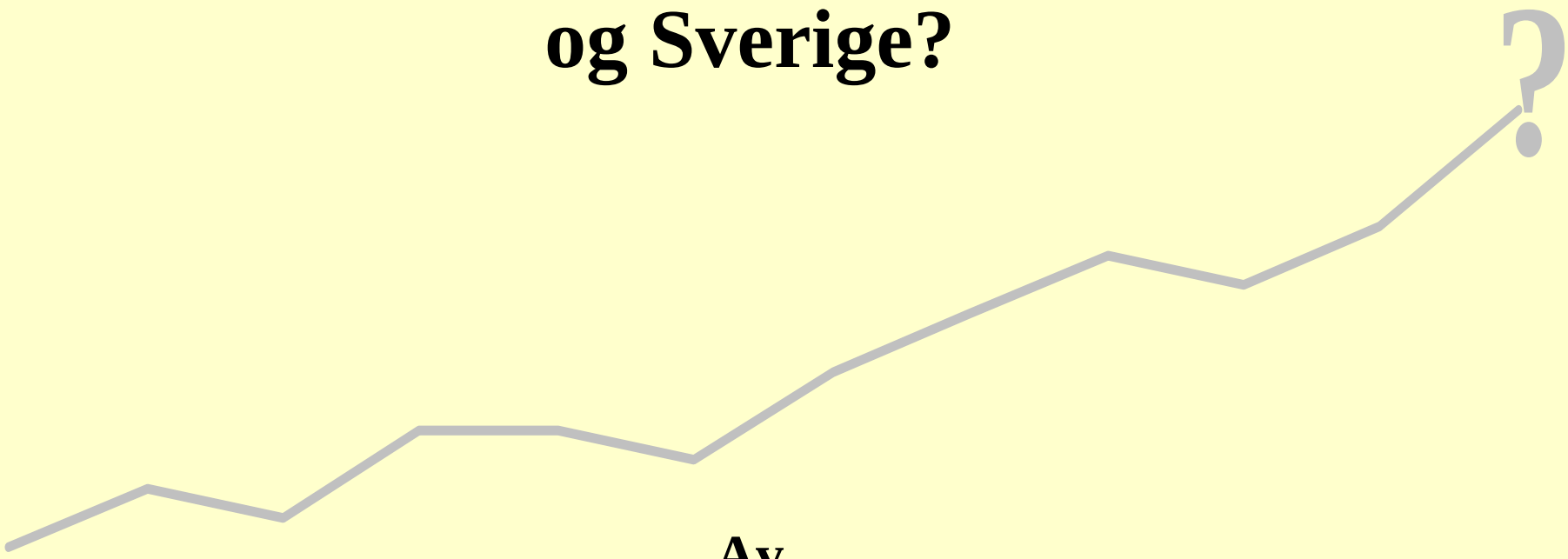
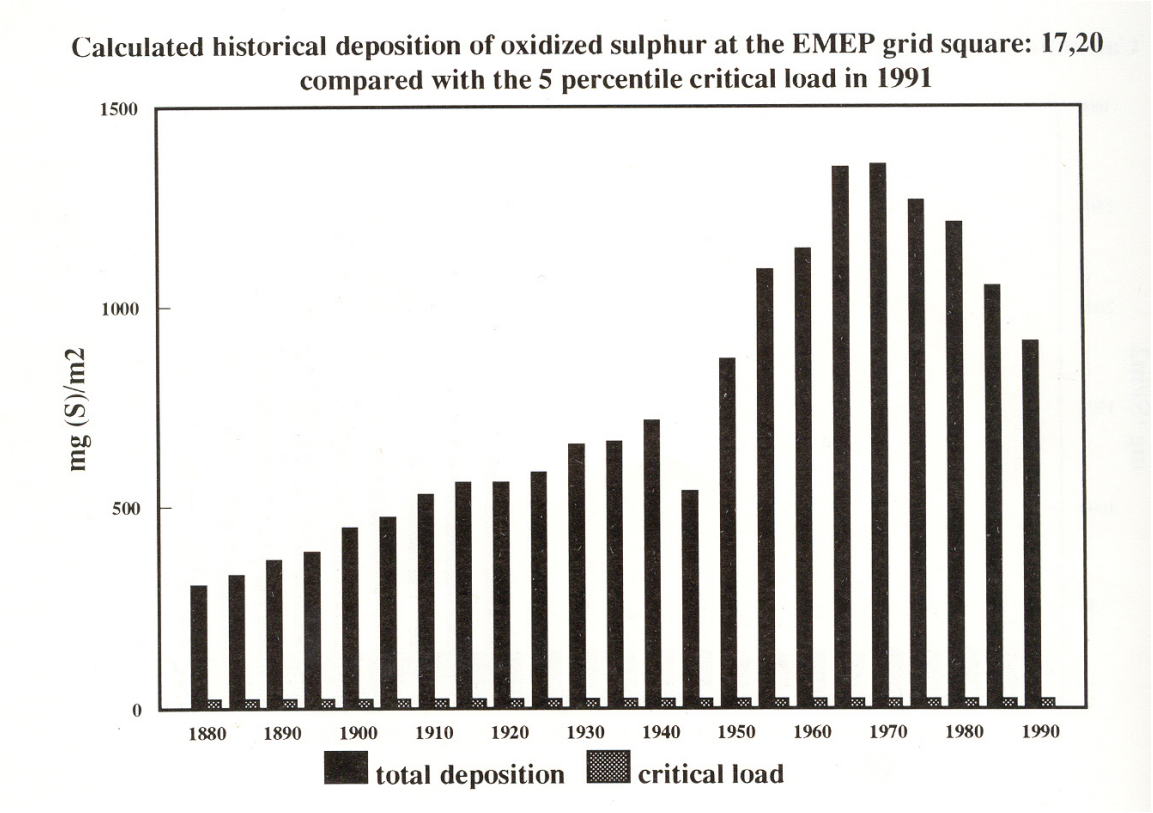
Skjer det gjenhenting av biologisk mangfold i forsurede områder i Norge og Sverige?



Av
Arne Fjellheim, LFI Unifob Universitetet i Bergen
og
Willem Goedkoop, Sveriges lantbruksuniversitet

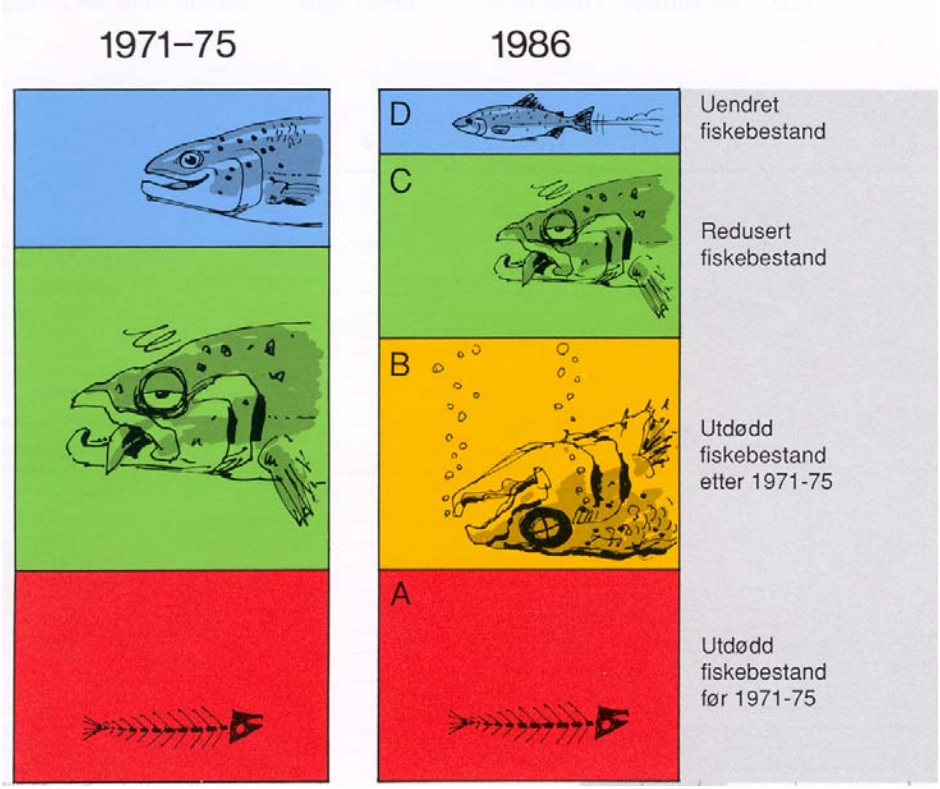
Historisk utvikling:

Tålegrenseoverskridelser startet tidlig



Etter Mylona (1993)

Det var først og fremst fiskedød som ga oss et signal om at noe alvorlig var på ferde.



