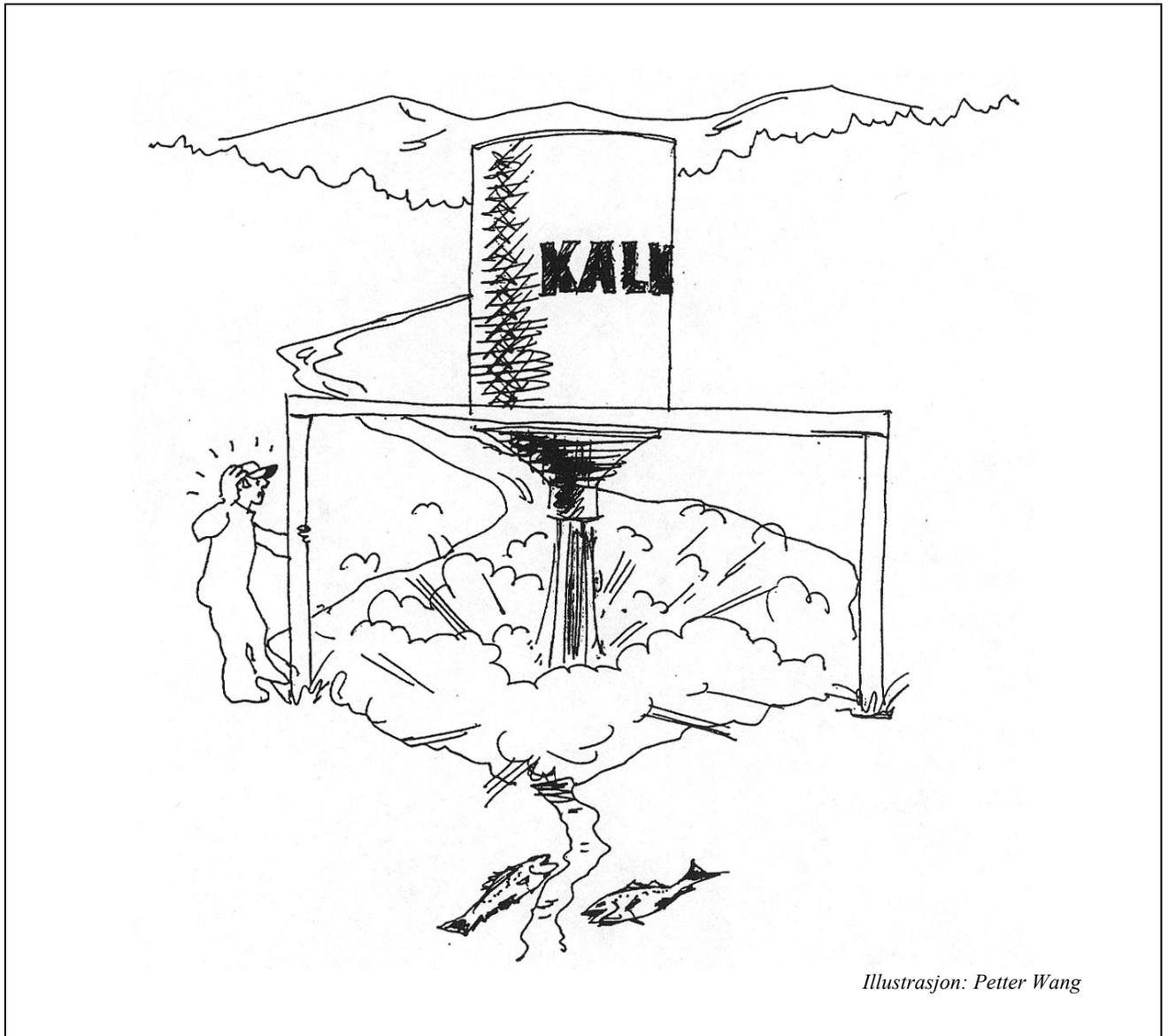




RAPPORT LNR 5390-2007

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna

Statusrapport for 2006



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) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2006.	Løpenr. (for bestilling) 5390-2007	Dato Mai 2007
	Prosjektnr. Udemnr. O-26035	Sider Pris 14
Forfatter(e) Øyvind Kaste og Liv Bente Skancke	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest Agder	Trykket NIVA

