

# Cyanobakterier og cyanotoksiner

Sigrid Haande

Norsk institutt for vannforskning, NIVA

Vannringens årstreff, 8-9. februar 2024







Mjøsa v Hamar  
foto: Jarl-Eivind Løvik, tidl. NIVA

Dagbladet

NYHETER SPORT FJENDR TV BLISS INNHOLD

TIPS BESP PL LEGS INN

# Slik ser Mjøsa ut: - Ikke bad!

## Forbyr bading i Norges største innsjø

Flere kommuner langs Mjøsa stenger badeplatene sine i frykt for giftige alger.

Line Fosser Vagt  
Melissa Halmer Rogstad

Wikipedia: Mjøsa  
Publisert: 2024-07-23 10:00:00

STENAGT: Blågrønn vannveisler i et badebasseng i Drammenkillingen er ikke en sikkerhetsbedring for Mjøsa er stengt for bading. FOTO: HANSEN/REUTERS/NTB

## De blågrønne algene i Mjøsa er ikke giftige: - Kan fortsatt gi allergiske reaksjoner

HA

eAvis Debatt Dadsannonser Meny

NYHETER

## Har sendt SMS-varsel til innbyggerne – dette sier kommuneoverlegen om algene

Da HA var innom Kolgen tirsdag ettermiddag, var det giftige alger i vannet. FOTO: Jenny Marie Sveen

OSLO KOMMUNE

Forbuds - Aktiell - Blågrønnalger i Mjøsa - Helse og miljøvern i Mjøsa

## Blågrønnalger i Mjøsa - Ikke bad hvis vannet er grønt

Det er utstrakt blågrønnalger i enkelte steder i Mjøsa den siste uken. Dette vises ved at vannet har tatt grønn farge.

Blågrønnalger i Mjøsa er IKKE giftige, men ikke bad hvis vannet er grønt!

Blågrønnalger i Mjøsa er ikke giftige

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har undersøkt de prøver som er tatt fra badeplatene i Mjøsa. Resultatet er at det ikke er påvist giftige blågrønnalger i Mjøsa som ville utgjøre fare for helse og miljø. Det betyr at det ikke er nødvendig å stenge badeplatene i Mjøsa på grunn av blågrønnalger.

NIVA anbefaler ikke å bade i Mjøsa om vannet er grønt.

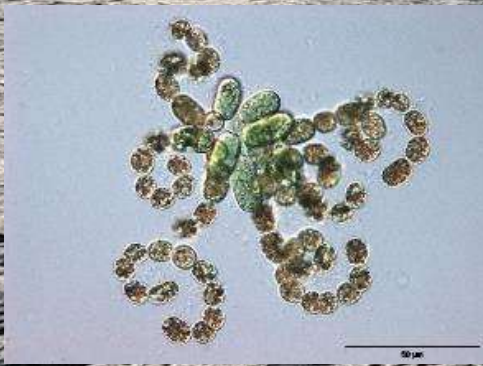


Foto: Marthe T. Solhaug Jensen, NIVA



# Cyanobakterier og cyanotoksiner i norske drikkevannskilder

## Kunnskapsoppsummering - VKM

Mattilsynet ba VKM om (Januar 2020):

- en oversikt over forekomst av ulike cyanobakterier og cyanotoksiner i råvannskilder og drikkevann i Norge
- en oversikt over faktorer som gjør det sannsynlig at cyanobakterier og/eller cyanotoksiner kan være en utfordring for produksjonen av trygt drikkevann
- eksempler på tiltak som er egnet for å begrense forekomst av cyanobakterier og cyanotoksiner i drikkevann

✓ **Mattilsynet ønsket seg et nyttig verktøy for vannverkseiere og drikkevannsinspektører**



[Cyanobakterier og cyanotoksiner i norske drikkevannskilder - Vitenskapskomiteen for mat og miljø \(vkm.no\)](https://vkm.no)





# Cyanobakterier og cyanotoksiner



# Cyanobakterier

## Blågrønnalger/Blågrønnbakterier

- Cyanobakterier er prokaryote organismer med klorofyll a og kan drive fotosyntese
- Finnes i alle tenkelige habitater (ferskvann, saltvann, i og på jord, varme kilder)
- Vanlig i akvatiske miljøer som del av planteplanktonet
- Kan danne kraftige oppblomstringer, spesielt i næringsrike innsjøer
- Produserer en rekke metabolitter,
  - Ulike giftstoffer
  - Organiske forbindelser som kan forårsake dårlig smak og lukt i vann

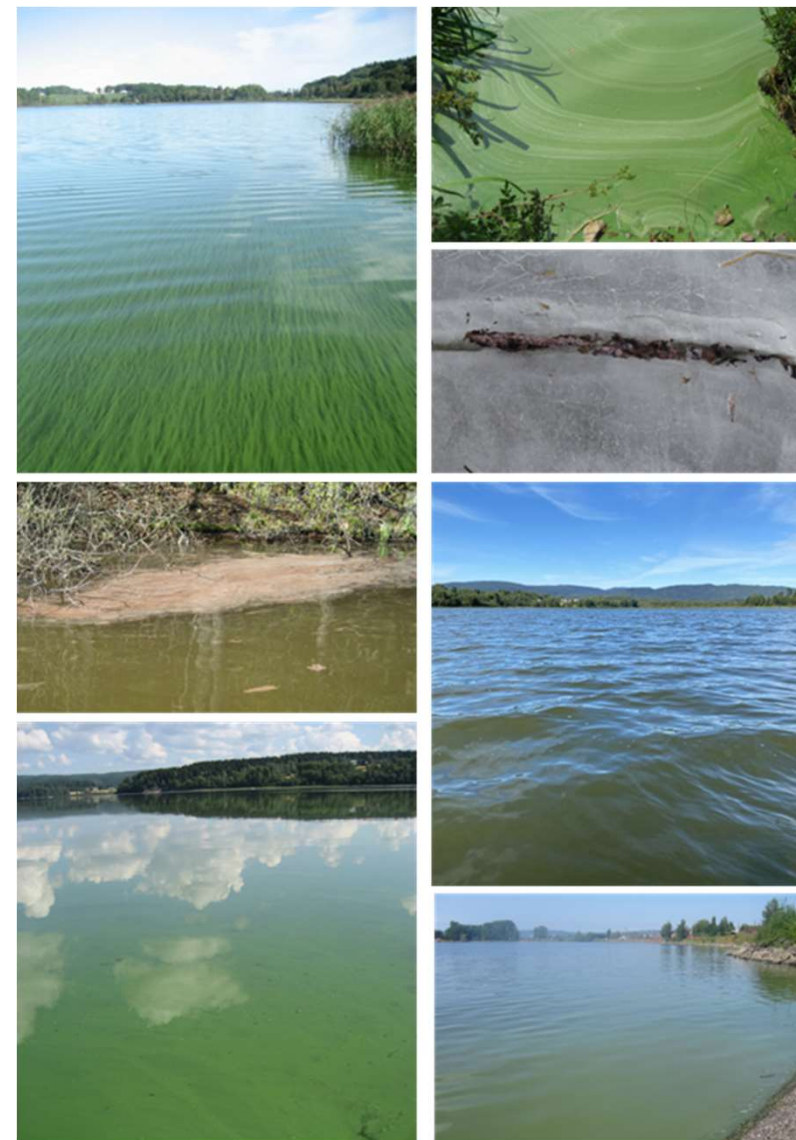


Foto: NIVA, VKM rapport

# Cyanobakterier

## Faktorer som påvirker vekst av cyanobakterier

- Fysisk-kjemiske faktorer
  - Temperatur og sjiktningsforhold
  - Lysforhold
  - Næringsstoffer (N og P)
  - Spormetaller
  - Karbondioksid
- Biotiske faktorer
  - Virus, bakterier, cyanobakterier, alger, sopp, dyreplankton

