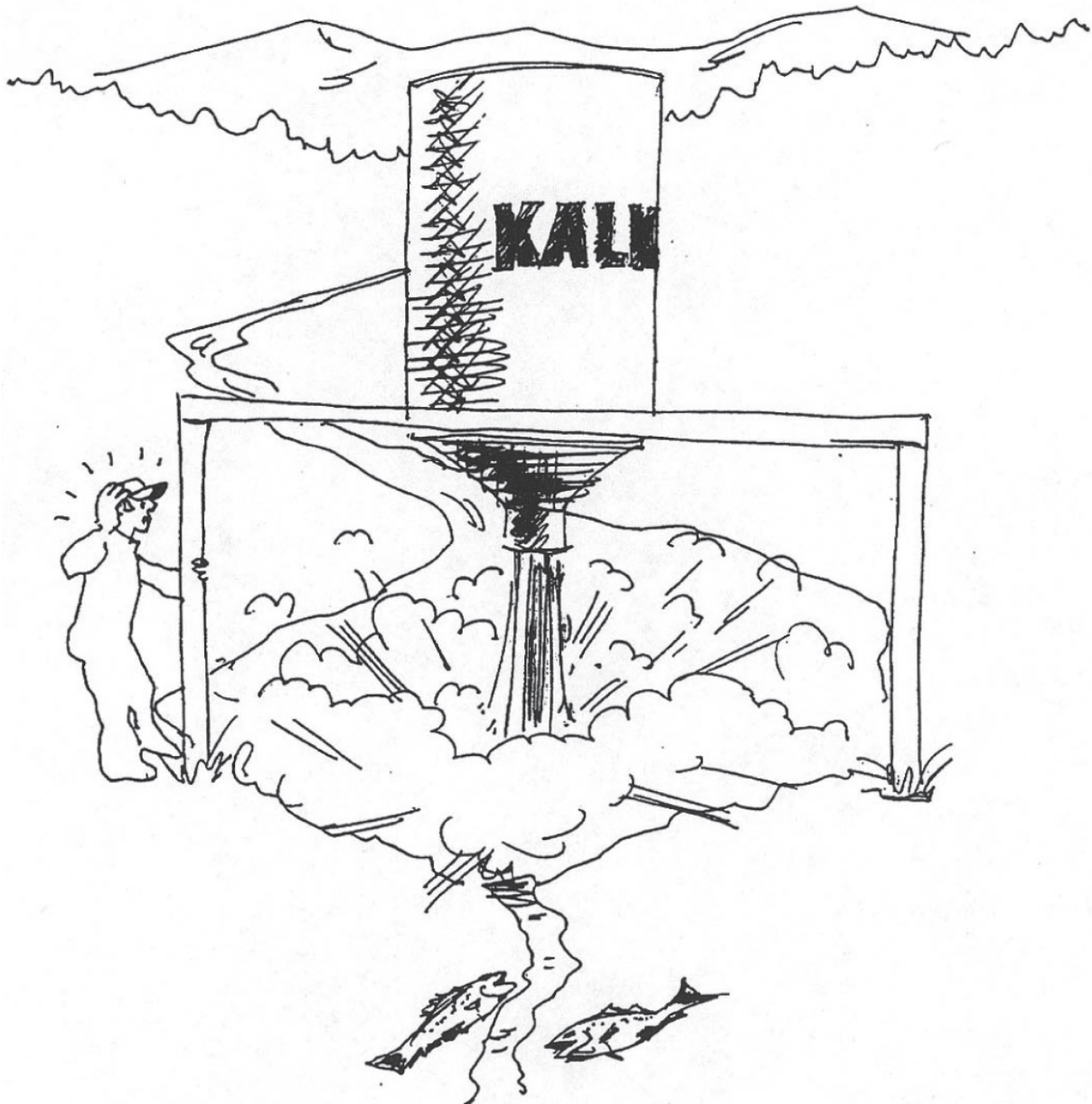


Driftskontroll av kalkdoserings- anlegg i Arendalsvassdraget

Statusrapport for 2007



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

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

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

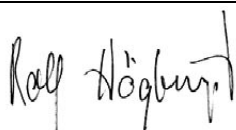
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget Statusrapport for 2007	Løpenr. (for bestilling) 5595-2008	Dato Mai 2008
	Prosjektnr. Undernr. O-28032	Sider Pris 15
Forfatter(e) Øyvind Kaste Jarle Håvardstun Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket CopyCat

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

Sammendrag

Driftskontroll av Bøylefoss kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2007) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Doseringen fra Bøylefoss-anlegget fungerte stort sett veldig bra i 2007. Basert på kontinuerlige pH-data fra overvåkingsstasjonen ved Rygene ble vannkvalitetsmålene for den lakse- og sjørrettførende strekningen overholdt gjennom hele året. Det ble ikke registrert alvorlige eller langvarige tilfeller av underdosering i 2007. Det ble likevel registrert enkelte, kortvarige pH-dropp ved Evenstad som skyldtes feil på pH-signaler og/eller sviktende dosering. Det er tidligere anbefalt bedre flomsikring av installasjoner i inntaksbrønnen og utarbeidelse av nødplan ved kritisk doserersvikt. Resultatene for 2007 gir ikke grunnlag for å anbefale nye tiltak ut over dette.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vassdrag	1. Watercourse
2. Kalkdosering	2. Lime dosing
3. Overvåking	3. Monitoring
4. Måleteknikk	4. Measuring technique