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

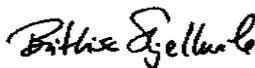
Sammendrag

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 (2006) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Anlegget har god driftssikkerhet, men det var hyppige og til dels langvarige forstyrrelser på pH-signalene oppstrøms doseringsanlegget i 2006. Dette medførte risiko for feildosering og forsuringsepisoder på den anadrome (lakse- og sjøaureførende) strekningen av vassdraget. Det er vanskelig å unngå kortvarige pH-dropp på den anadrome strekningen med dagens kalkingsstrategi i Lygna. Episoder som strekker seg over noen få timer har neppe store skadevirkninger på anadrom fisk, men svakheten i dagens kalkingsstrategi medfører at driftsforstyrrelser ved doseringsanlegget raskt kan få store konsekvenser. Det er foreslått tiltak for å bedre dokumentasjonen og øke sikkerheten knyttet til doseringen fra anlegget.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vassdrag 2. Kalkdosering 3. Overvåking 4. Måleteknikk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 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.

Vesentlige deler av det ukentlige arbeidet er utført av Jarle Håvardstun, Lise Tveiten, Liv Bente Skancke og Øyvind Kaste ved NIVAs Sørlandsavdeling. Prosjektet er støttet av Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder og oppdragsgiver er Hægebostad kommune.

Grimstad, mai 2007.

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Vurdering av driften	8
3. Tiltak	14
4. Referanser	14

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. Effekten av kalkingen fra Gysland-anlegget måles i dag ved Vegge, som ligger om lag midt i den anadrome strekningen av Lygna. I 2006 ble det registrert 126 timer hvor pH i elva lå under det fastsatte målnivået for den anadrome strekningen i mer en tre timer. Den alvorligste episoden inntraff i desember 2006, da pH ved Vegge i en kort periode sank til 5,45. 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.

Driftskontroll-loggeren hadde 8 stopp i 2006 grunnet strømbrudd. Det var hyppige og til dels langvarige forstyrrelser på pH-signalene oppstrøms doseringsanlegget. Mot slutten av året ble pH-styringen oppstrøms tatt helt bort, slik at anlegget kun ble styrt etter pH nedstrøms. Dette gir lengre responstid ved forsuringsepisoder i elva, og det ble registrert flere pH-dropp ved Vegge på grunn av dette i 2006. Forbedring av inntak for pH-oppstrøms signal bør derfor gis høy prioritet i 2007.

Hovedårsaken til pH-dropp ved Vegge ligger 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 anadrome strekningen bidra til forsuring i hovedelva. Denne innebygde svakheten i dagens kalkingsstrategi fører til at marginene er små dersom det oppstår driftsproblemer ved doseringsanlegget. Driftskontrollen for 2006 har avdekket at slike problemer ikke er uvanlige (strømbrudd, driftsforstyrrelser, feil på styresignaler), og at det derfor er en reell risiko for forsuringsskader på den anadrome strekningen.

På bakgrunn av resultatene fra 2006 foreslås følgende tiltak:

- Forbedre vanninntaket til pH-måling oppstrøms Gysland
- Opprusting og flytting av automatisk pH-overvåkingsstasjon fra Vegge til Rom. Dette vil gi et mer realistisk bilde av forsuringssituasjonen på den anadrome strekningen
- Opprusting av eksisterende pH-stasjon ved Vegge

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).

