

A photograph of a person in a kayak on a large body of water under a blue sky with clouds. The person is wearing a dark top and sunglasses. The water is calm with some ripples.

# Miljøgiftene i Mjøsa – status og mulige tiltak lokalt

av Eirik Fjeld

Foredrag for Vassdragsforbundet, 25.03.2019



I. Om risiko

II. Miljøgifter og forurensing i Mjøsa

III. Hvordan møte utfordringene?

# Kalkunens feilslutning



# Sort svane

1. Hendelsen har inntruffet som en fullstendig overraskelse
2. Hendelsen har en vesentlig betydning
3. Hendelsen, etter at den har inntruffet, rasjonaliseres og «forklares» ved hjelp av menneskelig etterpåklokskap



# Deepwater Horizon - 2010

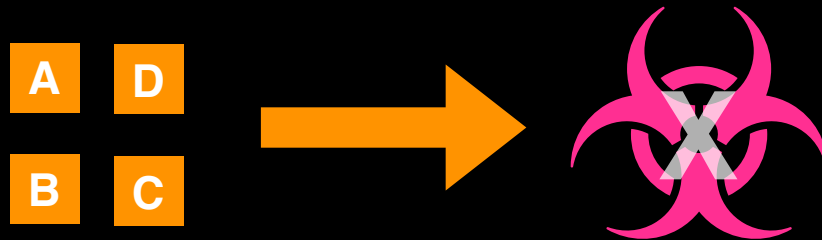


# Fukushima kjernekraftverk



# Sorte svaner

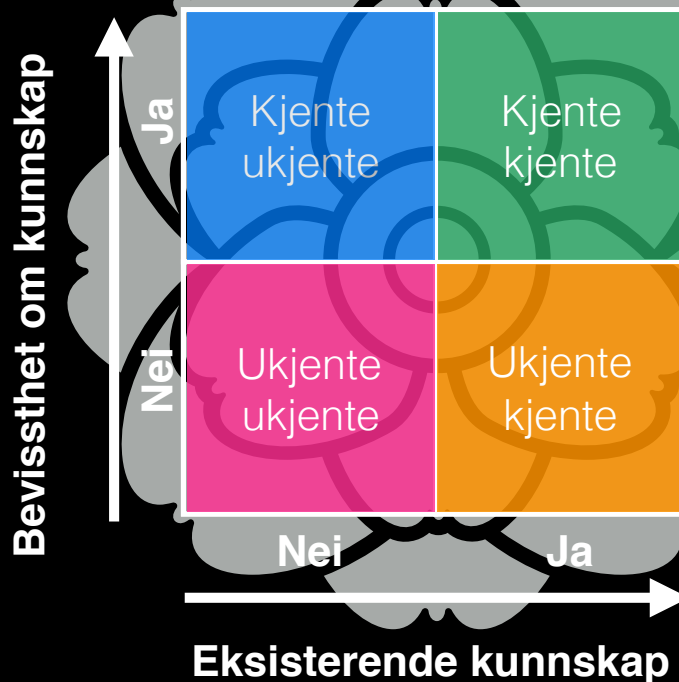
- Kombinasjoner av tilstander og hendelser som sammen gir katastrofen:



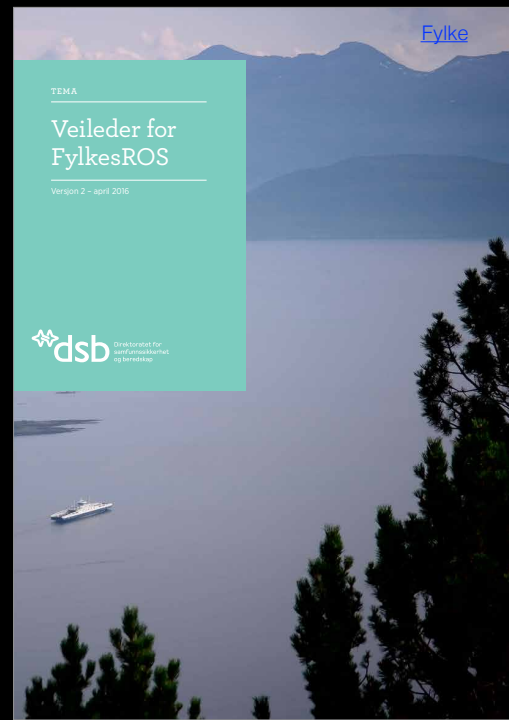
- Vi identifiserer normalt ikke slike kombinasjoner i risikoanalysen - hvis vi gjorde det ville de ofte bli sett bort fra på grunn av neglisjerbar sannsynlighet

prof. Terje Aven, UiS  
Brann og eksplosjonssikring i petroleumsindustrien 2014,  
Haugesund 6-7 Mai Tekna

# Miljøutfordringer



# ROS-planer



# ROS-planer



# Forskrifter og miljøansvar

- Vannforskriften
- Avløpsforskriften
- Drikkevannforskriften
- Internkontrollforskriften

# Miljøgiftundersøkelser i Mjøsa

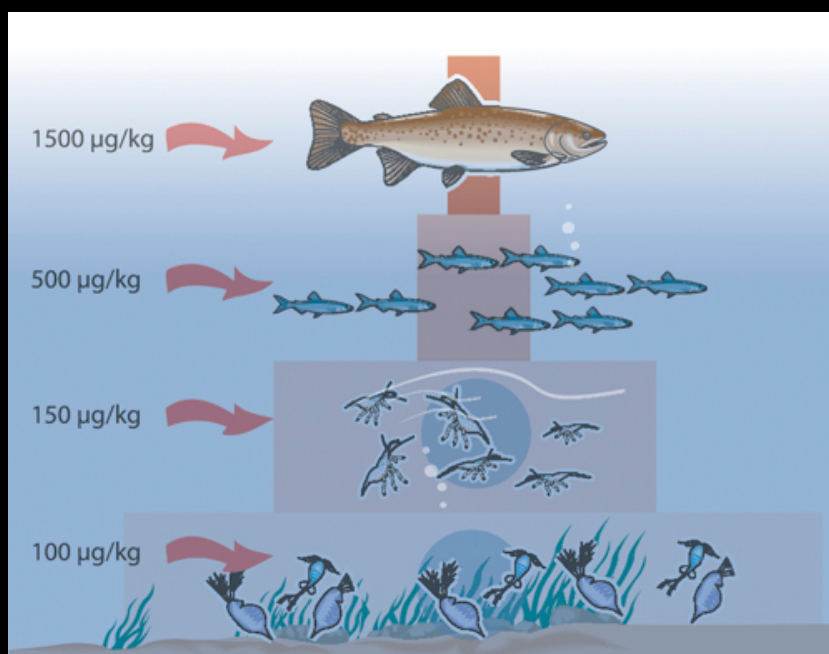
- Første undersøkelser, 1970
- Sporadiske undersøkelser fra 1980 – 1999
- Programmet Miljøgifter i Mjøsa (2002 – 2012)
- Programmet Store innsjøer (2013 – 2016)
- Programmet Miljøgifter i ferskvann (2017 – )
- Screeningundersøkelser (2012 – )

# Miljøgifter

- Det er kjemiske forbindelser som er
  - lite nedbrytbare (persistente)
  - kan hope seg opp i levende organismer/ næringskjeden (biomagnifiserer)
  - er giftige eller farlige for miljøet
- Stoffe som er svært lite nedbrytbare og svært lett hoper seg opp i levende organismer, regnes som miljøgifter – selv om de ikke har kjente giftvirkninger.
- Miljødirektoratet har en liste over prioriterte miljøgifter. Hittil er over 30 stoffer og stoffgrupper oppført på listen. For mange av stoffene er tiltak som krav til utslippsreduksjoner og forbud innført.



