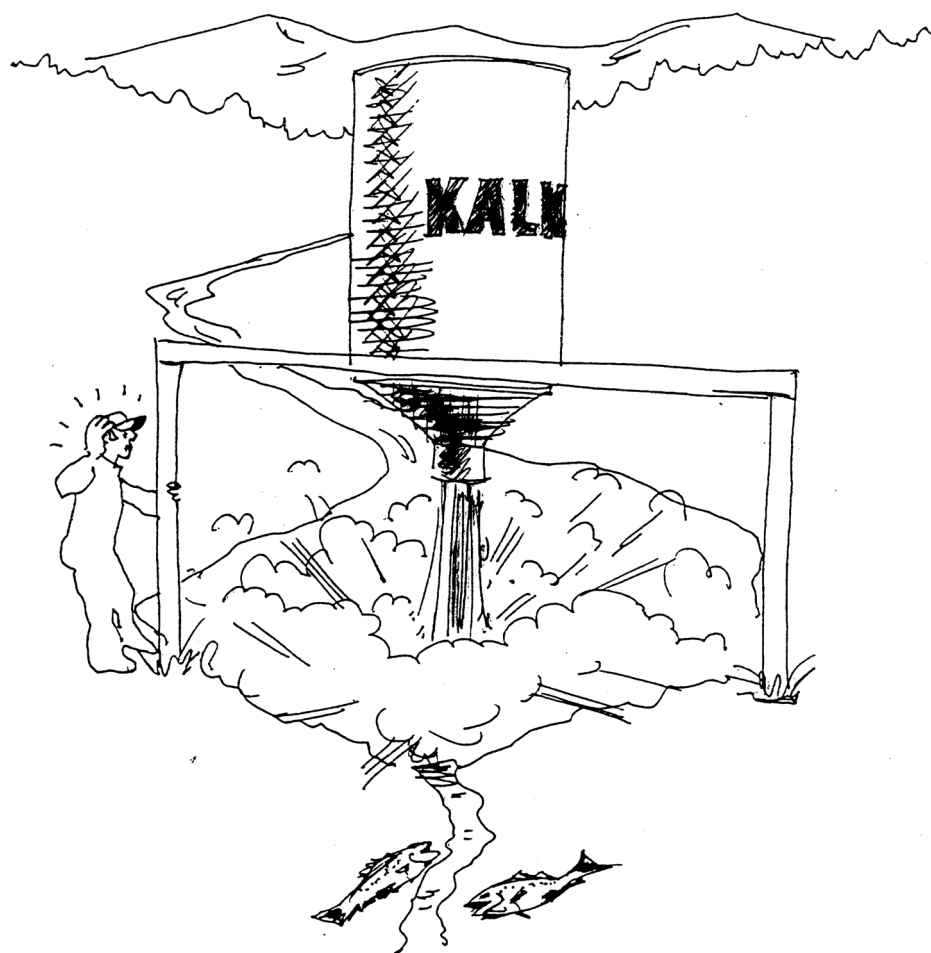


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2009



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

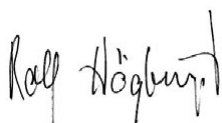
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2009	Løpenr. (for bestilling) 5964-2010	Dato 31.03.10
	Prosjektnr. Udemnr. O-10132	Sider Pris 16
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Styringsgruppa for kalking av Arendalsvassdraget	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

Driftskontroll av Bøylefoss kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2009) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Det var tilfredsstillende dosering fra anlegget selv om det ble observert avvik i forhold til pH-målene ved manuell styring av anlegget. Dårlig automatisk pH-styring var også årsak til for lav pH i kortvarige perioder. Automatisk pH-styring ble forbedret høsten 2009. Overføring av pH-data fra Evenstad (pH nedstrøms anlegget) er ikke driftssikker. Dette må forbedres. Det er ikke gjort tiltak i forhold til etablering av kriseplan ved langvarig nødstopp på anlegget. Dette må gjennomføres. Økte pH-mål i smoltifiseringstiden er dermed ønskelig. Ekstra doseringsbehov ved økte pH-krav på anlegget er tallfestet. I denne forbindelse foreslås økt doseringskapasitet. Kalkingsplanen bør revurderes på dette punktet.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag Kalkdosering Overvåking Måleteknikk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> River system Lime dosing Monitoring Measuring technic
--	---



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Arendalsvassdraget**

Avviksrapport 2009

Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget.

Anleggene er kostnadskrevenne både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som mulig. Ideelt innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid er riktig.

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av driften av kalk-doseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjon-flyt.

Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anlegget og introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører og annet personell i kalkingsprosjektet, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget etablert. En kontraktsfestet avtale om driftskontroll innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken samt dokumentasjon av driften ved en kortfattet avviksrapport hvert år. Avtalen innebærer også ansvaret for pH-målingsutstyret nedstrøms anlegget som måler pH til prosessering av kalkdoser fra anlegget.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA bestående av Liv Bente Skancke, Lise Tveiten, Jarle Håvardstun og Rolf Høgberget. Kartmaterialet i rapporten er utarbeidet av Jarle Håvardstun.

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder. Oppdragsgiver er den interkommunale stiftelsen Styringsgruppa for kalking av Arendalsdalsvassdraget, bestående av alle involverte kommuner i Arendalsdalsvassdraget

Grimstad, 31.03.10

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
2. Driften av anlegget	9
3. Tiltak	14
3.1 pH-målinger oppstrøms doseringsanlegget	14
3.2 pH-styring	14
3.3 Krisedosering ved stopp på doseringsanlegget	14
3.4 Manuelle doser ved manglende pH-signaler	14
3.5 pH målinger nedstrøms doseringsanlegget	14
3.6 Kapasitetsproblemer og ønsket økt pH-mål	15
4. Referanser	17

Sammendrag

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg ble satt i drift høsten 2005 og driftskontrollen ved anlegget ble etablert i mai 2006. Hensikten med etableringen var å skape stabil og god vannkvalitet for anadrom fisk i den nedre delen av Nidelva (Arendalsvassdraget).

Det var tilfredsstillende dosering fra anlegget i 2009. Ved enkelte anledninger måtte anlegget driftes manuelt på grunn av manglende pH-signaler. Spesielt ved en anledning ble perioden med manuelt innstilte doser langvarig. På grunn av vanskeligheter med manuell innstilling av riktige doser, førte situasjonen til synkende pH til under målverdien. Episoden oppsto i gytetiden for laks, men antas likevel ikke å ha gitt skader på bestanden da avviket ikke var betydelig.

Det ble levert for høye doser fra anlegget første del av januar på grunn av ujusterte pH-verdier.

pH-verdier fra målestasjonen nedstrøms anlegget var ikke tilgjengelig ved flere anledninger. Manuell innstilling av doser var da påkrevet. Problemer med rett innstilling av doser førte flere ganger til store avvik i forhold til pH-målene i lakseførende strekning av elva.

