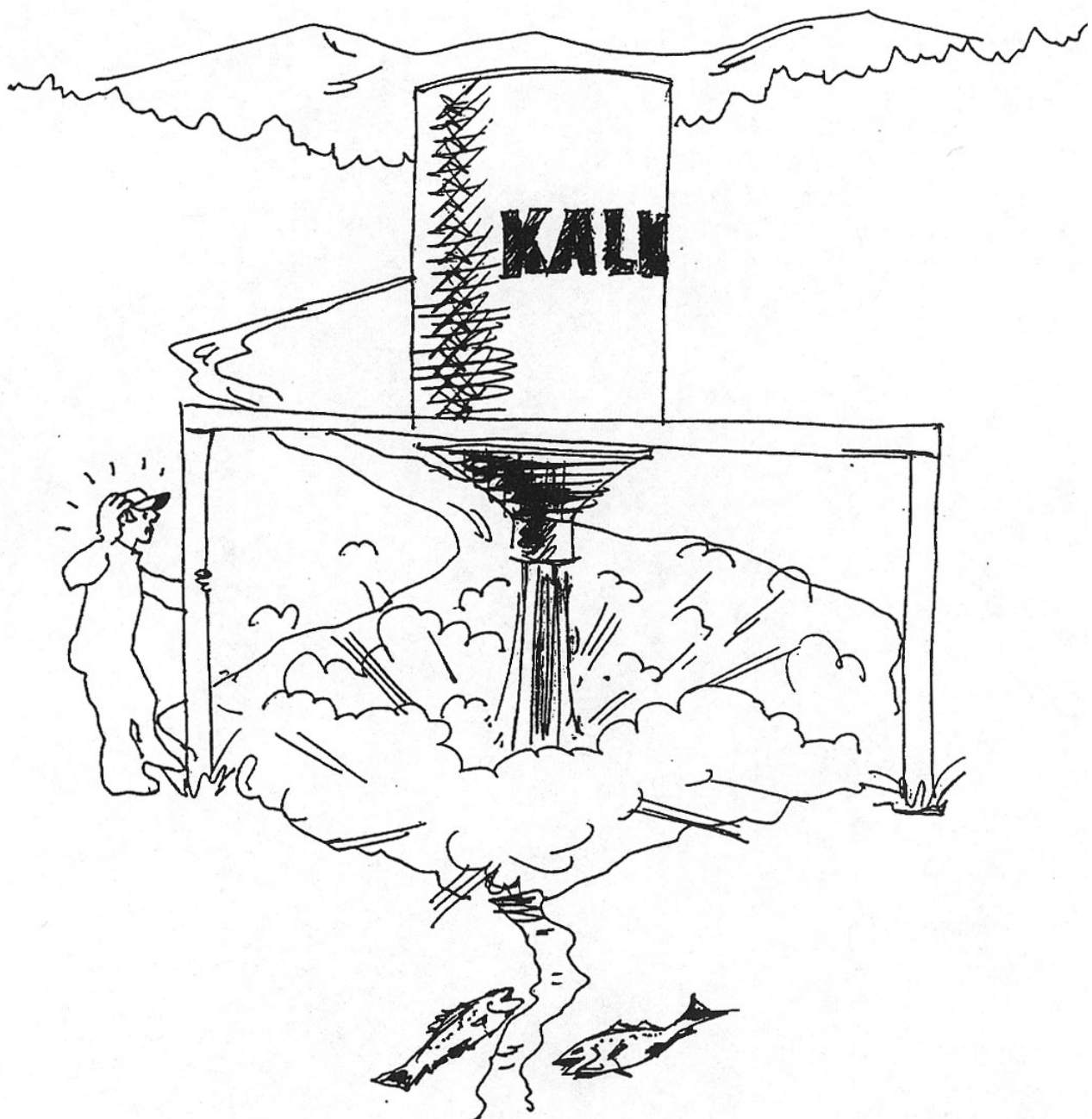


Driftskontroll av  
kalkdoseringsanlegg i  
Mandalsvassdraget  
Avviksrapport 2008



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

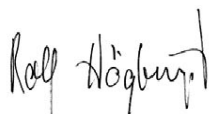
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget Avviksrapport 2008	Løpenr. (for bestilling) 5787-2009	Dato 09.05.09
	Prosjektnr. Undernr. 29033	Sider Pris 21
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) MANKALK	Oppdragsreferanse
-----------------------------	-------------------

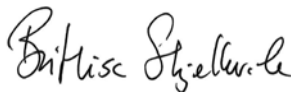
**Sammendrag**

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Mandalsvassdraget er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Den foreslår også tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Generelt var det store problemer med å gjennomføre driftskontroll på grunn av feil og avbrudd i forbindelse med elektronisk ombygging på anleggene. Smeland doseringsanlegg hadde dårligere driftssikkerhet enn normalt. Dosene som ble levert fra anlegget var tidvis meget lave. Håverstad doseringsanlegg var vanskelig å følge med driftskontroll, da signaler uteble i lange perioder. Imidlertid viser data at anlegget hadde tilfredsstillende driftssikkerhet. Bjelland doseringsanlegg hadde også mange avbrudd i driftskontrollen som følge av ombygginger. Det var også dårlig driftssikkerhet på pH-målingene ved anlegget, spesielt oppstrøms anlegget. pH-styringen ble god etter ombygging. Logåna doseringsanlegg hadde også dårlig driftssikkerhet på pH-målingen som danner grunnlag for doseringen. Det er fortsatt problemer med flere tilfeller av tom lagerbeholdning ved behov for dosering. Driftssikkerheten var ellers god på anlegget.

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



Rolf Høgberget  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjellvåle  
Forskningsleder



Jarle Nygard  
Fag- og markedsdirektør

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i  
Mandalsvassdraget**

Avviksrapport 2008

## Forord

Tidligere erfaringer har vist at kalkdoseringsanlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte produserer tilfeldig kalkdose til vassdragene som de betjener. Ettersom anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift, er det avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er tilnærmet optimal. Ideelt sett innebærer dette full kontinuerlig drift uten uønskede stopp og at dosen til enhver tid verken er for lav eller høy i forhold til oppsatte mål.

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Dette systemet for driftskontroll ble etablert i Mandalsvassdraget i 1999 som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anleggene i vassdraget, samt å være et ekstra prosessverktøy for operatører og annet personell i MANKALK (interkommunal stiftelse bestående av alle involverte kommuner i Mandalsvassdraget). Det ble inngått ny rammeavtale 15. mai 2001, som inkluderer ansvaret for pH-målingsutstyr som prosessverktøy ved kalkingsanleggene.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA bestående av Liv Bente Skancke, Jarle Håvardstun, Lise Tveiten Øyvind Kaste og Rolf Høgberget.

De årlige avvikrapportene gir en dokumentasjon av arbeidet med driftskontroll ved kalkingsanleggene i Mandalsvassdraget.

Oppdragsgiver er MANKALK. Prosjektet støttes også av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder.

Grimstad, 09.05. 2008

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledningf</b>	<b>6</b>
<b>2. Driften av anleggene</b>	<b>8</b>
2.1 Smeland	8
2.2 Håverstad	10
2.3 Bjelland	12
2.4 Logåna	16
<b>3. Tiltak</b>	<b>20</b>
3.1 Bjelland	20
3.2 Logåna	20
<b>4. Referanser</b>	<b>21</b>

---

## Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Mandalsvassdraget er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Den foreslår også tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi.

Generelt var 2008 et spesielt vanskelig driftskontroll-år. Årsakene var mange og langvarige problemer i forbindelse med ombygging av anleggene. Det var problematisk å forholde seg til kontaktpersoner hos ombygger, da disse til stadighet ble byttet ut. Det oppsto også meget lang tid mellom meldinger av problemer og reaksjoner ved retting av feilene.

### Smeland

- Det var store problemer med å følge den daglige driftskontrollen som følge av ombygginger på anleggets elektroniske styringssystem.
- Det var langt dårligere driftssikkerhet i 2008 enn tidligere registrert på anlegget. Langvarig stillstand oppsto 12 ganger. Disse utgjorde til sammen ca 1 måned uten dosering. Dette forholdet har også sammenheng med de ombygginger som ble foretatt på anlegget.
- Dosene som ble levert fra anlegget store deler av høsten var langt under målet.

