

Invertebrater som mål på forsuringstilstand

Forsuringsindekser – kan disse brukes på tvers av Europa

Ann Kristin Schartau (NINA)
Willem Goedkoop (SLU)



Foredrag på Norsk-Svensk konferanse
forsuring/kalking, Bergen 18-09-2007





Innhold

- Interkalibrering (WFD)
- Forsuringsindekser basert på MI
- Dose-respons sammenhenger
- Klare versus humøse vanntyper
- Geografiske forskjeller
- Metodiske utfordringer
- Videre arbeid



Bakgrunn

- Endringer i sammensetningen av litorale bunndyr viktig biologisk forsuringsindikator
- WFD krever at nasjonale klassifiseringssystemer for vurdering av økologisk status interkalibreres
 - Dersom to eller flere land har tilsvarende vanntype
- SE, NO, UK, IE har tilsvarende forurningsfølsomme vanntyper: kalkfattige, boreale innsjøer og elver
 - Forsuring fremdeles et problem i disse landene
 - Det benyttes ulike typer forsuringsindekser basert på MI



Interkalibrering (IC) – forsuring

- Deltagende land: SE, NO, UK, IE støttet av EU prosjektet REBECCA (www.environment.fi/syke/rebecca)
- Kvalitetsselementer:
 - Biologi: Litorale makroinvertebrater
 - Kjemi: pH og ANC (ANC1: ione balanse, ANC3: Cantrell; mod. ANC i forhold til DOC-innhold)
- Indekser: Ulike enkle og multimetriske forsuringsindekser brukt i “nasjonale klassifiseringssystemer”
- Vanntyper: Lav alkalitet, respektivt klare og humøse elver og innsjøer



IC forsuring – Vanntyper

ELVER

INNSJØER

**Lav alkalitet,
klart vann**

R-N5 (+R-N2)

L-N5 (+L-N2)

**Lav alkalitet,
humøst vann**

R-N9 (+R-N3)

L-N6 (+L-N3)



Lav alkalitet: <0.2 mekv/L, <4 mg Ca/L

Klare: <30 mg Pt/L, <5 mg TOC/L





Eksisterende forsuringsindekser

Nasjonale

Andre

Enkle

Raddum I (NO)
Raddum II (NO)
Bækken & Kjellberg (NO)
AWIC-F (UK)

Total # EPT taksa
Total # Gastropoda taksa
Total # Ephemeroptera taksa
Ephemeroptera:Plecoptera
Rel. abund. Ephemeroptera
Rel. abund. Diptera
Rel. abund. "shredders"
Rel. abund. predatorer

Multi- metrisk

Medin (SE)
MILA / MISA (SE)

Shannon-Wiener div. indeks



Raddum forsuringsindeks

➤ Indeks 1: Norske invertebrater kategorisert i 4 forsuringsklasser i hht. surhetstoleranse:

- Arter med nedre toleranse ved pH >5.5 gir verdi = 1
- Arter med nedre toleranse ved pH >5.0 gir verdi = 0,5
- Arter med nedre toleranse ved pH >4.7 gir verdi = 0,25
- Alle andre arter gir verdi = 0

➤ Indeks 2: Samme som over, men tar i tillegg hensyn til subletale effekter

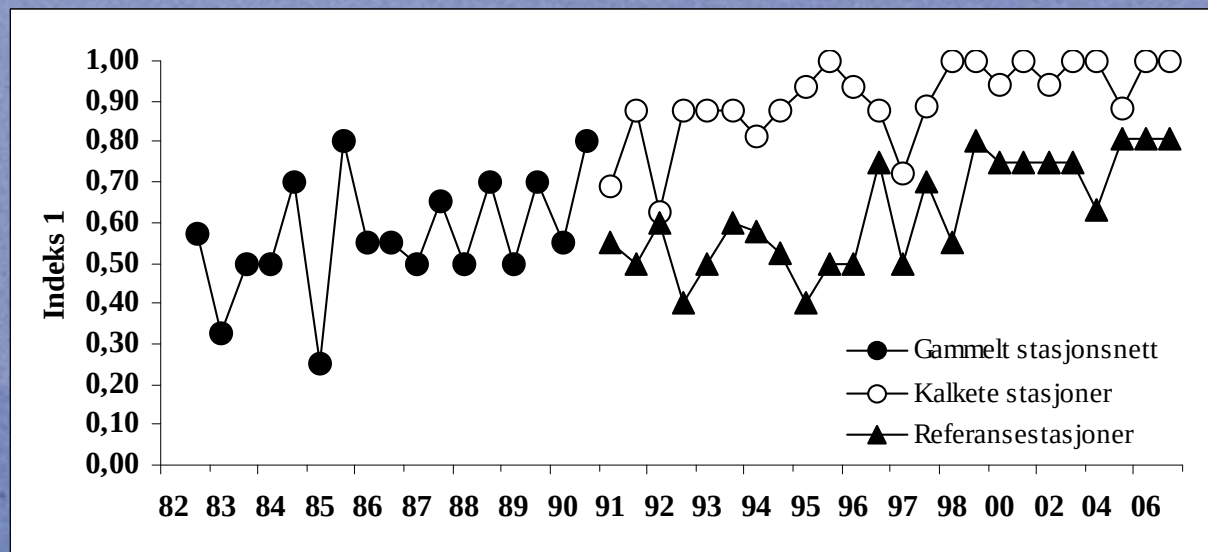
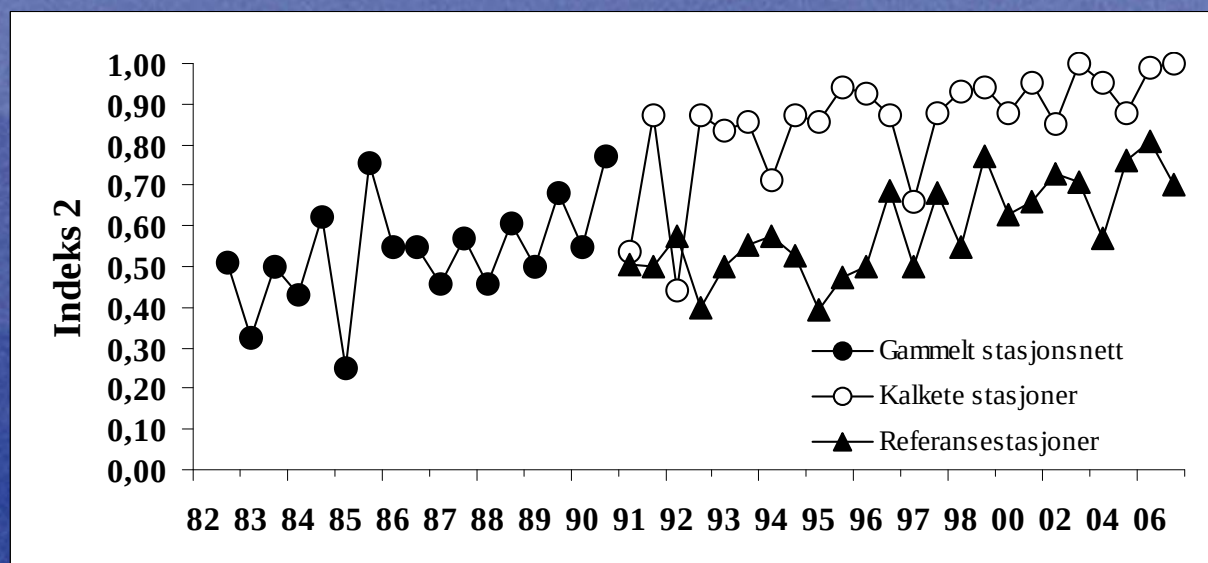
- Dersom Indeks 1 = 1;

