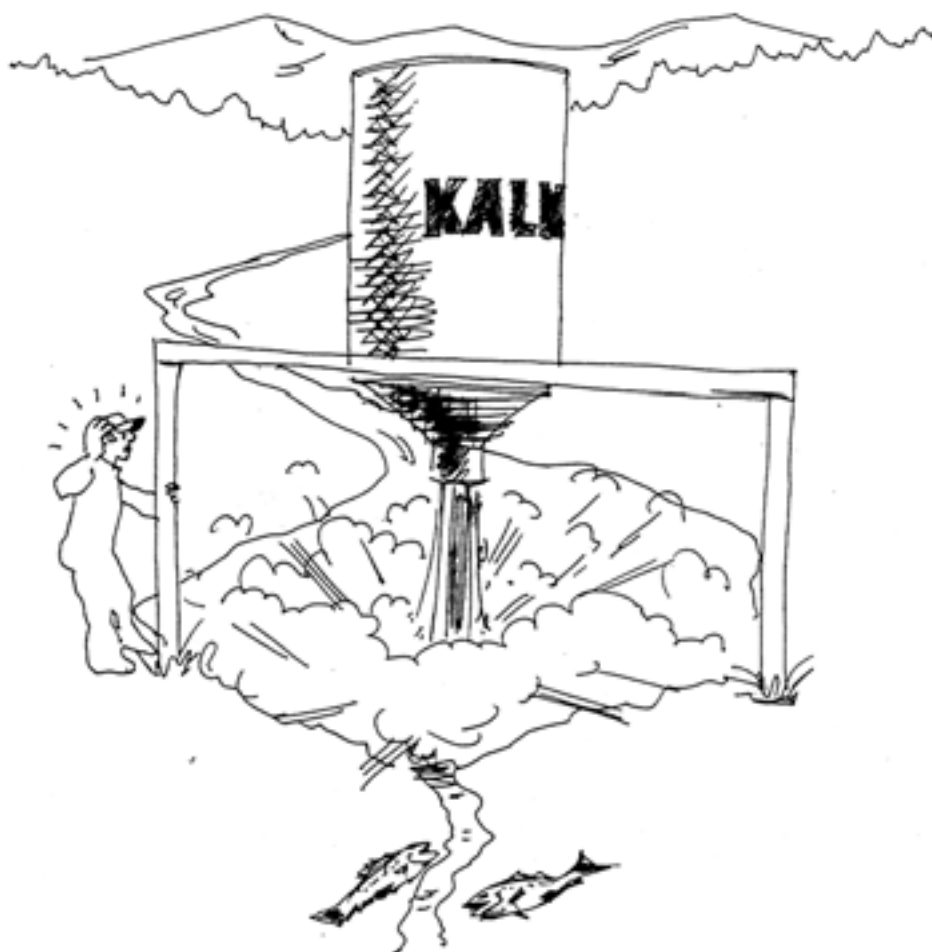


# Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna Avviksrapport for 2009



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

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

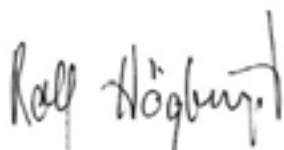
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport for 2009.	Løpenr. (for bestilling) 5976-2010	Dato 10/05/10
	Prosjektnr. Undernr. O-29035	Sider Pris 14
Forfatter(e) Jarle Håvardstun og Rolf Høgberget.	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

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


**Sammenheng**

Driftskontroll av Gysland kalkdoseringsanlegg i Lygna gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon av driften i rapporteringsperioden (2009) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Doseringsanlegget har hatt god driftssikkerhet. Dataloggerne har fungert hele året og det har ikke vært tap av måledata.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vassdrag</li> <li>2. Kalkdosering</li> <li>3. Overvåking</li> <li>4. Måleteknikk</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Watercourse</li> <li>2. Lime dosing</li> <li>3. Monitoring</li> <li>4. Measuring technique</li> </ol>
--	--



*Rolf Høgberget*  
Prosjektleder



*Brit Lisa Skjelkvåle*  
Forskningsleder



*Bjørn Faafeng*  
Seniorrådgiver

# **Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna**

Avviksrapport for 2009

## 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 Gyslandanlegget 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 statusrapport hvert år.

