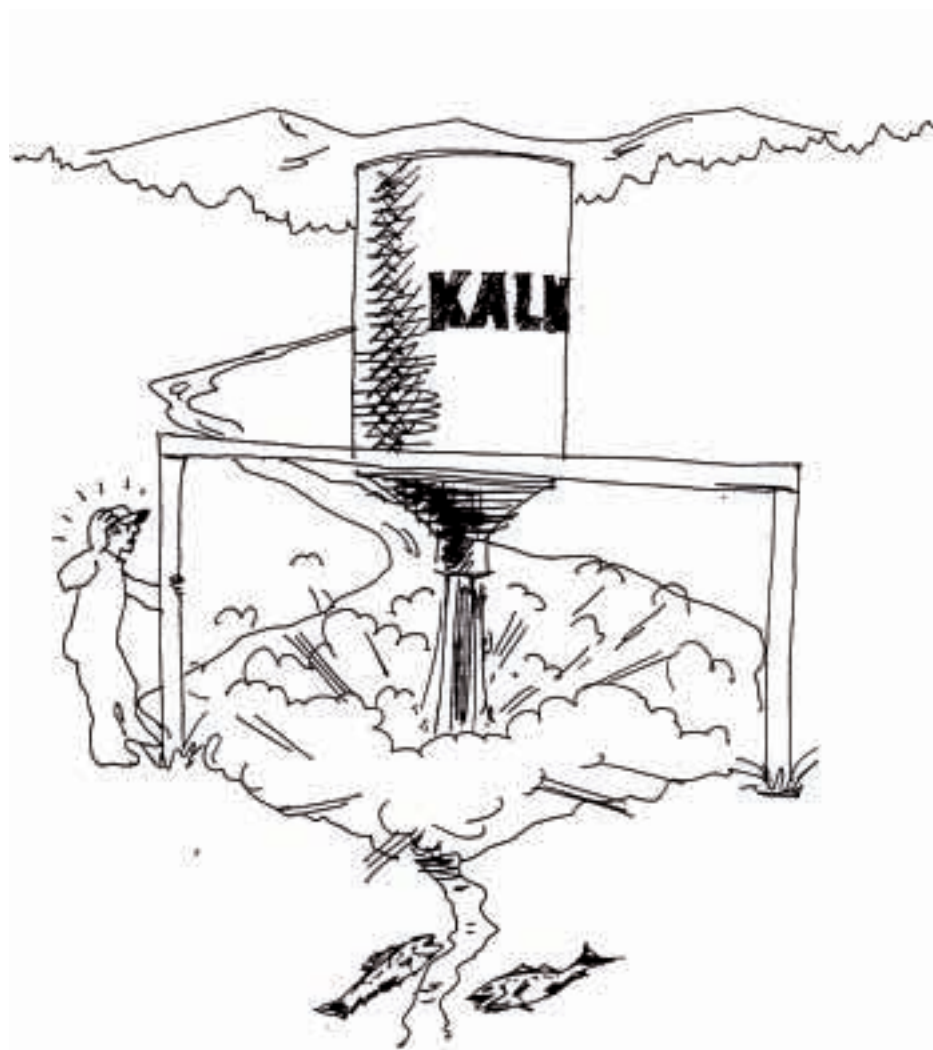


Driftskontroll av Gysland kalkdoseringsanlegg i Lygna Avviksrapport 2011



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

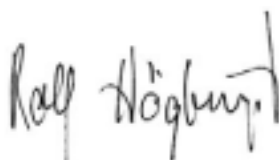
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av Gysland kalkdoseringsanlegg i Lygna Avviksrapport 2011	Løpenr. (for bestilling) 6368-2012	Dato 7.5.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-12135	Sider Pris 15
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Hægebostad kommune	Oppdragsreferanse
--	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Driftskontroll av Gysland kalkdoseringsanlegg i Lygna gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne avviksrapporten gir en dokumentasjon av 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. Driftssikkerheten på anlegget har ikke vært optimal. Ved et tilfelle oppsto forsurening i elva som kan ha ført til påvirkning av parr-bestanden. Krisetiltakene som skal iverksettes i elva ved manglende dosering fra anlegget må revurderes. Det ble ofte registrert høye pH verdier i lakseførende strekning. Det skyldes noe overdosering i deler av sommerhalvåret.</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



Merete J. Ulstein
Prosjekt direktør

**Driftskontroll av Gysland kalkdoseringsanlegg i
Lygna**

Avviksrapport 2011

Forord

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 Gysland-anlegget samt å introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Lygna i september 2001. 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 avviksrapport hvert år.