# Biomagnifisering



# Tilførselsveier for miljøgifter

- **Lokale utslipp**

renseanlegg,  
overflateavrenning fra  
urbane områder,  
landbruk, veier, diffuse  
tilførsler



- **Langtransport**

atmosfæriske avsetninger  
(regn og støv/aerosoler)



- **Innløpselver**

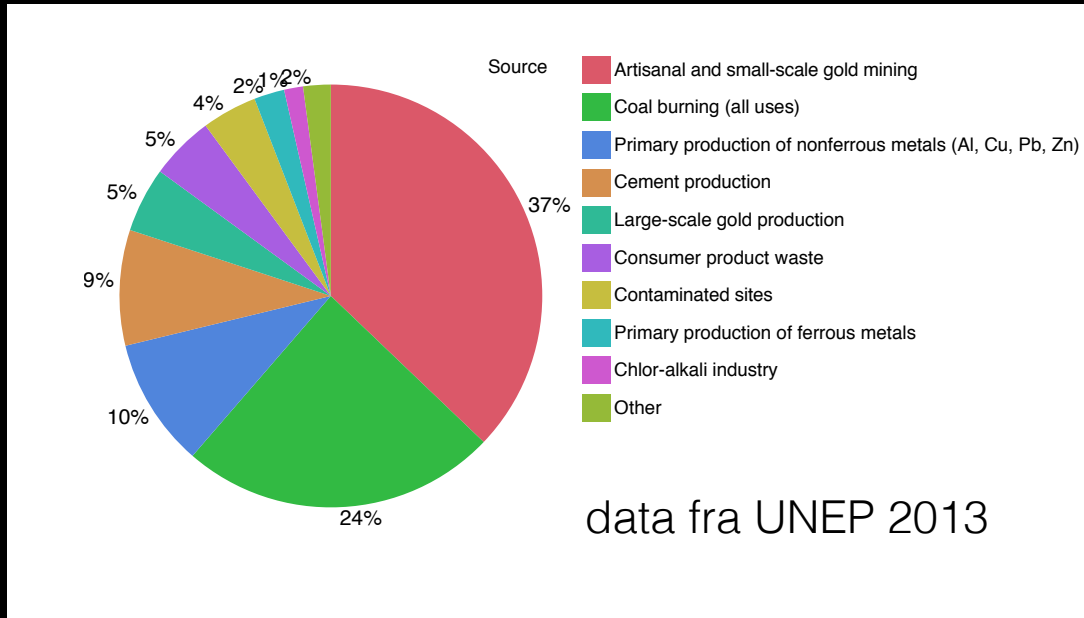
# Kvikksølv som miljøgift

- Viktigste kilde i dag er langtransportert atmosfæriske avsetninger
- Utslippskildene er særlig primitiv gullutvinning, forbrenning av kull og smelting av metaller
- Internasjonale avtaler, Minamata-konvensjonen, tar sikte på å begrense bruk og utslipp av kvikksølv

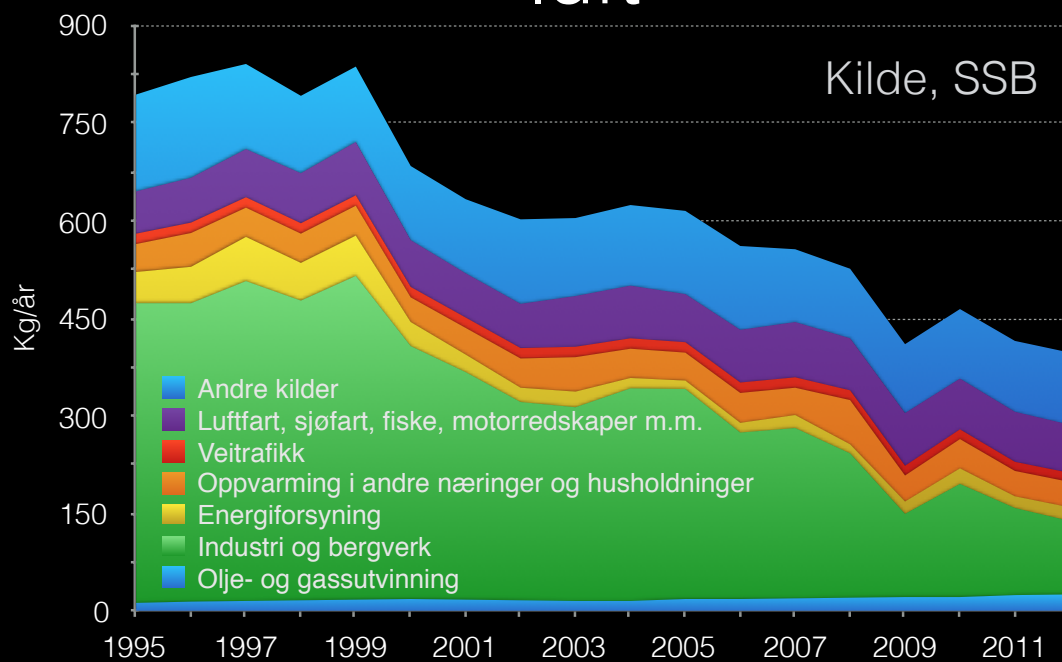




# Kilder til kvikksølvforurensning



# Norske kvikksølvutslipp til luft

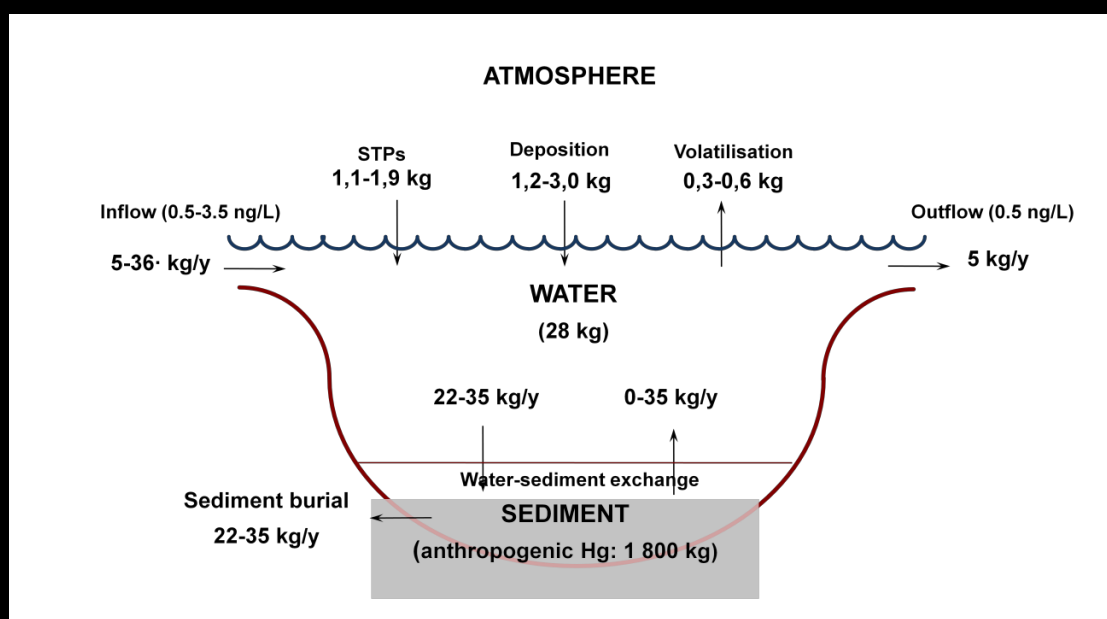


# Kvikksølv i Mjøsa

- Betydelige lokale utslipp på 1960-tallet, bl.a. fra produksjonen av tremasse
- På 1980-tallet ble det beregnet at 1,8 tonn kvikksølv var tilført Mjøsas sedimenter
- Utslippene førte til svært høye kvikksølvnivåer i rovfisk
- Utslippene ble stanset på 1970-tallet og nivåene i fisk ble redusert

