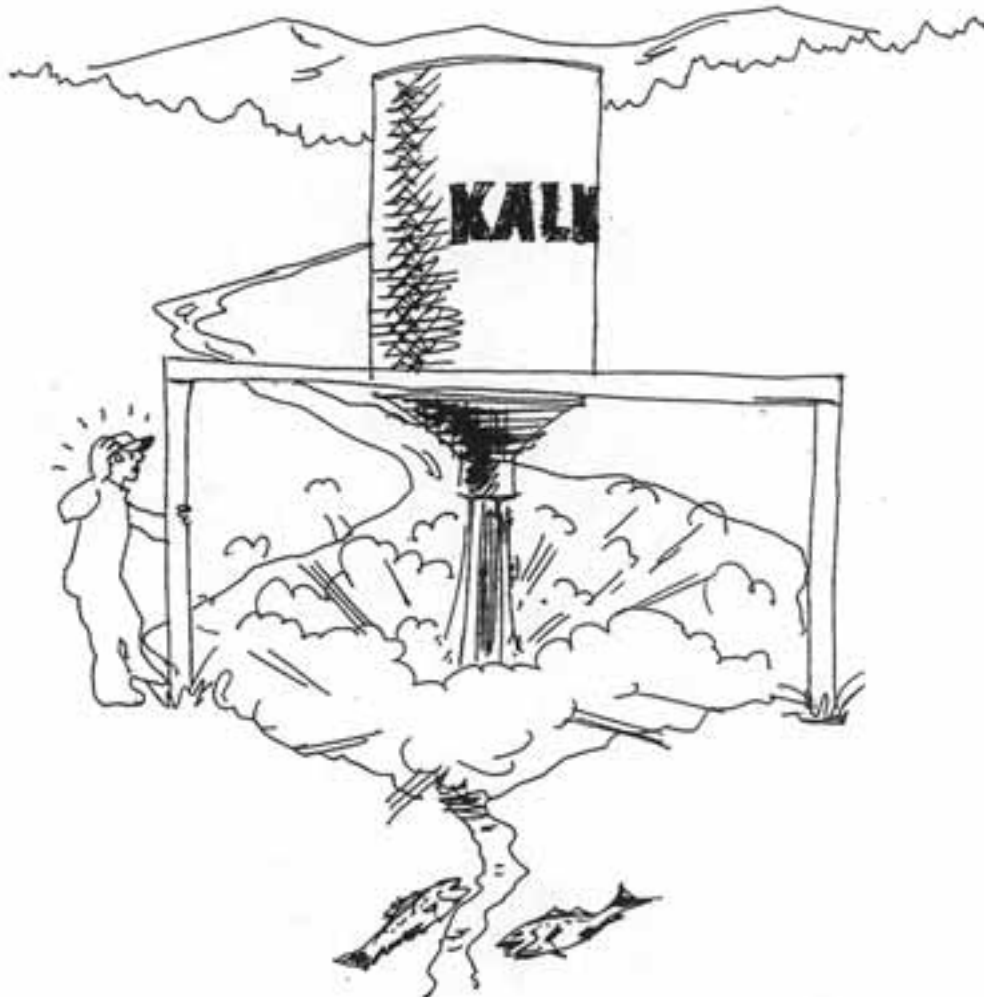




RAPPORT LNR 5218-2006

# Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina

Statusrapport for 2005



*Illustrasjon: Petter Wang*

**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

**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 Kvina. Statusrapport for 2005	Løpenr. (for bestilling) 5218-2006	Dato Juni 2006
	Prosjektnr. Undernr. O-25037	Sider Pris 18
Forfatter(e) Øyvind Kaste og Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Vest Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kvinesdal kommune	Oppdragsreferanse
---------------------------------------	-------------------

**Sammendrag**

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Denne statusrapporten gir en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Det var svært vanskelig å holde pH-målet (5,5) på elvestrekningen mellom den øverste og nederste dosereren i Kvina (hhv. Lindeland og Nyland) i 2005. Det ble i alt registrert 43 døgn med pH verdier under 5,2 på denne strekningen, selv om det ble dosert nesten 60% mer kalk enn året før. Mangel på automatisk pH-styring av doseringen ved Lindeland-anlegget gjør det vanskelig å oppnå stabil vannkvalitet på denne strekningen. I den nedre, lakseførende delen av elva (nedstrøms Nyland) var det i 2005 flere og til dels lange perioder hvor pH lå under de periodiserte målnivåene. Noen av problemene kan tilskrives svakheter i tekniske forhold eller drift ved Nyland-anlegget, men hovedårsaken er periodevis tilførsler av surt vann fra sidegrenen Litleåna, som ikke er optimalt kalket per i dag. Det er foreslått tiltak for å optimalisere driften av anleggene samt å bedre måloppnåelsen i elva.

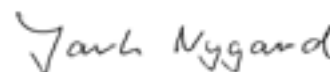
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vassdrag</li> <li>2. Kalkdosering</li> <li>3. Overvåking</li> <li>4. Måleteknikk</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Watercourse</li> <li>2. Lime dosing</li> <li>3. Monitoring</li> <li>4.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



Rolf Høgberget  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle  
Forskningsleder



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 Lindeland- og Nyland-anleggene samt å introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Kvina i juni 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 Liv Bente Skancke, Jarle Håvardstun og Lise Tveiten ved NIVAs Sørlandsavdeling. Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder og oppdragsgiver er Kvinesdal kommune.

Grimstad, juni 2006.

*Øyvind Kaste*

---

# **Innhold**

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Vurdering av driften</b>	<b>8</b>
<b>3. Tiltak</b>	<b>18</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

I Kvina er det tre kalkdoserere: Myglan-anlegget i sidegrenen Litleåna samt Lindeland- og Nyland-anleggene, som begge ligger langs hovedelva, hhv. 34 og 16 km fra utløpet i sjøen. Driftskontrollen omfatter kun de to sistnevnte anleggene. For å vurdere om kalkingen gir ønsket resultat i den lakseførende (anadrome) strekningen av elva brukes kontinuerlige pH-data fra overvåkingsstasjonen ved Kloster, som ligger ved utløpet av elva.

Som i tidligere år var det svært vanskelig å holde pH-målet på strekningen mellom Lindeland og Nyland. Det ble i alt registrert 43 døgn med pH verdier under 5,2 oppstrøms Nyland, på tross av at det ble dosert nesten 60% mer kalk enn året før. Resultatene understreker derfor at 2005 var preget av surere vannkvalitet enn på mange år, og at det er vanskelig å oppnå stabil pH på denne elvestrekningen når dosenivå (g kalksteinsmjøl/m<sup>3</sup> vann) til enhver tid må fastsettes manuelt. Det ble registrert flere, kortvarige stopp ved anlegget. Driftsstanser med varighet over 10 timer førte til merkbar nedgang i pH oppstrøms Nyland. Det var feil på driftskontroll-loggeren ved Lindeland i til sammen 72 dager i 2005, og det var derfor ikke mulig å utføre driftskontroll i disse periodene.

Resultatene fra pH-overvåkingsstasjonen ved Kloster viser at det var flere og til dels lange perioder hvor pH lå under vedtatt målnivå for den anadrome strekningen. De største avvikene var inntil 0,6 pH-enheter under målet, og det er derfor stor fare for at vannkvaliteten har medført skader på laks som har oppholdt seg i elva. En viktig årsak til problemene er tilførsler av surt vann fra Litleåna, som ikke er optimalt kalket per i dag. På tross av problemene med å nå pH-målene ved Kloster ble det totalt for hele vassdraget brukt nesten 40% mer kalk i 2005 sammenlignet med året før.

Det ble ikke registrert stopp på driftskontroll-loggeren på Nyland-anlegget i 2005. pH-signalene oppstrøms Nyland hadde ingen avbrudd i 2005, mens det ble registrert 4 perioder på til sammen 14 dager med feil på pH-signalet nedstrøms anlegget (Oksestein bru). Dette medførte en ikke-optimal dosering i disse periodene.

Nyland-anlegget viste ellers stor driftsstabilitet, og kun noen få kortvarige stopp ble registrert i 2005. Ett av stoppene inntraff 29. oktober, og de fire timene anlegget var ute av drift førte til kortvarige pH-dropp ved Oksestein og ved Kloster. pH rett nedstrøms anlegget (ved Oksestein) viser relativt stor variasjon over tid, noe som kan skyldes at responstiden mellom pH-stasjonen og doseringsanlegget er for lang. Denne tidsforsinkelsen førte flere ganger til kortvarige forsuringsepisoder ved Kloster. I hele april måned var pH-målet ved Oksestein satt for lavt til å oppnå tilfredsstillende vannkvalitet på hele den anadrome strekningen.

