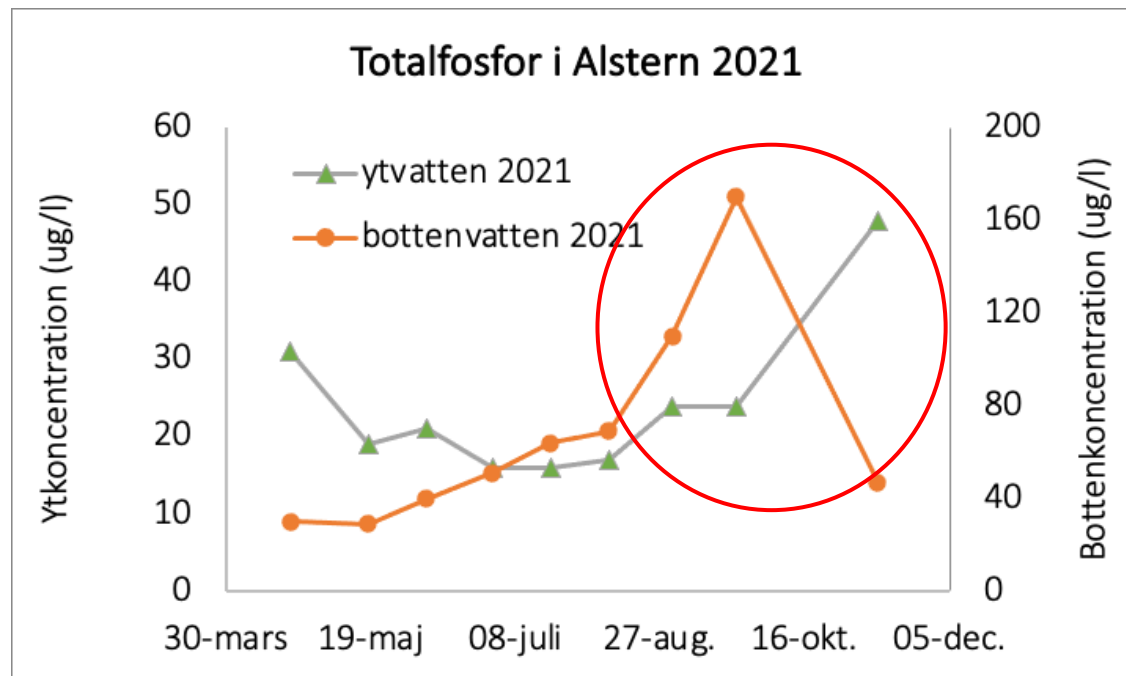
Resultat-totalfosfor i vattnet

- Övervakning av sjön

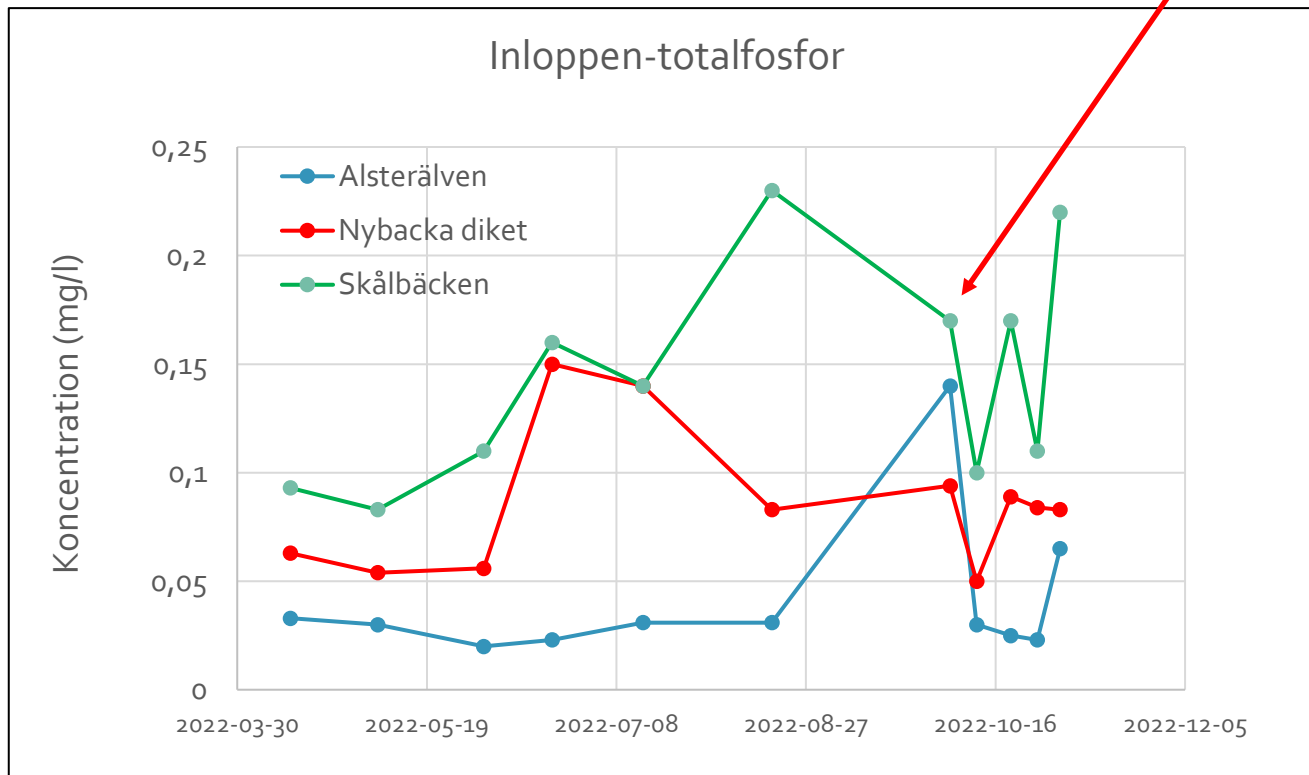


Relation mellan totalfosfor i yt- och bottenvattnet

- Övervakning av sjön

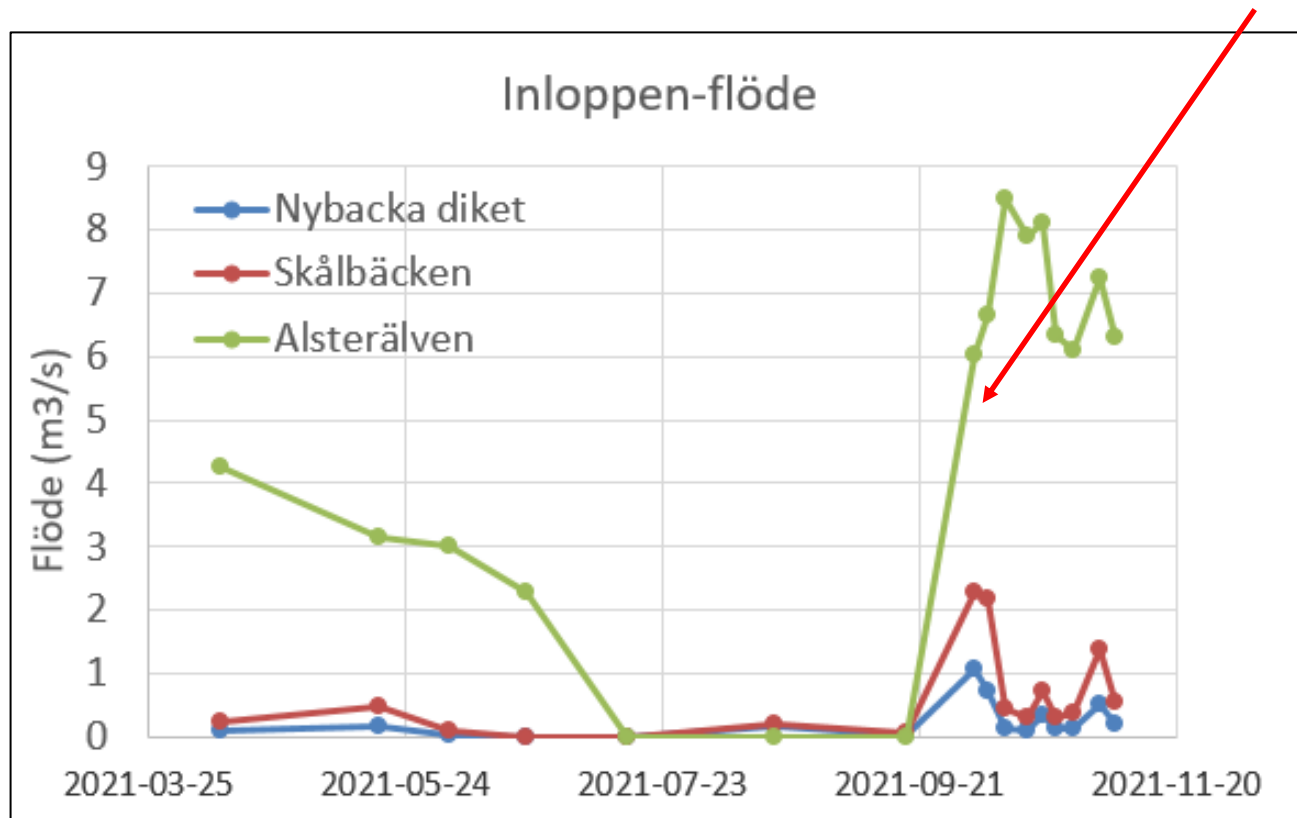


Inloppen-totalfosfor





