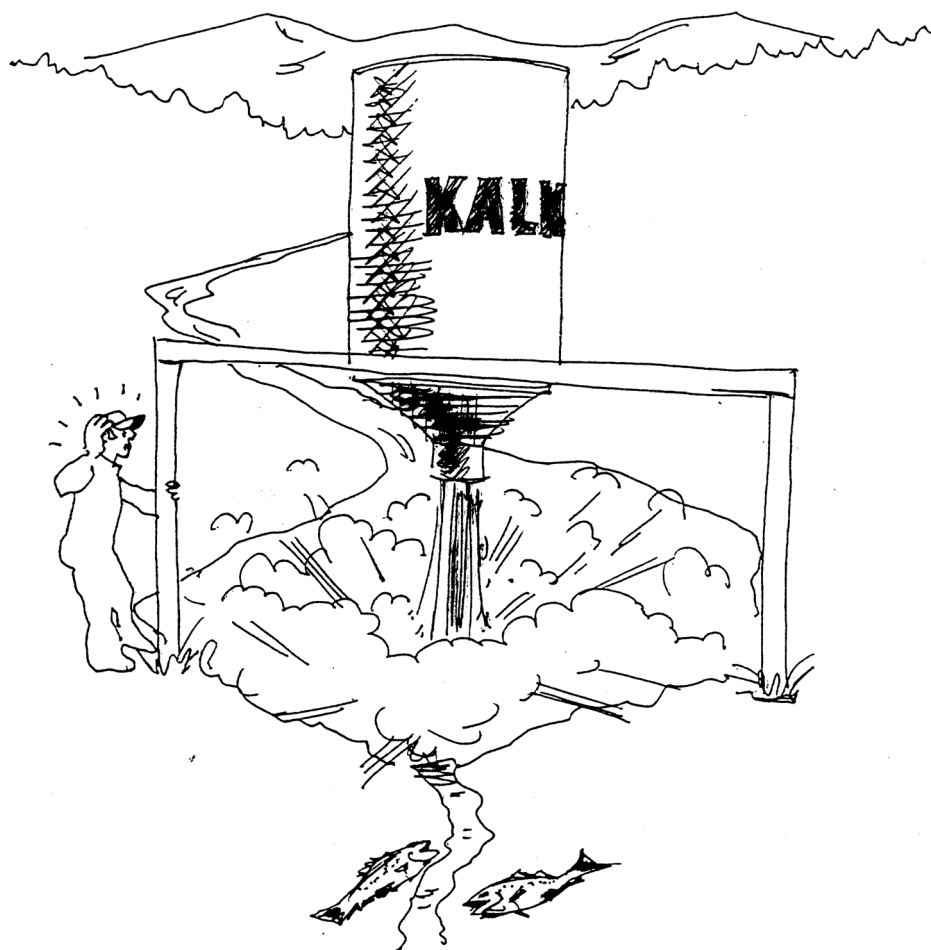


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2011



RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
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

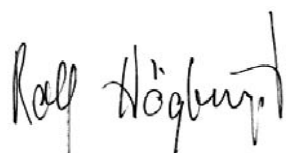
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2011	Løpenr. (for bestilling) 6344-2012	Dato 18.4.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-12132	Sider Pris 18
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA


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

<p>Sammendrag</p> <p>Driftskontroll av Bøylefoss kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget gjennomføres for å avdekke effektiviteten til anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2011) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Det var ett tilfelle med noe lav pH i øvre deler av lakseførende del av elva som følge av doseringssvikt midt i den sårbare smoltifiseringsperioden om våren. Øket doseringskapasitet planlegges, men er ikke gjennomført. Kriseplan ved bortfall av dosering er fortsatt ikke etablert. Denne rapporten anbefaler tidspunkter for utløsning av kriedosering ved angitte årstids- og pH-forhold. Det foreslås kjemisk overvåking av Songeelva som grunnlag for videre arbeid med rehabilitering av elva som lakseprodusent.</p>

<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 technique
--	---



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsdirektør

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Arendalsvassdraget**

Avviksrapport 2011

Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som mulig. Ideelt sett 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 informasjonsflyt.

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 avvikrappport hvert år. Avtalen innebærer også ansvaret for pH-målingsutstyret nedstrøms anlegget som måler pH til styring 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, april 2011

Rolf Høgberget

Innhold

Innhold	5
Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
2. Driften av anlegget	11
3. Tiltak	15
3.1 Ustabiltet i pH-målinger	15
3.2 Doseringskapasitet	15
3.3 Kriseplan	15
3.3.1 Hva utløser krisetiltak?	15
3.4 Potensielt nye produksjonsområder	17
3.4.1 Fysiske forhold	17
3.4.2 Potensialet som lakseprodusent	17
3.4.3 Overvåkingsprogram	17
4. Referanser	19

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). Anlegget er det eneste i Arendalsvassdraget. Mye avhenger derfor av at dette anlegget fungerer tilfredsstillende.

Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2011) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi.

Det var ingen stans i vanngjennomstrømmingen av pH-kyvettene. Alle pH-data fra anlegget er dermed komplett uten feilmålinger som følge av målinger på stillestående vann. Disse observasjonene viser en meget høy kvalitet på vedlikeholdsarbeidet ved pH-stasjonene.

Det var ustabilitet i avlest pH ved Evenstad når automatisk tilbakespyling gjennom kyvetta ble aktivisert. Årsaken kan være mangel på lufting av pH-kyvetta.

Det var nesten kontinuerlig tilfredsstillende pH i elva. Et tilfelle i april kan ha påvirket smolt i forbindelse med utvandringen. Forholdet oppsto i øvre deler av lakseførende strekning.

Anlegget får etter planen større doseringskapasitet i juni 2012. Det kan da dosere maksimalt 94 tonn i stedet for dagens maksimalnivå på 80 tonn pr. døgn.

Kriseplan for kalking ved langvarig stopp på doseringen fra anlegget er fortsatt ikke aktivisert. Dette er tidligere påpekt i flere avviksrapporter.

