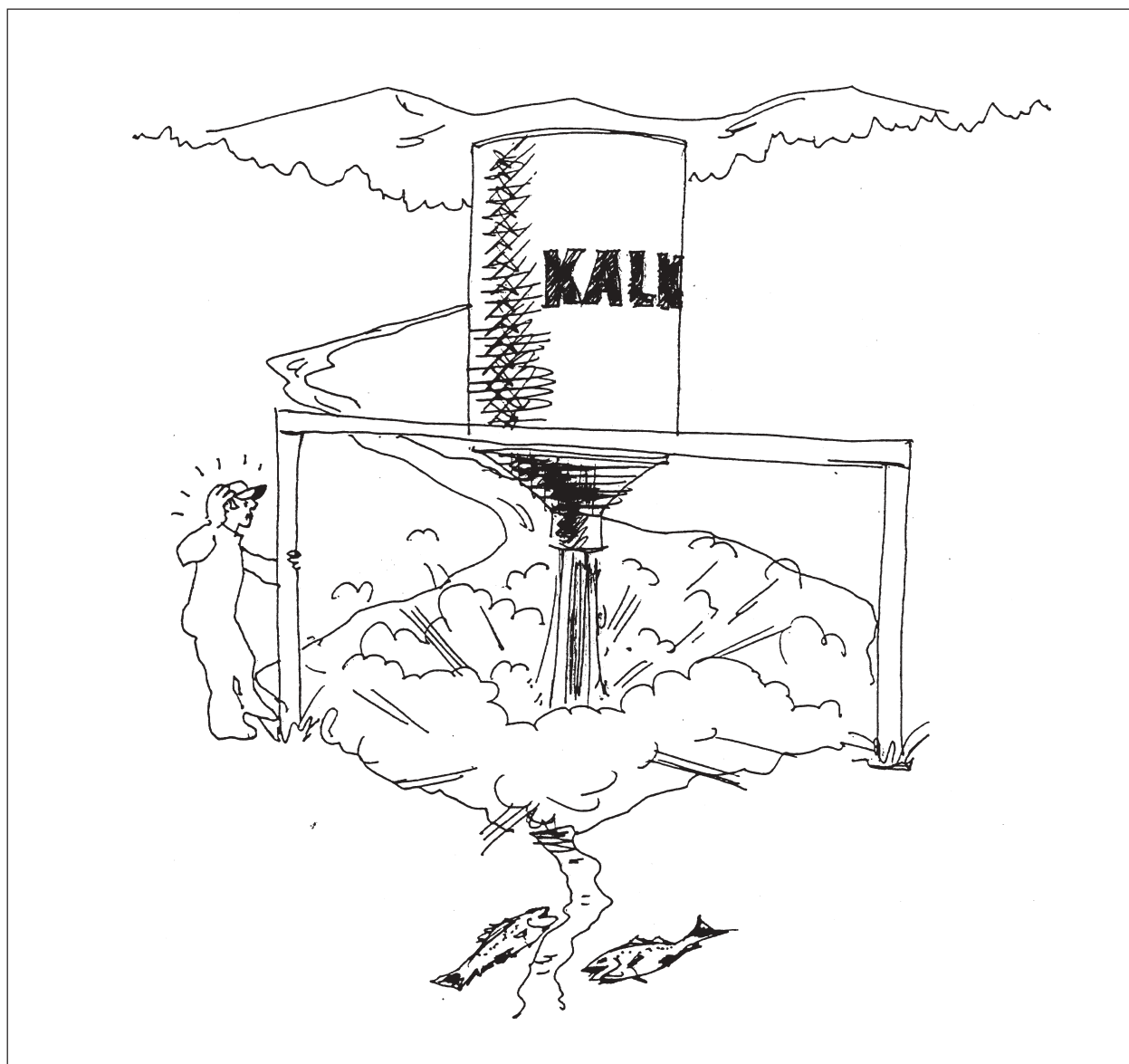


**D**riftskontroll av  
kalkdoseringsanlegg i  
Lygna

Avviksrapport år 2002



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 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**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Avviksrapport år 2002.	Løpenr. (for bestilling) 4675-2003	Dato 06.03.03
	Prosjektnr.    Udemnr. O-21813	Sider            Pris 21
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	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. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Det foreslås tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Anlegget har god driftssikkerhet, men det doseres ofte feil i forhold til ønsket pH-mål. pH-styringen fungerer dårlig. Dosering kommer sent igang og justeres lite presist i forhold til pH-kravet som settes i doseringsautomatikken. pH-styring fra verdier oppstrøms dosereren bør etableres for bedre justering av doseringen. For å unngå forsuring ved flom er det utarbeidet en sammenheng mellom starttidspunktet for ekstra dosering i forkant av flom i forhold til ønsket reaksjon i nedre deler av lakseførende strekning (Rom). For bedre oversikt over pH-utviklingen i elva foreslås den automatiske pH-overvåkingsstasjonen på Vegge flyttet til Rom. For økonomisering av kalkingen bør anlegget stoppes når pH er langt over målet nedstrøms dosereren.

Fire norske emneord 1.    Vassdrag 2.    Kalkdosering 3.    Overvåking 4.    Måleteknikk	Fire engelske emneord 1. 2. 3. 4.
--	---

# **Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg**

**i Lygna**

Avviksrapport år 2002

## Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalkprodukter i rennende vann ofte produserer tilfeldig kalkdose til vassdragene de betjener. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som overhodet mulig. Ideelt innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid hverken er for lav eller for høy.

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 anlegget og introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører og annet personell, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna etablert. En rammeavtale for driftskontrollen ble kontraktsfestet i september 2001. Denne avtalen innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken og dokumentasjon ved en kortfattet avviksrapport hvert år. Vesentlige deler av det ukentlige arbeidet utføres av Liv Bente Skancke og Jarle Håvardstun.

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder. Oppdragsgiver er Hægebostad kommune ved Kjell Torfinn Verdal.

Grimstad, 06.03. 2003

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Driften på anlegget</b>	<b>8</b>
<b>3. Tiltak</b>	<b>14</b>
3.1 Oppsummering av tiltak	19
<b>4. Referanser</b>	<b>21</b>

## Sammendrag

Gysland kalkdoseringsanlegg er plassert 25 km fra utløpet i elva Lygna. Det er et pH-styrt anlegg som skal justere vannkvaliteten til akseptable forhold for sjøaure og laks. Anlegget ble etablert i 2002 fordi kalkingsaktiviteten i vassdraget ikke var tilstrekkelig for å holde akseptabel kvalitet for anadrom laksefisk. Anlegget skal justere pH etter varierende pH-mål avhengig av årstid.

Driftskontroll av anlegget ble etablert høsten 2001. Imidlertid mangler tilgang på dose-signal fra anlegget. Dette gjør at driftskontrollen blir noe ufullstendig. Det har ikke vært driftsstans på driftskontroll-loggeren i rapporteringsperioden. Imidlertid har vekt- og pH-verdier til tider manglet. Mangel på pH-verdier førte til fravær av driftskontroll i til sammen ca. en måned i 2002.