Inloppen-flöde



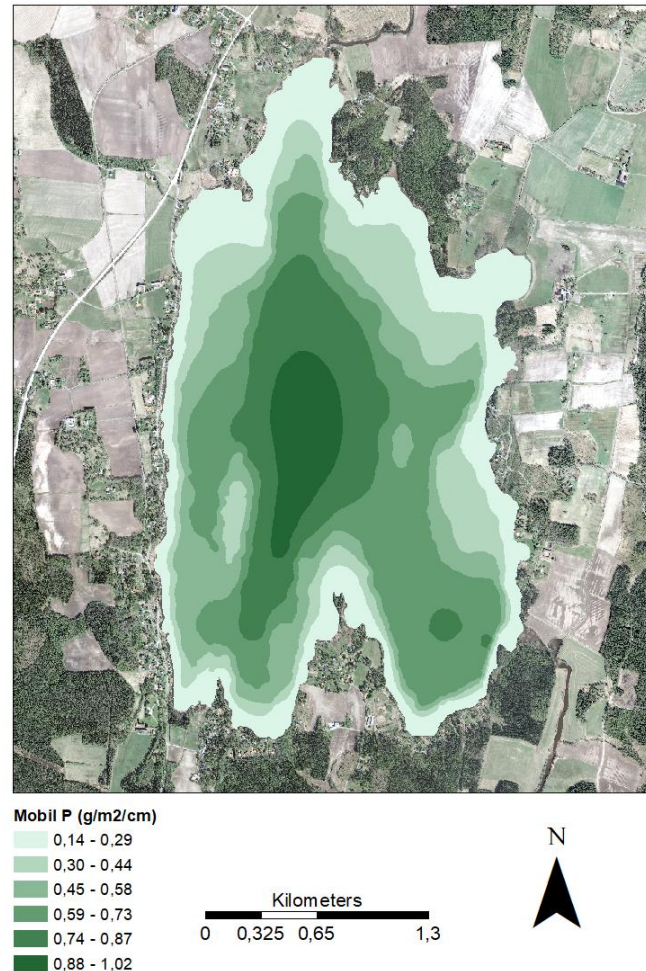


Dynamisk modellering

- Hur funkar det?
 - 2 huvuddelar
 - Hydrologiska balansen (vatten)
 - Kemiska balansen (näringsämnen, mm)
- Vad har inkluderats i modellen?
 - Klimatdata (nederbörd, solljus, temperatur, etc.)