Det ukentlige arbeidet er utført av Jarle Håvardstun, Lise Tveiten, Liv Bente Skancke og Rolf Høgberget ved NIVA Sørlandsavdelingen. Prosjektet er støttet av Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder og oppdragsgiver er Hægebostad kommune.

Grimstad, 10.mai 2010

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Driften av Gysland kalkdoseringsanlegg</b>	<b>9</b>
<b>3. Vurdering av driften</b>	<b>11</b>
3.1 pH i lakseførende strekning av elva	11
3.2 Problemer knyttet til dagens kalkingsstrategi	13
<b>4. Tiltak</b>	<b>13</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>14</b>

---

## 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 sjøauereproduksjon i elva. For best mulig justering av pH-nivå styres anlegget etter vannføring og pH både oppstrøms- og nedstrøms anlegget. Effekten av kalkingen fra Gysland-anlegget måles i dag ved Vegge, som ligger om lag midt i den lakse- og sjøørretførende strekningen av Lygna. I 2009 ble det registrert kun 4,2 døgn hvor pH i elva lå under det fastsatte målnivået for den lakseførende strekningen i mer enn åtte timer. Dette er bra og det samme som i 2008. Det var ingen perioder med driftsstans på loggeren i 2009.

Det ble identifisert i alt 3 perioder av varighet på over 8 timer hvor elva ikke ble kalket opp til ønsket målnivå ved Vegge. Nedstrøms Gysland var det til sammen 51 døgn hvor pH lå under målet for den aktuelle perioden. Noe av årsaken til dette kan være at ikke all kalken har blitt løst opp innen pH måles nedstrøms kalkdoseringsanlegget. Hovedårsaken til pH-dropp ved Vegge ligger fortsatt i kalkingsstrategien. I starten av en flomepisode tar det 3-4 timer før det kalkede vannet fra Gysland er transportert ned til Vegge. I mellomtiden vil surt vann fra sidebekkene langs den lakseførende strekningen bidra til forsuring i hovedelva. Denne innebygde svakheten i dagens kalkingsstrategi fører til at marginene er små dersom det oppstår driftsproblemer ved doseringsanlegget.

Flere av tiltakene som er anbefalt i tidligere årsrapporter er nå gjennomført, bl.a. omlegging av inntak for pH-måling oppstrøms og nedstrøms anlegget, samt opprusting av pH-stasjonen ved Vegge. I tillegg er det bygget en pH-overvåkingsstasjon ved Rom, i nedre del av elva. Dette vil gi et mer realistisk bilde av forsuringssituasjonen på hele den lakseførende strekningen fra våren 2010.

## Summary

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

Year: 2010

Authors: Jarle Håvardstun and Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577- 5711-3

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

This report summarizes discrepancies on the lime dosers in River Lygna in Vest-Agder County S Norway during 2009.

# 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 kostnadskrevenende 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.

