Kan sjøsaltepisoder øke forsuringsproblemene?

Frode Kroglund, NIVA

Bjørn Barlaup, Unifob





Er det en forskjell mellom ”vanlig” episode og en sjøsaltepisode?

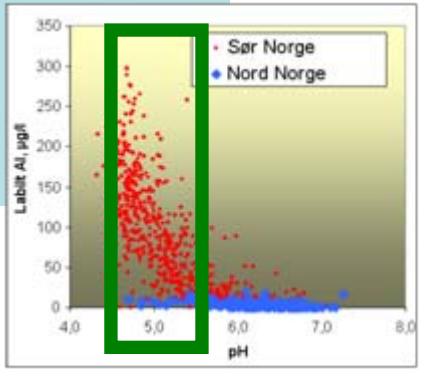
- **Episode** = ”midlertidig” (kortvarig) endring i vannkvalitet.

- **Årsak til episode**
  - Sulfat og nitrat (sterk syrer)
  - Snøsmelting, regn
  - Organiske syrer (=TOC)
  - Skogsavvirking
  - Tørke
  - CO_2

- **Sjøsaltepisoder** kommer i tilegg til de andre og kan forårsake:
  - repeterte episoder, økt dødelighet da fisken allerede er ”skadet”
  - episoder utenfor ”sesongen”
  - påvirker vannkvalitet lenge (måneder og år).
  - Endrer vannets sensitivitet for nye episoder

- **Sjøsaltepisoder avviker således fra ”vanlige” episoder**

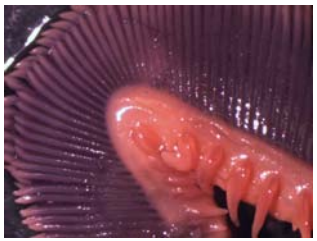
Giftighet skyldes fortsatt H^+ og Al



- **Stabile forhold:** pH og LAl er korrelert, men relasjonen varierer mellom regioner, med TOC samt i løpet av en episode.

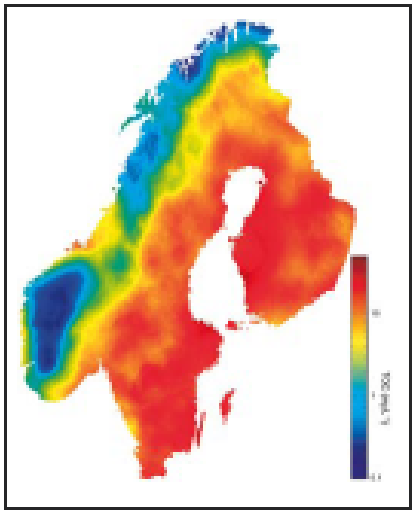
- Det er kun de **kationiske formene av Al** som er giftige (Ali/LAl). Disse setter seg på gjellene til fisk





- **Giftighet til LAl modifiseres av**
  - pH: spesiering/tilstandsform til Al;
  - Ca & Mg: påvirker membran egenskaper (gjellene)
  - TOC: kompleksbinder Al
  - Temp: spesiering/tilstandsform til Al
  - Fiskeart, stamme, livsstadium mm

- **Endres pH og Al likt i alle ”typer” episode?**
  - **NEI!** ”Alle” episoder påvirker H^+; Al påvirkes ikke alltid
    - Ikke alle episoder er like, noen er likere enn andre



Øker sjøsaltepisoder forsuringsproblemene?
Eller: øker forsuring betydningen av en sjøsaltepisode?

Sjøsaltepisoder er knyttet til klima

- Sjøsaltepisoder er et naturlig fenomer Hvis området er….
  - upåvirket av sur nedbør:
    øker H^+ og Ca/Mg = ingen effekt
  - påvirket av sur nedbør:
    øker H^+ og Ali = økt giftighet
- Sjøsalter (NaCl) over land.
  - ANC avtar raskt (Na* avtar)
  - H^+ og LAl øker (måneder)
  - ANC økes gradvis etter episoden (signaler i vannkjemi > 2 år)
  - H^+ øker, giftighet til Al øker
  - TOC avtar, giftighet til Al øker
- Vassdragsspesifikke forskjeller gir regional og lokal variasjon i effekt
  - Sjøsaltepisoder vanskeliggjør tolking av forsuringstrender