I denne rapporten beskrives forhold som bør utløse krisetiltak på bakgrunn av pH-verdier og aktuell årstid. I perioden 15. februar - 31. mai må kriseplanen iverksettes umiddelbart etter konstatering av langvarig defekt anlegg. Jo nærmere utvandringstidstiden krisen oppstår, jo nøyere må denne regelen overholdes. I tiden 1. juni - 14. februar skal kriseplanen utløses etter en uke uten drift på anlegget. Det er ikke gjort noen vurderinger i forhold til sjøaure og voksen laks, da erfaringer basert på forsøk med disse mangler.

Det er et lokalt ønske om rehabilitering av Songeelva som lakseelv. Lokal månedlig pH-måling i elva er foretatt fra august 2011. I denne rapporten foreslås opprettet overvåking av vannkvaliteten i Songeelva ved etablering av automatisk pH-overvåking og kjemisk analyse av månedlige prøver samt prøver tatt i flom. Formålet med dette er å kartlegge omfanget av nødvendige avbøtende tiltak i forhold til laksens vannkvalitetsbehov.

Summary

Title: Operation Report from lime doser in Arendal River, S Norway. Non-conformance report 2011.

Year: 2012

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6079-3

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 to improve on and ensure a cost efficient liming. The information generated is an aid to operators, water managers and is extensively used for quality control issues.

This report summarizes discrepancies detected during 2011.

1. Innledning

1.1 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 dose målet 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.

1.2 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.

Kalkdoseringen er avhengig av riktige pH-verdier. Kvaliteten av målingene sikres gjennom arbeidet i et eget interkalibrerings-program (pH-lauget) og jevnlig oppfølging av NIVA. pH-verdiene ved den automatiske overvåkingsstasjonen på Rygene kvalitetssikres av NIVA før årlig publisering i DN-notatet «Kalking i laksevassdrag».

1.3 Rapporteringen

Det følgende er en gjennomgang av driften ved anlegget i 2011. Det er tidligere utgitt fem 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)
- 1. januar - 31. desember 2009 (Høgberget 2010)

- 1. januar - 31. desember 2010 (Høgberget og Tveiten 2011)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar - 31. desember 2011.

1.4 Ord og uttrykk

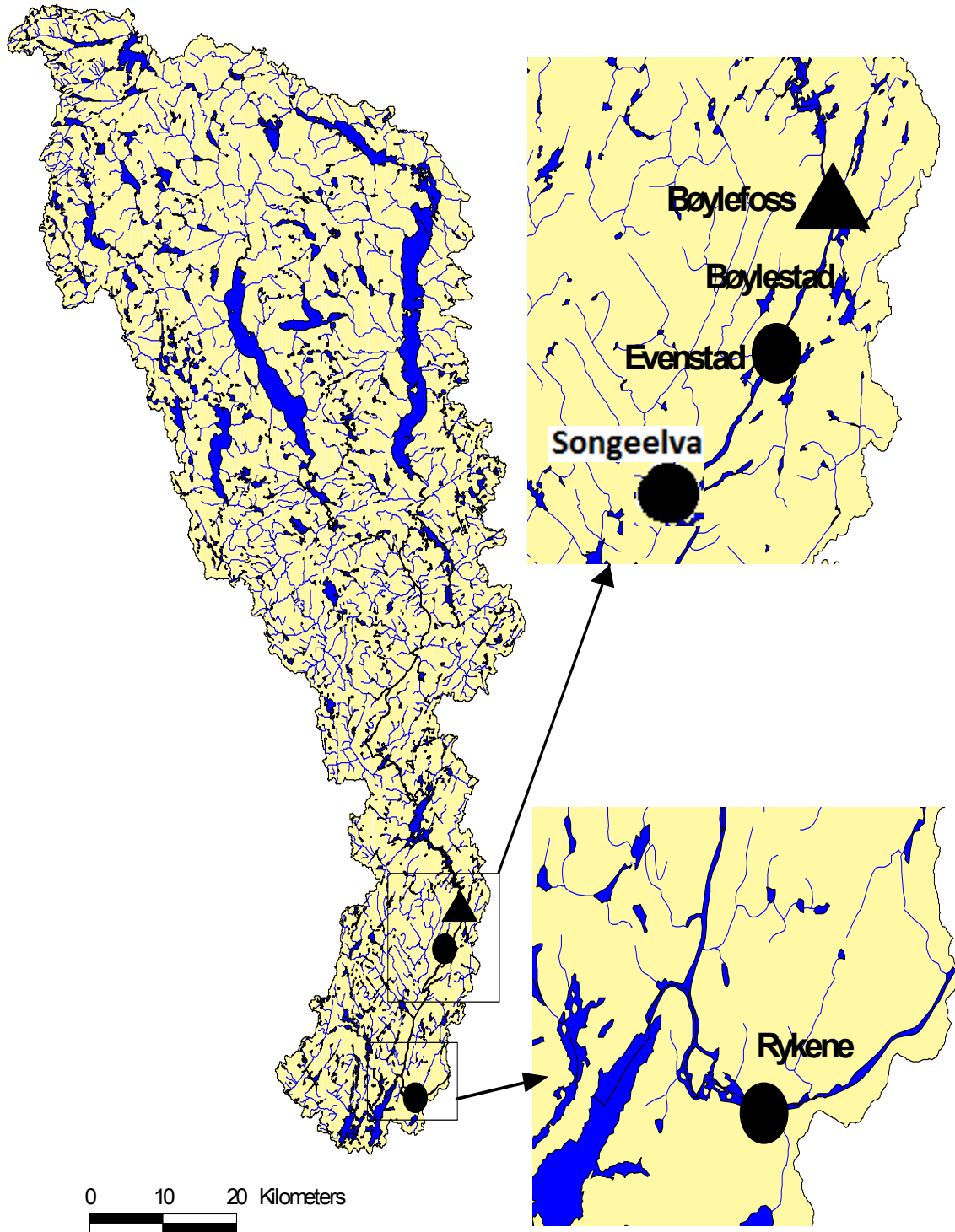
Det forekommer en del ord og uttrykk i rapporten som kan være vanskelig å forstå betydningen av. For å lette leserens forståelse av innholdet presenteres her en liste med ord og uttrykk som vanligvis benyttes i rapporteringen:

Ord/uttrykk	Forklaring
Dosering	Brukes om generell tilsetning av kalk, men den egentlige betydningen er tilsetning av kalk per tidsenhet. I rapporten benyttes oftest g/s, dosering per sekund.
Dose	Dosering av kalk per volum vann. Den vanligste enheten er g/m ³ , gram kalksteinsmel per m ³ vann i elva.
PLS-dose, Styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m ³ /s). Dette er den dosen anlegget "tror" den gir til elva. Enheten er g/m ³ .
Driftskontroll-dose	Den kalkdosen som er beregnet levert elva på grunnlag av kalkvektsreduksjon i beholdningstank/kalksilo per tidsenhet dividert på akkumulert vannmengde forbi doseringsanlegget i samme tidsrom.
Timesdose	Den driftskontroll-dosen som er levert i løpet av en time. Verdien er gjennomsnittet av aktuelle timesdoser til elva. For eksempel vil en vektreduksjon på 0,9 tonn i løpet av en time gi en timesdose på 5 g/m ³ ved vannføring 50 m ³ /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m ³).
Langtidsdose	Den gjennomsnittlige driftskontroll-dosen som er levert elva siden siste påfylling av kalk i beholdningstank/kalksilo. På kurvene som vises i rapporten kan det være store utslag. Dette oppstår i forbindelse med begynnende utregning fra ny beholdning. Årsaken er stor unøyaktighet i veieutstyret. Derfor settes en begrensning i når regneverket får lov til å begynne med doseberegninger. I denne tiden vises siste gjeldende verdi som en horisontal strek.
pH-mål	Den til enhver tid gjeldende verdi for hvor høy man ønsker at pH skal være i elva. Verdien blir ofte fastsatt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i samarbeid med kalkingsstiftelsen for vedkommende kalkingsprosjekt.
pH-krav	Det pH-kravet som blir satt i styringsautomatikken ved et pH-styrt doseringsanlegg med pH-nedstrøms anlegget som styringssignal. pH-kravet er ofte høyere enn pH-målet for elveavsnittet.
PLS	"Programmerbar logisk styring". Forkortelsen er ofte benyttet som betegnelse på styringsautomatikken på kalkdoseringsanlegg.
UPS	"Uninterruptible power supply". Forkortelse på ekstra energikilde (strømkilde) som benyttes når nettspenningen uteblir.
Kyvette, pH-/målekyvette	Beholder som pH-elektroder og termometer er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetta for å få riktige pH- og termometermålinger.
Vannmerke	Vertikal stav med avmerkinger som viser vannstanden i metriske enheter (meterstav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i "fast fjell" eller i forhold til moh. (meter over havet).
Beholdning	Lageret av kalk eller annet avsyrimiddel på kalkdoseringsanlegget.

Prosesskalibrering

Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en tidligere 2 pkt. kalibrering på pH-meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7)

Arendalsvassdraget



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

2. Driften av anlegget

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg styres etter vannføring og pH i vannet både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Kalkdoseringsanlegget kan 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. En lakseheis ved Evenstad skal sørge for at fisken også kan vandre videre til Bøylefoss, men foreløpig virker ikke denne etter sin hensikt.

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.

Loggeren som samler data fra anlegget fungerte hele året.

Signaler for beholdning, vannstand og dosering er nærmest komplett for hele perioden. Kun små forstyrrelser er registrert. Dette gjelder mest i beholdningssignalet, som var unøyaktig i ca. en måned fra 7. mai.

Alle pH-data er komplett. Det var ingen tilfeller der stans i vanngjennomstrømmingen av pH-kyvettene bevirket feil pH-målinger. Vinteren 2011 reagerte elektrodene på Evenstad (nedstrøms anlegget) mye hver gang den automatiske tilbakespylingen ble aktivisert én gang pr. dag. Forholdet inntraff i slutten av januar 2011 da elementene ble byttet på grunn av ustabile pH-målinger, og det opphørte igjen 24. mars (*Figur 2*).