Det ukentlige arbeidet er utført av Jarle Håvardstun, Lise Tveiten, Liv Bente Skancke og Rolf Høgberget ved NIVA Sørlandsavdelingen. Kartet i rapporten er laget av Jarle Håvardstun.

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder og oppdragsgiver er Hægebostad kommune.

Grimstad, 07.05. 2012

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn og mål	7
1.2 Kalkingsstrategien i vassdraget	7
1.3 Ord og uttrykk	8
2. Driften av anlegget	10
3. Vurderinger og tiltak	14
4. Referanser	15

Sammendrag

Gysland kalkdoseringsanlegg ble etablert våren 2000 for å forbedre kalkingen av Lygna. Før dette var det store problemer med å produsere en vannkvalitet som overholdt kravene som stilles for laks- og sjøaureproduksjon i elva. For best mulig justering av pH-nivå styres anlegget etter vannføring og pH både oppstrøms- og nedstrøms anlegget. Fra mai 2011 ble kalktilførselen til den lakseførende strekningen av elva også besørget fra et doseringsanlegg på Birkeland oppstrøms Gysland. Dette anlegget er også pH-styrt, men er ikke med i grunnlaget for denne rapporten.

Effekten av kalkingen fra Gysland-anlegget måles både ved Vegge, som ligger om lag midt i den lakse- og sjøørretførende strekningen av Lygna, og ved Rom som er en ny overvåkingsstasjon etablert i 2010. Denne stasjonen gir et bedre datagrunnlag for de nederste delene av vassdraget.

Det var store problemer med overføring av data fra driftskontroll-loggeren. Årsaken var ofte brudd på telelinjen. Ombygging ble derfor foretatt til mobil overføring av data (GSM).

pH oppstrøms anlegget var ute av drift i en lang periode om våren på grunn av ødeleggelser som oppsto under isgang i elva. Etter oppstart av Birkeland doseringsanlegg ble det registrert svært varierende pH oppstrøms anlegget. pH nedstrøms anlegget hadde få tilfeller av målefeil som følge av stillstand i kyvetten.

Det ble registrert relativt mange tilfeller der pH var lavere i elva enn de pH-målene som er satt for lakseførende del av elva. Lave verdier ble registrert på samtlige elveavsnitt i lakseførende strekning.

Ved ett tilfelle førte driftsstans på anlegget til lav pH over lang tid. Det er mulig at bestanden av parr kan ha tatt skade av forholdet. Det var ikke mulig å rekvirere tankbil for krisekalking direkte i elva. Kriseberedskapen er derfor for dårlig.

Den samme driftsstansen gav en god registrering av vannhastigheten i elva. Dette viser at vannet beveger seg langsommere nedover i elva enn tidligere antatt.

Store deler av året var det meget god margin til pH-målet for elva. Årsaken var delvis overkalking. Høy pH ved lavvannføring om sommeren skyldes imidlertid ikke kalkingen fra anlegget, men effekter knyttet til sedimentert kalk.

Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Lygna river. Non-conformance report 2011.

Year: 2012

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6103-5

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 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 avsyrimidler 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 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.

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.

Denne avvikrapporten 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. Tidligere rapporter fra driftskontrollen i Lygna er gitt i referanselisten bak i rapporten.