Indeks 2 = 0.5 + sensitive Ephemeroptera / tolerante Plecoptera

- Indeks 2 = 0, 0.25, 0.5 samt alle verdier mellom 0.5 og 1
- Ikke egnet for litorale prøver (innsjøer)



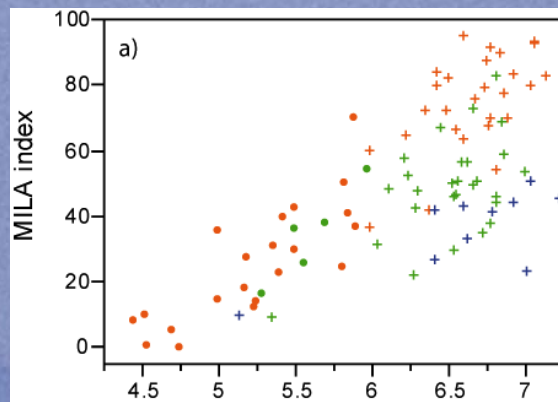
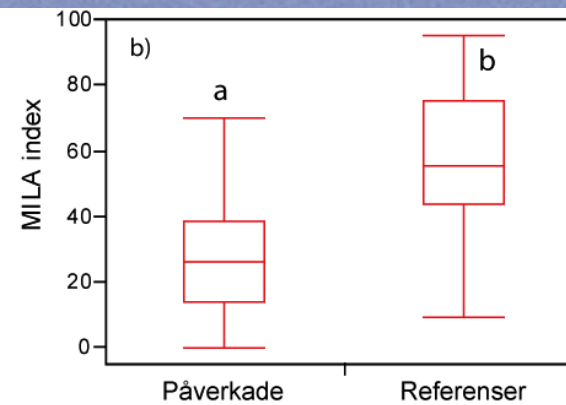
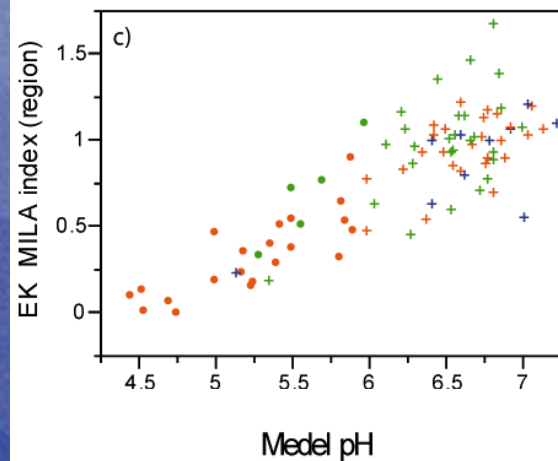
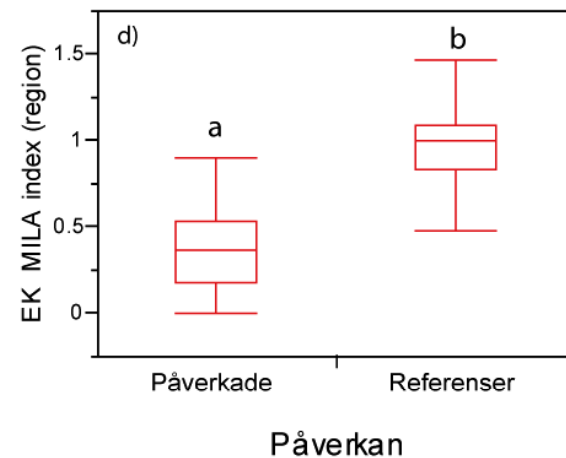
Ogna 1982-2006



MILA forsøringsindeks

- Multimetric Index for Lake Assessment:
 1. % forekomst Ephemeroptera (+)
 2. % forekomst Diptera (-)
 3. Antall arter Gastropoda (+)
 4. Antall arter Ephemeroptera (+)
 5. AWIC indeks (+)
 6. % forekomst predatorer (-)
- 3 geografiske regioner: ulike referanse og grenseverdier (økologisk statusklasser)
- Tilsvarende oppbygging av MISA (Multimetric Index for Stream Assessment), men (1), (2) og (6) erstattet av Antall familier, Ephemeroptera:Plecoptera (% abund) og % forekomst "shredders"





Röd=Illies 14

Grön = Illies 22

Blå = Illies 20

Från Johnson & Goedkoop 2006



Medins forsuringsindeks

- Multimetrisk indeks som tar hensyn til ulike egenskaper ved et MI samfunn:
 1. Forekomst av sensitive EPT-taksa (0-3 poeng)
 2. Forekomst av Gammarus (3 poeng)
 3. Forekomst av sensitive taksa av Hirudinea, Elmidae, Gastropoda, Bivalvia (0-4 poeng)
 4. Forholdet sensitive Ephemeroptera (*Baetis* spp.) / tolerante Plecoptera (0-2 poeng)
 5. Antall arter (0-2 poeng)

- Medins indeks, verdi = 0-14



Materiale og metoder

➤ Biologiske datasett:

- SE: Riksinventeringen (REBECCA), tidsserie sjøer (IC)
- NO: Nasjonalt overvåkingsprogram inkl tidsserie sjøer

➤ Ulike regresjons modeller: MI indeks vs pH (forsuringsgradient):

- Generalisert additiv modell (GAM)
- Logistisk regresjon med GAM
- 90% kvantil regresjon med GAM

