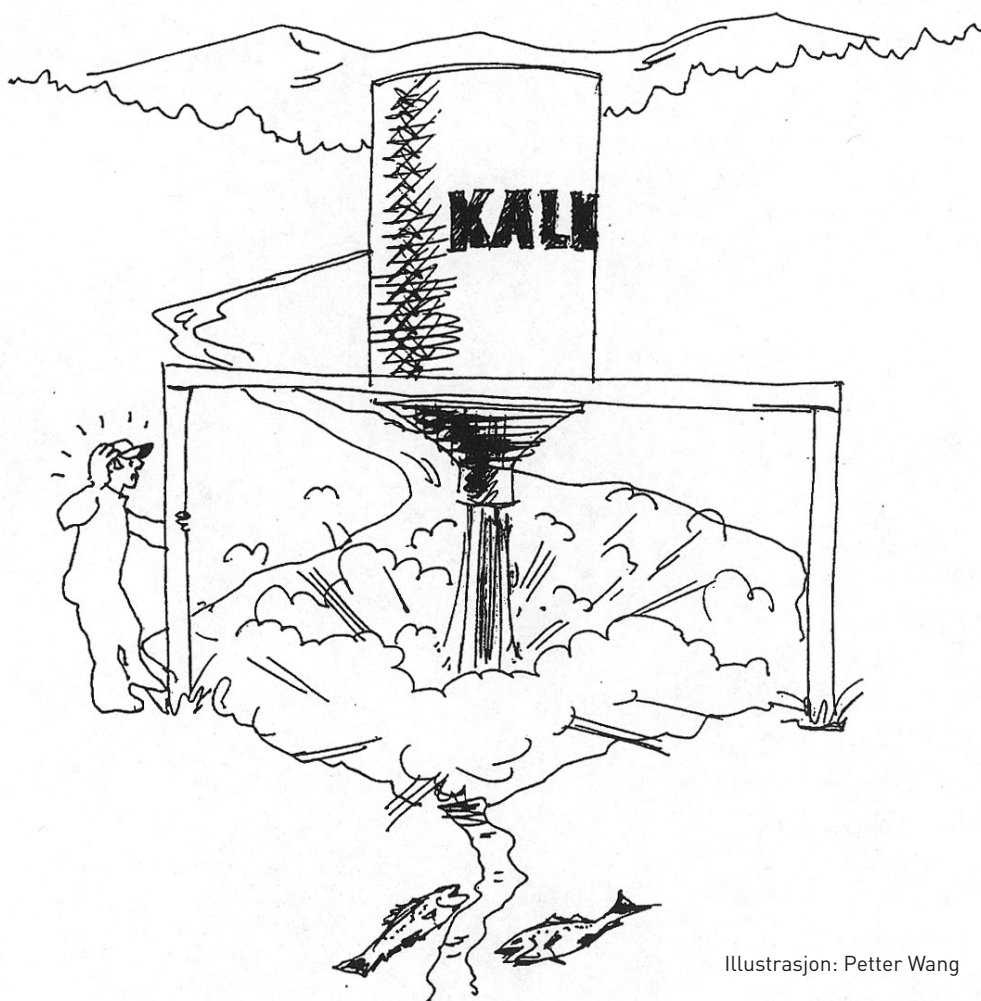


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna Avviksrapport for 2008



Illustrasjon: Petter Wang

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5017 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

Midt-Norge

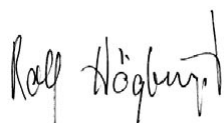
Postboks 1264
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport for 2008.	Løpenr. (for bestilling) 5801-2009	Dato 07.05.2009
	Prosjektnr. Undernr. O-28035	Sider Pris 16
Forfatter(e) Jarle Håvardstun Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

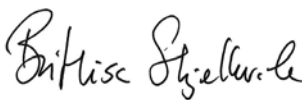
Oppdragsgiver(e) Hægebostad kommune	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag
Driftskontroll av Gysland kalkdoseringsanlegg i Lygna er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2008) 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.

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



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

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 statusrapport hvert år.

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

Grimstad, mai 2009.

