

Så kan bedömningsgrunderna för vattendirektivet förbättras

Mats Svensson, Havs- och Vattenmyndigheten
Mats Lindegarth, Göteborgs Universitet, Havsmiljöinstitutet
Stina Drakare, Sveriges Lantbruksuniversitet
Sofia Wikström, Stockholms Universitet

Koordinerat av:  Havsmiljöinstitutet
Swedish Institute for the Marine Environment

Finansierat av:



SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

Swedish Agency
for Marine and
Water Management

Partners:



Hafok AB



SMHI

TOXICON AB

Waterbody Assessment Tools for Ecological Reference conditions and status in Sweden



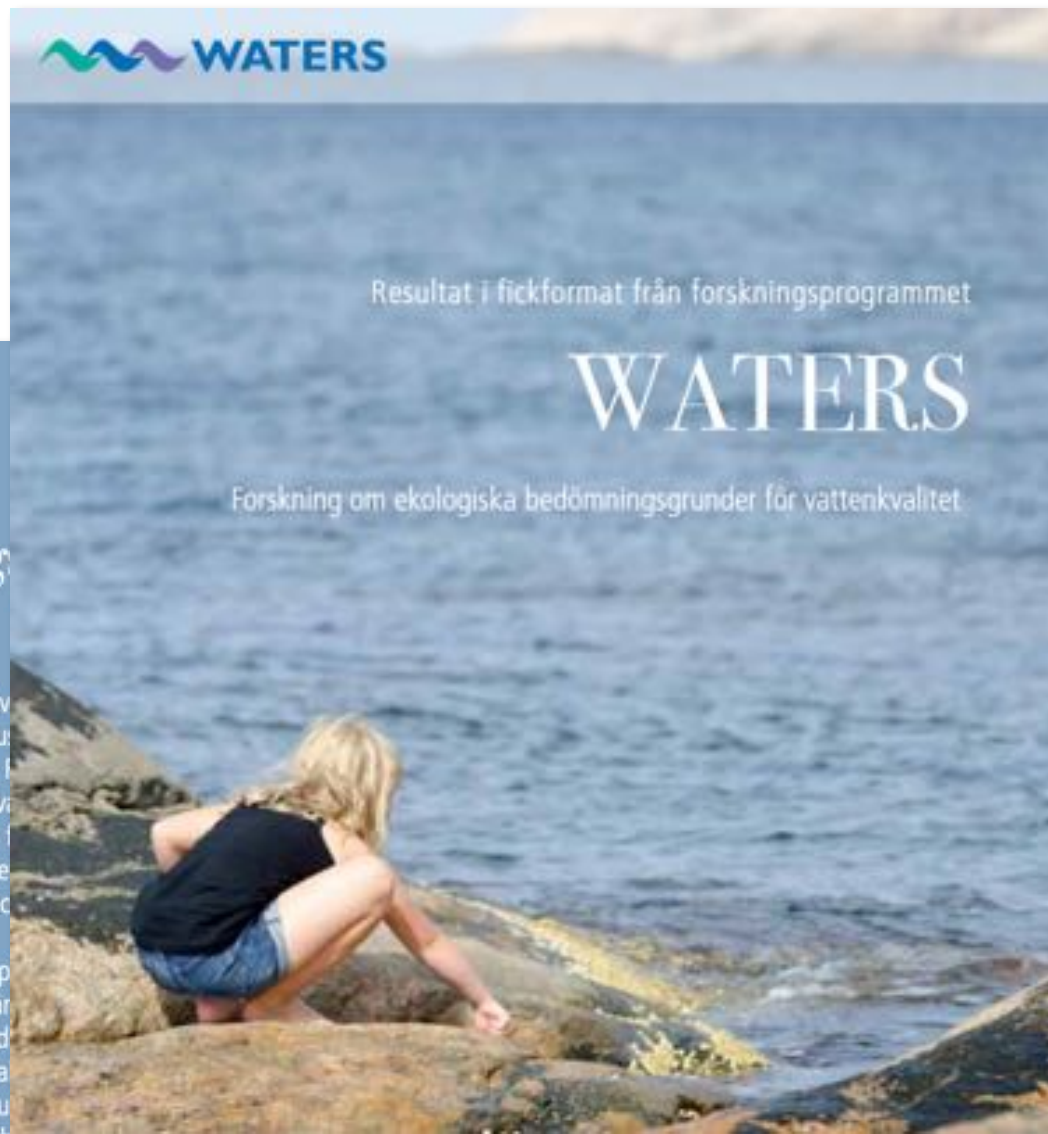
- *Forskning för utveckling av de biologiska bedömningsgrunderna 2011-2016*
- *Ytvatten i kust- och inland*
- *Finansierat av Naturvårdsverket/ Havs- och Vattenmyndigheten*

Nu presenterar vi
WATERS i fickformat...

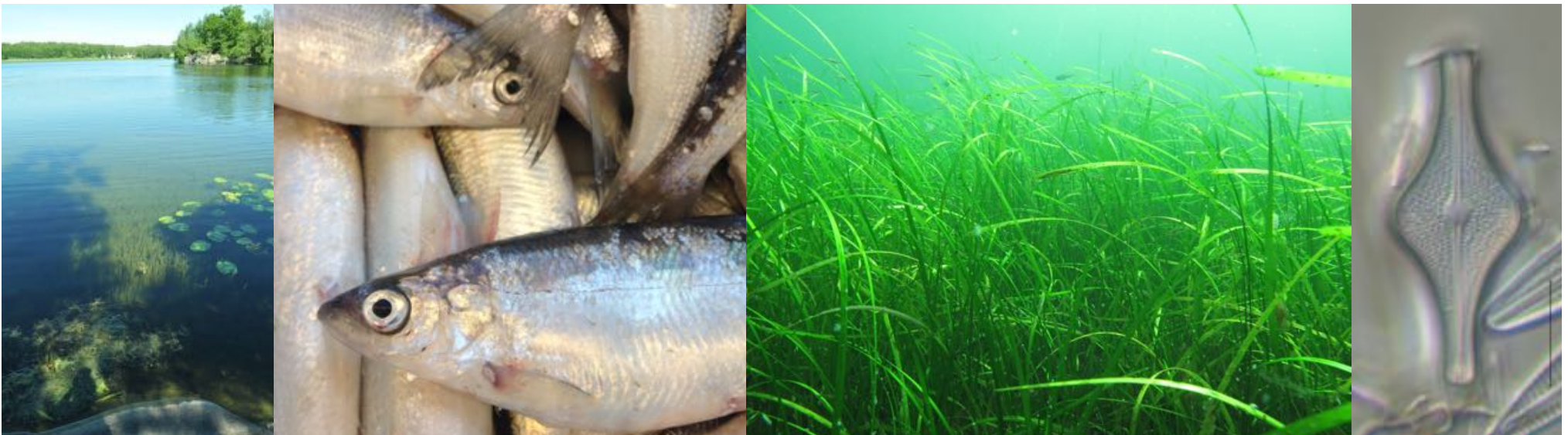
Forskning om ekologiska bedömningsgrunder för vattenkvalitet

Forskningsprogrammet WATERS drevs åren 2011 – 2016. Målet var att utvärdera och förbättra de bedömningsgrunder som används för att klassificera statusen av svenska kust- och inlandsvatten i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten. I WATERS har varit de biologiska kvalitetsfaktorer som används för att bedöma vattenkvaliteten. Dessa är vattenväxter, växtplankton, bottenlevande ryggradslösa djur, och i kustvatten även fastsittande kiselalger. Inom programmet har dessutom mer forskning gjorts för att göra en samlad bedömning av ett vattens ekologiska status vidareutvecklad.

Syftet med denna skrift i fickformat är att presentera WATERS resultat på ett populärvetenskapligt sätt i kortform. För att få mer utförlig information hänvisar vi till WATERS slutrapport: "Ecological assessment of Swedish water body development, harmonisation and integration of biological indicators" och till alla forskningsrapporter som projektet genererat. WATERS slutrapport och alla underliggande forskningsrapporter finns för nedladdning på www.waters.gu.se och i det Digitala vetenskapliga arkivet, www.diva-portal.org.



...mer detaljer kommer i
oktober!



Bakgrund

- Biologiska bedömningsgrunderna utgör kärnan i vattendirektivets bedömning av ekologiska status
- Arbetet med statusklassning påvisade brister med första generationens bedömningsverktyg
- Naturvårdsverket initierade en process med för att vidareutveckla indikatorer och bedömningsverktyg
- WATERS forskningsansökan

Målsättningar

- **Indikatorutveckling** i kust- och inlandsvatten
 - A. Vidareutvecklade och vid behov nya indikatorer för samtliga biologiska kvalitetsfaktorer.
- **Samordning** och harmonisering
 - B. Enhetliga metoder för att bestämma referensvärden och klassgränser i sjöar, vattendrag och kustvatten
 - C. Enhetliga metoder för att bestämma statusbedömningarnas säkerhet.
 - D. Metodik för samlad bedömning där kvalitetsfaktorena vägs samman på ett ekologiskt relevant sätt.



Indikatorutveckling



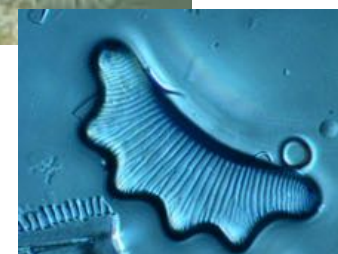
Vad är en bra indikator?