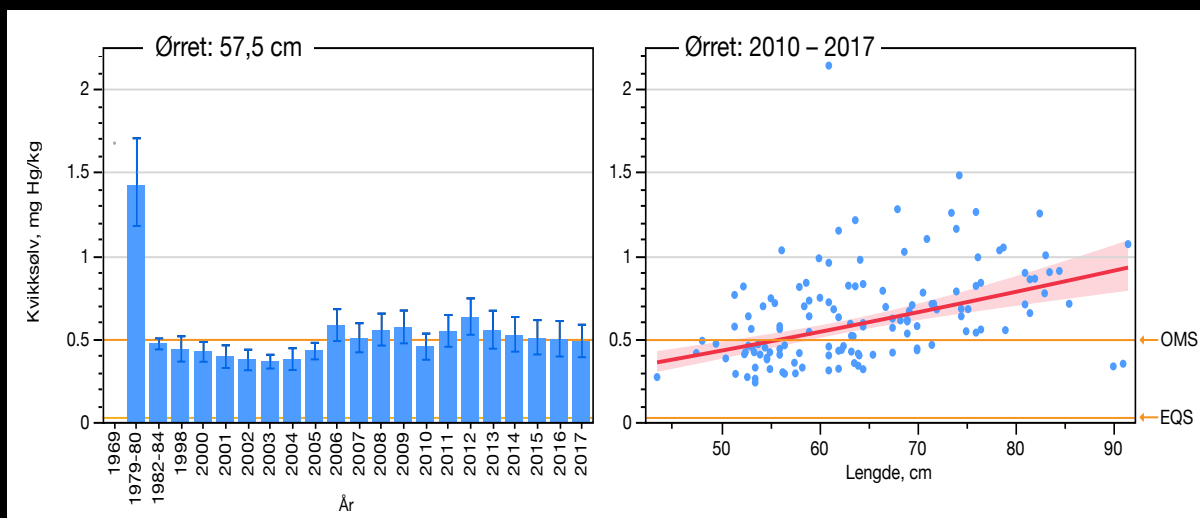


# Kvikksølv til Mjøsa



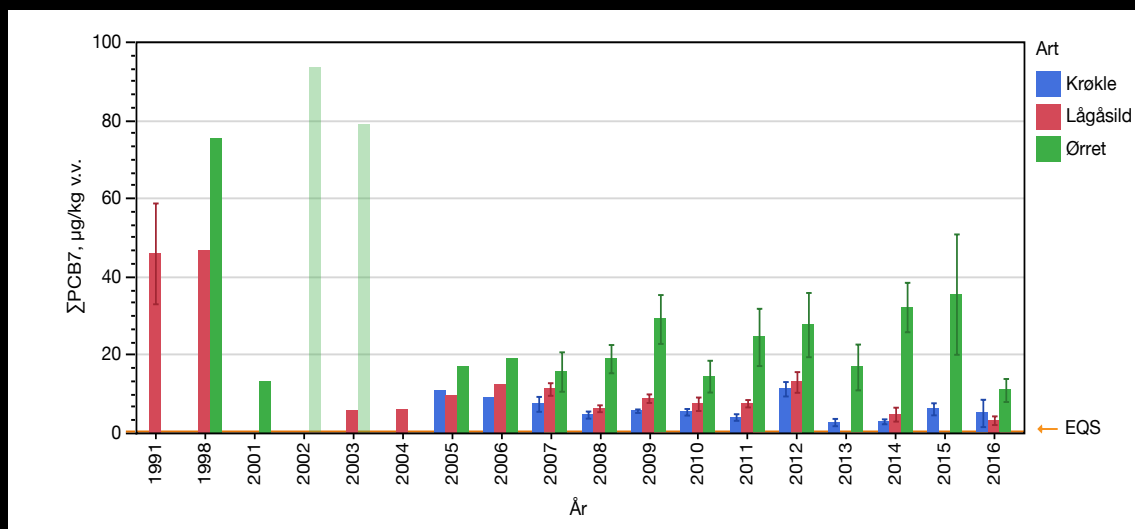
# Kvikksølv i ørret

grensen for omsetning til konsum (**OMS: 0,5 mg/kg**) og miljøkvalitetsstandarden (**EQS: 0,02 mg/kg**) overskrides i stor fisk



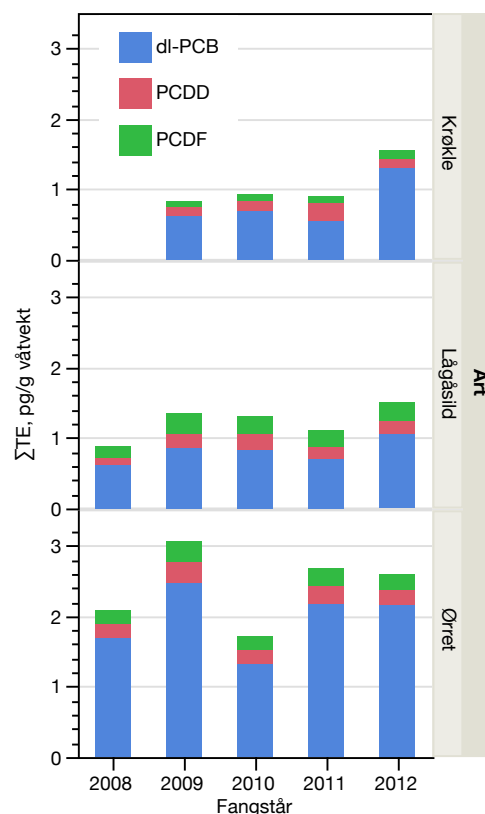
# PCB i Mjøsa

Mjøsa har hatt lokale utslipp fra ulik industri, eks. NSBs verksteder ved Hamar. Prøver av sedimenter viser at andre punktutslipp også har funnet sted. Nivåene i fisk er betydelig redusert siden slutten av 1990-tallet, men ingen systematiske endringer kan spores siste 10-år. Miljøkvalitetsstandarden (EQS-verdi) for  $\Sigma$ PCB7 på 0,6  $\mu$ g/kg overskrides i fisk.