På bakgrunn av resultatene fra 2005 foreslås følgende nye tiltak:

- Ny diskusjon omkring pH-målet mellom Lindeland og Nyland. Kan dagens variasjon aksepteres, eller må det etableres pH-styring ved anlegget?
- Forsøke å korte ned reaksjonstid mellom pH-signal og doseringsenhet ved Nyland
- Etablere ny doserer i nedre del av Litleåna
- Interkalibrering av felt-pH-meter mellom driftsoperatørene i Kvina, Lygna, og Mandal (allerede iverksatt)

# 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 verken er for lav eller for høy.

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 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 mange tilfeller også nedstrøms anlegget.

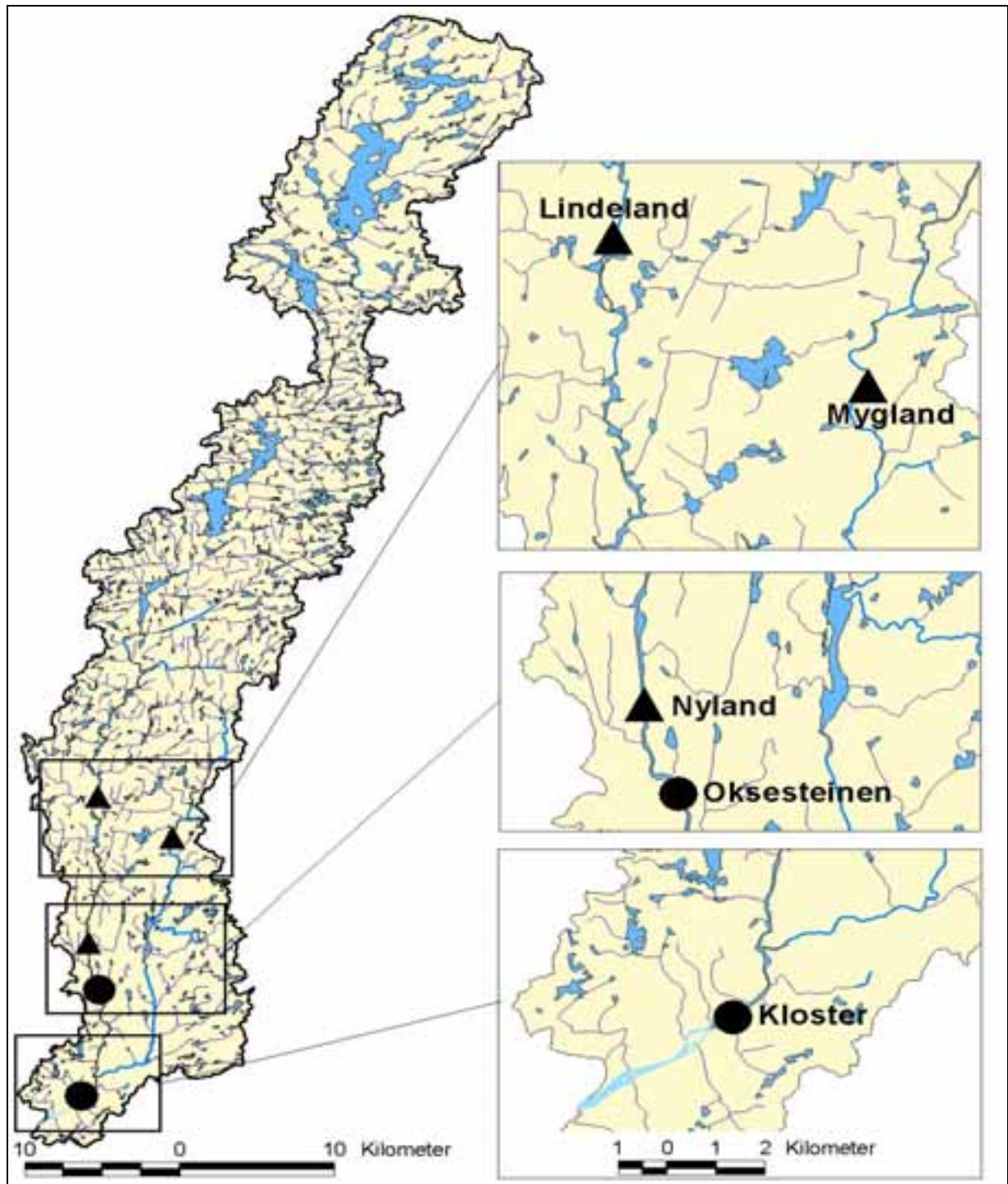
I Kvina er det tre kalkdoseringsanlegg: Mygland, Lindeland og Nyland (**Figur 1**). Driftskontrollen omfatter de to sistnevnte anleggene. Tidligere rapporter fra driftskontrollen i Kvina er skrevet av Høgberget og Håvardstun (2003, 2005), se referanseliste bak i rapporten. Resultatene fra kalkingen av Kvina rapporteres dessuten hvert år i forbindelse med DN's effektkontroll i større vassdrag (Kaste 2005).

## Anleggene i driftskontrollen

Lindeland-anlegget, som har vært i drift fra 1995, er vannføringsstyrt, elektrisk drevet og doserer kalksteinsmel. Det er plassert langt oppe i nedbørfeltet, ved Lindeland bru som ligger 34 km fra utløpet av Kvina. Før Nyland-anlegget ble etablert våren 2000 var dosen ved Lindeland satt til 6 g kalksteinsmel/m<sup>3</sup>. Den gode vannkvaliteten som følge av kalkingen førte til økning i aurebestanden, og kvaliteten på fisken gikk ned som følge av næringsmangel. Samtidig ble det observert stor sedimentering av kalk i elveleiet. Derfor ble det i mars 2002 besluttet at doseringen skulle reduseres til omkring 2,5 g/m<sup>3</sup>, eller en dose som var tilstrekkelig til holde pH omkring 5,5 ned til Nyland kalkdoseringsanlegg.

Nyland-anlegget er pH-styrt og ligger ca 16 km fra utløpet av Kvina. pH nedstrøms anlegget justeres i forhold til de krav som settes for produksjon av anadrom laksefisk på strekningen mellom Trælandsfoss og utløpet ved Kloster. Disse målene er satt til pH 6,0 i tiden fra 1. juni til 15. februar, pH 6,2 fra 15. februar til 1. april og pH 6,4 fra 1. april til 1. juni. Måloppnåelsen kontrolleres ved Kloster der det er plassert en automatisk pH-overvåkingsstasjon. Nyland-anlegget benytter "Biokalk" fra Hustadmarmor AS. Dette er en type kalkslurry med egenvekt 1,9 kg/l og tørrstoffinnhold på 75 %, hvorav 95 % er CaCO<sub>3</sub> og 2 % MgCO<sub>3</sub>. Produktet gjøres flytende ved bruk av dispergeringsmiddel. Anlegget er forsynt med to stk. 30 m<sup>3</sup> tanker. Det er installert omrørere slik at ikke slurryen skal sedimentere. pH-styringen foretas ved bruk av signaler fra pH-metere både oppstrøms- og nedstrøms

anlegget. En forhåndsdose blir fastsatt på grunnlag av vannføring og pH oppstrøms anlegget. Denne verdien blir justert med pH-verdier fra Oksestein bru, som ligger ca. 1 km nedstrøms anlegget.