➤ Andre påvirkningstyper ekskludert

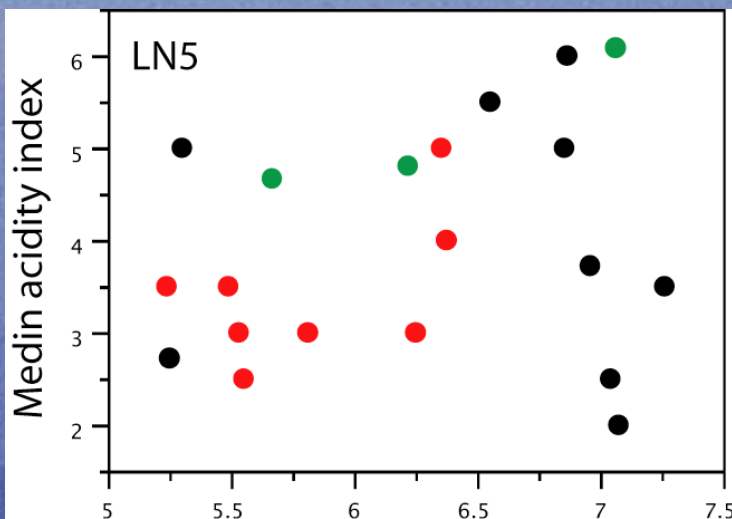
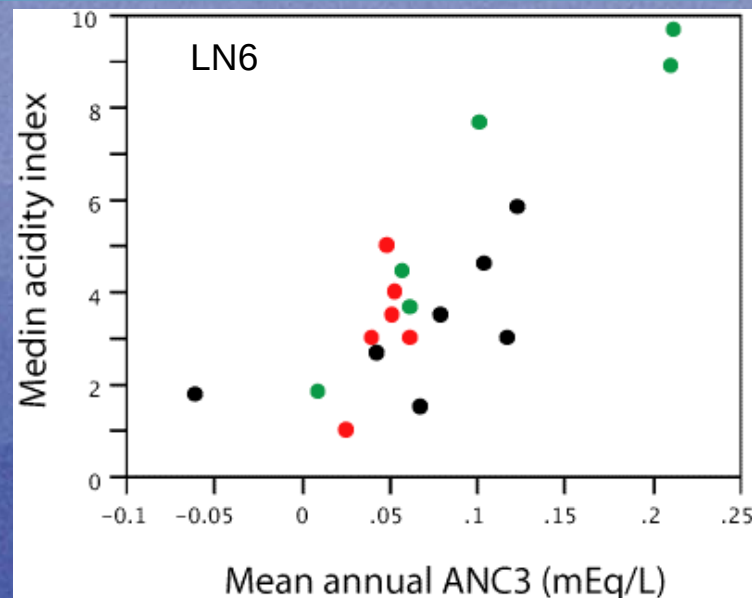
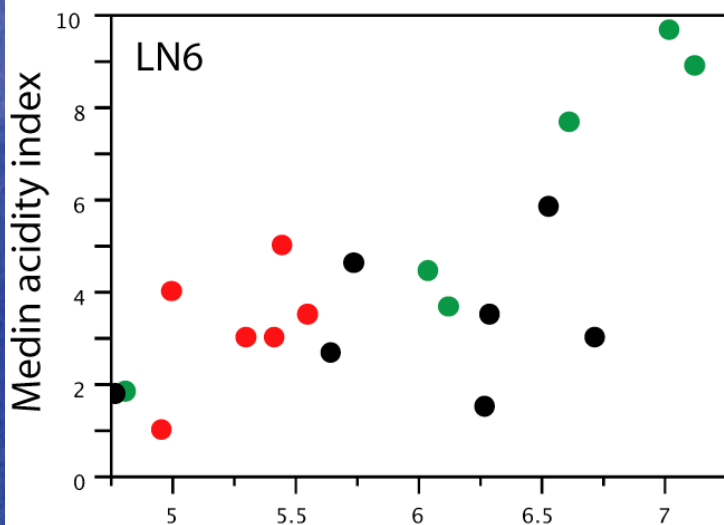
➤ Gruppering av data:

- REBECCA: Middelerdi for måned eller sesong (hver innsjø repr. flere ganger)
- IC: Middeler for kun ett år, vannkjemi fra siste år før biologi



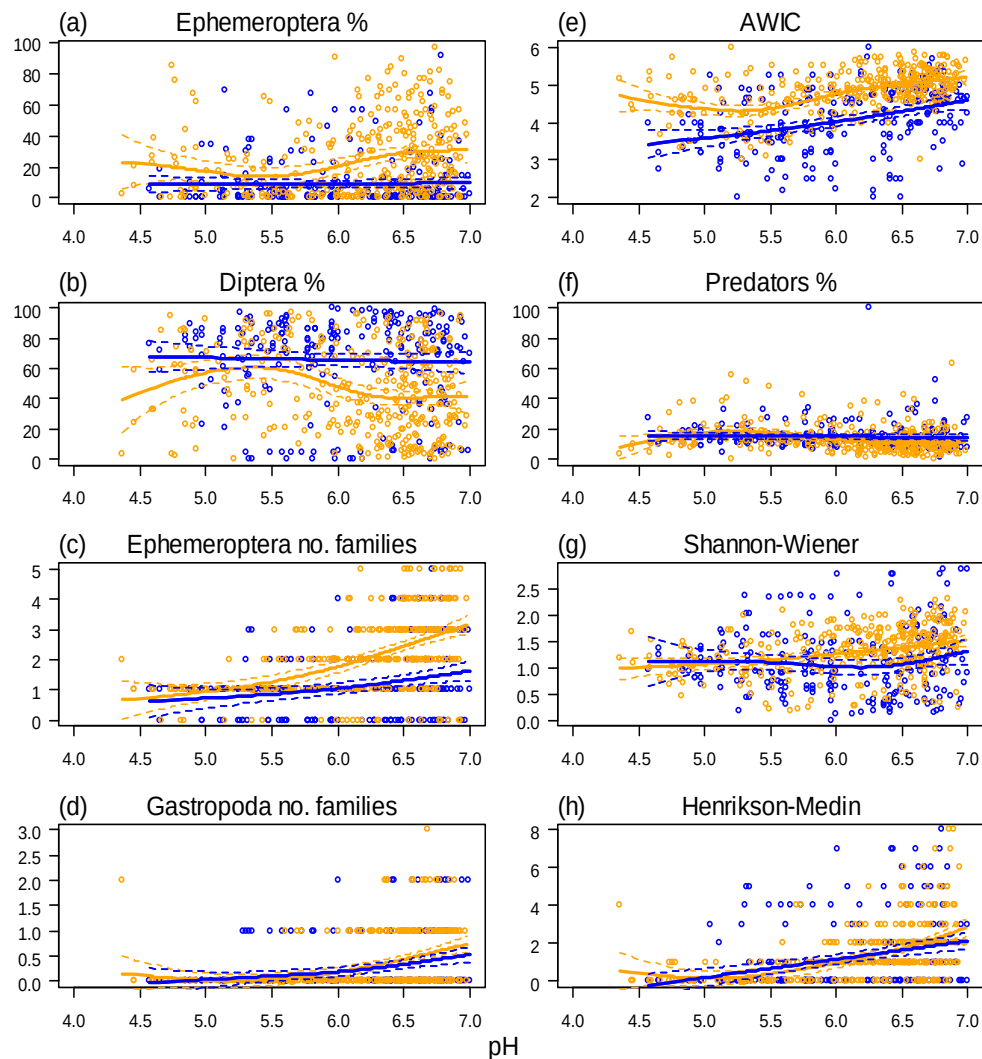
Medin indeks vs. pH og ANC (INNSJØ)

