

Gjennomgang av data for vannkjemi og gjellealuminium fra Vosso



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Gjennomgang av data for vannkjemi og gjellealuminium fra Vosso	Løpenummer 7082-2016	Dato 03.10.2016
Forfatter(e) Åtland, Åse Skancke, Liv Bente	Fagområde Kalking og forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hordaland	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hordaland	Oppdragsreferanse FMHO-Kalk-2016/1
	Heftenr.:

Sammendrag

Den vannkjemiske situasjonen i Vossovassdraget ser ut til å være god i øvre deler, mens stasjonen på Evanger viser noe mer variable forhold med lavere pH og svært lave Ca-nivåer. Konsentrasjonen av gjellealuminium er gjennomgående lav både ved Voss klekkeri og i øvre deler av vassdraget, mens det har vært målt forhøyede nivåer hos laks fanget i Bolstadelva i 2014, 2015 og særlig under en flomtopp i mai 2016. Data fra mai 2016 viser at nivåene av gjellealuminium lå i underkant av 20 µg/g ved to anledninger, mens gjennomsnittsverdien var hele 148 µg/g den 16. mai. De høye verdiene ble målt etter en varmeperiode med høy vannføring. Slike nivåer av gjellealuminium er ikke dødelig for laks, men en kan forvente effekter på ioneregulering og enzymer (Na-K-ATP-ase). Det er ekstra bekymringsfullt når slike flomtopper, som i dette tilfellet, sammenfaller i tid med smoltutvandring. Vi anbefaler at det vannkjemiske måleprogrammet utvides for å dokumentere slike episoder bedre. Basert på de siste tre årenes høye nivåer av gjellealuminium på villsmolt fanget i Bolstadelva, mener vi også at det bør vurderes å sette inn kalkingstiltak for å beskytte smolten.

Fire emneord	Four keywords
1. Vosso	1. River Vosso
2. Vannkvalitet	2. Water quality
3. Laks	3. Atlantic salmon
4. Forsuring	4. Acidification



Åse Åtland

Prosjektleder, Forskningsleder NIVA Akvakultur



Atle Hindar

Kvalitetssikrer

Gjennomgang av data for vannkjemi og gjellealuminium fra Vosso

Forord

NIVA har på oppdrag fra Fylkesmannen i Hordaland samlet og vurdert data for vannkjemi og gjellealuminium i Vossovassdraget. Bakgrunnen for oppdraget var urovekkende høye verdier for gjellealuminium i nedre del av vassdraget de tre siste år.

NIVA takker for oppdraget, og håper at rapporten vil være til nytte. Atle Hindar har kvalitetssikret rapporten i NIVA.

Bergen, 3. oktober 2016



Ase Atland

Innholdsfortegnelse

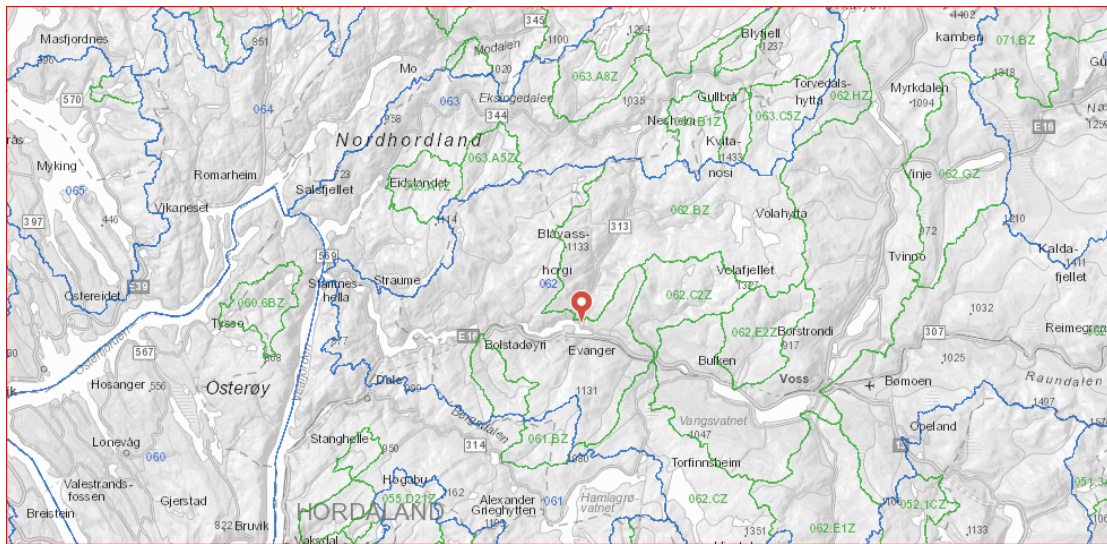
1	Bakgrunn	5
2	Vannkjemisk utvikling i Vossovassdraget	6
2.1	pH og kalsium.....	6
2.2	Aluminium	8
2.3	Tungmetalldata fra Elvetilførselsprogrammet.....	10
3	Gjellemetaller	11
4	Anbefalinger	14
5	Referanser	15

1 Bakgrunn

Vossovassdraget var tidligere moderat preget av forsurening, og i 1994 ble det satt i gang kalking ved Evanger kraftstasjon (**Figur 1**). Seks år seinere evaluerte NIVA tiltaket (Hindar og Kroglund 2000). På midten av 2000-tallet ble forholdene i vassdraget vurdert som så gode av myndighetene, at kalkingen ble stoppet.