254 innsjøer i Sør-Norge ***Etter Petter Wang/NIVA***

Biologisk mangfold



Hvilke data har vi:

Norge:

Bakgrunnsdata: Luft og nedbør, vannkjemi: Elveserien

Biologiske data: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Elver fra 1981 Innsjøer fra 1996

Hovedsakelig kvalitative data

Kalkingsprosjektene:
De første vassdrag fra 1985
Ukalkete referansestasjoner

I Norge tas prøvene to ganger pr. år: vår og høst

Biologisk mangfold



Hvilke data har vi:

Norge:

Overvåkingen ble startet med rutinemessig overvåking i rennende vann fra 1981

- **Rennende vann påvirkes hurtigere av sure episoder**
- **Flere indikatorarter i rennende vann**
- **Bunndyr har større spredningsevne i rennende vann**

Overvåking av biologisk mangfold i innsjøer ble startet i 1997

Biologisk mangfold



Hvilke data har vi:

Sverige:

Bakgrunnsdata: Luft och nederbördsdata

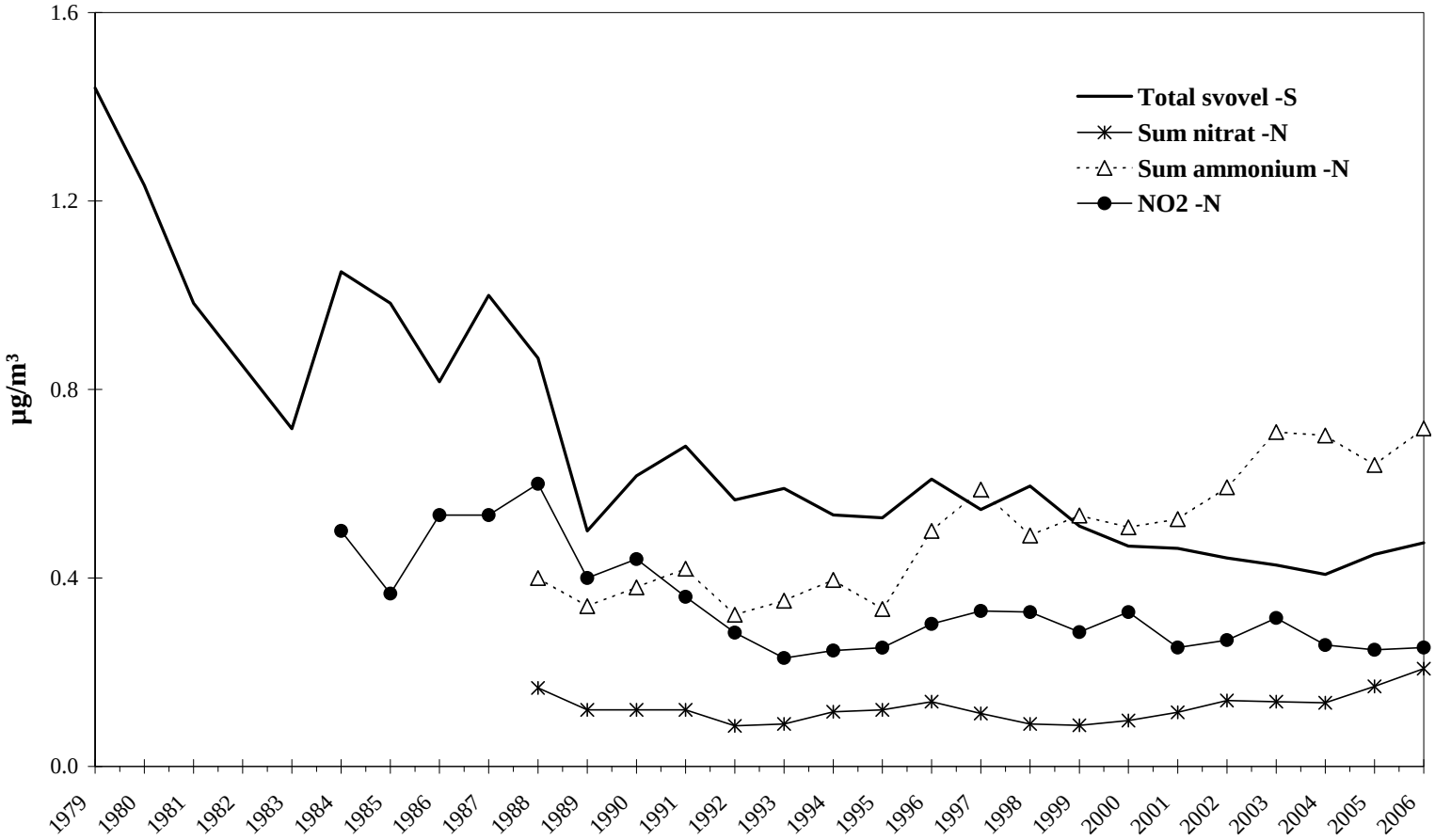
Biologiske data:

Tidsseriesjöar, en del sedan 1988, andra sedan 1995, vattendrag sedan 1997.

Olika metoder (spark och M42)

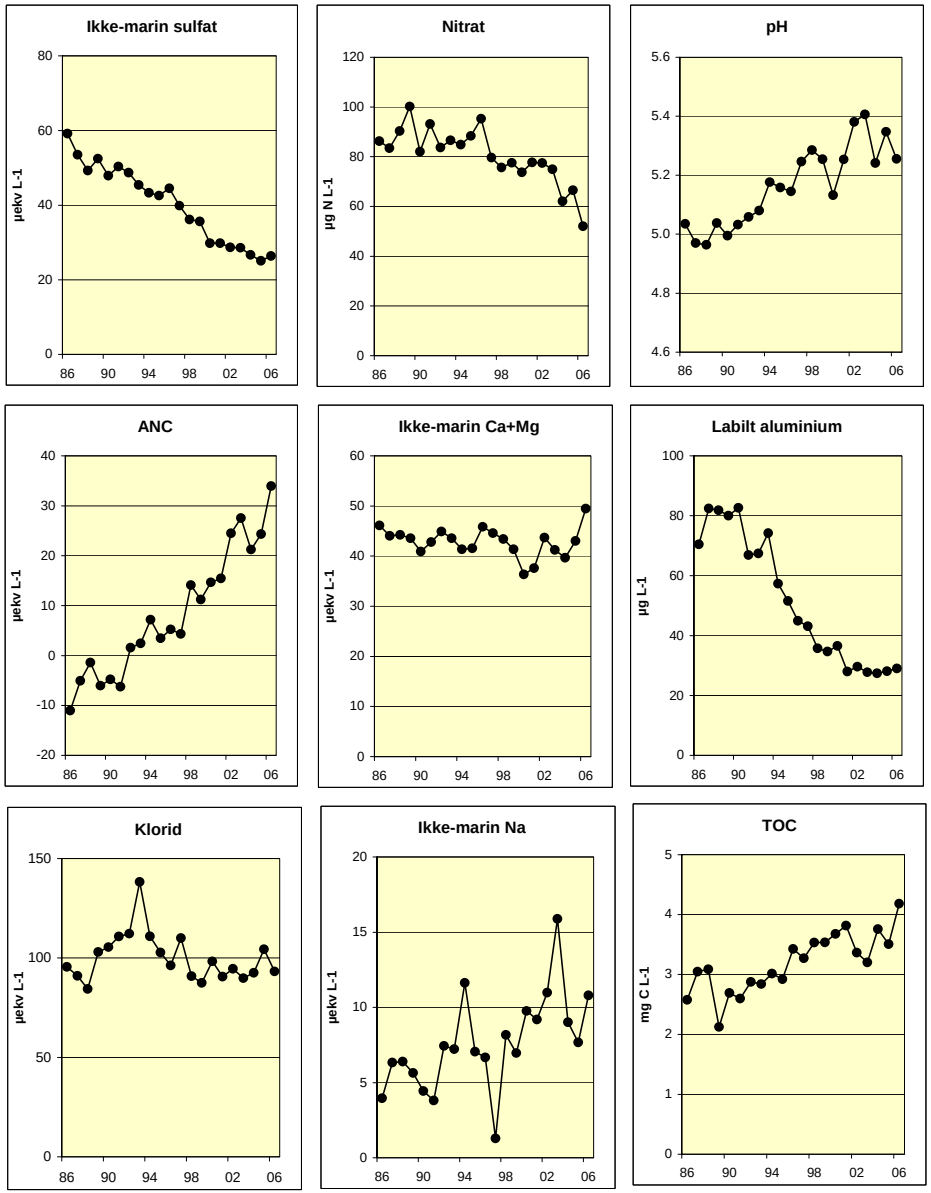
I Sverige tas prøvene en gang pr. år: høst

Utvikling av forsurende komponenter i luft



Midlere årlige konsentrasjoner i luft av total svovel (SO_2+SO_4^-), oksidert nitrogen (HNO_3+NO_3), redusert nitrogen (NH_3+NH_4) og NO2 på fire norske EMEP stasjoner (etter NILU)

