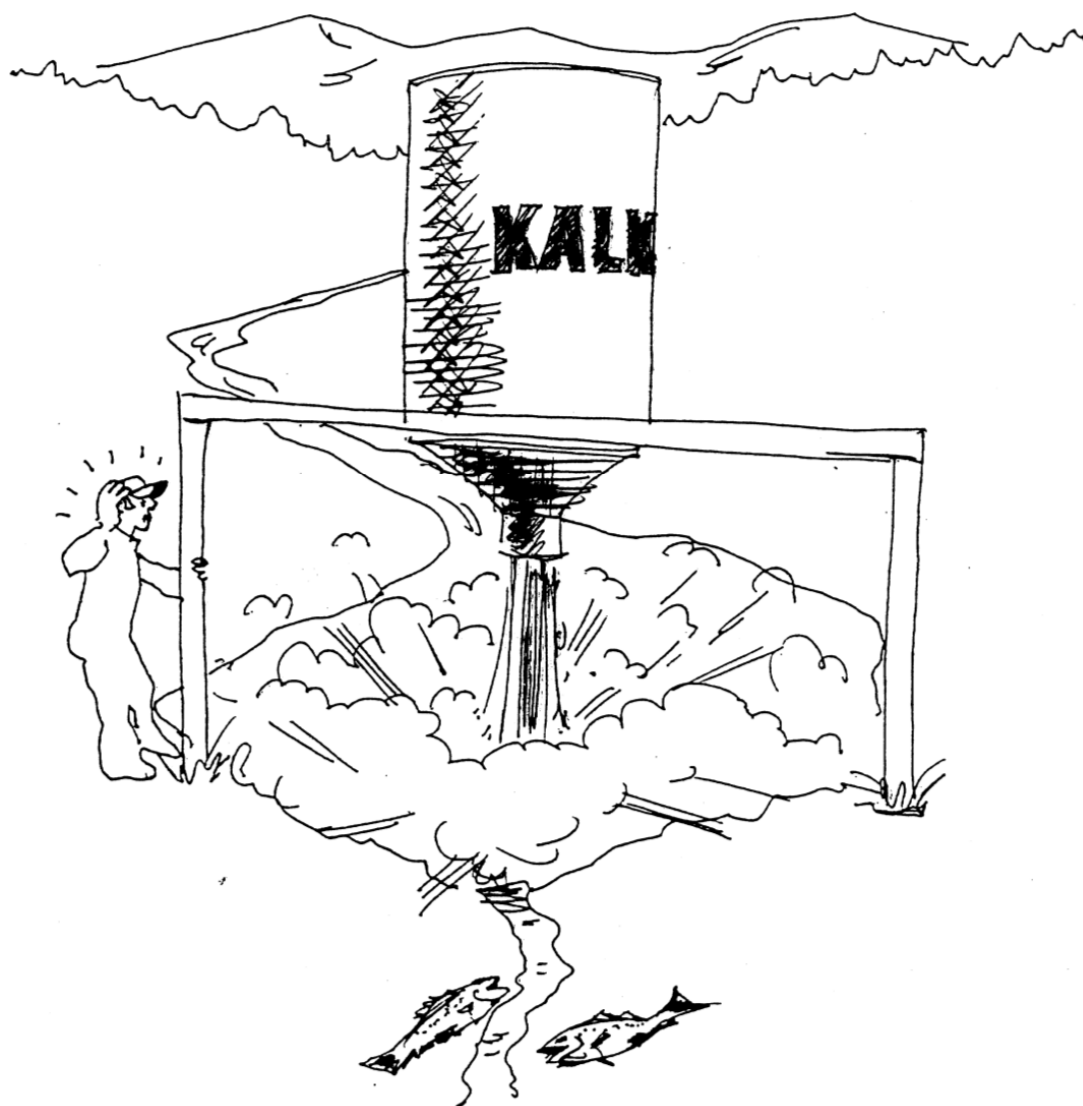


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2014



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

Sandvikveien 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 Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2014	Løpenr. (for bestilling) 6860-2015	Dato April, 2015
	Prosjektnr. Undernr. O-15132	Sider 16
Forfatter(e) Haraldstad, Tormod Høgberget, Rolf	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

