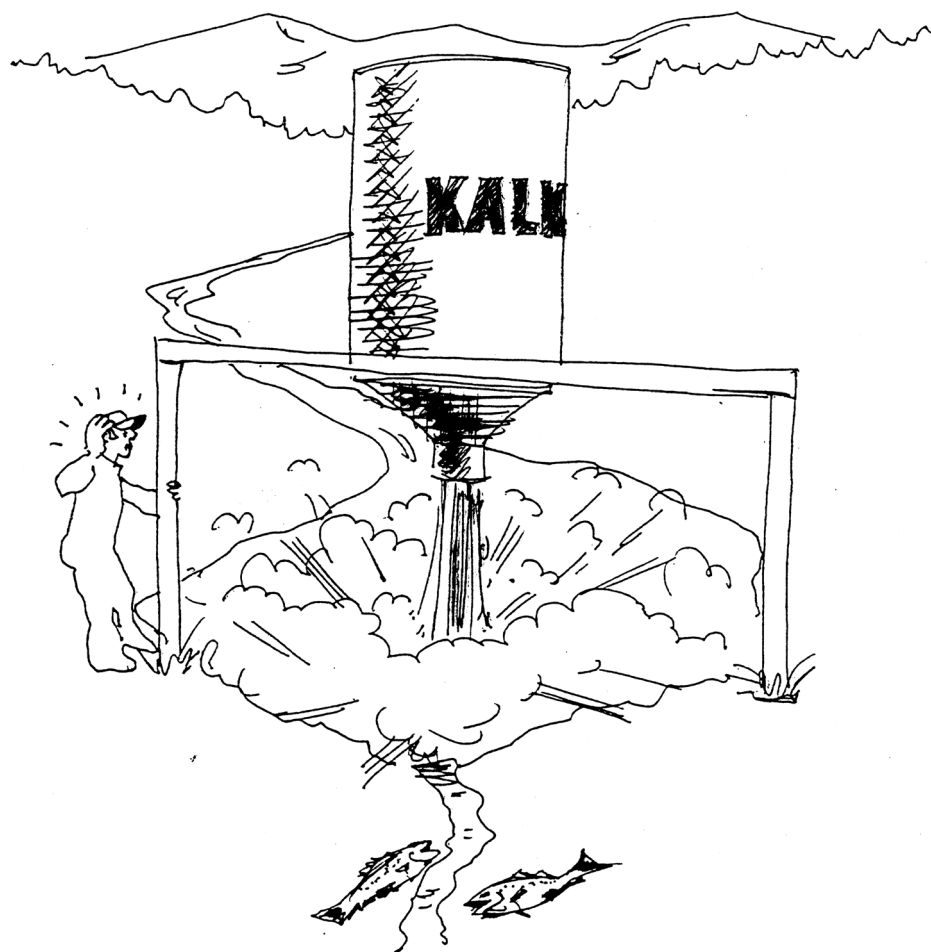


# Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget Avviksrapport 2009



**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**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

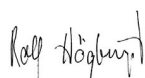
Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget Avviksrapport 2009	Løpenr. (for bestilling) 5956-2010	Dato 08.03.2010
	Prosjektnr. Undernr. 10134	Sider Pris 18
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

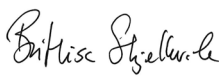
Oppdragsgiver(e) Styringsgruppa for kalking av Tovdalsvassdraget	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden (2009). Båa doseringsanlegg hadde tilfredsstillende doseringseffektivitet. Det ble dosert med reduserte doser om sommeren da det var høy pH i Herefossfjorden. Anlegget gikk mange ganger tomt før ny forsyning med kalk ble tilført. Skjeggedal doseringsanlegg hadde svært mangelfull driftskontrolloppfølging på grunn av sviktende vannstandssignal og manglende datalogg i store deler av året. Likevel ble det klart at anlegget hadde mange doseringsstopp, og i den tiden det finnes datalogg var driftssikkerheten meget dårlig. Skåre doseringsanlegg fungerte tilfredsstillende. Det ble dosert lave doser om sommeren, men om høsten ble anlegget justert slik at dosene økte. Doseringen var ofte ujevn med for lave doser ved lav- og meget høy vannføring. Det var mange tilfeller av for sent tilkjørt kalk slik at beholdningen gikk tom. Anlegget på Søre Herefoss fungerte meget tilfredsstillende. Det var ingen alvorlige hendelser som kunne påvirke laksefisk nedstrøms anlegget. For optimal drift bør muligheten for tilbakefall av kalkholdig vann i pH-målekyvetta fjernes.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vassdrag</li> <li>Kalkdosering</li> <li>Overvåking</li> <li>Måleteknikk</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>River system</li> <li>Lime dosing</li> <li>Monitoring</li> <li>Measuring technic</li> </ol>
--	---



Rolf Høgberget  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i  
Tovdalsvassdraget**

Avviksrapport 2009

## Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk og miljømessig forsvarlig resultat at driften er så optimal som mulig. Ideelt innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid er riktig.

NIVA har utviklet et enkelt system for effektiv kontroll av driften av kalk-doseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt.

Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anleggene og introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører og annet personell i kalkingsprosjektet, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget etablert. Første rammeavtale for driftskontrollen ble kontraktsfestet i mai 1999. Rammeavtale av 27. februar 2001 inkluderer også ansvaret for pH-målingsutstyr som prosessverktøy ved kalkdoseringsanleggene. Denne kontrakten avtalefester dokumentasjon ved en kortfattet avviksrapport fra NIVA hvert år. Avtalen ble fornyet 26. januar 2010.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA som i 2009 besto av Lise Tveiten, Liv Bente Skancke, Jarle Håvardstun og Rolf Høgberget. Jarle Håvardstun har utarbeidet kartet som viser stasjonsplasseringer og stedsnavn.

Oppdragsgiver er den interkommunale stiftelsen Styringsgruppa for kalking av Tovdalsvassdraget (Tovdalskalk), bestående av alle involverte kommuner i Tovdalsvassdraget. Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder.