Det har vært driftsstans med negativ utvikling for vannkvaliteten en gang fordi etterfylling av kalk sviktet under flom i oktober. Transportapparatet bør fungere, også under flomsituasjoner, da behovet er størst i slike situasjoner. Vannkvaliteten har mange ganger vært utilfredstillende på grunn av for lav dosering. I rapporteringsperioden har pH vært lavere enn pH-målet for elva i 10 % av tiden. Det har også vært lange tider med for høy pH i elva. Noe av dette skyldes økende pH som følge av mobilisering av kalk i elveleiet uten at det doseres fra anlegget. Ofte kommer kalkdoseringen for sent igang til å unngå forsuring av elva i forkant av flommer. Disse forsuringsepisodene er kortvarige og kulminerer raskt når doseringen øker. Den store avstanden mellom pH-målingsstasjonen på Birkeland og kalkdosereren er en del av årsaken til problemet. Etablering av styring etter pH oppstrøms anlegget vil forbedre forholdene. Dette er foreløpig ikke gjennomført. Manuell overstyring av doseringen er alltid aktuelt i forbindelse med flommer. Det er utarbeidet en sammenheng mellom tidspunkt for start av ekstradosering og vannføringen forbi doseringsanlegget før forventet flom. Tiltakene er beregnet å gi god effekt til Rom. Rom regnes i denne sammenheng som nedre punkt i målområdet for kalkingen (pH-mål området). Imidlertid er det ikke gitt klare pH-krav til ekstradoseringen, da vi mangler gode data på effekten ved Rom. Doseringsautomatikken har vanskeligheter med å stabilisere pH under flom. I tillegg til ovenfor nevnte forhold, kan dette ha sammenheng med at anlegget ofte blir styrt manuelt gjennom flommene for å unngå høy pH ved Vegge (automatisk pH-overvåkingsstasjon midt i anadrom sone av elva.). Økende pH fra Gysland til Vegge er observert flere ganger i første del av rapporteringsperioden. Mulige årsaker er ujusterte pH-metere og/eller oppløsning av sedimentert kalk i elveleiet ved flom. Anlegget doserer også til tider kalk når pH er langt over pH-målet for elva. Dette er lite økonomisk og i de fleste tilfeller helt unødvendig.

### Oppsummering av tiltak, prioritert rekkefølge:

1. Etablering av ekstra pH-styring etter signaler fra pH oppstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg.
2. Bedring av transportkapasiteten for kalklevering.
3. Flytting av automatisk pH-overvåkingsstasjon fra Vegge til Rom.
4. Etablere muligheter for tilgang til doseringssignal for driftskontroll-loggeren.

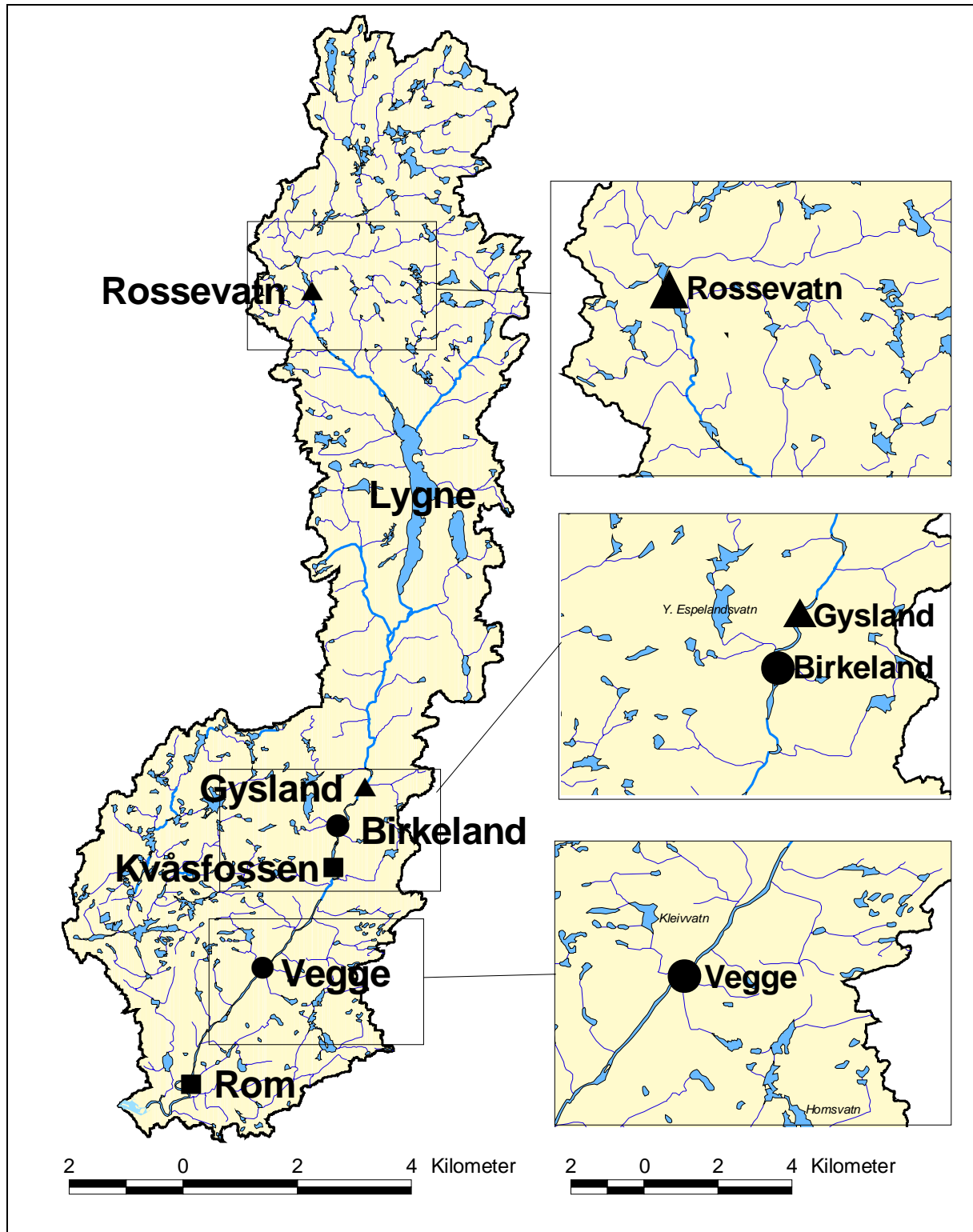
# 1. Innledning

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 Hindar og Høgberget (1998). Bakgrunnen for utviklingen av dette systemet ligger i erfaringer med høyst forskjellige driftsresultater på de forskjellige kalkdoseringsanleggene.

Prinsipielt foreligger to driftsformer for kalkdosering i elv. Det er vannførings- og pH-styrte anlegg. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal kalke med faste doser. Dosene beregnes på grunnlag av hvor stor del av nedbørfeltene som skal avsyres og en kalk/pH-titreringskurve for den aktuelle vannkvaliteten på hvert enkelt sted. Ved å sammenligne doseringsmålet med den faktiske dosering gitt av driftskontrollen vil en få et mål på effektiviteten til anleggene. Ved pH-styrte anlegg overstyres vannføringsbasert dosering av ekstra prosessignaler fra pH-målere.

I Lygnavassdraget er det to kalkdoseringsanlegg: Rossevatn og Gyslandanlegget. Rossevatn er vannføringsstyrt, mens Gysland er et pH-styrt anlegg (**Figur 1**). Denne rapporten omhandler bare driften på Gyslandanlegget. Årsaken er at NIVA ikke har avtale om driftskontroll av Rossevatn kalkdoseringsanlegg.

Rapporten er den første avviksrapporten for driften ved anlegget, og omhandler perioden 25. oktober 2001 til 1. januar 2003.