Etter at aktiviteten ved kalkingsanlegget ble stoppet i 2005, ble det laget en LFI-rapport med vannkjemiske data fra Vosso (Barlaup 2013). Data og vurderinger i forbindelse med vassdragskalking finnes også i datarapporter (Blakseth og Severinsen 2015 og 2016) og i årsrapporter fra tiltaksovervåking av kalkede laksevassdrag i Norge (Miljødirektoratet 2015).

Sammenstillingen som er gjort i den foreliggende rapporten omfatter også en gjennomgang av tungmetalldata og tilførsler fra sidevassdrag. Data for tungmetaller er hentet fra elvetilførselsprogrammet RID, der det er månedlig prøvetaking i Bolstadelva (Skarbøvik m.fl. 2015).



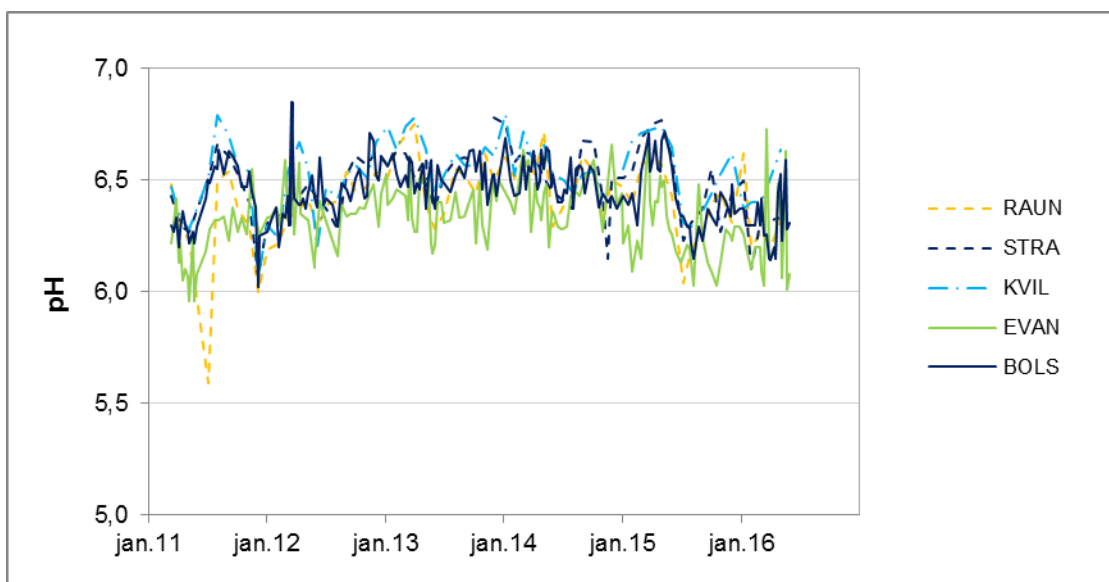
Figur 1. Vossovassdraget med lokaliseringen av kalkingsanlegget i Evanger kraftstasjon indikert. Kartkilde: NVE Atlas

2 Vannkjemisk utvikling i Vossovassdraget

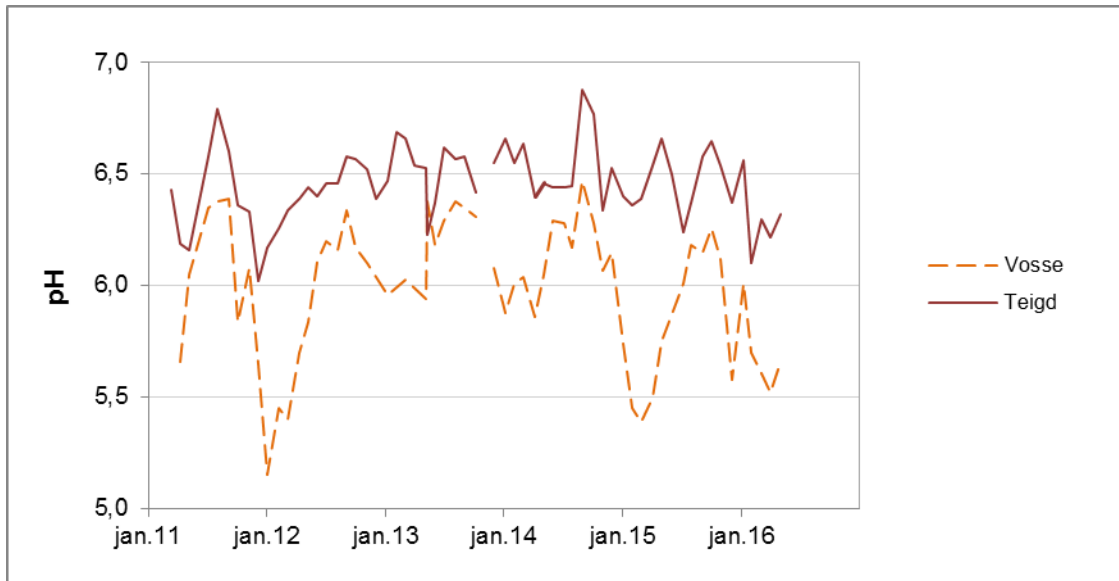
2.1 pH og kalsium

Selv om vi i denne rapporten vurderer data fra midt på 1990-tallet, har vi valgt å avgrense datapresentasjonen av vannkjemisk tilbake til 2011, noe lenger for gjellemetaller. På samme måte som i rapporten fra 2000 (Hindar og Kroglund 2000), presenteres data for stasjonene i hovedelva og i sideelvene i to figursett.