Grimstad, 08.03.2010

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Driften av anleggene</b>	<b>9</b>
2.1 Bås	9
2.2 Skjeggedal	11
2.3 Skåre	12
2.4 Søre Herefoss	15
<b>3. Tiltak</b>	<b>18</b>
3.1 Bås	18
3.2 Skjeggedal	18
3.3 Skåre	18
3.4 Søre Herefoss	18
<b>4. Referanser</b>	<b>19</b>

---

## Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden (1.1.-31.12.2009)

### Bås

- Anlegget fungerte tilfredsstillende i 2009. Særlig var det stabil dosering under vedvarende flomsituasjon i siste halvdel av november.
- Det var mange tilfeller av for sent tilkjørt kalk slik at anlegget gikk tomt. Det var en klar utvikling mot flere tilfeller av stillstand på grunn av tom beholdningstank enn registrert tidligere år. Det ble registrert i alt 15 dager uten kalk i siloen.
- På grunn av høy pH i Herefossfjorden ble anlegget styrt med redusert dosering om sommeren.

### Skjeggedal

- Anlegget hadde i 2009 en meget dårlig driftssikkerhet.
- På grunn av manglende vannstandssignal i hele perioden var det umulig å kontrollere dosene fra anlegget.
- Data fra store deler av året mangler på grunn av manglende fjernovervåkingmuligheter og sviktende logger.
- Det er vedtatt å arbeide for ny doserer ved Risdal. Etablering av nytt kommunikasjonsutstyr ved eksisterende anlegg er lagt på is i påvente av hva som skjer i saken.

### Skåre

- Anlegget hadde god driftssikkerhet under normale forhold.
- Isproblemer hindret dosering ved streng kulde vinterstid.
- Det var mange tilfeller av for sent tilkjørt kalk slik at lagerbeholdningen gikk tom.
- Anlegget doserte til tider ujevnt. Dosene ble ofte for lave ved lav vannføring og ved ekstra høy dosering under stor flom.
- Dosene på anlegget ble justert opp om høsten i forbindelse med utviklingen til lavere pH i Herefossfjorden enn ønskelig. Tiltaket bidro til spesielt god dosering om høsten i forbindelse med høstflommene.

### Søre Herefoss

- Anlegget fungerte meget tilfredsstillende i 2009 til tross for problemer med levering av riktige signaler fra nødvendige støtteparametere.
- pH oppstrøms anlegget ble ofte feil på grunn av tilbakeslag av kalkholdig vann i målekyveta.
- pH nedstrøms anlegget var ute av drift i lang tid. Det falt bort ved tordenvær.
- pH-målet for lakseførende strekning i elva ble bare minimalt underskredet ved en anledning.
- Anlegget doserte spesielt mye kalk vår og høst, mens det om sommeren ikke var behov for dosering fra anlegget.

## Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Tovdalsvassdraget. Non-conformance report 2009.

Year: 2010

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5691-8

NIVA has developed methods permitting an efficient control of lime dosers. The control involves simple sensor technology and an efficient information flow. This system is used in limed rivers to improve on and ensure a cost efficient liming. The information generated is an aid to the operators, management and is extensively used in quality control.

This report summarizes discrepancies detected during the last year.

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

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 strekningen i elva med de faktisk målte pH-verdiene vises effektiviteten til anlegget.

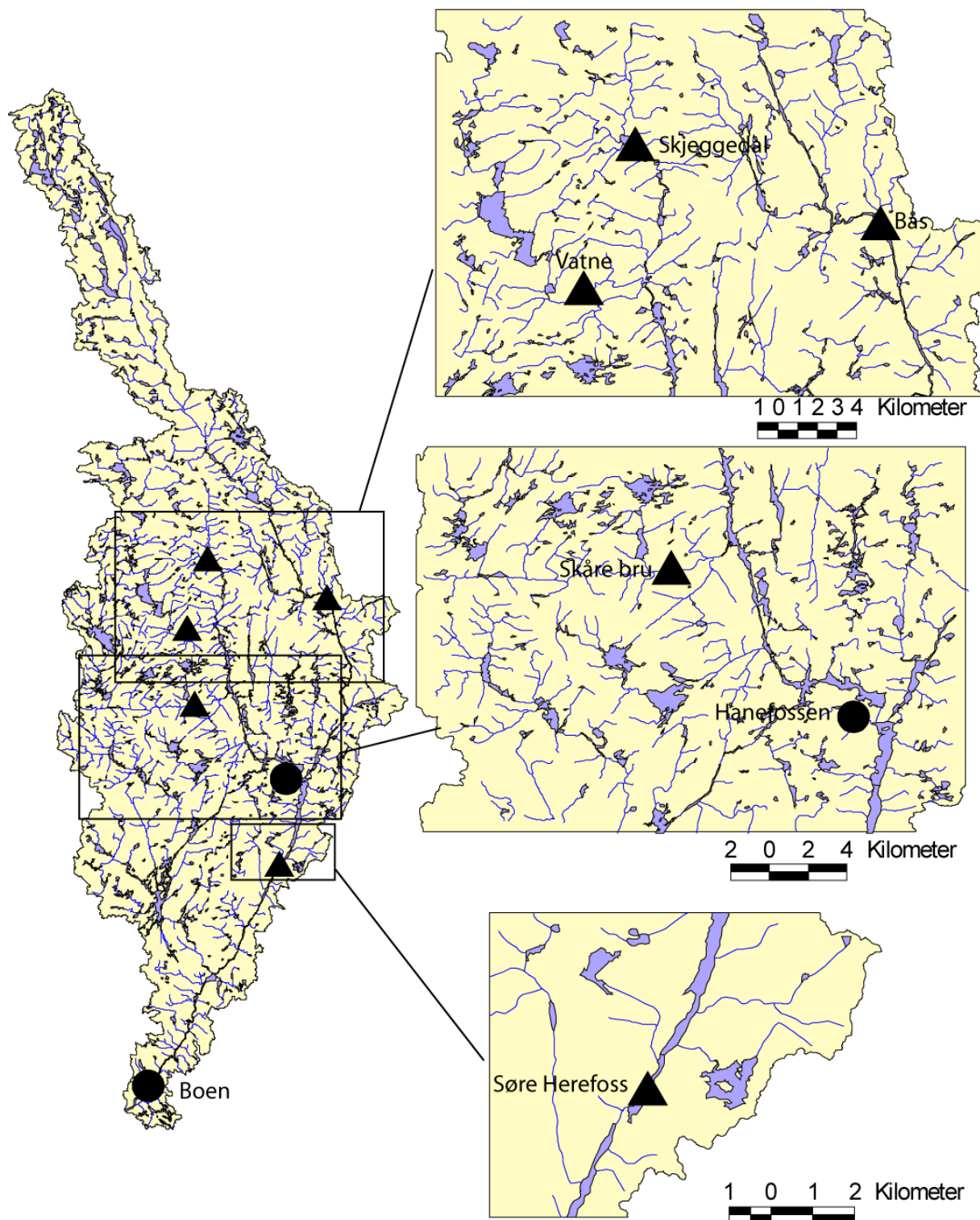
I Tovdalsvassdraget er det montert driftskontroll på fire store kalkdoseringsanlegg; Bås, Skjeggedal, Skåre og Søre Herefoss (*Figur 1*). Anleggene på Bås, Skjeggedal og Skåre er vannføringsstyrte anlegg. Anlegget på Søre Herefoss er styrt etter pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren.