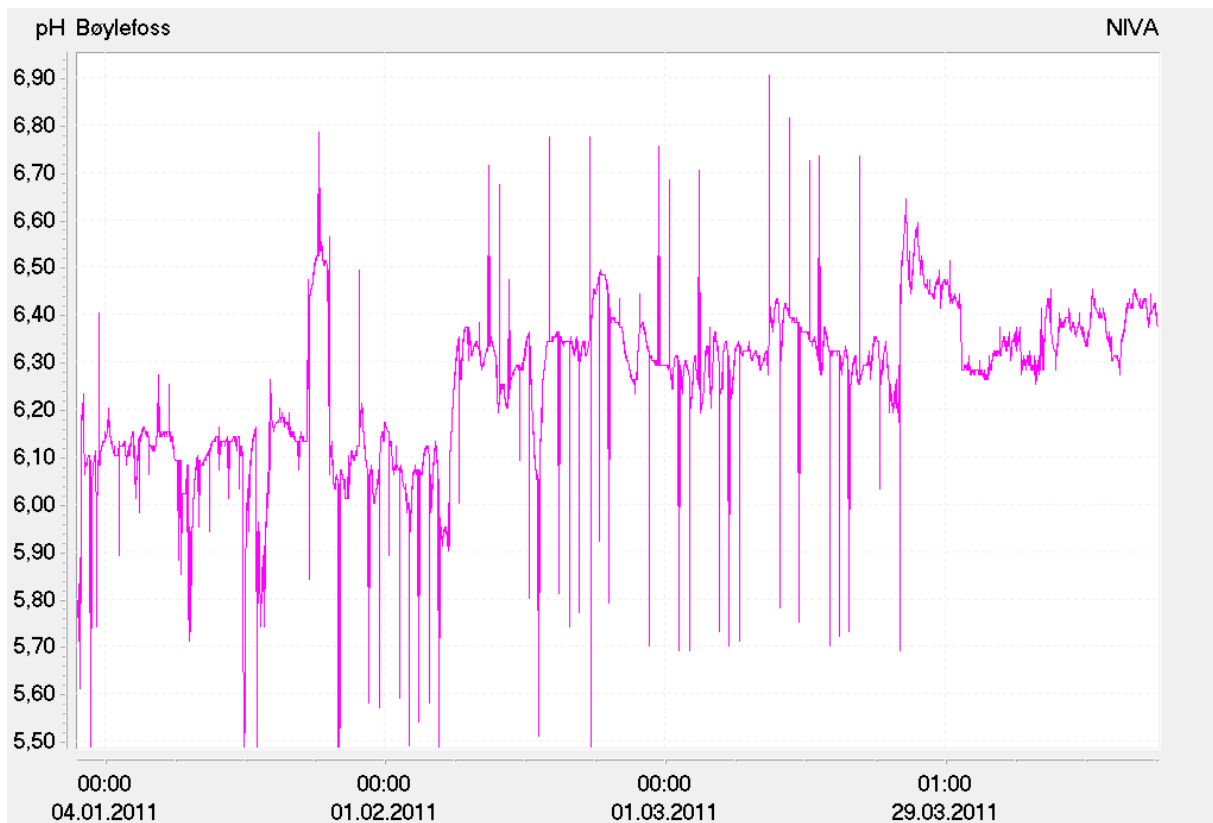
Det var stopp i doseringen ved flere anledninger. Den 5. og 14. februar stoppet anlegget i henholdsvis 29 og 24 timer. Dette påvirket pH i lakseførende strekning av elva slik at pH sank under målet, men ikke kritisk lavt (*Figur 3*). Flere gjentatte stopp i en samlet periode på ca. 4,5 dager fra 24. april førte til midlertidige små dropp i pH ved Evenstad, men disse var ikke påvisbare på pH-overvåkingsstasjonen på Rygene (*Figur 4*). Dette var sannsynligvis innenfor den mest aktive utvandringstiden for smolt, og effekter på smolt kan derfor ikke utelukkes. Vannhastigheten mellom Evenstad og Rygene var under 2 døgn på dette tidspunktet, og dette kan også ha påvirket vandrinshastigheten til smolt. Vannhastigheten mellom de to målepunktene er nøyaktig registrert fordi en overdosering 22. april resulterte i økt pH som beveget seg nedover elva, jf. de vertikale linjene i *Figur 4*.

pH i lakseførende strekning av elva var til tider under fastsatt pH-mål (*Tabell 1*). Til sammen utgjorde dette ca. en uke med for lav pH. Avvikene var imidlertid ikke store. Det er derfor ikke sannsynlig at fiskebestanden har tatt skade i noen av tilfellene. Ett mulig unntak er hendelsene i slutten av april som er beskrevet over.

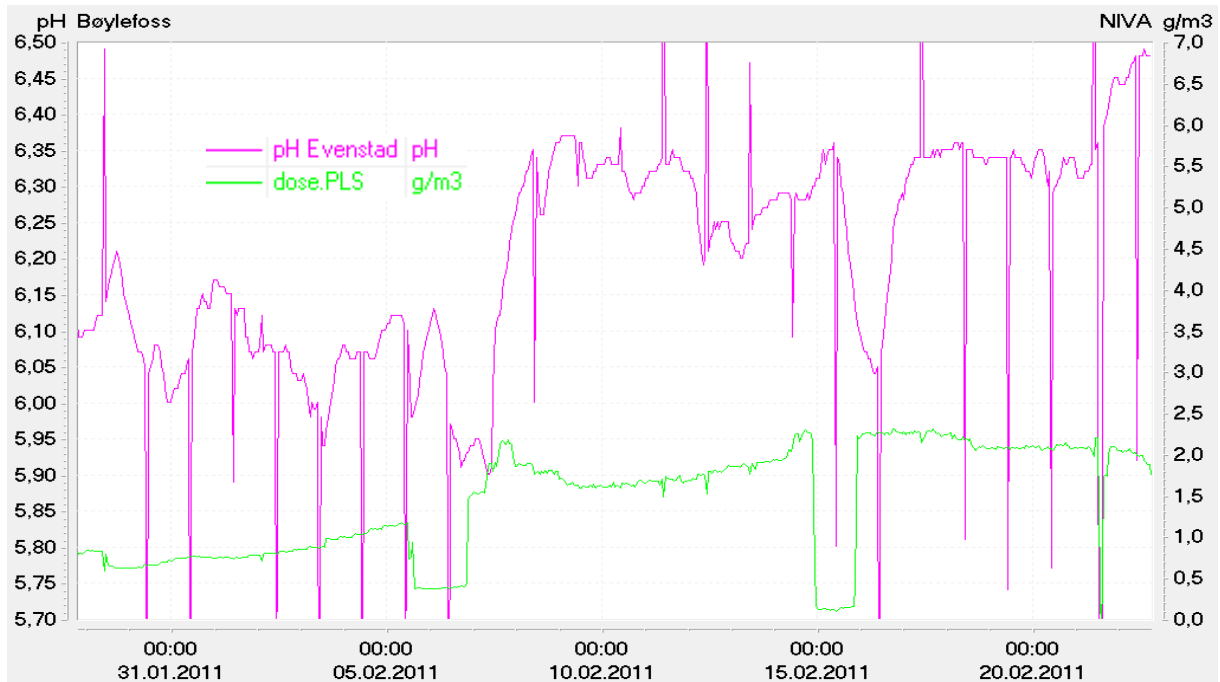
pH i lakseførende strekning av elva er sammenholdt med pH-målet i *Figur 5*. Figuren viser også pH i elva oppstrøms doseringspunktet ved Bøylefoss. Kun pH-data fra Rygene er kvalitetssikret av NIVA, men likevel gir figuren et godt bilde av hvordan pH utviklet seg som følge av kalkingen fra Bøylefoss doseringsanlegg.