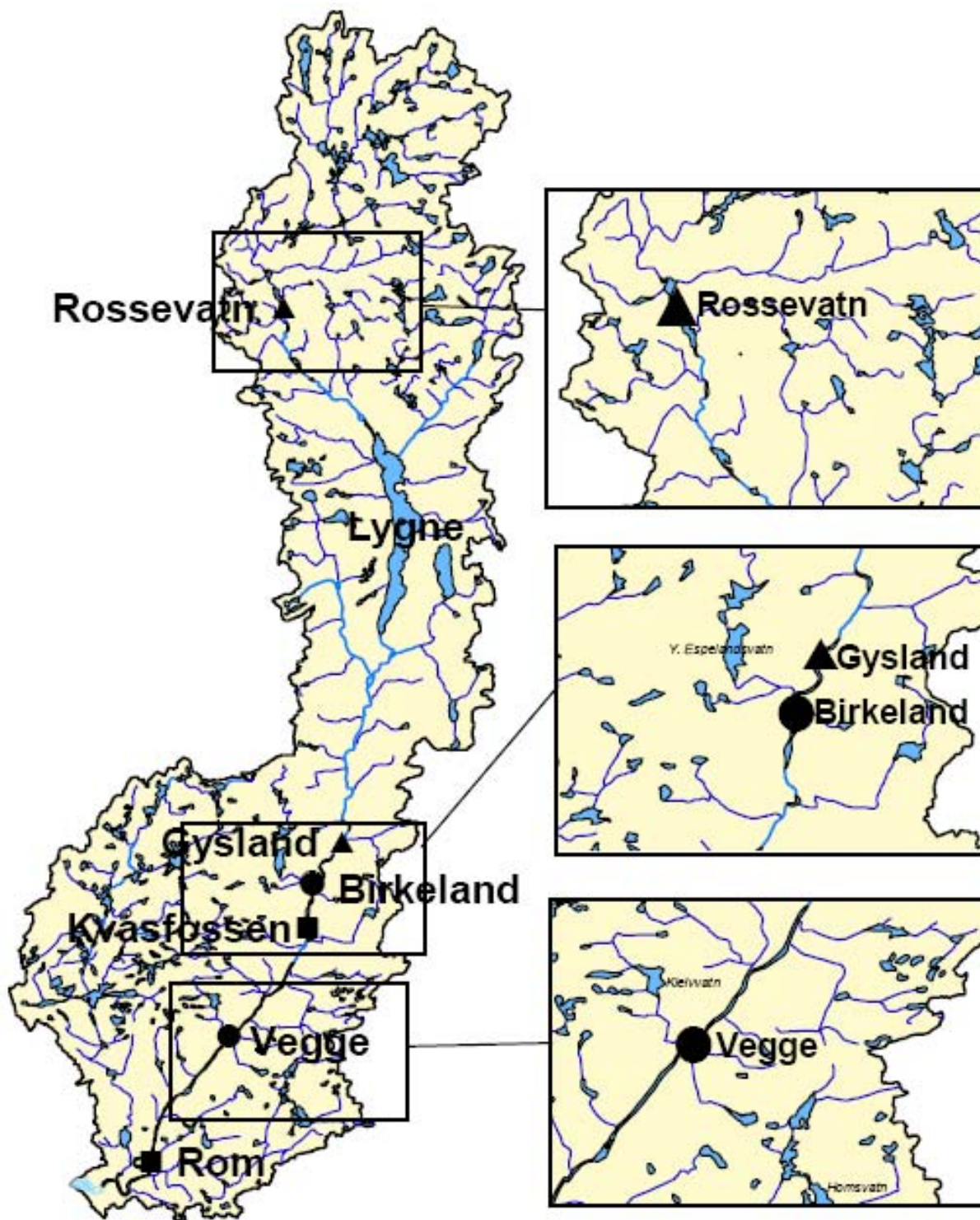
Kalkdosering til elv kan styres på to måter; etter vannføring og etter pH i elva. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal gi en fast (forhåndsinnstilt) dose per kubikkmeter vann. Dosene beregnes på grunnlag av titreringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetning og pH i elvevannet. 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.

Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2009) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Tidligere rapporter fra driftskontrollen i Lygna er gitt i referanselisten bak i rapporten.

## Kalkingsstrategi

I Lygnavassdraget er det to store kalkdoseringsanlegg: Rossevatn (vannføringsstyrt) og Gysland (pH-styrt). Plasseringen av anleggene er vist i **Figur 1**. Driftskontroll-avtalen i Lygna omfatter bare Gysland-anlegget. Rossevatn-doseren ligger 35 km oppstrøms Gysland. Før Gysland-doseren ble etablert i 2000, var elva nedstrøms Lygna i perioder alt 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. 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 kontrolleres ved Vegge (7 km nedstrøms Kvåsfossen) der det er plassert en automatisk pH-overvåkingsstasjon. Gysland kalkdoseringsanlegg 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, og pH-verdiene blir overført til doseringsanlegget via radiosignaler.