 - Vattenkemi
 - Vattennivå
 - In och utflöden (flöde och koncentrationer av näringsämnen, m.m.)
 - Fosforfraktioner i sedimentet



Fosfor i sedimentet



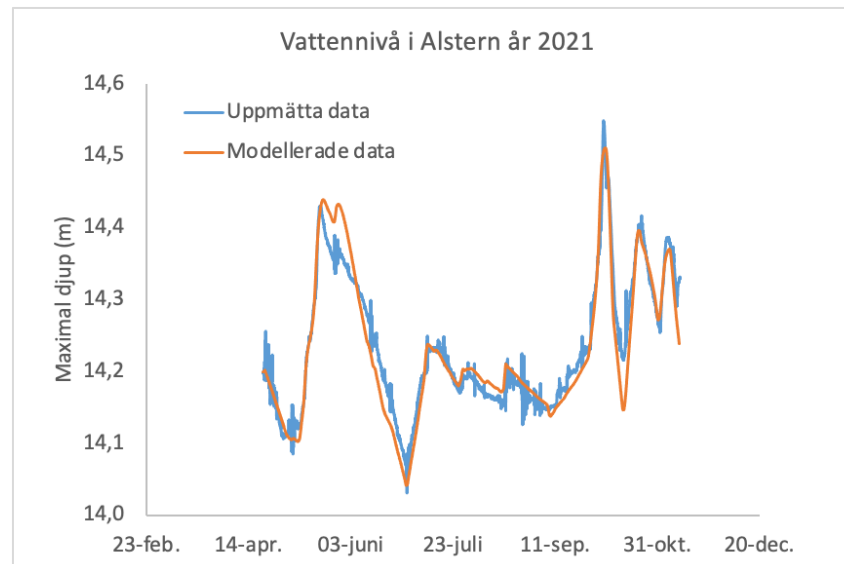


Dynamisk modellering

- Vad har vi gjort med dessa data?

