

Vannringen

6. februar 2025

**Landbaserte settefiskanlegg –
hvordan påvirkes vannkvaliteten
under høststormene og
hvordan bør det overvåkes?**

**Åse Åtland
Forskningsdirektør**



NIVA

Seksjon for Akvakultur, NIVA

- Lang erfaring med overvåking av vannkvalitet for oppdrettsnæringen
- NIVAs database for råvann benyttet til akvakulturformål (VK databasen) – viktig fundament
- Kurs i fiskevelferd, RAS, vannkvalitet etc.
- Innspill til Mattilsynet knyttet til utredning av dyrevelferd (2004, 2007)
- Egen akkreditert lab (NIVA lab) til gjelle & vann analyser
- Næringsrelevant forskning – noen eksempler
 - Aluminiumsproblematikk
 - Silikatlut /kalking
 - H₂S
 - Partikler i RAS
 - Ny brønnbåt kunnskap (NYBRØK)



RAPPORT LNR 4869-2004

Smoltproduksjon i surt, aluminiumsrikt råvann: vannbehandling med silikat og sjøvann



RAPPORT LNR 5469-2007

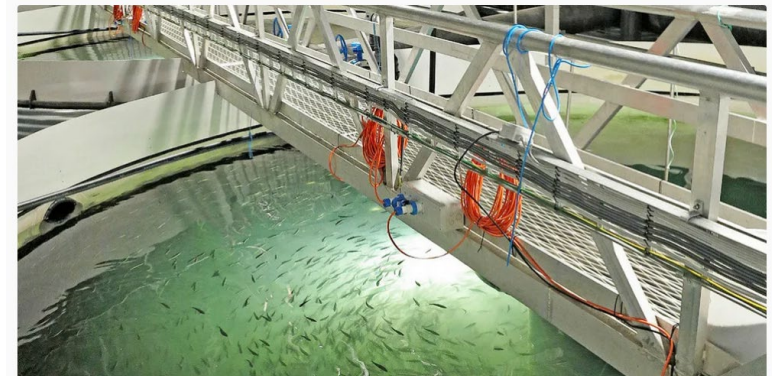
Dyrevelferd i akvatisk dyrehold – herunder fremtidens dyrehold



Nyheter

Niva-forsker: – Hydrogensulfid i RAS-anlegg kan forhindres

Forskere hos Norsk institutt for vannforskning (Niva) har også oppdaget at et hvitt belegg i anleggene kan være et faresignal før H₂S-dannelser oppstår.



Ras-anlegg er følsomme teknologianlegg. (Illustrasjonsfoto)

Det starter med inntaksvannet – hvordan påvirkes vannkvaliteten under høststormene og hvordan bør det overvåkes?



Ekstremværet «Jakob»

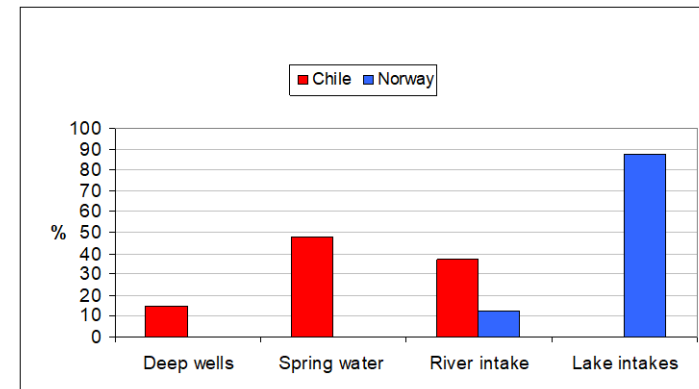
Dagens tematikk

- Hva skjer vannkjemisk under en flomsituasjon og hvordan kan det påvirke fisken?
- Mulige konsekvenser for landbaserte oppdrettsanlegg
 - Gjennomstrømningsanlegg
 - RAS anlegg
- Konsekvenser for ferskvann brukt til behandling i brønnbåt
- Konsekvenser i sjøanlegg
- Mulige vannbehandlingstiltak i landbaserte anlegg/ferskvann til brønnbåt
- Beredskap og overvåking
- Hva hvis uhellet er ute?