Problemene omkring nøyaktig pH-styring ble utbedret ved implementering av vannhastighetsavhengig variabel i styringsautomatikken. Grunnlaget for denne ble gitt i avviksrapporten for 2008. Omprogrammeringen ble gjort i november 2009. Foreløpig synes effekten av tiltaket å være tilfredsstillende, men erfaringsgrunnlaget er fortsatt for dårlig til å trekke endelige konklusjoner.

Det er fortsatt ikke gjort tiltak i forhold til etablering av kriseplan ved manglende mulighet for dosering fra anlegget. Dette bør gjøres, da tilfredsstillende vannkvalitet for laks i Nidelva står og faller på driften ved Bøylefoss doseringsanlegg. Forslag til plan er gitt (Høgberget og Håvardstun 2009).

Det er etablert en bestand av oppvoksende laks i elva. Dermed etterlyses høyere pH-mål for å dekke vannkvalitetskravene i smoltifiseringsperioden for utvandrende laks om våren. I den forbindelse bør doseringskapasiteten økes. Det enkleste tiltaket vil være økning av doseringskapasiteten på eksisterende anlegg. Ekstra doseringsbehov er tallfestet. Ved eventuell etablering av nytt anlegg, bør revurdering av eksisterende kalkingsplan gjennomføres.

Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Arendalsvassdraget. Non-conformance report 2009.

Year: 2010

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5699-4

NIVA has developed methods permitting an efficient control of lime dosers in streams. The control involves simple sensor technology and an efficient information flow. This system is used in limed rivers to improve on and ensure a cost efficient liming. The information generated is an aid to the operators, management and is extensively used in quality control.

This report summarizes discrepancies detected during 2009.

1. Innledning

Driftskontrollsystemet

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996 og 1997 for å avdekke effektiviteten til de enkelte kalkdoseringsanleggene. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets beholdningstank (kalksilo) og vannføringen ved kalkingspunktet. I tillegg registreres pH-verdiene ved pH-styrte anlegg. For detaljert informasjon om systemets oppbygging og virkemåte vises det til Høgberget og Hindar (1998).

Kalkdoseringsanleggene styrer i hovedsak doseringen etter to forskjellige prinsipper:

- **Vannføringsstyring:** Et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg skal kalke med fast dose. Dosen beregnes på grunnlag av hvor stor del av nedbørfeltet som skal avsyres og ønsket vannkvalitet fra en kalk-pH-titreringskurve. Doseringen er proporsjonal med vannføringen. Ved å sammenligne dosemålet med den faktiske dosen gitt av driftskontrollen, får man et mål på effektiviteten til anlegget.
- **pH-styring:** pH-verdier som blir målt i elva nær kalkingsanlegget er koblet til doseringen av kalk slik at disse overstyrer signalene fra vannføringsstyringen. Ved å sammenligne det fastsatte pH-målet for den aktuelle strekning i elva med de faktisk målte pH-verdier nedstrøms anlegget vises effektiviteten til anlegget.

Kalkingsstrategien i vassdraget

De to store innsjøene Nisser og Fyresvatn ble kalket vinteren 1996/1997 og høsten 1997 med hhv. 10000 og 8000 tonn kalk. Samtidig ble vannkvaliteten i Nesvatn bygget opp med tiltak oppstrøms denne innsjøen. Høsten 2005 ble disse tiltakene supplert med kalkdoserer ved Bøylefoss i Froland kommune. Målet med denne dosereren er å sikre stabil god vannkvalitet for anadrom fisk i den nedre delen av elva.

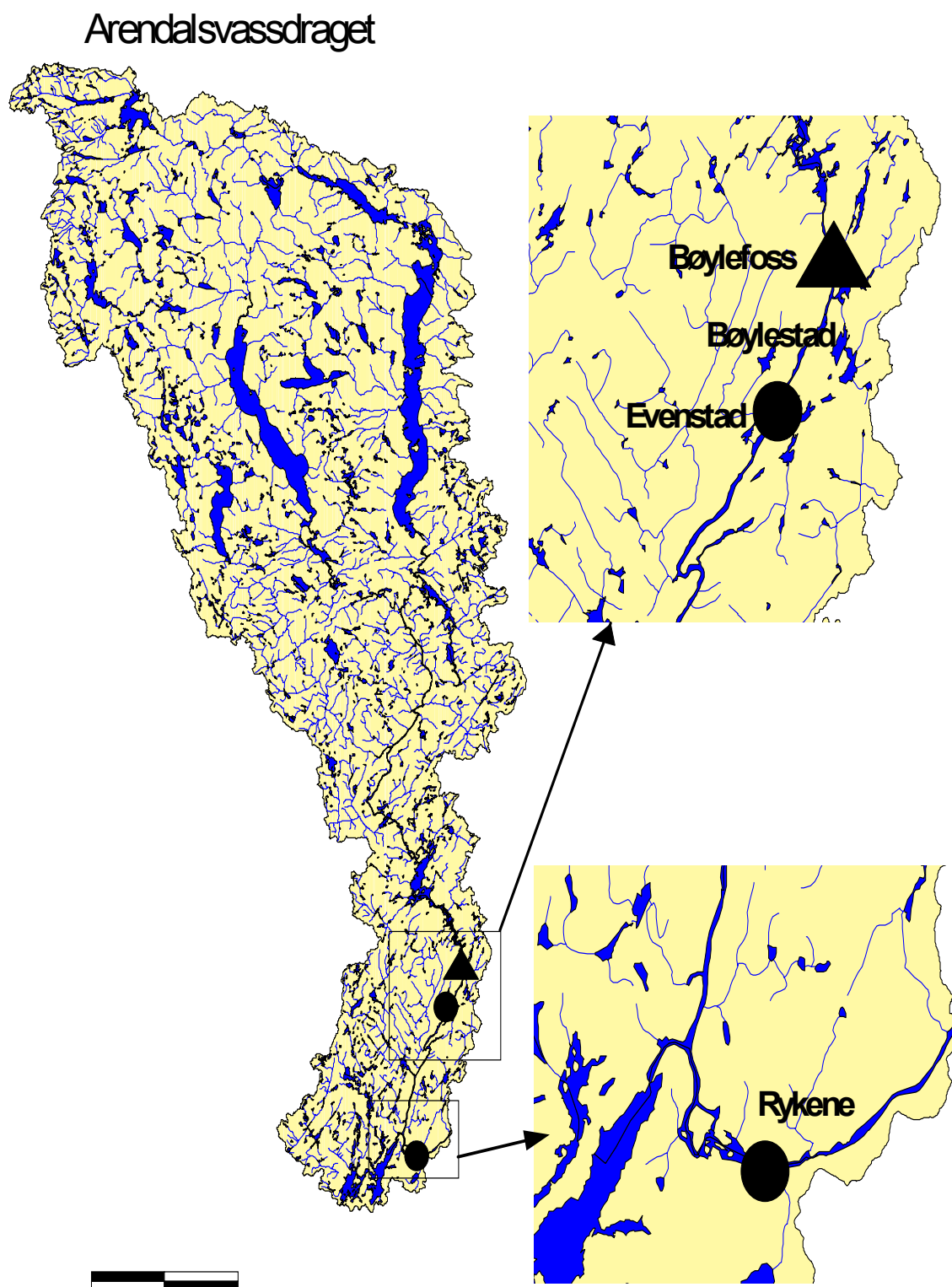
Bøylefossanlegget er styrt etter pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Målestasjonen for pH nedstrøms anlegget er plassert på Evenstad, se **Figur 1**. Målet med kalkingen er at pH ved Rygene (ca. 25 km nedenfor Bøylefoss) skal være over 6,2 i perioden 15. februar – 31. mai, og over 6,0 ellers i året. For å kompensere for tilførsler av surt vann mellom Bøylefoss og Rygene, må pH-kravene ved Evenstad være noe høyere enn dette. Det er montert driftskontrollsystem på kalkdoseringsanlegget.

