

# Vurdering av økologisk tilstand i Oslo-elvene 2022: Undersøkelser av bunndyr i Akerselva, Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken





## Hovedkontor

Økernveien 94  
0579 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal  
2300 København S, Danmark  
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

Tittel Vurdering av økologisk tilstand i Oslo-elvane 2022: Undersøkelser av bunndyr i Akerselva, Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken	Løpenummer 7821-2023	Dato 7.02.2023
Forfatter(e) Tor Erik Eriksen og Jonas Persson	Fagområde Ferskvannsbiologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oslo	Sider 24 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune	Kontaktperson hos oppdragsgiver Toril Giske
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200081

<p>Sammendrag</p> <p>Denne rapporten omhandler bunndyrundersøkelser fra seks stasjoner i Akerselva, fire stasjoner i Frognerelva/Sognsvannsbekken og to stasjoner i Gaustadbekken. Prøver av bunndyrsamfunn ble samlet inn vår og høst i 2022, og økologisk tilstand er vurdert på bakgrunn av Average Score Per Taxon indeks (ASPT). Tidstrender for økologisk tilstand i vassdragene diskuteres for perioden 1976-2022. Undersøkelsene i 2022 viser at svært få av stasjonene oppfyller vannforskriftens miljømål om minimum <i>god</i> økologisk tilstand. Kun den øverste stasjonen i Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1) oppnår <i>god</i> tilstand på bakgrunn av en samlet vurdering av vår- og høstprøver. Øvrige stasjoner viser <i>moderat</i>, <i>dårlig</i> eller <i>svært dårlig</i> tilstand. Generelt var tilstanden best i elvenes øvre deler og avtok med økende menneskelig aktivitet i nedbørsfeltene. De fallende ASPT-verdiene nedover i elvene reflekteres gjennom redusert mangfold av EPT-taksa (døgnfluer, steinfluer og vårfluer) og økende dominans av tovinger, fåbørstemark og døgnfluer på bekostning av spesielt steinfluer. Endringene i bunndyrsamfunnene støttes av vannkjemiske målinger der konsentrasjoner av næringssalter (total-fosfor) og bakterier (<i>E. coli</i>) økte nedover i elvene.</p>
--

Fire emneord 1. Økologisk tilstand 2. Bunndyr 3. Urbane elver 4. Overvåking	Four keywords 1. Ecological status 2. Macroinvertebrates 3. Urban rivers 4. Monitoring
---	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Tor Erik Eriksen  
Prosjektleder

Åse Åtland  
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-7557-5  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Vurdering av økologisk tilstand i Oslo-elve  
2022: Undersøkelser av bunndyr i Akerselva,  
Frognerelva/Sognsvannsbekken og  
Gaustadbekken**

## Forord

Denne rapporten er en del av Oslo kommunes overvåkning av elver og bekker i Oslo. I Oslo-området finnes det ti hovedelver, der åtte har blitt undersøkt ca. hvert 4. år for å følge utviklingen i økologisk tilstand. Fisk og bunndyr har i lang tid vært anvendt som miljøindikatorer i disse undersøkelsene, og data fra tidsseriene gir et godt grunnlag for å vurdere miljøtilstand over en lengre periode. Denne rapporten omhandler tidsserien for bunndyr med undersøkelser i Akerselva, Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken gjort i 2022.

Vann- og avløpsetaten (VAV) i Oslo kommune har bestilt undersøkelsen. Saksbehandler i Oslo kommune har vært Vannforskriftskordinator Toril Giske ved Seksjon Vannmiljø i VAV. Prosjektleder fra NIVA har vært Tor Erik Eriksen. Jonas Persson (NIVA) har utført feltinnsamlinger og analyser av bunndyr, og Eivind Ekholt Andersen (NIVA) har bistått i feltarbeidet. Eriksen har vært hovedansvarlig for tolkning av resultater og utarbeidelse av rapporten. Vannkjemiske prøver er samlet inn og analysert i regi av VAV, og er i rapporten tolket av Eriksen. Terje Wold (VAV) har sammenstilt historiske data for økologisk tilstand ved ASPT. Forskningsdirektør Åse Åtland ved NIVA har kvalitetssikret rapporten.

Vi takker VAV for et godt samarbeid.

Oslo, 1. februar 2023

*Tor Erik Eriksen*

---

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>Summary</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Introduksjon</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Prøvetaking og områdebeskrivelse</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Resultater og diskusjon</b> .....	<b>14</b>
3.1 Vannkjemiske målinger.....	14
3.2 Bunndyr og økologisk tilstand.....	16
3.3 EPT mangfold .....	18
3.4 Dominansforhold i bunndyrsamfunnene.....	19
3.5 Tidstrender for økologisk tilstand.....	19
<b>4 Konklusjon</b> .....	<b>22</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>23</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>25</b>
Vedlegg A. Stasjonskoordinater og metoder .....	25
Vedlegg B. Substrat .....	27
Vedlegg C. Bunndyrsdata .....	28
Vedlegg D. Målte ASPT-verdier i 2022. ....	30
Vedlegg E. Vannkjemiske målinger. ....	31
<b>Referanser i Vedlegg</b> .....	<b>33</b>

## Sammendrag

Denne rapporten omhandler bunndyrundersøkelser i 2022 fra seks stasjoner i Akerselva, fire stasjoner i Frognerelva/Sognsvannsbekken og to stasjoner i Gaustadbekken. Prøver av bunndyrsamfunn er samlet inn vår og høst og økologisk tilstand vurdert på bakgrunn av Average Score Per Taxon indeks (ASPT). Resultatene om økologisk tilstand er støttet opp av dominansforhold i bunndyrsamfunnet, samt mangfold innen ordene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), såkalt EPT-indeks. I tillegg er vannprøver samlet inn av Oslo kommune v/Vann- og avløpsetaten (VAV) brukt til å vurdere påvirkning av utvalgte parametere (bakterier, næringsalter og tungmetaller). Tidstrender for økologisk tilstand på bakgrunn av ASPT er analysert og diskutert.

Undersøkelser gjort i 2022 viste at ingen av vassdragene som helhet oppfyller vannforskriftens miljømål om minimum *god* økologisk tilstand. Generelt var tilstanden best i elvenes øvre deler og avtok med økende menneskelig aktivitet nedover i nedbørsfeltene. Kun den øverste stasjonen i Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1; like nedstrøms Sognsvann) oppnådde miljømålet om *god* tilstand basert på vår- og høstprøver. Øvrige stasjoner ble målt til *moderat*, *dårlig* eller *svært dårlig* tilstand. Imidlertid viste Akerselva AKR4 (Beierbrua) og AKR5 (Møllerveien), samt Frognerelva FRO4 (oppstrøms Frognerdammene) de høyeste ASPT-verdiene som er målt på disse stasjonene gjennom tidsserien. Motsatt viste Akerselva ved Nydalen (AKR2) den laveste ASPT-verdien som er målt i tidsserien (*dårlig* tilstand). De fallende ASPT-verdiene ble generelt reflektert gjennom redusert EPT-mangfold og økende dominans av tovinger, fåbørstemark og døgnfluer på bekostning av spesielt steinfluer.

Vannprøvene viste at flere av stasjonene hadde forhøyede konsentrasjoner av næringsalter og bakterier (*E. coli*). Belastningen økte som regel gradvis nedover i vassdragene. Spesielt høye bakterieantall ble målt i nedre deler av Akerselva (AKR6) samt Gaustadbekken (FRO3). Resultatene som helhet er i tråd med tidligere undersøkelser som viser at mange bynære elvestrekninger i Oslo ikke oppnår miljømålet om minimum *god* økologisk tilstand. Disse elvene har vært utsatt for flere sameksisterende påvirkningstyper over lang tid, slik som hydromorfologiske endringer, overflateavrenning fra tette flater, veier og fyllinger, ulike akuttutslipp og lekkasjer fra avløpsnett. Oppdraget har ikke hatt som formål å vurdere relative bidrag fra ulike påvirkningskilder, men undersøkelsene tyder på at organisk belastning er en betydelig påvirkningsfaktor flere steder (f.eks. AKR6 og FRO3), og en åpenbar medvirkende årsak til at miljømålet ikke oppnås.

# Summary

Title: Assessment of the ecological status of rivers in Oslo in 2022: Surveys of macroinvertebrate assemblages in Akerselva, Frognerelva and Gaustadbekken.

Year: 2023

Author(s): Tor Erik Eriksen and Jonas Persson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7557-5

Here we report the 2022 results of surveys of macroinvertebrate assemblages from six river sites in the Akerselva, four sites in the Frognerelva and two sites in the Gaustadbekken. Two sampling campaigns were carried out, in spring and autumn, and assessment of ecological status was based on the Average Score Per Taxon index (ASPT). The ecological status assessments were supported by assemblage compositions (relative dominance) and richness within the orders mayflies (Ephemeroptera), stoneflies (Plecoptera) and caddisflies (Trichoptera), "EPT-index". In addition, water samples collected by the Oslo Municipality (VAV) were used to assess impacts from selected parameters (bacteria, nutrients, and heavy metals). The time series of ecological status based on ASPT was analysed and discussed.

The surveys conducted in 2022 showed that none of the rivers achieved *good* ecological status. In general, the least perturbed sites were in the upper reaches and worsening ecological status was observed going downstream. Only the uppermost site in the River Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1; just downstream Sognsvann) showed good status, based on the combined macroinvertebrate samples. The remaining sites were in *moderate*, *poor*, or *bad* status. The Akerselva station AKR4 (Beierbrua) and AKR5 (Møllerveien), and Frognerelva FRO4 (upstream Frognerdammene) showed the highest records of ASPT-values for those sites in this time series. In contrast, Akerselva at Nydalen (AKR2) showed the lowest recorded ASPT-value in the time series (*poor* status). The lower ASPT values, in general, also had low EPT richness and increased dominance of Diptera (flies), Oligochaeta (worms) and mayflies, while stoneflies decreased.

The analysis of water samples showed elevated concentrations of nutrients and bacteria (*E. coli*). The concentrations of these parameters generally increased gradually in a downstream direction. Notably high concentrations were recorded from the lower parts of Akerselva (AKR6) and Gaustadbekken (FRO3). The 2022 survey of macroinvertebrates and water chemistry is in line with previous surveys from this area which shows that many urban river reaches do not support the environmental goal of obtaining at least *good* ecological status. These urban rivers have been impacted by multiple pressures for a long time, such as hydromorphological alterations, run-off from impervious surfaces, roads and rubbish dumps, several episodic spill events, and sewage pollution. Although it was not within the scope of this survey to disentangle and quantify the relative contributions of individual pressures and stressors on ecological status, our results point to organic pollution as a notable impact at most sites (e.g. AKR6 and FRO3).