## Dioksiner og dioksinliknende PCB i Mjøsa

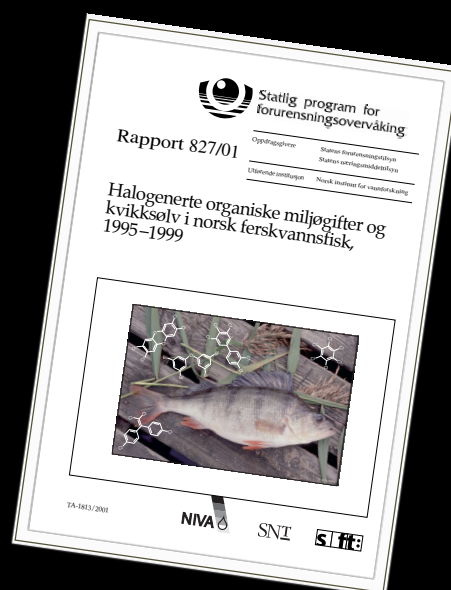
- Konsentrasjonene i pelagisk fisk som storørret, krøkle og lågåsild, innsamlet i 2008 –2012 var lavere enn vannforskriftens miljøkvalitetsstandard (**EQS-verdi**) for sum av toksiske ekvivalenter ( $\Sigma TE$ ) på **6,5 pg TE/g** våtvekt.
- Dioksinliknende PCB (dl-PCB) ga det absolutt største bidraget til sum av toksiske ekvivalenter i fisk. Et vedvarende ukentlig konsum på mer enn 60 g av Mjøsørret vil overskride ESFAs reviderte grenseverdi for inntak av toksiske ekvivalenter for en person på 70 kg.
- Tilførselene av dioksiner fra elver, luft eller avløps-rensesanlegg er ikke kjent.



## Bromerte flammehemmere

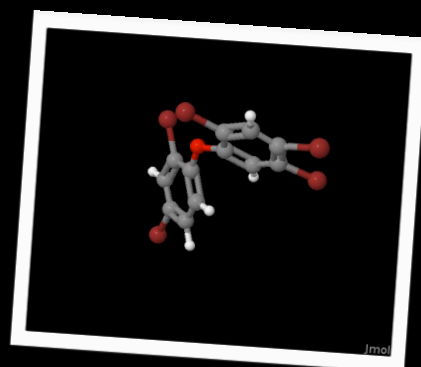
I 2001 rapporterte NIVA om svært høye nivåer av PBDE i Mjøsfisk:

«Leverprøvene av lake fra Mjøsa viste svært høye nivåer av bromerte flammehemmere og indikerer at Mjøsa er betydelige påvirket av lokale forurensninger»



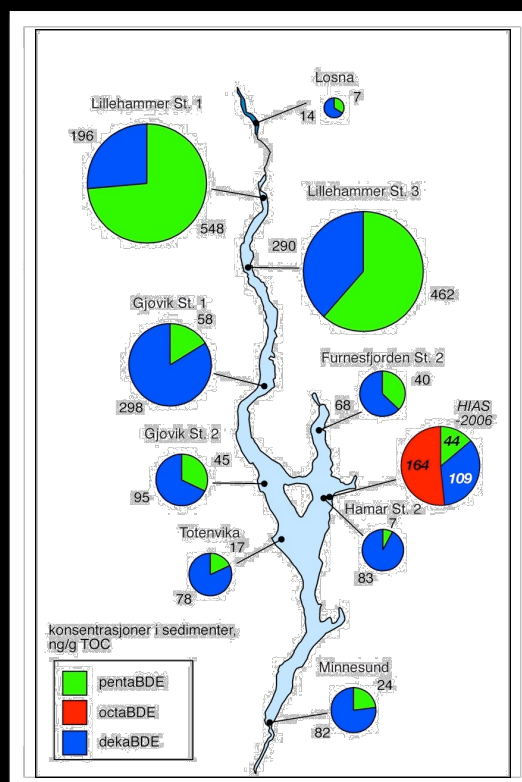
# PBDE som miljøgift

- Svært fettløselge
- Persistente i miljøet
- Oppkonsentreres i næringskjedene
- Kjemisk struktur som likner PCB
- Har/antas å ha helse- og miljøskadelige effekter:
  - kan forstyrre omsetningen av thyroid-hormoner
  - svake dioksinliknende egenskaper
  - kan virke nevrotoksisk



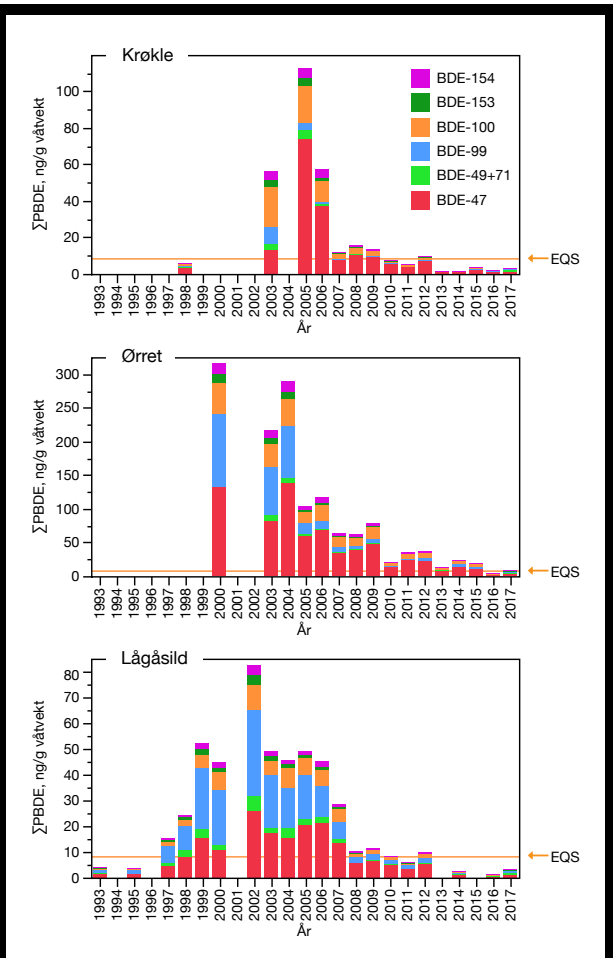
## PBDE i Mjøsa

- Nytt forskningsprogram kunne i 2003 bekrefte rekordhøye nivåer i Mjøsa
- Miljøundersøkelser og kartlegging av industri fant at kilden til utslipp var en tekstilbedrift ved Lillehammer
- Utslippene ble stanset i 2003, men bruken ble i en kort periode erstattet med en annen miljøskadelig bromert flammehemmer (HBCDD)
- SFT igangsatte i 2003 et overvåkingsprogram for miljøgifter i Mjøsa
- PBDE ble i 2009 inkludert i den internasjonale avtalen «Stockholm-konvensjonen» som begrenser bruk og utslipp av persistente organiske miljøgifter. Norge var en pådriver i dette arbeidet.



# PBDE i Mjøsfisk

- Konsentrasjonene av PBDE i fisk har sunket betydelig siden de rekordhøye nivåene registrert på begynnelsen av 2000-tallet.
- I storørret, krøkle og lågåsild er konsentrasjonene lavere enn vannforskriftens miljøkvalitetsstandard (EQS-verdi) på 8,6 ng/g for biota.
- For lågåsild, hvor vi har prøver tilbake fra 1993, er dagens konsentrasjoner de laveste som er registrert.
- Konsentrasjonene i sedimenter og trolig også vann er lavere enn vannforskriftens miljøkvalitetsstandarder (EQS-verdier).
- De lokale tilførselene fra avløpsrensaneanlegg er av mindre betydning sammenliknet med tilrenning fra elver og atmosfæriske avsetninger.