Rapporteringen

Det følgende er en gjennomgang av driften ved anlegget i 2009. Det er tidligere utgitt tre driftskontroll-rapporter om kalkingsaktiviteten i elva:

- 4. mai - 31. desember 2006 (Høgberget og Håvardstun 2007)
- 1. januar - 31. desember 2007 (Kaste, Håvardstun og Høgberget 2008)
- 1. januar - 31. desember 2008 (Høgberget og Håvardstun 2009)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar 2009 - 31. desember 2009.



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Arendalsvassdraget med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoseringsanlegget (triangel) og pH-målestasjoner (sirkler).

2. Driften av anlegget

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg styres etter vannføring og pH på vannet både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Kalkdoseringsanlegget kan således styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget. Denne måles 6 km nedenfor kalkdoseringsanlegget, der en målestasjon på Evenstad sender sine data kontinuerlig opp til anlegget. Anlegget doserer kalk slik at pH øker til et fastsatt pH-krav som står i forhold til pH-målene for lakseførende strekning. Oppvandringshinder for laks er kraftverksdammen på Evenstad kraftstasjon like nedenfor pH-målingsstasjonen. Det arbeides for tiden med en lakseheis ved Evenstad som skal sørge for at fisken også kan vandre videre til Bøylefoss.

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg styrer etter pH-krav nedstrøms anlegget som er tilstrekkelig for å oppnå pH-målet for hele den lakseførende strekningen. Dette kravet er vanligvis noe høyere enn pH-målet fordi man ønsker å ha noe bufferkapasitet å tære på ved raske pH-svingninger i elva.

Det ble ikke registrert avbrudd i driftskontrolloggen i 2009.

Signaler for vannstand og kalkbeholdning ble levert kontinuerlig uten lange avbrudd (avbrudd lenger enn 8 timer).

Det var ikke svikt i pH-målingene eller sviktende vanngjennomstrømming i målekyvetta oppstrøms anlegget i mer enn 8 timer. **Figur 2** gjengir pH og vanntemperatur i elva ved Bøylefoss gjennom hele året. Temperaturen blir kalibrert i isvann en gang pr. år. Ved siste kalibrering var det ingen avvik fra definert rett temperatur ved 0 °C.

Ved et tilfelle 13. juni stoppet vanngjennomstrømmingen i målekyvetta for pH-måling nedstrøms anlegget i 38 timer. Årsaken var en defekt vannpumpe. Anlegget ble styrt med manuelt innstilt dosering til ny Pumpe ble montert. Denne doseringen var noe for høy, se **Figur 3**.

Det oppsto sviktende overføring av pH-data til anlegget ved to anledninger. Det var 13. oktober da pH og temperatur ikke ble overført i 28 dager og 23. desember da pH-overføring manglet ut året. Årsaken var i begge tilfeller feil på radioutstyret. Det ble dosert med manuelt innstilte doser da pH-verdiene ikke kunne benyttes. Det ble ikke observert for lav pH ved Rygene i denne tiden med unntak av en uke første halvdel av november. Dette var like før pH-verdier igjen var tilgjengelig som styringsparameter. Doseringen ble da noe lav i forhold til behovet, se **Figur 5**.

Doseringen var til tider meget ustabil som følge av problemer omkring dårlig pH-styring på anlegget (**Figur 4**). Disse forholdene er beskrevet tidligere (Høgberget og Håvardstun 2009).

Det var noe treg omstilling til lavere pH-mål 1. juni (**Figur 4**). En del av årsaken kan tilskrives den dårlige pH-styringen. Styringsautomatikken på anlegget ble omprogrammert den 11. november slik at vannhastighet i elva ble lagt inn som variabel. Dette førte til vesentlig høyere kalkdoser tilført elva (**Figur 5**). Tilsiktet forbedret pH-styring ble oppnådd som fravær av pH-svingninger i forbindelse med raske vannføringsvariasjoner (**Figur 6**). Imidlertid var driftstiden for kort i 2009 til å si noe sikkert om den landsiktige forbedringen.

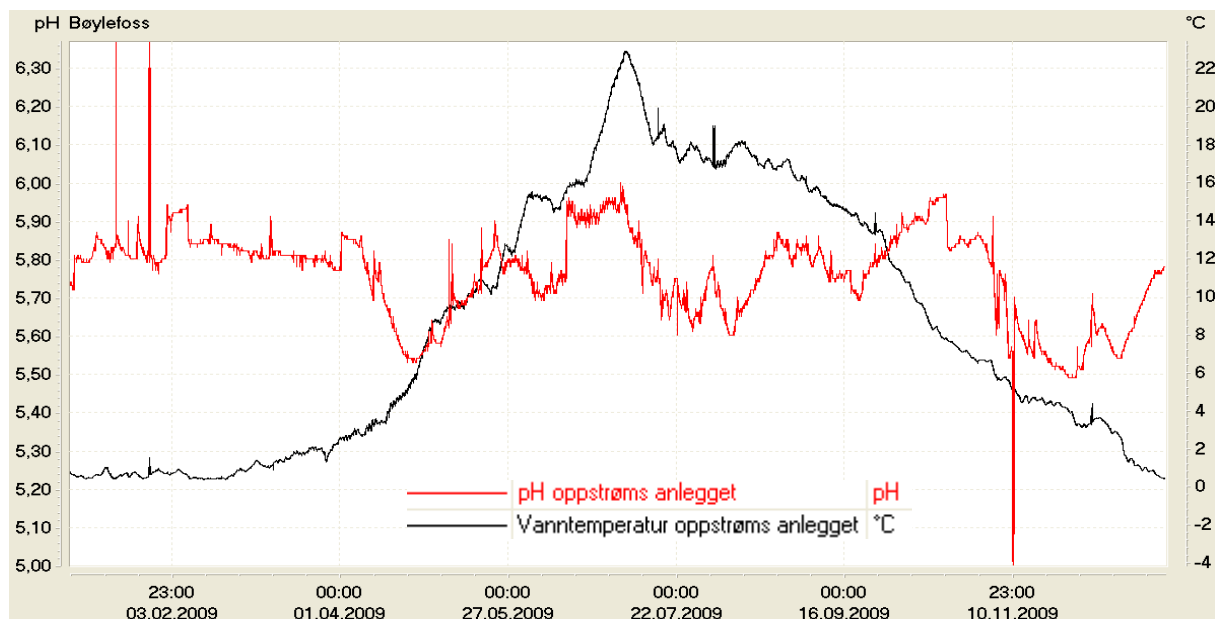
For lav pH i forhold til målet i lakseførende strekning av elva ble målt i til sammen over 14 dager (**Tabell 1**). Enkelte episoder under 8 timer ble ikke registrert. De fleste av tilfellene ved Evenstad skyldtes store svingninger ved dårlig pH-regulering, mens en lang periode ved Rygene skyldtes noe lav manuell dosering da det ikke var mulig å drifte anlegget med automatisk pH-regulering. Dette ga verdier 0,1 under pH-målet i over en uke. Forholdet vurderes som ubetydelig i forhold til skader på laksebestanden, selv om episoden oppsto i gytetiden, da fisken er spesielt sårbar.

