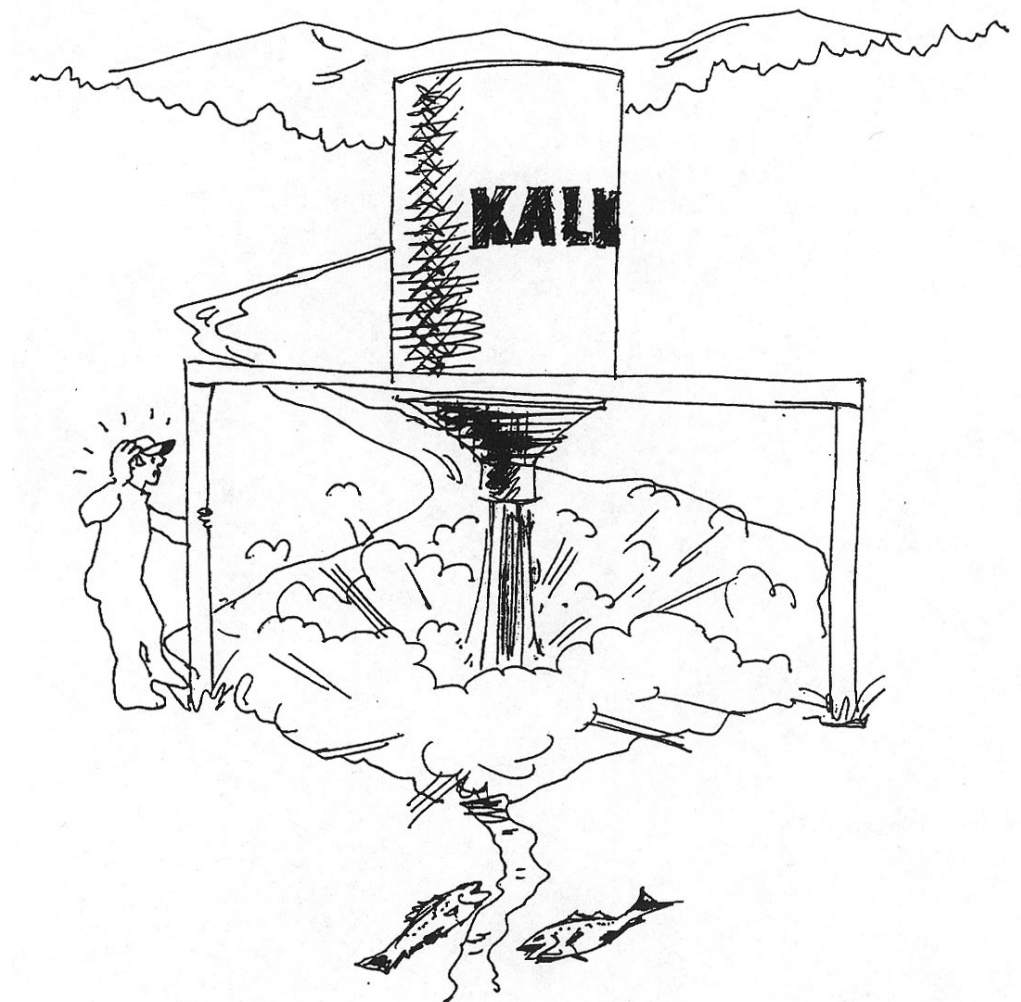




RAPPORT LNR 5219-2006

**Driftskontroll av  
kalkdoseringsanlegg i  
Storelva, Vegårvassdraget**

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 Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2005	Løpenr. (for bestilling) 5219-2006	Dato Mai 2006
	Prosjektnr. Undernr. O-25036	Sider Pris 11
Forfatter(e) Øyvind Kaste og Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Vegårshei kommune	Oppdragsreferanse
---------------------------------------	-------------------