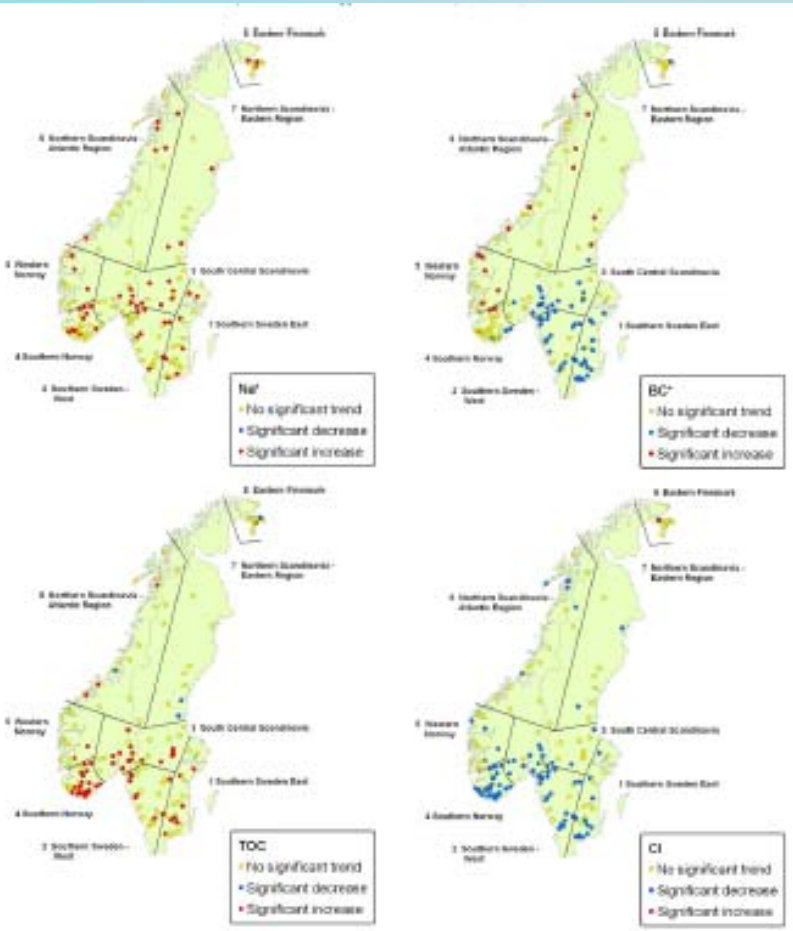


Fig. 1. Maps of trends 1990–2008 in concentrations of $(BC)^*$, Cl, Na^* and TOC. Red dots show significant decreasing trend; blue dots show significant increasing trend (<0.05); yellow dots: no trends. Units for BC^*, Cl, Na^*: µeq/L/a; TOC: mgC/L/a.

Large scale patterns of chemical recovery in lakes in Norway and Sweden: Importance of seasalt episodes and changes in dissolved organic carbon

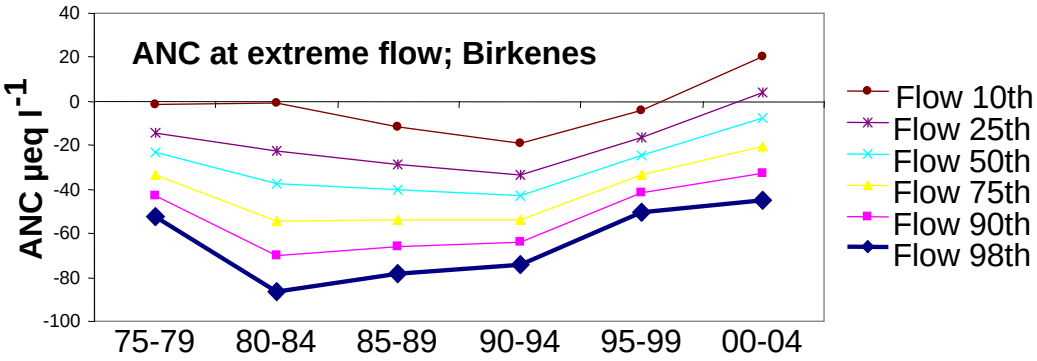
Brit Lisa Skjelkvåle [a,*], Hans Borg [b], Atle Hindar [a], Anders Wilander [c]