Det er tidligere utgitt følgende avviksrapporter for Tovdalsvassdraget:

- oppstart av systemet - 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 og Håvardstun 2003)
- 1. januar 2003 - 31. desember 2003 (Høgberget og Håvardstun 2005 a)
- 1. januar 2004 - 31. desember 2004 (Høgberget og Håvardstun 2005 b)
- 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)
- 1. januar 2008 - 31. desember 2008 (Høgberget og Håvardstun 2009)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar til 31. desember 2009.





**Figur 1.** Kart over nedbørfeltet til Tovdalselva med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoseringsanleggene (triangler) og pH-målestasjoner (sirkler). pH-målingsstasjon ved utløpet av Uldalsgreina (Hanefossen) driftes for tiden ikke.

## 2. Driften av anleggene

### 2.1 Bås

Bås-anlegget står for 2/5 av all kalktilsetning i Tovdalsvassdraget. Det er derfor avgjørende at anlegget fungerer tilfredsstillende slik at man får en optimal effekt av kalkingstiltakene i vassdraget. Kalkdoseringsanlegget er fullautomatisert, og kalkdoseringen reguleres etter variasjonen i vannføringen. Beregnet dose som anlegget skal gi er 4,7 g kalksteinsmel/m<sup>3</sup>.

Det var ett avbrudd i driftskontrolloggen for 2009. Feilen skyltes strømbrudd i lang tid på grunn av tordenvær. Loggerens UPS (Uninterrupted Power Supply) gikk da tom for strøm og loggeren stoppet.

Ved et tilfelle 20. august forsvant signalene for vannstand og vekt i ca. en dag. Årsaken er høyst sannsynlig strømbrudd på anlegget. Ut over dette var det kun to kortvarige signalutfall fra loggen.

Veiesignalet var meget ustabil og derfor ubrukelig til doseutregninger i en periode på 5 dager fra 11. mars. Årsaken til ustabile veiesignaler er ukjent.

Det var langtidsstopp over 8 timer i doseringen i alt 11 ganger. Til sammen utgjorde dette 50 dager uten dosering. Anlegget ble tomt for kalk før ny beholdning ble tilkjørt i alt 6 ganger. Anlegget sto stille 15 dager på grunn av manglende kalk i siloen. Doseringsstoppene er gjengitt i **Tabell 1**. Ved en anledning (11. april) ble det stopp i doseringen midt under en kraftig flom. Da skulle det egentlig blitt dosert ut 82 tonn kalk (**Figur 2**).

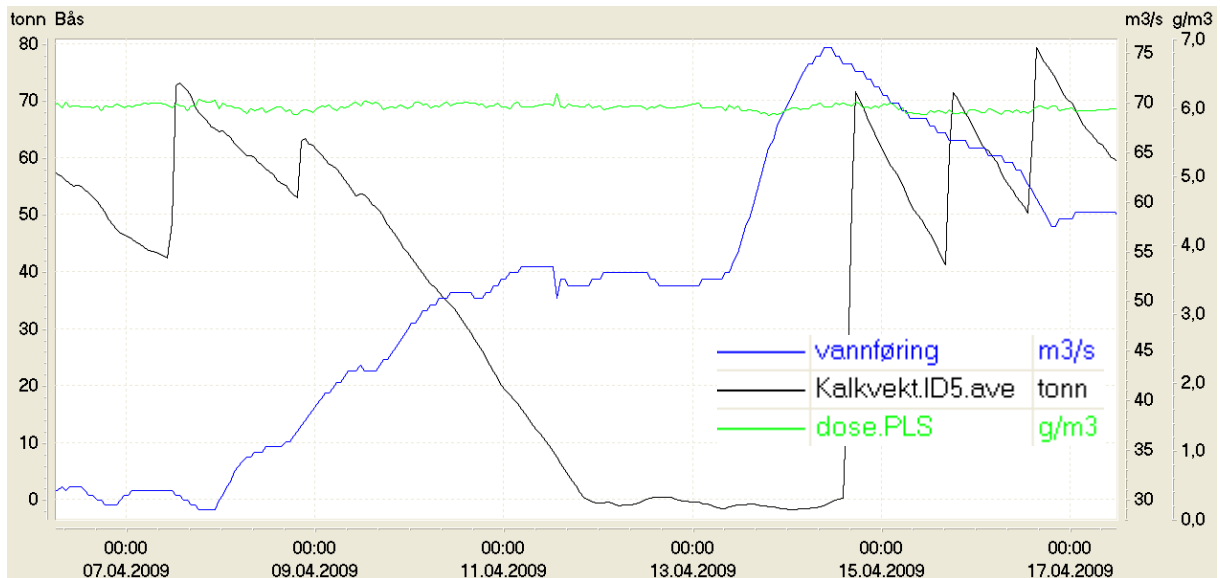
**Tabell 1.** Antall dager uten dosering fra Bås doseringsanlegg. Driftstans under 8 timer er ikke tatt med i tabellen.