**Sammendrag**

Driftskontroll av Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg i Storelva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden som gir grunnlag for iverksetting av forbedringstiltak. Driftskontrollen avdekket relativt mange og til dels lange perioder med feil på pH-signaler oppstrøms og nedstrøms anlegget ved Hauglandsfossen i 2005. Det var særlig store problemer med pH-signalerne på høsten, og dette kan ha medført feildosering. Kontinuerlige pH-data fra Nes Verk, midt i den lakseførende delen av elva, viser at det tok flere uker før vannkvalitetsmålet for smoltperioden 1. april-31.mai (pH 6,4) ble oppnådd. Årsaken til problemet var at stasjonen ved Nes Verk viste for høye pH-verdier. Dette ble korrigert i etterkant, men feilen førte til at driftsoperatøren fikk misvisende informasjon om reell måloppnåelse i det aktuelle tidsrommet. Det er foreslått tiltak for å forbedre kvaliteten på pH-signalerne oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegget, samt ved pH-stasjonen på Nes Verk.

<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 på kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg, samt å introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatøren, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Storelva i oktober 2001. En rammeavtale for driftskontrollen ble da kontraktsfestet. 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 Aust-Agder og oppdragsgiver er Vegårshei kommune.

Grimstad, mai 2006.

*Øyvind Kaste*

## Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2. Vurdering av driften</b>	<b>7</b>
<b>3. Tiltak</b>	<b>11</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>11</b>

---

## Sammendrag

Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg er etablert for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Det er et pH-styrt kalkdoseringsanlegg som doserer etter pH både oppstrøms og nedstrøms anlegget. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget ble etablert høsten 2001. For å vurdere om kalkingen gir ønsket resultat på den lakse- og sjøørretførende (anadrome) strekningen i elva, brukes kontinuerlige pH-data fra Nes Verk.

Det ble ikke registrert driftsavbrudd på driftskontroll-loggeren i 2005. En betydelig svakhet i driftskontrollen for Hauglandsfoss-anlegget er imidlertid at det mangler registrering av dosesignal fra den elektroniske styringsenheten på kalkdosereren. Det var relativt mange og til dels lange perioder med stopp i vanntilførsel eller feil med pH-signaler på stasjonene oppstrøms og nedstrøms Hauglandsfossen (Monane) i 2005. Det var særlig store problemer med pH-signalene på høsten, og dette kan ha medført feildosering fra anlegget.

Kontinuerlige pH-data fra Nes Verk, midt i den lakseførende delen av elva, viser at det tok lang tid før en oppnådde vannkvalitetsmålet for smoltperioden 1. april-31.mai (pH 6,4). Først etter 19. mai 2005 lå verdiene stabilt i overkant av det fastsatte vannkvalitetsmålet for den anadrome strekningen. Årsaken til problemet var at overvåkingsstasjonen ved Nes Verk på denne tiden viste for høye pH-verdier. Dette ble korrigert i etterkant, men feilen førte til at driftsoperatøren fikk misvisende informasjon om reell måloppnåelse i det aktuelle tidsrommet.

Om lag 60% av årsforbruket av kalk ble dosert i løpet av november måned, mens forbruket i løpet av smoltfiseringsperioden (15. februar-31.mai) bare utgjorde litt i overkant av 20% . I perioden 1.-13.november ble det dosert hele 57 tonn kalk (>50% av årsforbruket). Det var store problemer med feil pH både ved Monane og ved Nes Verk på denne tiden, og sannsynligheten er stor for at misvisende styringssignaler kan ha bidratt til overdosering av kalk fra anlegget.

