

Klimaendring og vannkvalitet

Kjemisk vannkvalitet – hva kan vi vente oss?

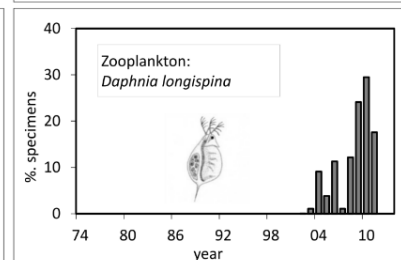
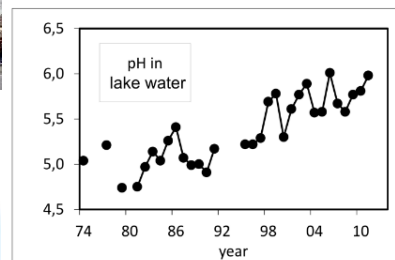
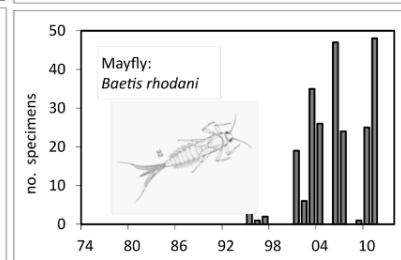
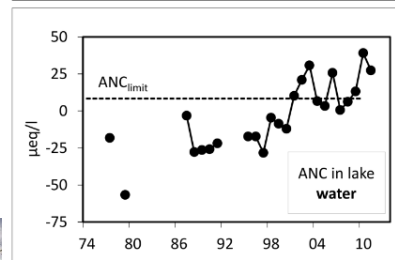
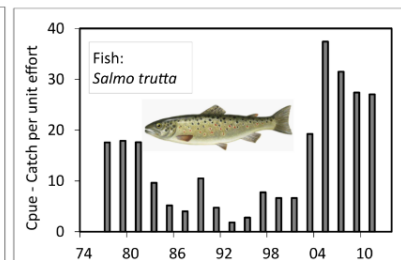
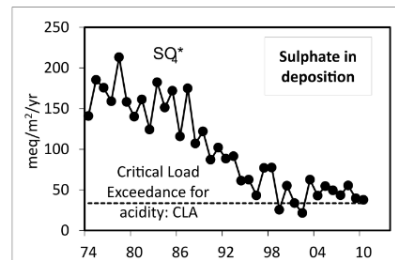
Heleen de Wit

Norsk Institutt for Vannforskning



God vannkjemi betingelse for liv i norske innsjøer

- Systematisk innsamling av vannkjemiske data i Norge startet på 70-tallet
- Sur nedbør truet norske fiskeslag
 - Økt aluminium kveler gjellene og dreper fisk
- Norsk gråstein har dårlig bufferkapasitet mot sur nedbør
- Kalking av innsjøer for 80-100 MNOK/år



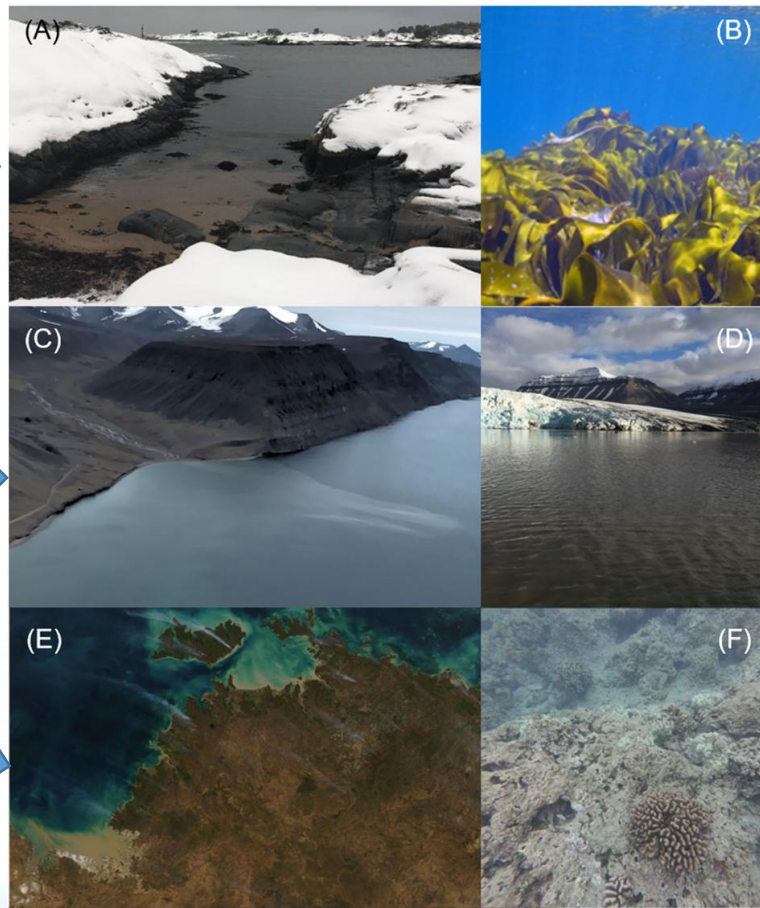
Basert på Hesthagen et al. 2011 STOTEN

Elve-avrenning påvirker livet i havet

-økt nedbør fører til økt avrenning av næringstoffer og organisk materiale, og reduserer vitalitet tareskogen (eksempel fra Skagerak)

