

# Forsuringstilstanden i Monebekken. Vurdering av kontinuerlige pH-data og vannprøver i forhold til giftighet og kalkingsbehov for fisk



**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

**NIVA Region Midt-Norge**

Høgskoleringen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

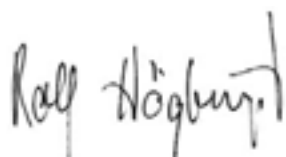
Tittel Forsuringstilstanden i Monebekken. Vurdering av kontinuerlige pH-data og vannprøver i forhold til giftighet og kalkingsbehov for fisk	Løpenr. (for bestilling) 6619-2014	Dato 23.01.2014
	Prosjektnr. Undernr. O-13127	Sider Pris 13
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust-Agder	Oppdragsreferanse
---	-------------------

## Sammendrag

Monebekken er en sideelv/-bekk til Tovdalselva. Nedbørfeltet er på 17 km<sup>2</sup> og lakseførende del av elva er 980 m. Laks vandrer opp i Monebekken om høsten for å gyte. Gjentatte ganger har det oppstått omfattende laksedød i forbindelse med gyttingen. Det ble etablert en automatisk pH-overvåkingsstasjon i elva fra våren 2013 til 1. januar 2014, og tatt vannprøver for kartlegging av vannkvaliteten. Surheten varierte mellom pH 4,6 og pH 5,5. pH ble raskt redusert ved regnvær og flom. Etter at det ble observert flere døde gytelaks i november, ble det kalket med skjellsand. Tiltaket hadde kun kortvarig effekt i de frie vannmasser. Vannprøver ble tatt for å dokumentere forsuringstilstanden. Sammen med tidligere data viser disse moderat konsentrasjon av giftig aluminium ved lav vannføring. Likevel var det over nivået for mulige effekter på laks. Ved høy vannføring var innholdet av giftig labilt aluminium svært høyt. Dersom elva ønskes rehabilitert som gyteområde for laks, må det kalkes kontinuerlig i elva. Årlig forbruk vil da bli ca. 20 tonn. En tilleggs effekt av kalking vil bli redusert fare for giftige Al-blandsoner i samløpet med Tovdalselva. Effektiviteten av kalking i forhold til det tilgjengelige elvearealet for laks er teoretisk sett dårlig. Det er gjort lite for å kartlegge potensiell gevinst ved å kalke sidebekker/-elver i de store lakseelvene. Det bør derfor settes mer fokus på bekkene, og hvordan de kan bidra til å øke den totale lakseproduksjonen i kalkede vassdrag.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Overvåking	1. Monitoring
2. Vannkvalitet	2. Water quality
3. Laks	3. Salmon
4. Kalking	4. Liming



Rolf Høgberget  
Prosjektleder



Øyvind Kaste  
Forskningsleder



Claus Beier  
Forskningsdirektør

## **Forsuringstilstanden i Monebekken**

Vurdering av kontinuerlige pH-data og vannprøver i forhold til giftighet og kalkingsbehov

## Forord

På oppdrag fra Fylkesmannen i Aust-Agder ble det gjennomført automatisk logging av pH i Monebekken i 2013. Høsten 2013 ble oppdraget utvidet til å omfatte innsamling av vannprøver for vurdering av kjemisk tilstand, giftighet for fisk og eventuelle kalkingsbehov

Grunneier Trygve Birkeland stilte lokale og nettstrøm til disposisjon for loggeutstyret. Nedre Tovdal Fiskelag ved Olav B. Tveite var behjelpelig med innhenting av vannprøver til analyse og var også med på nedrigging av utstyret. Relevant informasjon om elva er også gitt av Rune Bergstøl i Birkenes Sportsfiskeforening og formann i Nedre Tovdal Fiskelag, Jørgen Birkenes. Takk til disse for god hjelp ved prosjektgjennomføringen.

Grimstad, 23.01. 2014

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>6</b>
<b>2. Materiale og metode</b>	<b>7</b>
2.1 Logistikk	7
2.2 Kjemisk vannkvalitet	7
<b>3. Gjennomføring og resultater</b>	<b>8</b>
3.1 pH-utviklingen gjennom året	8
3.2 Kjemiresultater	8
<b>4. Diskusjon</b>	<b>11</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>13</b>

## Sammendrag

Monebekken er en sideelv/-bekk til Tovdalselva. Nedbørfeltet er på 17 km<sup>2</sup> og lakseførende del av elva er 980 m. Elva drenerer ut i Tovdalselva ved Flaksvann, ca. 13 km fra utløpet av Tovdalselva ved Boen. Laks vandrer opp i Monebekken om høsten for å gyte. Gjentatte ganger har det oppstått omfattende laksedød i forbindelse med gyttingen. For bedre kartlegging av forsuringssituasjonen i elva ønsket Fylkesmannen i Aust-Agder (FM) etablert en automatisk pH-overvåkingsstasjon i elva for å danne bedre grunnlag for videre vurderinger. De hadde også behov for flere kjemidata fra elva.