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg
i Arendalsvassdraget
Statusrapport for 2007

Forord

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av driften av kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved Bøylefossanlegget samt å introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Arendalsvassdraget i juni 2006. En rammeavtale for driftskontrollen ble da kontraktsfestet, og avtalen innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken samt dokumentasjon av driften i form av en kortfattet statusrapport hvert år.

Vesentlige deler av det ukentlige arbeidet er utført av Jarle Håvardstun, Lise Tveiten, Liv Bente Skancke, Rolf Høgberget og Øyvind Kaste ved NIVAs Sørlandsavdeling. Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder og oppdragsgiver er styringsgruppa for kalking av Arendalsvassdraget.

Grimstad, mai 2008

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Vurdering av driften	8
3. Sammenfatning og forslag til tiltak	14
4. Referanser	15

Sammendrag

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

Doseringen fra Bøylefoss-anlegget fungerte stort sett veldig bra i 2007. Basert på kontinuerlige pH-data fra overvåkingsstasjonen ved Rygene ble vannkvalitetsmålene for den lakse- og sjørretførende strekningen overholdt gjennom hele året. Dette er en klar forbedring i forhold til 2006, da det ble registrert 22 dager med negativt avvik fra de gjeldende pH-målene. I og med at kalkdoseringen fra anlegget styres av pH oppstrøms og nedstrøms anlegget, er det viktig at pH-signalene til enhver tid er riktige. Dette var stort sett tilfelle i 2007, men det ble likevel registrert til sammen 23 dager med feil på oppstrøms-signalet og til sammen 12 dager med feil på nedstrøms-signalet ved Bøylefoss. De lengste periodene med avvik skyldes elektronikk-feil (15 dager), ødelagt pumpe (5 dager) og feil på radiosamband (6 dager).

Det ble ikke registrert alvorlige eller langvarige tilfeller av underdosering i 2007. Det ble likevel registrert enkelte, kortvarige pH-dropp ved Evenstad som skyldtes feil på pH-signaler og/eller sviktende dosering. I ett av tilfellene kom doseringen ved Bøylefoss for sent i gang i starten av en flom, grunnet den lange tilbakemeldingstiden på signalet fra Evenstad, som ligger 6 km nedstrøms anlegget. Laveste registrerte pH ved Evenstad i 2007 var 5,78.

Rapporten gir en oversikt over tiltak som hittil er gjennomført for å forbedre driften ved anlegget, samt tiltak som er anbefalt tidligere men ennå ikke gjennomført. Blant de sistnevnte tiltakene er bedre flomsikring av installasjoner i inntaksbrønnen og utarbeidelse av nødplan ved kritisk doserersvikt. Resultatene for 2007 gir ikke grunnlag for å anbefale nye tiltak ut over dette.

1. Innledning

Bakgrunn og mål

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996-97 for å overvåke og forbedre effektiviteten ved anlegg som doserer kalk eller andre avsyringsmidler i sure vassdrag. 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, se Høgberget og Hindar (1998).

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalkprodukter i rennende vann ofte produserer tilfeldige eller upresise kalkdoser. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift, og det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som overhodet mulig. Ideelt sett innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid er riktig.