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

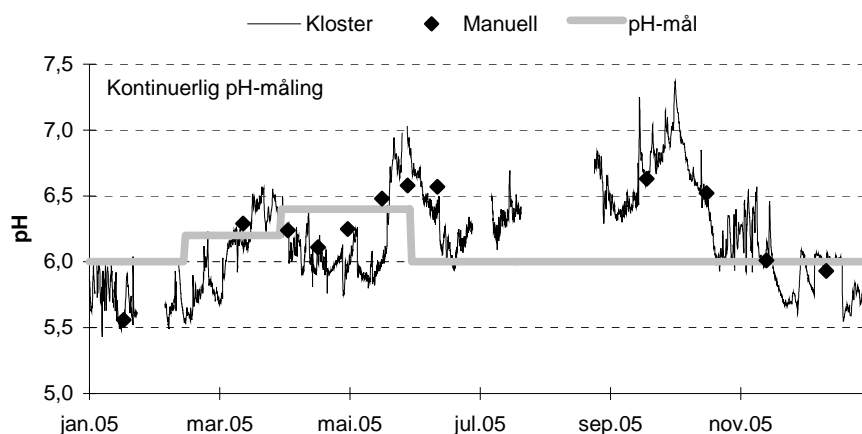
## 2. Vurdering av driften

### Måloppnåelse på anadrom strekning

Data fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Kloster brukes for å vurdere om kalkingen har gitt ønsket resultat på den anadrome strekningen i elva. I **Figur 1** er pH-verdier fra Kloster plottet i forhold til målene som gjelder i de ulike deler av året. Perioder hvor pH-verdiene i elva lå under aktuelt målnivå i mer enn 8 timer er vist i **Tabell 1**. Resultatene viser at det var flere og til dels lange perioder hvor pH ved Kloster lå under de fastsatte målnivåene. De største avvikene var inntil 0,6 pH-enheter under målet, og det er derfor stor fare for at vannkvaliteten har medført skader på laks som har oppholdt seg i elva. En viktig årsak til problemene er tilførsler av surt vann fra Litleåna. Basert på loggedata for pH ved Oksestein (nedstrøms Nyland-anlegget) og ved Kloster er det klart at Litleåna i perioder kan redusere pH i Kvina med over 0,5 enhet (**Figur 3**). Dette er en svakhet i kalkingsstrategien som bør rettes opp ved å etablere et ekstra doseringsanlegg i den nedre delen av Litleåna.

**Tabell 1.** Perioder i 2005 som pH ved Kloster lå under målet for elva i mer enn 8 timer.

	Ant. dager	Laveste pH	pH-mål	Differanse
01.jan-06.mar	64	5,61	6,0/6,2	0,59
11.mar	0,4	5,92	6,2	0,28
01.apr-20.mai	49	5,81	6,4	0,59
17.nov-29.nov	12	5,60	6,0	0,40
03.des-06.des	3	5,74	6,0	0,26
19.des-29.des	10	5,55	6,0	0,45
<b>SUM</b>	<b>138,4</b>			

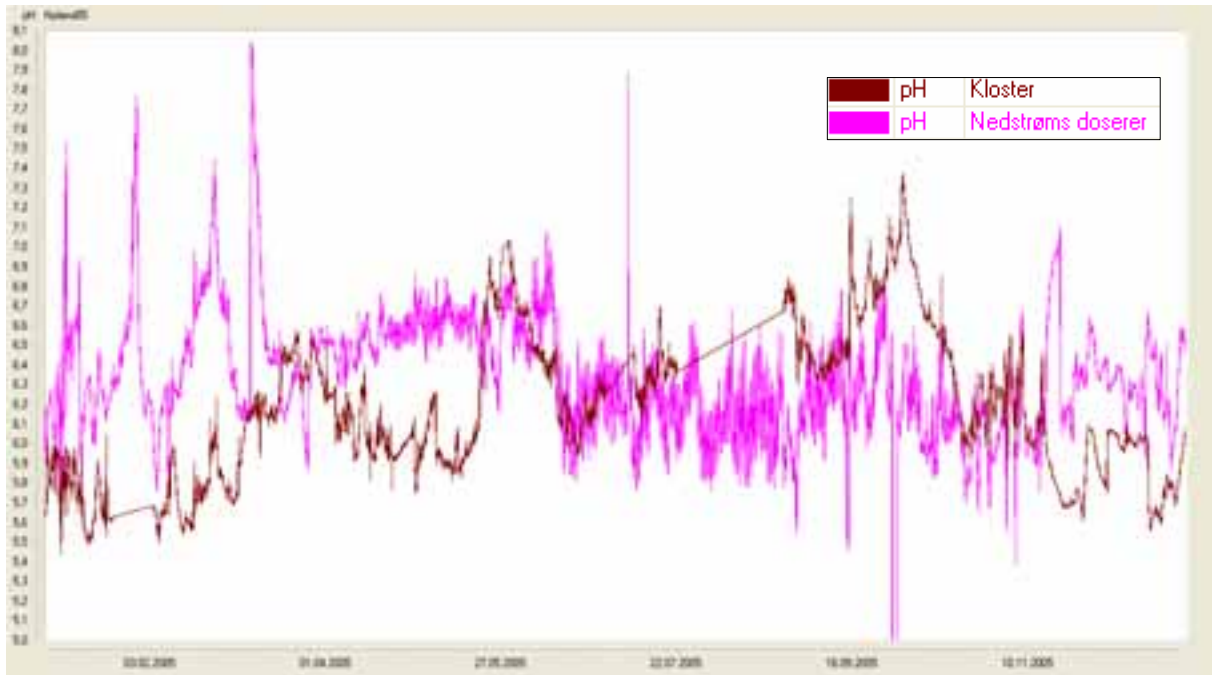


**Figur 2.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling (timesverdier) ved Kloster i 2005.

### Kalkforbruk

Kalkforbruket i Kvina økte med nesten 40% fra 2004 til 2005, selv om det var relativt liten forskjell i samlet årlig vannføring basert på loggedata fra driftkontrollen. Mesteparten av kalken ble dosert i januar, april og november (**Figur 4**). Manglende kontroll på vannkvaliteten i Litleåna er trolig en viktig årsak til det høye kalkforbruket i Kvina. Usikkerheten rundt vannkvaliteten i Litleåna fører til at en ofte må kalke kraftig fra Nyland-anlegget for å oppnå akseptabel vannkvalitet i de nedre delene av den lakseførende (anadrome) strekningen.

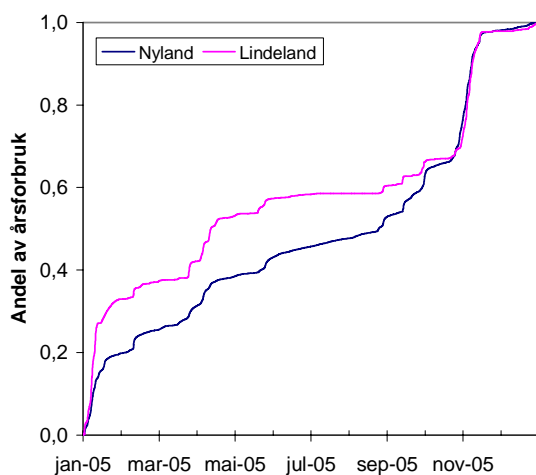




**Figur 3.** Sammenheng mellom pH nedstrøms Nyland-anlegget (Oksestein) og ved Kloster i 2005. Perioder med stort negativt pH-avvik ved Kloster kan skyldes tilførsler av surt vann fra Litleåna.

**Tabell 2.** Årlig kalkforbruk (tonn) i perioden 2002-2005. Data fra Fylkesmannen i Vest-Agder. Dataene kan avvike noe fra loggedataene i driftskontrollen, pga. kalkpåfyllinger nær årsskiftet.

	2002	2003	2004	2005
Mygland	724	766	525	561
Lindelund	1168	566	644	1012
Nyland	1208	1835	2301	3184
SUM	<b>3100</b>	<b>3167</b>	<b>3470</b>	<b>4757</b>