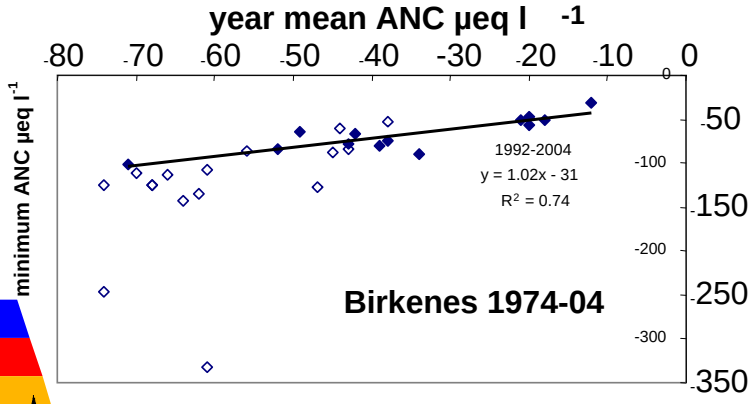
B.L. Skjelkvåle et al. / Applied Geochemistry 22 (2007) 1374–1380

copy

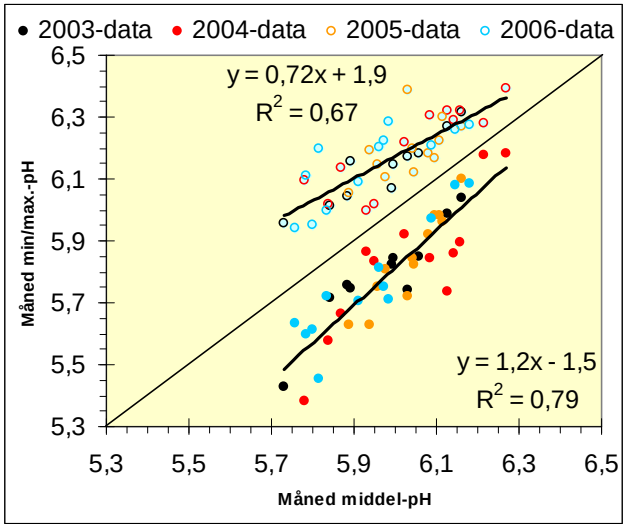
Episoders intensitet, før og nå

- Endringer i sammenheng mellom:
  - vannføring og ANC.
  - årsmiddel ANC og ANC min
- Episoder ”nå” er mindre kraftige enn episoder ”før”





– måneds middel-pH og pH-min og pH-max (fra døgnverdier pH logger)



Otra 2003-2006

The decreasing importance of acidification episodes with recovery from acidification: an analysis of the 30-year record from Birkenes, Norway

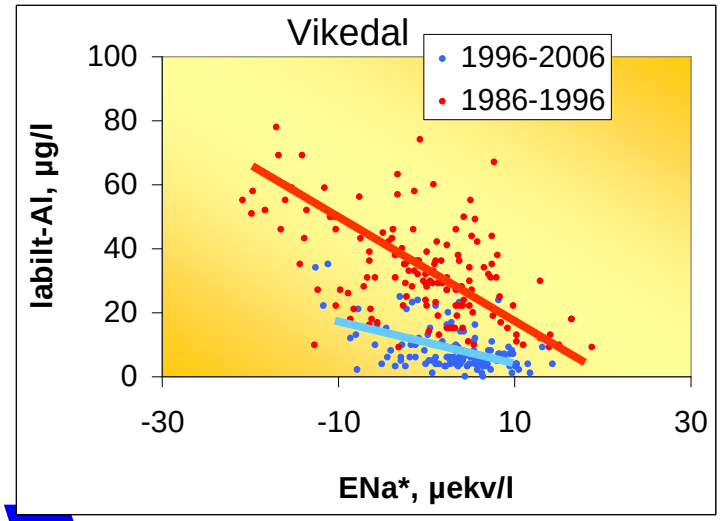
R. F. Wright **HESS, 2007**

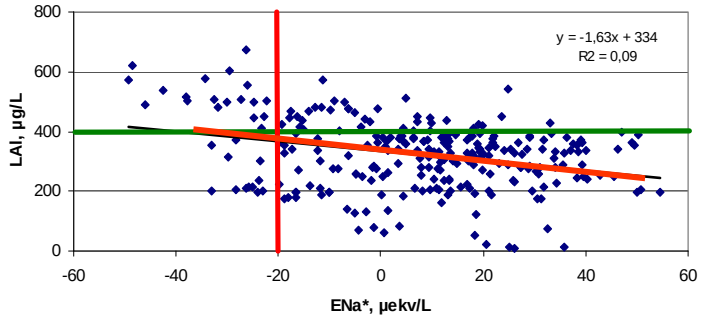
NIVA

Svensk-Norsk 2007

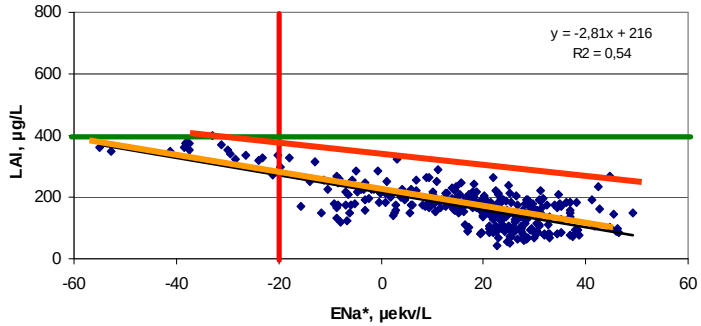
Mobilisering av aluminium i sjøsaltepisoder, før og nå