**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). Øvrige stedsnavn er merket med kvadrater.



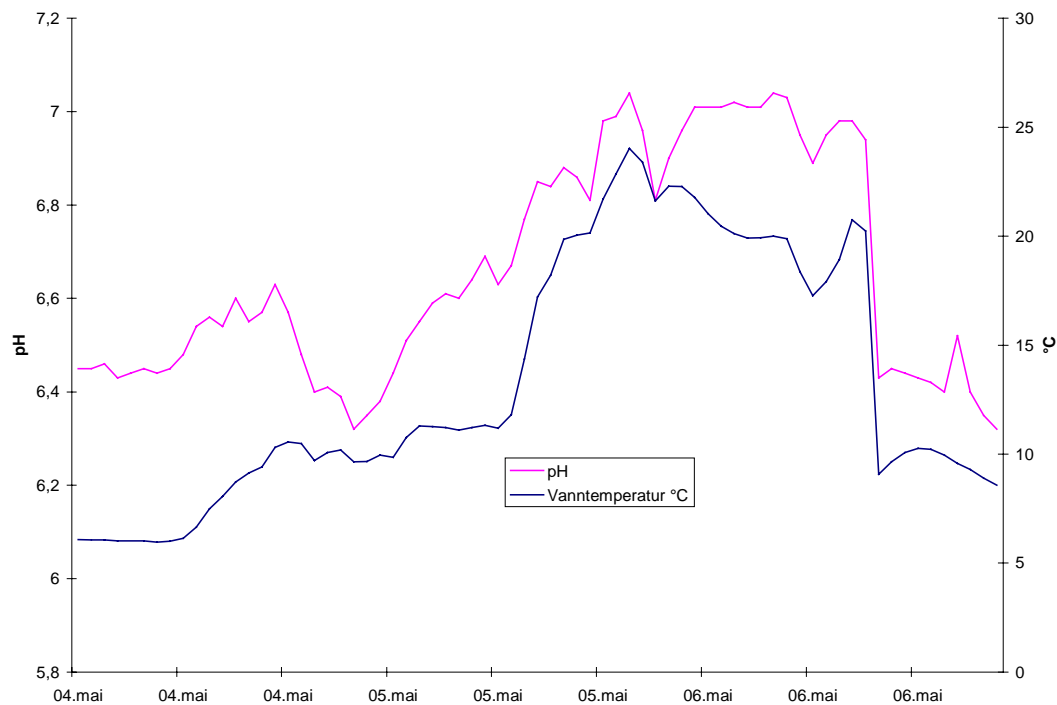
## 2. Driften på anlegget

Rossevatndosereren ligger 35 km oppstrøms Gysland. Denne dosereren avsyrer innsjøen Lygne. Imidlertid har erfaringer vist at vannkvaliteten periodevis har vært alt for sur i elveavsnittet nedstrøms Lygne (Kaste 2001). Spesielt utsatt var områdene nedstrøms Kvåsfossen. For å avhjelpe situasjonen ble Gysland kalkdoseringsanlegg etablert i 2000. Det ligger ca 25 km fra utløpet og 7 km oppstrøms Kvåsfossen (avstander regnet i elvestrekning). Formålet for dette anlegget er å justere vannkvaliteten til akseptabelt nivå for anadrom fisk nedstrøms Kvåsfossen. Doseringen justeres etter varierende pH-mål avhengig av årstid. Målene for 2002 er satt til pH 6,0 i tiden fra 1. juni til 10. mars og, pH 6,2 fra 11. mars til 31. mai. pH-målene skal holdes i hele anadrom sone. De kontrolleres ved Vegge (7 km nedstrøms Kvåsfossen) der det er plassert en automatisk pH-overvåkingsstasjon. Gysland kalkdoseringsanlegg er konstruert som et pH-styrt anlegg. Det benytter vannføringen og pH nedstrøms anlegget til å regulere doseringen. pH-målingene blir foretatt på Birkeland ca 2,5 km nedstrøms anlegget (se **Figur 1**). Signalene blir overført til anlegget som radiosignaler. Fra desember 2002 ble også pH oppstrøms anlegget gjort tilgjengelig som styringssignal, men styring etter pH oppstrøms er ennå ikke igangsatt.

Det ble montert driftskontroll-logger på Gysland-anlegget høsten 2001. Loggeren var i drift fra 5. oktober, men driftskontrollen var ikke operativ før 25. oktober, da vekt- og pH-signalene begynte å fungere tilfredsstillende. Full driftskontroll er likevel ikke operativ på grunn av manglende registrering av dosesignal fra elektronisk styringsenhet på kalkdosereren (bestilt av Miljøkalk, men foreløpig ikke etablert). Dermed er det ingen oppgitt dose som skal kontrolleres ved hjelp av vannføring og vektdata (for driftskontroll-funksjon, se Høgberget og Hindar 1998). Da dosen ikke kan kontrolleres, er foreløpig ikke vekt av beholdningssilo justert. Vannføring er imidlertid kalibrert av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og lagt inn med riktige tilpasninger i forhold til vannstanden ved anlegget.

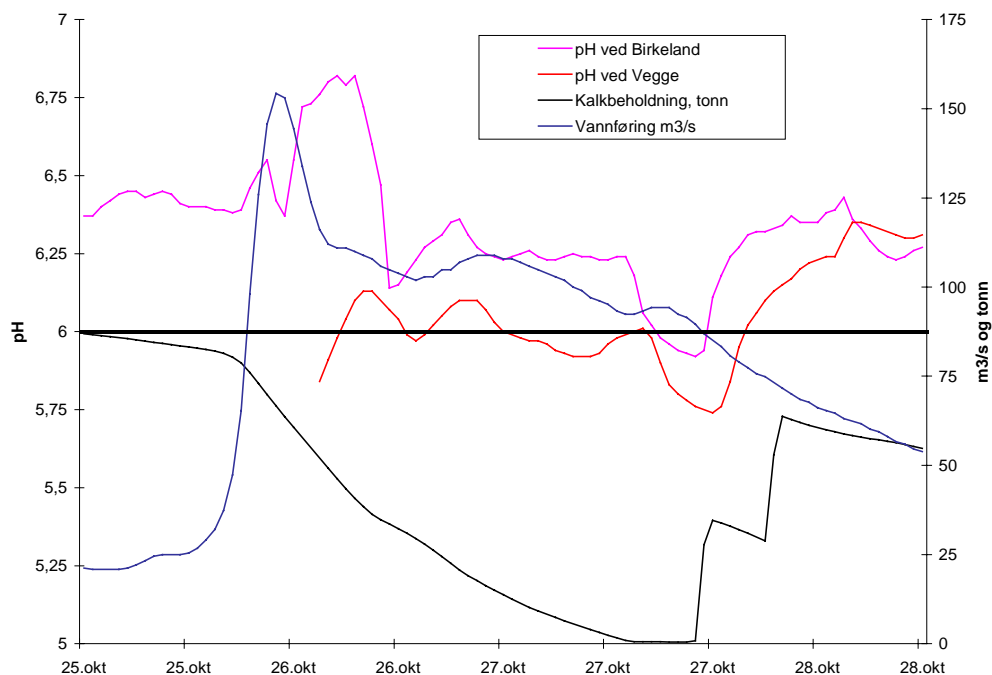
Det har ikke vært driftsstans på loggeren i rapporteringsperioden. Imidlertid har det til tider vært vanskelig å overføre data til databasen på NIVA. Årsaken har vært manglende operativ telelinje (manglende summetone).

Det har vært feil på signaler til logging ved flere anledninger. pH-signalet fra Birkeland (pH nedstrøms anlegget) var ikke operativt i to dager fra 5. juni 2002 på grunn av sviktende strømforsyning (UPS-strøm) og 28 dager fra 1. august 2002 på grunn av feil ved nytt utstyr. Det har også vært stillstand i målekyveta for pH-måling ved flere anledninger. Datoene var 1. mai, 5. mai og 18. juni. pH viste i disse tilfellene ikke reel verdi (**Figur 2**). Vekta viste feil i 9 dager fra 3. desember 2001. Vekt-signalet var ikke tilgjengelig i 44 dager fra 9. juli 2002 på grunn av ødeleggelse ved tordenvær.



**Figur 2.** pH og vanntemperatur på Birkeland (pH-målestasjon for pH nedstrøms kalkdoseringsanlegget på Gysland) i mai 2002. Verdiene øker i målekyvetta når vannbevegelsen stopper opp. Fordi målekyvetta står i omgivelser med høyere temperatur enn vannet, synes tilstanden ved økende vanntemperatur i kyvetta.

Det er registrert få tilfeller av driftsproblemer på kalkdoseringsanlegget. Driftsstans med negative konsekvenser for vannkvaliteten ble observert kun en gang. Det var den 27. oktober 2002. Da gikk beholdningssiloen tom for kalk før ny forsyning ble tilkjørt (se **Figur 3**). Foruten at framtrekkskruen for kalk ble defekt den 14. juli 2002, oppsto flere tekniske problemer ved fremføring av kalk gjennom doseringssystemet uten at dette fikk konsekvenser for vannkvaliteten (Åge Tveiten 2002).