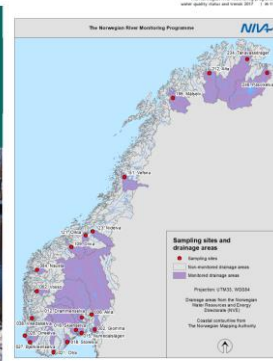
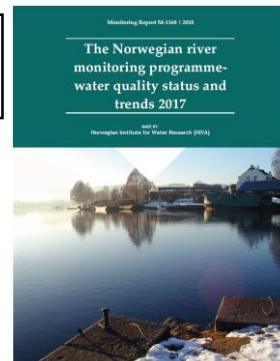
-økt avrenning på grunn av permafrost og breer som smelter, påvirker næringsnettet i arktiske kystsoner (Svalbard)

-mer ekstremvær fører til økt OM belastning fra land i tropiske områder med effekter på koral (Australia)



Klima og elvetransport av næringstoffer

Braaten m.fl. 2018
Elveovervåking 2017



- Nitrat-konsentrasjoner og eksport går ned
- Økt transport av TOC og totN
- Delvis styrt av avrenning

Trender i konsentrasjoner

Table 12. Long-term trends (1990-2017) in concentrations of ammonium (NH₄), nitrate (NO₃), total nitrogen (Tot-N), phosphate (PO₄), total phosphorus (Tot-P), suspended particulate matter (SPM), total organic carbon (TOC) and silicate (SiO₂) in rivers monitored monthly since 1990. Table shows p-values.

River	NH ₄	NO ₃	Tot-N	PO ₄	Tot-P	SPM	TOC	SiO ₂
Glomma	0.000	0.298	0.247	0.003	0.488	0.135	0.324	0.006
Drammenselva	0.003	0.111	0.344	0.027	0.136	0.719	0.007	0.001
Numedalslågen	0.383	0.929	0.033	0.059	0.047	0.196	0.062	0.000
Skienelva	0.001	0.000	0.000	0.016	0.933	0.141	0.002	0.006
Otra	0.014	0.000	0.014	0.074	0.002	0.000	0.544	0.600
Orreelva	0.408	0.023	0.094	0.027	0.393	0.378	0.406	0.442
Orkla	0.000	0.862	0.022	0.165	0.129	0.012	0.082	0.053
Vefsna	0.000	0.000	0.002	0.037	0.006	0.001	0.388	0.706
Altaelva	0.007	0.498	0.069	0.116	0.801	0.006	0.309	0.934

Red - significantly upward p<0.05, orange - upward but not statistically significant 0.1>p>0.05, green - significantly downward p<0.05, pale green - downward but not statistically significant 0.1>p>0.05

2. Mindre NO3+NH4

3. Mer TOC

Trender i transport

Table 11. Long-term trends (1990-2017) in water discharge (Q) and loads (transport) of ammonium (NH₄), nitrate (NO₃), total nitrogen (Tot-N), phosphate (PO₄), total phosphorus (Tot-P), suspended particulate matter (SPM), total organic carbon (TOC) and silicate (SiO₂) in rivers monitored monthly since 1990. Table shows p-values.

River	Q	NH ₄	NO ₃	Tot-N	PO ₄	Tot-P	SPM	TOC	SiO ₂
Glomma	0.024	0.000	0.304	0.024	0.030	0.527	0.343	0.075	0.040
Drammenselva	0.007	0.007	0.089	0.013	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000
Numedalslågen	0.058	0.123	0.385	0.006	0.011	0.014	0.048	0.003	0.001
Skienelva	0.033	0.022	0.000	0.477	0.304	0.089	0.752	0.000	0.002
Otra	0.286	0.053	0.000	0.874	0.304	0.693	0.385	0.502	0.221
Orreelva	0.036	0.429	0.477	0.527	0.105	0.069	0.144	0.040	0.030
Orkla	0.477	0.000	0.635	0.906	0.968	0.236	0.580	0.323	0.782
Vefsna	0.269	0.000	0.000	0.001	0.003	0.000	0.007	0.002	0.058
Altaelva	0.206	0.221	0.407	0.722	0.385	0.286	0.874	0.635	0.722

Red - significantly upward p<0.05, orange - upward but not statistically significant 0.1>p>0.05, green - significantly downward p<0.05, pale green - downward but not statistically significant 0.1>p>0.05