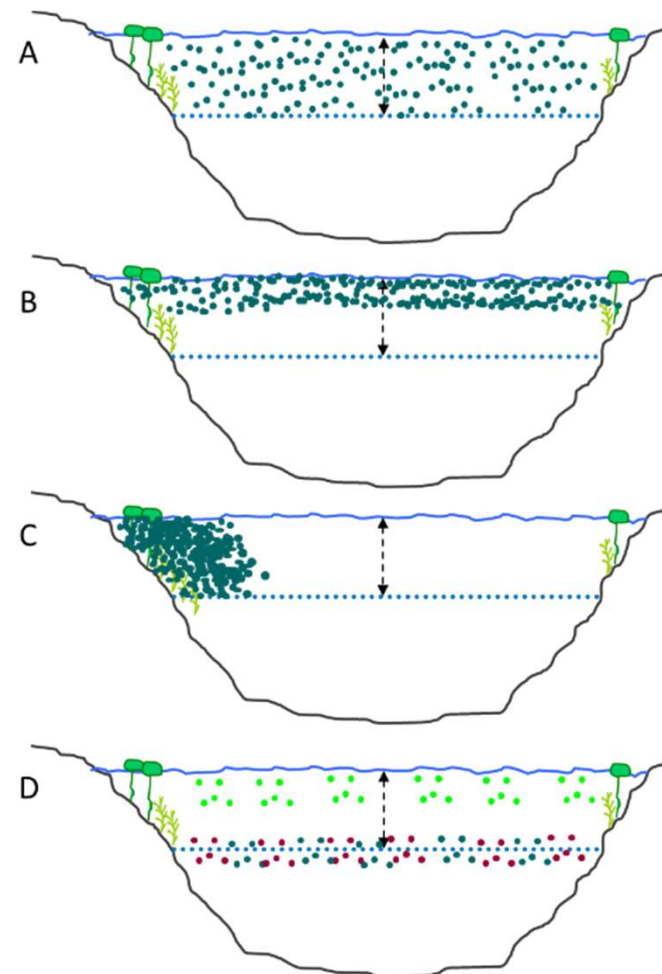
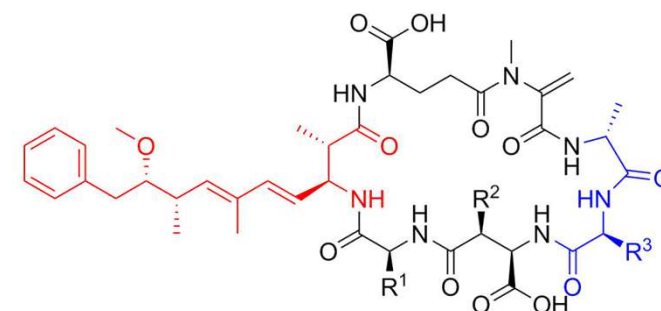


Foto: NIVA, VKM rapport

# Cyanobakterielle giftstoffer

## • Microcystiner (levertoksin)

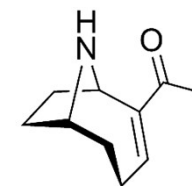
- Sykliske peptider
- Forårsaker gastroenteritt, hudreaksjoner, leverskade og død
- Vanligst påvist i Norge



Microcystins

## • Saxitoksiner (Nervetoksin, Paralytic shellfish poisoning)

- Nervegift
- Forårsaker parastesi (prikking, frysning, brenning, nummen følelse), lammelser og død pga respiratorisk svikt (Blokkerer natriumkanalene)
- På FN's liste over kjemiske våpen

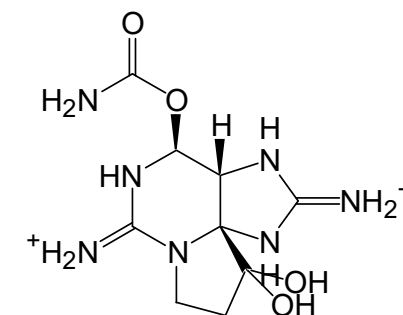


Anatoksin

## • Anatoksiner (Nervetoksin)

- Blokkerer reseptoren og forårsaker muskeloverstimulering (sitrende, muskelkramper, lammelser og død pga respiratorisk svikt).

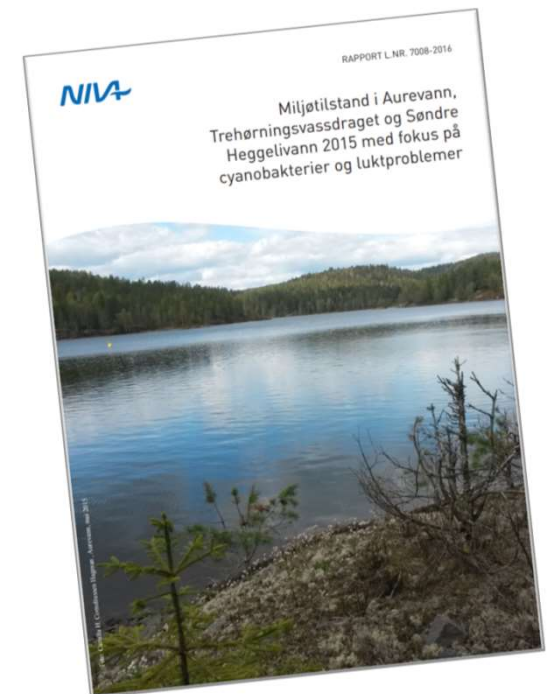
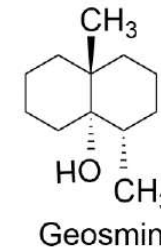
- Cylindrospermopsiner
- Lipopolysakkarider (LPS)
- beta-Methylamino-L-alanine (BMAA)?
- m.fl.



Saxitoksin

# Lukt- og smaksstoffer

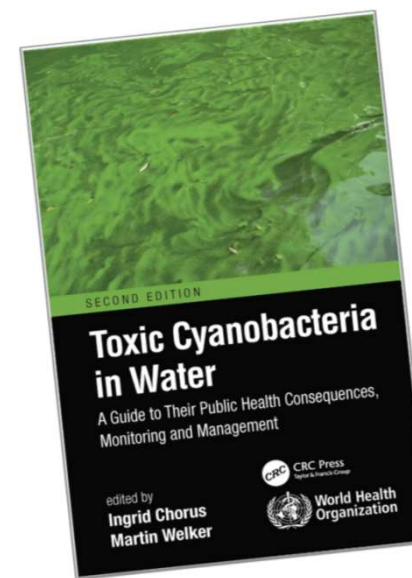
- Geosmin og 2-metylisoborneol (2-MIB) er begge bisykliske terpenener som kan produseres av cyanobakterier
- Terpenener er naturlige plantestoffer som ofte har en kraftig lukt og geosmin har en kraftig lukt av fuktig jord.
- Geosmin og 2-MIB kan være et problem for vannverk på grunn av den kraftige lukta, men det er ikke påvist noen kjent helserisiko
- Det finnes også flere andre luktforbindinger fra cyanobakterier som kan skape problemer, men geosmin og 2-MIB er de vanligste.





# Retningslinjeverdier for cyanotoksiner

- Foreløpig finnes det ingen nasjonale retningslinjer for cyanotoksiner i drikkevann og badevann i Norge.
- WHO håndbok (Chorus og Bartram, 1999), foreløpige retningslinjer (WHO, 2011).
- Revidert versjon av WHO håndboka (Chorus og Welker, 2021), nye retningslinjeverdier fra WHO i januar 2021 for microcystiner (WHO, 2020c), anatoksiner (WHO, 2020a), saxitoksiner (WHO, 2020d) og cylindrospermopsiner (WHO, 2020b) og retningslinjer for disse i drikkevann og badevann.



Tabell 1.4-1: WHO sine foreslåtte retningslinjer for maksimalt innhold av cyanotoksiner i vann.