Det ble etablert og driftet automatisk pH-overvåkingsstasjon fra våravsmeltingen i 2013 til 1. januar 2014. Stasjonen ble plassert øverst i lakseførende del av elva, inne i et mikrokraftverk. Stasjonen virket sammenhengende i hele avtaleperioden. Imidlertid var det noen tilfeller da vanngjennomstrømmingen stoppet i målekyveta slik at pH ikke ble målt riktig. Disse periodene var kortvarige og bidro ikke til å svekke dokumentasjonen på pH-utviklingen gjennom året. Kvalitetssikret pH-graf for hele perioden er gjengitt i rapporten. Temperaturmålingene har ikke samme grad av nøyaktighet, men de viser likevel den relative temperaturutviklingen gjennom året.

Den automatiske pH-overvåkingsstasjonen i Monebekken har avdekket at elva har svært liten bufferevne mot forsuring. Dette medfører at elva aldri oppnår tilstrekkelig høy pH til å unngå at giftig aluminium dannes, og at nivåene tidvis kan ha letal effekt på laks. pH varierte mellom pH 4,6 og pH 5,5. Høyest pH var det i stabil vintersituasjon før vårflommen og i tørkeperioden om sommeren. pH ble raskt redusert ved regnvær og flom. Etter at det ble observert flere døde gytelaks i november ble det kalket med skjellsand slik at pH økte for en kort periode. Tiltaket hadde imidlertid ingen pH-effekt i de frie vannmasser tre uker etter kalkingen.

To sett med vannprøver ble tatt for å dokumentere forsuringstilstanden ved hhv. lav og høy vannføring. Lavvannsprøvene ble tatt etter at det ble dumpet skjellsand i elva. Andelen giftig aluminium var derfor lav (9 og 13 µg/l Al). Prøver tatt ved lav vannføring i 2011 viser imidlertid høyere konsentrasjon av giftig aluminium (20 og 42 µg/l Al). Verdiene var da over toleransenivået for det som kan gi effekter på laks (Kroglund med fl 2008). Ved høy vannføring var innholdet av giftig labilt aluminium vært høyt (112 og 116 µg/l Al) og klart over nivåer som vil kunne være dødelige for laks

Dersom elva ønskes rehabilitert som gyteområde for laks, må det kalkes kontinuerlig i elva. Årlig forbruk vil da bli ca. 20 tonn. En tilleggseffekt av kalking vil bli redusert fare for giftige Al-blandsoner i samløpet med Tovdalselva. Disse forholdene gjør dermed elva til en potensiell god kalkingslokalitet. På den andre siden er kalkingseffektivitet i forhold til tilgjengelig elveareal for anadrom fisk dårligere i Monebekken enn i Tovdalselva. Kalkforbruk pr. tilgjengelig areal er ca. 2 ganger høyere i Monebekken.

Lite er gjort for å kartlegge reell gevinst ved å kalke sidebekker/-elver i de store elvene. Grunnlagstallene i beregningene er basert på faktorer som er tilgjengelig pr. 2013 (Miljødirektoratet 2013). I de fleste tilfeller mangler habitatsvurderinger. Det er derfor knyttet stor usikkerhet ved nøyaktighet i beregningsgrunnlaget. Det bør settes mer fokus på bekkene, og hva de potensielt kan bidra med i forhold til å øke den totale lakseproduksjonen i kalkede laksevassdrag.

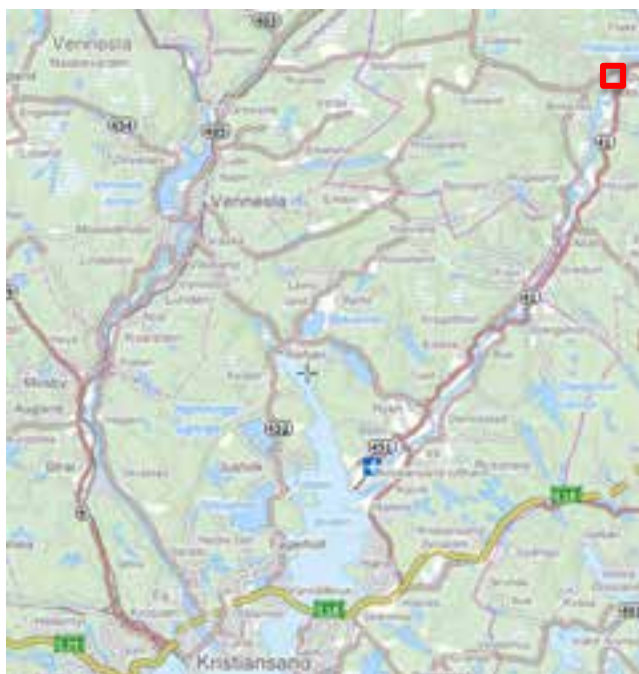
# 1. Bakgrunn

Monebekken er en sideelv/-bekk til Tovdalselva. Nedbørfeltet er på 17 km<sup>2</sup> og elva drenerer ut i Tovdalselva ved Flaksvann, ca. 13 km fra utløpet av Tovdalselva ved Boen (**Figur 1**).