**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).

## 2. Driften av Gysland kalkdoseringsanlegg

Gysland kalkdoseringsanlegg er et pH-styrt kalkingsanlegg. Det benytter vannføringen og pH-målinger oppstrøms og nedstrøms anlegget til å regulere doseringen. Det ble ikke registrert avbrudd i driftskontroll-loggen i 2009.

Det var svikt i pH-målingene oppstrøms anlegget med en varighet av mer enn 8 timer ved seks tilfeller i løpet av 2009. Til sammen utgjorde dette ca 18 døgn uten reelle målinger. Dato og årsak til tilfellene er gjengitt i **Tabell 1**

**Tabell 1.** Mangelfulle pH-målinger oppstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg pga. teknisk svikt i 2009.

Dato	Dager uten reell pH-måling	Kommentar
6.jan	0,4	Ingen gjennomstrømning
7.jan	0,4	Ingen gjennomstrømning
21.jan	0,2	strømbrudd
9.feb	1,6	Ingen gjennomstrømning
19.juni	9	Ingen gjennomstrømning
15.juli	6,2	Ingen gjennomstrømning
<b>SUM</b>	<b>17,8</b>	

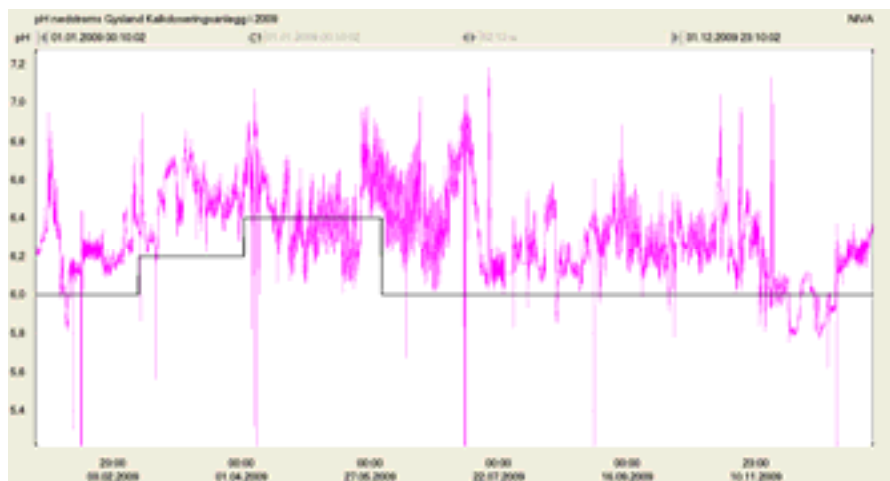
Det var kun to tilfeller av svikt i pH målingene nedstrøms anlegget som varte i mer enn 8 timer. Til sammen utgjorde de ca 4 døgn uten reelle målinger. Dato og årsak til tilfellene er gjengitt i **Tabell 2**.