1. Mäter rätt sak
2. Svarar tydligt på påverkan
3. Inte för stor naturlig variation



Indikatorer i inlandsvatten

- Utveckla de nuvarande
 - Bra indikatorer har utvecklats i EU-projekt (WISER, STAR)
 - Massor med nya data har tillkommit från Lst
- Fler påverkanstyper - gradientstudier
 - Jordbruk
 - Skogsbruk
 - Hydromorfologisk påverkan
 - Pesticider och tungmetaller
- Testa modeller för platsspecifika referensvärden



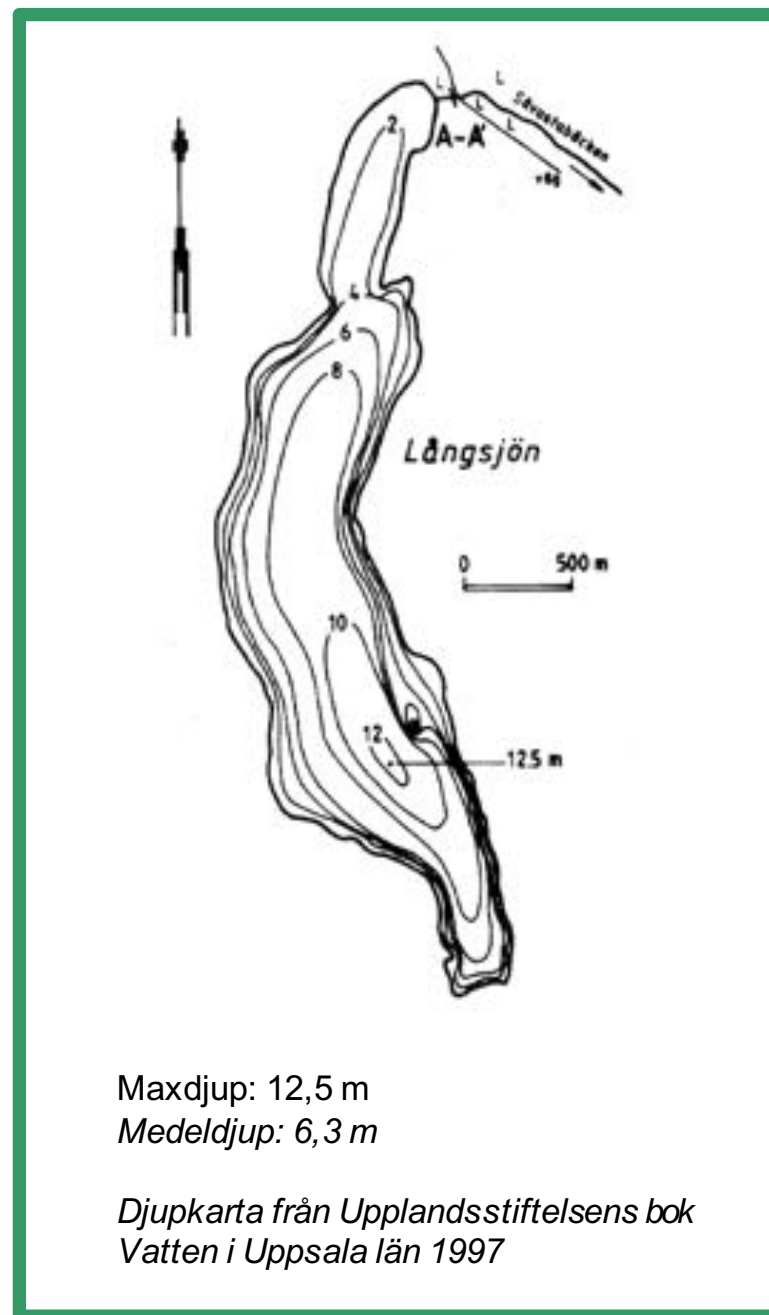
Växtplankton i sjöar

Förslag:

Öka kraven vid provtagning

- Medeldjup
- Alkalinitet
- Absorbans

behöver rapporteras in för de sjöar som ska statusklassas.

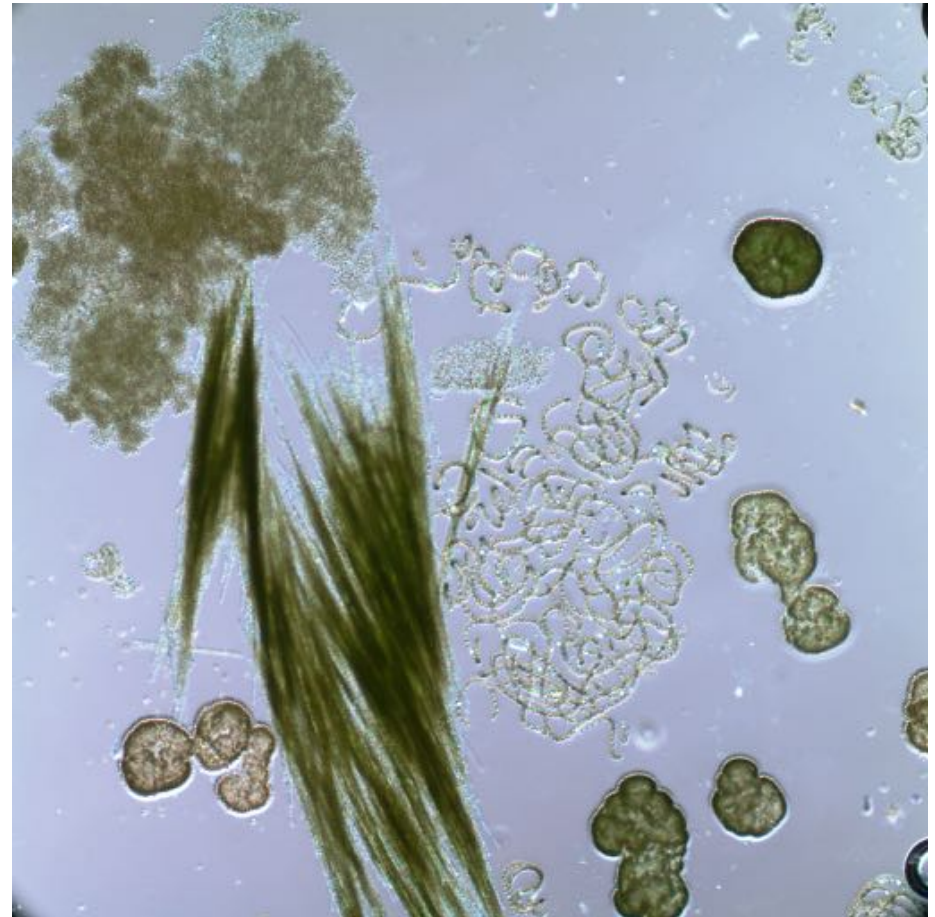


Växtplankton i sjöar

Cyanobakterier som algbloomningsindikator

Förslag:

- Använd biomassa istället för andel
- Koppla klassgränser till WHO:s hälsoriskgradient
- Använd bara för att sänka status



Cyanobakterier från Mälaren. Foto: Eva Herlitz, SLU

Makrofyter

Förslag:

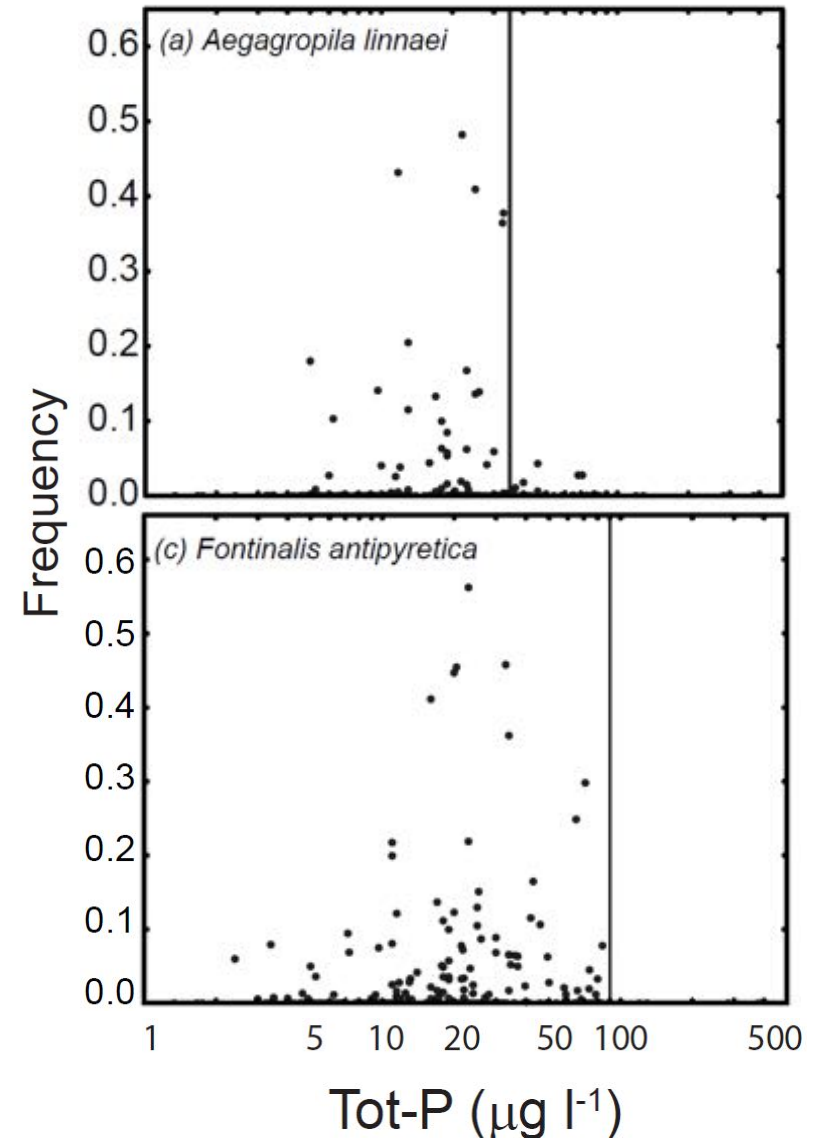
Använda plötslig förändring av vattenväxter utmed påverkansgradient för att bestämma klassgränser