1.2 Kalkingsstrategien i vassdraget

I Lygnavassdraget er det tre store kalkdoseringsanlegg: Rossevatn (vannføringsstyrt, faset ut i oktober 2011), Birkeland (pH-styrt) og Gysland (pH-styrt). Plasseringen av disse anleggene er vist i **Figur 1**. I 2010 ble det også etablert et vannglass-doseringsanlegg ved Bjodland i sidevassdraget Litleåna. Litleåna har utløp nær Rom. Driftskontrollavtalen for Lygna omfatter bare Gysland-anlegget. Rossevatn-dosereren ligger 35 km oppstrøms Gysland. Før Gysland-dosereren ble etablert i 2000, var elva nedstrøms Lygna i perioder for sur for laks (Kaste 2001). Spesielt utsatt var områdene nedstrøms Kvåsfossen. Gysland kalkdoseringsanlegg ligger ca. 25 km fra utløpet og 7 km oppstrøms Kvåsfossen (avstander regnet i elvestrekning). Formålet med dette anlegget er å justere vannkvaliteten til akseptabelt nivå for anadrom fisk nedstrøms Kvåsfossen. Anlegget benytter vannføringen og pH-målinger oppstrøms- og nedstrøms anlegget til å regulere doseringen. pH-målingene nedstrøms anlegget blir foretatt på Birkeland ca. 2,5 km unna (må ikke forveksles med Birkeland doseringsanlegg), og pH-verdiene blir overført til doseringsanlegget via radiosignaler.

Doseringen justeres etter varierende pH-mål avhengig av årstid. Generelt gjelder følgende pH-mål: 6,2 i perioden 15. februar til 31. mars, 6,4 i perioden 1. april til 31. mai og 6,0 i resten av året. pH-målene skal holdes i hele strekningen av elva som fører laks og sjøørret.

pH blir kontrollert ved Vegge (7 km nedstrøms Kvåsfossen) der det er plassert en automatisk pH-overvåkingsstasjon. I tillegg ble det i 2010 etablert en ny overvåkingsstasjon nederst i målområdet for kalkingen, ved Rom, ca. 8 km nedstrøms Vegge-stasjonen.

1.3 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 times doser 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 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 miljøvernaveiding 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 temperaturmåler er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetten for å få riktige pH- og temperaturmålinger.
Vannmerke	Vertikal stav med avmerkinger som viser vannstanden i meterriske enheter (meterstav/målestav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i "fast fjell" eller i forhold til m.o.h. (meter over havet).
Beholdning	Lageret av kalk eller annet avsyngsmiddel 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 meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7).



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Lygna med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoserere (triangler) og pH-målestasjoner (sirkler). Merk Birkeland to steder.

2. Driften av anlegget

Gysland er et pH-styrt kalkdoseringsanlegg. Det benytter vannføringen og pH-målinger oppstrøms og nedstrøms anlegget til å regulere doseringen. Det følgende er en gjennomgang av effektiviteten på anlegget sett i forhold til de pH-mål som er satt for elva.

Det er innhentet data fra driftskontroll-loggeren kontinuerlig gjennom hele perioden, unntatt en periode fra 16. juni til 23. august. Årsaken var problemer med telekommunikasjonen som vanskeliggjorde daglige overføringer av nye data. Det ble registrert 42 slike tilfeller. Grunnet den ustabile telelinjen i området ble det analoge linjemodemet byttet til GSM-modem 10. desember.

Der egne data mangler, ble data fra Mikacom (Miljøkalk sitt styrings- og loggesystem) innhentet og bearbeidet slik at driftskontrollens grafikkprogram (Easy View fra INTAB Interface-Teknik AB) kan lese dataene. Tidsrekken i doseringsdataene er dermed komplett gjennom året.

Signaler for beholdning og vannstand ble kontinuerlig registrert. Doseringssignalet ble ikke registrert riktig på driftskontrollens logger. Disse signalene var imidlertid tilgjengelige på de importerte Mikacom-dataene. pH-signalene både oppstrøms og nedstrøms anlegget ble kontinuerlig registrert.