Modellering av t.ex.:

- Hydrologiska förhållanden (vattenflöde in och ut, avdunstning, sjövolym)
- Internbelastning av fosfor
- Sedimentation av partiklar (inklusive fosfor)
- Omblandning av sjövattnet
- Näringsämnen (lösta och partikulära former)
- Växtplankton (mäts med parametern klorofyll)





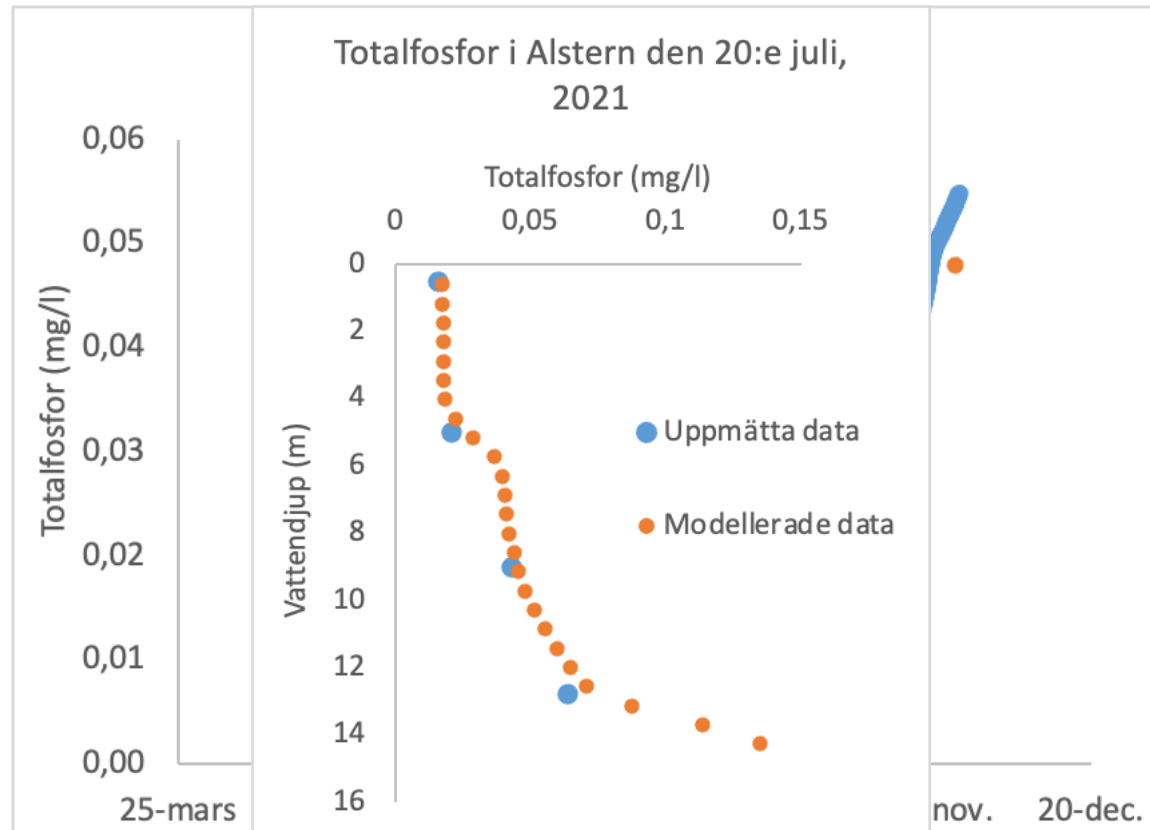
Modellen för Alstern

- Första steget är att bygga modellen, vilket inkluderar:
 - Geomorfologin-areal och djup
 - Volymer under mätperioden (nivåmätare är mycket viktiga!)
 - Kemin i sjön vid start av säsongen
 - Fysiska parametrar (temperatur och skiktning)
- Sedan kalibrerar vi modellen med befintliga data (på timbasis)
 - Modellerar både intern- och externbelastning av näringsämnen
 - Modellerar biologin (alger)
- Efter modellen hade kalibrerats testade vi olika åtgärdsscenarier



Modellen för Alstern

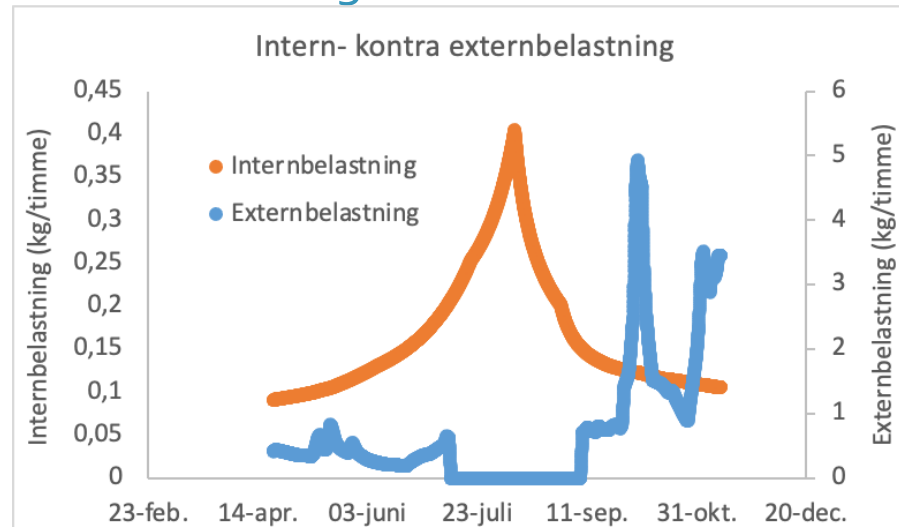
- Kalibrerad modellen





Modellen för Alstern

- Intern- kontra externbelastning



- Källor av fosfor till Alstern (kg)