Basert på resultatene fra 2005 anbefales følgende tiltak:

- Mer regelmessig rengjøring av elektroder og tettere oppfølging/kvalitetssikring av pH-signalene oppstrøms og nedstrøms doseringsanleggene ved hjelp av driftsoperatørens felt pH-meter
- I og med at pH-data fra Nes Verk brukes aktivt til å justere inn dosenivået ved anlegget, bør pH-nivået sjekkes regelmessig med driftsoperatørens felt-pH-meter. NIVAs månedlige kontroll av pH-overvåkingsstasjonene er for sjelden til å bruke resultatene i den operasjonelle driften.
- Felt-pH-meteret er et av driftsoperatørens viktigste hjelpemidler. For å sikre at dette til enhver tid viser riktig verdi, foreslås det at driftsoperatørene i Aust-Agder foretar inter-kalibrering av sine feltmeter tre ganger per år (eventuelt kalibrering av driftsoperatørs feltmeter samtidig med NIVAs vedlikehold av pH-overvåkingsstasjonen på Nes Verk)
- Etablere dosesignal fra den elektroniske styringsenheten på kalkdosereren, for å bedre den generelle driftskontrollen på kalkingsanlegget.

# 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 meter vann. Dosene beregnes på grunnlag av titeringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetning og pH i elvevannet. Ved å sammenligne doseringsmålet 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.

Nedbørfeltet til Storelva, med plassering av kalkdoseringsanlegg og pH-stasjoner er vist i **Figur 1**. Tidligere rapporter fra driftskontrollen i Storelva er skrevet av Høgberget og Håvardstun (2003) og Håvardstun og Høgberget (2005a,b), se referanseliste bak i rapporten. Resultatene fra kalkingen av Storelva rapporteres dessuten hvert år i forbindelse med DNs effektkontroll for større vassdrag (Kaste 2005).

## Om doseringsanlegget ved Hauglandsfossen

Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg ble etablert i 1996 for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Anlegget er plassert 700 m på oversiden av oppvandringshinderet ved Hauglandsfoss og var først styrt kun etter pH oppstrøms dosereren. I 1998 ble det i tillegg etablert styring etter pH nedstrøms anlegget. Det ble da bygd en pH-målingsstasjon på Monane, omlag 3 km nedstrøms anlegget. Denne sender data som radiosignaler til doseringsautomatikken på anlegget. Det ble utarbeidet nye pH-mål for den lakseførende strekningen i elva 24. februar 1999. Minimumskravene til pH er 6,2 i perioden 15. februar - 31. mars, 6,4 i perioden 1. april - 31. mai og 6,0 ellers i året.

Det ble etablert driftskontroll på anlegget i oktober 2001. Full driftskontroll er enda ikke operativ på grunn av manglende registrering av dosesignal fra elektronisk styringsenhet på kalkdosereren. Dette vil kreve etablering av ny styringsenhet (PLS) på anlegget. Styringsdosen (PLS-dosen) er dermed ikke kontrollerbar ved hjelp av vannføring og vektdata per i dag. Vekten av beholdningstanken måles ved hjelp av ”strekklapper” i stedet for med veieceller under bærekonstruksjonen. Dette er forskjellig fra de fleste andre kalkdoseringsanlegg, og gir dårligere veienøyaktighet.



**Figur 1.** Storelva med nedbørfelt (457 km<sup>2</sup>), plassering av kalkdoseringsanlegg (trekanter) og pH-målestasjoner (sirkler). Kalkdosereren i Vegårvasselva er ikke lenger operativ.