Generelt er signalbrudd under 8 timer ikke omtalt.

pH-målingene oppstrøms anlegget hadde store feil i registreringene som følge av manglende vanngjennomstrømming i pH-kyvetten. Til sammen var det ca. 3 måneder uten vanngjennomstrømming. Mye av årsaken var at isgang ødela vanninntaket til pH-stasjonen, og det tok tid før forholdene i elva tillot etablering av nytt inntak. Det nye doseringsanlegget på Birkeland oppstrøms Gysland ble satt i drift 2. mai. pH i vannet oppstrøms Gysland har i ettertid variert mye (**Figur 2**). pH-stasjonen nedstrøms anlegget hadde langt færre stans i gjennomstrømmingen. Samlet tid var der ca. 4 dager uten gjennomstrømmende vann i kyvetten. Datoer og tidsintervaller for svikt i vanngjennomstrømmingen er gitt i **Tabell 1**.

Tabell 1. Stans i vannstrømmingen gjennom pH-kyvettene både oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegget på Gysland i 2011.

Dato	Antall dager uten gjennomstrømming	
	Oppstrøms anlegget	Nedstrøms anlegget
01.01.2011	95	
08.05.2011	16	
03.08.2011		1,7
19.08.2011		2,5
26.08.2011		
16.11.2011	10	

Det ble registrert relativt mange tilfeller der pH var lavere i elva enn de pH-målene som er satt for lakseførende del av elva. Det ble da registrert for lave verdier på alle målepunkter som er relevante i denne sammenhengen. Oversikt over tilfellene med varighet og laveste pH er vist i **Tabell 2**. Et alvorlig tilfelle oppsto under begynnende flom 26. august, da det ble stans i doseringen fra anlegget, og alarm til driftsoperatøren uteble. Hendelsen medførte meget lav pH i elva. Det ble registrert verdier ned mot pH 5,3. Forholdet er vist i **Figur 3**. Det ble forsøkt rekvirert tankbil med kalksteinsmel for dosering rett i elva, men ingen bil var tilgjengelig innen fornuftig tidsramme. Kroglund og Rosseland

(2004) antyder at slike forsuringsepisoder kan gi negativ effekt på parr. Et springende punkt er imidlertid innholdet av labilt aluminium i vannet. Det foreligger ingen analyser av dette, men pH oppstrøms Gysland var meget lav (pH 5,0). Dette antyder også høye konsentrasjoner av labilt aluminium.

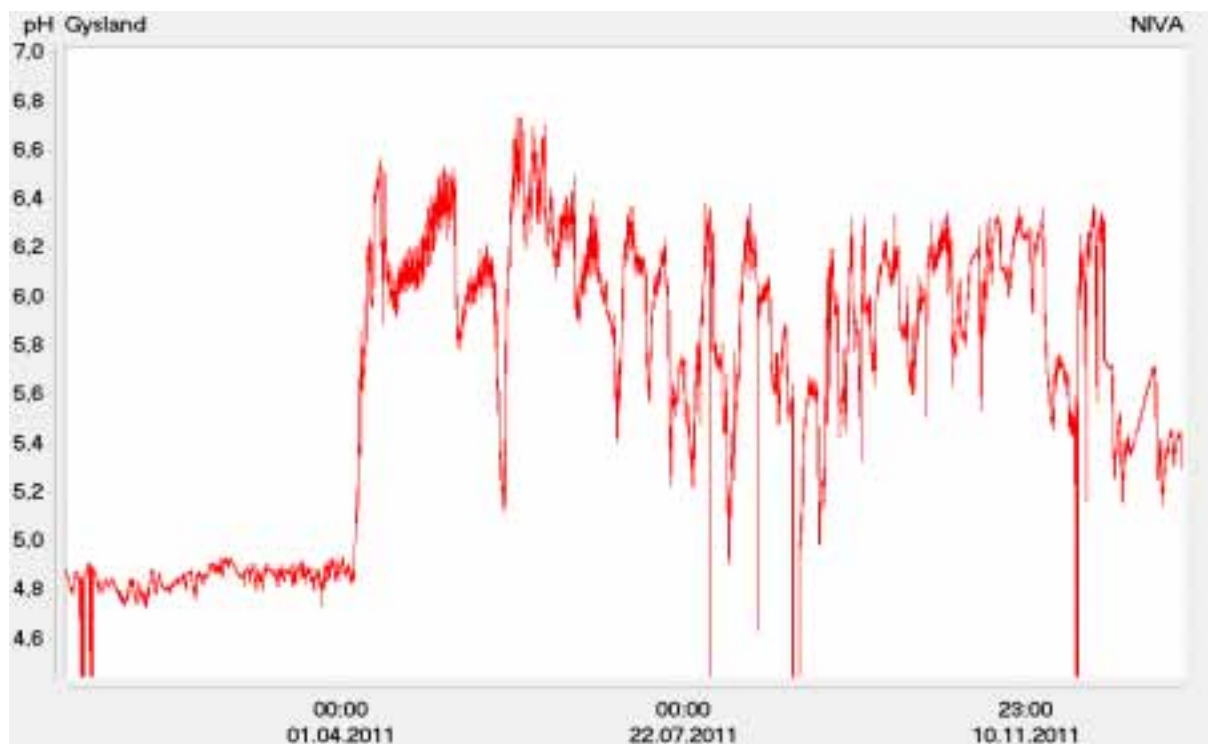
Det foreligger ikke forsøksresultater som beskriver forsuringsreaksjoner på voksen fisk. Effekten på disse er derfor usikker. Dersom det hadde vært smolt i elva, ville forholdet antagelig ha ført til stor dødelighet hos disse.