### Håverstad

- Også på Håverstad var det i lange perioder umulig å foreta driftskontroll. Årsakene var bortfall og feil leverte signaler ved ombygging av elektronikken på anlegget. Det var store problemer med å få ombygger til å reparere de feil som oppsto innen rimelig tid.
- Av de data som er tilgjengelig går det fram at det var få stopp på doseringen fra anlegget.
- På grunn av den mangelfulle datatilgangen, kan dosene som ble levert fra anlegget kun dokumenteres første halvår.

### Bjelland

- Det oppsto langvarige brudd i innsamling av data på driftskontroll-loggeren i forbindelse med ombygginger i det elektroniske systemet på anlegget. Det oppsto også mange og langvarige brudd i vannstandssignalet, kalkvekt og begge pH-signaler da loggeren var operativ.
- pH-stasjonene ved anlegget leverte ofte ubrukelige data på grunn av sviktende vanngjennomstrømming. Tiden uten reelle pH-målinger var meget lang, 52 og 14 døgn for målinger henholdsvis oppstrøms- og nedstrøms anlegget.
- Flere underskridelser enn normalt av pH-mål i lakseførende strekning ble registrert.
- pH-styringen på anlegget ble bedre som følge av ombyggingen som ble foretatt.

### Logåna

- Vannstandsmåleren på anlegget ble modifisert for å unngå mekaniske problemer.
- Det oppsto for mange stopp i gjennomstrømming av pH-kyvetta, spesielt under flom. 30 døgn uten reelle pH-målinger ble registrert som følge av forholdet. Pumpa ble i tillegg aktivt stoppet på grunn av for lite vann (lav vannføring).
- Anlegget gikk flere ganger tom for vannglass uten at ny tilførsel ble mottatt tidsnok.
- Størkning av vannglass i utførselsrøret oppsto som følge av pumping av luft ved tom beholdningstank. Dette medførte omfattende opprensingsarbeid.

# 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. Bakgrunnen for utviklingen av systemet ligger i erfaringer med høyst forskjellige og til dels lite tilfredsstillende driftsresultater på de forskjellige 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 Høgberget og Hindar (1998).

Kalkdoseringsanleggene styrer i hovedsak doseringen etter to forskjellige prinsipper:

**Vannføringsstyring:** Et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg skal kalke med fast dose. Dosen beregnes på grunnlag av hvor stor del av nedbørfeltet som skal avsyres og ønsket vannkvalitet fra en kalk-pH-titreringskurve. Doseringen er proporsjonal med vannføringen. Ved å sammenligne dose målet med den faktiske dosen gitt av driftskontrollen, får man et mål på effektiviteten til anlegget.

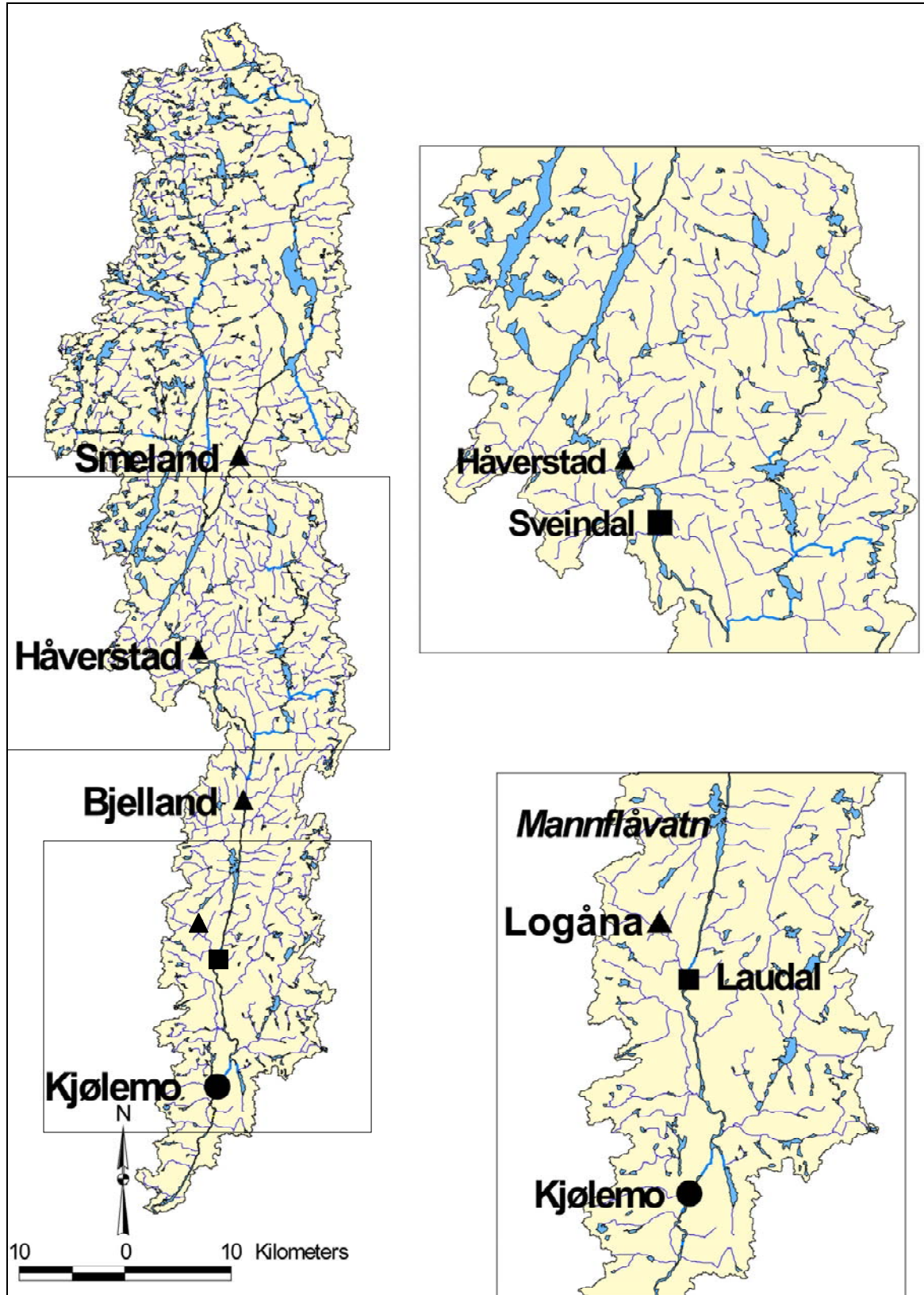
**pH-styring:** pH-verdier som blir målt i elva nær kalkingsanlegget er koblet til doseringen av kalk slik at disse overstyrer signalene fra vannføringsstyringen. Ved å sammenligne det fastsatte pH-målet for den aktuelle strekning i elva med de faktiske målte pH-verdier vises effektiviteten til anlegget.

I Mandalsvassdraget er det montert driftskontroll på de tre største kalkdoseringsanleggene; Smeland, Håverstad, Bjelland samt et lite anlegg som doserer SiO<sub>2</sub> (vannglass) i Logåna. Anlegget på Smeland er vannføringsstyrt, mens anlegget på Håverstad skal være styrt av pH oppstrøms anlegget. Imidlertid har det vist seg at pH-målingene koblet til anlegget på Håverstad ikke har fungert optimalt (Høgberget 2000). Derfor styres anlegget som et vannføringsstyrt anlegg. Anlegget på Bjelland er styrt etter pH, både oppstrøms- og nedstrøms kalkdoseringsanlegget. Logåna-anlegget er pH-styrt etter verdiene oppstrøms anlegget. Grunnlaget for driftskontrollen i Logåna avviker minimalt fra de andre anleggene ved at det er volumberegning av beholdningstank og ikke vekt som er utgangspunktet for doseberegninger. Plasseringen av de fire doseringsanleggene i Mandalsvassdraget som er omtalt i denne rapporten, er vist på kartet (**Figur 1**).

Det er tidligere utgitt følgende avviksrappporter for Mandalsvassdraget:

- oppstart av driftskontrollen i 1999 – 1. juni 2000 (Høgberget 2000)
- 1. juni 2000 – 1. juli 2001 (Høgberget 2001)
- 1. juli 2001 – 31. desember 2001 (Høgberget 2002)
- 1. januar 2002 – 31. desember 2002 (Høgberget, Skancke og Håvardstun 2003)
- 1. januar 2003 – 31. desember 2003 (Høgberget 2004)
- 1. januar 2004 – 31. desember 2004 (Høgberget og Håvardstun 2005)
- 1. januar 2005 – 31. desember 2005 (Høgberget, Håvardstun og Tveiten 2006)
- 1. januar 2006 – 31. desember 2006 (Høgberget og Håvardstun 2007)
- 1. januar 2007 – 31. desember 2007 (Høgberget og Håvardstun 2008)

Denne avviksrapporten fra Mandalsvassdraget omhandler perioden 1. januar - 31. desember 2008.