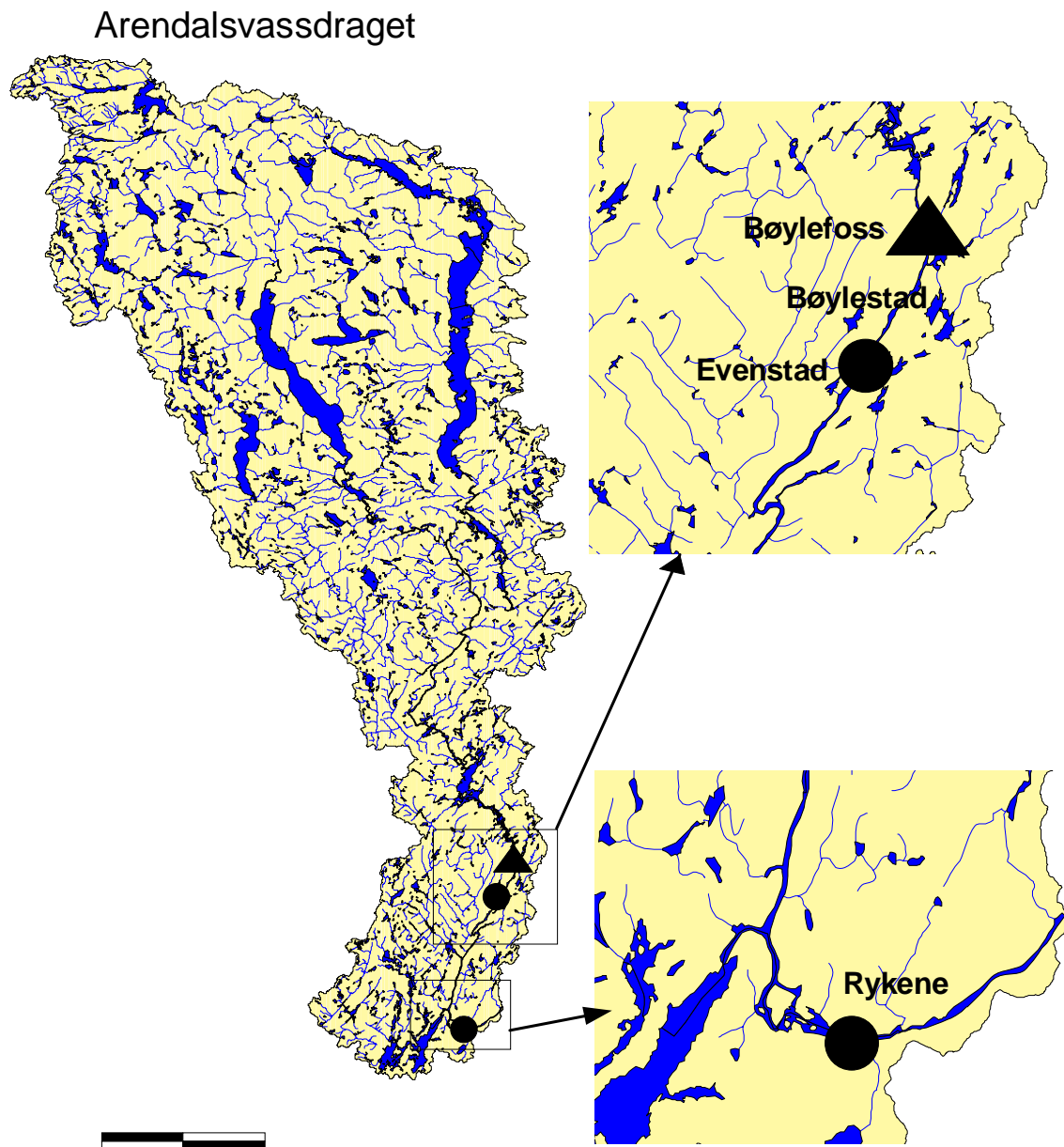
Kalkdosering til elv kan styres på to måter; etter vannføring og etter pH i elva. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal gi en fast (forhåndsinnstilt) dose per kubikk meter vann. Dosene beregnes på grunnlag av titreringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetning og pH i elvevannet. Ved å sammenligne doseringskravet med den faktiske dosering gitt av driftskontrollen vil en få et mål på effektiviteten til anleggene. Ved pH-styrte anlegg doseres det også etter vannføring, men her korrigeres doseringen av pH-målere som er plassert oppstrøms- og i de fleste tilfeller også nedstrøms anlegget.

I Arendalsvassdraget er det montert driftskontroll på kalkdoseringsanlegget ved Bøylefoss. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2007) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Det er tidligere utarbeidet én årsrapport for driftskontrollen i vassdraget (Høgberget og Håvardstun 2008).

Kalkingsstrategi

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 en kalkdoserer ved Bøylefoss i Froland kommune. Målet med denne dosereren er å sikre stabilt 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, som ligger 6 km unna, 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.