- Sjøsaltepisoden må være kraftigere nå for å få samme mobilisering av LAl
  - Sjøsaltepisoder er mindre giftige
  - Men fortsatt giftige nok!





Birkenes 1990 -1995

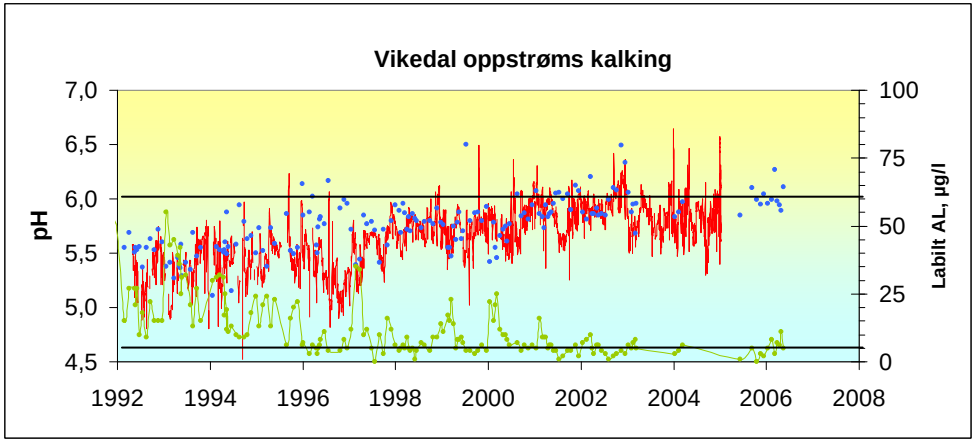


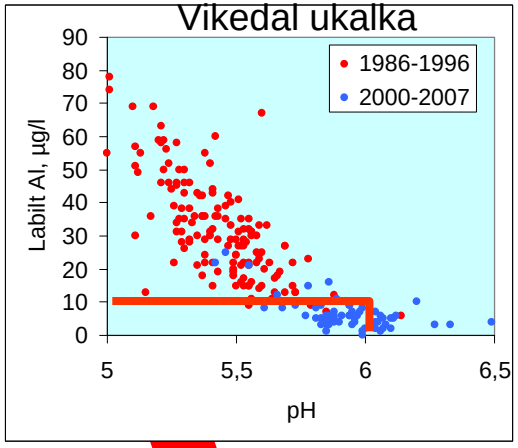
Birkenes 1999 - 2005

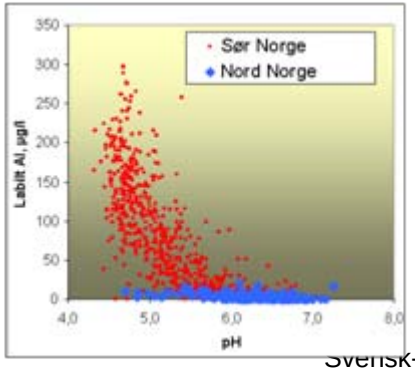
Hindar og Enge, 2006

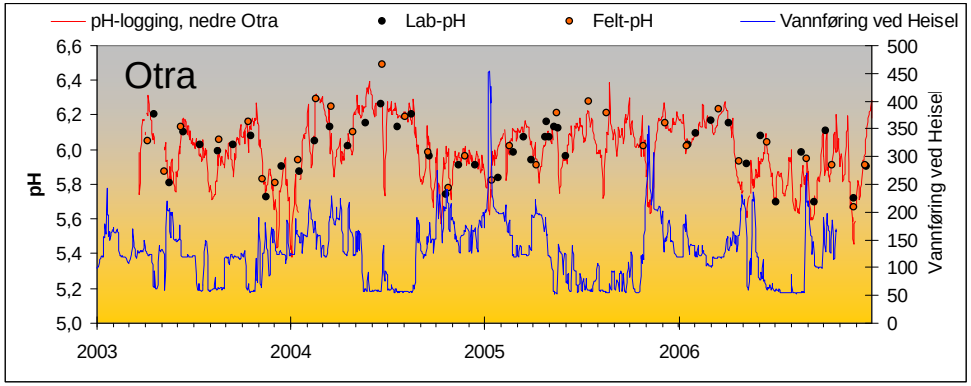
Selv om episodene er ”snillere”, er de fortsatt skadelige (eks fra Vikedal og Otra)