**Tabell 2.** Mangelfulle pH målinger nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg pga. teknisk svikt i 2009.

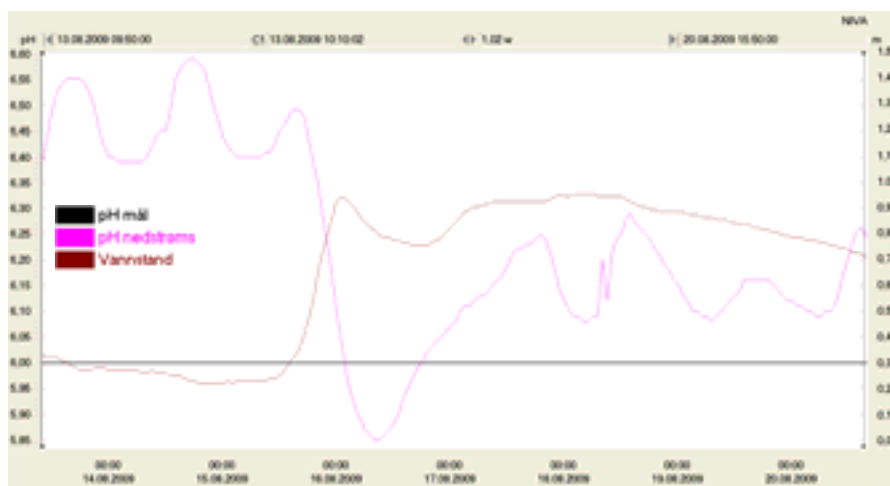
Dato	Dager uten reell pH-måling	Kommentar
20.jan	0,4	strømbrudd
24.07	3,8	ingen gjennomstrømning
<b>SUM</b>	<b>4,2</b>	

Eksempler på hendelser ved Gysland kalkdoseringsanlegg i 2009.

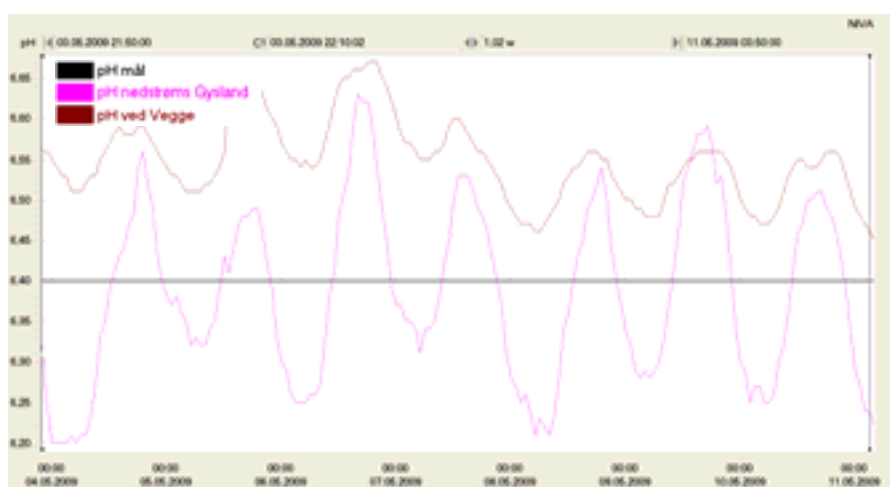
- Den kontinuerlige pH-målingen nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg gjennom året er vist i **Figur 2**. Den viser at med unntak av perioden 6.april - 22.mai var det kun noen få korte perioder hvor pH lå under målet for denne strekningen.
- En nedbørepisode som fører til økende vannføring medfører at pH faller til under målet ca et døgn 16. august 2009, før doseren igjen klarer å dosere nok kalk til å nå pH målet vises i **Figur 3**.
- I **Figur 4** vises en periode i mai der pH faller til under målet om natten nedstrøms Gysland, mens pH ved Vegge hele tiden ligger over målet. Det ble i denne perioden kalket så mye fra Gysland at ikke all kalken hadde løst seg opp før pH ble målt på nedstrømstasjonen.



**Figur 2.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg i 2009. Svart linje er pH målet.



**Figur 3.** Et eksempel på en nedbørepisode med stigende vannstand i elva, pH faller til under målet nedstrøms Gysland i ca ett døgn 16. august.