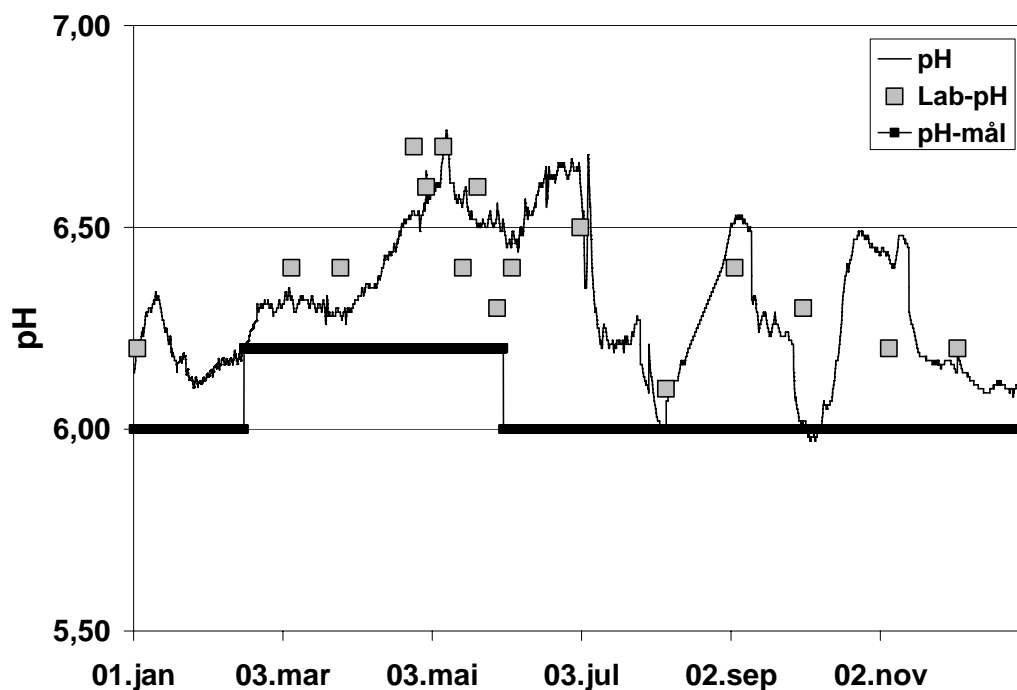


Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Arendalsvassdraget med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoseringsanlegget Triangler) og pH-målestasjoner (sirkler).

2. Vurdering av driften

Måloppnåelse på lakseførende strekning

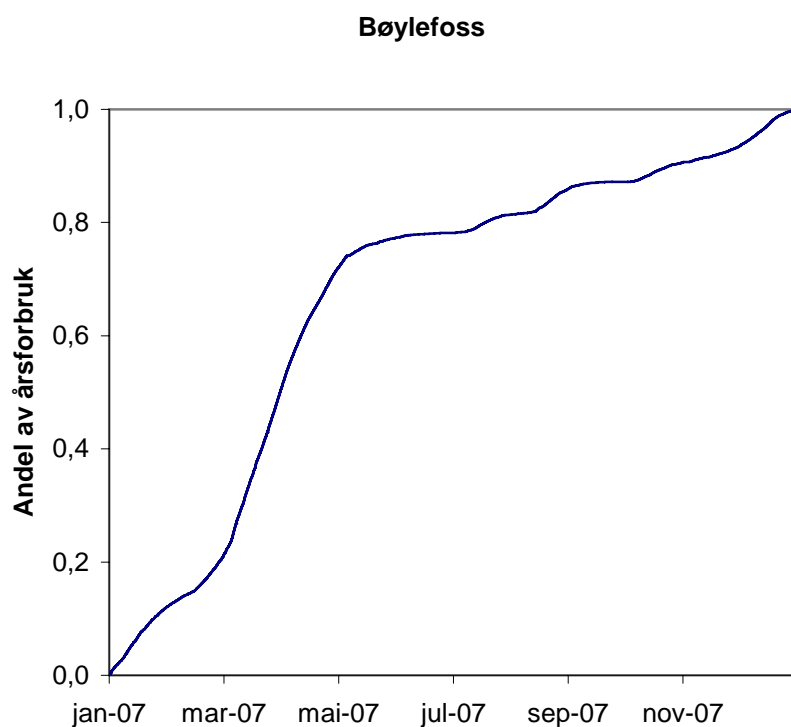
Data fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Rygene brukes for å vurdere om kalkingen har gitt ønsket resultat på den lakseførende strekningen i elva. I **Figur 2** er timesverdier fra Rygene plottet i forhold til pH-målene som gjelder i de ulike deler av året. Som det framgår av figuren var det ikke brudd i dataserien i 2007, og det ble ikke registrert perioder med pH > 0,10 pH-enhet under målet for elva i mer enn åtte timer. Figuren viser periodevis nokså høy pH i forhold til gjeldende mål.



Figur 2. Resultater fra kontinuerlig pH-måling (timesverdier) ved Rygene i 2007. "Lab-pH" er basert på vannprøver tatt på samme sted i elva.

Kalkforbruk

Kalkforbruket ved Bøylefoss-anlegget i 2007 var 4007 tonn. Om lag 60% av kalken ble dosert i løpet av månedene mars og april (**Figur 3**).



Figur 3. Akkumulert kalkforbruk ved Bøylefoss-anlegget i 2007.

Driftssikkerhet på styringssignaler og dataoverføring

Driftskontroll-loggeren

Det ble kun registrert én driftsstans på loggeren i 2007. Hendelsen inntraff 14. januar og varte i fem timer.

pH-signaler

pH-signalerne oppstrøms og nedstrøms Bøylefoss-anlegget hadde gjennomgående god kvalitet. Det ble imidlertid registrert til sammen 23 dager med feil på signalet oppstrøms anlegget (**Tabell 1**) og til sammen 12 dager med feil på nedstrøms-signalet (**Tabell 2**). Noen av periodene med feil på signalet oppstrøms anlegget skyldes trolig at elektrodene bruker en viss tid på å stabilisere seg etter kalibrering. Ellers er det relativt sjelden stillstand i kyvettene på stasjonen (problemene 30.oktober – 13. november skyldtes en dårlig ledning). På pH-stasjonen nedstrøms Bøylestad sviktet pumpa 25. november og måtte skiftes. Manglende pH-signal fra 12. desember skyldtes problemer med radiosambandet mellom Evenstad og dosereren på Bøylefoss.