- Fortsatt episoder med lav pH
- Ingen endring i pH/LAl sammenheng;
  - men pH er i dag høyere, derfor er dagens LAl lavere
  - Når vil lav pH ikke bety økt LAl (Nord Norge som analog)?









Avtar eller øker ”betydningen” av sjøsaltepisoder?

- Klima vil øke tørke relaterte episoder, men vil også gi våtere og villere vær
  - Mer tørkedrevne episoder
  - Økt vinter NAO gir hyppigere og sterkere sjøsaltepisoder (Hulme et al., 2002)

- Etter hvert som ANC øker som følge av redusert sur nedbør vil sjøsaltepisoder av samme styrke ikke forårsake samme reduksjonen i ANC. (Wright, 2007; HESS)
  - Vil sammenhengen mellom ANC og LAl endres?

- Til tross for at ANC (snitt og min.) vil øke, antyder MAGIC at det vil være mindre endringer i ANC(min) enn i ANC(snitt) fremover (Evans et al., 2007; HESS). Episoder vil tilta i viktighet!
  - Vil sammenhengen mellom pH og LAl endres?

- Betydningen av episodisk forsuring avtar i mange bekker. Denne effekten er mindre entydig i kystnære områder hyppig påvirket av sjøsaltepisoder. (Laudon 2007. HESS)
  - Vil sammenhengen mellom pH og LAl endres?

- Klima og sjøsaltepisoder kan bidra til at forsuringsbelastningen vedvarer.
- Det er regionale forskjeller i hvordan betydningen av sjøsaltepisoder tolkes.

