

Well structured report, two comments:
- Introduction could have been more detailed.
- Results & discussion are grouped in the same part (algae and heavy metals).

Vannkvalitet i ferskvann rundt Oslo

Vannprøver ble samlet inn fra en rekke ulike vassdrag og innsjøer onsdag 23. oktober 2019. Disse ble analysert for blant annet alkalinitet, ionesammensetning, tungmetaller og optiske egenskaper (farge). Vannkildene er tydelig påvirket av sine umiddelbare omgivelser og nedbørsfelt, og vannkildene kan være veldig ulike til tross for kort geografisk avstand. De store variasjoner skyldes ulikheter i mengden av næringssalter i omkringliggende områder. Hvis det er utbredt jordbruk med bruk av kunstgjødsel vil det renne mer næringssalter ut i vannet

Prøven som ble tatt nederst i Akerselva viste klart høyest innhold av tungmetaller, og veldig mye mer enn prøven fra Maridalsvannet som er kilden til Akerselva. Akerselva har vært en viktig energikilde i Oslos historiske utvikling, og mye ulik industri har vært lokalisert langs akerselva. Det er sannsynlig at tidligere tiders (mangel på) avfallshåndtering er skyld i mengden tungmetaller vi finner ved Akerselvas utløp.



Figur 1 Utløp fra vann som viser at vannet har en brun farge. Dette skyldes oppløst humus. Foto: Rolf Vogt

Introduksjon

I Norge bruker vi hovedsaklig (om lag 90%) overflatevann til drikkevann (Folkehelseinstituttet, 2014). Dette kommer fra innsjøer, tjern, bekker og elver, og et krav for at det skal kunne brukes som drikkevannskilde er at det er lave forekomster av miljøgifter, plantevernmidler og tungmetaller må være lave.

I dette feltarbeidet samlet vi inn vann fra 11 lokasjoner i og rundt Oslo, se tabell 1.

Vannprøver	Beskrivelse av vannkilde
Lutvann	Skog, lite nedbørsfelt, klart vann
Nesøytjernet	Kalkberggrunn
Kolbotntjernet	Algete og brunt vann
Akerselva	Klart vann, Urbant
Maridalsvannet	Klart vann, råvannskilde
Gjersjøen	Skogområde, brunt vann
Lysakerelva	Brunt vann
Østensjøvann	Næringsrik, mye fugl, kloakk
Årungen	Landbruk, brunt vann, høy turbiditet, høy vannføring
Sværsvann	Brunt vann
Solbergvannet	Organisk jord, brunt vann

Tabell 1 Vannprøver innsamlet i dette feltarbeidet.

Metoder

Prøveinnsamling: Vannprøvene ble samlet inn i sterile 2 liters beholdere med lokk, utstyret ble desinfisert med etanol. Prøvene ble tatt 2-3 meter fra vannkanten og, så langt det var mulig, innhentet nær utløpet av vannet (se figur 2). Posisjoner ble beregnet med GPS. **Alkalinitet:** Prøvene ble titrert (automatisk) mot saltsyre og syreforbruk (i $\mu\text{mol/L}$) til slutt punktet ved $\text{pH}=4.5$ ble registrert. **Absorbansmålinger:** Vannprøvenes innhold av optisk aktive molekyler ble målt med spektrofotometer i UV og synlig lys (200nm – 700 nm).

Ionesammensetning: For bestemmelse av hovedkationene ble det brukt ICP-OES (Induktivt koblet plasma - optisk emisjonsspektrometri), og for spormetallionene (herunder tungmetallene) ble det brukt ICP-MS (Induktivt koblet plasma – massespektrometri). Konsentrasjonene av anionene ble bestemt med ionekromatografi.



Figur 2. Innhenting av vannprøve.