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

Sammendrag

Driftskontroll av Bøylefoss kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget gjennomføres for å avdekke effektiviteten til anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2014) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Det var hovedsakelig tilfredsstillende dosering fra anlegget, med noen perioder der pH var under kravet i anadrom strekning. Avvikene inntraff hovedsakelig på senhøsten. Vi har tidligere kommentert at det ikke alltid er økologisk relevant å knytte perioden med forhøyet pH-mål under smoltutvandningsperioden til eksakte datoer. For et bedre økologisk og økonomisk resultat anbefalte vi at perioden i større grad styres etter vanntemperatur som har vist seg å være den beste indikatoren for utvandringstidspunktet til smolt i regionen. Vi etterlyser likevel klarere definisjoner av hvordan dette gjennomføres i fremtiden og hvem som tar slike vurderinger. Vi foreslår også at pH oppstrøms Bøylefoss oppgraderes til en pH-overvåkingsstasjon. I dag er effekten av de to store innsjøkalkingene i Nisser og Fyresvatn borte og vannkvaliteten oppstrøm Bøylefoss må betraktes som ukalket. Det er i dag mangel på gode data av større ukalkede felt på Sørlandet.

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



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Arendalsvassdraget**

Avviksrapport 2014

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 avviksrapport 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 Jarle Håvardstun, Tormod Haraldstad 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 Arendalsvassdraget, bestående av alle involverte kommuner i vassdraget.

Grimstad, april 2015

Tormod Haraldstad

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Driftskontrollsystemet	7
1.2 Kalkingsstrategien i vassdraget	7
1.3 Rapporteringen	8
1.4 Ord og uttrykk	8
2. Driften av anlegget	11
3. Tiltak	14
3.1 Parametere	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Perioder med forhøyet pH mål	14
3.1.2 pH-mål oppnåelse	14
3.1.3 pH-overvåkingsstasjon for ukalket felt	14
4. Referanser	16

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 (2014) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi.

pH i lakseførende strekning av elva lå med ett unntak over målet under smoltutvandringsperioden 2014. Perioden med pH under kravet varte kun 10 timer og pH var aldri under 6,16. Perioden med forhøyet pH mål passer godt med utvandringsforløpet til smolt registrert ved Rygene i 2014 (Haraldstad mfl. 2014). Målet ble økt til pH 6,3 i det de første nedvandrende smoltene ble fanget og senket til pH 6.0 1. juni, da utvandringsperioden var over.

Gjennom høsten 2014 er det registrert lange perioder der pH var under målet. pH avvikene var stort sett i området 0,1-0,2 pH-enheter for lavt. Lav pH i denne perioden er ikke like kritisk som under smoltutvandringen, men har antagelig sammenfalt med gyteperioden til laks. Det er kjent at dette kan være en kritisk periode for overlevelse til gytelaksen samt at svellevannet til rognen kan bli negativt påvirket.

Det er i dag pH mål for alle kalkede laksevassdrag i Norge, og for de fleste elver er pH-målene ulike gjennom året. Under smoltifiserings- og utvandringsperioden er laksen svært følsom for forurening, og pH målene er i denne perioden høy. Vi har tidligere kommentert at det ikke er økologisk relevant å anvende eksakte datoer for smoltutvandring, fordi utvandringen varierer mellom år. Den observerte variasjonen i smoltutvandringsforløpet ved Rygene i 2013 og 2014 styrker denne antagelsen. Variasjon mellom år kan hovedsakelig forklares med variasjoner i elvetemperatur om våren for elvene i regionene. I dag tas det til en viss grad høyde for årlig variasjon i smoltutvandringstidspunkt, med muligheter til å forskyve og forlenge perioden. Smoltutvandringsperioden er ikke registrert for alle kalka elver i regionen. Sammenhengen mellom utvandringstidspunkt og miljøforhold bør undersøkes for samtlige kalka elver, slik at en i større grad kan styre perioden med forhøyet kalkingsmål i forhold til tidsforløpet av smoltutvandringen. Samtidig bør det etableres rutiner for oppfølging av et slikt regime, og hvem som har ansvar for å ta slike årlige vurderinger.