	Drikkevann			Badevann	Referanse
	Livstidsperspektiv <sup>1</sup>	Kort tidsperspektiv (maks 14 dager)			
		Voksne	Babyer og små barn		
Microcystiner	1 µg/L	12 µg/L	3 µg/L	24 µg/L	WHO, 2020c
Saxitoksiner	3 µg/L	3 µg/L	3 µg/L	30 µg/L	WHO, 2020d
Anatoksiner <sup>2</sup>	30 µg/L	30 µg/L	6 µg/L	60 µg/L	WHO, 2020a
Cylindrospermopsiner	0.7 µg/L	3 µg/L	0.7 µg/L <sup>3</sup>	6 µg/L	WHO, 2020b

<sup>1</sup>WHO antar daglig inntak av drikkevann for en voksen til å være ~ 2 L.

<sup>2</sup>Datagrunnlaget med hensyn på toksikologi for anatoksiner er for dårlig til å kunne etablere retningslinjer for maksimalt innhold. I stedet gis en «bounding value» for anatoksiner.

<sup>3</sup>Alternativ vannkilde anbefales dersom livstidsperspektiv retningslinjen overskrides.



# Forekomst i Norge

Drikkevann  
Badevann  
Rekreasjon  
Matsikkerhet



# Cyanobakterier og cyanotoksiner i Norge

Cyanobakterier slekt/art	Toksiner
<i>Aphanizomenon gracile</i>	CYNer, <b>STXer</b>
<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	Guanitoksin, <b>MCer</b>
<i>Microcystis aeruginosa</i>	(ATXer), <b>MCer</b>
<i>Microcystis</i> sp.	(ATXer), <b>MCer</b>
<i>Planktothrix agardhii</i>	<b>MCer</b>
<i>Planktothrix rubescens</i>	<b>MCer</b>
<i>Planktothrix</i> sp.	<b>MCer</b>
<i>Tychonema bourrellyi</i>	<b>ATXer</b>
<i>Woronichinia</i> sp.	<b>MCer</b>

Arter og slekter av cyanobakterier som er identifisert som toksinprodusenter i isolerte kulturer (Meriluoto et al., 2017). Toksinene som er påvist er markert med uthevet skrift.

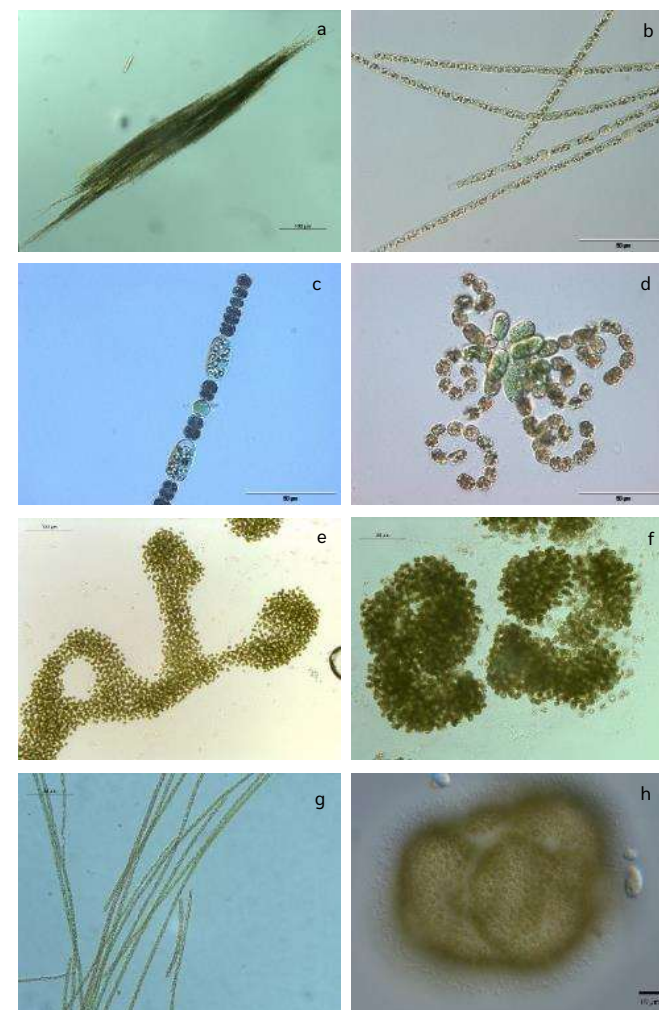
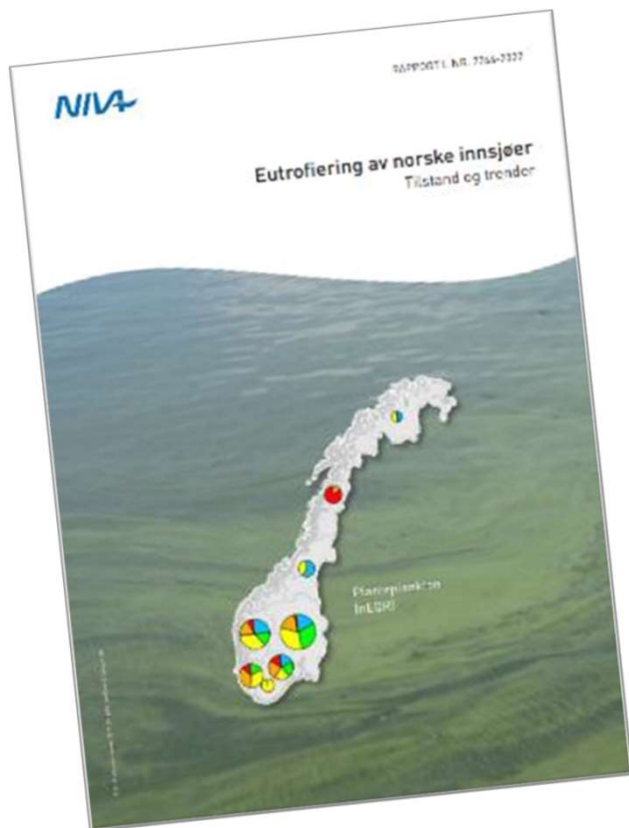


Foto: NIVA, VKM rapport

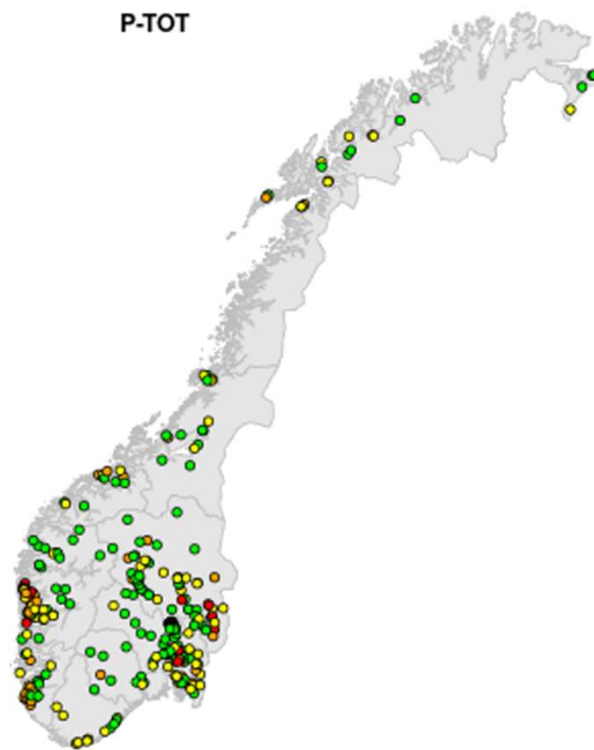


# Eutrofiering i Norge

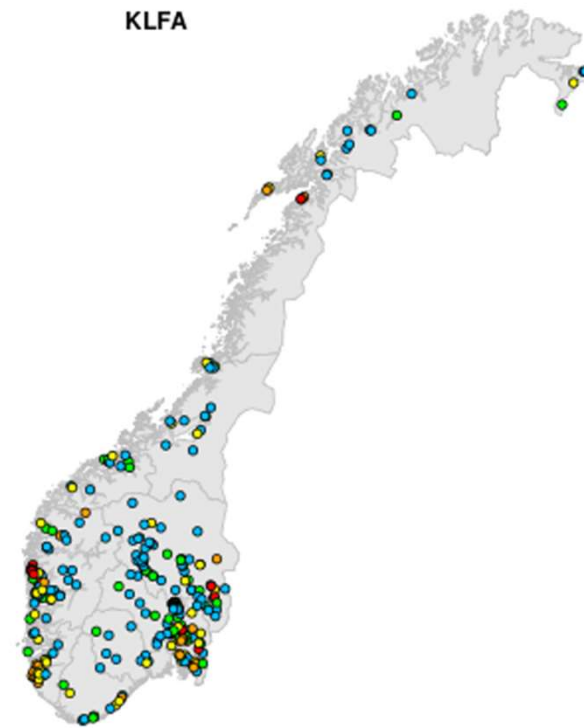


(Lyche Solheim mfl. 2022)