Mätperiod	Källa - Extern belastning	Källa - Intern belastning	Sänka - Utlopp	Sänka - Sedimentation
April-november 2021	3422	806	1907	1377

- Externa källor (kg)

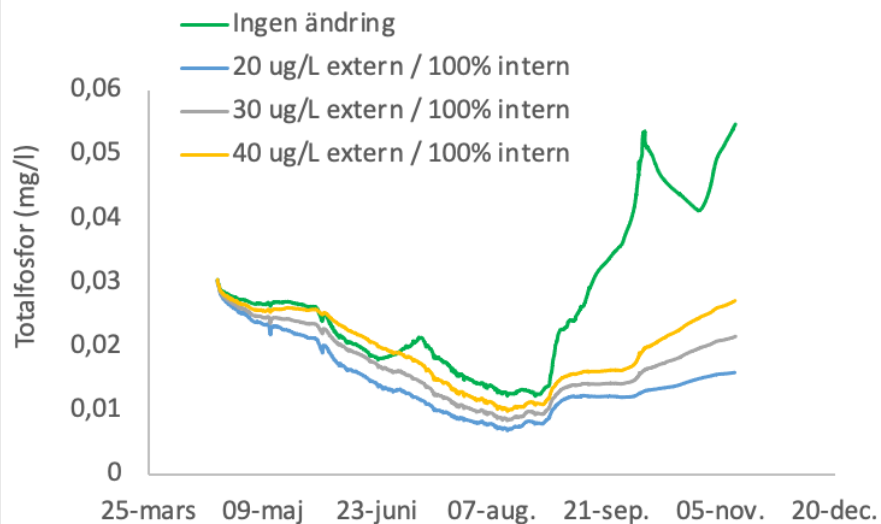
Mätperiod	Nybacka	Skålbäcken	Alsterälven	Nederbörd	Direkt/omätt
April-november 2021	157,5	752,7	1945	67,3	499,8



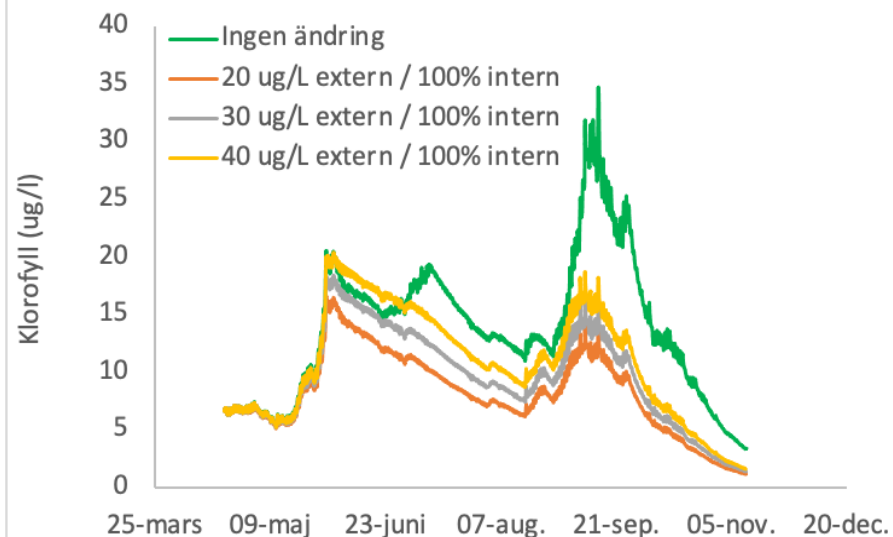
Åtgärdsscenarier för Alstern

- Test av olika åtgärdsscenarier
 - Kombinationer av:
 - Minskning av hela överskottet av internbelastning
 - Minskning av fosforhalter i tillrinnande vattnet (från ca 70 ug/l medelhalt)
 - Bara en kombination av åtgärder mot intern- och externbelastning fungerar