Hva skjer vannkjemisk under en flomsituasjon og hvordan kan det påvirke fisken?

- **Spørsmål 1:** har anlegget inntaksvann fra grunnvann, elv eller innsjø?
- Størst og raskest vannkjemisk endring ved flom:
 elv > innsjø > grunnvann
- For grunnvannsinntak skjer endringene oftest raskere i grunne løsmassebrønner enn i dype fjellbrønner
- **Spørsmål 2:** RAS- eller gjennomstrømningsanlegg?



	Elveinntak	Innsjøinntak	Grunnvann løsmasse	Fjellbrønn
RAS				
Gjennomstrømningsanlegg				

Risiko:



Hva skjer vannkjemisk under en flom?

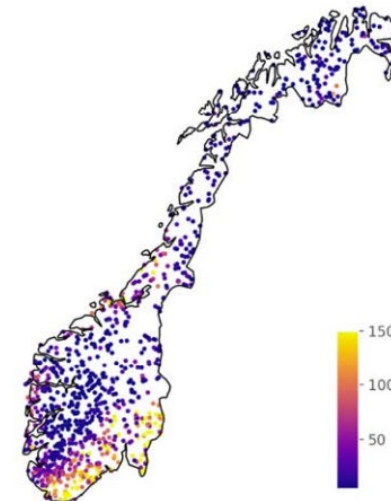
- Sommer/høst - nedbørsflommer
 - pH faller – vannet blir surere
 - Vannet blir ofte brunere og får høyere humusinnhold (TOC= total organisk karbon)
 - Humus tar ofte med seg metaller som kan være giftige for fisk – særlig aluminium (Al) og i noen grad også jern (Fe) er relevant for fiskevelferd
 - Økt partikkelinnhold (turbiditet) - kan gi utfordringer med UV desinfeksjon
- Vinter og vår – snøsmeltingsflommer
 - Ofte surere vann
 - Vannet blir mer ionefattig, særlig reduserte nivåer av kalsium kan ha negativ betydning for fisken



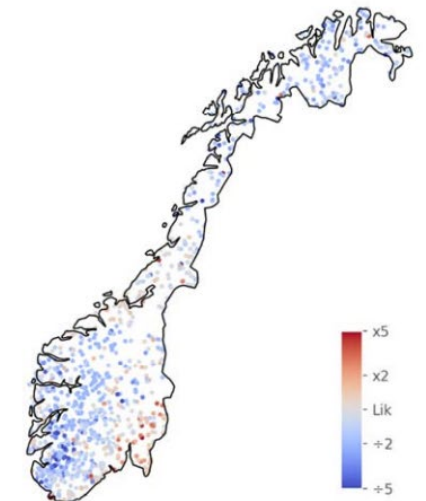
Aluminium – hvor kommer det vanligvis fra?

- Frigjøres ved ionebytteprosesser i jordsmonnet
- Tilstandsform og løselighet er svært pH-avhengig, høyest løselighet ved svært lav (pH 5) og ved svært høy pH (>9)
- Kan være fritt eller bundet til humus
- Giftig for fisk: fritt positivt ladd aluminium (Al^{3+}) – slimet på gjellene er svakt negativt ladd
- Bindes til biologiske overflater og forstyrrer gassutveksling og saltbalanse
- "Blandsone": Tidsavhengig endring i giftighet etter pH-økning. Utfelling av $\text{Al}(\text{OH})_3$ på gjellene

(a) Al/R i 2019 ($\mu\text{g/l}$; n = 1000)



(b) Verdi 2019 / Verdi 1995



Data fra: Hindar m. fl. 2020. Nasjonal innsjøundersøkelse 2019
NIVA rapport 7530-2020