Tabell 1. Tilfeller der pH i lakseførende strekning av elva ble registrert under pH-målet. Noen tilfeller er usikre på grunn av ustabile elektroder ved automatisk tilbakespyling gjennom kyvetta.

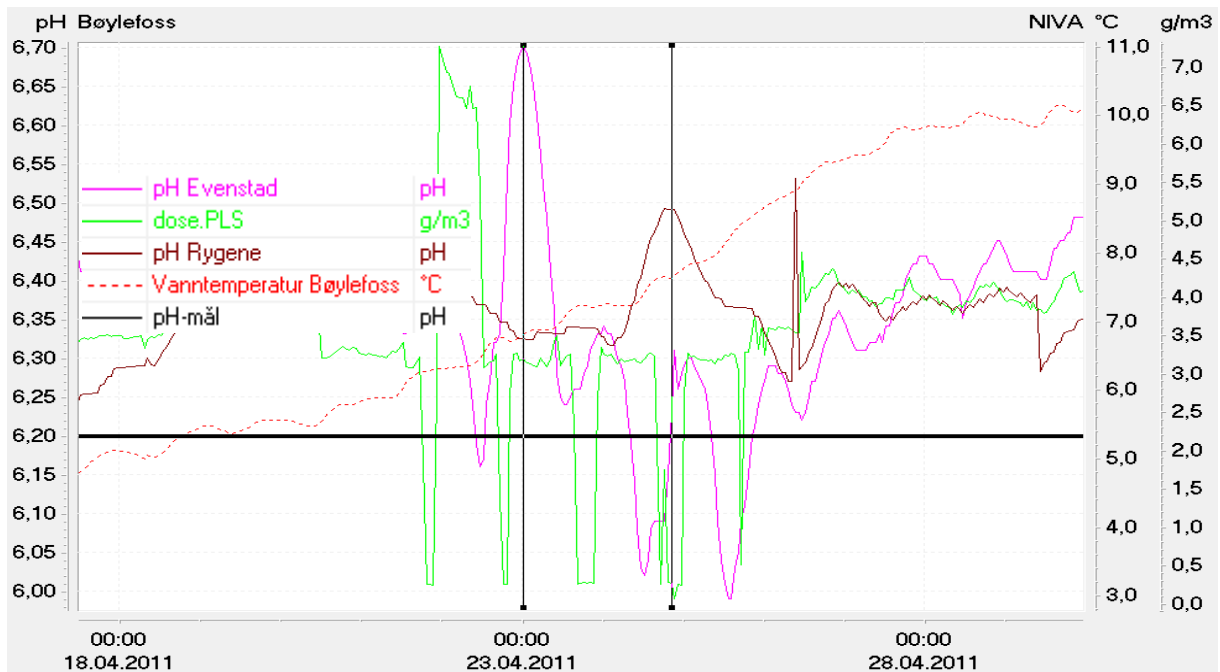
Dato	Timer med pH under målet		Laveste verdi pH	Mål pH	Merknad
	Evenstad	Rygene			
01.01.2011	15		5,7	6	Usikkert
12.01.2011	13		5,9	6	Usikkert
19.01.2011	25		5,9	6	Usikkert
06.02.2011	25		5,9	6	
15.02.2011	20		6	6,2	
24.04.2011	11		6	6,2	
25.04.2011	11		6	6,2	
26.07.2011	19	30	5,9	6	
18.09.2011		11	5,9	6	



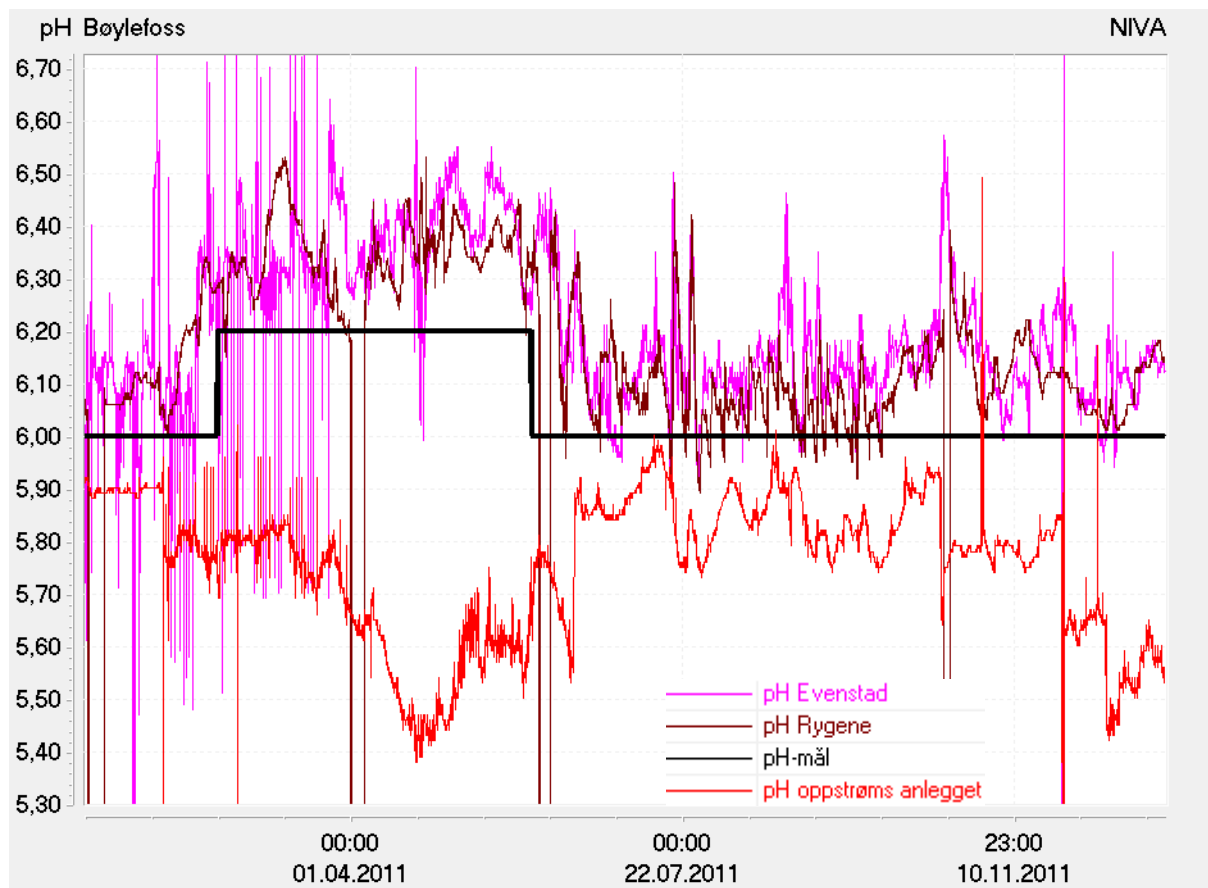
Figur 2. pH på Evenstad nedstrøms anlegget på Bøylefoss om våren 2011. Det var problemer med å holde konstante verdier. pH-elementene reagerte mye på tilbakespyling av vann ifm den automatiske renseprosessen. Perioden med ustabile pH-verdier ble innledet ved bytte av pH-elementer i slutten av januar (levert fra NIVA 20. januar). Overreaksjon fra nye elementer kan være årsaken. Manglende lufting av kyvetta kan også være tilfellet.