Laks vandrer opp i Monebekken om høsten for å gyte (**Figur 2**). 980 m av elva som er lakseførende (Hope og Severinsen 2008). Gjentatte ganger har det oppstått omfattende laksedød i forbindelse med gyttingen. Det ble dokumentert 23 døde gytefisk i 2011 (Matzow 2012) og 14 døde gytelaks høsten 2013 (Rune Bergstøl, pers. medd.). Også i 2012 ble det observert død laks i elva (Inge Neset, pers. medd.). I forbindelse med laksedøden i 2011 tok Fylkesmannen i Aust-Agder (FM) gjelleprøver av døde fisk fra elva. Disse prøvene dokumenterer at laksedøden høyst sannsynlig hadde sammenheng med forsurening og aluminiumspåslag på gjellene (Matzow 2012). I forbindelse med laksedøden ble det også tatt vannprøver.

Potensielt produksjonsareal for lakseyngel er ca. 5000 m<sup>2</sup>. Dette gir grunnlag for produksjon av lakseyngel forutsatt god vannkvalitet. Habitatsvurderinger er ikke gjort i Monebekken, likevel gir et forsiktig anslag en potensiell ungfiskproduksjon på ca. 3500 fisk pr år (Miljødirektoratet 2013).

Nedre Tovdal grunneierlag har engasjert seg i et forsøk på å bedre vannkvaliteten i elva, og har fått tilskudd fra FM til skjellsandkalking og kalking med spesiell kalkpukk, 24-36 mm (Jørgen Birkenes, pers. medd.). Denne aktiviteten foregikk i 2013 også i regi av Birkenes Sportsfiskeforening (Rune Bergstøl, pers. medd.) Det årlige tilskuddet til skjellsand har ligget på ca. 30 t skjellsand/år. For bedre kartlegging av forurensingssituasjonen i elva ønsket FM etablert en automatisk pH-overvåkingsstasjon i elva for å danne bedre grunnlag for videre vurderinger. De hadde også behov for flere kjemidata fra elva. NIVA ble engasjert for å gjennomføre disse oppgavene.



**Figur 1.** Kart fra nedre deler av Tovdalselva med et utsnitt som viser Monebekken. Koordinater: Nord: 6484990 Øst: 101845. Kilde Norkart AS.

## 2. Materiale og metode

Det ble etablert en automatisk pH-overvåkingsstasjon i Monebekken, lokalisert ved et mikrokraftverk ca. 950 m elvestrekning fra utløpet mot Tovdalselva. Et elektroskap med logger, GSM-modem og pH-meter ble montert inne på kraftstasjonen i mars 2013. Det ble målt pH og temperatur på stasjonen.

Vann til pH-måling ble tatt ut fra en kran montert på inntaksrøret til kraftturbinen. Dette uttakspunktet hadde alltid et vanntrykk tilstrekkelig til å forsyne pH-kyvetta med gjennomstrømmende vann. Ved lave vannføringer var ikke kraftstasjonen i drift. Utskiftingstiden i inntaksrøret var da så lang at det påvirket temperaturen i vannet. Grunnet en viss gjennomstrømming i vannrøret til kraftstasjonen, passerte det likevel så mye vann forbi turbinen at pH-målingene ble reelle. pH ble derfor ikke målt i stillestående vann selv om kraftverket sto stille. Det ble benyttet en pH- og en pH referanse-elektrode, begge fra Reflex og et Polymetron PT 100 temperaturelement. Til kalibrering av målingene ble det benyttet buffer med pH 4 og 7. Det ble benyttet to kalibrerte felt-pH-metere (WTW 3310 pH-meter og Hamilton Polilye Plus 120 pH-elektrode) til prosesskalibrering av måleverdier. Dataene for pH og temperatur ble vurdert sammen med beregnede avrenningsdata på grunnlag av NVEs målestasjon Tveitdalen (7 km nord nordvest av Monebekken) og nedbørdata fra DNMI-stasjonen Senumstad 11 km i samme retning.