Effekt av olika åtgärdsscenarier: totalfosfor



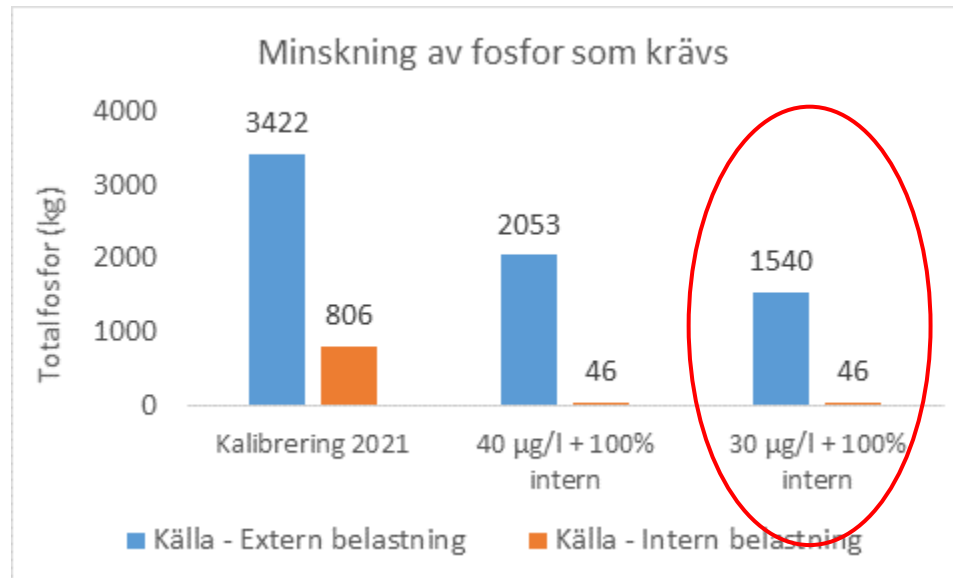
Effekt av olika åtgärdsscenarier: klorofyll





Hur når vi målen?

- Båda intern- och externbelastning måste minskas



- För att nå minst god status för fosfor och klorofyll:
 - Internbelastning av fosfor måste minskas med 760 kg
 - Externbelastning av fosfor måste minskas med 1882 kg
 - Baserat på data från 2021
 - Medelkoncentrationer kan användas för att försäkra att sjön mår bra under alla tider och år



Åtgärder för att minska belastning

- Interna åtgärder
- Aluminium fällning
 - Tillsättning av ett mineral som inaktiverar fosfor permanent
 - Finns naturligt i sediment
 - Oftast den billigaste metoden
 - Anses som en "kemisk" behandling





Åtgärder för att minska belastning

- Interna åtgärder
 - Muddring
 - Fysisk borttagning av sediment
 - Kan vara svårt att få bort fosforrik sediment pga låg densitet (som filmjök)
 - Dyrt





Åtgärder för att minska belastning

- **Interna åtgärder**

- En komplettering till andra metoder
- Fungerar bäst i grunda sjöar eller grundar delar av sjöar
- Behövs också för att återställa fisksamhället
- Stora mängder vitfisk finns i Alstern (och de flesta övergödda sjöar)





Åtgärder för att minska belastning

- **Externa åtgärder**
- Åtgärder i uppströms områden
 - Viktigt att alla nödvändiga åtgärder tas från Gapern norrut
- Enskilda avlopp
 - Uppgradera gamla eller otillräckliga system
- Applicering av stallgödsel
 - Spridning bör undvikas under blöta förhållanden
 - Minskar transport av näringsämnen
- Plöjning
 - Vårplöjning för att undvika ytvattenavrinning och mer infiltration av vatten sker
 - Bearbeta marken längs med höjdkurvorna, s.k. konturplöjning
 - Strukturkalkning-ett till sätt att minska fosforläckage från åkermark.
 - Kalkning med strukturkalk förbättrar markstrukturen, vilket förbättrar markens vatten- och näringshållande



Åtgärder för att minska belastning

- Externa åtgärder
- Skyddszoner
 - En obrukad zon av åkermark eller bytesmark nära vattendrag/diken
 - Naturliga växter vid stranden där vatten kan rinna direkt till sjön
 - Tar relativt lite plats och ger en stor effekt (30-89 % minskning av P)





Åtgärder för att minska belastning

- Externa åtgärder
- Sedimentationsdammar
 - Minskar vattenflöde och ökar sedimentation av partiklar
 - Blir en källa av biotillgänglig fosfor under varma perioder
 - Enskilda damma rekommenderas inte



Bild: EPA



Åtgärder för att minska belastning

- Externa åtgärder
- Våtmarker
 - Dikning har gjorts över hela Sverige sedan 1800-talet
 - Viktigt för sedimentation och upptagning av biotillgänglig fosfor
 - Fosforreduktion av 25-50 %
- Måste skyddas om vattnet är grumligt

Våtmark vid Östanås utanför Molkom





Övriga lösningar

- **Externa åtgärder**
- Grumligt vatten kan minska effektiviteten av dammar och våtmarker
 - Jordbruksmark, avverkad skog, mm
- Åtgärder som våtmarker tar mycket plats
- Sedimentationsdammarna fungerar inte bra när det gäller fosfor
- Det finns alternativa lösningar