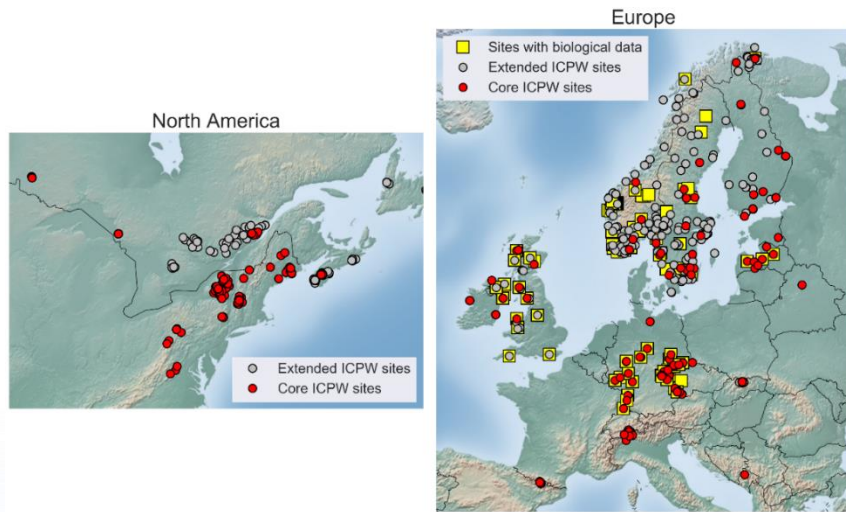
1. Våtere

Interaksjoner mellom klima og luftforurensing: effekter på vannkvalitet i naturlige innsjøer og elver

- Tørke, storm og episodisk forsuring
 - Har klima effekt på 'chemical recovery' av vann?
- Endringer i hydrologi og transport av elementer



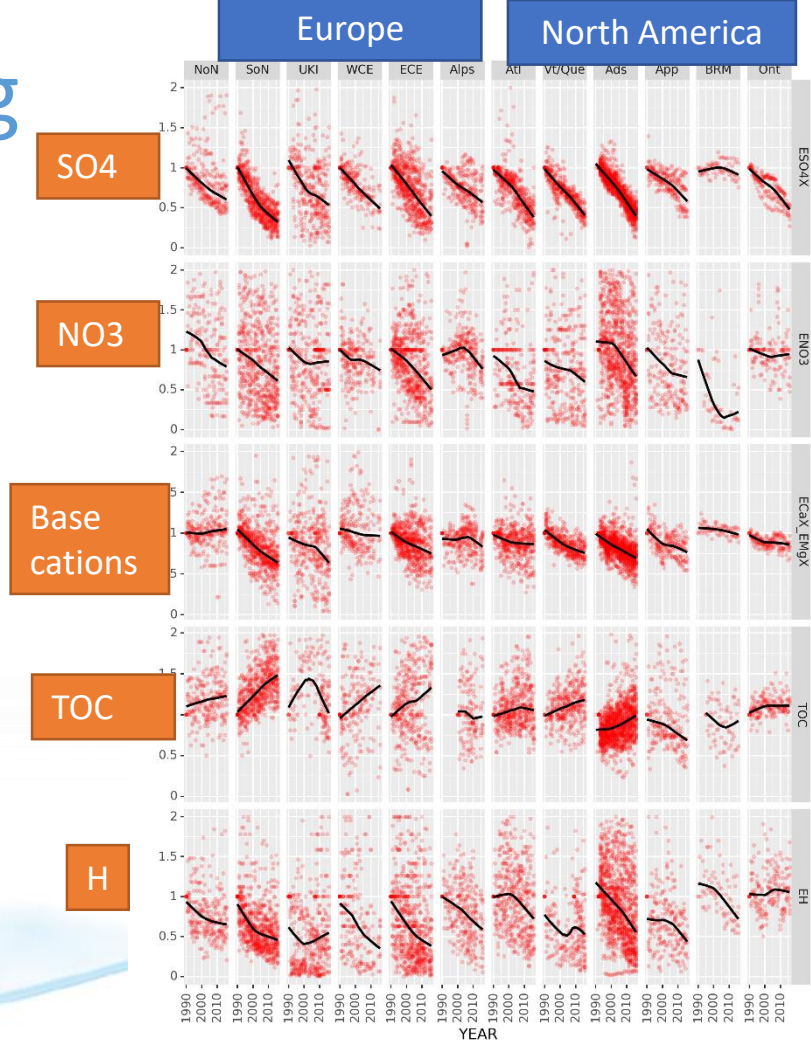
Redusert luftforurensing har styrt vannkvalitet



Kilde: ICP Waters (www.icp-waters.no)