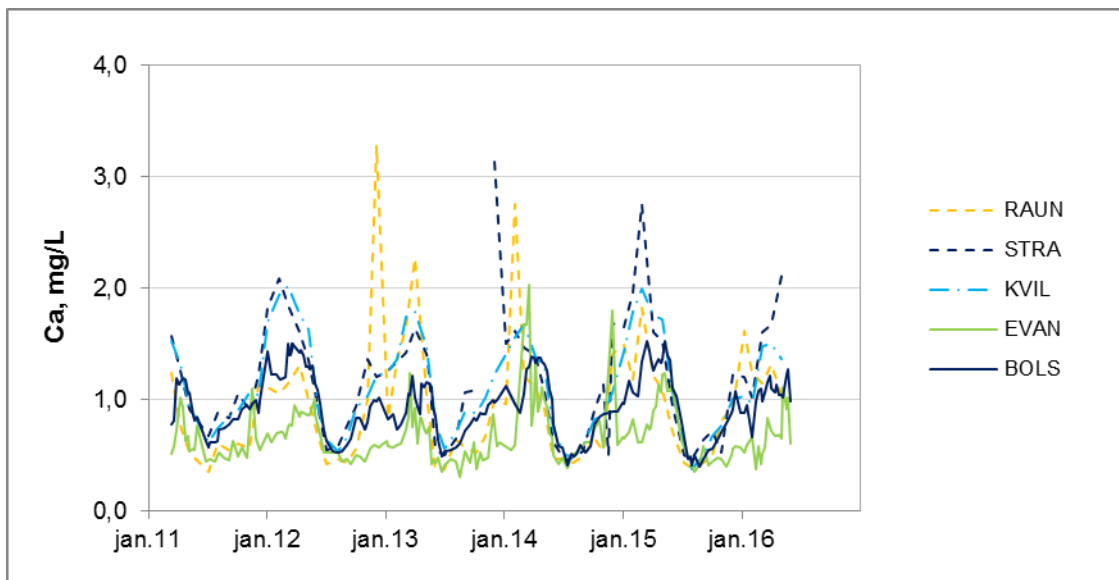
pH-verdiene i hovedvassdraget varierte i perioden 1994-2000 mellom 5,5 og 6,5 (Hindar og Kroglund 2000). For perioden 2011-2016 har variasjonen stort sett vært mellom 6,0 og 6,7 med unntak av en sur episode i Raundalselva (pH 5,59) den 4. juli 2011 (**Figur 2**). Det er verdt å merke seg at prøvene fra utløpet av kraftverket på Evanger har de laveste pH-verdiene, og den største variasjonen i pH gjennom året. Situasjonen i sideelvene er mer variabel, og pH dropp ned til pH 5,5 forekom i Vossedalselva (**Figur 3**). Prøvetakingsprogrammet omfatter også kalsium (**Figur 4** og **Figur 5**). Igjen er det stasjonen på Evanger som har de laveste verdiene, og her er konsentrasjonen av Ca ofte ned mot 0,4-0,5 mg/l.



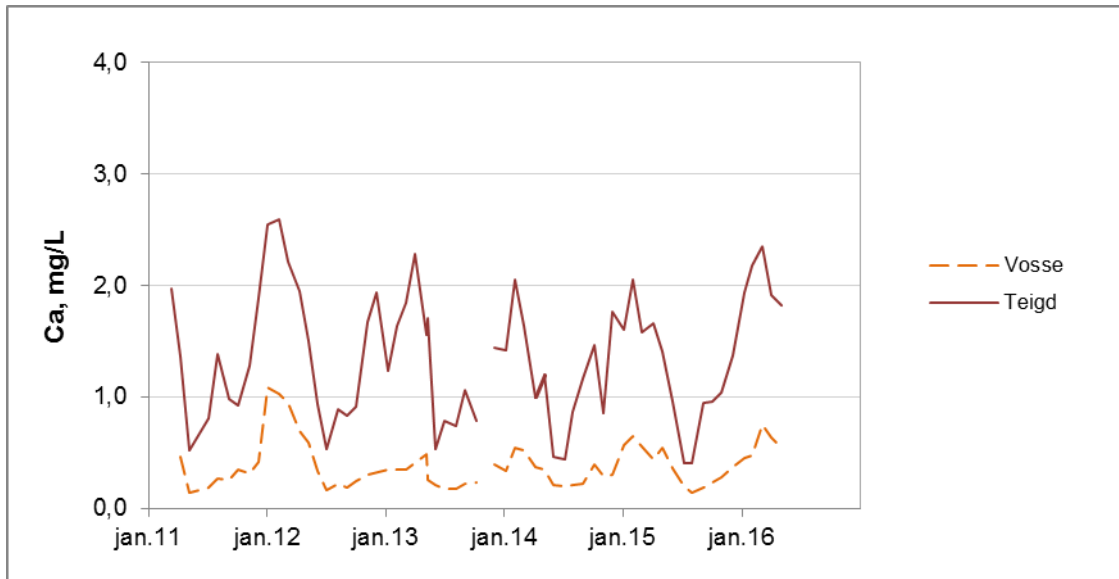
Figur 2. pH i Vosso: RAUN= Raundalselva, STRA=Strandaelva, KVIL= Vosso ved Kvilekvål, EVAN=Vosso ved Evanger og BOLS=Vosso ved Bolstad.