## Nye miljøgifter

- Gamle klassiske miljøgifter fases ut på grunn av reguleringer og økt miljøbevissthet hos befolkning, myndigheter og industri
- Behøver ikke ha høy akutt toksisitet, men kan forstyrre reproduksjon, stoffskifte, virke nevrotoksisk eller være kreftframkallende



# Nye miljøgifter i Mjøsa

- **Screening-programmene**  
Miljøforvaltningen (SFT, KLIF, Miljødirektoratet) har gjort undersøkelser av nye miljøgifter siden 2004, og Mjøsa har vært inkludert i disse
- **Store innsjøer / Milfersk-programmene** har gått siden 2013. Mjøsa har vært hovedlokaliteten og flere nye miljøgifter er inkludert i programmet



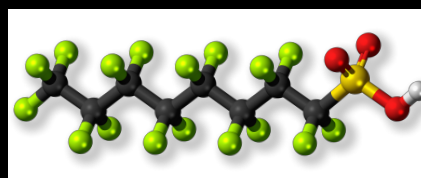
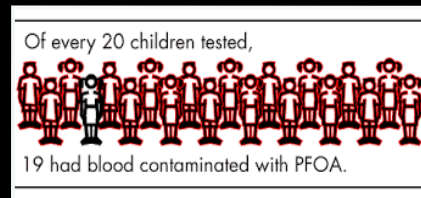
# Screening-programmene

- Kartlagt nye miljøgifter i utslipp fra bl.a. rensesanlegg til Mjøsa
- Forekomst av nye miljøgifter i vann, sedimenter og biota (Mjøsa: zooplankton, Mysis og fisk)
- Mange nye miljøgifter passerer rensesanleggene, men fortynningen er såvidt stor at langt fra alle kan påvises i Mjøsas miljø
- Få av de undersøkte nye miljøgiftene viser evne til å opp-konsentreres i Mjøsas pelagiske næringsnett



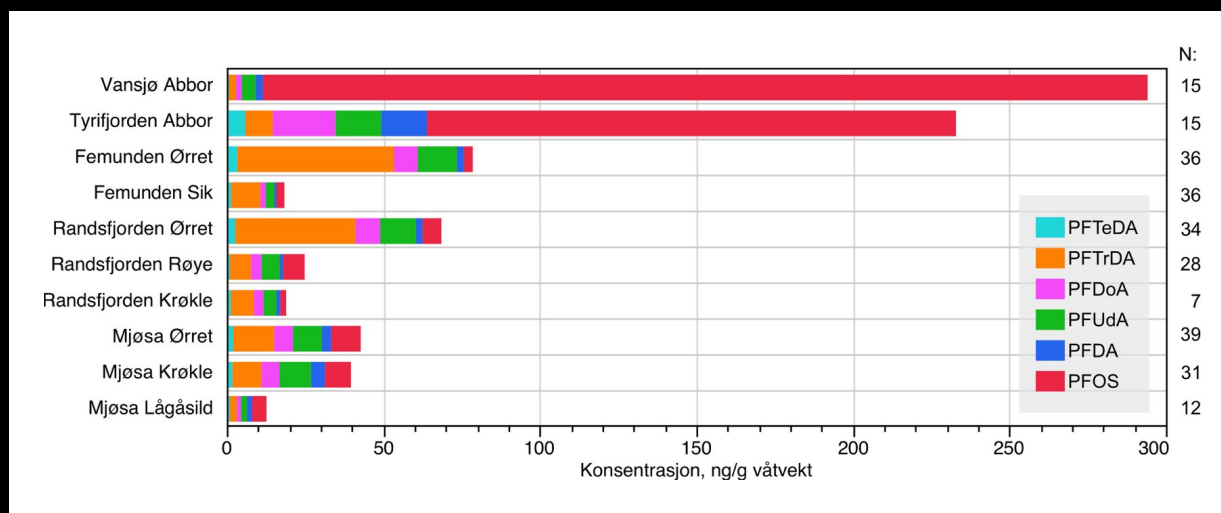
# Perfluorerte alkylstoffer - PFAS

- Mange forskjellige forbindelser: karbonkjeder med fluoratomer knyttet til seg og en funksjonell gruppe i enden
- Persistente stoffer, motstandsdyktige mot varme, vann og olje
- Overflateaktive, brukes til impregnering, på emballasje, vann- og smussavstøtende middel, skismurning, brannskum, anti-slipp belegg og i galvaniseringsbad for metall
- Flere er giftige i akvatisk miljø, kan gi fosterskader, forstyrre stoffskifte og reproduksjon
- De mest skadelige forbindelsene er etterhvert strengt regulert i Norge, og er på vei inn i internasjonale miljøavtaler



# PFAS i ferskvannsfisk

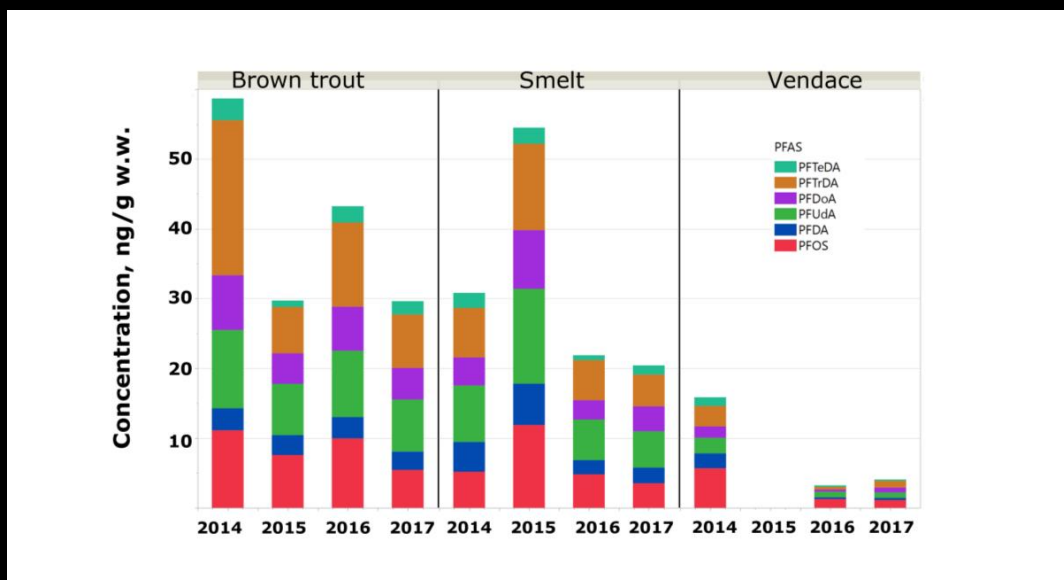
Konsentrasjoner i lever, resultater fra Store innsjøer-undersøkelsen, 2013-2016