Internasjonalt program for overvåking av vann i forhold til luftforurensing

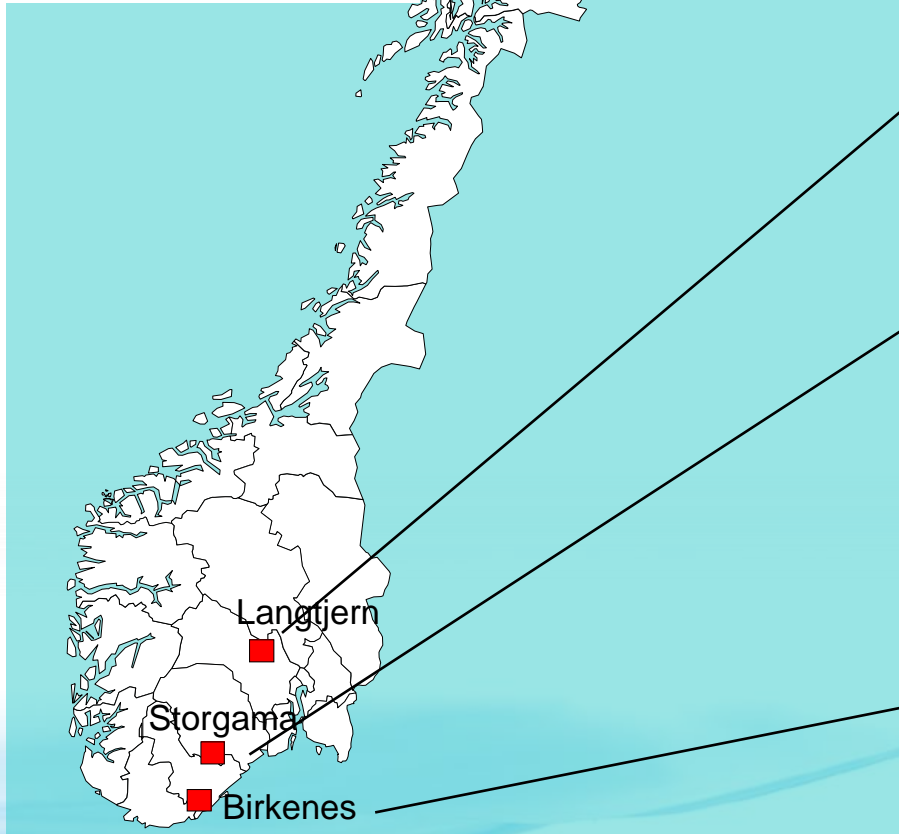
Garmo et al. 2014 WASP



Klima som 'confounding factor'

- Kan klimaendring føre til dårligere eller bedre betingelser for akvatisk liv, på grunn av vannkjemi?
 - Mer vind og derfor mer sjøsalt-episoder
 - Mer nedbør og flom
 - Høyere temperaturer og mindre nedbør, mer tørke
 - Snøsmelting kommer tidligere og er redusert
 - Kortere islegging

Overvåking av Vannkvalitet siden 1970



Langtjern



Storgama



Birkenes



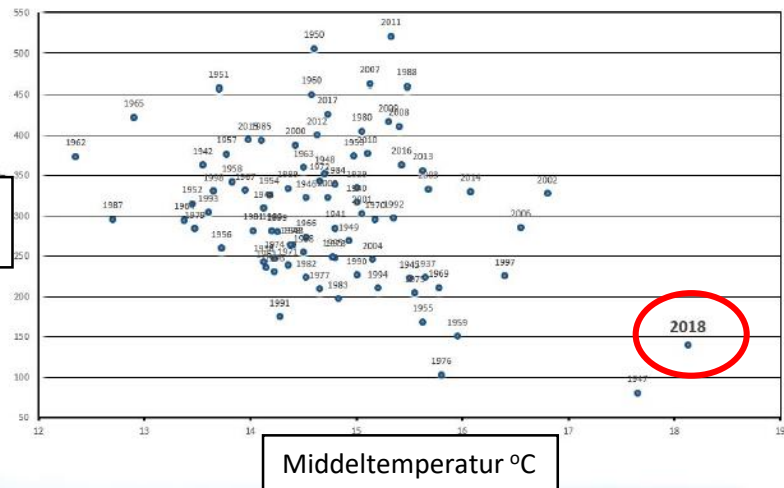
Tørkesommeren 2018 = gjennomsnittsvær i 2080?

Moe m.fl. 2019
Overvåking referanse-
elver 2018

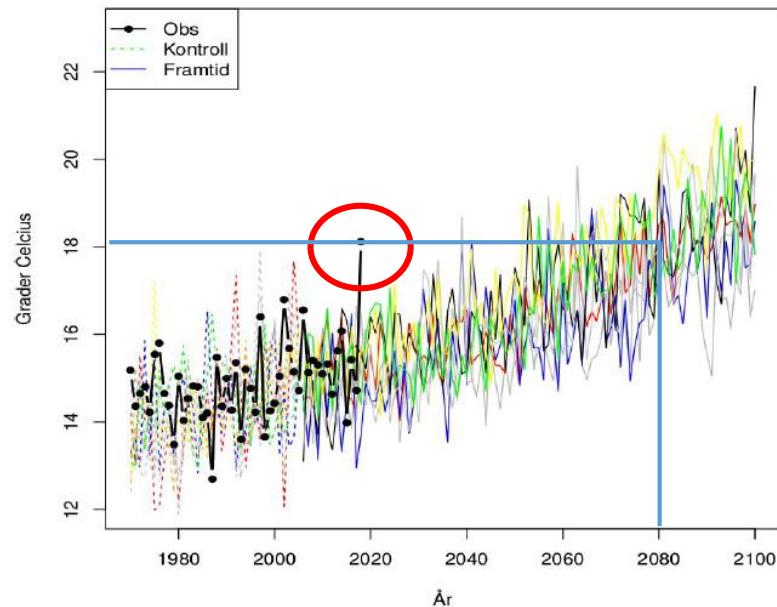
Hindar m.fl.