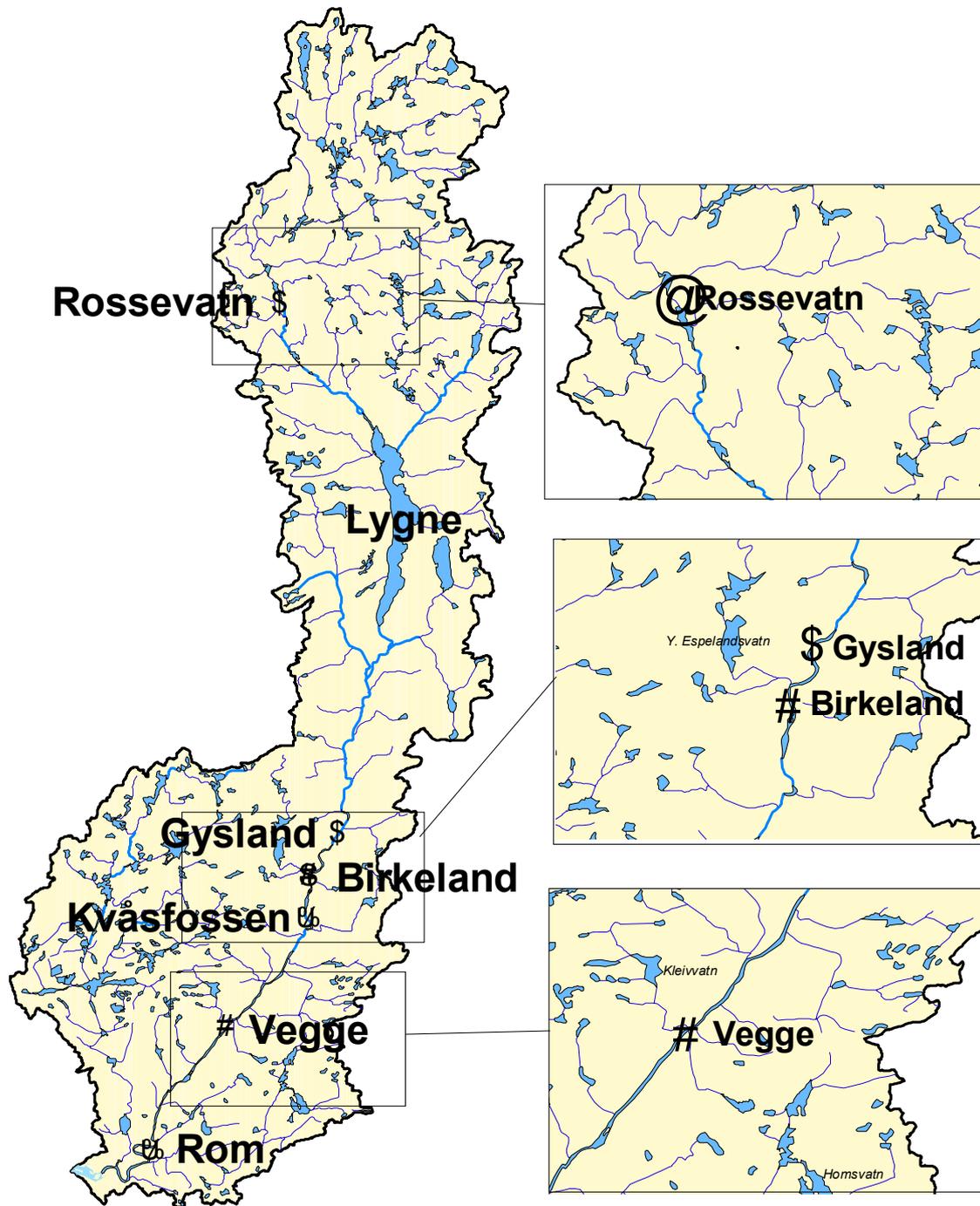
Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalkprodukter i rennende vann ofte produserer tilfeldige eller upresise kalkdoser. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift, og det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som overhodet mulig. Ideelt 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 kubikk vann. Dosene beregnes på grunnlag av titeringskurver 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.

I Lygnavassdraget er det to store kalkdoseringsanlegg: Rossevatn (vannføringsstyrt) og Gysland (pH-styrt) (**Figur 1**). Driftskontroll-avtalen i Lygna omfatter bare Gysland-anlegget. Tidligere rapporter fra driftskontrollen i Lygna er gitt i referanselisten bak i rapporten.

Kalkingsstrategi

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 den anadrome sonen, dvs. den strekningen av elva som fører laks og sjørret. 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 blir foretatt på Birkeland ca 2,5 km unna, og pH-verdiene blir overført til doseringsanlegget via radiosignaler.



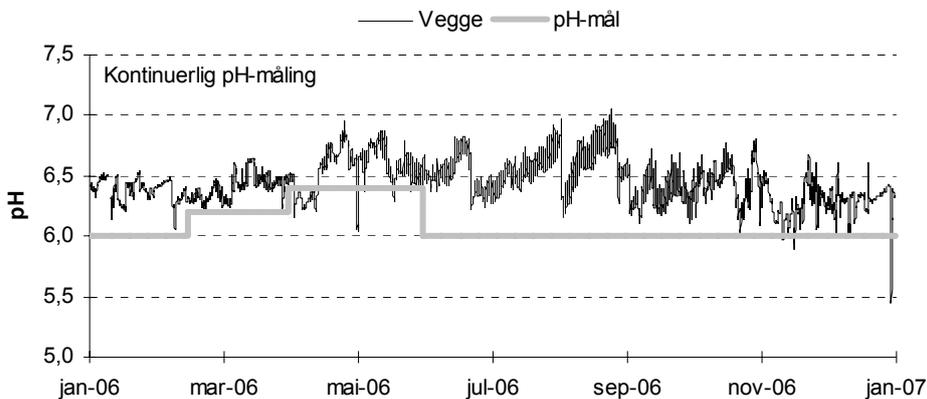
Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Lygna med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoserere (triangler) og pH-målestasjoner (sirkler).