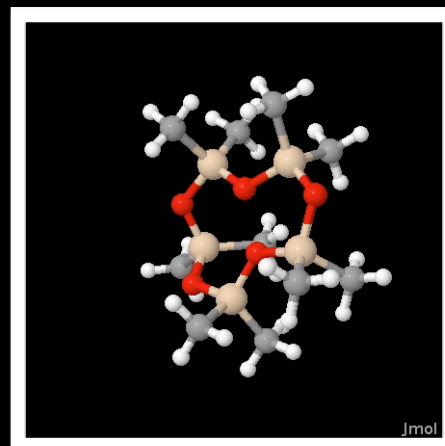
# PFAS i Mjøsfisk, trend

Konsentrasjoner i lever



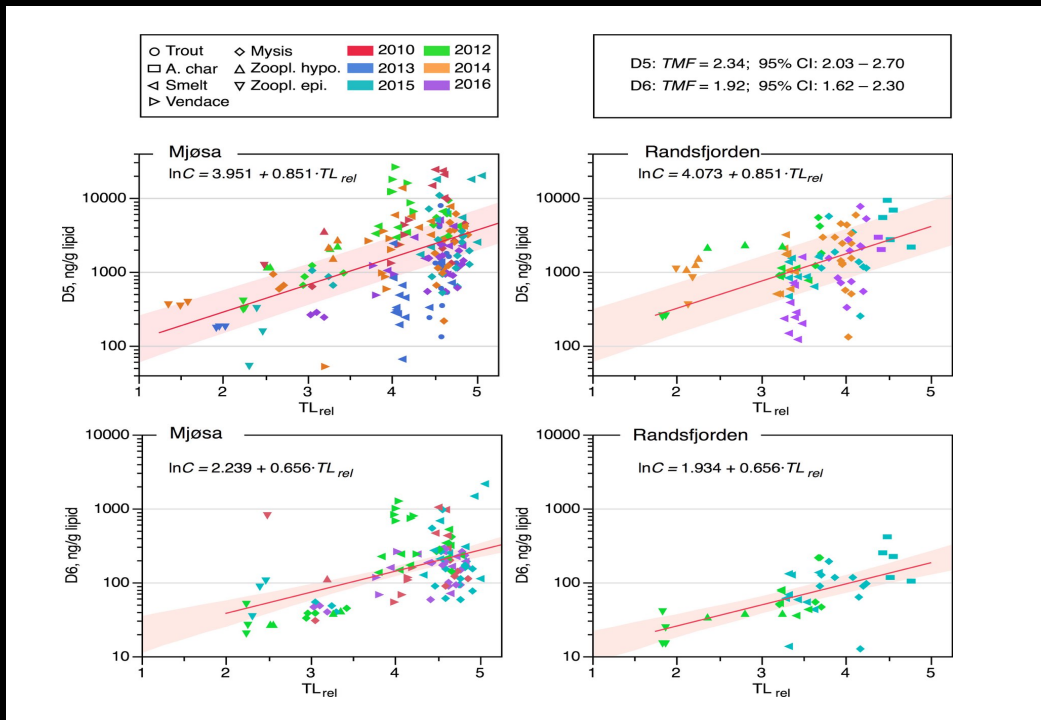
## Siloksaner, cVMS

- **c**yclic **V**olatile **M**ethylated **S**iloxanes (cVMS)
- Tre forbindelser: D4, D5 og D6
- Brukes i personlige pleieprodukter som sjampo, hårbalsam, kremer etc., i bilpleieprodukter og maling
- Flyktige, virker som løsemidler og gjør hud/hår mykt

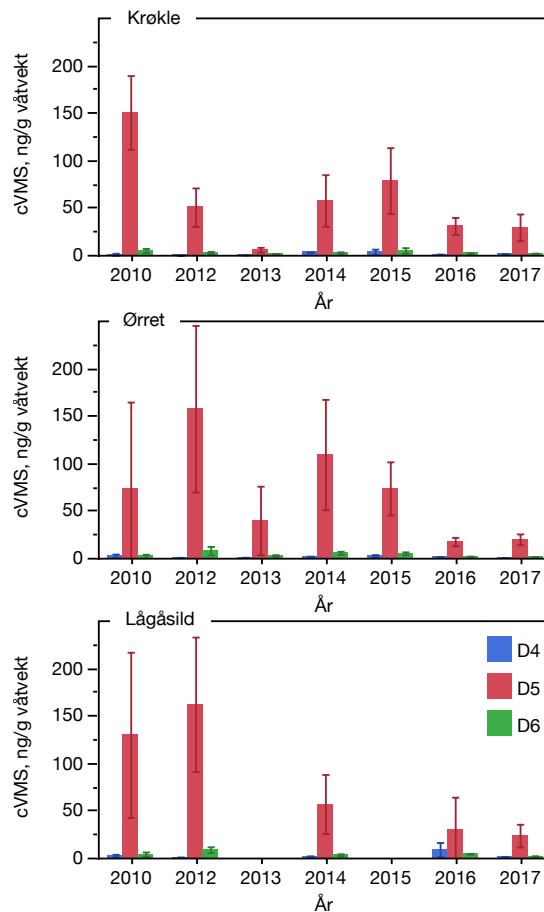


Jmol

# cVMS, oppkonsentrering i næringskjeder



# cVMS i ørret, årlig variasjon



# Regulering av siloksaner

- I EU innføres det et forbud mot D4, D5 og D6 i høyere nivåer enn 0,1 prosent i personlige pleieprodukter mm. som vaskes av ved vanlig bruk
- D4 og D5 har blitt klassifisert som vP og vB forbindelser (very Persistent og very Bioaccumulative)
- Resultatene fra Mjøsa og Randsfjorden har vært brukt under evalueringen
- EU vurderer nå om D6 er persistent, bioakkumulerende og giftig (PBT) eller er svært tungt nedbrytbar og svært bioakkumulerende (vPvB).

# Farmasøytiske produkter

- Kjent at betydelige mengder farmasøytiske produkter og nedbrytningsprodukter av disse passerer renseanlegg
- De fleste av de er vannløselige og biomagnifiserer ikke
- Utslipp til vann kan gi biologiske effekter på akvatisk liv
- Stoffene kan være hormonforstyrrende, forårsake bakteriell resistens, gi genskader, mm.
- Screeningundersøkelsen for 2016 omfatter legemiddelrester.

SVT Nyheter Öst

Stångåns vatten förorenat av mediciner



Abborrens beteende påverkas av läkemedel som släppts ut i vattnet, visar forskning från Umeå. Foto: SVT

Vattnet i Stångån innehåller så höga halter av läkemedlet Meclozin att det riskerar att påverka fisken. Länsstyrelsens mätningar visar på spår av läkemedel i de flesta större sjöarna i Östergötland.

Provtagningarna i Stångån som Länsstyrelsen gjort visade också att halterna av smärtmedicinen Diklofenak överskred Havs- och vattenmyndighetens gränsvärden. Sammanlagt hittades 33 olika preparat i vattnet.

Läkemedelsrester hittades i flera av sjöarna och vattendragen i länet, men halterna var inte lika höga som i Stångån. Bland annat hittades antipsykotiska preparat i samtliga undersökta abborrar från Dovern, Sommen, Roxen, Glan och Pampusfjärden.