Figur 3. Styringsdose (dose PLS) og pH på Evenstad. Figuren viser pH i øvre områder av lakseførende strekning av elva ved to anledninger da doseringen stoppet på anlegget. De midlertidige driftsstansene resulterte i pH under målet. Forholdet hadde minimal betydning fordi pH-avviket var lite og hendelsene inntraff tidlig i overgangen til økt pH-mål.



Figur 4. Styringsdose (dose PLS), vanntemperatur, pH på Evenstad og Rygene samt pH-målet i april. Gjentatte stopp på doseringsanlegget medførte pH under målet ved Evenstad. Hendelsen sammenfalt i tid med en sannsynlig høy utvandring av laksesmolt. Temperaturen i elva var økende fra 6 til 9 grader gjennom de fem dagene forholdet vedvarte. Erfaringer fra Storelva (nabovassdrag i øst) viser høy smoltutvandring under tilsvarende forhold.



Figur 5. pH på Bøylefoss oppstrøms anlegget, Evenstad og Rygene sammen med pH-målet gjennom hele året 2011. Det var minimale avvik fra målet i 2011. Figuren viser også hva pH hadde vært dersom det ikke var blitt kalket fra Bøylefoss doseringsanlegg, (pH oppstrøms anlegget).

3. Tiltak

3.1 Ustabilitet i pH-målinger

Ustabilitet i forbindelse med tilbakespyling gjennom pH-kyvetta kan være forårsaket av dårlig lufttilgang i kyvetta. Det er uklart om dette var tilfellet her, men det er tidligere påpekt at kyvetta bør inspiseres og eventuelt åpnes for lufttilgang (Høgberget og Tveiten 2011).

3.2 Doseringskapasitet

Utvidelse av doseringskapasiteten foreslått i 2010 (Høgberget og Tveiten 2011) har ikke blitt gjennomført i 2011. Tiltaket er imidlertid vedtatt gjennomført, og skal etter planen utføres i juni 2012, (Terje Lysnes pers med.).

3.3 Kriseplan

Det er nå overveiende sannsynlig at store mengder lakseunger oppholder seg i elva, og at det sannsynligvis også vil resultere i stor utvandring av smolt om våren. Dette understreker nødvendigheten av en stabil vannkvalitet som sikrer god overlevelse. Den lenge foreslåtte kriseplanen for sikring av vannkvaliteten bør absolutt etableres (Høgberget og Håvardstun 2009). **Figur 6** viser hvor viktig doseringen fra anlegget er. Situasjonen er hentet fra våren 2011, og den viser hvor mye som faktisk må doseres for å holde pH på fastsatt nivå i smoltifiseringstiden. pH-kurven oppstrøms anlegget viser hvor fatalt et bortfall av dosering kunne blitt under smoltutvandringen. Ved langvarig stopp i denne tiden, ville pH bli redusert til ca. 5,5, med omfattende laksedød som resultat.

3.3.1 Hva utløser krisetiltak?

Det er utarbeidet sammenhenger mellom dødelighet hos laks ved forskjellige forsurningsnivåer (Kroglund og Rosseland 2004). Det følgende er utledet fra denne rapporten.

Sammenhengen mellom pH og giftighet er avhengig av innholdet av aluminium i vannet og i hvilken grad denne foreligger som labilt tilgjengelig aluminium (Lal). Det er denne aluminiumsformen som kveler fisken ved at den klogges til gjellene. Mange forhold fører til økt LAl. Det er likevel mulig å definere alarmgrenser basert på kun pH-verdier og årstid.

Om våren, når det finnes smoltifiserende laks i elva, er det økt krav til pH. Den aktuelle tiden er, i Nidelva fastsatt til 15. februar - 31. mai. I denne tiden vil en pH-reduksjon til 5,7 sannsynligvis ikke gi mye dødelighet i elva i løpet av 10 dager, men føre til svekket overlevelse ved utvandring til estuarine områder med brakkvann. Skader kan da allerede oppstå ved pH rett under målet på 6,2. Dersom smoltifiserende laks har vært utsatt for noe surt vann i lengre tid før utvandring, vil dette ha større negativ betydning i brakkvannet enn om forsuringen var stor, men kortvarig.

Utvandringsmønsteret til Nidelva-smolt er ikke kjent. Den er nå i en kartleggingsfase. Det er likevel lite sannsynlig at smolt forlater vassdraget før midten av mars. Dersom fisken ble utsatt for langvarig lav forsuring i denne perioden, vil det allikevel kunne få betydning for senere utvandring, da restitusjonstiden etter aluminiumseksponering ofte kan være lang.