Da anlegget omsider igjen kom i drift 28. august, ble startpulsene av kalket vann registrert på Vegge 15 timer etter at den passerte Birkeland (pH-stasjonen nedstøms anlegget) og på pH-overvåkingsstasjonen ved Rom 18 timer etter Birkeland. Vannføringen i denne pulsen var 100 m³/s.

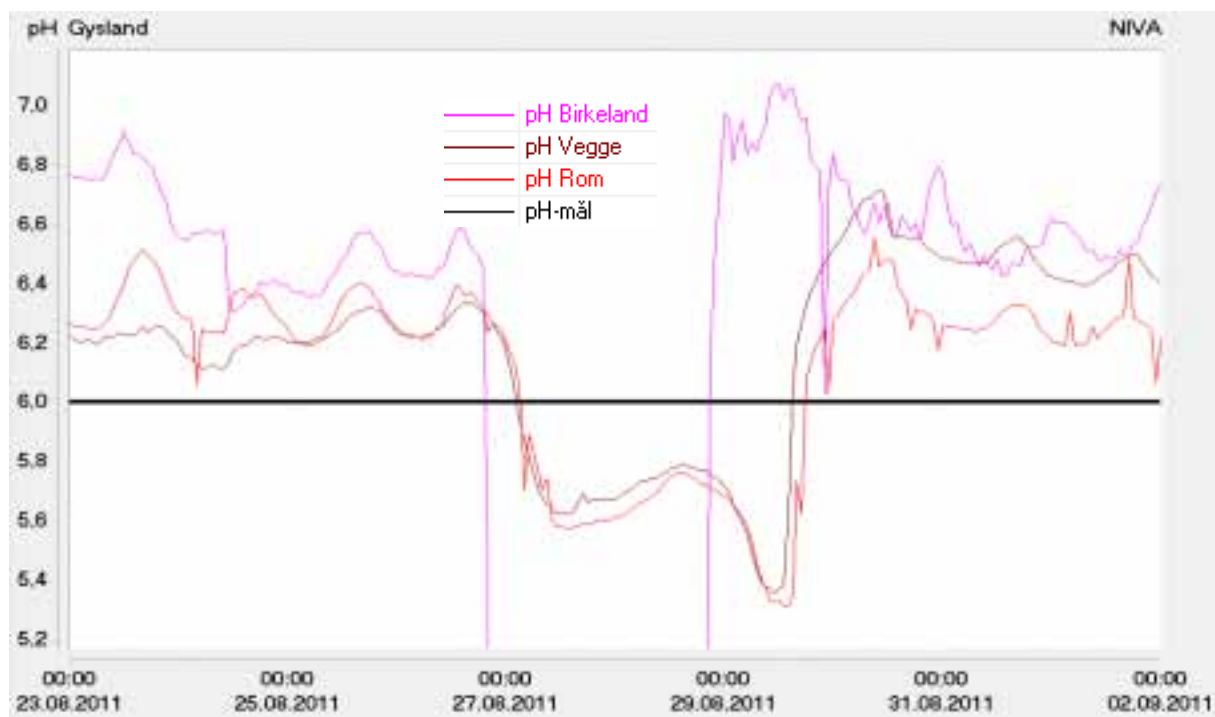
Det ble gjennomgående dosert høye doser i elva slik at pH ble nokså høy i forhold til pH-målene, særlig var dette tilfelle om vinteren før øket pH-mål i elva og i sommerhalvåret. pH var det meste av denne tiden 0,3 – 0,4 over målet. pH i lakseførende del av Lygna gjennom hele året er gitt i **Figur 4**.