Dato	Antall dager uten dosering	Kommentar
01.01.2009	13,6	
11.04.2009	2,7	Tom beholdning
17.05.2009	1,8	
29.05.2009	11,2	
04.07.2009	4,1	
03.08.2009	3,7	Tom beholdning
05.09.2009	4,6	
01.10.2009	5,1	Tom beholdning
28.10.2009	2,3	Tom beholdning
09.11.2009	0,3	Tom beholdning
03.12.2009	0,6	Tom beholdning

Etter stillstanden i januar doserte anlegget ca. 6 g/m<sup>3</sup> til i begynnelsen av februar. Da ble styringssignalet som dose (PLS-dose) gradvis noe redusert til i begynnelsen av mars uten at den reelle dosen (langtidsdosen) ble lavere. I mars var PLS-dosen og landtidsdosen nokså like. I april ble landtidsdosen redusert til ca. 5 g/m<sup>3</sup> mens PLS-dosen fortsatt var 6 g/m<sup>3</sup>. På grunn av økende pH i Herefossfjorden (**Figur 3**), ble PLS-dosen satt ned til 3 g/m<sup>3</sup> den 23. mai. Langtidsdosen fulgte da også reduksjonen. Etter stillstanden 29. mai startet anlegget igjen 9. juni. Da ble det i en tid dosert ca. 4,5 g/m<sup>3</sup> fram til andre uke i juli. I denne perioden var PLS-dosesignalet meget ustabil, men de reelle dosene går fram av langtidsdosen. PLS-dosen forble ca. 3 g/m<sup>3</sup> fram til midt i september, da dette signalet igjen ble ustabil fram til 7. oktober. Langtidsdosene var i juli og august vanligvis noe høyere enn PLS-dosen, men sjelden over 4 g/m<sup>3</sup>. Den 12. november ble PLS-dosen økt til over 7 g/m<sup>3</sup>. Langtidsdosen fulgte den samme økningen. Den 2. november ble PLS-dosen noe redusert til ca. 5

$\text{g/m}^3$ . Denne verdien forble uforandret ut året. Langtidsdosen var i november noe lavere enn satt PLS-dose, og noe høyere enn denne utover i desember. Forløpet hele året vises i **Figur 4**.

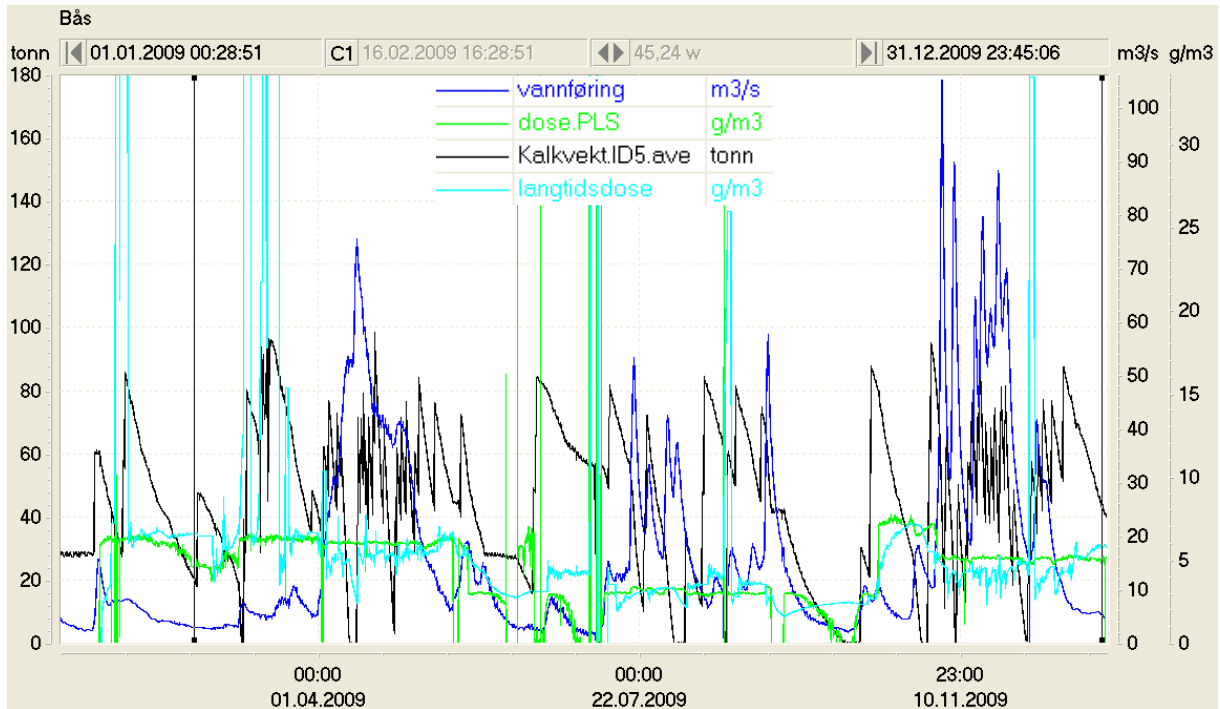
Anlegget fungerte meget bra under høstflommene. **Figur 4** viser hvordan doseringen var stabil og effektiv i november og desember.



**Figur 2.** Vannføring, kalkvekt og PLS-dose (styringssignal som dose) på Bås doseringsanlegg i april 2009. Anlegget gikk tomt for kalk i en situasjon der det var meget høyt behov. Dette resulterte i at over 80 tonn ikke ble tilført vassdaget slik det skulle.



**Figur 3.** pH i utløpet av Herefossfjorden oppstrøms anlegget på Søre Herefoss i 2009. Figuren viser en markant pH-økning første uke i mai. pH var da langt over målet (pH 6,0) til første uke i august.