**Figur 1.** Kart over nedbørfeltet til Mandalselva med utsnitt av to områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoseringsanlegg (triangler) og pH-målestasjon (sirkel). Øvrige stedsnavn er merket med kvadrater.



## 2. Driften av anleggene

### 2.1 Smeland

Øverst i Mandalsvassdraget ligger kalkdoseringsanlegget Smeland (**Figur 1**). Dette anlegget er et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg. Et slikt anlegg skal kalke med fast dose. Det teoretiske kalkdosemålet for anlegget på Smeland er gitt som  $\geq 1 \text{ g kalksteinsmel/m}^3 \text{ vann}$ . Ved driftskontroll registreres dosen som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets kalkbeholdning (kalksilo) sammenholdt med vannføring ved kalkingspunktet. Kalkdoseringsanlegget er plassert nedstrøms et kraftverk som døgnregulerer vannføringen forbi doseringsanlegget. Vanlig utvikling gjennom et døgn er lavest vannføring tidlig på morgenen, deretter en fordobling utover dagen. Maksimum vannføring nås om ettermiddagen da det normalt er ca.  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  forbi kalkdoseringsanlegget.

Grunnet ombygging fra Miljøkalk til Norcon sitt styringssystem ble det store problemer med å operere den daglige driftskontrollen, se kap. 3.

Det er ikke registrert avbrudd i driftskontrollens dataserie i 2008.

Det ble ikke registrert brudd i veiesignaler på anlegget i perioder over 8 timer. Kun 6 tilfeller av kortvarige dropp ble registrert. Vannstandssignalet forsvant i en periode på 10 dager fra 12. august. Doseringssignalet ble utilgjengelig for driftskontroll-systemet en lang periode fra 12. august til 5. november (over 12 uker) og ca en uke fra 3. desember da verdiene var urealistiske. De varierte da ikke med vannføringen.

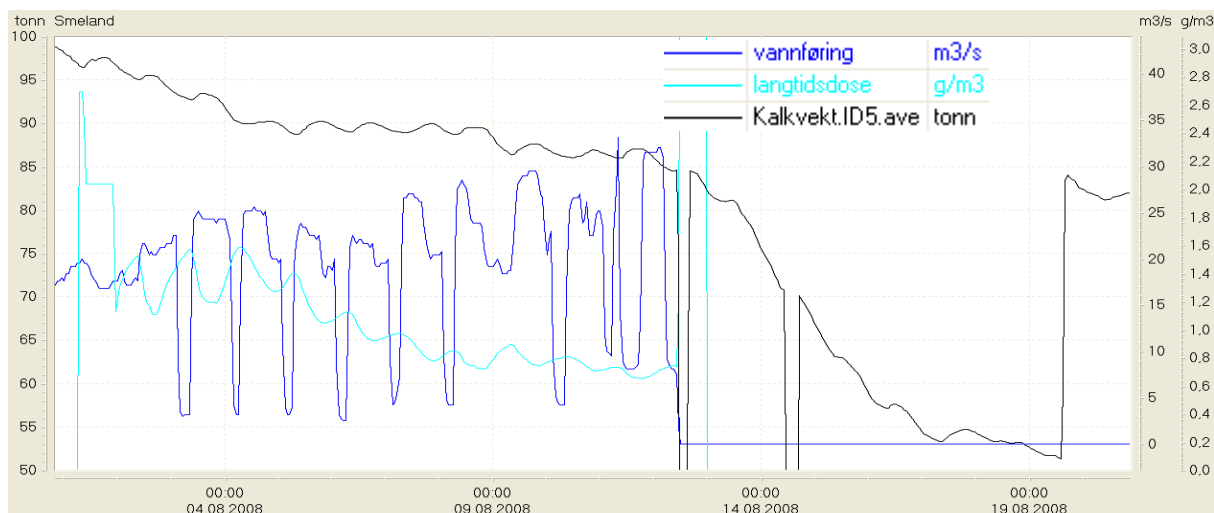
Anlegget hadde 12 tilfeller der doseringen stoppet i mer enn 8 timer. Til sammen utgjorde disse tilfellene ca en måned uten dosering. Dette er langt dårligere effektivitet enn tidligere registrert på anlegget. Dato og tid for doseringsstoppene er gjengitt i **Tabell 1**.

**Tabell 1.** Dato og tid for doseringsstoppene ved Smeland doseringsanlegg i Mandalselva i 2008. Anlegget sto stille i til sammen en måned.

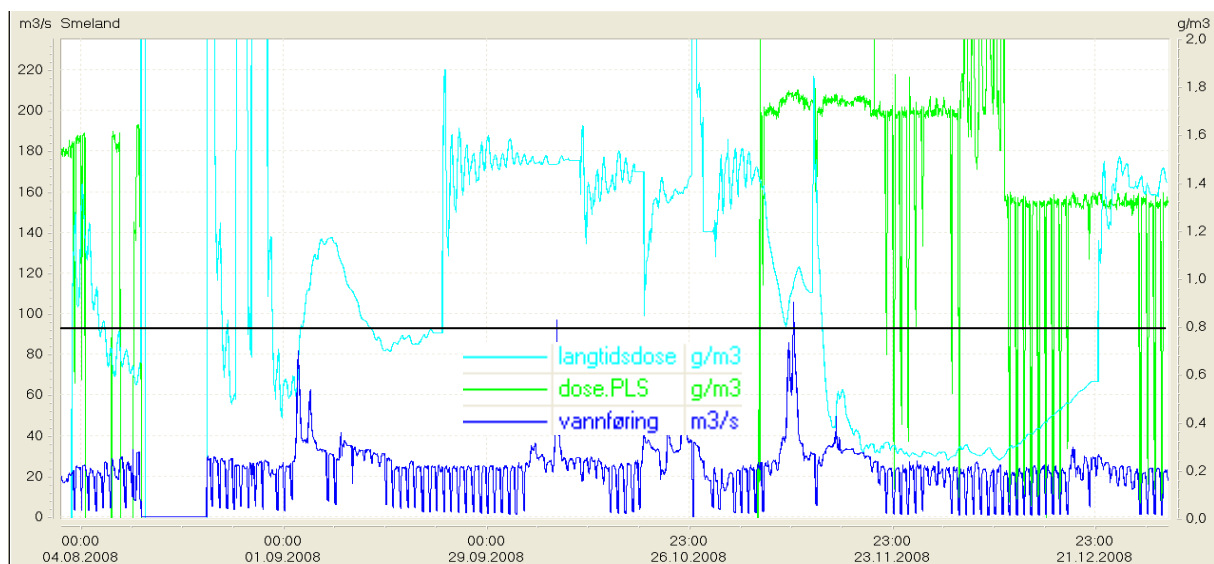
Dato	Dager uten dosering	Merknad
13.01.2008	0,8	
02.02.2008	1,5	
30.04.2008	0,4	Høy vannføring ( $120 \text{ m}^3/\text{s}$ )
26.05.2008	0,4	
10.06.2008	1,8	
04.08.2008	4,4	
09.08.2008	2,6	
21.08.2008	3,5	
29.08.2008	2,3	
08.09.2008	6,8	
05.11.2008	3,3	
11.11.2008	1,5	

Kalkdosene som ble levert fra anlegget var  $\geq 1 \text{ g/m}^3$  det meste av tiden i første halvår. Unntakene var i forbindelse med doseringsstopp 2. februar da dosene var meget lave i 3 dager etter oppstart og 2 dager etter 10. juni.

Den 4. august startet en tid med flere utilfredsstillende forhold på anlegget. Det begynte med doseringsstopp og deretter muligens en høy dosering. På grunn av manglende vannstandssignal i perioden 12.-21. august kan dosene som da ble levert ikke dokumenteres, se **Figur 2**. Etter at signalet kom tilbake, ble det registrert nesten sammenhengende for lave doser fra anlegget i en lang periode på nær 5 uker. Deretter startet en ny lang periode på 4 uker fra 11. november, også denne med meget lave doser (ca  $0,3 \text{ g/m}^3$ ). Alle disse forhold er gjengitt i **Figur 3**.