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. I dag er effekten av de to store innsjøkalkingene i Nisser og Fyresvatn borte og vannkvaliteten oppstrøm Bøylefoss må betraktes som ukalket. Det er i dag mangel på gode data av større ukalkede felt på Sørlandet. Dette er data som er viktig for å forstå hvordan utviklingen av vannkjemien i regionen er og hvordan den kan bli i fremtiden. Vi foreslår derfor at pH oppstrøms Bøylefoss oppgraderes til en pH-overvåkingsstasjon.

Summary

Title: Operation Report from lime doser in Arendal River, S Norway. Non-conformance report 2014.

Year: 2015

Authors: Tormod Haraldstad and Rolf Høgberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577- 6595-8

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 2014.

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. I dag er effekten av de to store innsjøkalkingene i Nisser og Fyresvatn borte og vannkvaliteten oppstrøm Bøylefoss må betraktes som ukalket (Hindar mfl. 2014).

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 – 25.mai, 6,3 i perioden 25. mai -01. juni og over 6,0 ellers i året. Det forhøyede pH-målet om våren skyldes at laksesmolt er mer sårbar for lav pH enn de andre stadiene i laksens livssyklus. Tidspunktet for smoltifiseringen og smoltutvandringen fra elva vil variere mellom år, og er hovedsakelig bestemt av daglengde, elvetemperatur og vannføring. Smoltutvandringen vil de fleste år havne innenfor den angitte perioden med forhøyet pH mål i elva. På grunn av en sein vår og lave elvetemperaturer var smoltutvandringen ved Rygene sein i 2013 (Kroglund mfl. 2013). Perioden med forhøyet pH mål ble derfor forlenget til 14. juni. På bakgrunn av dette er det nå innført muligheter for justering av smoltperioden avhengig av elvetemperaturen om våren. For å kompensere for tilførsler av surt vann mellom Bøylefoss og Rygene, må pH-kravene ved Evenstad være noe høyere enn ved Rygene om våren og høsten. 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 også annen oppfølging av NIVA. pH-verdiene ved den automatiske overvåkingsstasjonen på Rygene kvalitetssikres av NIVA for årlig publisering i DN-notatet «Kalking i laksevassdrag».

1.3 Rapporteringen

Det følgende er en gjennomgang av driften ved anlegget i 2014. Det er tidligere utgitt 8 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)
- 1. januar - 31. desember 2011 (Høgberget 2012)
- 1. januar - 31. desember 2012 (Høgberget 2013)
- 1. januar - 31. desember 2013 (Haraldstad og Høgberget 2014)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar - 31. desember 2014