# 1 Introduksjon

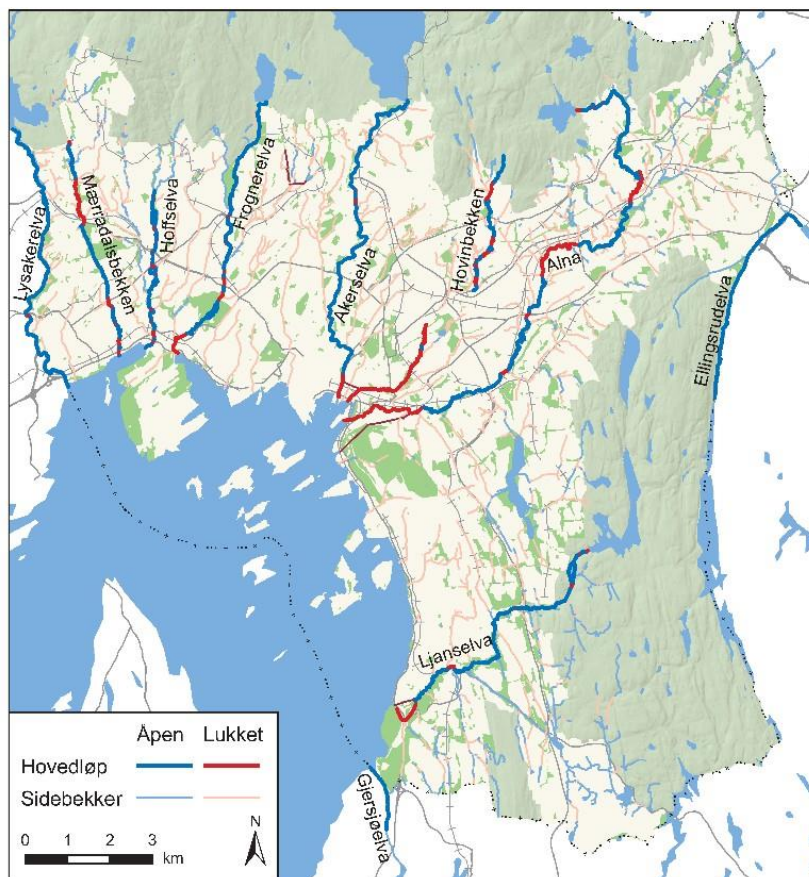
Oslos vann og vassdrag er verdifulle rekreasjonsområder og kilder til biologisk mangfold i byen. Oslo kommune ved Vann og avløpsetaten (VAV) overvåker derfor regelmessig de største elvene og bekkene i byen (Figur 1) for å følge den vannkjemiske og biologiske utviklingen over tid, samt vurdere økologisk tilstand etter vannforskriften (Direktoratsgruppa, 2018). De biologiske indikatorene fisk og bunndyr har stått sentralt i overvåkingen av Oslo-elvene siden 1976 (Borgstrøm og Saltveit, 1978). De opparbeidede tidsseriene gir dermed et godt grunnlag for å vurdere utviklingen av miljøtilstand i vassdragene.

Oslos elver har vært utsatt for menneskelig påvirkning over lang tid (se f.eks. Saltveit mfl., 2012). Viktige påvirkningsfaktorer er fysiske inngrep og avrenning fra bebyggelse, industri, deponi, vei og lekkasjer fra byens avløpsnett (Ranneklev mfl., 2009; Nesheim mfl., 2020). Lukking av elver og bekker var vanlig i Oslo frem til 1985 som et tiltak for å redusere lukt fra avløpsvann og for å tilgjengeliggjøre arealer for industri, veier og boliger (Nesheim mfl., 2020). Som følge av dette renner deler av Oslos bynære vassdrag fortsatt under bakken. Delvis lukking av elvene, inkludert sideelver, gjelder for samtlige vassdrag som inngår i årets undersøkelse. Oslo kommune ønsker fremover å gjenåpne flest mulig av disse elvestrekningene, som et ledd i å løse utfordringene med nye nedbørsmønstre, gi bedre rekreasjonsmuligheter i byen, og bidra til bedre økologisk tilstand. Tiltak for å redusere forurensningen fra avløpsvann har siden 70-tallet pågått parallelt med den vannkjemiske og biologiske overvåkingen. Sammen med åpning av lukkede elver og bekker er dette noe kommunen jobber kontinuerlig med, blant annet for å oppnå den norske vannforskriftens miljømål om minimum *god* økologisk og kjemisk tilstand i grunn- og overflatevann.

Organismegrupper som fisk, bunndyr og påvekstalger er mye brukt i elveovervåking i Norge og Europa for øvrig. Slike biologiske *kvalitetslementer* måler effekter av akutte så vel som langvarige miljøpåvirkninger (Bækken mfl., 2011). Vannforskriften setter derfor krav til at økologisk tilstandsvurdering skal baseres på biologiske kvalitetslementer med støtte fra fysisk-kjemiske parametere (vannprøver) og hydromorfologiske endringer (Direktoratsgruppa, 2018).

Denne rapporten omhandler vurderinger av miljøtilstand ved utvalgte stasjoner i Akerselva, Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken basert på undersøkelser av bunndyrsamfunn i 2022. Økologisk tilstand er vurdert på bakgrunn av Average Score Per Taxon indeks (ASPT) etter innsamlingsmetoder og vurderingskriterier som følger gjeldende nasjonale retningslinjer (Direktoratsgruppa, 2018). Det er i tillegg gjort en enkel diagnostikk av påvirkningstyper ved bruk av bunndyrsamfunnenes relative dominansforhold, samt mangfoldet av døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), såkalt EPT-mangfold. VAV har samlet inn vannprøver fra de samme stasjonene ved tre anledninger i 2022. Resultater for utvalgte parametere fra disse vannprøvene er tatt med i rapporten for å vurdere årsakssammenhenger mellom påvirkninger, vannkvalitet og økologisk tilstand i bunndyrsamfunnene. De økologiske tilstandsvurderingene er også sammenlignet med tidligere undersøkelser for å vise utviklingen over tid (1976–2022).

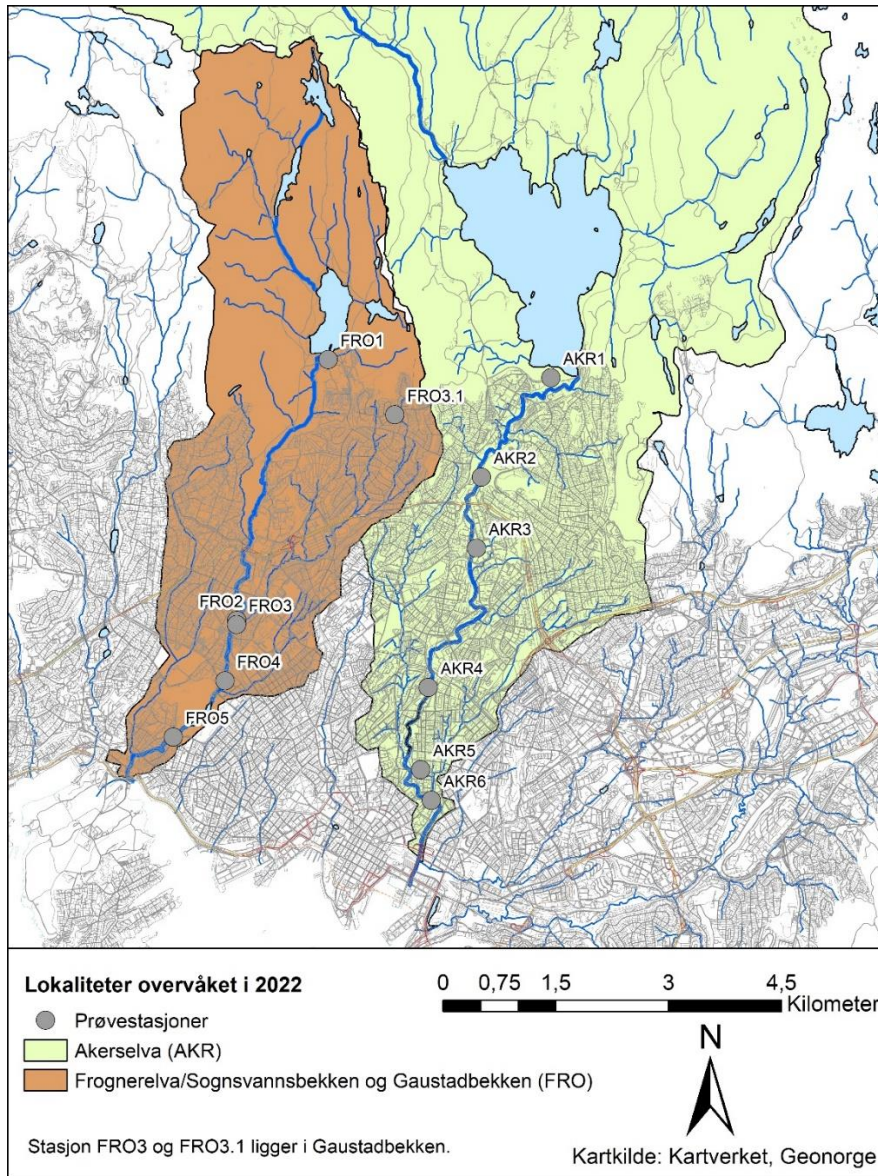




**Figur 1.** Kart over de ti største elvene og bekkene i Oslo. De åtte elvene Lysakerelva, Mærradalsbekken, Hoffselva, Frognerelva, Akerselva, Hovinbekken, Alna og Ljanselva overvåkes regelmessig for kartlegging av økologisk tilstand (Kartkilde: Oslo elveforum).

## 2 Prøvetaking og områdebeskrivelse

Stasjonene undersøkt i 2022 har alle vært overvåket tidligere gjennom samme program (se f.eks. Bremnes mfl., 2014; Saltveit mfl., 2012; 2016; 2017). Prøver av bunndyrssamfunnene ble samlet inn fra totalt seks stasjoner i Akerselva, fire stasjoner i Frognerelva/Sognavnsbekken og to stasjoner i Gaustadbekken (**Figur 2**). Bunndyrprøver ble samlet inn ved to anledninger, med prøvetaking 20.–21. april (vår) og 22.–23. november (høst). Vurderinger av økologisk tilstand er basert på to bunndyrprøver fra hver stasjon. Metoder for prøvetaking og indeksberegninger er nærmere beskrevet i **Vedlegg A**.



**Figur 2.** Kartutsnitt med prøvetakingsstasjoner i Akerselva (AKR), Frognereelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). Stasjonene ble undersøkt vår og høst i 2022. Se **Vedlegg A** for stasjonskoordinater.

### Akerselva

Akerselva utgjør nedre deler av Nordmarkavassdraget som med et nedbørsfelt på 224 km<sup>2</sup> utgjør det største vassdraget i Oslo (nevina.nve.no; **Tabell 1**). Akerselva har sitt utspring fra Maridalsvannet, som er Oslos viktigste drikkevannsinntak (149 moh.), og renner herfra gjennom bydelene Nordre Aker, Sagene, Grünerløkka og Gamle Oslo ned til fjorden ved Bjørvika. De seks prøvestasjonene i Akerselva (AKR) fordeler seg slik: Stasjon AKR1 ligger ved Frysja nedstrøms gangbru; AKR2 ligger i Nydalen like oppstrøms Ring 3; AKR3 ligger ved gangbrua ved Badebakken; AKR4 ligger ved Beierbrua nedstrøms fossen; AKR5 ligger ca. 200 m. nedstrøms Møllerveien; AKR6 ligger ved Nybrua og er nederste stasjon for bunndyrprøvetaking. Stasjonsområdene er dokumentert med bilder (**Figur 3**).

Med unntak av vassdragsregulering, skogshogst og noe jordbruk, anses øvre deler av Nordmarkavassdraget som lite påvirket. Dette skyldes dels de strenge restriksjonene som følger av vern av drikkevannskildene i Nordmarka. Akerselva påvirkes imidlertid i økende grad av menneskelig aktivitet nedstrøms Maridalsvannet. Forurensing fra bebyggelse og industri har her historisk sett bidratt til dårlig vannkvalitet (Saltveit mfl., 2012), og selv om vannkvaliteten har blitt bedre etter 1990 (tidstrender er vist i denne rapporten), har det også i senere tid forekommet utslipp av forurensende stoffer, bl.a. avløpsvann, fyringsolje (Saltveit mfl., 2013) og klorstoffer (natriumhypokloritt; Bækken mfl., 2011). I perioden 2009-2014 ble det bygget et nytt avløpssystem (Midgardsormen) som omfatter Akerselva og byområdene nedstrøms Cuba på Grünerløkka. Dette tiltaket omfatter stasjonene AKR5 og AKR6 i denne undersøkelsen. Midgardsormen avlaster det eksisterende avløpssystemet fra 1800-tallet, som tidligere ble overbelastet og forurenset Akerselva ved mye nedbør. Etableringen av Midgardsormen ventes å gi bedre vannkvalitet i denne delen av Akerselva. Imidlertid tyder undersøkelser på at denne elvestrekningen fortsatt er påvirket av forurensning med avløpsvann (Saltveit mfl., 2016). Ved utløpet av Maridalsvannet (oppstrøms AKR1) var gjennomsnittlig vannføring siste år før prøvetaking (22.11.2021– 22.11.2022) ca. 1,9 m<sup>3</sup>/s (Akerselva, ndf. Maridalsvatn, ID 6.9.0; døgnmålinger). Dette er betydelig lavere enn gjennomsnittet de siste 10 år med 3,6 m<sup>3</sup>/s (22.11.2012 – 22.11.2022; døgnmålinger). Uvanlig lite nedbør i Nordmarka samt vedlikeholdsarbeid på damanlegg nord i Nordmarka var hovedårsakene til den lave vannføringen i 2022.

### Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken

Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken tilhører Frognerelva-vassdraget. Sognsvannsbekken løper ut av Sognsvann i sørvestlig retning mot Frogner, og går i samløp med Risbekken ved Rikshospitalet, og med Gaustadbekken ved Frøen. Etter samløpet med Gaustadbekken kalles vannløpet ofte for Frognerelva (også kjent som Frognerbekken). Frognerelva renner sammen med Skøyenbekken i nedre deler, like nedstrøms Ring 2, før den munner ut i fjorden innerst i Frognerkilen. De seks prøvestasjonene i vassdraget fordeler seg slik: To stasjoner er plassert i Sognsvannsbekken (FRO1 og FRO2). FRO1 ligger ca. 50 m. nedstrøms utløpet av Sognsvann og FRO2 er plassert ved Anne Maries vei før samløp med Gaustadbekken. To stasjoner er plassert i Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). FRO3.1 er plassert øverst i Gaustadbekken, oppstrøms kulvert ved Nils Bays vei, og FRO3 nederst i Gaustadbekken like før samløp med Sognsvannsbekken. To stasjoner er plassert i Frognerelva (FRO4 og FRO5). FRO4 er ved F. Nansens vei på Majorstuen og FRO5 ved Madserud allé nedstrøms Frognerdammene. Frognerelva og Sognsvannsbekken er omkring 3-4 m brede ved normal vannføring, mens øverste del av Gaustadbekken er i underkant av en meter (Bækken, 2003). Stasjonsområdene er dokumentert med bilder (**Figur 4**).

Tidligere undersøkelser i Frognerelva-vassdraget viser at vannkvaliteten generelt avtar fra øverst i Sognsvannsbekken til Frognerelva nedstrøms Frognerparken. Økte tilførsler av forurensing og et betydelig bidrag fra den forurensete Gaustadbekken er en del av forklaringen (Bremnes mfl., 2014;



Saltveit mfl., 2017). Gaustadbekken ved FRO3.1 og FRO3 fremstår betydelig belastet (Bækken, 2003; Bremnes mfl., 2014; Saltveit mfl., 2017). FRO3.1 har et lite nedbørsfelt og liten normalvannføring, og vil påvirkes også ved små forurensingstilførsler (Bækken, 2003).



AKR1



AKR2



AKR3



AKR4



AKR5



AKR6

**Figur 3.** De seks stasjonene i Akerselva som ble undersøkt i 2022 (Foto: Eivind E. Andersen, NIVA). Bilder er tatt under prøvetakingen om våren.





FRO1



FRO2



FRO3.1 (Gaustadbekken, øvre del)



FRO3 (Gaustadbekken, nedre del)



FRO4



FRO5

**Figur 4.** De seks stasjonene i Frognerelva/Sognsvannsbekken og Gaustadbekken som ble undersøkt i 2022 (Foto: Jonas Persson, NIVA). Bilder er tatt under prøvetakingen om våren.

#### Vannkjemiske målinger

Ved alle bunndyrstasjonene ble det samlet inn vannprøver i regi av VAV. Det ble samlet inn vannprøver ved tre anledninger (juni, juli og august) for analyser av fysiske og kjemiske parametere, samt bakteriologiske prøver (*Escherichia coli*; *E. coli*; prøver inkubert ved 37 °C). Prøvene ble analysert ved VAVs akkrediterte laboratorium. Resultater fra vannprøvene er i denne rapporten brukt til å støtte opp om de biologiske vurderingene. Det er ikke gjort en samlet vurdering av økologisk tilstand basert på bunndyrsamfunn og vannprøver (fysisk-kjemiske støtteparametere) fordi



antallet vannprøver er for lavt i henhold til anbefalingene i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa, 2018). De innsamlede vannprøvene er vurdert opp mot grenseverdier gitt i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018; næringssalter) og Veileder M608:2016 (metaller). For næringssalter og metaller er det brukt medianverdi av de 3 målingene, mens det for bakterieantall (antall *E. coli* pr. 100 ml prøve) er brukt 90-persentiler. I denne rapporten er total-fosfor (totP) og total-nitrogen (totN) vektlagt som parametere for å vurdere påvirkning av næringssalter. For næringssaltene er belastning vurdert etter klassegrenser for nasjonal vanntype R105 (kalkfattig, klar) og R107 (moderat kalkrik, klar) for henholdsvis AKR1-AKR2 og AKR3-AKR6, og R107 og R109 (kalkrik, klar) for henholdsvis FRO1 og FRO2-FRO5 ([www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)). Merk at vann-nett.no oppgir FRO2 som type R107, men vannkjemiprøver samlet inn og analysert av VAV tilsier at type R109 passer bedre (R107 og R109 har like klassegrenser for totN og totP). For vurderinger av totP er også andel marine avsetninger i nedbørsfeltene hensyntatt (vist i **Tabell 1**). Stasjoner plassert i nedbørsfelt med mye marin leire kan ha en *leirpåvirket* typologi som spesielt påvirker miljømålet for fosfor (Direktoratsgruppa, 2018). Fastsetting av riktig typologi i slike områder krever imidlertid mye data om innhold av leirpartikler i vannet (suspendert tørrstoff og gløderest av suspendert tørrstoff), og i denne rapporten er kun nedbørsfeltenes leirdekningsgrad ( $\geq 20$  % leire) brukt for å indikere en leirpåvirket typologi. Metaller er vurdert ut fra kroniske og akutte konsentrasjoner. Øvre grense for tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS, som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering, og øvre grense for tilstandsklasse III tilsvarer MAC-EQS, som er grenseverdien for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering.

**Tabell 1.** Nedbørfeltparametere ble generert ved hjelp av NEVINA (NEdbørsfelt-Vannføring-INdeks-Analyse; nevina.nve.no). Beregninger ble gjort den 30.8.2022. \*Merk at Akerselva har et spesielt stort nedbørsfelt sammenlignet med flere av de andre Oslo-elve. Det samlede nedbørfeltet inkluderer store deler av Nordmarka, slik at andelen skog blir høy og andelen urbant areal relativt lav. Imidlertid øker relativ andel urbant areal markant på strekningen AKR1 til AKR6.

Lokalitet	Nedbørsfelt (km <sup>2</sup> )	Leire (%)	Sjø (%)	Skog (%)	Dyrket mark (%)	Myr (%)	Urban (%)	Uklassifisert areal (%)
Nordmarka-vassdraget	224*	6.7	11.7	78.4	1.3	2.3	3.6	2.7
AKR1	210	4.3	12.4	82.9	1.4	2.4	0.2	0.6
AKR2	213	4.8	12.3	82.1	1.4	2.4	1	0.9
AKR3	215	5	12.2	81.7	1.4	2.3	1.2	1.2
AKR4	218	5.5	12	80.7	1.4	2.3	2.1	1.5
AKR5	221	6.2	11.8	79.5	1.4	2.3	2.9	2.1
AKR6	224	6.7	11.7	78.5	1.3	2.3	3.5	2.7
Frognerelva-vassdraget	22.7	22.6	3.2	49.8	0.8	0.9	25.4	19.9
FRO1	9.7	2	7.3	89.5	0	2	0	1.1
FRO2	12.9	7.3	5.5	81.1	1.4	1.6	4.7	5.7
FRO3.1	0.3	0	0	60.8	0	0	41	0.3
FRO3	4.2	51.9	0	12.2	0.2	0	43.5	44
FRO4	17.4	18.1	4.1	63.2	1.1	1.2	14.8	15.7
FRO5	19.3	21.2	3.8	3.8	0.9	1.1	17.4	19.5

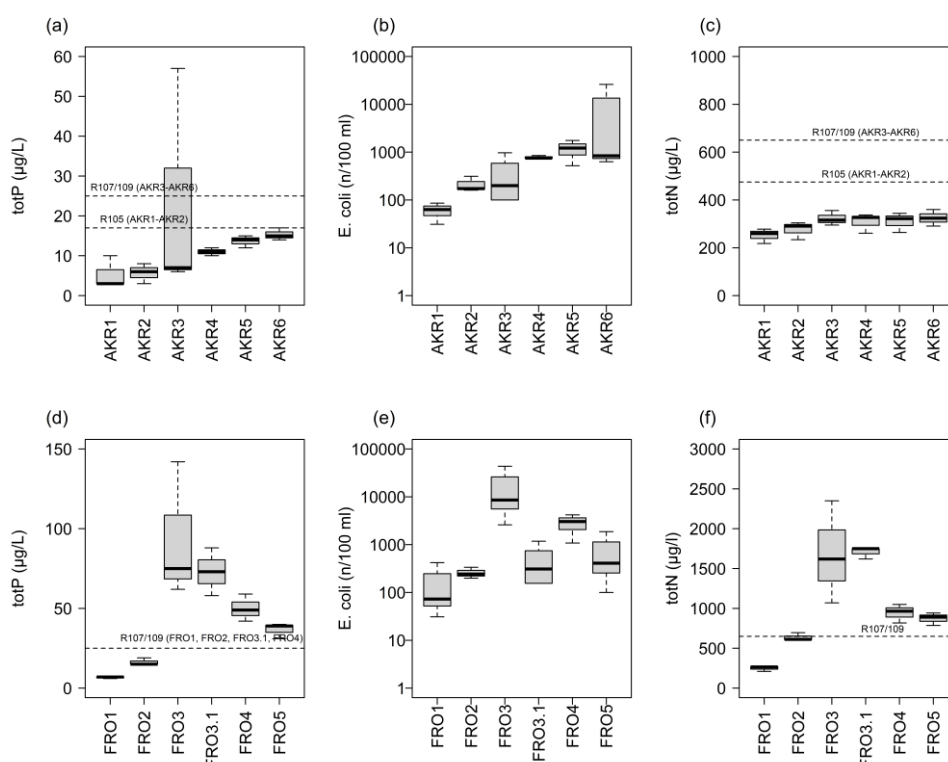
## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Vannkjemiske målinger

Konsentrasjonen av total-fosfor (totP) økte nedover i Akerselva, og medfører *god* eller bedre miljøtilstand for samtlige stasjoner (**Figur 5a**). På AKR3 viste imidlertid vannprøven tatt den 10. august en ekstremverdi for totP (57 µg/l). Ved samme prøvetaking ble det målt et høyt innhold av suspenderte partikler der mesteparten bestod av uorganisk stoff (23 mg/l suspendert tørrstoff med 17 mg/l gløderest). Det ble også målt høye verdier for mangan (110 µg/l), og metaller som total-aluminium (772 µg/l), jern (1100 µg/l), sink (19 µg/l) og bly (4,8 µg/l). Verdiene for bly og sink overskrider her *MAC-EQS*, som er grensen for akutt giftighet for disse tungmetallene dersom de forekommer i løst, *reaktiv* form (ikke partikkelbundet; grenseverdier etter M608:2016 er oppgitt for filtrerte vannprøver). Ved prøvetakingstidspunktet var imidlertid lav vannføring (1 m<sup>3</sup>/s) som medførte utfordringer med å få tatt en god vannprøve. På grunn av mulig sediment påvirkning, anses ikke vannprøven tatt den 10. august som representativ. Med unntak av AKR3 den 10.8.2022, ble det ikke målt metallkonsentrasjoner som overskrider grenser for *akutte* eller *kroniske* effekter ved eksponering (se **Vedlegg E; Figur E1**) Bakterieantall økte også nedover i Akerselva fra stasjon AKR1 (81 bakterier) ned til AKR6 (21072 bakterier) (**Figur 5b**). Det høyeste målte bakterieantallet var ved AKR6 den 10.8.2022 med 26130 bakterier. Med så høye bakterieantall som målt i Akerselva ved stasjon AKR6, er forurensing med utslipp fra avløpsledninger sannsynlig. Samtlige stasjoner hadde

lave konsentrasjoner av total-nitrogen (totN), som viser *svært god* miljøtilstand på bakgrunn av denne støtteparameteren (**Figur 5c**).