**Figur 4.** Vannføring, kalkvekt i silo, dose som PLS-dose (styringssignal) og langtidsdose (beregnet dose fra vekt og vannføring) ved Bås doseringsanlegg i hele 2009. Det var nesten kontinuerlig flom i november med høye doseringskrav. Anlegget doserte imidlertid meget stabilt i denne perioden. Legg merke til alle kalkpåfyllingene, (ca. 30-35 tonn pr. lass). Vertikale linjer skyldes i de fleste tilfeller midlertidige signalbrudd.

## 2.2 Skjeggedal

Skjeggedal kalkdoseringsanlegg er et vannføringsstyrt anlegg. Det har til oppgave å avsyre bidraget fra Skjeggedalselva til "Uldalsgreina". Målet for doseringen er  $6,7 \text{ g/m}^3$  vann.

Kommunikasjon med anlegget har vært umulig å drifte siden NMT mobiltelefon-nettet ble nedlagt. Da det ikke er mulig å overføre data via telelinjene, må loggeren tappes manuelt. Dette skjer et fåtalls ganger i løpet av året. Forholdene er beskrevet i Høgberget, Håvardstun og Tveiten 2006. En situasjonsbeskrivelse ble levert til Tovdalskalk for dokumentasjon om kommunikasjonsforholdene i november 2006.

Det er vedtatt ønske om etablering av nytt kalkdoseringsanlegg på Risdal (Styremøte i stiftelsen Tovdalskalk 14. januar 2010). Denne avgjørelsen ble tatt på grunnlag av en revurdering av kalkingsstrategien i Uldalsgreina, (Høgberget og Håvardstun 2009). En avgjørelse om det skal etableres kommunikasjonsutstyr for overføring av loggedata er dermed lagt på is i påvente av hva som kommer til å skje med det eksisterende doseringsanlegget.

Driftskontrolldata har gått tapt en lang periode fra 24. februar til 17. juli fordi loggeren hadde blitt defekt slik at den ikke lagret dataene.

Det var ikke vannstandssignal på anlegget i hele perioden. Dermed er det ikke mulig å beregne hvilke doser som ble tilført elva.

Vektutviklingen i beholdningssiloen viser at anlegget sto stille i 47 døgn i løpet av de tiden loggeren produserte data, (7,5 måneder). Dette var fordelt på 21 doseringsstopp på anlegget (**Tabell 2**).

**Tabell 2.** Datoer og varighet av driftsstanser på Skjeggedal doseringsanlegg i 2009.

Dato	Antall dager uten dosering	Merknad
08.01.2009	0,3	
17.01.2009	1,9	
27.01.2009	0,8	
30.01.2009	4,4	
07.02.2009	0,5	
29.07.2009	1,5	
02.08.2009	0,7	
09.08.2009	1,1	
14.08.2009	2,3	
20.08.2009	3,4	
01.09.2009	3	
08.09.2009	1,4	
19.09.2009	1,6	
07.10.2009	2	
19.10.2009	0,6	
01.11.2009	1,9	
05.11.2009	1	
14.11.2009	5,9	Tre lange driftsstans i perioden
22.11.2009	2,6	
10.12.2009	1,3	
23.12.2009	8,8	

## 2.3 Skåre

Skåre kalkdoseringsanlegg er et vannføringsstyrt anlegg. Det har til oppgave å avsyre bidraget fra Hovlandsåna til Uldalsgreina. Doseringen fra anlegget ble først bestemt til en dose på 2,6 g/m<sup>3</sup>. Dette er identisk med teoretisk doseringskrav. Imidlertid ble kravet satt opp til 3,9 høsten 2005. Det har vært et ønske om ytterligere økning av dosen. Dette er ikke gjennomført da anlegget er dårlig dimensjonert for doseringer over 110 g/s (9,5 tonn/døgn), slik det er innstilt i dag. Komplikasjoner i blandeprosessen under ekstra høy dosering kan derfor lett oppstå ved dette anlegget.

Driftskontrolloggeren fungerte gjennom hele perioden unntatt 8 dager fra 6. juli, da tordenvær ødela logger og modem. Nytt utstyr ble montert og satt i drift 14. juli.

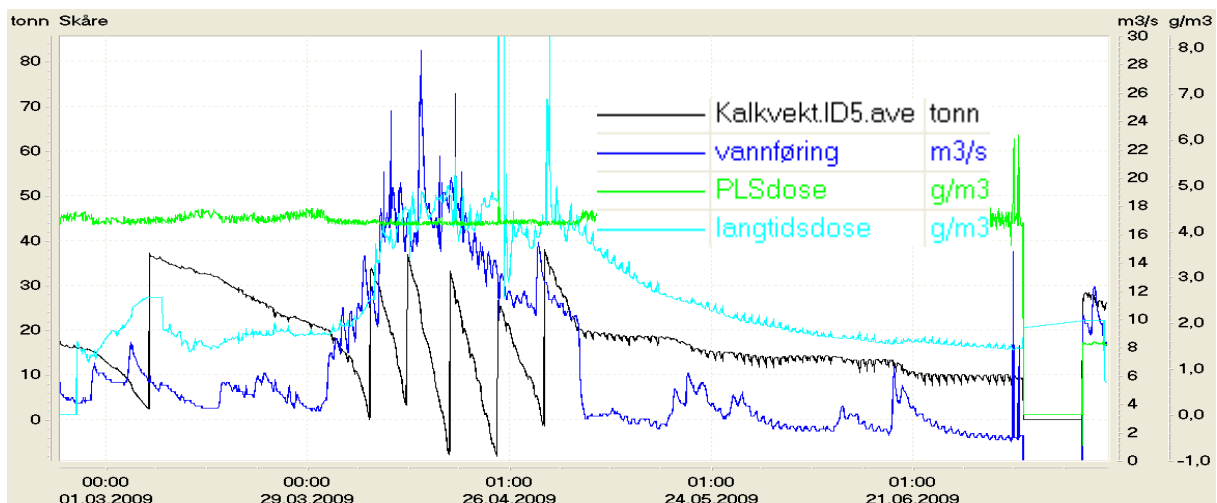
Det var svikt i vannstands- og vektsignaler 20.-21. januar på grunn av brudd i strømtilførselen. Vannstandssignalet var noe ustabil midt i april og periodevis i juli og august. Veiesignalet var også kontinuerlig noe ustabil i en periode fra begynnelsen av mai til midt i september.