Jarle Håvardstun

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Driften av anlegget	8
2.1 Kalkforbruk	10
3. Vurdering av driften	11
3.1 Måloppnåelse på lakseførende strekning	11
3.2 Problemer knyttet til dagens kalkingsstrategi	14
4. Tiltak	15
5. Referanser	16

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. Effekten av kalkingen fra Gysland-anlegget måles i dag ved Vegge, som ligger om lag midt i den lakse- og sjørretførende strekningen av Lygna. I 2008 ble det registrert 4,7 døgn hvor pH i elva lå under det fastsatte målnivået for den lakseførende strekningen i mer enn åtte timer. Dette er bra og bedre enn i 2007, selv om flere perioder uten pH-registrering i 2007 skaper noe usikkerhet rundt den reelle måloppnåelsen. Kalkforbruket ved Gysland-anlegget har økt gradvis i løpet av de siste årene, og årlig kalkmengde i 2006 var om lag det doble av mengden for 2004. I 2008 økte kalkforbruket med 51% i forhold til 2007. Noe av forklaringen på dette kan skyldes at 2008 var ett mer nedbørrikt år, enn 2007.

Det var ingen perioder med driftsstans på loggeren i 2008.

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 25 døgn hvor pH lå under målet for den aktuelle perioden. 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 til dette er det bevilget penger til å etablere en ekstra pH-overvåkingsstasjon ved Rom, i nedre del av elva. Dette vil gi et mer realistisk bilde av forsuringssituasjonen på hele den lakseførende strekningen.

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

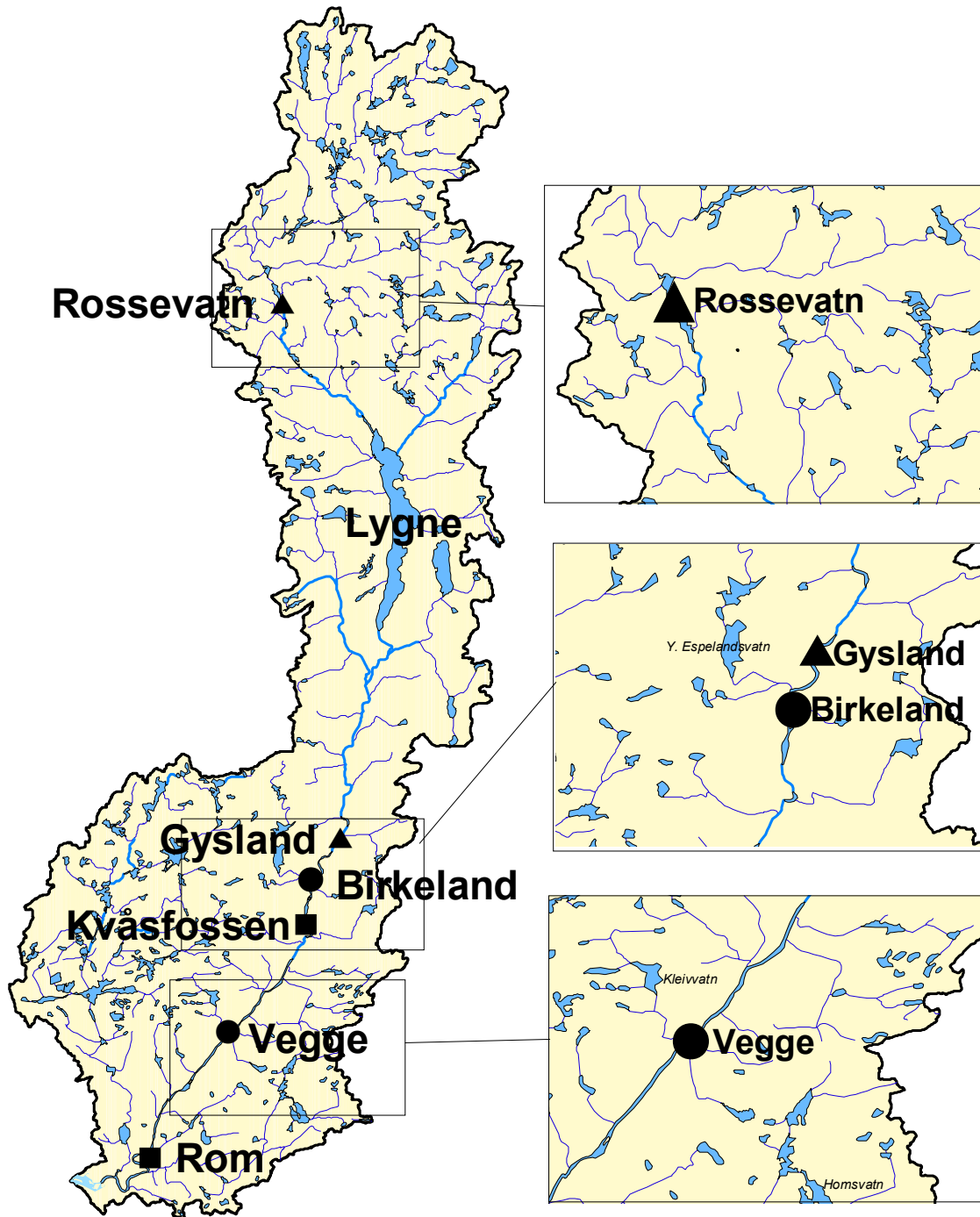
Kalkdosering til elv kan styres på to måter; etter vannføring og etter pH i elva. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal gi en fast (forhåndsinnstilt) dose per kubikkmeter vann. Dosene beregnes på grunnlag av titreringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetning og pH i elvevannet. 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 (2008) 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-dosereren ligger 35 km oppstrøms Gysland. Før Gysland-dosereren 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 anlegget