I Frognerelva-vassdraget økte også totP-konsentrasjonen nedover i elvene (**Figur 5d**). Blant stasjonene med < 20% leirdekningsgrad (Frognerelva FRO1, FRO2 og FRO4, og Gaustadbekken FRO3.1) viste FRO1 og FRO2 god tilstand for totP, mens FRO3.1 og FRO4 viste *dårlig-svært dårlig*. For Gaustadbekken stasjon FRO3 og Frognerelva FRO5 (leirpåvirkede stasjoner med > 20% leirdekningsgrad) er det mer usikkert hva som skal settes som miljømål for totP. Imidlertid ble det målt lavere konsentrasjoner av totP på FRO5 sammenlignet med FRO4 på tross av høyere leirdekningsgrad. I grove trekk økte bakterieantallet nedover i Sognsvannsbekken/Frognerelva og Gaustadbekken (**Figur 5e**). Konsentrasjonene (90 persentil) var lavest på FRO1 og FRO2 med 350 og 320 bakterier (pr. 100 ml prøve). I Gaustadbekken ble det målt ca. 1000 bakterier på den øverste stasjonen (FRO3.1), og 36 ganger høyere verdi på nederste stasjon (FRO5), like før samløpet med Frognerelva. Oppstrøms- (FRO4) og nedstrøms Frognerdammene (FRO5) ble det målt henholdsvis ca. 4000 og 1600 bakterier. Den høyeste målte verdien var ved FRO3 den 23.6.2022 med 43520 bakterier. Med så høye bakterieantall som målt ved FRO3, er forurensing med utslipp fra avløpsledninger sannsynlig. Med unntak av FRO1 og FRO2, viste samtlige stasjoner viste samtlige stasjoner *moderat-svært dårlig* tilstand for totN (**Figur 5f**). Samlet sett tyder vannkjemimålingene på at Gaustadbekken medfører en betydelig tilleggsbelastning til Frognerelva fra samløpet ved Frøen. Det ble ikke målt metallkonsentrasjoner som overskrider grenser for *akutte* eller *kroniske* effekter ved eksponering (se **Vedlegg E, Figur E2**).

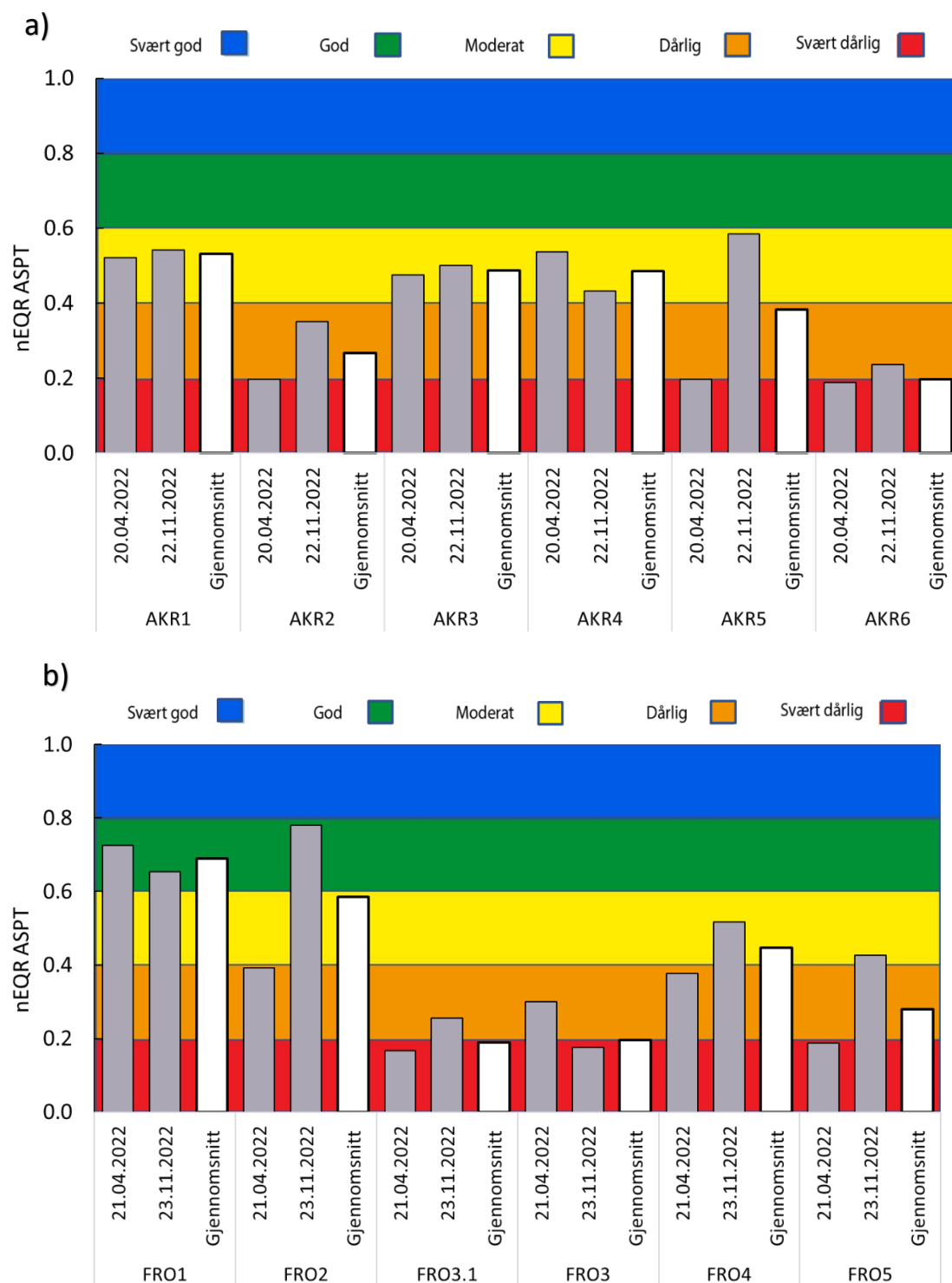


**Figur 5.** Resultater fra innsamlede vannprøver i Akerelva (AKR) og Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). Prøver analysert for næringssaltinnhold og bakterier (*E. coli*) er samlet inn ved tre anledninger i 2022 (juni, juli og august). Stiplede linjer i figurene viser vanntypespesifikke miljømål (G/M-grense) for total-fosfor (totP) og total-nitrogen (totN). Merk at det er ulike miljømål for stasjonene avhengig av vanntype (R105 og R107/R109). For totP brukes kun miljømål for vanntype R107/R109 for stasjonene FRO1, FRO2, FRO3.1 og FRO4 (FRO3 og FRO5 er *leirpåvirkede*).

### 3.2 Bunndyr og økologisk tilstand

Ingen av vassdragene og svært få av stasjonene oppfyller i 2022 miljømålet om minimum *god* økologisk tilstand basert på bunndyr. Økologisk tilstand ved stasjonene i Akerselva viste *moderat* på AKR1, *dårlig* på AKR2, *moderat* på AKR3-AKR4, *dårlig* på AKR5 og *svært dårlig* på AKR6 (**Figur 6; Vedlegg D**). Ved AKR5 var det spesielt stor forskjell i ASPT-verdi mellom vår- og høstprøven, der vårprøven viste *svært dårlig* tilstand og høstprøven *moderat*. På AKR2 viste vårprøven *svært dårlig* tilstand og høstprøven *dårlig*. På øvrige stasjoner i Akerselva var det liten forskjell mellom vår- og høstprøver. I Frognerelva/Sognsvannsbekken viste stasjon FRO1 *god* tilstand, FRO2 *moderat*, FRO3.1 (øvre Gaustadbekken) og FRO3 (nedre Gaustadbekken) *svært dårlig*, FRO4 *moderat* og FRO5 *dårlig*. Ved FRO2 og FRO5 var det spesielt stor forskjell i målt ASPT mellom vår- og høstprøvene, der vårprøvene viste to tilstandsklasser lavere enn høstprøvene. På stasjon FRO2 viste vårprøven *dårlig* tilstand og høstprøven *god*, mens på stasjon FRO5 viste vårprøven *svært dårlig* og høstprøven *moderat*. På FRO4 viste vårprøven *dårlig* tilstand og høstprøven *moderat*. På øvrige stasjoner i Frognerelva-vassdraget var det liten forskjell mellom vår- og høstprøver.

Ved prøvetakingen om våren ble det registrert svært mye påvekstalgler på stasjon AKR2 og FRO1, samt markant kloakklukt ved stasjon FRO2 og FRO3. Ingen av de undersøkte stasjonene hadde slike anmerkninger ved prøvetakingen om høsten. Det kom uvanlig lite nedbør i Nordmarka våren og sommeren 2022. Ved utløpet av Maridalsvannet (oppstrøms AKR1) i perioden 1. januar – 1. oktober var hhv. minimum, gjennomsnittlig og maksimal vannføring ca. 1,1 m<sup>3</sup>/s, 1,2 m<sup>3</sup>/s og 1,3 m<sup>3</sup>/s (gjennomsnittlige døgnmålinger) – det vil si rundt pålagt minstevannføring (Saltveit og Brabrand, 2002). I perioden før prøvetaking om høsten kom det imidlertid betydelige mengder nedbør slik at gjennomsnittlig vannføring fra 1. oktober frem til prøvetaking var ca. 6,6 m<sup>3</sup>/s (maks 14,9 m<sup>3</sup>/s; døgnmålinger). Dette kan ha medført en spyleflom som har redusert mengdene med organisk materiale inkludert påvekstalgler. Samtidig ventes det lav biomasse av påvekstalgler så sent om høsten (november) på grunn av dårligere lysforhold.



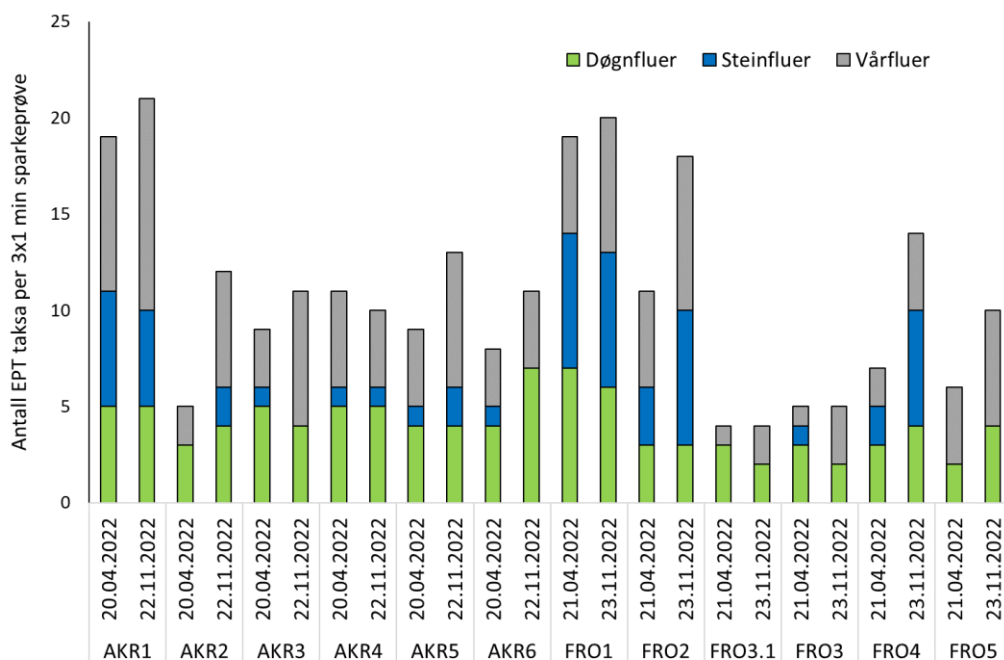
**Figur 6.** Økologisk tilstand (normalisert EQR av ASPT) i prøver fra hver av de 12 stasjonene i (a) Akerselva (AKR1-6), og (b) Frognerelva/Sogsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3) i 2022. Data er vist for hhv. vårprøver, høstprøver og gjennomsnittet av begge prøver (hvite søyler). Bakgrunnsfargene angir økologisk tilstand i henhold til vannforskriften.