Anlegget var utsatt for driftsstans i alt 10 ganger i løpet av perioden. Til sammen utgjorde dette 46 dager uten dosering. Halve denne tiden var en stans i januar på grunn av ising og deretter for lite vann tilgjengelig for oppstart av automatisk dosering. 6 av stansene var forårsaket av at anlegget gikk tomt for kalk før ny forsyning ble tilkjørt. Anlegget sto stille i 15 dager på grunn av disse forholdene. Oversikt er gitt i **Tabell 3**.

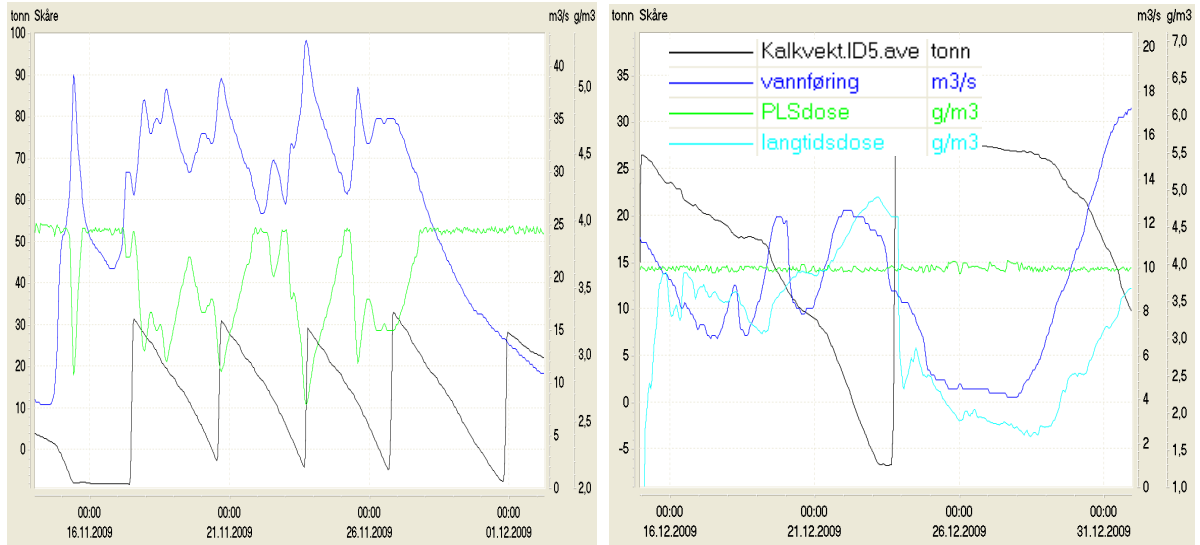
Doseringssignalet var satt til  $4,3 \text{ g/m}^3$  fram til 6. juli. De faktiske dosene (langtidsdosene) varierte mye i denne perioden fra verdier rundt  $1,6 \text{ g/m}^3$  til i området  $5 \text{ g/m}^3$  (**Figur 5**). Et tordenvær førte da til ødeleggelse på anlegget. Da ny logger ble montert 14. juli ble dosen beregnet til verdier som varierte i området  $1,1-1,6 \text{ g/m}^3$ . De faktiske dosene, som langtidsdose, viste da ofte ca.  $2 \text{ g/m}^3$  etter en tids stabil dosering. Denne doseringen ble noe lav etter at pH i Herefossfjorden ble redusert utover høsten (**Figur 3**). Anlegget ble derfor justert ved service 21. oktober. Verdier for vannstand og dosering ble da forandret. Dette medførte en økning i styringsdosen til de foreskrevne  $3,9 \text{ g/m}^3$ . Imidlertid tok det tid før langtidsdosene ble registrert opp i disse nivåene, men da ble de til gjengjeld høyere enn styringsdosen. Verdier opp mot  $5,5 \text{ g/m}^3$  ble registrert. Fra midt i november og ut måneden ble det en sammenhengende periode med flom i elva. I denne tiden overgikk doseringsbehovet øvre grense for dosering ( $28 \text{ m}^3/\text{s}$ ). PLS-dosene ble da redusert ned mot  $3 \text{ g/m}^3$  (**Figur 6**). I desember ble det lavere vannføring. Anlegget doserte da etter en PLS-dose som fulgte dose målet. Unntaket var en liten periode på 4 dager fra 6. desember da vannføringen igjen var for høy til at PLS-dosen kunne opprettholdes. Ujevne doser ble igjen levert fra anlegget siste del av desember, se **Figur 6**. Doseringdata for hele året er gjengitt i **Figur 7**.

**Tabell 3.** Antall dager uten dosering fra Skåre doseringsanlegg i 2009. En god del av dette skyltes tom kalkbeholdning. Stopp i januar skyltes ising og for lav vannføring.