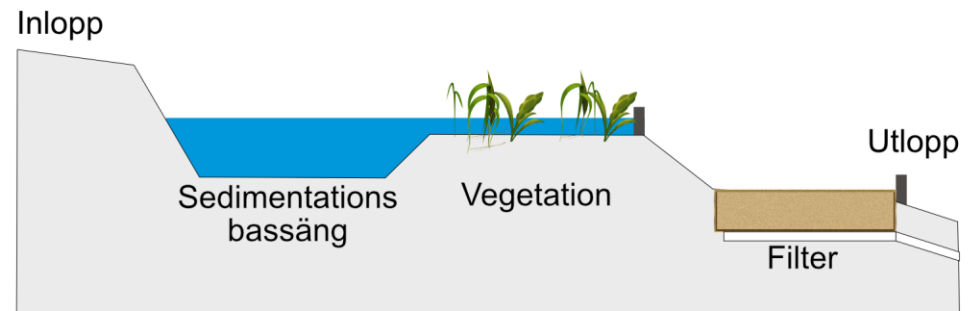
Skålbäcken oktober 2021. Bild av Erik Österberg





Övriga lösningar

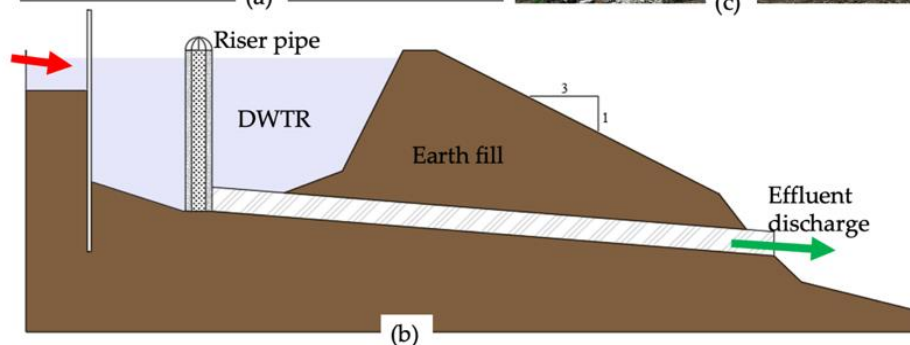
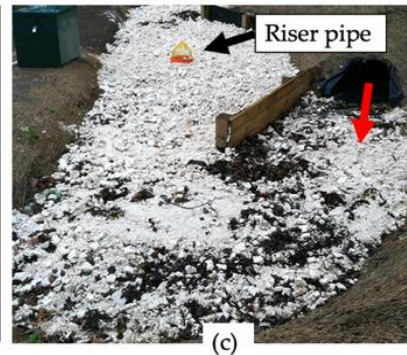
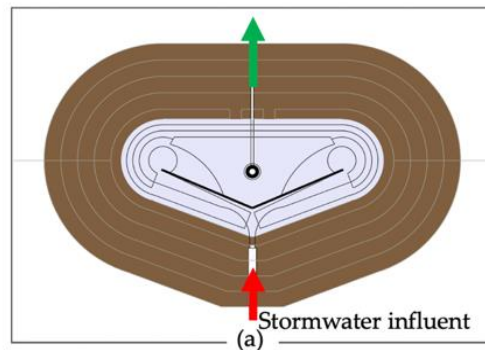
- Externa åtgärder
- Sand filter med tillsatt järnpartiklar (5%)
 - Minskar fosfor med 70+ %
 - Hög infiltrationshastighet
 - Behandlar mer vatten, tar mindre plats
 - Minskar också föroreningar som tunga metaller
 - Återanvänt järn = billigare och bra för miljön
- I kombination med en liten damm och vegetationszon
 - Minskar grumlighet för att skydda filtret





Övriga lösningar

- Externa åtgärder
- Filter med dricksvattenreningsrester (DWTR)
 - Innehåller Al, Fe, och Ca mineraler
 - Återanvändning av material = billigare och bra för miljön
 - Minskar fosfor med 70 %
 - Minskar också föroreningar som tunga metaller