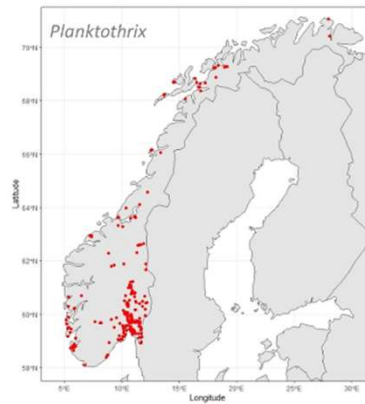
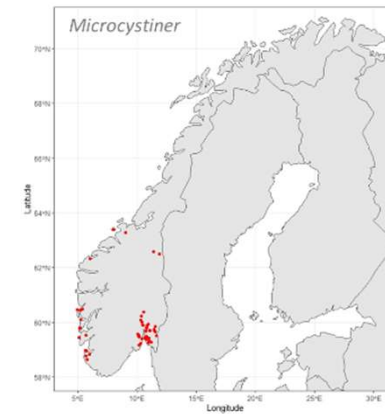
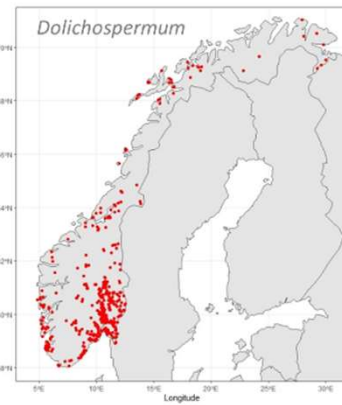
P-TOT



KLFA



# Forekomst av cyanobakterier og cyanotoksiner i Norge



# Råvannskilder i Norge

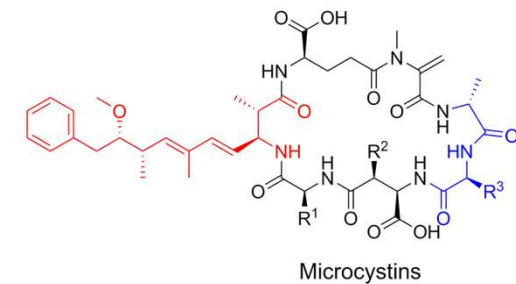
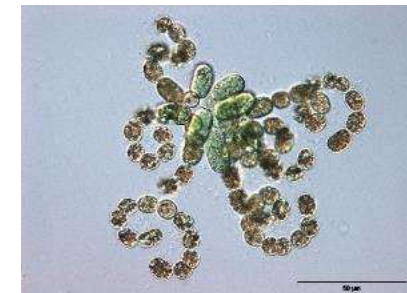
- Størstedelen av vannforsyningen i Norge (ca. 90%) kommer fra overflatevann (innsjø, elv/bekk)
- Vannforsyningsanlegg ((inter)kommunal/privateid)
  - Vanntilsigsområde
  - Råvannskilde (en eller flere)
  - Vannbehandlingsanlegg
  - Distribusjonsanlegg
- Ca. 84 % av befolkningen er tilknyttet kommunal vannforsyning
- Pr. 2019: 7400 vannverk registrert i Norge (Mattilsynet)





# Drikkevann og cyanotoksiner

- Drikkevannsforskriften stiller per i dag ikke noen krav til å overvåke forekomst av cyanobakterier og cyanotoksiner i råvannskilder.
- Drikkevannsdirektivet i EU fra desember 2020, setter en maksimal grenseverdi for microcystin-LR til 1 µg/L i drikkevann (EU, 2020).
- Verdien blir inkludert i den oppdaterte versjonen av den norske drikkevannsforskriften som ventes i 2024?

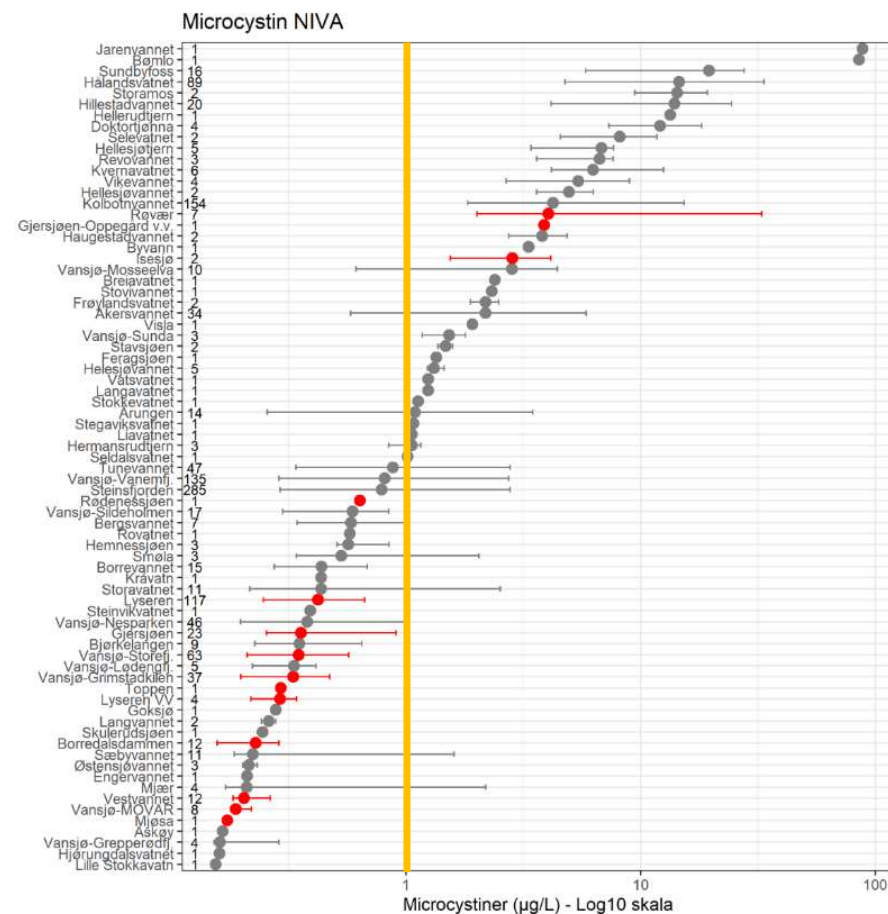


# Microcystin i norske vannkilder

Microcystiner målt ved ELISA (Abraxis) i innsendte prøver fra ferskvann i perioden 2004–2020

● Råvannskilder

| Anbefalt grenseverdi (WHO, EU):  
1 µg/l microcystin



# MOVAR - Vansjø vannverk



Drikkevannet for Mossregionen blir produsert ved Vansjø Vannverk.

Vannverket er et avansert fullrenseanlegg som benytter Vansjø som råvannskilde.

Anlegget ligger i Moss kommune.

Vannet fra Vansjø passerer gjennom flere rensetrinn i vannverket før det sendes ut på ledningsnett som drikkevann. Til tross for at Vansjø er i en vanskelig tilstand forurensningsmessig, produserer Vansjø Vannverk et av landets beste drikkevann. Vannverket produserer drikkevann til ca. 70 000 personer.