### 2.1 Logistikk

Stasjonen logget pH og temperatur hvert minutt. Hver time ble gjennomsnitt-, maksimums- og minimumsverdier lagret. Dataloggen ble ekstra sikret ved at det ble overført data til sentral server på NIVA hvert døgn via telenettet. Grafen for pH-utviklingen ble ettersett tre ganger i uken ved at stasjonen ble tilknyttet NIVAs system for driftskontroll av kalkdoseringsanlegg (Høgberget og Hindar 1998). pH ble kontrollert mot to justerte felt-pH-metere i alt 11 ganger i løpet av loggeperioden. Disse målingene ble benyttet til etterjustering av pH-logg og på denne måten kvalitetssikret. Ved behov, ble rengjøring og prosesskalibrering i felt gjennomført samtidig. Den automatiske pH-overvåkingsstasjonen ble driftet fra midten av mars 2013 til 1. januar 2014.

### 2.2 Kjemisk vannkvalitet

Det ble tatt fire stikkprøver for kjemisk analyse på NIVA. Prøvetakingssteder var ved mikrokraftverket (nord: 6485040, øst: 101325) og ved brua over til Moen (nord: 6484848, øst: 101472). Det ble tatt prøver ved lav vannføring og ved flom. Det ble da analysert på pH, alkalitet, total organisk karbon (TOC), reaktivt aluminium (Al/R), ikke labilt aluminium (Al/II) og kalsium (Ca/ICP). pH og aluminiumsanalyser fra november 2011 er også benyttet (analysert for Birkenes kommune av Eurofins).



*Figur 2. Mange gytegrøper i Monebekken 1. november 2013 vitner om stor gyteaktivitet.*



### 3. Gjennomføring og resultater

En avtale ble inngått med FM om etablering og drift og av automatisk pH-overvåkingsstasjon fra våravsmeltingen 2013 til 1. januar 2014. En befaring ble avholdt 5. mars 2013 for avklaring omkring plasseringen av stasjonen. På befaringen tilbød medeier av mikrokraftverket, Trygve Birkeland, en plassering inne i kraftverket. pH-stasjonen ble derfor montert 14. mars og var i drift fra 18. mars.

Stasjonen virket sammenhengende i hele avtaleperioden. Imidlertid var det noen tilfeller da vanngjennomstrømmingen stoppet i målekyvetta slik at pH ikke ble målt riktig. Disse periodene var kortvarige og bidro ikke til å svekke dokumentasjonen på pH-utviklingen gjennom året.

#### 3.1 pH-utviklingen gjennom året

Innsamling av data begynte tilstrekkelig tidlig til å få med effekter av våravsmeltingen. pH var 5,5 under vinterforhold i elva, men avtok til pH 4,7 da ca. 25 mm nedbør som regn på snødekt mark bidro til flom 15. april. Fra denne datoen begynte også temperaturen i elva å stige fra sitt vinternivå på 0 - 0,2 °C (*Figur 3*).

I de neste 3 ukene økte pH langsomt til 5,2, før flom 8.–9. mai igjen førte til at pH ble redusert til 4,9 og ny flom 15. – 16. mai til pH 4,8. Stabile vannføringsforhold med lite nedbør bidro til økende pH i siste del av mai og pH var 5,4 rundt månedsskiftet mai-juni. Også første halvdel av juni var preget av stabile forhold med pH rundt 5,3. Deretter fulgte en periode på ca. 2,5 uker med gjentatt regnvær og varierende vannføring. Da ble pH redusert, og var på det laveste 29. juni (pH 4,8). I juli fulgte en lang stabil periode med over tre uker uten nedbør. pH økte da til 5,5 og stabiliserte seg senere noe lavere (pH 5,3 - 5,4). Første uka av august kom det mye regn. pH ble raskt redusert til 5,0, og holdt nivåer mellom 5,0 og 5,2 gjennom en periode med noe varierende vannføringsforhold fram til 9. september, da de første høstflommene resulterte i reduksjon til pH 4,6. Ny flom 4.-5. oktober reduserte igjen pH til 4,6 og 4. november til pH 4,7. Mellom disse flommene varierte pH i de tilgjengelige dataene mellom 4,9 og 5,3. Imidlertid mangler pH-data mellom 23. og 31. oktober. Det er sannsynlig at pH også da var lav på grunn av flere påfølgende flommer.