- Scot.
- No
- SE



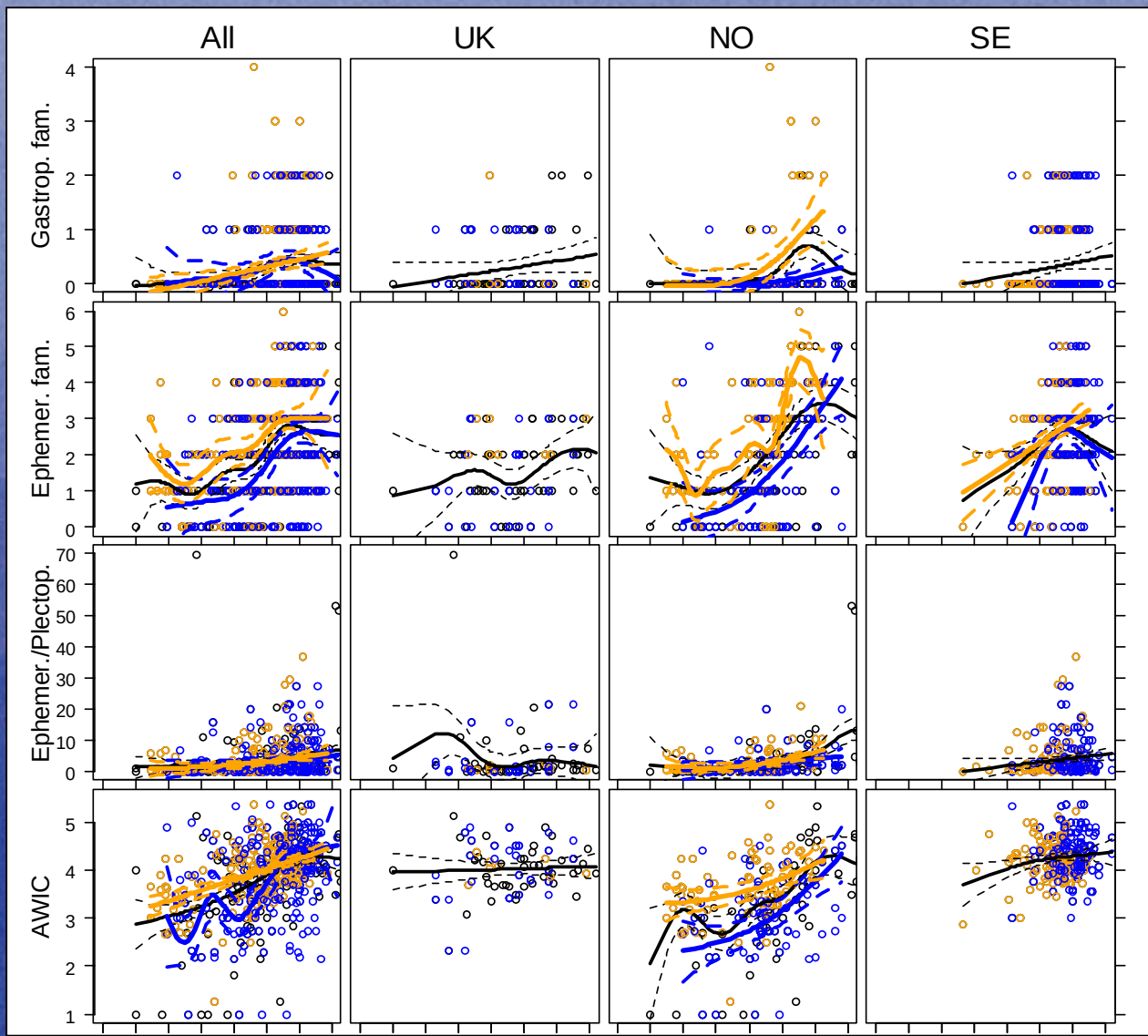
Ulike forsuringsindekser – klare vs humøse INNSJØER (REBECCA upubl.: Schartau et al.)

GAM



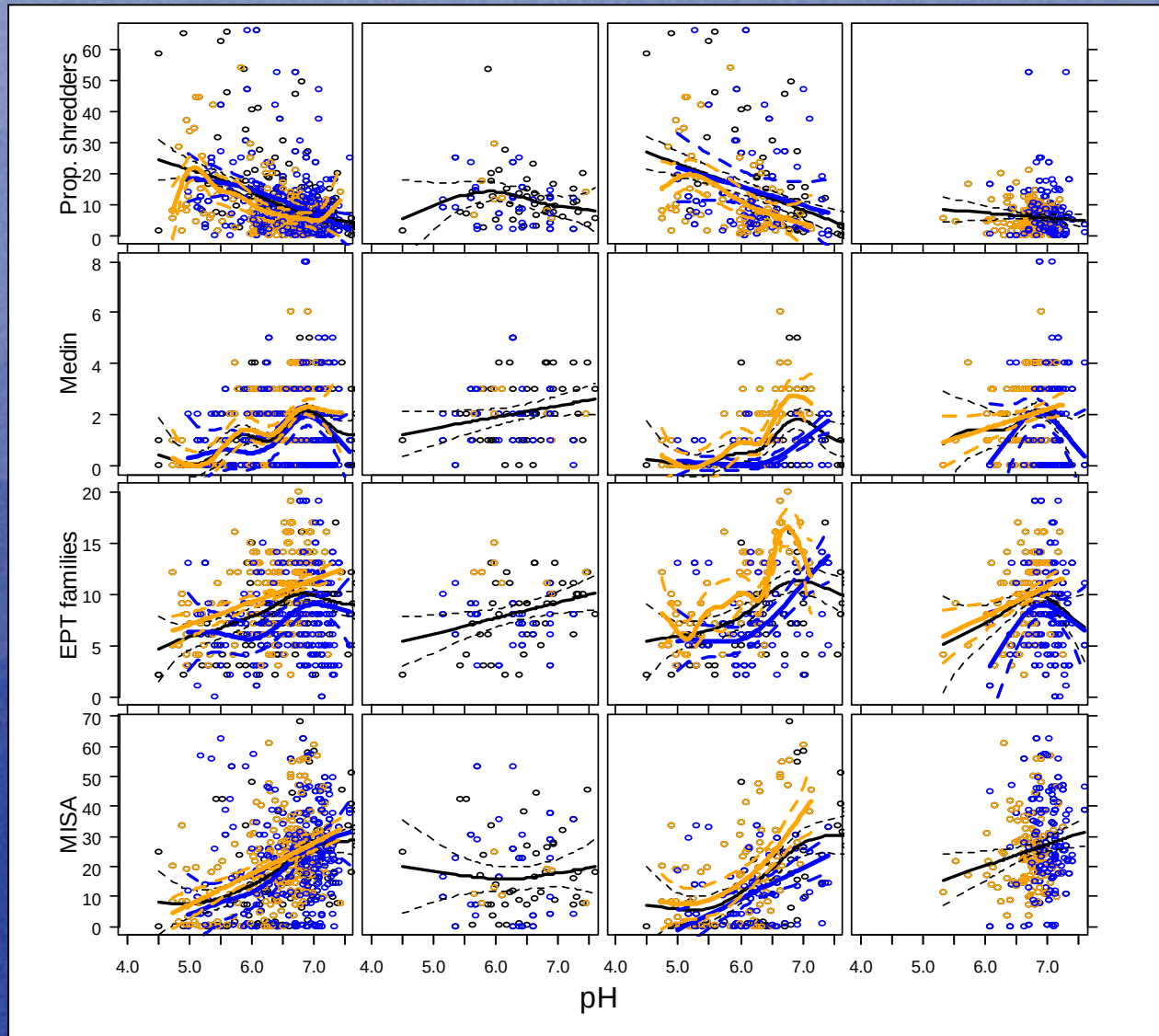
Ulike forsuringsindekser – klare vs humøse ELVER (1) (REBECCA upubl.: Moe et al.)