Tabell 1. Perioder med feil på pH-signaler **oppstrøms** Bøylefoss-anlegget i 2007 (varighet mer enn 8 timer).

	Oppstrøms (ant.dager)	Kommentar
26.apr	3,0	Høy pH (etter kalibrering?)
18.jul	0,9	Periodevis stillstand i kyvette
24.aug	1,2	Høy pH (etter kalibrering?)
10.sep	0,8	Høy pH (etter kalibrering?)
13.okt	2,5	Stillstand i kyvette
30.okt	15,0	Elektronikkfeil, periodevis stillstand i kyvette
SUM	23,4	

Tabell 2. Perioder med feil på pH-signaler **nedstrøms** Bøylefoss-anlegget i 2007 (varighet mer enn 8 timer).

	Nedstrøms (ant.dager)	Kommentar
19.mars	0,9	Forstyrrelser på signal (ukjent årsak)
25.nov	5,3	Periodevis stillstand i kyvette (pumpe-svikt)
12.des	5,5	Svikt i radiosamband Evenstad-Bøylefoss
SUM	11,7	

Avvik mellom kalkingsbehov og aktuell utdosering

Det var som nevnt ingen tilfeller i 2007 hvor pH i ved Rygene sank under målet for den lakseførende strekningen. Det ble likevel registrert enkelte, kortvarige pH-dropp ved Evenstad som skyldtes feil på pH-signaler og/eller sviktende dosering:

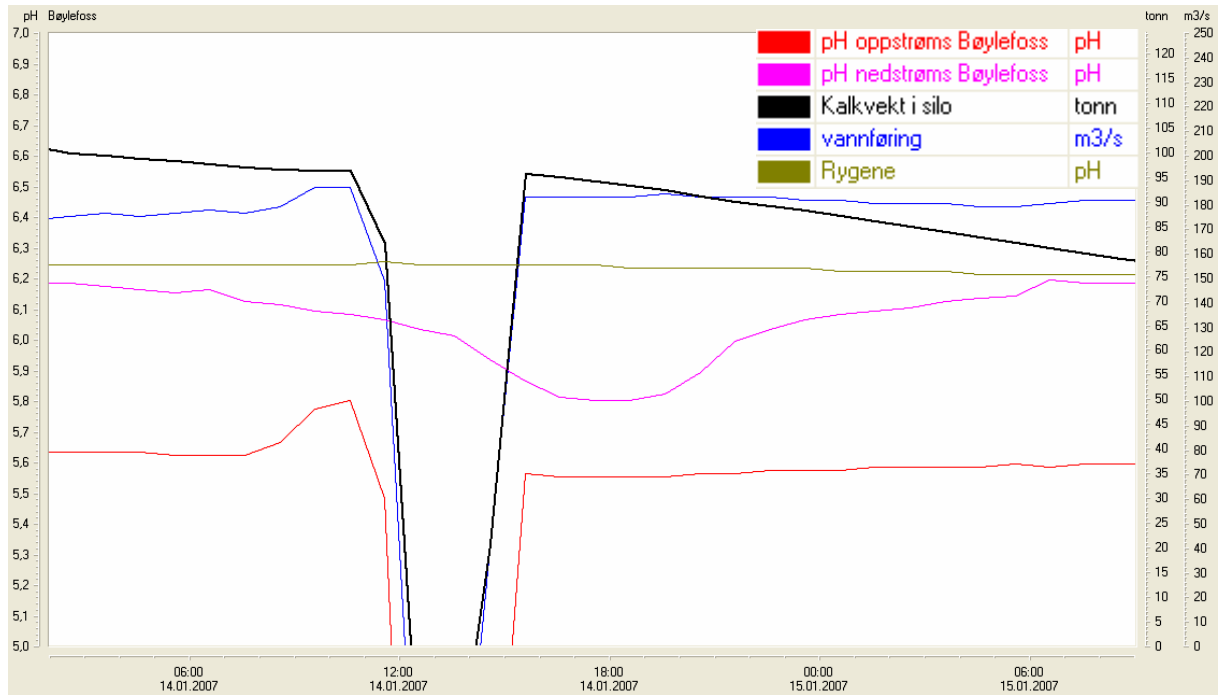
Sviktende styringssignaler 14. januar, sannsynligvis pga. strømstans, førte til midlertidig opphør i dosering og pH-dropp ned mot 5.8 ved Evenstad. Hendelsen medførte ikke merkbar pH-reduksjon ved Rygene (**Figur 4**).

Mindre pH-dropp oppstod i forbindelse med påfylling av silo. Eksempel fra februar måned (**Figur 5**).