Fiskedød i elva som ble oppdaget 23. november (Jørgen Birkenes pers. med.) førte til at det umiddelbart ble kalket med mye med skjellsand oppstrøms målestasjonen på mikrokraftverket. Oppløsning av denne kalken økte pH til pH 7,7 for en kort periode. Kalken ble tilført elva i en periode uten nedbør. Derfor holdt effekten seg nokså lenge. Fra denne umiddelbare pH-økningen ble pH imidlertid raskt redusert til i området pH 5,6- 6,2. En flom 5. desember gav umiddelbar pH-økning, men fra dette tidspunktet ble effekten raskt redusert til i området pH 5,0-5,3. Effekten av kalkingen er gjengitt i *Figur 4*.

pH og vanntemperatur gjennom hele perioden er gjengitt i *Figur 5*. Vanntemperaturdata har varierende grad av nøyaktighet avhengig av om kraftverket var i drift eller ikke. Da det ikke var i drift, sildret tilstrekkelig vann forbi inntakspunktet til målekyvetta til at reell pH kunne måles, men vannet ble oppvarmet i forhold til temperaturen i elva. Alle data senere enn 21. desember er fjernet fordi det oppsto stillstand i målekyvetta som vedvarte til ut året 2013.

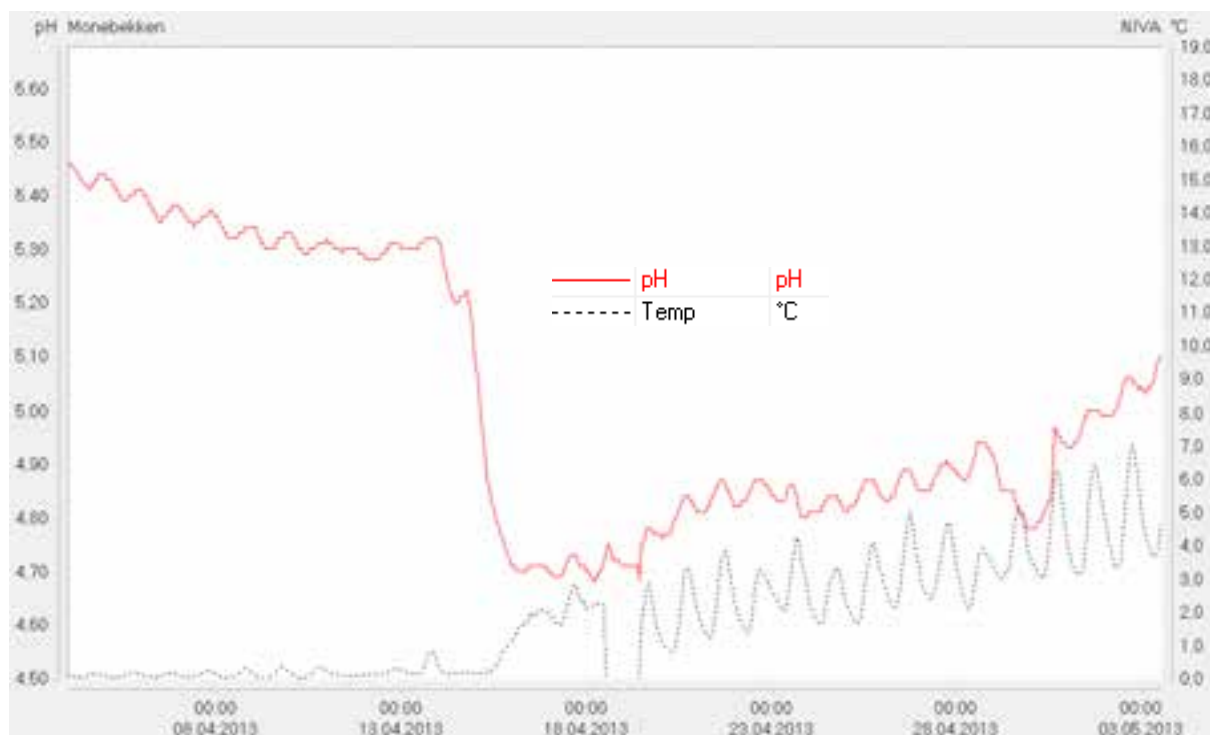
#### 3.2 Kjemiresultater

Det ble tatt to sett med vannprøver i november etter at det ble oppdaget død laks i elva. Et sett med prøver ble tatt ved lav, og et ved høy vannføring. Vannføringen ble beregnet til henholdsvis ca. 150 liter pr sekund og 3650 liter pr. sekund. Prøvepunktene var ved mikrokraftverket oppstrøms kalkingspunkt for skjellsand og ved brua over til Moen. Analyseresultatene fra disse prøvene er gjengitt i *Tabell 1*. Prøver fra 24. november 2011 for Birkenes kommune er også i tabellen.