**Figur 2.** Vannføring, kalkvekt og langtidsdose ved Smeland doseringsanlegg i august 2008. Figuren viser et plutselig høyt avtak i kalkvekta uten at det var mulig å følge de faktiske dosene som ble tilført elva. Årsaken var bortfall av vannstandssignalet og dermed vannføringsdata som grunnlag for doseberegninger.



**Figur 3.** Langtidsdose, dosen på grunnlag av styringssignalet (dose PLS) og vannføring ved Smeland doseringsanlegg fra august og ut året 2008. Figuren viser at dosene i denne tiden ofte var under det målet som er ønsket av miljøforvaltningen (Fylkesmannen i Vest-Agder). Målenivået er markert med svart linje ( $1 \text{ g/m}^3$ ). Doseringssignalet var fraværende i store deler av denne perioden. Da dette signalet igjen var tilgjengelig, viste dosene meget dårlig sammenheng med faktiske doser. De mange droppene i vannføring skyldes døgnerregulering av elva.

## 2.2 Håverstad

Kalkdoseringsanlegget på Håverstad ligger mellom anleggene på Smeland og Bjelland (**Figur 1**), på en tange mellom utslagstunnelen fra Håverstad kraftverk og det gamle elveløpet. Anlegget er et pH-styrt kalkdoseringsanlegg. Det vil si at pH-verdier som blir målt i elva nær kalkingsanlegget styrer doseringen av kalk. Imidlertid har det vist seg at det oppstår bakevjeeffekter i elvevannet ved dette doseringsanlegget. Kalket vann trekkes oppover det gamle elveløpet og passerer inntaksbrønnen oppstrøms anlegget. pH-målingen oppstrøms anlegget blir dermed påvirket av utdosert kalk fra kalkdoseringsanlegget. Det er derfor uegnet som styringsverktøy for kalkdoseringen. For å unngå problemet er pH satt til en fast verdi (pH 4,7) slik at pH-forandringene overstyres. Anlegget fungerer da som et vannføringsstyrt anlegg, med dosering av fast dose i forhold til vannføringen.

Det var ikke avbrudd på driftskontroll-loggingen i 2008. Imidlertid var det en periode i september da den automatiske dataoverføringen til NIVA ikke fungerte (defekt modem). Alle data ble i ettertid innsamlet.

I forbindelse med at styringsautomatikken ble skiftet ut på anlegget sommeren 2008, ble vannstandsdata utilgjengelig for driftskontrollen i en lang periode på 11 uker fra 2. juni 2008 (**Figur 4**). Dette umuliggjorde effektiv driftskontroll av anlegget. Den uholdbare situasjonen ble rapportert mange ganger, og miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen ble orientert om manglende mulighet til driftskontroll. Først 20. august ble signalet igjen gjort tilgjengelig for driftskontrollen. Det ble da tilgjengelig i invers form og dermed ubrukelig, se **Figur 5**. Etter flere henvendelser i saken, ble signalet endelig i orden den 9. desember. Da ble også vannstandsmålingene justert i forhold til vannmerket.

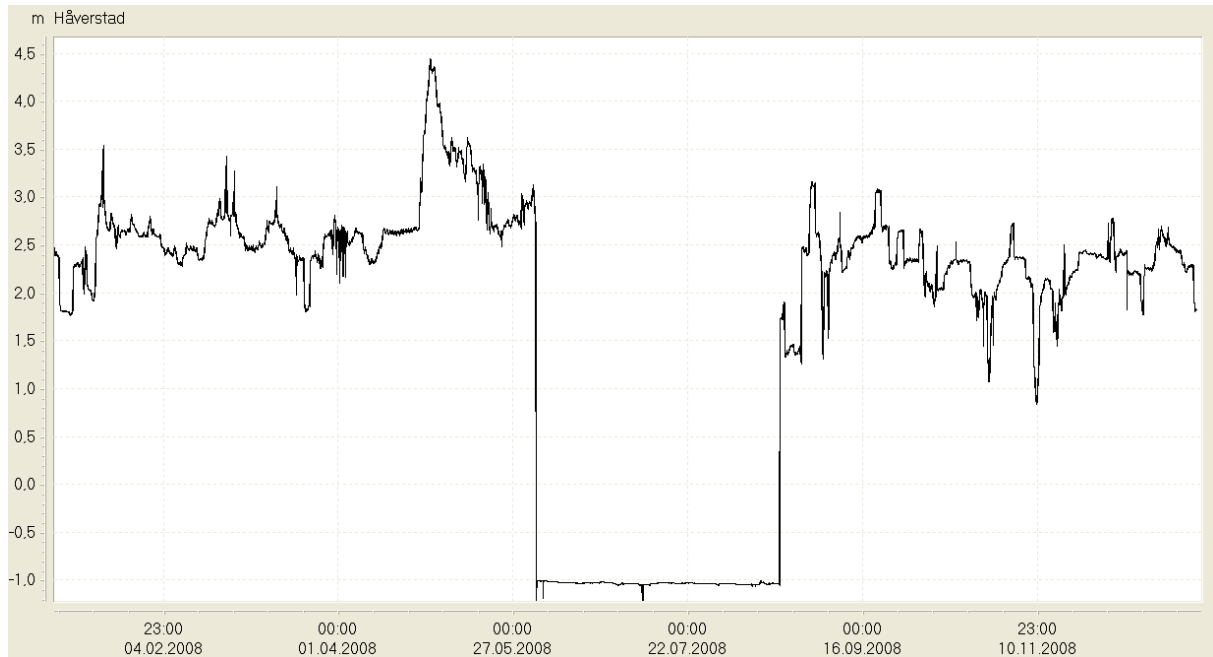
Doseringssignalet var også utilgjengelig i lang tid. Det forsvant også 2. juni og kom ikke tilbake før 5. september.

Det var få stopp i doseringen fra anlegget. Antall og varighet er gjengitt i **Tabell 2**.

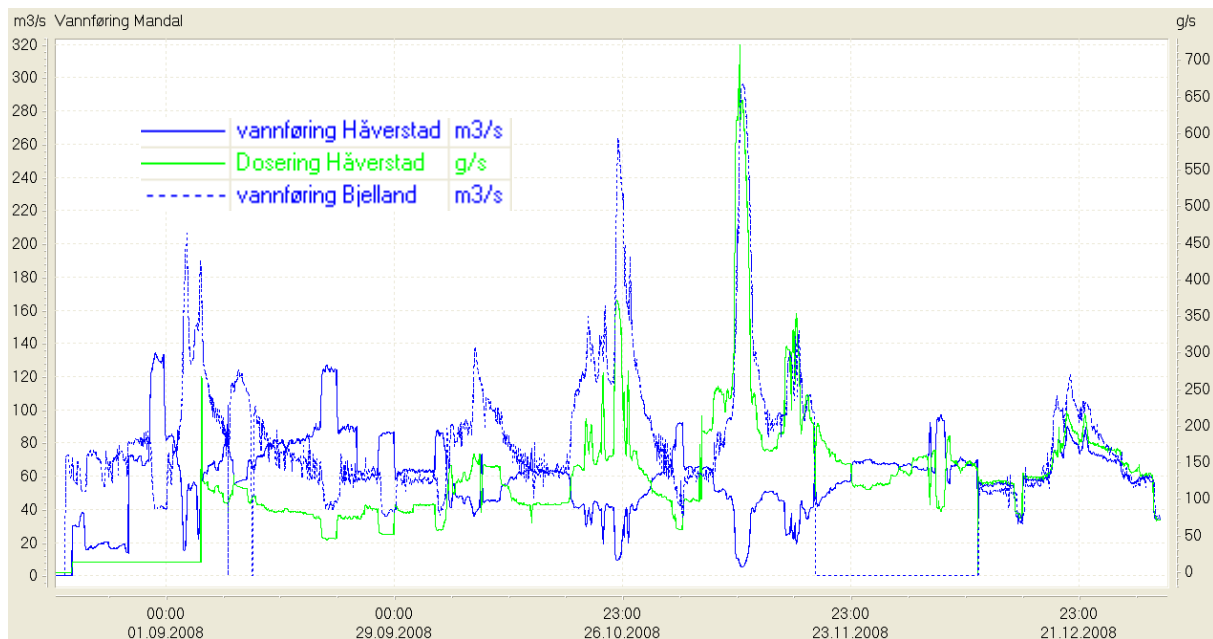
**Tabell 2.** *Antall stopp i doseringen fra Håverstad doseringsanlegg i 2008. Forhold notert 29. juni er noe tvilsomme. Da bare veiedata var tilgjengelig i denne tiden, kan ikke forholdet verifiseres nøyaktig.*