NIVA

Sjøsaltepisode i 2005; besøk av Inga og Gudrunn

- Fiskedød i ukalka vassdrag
- Høy gjelle-Al i mange vassdrag

- Få om noen effekter på evertebrater

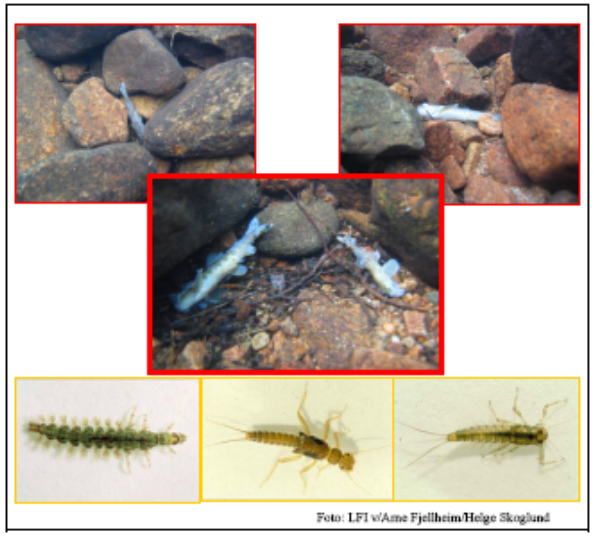




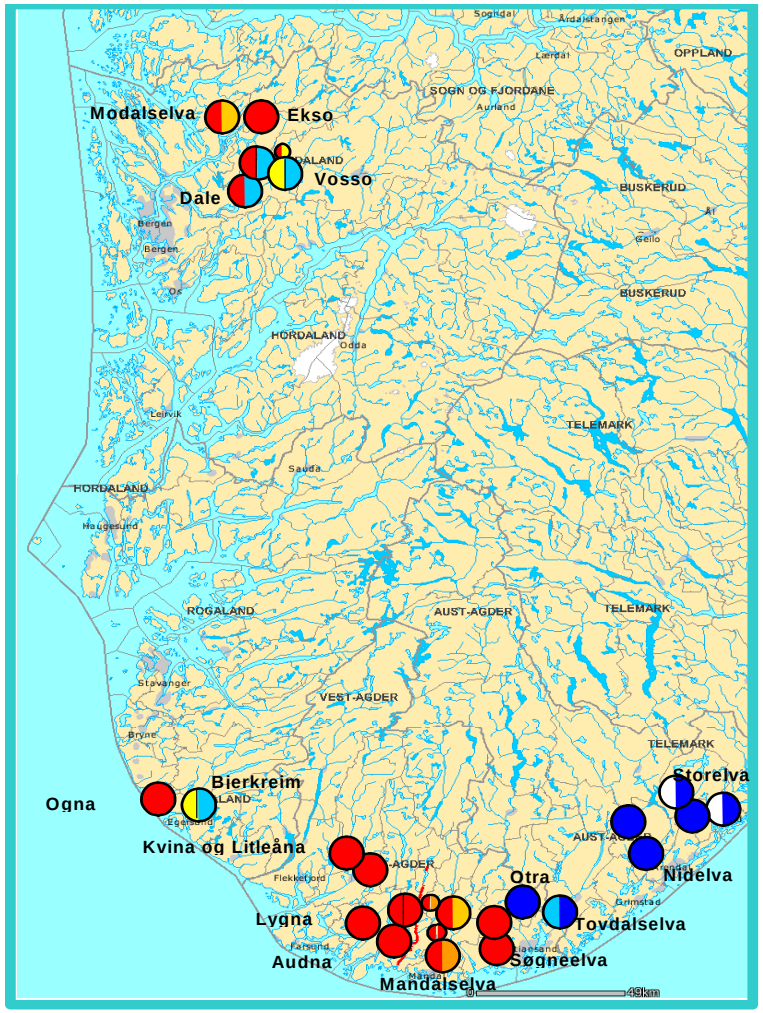
NIVA

RAPPORT LNR 5369-2007

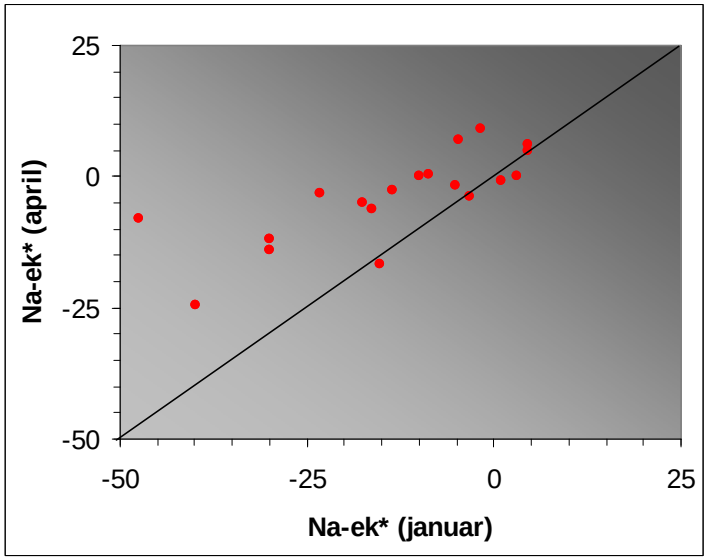
Fisk og bunndyr;
effekter av
sjøsaltepisoder
vinteren 2004/05



Sjøsalter; små endringer i E-Na* fra jan til apr



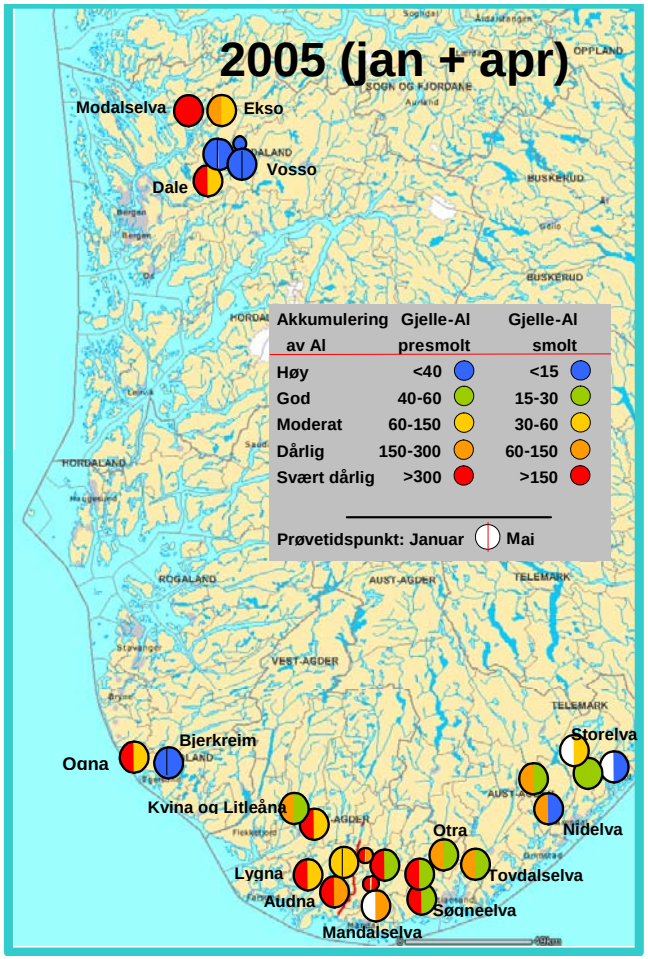
- Kun små endringer i Na-ek* målt i januar vs. i april på samme lokalitet
- Er da effekten av sjøsalt på vannkvalitet også uendret fra jan til apr?