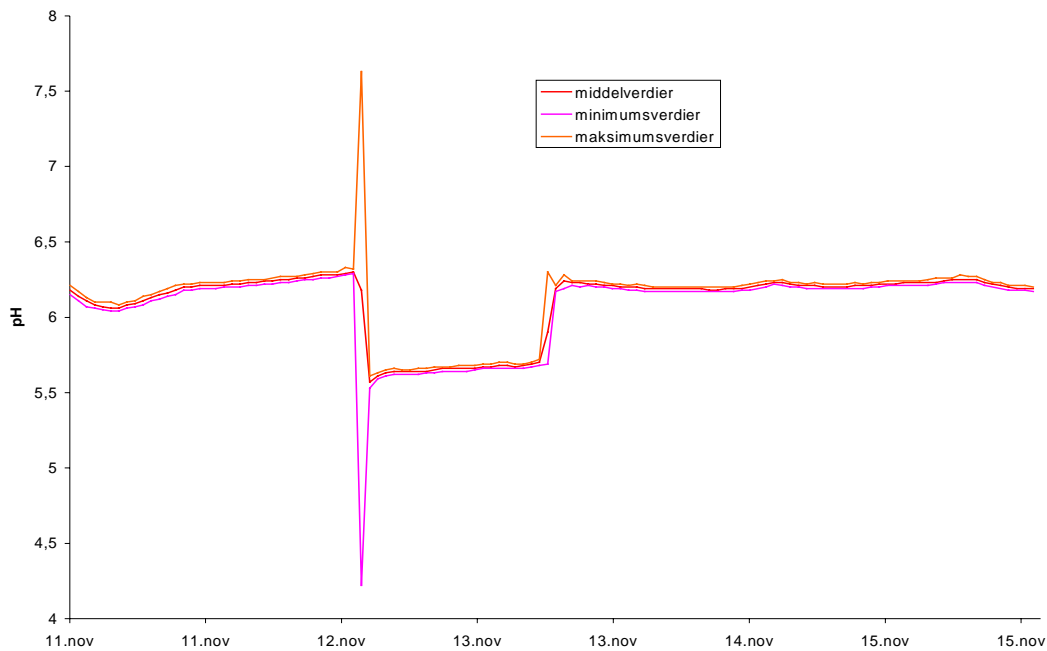
**Figur 3.** Vannføring og kalkbeholdning på Gysland kalkdoseringsanlegg, pH nedstrøms Gysland (Birkeland) og pH på automatiske pH-overvåkingsstasjon (Vegge) i oktober 2002. Figuren viser lav pH i vassdraget som følge av stopp i doseringen da beholdningstanken gikk tom.

Det ble registrert mange tilfeller av for lave pH-verdier i elva i forhold til pH-målene. Registreringene ble gjort både ved Birkeland (pH nedstrøms doserer) og Vegge (automatisk pH-overvåkingsstasjon).

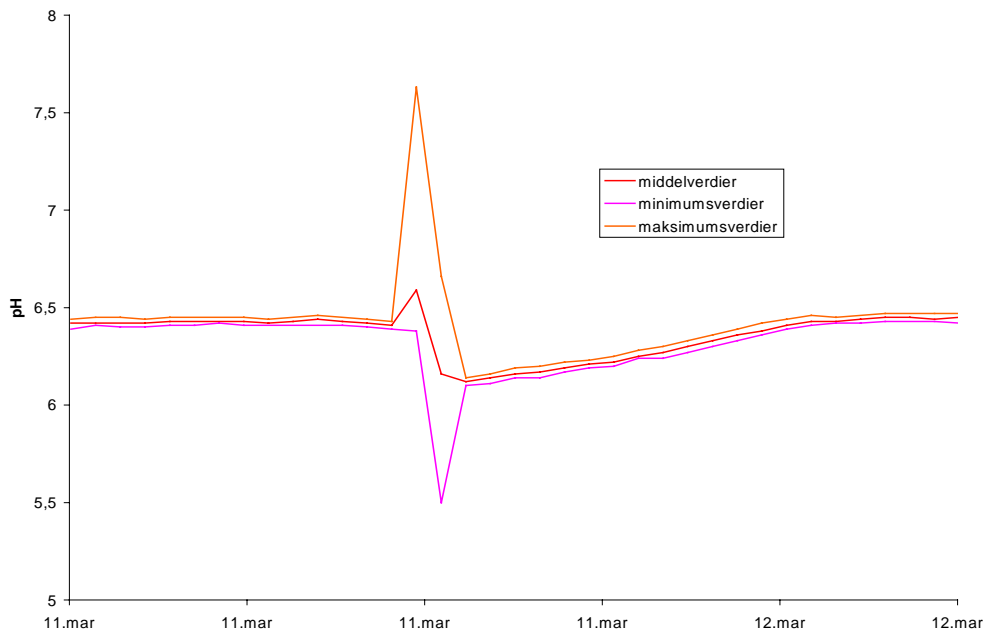
**Tabell 1** viser en oversikt over disse episodene. Til sammen var det i hele eller deler av målområdet for lav pH i 44 døgn. Dette er 10% av total rapporteringstid. I tillegg ble det registrert tre tilfeller med for lav pH etter kalibrering av pH-elementer (12. november 2001, 11. februar 2002 og 10. september 2002). pH forholder seg lav i disse tilfellene til pH-nivået blir etterjustert (prosesskalibrering). Tiden mellom kalibrering med buffere og prosesskalibrering var henholdsvis 23, 45 og 26 timer. pH ble da registrert med for lave verdier, men er ikke med i tabellen. Eksempel på en slik tilstand er gjengitt i **Figur 4**. Det er heller ikke medtatt forhold som skyldes rengjøring av elektroder. pH-verdiene har ofte en tendens til å synke i en tid etter behandling (se **Figur 5**).

**Tabell 1.** Tabell over antall timer pH i Lynga har vært under pH-målet for elva. For området av tabellen mellom de to markeringene er pH-målet 6,2. For resten av tabellen er pH-målet 6,0.

Dato	Birkeland		Vegge	
	Timer	Laveste pH	Timer	Laveste pH
29.10.2001	7	5,9		
26.11.2001	6	5,9		
08.12.2001	9	5,9		
13.12.2001			84	5,9
14.01.2002			50	5,7
17.01.2002			15	5,9
23.01.2002	57	5,9		
28.01.2002	6	5,9	10	5,9
01.02.2002	19	5,8	20	5,7
03.02.2002	22	5,9		
04.02.2002			16	5,9
11.02.2002			12	5,8
20.02.2002	4	5,9		
05.03.2002			175	5,3
<b>06.03.2002</b>	<b>8</b>	<b>5,8</b>		
18.03.2002	11	6,1	15	6,1
26.03.2002			14	6,1
28.03.2002			315	6,1
09.04.2002			11	6,1
28.04.2002	9	6	19	6
02.05.2002	14	6,1		
07.05.2002			11	6,1
08.05.2002			12	6,1
23.05.2002	4	6,1	6	6,1
<b>08.07.2002</b>			<b>32</b>	<b>5,6</b>
11.07.2002			6	5,9
23.10.2002			64	
27.10.2002	6	5,9	27	5,7
06.11.2002			9	5,6



**Figur 4.** pH gjennom en periode i november 2002 med falske verdier på grunn av forandring av 0-punkt ved to punktskalibrering med standardbufferne. Målingen er gjort ved Birkeland nedstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg. Kalibreringen synes ved at maksimums- og minimumsverdiene avviker sterkt fra gjennomsnittlige verdier. Prosesskalibrering foretas en tid etter topunktskalibrering for at elektrodene skal få tid til å innstille seg på et nytt nivå. Korrekt verdi settes da inn etter pH-verdi fra et annet pH-meter (0-punktet blir tvunget til et annet nivå).