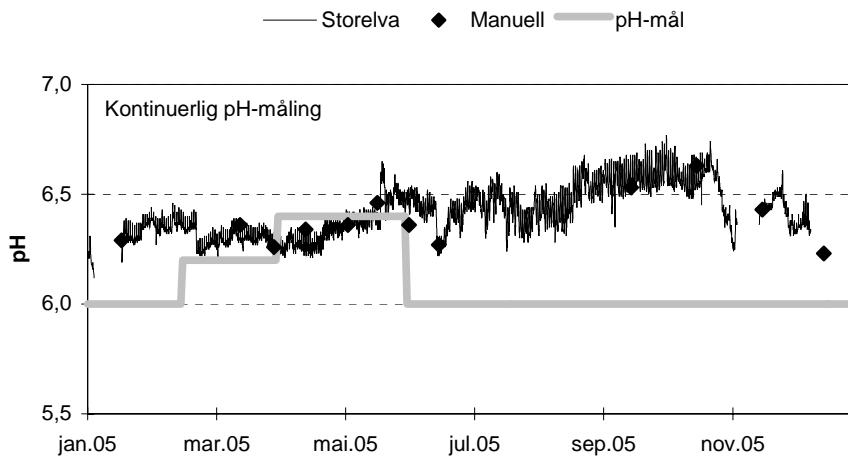
## 2. Vurdering av driften

### Måloppnåelse på anadrom strekning

Data fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Nes Verk brukes for å vurdere om kalkingen har gitt ønsket resultat på den anadrome strekningen i elva. I **Figur 1** er timesverdier fra Nes Verk plottet i forhold til pH-målene som gjelder i de ulike deler av året. Perioder hvor pH-verdiene i elva lå under aktuelt målnivå er vist i **Tabell 1**. Resultatene viser at det tok lang tid før pH i elva nådde opp til målet på 6,4 etter 1.april. pH-nivået økte noe etter 21. april, og etter 3. mai fluktuerte pH omkring målet. Først etter 19. mai stabiliserte verdiene seg over det fastsatte vannkvalitetsmålet for den anadrome strekningen. Årsaken til pH-avvikene i april/mai 2005 er diskutert nærmere på side 9.

**Tabell 1.** Perioder i 2005 som pH ved Nes Verk lå under målet for elva.

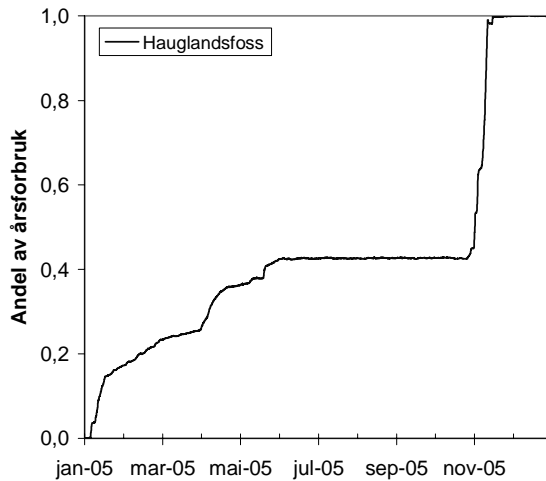
	Ant. dager	pH-intervall	pH-mål	Max avvik
01. apr-21.apr	20	6,21-6,35	6,4	0,19
22.apr-02.mai	10	6,29-6,39	6,4	0,11
03.mai-19.mai	16	6,29-6,44	6,4	0,11
<b>SUM</b>	<b>46</b>			



**Figur 2.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling ved Nes Verk i 2005. De fylte firkantene representerer pH målt i vannprøver fra DNS effektkontroll i vassdraget.

### Kalkforbruk

Kalkforbruket ved Hauglandsfossen i perioden 2002-2005 har ligget på hhv. 106, 302, 237 og 110 tonn kalksteinsmel årlig (basert på opplysninger fra fylkesmannens miljøvernavdeling). Det ble dermed brukt betydelig mindre kalk i 2005, sammenlignet med de to foregående årene. Om lag 60% av kalken ble dosert i løpet av november måned, mens forbruket i løpet av smoltifiseringsperioden (15. februar-31.mai) utgjorde beskjedne 22% av årsforbruket (**Figur 3**).



**Figur 3.** Kumulativ utvikling av kalkforbruket i 2005 ved Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg.

### Driftssikkerhet på styringssignaler og dataoverføring

#### *Driftskontroll-loggerne*

Det ble ikke registrert avbrudd på driftskontroll-loggeren i 2005. En betydelig svakhet i driftskontrollen for Hauglandsfoss-anlegget er imidlertid at det mangler registrering av dosesignal fra elektronisk styringsenhet på kalkdosereren (se nederst s. 5)

#### *pH-signaler*

Det var relativt mange og til dels lange perioder med stopp i vanntilførsel eller feil med pH-signaler oppstrøms og nedstrøms Hauglandsfossen (Monane) i 2005 (**Tabell 2**). Til sammen ble det registrert 47 og 34 dager med feil på de respektive pH-signalene. Det var særlig store problemer med pH-signalene på høsten, og dette kan periodevis ha medført feildosering fra anlegget. Operatør fikk nye elektroder 2. november, og de gamle hadde tydelig belegg av humus. Mer regelmessig rengjøring av elektroder og tettere oppfølging/kvalitetssikring av pH-signalene ved hjelp av eget feltmeter ville sannsynligvis ha redusert omfanget av feilmålinger på de to stasjonene.