Figur 3. pH i sidevassdrag til Vosso: Vosse=Vossedalselva, Teigd=Teigdalselva



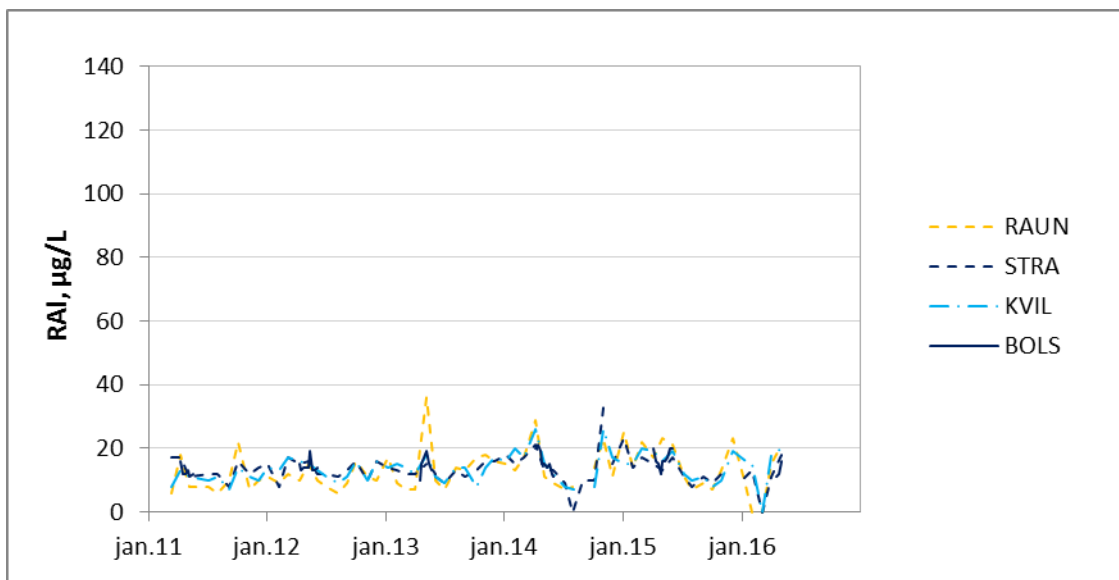
Figur 4. Kalsiumkonsentrasjon (mg/l) i Vosso: RAUN= Raundalselva, STRA=Strandaelva, KVIL= Vosso ved Kvilekvål, EVAN=Vosso ved Evanger og BOLS=Vosso ved Bolstad.



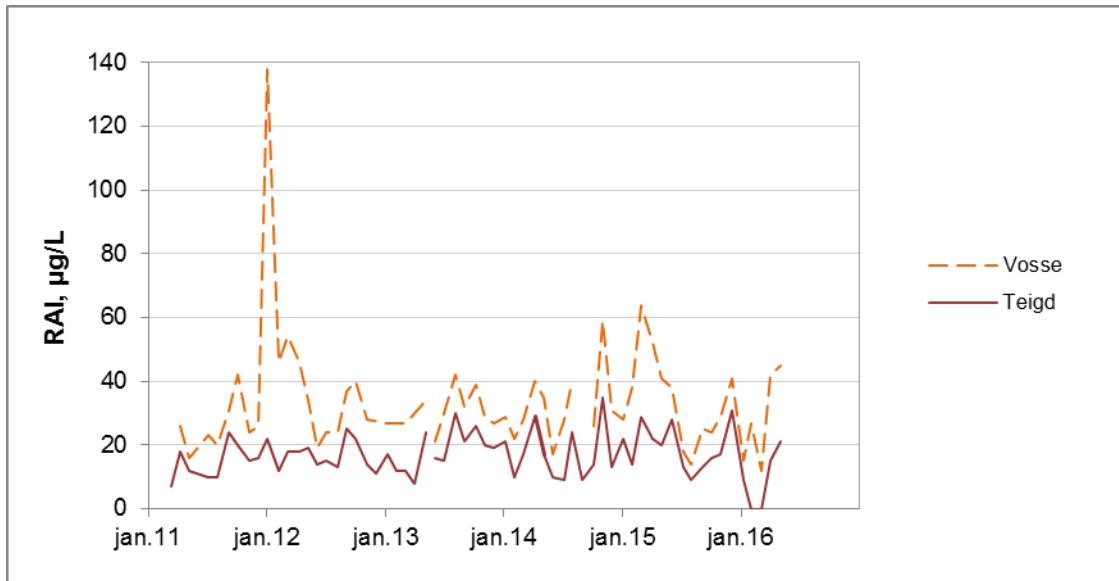
Figur 5. Kalsiumkonsentrasjon (mg/l) i sidevassdrag til Vosso: Vosse=Vossedalselva, Teigd=Teigdalselva.