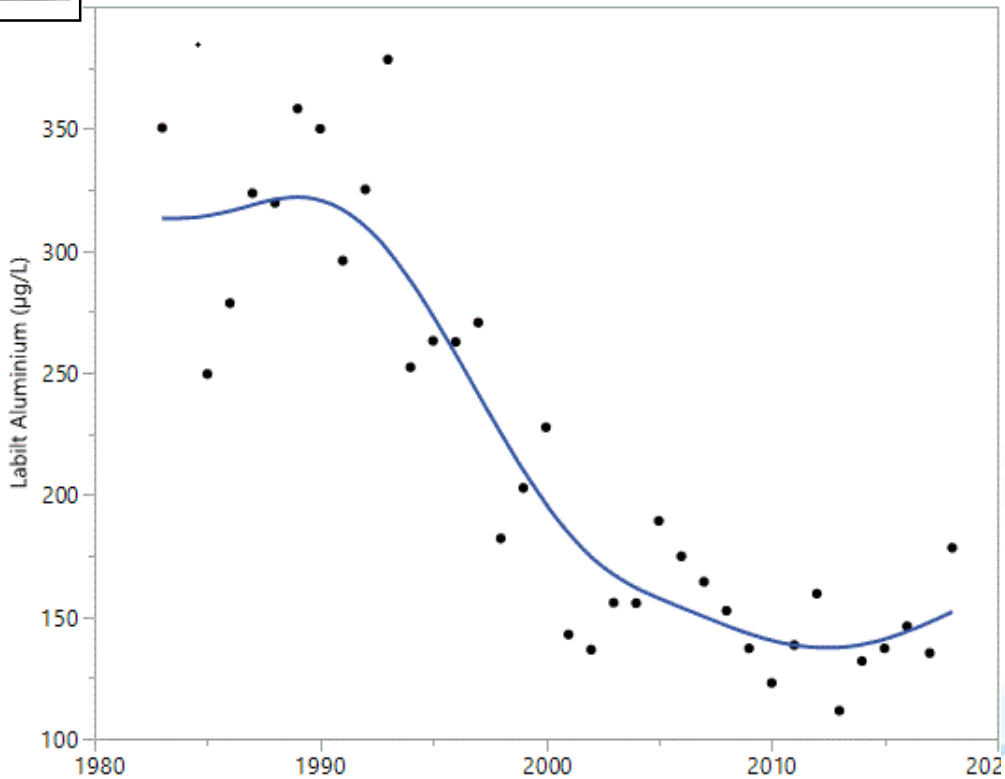
Oslo-Blindern mai, juni, juli og august
1937-2018



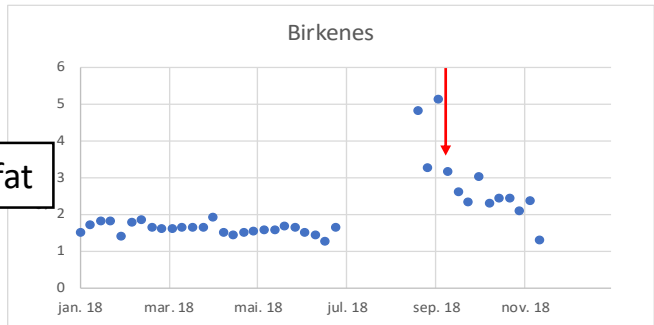
Oslo-Blindern
middeltemp mai, juni, juli og aug



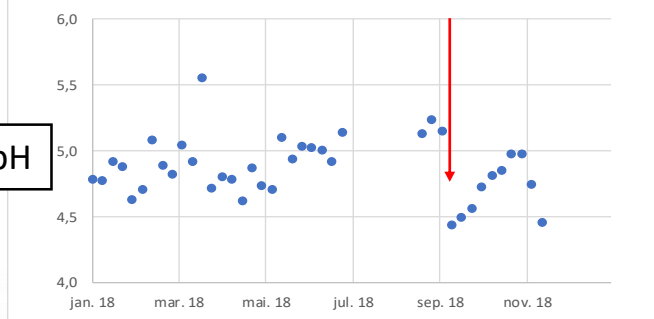
Birkenes - hva skjer med vannkvalitet ETTER tørke?