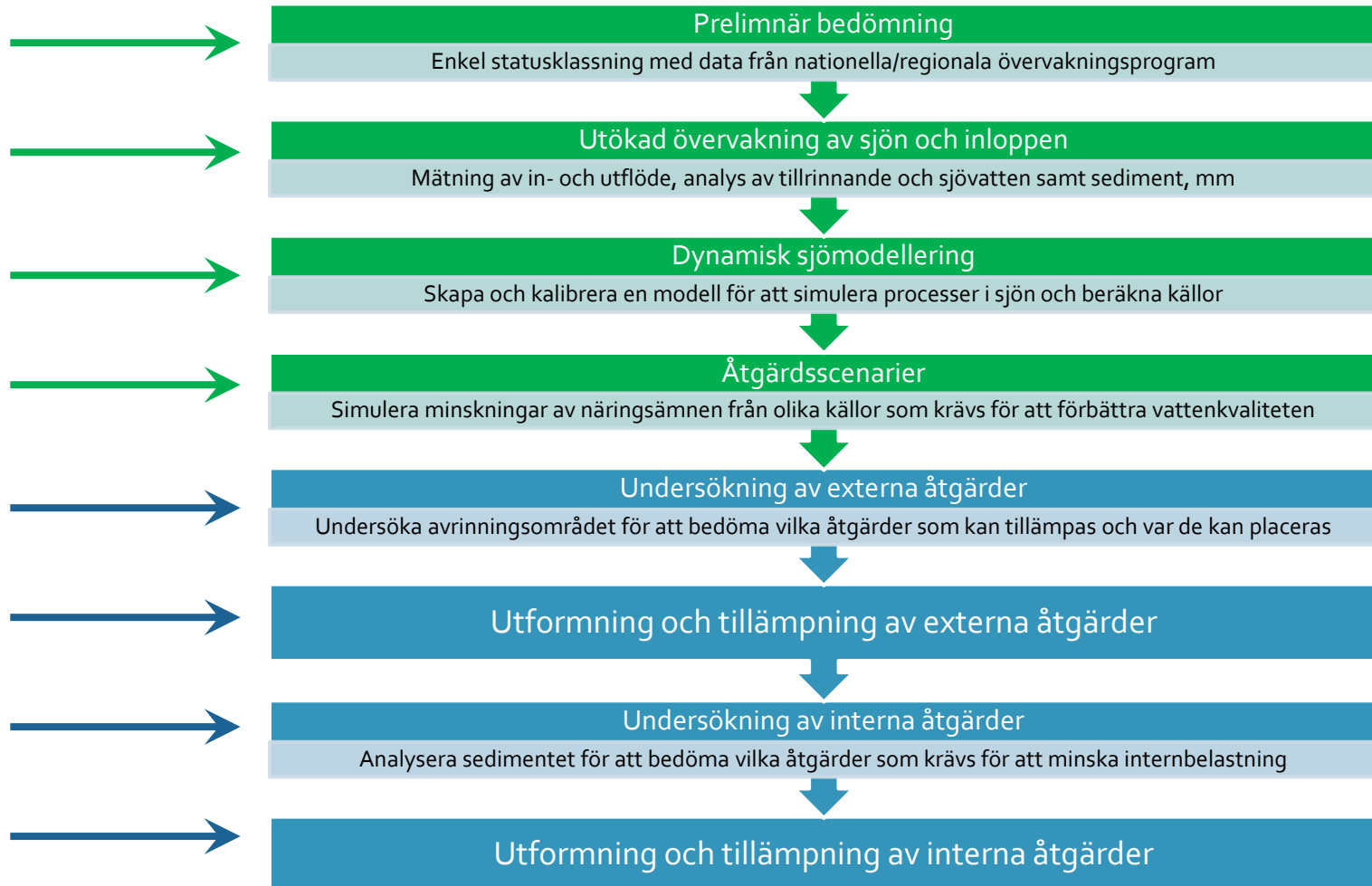
Sammanfattning av åtgärder

	Reduktion	Reduktion
Åtgärder	(kg)	(%)
Externa		
Reningsverk-Ulvsby flyttas till Sjöstad	5	
Enskilda avlopp-kommunal anslutning	47	
Enskilda avlopp-uppgradering	15	
Skyddszoner		31-89
Våtmarker		25-50
Höst till vårplöjning		30
Kombination damm-våtmark-filter		70-80
Mineralfilter (DWTR)		70
Interna		
Sedimentbehandling	760+	

- Möjliga åtgärder men inte alla



Hur går vi vidare?





Rekommendationer

- Externbelastning av näringsämnen måste prioriteras
 - När medelhalter av fosfor har minskats till 40 ug/l (från 67 ug/l) kan internbelastning åtgärdas
 - Alla åtgärder bör fokusera på biotillgängliga former av näringsämnen
 - Inte bara totalfosfor!
- Åtgärder som kan påbörjas nu
 - Uppgradering av enskilda avlopp
 - Ändrade plöjningsstrategier, applicering av gödsel, och skyddszoner
- Undersökning av avrinningsområdet
 - Bedöma där åtgärder mest effektivt kan appliceras
 - Minska fosfortransport till Alstern på ett hållbart och kostnadseffektivt sätt
 - Behövs en kombination av naturliga och tekniska baserade åtgärder för att nå vattenkvalitetsmålen
- Stora insatser krävs för att nå målen
 - Läger stor vikt på samarbete mellan myndigheter, markägare, osv.



Sammanfattning

- Alstern är övergöd
 - Lider av förhöjd intern- och externbelastning av fosfor
- Externbelastning måste minskas med 40-55%
 - Många olika typer av åtgärder kan användas
- Hela överskottet av LBP fosfor i sedimentet måste hanteras
 - Vanligt i övergödda sjöar
 - Alla data som krävs för att utforma åtgärder finns förutom muddring
 - Föroreningar i sediment måste bedömas
- Visa externa åtgärder kan påbörjas nu
 - Andra måste undersökas vidare
 - En inventering borde göras av avrinningsområdet
- Det går att lyckas!
 - Kräver bara samarbete och vilja (och kunskap och pengar)



Tack!

Frågor?