2. Vurdering av driften

Måloppnåelse på anadrom strekning

Data fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Vegge og pH-stasjonen nedstrøms Gysland brukes for å vurdere om kalkingen har gitt ønsket resultat på den lakseførende (anadrome) strekningen i elva. I **Figur 1** er timesverdier fra Vegge plottet i forhold til pH-målene som gjelder i de ulike deler av året. Perioder hvor pH-verdiene i elva lå under aktuelt målnivå i mer enn tre timer er vist i **Tabell 1**. I tillegg til disse ble det registrert flere forsureningsepisoder av kortere varighet, men disse hadde ikke avvik større enn 0,10 pH-enheter. Det var syv kortere perioder gjennom året uten registrerte pH-verdier ved Vegge (til sammen 62 timer).

Resultatene for 2006 viser at måloppnåelsen generelt sett var noe dårligere enn i 2005, og mer på linje med resultatene for 2004. I begynnelsen av april lå pH i elva periodevis under målet, selv om det maksimale avviket var relativt lite. Den 1. mai var pH i elva under målet i 20 timer, og den laveste målte pH var 6,04. Det alvorligste pH-droppet i 2006 kom i desember da pH sank ned til 5,45 i løpet av en 8 timers periode.



Figur 2. Resultater fra kontinuerlig pH-måling (timesverdier) ved Vegge i 2006.

Tabell 1. Perioder i 2006 som pH ved Vegge lå $> 0,10$ pH-enhet under målet for elva i mer enn tre timer.

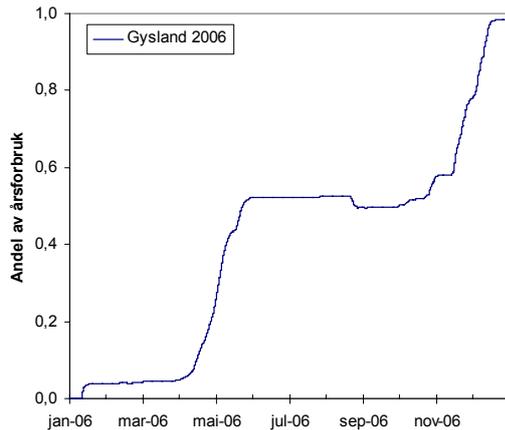
Dato	Ant. timer	Laveste pH	pH-mål	Avvik
03.apr	21	6,15	6,40	-0,25
07.apr	56	6,22	6,40	-0,18
13.apr	21	6,20	6,40	-0,20
01.mai	20	6,04	6,40	-0,36
30.des	8	5,45	6,00	-0,55
Sum	126			

Kalkforbruk

Kalkforbruket i Lygna har økt gradvis i løpet av de siste årene (**Tabell 2**). En del av økningen fra 2002-03 til 2004 skyldes at pH-målet for den anadrome strekningen ble oppjustert. I tillegg vil det kunne være betydelig år-til-år variasjon i vannføring. Mesteparten av kalken i 2006 ble dosert i løpet av månedene april, mai, november og desember (**Figur 3**).

Tabell 2. Årlig kalkforbruk (tonn) i perioden 2002-2006. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder. Dataene kan avvike noe fra loggedataene i driftskontrollen, pga. kalkpåfyllinger nær årsskiftet.

	2002	2003	2004	2005	2006
Rossevatn	476	495	738	1143	1385
Gysland	974	974	1034	1453	2119
SUM	1450	1469	1772	2596	3504



Figur 3. Akkumulert kalkforbruk ved Gysland-anlegget i 2006.

Driftssikkerhet på styringssignaler og dataoverføring

Driftskontroll-loggeren

Det var flere perioder med driftsstans på loggeren i 2006, hvorav de på tre timer eller mer er listet i

Tabell 3. Alle episodene skyldes sannsynligvis strømbrudd.