Dato	Antall dager uten dosering	Merknad
01.01.2009	23	Ising, senere for lite vann
10.02.2009	2	Tom beholdning
16.02.2009	4,3	Tom beholdning
31.07.2009	5	Tom beholdning
04.10.2009	1,6	
08.10.2009	4,5	
22.10.2009	1,9	
08.11.2009	1,3	Tom beholdning
15.11.2009	2	Tom beholdning
23.12.2009	0,5	Tom beholdning

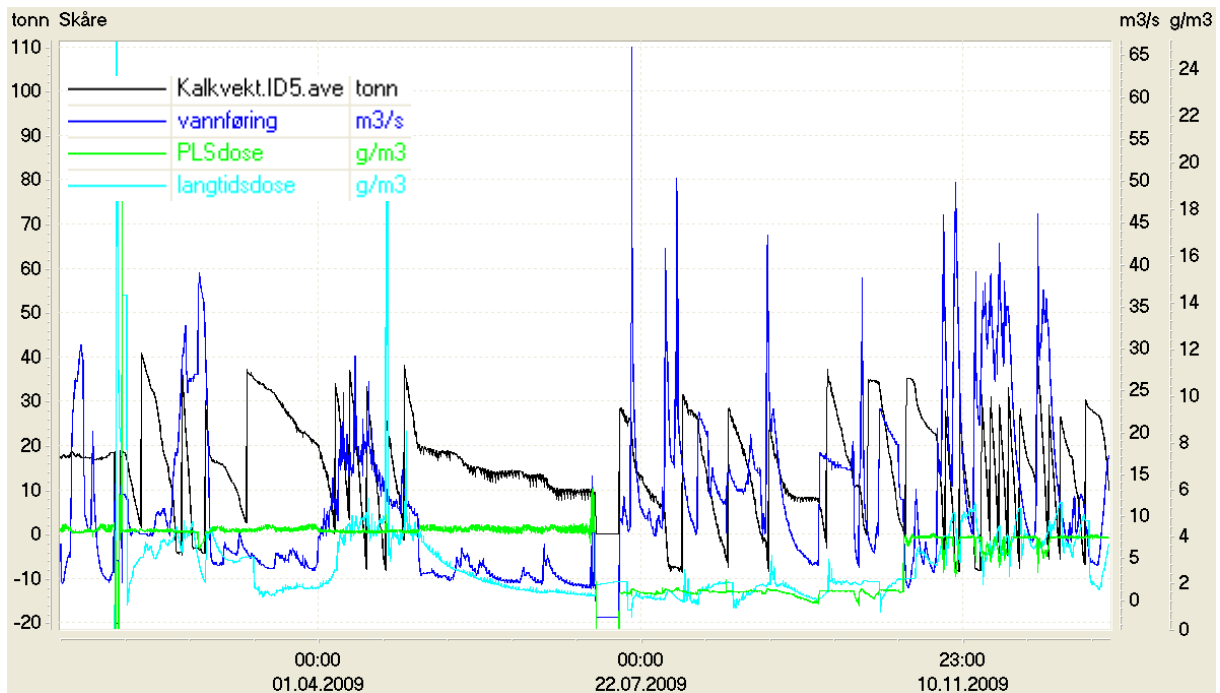


**Figur 5.** Kalkvekt, vannføring, PLS-dose (styringsdose) og langtidsdose (Akkumulert gjennomsnittlig dose mellom hver vektøkning) ved Skåre doseringsanlegg våren og forsommeren 2009. De reelle dosene (langtidsdosen) var lav i forhold til PLS-dosen unntatt når det var flom. Da var det stor overensstemmelse. Signalbortfall ved tordenværet i juli vises på figuren.



**Figur 6.** Venstre: Kalkvekt, vannføring og PLS-dose ved Skåre doseringsanlegg siste halvdel av november 2009. Doseringsbehovet var nesten sammenhengende høyere enn det anlegget kunne levere. PLS-dosen ble dermed redusert. Vektkurven viser antall kalkfyllinger i perioden. En tid med tom tank vises også.

Høyre: Kalkvekt, vannføring, langtidsdose og PLS-dose ved Skåre doseringsanlegg siste halvdel av desember 2009. Figuren viser at den reelle dosen varierte mye i forhold til PLS-dosen (styringsdosen) som var uforandret.



**Figur 7.** Kalkvekt, vannføring, langtidsdose og PLS-dose gjennom hele året 2009. Anlegget kalket spesielt mye om høsten. Lav dosering ble registrert om sommeren.

## 2.4 Søre Herefoss

Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg er et pH-styrt anlegg. Det vil si at anlegget styres etter vannføring og pH i vannet både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Kalkdoseringsanlegget kan således styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget. Denne måles 800 m nedenfor kalkdoserings-anlegget, der en målestasjon sender sine data kontinuerlig opp til anlegget.

pH-målet i lakseførende strekning av Tovdalselva var i 2009 pH 6,2 i perioden 15. februar - 30. april, pH 6,4 i perioden 1. mai - 30. juni og pH 6,0 resten av året. Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg styrer etter pH-krav nedstrøms anlegget som er tilstrekkelig for å oppnå pH-målet for hele den lakseførende strekningen. Dette kravet er vanligvis noe høyere enn pH-målet for å ha noe bufferkapasitet å tære på ved raske pH-svingninger i elva.

Et mål på pH 6,0 er også satt for Herefossfjorden oppstrøms anlegget. Dette er gjort for å sikre seg mot katastrofal effekt på laks- og sjøaurebestanden i elva dersom det skulle oppstå langvarig svikt i doseringen fra anlegget. pH i Herefossfjorden er gjengitt i **Figur 3**.

Driftskontrolloggen fungerte hele året.

I forbindelse med strømbrudd 15. juni forsvant alle signaler unntatt pH og temperatur oppstrøms anlegget i 10 timer. Årsaken til strømbruddet var lynnedslag i nærheten. Det oppsto i denne forbindelse en uopprettelig skade på pH-meteret nedstrøms anlegget. Dermed ble det ikke overført signaler derfra før 3. september, da defekt pH-meter ble erstattet med et nytt. Årsaken til at skifte av pH-meter ikke ble foretatt tidligere var at feilen oppsto i en tid uten dosering fra anlegget. Senere ble det bestilt og foretatt service på radioutstyret, da mistanken var at det var der feilen lå. Først etter at dette var gjennomført ble det klart at det var selve pH-meteret som ikke sendte fra seg de nødvendige signaler. Det oppsto også strømbrudd med bortfall av vekt og vannstandssignal 20. august og 6. september i henholdsvis 11 og 8 timer.

Den 24. juli forsvant alle signaler inn til loggen. Denne tilstanden vedvarte i 3 dager.