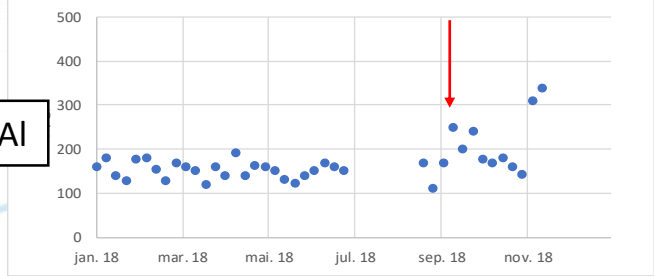
Sulfat



pH



Labilt Al



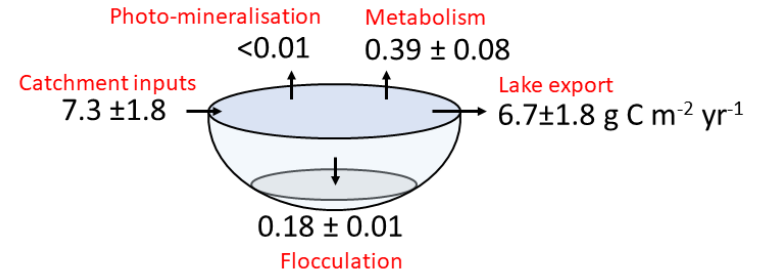
Intens nedbør etter tørke – hva skjer?

- Under tørke, med tilgang til oksygen, blir *reduisert svovel* i jord oksidert til SO_4 , en prosess som senker pH
- Tørke fører til et 'surstøt' – økt sulfat, nedgang i pH og mobilisering av aluminium
- Mange dekader med høy svovel avsetning i spesielt Sør-Norge
- Områder med myr – et økosystem med typisk høye lagre av reduisert svovel i jordsmonnet - er spesielt sensitive

Tørke – hva skjer i innsjøen?

- Nedbørfelt tilfører næringstoffer og elementer til innsjøer
- Lavere transport til innsjøer ved lavere vannføring
- Vannet får lengre oppholdstid i innsjøen ved lavere vannføring
 - Mer tid til prosessering av nedbørfelt-tilførslene!

Innsjø karbon-budsjett



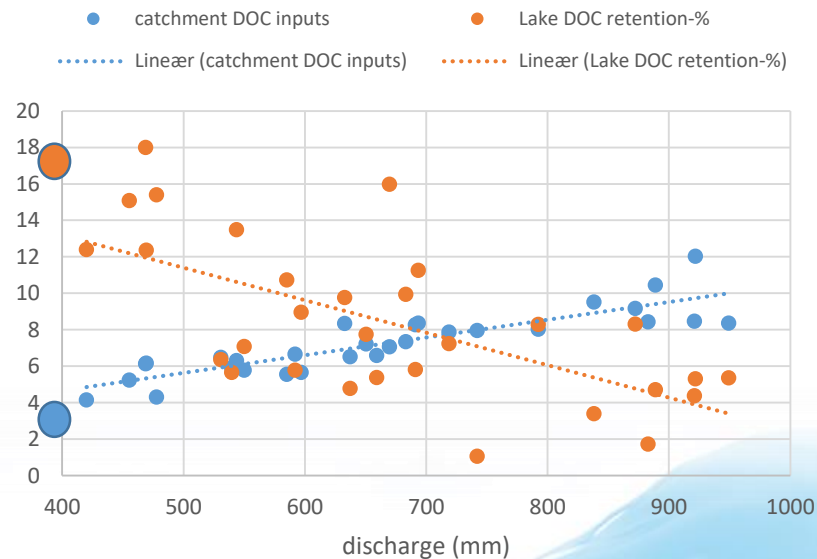
De Wit et al 2018 L&O

Tørkesommer 2018: høy oppholdstid

Tidsserie viser:

- Lite tilførsler under lav vannføring
- Relativt høy andel av tilførslene blir prosessert i innsjøen under lav vannføring
- 2018 – veldig mye av DOC tilførslene ble gjort om til CO₂
 - Økt forbruk av oksygen?

Langtjern 1986-2015



De Wit et al 2018 L&O

Deposisjon av sjøsalter - episodisk forsuring

Storm fører til økt deposisjon av sjøsalter (NaCl), hvilket også fører til 'surstøt'

- Høye verdier av NAO indeks tilsier vestavind og tilførsler av sjøsalter til Norske vassdrag
- Mer vind i framtiden?