Endringer i Vannkvalitet



Data etter NIVA

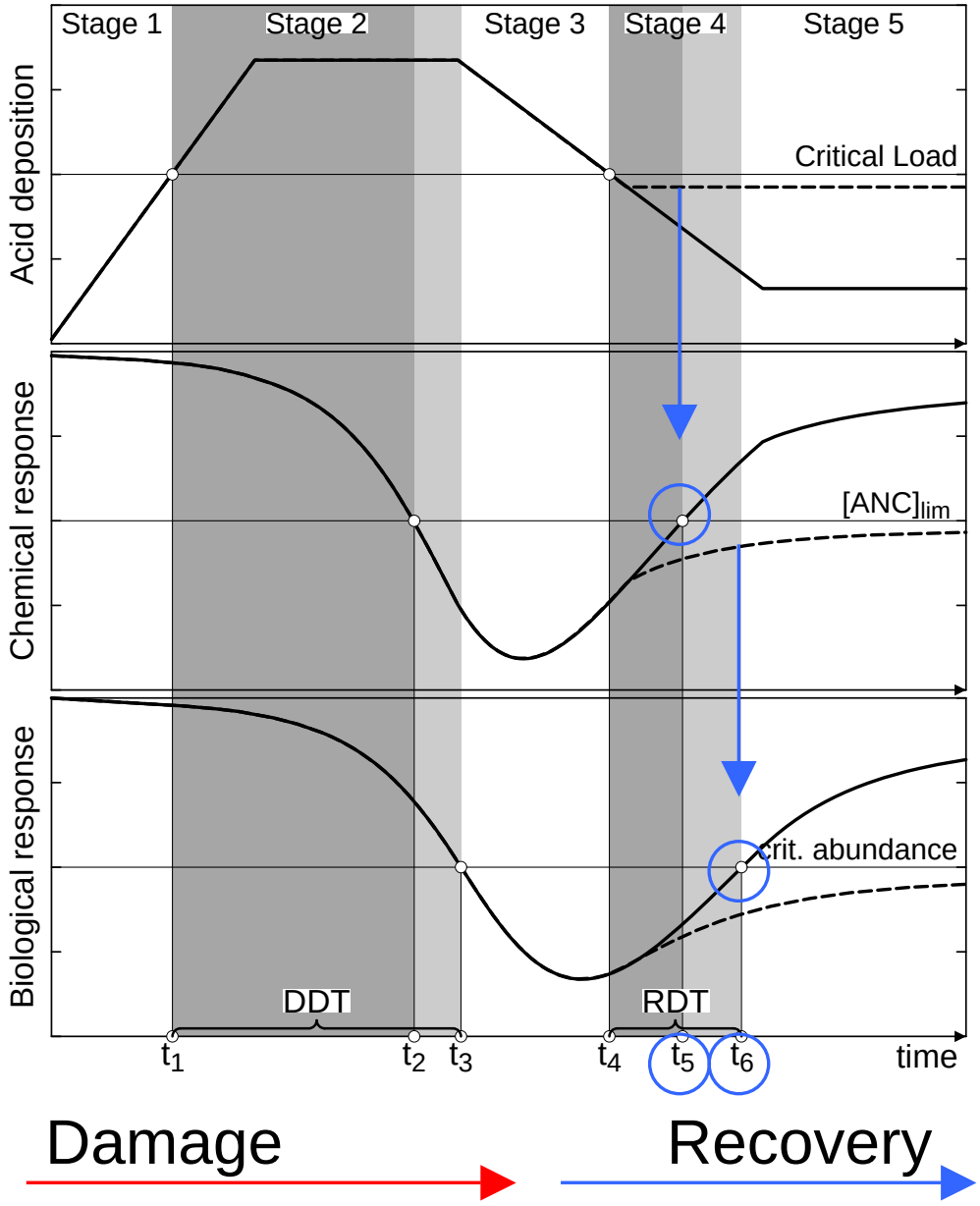
DOC

I Sverige ökar vattenfärgen i många sjöar (sedan början av 1990-talet, dock inte i alla!), samtidigt ökar pH och alkaliniteten långsamt i många sjöar, särskilt i områden som tidigare fått stor surhetsbelastning (i.e. Sydvästra Sverige). För vattendrag är tidsserierna kortare.

Det samme observeres i Norge. Økt DOC kan forklares med økt pH og temperaturøkninger. Endret DOC virker også inn på lysgjennomtrenging, primærproduksjon og oksygenforhold.



Når konsentrasjonen av DOC øker vil konsentrasjonen av labilt aluminium minke. Dette kan medføre økt toleranse hos følsomme invertebrater. Eksempelvis kan døgnfluen *B. rhodani* tåle pH ~ 4.8 i høy DOC, men forsvinner ved pH ~ 5.5 in klart vann. Dette kan forklare forskjeller i observerte tålegrenser mellom Norge og Sverige. Lignende effekter observeres for fisk.

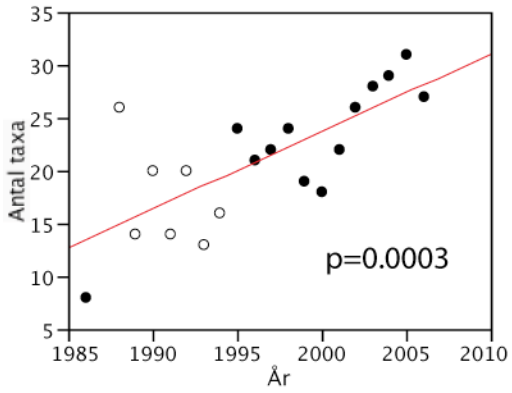


Modelling biological recovery

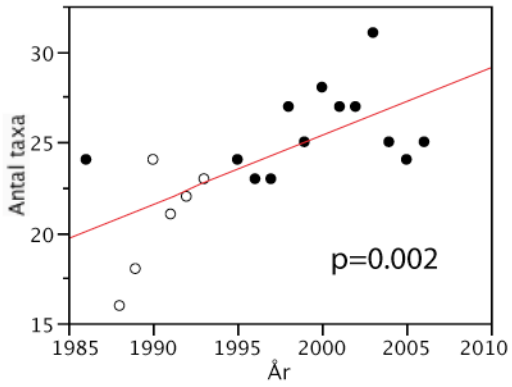
Simplified description of development of acid deposition, a lake chemical variable (ANC) and the corresponding biological response (Posch et al.)

Exempel på återhämtning i svenska sjöars littoralzon

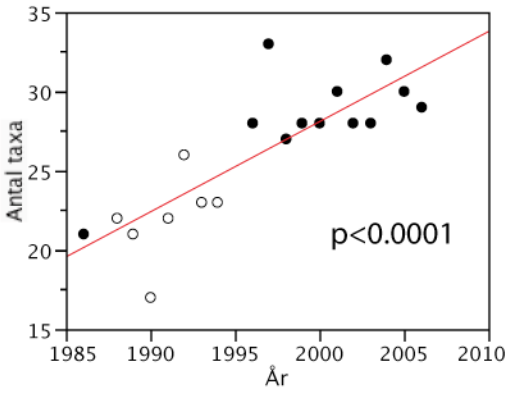
Storasjö

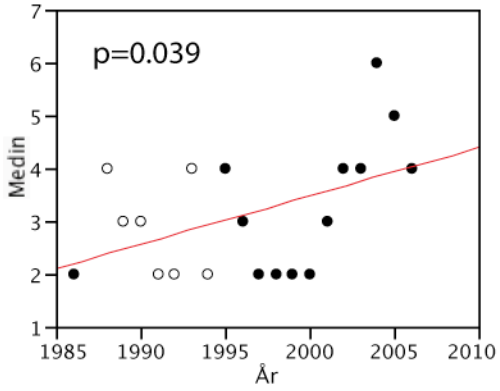


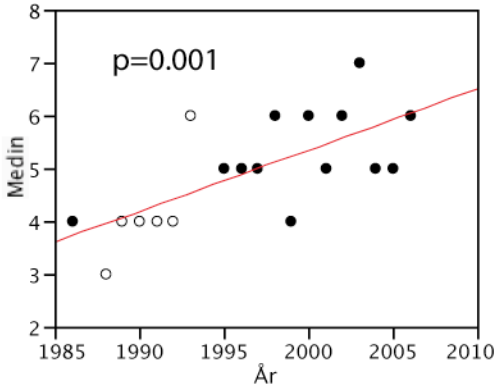
Grissjön

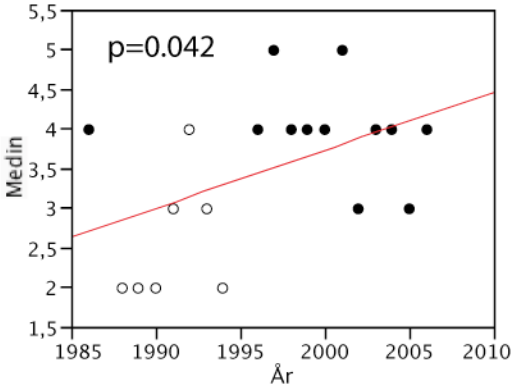


Rotehogtjärnen









Tidstrender för artrikedom och Medins surhetsindex i svenska tidsseriesjöars littoralzon (okalkade sjöar)