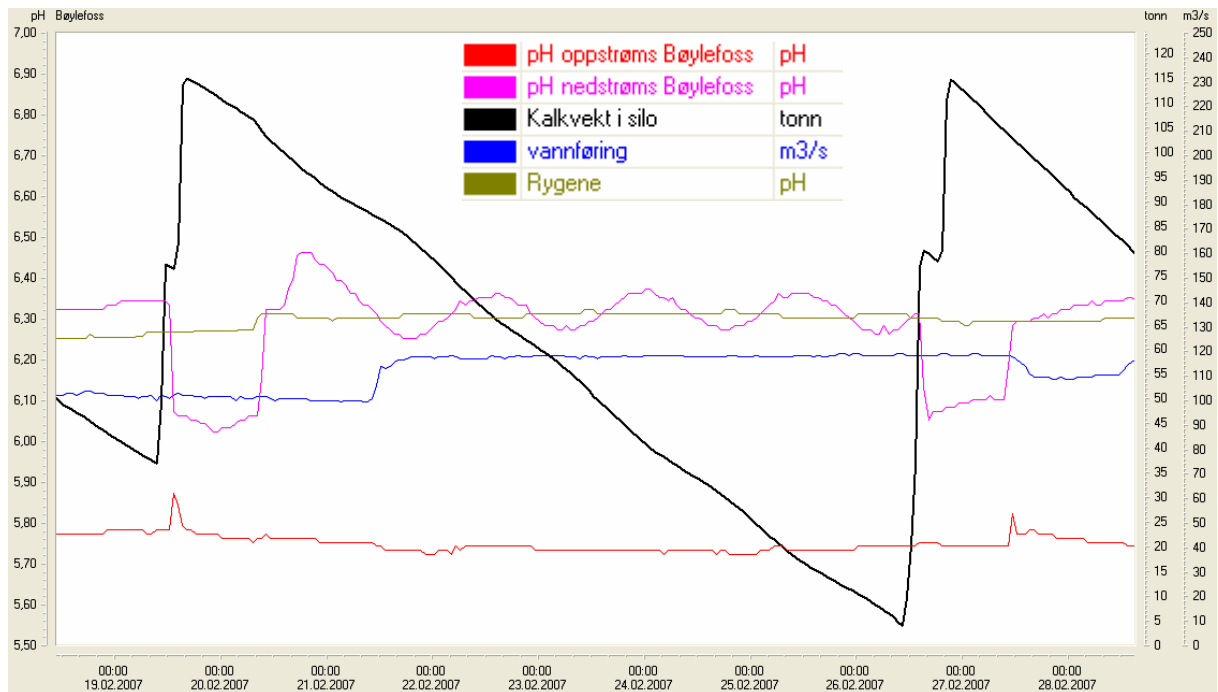
Feil på pH-signal oppstrøms Bøylefoss førte til redusert dosering og kortvarig pH-dropp nedstrøms anlegget den 26. og 27. februar 2007 (**Figur 6**).

Styringsdosen avtok brått den 7. mai, ukjent av hvilken grunn. pH nedstrøms Bøylefoss sank til 5,78 dagen etter, mens det ikke ble registrert noen endring ved Rygene (**Figur 7**).

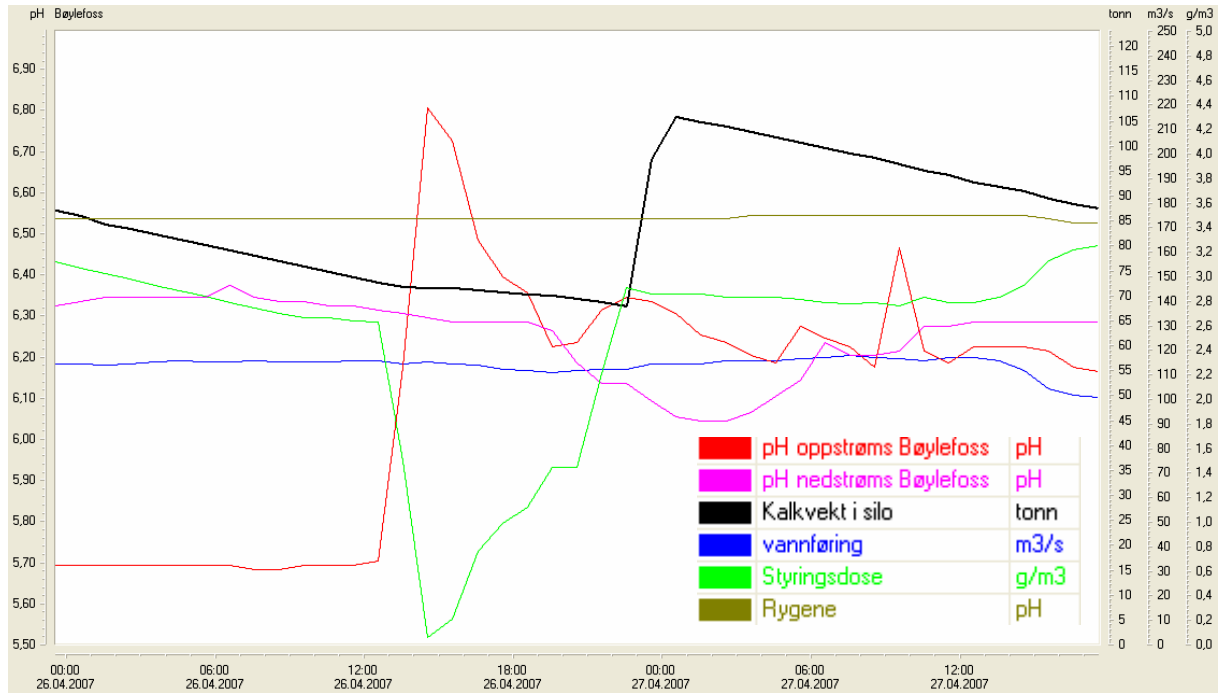
Anlegget reagerte sent ved begynnelsen av en flom den 15. august. Det oppsto en kortvarig pH-dropp nedstrøms anlegget (minimum 5,86), mens det ikke skjedde merkbare endringer i pH ved Rygene (**Figur 8**). Med unntak av denne hendelsen var det ingen eksempler på at lang tilbakemeldingstid fra Evenstad til Bøylefoss skapte problemer ved overgang fra lav til høy vannføring.