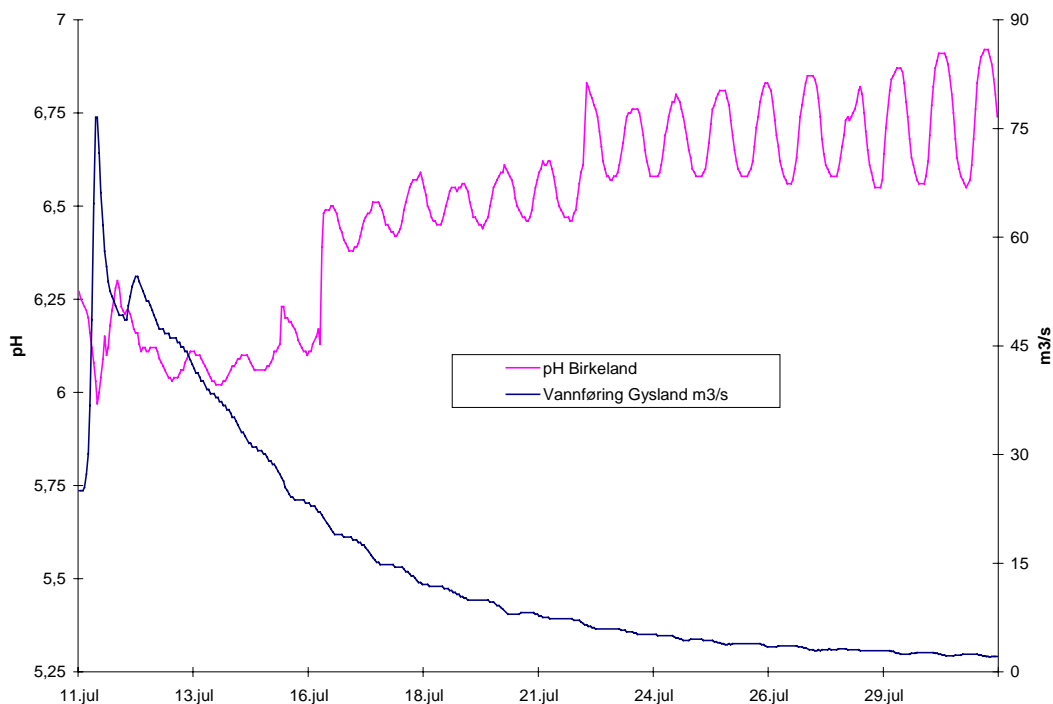


**Figur 5.** pH på Birkeland ved rensing av elektroder i mars 2002. Kurven viser at pH-verdiene reduseres etter renhold. Vanligvis settes en karantenetid på pH-signalene inn til styringsautomatikken ved service på elektroder. I denne tiden beholdes gammel verdi i noen timer. Tiden settes på grunnlag av erfaringer. I dette tilfellet varer reduserte avlesninger fra pH-meteret i ca 2 døgn. Dette er mye lenger tid enn normalt og doseringen fra anlegget vil da øke dersom anlegget går på automatisk drift.

Det ble også registrert høye pH-verdier i lange perioder. I begynnelsen av registreringsperioden var det ofte høyere pH på Birkeland enn ved Vegge samtidig som Birkeland-verdiene var meget høye. I en del tilfeller økte pH over 0,5 enheter over pH-målet. På Birkeland gjelder dette en periode på 2 uker fra 27. desember 2001, fire dager fra 9. mai 2002, en uke fra 7. juni, seks og en halv uke fra 22. juli, fem uker fra 18. september og en uke fra 20. desember. På Vegge er tilsvarende høye pH-nivåer registrert en uke fra 7. juni 2002, tre dager fra 5. juli, seks og en halv uke fra 22. juli og fem uker fra 18. september.

### 3. Tiltak

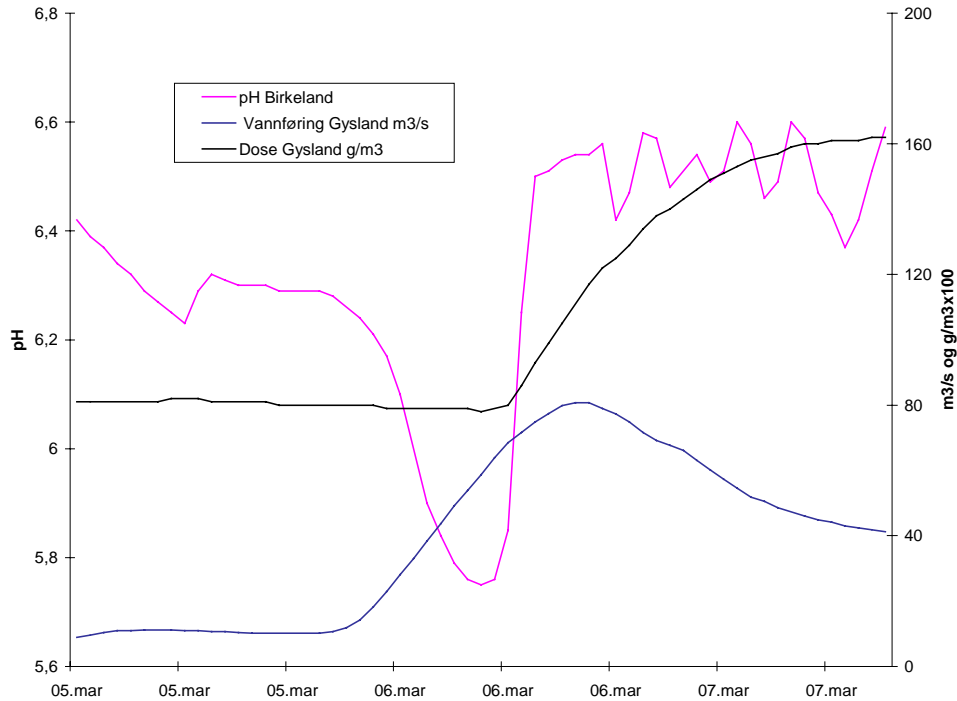
pH-avvik i forhold til pH-mål for vassdraget er altfor mange sett i forhold til det avanserte doseringsutstyret som er i drift. Et pH-styrt anlegg skal være i stand til å justere pH etter oppsatte krav, med unntak av perioder i året da pH allerede er for høy før dosering eller tilstander der pH øker nedstrøms anlegget selv om det ikke kalkes. Sommerhalvåret med stor energi-innstråling og lite vannføring er typisk for slike perioder. Foreløpig finnes ikke driftskontrolldata som underbygger pH-økning nedstrøms anlegget i perioder uten dosering (mangler pH oppstrøms anlegget). Registreringer fra Tovdalselva viser imidlertid tydelig at pH øker i elva nedstrøms doseringsanlegget uten at det doseres (Høgberget 2002). Det er derfor grunn til å anta at aktivisering av kalk i elveleiet nedstrøms Gysland medfører pH-økningen i sommerhalvåret. Manuelle målinger på Gysland og Birkeland viser en klar pH-økning på strekningen selv om det ikke kalkes. **Figur 6** viser tydelig hvordan pH ligger lavt etter en flom, for så å øke med tiden.



**Figur 6.** pH nedstrøms doserer (Birkeland) og vannføring ved Gysland i en periode om sommeren 2002 da det ikke ble dosert kalk i elva fra anlegget. pH er lav ved flom 11. juli, men øker jevnt i elva i perioden etter flommen.