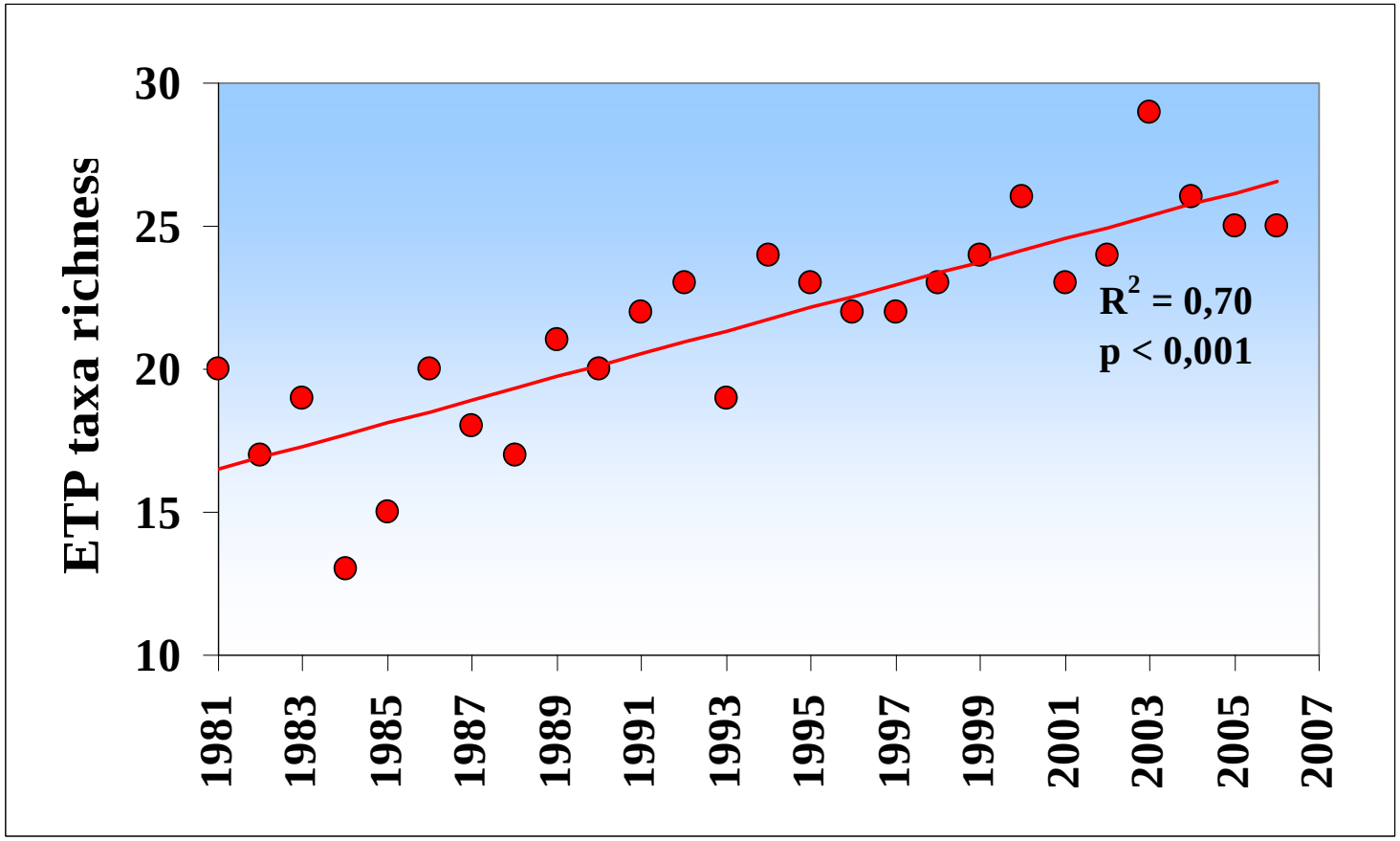
	Area (km2)	N (antal år)	pH range	Medin	Antal taxa
Allgjuttern (Kalmar)	0.15	20	6.2–7.0	– ns	± ns
Alsjön (Västra Götaland)	0.07	13	5.0–5.6	– ns	– ns
Bjännsjön (Västerbotten)	0.5	13	5.8–6.8	+ *	+ ns
Brunnsjön (Kalmar)	0.1	20	5.0–5.8	+ ns	+ **
Brännträsket (Norrbotten)	0.85	18	6.2–6.8	+ *	+ *
Bysjön (Värmland)	1.19	20	5.8–6.8	– ns	– ns
Bäen (Skåne)	0.5	12	?	– ns	– ns
Dagarn (Västmanland)	1.72	12	6.5–7	+ ns	+ **
Degervattnet (Jämtland)	1.7	10	6.7–7.3	– ns	– *
Fräcksjön (Västra Götaland)	0.26	20	6.2–6.8	+ ***	
Fiolen (Kronoberg)	1.81	19	6.2–6.8	+ ***	+ ***
Grissjön (Östergötland)	0.23	22	5.2–6.0	+ ***	+ *
Hagasjön (Jönköping)	0.12	20	6.0–6.6	+ ns	+ *
Harasjön (Halland)	0.54	20	4.5–5.5	+ ns	+ ns
Humsjön (Västra Götaland)	0.25	19	6.6–7.0	+ ns	+ ns
Hällvattnet (Västernorrland)	6.65	12	6.3–6.7	+ **	+ **
Härsvatten (Västra Götaland)	1.84	19	4.3–4.9	– ns	+ ns
Lilla Öresjön (Västra Götaland)	0.61	12	4.5–5.5*	+ *	+ **
Lillsjön (Södermanland)	0.33	12	6.5–7.5	+ ns	+ *
Mäsen (Dalarna)	0.37	18	6.6–7.0	+ ns	+ *
Remmarsjön (Västernorrland)	1.35	20	5.8–6.6	+ **	+ ***
Rotehogtjärnen (Västra Götland)	0.17	19	4.6–5.8	+ *	+ ***
Skärgölen (Östergötland)	0.17	22	6.4–7.0	+ ns	+ ***

Tidstrender för artrikedom och Medins surhetsindex i kalkade svenska sjöars littoralzon

	Area (km2)	N (antal år)	pH range	Medin	Antal taxa
Ejgdesjön (kalkad)	0.84	6	6.5-7.5	– ns	– *
Gyltigesjön (kalkad)	0.35	7	5.5-7.0	– ns	+ ns
Gyslättasjön (kalkad)	0.35	7	6.0-7.0	– ns	+ ns
Långsjön 652412 (kalkad)	0.67	6	5.7-7.0	– ns	+ **
Lien (kalkad)	1.5	7	6.0-7.0	+ ns	+ ns
Västra Skälsjön (kalkad)	0.4	8	6.2-7.2	+ ns	+ ns
Stensjö 656419 (kalkad)	0.41	7	6.2-7.2	+ **	+ **
Stengårdshultasjön (kalkad)	4.94	9	6.5-7.2	– *	– ns
Stora Härsjön (kalkad)	2.58	7	6.6-7.6	+	+ ns

Hvordan responderer den akvatiske faunaen på de vannkjemiske endringene?

ETP Farsund, Sør-Norge



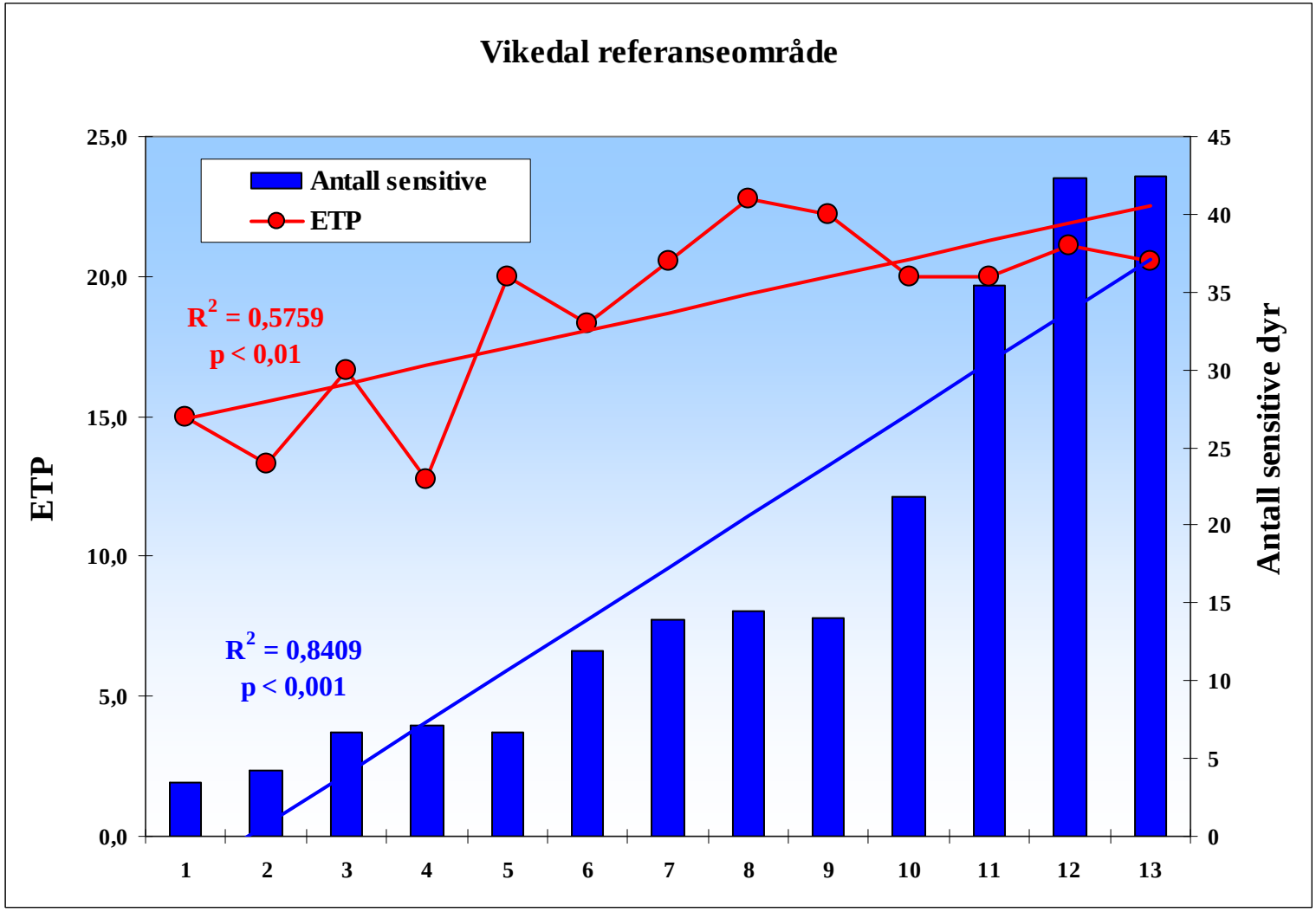
Hvilke arter er det som koloniserer tidligere forsurete lokaliteter?

Generelt er det arter som er kjent å være forsuringsfølsomme.