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 2008. 22. februar ble det utløst en alarm på anlegget pga strømbrudd og vannstandssignalet var borte i 2 døgn. Anlegget ble da driftet med manuelle innstillinger.

14. august stoppet datamaskinen på anlegget, usikkert av hvilken årsak. Dette medførte ett kortvarig dropp (6 timer) til pH 5,76 som laveste verdi på Vegge.

Ved ett tilfelle 10. mars gikk kalkdosereren tom for kalk. Dette førte ikke til at pH sank under målet på Vegge.

Det var svikt i pH-målingene oppstrøms anlegget i mer enn 8 timer ved seks tilfeller i løpet av 2008. 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 2008.

Dato	Dager uten reell pH-måling	Kommentar
19.jan	3	Ingen gjennomstrømning
31.jan-04.mar	11	Ingen gjennomstrømning, 7-9 timer hver natt
05.okt	1,5	Ingen gjennomstrømning
23.okt	1	Ingen gjennomstrømning
13.nov	0,5	Ingen gjennomstrømning
15.12	0,25	Ingen gjennomstrømning

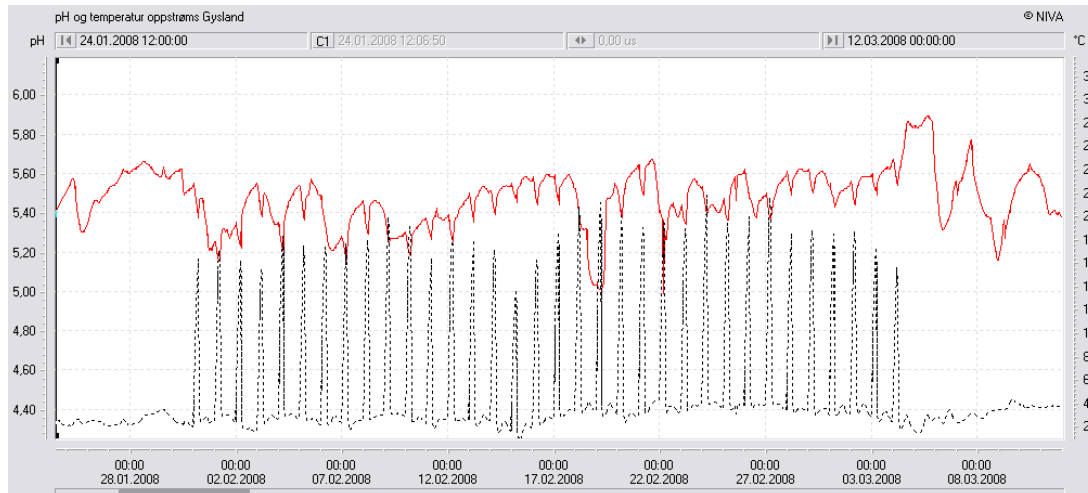
Det var få svikt i pH målingene nedstrøms anlegget som varte i mer enn 8 timer. Til sammen utgjorde de ca 12 døgn uten reelle målinger. Dato og årsak til tilfellene er gjengitt i **Tabell 2.**

Tabell 2. Mangelfulle pH målinger nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg pga. teknisk svikt i 2008.