Det registreres ofte sen reaksjon i doseringen fra anlegget ved plutselig flomutvikling. Dette resulterer i korte perioder med for lav pH i forhold til pH-kravet for anlegget. Dette var tilfelle ved flom den 1. februar, 6. mars og 6. november 2002. **Figur 7** viser hvordan kalkavtaket i siloen kommer sent igang slik at det blir surt både på Birkeland og ved Vegge. Mye av årsaken er at pH-signalet på Gysland kalkdoseringsanlegg hentes fra pH nedstrøms anlegget. Avstanden mellom målepunktet og doseringsanlegget er ca 2,5 km. Det vil derfor ta lang tid fra dosering til måling av pH. Denne tiden er avhengig av vannføringen. Ved høy vannføring er tiden kort, men dersom det er lite vann i elva, vil tilbakemeldingstiden bli lang. Styringsteknisk er det vanskelig å raskt nok etablere doseringsnivåer som står i forhold til ønsket pH-effekt. Et tiltak for å korte ned justeringstiden vil vær å etablere pH-

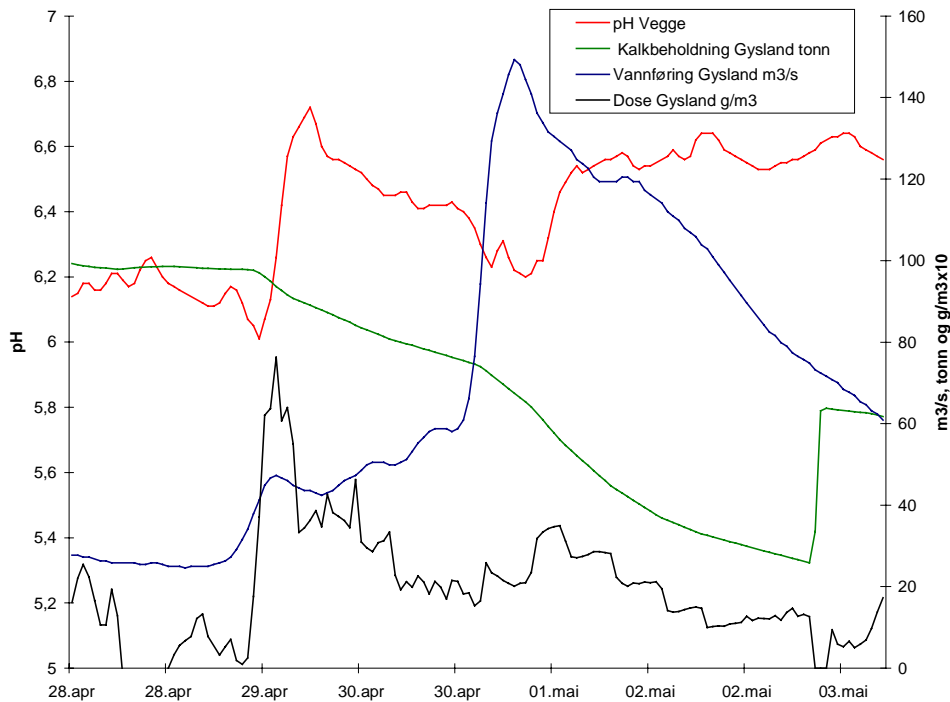
signaler til automatisk styring også oppstrøms doseringsanlegget. Det er besluttet at doseringsanlegget skal gjennomgå en slik oppgradering. pH-utstyr ble derfor montert av NIVA på anlegget sent i november 2002, men dette er pr. mars 2003 ikke satt i system med styringsautomatikken på anlegget.



**Figur 7.** Vannføring og kalkdose fra Gysland kalkdoseringsanlegg sammen med pH ved Birkeland i mars 2002. Kurvene viser at doseringen kom for sent igang slik at pH ble for lav.

Selv etter at automatisk styring med pH oppstrøms anlegget er etablert, vil det bli nødvendig å styre doseringsanlegget manuelt ved flomvarsel. Årsaken er at surt vann fra sidedebørfelter nedstrøms anlegget kan surgjøre elva. Dersom det på forhånd er tilført store mengder kalk, vil denne gi ekstra bufferevne i de aktuelle områdene. Det settes da en høyere dose enn den aktuelle dosen gitt som pH-krav på anlegget. Slik forhåndsdosering er også utført flere ganger i rapporteringsperioden. Eksempel på effektiv forhåndsdosering er vist i **Figur 8**.





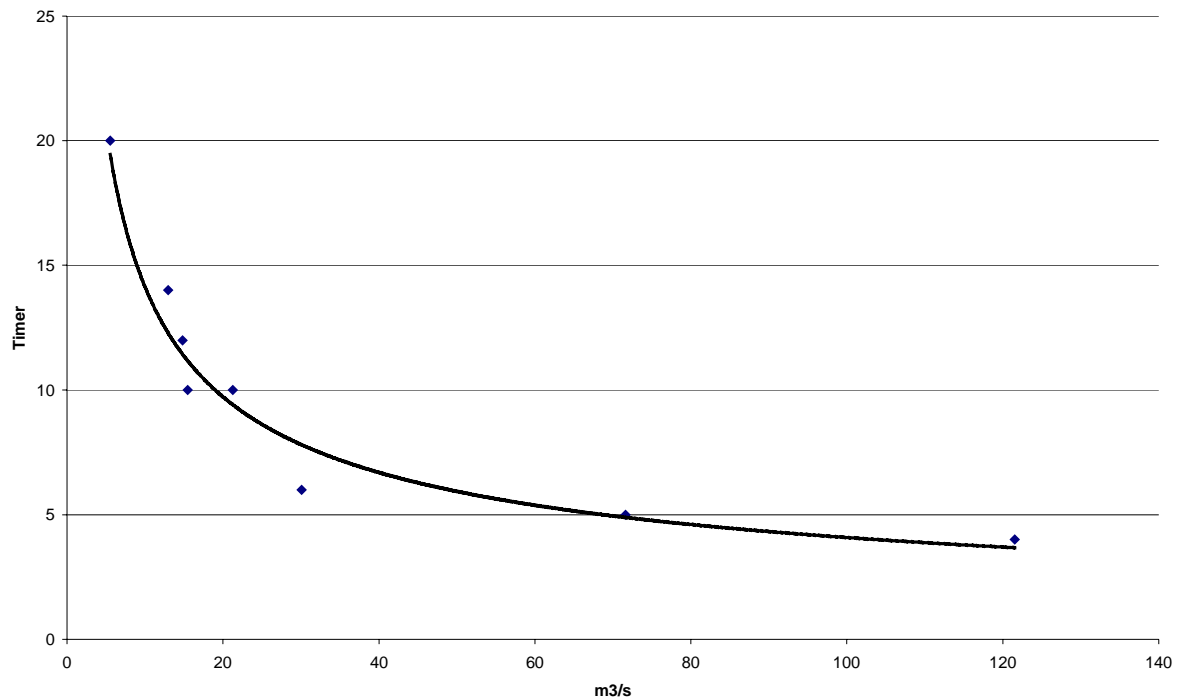
**Figur 8.** Vannføring, kalkbeholdning og kalkdose fra Gysland kalkdoseringsanlegg sammen med pH ved automatisk pH-overvåkingsstasjon på Vegge i månedsstiftet april-mai 2002. Dosen er gjengitt med en times oppløsning på bakgrunn av vekttap og vannføring. Kurven viser at det ble kalket kraftig i forkant av flommen. pH økte til 6,4 før den ble redusert til pH 6,2 under hovedflommen 1. mai.