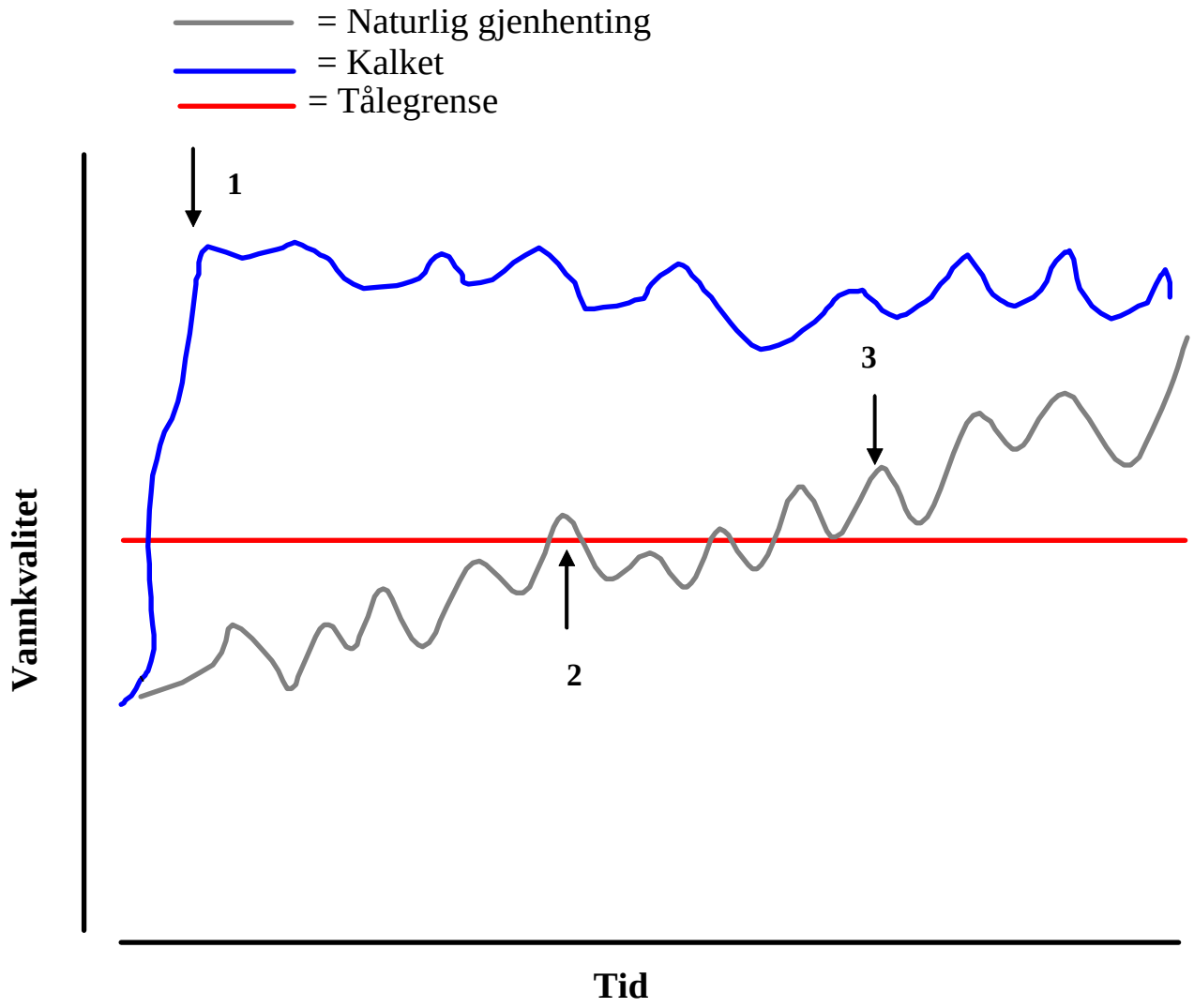


Mange av de samme artene observeres også etter kalking.

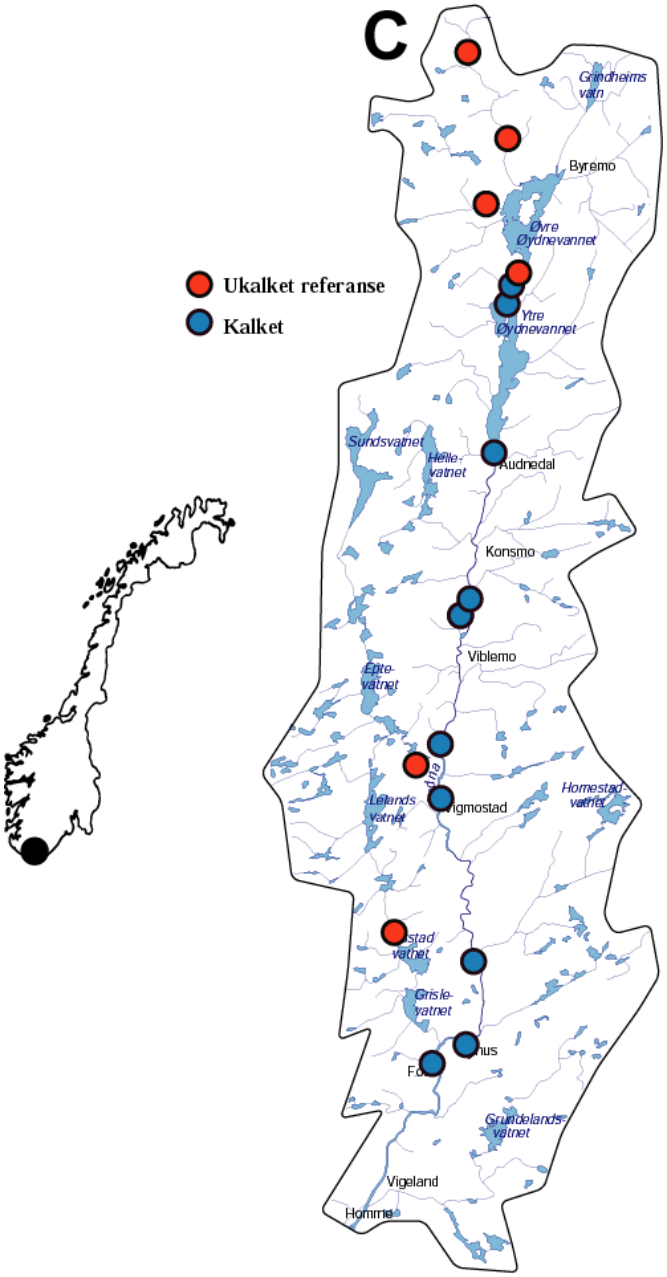



Vikedal referanseområde
Antall sensitive
ETP
R2 = 0,5759
p < 0,01
R2 = 0,8409
p < 0,001
ETP
Antall sensitive dyr
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

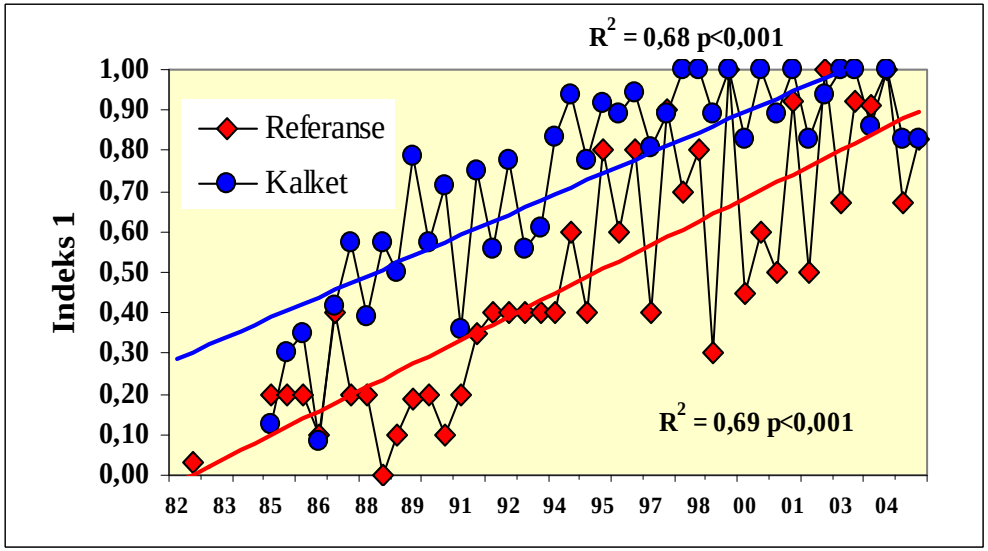
Vi kan også hente informasjon fra referanselokaliteter i kalkete vassdrag