Det ble registrert alt for høy pH (6,6) andre uka i januar. Det ble da dosert store mengder kalk uten at pH økte. Forholdet ble rettet etter kalibrering av pH nedstrøms anlegget 9. januar. Ujustert pH-meter hadde da ført til unødvendig dosering av ca. 80 tonn kalksteinsmel (**Figur 7**).

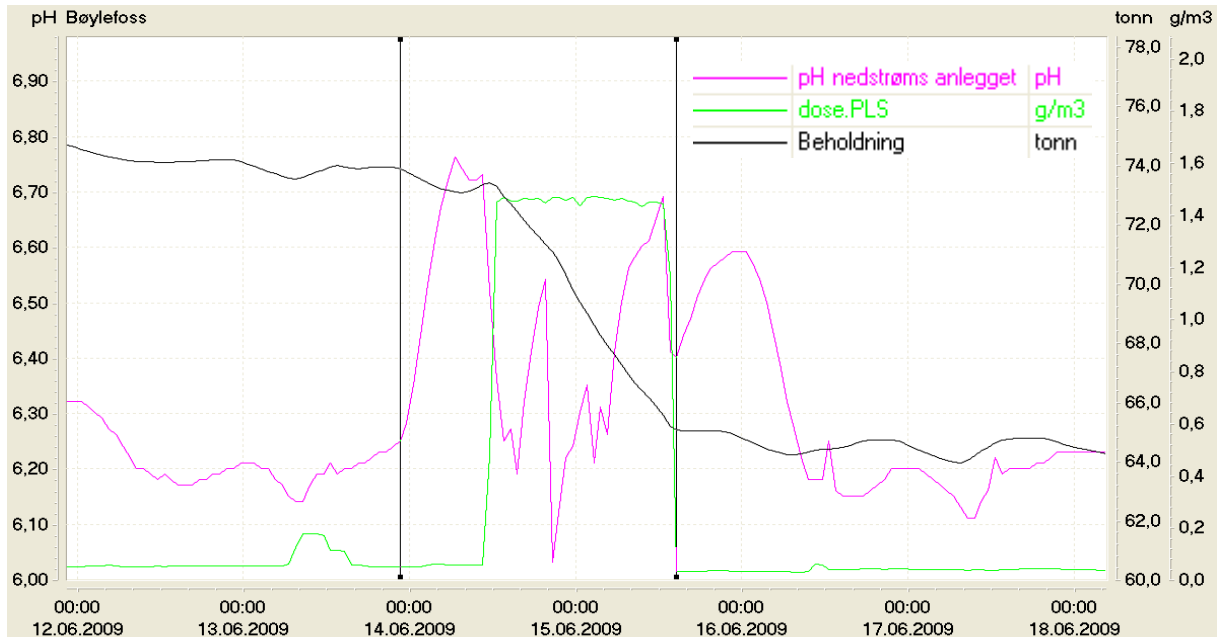
Figur 8 viser vannføringen ved doseringsanlegget og pH i lakseførende strekning av elva gjennom hele perioden.

Tabell 1. Tid og størrelse på avvik fra pH-målet i lakseførende strekning av Arenddalsvassdraget i 2009. Episoder under 8 timer er ikke oppført. Det var til sammen 7,5 dager da pH var noe for lav. Ingen store avvik fra målet ble registrert.

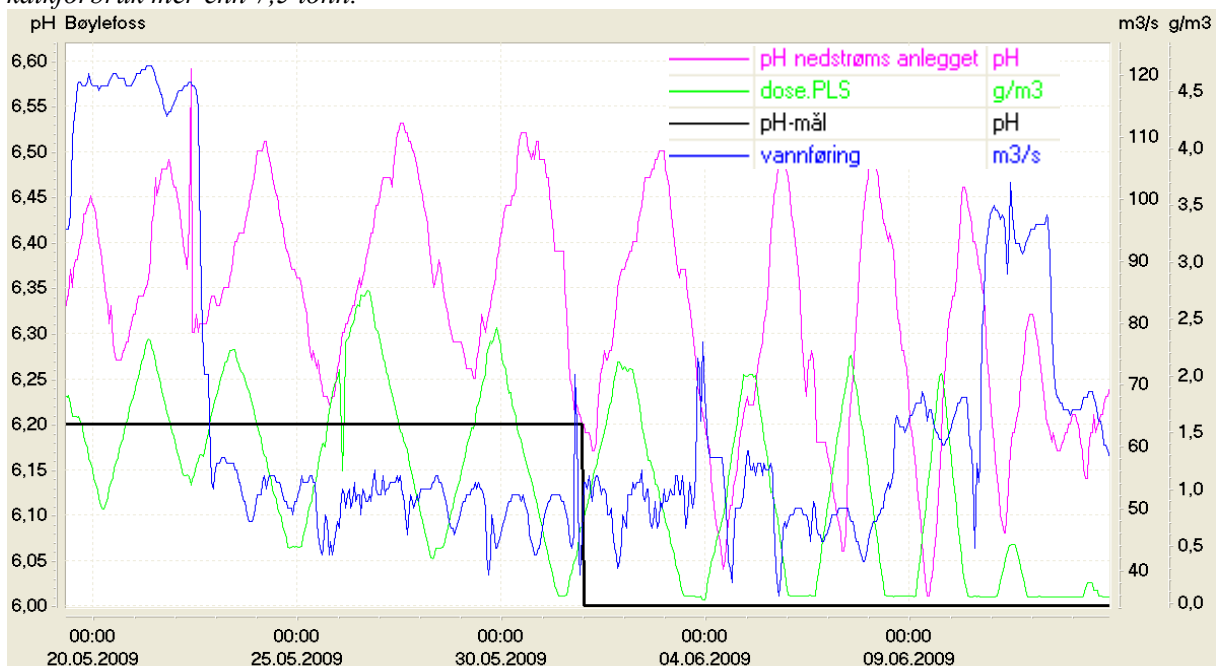
Dato	Timer med pH under målet		Laveste verdi pH	Avvik fra mål pH
	Evenstad	Rygene		
09.02.2009	9		5,9	0,1
27.05.2009		32	6,1	0,1
30.05.2009		39	6,1	0,1
07.11.2009	26	180	5,9	0,1
12.11.2009	26		5,8	0,2
14.11.2009	39		5,9	0,1