Det er viktig å vite hvor lang tid i forveien slike tiltak må gjennomføres. Vannføring har direkte sammenheng med tidspunkt for ekstratiltak. Ved å sammenligne vannføring og pH-data både på Birkeland og Vegge, har det vært mulig å utarbeide en likning for denne sammenhengen. Dessverre er den automatiske pH-overvåkingsstasjonen (Vegge) plassert for langt opp i vassdraget til å kunne gi den fulle sammenheng mellom vannføring og tid for forhåndsdosering for å avverge surstøt i hele målområdet for elva. Dersom stasjonen hadde vært plassert 7 km lenger nede i vassdraget (Rom), ville vi kunne overvåke effekten av tiltak på hele lakseførende strekning. Slik systemet fungerer i dag, overvåkes bare halvparten av strekningen. **Figur 9** tar hensyn til at tidsavviket ved registreringene på pH-overvåkingsstasjonen i forhold til forventet tid til Rom (nedre deler av målområdet). Den teoretiske tids-vannføringskurve er utarbeidet etter følgende uttrykk:

$$y = 48,8x^{-0,53}$$

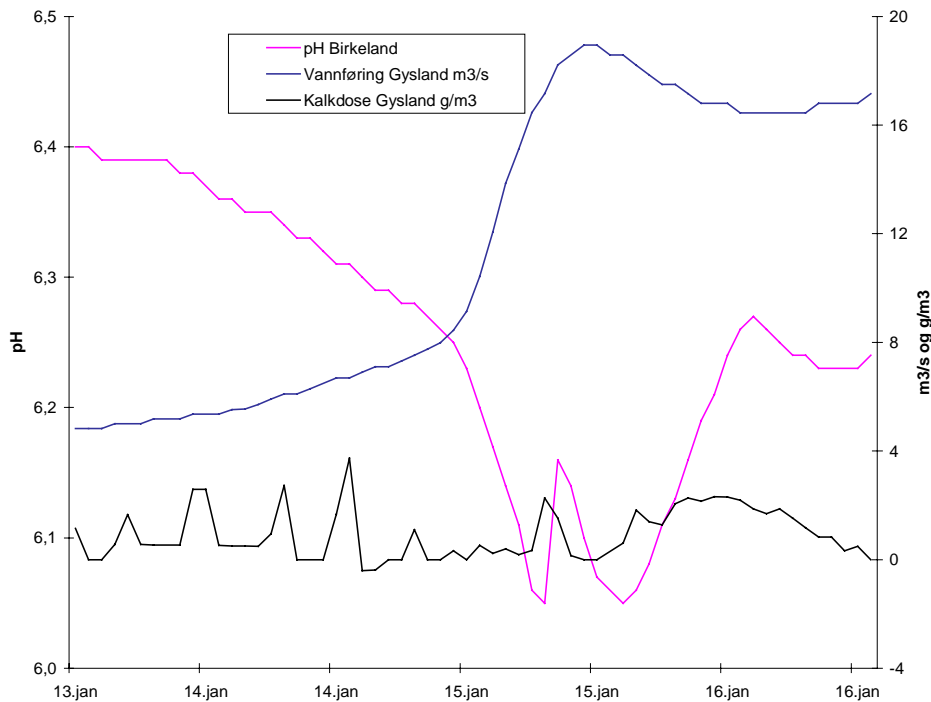
x = Vannføring ved Gysland

y = Reaksjonstid på Rom



**Figur 9.** Sammenheng mellom tiden vannet bruker fra Gysland kalkdoseringsanlegg til utløpet og vannføring ved Gysland. Vannet ble sporet ved hjelp av pH i elva. Teoretisk sammenheng vises i eksponensiell kurve. Tiden øker markant ved lav vannføring.

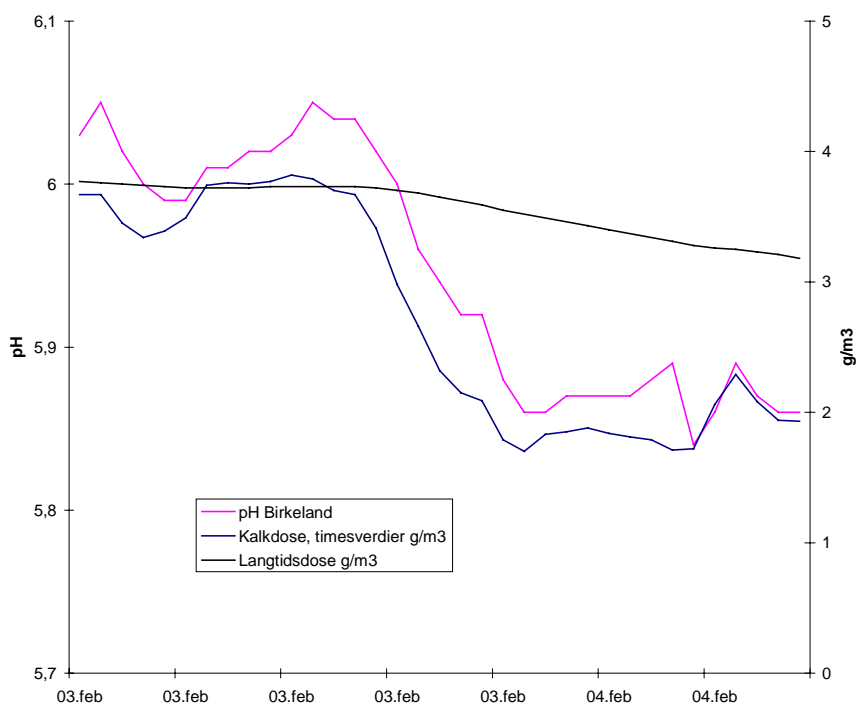
Årsaken til at Rom her er valgt som endepunkt for pH-mål i forbindelse med kalkingen, er at Lygna tilføres vann fra både Litleåna og Møska nedstrøms Rom. Disse sidevassdragene påvirker Lygna vesentlig. Særlig har Møska stor innvirkning på de nederste områdene av elva (Kaste et al. 2002). Det vil være en praktisk umulig oppgave for kalkingen å ta høyde for potensiell forsuring i disse områdene. pH-kravet som settes på anlegget bør derfor ideelt settes i forhold til forventet potensiell pH-reduksjon ved Rom. Erfaringer fra tilsvarende elver tilsier at doseringen bør settes med et pH-krav nedstrøms anlegget på 0,4-0,5 over pH-målet for elva. I Lygna finnes lite dokumentasjon på stabil høy pH ved Birkeland før ventet flom. Det synes som at anlegget har problemer med å stabilisere pH på et jevnt høyt nivå før flom. Årsaken ligger ofte i at ekstra doseringstiltak blir satt igang for sent. **Figur 7** viser et typisk tilfelle der doseringen kom for sent igang, med det resultat at elva ble forsuret (laveste pH var 5,3 (se **Tabell 1**). Det kan også delvis skyldes at den automatiske pH-justeringen på anlegget reagerer for sent ved forsuring. **Figur 10** viser at pH ved Birkeland blir nokså lav før doseringen kommer igang. Dette forholdet bør bli vesentlig bedre ivaretatt når pH oppstrøms anlegget blir iverksatt som styringsparameter.



**Figur 10.** pH nedstrøms kalkdoseringsanlegget sammen med vannføring og kalkdose fra Gysland kalkdoseringsanlegg i januar 2002. Figuren viser marginal reaksjon i doseringen ved redusert pH.

Det synes også som om doseringen ikke alltid var optimal ved flom og behov for stor kalktilførsel.

**Figur 11** viser at doseringen gikk ned selv om pH ble redusert midt i en flomperiode. Dette vises også tydelig en periode på 1,5 dager under flom 23.-25. januar 2002. Årsaken kan være at automatisk dosering etter pH ble overstyrt av manuelle innstillinger fordi pH ved Vegge økte i løpet av flommen. I forsøk på å unngå høy pH ved Vegge, ble dosen fra Gysland redusert. Grunnet manglende dokumentasjon på styringssignalet som dose, er det bare mulig å se den faktiske doseringen gjennom langtidsdosen og dosen fra time til time på bakgrunn av vannføring og vekttap i beholdningssilo (for forklaring se Høgberget og Hindar 1998). Disse verdiene viser tydelig at doseringen har gått ned. Imidlertid dokumenterer papirutskrift fra anleggets dataprogram at dosen fra anlegget i perioden som omfatter forløpet i **Figur 11**, varierer i takt med driftskontrollens data (Åge Tveiten upubl. 2003).



**Figur 11.** pH ved Birkeland og doser gitt fra Gysland-anlegget under en flom i februar 2002 (for langtidsdose, ref. Høgberget og Hindar 1998). Figuren viser en reduksjon i dosering som medfører at pH synker under mål-pH. Vannføringen var stabil og høy (130-140 m<sup>3</sup>/s). Forandring i vannføringen gir derfor ingen forklaring på forløpet.