### 3.3 EPT mangfold

De fallende ASPT-verdiene i datasettet ble reflektert gjennom redusert EPT-mangfold (lineær regresjon  $R^2=0,68$ ). På øverste stasjon i Akerseiva (AKR1) ble det målt et moderat høyt EPT-antall med 19 taksa om våren og 21 om høsten (**Figur 7**), mens det på øvrige stasjoner ble funnet nokså få EPT ( $\leq 13$  taksa). Høyt mangfold av EPT, og spesielt steinfluer (P), er ofte assosiert med høy ASPT-verdi fordi mange familier er følsomme for lavt oksygeninnhold i elver. Steinfluer var helt fraværende i prøver fra AKR2 om våren, AKR3 om høsten og AKR6 om høsten. Dette tyder på markant miljøpåvirkning ved disse stasjonene, som kan følge av tilførsler av lettomsattelig organisk stoff.

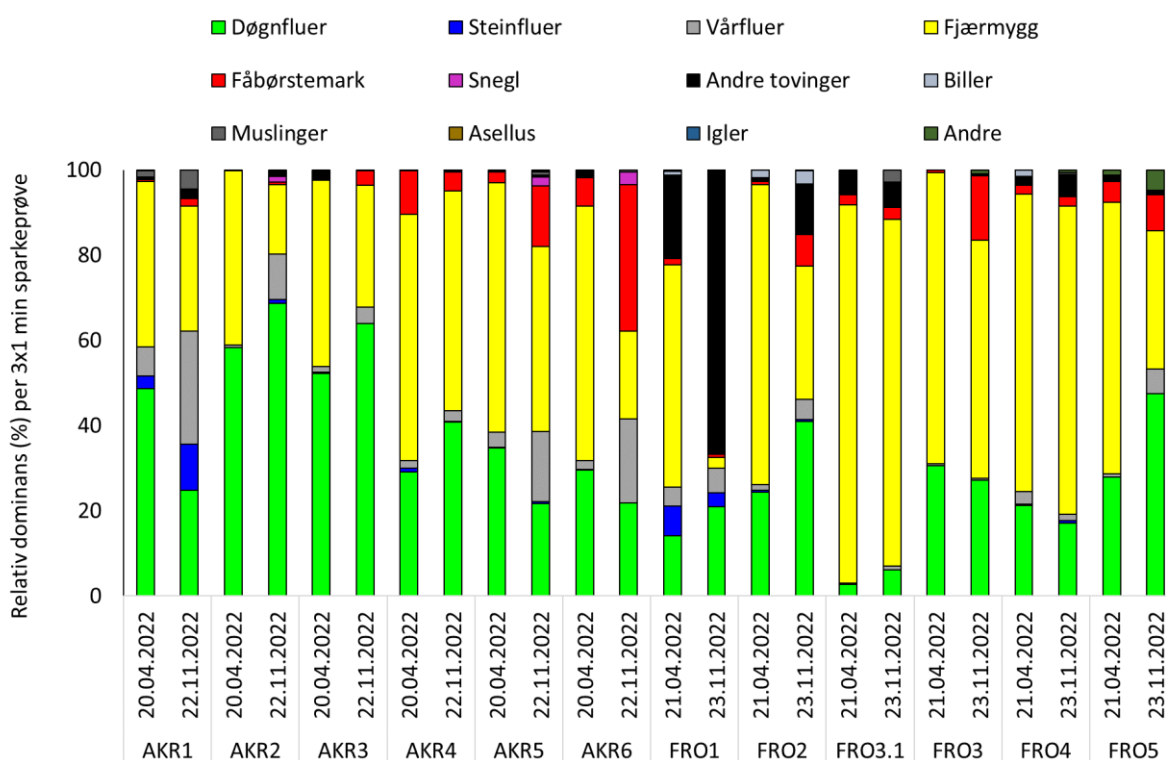
Ved den øverste stasjonen i Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1) ble det målt et moderat høyt EPT-mangfold med 19 taksa om våren og 20 om høsten. Ved FRO2 var EPT-mangfoldet påfallende lavt om våren (elleve taksa) og moderat høyt om høsten (18 taksa). På øvrige stasjoner i Frognerelva-vassdraget var EPT-mangfoldet lavt eller moderat lavt ( $\leq 14$  taksa). I øvre deler av Gaustadbekken (FRO3.1) var EPT-mangfoldet svært lavt. Det ble her kun funnet 4 EPT taksa, både vår og høst, og det ble ikke funnet steinfluer. I nedre deler av Gaustadbekken (FRO3) var EPT-mangfoldet også svært lavt med fem taksa, og det ble kun funnet ett individ av steinfluer her om våren (*Isoperla difformis*). Det høyeste EPT-mangfoldet i nedre deler av Frognerelva (14 taksa hvor av seks var steinfluer) ble funnet ved FRO4 om høsten, men flere taksa ble funnet i lave antall. Ved god miljøtilstand er slike rentvannindikatorer gjerne tallrike. ASPT-indeksen tar imidlertid ikke hensyn til antall individer i prøven – den baserer seg kun på tilstedeværelse eller fravær av indikatorfamilier (se **Vedlegg A** for nærmere beskrivelse av indeksen). På grunn av flere slike enkeltfunn i de innsamlende prøvene, samt påfallende stor forskjell mellom vår- og høstprøver i denne undersøkelsen, anser vi resultatet om økologisk tilstand på FRO4 som noe usikkert.



**Figur 7.** Mangfoldet av taksa innen gruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) i prøver fra hver av de 12 stasjonene i Akerseiva (AKR1-6), Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). Verdier er oppgitt for hhv. vårprøver og høstprøver tatt i 2022.

### 3.4 Dominansforhold i bunndyrsamfunnene

I begge vassdragene var den relative sammensetningen av bunndyrsamfunnene nokså like (**Figur 8**). Prøvene sett under ett viste dominans av tovinger, fåbørstemark og døgnfluer på bekostning av spesielt steinfluer. I vassdragenes øvre deler, representert ved AKR1 og FRO1, var andelen steinfluer størst. Steinfluer er generelt oksygenkrevende arter, og trives derfor dårlig i områder med tilførsler av avløpsvann og annen forurensing som bidrar til økt oksygenforbruk. Dette tyder dermed på bedre vannkvalitet i vassdragenes øvre deler. I begge vassdragene var døgnfluene dominert av familien Baetidae (slekt *Baetis*), som ble funnet på samtlige stasjoner og prøvetakingstidspunkter. Baetidae er vanlig forekommende og ofte tallrik i norske vassdrag, selv ved betydelig eutrofiering og organisk belastning. Baetidae er likevel følsomme for flere andre miljøpåvirkninger, som forsuring og tungmetaller, og kan være helt fraværende ved belastning fra disse påvirkningstypene. Resultatene tyder dermed på at slik påvirkning ikke var fremtredende i vassdragene i prøvetaksperioden. Vårfluene var i begge vassdragene dominert av slektene *Hydropsyche* og *Rhyacophila* som er nokså tolerante overfor eutrofiering og organisk belastning.



**Figur 8.** Relativ dominans av ulike bunndyrgrupper i prøver fra hver av de 12 stasjonene i Akerselva (AKR1-6), Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). Verdier er oppgitt for hhv. vårprøver og høstprøver tatt i 2022. Absoluttverdier finnes i taksaliste i **Vedlegg C**.

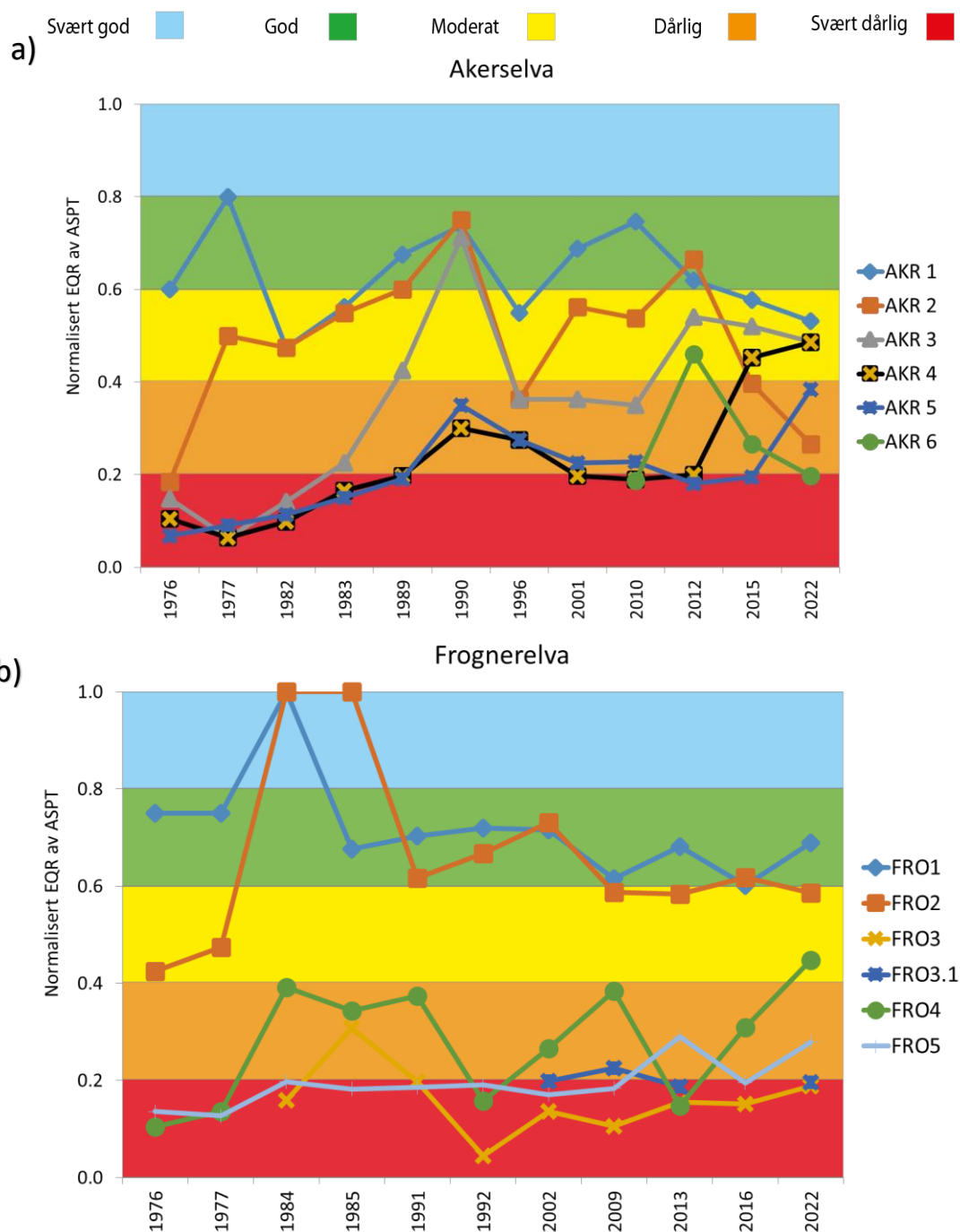
### 3.5 Tidstrender for økologisk tilstand

Tidsserier for økologisk tilstand på bakgrunn av bunndyrsamfunn og indeksen ASPT foreligger i perioden 1976–2022 for stasjonene i Akerselva og Frognerelva-vassdraget (**Figur 9**). Imidlertid er ikke

alle stasjonene undersøkt like regelmessig, som Gaustadbekken FRO3 (undersøkt i perioden 1984-2022) og FRO3.1 (2002, 2009, 2013 og 2022), samt Akerselva AKR6 (2010-2022). Materialet om bunndyr fra Oslo-elv tidsserien anses å være av god kvalitet, selv om det knyttes noe usikkerhet til de tidligste målingene fordi det kan ha vært andre føringer og målsetninger for undersøkelsene da (Bækken mfl., 2010). På bakgrunn av økologisk tilstand målt ved ASPT, har det med enkelte unntak ikke skjedd store endringer ved de undersøkte stasjonene i 2022 sammenlignet med de forrige undersøkelsene (i 2015 for Akerselva, i 2016 for Frognerelva-vassdraget unntatt FRO3.1, og i 2013 for FRO3.1). I 2022 viste imidlertid Akerselva AKR4 (Beierbrua) og AKR5 (Møllerveien), samt Frognerelva FRO4 (oppstrøms Frognerdammene) de høyeste målte ASPT-verdiene i tidsserien.