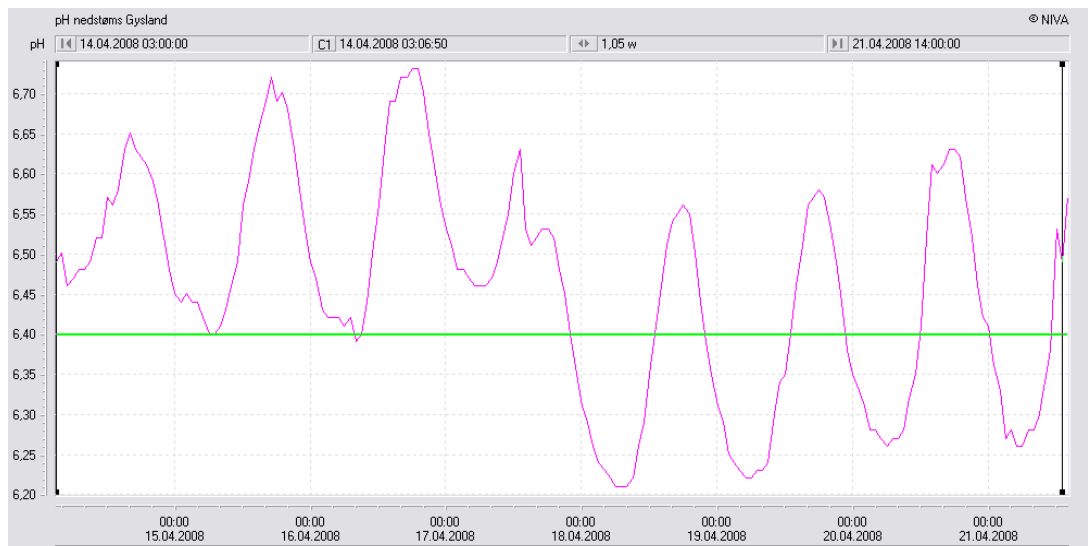
Dato	Dager uten reell pH-måling	Kommentar
21.mar	4	Radiosignal låst pga. strømbrudd
03.jun	1	Ingen gjennomstrømning
08.sept	7	Radiosignal forstyrret pga strømbrudd

Under er det gitt en del eksempler på episoder som har oppstått ved Gysland kalkdoseringsanleggsanlegg i 2008:

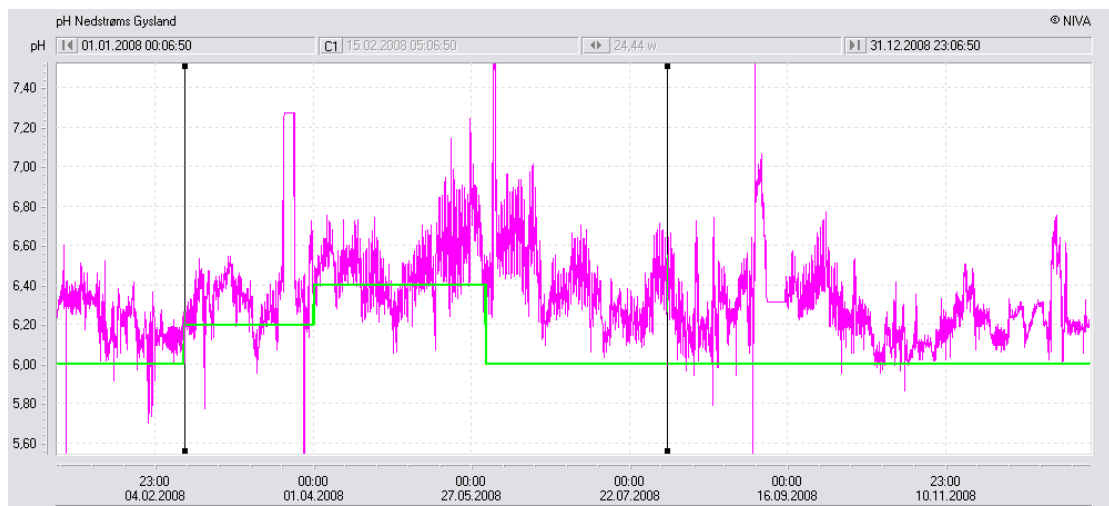
- Gjentatte stopp i målekyvetten kan sees som temperaturøkninger og fører til kortvarige dropp i pH som vist i **Figur 2.**
- I perioden 1. april - 31.mai droppet pH nedstrøms Gysland ofte under målet om natten, mens pH steg til over målet om dagen. Dette er vist i **Figur 3**
- Den kontinuerlige pH-målingen nedstrøms Gyslandanlegget gjennom året er vist i **Figur 4.** Den viser at med unntak av perioden 1.april - 27.mai var det kun få korte perioder hvor pH lå under målet for denne strekningen.