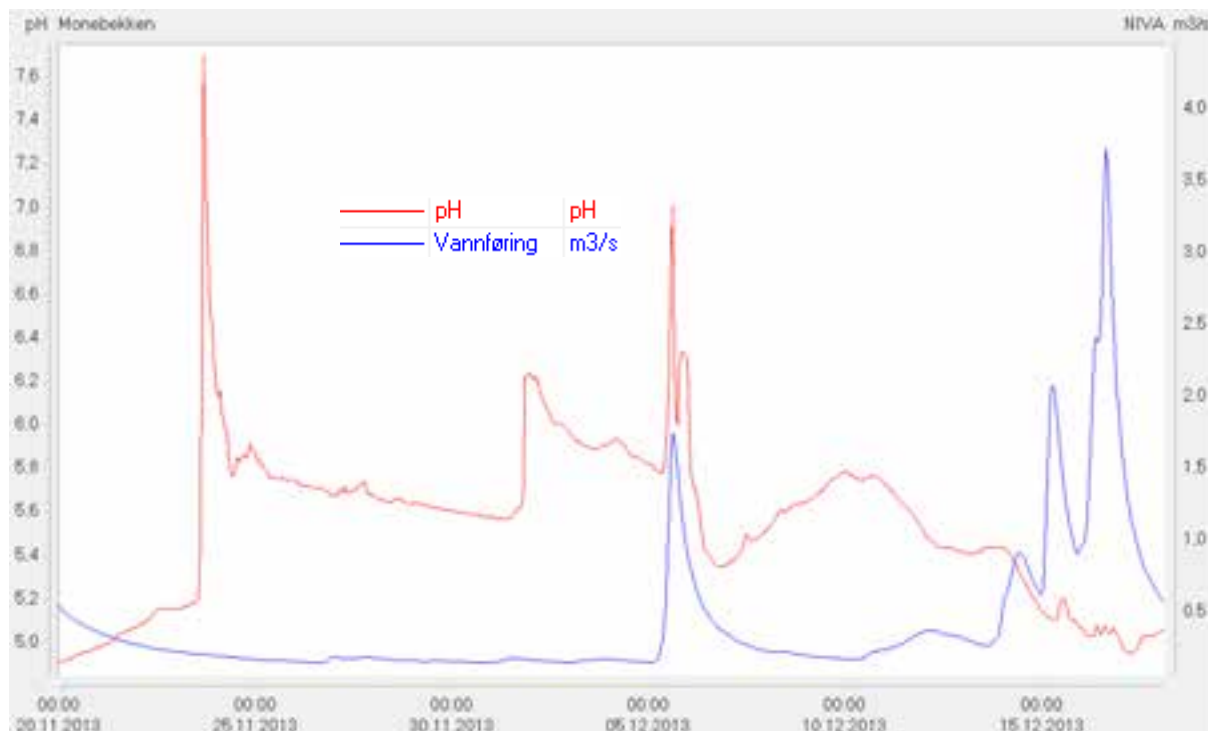
Uheldigvis gjenspeiler ikke prøvene ved lav vannføring normalsituasjonene i elva. Årsaken er at disse prøvene ble tatt noen dager etter at det ble dumpet skjellsand og kalkpukk i elva ca. 0,5 km oppstrøms kraftverket (**Figur 4**). Det medførte at pH, alkalitet og kalsiuminnholdet var unormalt høyt. Aluminiumfraksjonene viste også at andelen giftig labilt aluminium ble meget lav som følge av kalkingen. Imidlertid var denne effekten meget kortvarig, og allerede 12 dager senere var vannet giftig for laks. Kalsiuminnholdet i elva økte noe på strekningen fra kraftverket til broa ved lav vannføring, mens effekten var fraværende ved høy vannføring. Ved høy vannføring var innholdet av giftig labilt aluminium svært høyt.

**Tabell 1.** Analyseresultater fra kjemisk prøvetaking av Monebekken høsten 2011 og 2013. Tabellen inneholder bare relevante forsøringsparametere. Vannføringen 24. november 2011 er ukjent. Den 4. desember 2013 var det lav, og 16. desember var det høy vannføring.