GAM



Ulike forsuringsindekser – klare vs humøse ELVER (2) (REBECCA upubl.: Moe et al.)

GAM



MI indekser – oppsummering (1)

- Signifikant korrelasjon mellom MI indeks og pH for en eller begge vanntyper
- Med avtagende pH var det en generell reduksjon i Totalt antall taksa, Antall Gastropoda taksa, Antall Ephemeroptera taksa, AWIC, Raddum, Medin og MILA/MISA indeks
- Ingen eller positiv respons i % Diptera, % "shredders" og % predatorer
- For de fleste indekser var det en sign. forskjell mellom klare og humøse innsjøer
- De fleste MI indekser viste en mer kompleks (ikke-lineær) respons i humøse sjøer sammenlignet med klare



MI indekser – oppsummering (2)

- Ingen nasjonale metoder er like godt egnet for hele forsuringsområde (Geografiske begrensninger):
 - De fleste indikator-taksa har begrenset geografisk utbredelse (Biogeografiske sub-regioner)
 - Forsuringstoleransen hos en enkelt art kan variere geografisk
 - Vanntypene er grove – store fysiske, kjemiske og biologiske variasjoner innen en IC-type
- Korrelasjonen bedre ved bruk av ANC enn pH, spesielt for humøse sjøer
- Mange "0" verdier lang hele forsuringsgradienten: stor variasjon som delvis har metodiske årsaker (NB enkeltprøver)



Taksonomiske indikatorgrupper (HS, S, T, HT)

1.nivå
(arter/slekter)

Alainites muticus
Baetis
scambus/fuscatus
Baetis macani
Nigorbaetis digitatus
Procloeon bifidum
Ephemera danica
Caenis luctuosa
Caenis robusta
Caenis rivulorum



2.nivå
(orden)

18 indikatorer

HS Gastropoda

HS Bivalvia

HS Hirudinea

HS Gammarus

HS Ephemeroptera

HS Plecoptera

HS Trichoptera

3.nivå (EPT vs
non-EPT taksa)

6 indikatorer

HS non-EPT taksa

HS EPT taksa



Taksonomiske indikatorgrupper (HS, S, T, HT)

1.nivå
(arter/slekter)

2.nivå
(orden)

3.nivå (EPT vs
non-EPT taksa)

18 indikatorer

6 indikatorer

HS Gastropoda

HS Bivalvia

HS Hirudinea

HS Gammarus

HS Ephemeroptera

HS Plecoptera

HS Trichoptera

HS non-EPT taksa

HS EPT taksa

Glossosoma intermedium

Wormaldia subnigra

Philopotamus montanus

Chimarra marginata

Cheumatopsyche lepida

Ceraclea annulicornis



Taksonomiske indikatorgrupper (HS, S, T, HT)

1.nivå
(arter/slekter)

2.nivå
(orden)

3.nivå (EPT vs
non-EPT taksa)

18 indikatorer

6 indikatorer

HS Gastropoda

HS Bivalvia

HS Hirudinea

HS Gammarus

HS non-EPT taxa

HS Ephemeroptera

HS Plecoptera

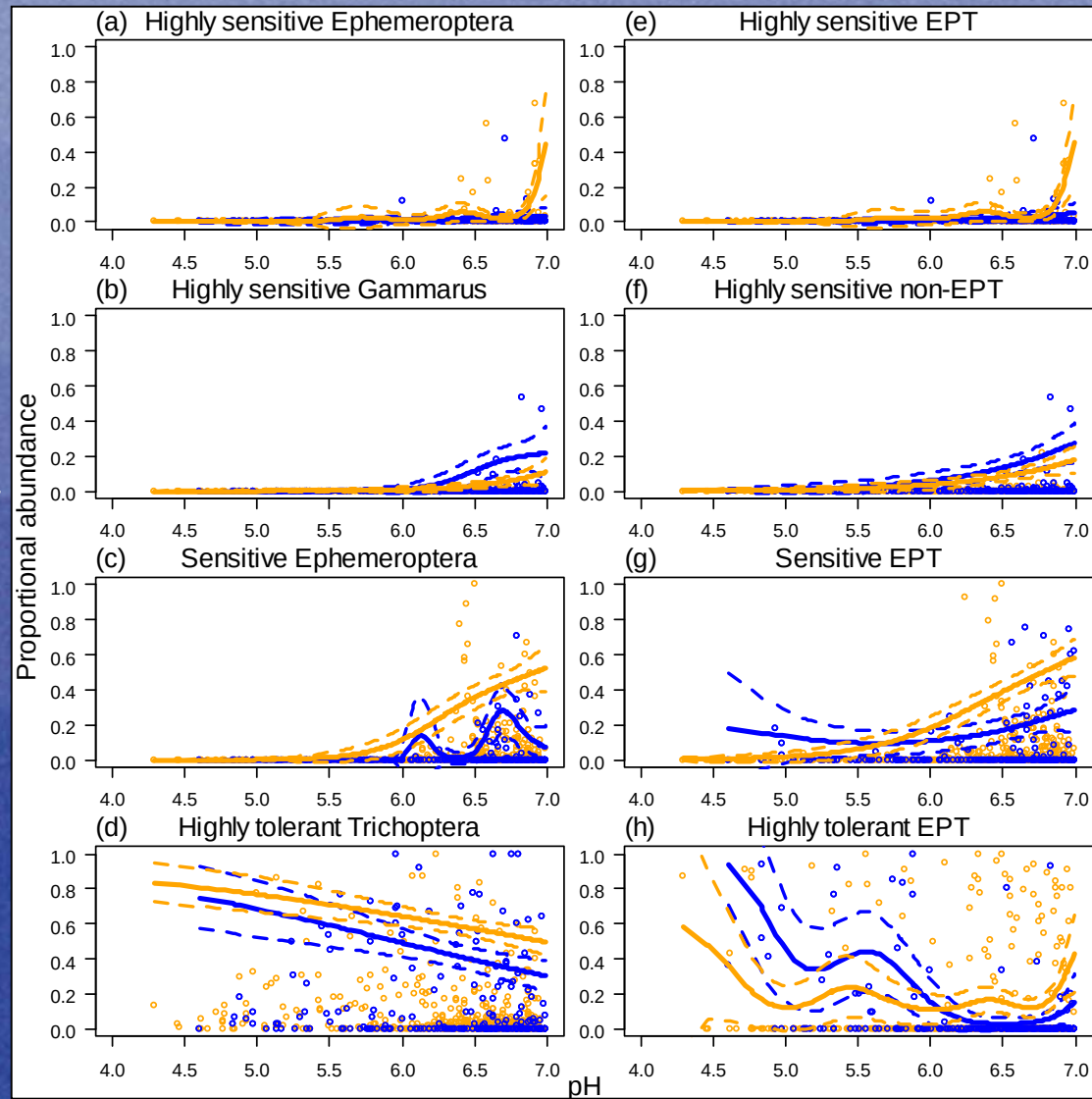
HS Trichoptera

HS EPT taxa



Indikatorgrupper – klare vs humøse INNSJØER (REBECCA upubl.: Schartau et al.)