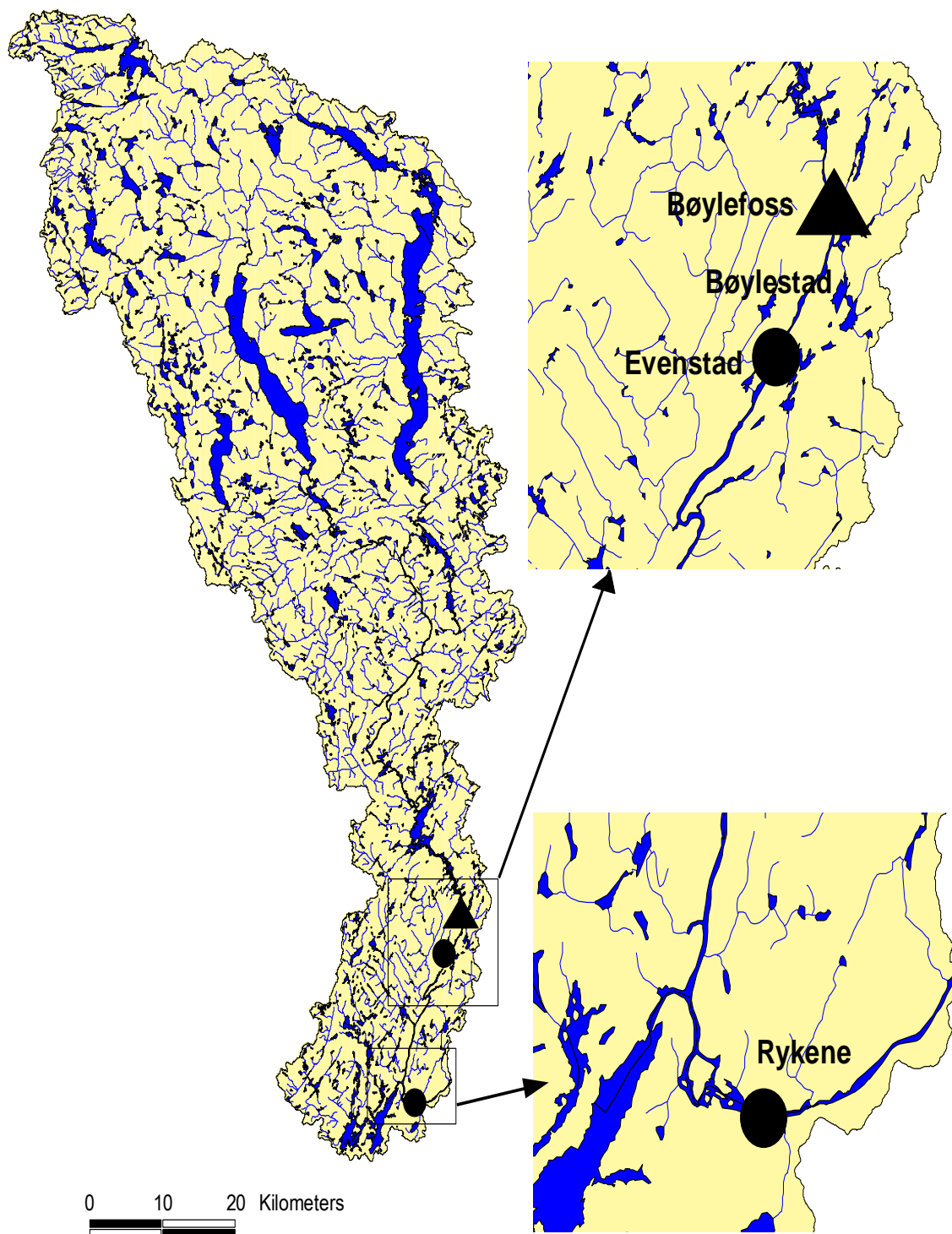
1.4 Ord og uttrykk

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 avsyrensmiddel 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. 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. Oppvandringshinder for laks er kraftverksdammen på Bøylefoss kraftstasjon, like ovenfor doseringsanlegget. Ved de to kraftverkene, Rygene og Evenstad, er det bygget henholdsvis laksetrapp m/laksesluse og fangstkammer. Ved lakseslusa på Rygene registreres 500-1500 fisk hvert år. Ved Evenstad fanges fisken i kammeret og flyttes deretter manuelt over kraftverksdammen. Dette sørger derfor for at fisken kan vandre videre til Bøylefoss. Det er gjennom mange år også plantet lakserogn oppstrøms Evenstad.

Signaler for kalkbeholdning, vannstand og dosering var kontinuerlig gjennom hele 2014. Det er ikke kontinuerlig data for opp- og nedstrøms temperatur ved Bøylefossdosereren. Bortfall av temperaturdata nedstrøms anlegget fra 18.08-10.10 og 22.10 skyldtes defekt kanalutgang i radiosambandet. Kun én kanal var da tilgjengelig, og denne ble benyttet til overføring av pH-verdiene. Temperaturmålingene oppstrøms falt ut 23.10 som følge av miljøkalks arbeid med el-koblingene. Dette ble rettet opp i starten av desember.