Sist oppdatert 8. januar 2020, kl 13:43

[« Tilbake](#)

- RENSING
- DESINFISERING
- NØKKELTALL
- VANNFORSYNING
- LEVERINGSSIKKERHET
- RESERVEVANN
- RÅVANSKILDEN
- ALGEOPPFØLGING
- VANNDISTRIBUSJON





# Tunevannet i Sarpsborg



TUNEVANNET 1975  
(Foto: Sarpsborg  
kommunale fotoarkiv)

TUNEVANNET  
(Foto: Sarpsborg kommune)



# Tunevannet i Sarpsborg

## Prøveresultater

### Badevannskvalitet 2023

Uke	Sted	Badevannskvalitet	Merknad
39	Tunevannet	God	Siktmåling og visuell befaring tatt i uke 39, badevannsprøver tatt i uke 32
38	Iesjø/Bodalstranda	God	Visuell befaring tatt i uke 38, badevannsprøver tatt i uke 32. Les også: <a href="#">Ingen tegn til blågrønnalger - men følg med</a>
33	Børtevann	God	
32	Revebukta	God	
32	Ullerøy (leirskolen)	God	
33	Feriehjemmet	God	
32	Høysand	God	
33	Kålvika	God	

## Slik graderes badevannskvaliteten

### Gradering etter siktmålinger og visuell befaring

Grad	Farge
God	Grønn
Algeoppblomstring	Orange

### Fargetabell bakterieprøver

Grad	Farge
God	Grønn
Akseptabel	Gul
Ikke akseptabel	Rød
Ikke målt	Grå



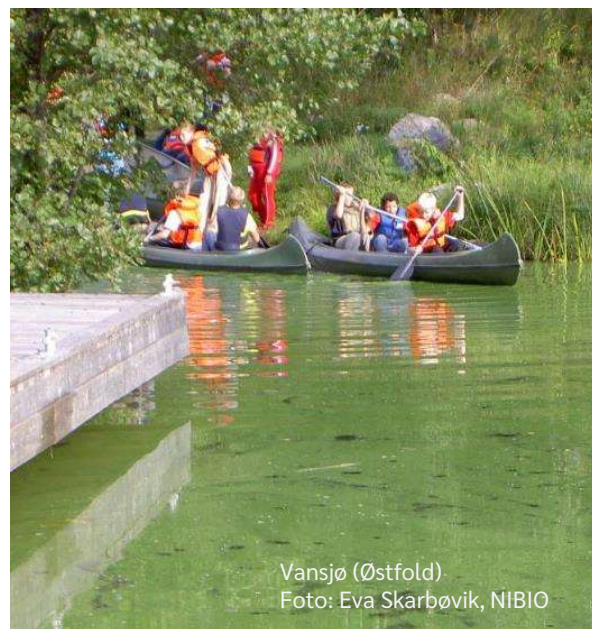




Kolbotnvann (Akershus) Foto: NIVA



Bjørkelangen (Østfold) Foto: NIVA



Vansjø (Østfold)  
Foto: Eva Skarbøvik, NIBIO



Kolbotnvann (Akershus) Foto: NIVA



Hålandsvatnet (Rogaland), Foto: Aftenbladet



Hillestadvannet, Vestfold Foto: NIVA



# Akersvannet

Aug.-Sept. 2021

- Fire hunder - oppsøkte ulike veterinærer
- Oppkast og dårlig form
- Høye leververdier
- Utfall:
  - 3 døde (24-48 timer - ca en uke)
  - 1 ble frisk
- Analyser viste store mengder microcystiner i lever og nyre
- Opprinnelig ikke mistanke om cyanotoksinforgiftning





## Hund død av mistenkt cyanobakterieforgiftning etter å ha badet

Publisert 02.09.2021 Endret 03.09.2021

Veterinærinstituttet har i dag fått spørsmål om cyanobakterietoksiner som årsak til forgiftning av hund. En hund døde etter å ha badet i Akersvannet i Stokke.

# Gyrinosvatnet/Flævatn


## August/september 2022

Ål kommune  Language ▼ Kontakt oss Ledige stillingar  Mi side  ☰ Meny

Ål kommune / Aktuelt

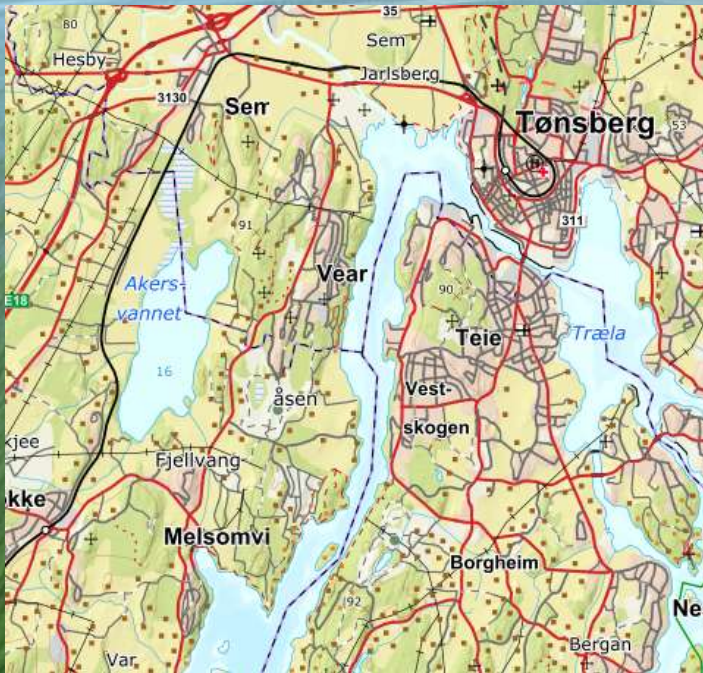
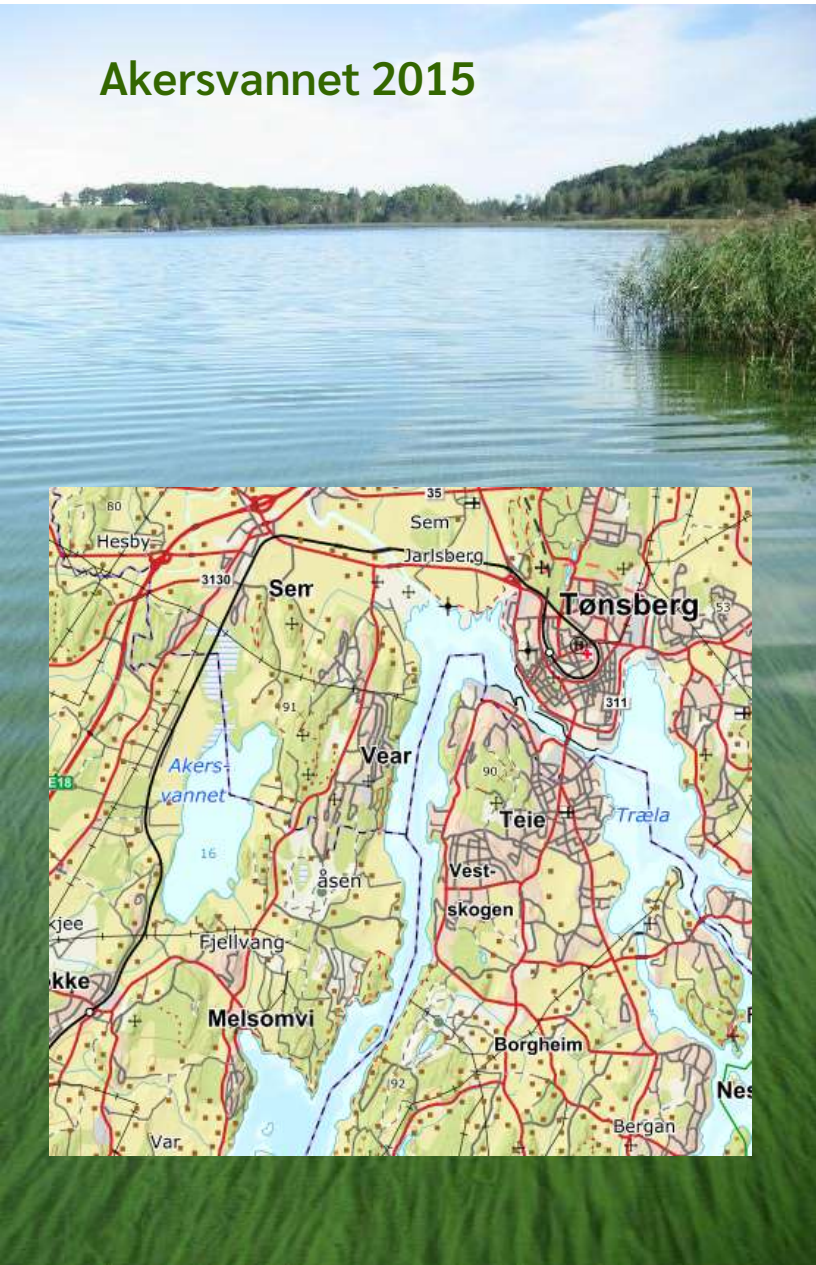
/ Anbefaling om å unngå at hunder og andre husdyr drikker i viker med tydelig grønnfarget vann i Gyrinosvatnet/Flævatn