**Figur 4.** Kumulativ utvikling av kalkforbruket i løpet av året ved Nyland og Lindeland kalkdoseringsanlegg.

## Driftssikkerhet på styringssignaler og dataoverføring

### Driftskontroll-loggerne

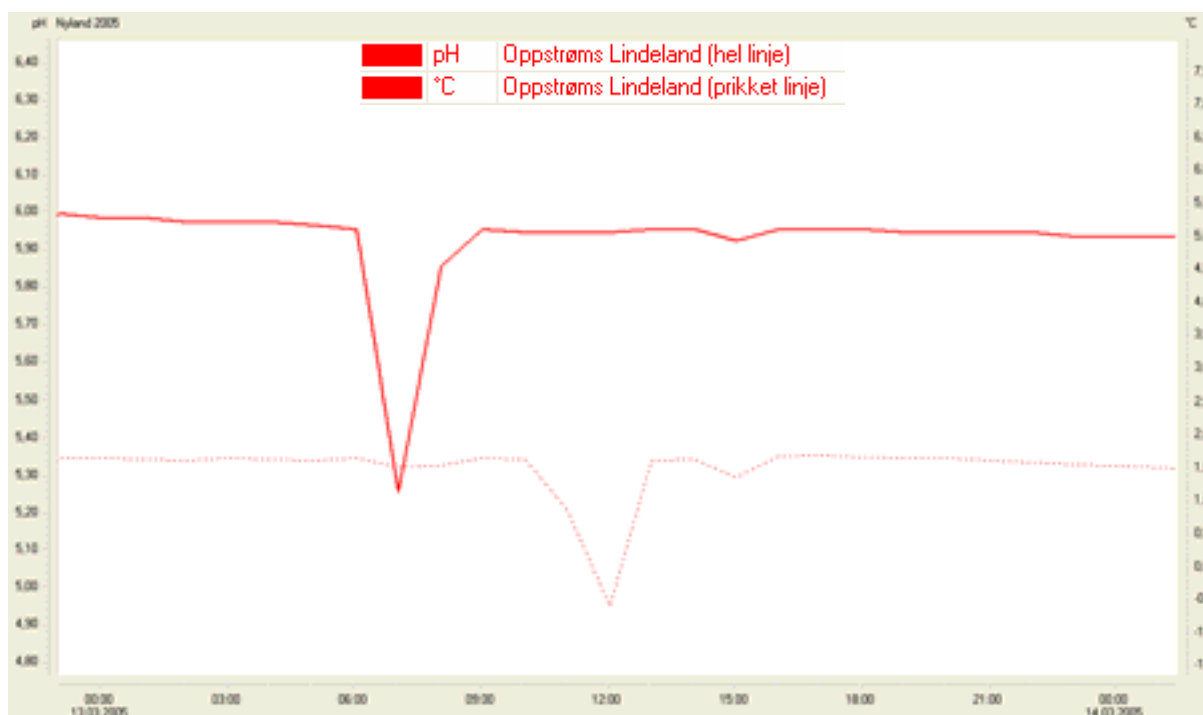
Det ble ikke registrert stopp på driftskontroll-loggeren ved Nyland-anlegget i 2005. I omkring én uke fra 26. juni ble det imidlertid registrert feil volumverdier for tank 1. Dette har også inntruffet tidligere, og den vanligste årsaken er kalkavleiringer på sensorhodene til ultralydmålerne (Høgberget og Håvardstun 2005). På Lindeland var det to perioder da driftskontroll-loggeren var ute av drift (**Tabell 3**).

**Tabell 3.** Perioder med driftsavbrudd på driftskontroll-loggeren i 2005.

	Varighet	Årsak
<i>Nyland:</i>		
	Ingen avbrudd	
<i>Lindeland:</i>		
12.jan	23,2 d	Feil på logger
08.jul	49,6 d	Logger skadet av torden

### pH-signaler (Nyland)

Det ble ikke registrert perioder med stopp eller feil på pH-signalerne oppstrøms Nyland-anlegget i 2005 (**Tabell 4**). Det ble imidlertid registrert mange kortvarige dropp (< 2-3 timer), etterfulgt av tilsvarende avtak i vanntemperatur (se eksempel i **Figur 5**). Årsaken til dette er ikke funnet, men hendelsene hadde ingen praktisk betydning for doseringen fra anlegget. På stasjonen nedstrøms Nyland (Oksestein bru) ble det registrert 4 tilfeller med feil på pH-signalerne. De lengste avbruddene oppsto 28. februar (7 dager) og 16. november (5 dager), som følge av sviktende i vanngjennomstrømning i målekyvetta for pH.



**Figur 5.** Eksempel på kortvarige dropp i pH, etterfulgt av et dropp i temperatur 5 timer senere. Dette skjedde mange ganger på Lindeland i 2005 uten at årsaken til fenomenet er funnet.

**Tabell 4.** Perioder med feil på pH-signaler til Nyland kalkdoseringsanlegg i 2005.

	Oppstrøms	Nedstrøms	Kommentar
07.jan		0,4 d	Temperatur-økning
01.mar		7,0 d	Temperatur-økning
28.sep		1,7 d	Svikt i radiooverføring?
16.nov		4,9 d	Temperatur-økning
<b>SUM</b>	<b>*0 d</b>	<b>14,0 d</b>	

\* Kun kortvarige pH-dropp etterfulgt av tilsvarende dropp i temperatur (jfr. **Figur 5**).

#### Andre signaler

Vektangivelser for kalksiloen på Lindeland manglet fra 8. juli til 30. oktober pga. defekt veiekort. Det var ikke mulig å utføre driftskontroll i denne perioden.

#### Avvik mellom kalkingsbehov og aktuell utdosering

##### Lindelands

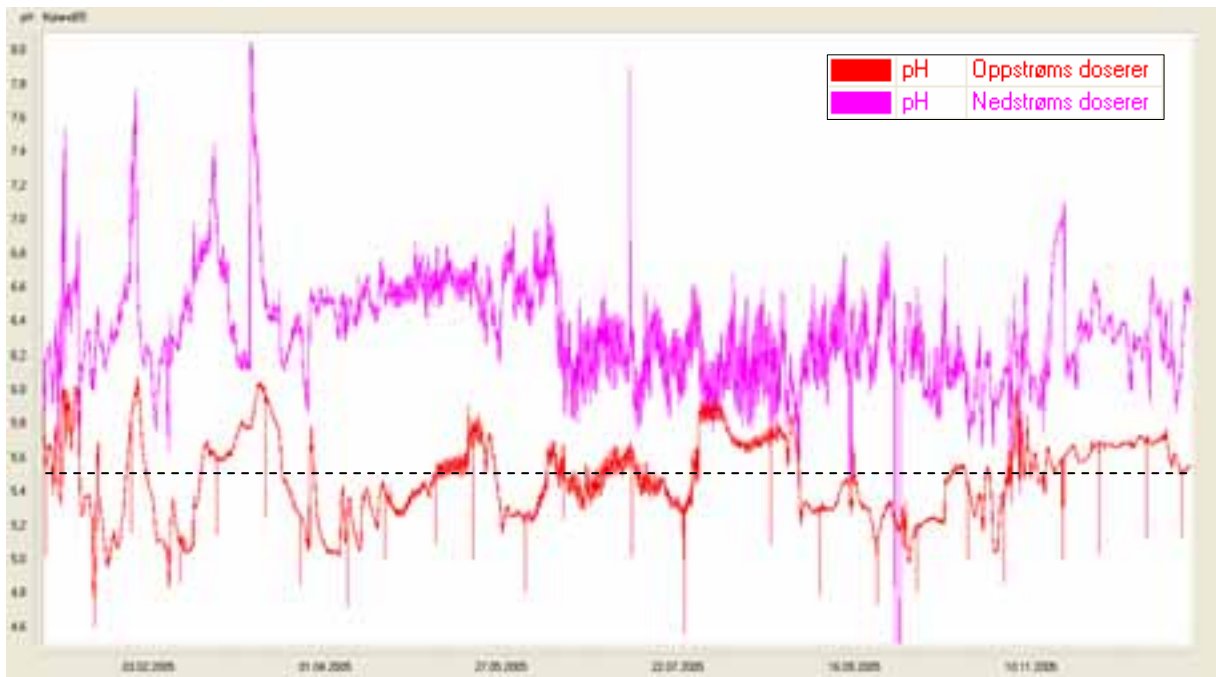
Målet for doseringen ved Lindeland-anlegget er at pH skal holdes over 5,5 oppstrøms Nyland. Dette var vanskelig å oppnå i perioder av 2005, på tross av at det ble dosert nesten 60% mer kalk enn året før (**Tabell 2, Figur 6**). Det ble i alt registrert 43 døgn hvor pH lå mer enn 0,3 enheter under målet (dvs.  $\text{pH} < 5,2$ ) oppstrøms Nyland. Resultatene understreker derfor at 2005 var preget av surere vannkvalitet enn på mange år.

Dosene ved Lindeland varierte mellom 3 og 15 g kalksteinsmel/ $\text{m}^3$  i 2005, men lå vanligvis på et nivå omkring 4-7  $\text{g}/\text{m}^3$ . Variasjonen i dosenivå bestemmes manuelt, og det er vanlig at dosene justeres opp 2-3  $\text{g}/\text{m}^3$  like i forkant-, eller under flom. Transporttiden for vannet på den 18 km lange strekningen fra Lindeland til Nyland tar fra 8-10 timer ved forholdsvis høy vannføring (75-100  $\text{m}^3/\text{s}$ ) til 3-4 døgn ved lav vannføring (1-2  $\text{m}^3/\text{s}$ ) (Høgberget og Håvardstun 2005). Behovet oversteg nivået for maksimal dosering (580 g/s) tre ganger i perioden 7.-11. januar, og dessuten 4. og 7. november. Alle disse tilfellene inntraff etter en periode med surt vann ( $\text{pH} < 5,5$ ) oppstrøms Nyland. Styringsdosen (PLS-dosen) ble da skrudd opp inntil anlegget nådde maksimal kapasitet. Oppjusteringen førte hver gang til at pH-oppstrøms Nyland økte til godt over pH-målet, se eksempel fra 7. januar (**Figur 7**).