Logistisk GAM regresjon (data transformert til 0/1)



Utvikling av nye forsuringsindekser basert på makroinvertebrater

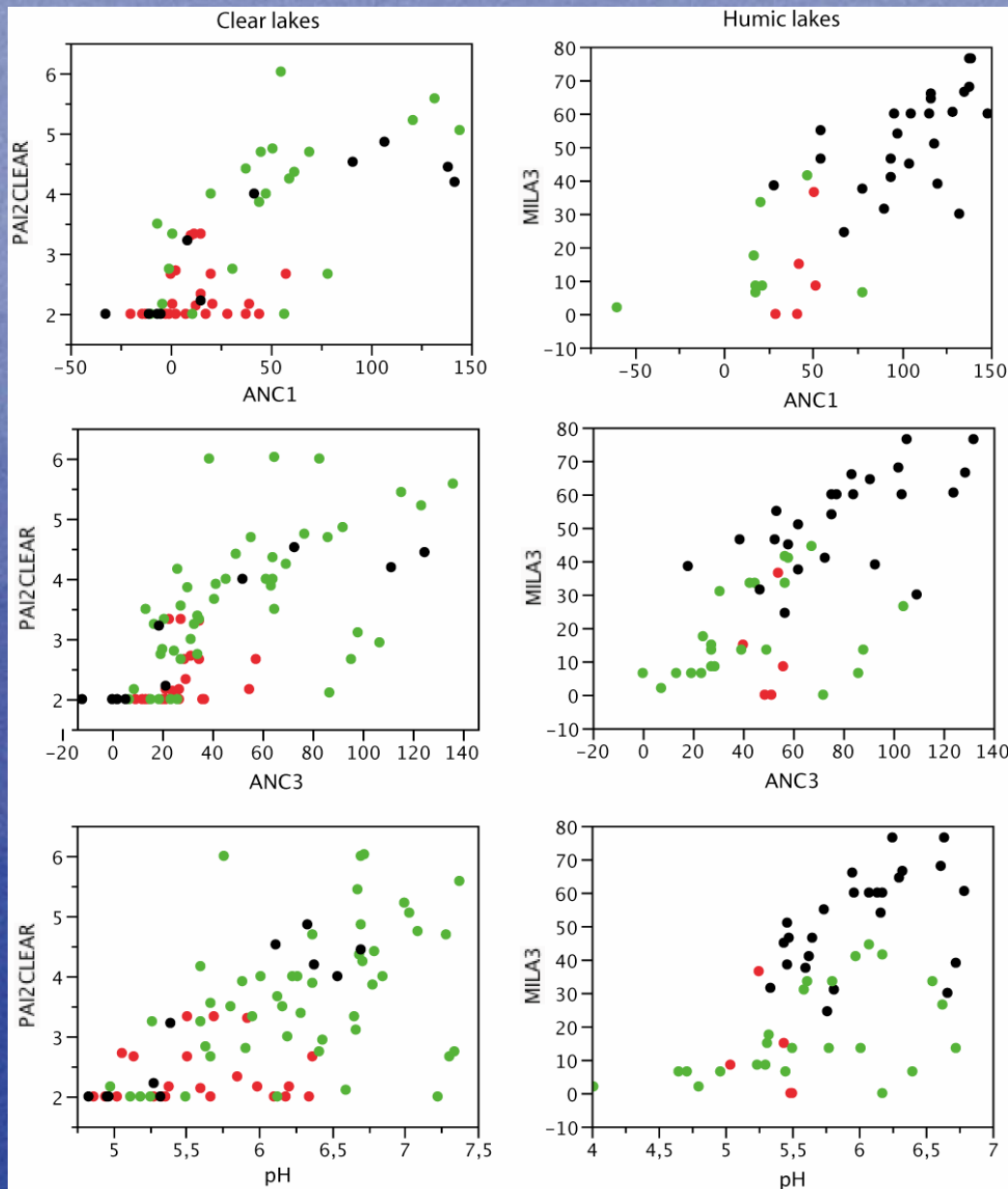
- Basert på resultater fra arbeidet med indikatorgrupper
- Nye single og multimetriske indekser (42 for innsjøer)
- Testet disse mot pH, ANC1 og ANC3
- Data fra kun ett år (snitt), litorale prøver (196 sjøer)
- Statistiske modeller: Kendall's robust line fit (ikke parametrisk) + GAM m/ ulike glattingsmetoder



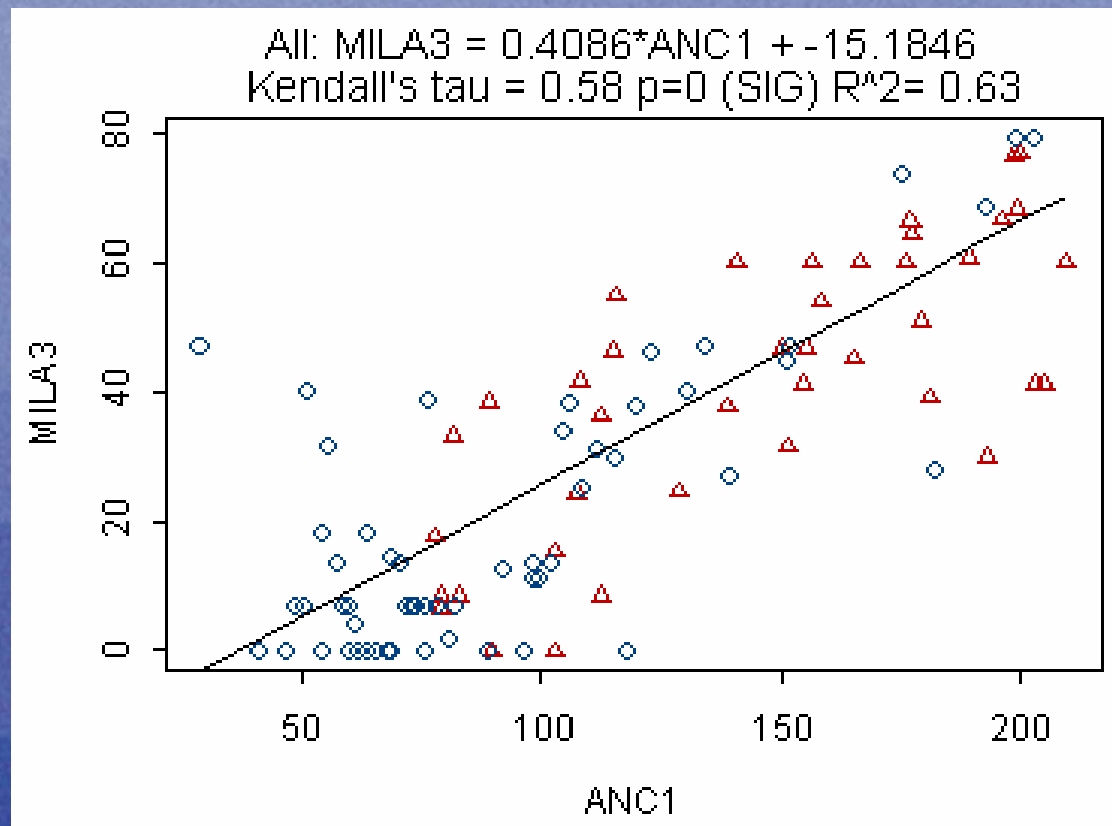
PAI2CLEAR: IC indeks for klare sjøer?