**Tabell 2.** Perioder med feil på pH-signaler til Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg i 2005.

	<b>Oppstrøms</b> (ant. dager)	<b>Nedstrøms</b> (ant. dager)	<b>Kommentar</b>
01.jan	4,5		Temp-økn. mot slutten
24.jan		0,4	Temp-økn.
15.feb-17.mar		*4,0	11 korte episoder med sviktende vanntilgang
06.aug		12,0	Manglende signal, feil på strømforsyning
02.sep	4,4	4,4	Manglende signal, feil på radio
21.sep	36,0		pH øker gradvis (periodevis >pH ved Monane)
30.okt		13,0	Feil på signal (stor variasjon)
12.nov	3,7		Viser for høy verdi (pH>7,0)
14.des		8,4	pH "frosset" på samme verdi
<b>SUM</b>	<b>46,8</b>	<b>33,8</b>	

\*anslag

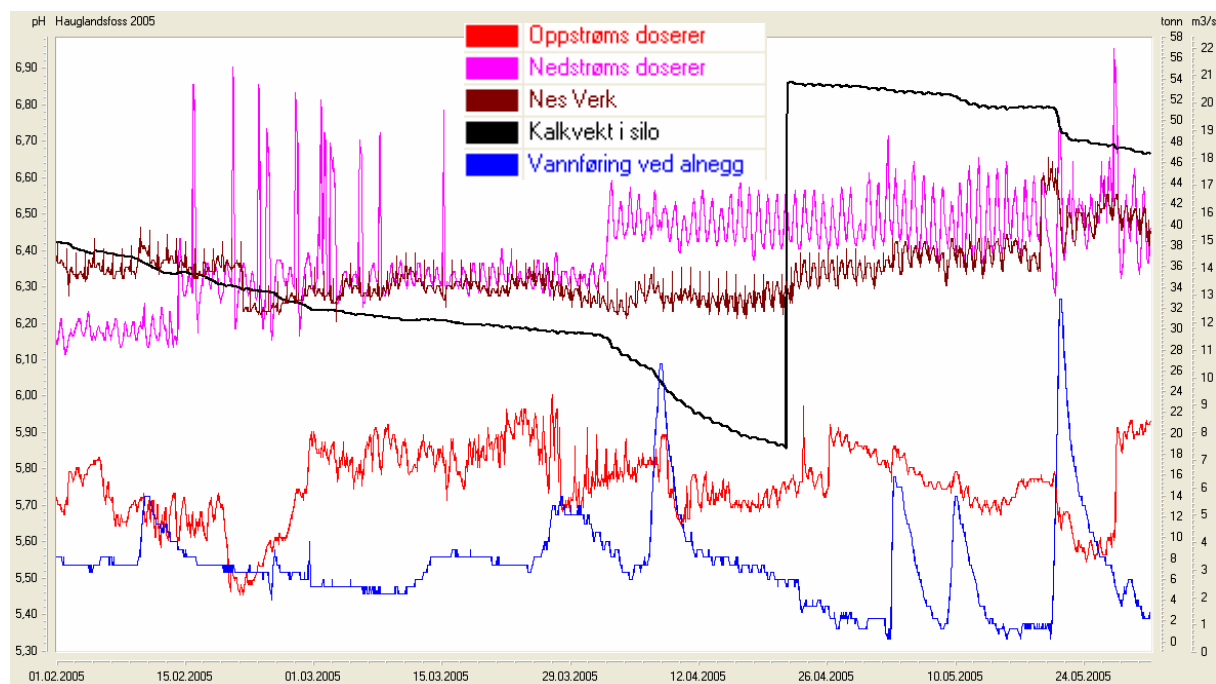


### Avvik mellom kalkingsbehov og aktuell utdosering

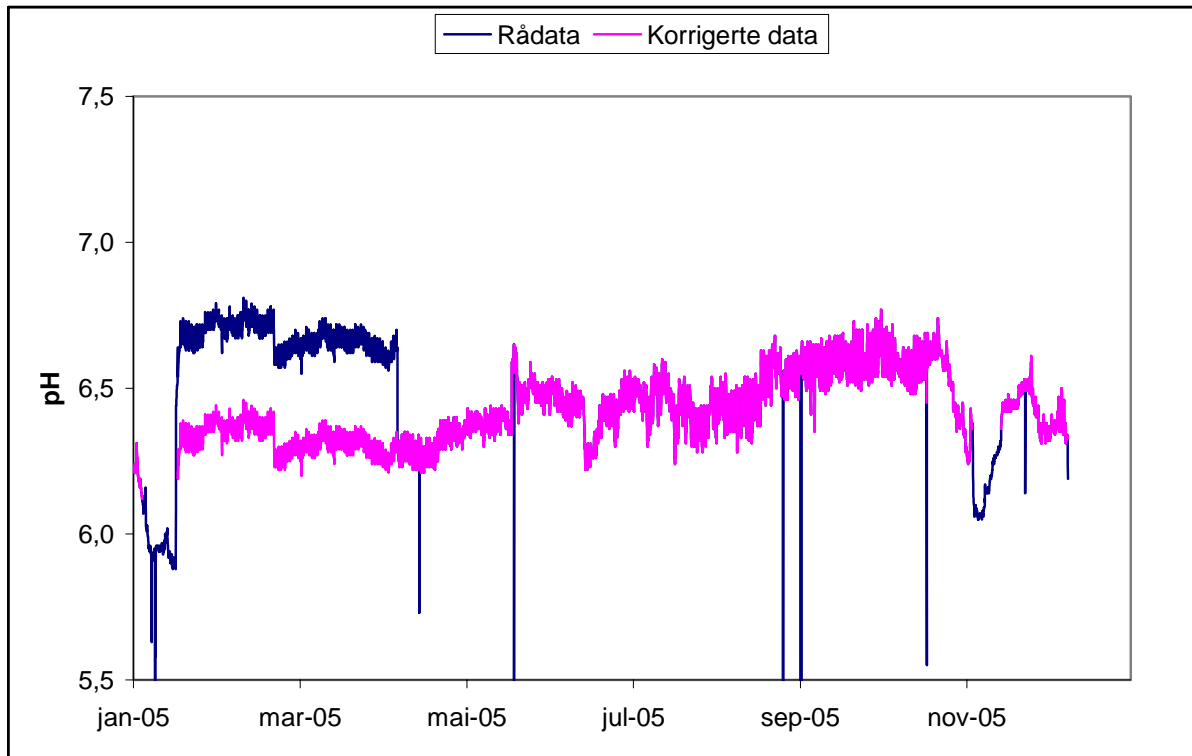
Det ble ikke registrert utilsiktede stopp i kalkdoseringen i 2005. Som **Tabell 1** viser, var det imidlertid behov for et høyere doseringsnivå i april og første halvdel av mai. pH-nivået oppstrøms doseringsanlegget varierte i området 5,5-5,9 fra februar til ut mai (**Figur 4**), men langtidsdosen lå likevel under 1 g kalsiumkarbonat per kubikk vann gjennom hele første halvår. Etter 1. april ble pH-kravet nedstrøms anlegget øket fra 6,3 til om lag 6,5. I ettertid viste det seg at dette var for lite til å nå pH målet på 6,4 i elva ved Nes Verk. Dette var vanskelig for operatøren å oppdage på denne tiden fordi pH-stasjonen ved Nes Verk viste feil verdier (se **Figur 5**). Med riktig pH-informasjon fra Nes Verk burde sannsynligvis det operasjonelle pH-kravet ved Monane vært økt til nærmere 6,7-6,8 for at en skulle nå det fastsatte målet for den anadrome strekningen. Etter 1. juni ble det praktisk talt ikke dosert kalk fra anlegget før i slutten av oktober, og basert på pH-verdiene nedstrøms var det heller ikke behov for dette.