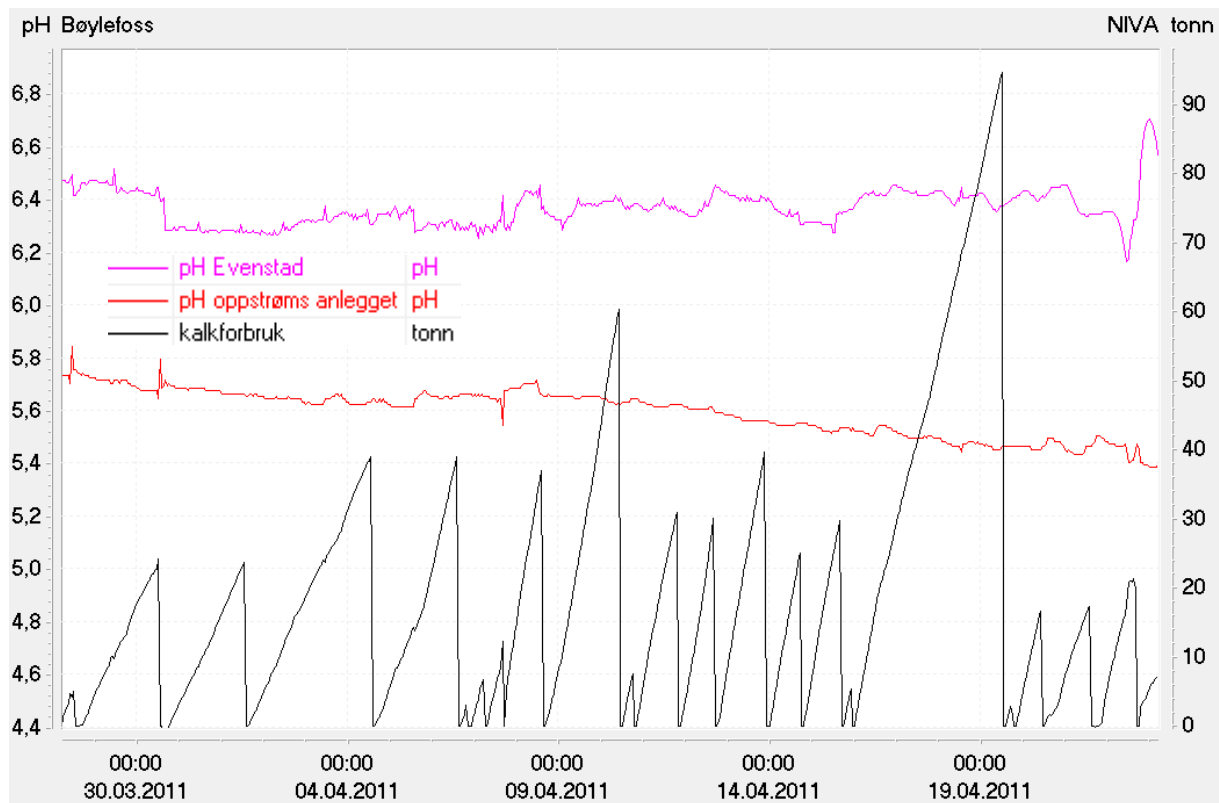
Dersom pH synker videre til 5,5, vil det oppstå høy dødelighet etter 4 dager. Jo kortere tid elva har lav pH, jo lavere blir dødeligheten. Jo nærmere utvandringstidspunktet forsuringen oppstår, jo større skade vil skje på fiskebestanden. Den antatt viktigste smoltifiseringsperioden sammenfaller også med de

sureste tilstander oppstrøms kalkingen, jfr. **Figur 5**. Potensialet for dyp forsuring ved kalkingsstopp er da stor.

Utenom smoltperioden er pH-målet 6,0 i Nidelva. I denne tiden er det parr og voksen laks som finnes i elva. Det er ikke kartlagt toleransegrenser for voksen laks, hverken som gytevandrer eller vinterstøing. Imidlertid finnes tall for parr som viser at denne er mer tolerant enn smolt. Sannsynligvis vil parr overleve 10 dager uten kalking fra anlegget i Nidelva, samme hvilken tid av året stillstanden oppsto, Førsøkene som er gjennomført på parr viser imidlertid stor variasjon i dødelighet. pH-målet i elva er satt så høyt at det ikke forventes dødelighet som følge av gjellealuminium.

Det finnes ingen offisielle pH-grenser for sjøaure.

Konklusjonen er derfor at om våren må pH-kravet på anlegget holdes stabilt hele tiden slik at pH-målet til enhver tid nås. Dersom det oppstår stans i doseringen, må kriseplanen iverksettes umiddelbart dersom det er fare for en lengre driftsstans. Jo nærmere utvandringstidspunktet krisen oppstår, jo viktigere er det med rask reaksjon. Resten av året er det ikke så påkrevet med rask reaksjon, men da bestanden av parr kan få skader ved lang tids underskridelse av pH-målet anbefales det at kriseplan iverksettes innen en uke.



Figur 6. Kalkforbruket ved Bøylefoss doseringsanlegg deler av våren 2011 sammenholdt med pH oppstrøms og nedstrøms anlegget. Figuren viser tydelig hvor mye kalk som må tilføres anlegget for å holde pH-kravet på Evenstad (nedstrøms anlegget). Det blir fylt på ca. 25-30 tonn kalk hver gang det etterfylles kalk.

3.4 Songeelva - potensielt nytt produksjonsområde

I referat fra kalkingsmøtet 8. august 2011 ble spørsmålet om mulig etablering av lakseproduksjon i Songeelva beskrevet. Det ble vist til en undersøkelse foretatt sommeren 2011 som konkluderte med funn av utmerkete gyteområder, men ingen tegn til lakseyngel.

I plan for kalking av vassdrag i Norge i perioden 2011-2015 er Nidelva oppført med ett tiltak. Det er å bygge ny stor doserer i hovedelva. Songeelva er ikke nevnt i denne sammenhengen (DN 2011).