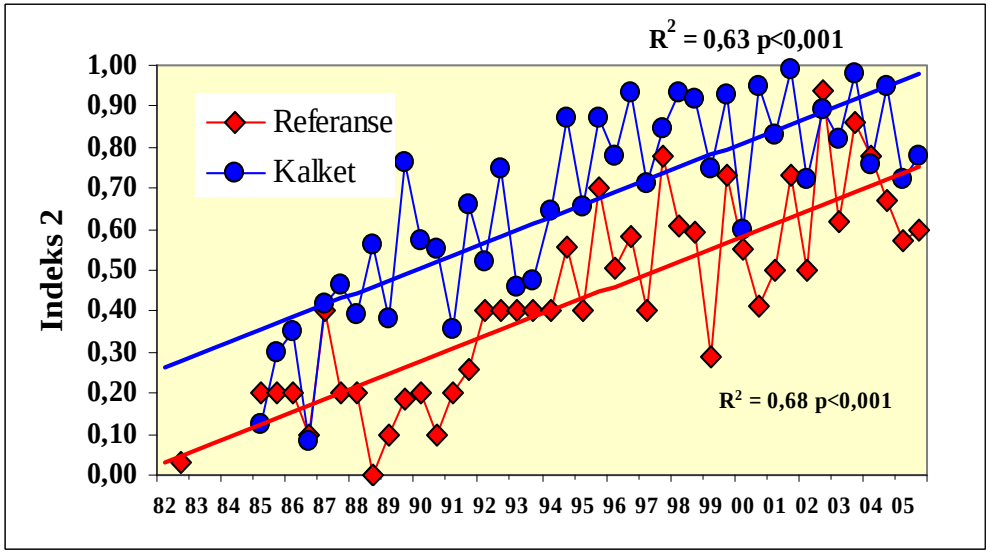


Audna

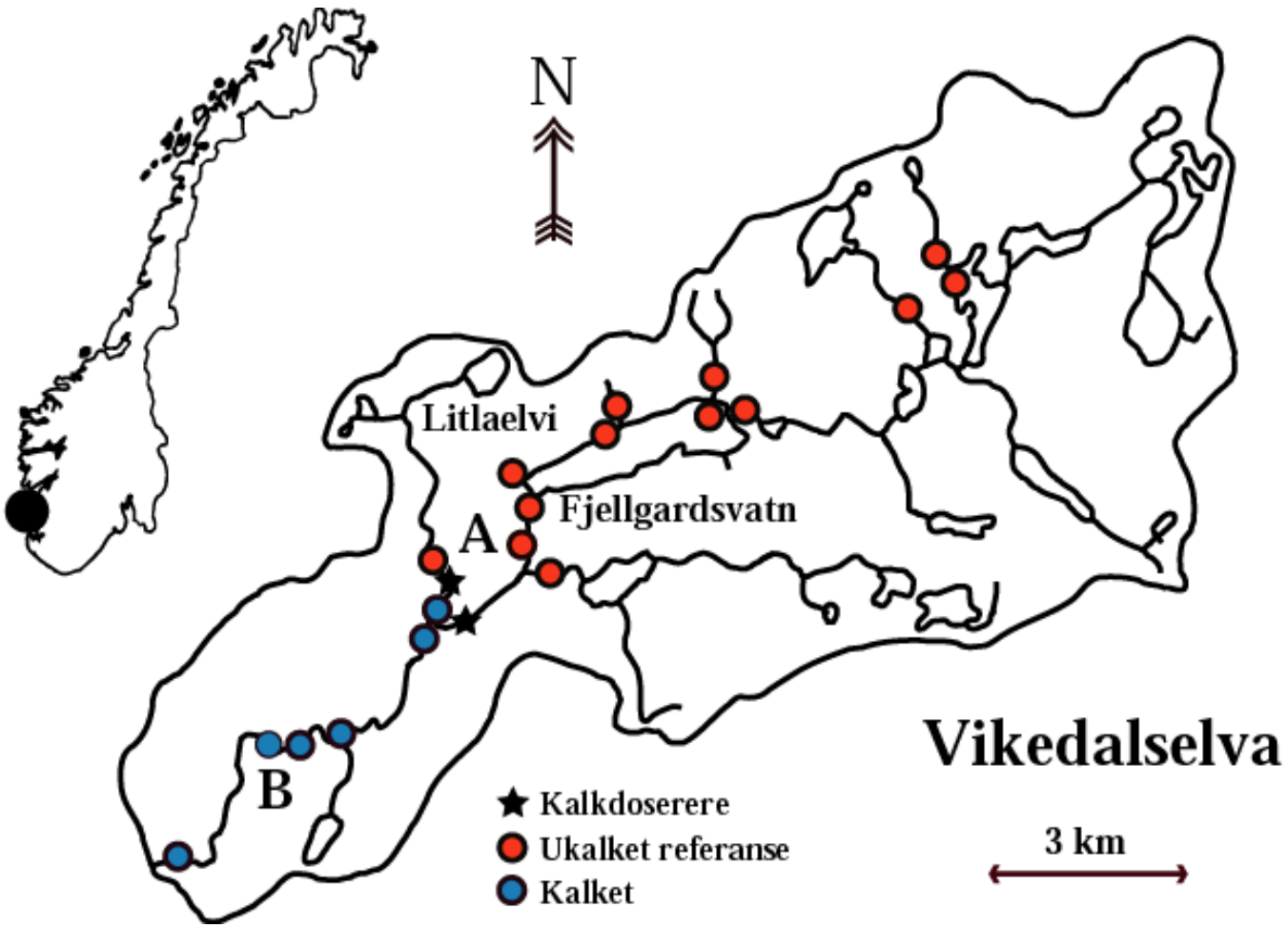

C
Ukalket referanse
Kalket
Grindheims vatn
Byremo
Øvre Øydnevannet
Ytre Øydnevannet
Sundsvatnet
Helle-vatnet
Audnedal
Konsmo
Viblemo
Epte-vatnet
Lelands vatnet
Homestad vatnet
Vigeland
Homme

Audna Raddum indeks

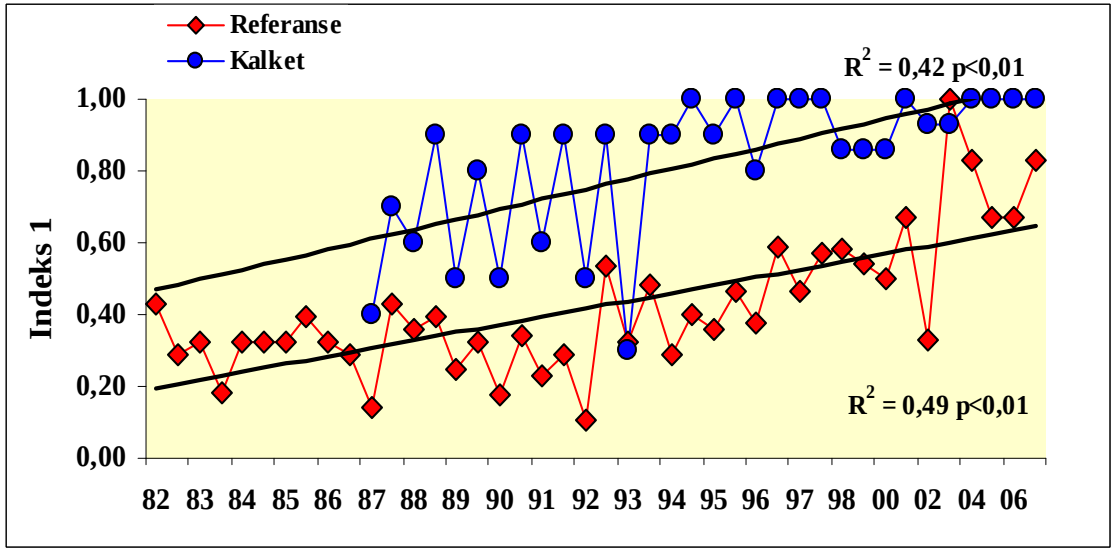


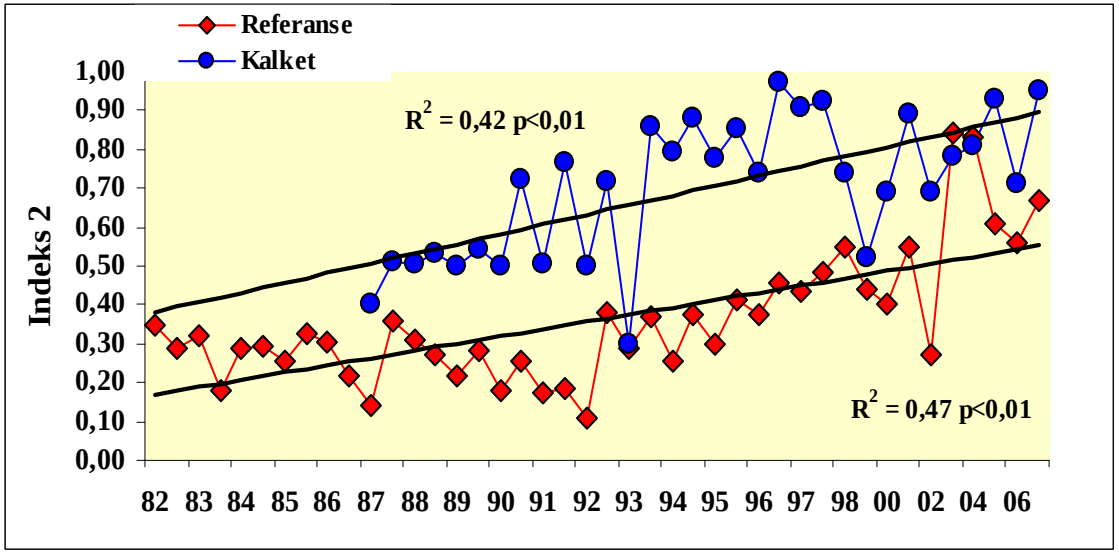


Vikedalselva



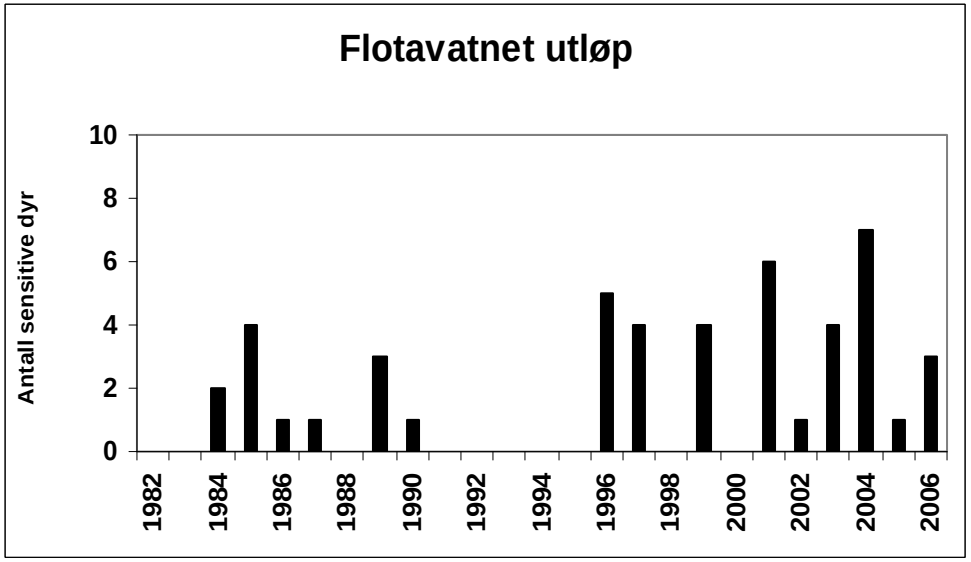
Vikedalselva Raddum indeks

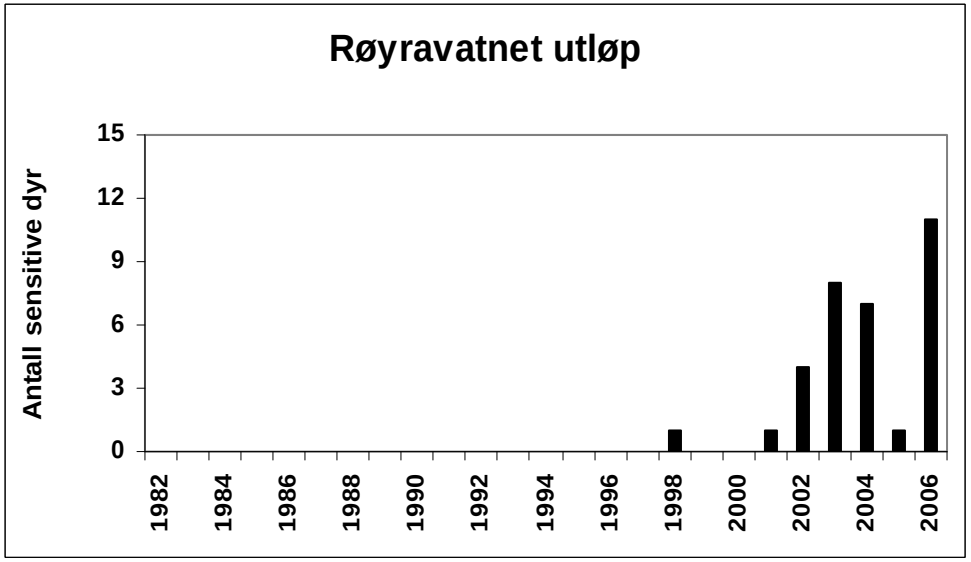




Forsuringssensitive arter

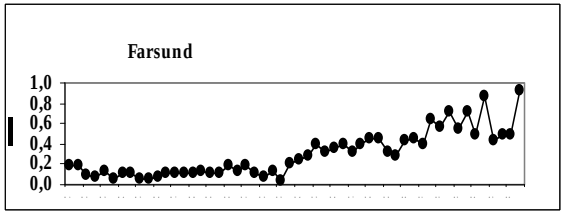
Eksempler fra overvåkingen av Vikedalsvassdraget