Dato	Dager uten dosering	Merknad
29.03.2008	0,7	
22.04.2008	0,4	
29.06.2008	11	Mange stopp på litt over 8 timer
07.07.2008	0,4	
02.08.2008	1,8	

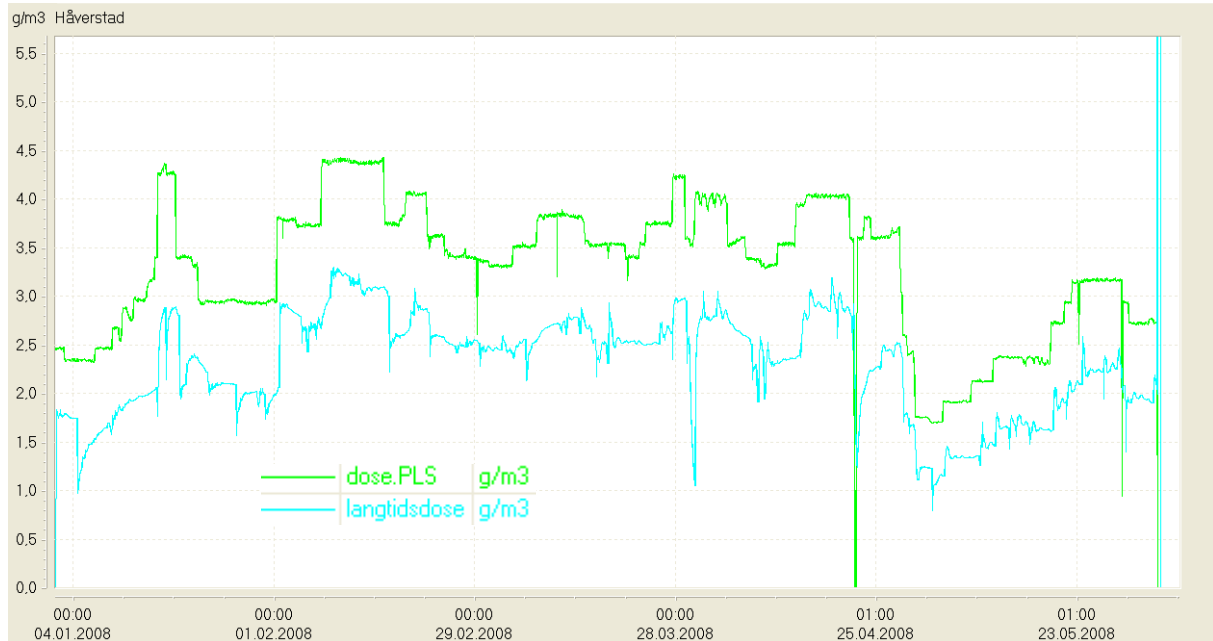
På grunn av den mangelfulle dataserien for vannstand og dosering, er det bare mulig å dokumentere doser fra første halvdel av året. I januar ble det levert nokså lave doser fra anlegget. De lå da vanligvis på noe under 2 g/m<sup>3</sup>. Fra 1. februar økte gjennomsnittlige doser til 2,5 g/m<sup>3</sup>. Dette nivået ble holdt til siste uka i april, da dosene ble redusert til ca 1g/m<sup>3</sup> for så stappvis igjen bli øket til 2 g/m<sup>3</sup> som var nivået da vannstandssignalet ble fjernet 2. juni. Forløpet er gjengitt i **Figur 6**.



**Figur 4.** Vannstand på Håverstad gjennom hele 2008. Under ombyggingen Norcon gjennomførte forsvant vannstandssignalet fra vår logger. Til tross for mange henvendelser om saken, ble ikke forholdet rettet opp før 11 uker etter at det oppsto. Det var umulig å drifte full kontrollvirksomhet i denne perioden. Vektavtaket gav imidlertid informasjon tilstrekkelig til å se om anlegget doserte.



**Figur 5.** Dosering på Håverstad og vannføring på Håverstad og Bjelland høsten 2008. Figuren viser omvendt utvikling mellom vannføring og dosering. Ved å sammenligne vannføringen ved Bjelland og Håverstad (det kan ikke være store forskjeller mellom disse) vises at det er Håverstadkurven som er feil. Doseringskurven følger stort sett vannføringen ved Bjelland. Dette umuliggjør doseberegningene.



**Figur 6.** Styringssignalet dose (dose PLS) og dosene fra driftskontrolldata (langtidsdose) ved Håverstad doseringsanlegg vinter og vår 2008. De faktiske dosene ligger, som alle tidligere år, noe lavere enn innstilte doser. På grunn av utilgjengelige og feil signaler resten av året, kan ikke doseoversikt vises før alt igjen ble i orden 9. desember. Fra denne dato og ut året var dosene ca 2 g/m<sup>3</sup>.

## 2.3 Bjelland

Kalkingsanlegget på Bjelland ligger nedenfor Smeland og Håverstad (**Figur 1**) og styrer mesteparten av vannkvaliteten på lakseførende strekning (Bjelland–Kjølemo). I praksis vil ønsket vannkvalitet i denne sammenhengen bety ønsket pH-verdi. Anlegget på Bjelland er derfor pH-styrt og doserer kalk etter pH-verdiene som registreres oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegget.

Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Vest-Agder har fastsatt pH-mål gjennom året (teoretiske grenseverdier for pH) for lakseførende strekning i Mandalsvassdraget. Disse målene ble sist revidert 24. april 2006, og er som følger: 15/2-14/4: pH 6,2, 15/4-31/5: pH 6,4 og pH 6,0 resten av året. Generelt er det ofte ønskelig med en dosering som gir pH litt over det fastsatte målet for å ha noe bufferkapasitet i forhold til eventuelle forsurende forhold nedstrøms anlegget. pH-kravet på anlegget blir derfor ofte satt høyere enn pH-målet for elva.

Det var to brudd i datarekkene fra driftskontrollloggeren. Disse stoppene oppsto i forbindelse med Norcon sin ombygging av doseringsanlegget. Den første oppsto 14. august og varte i fire uker. Den andre oppsto 13. august og varte i 5 dager. Det er uvisst hva som forårsaket stoppene.

Logging av vannstand- og kalkvektsignalet ble brutt flere ganger i forbindelse med ombyggingen. Tidspunkter og varighet er gjengitt i **Tabell 3**.

pH-loggen ble også flere ganger brutt ved ombyggingen. Både pH oppstrøms- og nedstrøms anlegget forsvant fra driftskontroll-loggen i nesten en uke fra 10. juli. Foruten denne lange perioden ble det en kortvaring stans i pH-målinger oppstrøms anlegget på 9 timer den 11. september. pH-målingene nedstrøms anlegget forsvant fra loggen ca 2 dager fra 21. mars (dette skyltes ikke ombygging) og over 6 dager fra 13. august.

Det var spesielt mye stopp i målekyveta ved målestasjonen oppstrøms anlegget, særlig i begynnelsen av året. Til sammen var det 52 dager uten riktige målinger på grunn av disse stoppene. Ved pH-målingene nedstrøms anlegget var det bare 4 stans i målekyveta, men halvparten av disse var tilgjengelig langvarige slik at total tid ble 14 dager, se **Tabell 4**.

Det var flere tilfeller enn registrert i tidligere avviksrapporter hvor pH i lakseførende del av elva var lavere enn de pH-mål som gjelder. Oversikt over datoer og varighet er gjengitt i **Tabell 5**

Det ble registrert ca 10 lange perioder som gjengitt på **Figur 7** der pH oppstrøms anlegget ble målt til høyere verdier enn nedstrøms anlegget. Forholdene rettet seg betraktelig på ettersommeren.

pH-styringen som ble levert etter ombygging av anlegget fungerte tilfredsstillende. Spesielt mot slutten av året var det mer nøyaktig pH-styring. Dette vises ved nokså rettlinjert pH-kurve (**Figur 8**).