Algevekst

Innsjøer kan klassifiseres etter hvor stor primærproduksjon (fotosyntese) som skjer i vannet. En eutrofisk innsjø er en innsjø med høy primærproduksjon, en mesotrofisk innsjø har middels stor primærproduksjon og en oligotrof innsjø har lav primærproduksjon. Primærproduksjonen begrenses av mengden næringssalter i vannet, da alger og andre vannplanter er avhengige av tilgang på nitrogen og fosfor.

Målingene viser at Årungen, Østensjøvannet og Kolbotntjernet inneholdt mest tilgjengelig fosfor (se tabell 2), og vi kunne også observere algevekst, spesielt i Kolbotntjern, Figur 2. Årsakene til at Årungen er eutrofisk er at det kommer mye avrenning fra jordbruksområder hvor det er brukt kunstgjødsel. For Kolbotntjern og Østensjøvannet er det forurensing av kloakk og for Østensjøvannets del også mye avføring fra et rikt fugleliv. I eutrofiske vann vil algeveksten kunne forårsake oksygenmangel nedover i vannmassene og det virker negativt på fiskebestandene. Figur 3 viser også at algebestanden i disse 3 innsjøene var høyere enn i de resterende vannprøvene.

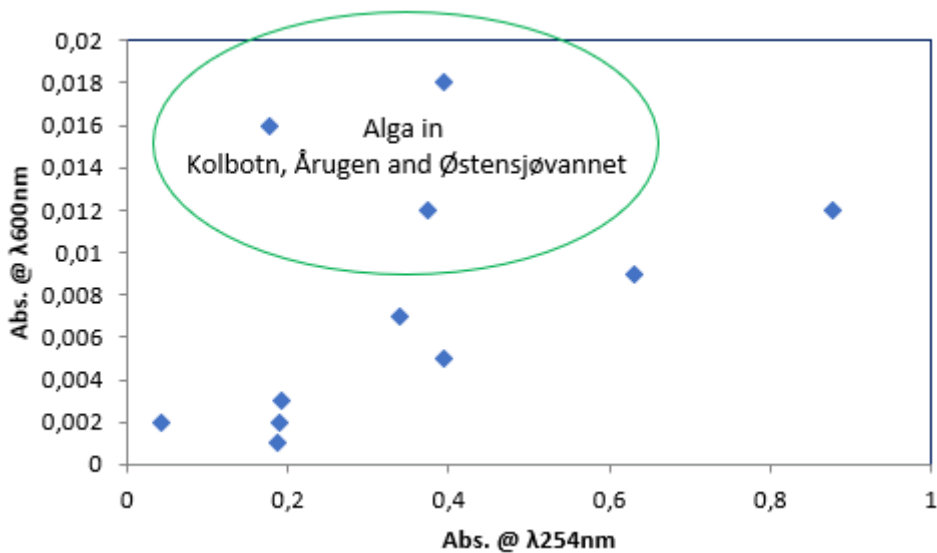


Figur 3 Algevekst i Kolbotntjern. Foto: Rolf Vogt

De fleste innsjøer i Norge er oligotrofe, med lav primær produksjon, og større variasjon av fiskearter. Sværsvann og Solbergvann er eksempler på næringsfattige vann med høyt innhold av humus. I slike vann vil vannet være brunt, pH er lav og det er lite liv i vannet og kalles dystrofiske.

Plot	TOT-P ($\mu\text{g/L}$)		pH	Alkalinitet ($\mu\text{mol L}^{-1}$)
Lutvann	13	Oligotrofisk	7,27	289
Nesøytjernet	24	Mesotrofisk	7,60	1719
Kolbotntjernet	56	Eutrofisk	7,39	1197
Akerselva	11	Forurenset	7,27	168
Maridalsvannet	10	Oligotrofisk	6,98	158
Gjersjøen	26	Mesotrofisk	7,33	821
Lysakerelva	10		6,99	266
Østensjøvann	178	Eutrofisk	7,17	1723
Årungen	82	Eutrofisk	7,30	957
Sværsvann	16	Dystrofisk	6,32	1140
Solbergvannet	18	Dystrofisk	5,72	110

Tabell 2 Totalinnhold av fosfor i vannprøvene, pH og alkalinitet.