Figur 2. Stillstand i målekyvete gir feilaktige kortvarige dropp i pH (rød strek) oppstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg. Stiplet strek viser temperatur i målekyvetten.



Figur 3. pH nedstrøms Gyslanddosereren viser pH-dropp (lilla strek) til under målet om natten. Grønn linje viser pH-mål.



Figur 4. Resultater fra kontinuerlig pH-måling nedstrøms Gyslanddosereren i 2008. Grønn linje er pH målet.

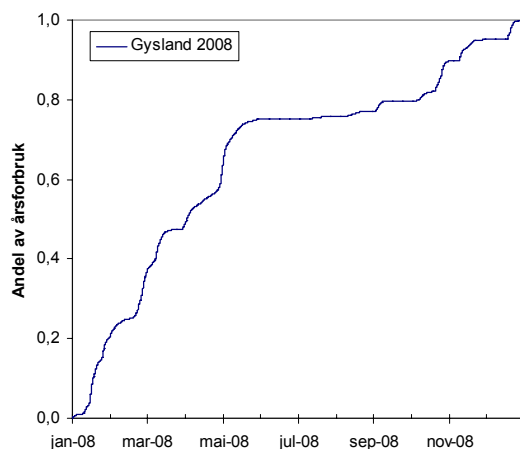
2.1 Kalkforbruk

Kalkforbruket i Lygna har økt gradvis i løpet av de siste årene (**Tabell 3**). En del av økningen fra 2002-03 til 2004 skyldes at pH-målet for den lakseførende strekningen ble oppjustert. I tillegg vil det kunne være betydelig år-til-år variasjon i vannføring, som vil påvirke kalkforbruket. Kalkforbruket økte med 51% fra 2007 til 2008.

Tabell 3. Årlig kalkforbruk (tonn) i perioden 2002-2008. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder. Dataene kan avvike noe fra loggedataene i driftskontrollen, pga. kalkpåfyllinger nær årsskiftet.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Rossevatn	476	495	738	1143	1385	919	907
Gysland	974	974	1034	1453	2119	1391	2589
SUM	1450	1469	1772	2596	3504	2310	3496

Mesteparten av kalken (ca 75%) i 2008 ble dosert i løpet av månedene januar-juni (**Figur 5**).