**Tabell 3.** *Antall dager uten registrerte målinger for vannstand og kalkvekt ved Bjelland kalkdoseringsanlegg i 2008. Signalene ble koblet vekk fra driftskontroll-loggeren av de som bygget om styringene på anlegget (Norcon as). Det tok ofte lang tid før signalene igjen var tilgjengelige.*

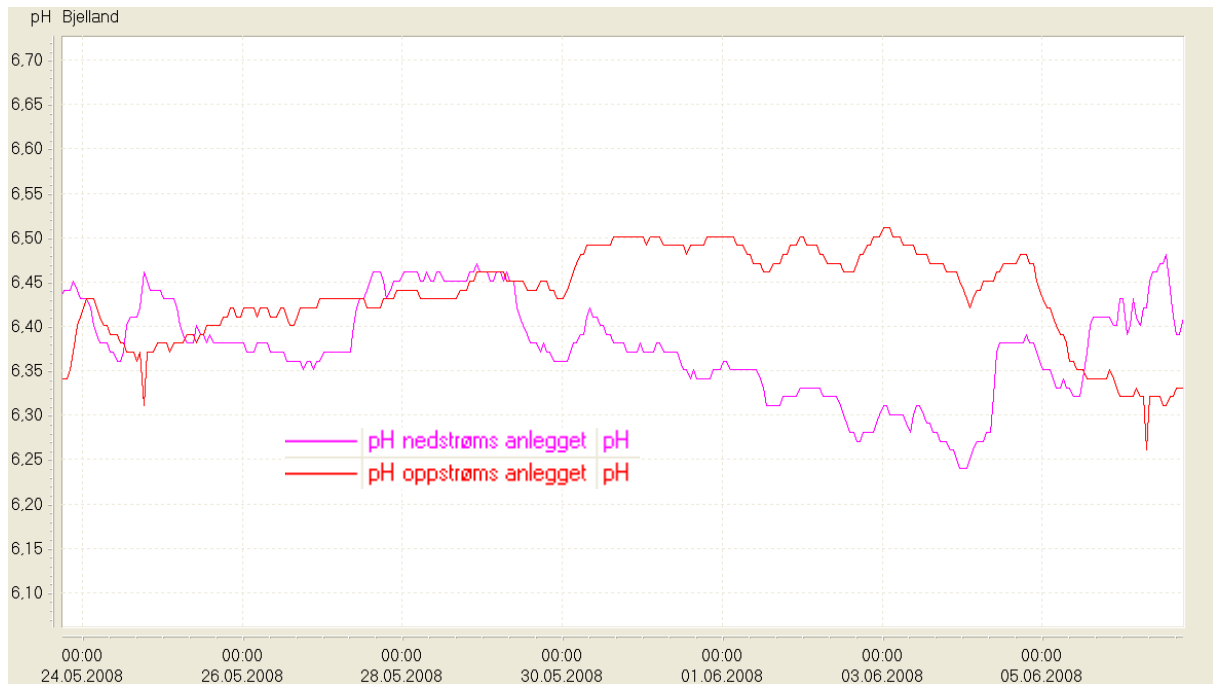
Dato	Vannstand, dager	Kalkvekt, dager
10.07.2008	1	1
11.08.2008	2	
11.09.2008	0,3	0,3
19.11.2008	20	

**Tabell 4.** Stopp i gjennomstrømmingen av målekyvetta til pH-stasjonene både oppstrøms- og nedstrøms doseringsanlegget på Bjelland i 2008. Det var spesielt mange stopp i begynnelsen av året. Ved slike tilstander blir innspillene fra pH-meterne feil, og doseringen blir unøyaktig.

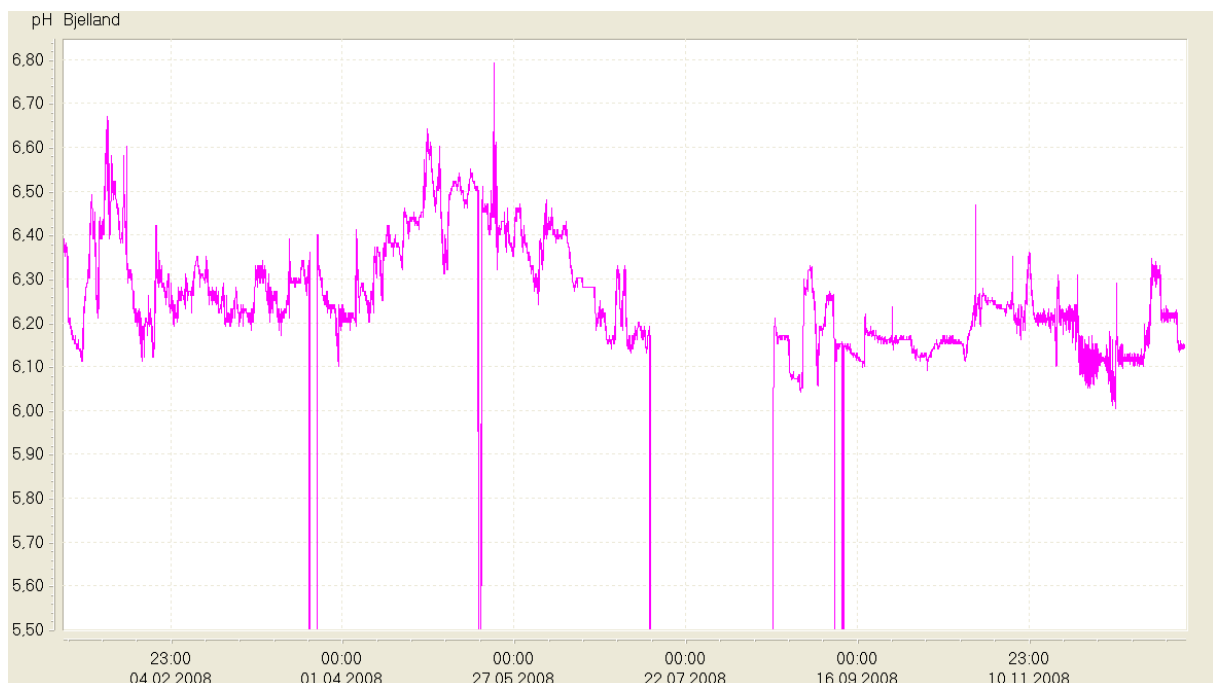
Dato	Dager uten gjennomstrømning i målekyvetta	
	Oppstrøms doserer	Nedstrøms doserer
01.01.2008	6,4	1,6
10.01.2008	3,5	
15.01.2008		5,3
16.01.2008	5,5	
22.01.2008	7	
31.01.2008	4,7	
09.02.2008	1,2	
19.02.2008	0,8	
22.02.2008	3	
26.02.2008	3,1	
08.03.2008	4,6	
21.03.2008	2,4	
29.04.2008		6,1
08.05.2008	0,8	
20.05.2008		1,1
27.06.2008	2,8	
07.07.2008	1	
08.09.2008	0,7	
29.10.2008	0,6	
06.11.2008	1,1	
19.11.2008	1,8	
07.12.2008	0,7	

**Tabell 5.** Dato og antall timer som pH i lakseførende strekning av elva var lavere enn målet. Tilfeller med kortvarige episoder under 8 timer er ikke regnet med.

Dato	Antall timer under pH-målet i elva		Laveste pH	pH-mål
	Bjelland	Kjøleemo		
13.01.2008		91	5,8	6
30.03.2008	12		6,1	6,2
20.04.2008	15		6,3	6,4
08.10.2008		9	5,9	6
24.10.2008		22	5,8	6
26.10.2008		22	5,8	6
20.12.2008		8	5,9	6



**Figur 7.** pH oppstrøms og nedstrøms Bjelland doseringsanlegg. Dette er kun et av ca 10 tilfeller der pH ble målt til høyere verdier oppstrøms enn nedstrøms anlegget i 2008. Etter at inntak for pH-måling oppstrøms anlegget ble flyttet (Høgberget mfl. 2006), har det ikke vært noen tilfeller med reelt høyere pH i målevannet oppstrøms enn nedstrøms anlegget. Forholdet er derfor et vedlikeholdsproblem.



**Figur 8.** pH nedstrøms Bjelland doseringsanlegg gjennom hele 2008. Figuren viser hvordan pH-styringen ble mer presis mot slutten av året etter at ny styringsautomatikk var innkjørt. Vertikale linjer er avbrudd i måledata.