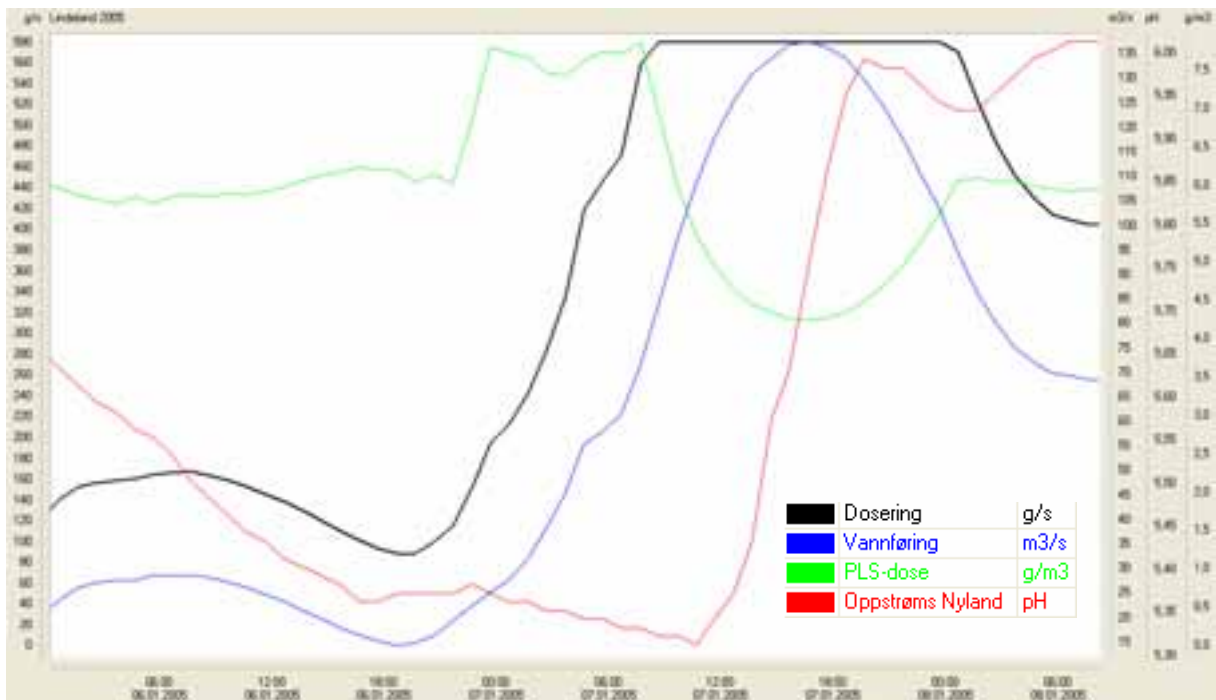
Det ble registrert flere, kortvarige stopp i kalkdoseringen fra anlegget (**Tabell 5**). Ingen av disse skyldtes at dosereren gikk tom for kalk; problemene må derfor skyldes andre forhold som vi ikke har oversikt over. Driftsstans med varighet over 10 timer førte til merkbar nedgang i pH oppstrøms Nyland (**Figur 8**).

**Tabell 5.** Perioder med stopp i kalkdoseringen fra Lindeland-anlegget

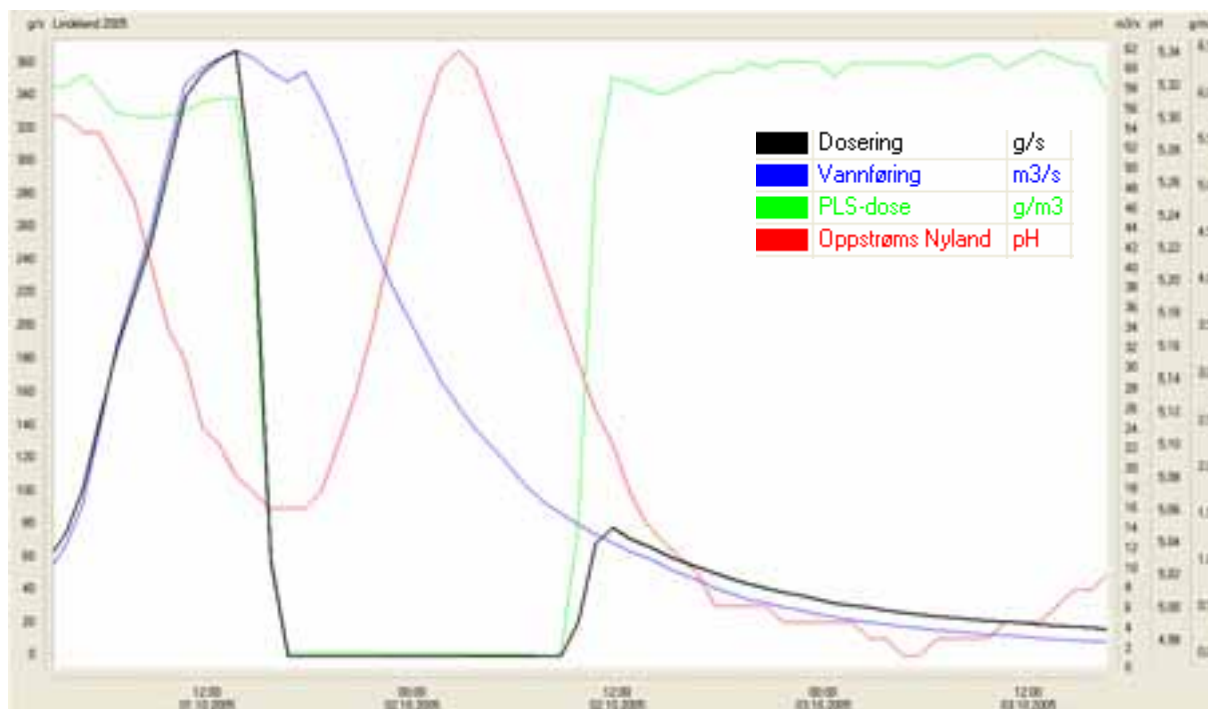
	Varighet
26. mar	8 t
14. sep	11 t
02. okt	22 t
29. okt	36 t
03. nov	12 t
04. nov	6 t
07. nov	8 t



**Figur 6.** pH-verdier oppstrøms og nedstrøms Nyland-anlegget i 2005. Resultatene viser at det ofte var vanskelig å holde pH stabilt omkring 5,5 oppstrøms (markert med stiplet horisontal linje).



**Figur 7.** PLS-dosen ble økt i forkant av en kraftig flom 7. januar 2005. Anlegget oversteget maksimal doseringskapasitet i 18 timer, men dosen var likevel så høy at pH oppstrøms Nyland steg fra 5,3 til nærmere 6,0. Transporttiden for vannet mellom Lindeland og Nyland var omkring 11 timer ved dette tilfellet.



**Figur 8.** Svikt i doseringen 2. oktober 2005 medførte kraftig forsurening på strekningen ned mot Nyland i de påfølgende dagene. Transporttiden for vannet mellom Lindeland og Nyland var omkring 13 timer på denne tiden.

#### Nyland

Som det framgår av **Tabell 1** var det lange perioder i 2005 hvor pH-verdiene ved Kloster lå under fastsatt målnivå. Årsakene kan dermed ikke tilskrives kortvarige driftsforstyrrelser eller episoder, men skyldes mer grunnleggende forhold knyttet til kalkingsstrategien i vassdraget. Hovedproblemet er at sidevassdraget Litleåna bidrar til å forsure hovedelva nedstrøms. Kloster ligger nedstrøms samløpet med Litleåna, og stasjonen gir dermed en god dokumentasjon på problemene.

Periodene med lav pH ved Kloster sammenfalt ofte med lav vannføring ved Nyland. Når vannføringen økte, steg ofte også pH ved Kloster som følge av kalkingen fra Nyland-anlegget, se eksempel i **Figur 9**. Dette tyder på de sure periodene ved Kloster ikke først og fremst skyldes for lave kalkdoser fra Nyland-anlegget, men at det er et misforhold mellom vannføringen ved Nyland og vannføringsbidrag fra restfeltet nedstrøms Nyland (inkl. periodevis surt vann fra Litleåna). For øvrig bør dagens maksimale målbare vannføring (216 m<sup>3</sup>/s) ved Nyland økes ytterligere. **Figur 10** viser at maks-nivået ble oversteget i løpet av flommen 7.-8. januar 2005.