I perioden 1.-13.november ble det dosert hele 57 tonn kalk (>50% av årsforbruket) i forbindelse med en flomperiode og langtidsdosen økte raskt til nærmere 3 g/m<sup>3</sup> (**Figur 6**). I denne perioden var det store problemer med feil pH-signaler både ved Monane og ved Nes Verk, og det er derfor fare for at misvisende styringssignaler kan ha bidratt til overdosering av kalk fra anlegget. På grunn av manglende data nedstrøms er det dessverre umulig å dokumentere dette, men basert på pH-nivået oppstrøms dosereren (5,4-5,8) skulle det ikke være behov for nevneverdig høyere kalkdoser enn det som ble benyttet våren 2005.

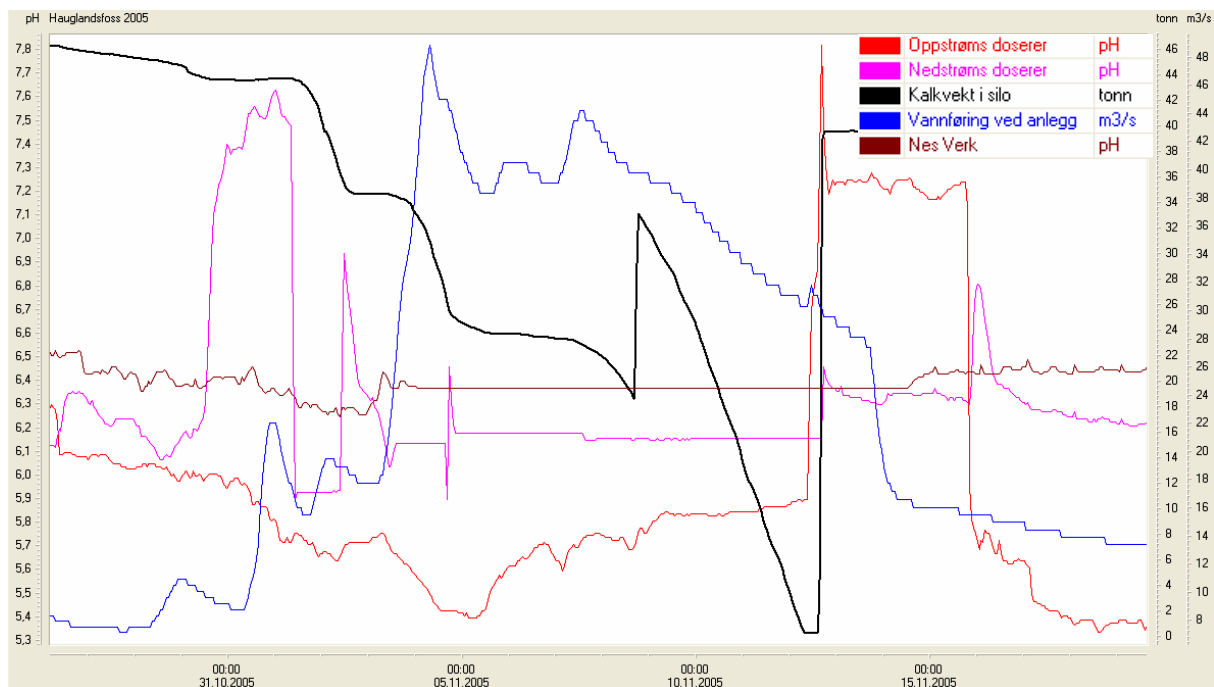
Det ble ikke dosert kalk fra anlegget fra 17. november og ut året på grunn av liten, til moderat vannføring (maks 20 m<sup>3</sup>/s) og tilstrekkelig høye pH-verdier i elva.