## 2.4 Logåna

Logåna er en periodisk sur sideelv til Mandalselva. Den er laks- og sjøørretførende, men på grunn av store variasjoner i surhetsgraden, har det vært vanskelig å vedlikeholde en stabil fiskebestand. Det har også forekommet massiv fiskedød flere ganger i forbindelse med ekstreme forsuringsepisoder. Elva har tidligere vært kalket ved hjelp av kalkdoseringsanlegg.

Høsten 2002 ble Logåna doseringsanlegg etablert. Det er et pH-styrt anlegg for dosering av vannglass ( $\text{SiO}_2$ ). pH-meteret har etter januar 2005 vært plassert oppstrøms doseringspunktet. For beskrivelse av prinsipp, se Høgberget, Håvardstun og Tveiten 2006. Det er vannføringssignal tilkoblet anlegget for å kunne gi optimal dosering ved behov. Siden det i lange perioder ikke er nødvendig å avsyre elvevann, gir anlegget ingen kontinuerlig dose, men justerer doseringen for å oppnå et valgt pH-krav ved forsuringsepisoder. pH-kravet for Logåna doseringsanlegg var satt til pH 5,9.

Datarekke fra driftskontrolloggeren er kontinuerlig hele året ned unntak av 3 dager 21.-24. november. Loggeren stoppet da på grunn av for lang tid med strømbrudd til anlegget.

Vannstandsmåleren fortsatte å henge seg opp også i 2008 (Høgberget og Håvardstun 2008). Halve januar, april og juni var måneder da vannføringsmålingene ikke fungerte. Siste halvår av 2008 var det ingen tilfeller med feil vannstandsmålinger, se **Figur 9**. Årsaken til at problemene opphørte var at innkapslingen rundt flottøren ble fjernet. Dermed var det ikke lenger mulig for denne å henge seg opp.

pH-målingen var preget av for mange stans i vanngjennomstrømmingen i målekyvetta. Som følge av dette forholdet var det til sammen 46 døgn uten reelle pH-målinger **Tabell 6**. Det var en tendens til at stillstand oppsto i forbindelse med flom. Muligens har dette sammenheng med økt driv i elva som midlertidig tettet forsyningspumpa (**Figur 10**).

Det ble registrert noen tilfeller av doseringssvikt i forbindelse med synkende pH og behov for vannglass-dosering **Tabell 7**. Ved tre av disse tilfellene var beholdningstanken tom for vannglass. Det ble også registrert to tilfeller der doseringssignalet uteble selv om pH var lav. Ved tilfellet 19. juni var antagelig ikke styringsautomatikken aktivert etter sommerens avstenging av anlegget.

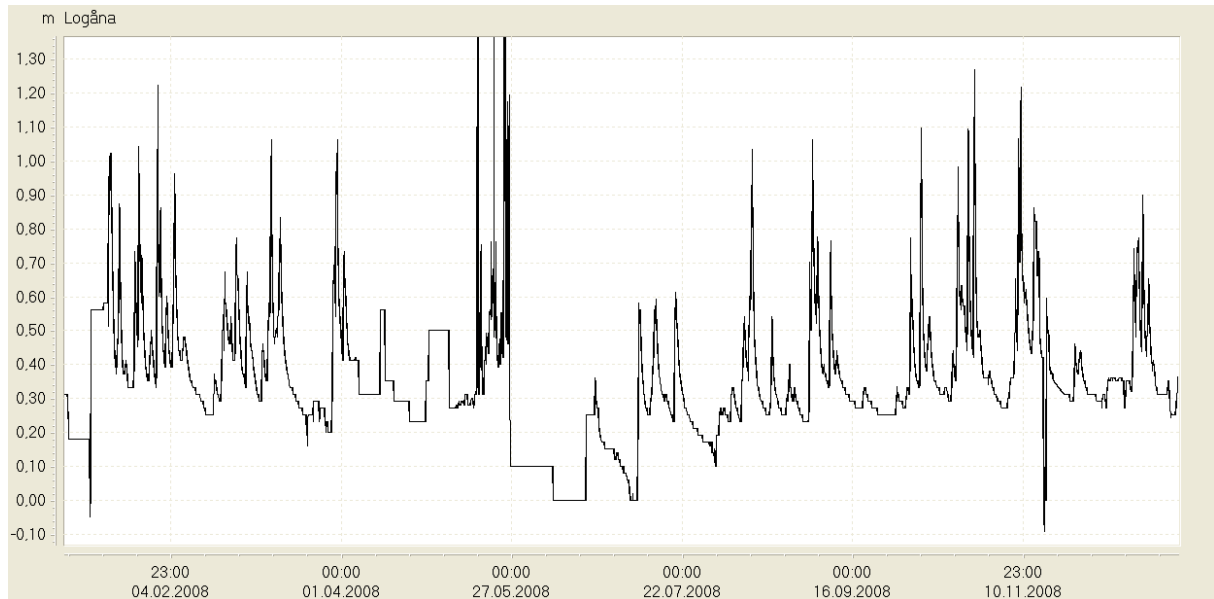
Noe treg start og for rask avslutning av doseringen var vanlig. Normalt var avviket ca 0,1 pH-enheter. Ved et tilfelle var det flere faktorer som bevirket dårlig dosering. Det begynte med at anlegget gikk tom for vannglass. Gjenværende vannglass i utløpsrøret størknet antagelig på grunn av lufttilgang ved tørrgang. Dermed ble det ikke utdosert vannglass ved neste behov. Det tok lang tid før operatøren fikk rensert røret tilstrekkelig igjen (**Figur 11**).

**Tabell 6.** Dager uten gjennomstrømming i pH-målekyvetta ved Logåna doseringsanlegg i 2008. Om sommeren ved ekstrem lav vannføring ble pumpa stoppet på grunn av faren for at den skulle gå tørr.

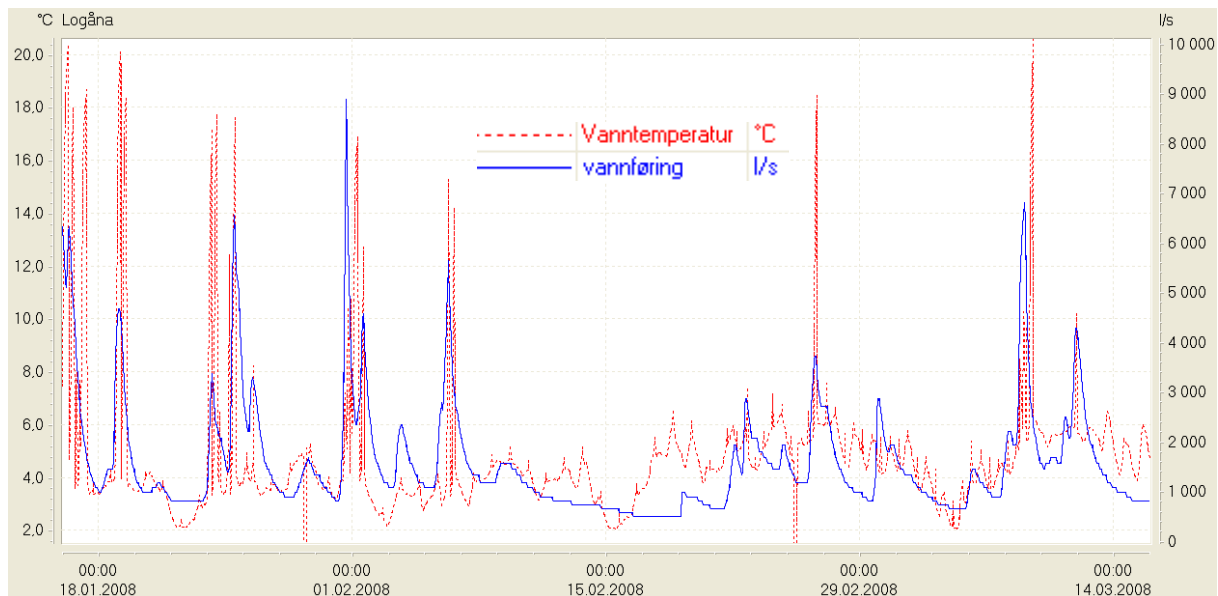
Dato	Dager	Merknad
09.01.2008	7,7	Delvis
18.01.2008	0,7	
24.01.2008	0,7	
25.01.2008	0,6	
31.01.2008	1,1	
06.02.2008	0,7	
09.03.2008	0,4	
30.03.2008	0,6	
30.04.2008	0,6	
03.06.2008	16,1	For lite vann
03.07.2008	3,8	Økende
08.10.2008	1,4	
24.10.2008	0,8	
25.10.2008	1,5	
27.10.2008	2	Delvis
30.10.2008	7,7	

**Tabell 7.** Doseringsstopp ved Logåna doseringsanlegg i 2008. Det var ulike årsaker til stoppene. Til sammen utgjorde de 11 dager uten dosering.