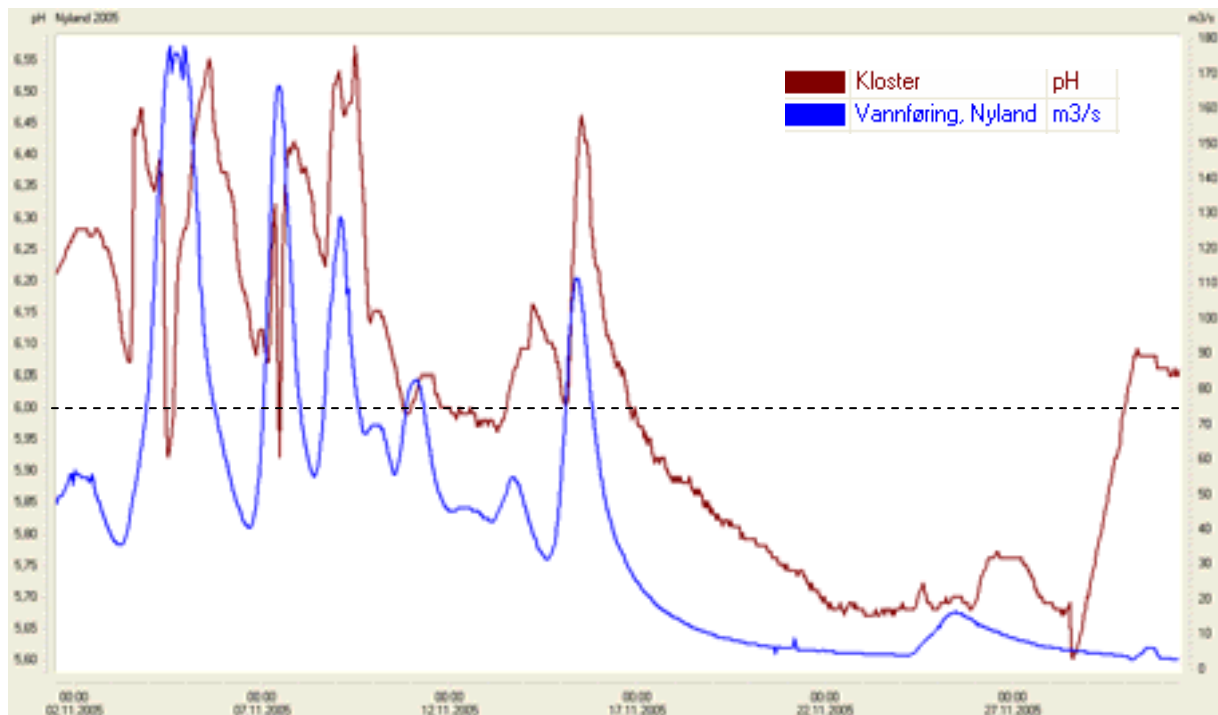
Nyland-anlegget viste stor driftsstabilitet, og kun noen få kortvarige stopp ble registrert i 2005. Ett av stoppene inntraff 29. oktober, og de fire timene anlegget var ute av drift førte til kortvarige pH-dropp ved Oksestein og ved Kloster (**Figur 11**). pH ved Oksestein viste relativt stor variasjon over tid, særlig i januar og februar (**Figur 3**). Noe av variasjonen kan skyldes at responstiden mellom pH-stasjonen og doseringsanlegget er relativt lang (omkring 3 timer), og i perioder med hyppige forsureningsepisoder i elva tar det ofte lang tid før pH stabiliserer seg på et gitt nivå. **Figur 12** og **Figur 13** illustrerer at den lange responstiden mellom pH-reaksjon og forandring i doseringssignal kan bidra til kortvarige forsureningsepisoder ved Kloster. For å avdempe dette, kan det være aktuelt å øke pH-kravet nedstrøms noen dager i forkant av varslede flommer. Resultatene fra april måned 2005 tyder på at pH-målet ved

Oksestein var satt for lavt til å oppnå tilfredsstillende vannkvalitet langs hele den anadrome strekningen på denne tiden (**Figur 14**).

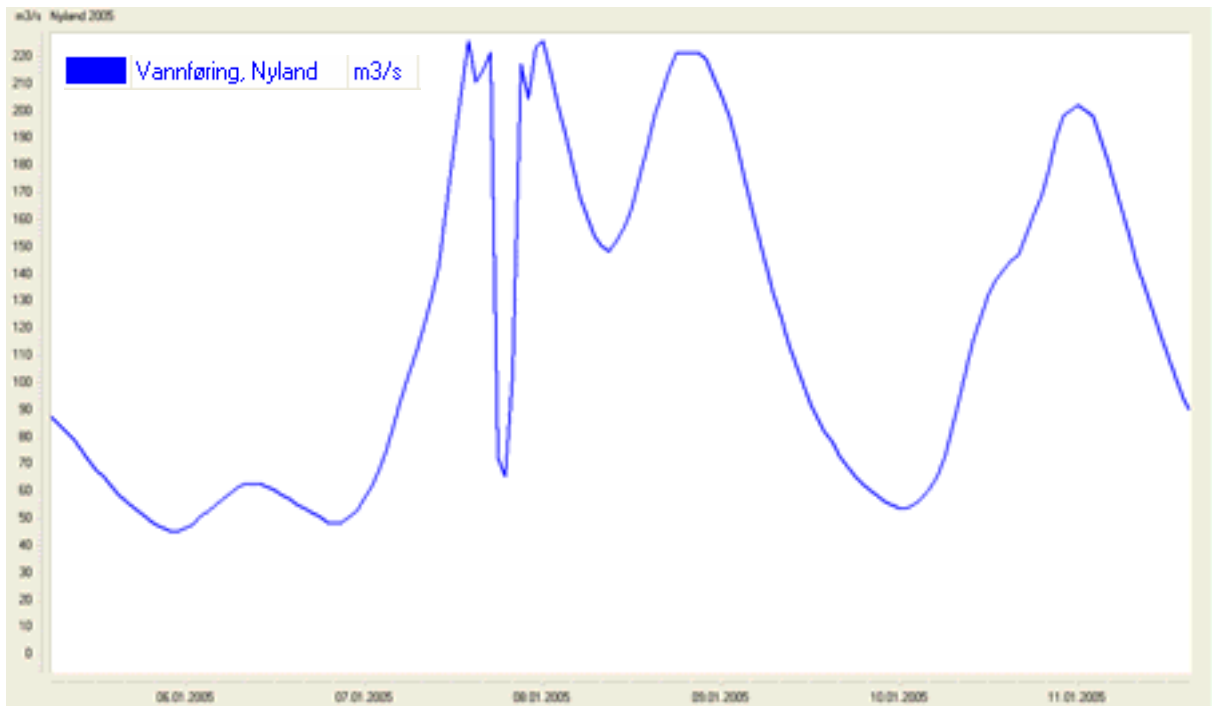
I sommerperioden er det minimalt behov for avsyring i elva. Det doseres likevel små mengder for å unngå sedimentering av kalkslurry i siloene. I 2005 ble om lag 10% av årsforbruket ved Nyland dosert i perioden 1. juni – 1. september. I perioder om vinteren kan isstuvning oppstrøms anlegget medføre overestimering av vannføring og dermed fare for overdosering (se eksempel i **Figur 15**). For unngå dette, bør anlegget kjøres på manuell dosering i perioder hvor det observeres oppstuvning av is i elva oppstrøms.