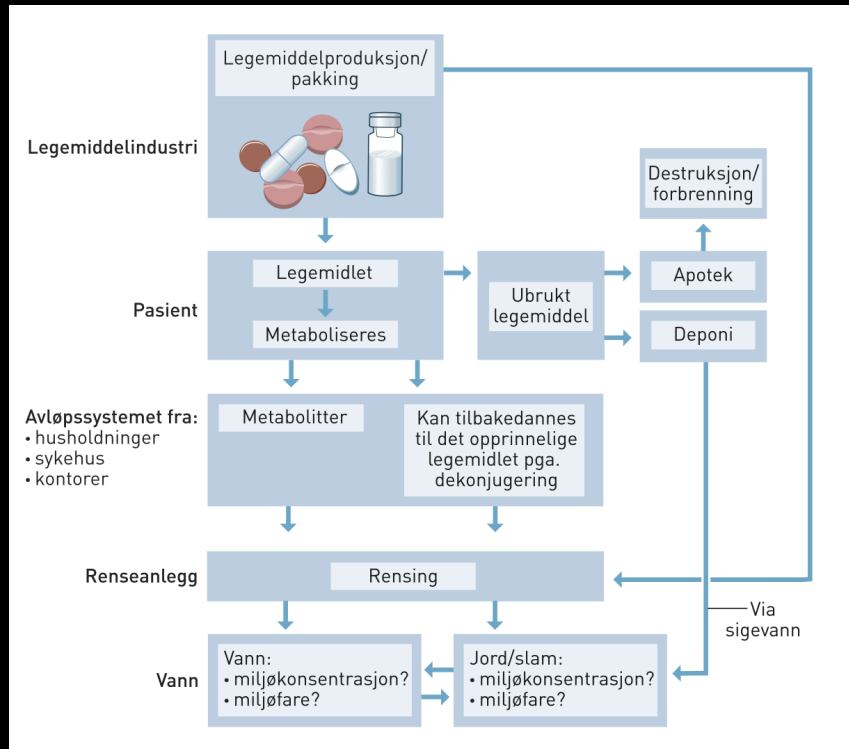
Länsstyrelsens miljöskyddsdirektör Karin Sigvardsson konstaterar att dagens reningsverk inte är utformade för att rena vatten med läkemedelsrester.

För att minska spridningen av läkemedel har nu Länsstyrelsen, Tekniska verken och andra parter runt Östersjön ansökt om pengar från EU. Pengarna ska bland annat användas till att testa och utvärdera nya reningstekniker vid avloppsreningsverk.

✉ Viktor Levander (viktor.levander@svt.se)

Publicerad: 16 december 2015 15:39  
Uppdaterad: 17 december 2015 12:11

# Legemidler som forurensning

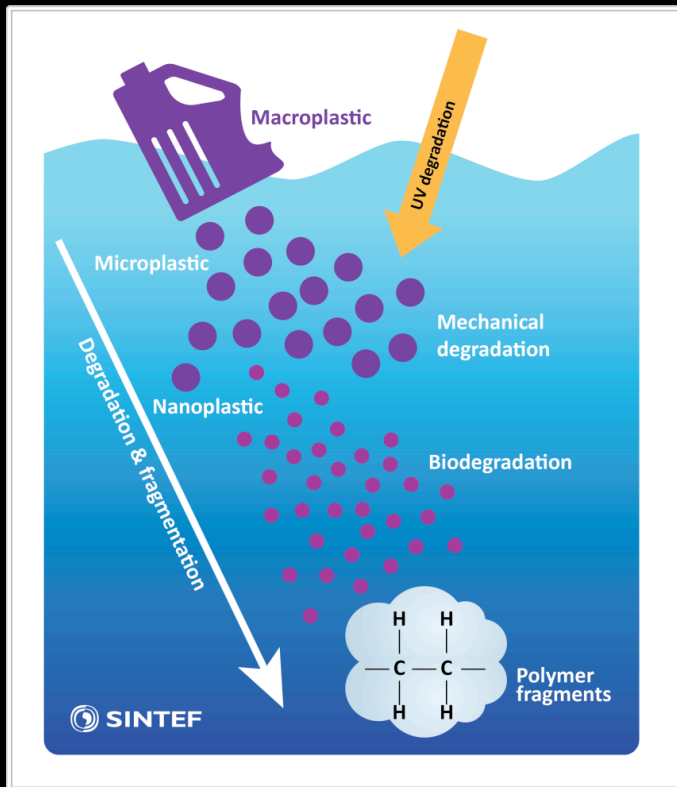


<https://tidsskriftet.no/2012/05/kronikk/legemidler-som-forurensning>

# Plast i Mjøsa



<https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html>



## Plast, fraksjoner

- Makroplast: > 5 mm
- Stor mikroplast: 1- 5 mm
- Liten mikroplast: 0,1 µm-1 mm
- Nanoplast: < 0,1 µm

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M918/M918.pdf>

## Plast, nedbrytning

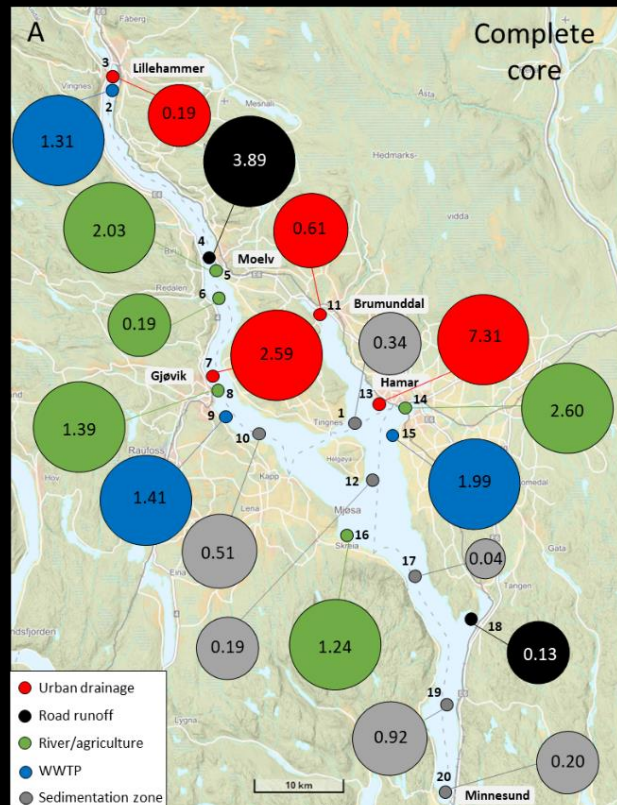


# Plast i Mjøsa

Antall mikroplast partikler/g

(størrelse: >36 µm)

Lusher et al. 2018. NIVA  
REPORT SNO 7326-2018.



# Plast i Mjøsa

Mikroplast i andemusling  
(dammusling)

10 individer tatt utenfor  
Brumunddal undersøkt.

Kun i ett individ ble det  
funnet én partikkel.



Lusher et al. 2018. NIVA  
REPORT SNO 7326-2018.

# EU regulerer mikroplast i produkter

The screenshot shows the ECHA website with a blue header. The main navigation bar includes 'LEGISLATION', 'PUBLIC CONSULTATIONS', 'INFORMATION ON CHEMICALS', and 'SUPPORT'. A search bar is located in the top right corner. The breadcrumb trail reads 'ECHA > News > Archive > All news'. On the left side, there is a sidebar with links: 'REACH 2018 Communicators' Network', 'Press material', 'Image gallery', 'Corporate and visual Identity', 'Video library', and 'Hot topics'. The main content area features the article title 'ECHA proposes to restrict intentionally added microplastics' with the reference 'ECHA/PR/19/03'. The article text states: 'ECHA has submitted a restriction proposal for microplastic particles that are intentionally added to mixtures used by consumers or professionals. If adopted, the restriction could reduce the amount of microplastics released to the environment in the EU by about 400 thousand tonnes over 20 years.' A dateline follows: 'Helsinki, 30 January 2019 – ECHA has assessed the health and environmental risks posed by intentionally added microplastics and has concluded that an EU-wide restriction would be justified. If adopted, the restriction could result in a reduction in emissions of microplastics of about 400 thousand tonnes over 20 years.' The article continues with a paragraph: 'ECHA's assessment found that intentionally added microplastics are most likely to accumulate in terrestrial environments, as the particles concentrate in sewage sludge that is frequently applied as fertiliser. A much smaller proportion of these microplastics is released directly to the aquatic environment.' The final paragraph reads: 'The persistence and the potential for adverse effects or bioaccumulation of microplastics is a cause for concern. Once released, they can be extremely persistent in the environment, lasting thousands of years, and practically impossible to remove. Currently it is not possible to determine the impact of such long-term exposure on the environment.'