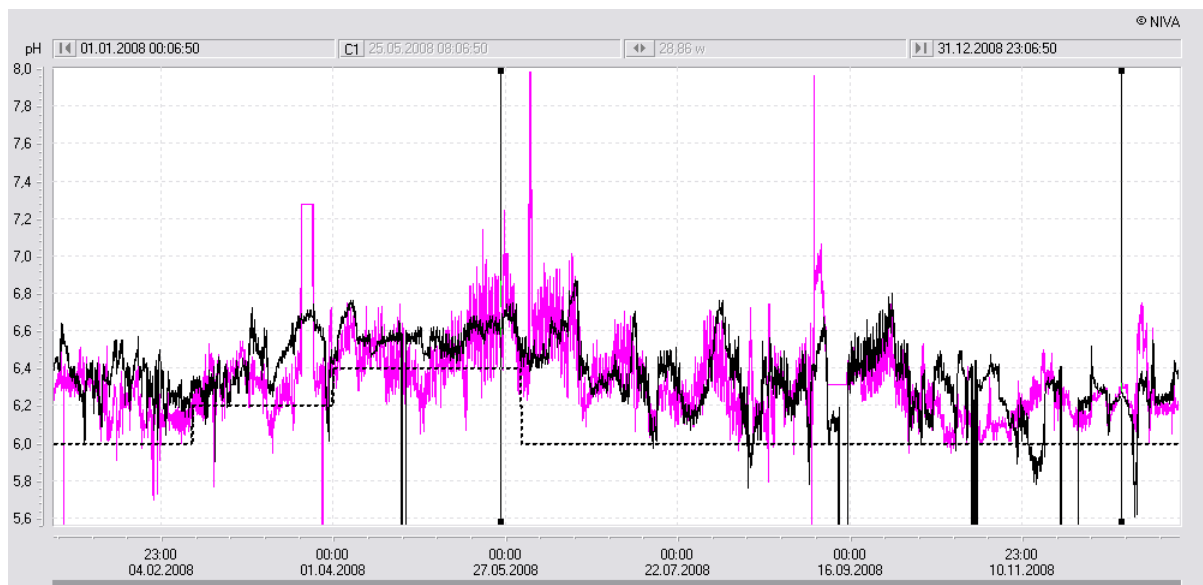


Figur 5. Akkumulert kalkforbruk ved Gysland kalkdoseringsanlegg i 2008.

3. Vurdering av driften

3.1 Måloppnåelse på lakseførende strekning

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 6** 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 6. Resultater fra kontinuerlig pH-måling (timesverdier) ved Vegge (svart strek) og nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg (lilla strek). Stiplet linje viser pH målet.

Resultatene for 2008 viser at måloppnåelsen generelt sett var meget bra på Vegge. Det var ingen pH-dropp under målet i smoltifiseringsperioden. Spesielt ved lave vannføringer var det høyere pH på Vegge enn nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg. Dette kan skyldes oppløsning av sedimentert kalk fra elva. Ved Vegge var den laveste målte pH-verdi 17. desember da pH ble målt til 5,6. Nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg droppet pH under målet i store deler av smoltifiseringsperioden, laveste pH-verdi ble målt til 6,1 29. april.

I **Tabell 4** er det identifisert perioder hvor en ikke har greid å kalke elva opp til ønsket målnivå for den lakseførende strekningen. Ingen av forsureningsepisodene inntraff i perioden april-mai, som er den mest kritiske perioden for laksesmolt.

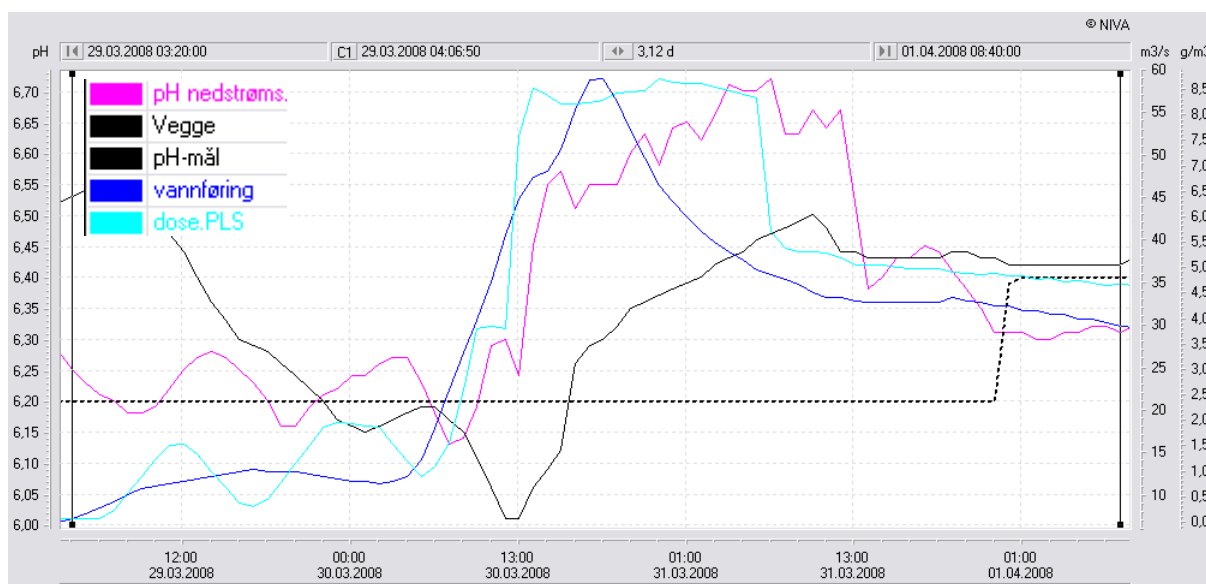
Tabell 4. Perioder i 2008 som pH ved Vegge lå $> 0,10$ pH-enheter under målet for elva (varighet > 8 timer).