Tabell 3. Perioder med driftsavbrudd på driftskontroll-loggeren i 2006.

	Varighet (timer)	Årsak
25.jan	3	Strømbrudd
17.feb	7	-:-
29.mar	3	-:-
18.aug	7	-:-
22.aug	73	-:-
27.aug	23	-:-
02.sept	4	-:-
27.nov	6	-:-
SUM	126	

pH-signaler

Doseringsanlegget var ikke i drift 26/7- 28/8 pga. liten vannføring. Det var som i tidligere år store problemer med pH-signalet oppstrøms Gysland (**Tabell 4**). Disse problemene vil ikke kunne løses før det er foretatt ombygging eller eventuelt flytting av vanninntaket til denne stasjonen. Tiltaket er også omtalt i statusrapporten for 2005, men er ennå ikke gjennomført.

pH-signalet nedstrøms Gysland hadde feil i til sammen 14 dager i 2006. Den lengste sammenhengende perioden med feil oppsto i begynnelsen av mai og varte i 6 dager. Hovedårsaken til stans var manglende vanngjennomstrømning i målekyvetta pga. strømstans eller tilstopping av pumpa. Ved ett tilfelle sviktet elektrodene, og nye måtte monteres.

Tabell 4. Perioder med feil på pH-signaler **oppstrøms** Gysland-anlegget i 2006.

	Oppstrøms (ant.dager)	Kommentar
01.mai	6,8	Ustabile verdier, tidvis stillstand i kyvetta
21.jun	3,0	pH oppstr. > pH nedstr. Manuell drift på anlegget
26.jul	9,0	pH oppstr. > pH nedstr. Manuell drift på anlegget
28.aug	1,1	Ustabile verdier under oppstart av anlegget
25.sep	8,0	pH oppstr.> pH nedstr.
04.nov	0,5	Stillstand i kyvetta
05.nov	6,0	Periodevis veldig stabile verdier
11.nov	4,3	pH oppstr. ≥ pH nedstr.
18.nov	1,5	pH oppstr. ≥ pH nedstr.
21.nov	1,3	pH oppstr. ≥ pH nedstr.
26.nov	0,9	Stillstand i kyvetta
05.des	0,7	Stillstand i kyvetta
11.des	0,4	Stillstand i kyvetta
15.des	7,3	pH oppstr ≥ pH nedstr.
18.des	13,0	pH-signal kobles ut resten av året
SUM	63,8	

Tabell 5. Perioder med feil på pH-signaler **nedstrøms** Gysland-anlegget i 2006.

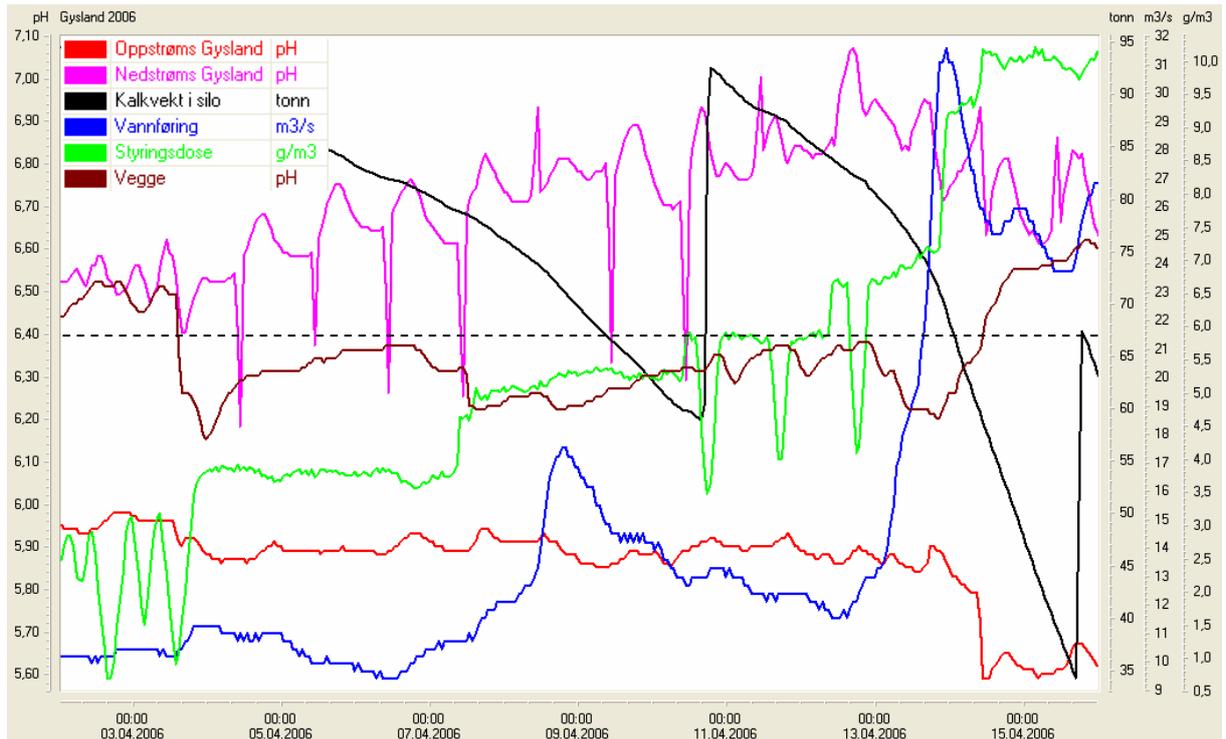
	Nedstrøms (ant.dager)	Kommentar
02.mai	6,0	Ustabile verdier, tidvis stillstand i kyvetta
08.mai	3,8	Ikke verdier i dette tidsrommet. Manuell kjøring.
12.sep	2,0	Synkende pH-verdier. Elektrodefeil – nye monteres
19.des	2,0	Stillstand i kyvetta
SUM	13,8	