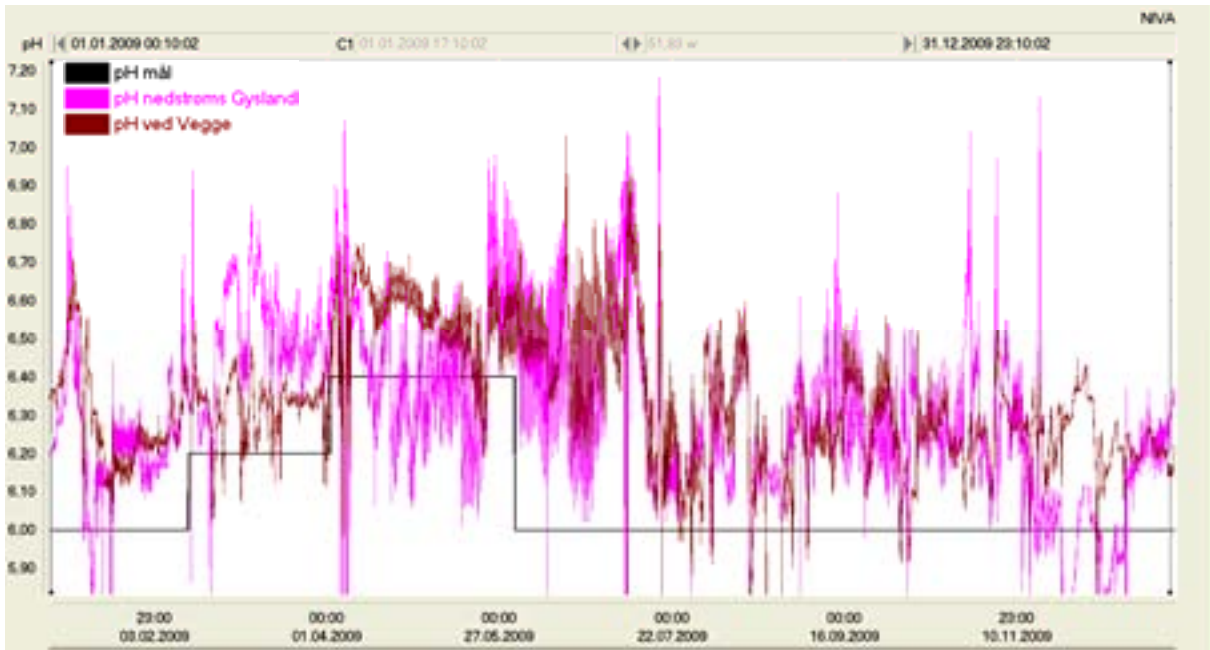


**Figur 4.** Eksempel på at pH nedstrøms Gysland faller til under målet om natten, mens pH ved Vegge hele tiden er over pH målet.

### 3. Vurdering av driften

#### 3.1 pH i lakseførende strekning av elva

Data fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Vegge og pH-stasjonen nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg brukes for å vurdere om kalkingen har gitt ønsket resultat på den lakseførende strekningen i elva. I **Figur 5** er timesverdier for pH fra Vegge og pH nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg plottet i forhold til pH-målene som gjelder i de ulike deler av året.



**Figur 5.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling (timesverdier) ved Vegge og nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg i 2009.

Resultatene for 2009 viser at måloppnåelsen generelt sett var meget bra på Vegge. Det var kun 3 døgn med pH-dropp under målet i smoltifiseringsperioden (**Tabell 3**). Som i tidligere år var det spesielt ved lave vannføringer høyere pH på Vegge enn nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg. Dette kan skyldes oppløsning av sedimentert kalk fra elva. Den laveste målte pH-verdi ved Vegge var pH 5,7 den 16. august.

**Tabell 3.** Perioder i 2009 med en varighet på mer enn 8 timer, der pH ved Vegge lå  $>0,10$  pH-enheter under målet for elva.