Landbaserte anlegg: effekter av aluminium på fisk

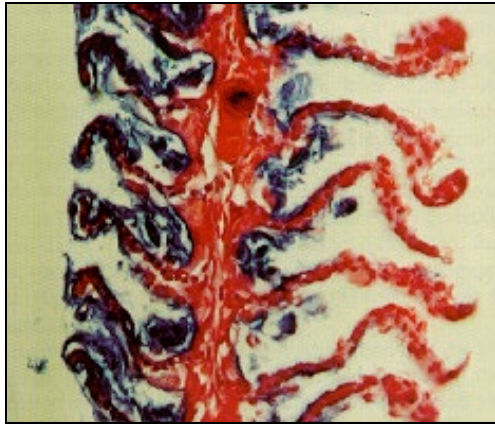
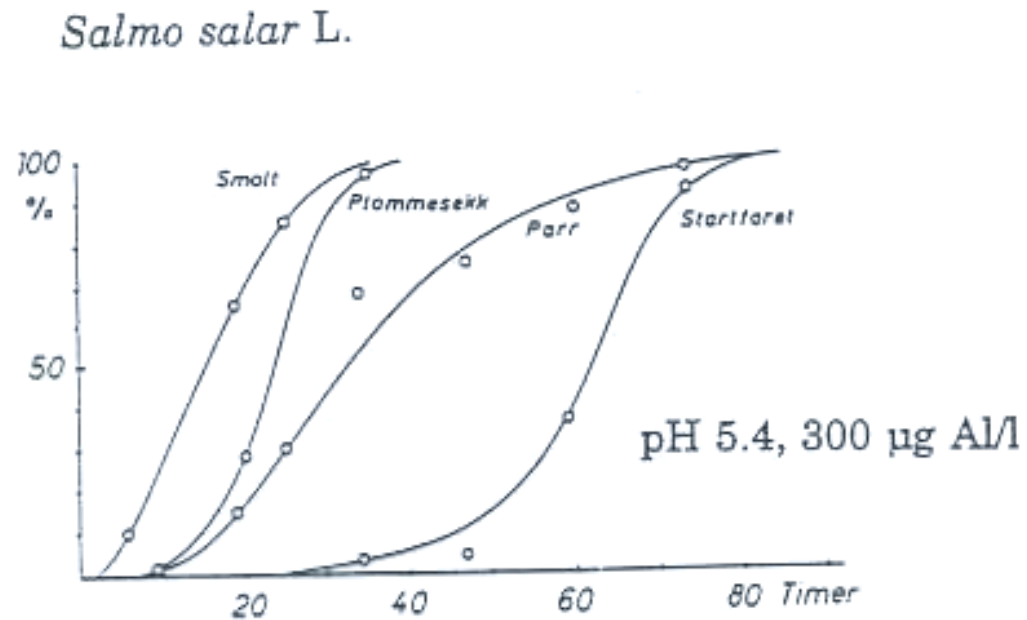


Foto: Debbie Oughton/NMBU

- I surt vann med mye labilt (giftig) aluminium:
 - Akkumulering av aluminium på gjellene
 - Respiratoriske problemer
 - Forstyrret ionebalanse
 - Redusert Na/K ATP-ase aktivitet:
 - negativ effekt på/forsinkelse av smoltifiseringsprosessen
- En flomsituasjon kan forverre dette og medføre økt konsentrasjon av labilt aluminium– særlig i sure klarvannskvaliteter med lavt humusinnhold (målt som TOC)