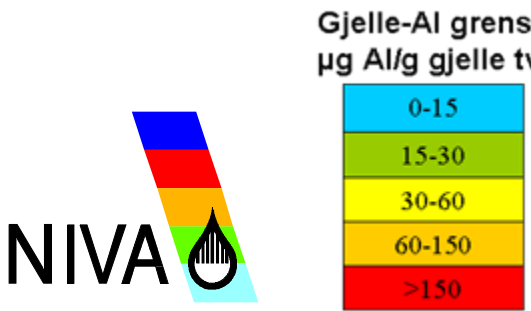


E-Na*>5
E-Na*=0-5
E-Na*= -5 - 0
E-Na*= -10 - 15
E-Na* = <-10

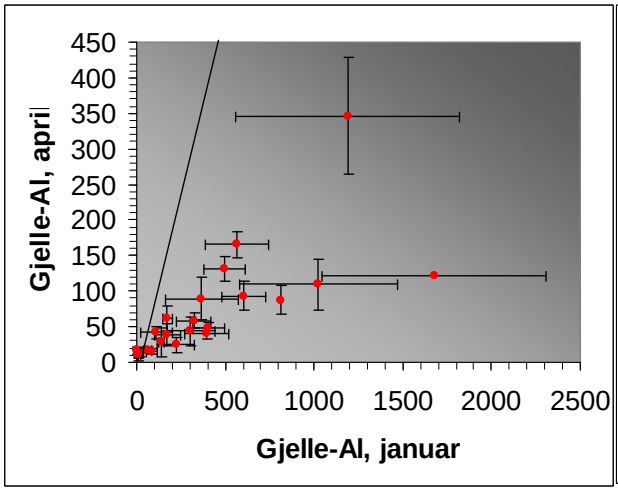
Data fra Kroglund et al., 2007, NIVA-rapport 5367-2007

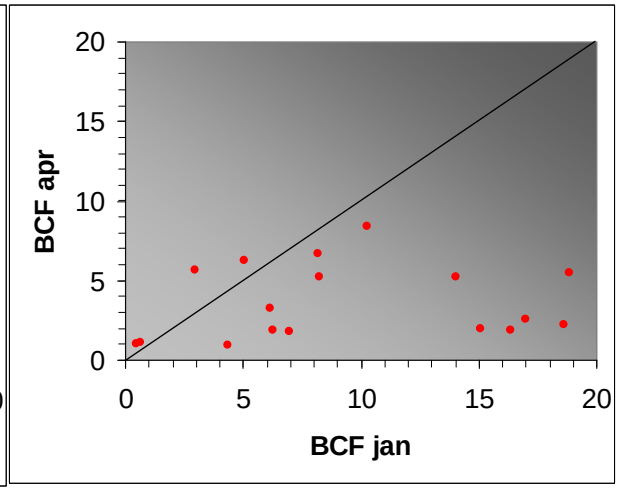
Effekt av episoden på gjelle-Al (laks og ørret)





- Store endringer i gjelle-Al til tross for små endringer i Na*
- Biokonsentrasjonsfaktor (BCF)
  - Høy i mange elver i januar
  - Avtok fra jan til apr i noen elver
    - LAl mer gjellereaktivt i januar enn i april
      - Områder med ustabile former av Al