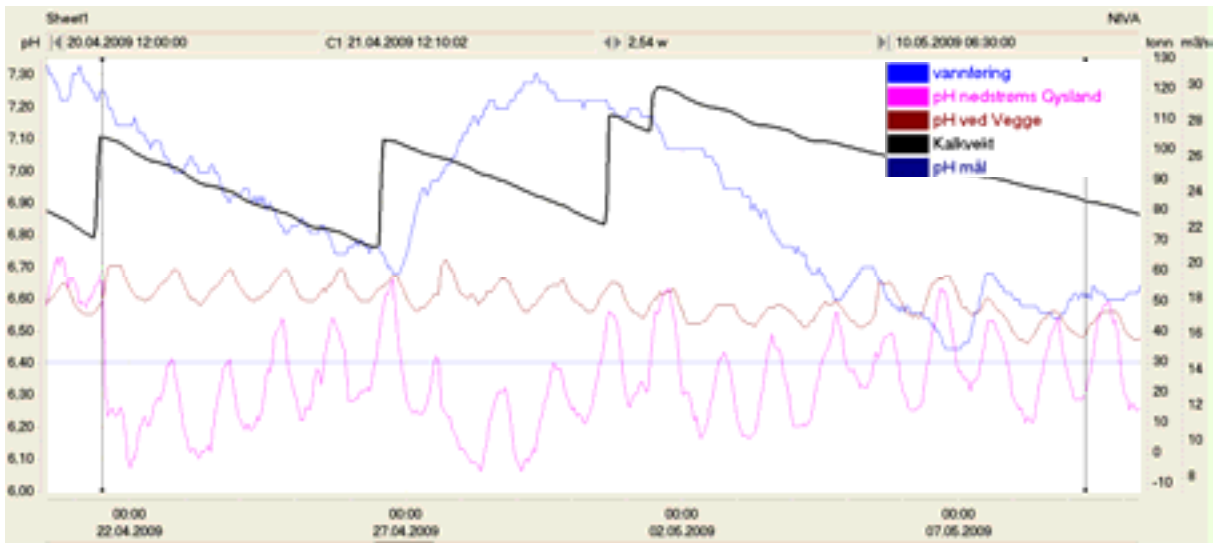
Dato	Dager under pH-mål ved Vegge	Laveste pH-verdi	pH-mål	Avvik
22.feb	0,7	6,0	6,2	0,2
6.april	0,3	6,0	6,2	0,2
21. mai	2	6,2	6,4	0,2
<b>SUM</b>	<b>3,0</b>			

Nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg falt pH til under målet i store deler av smoltifiseringsperioden på våren (Tabell 4), laveste pH-verdi ble målt til 6,1 den 29. april.

Tabell 4. Perioder i 2009, med varighet av mer enn åtte timer, der pH nedstrøms Gysland lå  $>0,10$  pH-enheter under målet.

Dato	Dager under pH-mål nedstrøms gysland	Laveste pH-verdi	pH-mål	Avvik	kommentar
15.jan	1,2	5,8	6,0	0,2	
16.apr	2,5	6,2	6,4	0,2	
19.apr	31,5	6,10	6,4	0,3	pH varierte mye. Gysland doserte i perioder så mye kalk at ikke alt var løst opp innen pH nedstrøms stasjonen.
16.aug	0,7	5,85	6,0	0,15	
12.nov	0,4	5,85	6,0	0,5	
15.nov	0,3	5,8	6,0	0,2	
25.nov	5,2	5,8	6,	0,2	
6.des	9,1	5,8	6,0	0,2	
<b>SUM</b>	<b>50,9</b>				

En periode der pH er under målet nedstrøms Gysland i smoltifiseringsperioden er vist i **Figur 6**. Selv om det kalkes mye løses sannsynligvis ikke all kalken seg innen den når pH nedstrøms stasjonen.



**Figur 6.** Figuren viser at pH på Vegge ligger over målet hele perioden. pH nedstrøms Gysland ligger under målet både i perioder med høy og lavere vannføring selv om det doseres kalk. Dette kan skyldes at kalken ikke er helt oppløst før pH nedstrøms stasjonen