2.2 Aluminium

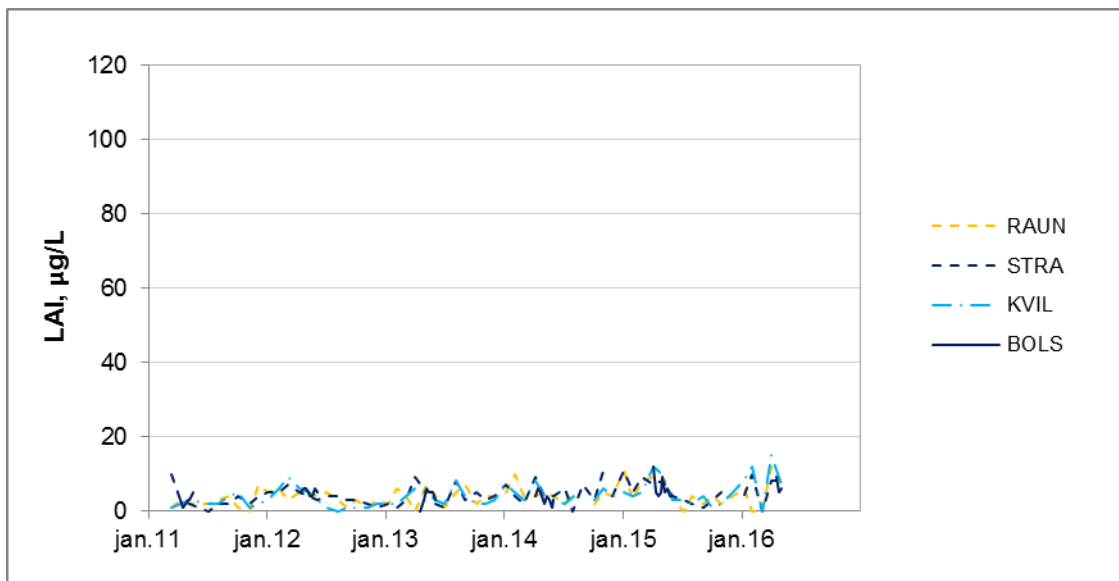
Aluminiumsnivåene er lave i hovedvassdraget – både for reaktivt og labilt aluminium (**Figur 6** og **Figur 8**). I sidevassdragene Vossedalselva og Teigdalselva er situasjonen mer variabel, og ved enkelte tilfeller er konsentrasjonen av labilt aluminium opp mot nivåene som kan forårsake negative effekter på fisk i Vossedalselva (**Figur 7** og **Figur 9**).



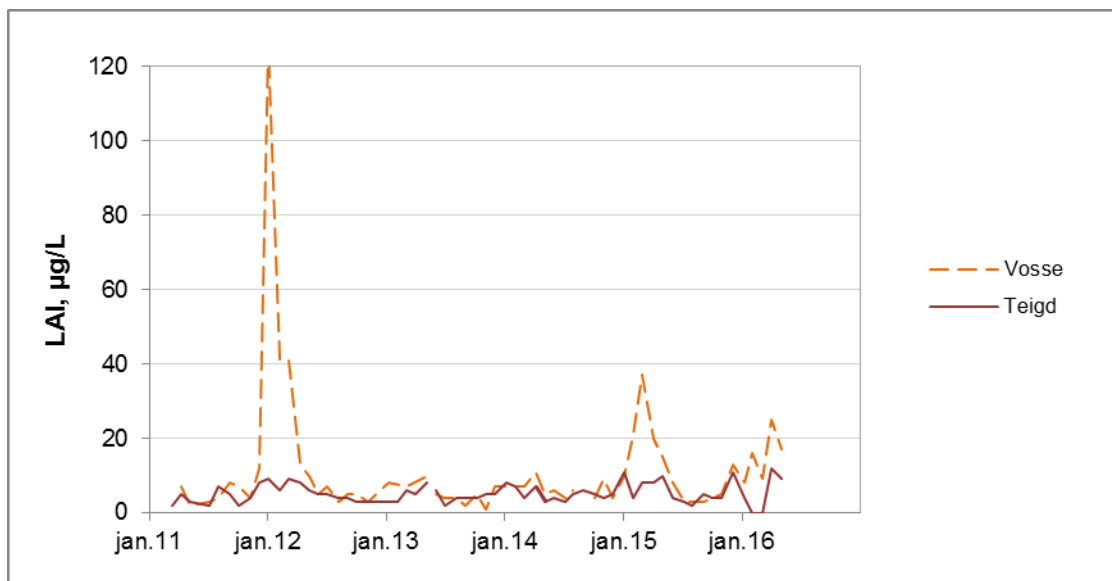
Figur 6. Konsentrasjon av reaktivt aluminium ($\mu\text{g/l}$) i Vosso: RAUN= Raundalselva, STRA=Strandaelva, KVIL= Vosso ved Kvilekvål, og BOLS=Vosso ved Bolstad.



Figur 7. Konsentrasjon av reaktivt aluminium ($\mu\text{g/l}$) i sidevassdrag til Vosso: Vosse=Vossedalselva, Teigd=Teigdalselva.



Figur 8. Konsentrasjon av labilt aluminium ($\mu\text{g/l}$) i Vosso: RAUN= Raundalselva, STRA=Strandaelva, KVIL= Vosso ved Kvilekvål, og BOLS=Vosso ved Bolstad.



Figur 9. Konsentrasjon av labilt aluminium ($\mu\text{g/L}$) i sidevassdrag til Vosso: Vosse=Vossedalselva, Teigd=Teigdalselva.

2.3 Tungmetalldata fra Elvetilførselsprogrammet

Hvert år overvåkes tilførsler til norskekysten av næringsstoff, tungmetaller og organiske miljøgifter under elvetilførselsprogrammet RID (Riverine Inputs and direct Discharges). Overvåkingen utføres i 47 elver, blant annet Vosso, og prøvetakingsstasjonen her er i nedre del (Bolstadelva). Tungmetallresultater for prøver fra 2014 er vist i **Tabell 1**. Konsentrasjonene er sammenlignet med fastsatte grenseverdier (Skarbøvik m.fl. 2015). I Bolstadelva ble det ikke registrert kritisk høye konsentrasjoner for noen av de målte metallene. Alle måleverdiene er under gjeldende EQS (Environmental Quality Standard) - verdier for prioriterte miljøgifter i vannforskriften (kvikksølv, bly, kadmium og nikkel) og for vannregionspesifikke stoffer. I tabellen er US EPA (Environmental Protection Agency) sine grenseverdier for akvatisk liv i ferskvann tatt med. Også disse viser at de målte tungmetallkonsentrasjonene er langt under det som kan forårsake skade.