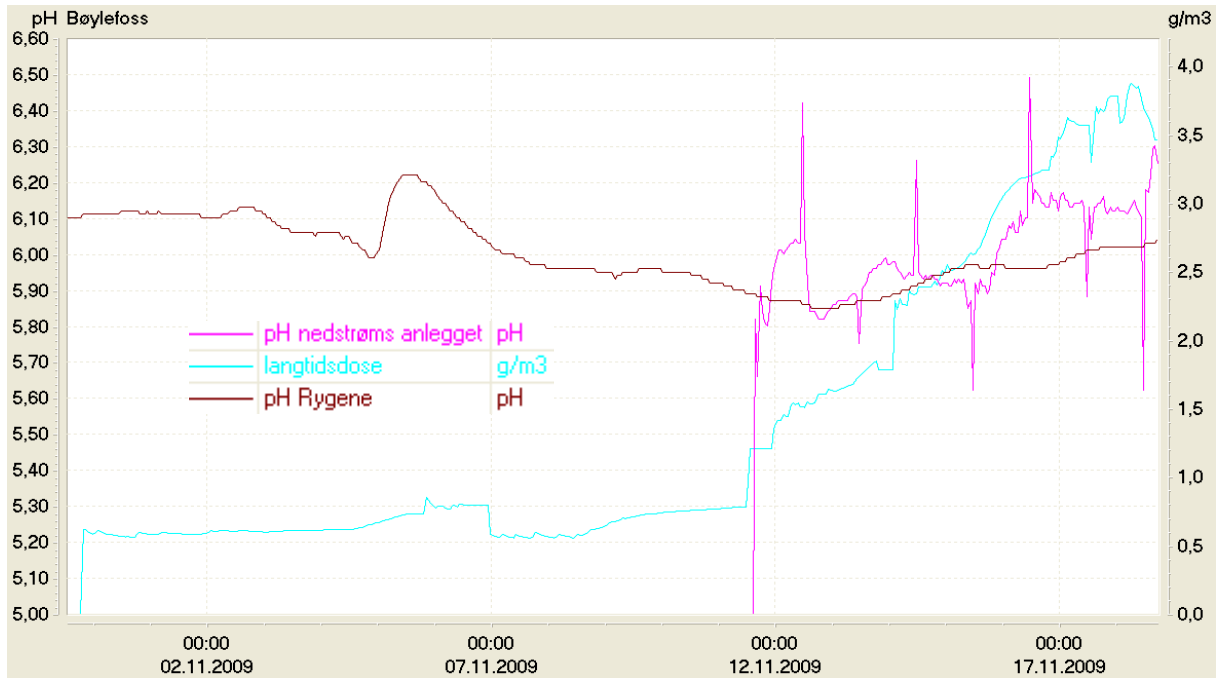
Figur 2. Vanntemperatur og pH i ukalket vann ved Bøylefoss doseringsanlegg. Temperaturen er rett kalibrert, pH kan avvike noe i perioder. Kalibrering av pH vises ved brå nivåforskjeller. To kortvarige pH-økninger som vertikale linjer i januar skyldtes kortvarig stans i vanntilførsel med påfølgende tilbakeslag av kalkholdig vann i målekyvvetta. Forholdet er tidligere beskrevet (Høgberget og Håvardstun 2009). Vertikal dropp i november skyldes en kontrollert strømstans da Miljøkalk hadde service på anlegget.



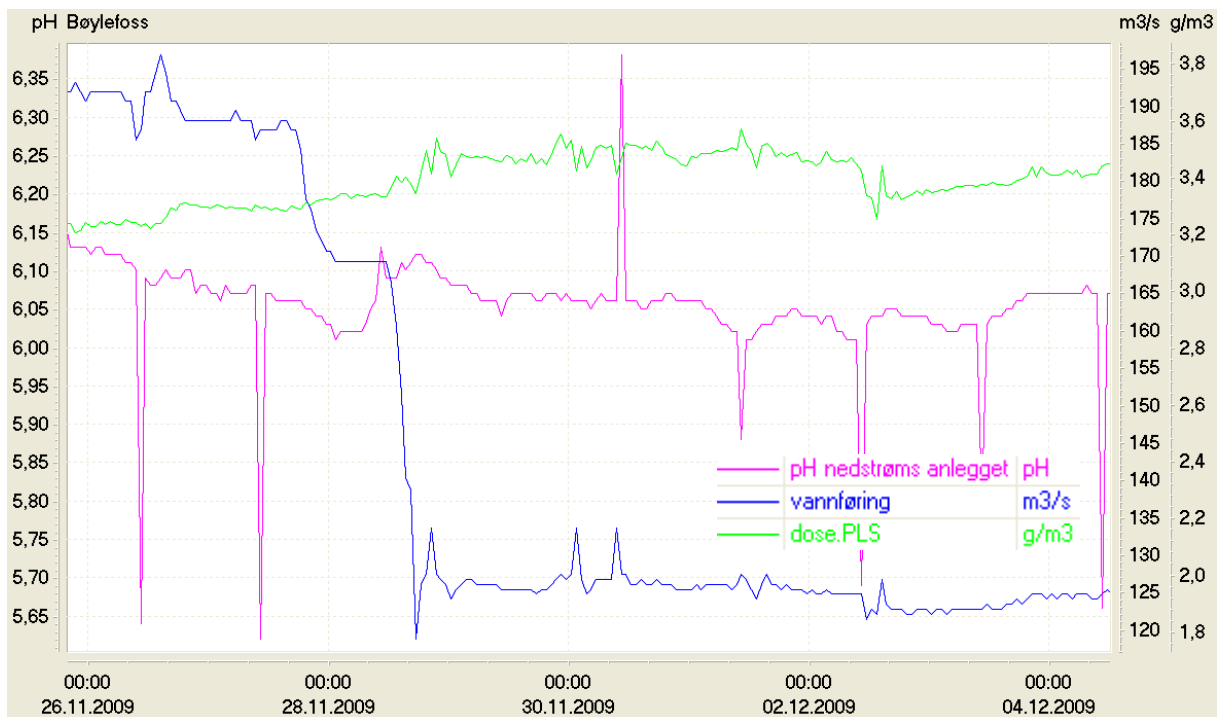
Figur 3. PLS-dose (styringsdose) og kalkbeholdning på Bøylefoss doseringsanlegg sammen med pH nedstrøms anlegget (på Evenstad) i forbindelse med pumpevikt på pH-stasjonen slik at ikke riktig pH ble registrert. Tidsavgrænsingen med defekt målestasjon er markert med vertikale linjer. Det ble dosert med manuell innstilling på $1,5 \text{ g/m}^3$ da behovet var $> 0,2 \text{ g/m}^3$. Dette førte til midlertidig overdosering slik at pH i elva økte til 6,6. Vannføringen var moderat ($60 \text{ m}^3/\text{s}$). Derfor utgjorde ikke unødig kalkforbruk mer enn 7,5 tonn.