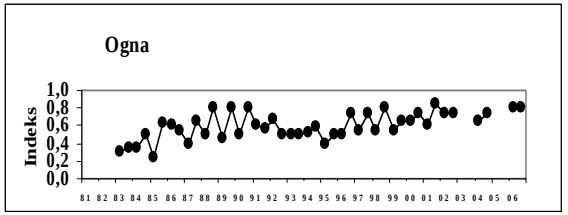


Raddum indekser

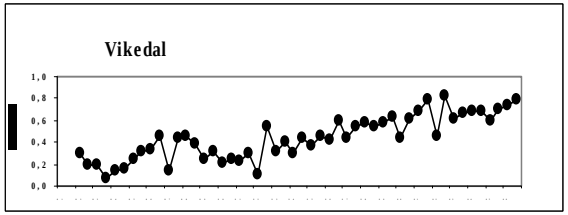
Utvikling i seks overvåkingsvassdrag i Norge



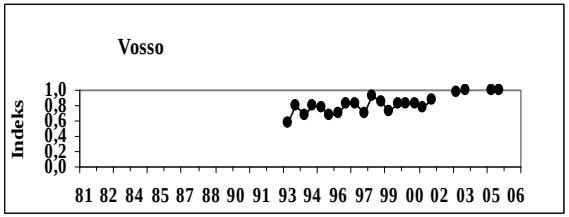
p<0,001



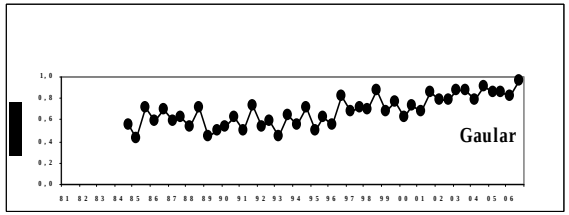
p<0,001



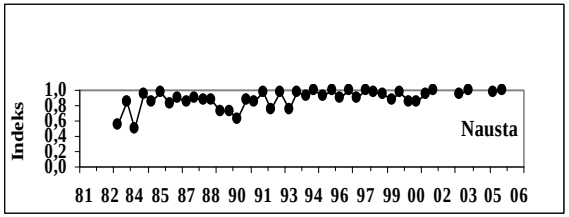
p<0,001



p<0,001



p<0,001



p<0,05

Er det forskjell på utviklingen av biologisk mangfold i rennende og stillestående vann?

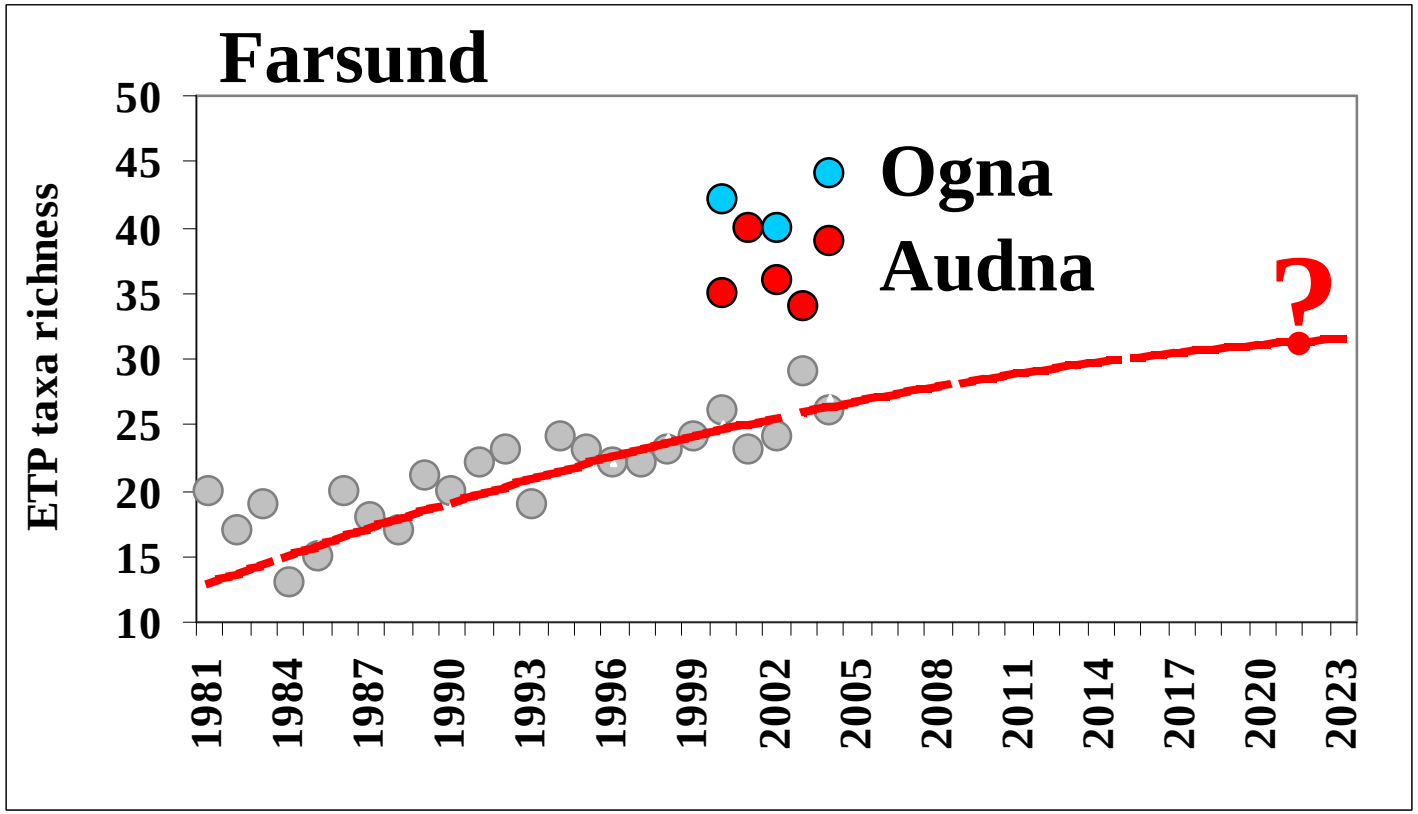
- Erfaringer fra norske data viser at responsen er hurtigere i rennende vann
- Stillestående vann er mer stabile miljøer
- Kolonisering lettere i rennende vann

Hvordan vil utviklingen fortsette?

Vil det biologiske mangfold restaureres?

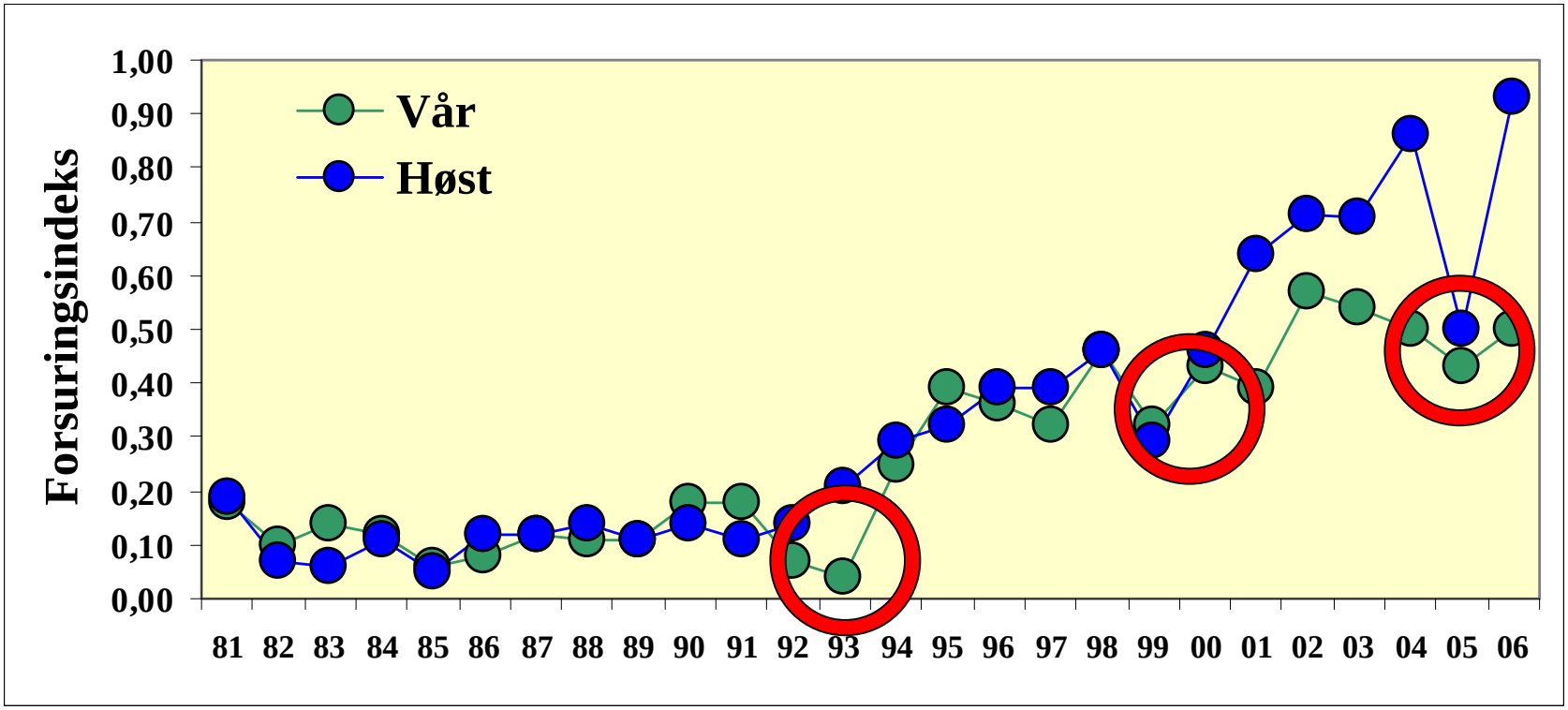
Vil vi ende opp med en forskjellig fauna?