### Anbefaling om å unngå at hunder og andre husdyr drikker i viker med tydelig grønnfarget vann i Gyrinosvatnet/Flævatn





# Akersvannet 2015



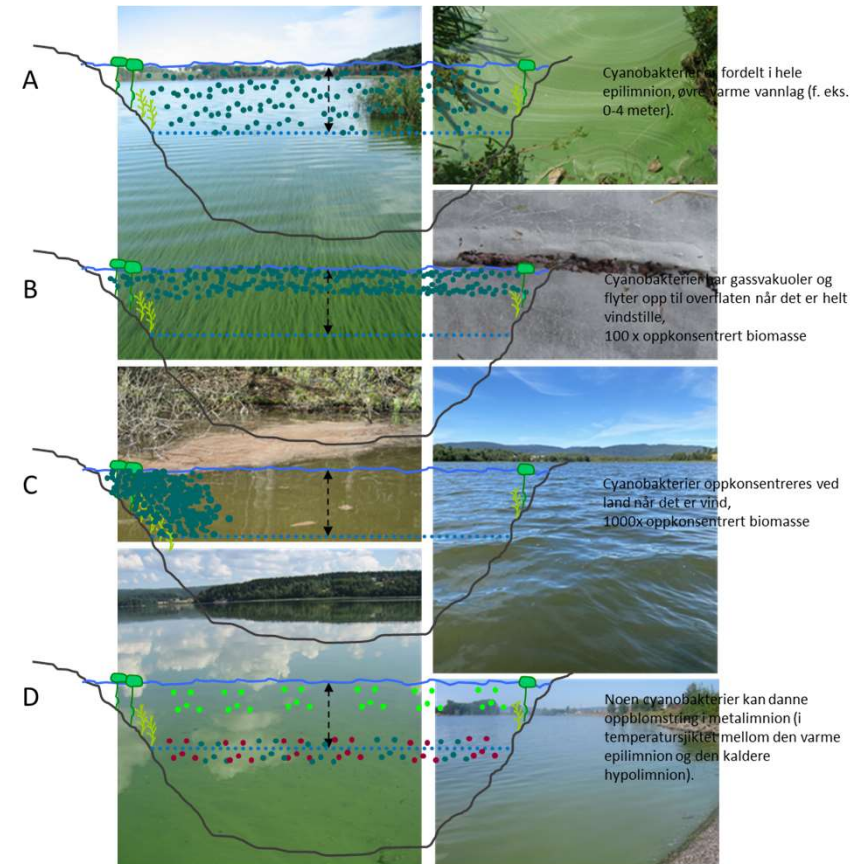




# Prøvetaking og analyser

# Prøvetaking

- Målet med prøvetakingen vil være avgjørende for hvor prøvene skal tas og hvilke prøver som skal tas.
- For å undersøke forekomst av cyanobakterier i en råvannskilde er det å anbefale at det både tas prøver av overflatevannet over innsjøens dypeste punkt, samt i overflatevannet over råvannsinntaket og fra selve råvannsinntaket.
- Badevannsprøver tas på badeplassen





# Analyser

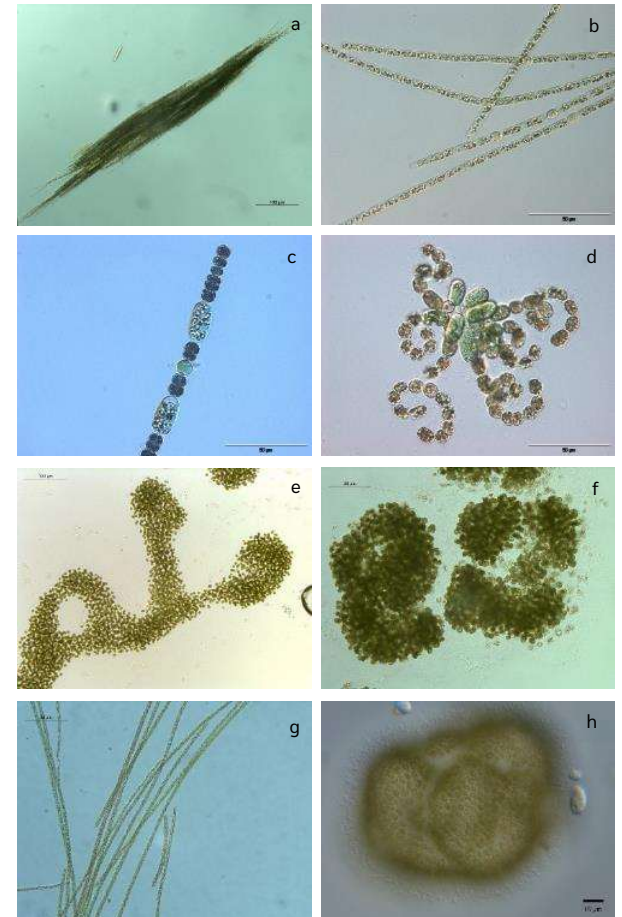
- En oppblomstring av cyanobakterier kan bestå av en kombinasjon av flere arter, hvorav noen er toksinproduserende, mens mange andre ikke produserer toksiner.
- Det er derfor ikke et direkte forhold mellom biomasse av cyanobakterier funnet i vannkilden og mengden cyanotoksiner til stede.
- Cyanotoksiner finnes stort sett inne i cellene, men dersom cyanobakteriene utsettes for stress som f.eks. frost, UV-lys, virus, kan toksinene frigjøres til vannet.





# Analyser: Påvisning av cyanobakterier

- Kvantitativ analyse av planteplankton eller cyanobakterier (biomasse og artssammensetning) (omvendt mikroskop)
- Kvalitativ analyse av planteplankton eller cyanobakterier (artssammensetning) (vanlig mikroskop)
- Genetiske metoder
- Klorofyll a er et mål på total mengde alger (inkludert cyanobakterier)



# Analysemetoder for cyanotoksiner

- Cyanotoksiner er en mangfoldig gruppe forbindelser med ulik kjemi, og det finnes per i dag ikke én analysemetode som kan benyttes for å analysere for alle cyanotoksiner i en vann- eller algeprøve.
- Valg av metode avhenger av hvilke toksiner vi leter etter?
  - Alle kjente toksiner vs ukjente?
  - En gruppe vs et bestemt toksin?
- Analysemetoder
  - Bioassayer (biokjemiske eller testorganismer)
  - LC-MS
  - ELISA



**Tabell 3.3-1:** Vanlige tilgjengelige analysemetoder mhp microcystiner, saxitoksiner og anatoksiner.

	Microcystiner	Saxitoksiner	Anatoksiner
<b>HPLC-UV/Fluoresens</b>	x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x <sup>1</sup>
<b>LC-MS</b>	x	x	x
<b>ELISA</b>	x	x	x
<b>PPIA<sup>3</sup></b>	x		