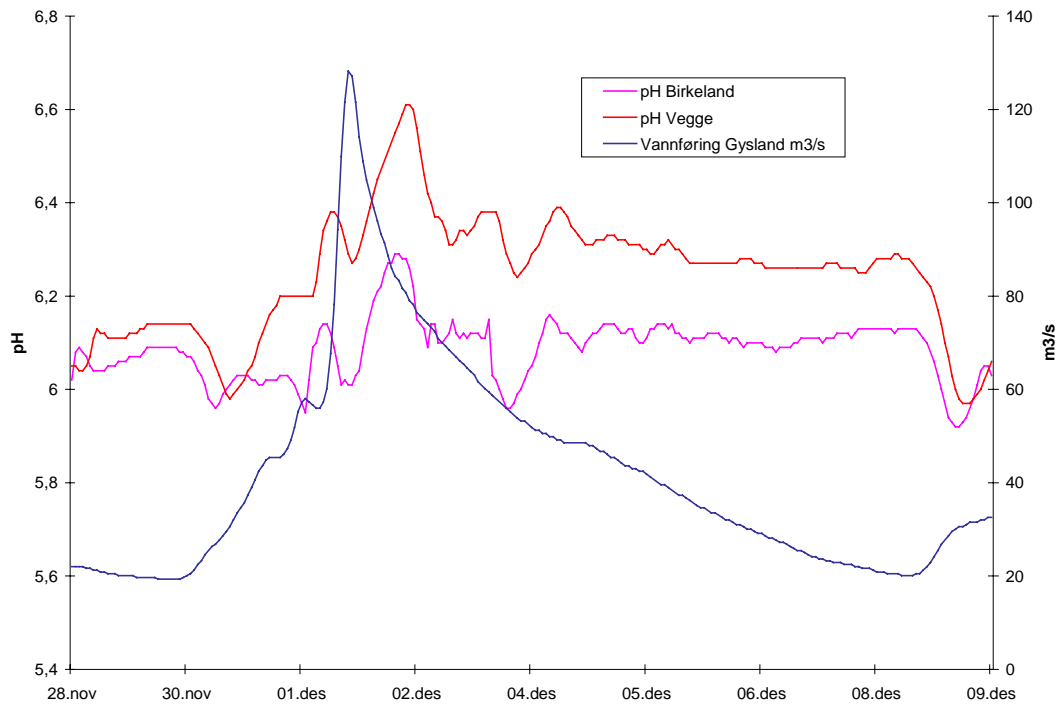
Generelt ser det ut som at pH ved Vegge i første del av rapporteringsperioden hadde en tendens til å øke mer enn på Birkeland under flom som følge av kalkdoseringen (**Figur 12**). Det er ikke mulig å gi en entydig forklaring på fenomenet, men manglende topunktskalibrering av pH-metere kan være en del av forklaringen. Da vil utslag i pH-verdier ha forskjellig forløp gjennom en pH-økning i elva. Forholdet er beskrevet tidligere i Mandalsvassdraget (Høgberget 2002). En annen mulighet er at en del kalk som lå uoppløst i elva, ble mobilisert ved økende vannføring slik at pH økte i elva. Imidlertid forsvant fenomenet senere på året, hvilket svekker dette som forklaring på pH-økningen.

Et annet problem er at doseringsanlegget doserer kalk i perioder da elva holder stabil høy pH. Resultatet blir da at pH blir ekstra høy i området nedstrøms dosereren. Forholdet er godt illustrert i **Figur 13**. Det er uheldig at anlegget doserer i slike perioder. Selv om kalkforbruket på grunn av lav vannføring er lite, er det dårlig økonomi å dosere kalk når det ikke behøves.

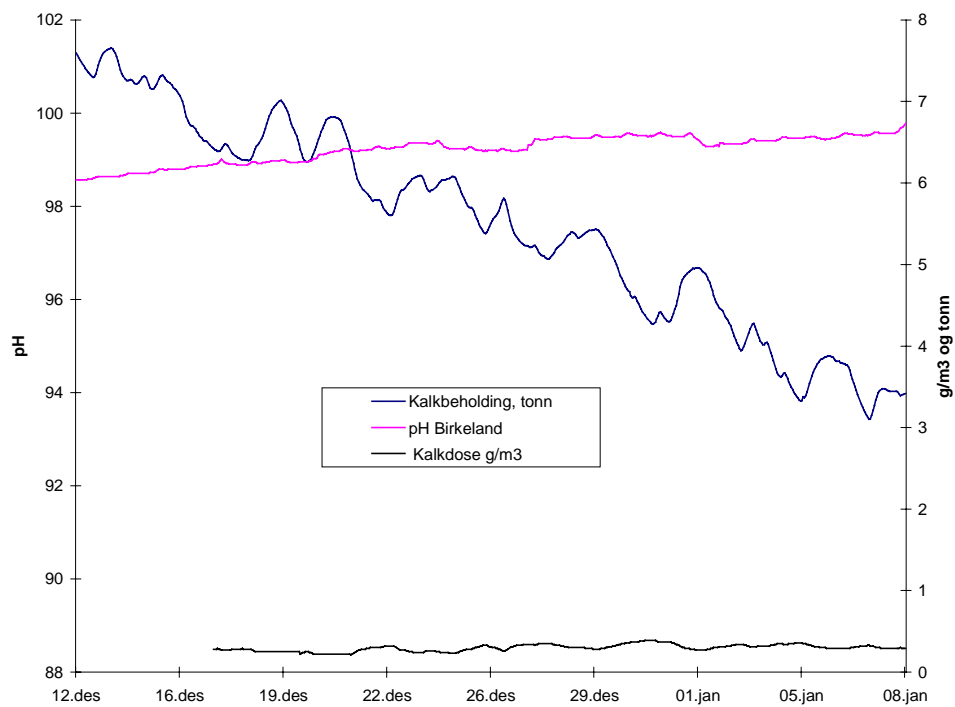
### 3.1 Oppsummering av tiltak

Alle rapporterte behov for tiltak er her listet etter den rekkefølgen vi anbefaler at tiltakene bør gjennomføres.

1. Etablering av ekstra pH-styring etter signaler fra pH oppstrøms Gysland kalkdoseringsanlegg.
2. Bedring av transportkapasiteten for kalklevering.
3. Flytting av automatisk pH-overvåkingsstasjon fra Vegge til Rom.
4. Etablere muligheter for tilgang til doseringssignal for driftskontroll-loggeren.



**Figur 12.** Vannføring ved Gysland og pH på Birkeland og på automatisk pH-overvåkingsstasjon ved Vegge i desember 2001. Figuren viser høyere pH ved Vegge enn ved Birkeland gjennom flomperioden.



**Figur 13.** Kalkbeholding og kalkdose på Gysland anlegget og pH nedstrøms anlegget i desember 2001 og januar 2002. Figuren viser økende pH i elva. På tross av økende pH, doseres det kalk fra anlegget.

## 4. Referanser

Høgberget, R. 2002. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2001. NIVA Rapport L. nr. 4511.

Høgberget, R. 2002. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2001. NIVA Rapport L. nr. 4488.

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA Rapport L. nr. 3824.

Kaste, Ø. 2001. Lygna S. 86-89 i: Anonym (red.): Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000 Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2001-2. 260 s.

Kaste, Ø. Kroglund, F. Høgberget, R. 2002. Betydning av det sure sidevassdraget Møska for vannkjemi i nedre del av lakseelven Lygna. NIVA Rapport L. nr. 4593.

Tveiten, Å. 2003. Grafer fra styringsprogrammet på Gysland kalkdoseringsanlegg. Utskrift 01.02.02-08.01.02.

Tveiten, Å. 2002. Avviksrapportering for Hægebostad kommune i oktober, november og desember 2002. Skjemaer 05.11.02 ,25.11.02 og 11.12.02.