Exempel:

- Makroalgen *Aegagropila* 35 $\mu\text{g P/L}$
- Mossan *Fontinalis* 90 $\mu\text{g P/L}$

Mer:

- Flygbilder
- Indikator för hydromorfologisk påverkan



Källa: Frauke Ecke (manuskript)

Fastsittande kiselalger

Förslag:

Använda ny indikator för att upptäcka påverkan av pesticider och tungmetaller

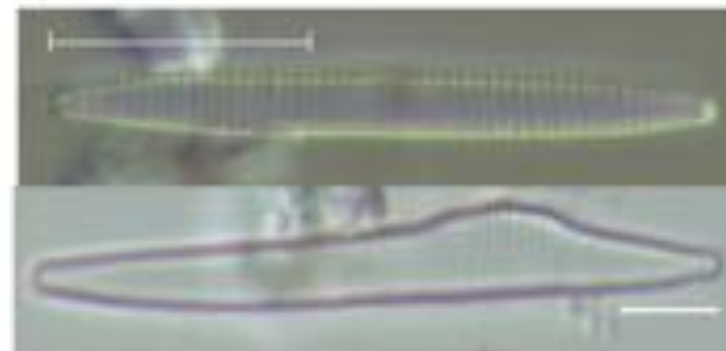
Exempel:

- Deformerade skal
- Låg artdiversitet

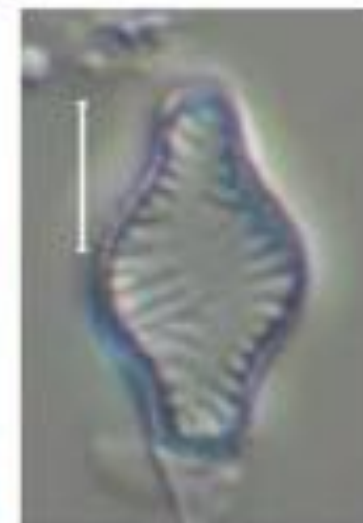
Mer:

För befintliga indikatorer:

- Uppdaterad taxonomisk lista
- Uppdaterade indikatorvärden



Fragilaria med utbuktat skal



Fragilaria med avvikande striering

Källa: Maria Kahlert, SLU

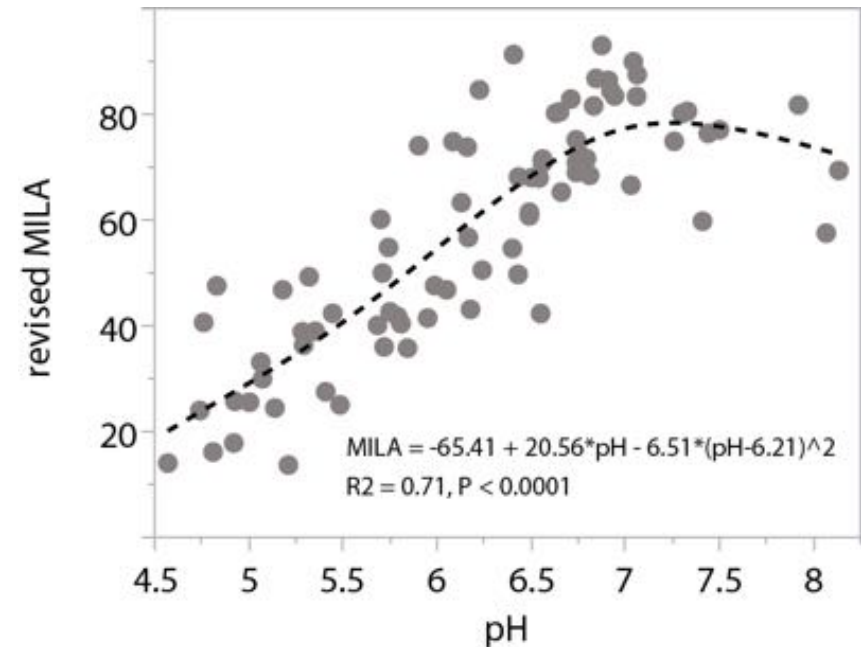
Bottenfauna

Förslag:

- Toleranta dagsländor utesluts ur MILA och MISA
- Börja använda ny taxonomisk lista för vattendrag och sjöars strandzon

Mer:

- Använda modeller för att bestämma referensvärden
- Skogsbruk och hydromorfologisk påverkan ger tydliga förändringar



Källa: Richard Johnson (manuskript)



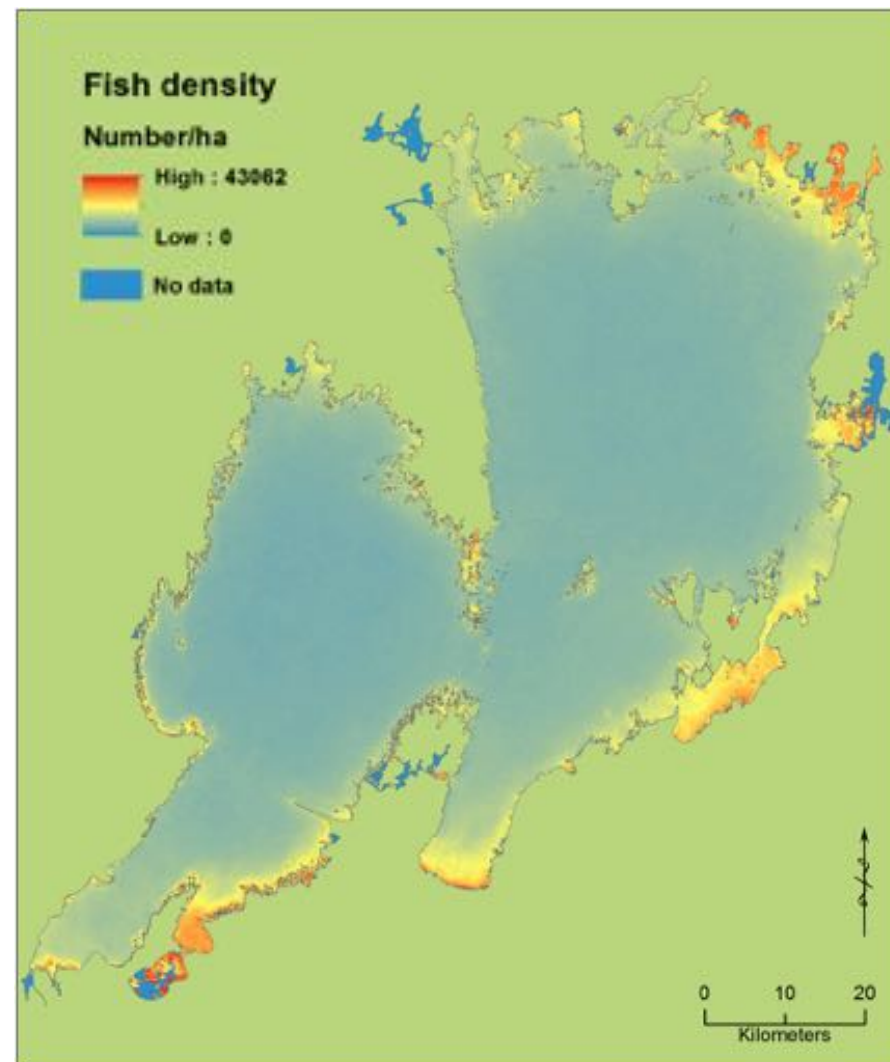
Fisk

Förslag:

- Ny indikator för vattendrag, VIXmorf, som svarar på hydromorfologisk påverkan

Mer:

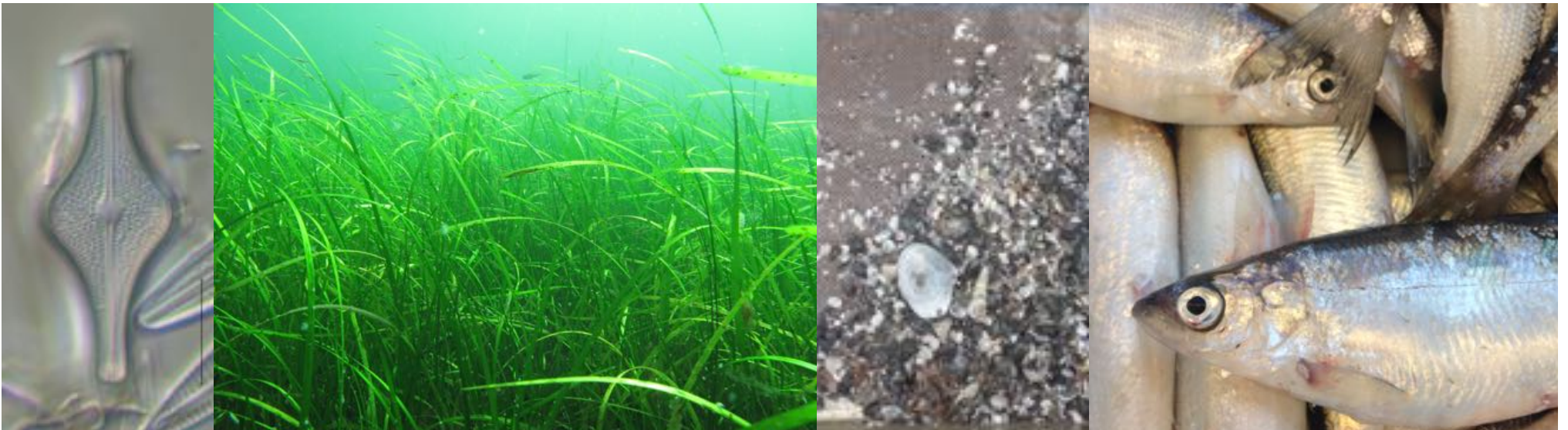
- Nya provtagningsmetoder som hydroakustik och trålning kopplade till högupplösta miljödata för att prediktera var fisk finns