Akerselva ved Frysja (AKR1) har vekslet mellom *god* og *moderat* tilstand gjennom tidsserien (**Figur 9a**). Siste gang stasjonen viste *god* var i 2012 (da på grensen til *moderat*), og i 2015 og 2022 viste den *moderat*. Disse målingene viser derfor en negativ utvikling i miljøtilstand ved AKR1. Det er noe uklart hvorfor det er slik. Vannprøvene samlet inn av VAV i 2022 gir ingen indikasjon på betydelig forurensing ved AKR1. Imidlertid er området mye brukt til bading og rekreasjon, og det forekommer noe forsøpling i elva i dette området. Akerselva er regulert like oppstrøms prøvepunktet som også innvirker på de biologiske samfunnene. AKR2 (Nydalen) og AKR3 (Badebakken) har vekslet mellom fire tilstandsklasser i tidsserien, fra *svært dårlig* til *god*, uten å vise en tydelig trend mot bedring av tilstanden. AKR2 viste imidlertid en positiv utvikling for ASPT mellom 1996-2012, men har siden 2012 falt to tilstandsklasser til *dårlig*. Bare den første målingen fra AKR2 gjort i 1976 viste dårligere tilstand enn i 2022. AKR3 viste en bedring fra *dårlig* tilstand i 1996 til *moderat* i 2012-2022. AKR4 har vist *svært dårlig* eller *dårlig tilstand* frem til 2012, men viste i 2015-2022 en markant forbedring til *moderat*. AKR5 har vist *svært dårlig* eller *dårlig* tilstand i hele perioden, men viste en positiv trend fra *svært dårlig* i 2015 til *dårlig* i 2022. AKR6 (Nybrua) har derimot vist en negativ trend fra *moderat* i 2012, til *dårlig* i 2015 og *svært dårlig* i 2022. Dette resultatet ved AKR6 er noe uventet på bakgrunn av utbedringer på avløpssystemet i perioden (Midgardsormen). Samtidig viser de vannkjemiske prøvene tatt i 2022 at det fortsatt forekommer episoder med markant forurensing ved stasjonen, som indikert ved høyt bakterieantall, men se også lignende funn i Saltveit mfl. (2016).

Stasjon FRO1 i Frognerelva-vassdraget viste *god* eller *svært god* tilstand for perioden 1976-2022 (**Figur 9b**). FRO1 viste imidlertid *moderat* tilstand i 2016, som er den laveste tilstand som er målt i perioden, men i 2022 viste den igjen *god*. Stasjon FRO2 har i tidsserien vist samme trend som FRO1, foruten at ASPT-verdiene generelt har ligget noe lavere, nokså stabilt på grensen mellom *god* og *moderat* tilstand. Gaustadbekken FRO3.1 (øvre del) og FRO3 (nedre del), samt Frognerelva FRO5 (nedenfor Frognerdammene), har vist *svært dårlig* eller *dårlig* tilstand i hele tidsserien. FRO3 og FRO5 har siden 2009 vist en svakt positiv trend, men tilstanden er fortsatt betydelig dårligere enn miljømålet. Tilstanden på FRO3.1 har ikke vist tegn til forbedring siden den første prøvetakingen gjort for 20 år siden. Tilstanden ved stasjon FRO4 (ovenfor Frognerdammene) har vist svært variabel utvikling i tidsserien med gjentatte tilbakefall etter perioder med positive trender. Siden 2013 har imidlertid FRO4 vist en positiv utvikling, opp to tilstandsklasser, fra *svært dårlig* i 2013, til *dårlig* i 2016 og *moderat* i 2022. I Frognerelva-vassdraget er det dermed FRO4 som har hatt den mest positive utviklingen de siste 10 årene.



**Figur 9.** Økologisk tilstand (normalisert EQR av ASPT) for (a) Akerselva (AKR1-6) og (b) Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3) basert på gjennomsnittverdier av vår- og høstprøver i perioden 1976-2022 (der data finnes). Bakgrunnsfargene samsvarer med økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Historiske data er sammenstilt av VAV basert på Saltveit mfl. (2012) og Saltveit mfl. (2016) for Akerselva, og Bremnes mfl. (2014) og Saltveit mfl. (2017) for Frognerelva/Sognsvannsbekken.

## 4 Konklusjon

Undersøkelser av bunndyrsamfunnene i 2022 fra seks stasjoner i Akerselva, fire stasjoner i Frognerelva/Sognsvannsbekken og to stasjoner i Gaustadbekken, viser at ingen av elvene som helhet oppfyller vannforskriftens miljømål om minimum *god* økologisk tilstand. Kun den øverste stasjonen i Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1) oppnår *god* på bakgrunn av ASPT. Øvrige stasjoner viser *moderat*, *dårlig* eller *svært dårlig* tilstand. Imidlertid viser noen av stasjonene den høyeste målte ASPT-verdien innad på stasjonene i tidsserien: Akerselva v/Beierbrua (AKR4) og v/Møllerveien (AKR5), samt Frognerelva oppstrøms Frognerdammene (FRO4). Akerselva ved Nydalen (AKR2) viser derimot den dårligste tilstanden som er målt. Flere av de undersøkte elvestrekningene krever dermed tiltak for å oppnå vannforskriftens miljømål.

Resultatene for økologisk tilstand, samt diagnostikk av påvirkningstyper, samsvarer godt med tidligere undersøkelser i vassdragene. Oslos elver har vært påvirket av forskjellig menneskelig aktivitet over lang tid. Som bynære vassdrag flest, er det flere påvirkningsfaktorer som innvirker på sammensetningen av de biologiske samfunnene, slik som hydromorfologiske inngrep, overflateavrenning fra tette flater, vei og fyllinger, ulike akuttutslipp, samt lekkasjer fra byens avløpsnett. Det er sannsynlig at flere av påvirkningstypene samvirker og bidrar til å redusere økologisk tilstand. Siden det ikke er gjort noen helhetlig vurdering av påvirkninger i denne undersøkelsen, er det ikke mulig å anslå det relative bidraget fra de ulike faktorene. Økologisk tilstand støttes av målinger av næringsalter (fosfor) og koliforme bakterier (*E. coli*), som generelt viste økende konsentrasjoner nedover i vassdragene. Noen steder sannsynliggjør disse verdiene lekkasjer fra avløpsnettet som en betydelig kilde, slik som ved FRO3 og AKR6 som hadde svært høye bakterieantall i vannprøvene. Større tilførsler av lettløselig organisk stoff, eksempelvis i form av lekkasjer av avløpsnettet, fører til redusert oksygenkonsentrasjon i vann og sedimenter og bidrar til at oksygenkrevende rentvannsarter forsvinner fra bunndyrsamfunnet. ASPT-indeksen ble opprinnelig utviklet for å måle denne typen forurensing, og selv om den har vist følsomhet også overfor andre påvirkningsfaktorer, tyder disse resultatene på at organisk forurensing fortsatt er en fremtredende påvirkningsfaktor for de undersøkte elvene. Det gjenstår dermed tiltaksarbeid i form av bedring av vann- og habitatkvalitet før Akerselva og Frognerelva-vassdraget klassifiseres som elver med god økologisk tilstand.



## 5 Referanser

Borgstrøm, R. og Saltveit, S.J. 1978. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sognsvannsbekken – Frognerelva, Holmenbekken – Hofselva og Mærradalsbekken 1976 og 1977. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 38, 53s.

Bremnes, T., Brabrand, Å., Pavels, H. og Saltveit, S.J. 2014. Tilstand for bunndyr og fisk i Alna og Sognsvannsbekken-Frognerelva i 2013. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 33, 36s. + vedlegg.

Bækken, T. 2003. Bunndyrsamfunn i Frognerelva, Sognsvannsbekken og Gaustadbekken våren og høsten 2002. NIVA rapport 4671-2003, 24s.

Bækken T., Rustadbakken A., Haugen T. og Eriksen T.E. 2010. Vurdering av økologisk tilstand i Osloelvene. Bunndyr og fisk i Alna, Frognerelva, Sognsvannsbekken og Gaustadbekken vår og høst 2009. NIVA rapport 5930-2010, 32s.

Bækken, T., Rustadbakken, A., Schneider, S., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Sandaas, K. og Billing, H., 2011. Virkninger av utslippet av natriumhypokloritt på økosystemet i Akerselva. NIVA rapport 6240-2011, 69s.

Direktoratsgruppa 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.

M608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Miljødirektoratet, 13s.

Nesheim, I., Moe, T.F., Ranneklev, S. og Furuseth, I.S., 2020. Alna – kunnskapssammenstilling og mulighetsstudie. NIVA rapport 7529-2020, 101s. + vedlegg.

Ranneklev, S., Allan, I. og Enge, E.K.N. 2009. Kartlegging av miljøgifter i Alna og Akerselva. SFT Rapport, 116s.

Saltveit, S.J. og Brabrand, Å. 2002. Nytteeffekt av spyleflom i Akerselva. Rapp.Lab.Ferskv. Økol.Innlandsfiske, Oslo, 213, 18s.

Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Bremnes, T., Haaland, S., Gjømlestad, L. og Pavels, H. 2013. Effekt på bunndyr og fisk i Akerselva etter utslipp av fyringsolje. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 27, 20s.

Saltveit, S.J., Bremnes, T., Brabrand, Å. og Pavels, H. 2016. En vurdering av økologisk tilstand i Akerselva og Hovinbekken basert på bunndyr og fisk. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 50, 43s + vedlegg.

Saltveit, S.J., Bremnes, T., Pavels, H. og Brabrand, Å. 2017. Tilstand for bunndyr og fisk i Hoffselva og Sognsvannsbekken-Frognerelva i 2016. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 59, 40s + vedlegg.

Saltveit, S.J., Brittain, J.E., Bremnes, T. og Brabrand, Å. 2012. Langtidsutvikling av økologisk tilstand i vassdrag i Oslo basert på bunndyr og fisk, med vurdering av effekten på laks av klorutslippet i Akerselva våren 2011. VANN 3, 371-385.

# Vedlegg

## Vedlegg A. Stasjonskoordinater og metoder

### Prøvetakingstidspunkt og koordinater

Bunndyrssamfunnet ble undersøkt ved 6 stasjoner i Akerselva (AKR1-6), 4 stasjoner i Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og 2 stasjoner i Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). Prøver av bunndyrssamfunnet i 2022 ble samlet inn 20. og 21. april (vår) og 22. og 23. november (høst). Stasjonsplasseringen fulgte tidligere undersøkelser i vassdragene (**Tabell A1**).