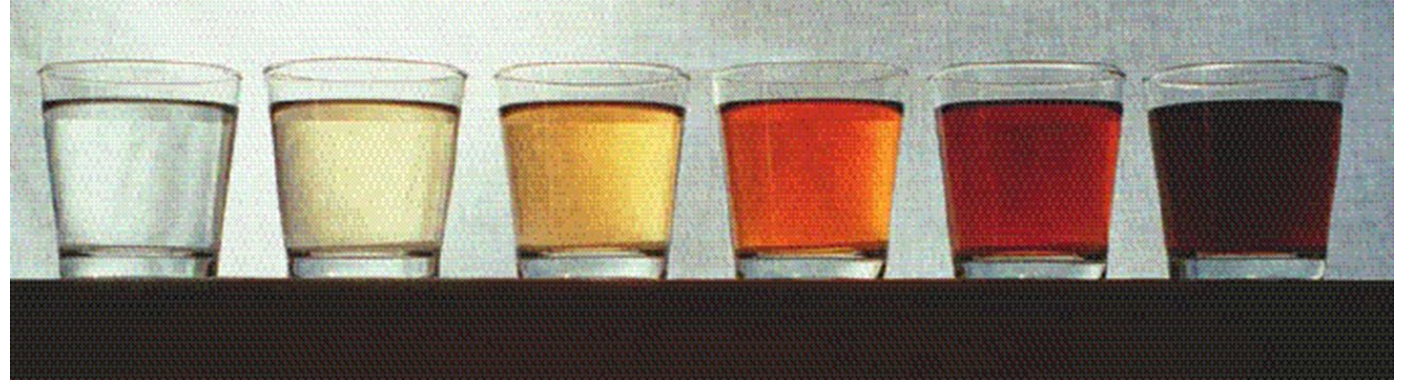
Aluminiumfølsomhet – laksens livsstadier



(etter Jensen & Leivestad 1989)

- Smoltstadiet er følsomt for giftig aluminium i surt vann
- Hva med stor smolt?
- Vi mangler kunnskap om storsmoltens aluminiumstoleranse

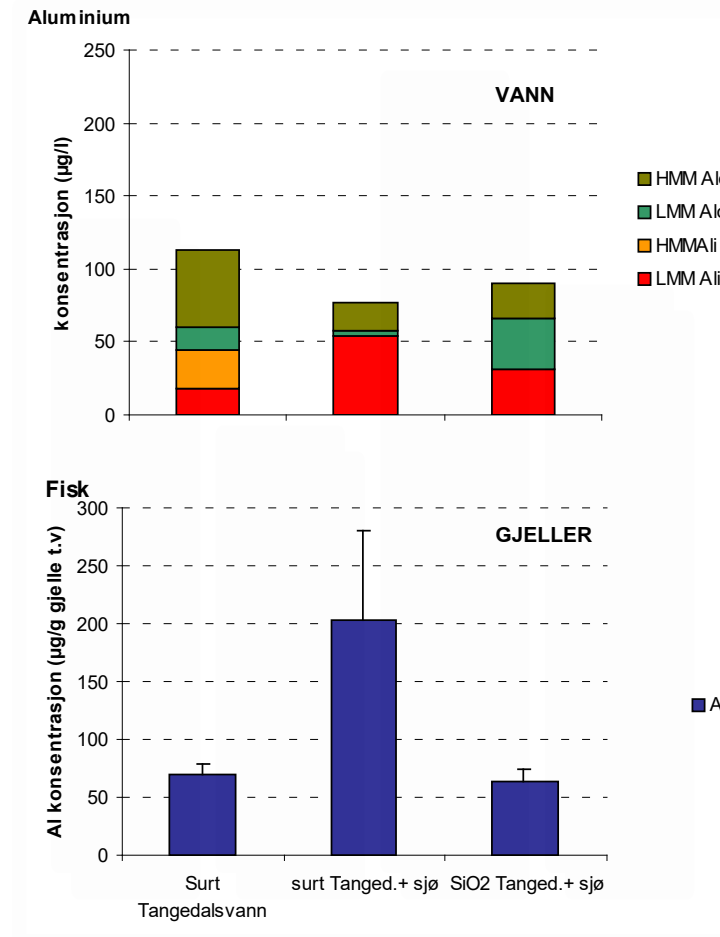
Hva er humus?



- Humus (latin for «jord») er organisk materiale som gir jorda den mørke fargen.
- Humus er kompliserte organiske molekyler og forbindelser (kolloider eller partikler) som dannes når organisk materiale (plante- og dyrerester) brytes ned i jorden.
- Humus finnes i større eller mindre grad i de fleste vannkilder, og vil gi vannet en farge, fra svakt gulaktig til helt brun.
- Kan måles i vannprøver – ofte som TOC (total organisk karbon)
- Er negativt ladd, og binder til seg («støvsuger») positivt ladde metallioner som f. eks. Al^{3+}
- Bundet til humus er metallene (Al, Fe, Cu, Zn) lite giftige for fisk
- Men hva skjer når det tilsettes sjøvann eller salt?