Källa: Kerstin Holmgren, SLU

Indikatorer i kustvatten

- Utveckla de nuvarande
- Fokus på indikatorernas svar på övergödning



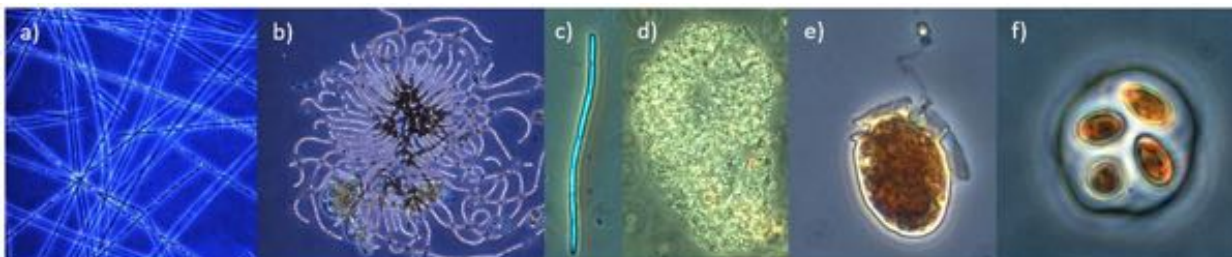
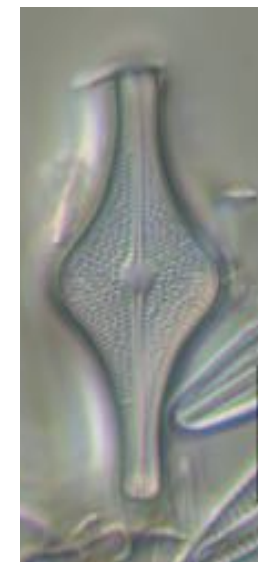
Växtplankton kustvatten

Nuvarande:

Mäter rätt sak

Svarar tydligt på påverkan ✓

Inte för stor naturlig variation



Förslag (bl. a.):

- Arter och artgrupper som kan ingå i nya indikatorer på kraftig övergödning och blomning av giftiga alger
- Ny provtagningsperiod

Makrofyter kustvatten

Nuvarande:

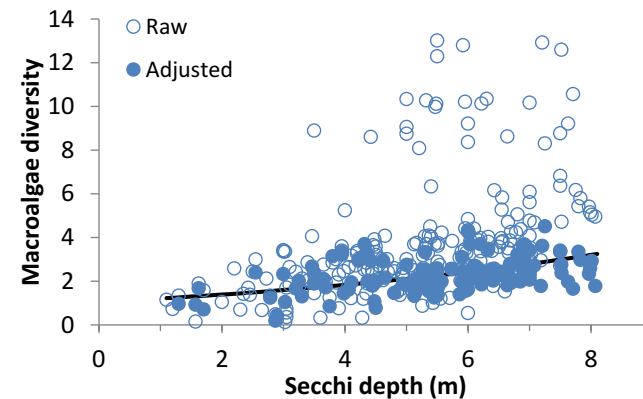
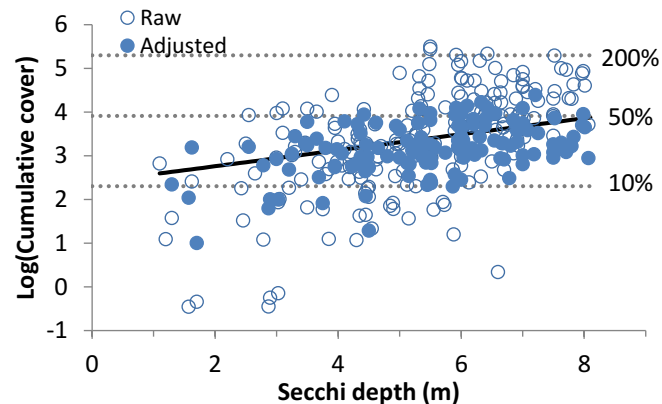
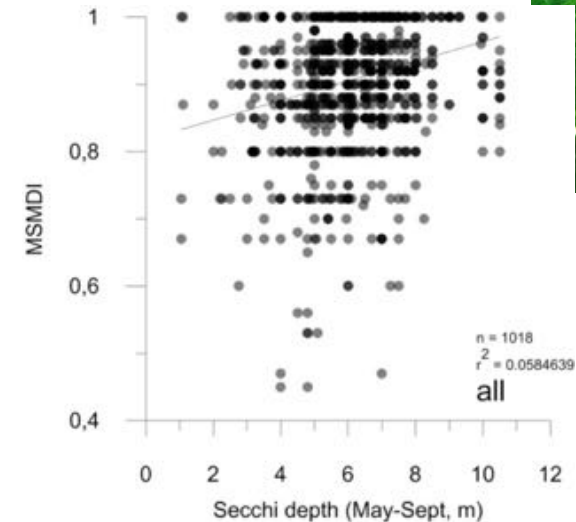
Mäter rätt sak ✓
 Svarar tydligt på påverkan
 Inte för stor naturlig variation

Förslag:

Nya indikatorer

Exempel:

Täckningsgrad och artantal på hårbotten



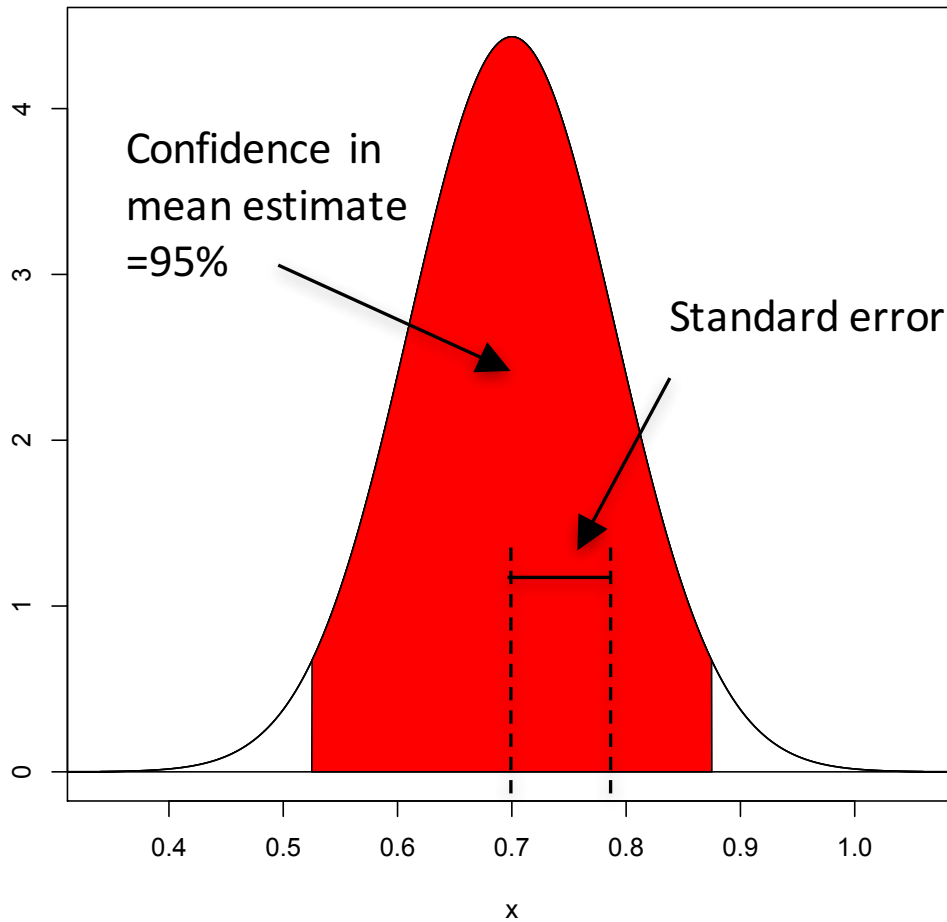
Samordning och harmonisering



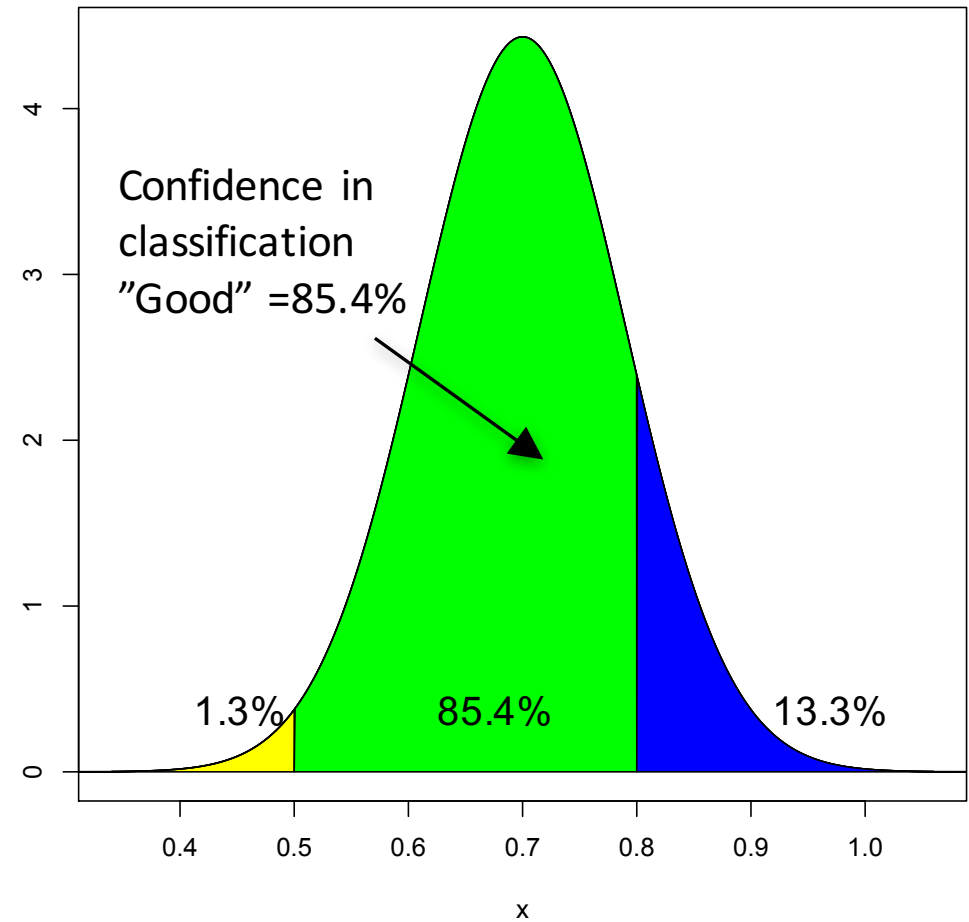
**“Uncertainty is an
uncomfortable position.
But certainty is an
absurd one.”**

— VOLTAIRE

Vi pratar om två typer av osäkerhet



Osäkerhet i skattning



Klassningsosäkerhet



En enhetlig metodik för bedömning av osäkerhet

- Alla statusbedömningar är i någon mån osäkra! Men hur osäkra är dom?
- Vattendirektivet kräver att övervakning och bedömningar med "tillräcklig säkerhet"
- Utmaningar för WATERS:
 - Stor skillnad i metodik mellan kvalitetsfaktorer!
 - Ingen metodik för klassning eller osäkerhetsbedömning på den viktigaste skalan (inom VF och period)!
 - Ingen bedömning av klassningsosäkerhet!
 - Bedömning med bristfälliga data

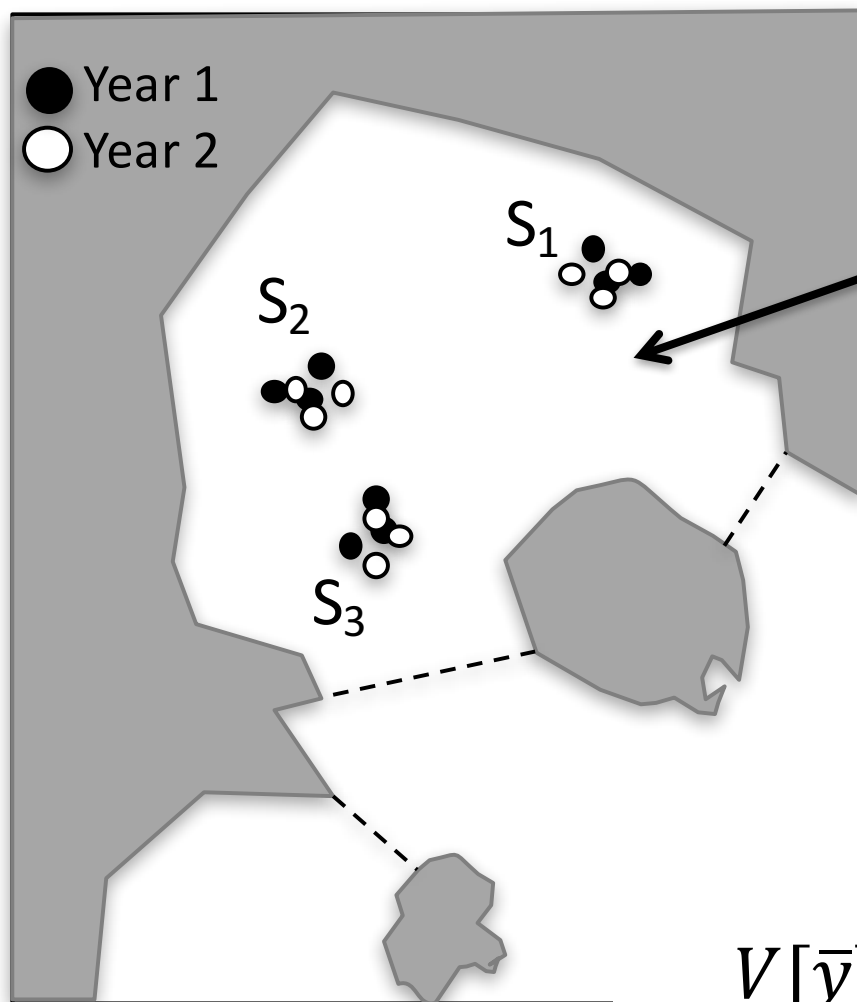


En enhetlig metodik för bedömning av osäkerhet

- Ansatsen bygger på beprövade metoder
- "Mixed linear models"
- Identifiera och mät vad som orsakar variation / osäkerhet
- Ger möjlighet att uppskatta och att minska osäkerheten

$$\begin{aligned} y = \mu + & \underbrace{year + YEAR + season + SEASON \times YEAR + DIURNAL + IRREGULAR}_{\text{temporal sources of uncertainty}} \\ & + \underbrace{gradient + GRADIENT + PATCHINESS}_{\text{spatial sources of uncertainty}} \\ & + \underbrace{YEAR \times GRADIENT + SEASON \times GRADIENT}_{\text{spatio-temporal interactions}} \\ & + \underbrace{sampling\ devices + PERSON + instrument + REPLICATE}_{\text{sampling and measurement uncertainties}} \end{aligned}$$

Klassning av vattenförekomster under bedömningsperioden

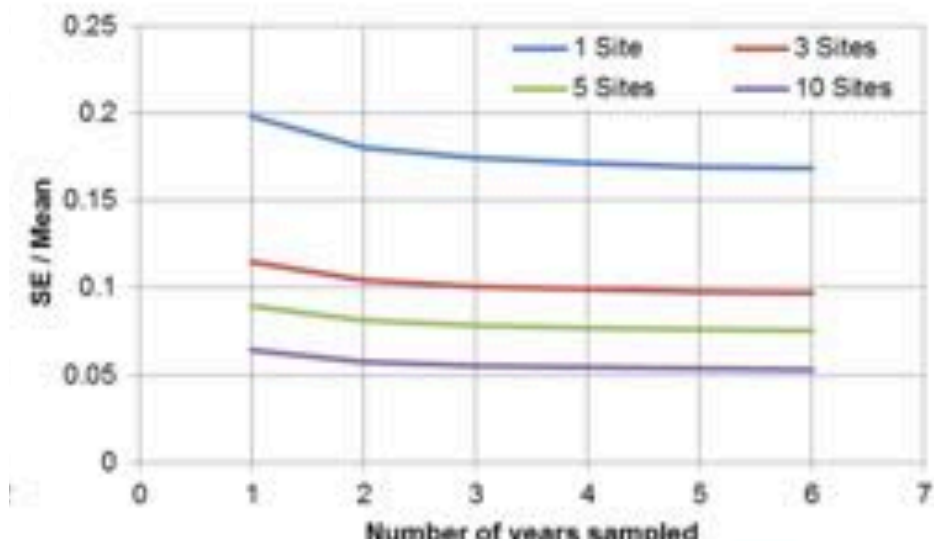


Vattenförekomst med **3 stationer**
som provtagits med **3 prover**
vardera under **2 år**

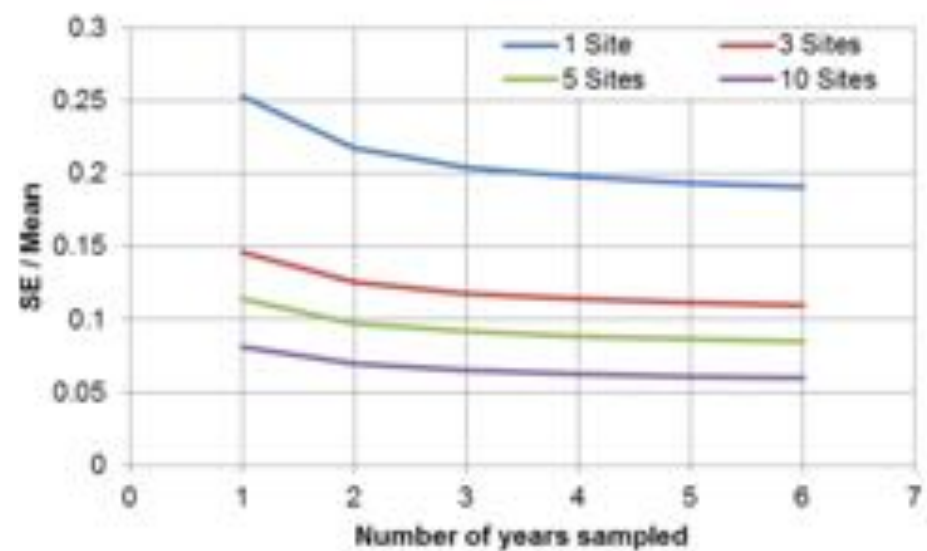
Osäkerheten bestäms av **variation**
mellan år, stationer och prover, samt
på provtagningens **omfattning**

$$V[\bar{y}] = \frac{s_Y^2 * \left(1 - \frac{a}{\bar{Y}}\right)}{a} + \frac{s_S^2}{b} + \frac{s_{Y*S}^2}{ab} + \frac{s_e^2}{abn}$$