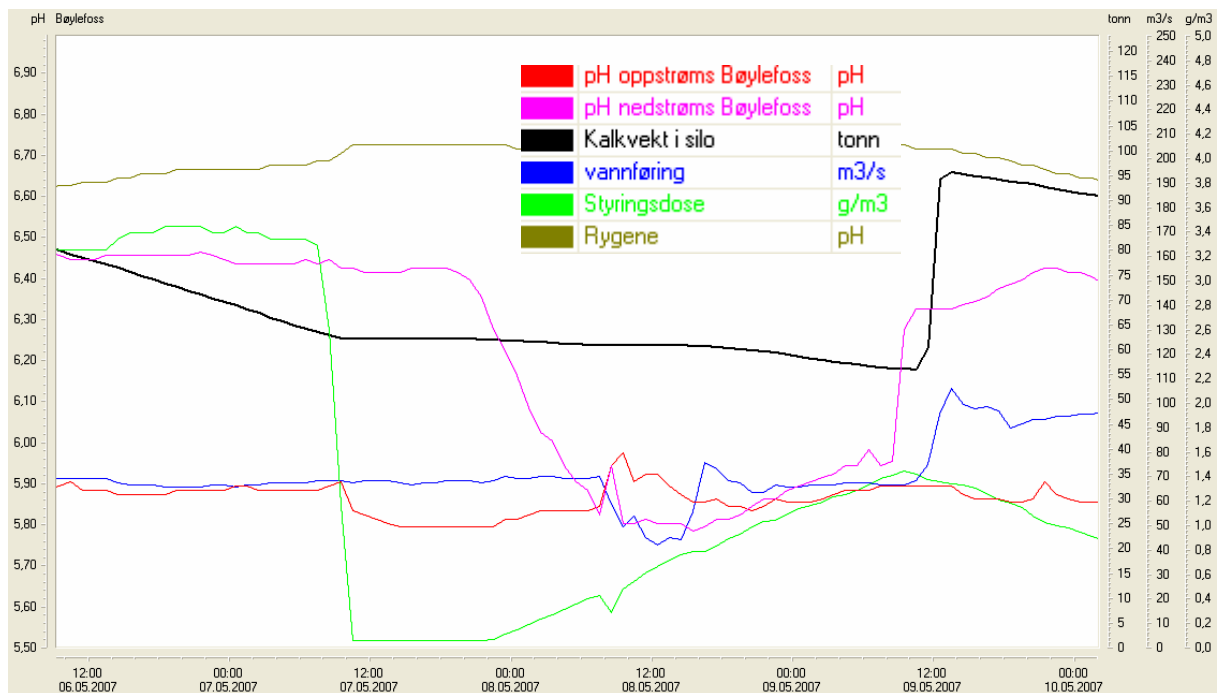
Figur 4. Sviktende styringssignaler 14. januar, sannsynligvis pga. strømstans, fører til midlertidig opphør i dosering og pH-dropp ned mot 5.8 ved Evenstad. Hendelsen medførte ikke merkbar pH-reduksjon ved Rygene.