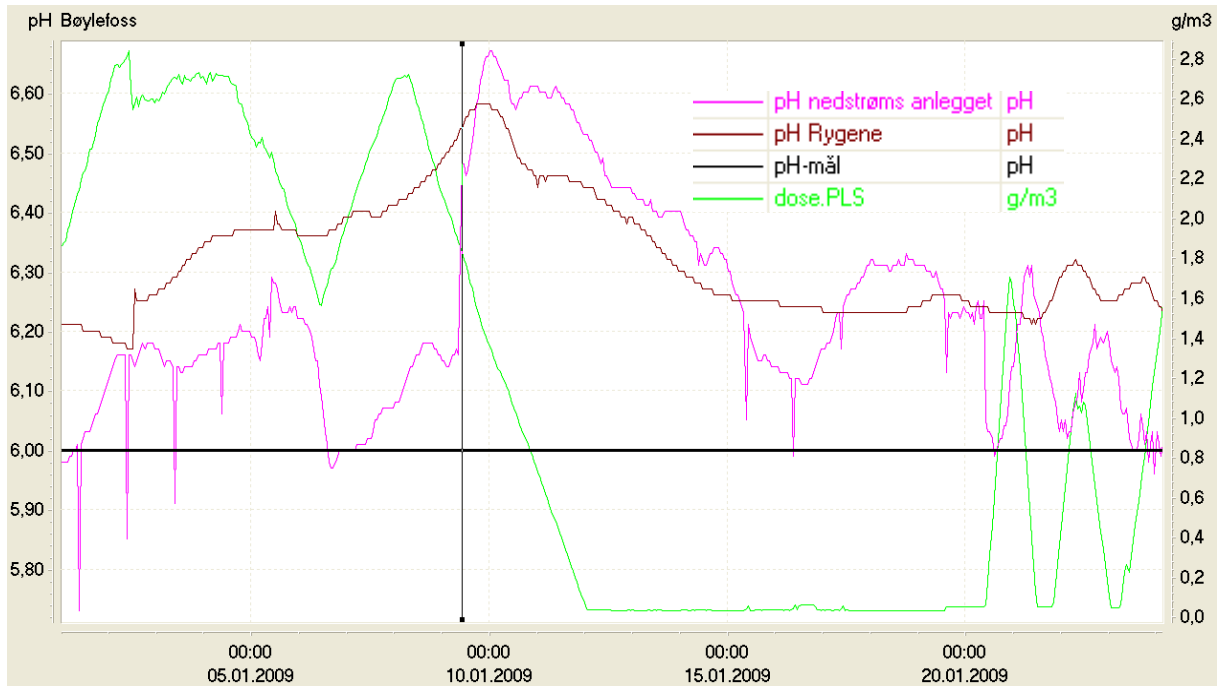
Figur 4. PLS-dose og vannføring ved Bøylefoss doseringsanlegg sammen med pH nedstrøms anlegget og pH-målet for elva. Det var store problemer med automatisk justering av pH i forbindelse med store vannføringsvariasjoner. I deler av juni svingte pH opp mot 0,5 enheter. Det var treg reaksjon på redusert krav ved anlegget da pH-målet for elva ble redusert 1. juni.



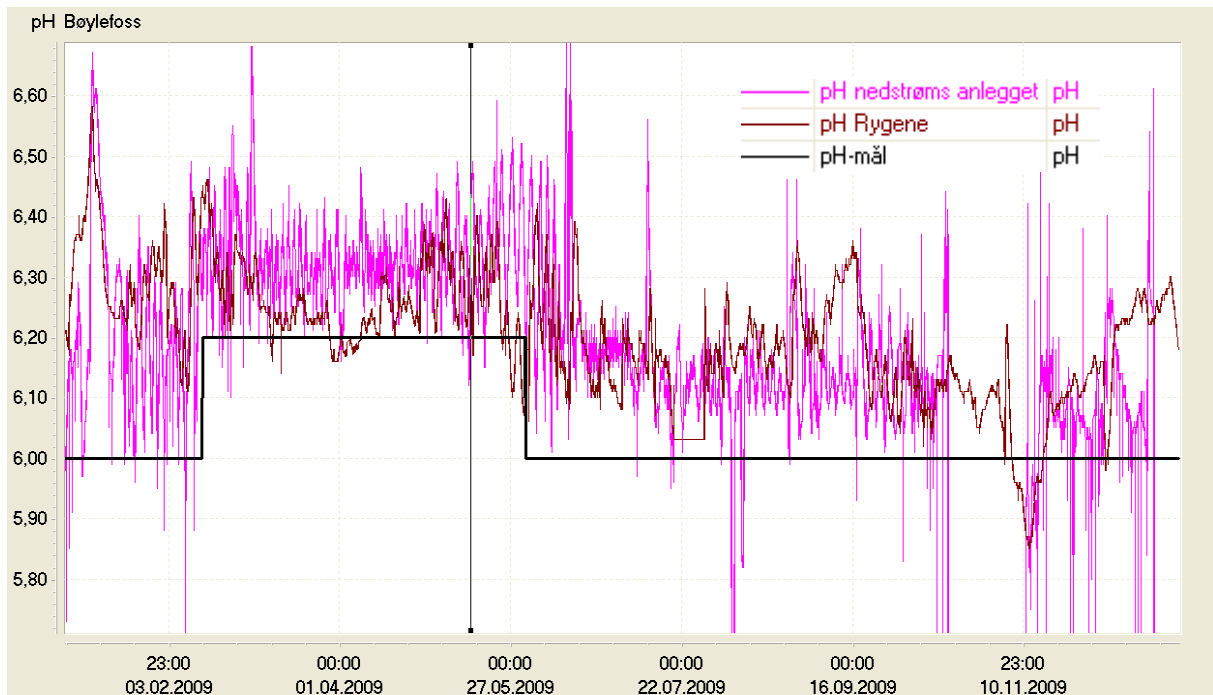
Figur 5. Langtidsdose (Akkumulert gjennomsnittlig dose mellom hver vektøkning) og pH nedstrøms anlegget sammenholdt med pH på Rygene i tiden omkring omprogrammering av styringsautomatikken på anlegget. Dosen som ble levert ble langt høyere (fra 0,5 til 3,5 g/m³) uten at dette påvirket pH i lakseførende strekning i vesentlig grad.