Sjøvannstilsetning frigjør giftig aluminium fra humusbundne former

- Aluminiumsrikt ellevann ble tilsatt sjøvann (resultat salinitet 4,5‰)
- Sjøvannstilsetningen fører til at aluminium går fra ikke-giftig (humusbundet) til giftig (fritt) aluminium
- Gjelleanalysene viser det samme som vannkjemien – mye aluminium settes på gjellene når det tilsettes sjøvann
- Silikatdosering hindret både mobilisering av giftig aluminium og påslag av Al på fiskegjeller
- Andre forsøk i regi av NIVA (dels i samarbeid med NMBU) har vist at silikat også reduserer giftighet av jern (Fe) og kobber (Cu), men ikke sink (Zn)



Viktige sjekkpunkter ved bruk av sjøvann i landbaserte anlegg

- Hva slags ferskvannskvalitet har oppdretter?
 - Mye humus?
 - Mye aluminium
- Sjøvannstilsetning til saliniteter mellom 1 og 10 ppt er risikofyllt – høyere og lavere salinitet går bra
- Bruker de silikat? Korrekt dose og riktig rekkefølge?
 - Silikat må tilsettes i det sure råvannet før sjøvannsinnblanding
 - Vi ser mye feildosering av silikat
- Gjellemetall overvåking og dokumentasjon er viktig!

Konsekvenser av flom for ferskvann brukt i brønnbåt

- **BEHANDLING**

- Det kan være utfordringer med bruk av flomvann til lus/AGD behandling:

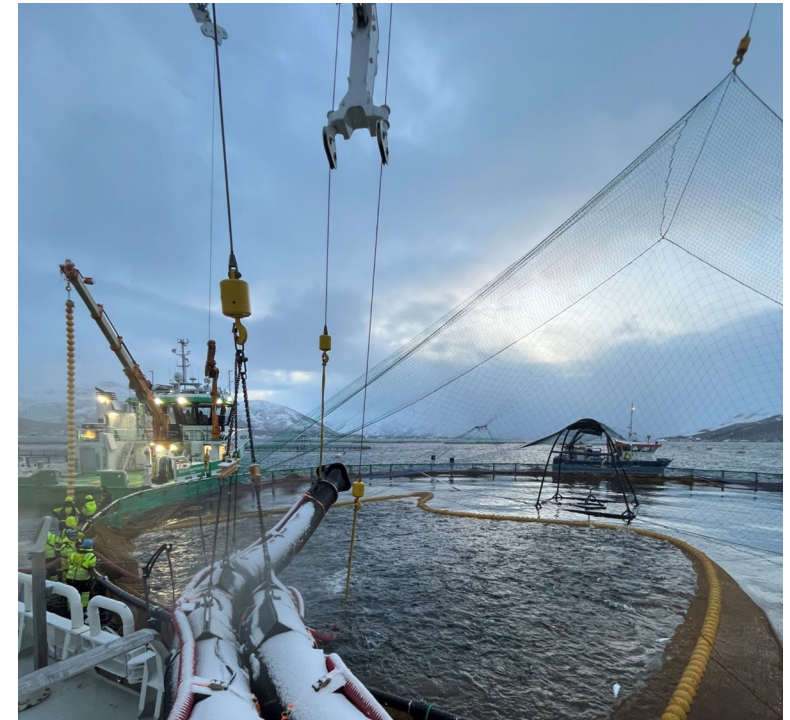
- Lav pH og bufferevne – gir pH dropp under behandling
- Lav pH >> forhøyet andel labilt (giftig) Al – skaper gjelleproblemer
- Forhøyede partikkelnivåer