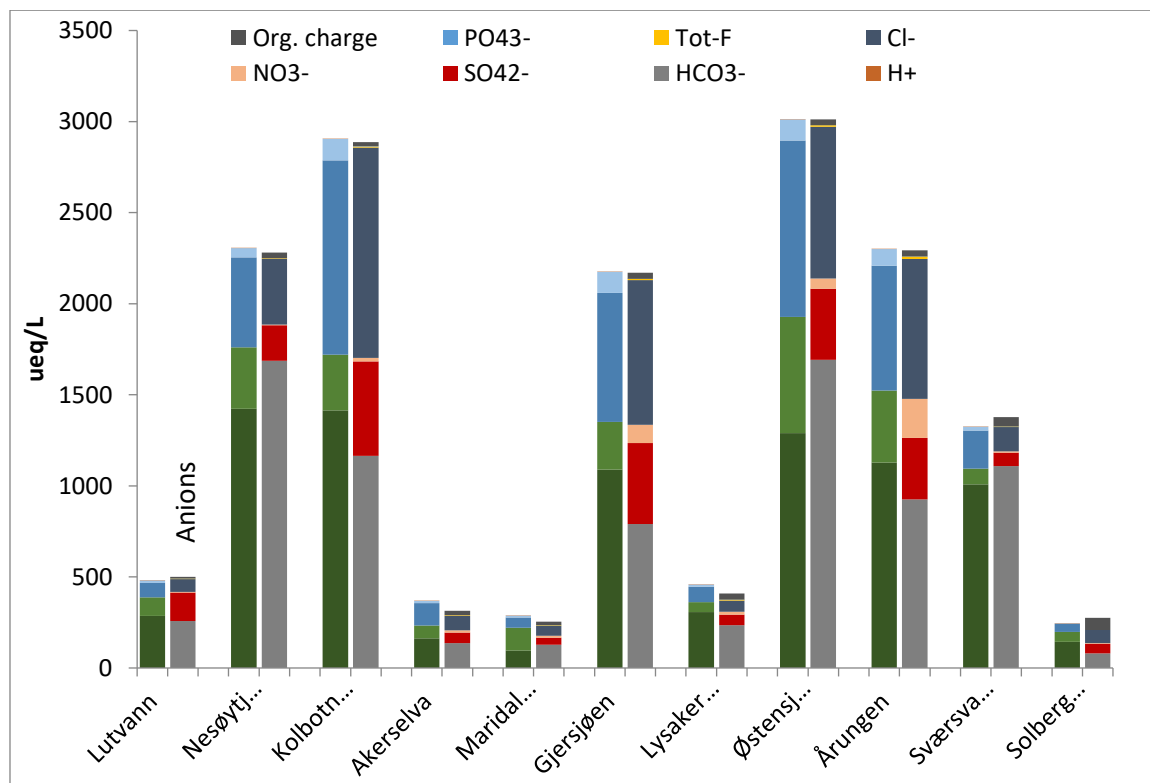


Figur 4. Sammenligning av lysabsorpsjon ved 254 nm og 600 nm.

"Absorpsjonen" ved 600 nm skyldes i hovedsak lysspredning fra partikler med diameter rundt 1µm, blant annet alger. Absorpsjonen ved 254nm skyldes i hovedsak aromatisk karbonforbindelser som humus. Kolbotntjern, Østensjøvannet og Årungen skiller seg ut ved høy partikkelforekomst. I vann hvor absorpsjonen ved 600 nm utelukkende skyldes humus og annet oppløst organisk materiale vil vi se en lineær korrelasjon mellom A254 og A600.