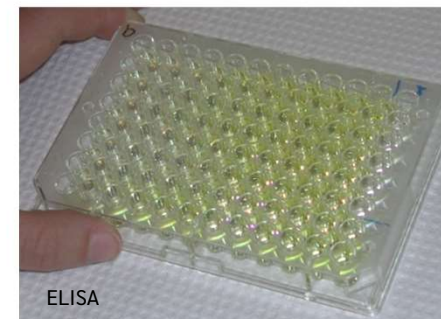
<sup>1</sup>HPLC-UV

<sup>2</sup>HPLC-Fluoresens

<sup>3</sup>Proteinfosfatase inhiberingsassay

# Analysemetoder for cyanotoksiner

- Hva er formålet med analysen?
  - Regulatorisk
    - Krever en godkjent metode
    - Analyserer kun kjente toksiner
  - Forskning
    - Kan bruke den mest passende metoden (ofte ikke validert)
    - Ønsker ofte å se etter metabolitter og “nye” varianter
- Alle har fordeler og ulemper



**Tabell 3.3-1:** Vanlige tilgjengelige analysemetoder mhp microcystiner, saxitoksiner og anatoksiner.

	Microcystiner	Saxitoksiner	Anatoksiner
<b>HPLC-UV/Fluoresens</b>	x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x <sup>1</sup>
<b>LC-MS</b>	x	x	x
<b>ELISA</b>	x	x	x
<b>PPIA<sup>3</sup></b>	x		

<sup>1</sup>HPLC-UV

<sup>2</sup>HPLC-Fluoresens

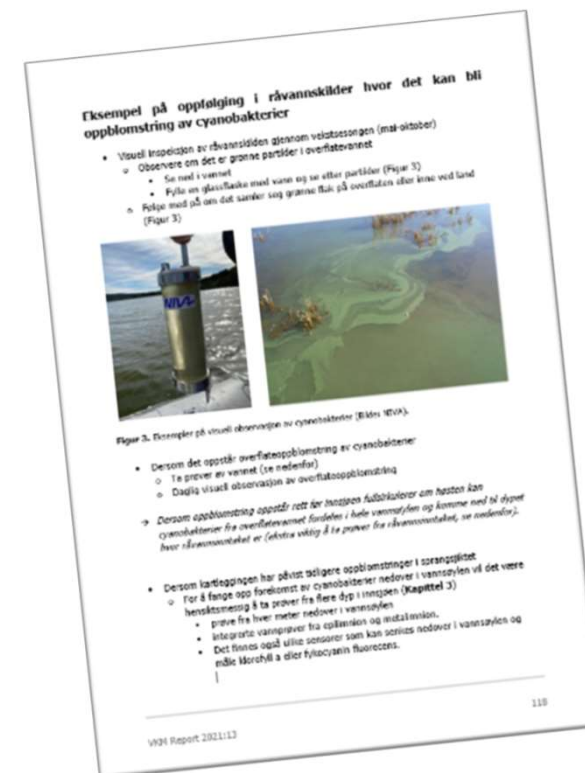
<sup>3</sup>Proteinfosfatase inhiberingsassay




# Veiledning til vannverkseiere og drikkevannsinspektører:

## Kartlegging, forebygging og fjerning av cyanobakterier og -toksiner i råvannskilder

- Kartlegging og håndtering av cyanobakterier i råvannskilde i praksis
- Kartlegging: Innhente informasjon for å vurdere risiko for oppblomstring av cyanobakterier i råvannskilden.
- Eksempel på oppfølging i råvannskilder hvor det kan bli oppblomstring av cyanobakterier
- Vedlegg i VKM-rapporten (8 sider)





Hva kan vi forvente av forekomst av cyanobakterier i vannkildene fremover, og hvilken betydning vil dette få for vannkvaliteten?

# Klima i Norge i 2100

- Gjennomsnittstemperaturen på fastlandet i Norge forventes å øke med 2,3 til 4,6 grader innen 2100.
  - Varmere alle årstider
- Framtidens klima vil også gi **mer nedbør, flere regnflommer og mer skred** – både jordskred og snøskred.
  - Mer nedbør (med mulig unntak om sommeren)
  - Flere dager med høy nedbørintensitet – alle årstider
  - Sannsynligvis mindre snøsmelteflommer, men større/flere regnflommer







Kilde: <https://www.nrk.no/innlandet/mjosa-flyter-over-av-rundballer-fra-gardsbrukene-i-gudbrandsdalen-1.16511951>



# Ekstremværet «Hans» i 2024

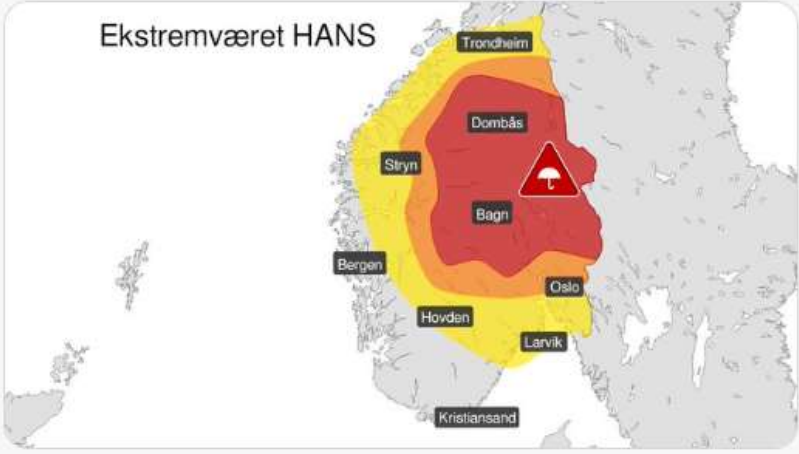
**4R Meteorologene** @Meteorologene · Aug 6

Et rødt farevarsel om ekstremt mye regn er sendt ut for deler av Sør-Norge.

Det er ventet 80-100 mm på 24 timer. Hendelsen vil mange steder være blant de kraftigste siste 25 år.

Hold deg oppdatert på situasjonen på: [yr.no/nb/farevarsler](https://yr.no/nb/farevarsler)

**Ekstremværet HANS**



The map shows a red triangle indicating the area of extreme weather forecast, centered over the Bagn region. The forecast area is shaded in red and orange, covering parts of southern and central Norway. Major cities labeled on the map include Trondheim, Dombås, Stryn, Bagn, Bergen, Oslo, Hovden, Larvik, and Kristiansand.

21 69 166 196K

Twitter/X søndag 6. august 2023



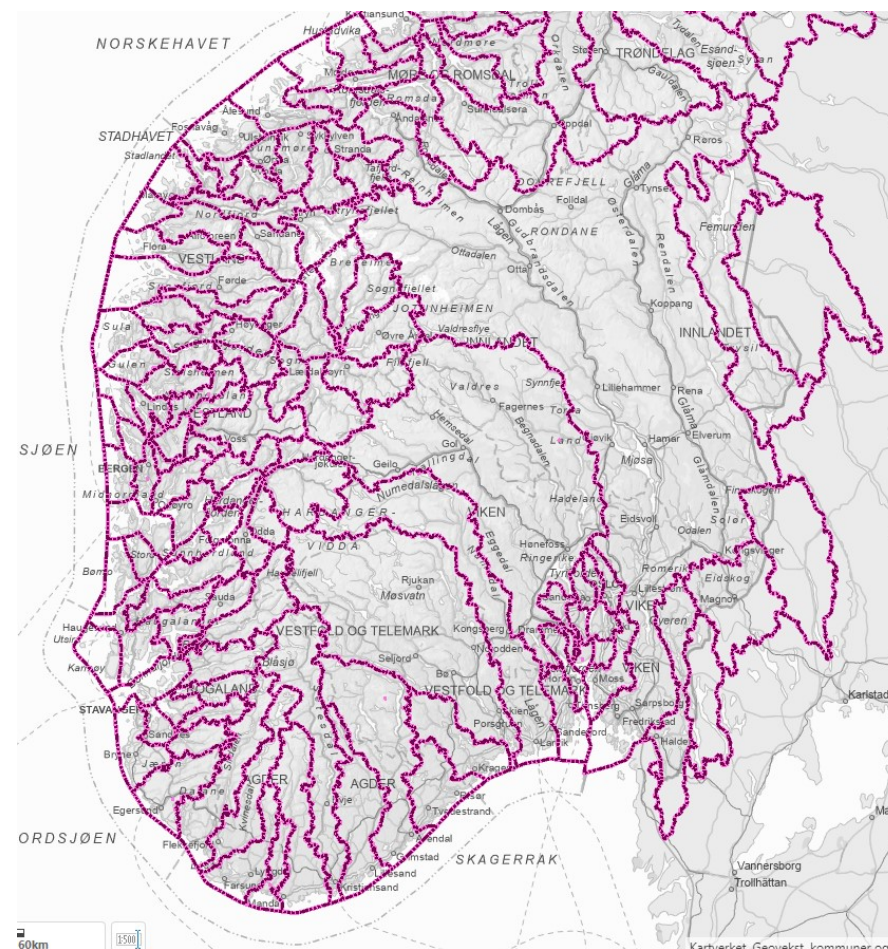
Kilde: <https://www.aftenposten.no/norge/i/3EdJeM/her-spyles-urenset-kloakk-rett-ut-i-drikkevannskilden>