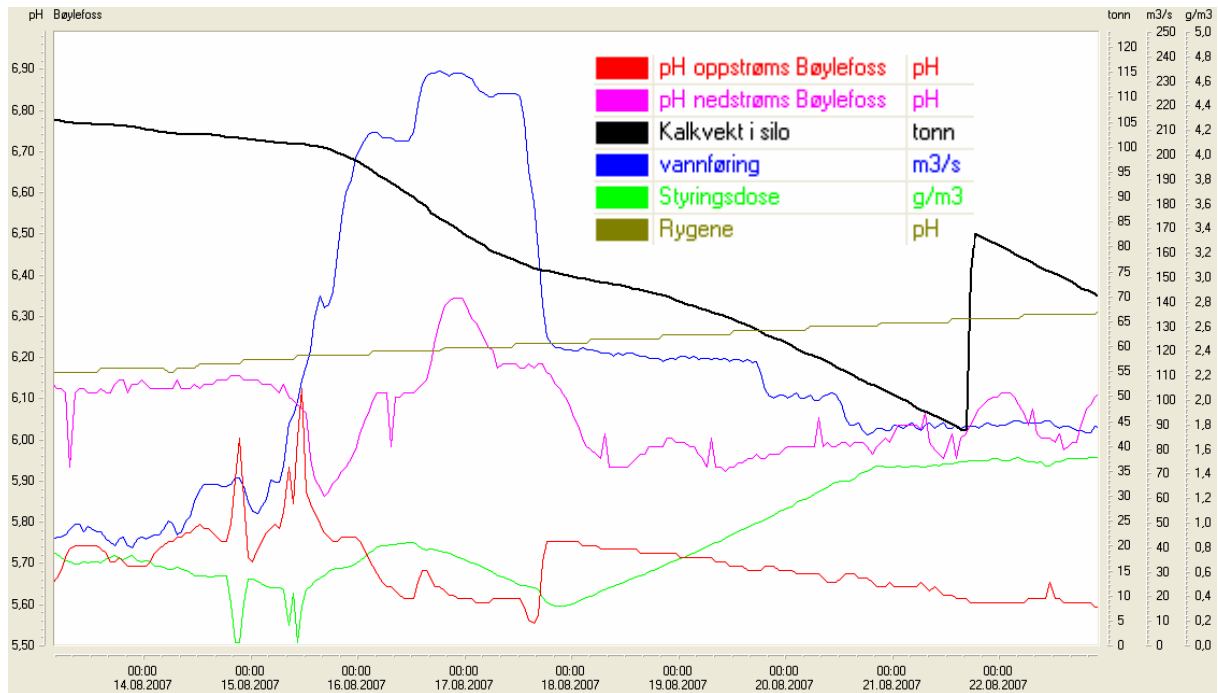
Figur 5. Mindre pH-dropp oppstod i forbindelse med påfylling av silo. Eksempel fra februar måned.



Figur 6. Feil på pH-signal oppstrøms Bøylefoss førte til redusert dosering og kortvarig pH-dropp nedstrøms anlegget den 26. og 27. februar 2007.



Figur 7. Styringsdosen avtar brått den 7. mai, ukjent av hvilken grunn. pH nedstrøms Bøylefoss synker til 5,78 dagen etter, mens det ikke registreres noen endring ved Rygene.



Figur 8. Anlegget reagerer sent ved begynnelsen av en flom den 15. august. Det oppstår en kortvarig pH-dropp nedstrøms anlegget (minimum 5,86), mens det ikke skjer merkbare endringer i pH ved Rygene.

3. Sammenfatning og forslag til tiltak

Doseringen fra Bøylefoss-anlegget fungerte stort sett veldig bra i 2007. Noen hendelser er notert, men disse gir ikke grunnlag for å anbefale korrigerende tiltak per i dag.

Potensielle problemer knyttet Bøylefoss-anlegget er:

- Lang tilbakemeldingstid fra pH-nedstrøms signalet ved Evenstad (6 km nedstrøms Bøylefoss) kan føre til at doseringen ved anlegget kommer i gang for sent ved raskt økende vannføring. Én hendelse registrert i 2007.
- Radioforbindelsen mellom Evenstad og Bøylefoss viste tegn til ustabilitet i 2006. Kun én hendelse ble registrert i 2007.
- For liten doseringskapasitet ved storflom. Ingen hendelser registrert i 2007.

Tidligere anbefalte tiltak som er gjennomført:

- Mer fokus på å oppnå rett mål-pH i den lakseførende strekningen (Rygene). Ingen avvik i 2007.
- Felles møte for driftsoperatører i Storelva, Nidelva og Tovdalselva for å sammenligne og kalibrere felt-pH-metre
- Det ble foretatt service på radiosambandet mellom Evenstad og Bøylefoss etter problemer som oppstod i mai-2006 (bl.a. utbedret noen svake koblingspunkter).

Tidligere anbefalte tiltak som ikke er gjennomført, men som fortsatt anbefales:

- Tekniske installasjoner i inntaksbrønnen vil kunne settes ut av funksjon ved storflom. Det bør gjennomføres tiltak for å sikre disse bedre.
- Det bør utarbeides nødplan for tiltak ved doserersvikt. Et viktig tiltak vil være å pumpe kalk rett i vassdraget fra lastebil. NIVA utarbeider tabell over nødvendige kalkmengder som må ut i en slik situasjon (til bruk for lastebilsjåførene).
- Nullpunktet i vannføringstabellen som er gitt i Høgberget og Håvardstun (2008) bør etterprøves og eventuelt justeres i loggeren ved behov.

Forslag til nye tiltak:

- Ingen nye tiltak foreslått

4. Referanser

DN 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2.

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824, 37 s.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. NIVA-rapport 5533, 13 s.

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