Alle pH-data er stort sett komplette, bortsett fra små perioder med bortfall av data (**Figur 2**). Dette gjelder spesielt pH nedstrøms Bøylefoss. Her har det over tid vært noen problemer som løser seg etterhvert. Bortfall av data på Rygene i august skyldes dårlig gjennomstrømning i kyvetten.

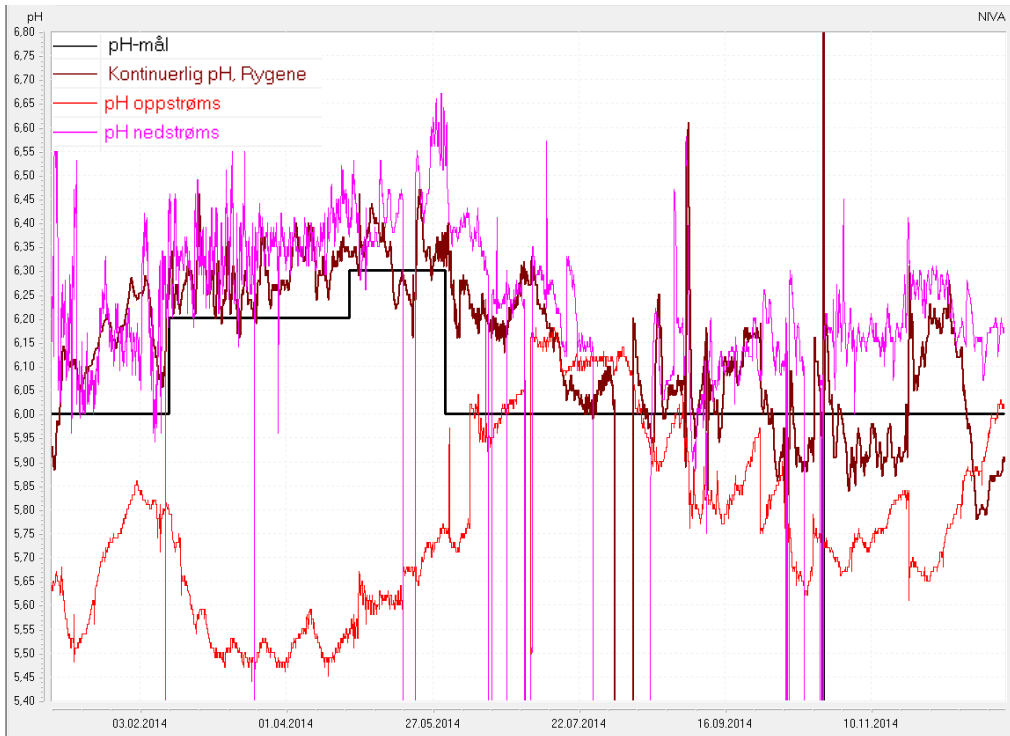
pH i lakseførende strekning av elva lå med ett unntak over målet under smoltutvandringsperioden 2014 (**Figur**). Perioden med pH under kravet varte kun 10 timer og pH var aldri under 6,2 (**Tabell 1**). Perioden med forhøyet pH mål passer godt med utvandringsforløpet til smolt ved Rygene i 2014 (Haraldstad mfl. 2014). Målet ble økt til pH 6,3 i det de første nedvandrende smoltene ble fanget (25. mai -01. juni) og senket til pH 6,0, da utvandringsperioden var over.

Gjennom høsten 2014 er det registrert lange perioder der pH er under målet. pH avvikene ligger stort sett i området 0,1-0,2 og skyldes sannsynligvis høy vannføring, spesielt fra sidedebørfeltene nedstrøms dosereren (**Figur 4**).