Kilde: [https://www.nrk.no/innlandet/kloakk-renner-rett-ut-i-mjosa\\_-frarader-bading-1.16518607](https://www.nrk.no/innlandet/kloakk-renner-rett-ut-i-mjosa_-frarader-bading-1.16518607)

# «Hans» rammet de to største vassdragene i Norge

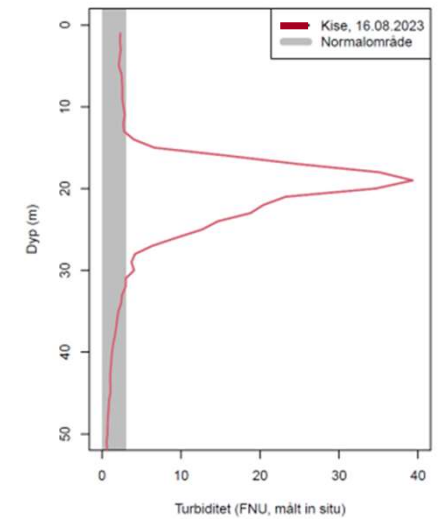
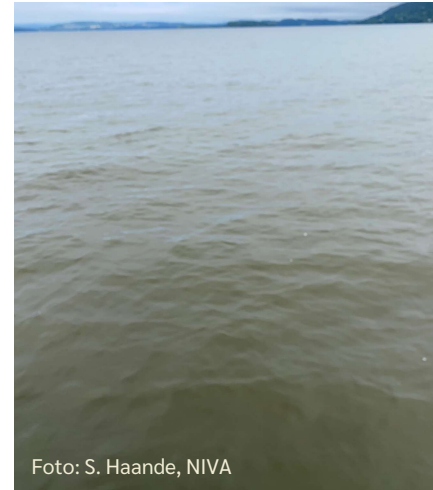
	Drammensvassdraget	Glommavassdraget
Lengde (km)	308	623
Nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	17 115	41 820
Middelvannføring (m/s)	314	728
Vannføring «Hans» (m/s)	1900	3170
Innsjøer	Randsfjorden, Sperillen, Krøderen, Tyrifjorden	Mjøsa, Øyeren
Elver	Hallingsdalselva, Begna, Dokka, Randselva, Storelva, Drammenselva	Glomma, Gudbrandsdalslågen, Vorma
Fjord	Oslofjorden - indre	Oslofjorden - ytre



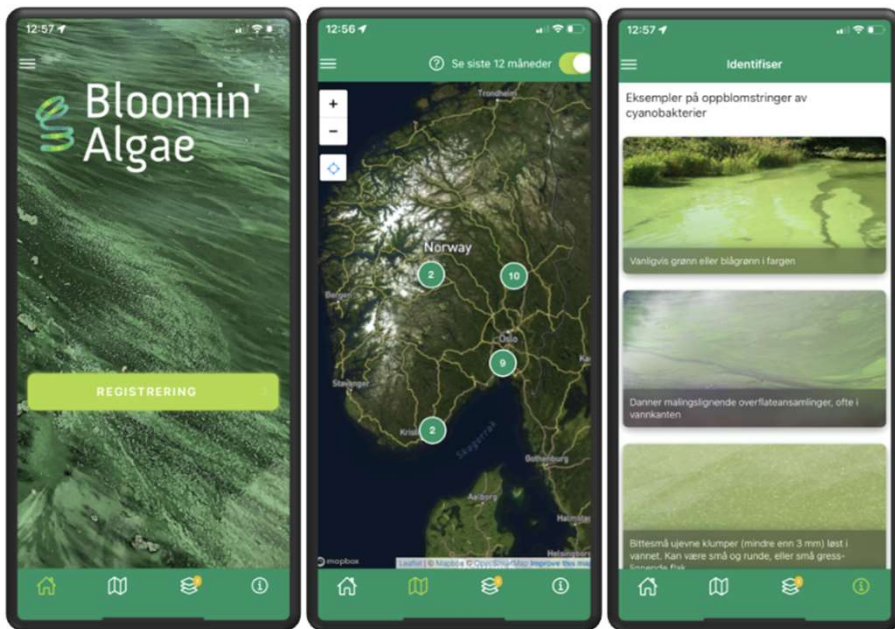


# Hva skjedde i innsjøene?

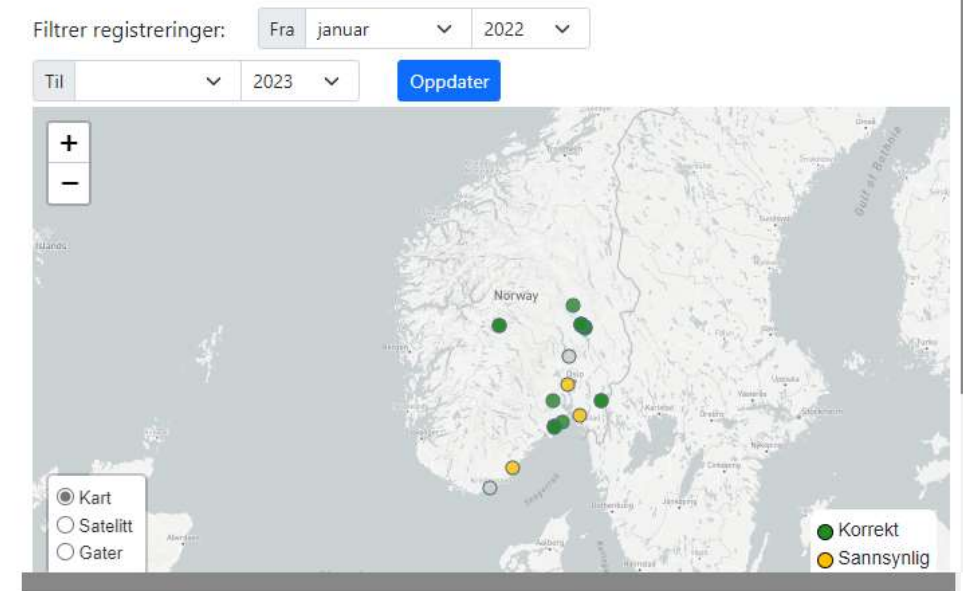
- Høyt fargetall
  - Mer organisk materiale
  - Noe mer næringsstoffer (P)
  - En liten økning i klorofyll a
- 
- Store vannvolum har en «fortynningseffekt» på høye tilførsler (vises ved lavere ledningsevne)
  - Rapporter om strandnære oppblomstringer av cyanobakterier i Mjøsa
  - **Lang oppholdstid i de store innsjøene, kan ha effekter i lang tid framover.**



# Bloomin' Algae app for registrering av oppblomstringer



## Kart over innsendte registreringer



<https://www.niva.no/forskning/ferskvannskologi/cyanobakterier/bloomin-algae>





Takk for meg!  
[sigrid.haande@niva.no](mailto:sigrid.haande@niva.no)