Tabell 2. Oversikt over når, hvor lenge og hvor mye pH var under målet som er satt for elva. Verdiene fra Birkeland er ikke kvalitetssikret, men er sannsynligvis pålitelige det meste av tiden, da instrumentet som benyttes testes og interkalibreres med andre pH-metere med jevne mellomrom. Foruten tilfellet den 27. august, var det uheldig reduksjon i pH under antatt høy smoltutvandring den 18. mai. Til sammen var pH under målet i hele eller deler av elva 12 dager i 2011.

Dato	Antall timer under pH-målet i elva			Avvik fra mål pH	Anmerkning
	Birkeland	Vegge	Rom		
16.01.2011		8	11	0,2	
15.02.2011			36	0,1	
08.04.2011		10		0,1	
19.05.2011	10			0,1	
18.05.2011		3	11	0,2	
20.05.2011			4	0,1	
23.05.2011			6	0,1	
24.05.2011	4			0,1	
29.05.2011		4		0,1	
30.05.2011			4	0,1	
31.05.2011		5	11	0,2	
17.07.2011		7	9	0,4	
27.08.2011		60	63	0,7	
04.09.2011			12	0,1	
06.09.2011			5	0,1	
27.11.2011		3	2	0,2	
09.12.2011		3	2	0,1	
14.12.2011	40			0,1	
23.12.2011	95			0,1	Periodevis under mål
28.12.2011	29			0,2	