## Oppsummering - utfordringer

- Identifiserte problemer i dag er høye nivåer av **kvikksølv** og trolig også dioksinlikende **PBC**-er i rovfisk som ørret og lake
- Ukjente og kommende miljøproblemer kan være knyttet til utslipp av ingredienser i **personlige pleieprodukter**, **medisinrester** og **mikroplast**
- Se opp for «**sorte svaner**» – uventede hendelser med betydelige konsekvenser

# Hvordan møte utfordringene?

- **Forbrukermakt?**

Aktive valg og handlinger hos forbrukere og offentlige og private virksomheter ved kjøp og bruk av produkter og tjenester. Miljøvennlige produkter og miljøbevisst håndtering og retur.

- **Reguleringer?**

Nasjonale og internasjonale reguleringer og avtaler. Tar ofte lang tid og krever god dokumentasjon. EUs kjemikaliedirektiv REACH er et viktig verktøy.

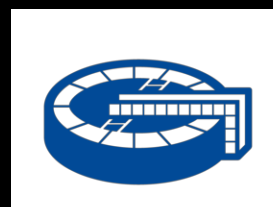
- **Forbedret renseteknologi?**

Nye renseteknologier utvikles for å imøtekomme krav og utfordringer med nye miljøgifter, mikroplast og andre problemstoffer.

- **Risikovurdering for Mjøsa?**

Gjøre en helhetlig risikovurdering for Mjøsa. Inkludere sentrale aktører som offentlig forvaltning, industri og næringsliv, vei og jernbane, landbruk, sykehus og renseanlegg.

- **Bygge inn barrierer** og gjøre systemer og infrastruktur robuste mot uventede hendelser?

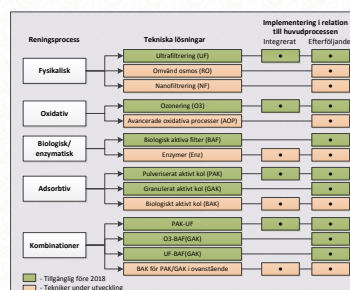


## Ny renseteknologi

For å minske utslipp av legemiddelrester og andre vannløselige forbindelser innføres i land som Tyskland, Sveits og Sverige komplementerende renseteknikker i avløpsanlegg

### Tekniske løsninger for avansert rening av avløpsvatten

Nr C 235  
April 2017



Christian Baresel, Jörgen Magnér, Kerstin Magnusson, Mikael Olshammar



# Legemidler til Østersjøen

– Vi har tittat særskilt på Østersjøns kustområde. Det bor omkring 28 millioner mennesker nærmere än två mil från kustlinjen. Ungefär 70 procent av allt deras avloppsvatten passerar genom de 45 största reningsverken i kustområdet.

Om dessa stora verk oppgraderades med tekniker för mer avancerad vattenrening skulle de totala utsläppen av kemikalier från kustområdets reningsverk till havet kunna minskas med ungefär 50 procent, säger miljökemisten Emma Undeman.

**havet.nu**

PUBLICERAD 2017-05-18



## Renseteknologi for legemiddelrester

- Linköping i Sverige, offisielt åpnet i høsten 2017
- Renseanlegg (140 000 p.e.) med Stangåen som resipient
- Rensetrinn for å fjerne legemiddelrester ved hjelp av en ozon-reaktor og biologisk etterbehandling
- Pris: 25 Mill. SEK

<https://www.tekniskaverken.se/tjanster/vatten/avloppsvatten/avloppsreningsverk/>

### Sveriges första storskaliga läkemedelsrening

Publicerat söndag 23 oktober kl 15:13



"Det berör över 1 000 olika substanser"  
(2:18 min)



Med hjälp av ozon ska vatten renas från läkemedelsrester i landets första storskaliga reningsverk. Foto: Peter Weyde, Sveriges Radio

**Nu byggs Sveriges första storskaliga vattenreningsverk som ska ta bort 90 procent av restprodukterna från våra mediciner.**

Detta är med helt ny teknik som ska bryta ned giftiga läkemedelsrester så att de inte hamnar åter i naturen. Anna Lövsén är affärsrådeschef på Tekniska Verken i Linköping, där verket nu byggs.

# Linköping reningsverk

De flesta svenska reningsverk saknar sådan teknik. Enligt Naturvårdsverket är det rimligt att bygga om reningsverken. Många av dem är äldre och har renoveringsbehov. Bygger man om de största, uppskattar Naturvårdsverket merkostnaden för rening till 600 miljoner kr per år, grovt räknat.

Miljöminister Karolina Skog:

– Under 2018 satsar man 45 miljoner kronor, nästkommande år 50 miljoner och året efter det 70 miljoner i sammanlagt stöd till kommuner som satsar på liknande anläggningar.



## Legislation: scope



- » Load reduction for downstream water use (e.g. Rhein)
- » Protect sensitive waters (ecotoxicology)
- » Protect drinking water resources (precaution)
  
- » Source control: Regulation of specific compounds (e.g. pesticides)
- » WWTPs: upgrading at specific sites

- WWTPs > 80'000 persons (out of 650)
- WWTPs > 24'000 persons discharging into lakes (drinking water protection)
- WWTPs > 200 persons discharging into surface water (protection of the environment)
- exceptions

**Yearly costs: ca. 130 million CHF**

**Implementation 2016 til 2040**



EU-kommisjonen har nylig gitt et “policy”-dokument om farmasøytiske produkter i miljøet

Her anbefales det blant annet ytterligere innsats på forskning og overvåking av legemiddelrester i avløpsvann og teknologier for å redusere utslipp av slikt.



Brussels, 11.3.2019  
COM(2019) 128 final

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL AND THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE

European Union Strategic Approach to Pharmaceuticals in the Environment

## Oppsummering – anbefalinger

- Miljøgiftsituasjonen i Mjøsa er ikke tilfredsstillende, fortsatt problemer med høye **kvikksølvnivåer** i fisk og **PCB** og dioksinlinende PCB. I hovedsak gamle synder og langtransporterte tilførsler.
- Befolkningen og ulike virksomheter tilfører renseanleggene nye miljøgifter som ingredienser fra **personlige pleieprodukter, medisinerrester og mikroplast**
- Det bør stimuleres til **aktive valg og handlinger** hos forbrukere og myndigheter ved kjøp og bruk av produkter og tjenester. Miljøvennlige produkter og miljøbevisst håndtering og retur.
- En **regional risiko og sårbarhetsanalyse** (ROS-analyse) med fokus på Mjøsa bør utarbeides, for derved å kunne identifisere mulige trusler og sikre vannmiljøet mot både akutt og mer langsiktig forurensing.
- **Oppgradering av renseanleggene** med en ekstra sluttrinn for å håndtere mikro-forurensinger og legemiddelrester, jfr. initiativer i Sverige og Sveits, bør utredes.

# Takk for oppmerksomheten!