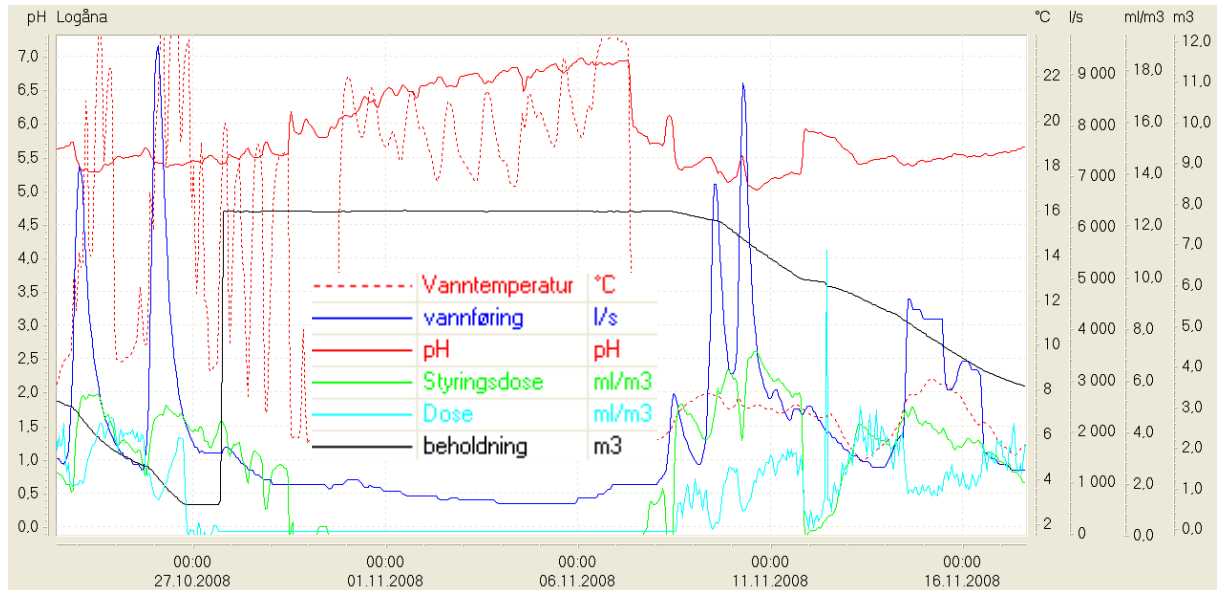
Dato	Dager uten dosering	Merknad
16.01.2008	0,7	Tom beholdningstank
26.01.2008	2,1	Tom beholdningstank
28.04.2008	1	Treg start
19.06.2008	1	Ikke doseringssignal
27.10.2008	2,7	Tom beholdningstank
07.11.2008	1	Tilstoppet utløp
18.11.2008	0,8	Ikke doseringssignal
08.12.2008	1,5	



**Figur 9.** Vannstandsmålingene ved Logåna doseringsanlegg i 2008. De rette linjene viser når vannstandsmåleren hang seg opp. Etter forandringer på sensoren opphørte problemene fra begynnelsen av juli.



**Figur 10.** Vannføring og vanntemperatur i målekyveta for pH-måling ved Logåna doseringsanlegg i 2008. Figuren viser at det ofte er stor sammenheng mellom stopp i kyveta og flom i elva. Det er uheldig at ikke pH måles reelt i flom, da det nettopp er i disse situasjonene det er behov for vannglass i elva.



**Figur 11.** Vannføring, beholdning, pH, vanntemperatur i målekyvette, dose fra driftskontrollen og styringsdose fra doseringsautomatikken på Logåna doseringsanlegg i november 2008. Figuren viser at anlegget har gått tomt for vannglass. Etter fylling begynte ikke doseringen igjen selv om behovet var der (fortsatt styringsdose). Vannpumpe som forsyner målekyvetta ble også defekt, og måtte byttes. Ved oppstart av ny pumpe var det fortsatt problemer med utdosering. Først midt i november ble avgitte doser mer i samsvar med ideelle doser.

### 3. Tiltak

Generelt var store deler av 2008 preget av at Mankalk bygget om styringsautomatikken på tre av anleggene (Smeland, Håverstad og Bjelland). I den forbindelse oppsto mange driftsproblemer for driftskontrollen. Ofte besto dette i at signaler som vi er avhengig av for å drifte vår virksomhet, ble fjernet eller forandret slik at de ikke viste reelle verdier. Slike tilstander måtte vi kanskje forvente, men ved påklaging av feil, tok det alt for lang tid før feilene ble utbedret. Formelt sett er det Mankalk som er ansvarlig for drifting av alle signaler (unntatt pH). Dermed er det Mankalk som skal ha beskjed dersom signalene ikke fungerer slik de skal. For å unngå for mange mellomledd, ble likevel forhold tatt direkte opp med ombyggingsfirmaet (Norcon AS). Vi opplevde da at det var vanskelig å forholde seg til enkeltpersoner. Stadig var det nye som ble satt på saken, og stadig tok det veldig lang tid før feilretting ble gjennomført. Vi er ikke tjent med slike tilstander. Vårt ønske er derfor at service på utstyr som vi er avhengig av for å drifte driftskontrollen blir gjennomført innen rimelige tidsrammer.

Et tankekors er det også at Norcon AS har installert utstyr til pH-målingsutstyret som NIVA er ansvarlig for. Dersom dette utstyret ikke fungerer, vil pH-verdier til styringsenheten på anlegget bli feil. Vi kan derfor ikke være fullstendig ansvarlig for pH-signalene, kun de deler som NIVA har levert.

#### 3.1 Bjelland

Den nye pumpa som ble montert for pumping av prøvevann til pH-stasjonen nedstrøms anlegget har nå fungert i over et år. Driftssikkerhet ved lang tids bruk, som etterspurt i fjorårets rapport (Høgberget og Håvardstun 2008) må derfor sies å være tilfredsstillende.

Ønsket om utvidet måleområde for vannføring (Høgberget og Håvardstun 2007) er ennå ikke gjennomført. Det ble i 2007 bestemt (møte om drift av kalkingsanleggene i Vest-Agder 17.10.07) at målepunktet skulle flyttes til NVE sin målestav på Bjelland. Dette bør gjennomføres.

pH-styringen som ble levert etter ombygging av anlegget fungerte tilfredsstillende.

#### 3.2 Logåna

Det har ikke tidligere vært problemer med størkning, og dermed tilstopping, av vannglass i avløpsrørene fra dette anlegget. Det antas at årsaken til problemene er luttilgang i systemet da anlegget går tom for vannglass. Faren for størkning avhenger av tiden anlegget har pumpet luft og hvor lang tid anlegget står med tomme rør. Ved lang tid fra tomkjørt anlegg til ny beholdning er på plass og rørene fylt, vil sannsynligheten for tilstopping øke. Det foreslås derfor at det, som en del av rutinen, startes en manuell utdosering etter hver påfylling der tanken har vært tom. Det bør da doseres tilstrekkelig til at utførselsrøret er helt fylt med vannglass.

## 4. Referanser

Høgberget, R., 2000. Avviksrapport år 2000 fra driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. NIVA rapport L. nr. 4277.

Høgberget, R., 2001. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2000-2001. NIVA rapport L. nr. 4415.

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

Høgberget, R., 2004. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2003. NIVA rapport L. nr. 4904.

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

Høgberget, R. og Håvardstun, J., 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2004. NIVA rapport L. nr. 5050.

Høgberget, R., Skancke L. B. og Håvardstun, J., 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2002. NIVA rapport L. nr. 4697.

Høgberget, R., Håvardstun, J. og Tveiten, L. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2005. NIVA rapport L. nr. 5210.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2006. NIVA rapport L. nr. 5461.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2007. NIVA rapport L. nr. 5618.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)