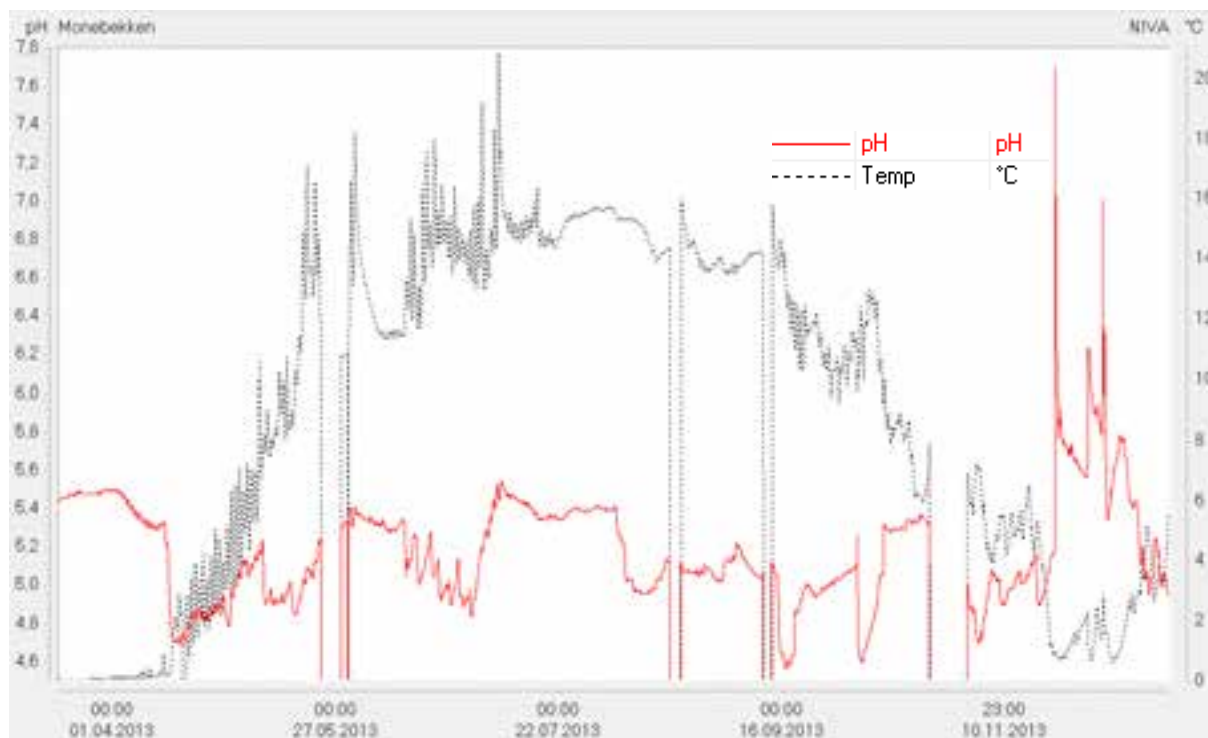
Sted	Prøvedato	pH	Alkalitet	TOC	Ca/ICP	Al/R	Al/II	Al/LAI
			mmol/l	mg C/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Kraftverk	24.11.2011	5,6				84	42	42
Kraftverk	04.12.2013	6,23	0,049	4,7	1,28	117	104	13
Kraftverk	16.12.2013	5,33	0,032	6,5	0,91	225	109	116
Bro til Moen	24.11.2011	5,5				54	34	20
Bro til Moen	04.12.2013	6,25	0,057	4,4	1,61	112	103	9
Bro til Moen	16.12.2013	5,3	0,032	6,1	0,927	223	111	112



**Figur 3.** pH og temperatur i Monebekken ved første vårsmelting 2013. Figuren viser en stor pH-reduksjon da snøsmeltingen ble akselerert i kraftig regnvær.



**Figur 4.** pH og beregnet vannføring i Monebekken senbøsten 2013. Figuren viser pH-reaksjonen på kalkingstiltak ved dumping av skjellsand og kalkpukk i bekken. pH økte momentant, men ble raskt redusert igjen til tilstanden før kalking.



**Figur 5.** pH og vanntemperatur i Monebekken 2013. Vertikale streker markerer slutt og start på perioder der dataene er fjernet under kvalitetssikring av verdiene.

## 4. Diskusjon

Den automatiske pH-overvåkingsstasjonen i Monebekken har avdekket at elva har svært liten bufferevne mot forsuring. Dette medfører at elva aldri oppnår tilstrekkelig høy pH til å unngå at giftig aluminium når nivåer som kan ha letal effekt på laks. Da vannprøvene ble tatt ved høy vannføring 16. desember, var pH i elva ikke spesielt lav i forhold til «normaltilstanden». Prøvene inneholdt imidlertid høye verdier av labilt aluminium. Dette indikerer at giftig aluminium er relativt vanlig i Monebekken. Selv om prøvene tatt ved lav vannføring ikke kan benyttes for å beskrive «normaltilstanden», viser prøvene fra november 2011 at elva ikke alltid har like giftig vann. Det var da moderat konsentrasjon av giftig aluminium, og lavere verdi på nedre prøvested. Likevel var dette over toleransenivået for det som kan gi effekter på laks (Kroglund og Rosseland 2004). Elfisken foretatt 13. juni 2007 viste også at det fantes flere årsklasser av ungfisk, selv om laksebestanden var lav (Hope og Severinsen 2008).