Dato	Dager under pH-mål Vegge	Laveste pH-verdi	pH-mål	Avvik
29/03/08	0,75	6	6,2	-0,2
14/11/08	2,7	5,8	6,0	-0,2
17/12/08	1,2	5,6	6,0	-0,4
SUM	4,7			

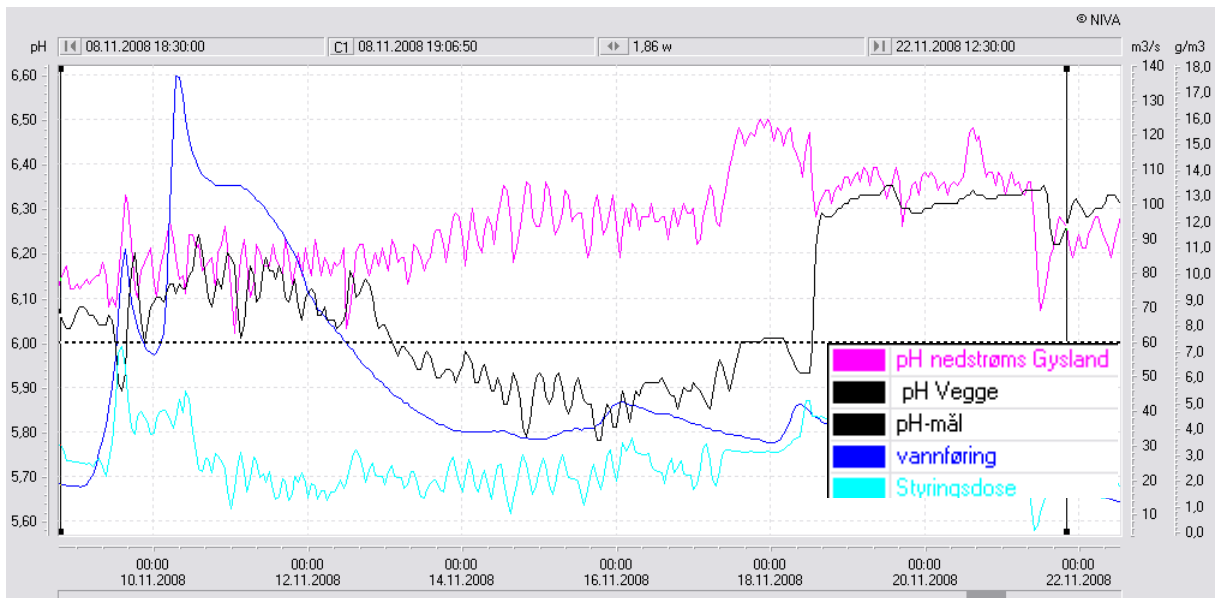
Avvik mellom kalkingsbehov og aktuell utdosering

Nedenfor følger en kort analyse av mulige årsaker til de observerte avvikene i 2008:

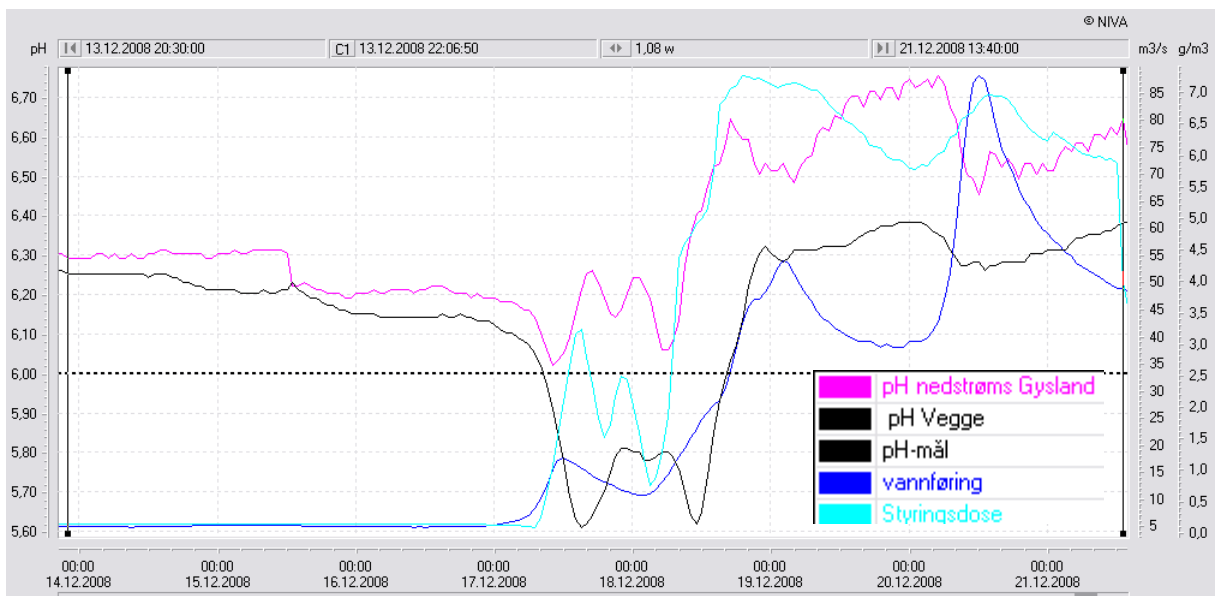
- I **Figur 7** er vist en kort forsuringsepisode ved Vegge. Anlegget på Gysland er innstilt på automatisk styring etter pH nedstrøms anlegget. Det tar lang tid å få opp pH i elva ved nedstrømsstyring og anlegget blir dermed satt til å styre etter pH oppstrøms og vannføring.
- **Figur 8** viser dropp i pH ved avtakende vannføring. Dette kan skyldes dårlig kalibrerte elektroder ettersom pH nedstrøms Gysland er stabil og det er vanskelig å se noen annen grunn til at pH skulle synke ved Vegge. 19. november blir elektrodene kalibrert og pH øker til riktig verdi.
- I **Figur 9** er vist nytt pH-dropp på Vegge når vannstanden stiger. Det er ingen buffer i elva nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg og pH avtar. pH øker igjen når dosen blir justert opp på Gysland kalkdoseringsanlegg.



Figur 7. Kort forsuringsepisode ved Vegge når vannstanden øker raskt, og det tar tid før kalkingen får effekt.



Figur 8. pH-dropp på Vegge ved avtakende vannføring.



Figur 9. pH-dropp på Vegge ved økende vannføring.

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 m³/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 m³/s) kan tiden kortes ned til om lag 3 timer (Kaste mfl. 2006). I 2008 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 2008.

Kalkforbruket økte betydelig fra 2007 og er det året det har blitt dosert mest kalk siden kalkingen startet i 2002.

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.

4. Tiltak

Tidligere anbefalte tiltak som er gjennomført:

- Forbedre vanninntaket til pH-måling oppstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg
- Ruste opp Vegge-stasjonen
- Interkalibrering av felt pH-metere mellom driftsoperatørene i Lygna, Kvina og Mandal.

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

- Etablere ekstra pH-overvåkingsstasjon ved Rom, i den nedre delen av elva. Dette vil gi et mer realistisk bilde av forsurenings situasjonen på hele den lakseførende strekningen. Det er nå gitt tilsagn om midler til en slik stasjon.
- NIVA har tidligere foreslått å etablere et automatisk styresignal fra sidebekk nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg, for å sikre tidlig dosering ved kraftige nedbørepisoder. Tiltaket er vurdert lokalt, men satt på vent 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.

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.