Avvik mellom kalkingsbehov og aktuell utdosering

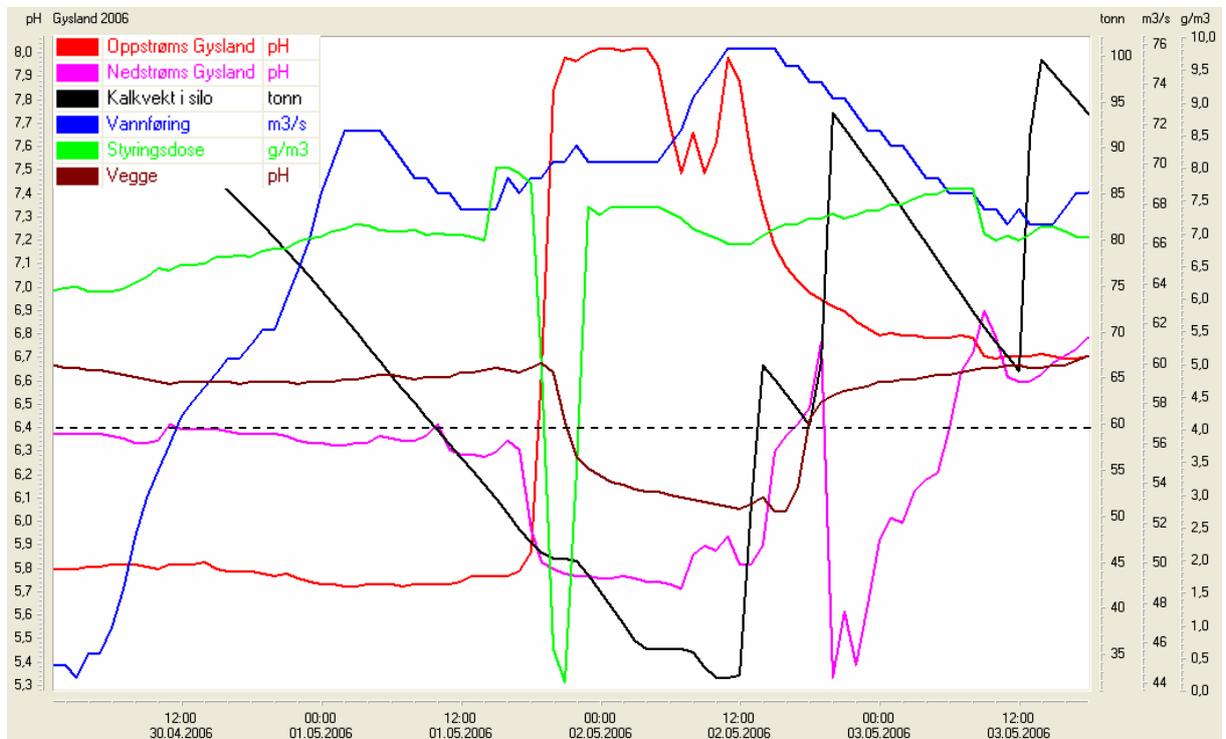
I **Tabell 1** er det identifisert perioder hvor en ikke har greid å kalke elva opp til ønsket målnivå for den anadrome strekningen. Nedenfor følger en kort analyse av mulige årsaker til disse avvikene.