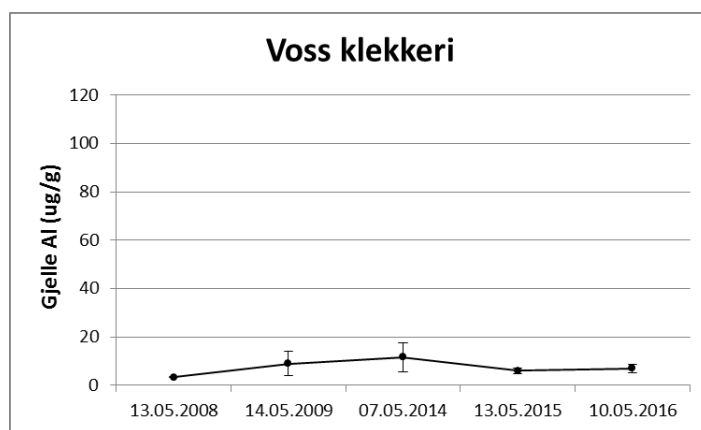
Tabell 1. Analyser av pH og metaller fra Elvetilførselsprogrammet fra Bolstadelva i 2014 (Skarbøvik m.fl. 2015). CMC (Critical Maximum Concentration) for akutt og kronisk eksponering (Aquatic life – freshwater) fra US EPA er lagt inn nederst i tabellen. For krom er grenseverdien for CrIV oppgitt dvs. den mest toksiske formen.

Dato	pH	Sølv $\mu\text{g/l}$	Arsen $\mu\text{g/l}$	Kadmium $\mu\text{g/l}$	Krom $\mu\text{g/l}$	Kobber $\mu\text{g/l}$	Kvikksølv $\mu\text{g/l}$	Nikkel $\mu\text{g/l}$	Bly $\mu\text{g/l}$	Sink $\mu\text{g/l}$
06.01.2014	7,11	0,05	0,06	0,006	0,30	0,369	0,001	0,360	0,045	1,10
04.02.2014	6,66	0,05	0,07	0,005	0,51	0,348	0,002	0,270	0,035	0,96
04.03.2014	6,78	0,05	0,07	0,005	0,30	0,546	0,001	0,330	0,056	1,80
07.04.2014	6,26	0,05	0,07	0,007	0,10	0,472	0,001	0,450	0,058	1,30
06.05.2014	6,83	0,05	0,10	0,005	0,10	0,353	0,001	0,340	0,042	1,20
03.06.2014	6,66	0,05	0,06	0,005	0,10	0,280	0,001	0,250	0,046	0,96
07.07.2014	6,46	0,05	0,05	0,009	0,10	0,250	0,001	0,210	0,039	0,86
04.08.2014	6,59	0,05	0,05	0,006	0,10	0,305	0,001	0,240	0,070	0,94
01.09.2014	6,41	0,05	0,06	0,006	0,70	0,210	0,001	0,550	0,021	0,58
06.10.2014	6,38	0,05	0,07	0,010	0,10	0,358	0,001	0,330	0,160	1,10
03.11.2014	6,64	0,05	0,20	0,010	0,10	0,622	0,001	0,470	0,245	1,20
01.12.2014	6,48	0,05	0,10	0,007	0,20	0,418	0,001	0,360	0,087	1,30
CMC Akutt		3,2	340	1,800	16,00		1,400	470,000	65,000	120,00
CMC Kronisk			150	0,720	11,00		0,770	52,000	2,500	120,00

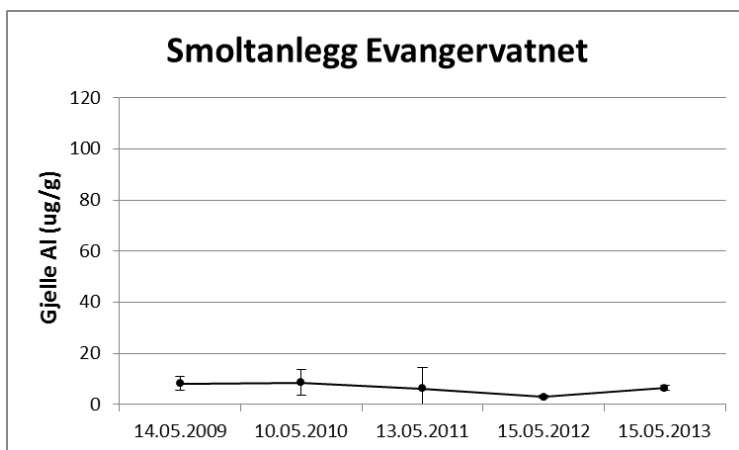
3 Gjellemetaller

Analyse av gjellemetall er nyttig for å vurdere risiko for negative effekter på fisk. Resultatene av gjelleprøver tatt på Voss klekkeri viser stabilt lave nivåer av gjellealuminium for perioden 2008-2016 (**Figur 10**). Årsaken til at det mangler datamateriale fra årene 2010-2013 er at smolt fra anlegget i Evangervatnet ble brukt som forsøksfisk i burforsøkene. Dataene fra smolt fra Evangervatnet viser imidlertid de samme lave nivåene (**Figur 11**). Uni Research Miljø har en del gjellemateriale fra Vosso ved Kvilekvål for tidsperioden fra 1998-2005, og her ser en relativt lave verdier etter år 2000 (**Figur 12**). Også i Teigdalselva har laksen hatt lave nivåer av gjellealuminium etter 1998 (**Figur 13**).