Tillämpbart på alla indikatorer

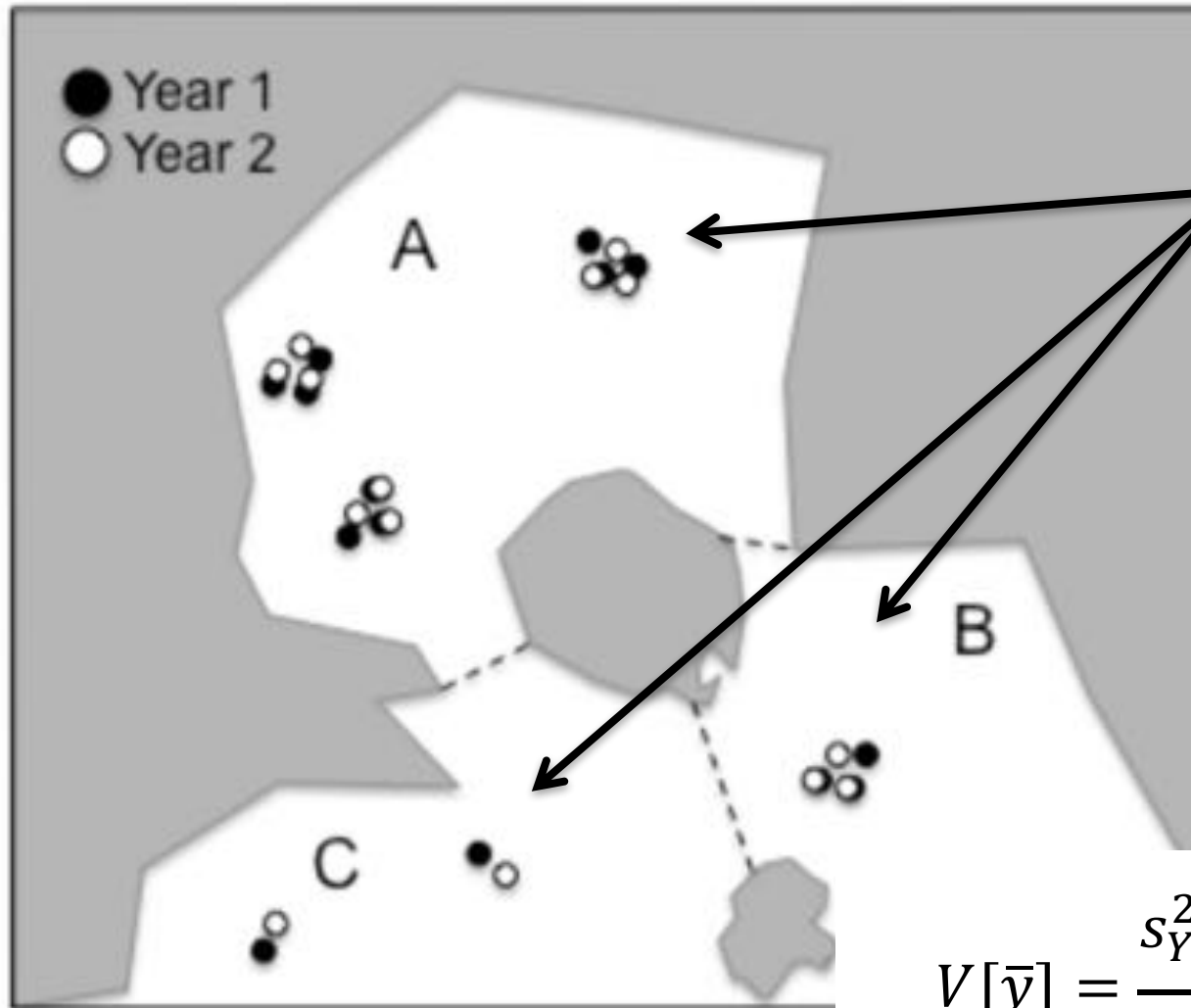


Bottenfauna kust (BQI)



Fisk i vatten-drag (VIX)

Osäkerhet med ofullständig övervakning.





Antalet **stationer, prover** och **år** skiljer sig och är bristfälligt.

Tabeller med med skattningar av osäkerhetskomponenter. ("osäkerhetsbibliotek")

$$V[\bar{y}] = \frac{s_Y^2 * (1 - \frac{a}{\bar{Y}})}{a} + \frac{s_S^2}{b} + \frac{s_Y^2 * s}{ab} + \frac{s_e^2}{abn}$$

- Färdigt förslag på koncept och metodik för bedömning av osäkerhet
- Kräver utveckling av användarvänligt verktyg för osäkerhet
- Integrerat med WATERS verktyg för sammanvägd bedömning

UNCERTAINTY OF BIOLOGICAL INDICATORS FOR THE WFD IN SWEDISH WATER BODIES:
current procedures and a proposed framework for the future


Mats Lindegårth, Jacob Carstensen, Richard K. Johnson
WATERS Report no. 2013:1




MONITORING BIOLOGICAL INDICATORS FOR THE WFD IN SWEDISH WATER BODIES


Current designs and practical solutions for quantifying overall uncertainty and its components

Mats Lindegårth, Jacob Carstensen, Richard K. Johnson
WATERS Report no. 2013:6


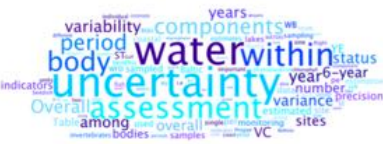


MONITORING OF BENTHIC FAUNA FOR THE MSFD ON THE SWEDISH WEST-COAST:

Modelling precision and uncertainty of current and future programs using WATERS uncertainty framework



Mats Lindegårth, Mats Blomqvist, Marina Magnusson and Rutger Rosenberg
WATERS Report no. 2014:3

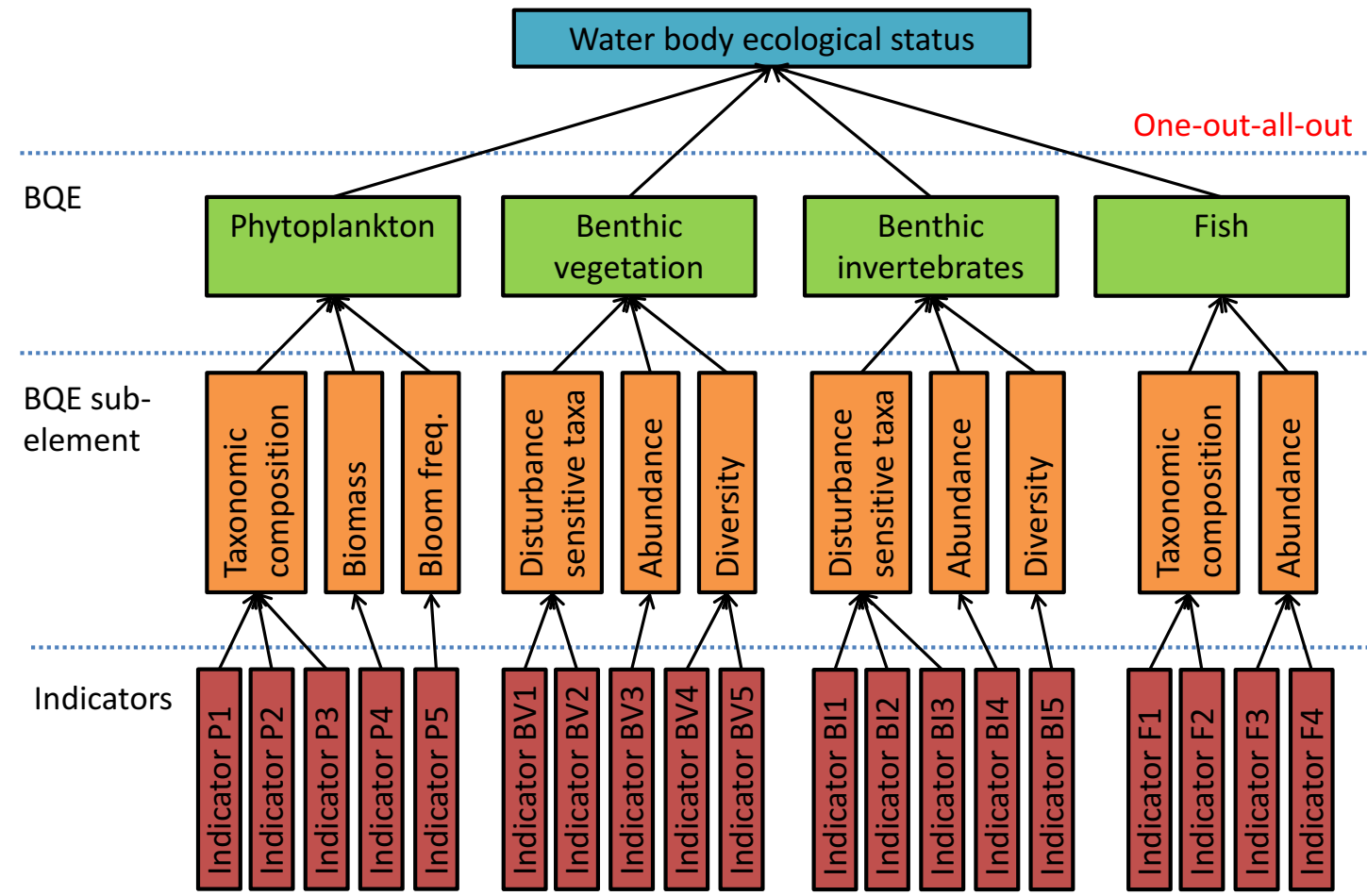



DEVELOPING PRACTICAL TOOLS FOR ASSESSING UNCERTAINTY OF SWEDISH WFD INDICATORS

A library of variance components, and its use for estimating uncertainty of current biological indicators.