Den første perioden inntreffer i tidsrommet 3. til 13. april (**Figur 4**). Det ser ut til å være vanskeligheter med å oppnå pH-målet etter 1. april, da dette økes fra 6,2 til 6,4. Styringsdosen økes gradvis gjennom hele perioden, men responsen på Vegge går tregt pga. liten vannføring i elva. Laveste pH i perioden var omkring 6,15, noe som er 0,25 pH-enheter under målet på denne tiden.

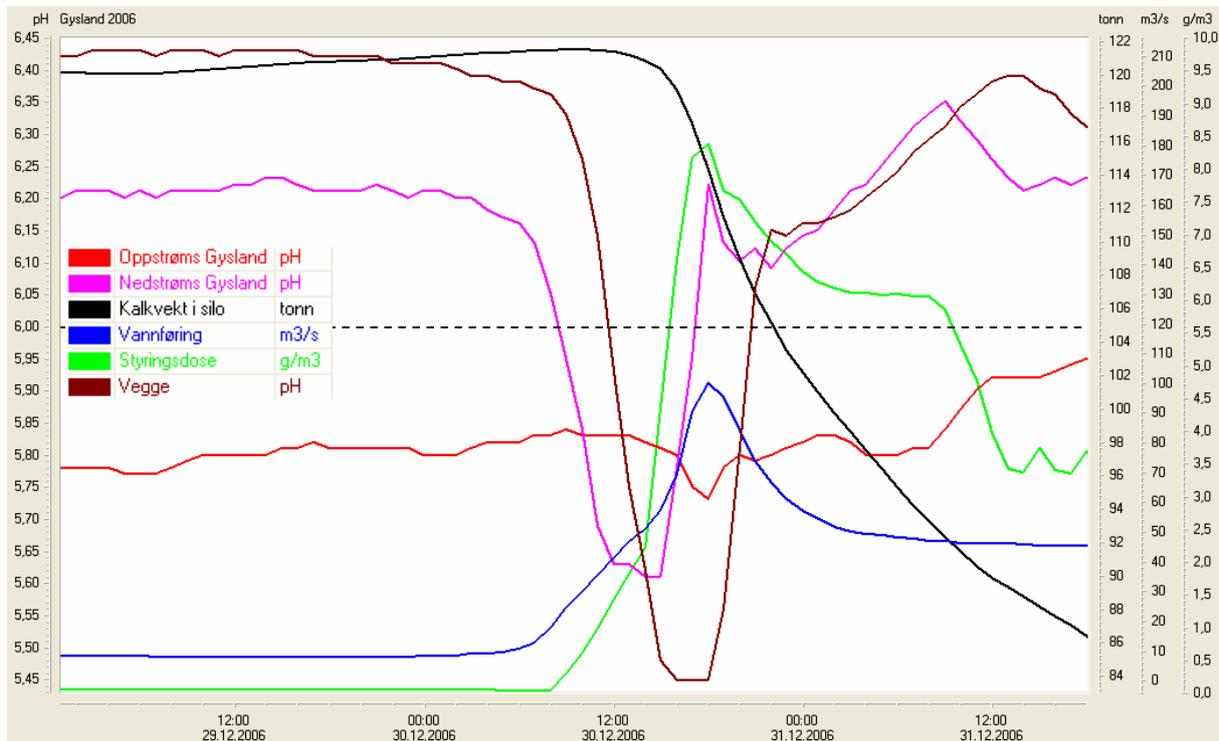
Den 1. mai oppstår det problemer med pH-signalet oppstrøms Gysland, pga. manglende vanngjennomstrømning i målekyvetta (**Figur 5**). Dette resulterer i at pH i det stillestående vannet stiger, og anlegget får feilaktig signal om å stoppe doseringen. Synkende pH ved Birkeland fører til at anlegget 5 timer senere får signal om å starte doseringen igjen, men dette er allerede for sent til å unngå en forsurepisode nedover i elva. Laveste pH ved Vegge var 6,04, noe som er 0,35 pH-enheter under målet for denne perioden. Episoden varer i underkant av et døgn.