PAI2Clear:

- Presence-Absence index for clear lakes
- MI angitt som indikatortaksa i en av følgende f-indekser: Medin, Raddum, NIVA, AWIC
- "Score" gitt i forhold til artenes pH toleranse (nedre grense)



MILA3: IC indeks for humøse sjøer?



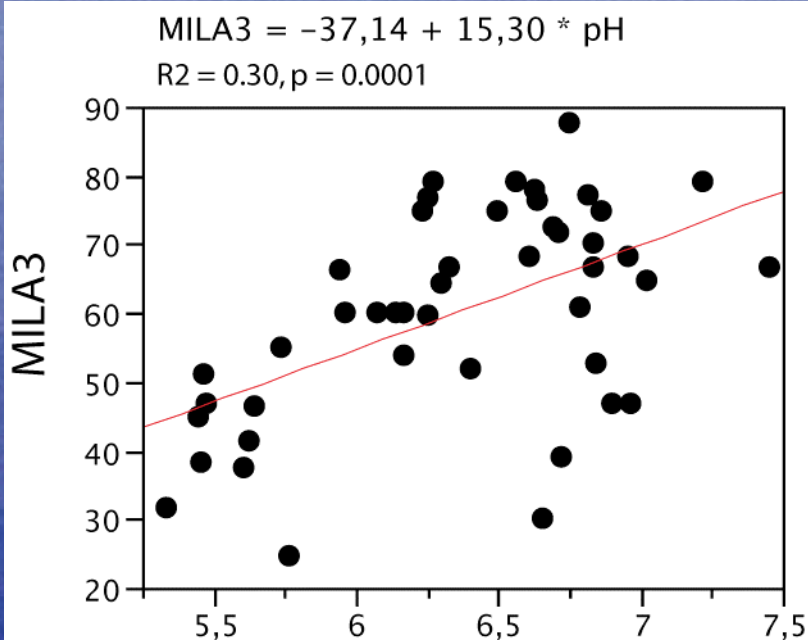
MILA3:

- Multimetrisk indeks modifisert fra MILA (SE)
- # Gastropoda taksa, # Ephemeroptera taksa, AWIC-F

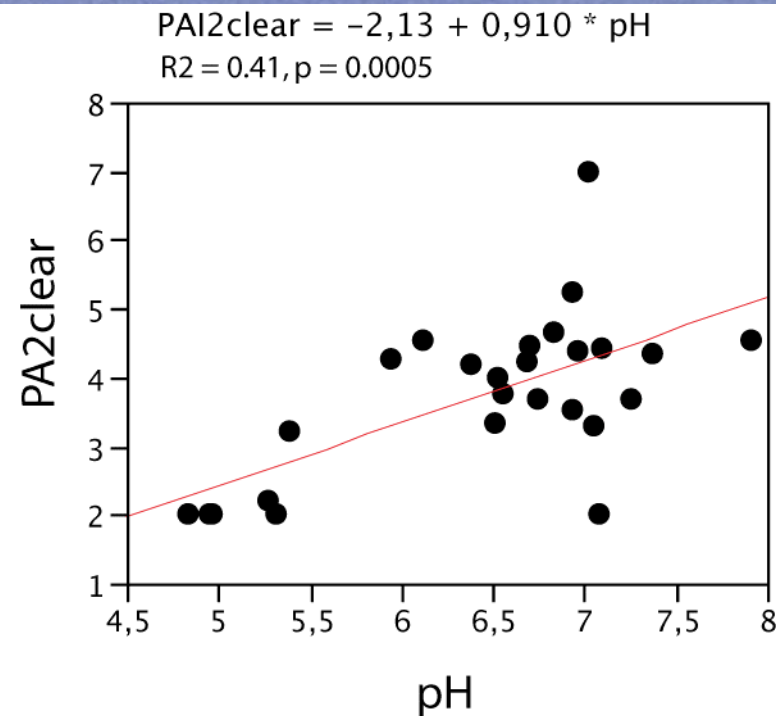


Svenske innsjøer: IC indekser (1)

Humøse sjøer

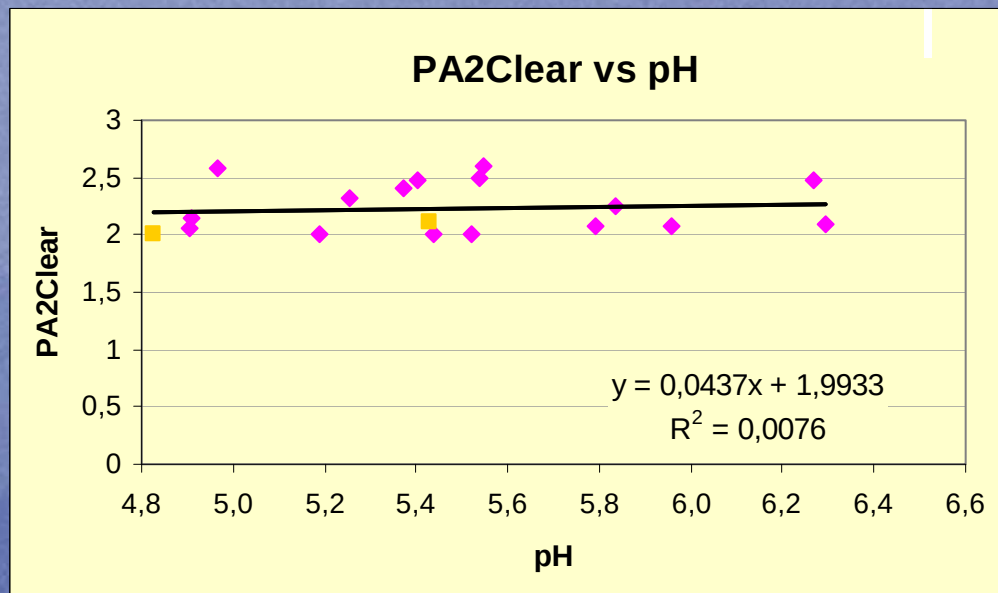
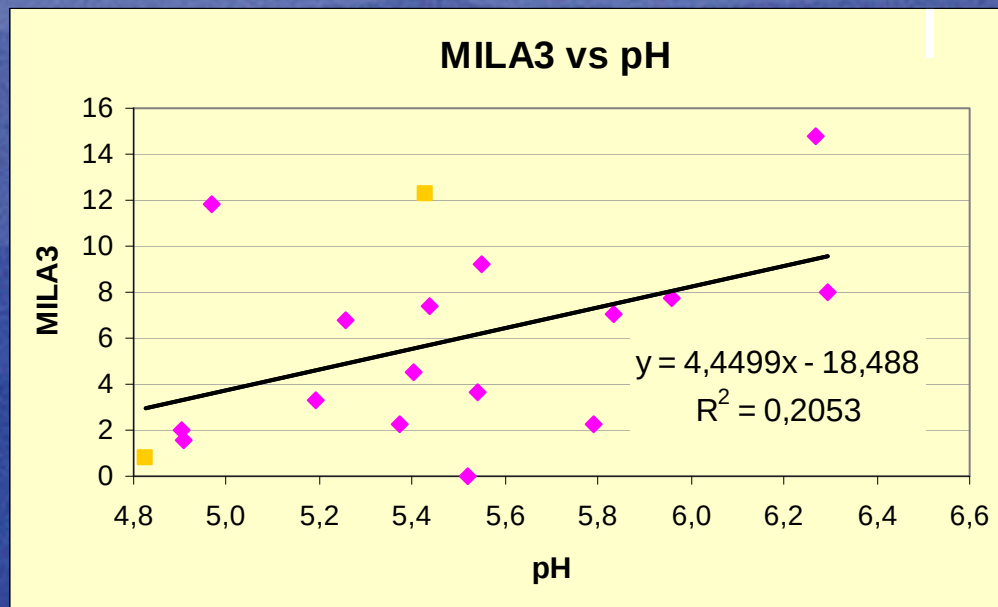