**Figur 4.** pH-nivåer oppstrøms og nedstrøms dosereren på Hauglandsfossen, samt på overvåkingsstasjonen ved Nes Verk i perioden 1. februar-1.juni 2005. Figuren viser at det tok lang tid før pH på de anadrome strekningen nådde opp til aktuelt målnivå. Det var moderat vannføring i denne perioden, og kalkforbruket (indikert ved vektavtak i silo) var forholdsvis beskjedent.



**Figur 5.** Loggedataene for pH på NesVerk viste for høye verdier i perioden 16.januar-4.april 2005. Dette gav i denne perioden feil informasjon om det reelle kalkbehovet i elva.



**Figur 6.** Feil på pH-signaler nedstrøms dosereren kan ha ført til unødvendig høy dosering fra anlegget under en flomperiode 1.-13. november 2005 (indikert ved vektavtak i silo). pH ved Nes Verk var heller ikke tilgjengelig i den aktuelle perioden pga. pumpevikt. Langtidsdosen økte til omkring  $3 \text{ g/m}^3$  i forbindelse med ny kalkpåfylling 9. november.

### **Problemer knyttet til dagens kalkingsstrategi**

Det er tidligere dokumentert at elva tilføres surt vann fra flere sidevassdrag nedenfor doseringsanlegget på Hauglandsfossen (jfr. Kaste 2005). I tillegg bidrar Ubergsvatn til å forsinke det kalkede vannet fra Hauglandsfossen på veien nedover den anadrome strekningen. På tross av disse svakhetene i kalkingsstrategien, er det ikke påvist alvorlige forsureningsepisoder i hovedelva ved Nes Verk etter at pH-stasjonen kom på plass i november 2003.

Det er påvist høye yngeltettheter av laks og ørret langs hele den anadrome strekningen i elva, men på tross av dette det vært en påfallende dårlig fangstutvikling for laks og sjøørret i elva (Kaste 2005). Det er lansert hypoteser om årsakene til problemet, bl.a. fare for giftige aluminiums-blandsoner i brakkvanns- og fjordområdene utenfor elvemunningen. Dette kan på sikt medføre endringer i dagens avsyrningsstrategi for Storelva.

## **3. Tiltak**

Basert på resultatene fra 2005 anbefales følgende tiltak:

- Mer regelmessig rengjøring av elektroder og tettere oppfølging/kvalitetssikring av pH-signalene oppstrøms og nedstrøms doseringsanleggene ved hjelp av driftsoperatørens felt-pH-meter
- I og med at pH-data fra Nes Verk brukes aktivt til å justere inn dosenivået ved anlegget, bør pH-nivået sjekkes regelmessig med driftsoperatørens felt-pH-meter. NIVAs månedlige kontroll av pH-overvåkingsstasjonene er for sjelden til å bruke resultatene i den operasjonelle driften.
- Felt-pH-meteret er et av driftsoperatørens viktigste hjelpemidler. For å sikre at dette til enhver tid viser riktig verdi, foreslås det at driftsoperatørene i Aust-Agder foretar inter-kalibrering av sine feltmeter tre ganger per år (eventuelt kalibrering av driftsoperatørs feltmeter samtidig med NIVAs vedlikehold av pH-overvåkingsstasjonen på Nes Verk)
- Etablere dosesignal fra elektronisk styringsenhet på kalkdosereren, for å bedre den generelle driftskontrollen på kalkingsanlegget.

## **4. Referanser**

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

Kaste, Ø (red.). 2005. Storelva . I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005 Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2005-2. s. 21-33.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4690, 16 s.

Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2005a. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2003. NIVA-rapport 4989, 14 s.

Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2005b. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2004. NIVA-rapport 5127, 13 s.