Figur 4. Vanskeligheter med å oppnå pH-målet etter 1. april, da dette økes fra 6,2 til 6,4 (prirket linje). Styringsdosen økes gradvis gjennom hele perioden, men responsen på Vegge går tregt pga. liten vannføring i elva.



Figur 5. Feil på pH-signalet oppstrøms Gysland resulterer i midlertidig stopp i kalkdosering 1. mai. pH synker både nedstrøms Gysland og ved Vegge (til nærmere 6,0). Selv om kalkingen starter igjen etter bare 5 timer, tar det nesten et døgn før pH-øker igjen ved Vegge. pH-mål ved Vegge i den aktuelle perioden er vist med prirket linje.



Figur 6. Kraftig pH-dropp ved Vegge i forbindelse med flom 30. desember. Kalkingen kommer for sent i gang, trolig pga. at pH-signalet oppstrøms Gysland er ute av drift og det tar relativt lang tid å justere opp kalkdoseringen basert på pH nedstrøms anlegget (ved Birkeland). pH-mål ved Vegge i den aktuelle perioden er vist med prikket linje.

Mot slutten av året (30. desember) kommer det et kraftig pH-dropp ved Vegge i forbindelse med en kortvarig flom (**Figur 6**). pH-styringen oppstrøms var satt ut av drift på denne tiden på grunn av tekniske problemer, og anlegget styres derfor kun etter pH nedstrøms. Responstiden på pH-endringer nedstrøms er betydelig lengre enn på tilsvarende endringer oppstrøms, og en greier derfor ikke å forhindre en forsureningsepisode ved Vegge. pH synker helt ned mot 5,45 denne gangen, noe som er 0,55 pH-enheter under målet. Episoden er relativt kortvarig, omkring 8 timer, noe som reduserer skadeomfanget på vannlevende organismer.

Problemer knyttet til dagens kalkingsstrategi

Både tidligere avviksrapporter (Høgberget og Håvardstun 2003, 2005) samt årlige driftsrapporter fra doseringsanlegget (Tveiten 2006) 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 anadrome 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 anadrome 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 ($\sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$) ser det ut til å ta om lag 4 timer for det kalkede vannet å transporteres fra Gysland til Vegge. Ved høy vannføring ($>100 \text{ m}^3/\text{s}$) kan tiden kortes ned til om lag 3 timer. På grunn av mindre fall, er det antatt at vannet bruker minst like lang tid fra Vegge til Rom under de

samme vannføringene. Dette betyr at forsuringen vil tilta både i varighet og intensitet på strekningen fra Vegge og ned mot Rom.

Med dagens kalkingsstrategi er det umulig å unngå kortvarige forsuringsepisoder på den anadrome strekningen i forbindelse med flommer. Det prøves likevel å dempe episodene ved at driftsoperatør følger med på langtids-værvarsel og justerer doseringen manuelt ved varsel av store nedbørmengder.

Episoder med varighet 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 er en reell risiko for forsuringsskader på den anadrome strekningen.

3. Tiltak

Tidligere anbefalte tiltak som er gjennomført:

- Inter-kalibrering av felt-pH-meter mellom driftsoperatørene i Kvina, Lygna, og Mandal to ganger per år.
- Forbedre vanninntaket til pH-måling nedstrøms Gysland. Løftet opp for å sikre tilbakespyling.

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

- Forbedre vanninntaket til pH-måling oppstrøms Gysland
- Opprusting og flytting av automatisk pH-overvåkingsstasjon fra Vegge til Rom. Dette vil gi et mer realistisk bilde av forsureningssituasjonen på den anadrome strekningen
- Ruste opp Vegge-stasjonen
- NIVA har tidligere foreslått å etablere et automatisk styresignal fra sidebekk nedstrøms Gysland, for å sikre tidlig dosering ved kraftige nedbørepisoder. Tiltaket er vurdert lokalt, men satt på vent inntil videre.

Det er ikke foreslått nye tiltak basert på denne rapporten.

4. Referanser

- Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824, 37 s.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2003. NIVA-rapport 4988, 14 s.
- Høgberget, R. og Håvardstun. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4675, 21 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. 2001. Lygna. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2001-2. s. 86-89.
- Kroglund, F. og Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA-rapport 4797, 45 s.
- Tveiten, Å. 2006. Årsrapport Gysland 2005. Notat, 9 s.