- Mulige tiltak

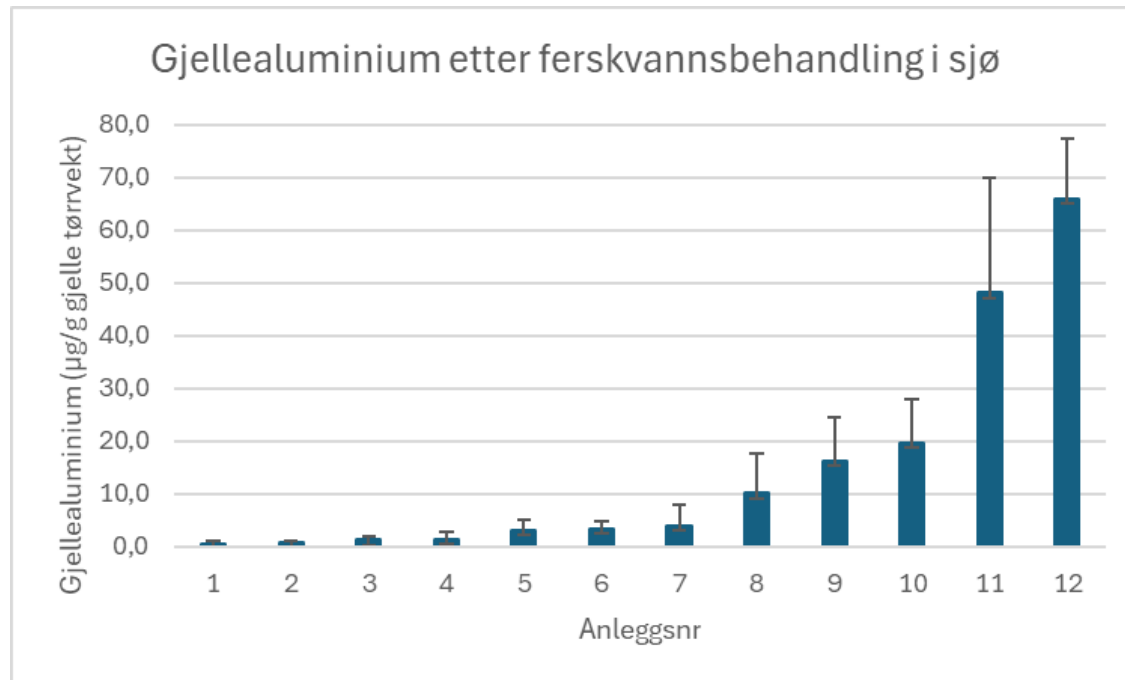
- Unngå å ta flomvann, depoter med ferskvann av god kvalitet, velg vannkilde med omhu
- God bufring i forkant
- Silikatbehandling for å binde giftig aluminium (NB ! Rekkefølge)

- **TRANSPORT** av levende fisk

- Mest kritisk for semilukkede transporter av smolt
- Passerer båten områder med stor ferskvannspåvirkning?
- En viss risiko for gjellepåslag av aluminium (men ikke veldig kritisk dette)