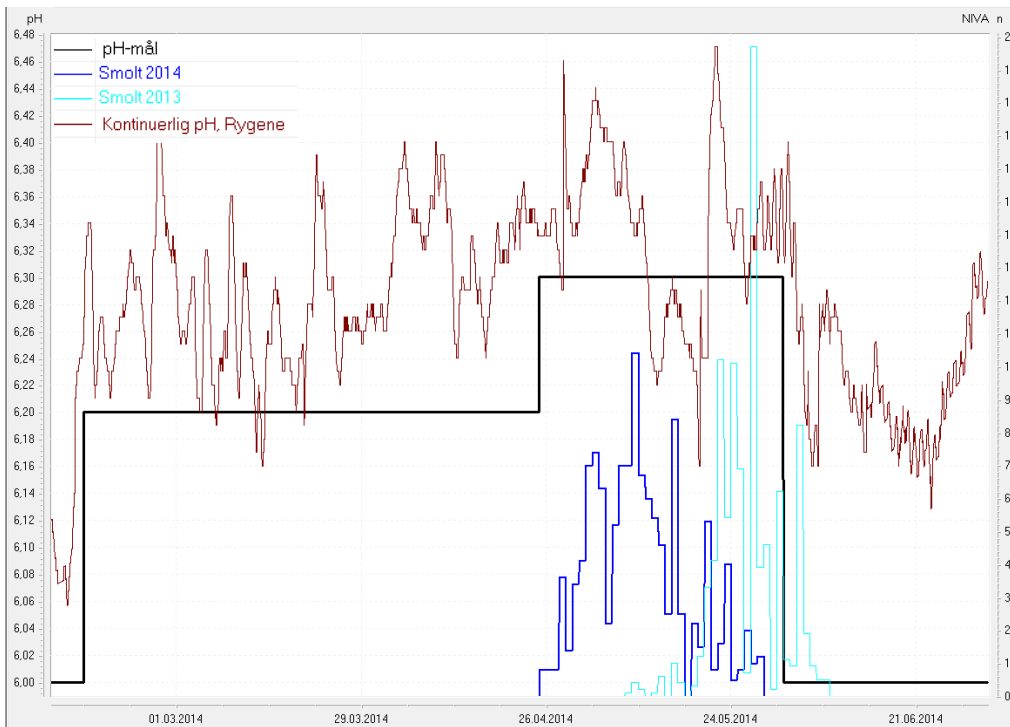
I 2014 er det registret i overkant av 45 dager der pH ved Rygene er 0,2-0,3 over det angitte pH kravet, og 5 dager der pH var mer enn 0,3 over kravet.

Tabell 1. Tilfeller der pH i lakseførende strekning av elva lå under målet. Til sammen utgjorde denne tiden 28 dager.

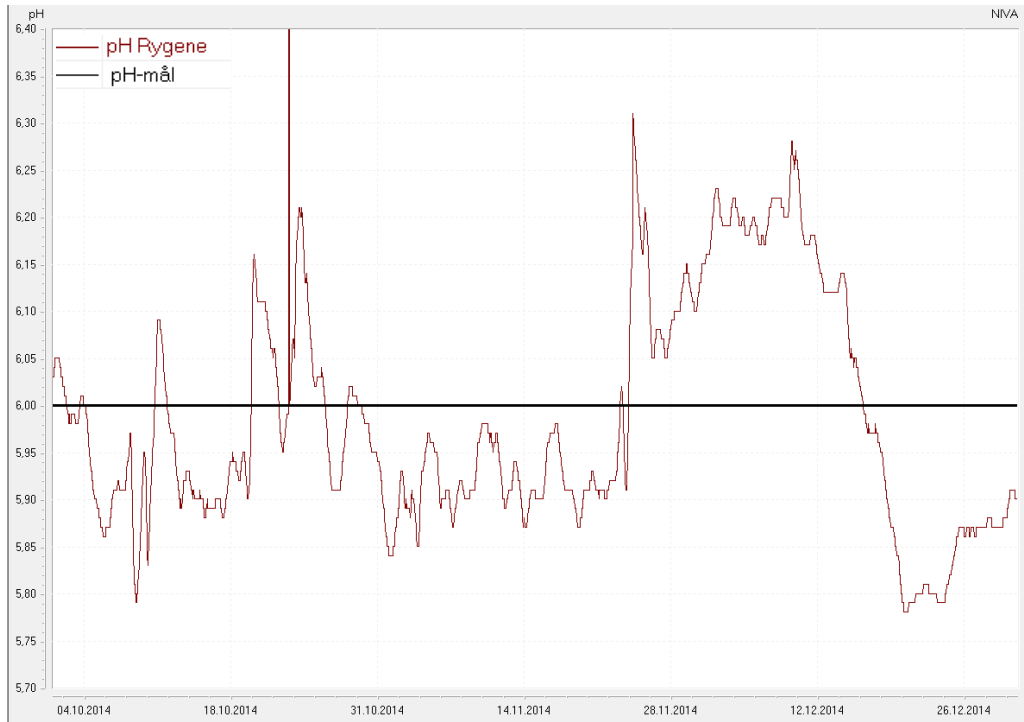
Dato	Timer med pH under målet		Laveste pH-verdi	pH-avvik	Merknad
	Evenstad	Rygene			
01.01.2014		21	5,88	0,12	
19.05.2014		10	6,16	0,14	
04.10.2014		77	5,79	0,21	
14.10.2014		79	5,88	0,12	
01.11.2014		208	5,84	0,16	Periodevis nær målet, men under i hele perioden
19.12.2014		283	5,78	0,22	