3.4.1 Fysiske forhold

Songeelva har et nedbørfelt på 73 km² og gjennomsnittlig vannføring er 2,3 m³/s. Elva renner ut i Nidelva ved Osedalen i Froland (*Figur 1*). Den er totalt 27 km lang. Utjevning av en terskel ca. 300 m fra munningen ble foretatt i 2008 for å redusere faren for oversvømmelser i området. Dette har økt hastigheten i elvas nedre deler, med fare for økt erosjon (Kiland og Porcires 2012). Det er ikke påvist oppvandringshindre for laksen, og potensielt produksjonsareal for laks er derfor ikke definert.

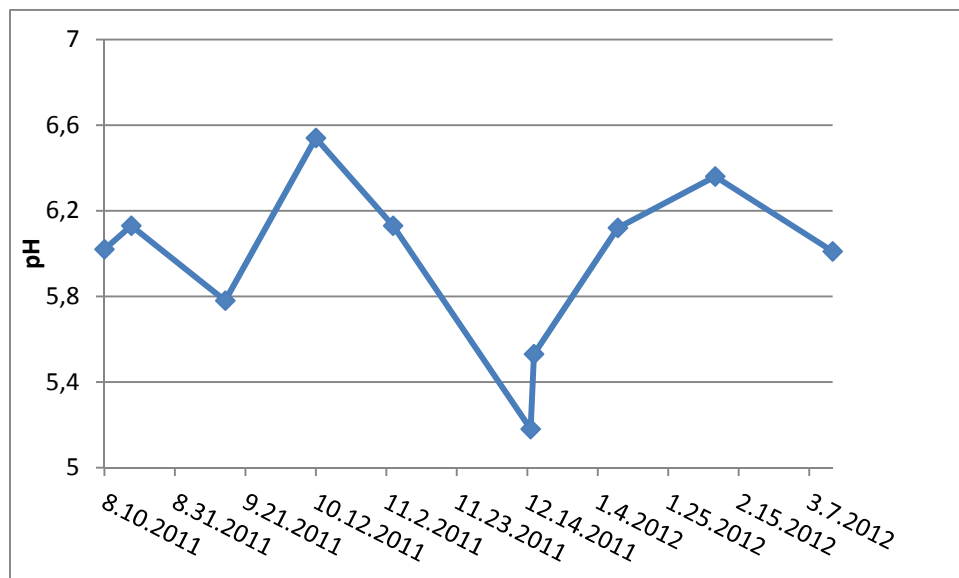
3.4.2 Potensialet som lakseprodusent

Før oppgangshindret ved Rygene og forsuring av elva endret fisket i Nidelva, var det laks i Songeelva. Størrelsen på oppvandringen er ukjent. Elva har sannsynligvis et potensiale som lakseprodusent til tross for en livskraftig gjeddebestand. Denne bestanden er tidligere forsøkt utryddet, men uten hell. (Hesthagen og Østborg 2002). Det er også en bestand av småvokst aure i elva. Prøvefiske blir foretatt hvert år i forbindelse med nasjonal overvåking av kalkingsvassdrag. I 2009 ble bestanden registrert til 13 aurer pr. 100 m². Det ble da ikke registrert laks, (DN 2011). Variasjonen i lakseregistreringer pr. år er imidlertid stor. Den samme undersøkelsen i 2006 avdekket relativt mye laks nederst i Songeelva. Samlet tetthet ble beregnet til 14,3 laks/100 m² (DN 2010).

På kalkingsmøtet ble det uttrykt ønske om enkel oppfølging av pH i elva, og siden august 2011 foretatt regelmessige målinger nær utløpet av Songeelva. Målingene er foretatt omtrent hver måned og er utført av operatører ved kalkdoseringsanlegget på Bøylefoss. Det er benyttet pålitelig målingsutstyr. Resultatene fra disse målingene viser at elva veksler mellom høy og lav pH gjennom deler av året (*Figur 7*). pH synes å være tilstrekkelig høy mesteparten av tiden, men under flommer i september og ved juletider ble det registrert vesentlig reduserte pH-verdier. En serie vannkjemiske prøver tatt i 1998 viser også samme variasjonsmønster. Elva er periodisk sur, men vi vet foreløpig for lite om vannets giftighet.

3.4.3 Overvåkingsprogram

Det foreslås etablert en kontinuerlig pH-logger i elva for nøyaktig registrering av tidsintervaller og størrelse på forsuringsepisodene. Det bør også innhentes månedlige kjemiprøver for analyse av aluminiums-fraksjoner, samt totalt organisk karbon, pH og alkalitet. I tillegg bør det tas prøver i flomtopper for å avdekke kjemien som fisk utsettes for under slike perioder. Resultater fra overvåkingen vil danne grunnlag for nærmere anbefalinger om tiltak for å reetablere laksebestanden i Songeelva.



Figur 7. pH i utløpet av Songeelva i Froland gjennom 7 måneder 2011 og 2012. Kurven viser normalt akseptable pH-verdier, men betydelig forsuring i forbindelse med flommer. Bedre oversikt over forsuringstilstanden må innhentes før eventuelle tiltak vurderes.

4. Referanser

DN 2010. Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-notat 2-2007.

DN 2011. Kalking i laksevassdrag - Effektkontroll i 2010. DN-notat 4-2011.

DN 2011. Plan for kalking av vann og vassdrag i Norge 2011-2015. DN rapport 2-2011.

Hesthagen, T. & Østborg, G. 2002. Kartlegging av innsjøer med naturlige fiskesamfunn og fisketomme lokaliteter på Sørlandet, Vestlandet og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 724: 48 pp.

Høgberget, R. 2010 Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2009. NIVA-rapport 5964.

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.

Høgberget, R. Tveiten, L. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2010. NIVA-rapport 6173.

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

Kaste, Ø., Håvardstun, J. 1999. Vannkvalitetsundersøkelse i Nidelva, Aust-Agder 1998. NIVA rapport L. nr. OR-4029

Kiland, H., Porcires, M. 2012. Songeelva i Froland. Grunnlag for erosjonsforebyggende tiltak. Faun rapport 026-2012.

Kroglund, F. og Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA rapport L. nr. 4797.

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