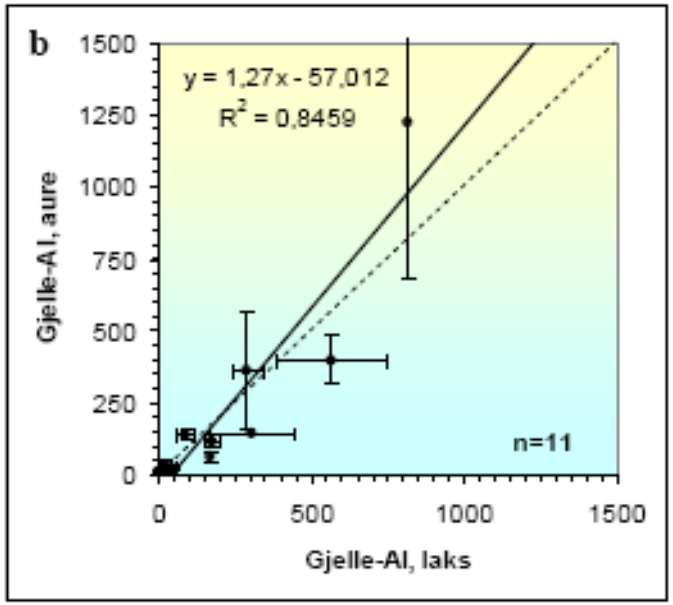


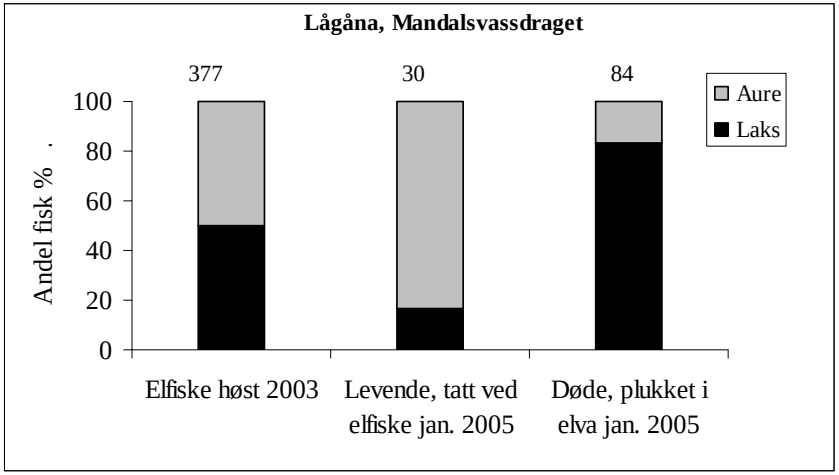


Data fra Kroglund et al., 2007, NIVA-rapport 5367-2007

Laks og ørret responderte ulikt

- Ørret og laks fanget på samme stasjon hadde like mye Al på gjellene
- Belastningen var lik, men laks er mer følsom
  - Det døde mer laks enn ørret
  - Effekten av en sjøsaltepisode er artsspesifikk
- Det døde kun laks der vassdraget ikke var kalket.
  - Uten kalking ville episoden i 2005 ha drept/svekket mange fiskebestander
  - Uten kalking ville det ikke ha vært fisk der!

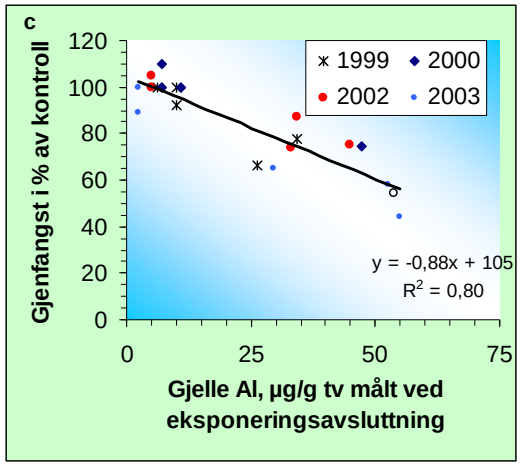




Kan sjøsaltepisoder øke forsuringsproblemene? Konklusjon

- **Nei,** hyppige sjøsaltepisoder øker basemetningsgraden i jord
  ⇒ mindre følsom for nye episoder
  ⇒ mindre mobilisering av Al.
  ⇒ episoder som kun reduserer pH har liten betydning for laks

- **Ja,** hvis eller når sjøsalter bidrar til mobilisering av LAl utover kritisk grense:
  - for overlevelse i ferskvann: 40 µg LAl/l
  - for overlevelse i saltvann: 5 µg LAl/l
    - 3 dager eksponering forut for utvandring er nok til å redusere fangst av voksen laks
    - Sjøsaltepisoder gir høye LAl-verdier lenge etter episoden er slutt



- **Sjøsaltepisoder øker forsuringsproblemene der tålegrensen allerede er overskredet**
  - Problemet avtar over tid
  - Regionale forskjeller i effekt
  - Klimaendringer (våtere, villere vær, TOC og tørke) samt nitrogendeposisjon er ”jokere”

NIVA