Figur 2: pH på Bøylefoss oppstrøms anlegget, Evenstad og Rygene sammen med pH-målet gjennom hele 2014.



Figur 3. Målt pH på Rygene, pH-målet og utvandringsforløpet til smolt i 2013 og 2014. Det var få avvik fra målet i denne perioden og perioden med forhøyet pH mål samsvarte med smoltutvandringsperioden.



Figur 4. pH på Rygene sammen med pH-målet gjennom høsten 2014. Det var lange perioder der pH var under målet, men avviket var vanligvis under 0.2 pH-enheter.

3. Tiltak

3.1 Perioder med forhøyet pH mål

Det er i dag pH mål for alle kalkede laksevassdrag i Norge, og for de fleste elver er pH-målene ulike gjennom året. Under smoltifiserings- og utvandningsperioden er laksen svært følsom for forsurening, og pH målene er i denne perioden høy. For de fleste elvene i Agder er «smolt pH-mål perioden», 01.04-31.05. Vi har tidligere kommentert at det ikke er økologisk relevant å anvende eksakte datoer for smoltutvandring, fordi utvandringen varierer mellom år. Den observerte variasjonen i smoltutvandningsforløp ved Rygene i 2013 og 2014 styrker denne antagelsen (Haraldstad mfl. 2014). Variasjon mellom år kan hovedsakelig forklares med variasjoner i elvetemperatur om våren (Haraldstad mfl. 2013, 2014 og 2015). Det tas til en viss grad høyde for årlig variasjon i smoltutvandringstidspunkt i dag, med muligheter til å forskyve og forlenge perioden. Smoltutvandningsperioden er ikke registrert for alle kalka elver i regionen og sammenhengen mellom utvandringstidspunkt og miljøforhold bør undersøkes for samtlige kalka elver, slik at en i større grad kan styre perioden med forhøyet kalkingsmål i forhold til tidsforløpet av smoltutvandringen. Samtidig bør det etableres rutiner for oppfølging av et slikt regime, og hvem som har ansvar for å ta slike årlige vurderinger.

Påvisning av forhøyet LAl-konsentrasjoner i smoltifiseringsperioden i 2013 (Hindar mfl. 2014) indikerer at pH-målet på 6,2 ikke er satt høyt nok og at det bør heves til 6,4, slik som i de fleste andre kalkede laksevassdrag. Målet ble i 2014 hevet til 6,3 under smoltutvandningsperioden og det ble da ikke observert LAl-konsentrasjoner over 13 µg/l (Hindar mfl. 2015). Det er gjennomført et prosjekt i 2014 for å undersøke sammenhengen mellom pH, LAl og gjelle-Al der blant annet laksesmolt er eksponert i bur i flere av de kalka vassdragene på Sørlandet. Vi avventer resultatet av dette arbeidet før ytterligere anbefalinger gis.