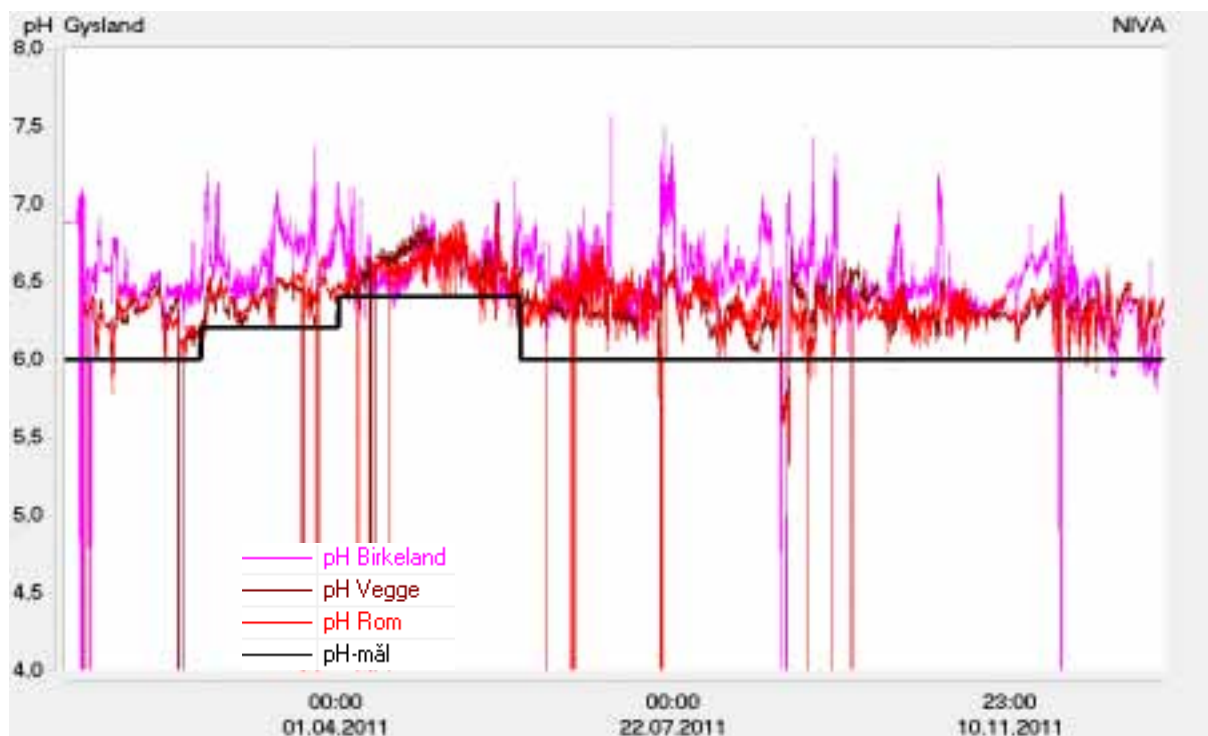


Figur 2. pH oppstrøms Gysland doseringsanlegg. Det var stor variasjon i pH, selv etter at anlegget på Birkeland ble satt i drift 2. mai. De lave verdiene om vinteren er ikke reelle. Årsaken var stopp i vanngjennomstrømmingen av pH-kyvetten på grunn av defekt inntak fra elva.



Figur 3. pH på Birkeland nedstrøms Gysland doseringsanlegg, pH-målet for elva og pH på overvåkingsstasjonene ved Vegge og Rom i slutten av august 2011. Det oppsto stor reduksjon i pH i

ca. 2,5 dager som følge av driftsstans på Gysland doseringsanlegg. Forholdet kan ha påvirket bestanden av parr.



Figur 4. pH på Birkeland nedstrøms Gysland doseringsanlegg, pH-målet for elva og pH på overvåkingsstasjonene ved Vegge og Rom i hele 2011. Det var gjennomgående god margin mellom pH-mål og pH i elva det meste av tiden. Vertikale streker markerer kortvarige bortfall av data som ikke synes med så liten oppløsning (timesverdier over et helt år).

3. Vurderinger og tiltak

Det er tidligere antatt at ved moderat vannføring (ca. 50 m³/s) tar det om lag 4 timer å transportere det kalkede vannet fra Gysland til Vegge og at tiden, ved høy vannføring (>100 m³/s), kan kortes ned til om lag 3 timer (Kaste mfl. 2006). Den langvarige stansen i doseringen fra Gysland (**Figur 3**), med påfølgende startpuls av oppkalket vann, viser at det tar ca. 5 ganger så lang tid. Selv om usikkerheten kan være så mye som 1 time i hver retning antyder dataene at det tar vesentlig lenger tid for vannet å nå målområdet enn tidligere antatt.

Det er påpekt at kalkingsdosene er høye, og at pH derfor også blir høy i elva. Om sommeren er det vanligvis ikke behov for kalk når det ikke er flom. Imidlertid oppstår kalkingsbehovet umiddelbart ved rask flomutvikling. **Figur 5** viser et eksempel på hvordan det ble kalket i en slik situasjon.