Eksempel: Det biologiske mangfoldet er større i kalkete elvene Ogna og Audna enn i det nærliggende Farsundfeltet, der det bare har skjedd naturlig gjenhenting.



Hva kan stanse utviklingen?

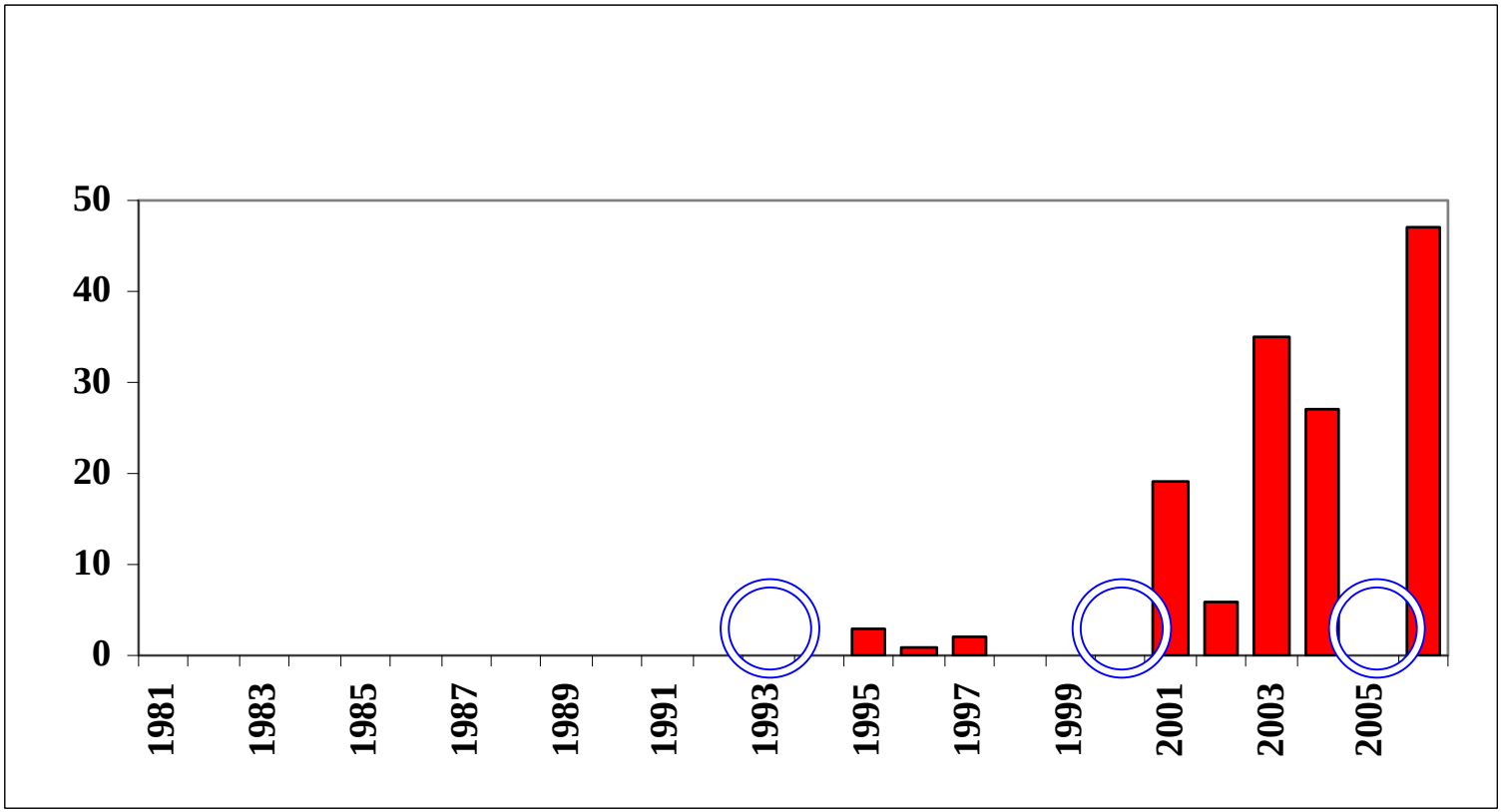
- Økte utslipp
- Sjøsaltepisoder



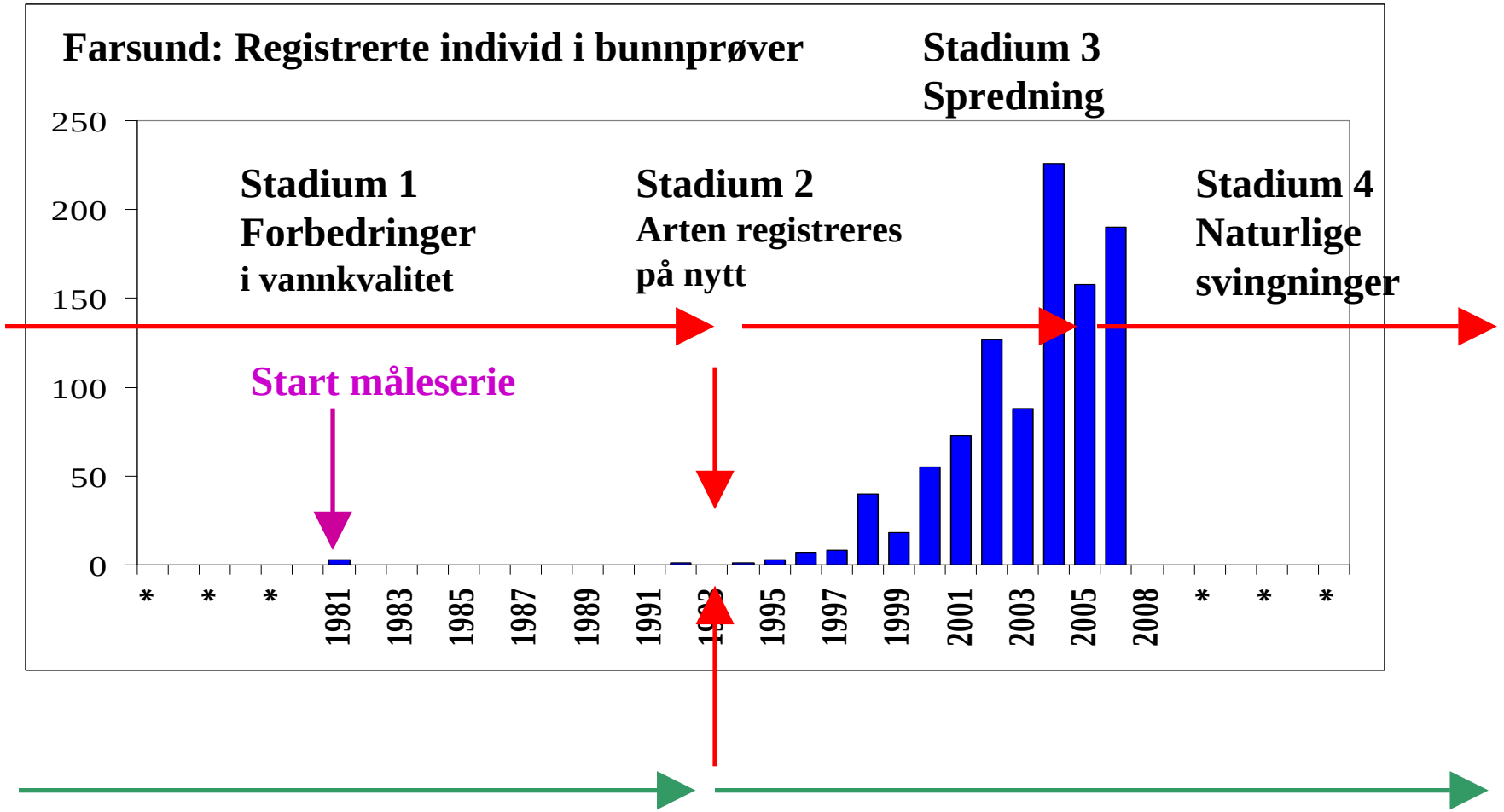
År med sterke sjøsaltepisoder

Utvikling av *Baetis rhodani* i Farsundfeltet

Kjente sjøsaltepisoder



Hydropsyche siltalai



Tiden det tar til vi når den kjemiske grenseverdien i vann

Tiden det tar fra vi har nådd kjemisk grenseverdi til det biologiske målet er nådd

Oppsummering

- **Det skjer det gjenhenting av biologisk mangfold i forsurede områder i Norge og Sverige!**
- **Gjenhenting skjer både i stillestående og rennende vann**
- **Det er i stor grad forsuringssensitive arter som koloniserer tidligere forsurete lokaliteter**
- **De samme arter observeres også å kolonisere kalkete lokaliteter, men her skjer gjenhentingen raskere**