3.2 pH-mål oppnåelse

Gjennom høsten 2014 er det registrert lange perioder der pH er under målet. pH avvikene ligger stort sett i området 0,1-0,2 og skyldes sannsynligvis høy vannføring, spesielt fra sidedebørfeltene nedstrøms dosereren. Lav pH i denne perioden er ikke like kritisk som under smoltutvandringen, men har antagelig sammenfalt med gyteperioden til laks. Det er kjent at suboptimal vannkjemi kan påvirke overlevelse og atferd til gytelaksen samt at svellevannet til rogn kan bli negativt påvirket (Ikuta mfl. 2003).

Anlegg for dosering av kalksteinsmel er kostnadskrevenne 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. I 2014 er det registrert i overkant av 45 dager der pH ved Rygene er 0,2-0,3 over det angitte pH kravet, og 5 dager der pH var mer enn 0,3 over kravet. Dette har ingen negativ betydning for laksen men illustrerer en mulig økonomisk besparelse om doseringen begrenses noe. En må samtidig være klar over at Arendalsvassdraget har en svært høy vannføring og relativt lang lakseførende strekning som kun håndteres av en kalkdoserer. Ved periodevis å ligge noe over kravet står en bedre rustet mot eventuelle hurtige endringer i vannkjemi som måtte oppstå. Vi anbefaler derfor en videre dosering slik den gjennomføres i dag, der en heller ligger noe over (0,1-0,2) en til stadighet å komme under kravet.

3.3 pH-overvåkingsstasjon for ukalket felt

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. I dag er effekten av de to store innsjøkalkingene i Nisser og Fyresvatn borte og vannkvaliteten oppstrøm Boylefoss må betraktes som ukalket (Hindar mfl. 2014). Det er i dag mangel på gode data fra

større ukalkede felt på Sørlandet. Dette er data som er viktig for å forstå hvordan utviklingen av vannkjemien i regionen er og hvordan den kan bli i fremtiden. Vi foreslår derfor at pH oppstrøms Bøylefoss oppgraderes til en pH-overvåkingsstasjon.

4. Referanser

Haraldstad, T. og Güttrup, J. 2015 (*under arbeid*). Sjøoverlevelse til sjøauren i Storelva – en oppsummering av resultater fra PIT-merkeforsøk. NIVA-rapport.

Haraldstad, T., Güttrup, J., Haugen, T. O. 2014. Smoltutvandring i Nidelva 2014 -Utprøving av tiltak for nedvandrende smolt ved Rygene kraftverk. NIVA-rapport 6760.

Haraldstad, T. Kroglund, F. Güttrup, J. 2013. Utprøving av fangstfelle for laksesmolt i Tovdalselva. NIVA-rapport 6586.

Hindar, A., Saksgård, R., Bongard, T., Brettum, P., Walseng, B. 2015 (*under arbeid*). Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør - Tiltaksovervåking i 2014

Hindar, A., Saksgård, R., Bongard, T., Brettum, P., Walseng, B. 2014. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør - Tiltaksovervåking i 2013

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

Høgberget, R. 2012 Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2011. NIVA-rapport 6344.

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. 2011. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2010. NIVA-rapport 6173.

Ikuta, K. Suzuki, Y. Kitamura, S. 2003. Effects of low pH on the reproductive behavior of salmonid fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28, I 1-4, pp 407-410

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

Kroglund, F. Haraldstad, T. Güttrup, J. 2013. Bruk av isløpet som utvandningsrute for laks ved Rygene kraftverk, Nidelva. NIVA-rapport 6592.

Kroglund, F. Haraldstad, T. Güttrup, J. 2015 (*In prep*) Sjøoverlevelse til smolt eksponert for aluminium i brakkvann, tilbakevandring av gytelaks til Storelva i 2010-2014

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