### 3.2 Problemer knyttet til dagens kalkingsstrategi

Både tidligere avviksrapporter (Høgberget og Håvardstun 2003, 2005, Kaste m.fl. 2008) samt årlige driftsrapporter fra doseringsanlegget peker på problemer med å unngå kortvarige pH-dropp på den lakseførende strekningen av elva. Forsuringsepisodene oppstår i forbindelse med kraftig nedbør eller snøsmelting i de nedre delene av vassdraget. De små sidefeltene langs den lakseførende strekningen reagerer raskt med vannføringsøkning, og i korte perioder kan sure sidebekker fullstendig dominere vannkvaliteten i hovedelva. Problemet er at det kalkede vannet fra Gysland-anlegget bruker en viss tid på den ca. 14 km lange strekningen ned mot Vegge og de om lag 8 km videre ned mot Rom, i den nedre delen av den lakseførende strekningen. På den første strekningen er det et samlet fall på om lag 100 meter, mens den siste strekningen er betydelig flatere med en total fallhøyde på om lag 30 meter. Ved moderat vannføring (ca 50 m<sup>3</sup>/s) ser det ut til å ta om lag 4 timer for det kalkede vannet å transporteres fra Gysland til Vegge. Ved høy vannføring (>100 m<sup>3</sup>/s) kan tiden kortes ned til om lag 3 timer (Kaste mfl. 2006). I 2009 har imidlertid episodene vært få og pH ved Vegge har vært svært god hele året. Det er grunn til å anta at denne effekten også har hatt effekt på strekningen fra Vegge mot Rom. Det har vært flere episoder der pH nedstrøms anlegget har lagt under målet. Ved god pH har anlegget styrt kun etter pH nedstrøms. Ved flomepisoder har anlegget blitt satt til å styre etter vannføring og pH oppstrøms. Dette ser ut til å ha fungert bra i 2009.

Episoder med stopp i dosering under 10 timer har neppe store, langvarige skadevirkninger på anadrom fisk dersom pH ligger 0,2-0,3 pH-enheter under fastsatt målnivå (Kroglund og Rosseland 2004). Konsekvensene av slike forsuringsepisoder vil være størst i forbindelse med smoltutvandringen. Denne innebygde svakheten i dagens kalkingsstrategi fører imidlertid til at marginene er små dersom det oppstår driftsproblemer ved doseringsanlegget. Driftskontrollen de senere årene har avdekket at slike problemer ikke er uvanlige (strømbrudd, driftsforstyrrelser, feil på styresignaler), og at det derfor fortsatt er en reell risiko for forsuringsskader på den lakseførende strekningen.

Det er satt opp en ny pH overvåkingsstasjon ved Rom. Denne vil medføre at en nå vil få et bedre bilde av forsuringssituasjonen i den nederste delen av elva

## 4. Tiltak

### Tidligere anbefalte tiltak som er gjennomført:

- Det er etablert ny pH stasjon på Rom, denne vil være aktiv fra nyåret 2010, og dataene fra denne stasjonen vil bidra til å få et mer realistisk bilde av forsuringssituasjonen på hele den lakseførende strekningen. NIVA har fått tilgang til dataene fra pH stasjonen ved Rom via driftskontrollen.
- Interkalibrering av felt pH-metere mellom driftsoperatørene i Lygna, Kvina og Mandal.

### Tidligere anbefalte tiltak som ikke er gjennomført:

- NIVA har tidligere foreslått å etablere et automatisk styresignal fra sidebekk nedstrøms Gysland, for å sikre tidlig dosering ved kraftige nedbørepisoder. Tiltaket er vurdert, men operatøren har nå fått bedre styringsmuligheter av dosereren og vurderer at det ikke er nødvendig med vannføringssignal fra en sidebekk. Tiltaket avventes derfor inntil videre.

### Anbefaling av nye tiltak:

- Ingen nye tiltak er foreslått basert på denne rapporten.

## 5. Referanser

- Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824, 37 s.
- Høgberget, R. og Håvardstun. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4675, 21 s.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2003. NIVA-rapport 4988, 14 s.
- Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport for 2008. NIVA-rapport 5801, 16 s.
- 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, 15 s.
- Kaste, Ø., Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2004 og 2005. NIVA-rapport 5217, 15 s.
- Kaste, Ø. og Skancke, L.B. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2006. NIVA-rapport 5390, 14 s.
- Kroglund, F. og Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA-rapport 4797, 45 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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)