### Problemer knyttet til dagens kalkingsstrategi

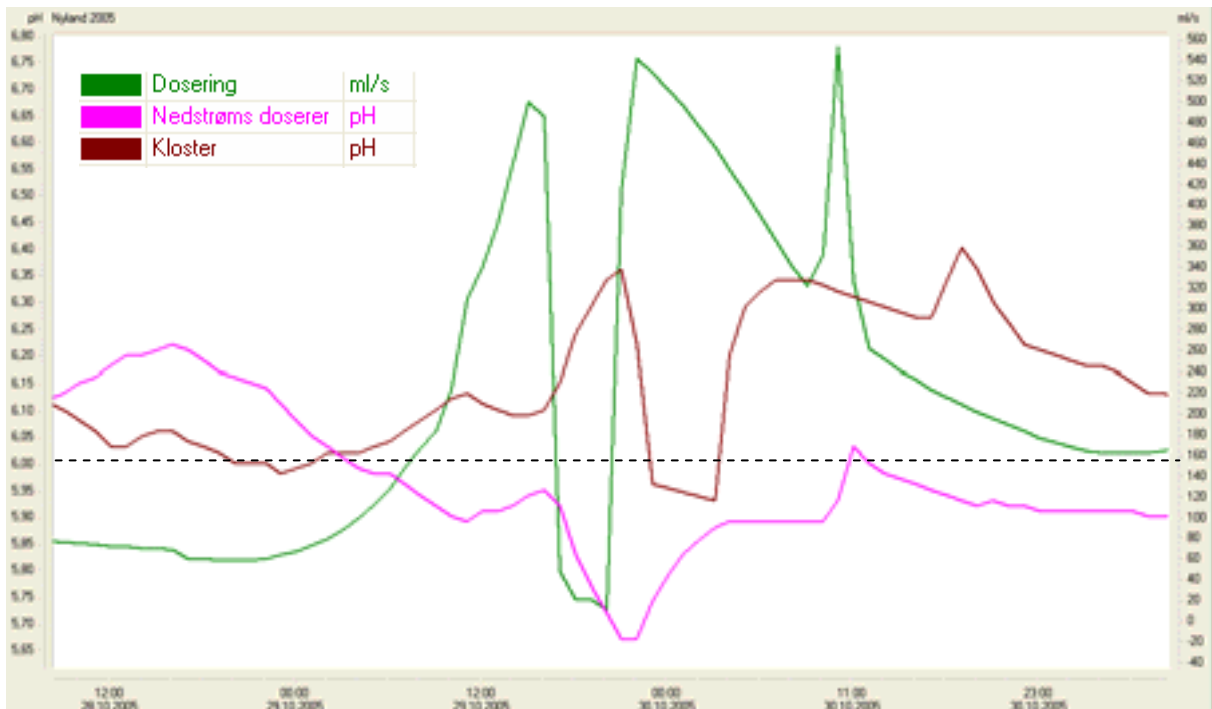
Resultatene fra driftskontrollen i 2005 viser tydelig at det er behov for en ekstra doserer i nedre deler av Litleåna. Dette vil sikre stabil vannkvalitet nedenfor samløpet av de to vassdragsgrenene, og også redusere faren for giftige aluminiums-blandsoner i de nedre delene av elva samt i fjordområdet utenfor.



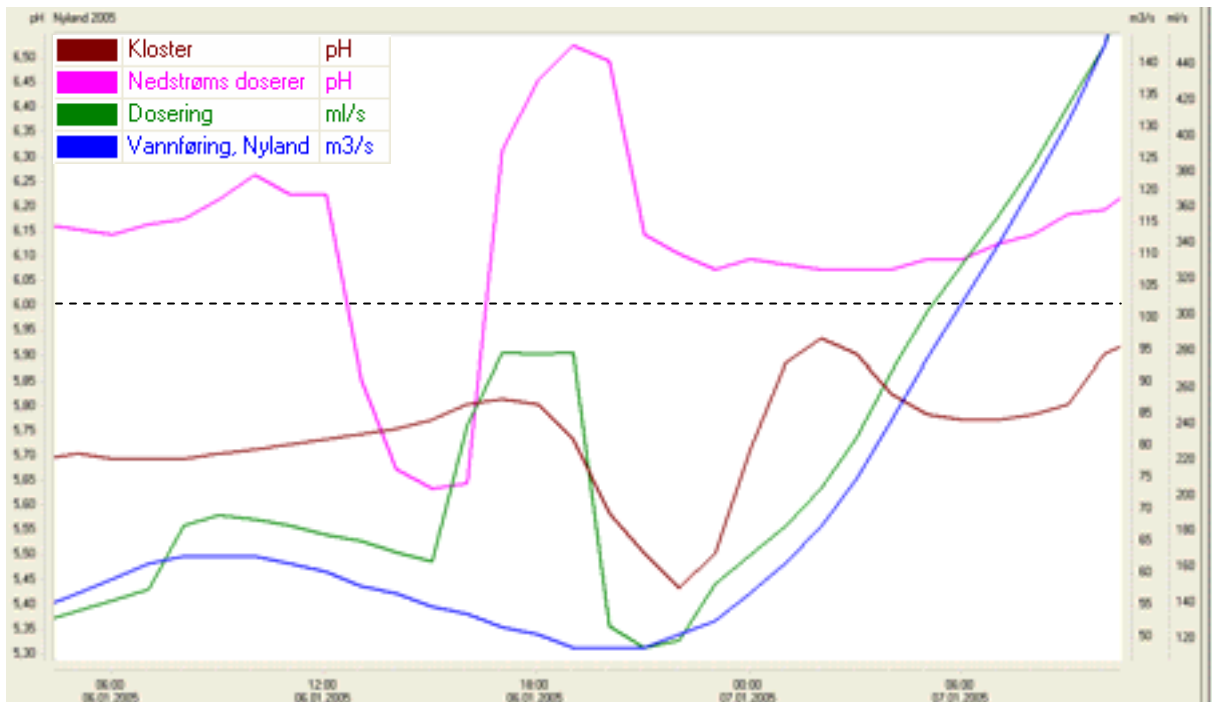
**Figur 9.** Eksempel fra november 2005 som viser at pH ved Kloster ofte viste positiv samvariasjon med vannføring målt ved Nyland. pH-målet ved Kloster på denne tiden var 6,0 (stiplet linje).



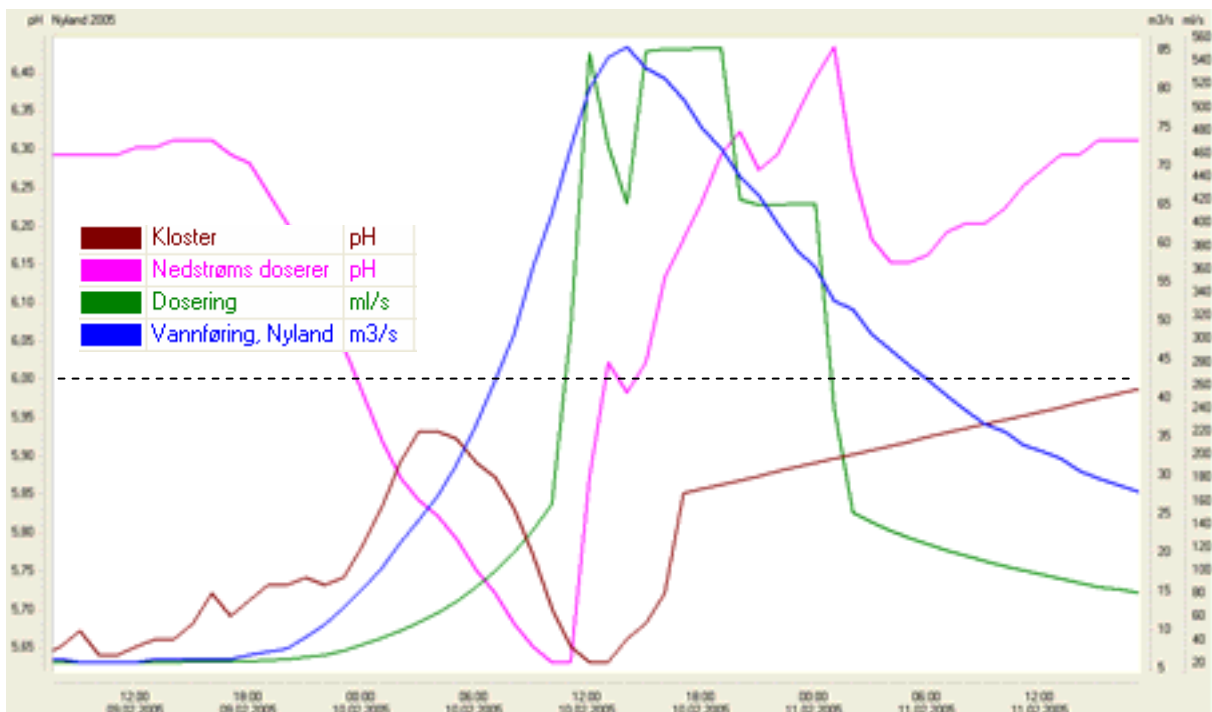
**Figur 10.** Dagens maksimale målbare vannføring ( $216 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ved Nyland ble oversteget i løpet av flommen 7.-8. januar 2005.



**Figur 11.** Driftsstans ved Nyland-anlegget den 29. oktober 2005 gir kortvarige pH-dropp nedstrøms anlegget (Oksestein bru) og ved Kloster. Vannføringen ved Nyland var omkring  $85 \text{ m}^3/\text{s}$  i løpet av driftsstansen og det tok 2 og 7 timer før effekten ble registrert på hhv. Oksestein og Kloster. pH-målet ved Kloster var 6,0 i denne perioden (stiplet linje).