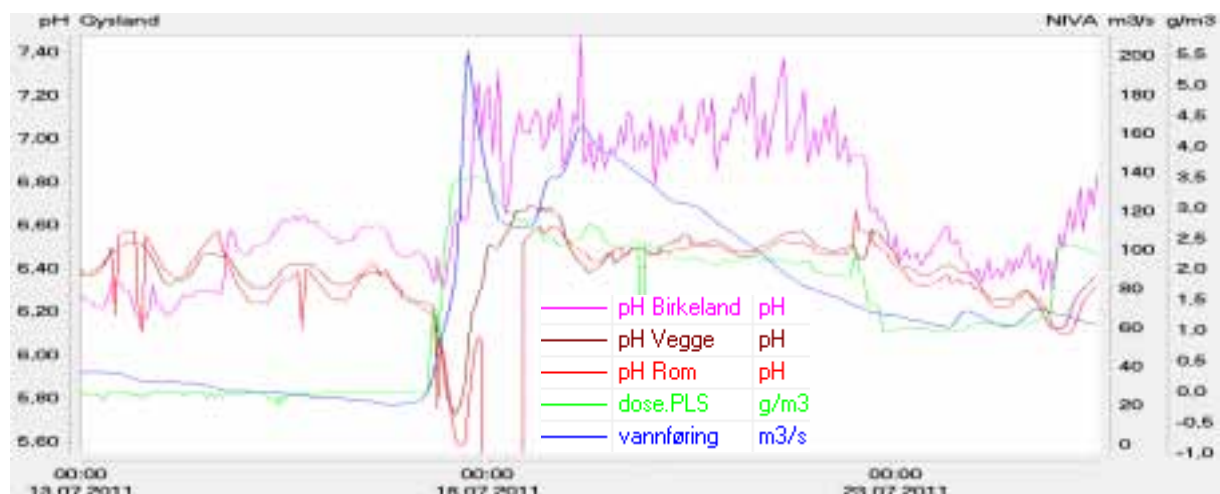
Vannføringen før flom var ca. 20 m³/s. I dette tilfellet ble det ikke gitt noen forhåndsdoser til elva i forkant av flommen. Da oppsto en meget kortvarig, men dyp forsuring. Dosene ble satt til 3,5 g/m³ samtidig med begynnende flom. Påfølgende dosering var så høy at pH i målområdet ble liggende rundt 6,5.

Om sommeren, når det ikke er smolt i elva, er dette dårlig økonomi. Det bør tilstrebes å holde en pH noe over målet, men ikke mer enn ca. 0,1 – 0,2 over pH-målet. Ved lav sommervannføring vil pH selv uten kalking bli langt høyere, men denne effekten er et resultat av tidligere kalking (resuspensjon av sedimentert kalk) og biologisk produksjon i elva. Om våren, med smolt i elva og høye pH-mål, er det viktigere å holde målene. Da er det fornuftig å holde høyere pH-krav på anlegget for å møte plutselig forsuring ved flom.

Det er gjort tiltak i styringsteknologien for bedring av doseringsrespons ved flom (Tveiten 2012). Dette har ikke gitt merkbar færre tilfeller der pH ble registrert under målet i forhold til året før, snarere tvert om. (Håvardstun og Høgberget 2011).

Det bør gjøres grep som sikrer tilkjøring av kalk for krisedosering rett i elva når dette er påkrevet. En generell oppgradering av kriseplanen bør gjennomføres, der det nye Birkeland-anlegget også tas med i den samlede vurderingen av tiltaksmuligheter ved behov for ekstra dosering.

Doseringssignalet må gjøres tilgjengelig for logging i driftskontroll-loggeren.



Figur 5. pH på Birkeland nedstrøms Gysland doseringsanlegg og på overvåkningsstasjonene ved Vegge og Rom i deler av juli 2011. Det ble dosert for mye kalk i flomperioden. pH ble unødvendig høy.

4. Referanser

- Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824.
- Høgberget, R. og Håvardstun. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4675.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2003. NIVA-rapport 4988.
- Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport for 2008. NIVA-rapport 5801.
- Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2010. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport for 2009. NIVA-rapport 5976.
- Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2011. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport for 2010. NIVA-rapport 6177.
- Kaste, Ø. 2001. Lygna. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2001-2. s. 86-89.
- Kaste, Ø., Skancke, L.B., Håvardstun, J., og Høgberget, R. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2007. NIVA-rapport 5597.
- Kaste, Ø., Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2004 og 2005. NIVA-rapport 5217.
- Kaste, Ø. og Skancke, L.B. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2006. NIVA-rapport 5390.
- Kroglund, F. og Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA-rapport 4797.
- Tveiten, Å. 2012. Årsrapport Lygna 2011.

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