**Tabell A1.** Stasjonsoversikt med stasjonskoder og koordinater (WGS84).

Elvenavn	Stasjonskode	Breddegrad	Lengdegrad
Akerselva	AKR1	59.9667	10.7749
Akerselva	AKR2	59.9544	10.7639
Akerselva	AKR3	59.9456	10.7650
Akerselva	AKR4	59.9309	10.7572
Akerselva	AKR5	59.9225	10.7529
Akerselva	AKR6	59.9176	10.7601
Sognsvannsbekken	FRO1	59.9690	10.7256
Sognsvannsbekken	FRO2	59.9374	10.7102
Gaustadbekken	FRO3.1	59.9373	10.7106
Gaustadbekken	FRO3	59.9531	10.7445
Frognerelva	FRO4	59.9360	10.7092
Frognerelva	FRO5	59.9216	10.6928

### Innsamling av bunndyr

Innsamling av bunndyr er foretatt i henhold til Direktoratets gruppa (2018), der det anbefales bruk av «sparkemetoden», håndholdt håv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes ned mot bunnen med åpningen mot strømmen. Bunnssubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale føres inn i håven. Det ble tatt ni delprøver fra stasjonen, der hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Når tre slike prøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da tre prøver av 1 minutt, og disse utgjør så sammen prøven fra stasjonen. Bunndyrmengder gitt i rapporten refererer dermed til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter (9 prøver av 1 m lengde). Prøvene konserveres i felt med etanol, og er telt og bestemt i laboratoriet etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop.

### Indekser og beregninger

Beregning av biologiske indekser er utført i NIVAs database for bunndyr (ikke via [www.Vannmiljø.no](http://www.Vannmiljø.no)). Selv om indekser er en objektiv måte å klassifisere tilstand, er det ofte nødvendig å utvise noe skjønn ved utregninger. Dette kan skyldes at enkelte dyr er for små for sikker artsbestemmelse (det kan stå mellom to indikatortaksa og man er usikker på hvilken indikatorverdi man skal velge), videre kan oppdatert taksonomiske kunnskap medføre at noen dyr «på papiret» endrer følsomhet ved at de flyttes til en ny slekt eller familie. I det videre er derfor indeksene kort beskrevet med hvilke prosedyrer som er fulgt i slike tilfeller.

**ASPT**

Vurdering av økologisk tilstand baseres på indeksen Average Score Per Taxon (ASPT; Armitage 1983). ASPT ble brukt som «norsk vurderingssystem» ved interkalibreringen av bunndyrssystemer i EU. Her ble nasjonale indekssystemer testet mot multi-indeksen ICMi (Intercalibration Common Metric), som ble satt sammen for å måle effekter av typiske påvirkningstyper i Europeiske vassdrag, slik som organisk forurensing, næringssaltpåvirkning og generell degradering, se Buffagni et al. (2006). Av disse påvirkningstypene anses ASPT å være spesielt følsom for organisk forurensing (Van De Bund, 2009). ASPT beregnes som en gjennomsnittlig poengverdi av Biological Monitoring Working Party scoring system (BMWP). Indeksen opererer på de taksonomiske nivåene klasse (Oligochaeta/fåbørstemark) og familie.

Referanseverdi for ASPT er satt ved 6,9. Klassegrensene for ASPT er satt ved 6,8=svært god/god, 6,0=god/moderat, 5,2=moderat/dårlig and 4,4 =dårlig/svært dårlig. Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper unntatt isbre-påvirkede elver, hvor det ikke finnes noe vurderingssystem. Påvirkningsgraden måles ved å sammenligne målte indeksverdier mot verdier i upåvirkede referansesamfunn (ASPT = 6,9). BMWP tabellen har vært uforandret siden systemet ble innført i Vannforskriften i Norge (men merk at det var en feil i klassifiseringsveileder fra 2009 der Philopotamidae ikke var oppført med toleranseverdi). Sneglen Ancylidae (opprinnelig BMWP verdi = 6) har siden systemet ble opprettet blitt omplassert til familie Planorbidae (BMWP verdi = 3). Siden toleransen anses å være den samme, og systemet er interkalibrert med opprinnelige verdier, er det benyttet opprinnelig verdi (BMWP= 6) i våre utregninger.

Beregnet ASPT sammenliknes med en nasjonal referanseverdi og forholdet mellom beregnet ASPT og referanseverdi kalles EQR (Ecological Quality Ratio). EQR kan videre regnes om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) for enklere sammenligning med andre indekser og andre europeiske land. Klassegrensene svært god/god og god/moderat (grense for miljømålet) ble interkalibrert på bakgrunn av ASPT-indeks i Norge. Det vil si at disse miljømålene tilsvarer grenser hos andre nord-europeiske land. Ved flere prøvetakinger gjennom året, settes ASPT-verdi som et gjennomsnitt av målingene som så normaliseres.

**EPT**

De tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), såkalte EPT-taksa, ble så langt det er mulig identifisert til art/slekt. Antall EPT-taksa (også kalt EPT-indeks) brukes som et lokalt mål på biologisk mangfold. Antall og sammensetning av EPT kan vise høy naturlig variasjon mellom elvetyper og er spesielt verdifullt ved sammenligning av nærliggende elver. Selv om verdier varierer mye, er forventningen ofte ca. 20 EPT-taksa eller høyere dersom lokaliteten er upåvirket. EPT-verdien forventes å avta med økende grad av belastninger, som gruvepåvirkning, avrenning fra fyllinger, forsuring og organisk belastning. EPT gruppene vil da påvirkes noe ulikt og dermed sannsynliggjøre forskjellige påvirkningstyper.

**Gruppesammensetning**

Gruppesammensetning i bunndyrssamfunnet brukes kvalitativt for å studere dominansforhold der reduserte populasjonsstørrelser kan indikere ulike typer stress. Noen ganger fanger en slik analyse opp påvirkninger som ikke måles av andre indekser, slik som ASPT og EPT indeks, der vurderinger gjøres kun på bakgrunn av om indikatoren er til stede i prøven eller ikke. Endrede dominansforhold kan dermed være et tidlig signal på påvirkning.

## Vedlegg B. Substrat

Kategorisering av substrat på de 12 utvalgte stasjonene i Akerselva (AKR1-6), Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3) våren 2022. Stasjonskoordinater er vist i tabell A1. Kornfordeling er vurdert kvalitativt og oppgitt i prosent med etter kategoriene blokk (>51 cm), stor stein (>26–51 cm), mellomstor stein (>6,4–26 cm), små stein (1,6–6,4 cm), grus (>2mm–1,6 cm), sand (0,06–2 mm) og silt/leire (<0,06 mm).

Stasjon	Blokk	Stor stein	Mellomstor stein	Små stein	Grus	Sand	Silt/leire
AKR1			30	30	30	10	
AKR2	30	50	20				
AKR3							
AKR4		30	35	30	5		
AKR5	20	50	20	10			
AKR6		10	80	10			
FRO1		40	40	10	5	5	
FRO2		20	40	20	10	10	
FRO3.1			10	60	20	10	
FRO3			40	40	10	10	
FRO4	10	30	30	10	10	10	
FRO5	10	20	30	10	20	10	



## Vedlegg C. Taksaliste

Taksaliste fra de 12 utvalgte stasjonene i Akerselva (AKR1-6), Frognerelva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3) våren 2022. Prøver er tatt ved to anledninger, vår (april) og høst (november) i 2022.

Gruppe	Latinsk navn	AKR1_20.apr.	AKR2_20.apr.	AKR3_20.apr.	AKR5_20.apr.	AKR4_20.apr.	AKR6_20.apr.	FRO1_21.apr.	FRO2_21.apr.	FRO3.1_21.apr.	FRO3_21.apr.	FRO4_21.apr.	FRO5_21.apr.	AKR1_22.nov.	AKR2_22.nov.	AKR3_22.nov.	AKR4_22.nov.	AKR5_22.nov.	AKR6_22.nov.	FRO1_23.nov.	FRO2_23.nov.	FRO3.1_23.nov.	FRO4_23.nov.	FRO5_23.nov.	FRO3_23.nov.
Bivalvia	Sphaeriidae Indet.	30								1				46				3	2	1		22	6	1	1
Coleoptera	Elmis aena lv.							4	4				1								1		2	1	
Coleoptera	Elmidae indet. lv.							4	24			14	1								44		1	1	
Coleoptera	Hydraena sp. ad.								1			1								1	10				1
Crustacea	Asellus aquaticus	1							1				4	1	1							2	10	30	10
Crustacea	Astacus astacus			2																					
Diptera	Limoniidae/Pediciidae Indet. Lv.	1																							1
Diptera	Ceratopogonidae Indet. Lv.	6				1		12	1		1			12							8		1	3	2
Diptera	Chironomidae Indet. Lv.	768	328	256	240	680	416	536	1184	600	1392	760	544	304	120	236	680	184	96	70	544	616	1120	220	632
Diptera	Dicranota sp. Lv.										14										14	26	5		
Diptera	Empididae Indet. Lv.	2	2	10	2	1	12	60	13			20	10					2		22	2	1	2	1	
Diptera	Muscidae indet. Lv.													1											
Diptera	Pericoma sp. Lv.							2	1			2													
Diptera	Simuliidae Indet. Lv.	2						128	1	24		2		8	10	1	1			1872	188	12	68		
Diptera	Tipula sp. Lv.																					3			
Ephemeroptera	Baetidae indet. Lv.	18	52	8	60	104	66		11	2	6	18					3							1	
Ephemeroptera	Baetis muticus/niger Lv.				2																				
Ephemeroptera	Baetis sp. Lv.	382	156	120	32	104	14	36	37	2	540	38	30	116	348	228	232	46	18	392	252	8	144	68	256
Ephemeroptera	Baetis muticus Lv.				2	6	32												6		28				
Ephemeroptera	Baetis niger Lv.						12														6				
Ephemeroptera	Baetis rhodani Lv.	528	260	168	48	108	120	28	363	14	78	176	208	20	120	276	296	44	68	52	456	38	120	252	52
Ephemeroptera	Caenis luctuosa Lv.													1			1			6					
Ephemeroptera	Caenis sp. Lv.																			1					
Ephemeroptera	Serratella ignita Lv.																								1
Ephemeroptera	Heptagenia sp. Lv.	18		6				2						54	20	10				1	28		1		
Ephemeroptera	Heptagenia sulphurea Lv.	16		4		24		32						66	16	12	6	1	2	94	2			1	
Ephemeroptera	Leptophlebia vespertina Lv.																	1							
Ephemeroptera	Paraleptophlebia sp. Lv.							4																	
Gastropoda	Ancylus fluviatilis												1						1	10		1			2
Gastropoda	Gyraulus sp.														10		1	8	1				1		
Gastropoda	Radix labiata/balthica	1					1							1		3			3						