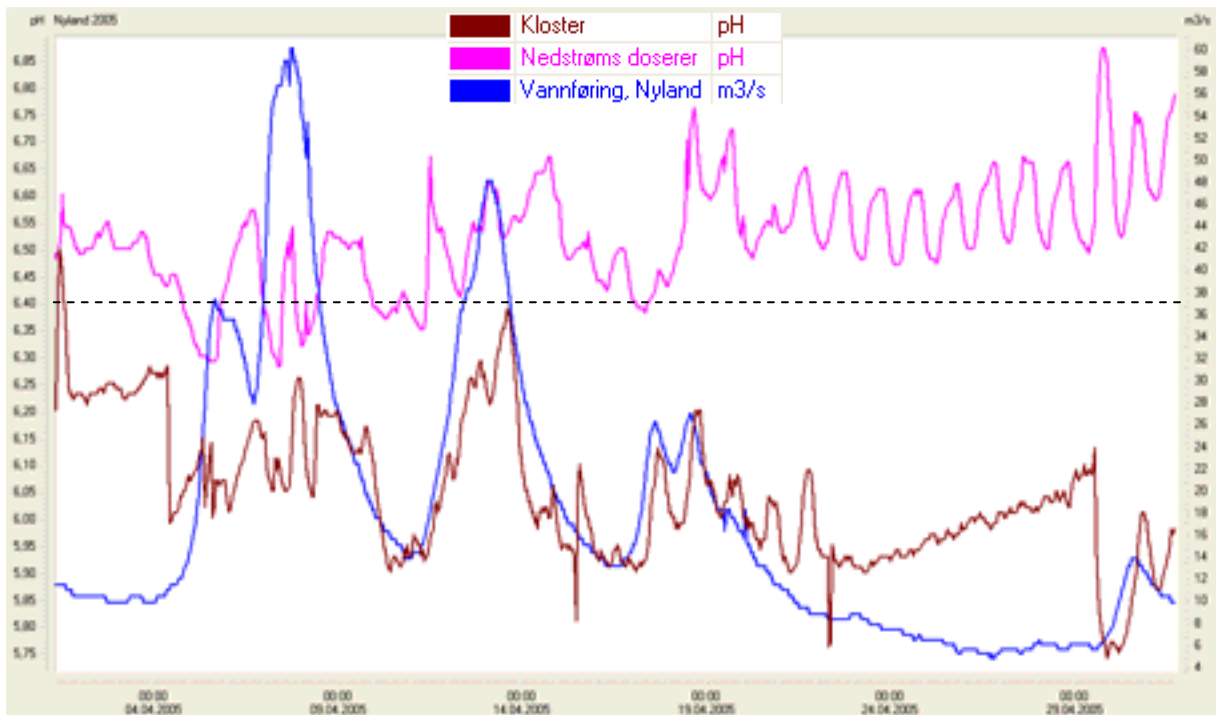


**Figur 12.** Lang responstid mellom pH-nedstrøms signal og doserer (3 timer) fører til kortvarig, men kraftig forsureningsepisode ved Kloster den 6. januar 2005. pH-målet ved Kloster var 6,0 i denne perioden (stiplet linje).

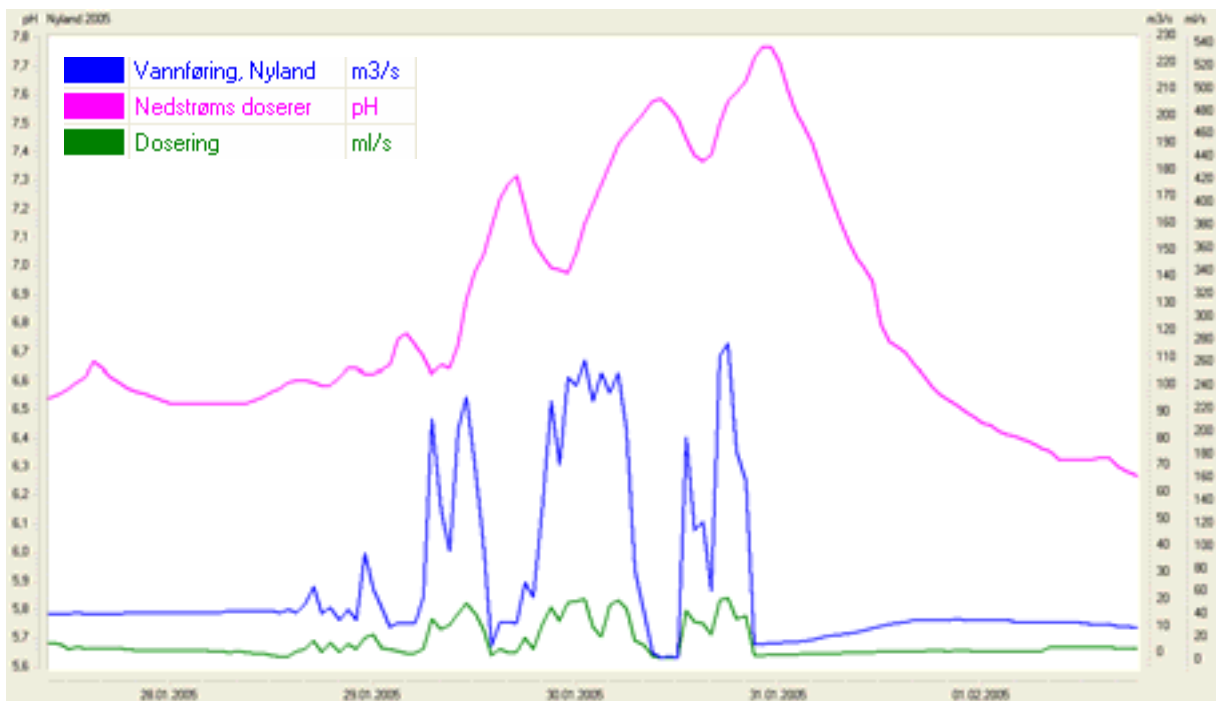


**Figur 13.** Eksempel fra 10. februar 2005 som viser at dosering kom for sent i gang til å unngå pH-dropp på Kloster under en flomtopp. pH-målet ved Kloster var 6,0 på denne tiden (stiplet linje).





**Figur 14.** Data fra april 2005 viser at pH-kravet nedstrøms Nyland var satt for lavt til å oppnå pH-målet på 6,4 ved Kloster (stiplet linje). Vannføringen varierte fra 5 til 60 m<sup>3</sup>/s i den aktuelle perioden.



**Figur 15.** Isstuing oppstrøms Nyland-anlegget førte til overestimering av vannføring og for høy dosering mot slutten av januar 2005. Reaksjonen på pH nedstrøms anlegget (Oksestein) er vist i figuren. Den reelle vannføringen er sannsynligvis under 20 m<sup>3</sup>/s gjennom hele perioden

### 3. Tiltak

#### Tidligere anbefalte tiltak som er gjennomført

- Operatørene overtar ansvaret for daglig drift av automatisk pH-overvåkingsstasjon på Kloster.

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

- Økt sikkerhet rundt kalkleveransene til Lindeland-anlegget i perioder med stort kalkbehov
- Automatisering av doseringen også ved lave vannføringer på Nyland. Kan trolig bidra til å spare kalk ved lite behov i elva (f.eks. i sommerperioden)
- Dagens maksimale målbare vannføring (216 m<sup>3</sup>/s) bør økes ytterligere. Dette nivået ble oversteget i løpet av flommen 7.-8. januar 2005.
- Automatisk pH-styring på Lindeland bør innføres dersom pH-målet på 5,5 oppstrøms Nyland skal overholdes

#### Forslag til nye tiltak

- pH-målet på strekningen mellom Lindeland og Nyland bør diskuteres. Dersom det er viktig å holde dette over 5,5 og unngå overdosering av kalk om sommeren, bør det innføres pH-styring ved anlegget. Dersom fiskebestanden på denne strekningen ansees som relativt robust i forhold til pH-variasjoner, kan enklere styring av anlegget vurderes.
- Forsøke å korte ned reaksjonstid mellom pH-signal og doseringsenhet ved Nyland for å unngå pH-dropp i elva nedstrøms
- Etablere ny doserer i nedre del av Litleåna
- Felt-pH-meteret er et av driftsoperatørens viktigste instrumenter. For å sikre at dette til enhver tid viser riktig verdi, foreslås det at driftsoperatørene i Kvina, Lygna, og Mandal foretar interkalibrering av sine felt-pH-meter tre ganger per år (første møte i gruppa er allerede arrangert).

### 4. Referanser

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824, 37 s.

Kaste, Ø (red.). 2005. Kvina. I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005 Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2005-2. s. 104-114.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4668, 29 s.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina. Avviksrapport for 2003 og 2004. NIVA-rapport 5049, 21 s.