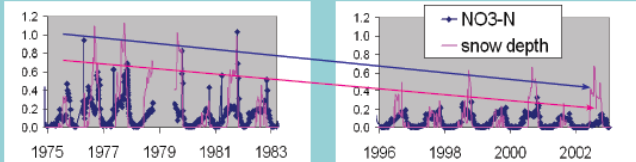
The Significance of the North Atlantic Oscillation (NAO) for Sea-Salt Episodes and Acidification-Related Effects in Norwegian Rivers

ATLE HINDAR,^{*,†} KJETIL TØRSETH,[‡]
ARNE HENRIKSEN,[§] AND
YVAN ORSOLINI[‡]

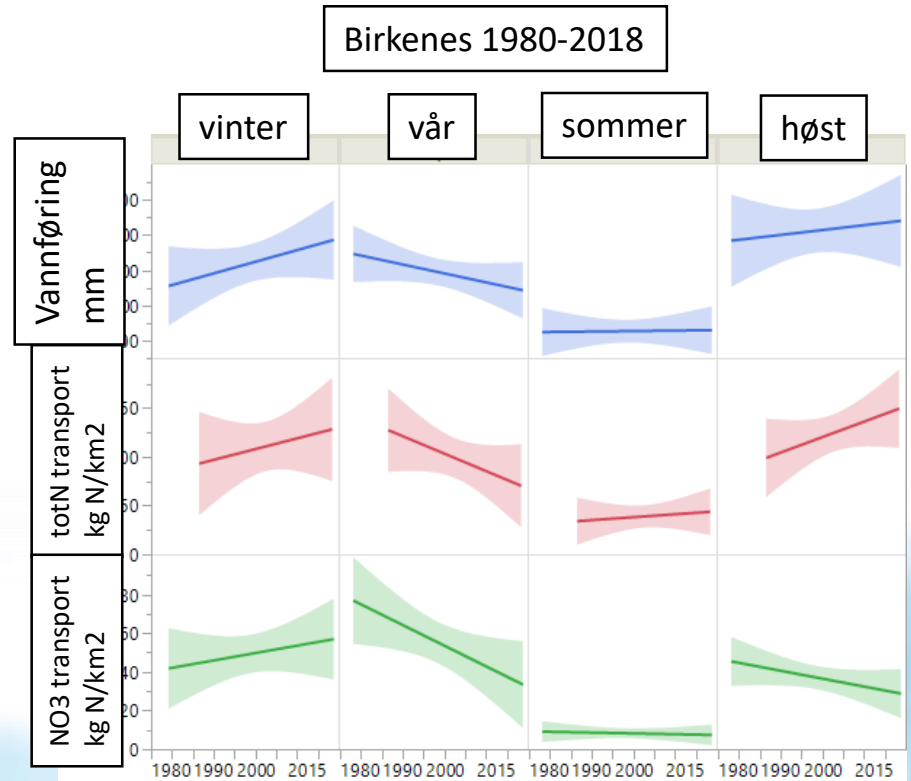
Norwegian Institute for Water Research, Televeien 3, N-4879 Grimstad, Norway, Norwegian Institute for Air Research, P.O. Box 100, N-2027 Kjeller, Norway, and Norwegian Institute for Water Research, P.O. Box 173, N-0411 Oslo, Norway

Endringer i snøsmelting påvirker nitratavrenning

Reduced winter nitrate concentrations in inland high-elevation catchments in Norway because of reduced snow depth and increased frequency of snow melt



De Wit m fl 2008, HESS



Klima og episodisk forsurening

Episodisk forsurening kan sette biologisk gjenhenting i fare

- Færre sure episoder enn før, men:
- Tørke og sjøsalter er begge fortsatt faktorer som kan ødelegge for gyting og overlevelse av yngel
- Forsuring p.g.a. nitratlekkasje har blitt mindre

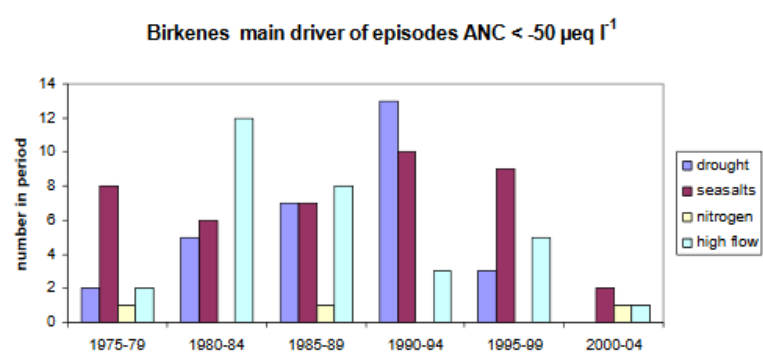


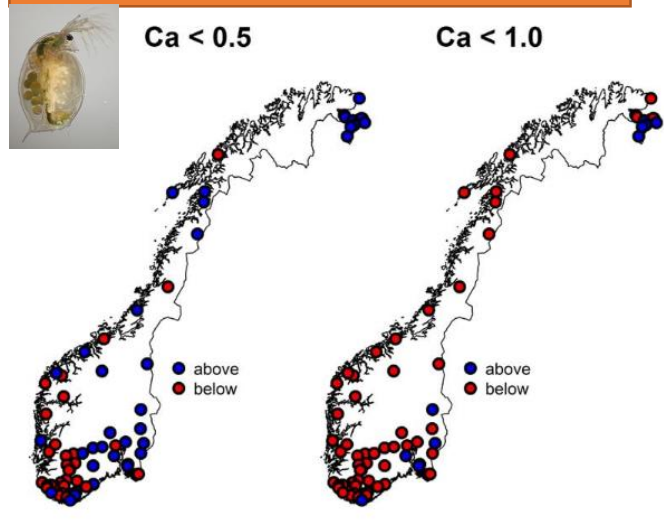
Fig. 11. Main driver of episodes at Birkenes 1975–2004 by 5-year period.