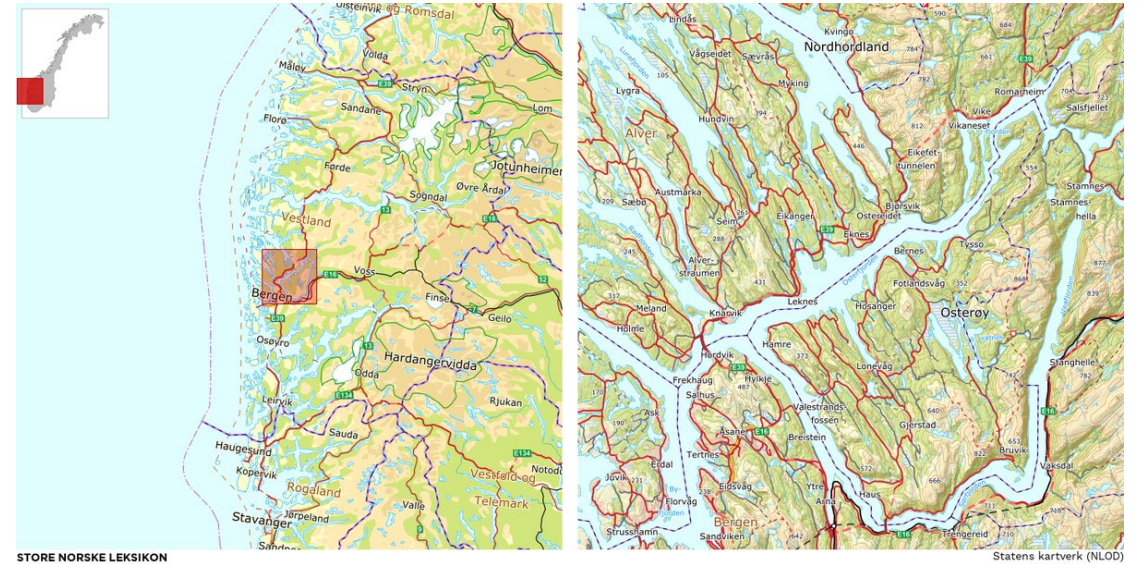
Påslag av gjellealuminium etter ferskvannsbehandling i brønnbåt



- Anbefalt å holde gjelle Al < 10µg/g
- Ikke uvanlig med forhøyede nivåer etter ferskvannsbehandling
- Trolig forbedringspotensiale på dette ved å velge egnede ferskvannskvaliteter og behandle riktig med silikat i forkant (før bufring)

Konsekvenser av flom i sjøanlegg

- Mer «ukjent farvann» her
- Avhenger av lokalisering – risiko for ferskvannspåvirkning
- Er kjent fra Osterfjordsystemet at flom i elvene (Ekso, Vosso, Modalselva) gav AI-påslag på gjellene og akutt fiskedød i sjøanlegg



Gjelle aluminium hos voksen laks i sjø etter flom

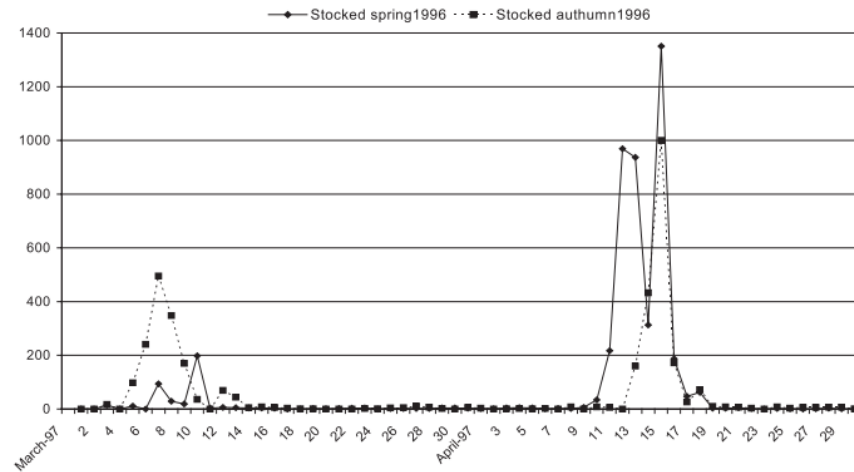
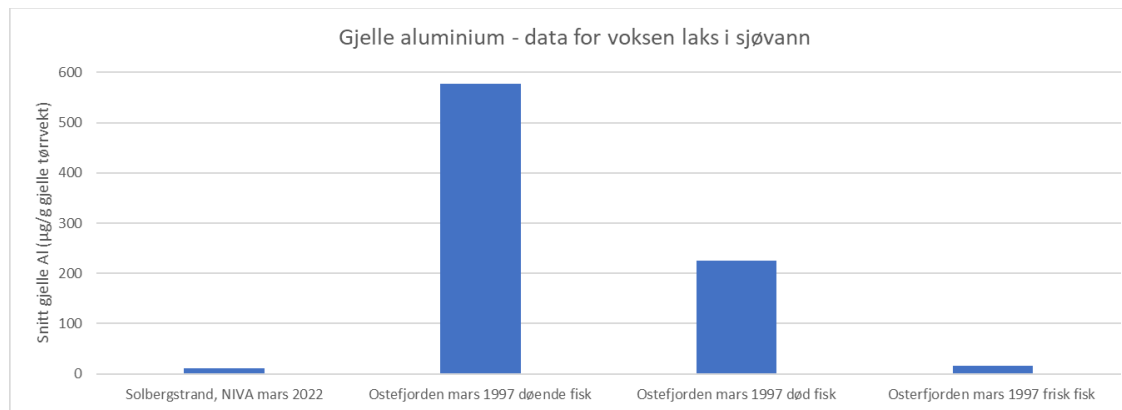