Klare sjøer



Norske innsjøer: IC indekser (1)

● Klar
■ Humøs



Norske innsjøer: IC indekser (2)

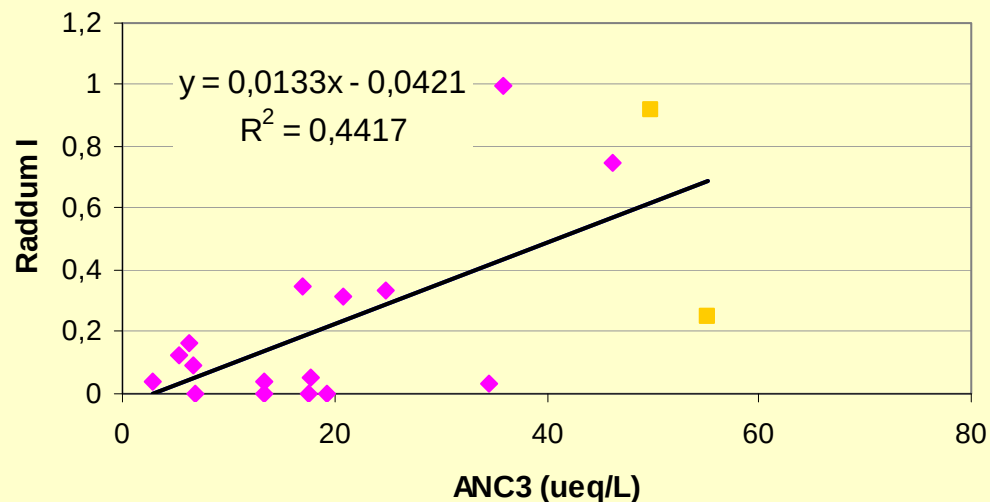
SAP2GENBAND:

- MI angitt som indikatortaksa i en av følgende f-indekser: Medin, Raddum, NIVA, AWIC
- "Score" gitt i forhold til artenes pH toleranse (nedre grense og bredde) og % abundans

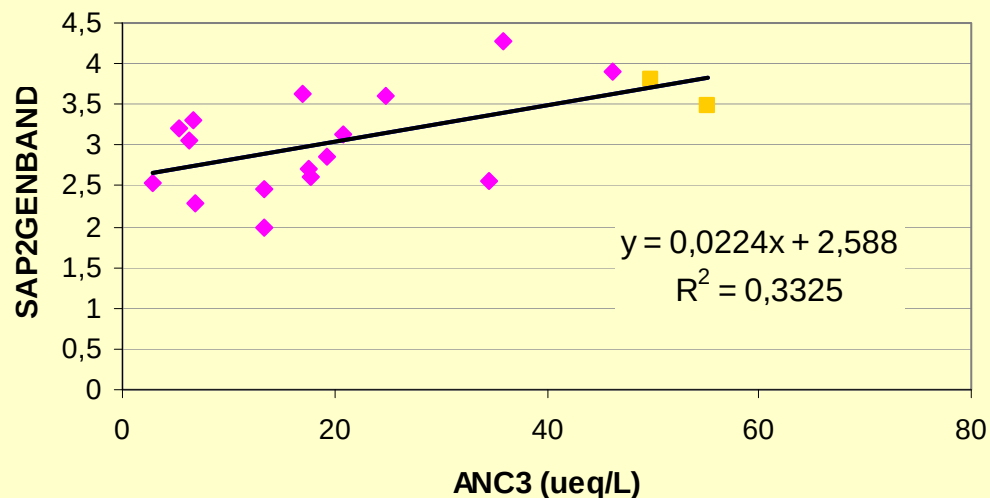
- Klar
- Humøs



Raddum I vs ANC3



SAP2GENBAND vs ANC3



Konklusjoner og utfordringer (1)

- Sterk korrelasjon mellom MI og forsuring/surhet: det er et potensial for å videreutvikle klassifiseringssystemer for økologisk status på tvers av Europa
- Høy restvariasjon: andre forhold enn pH og humus som har betydning for biotiske parametre
 - Fysiske, kjemiske og biologiske forhold
 - Ulike vanntyper (sub-typer, spesielt mhp Ca og humus)
 - Genetisk variasjon mhp forsuringstoleranse
 - Metodiske forskjeller (substrat, innsats, taksonomisk nivå)
 - Representativ vannkjemi (ref. variasjon i tid og rom)?



Konklusjoner og utfordringer (2)

- Det er et behov for videre harmonisering og optimalisering av metoder for innsamling, sortering og identifisering av MI
- Tidsforsinkelser må tas med i betraktning (dose-respons sammenhenger kan endres over tid)
- Elver og innsjøer med svært lav alkalitet (alk $<0,05$ mekv/L, Ca <1 mg/L) er en spesiell vanntype (kun i NO)
- Videre utvikling og testing av nasjonale metoder er viktig
 - Raddum indeks er utviklet for elver og spesielt for svært kalkfattige elver på Vestlandet
 - MILA/MISA utviklet for vannforekomster med noe mer kalk og humus



Takk til:

IC-gruppen og REBECCA:

Ian Fozzard, SEPA (UK)

Ben McFarland, EA (UK)

Ruth Little, EPA (IE)

Jannicke Moe, NIVA (NO)

Fiona Carse, SEPA (UK)

Leonard Sandin, SLU (SE)

Arbeidet er finansiert av: Naturvårdsverket, Direktoratet for naturforvaltning (DN), Statens forurensningstilsyn (SFT), Environment Agency for England and Wales (EA), Scottish Environmental Protection Agency (SEPA), Environmental Protection Agency for Ireland (EPA), European Commission (EC), Norges forskningsråd (NFR), Sveriges Landbruks Universitet (SLU), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