Per Bergström and Mats Lindegårth
WATERS Report no. 2016: 2

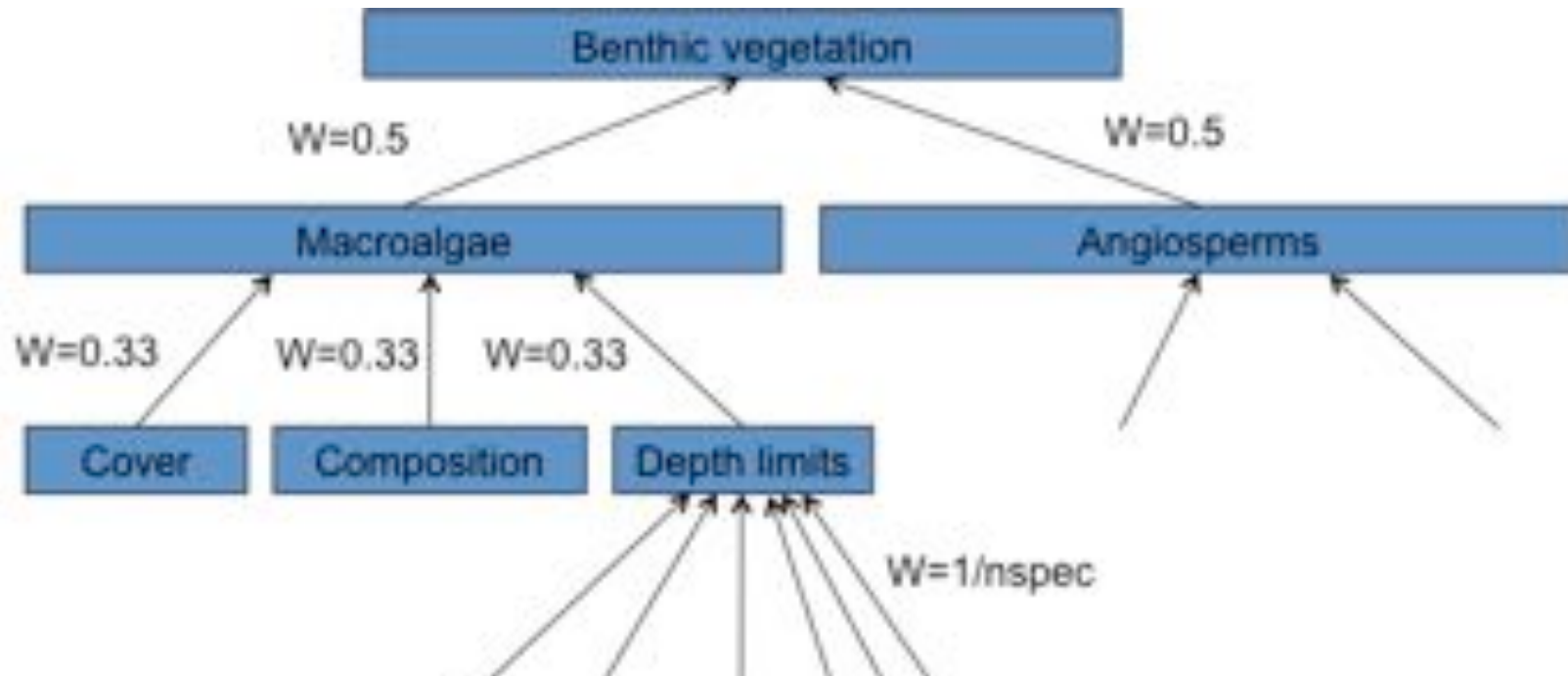
Sammanvägd bedömning



En enhetlig metodik för sammanvägning

- Ekologisk status bedöms via sammanvägning av kvalitetselement.
- Vattendirektivet föreskriver ”sämst styr” på mellan kvalitetsfaktorer men annars varierar metodiken.
- Utmaningar för WATERS:
 - Ingen enhetlig metodik för sammanvägning
 - Bristfällig transparens
 - Ingen hänsyn till osäkerhetens betydelse i sammanvägningen

En enhetlig metodik för sammanvägning



- Modulärt system som tillåter att nya indikatorer tillkommer
- Transparent system där problem kan spåras hela vägen till indikatorerna
- Möjligt att vikta komponenter
- Osäkerhet inkorporerat i metodiken



WATERS Sammanvägningsverktyg



Indata: klassgränser, observationer och mätosäkerhet



WATERS					Boundaries						Observations		Status		
Waterbody	QE	Quality Element	Subelem	Indicator Name	Unit	Min	Bad/ Poor	Poor/ Mod Good	Mod/ Good	Good/ High	Max [Ref]	Obs value	StdErr	Status Value	Status
Inne Bröviken	1	Plankton		Chlorophyll (Jun-Aug)	ug/l	20.96655	11.9777	5.9904429	3.1293359	2.6208188	2.096655	7.8142857	1.56285734	0.354	Poor
Inne Bröviken	1	Plankton		Biovolume	mm3/l	8.7242567	4.3621283	1.4540428	0.6213612	0.4846829	0.3489703	0.569003	0.1138004	0.678	Good
Inne Bröviken	2	SAV		Cumulative cover at 4 m	%	0	25	50	75	150	200	55.0	15.86781	0.440	Med
Inne Bröviken	2	SAV		Species Richness		0	1.6666667	3.3333333	5	7.5	10	4.3	0.894872	0.540	Med
Inne Bröviken	3	Benthic Fauna		BQI		0	1.3	2	3	8	12	3.95	1.57	0.632	Good
Inne Bröviken	4	Fish		Cyprinids abundance	ST	0	32.5	28	23.5	19	14.5	21	4.8	0.000	Bad
Inne Bröviken	4	Fish		Species Richness		0	2	4	6	8	10	6	0.2	0.600	Good
Inne Bröviken	5	Supporting elements		TN (Jun-Aug)	umol/l	70	60	41	30	27	22.178293	40.517367	4.05173667	0.409	Med
Inne Bröviken	5	Supporting elements		TP (Jun-Aug)	umol/l	1.2	0.94	0.64	0.46	0.4	0.3365428	1.0419667	0.10419667	0.164	Bad
Inne Målsåken	1	Plankton		Chlorophyll (Jun-Aug)	ug/l	25.01	11.01	5.9904429	3.1293359	2.6208188	2.096655	7.8142857	1.56285734	0.354	Poor
Inne Målsåken	1	Plankton		Biovolume	mm3/l	11.01	4.3621283	1.4540428	0.6213612	0.4846829	0.3489703	0.569003	0.1138004	0.678	Good
Inne Målsåken	2	SAV		Cumulative cover at 4 m	%	0	25	50	75	150	200	55.0	15.86781	0.440	Med
Inne Målsåken	2	SAV		Species Richness		0	1.6666667	3.3333333	5	7.5	10	4.3	0.894872	0.540	Med
Inne Målsåken	3	Benthic Fauna		BQI		0	1.3	2	3	8	12	3.95	1.57	0.632	Good
Inne Målsåken	4	Fish		Cyprinids abundance	ST	0	32.5	28	23.5	19	14.5	21	4.8	0.000	Bad
Inne Målsåken	4	Fish		Species Richness		0	2	4	6	8	10	6	0.2	0.600	Good
Inne Målsåken	5	Supporting elements		TN (Jun-Aug)	umol/l	100	60	41	30	27	22.178293	40.517367	4.05173667	0.409	Med
Inne Målsåken	5	Supporting elements		TP (Jun-Aug)	umol/l	1.5	0.94	0.64	0.46	0.4	0.3365428	1.0419667	0.10419667	0.164	Bad



Sammanvägning och klassningsosäkerhet

Indikatorer

Status och klassningsosäkerhet

Kvalitetsfaktorer



Vattenförekomster

ID	Waterbody	Quality Element	Subelement	Indicator Name	Median Status Value	Class	Bad	Poor	Mod	Good	High
4	1 Inre Bråviken	Plankton		Chlorophyll (Jun-Aug)	0.571	Mod	0.0%	17.1%	11.5%	70.0%	0.0%
5	1 Inre Bråviken	Plankton		Biovolume	0.872	Good	0.0%	0.0%	32.8%	43.5%	23.8%
6	1 Inre Bråviken	SAV		Cumulative cover at 4	0.439	Mod	2.2%	33.8%	52.1%	10.9%	0.0%
7	1 Inre Bråviken	SAV		Species Richness	0.547	Mod	0.0%	7.8%	17.0%	75.4%	0.0%
8	1 Inre Bråviken	Benthic Fauna		BDI	0.634	Good	7.5%	5.7%	16.3%	69.8%	0.7%
9	1 Inre Bråviken	Fish		Cyprinids abundance	0.537	Mod	5.1%	19.6%	37.0%	28.2%	10.1%
10	1 Inre Bråviken	Fish		Species Richness	0.741	Good	0.0%	0.0%	0.0%	98.8%	1.2%
11	1 Inre Bråviken	Supporting elements		TN (Jun-Aug)	0.542	Mod	0.0%	0.3%	87.3%	8.7%	3.7%
12	1 Inre Bråviken	Supporting elements		TP (Jun-Aug)	0.385	Bad	53.4%	46.4%	0.2%	0.0%	0.0%
13	2 Inre Slättbaken	Plankton		Chlorophyll (Jun-Aug)	0.322	Poor	0.0%	94.8%	4.8%	0.0%	0.0%