Alkalinitet og ionesammensetning

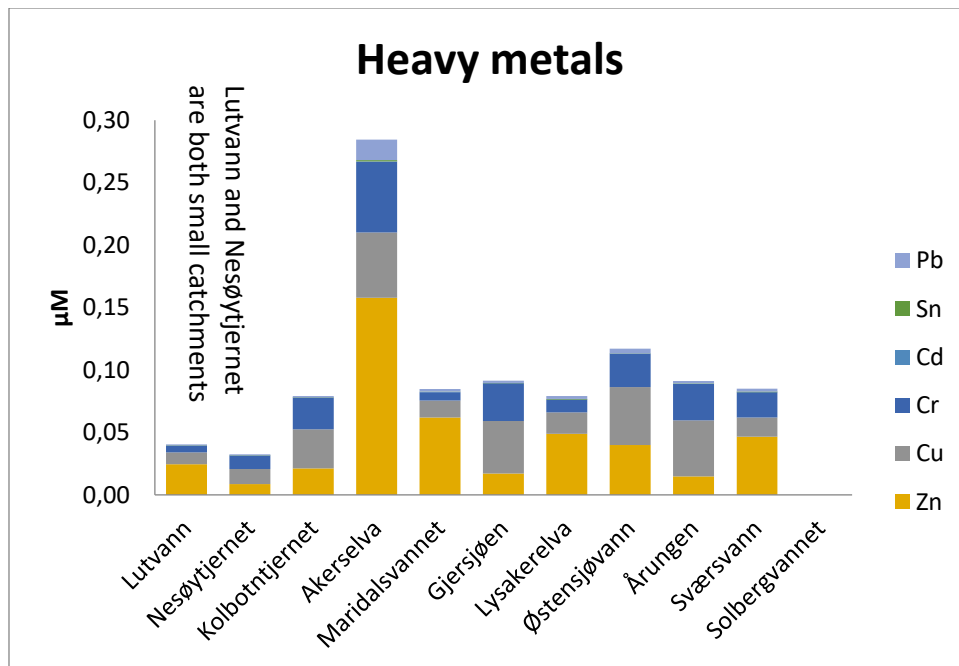
pH og alkalinitet ble målt i alle vannprøvene. Vi ser at det ikke er en direkte sammenheng mellom disse verdiene. Alkaliniteten skyldes i hovedsak oppløst karbonat fra kalkstein og viser god korrelasjon med mengden HCO_3^- (aq) ioner i vannet. Figur 4 viser den totale



Figur 5. Ionesammensetning i vannprøvene.

Tungmetaller

Prøven som ble tatt nederst i Akerselva viste klart høyest innhold av tungmetaller, og veldig mye mer enn prøven fra Maridalsvannet som er kilden til Akerselva. Akerselva har vært en viktig energikilde i Oslos historiske utvikling, og mye ulik industri har vært lokalisert langs Akerselva. Det er sannsynlig at tidligere tiders (mangel på) avfallshåndtering er skyld i mengden tungmetaller vi finner ved Akerselvas utløp. Sammenlignet med innholdet av tungmetaller i Maridalsvannet er det tydelig av turen gjennom byen har stor påvirkning på vannkvaliteten.



Konklusjon

Resultatene våre viser at vannkildene kan være veldig ulike til tross for kort geografisk avstand. Vannkildene er tydelig påvirket av sine umiddelbare omgivelser og nedbørsfelt. De store variasjonene skyldes ulikheter i mengden av næringsalter i omkringliggende områder. Også graden av forurensing i vannet viser store lokale variasjoner. Kilder til tungmetallforurensing er blant annet avrenning fra gamle søppelfyllinger. Spesielt i Akerselva ser vi dette, da vannet blir forurenset på sin vei gjennom byen. Ved osen i Maridalsvannet er innholdet av tungmetaller betydelig lavere enn nederst i Akerselva.

En mer finmasket studie av Akerselva (med flere målepunkter) vil kunne si noe om hvor i elveløpet vannet tar til seg mest tungmetaller. Dette bør gjøres til flere ulike tider i året og ved ulike vanngjennomstrømming, da regnmengder og gjennomstrømningshastighet antagelig vil påvirke resultatet.