Figur 6. pH nedstrøms Bøylefoss doseringsanlegg sammenholdt med PLS-dose og vannføring ved anlegget i november 2009 etter at vannhastighetsavhengig faktor er lagt til i pH-reguleringen. Dosene ble langt mer stabile enn tidligere, jf. **Figur 4**. pH-droppene skyldes elektrodeforstyrrelser ved automatisk tilbakespyling som en del av vedlikeholdet av måleriggen en gang pr. døgn.



Figur 7. pH i elva og PLS-dose ved Bøylefoss doseringsanlegg i januar 2009. Det ble dosert for mye kalk på grunn av for lavt registrerte pH-verdier nedstrøms anlegget. Etter kalibrering, markert med vertikal linje, uteble doseringsbehovet i 8 dager.



Figur 8. pH i lakseførende strekning av Arendalsvassdarget (Nidelva) gjennom hele 2009. Store vertikale utslag skyldes ofte forstyrrelser av pH-målingene ved automatisk tilbakespyling av måleriggen.

3. Tiltak

3.1 pH-målinger oppstrøms doseringsanlegget

I 2008 var det et problem at kalkholdig vann ble tilført målekyveta for pH-måling etter pumpestans på vannforsyningen til blandekaret. Årsaken var at kalkslurry fra karet ble sugd tilbake til inntaksbrønnen. Det ble foreslått en tilbakeslagsventil på vanntilførselen eller tiltak for å sikre riktig funksjon dersom ventilen allerede var montert (Høgberget og Håvardstun 2009).

I 2009 var det kun et par tilfeller hvor det ble målt for høy pH, og da bare i meget kort tid. Årsaken var meget stabil drift på vannforsyningen. Likevel er det viktig å gjennomføre tiltaket, da det sikrer en jevn og god dosering også etter pumpevikt i vanntilførselen.

3.2 pH-styring

Det ble i 2009 utarbeidet en teoretisk funksjon for sammenhengen mellom vannføring og vannhastighet mellom Bøylefoss og Evenstad (Høgberget og Håvardstun 2009). Denne sammenhengen ble implementert i styringsautomatikken 11. november. Reaksjonstiden for eventuell automatisk justering av doseringen ble da mulig å endre på fire forskjellige nivåer. Disse nivåene ble satt som vannføringsintervaller. Dette er en nokså unøyaktig måte å justere reaksjonstiden på, men foreløpige data viser at pH-styringen har blitt vesentlig bedre etter omprogrammeringen.

3.3 Krisedosering ved stopp på doseringsanlegget

Et forslag til handlingsplan for krisedosering i elva ble utarbeidet i 2009 (Høgberget og Håvardstun 2009). Det er ikke gjort tiltak for å iverksette kriseplan for dosering når ekstraordinære forhold oppstår. Lakseførende strekning av Arendalsvassdraget er meget sårbart for forsurening dersom anlegget på Bøylefoss skulle stoppe å dosere kalk. Årsaken er at det ikke finnes andre installasjoner eller fordøyingsmagasiner som kan forhindre umiddelbar effekt ved kalkingsstopp. Det er derfor spesielt viktig å ha alt materiell og alle formaliteter ferdig etablert dersom en krisesituasjon oppstår.

3.4 Manuelle doser ved manglende pH-signaler

Det var flere tilfeller i 2009 da det måtte settes manuelle doser fra anlegget på grunn av sviktende pH-signaler fra Evenstad. I disse tilfellene er det viktig å velge en dosering som står i forhold til doseringen før feilen oppsto, og også ta hensyn til pH oppstrøms anlegget. Manuell dosering innebærer at operatøren setter en selvvalgt dose (g/m^3). Vannføringsvariasjonene vil da automatisk bli innarbeidet i beregning av doseringssignalet. I praksis er det likevel vanskelig å velge dose. Forskjell i vannkjemien mellom flommene kan gi høyst forskjellige dosebehov. **Figur 9** viser manuelt innstilt dose gjennom to flommer. Vanskelighetene omkring valg av dose vises ved at det ved første flom ble gitt for høy dose, ved andre flom for lav dose. Dermed ble pH redusert til under målet. pH i elva ovenfor dosering var synkende gjennom begge flommene.

3.5 pH målinger nedstrøms doseringsanlegget

Driftssikkerheten på pH-målingene fra stasjonen nedstrøms anlegget må forbedres. Det må ikke ta for lang tid mellom oppstått skade og utbedring av feil fordi korrekt manuell dosering fra anlegget er meget krevende. Faren for avvik i forhold til pH-mål blir dermed stor.

3.6 Kapasitetsproblemer og ønsket økt pH-mål

Dosene fra Bøylefoss doseringsanlegg har til og med 2009 vært dårlig tilpasset smoltifiseringsperioden for laks. Etter mange års laksetellinger av yngel i elva, ble det et klart oppsving i 2007. Dette var andre vår etter oppstart ved Bøylefoss (Bjørn Barlaup pers. medd.) Rognutsettinger er også foretatt flere ganger i forbindelse med reetableringsprosjektet (DN 2009). En må derfor anta at det nå er bygget opp en stamme av parr som i år vil smoltifisere. Da smolt er spesielt utsatt for forsuringseffekter, bør pH-målet i elva økes til det nivået som ble anbefalt brukt av NIVA i revidert kalkingsplan for Arendalsvassdraget (Hindar mfl. 1999). Dette innebærer økning til pH 6,4 fra 1. april til 1. juni.

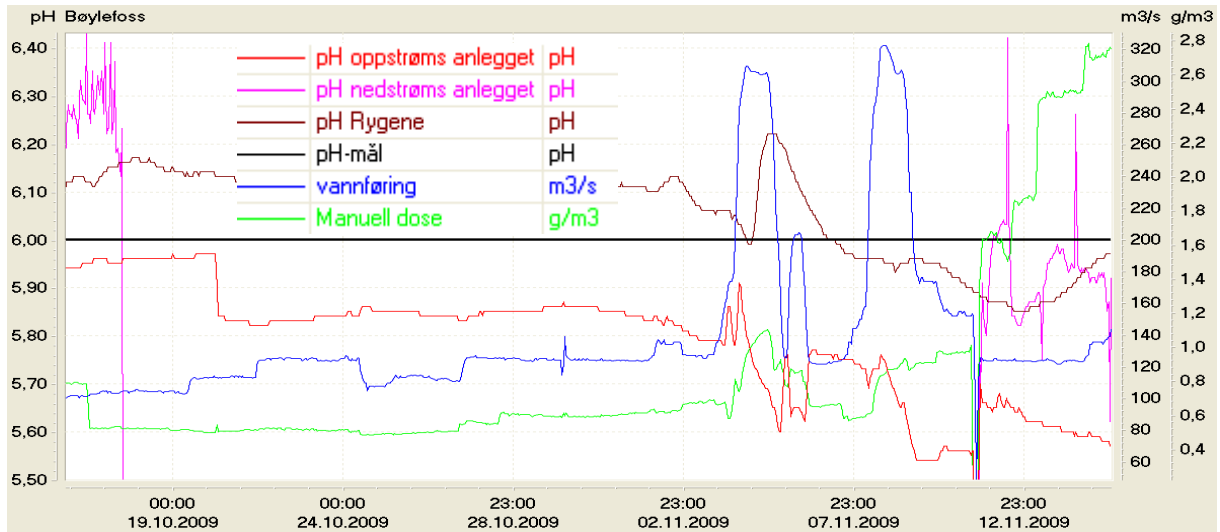
Det er usikkert om dette anlegget alene har stor nok kapasitet til å dosere tilstrekkelig ved økte pH-mål. **Figur 10** viser hvordan doseringssignalet i 2009 varierte i forhold til vannføringen. Det oppsto en situasjon 7. desember da behovet var større enn kapasiteten. Tilsvarende forhold har også tidligere blitt dokumentert (Høgberget og Håvardstun 2009). Vær og vannføringsforhold varierer sterkt fra år til år. Ved spesielt høye doseringsbehov blir kapasiteten på Bøylefossanlegget for lav.