NIVA 7821-2023

Gruppe	Latinsk navn	AKR1_20.apr.	AKR2_20.apr.	AKR3_20.apr.	AKR5_20.apr.	AKR4_20.apr.	AKR6_20.apr.	FRO1_21.apr.	FRO2_21.apr.	FRO3.1_21.apr.	FRO3_21.apr.	FRO4_21.apr.	FRO5_21.apr.	AKR1_22.nov.	AKR2_22.nov.	AKR3_22.nov.	AKR4_22.nov.	AKR5_22.nov.	AKR6_22.nov.	FRO1_23.nov.	FRO2_23.nov.	FRO3.1_23.nov.	FRO4_23.nov.	FRO5_23.nov.	FRO3_23.nov.
Hirudinea	Erpobdella sp.																	1					1		
Hirudinea	Hirudinea Indet.																							1	
Hydrachnidia	Hydrachnidia indet. Ad.	2						2				1	6					1	1						
Megaloptera	Sialis fuliginosa Lv.							2																	
Nematomorpha	Nematomorpha Indet.				1																				
Oligochaeta	Oligochaeta Indet.	8	2	10	120	46	16	13	16	12	22	42	18	4	28	60	60	160	24	128	22	34	58	172	
Plecoptera	Amphinemura borealis Lv.	12						20												1			2		
Plecoptera	Amphinemura sp. Lv.	8	1					4	1					100	6			1		34	2		1		
Plecoptera	Amphinemura sulcicollis Lv.	3		1		1			1			2													
Plecoptera	Brachyptera risi Lv.							2																1	
Plecoptera	Isoperla difformis Lv.	16						6	4		1	1		2						20	2				
Plecoptera	Isoperla sp. Lv.	2												2							12	1		1	
Plecoptera	Leuctra hippopus Lv.																			22				1	
Plecoptera	Leuctra sp. Lv.	16			12			20						6			2	1		1	1		1		
Plecoptera	Nemoura cinerea Lv.							4																	
Plecoptera	Plecoptera indet. Lv.							16																	
Plecoptera	Protonemura meyeri Lv.													1	1					2	1		2		
Plecoptera	Siphonoperla burmeisteri Lv.																				1				
Trichoptera	Beraeodes minutus Lv.																							1	
Trichoptera	Chimarra marginata Lv.	1												8	4	2									
Trichoptera	Hydropsyche pellucidula Lv.	58		1									1	60	8	4	2	3	2	66	22		1	1	
Trichoptera	Hydropsyche siltalai Lv.	22	2	2	14	8	4	3				1		40	18	14	14	32	78	56	22		1	16	
Trichoptera	Hydroptilidae indet. Lv.													1											
Trichoptera	Hydroptila sp. Lv.	1												6		1									
Trichoptera	Hydropsyche sp. Lv.	40	3	10	3	6	16	8					1	120	38	8		28	10	30	6			2	
Trichoptera	Ithytrichia sp. Lv.	3							3					2				2		2	6				
Trichoptera	Lepidostoma hirtum Lv.																	1			2		3		
Trichoptera	Limnephilidae indet. Lv.							4																	
Trichoptera	Oxyethira sp. Lv.																		2						
Trichoptera	Plectrocnemia conspersa Lv.									2												6		3	
Trichoptera	Polycentropodidae indet. Lv.													2											
Trichoptera	Polycentropus flavomaculatus Lv.	6			1		20	1						22			12			5					
Trichoptera	Psychomyia pusilla Lv.															1		1							
Trichoptera	Rhyacophila fasciata Lv.																							1	
Trichoptera	Rhyacophila nubila Lv.	4	4	3	1	1	1		8		8	32	3	6	8	2	6	2		6	12		18	18	1
Trichoptera	Rhyacophila sp. Lv.		1			1		2					1	8	2						2			1	
Trichoptera	Sericostoma personatum Lv.																			1	8	1			
Turbellaria	Turbellaria Indet.																							2	

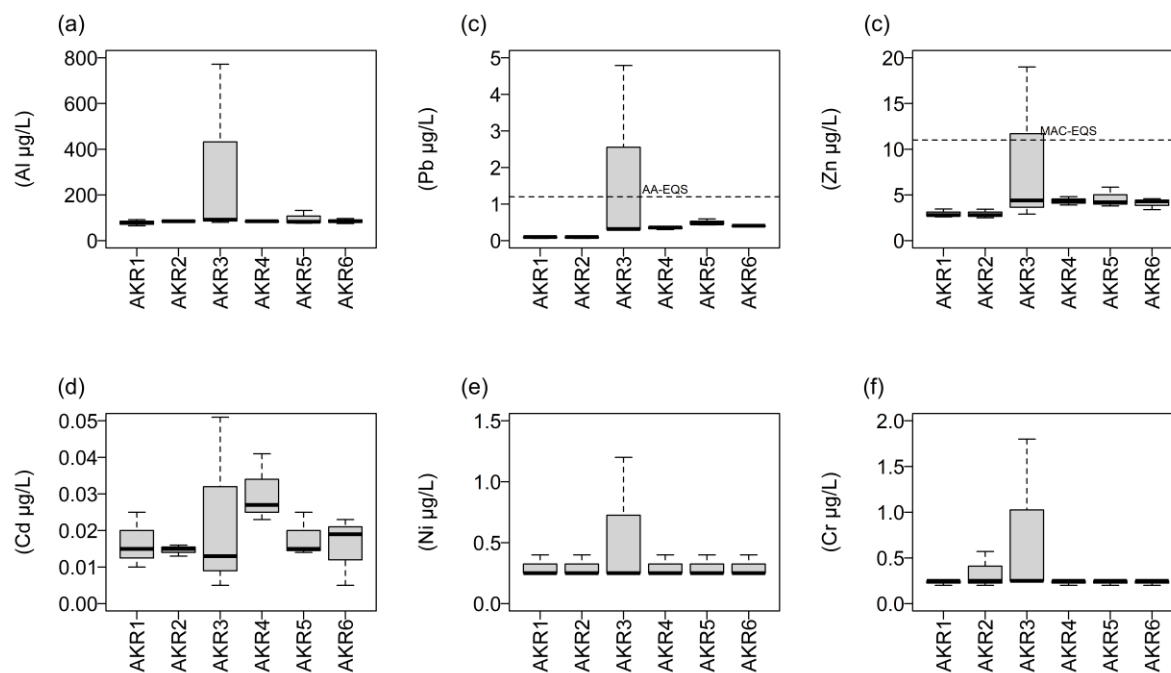
## Vedlegg D. Målte ASPT-verdier i 2022

Økologisk tilstand på bakgrunn av ASPT indeks ved de 12 utvalgte stasjonene i Akerselva (AKR1-6), Frogrnerelva/Sogsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3). Prøver er tatt ved to anledninger, vår og høst, i 2022. Stasjonskoordinater er vist i tabell A1. Gjennomsnittsverdier er angitt som midlet ASPT verdi som så er normalisert (nEQR). Beskrevet som nEQR ligger økologisk tilstand på en skala mellom 0 og 1, hvor de ulike klassegrensene er gitt ved henholdsvis: 0 – 0.2, 0.21- 0.4, 0.41 – 0.6, 0.61 – 0.8 og 0.81 – 1 (*svært dårlig, dårlig, moderat, god og svært god*).

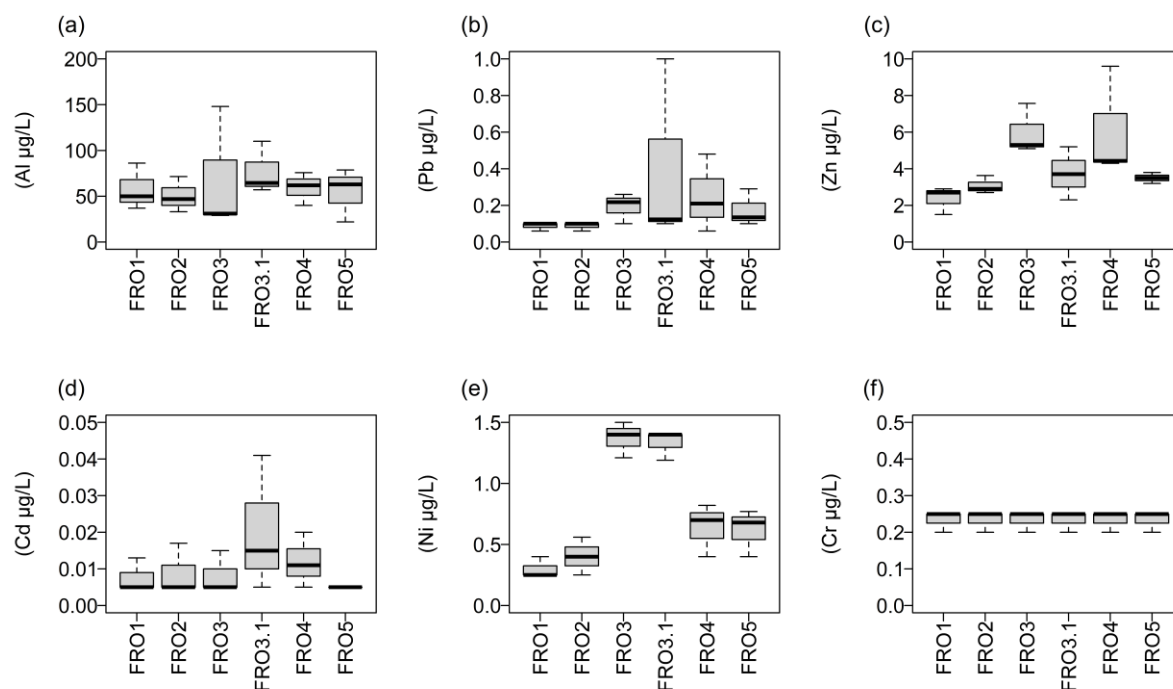
Stasjon	Prøvedato	ASPT	Utransformert EQR	Normalisert EQR
AKR1	20.04.2022	5.69	0.82	0.52
	22.11.2022	5.76	0.84	0.54
	Gjennomsnitt	5.73	0.83	0.53
AKR2	20.04.2022	4.33	0.63	0.20
	22.11.2022	5.00	0.72	0.35
	Gjennomsnitt	4.67	0.68	0.27
AKR3	20.04.2022	5.50	0.80	0.48
	22.11.2022	5.60	0.81	0.50
	Gjennomsnitt	5.55	0.80	0.49
AKR4	20.04.2022	5.75	0.83	0.54
	22.11.2022	5.33	0.77	0.43
	Gjennomsnitt	5.54	0.80	0.49
AKR5	20.04.2022	4.33	0.63	0.20
	22.11.2022	5.94	0.86	0.58
	Gjennomsnitt	5.14	0.74	0.38
AKR6	20.04.2022	4.14	0.60	0.19
	22.11.2022	4.55	0.66	0.24
	Gjennomsnitt	4.34	0.63	0.20
FRO1	21.04.2022	6.50	0.94	0.73
	23.11.2022	6.21	0.90	0.65
	Gjennomsnitt	6.36	0.92	0.69
FRO2	21.04.2022	5.17	0.75	0.39
	23.11.2022	6.72	0.97	0.78
	Gjennomsnitt	5.94	0.86	0.59
FRO3.1	21.04.2022	3.67	0.53	0.17
	23.11.2022	4.63	0.67	0.26
	Gjennomsnitt	4.15	0.60	0.19
FRO3	21.04.2022	4.80	0.70	0.30
	23.11.2022	3.86	0.56	0.18
	Gjennomsnitt	4.33	0.63	0.20
FRO4	21.04.2022	5.11	0.74	0.38
	23.11.2022	5.67	0.82	0.52
	Gjennomsnitt	5.39	0.78	0.45
FRO5	21.04.2022	4.13	0.60	0.19
	23.11.2022	5.31	0.77	0.43
	Gjennomsnitt	4.72	0.68	0.28

## Vedlegg E. Vannkjemiske målinger

Vannkjemiske data fra vannprøver samlet inn av VAV (etter 48 timer tørrvær). Prøver ble tatt ved tre anledninger (juni, juli og august/september i 2022) og er analysert i regi av VAV. Merk at de høye verdiene på stasjon AKR3 trolig skyldes en feilmåling.



**Figur E1.** Målte verdier av utvalgte metaller i vannprøver tatt fra 6 utvalgte stasjoner i Akerselva (AKR1-6) i 2022. Verdier er vist for ufiltrerte vannprøver. Øvre grense for klasse II tilsvarer AA-EQS (vist ved overskridelse), som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering, og øvre grense for klasse III tilsvarer MAC-EQS (vist ved overskridelse), som er grenseverdien for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering (Veileder M608:2016).



**Figur E2.** Målte verdier av utvalgte metaller i vannprøver tatt fra Frognerselva/Sognsvannsbekken (FRO1, FRO2, FRO4 og FRO5) og Gaustadbekken (FRO3.1 og FRO3) i 2022. Verdier er vist for filtrerte vannprøver. Ingen av målingene overskrev grenseverdiene for AA-EQS/MAC-EQS. Se **Figur E1** for nærmere beskrivelse.



## Referanser i Vedlegg

- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983. The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide-range of unpolluted running-water sites. *Water Research*. 17, 333-347
- Buffagni, A., Erba, S., Cazzola, M., Murray-Bligh, J., Soszka, H., Genoni, P., 2006. The STAR common metrics approach to the WFD intercalibration process: Full application for small, lowland rivers in three European countries. *Hydrobiologia* 566, 379-399.
- Direktoratsgruppa 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018.
- Van De Bund, W., 2009. Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 1: Rivers. JRC Scientific and Technical Reports. EUR 23838 EN/1.

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 · 0349 Oslo  
Telefon: 02348 · Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) · [post@niva.no](mailto:post@niva.no)