Skjellsandkalkingen i bekken er tilfeldig. I 2013 ble det kalket én gang etter at det ble påvist fiskedød i elva. Denne kalkingen hadde bare midlertidig effekt, og ble redusert til 5,0 allerede én og en halv uke senere. Det er umulig å opprettholde en jevn vannkvalitet ved denne formen for skjellsandkalking. Skjellsandkalking er effektivt for å opprettholde et godt mikromiljø nede mellom steinene, men det egner seg ikke til justering av pH i elvas frie vannmasser. Kontinuerlig kalkdosering er et alternativ som vil gi langt bedre effekt.

Dersom elva ønskes rehabilitert som gyteområde for laks, må det kalkes kontinuerlig direkte i elva. En dose på 1,5 gram kalk pr. m<sup>3</sup> vann vil gi et årlig forbruk på 15-20 tonn. I hovedelva kreves det totalt ca. 5000 tonn kalk (Miljødirektoratet 2012) for å gjøre vannkvaliteten god nok for laks. Tilgjengelige områder for anadrom fisk i Tovdalselva er ca. 3,7 km<sup>2</sup>. Eggleggingstettheten er beregnet til 2/m<sup>2</sup>. For å nå dette målet, må det være 3721 kg hunner i elva (Anon 2013). Dersom man overfører dette til Monebekken, vil det være tilstrekkelig med ca. 7 kg hunner i denne elva. Siden antall observerte død fisk overgikk 14 kg i de dokumenterte tilfellene (hunner og hanner med snittvekt over én kg), er det rimelig å anta at gytevandringen til elva er relativt større enn i hovedelva. Dette forholdet gjør dermed elva til en potensiell god kalkingslokalitet.

En tilleggseffekt av eventuell kalking er at en potensiell blandsoneproblematikk med giftige overgangsformer av aluminium forsvinner langs vestre bredden av Tovdalselva fra utløpet av Monebekken mot Mollestadjordene. Det er usikkert hvor stort areal som er påvirket av dette. Innholdet av giftige overgangsformer av aluminium avhenger av pH, vannføring, temperatur og vannhastighet (Kroglund mfl. 2001, Teien mfl 2004). I den potensielt utsatte delen av Tovdalselva er elvebunnen grunn og sannsynligvis meget velegnet som oppvekstområde for ungfisk (*Figur 6*).

Kalkingseffektivitet i forhold til tilgjengelig elveareal for anadrom fisk gir imidlertid dårligere kalkingseffektivitet i Monebekken enn i Tovdalselva. Kalkforbruk pr. areal er 2 ganger høyere i Monebekken.

Lite er gjort for å kartlegge reell gevinst ved å kalke sidebekker/-elver i de store elvene. Grunnlagstallene i beregningene er basert på faktorer som er tilgjengelig pr. 2013 (Miljødirektoratet 2013). I de fleste tilfeller mangler habitatsvurderinger. Det er derfor knyttet stor usikkerhet ved nøyaktighet i beregningsgrunnlaget. Det bør settes mer fokus på bekkene, og hva de potensielt kan bidra med i forhold til å øke den totale lakseproduksjonen i kalkede laksevassdrag



**Figur 6.** Flyfoto av områdene nedstrøms utløpet fra Monebekken. Denne delen av Tovdalselva renner nokså laminært slik at det er lite innblanding på tvers av elva. Brunfargen er fargen på bunnsubstratet som består av stein og grus. Fotoet viser derfor hvor grunn elva er i dette området. Det er uvisst hvor langt nedover i elva fisk er påvirket av giftige overgangsformer av aluminium på grunn av surt vann fra Monebekken. Kilde Norkart AS.

## 5. Referanser

- Anon. 2013. Status for norske laksebestander i 2013. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5, 136 s.
- Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA rapport L. nr. 3824.
- Hope. A.M., Severinsen. K. 2008. Anadrome sidebekker i Tovdalselva registrering 2007.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA rapport L. nr. 4797.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Salbu, B., Kristensen, T. & Finstad, B., 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. *Hydrology And Earth System Sciences*, 12(2): 491-507.
- Kroglund, F., Teien, H. C. Rosseland, B. O. Salbu, B. 2001. Time and pH-dependent detoxification of aluminum in mixing zones between acid and non-acid rivers. *Water, Air, and Soil Pollution* 130: 905–910, 2001.
- Matzow D. 2012. Informasjon om fiskedøden i Monebekken i november 2011. Notat Fylkesmannen i Aust-Agder.
- Miljødirektoratet 2012. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012 M18-2012
- Miljødirektoratet 2013. Vannforskriften og fisk– forslag til klassifiseringssystem. M22-2013.
- Teien, H. C., Salbu, B., Kroglund, F., Bjørn Olav Rosseland, B. O. 2004 Transformation of positively charged aluminium-species in unstable mixing zones following liming. *Science of the Total Environment* 330 (2004) 217–232.

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 samfunnsliv.



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)