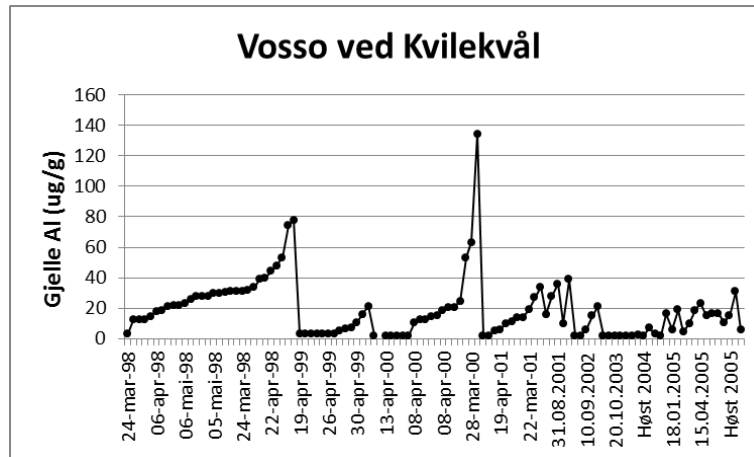
Prøvene fra Bolstadelva (villsmolt av laks) viser imidlertid et noe mer variabelt bilde, og en observerer en trend med høyere gjellenivåer av aluminium enn tidligere for årene 2014, 2015 og særlig i 2016 (**Figur 14**).



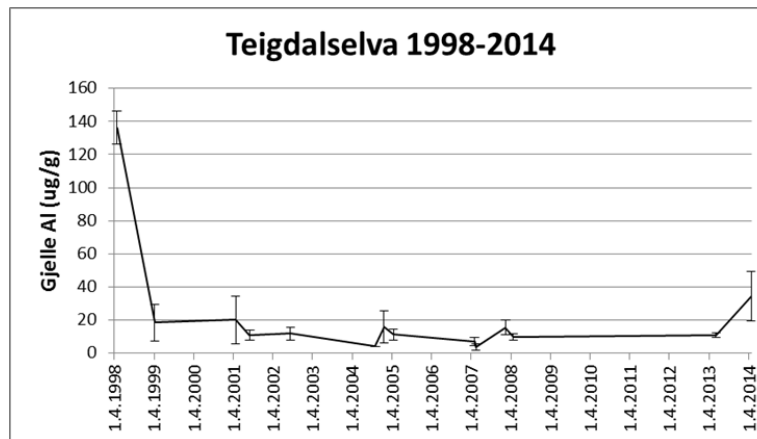
Figur 10. Gjellealuminium hos laks (smolt) fra Voss klekkeri i perioden fra 2008-2016. Data fra NIVA.



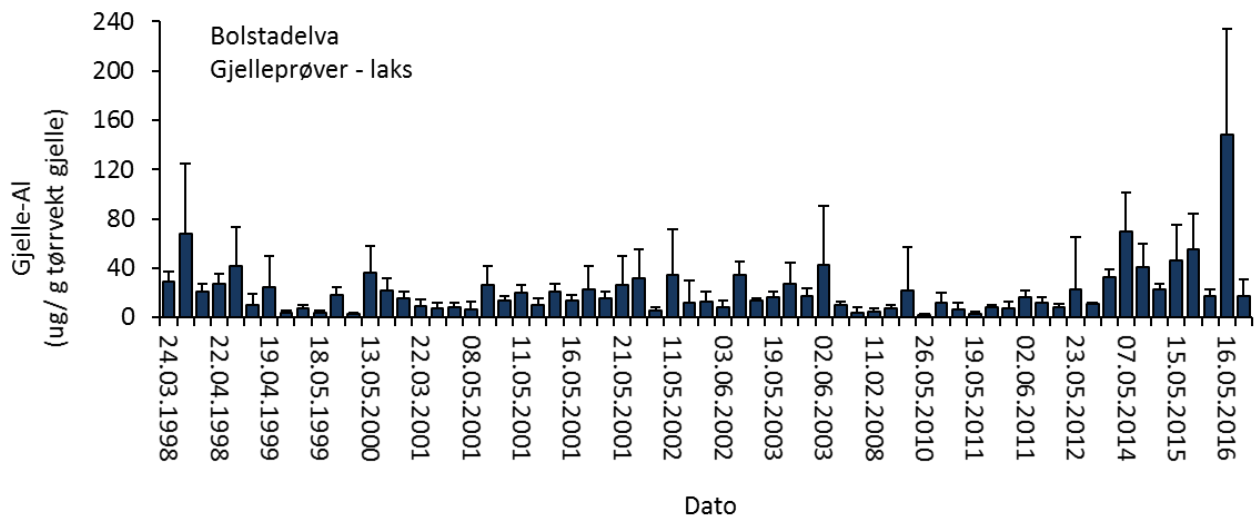
Figur 11. Gjellealuminium hos laks (smolt) fra smoltanlegget i Evangervatnet i perioden fra 2009 til 2013. Data fra NIVA