ID	Waterbody	QE	QE Name	n	Median Status Value	Class	Bad	Poor	Mod	Good	High
4	1 Inre Bråviken	1	Phytoplankton	2	0.516	Mod	0.0%	0.0%	82.5%	17.5%	0.0%
5	1 Inre Bråviken	2	SAV	2	0.492	Mod	0.0%	13.4%	79.5%	7.1%	0.0%
6	1 Inre Bråviken	3	Benthic Fauna	1	0.634	Good	7.5%	5.7%	16.3%	69.8%	0.7%
7	1 Inre Bråviken	4	Fish	2	0.640	Good	0.0%	1.0%	34.9%	57.5%	6.6%
8	1 Inre Bråviken	5	Supporting elements	2	0.372	Poor	0.0%	71.9%	27.8%	0.3%	0.0%
9	2 Inre Slättbaken	1	Phytoplankton	2	0.377	Poor	0.0%	73.8%	20.0%	0.2%	0.0%
10	2 Inre Slättbaken	2	SAV	2	0.496	Mod	0.0%	10.0%	64.1%	5.9%	0.0%

ID	Waterbody	Status Value	Class	Bad	Poor	Mod	Good	High
4	1 Inre Bråviken	0.492	Mod	7.5%	18.3%	73.5%	0.7%	0.0%
5	2 Inre Slättbaken	0.024	Bad	71.6%	27.8%	0.6%	0.0%	0.0%

- Förslag på harmonisering av klassgränser men metodik för referensvärde och klassgränser anpassas efter indikatorn
- Förslag på koncept och metodik för sammanvägning klara!
- Användarvänligt verktyg för sammanvägning!

ESTABLISHING REFERENCE CONDITIONS AND SETTING CLASS BOUNDARIES

Richard K. Johnson, Mats Lindegarh, Jacob Carstensen

WATERS Report no. 2013:2

Anko
DOI 10.1007/s12010-014-0767-8

KUNGLIGA TEKNISKA HÖGSKOLEN
KTH

REVIEW

Approaches for integrated assessment of ecological and eutrophication status of surface waters in Nordic Countries

Jesper H. Andersen, Jukka Aroviita, Jacob Carstensen, Nikolai Friberg, Richard K. Johnson, Pirko Kuusipää, Mats Lindegarh, Cláris Murray, Karl Norling

Received: 26 May 2015 / Revised: 23 December 2015 / Accepted: 29 January 2016

Abstract We review approaches and tools currently used in Nordic countries (Denmark, Finland, Norway and Sweden) for integral assessment of 'ecological status' sensu the EU Water Framework Directive as well as assessment of 'eutrophication status' in coastal and marine waters. Integration principles for combining indicators within biological quality elements (BQEs) and combining BQEs into a final-integrated assessment are discussed. Specific focus has been put on combining different types of information into indices, since several methods are currently employed. As a consequence of the variety of methods used, comparisons across both BQEs and water categories (river, lakes and coastal waters) can be difficult. Based on our analyses, we conclude that some principles and methods for integration can be critical and that a harmonised approach should be developed. Further, we conclude that the integration principles applied within BQEs are critical and in need of harmonisation if we want a better understanding of potential transitions in ecological status between surface water types, e.g. when riverine water enters a downstream lake or coastal water body.

Keywords Ecological status · Water Framework Directive · Biological quality elements · Coastal eutrophication · Integration · Assessment

INTRODUCTION

The EU Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC) represents a paradigm shift in Europe in regard to how

status of aquatic ecosystems is to be assessed (WFD, Anon. 2000). Given that one of the overarching objectives of the Directive is that all surface water bodies should be in at least 'good ecological status', a baseline for implementation of measures is a prerequisite. The baseline is in the WFD context called an initial assessment.

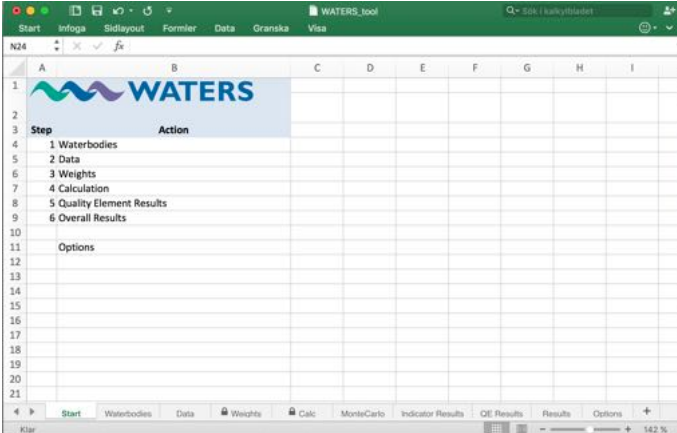
The first status classification of European surface water bodies using the indicators for biological quality elements (BQEs) according to the WFD was made in 2008 and revealed several problems and inconsistencies in their design and practical use in individual water bodies. These problems include differences in the appropriateness of developed indicators, use of the precautionary principle, issues related to the sensitivity of overall classifications of ecological status to uncertainties in reference conditions and class boundaries, as well as routines for classification based on expert judgement (Raiff 2009; EEA 2012).

A few things are in principle carved in stone in the context of the WFD. First, the overall structure of an assessment of ecological status is given by the BQEs, which include (1) phytoplankton, (2) submerged aquatic vegetation and periphyton, (3) benthic invertebrates and (4) fish (Annex V, 1.2, Anon. 2000). Second, the method of combination of the quality elements into an integrated assessment of ecological status has in general been to apply the one-out-all-out principle (OO-AO) (Annex V, 1.4.20, Anon. 2000).

Only a few status assessment tools based on the use of multiple indicators are currently in use (OSPAR 2003, 2008; HELCOM 2009; Andersen et al. 2010, 2011; Fleming-Lehtinen et al. 2015). Within the EU WFD, however, most adhere to the one-out-all-out principle, although this principle has also been critically debated for potentially inflating the risk of misclassification and being based on simple heuristic rules rather than being rooted in

© Royal Swedish Academy of Sciences 2016
www.kva.se/kn

Springer



Step	Action
1	Waterbodies
2	Data
3	Weights
4	Calculation
5	Quality Element Results
6	Overall Results
Options	

WATERS

Research into assessment criteria for the classification of ecological water status

WATERS is a five-year research programme that started in spring 2011. The programme's objective is to develop and improve the assessment criteria that are used to classify the status of Swedish coastal and inland waters in accordance with the EC Water Framework Directive. WATERS focuses particularly on the biological quality elements used in water quality assessments, i.e., macrophytes, benthic invertebrates, phytoplankton, and fish; in streams, benthic diatoms are also considered. The research programme will also refine the criteria used for integrated assessments of ecological water status.

The results are directly linked to the applied management of waters and the programme is working closely with the authorities responsible for coordinating water management and assessing the state of Swedish lakes, rivers, and coastal waters, i.e., the Swedish Agency for Marine and Water Management and the Swedish River Basin District Authorities. WATERS will also convene seminars open to a wider group of stakeholders (see Upcoming events).

The acronym stands for "Waterbody Assessment Tools for Ecological Reference conditions and status in Sweden".

Read report from the WATERS report series:

WATERS is
coordinated by:
Havsmiljöinstitutet

funded by:
NATURVÅRDSVERKET
SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
Swedish Agency for Marine and Water Management

News

- Latest reports from WATERS: "Comparison of all nets and fyke nets for the status assessment of coastal fish communities" and "Report from statistical workshop nr 2".

Follow us on Twitter

Tweets

WATERS @WATERS_SWE 13 Apr
19 countries! 50+ talks! Fully booked! See you at "Tools for Assessing Status of European Aquatic Ecosystems" in Malmö! #WOMSS
Expand

WATERS @WATERS_SWE 26 Mar
Call for abstracts closed! Register by 7th of April! "Tools for Assessing Status of European Aquatic Ecosystems" waters.gu.se/ecosymp
Expand

WATERS @WATERS_SWE 8 Mar
Europe sounds alarm over freshwater pollution
nature.com/news/europe-90...
Expand

Ta reda på mer på:
www.waters.gu.se

- Rapporter och sammanfattningar
- Nu pågår arbete med slutrapport
- Överlämningsmöten med HaV, NV och Lst
- Fortsatt samverkan för implementering och anpassning till användare.



Boka 11 oktober: WATERS användarforum

12 oktober: Havsmiljöinstitutets konferens "Hav och Samhälle"

"Bättre bedömning av vattenmiljöns tillstånd - Från vetenskap till förvaltning"



Tack för uppmärksamheten!

Koordinerat av:  Havsmiljöinstitutet
Swedish Institute for the Marine Environment

Finansierat av:



SWEDISH ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY

Swedish Agency
for Marine and
Water Management

Partners:



Hafok AB



SMHI

TOXICON AB