Det anbefales at doseringskapasiteten økes slik at det er mulig å møte spesielt høye doseringskrav uten for store avvik i pH fra målene for elva. Dette kan gjøres enklest ved å utvide kapasiteten på eksisterende anlegg eller som Hindar mfl. 1999 anbefalte, å etablere to doseringsanlegg i elva. Dette vil fordele kalkingsbehovet slik at det blir mindre punktbelastninger på anleggene. Rapporten anbefalte et andre doseringsanlegg i Åmli. Flere faktorer gjør områdene nedstrøms Åmli følsomme.

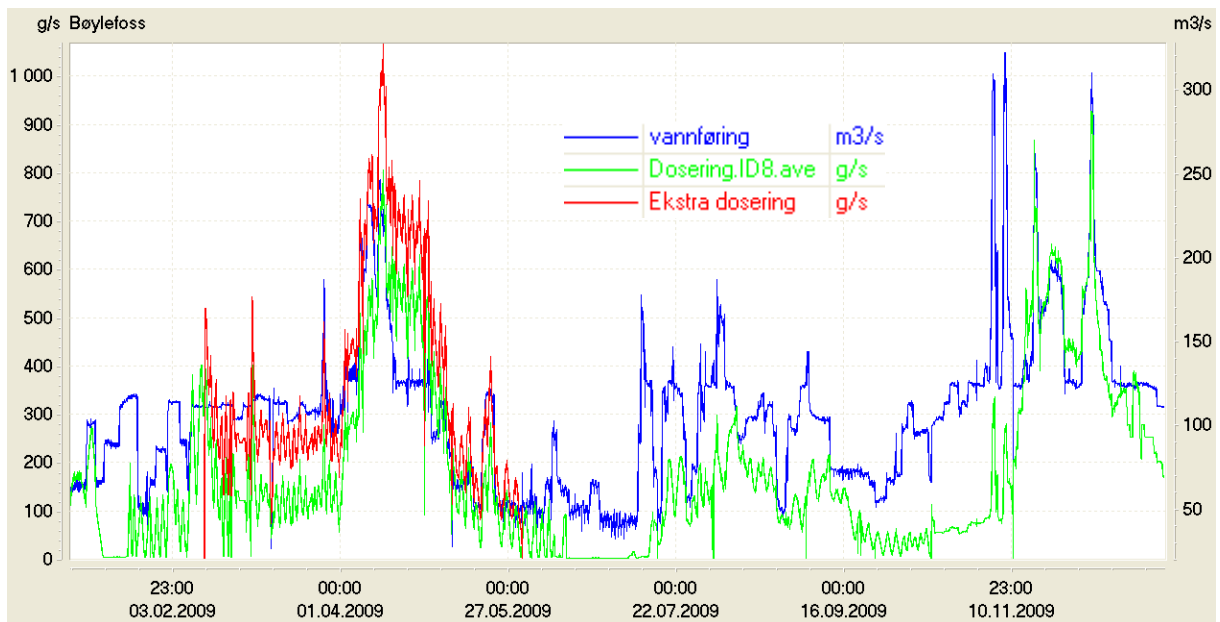
- Områdene er meget verdifulle som turistmål. Spesielt er det unike forhold for kanoturisme i området Nelaug-Flaten.
- Krypsivproblematikken i området er betydelig (DN 2006).
- Det finnes allerede en stor bestand av småvokst aure. Dette oppfattes som negativt for sportsfiskere.

Disse faktorene problematiserer en eventuell etablering av kalkdoseringsanlegg oppstrøms disse områdene. En revurdering av tidligere anbefalinger bør derfor gjennomføres før nytt anlegg blir etablert.

En økning av pH-kravet på eksisterende anlegg fra 6,2 til 6,4 vil teoretisk kreve 0,3 g Ca/m³ ekstra dosering (Hindar m. fl. 1999). Ved et CaCO₃ innhold på 82 % (NK3 kalk) og en oppløsningsgrad på 70 %, ville økte krav medført 685 tonn ekstra kalksteinsmel fra 1. april til 1. juni i 2009. Kalkforbruket er sterkt vannføringsavhengig. Vannføringen varierer mye om våren fra år til år. Vannføringsdata fra siste 3 år ville gitt ekstra doseringsbehov varierende fra 525 til 1006 tonn med et gjennomsnittlig behov på 740 tonn.



Figur 9. pH på alle målepunkter i Nidelva, pH-målet, vannføring og den manuelt innstilte dosen i en tid da manuell dosering måtte opprettes på grunn av at pH-signalene nedstrøms anlegget falt bort. En dose på $0,5 \text{ g/m}^3$ var tilstrekkelig så lenge vannføring og pH oppstrøms var stabil. Ved første flom ble dosen øket til 1 g/m^3 . Dette ga uforholdsmessig høy pH i elva. Årsaken kan være at uopløst kalk langs elvebunnen også ble virvlet opp og aktivert ved flommen. Ved neste flom var det mindre slike effekter, og pH oppstrøms anlegget var blitt vesentlig lavere. Det ble tilført for lite kalk og elva ble for sur.



Figur 10. Vannføring, doseringssignal og utviklingen på doseringssignalet dersom pH-kravet på anlegget var satt opp 0,2 enheter for å kunne nå et pH-mål i elva på 6,4. Doseringsbehovet ville da økt over kapasiteten på anlegget, men bare i litt over to dager i 2009. Figuren viser at anlegget relativt ofte måtte dosere over halv effekt, (460 g/s).

4. Referanser

DN 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.

DN 2008. Kalking i laksevassdrag - Effektkontroll i 2008. DN-notat 2-2009.

Hindar, A., Lamberg, A (NINA), Thorstad, E. (NINA). 1999. Revidert kalkingsplan for Arendalsvassdraget. NIVA rapport 4107.

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport år 2006. NIVA-rapport 5533.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport år 2008. NIVA-rapport 5786.

Kaste, Ø., Håvardstun, J., Høgberget, R. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport år 2007. NIVA-rapport 5595.

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 • post@niva.no