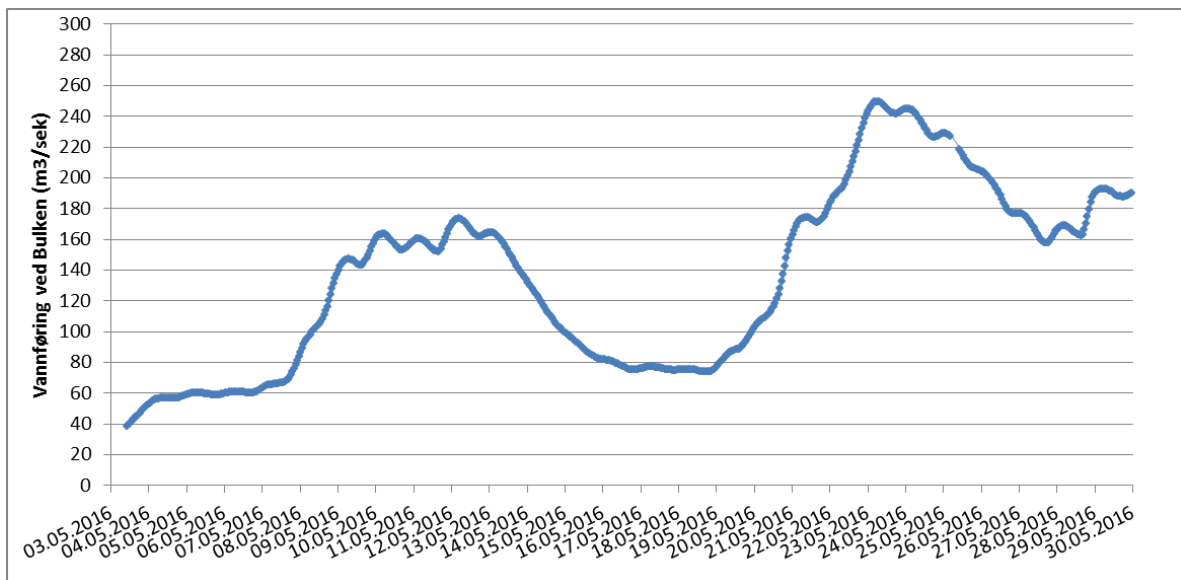
Figur 12. Gjellealuminium hos laks fanget i Vosso ved Kvilekvål i perioden fra 1998-2005. Data fra Uni Research Miljø. Prøvene som er tatt om våren er presmolt og smolt, mens høstprøvene (2001 - 2005) er fra parr.



Figur 13. Gjellealuminium hos laks fanget i Teigdalselva i perioden fra 1998-2014. Data fra Uni Research Miljø. Prøvene som er tatt om våren er presmolt og smolt, mens høstprøvene er fra parr (2001, 2002, 2004 og 2008).



Figur 14. Gjellealuminium hos villaks (smolt) fanget i Bolstadelva (/v innløp Bolstadfjorden) på våren i perioden fra 1998-2016. Data fra Uni Research Miljø og NIVA.



Figur 15. Vannføring i Vosso ved Bulken i mai 2016 (data fra BKK).

4 Anbefalinger

Den vannkjemiske situasjonen i Vossovassdraget ser ut til å være god i øvre del, mens nedre del viser noe mer variable forhold. Parameterutvalget og frekvensen i det vannkjemiske overvåkingsprogrammet gir imidlertid ikke et fullgodt grunnlag for å vurdere situasjonen – dette gjelder særlig for utslippet fra kraftstasjonen på Evanger der det kun måles pH og Ca, og ikke aluminium (verken totalt, reaktivt eller ikke-labilt).

Nivåene av gjellealuminium er gjennomgående lavt på laks tatt både ved Voss klekkeri, fra smoltanlegget i Evangervatnet mens det var i drift, og i øvre deler av vassdraget. På laks fanget i Bolstadelva i 2014, 2015 og særlig under en flomtopp den 16. mai 2016 har det imidlertid vært funnet forhøyede verdier.

Gjellealuminium-konsentrasjoner nær 150 µg/g er ikke så høyt at en skulle vente dødelighet i ferskvann (fra ca 300 µg/g gjelle Al), men det er på et nivå der en kan vente problemer med ioneregulering og effekter på Na-K-ATP-ase. Til sammenligning sier Driftsforskriften (Mattilsynet) for settefiskanlegg at gjellealuminium ikke skal overstige 15 µg Al/g tørrvekt gjelle under smoltifiseringsprosessen.

Basert på variable vannkjemiske forhold og de siste tre årenes trend med økte nivåer av gjellealuminium på villsmolten fanget i Bolstadelva, anbefaler vi følgende:

- Parameterutvalg og frekvens i den vannkjemiske overvåkingen i nedre del av Vosso bør utvides, spesielt med tanke på episodisk forsuring og aluminiumsforbindelser.
- Det bør vurderes å sette inn kalkingstiltak for å beskytte smolten i slike perioder.

5 Referanser

Barlaup, B.T. (red.). 2013. Redningsaksjonen for Vossolaksen. 224 s. Redningsaksjonen for Vossolaksen. DN-utredning 1-2013.

Blakseth, T.A. og G. Severinsen. 2015. Vassdragskalking i Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland, Aust-Agder, Vest-Agder, Telemark og Hedmark. Datarapport – Vannkjemi 2014. NIVA Rapport 6787-2015. 134 s.

Blakseth, T.A. og G. Severinsen. 2016. Vassdragskalking i Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland, Aust-Agder, Vest-Agder, Telemark og Hedmark. Datarapport – Vannkjemi 2015. NIVA Rapport 6969-2016. 141 s.

Hindar, A. og F. Kroglund. 2000. Forsuringssituasjonen for laks i Vosso og vurdering av behov for ytterligere kalkingstiltak. NIVA Rapport 4255-2000. 40s.

Miljødirektoratet 2015. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – Tiltaksovervåking i 2014. Rapport M 412/2015. 348 s.

Skarbøvik, E. , I. Allan, P. Stålnacke, A. Gjørwad Hagen, I. Greipsland, T. Høgåsen, J. R. Selvik, S. Beldring. 2015. Elvetilførsler og direkte tilførsler til norske kystområder – 2014 ISBN: 978-82-577-6664-1

US EPA. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>

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 • post@niva.no