Wright 2008, HESS

Kalsium-mangel

- Norsk grunnfjell har lite base kationer
- Over 50 år med svoveldeposisjon har ført til ytterligere utarming av jordsmonnet

Innsjøer i 2013 med kritisk lav kalsium for daphnia (vannlopper)



Hessen et al. 2017 L&O

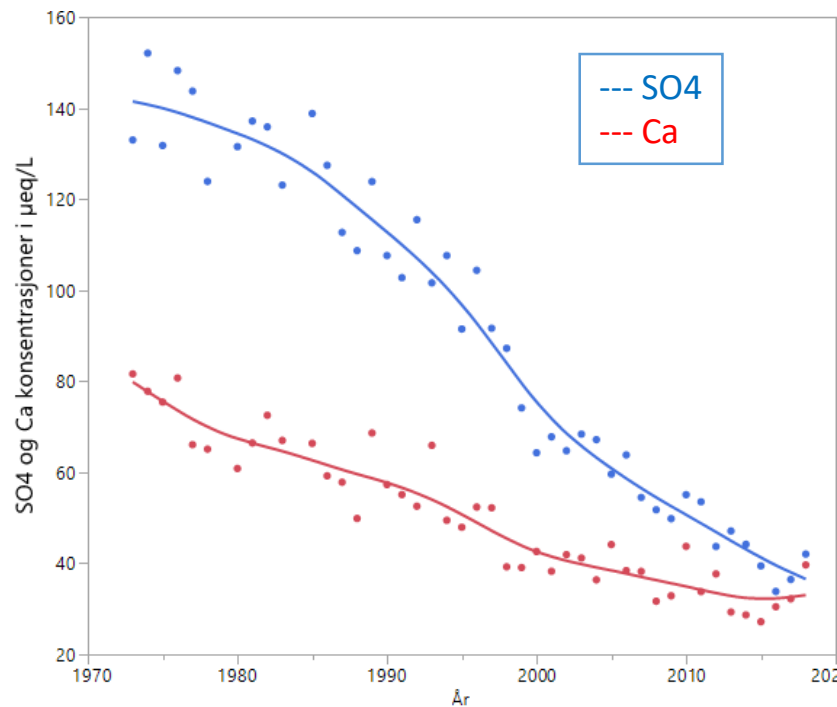
Nasjonal overvåking tidstrend-sjøer

Elektronøytralitet forklarer mye av nedgang i kalsium

Anioner: $\sum \text{SO}_4^{2-}, \text{Cl}^-, \text{NO}_3^-, \text{HCO}_3^-$

Kationer: $\sum \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{H}^+$

- En nedgang i svovel deposisjon medfører mindre SO_4 i bekken, og derfor må det bli tilsvarende mindre kationer
- Utarmet jordsmonn har mindre kalsium enn på 70-tallet
- Forvitring – som bidrar med kationer - går sakte, men høyere temperaturer vil øke forvittringsraten
- Mer nedbør vil føre til mer fortynning der hvor kalsium konsentrasjonene er lave fra før (Vestlandet)



Kan klimaendring føre til endrede betingelser for akvatisk liv, på grunn av vannkvalitet?



- Hovedfaktoren som påvirker vannkjemi i norske innsjøer er fortsatt sur nedbør
- Effekter av tørke
 - Redusert element transport fra jord til vann
 - Økt oppholdstid i innsjøer gir lengre tid til akvatiske prosesser (som kan føre til mangel på oksygen)
 - Myrene har tatt opp mye svovel, som kan remobiliseres etter tørke, og bidra til 'syrestøt'
- Sjøsaltdeposisjon, knyttet til vind, kan bidra til syrestøt
 - Lavere risiko når svoveldeposisjon blir lavere, men villere vær gir mer sjøsalter
- Snøsmelting i små nedbørfelt er blitt mindre ekstrem
 - Mindre forsuring p.g.a. mindre ekstrem snøsmelting
 - Endringer i sesong-fordeling av elveavrenning, med mulige konsekvenser for algeoppblomstringer i kystnært vann
- Akvatisk liv påvirkes av 'multiple stressors' (samlet belastning)
 - Varmere, mindre oksygen, høyere metabolisme, episoder med surt vann knyttet til klima (kombinert med atmosfærisk kjemi), mindre kalsium, brunere vann, mindre lys...

Takk til dere, og takk til:

Miljødirektoratet
(overvåking av norske
innsjøer og elver)
ICP Waters –
UNECE/Miljødirektoratet
Norges Forskningsråd