Fig. 2. Mortality (numbers of dead individuals) in the two age groups of Atlantic salmon present in the fjord farm in March and April 1997.



- Foreligger stort sett lite kunnskap om nivåer av gjelle Al samt effekter av aluminium på voksen fisk i fullt sjøvann
- Data om dødelighet fra Osterfjorden våren 1997 (Bjerknes et al. 2003)
- Saliniteten droppet tydelig i øvre vannlag i anlegget
- Fisk som var karakterisert som «døende» i Osterfjorden hadde gjelle aluminium på i snitt 578 µg/g
- Fisk i Osterfjorden karakterisert som frisk hadde gjelle aluminium på 16µg/g

Beredskap og overvåking: Inntaksvann kvalitet og variasjon

- Mange oppdrettere har kunnskap, men ikke alle overvåker godt nok
 - Sjekk inntaksvannkvaliteten før nyetablering av anlegg (helst en årssyklus)
 - Prøvetaking v/ flomepisoder. Bli kjent med ekstremene i inntaksvannkvaliteten og planlegg vannbehandlingen deretter
 - Prøvebank tilgjengelig på kjøp?
- Hva ser vi:
 - Grunnvann – vanlige problemer:
 - Toverdig jern (Fe^{2+}), mangan (Mn), CO_2 and O_2 , grunnvannskontaminering (pesticider, industriell aktivitet)
 - Grunne løsmassebrønner: tydelig overflatevannpåvirkning og stor variasjon
 - Overflatevann – vanlige problemer:
 - Elveinntak (stor variasjon i vannkvalitet) vs. innsjøinntak (mer stabil vannkvalitet)
 - Sesong- og værrelatert variasjon
 - Lav pH, giftige metaller (Al, Fe, Cu)
 - Påvirkning fra ulike aktiviteter i nedbørfeltet (eks. hogst, anleggsvirksomhet, graving)

Hva hvis uhellet er ute etter en flom?

- Sikre dokumentasjon
- Beredskapskoffert ved akutt fiskedød utviklet av NIVA
- Flasker, reagenser, prøvetakingsinstrukser for prøvetaking av vann og fisk (gjellemetall)
- Har bidratt til oppklaring av mange akutte dødelighetshendelser
 - Læring og erfaringsdeling forebygging!



Webinarserie åpen for alle:

- Foredragsholdere fra NIVA, med innslag av inviterte foredragsholdere
- Ca. en gang i måneden, **torsdager kl. 11.00-11.30**
- Oversikt og påmelding:
<https://www.niva.no/tema/akvakultur/vannkvalitet-i-fokus-webinarserie>
- Forslag til tema eller andre innspill? Send til akvakultur@niva.no



Velkommen til Vannkvalitet i
fokus!

The NIVA logo is located in the bottom right corner of the image. It consists of the word "NIVA" in a bold, white, sans-serif font, with a stylized white leaf or wave symbol to the right of the letters.

Takk for i dag!

Velkommen til

#vannkvalitetifokus

Mer informasjon:

<https://www.niva.no/tema/akvakulturr/vannkvalitet-i-fokus-webinarserie>

Kontakt: akvakultur@niva.no

Bildene i presentasjonen er fra NIVAs egen bildedatabase samt fritt tilgjengelige bilder fra unsplash.com