Vannstandssignalet viste for høye verdier i forbindelse med isoppbygging i inntaksbrønnen den 5. januar. Tilstanden varte bare i 1,5 døgn. Det ble målt for lave vannstander i tiden før 22. juni. Da ble inntaksrøret til brønnen spylt opp slik at det ble bedre trykkutjevning mellom vannet utenfor og innenfor brønnen. Dette medførte mer realistiske vannstandsmålinger (**Figur 8**).

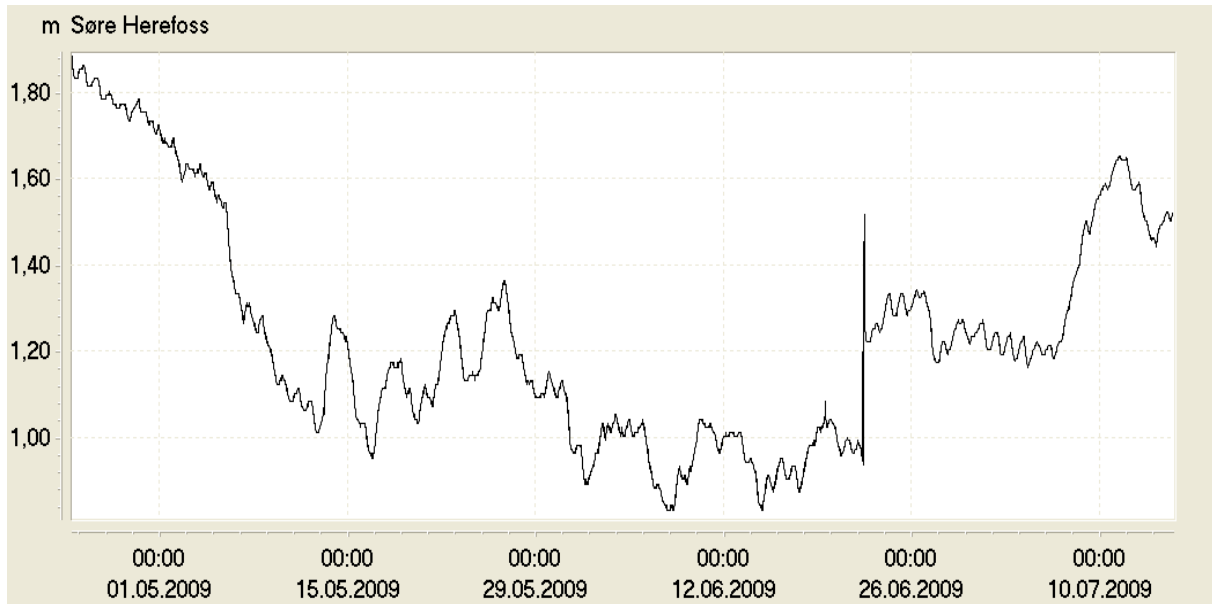
pH oppstrøms anlegget ble enkelte ganger forstyrret av tilbakeført kalkslurry til inntaksbrønnen ved strømbrudd. Dette økte pH i inntaksvannet slik at verdiene ble urealistiske. Urealistisk høy pH ble registrert i alt 14 ganger i løpet av perioden. **Figur 9** viser effekter av strømbrudd på pH oppstrøms anlegget. Det var ingen tilfeller av sviktende vanngjennomstrømming i målekyveta.

pH-stasjonen nedstrøms anlegget hadde en lang periode ikke signaloverføringer til doseringsanlegget. Tilstanden begynte 15. juli og varte i 7 uker. Det var stillstand i målekyveta kun to ganger. Dette var ca. tre dager fra 6. januar og litt over et døgn fra 21. februar.

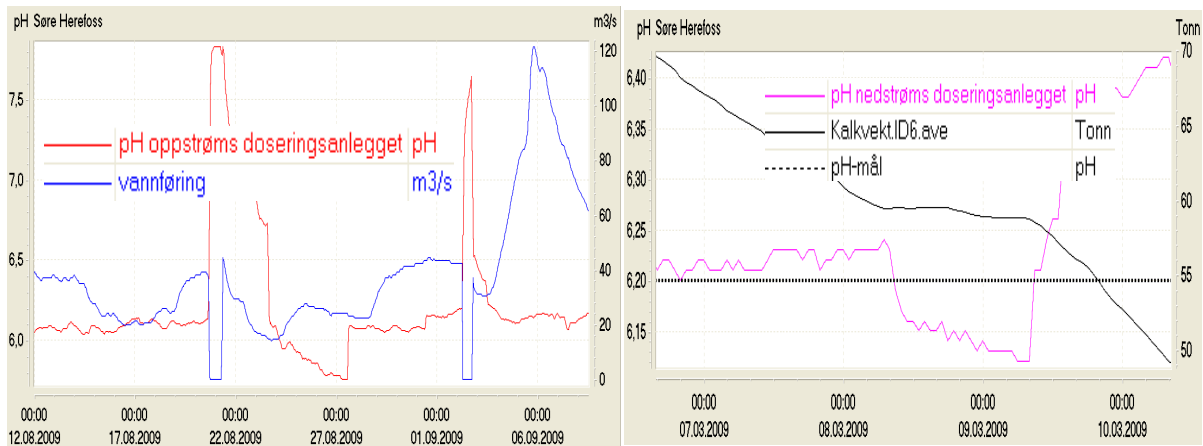
Det ble ikke registrert pH under målet for lakseførende strekning i elva. Et unntak er imidlertid registrert. Det var 9. mars. Da viste pH nedstrøms doseringsanlegget 6,1 en kort tid i forbindelse med doseringssvikt på anlegget, se **Figur 9**. pH-målet var da 6,2. Årsaken var tilbakeført kalkslurry til inntaksbrønnen ved strømbrudd. Den høye pH som da ble registrert påvirket anlegget til å nesten stoppe doseringen i ca. et døgn.

pH i lakseførende strekning av elva i hele 2009 er vist på **Figur 10**. **Figur 11** illustrerer godt hvor stor kalkingsinnsats som ligger bak det gode pH-resultatet.

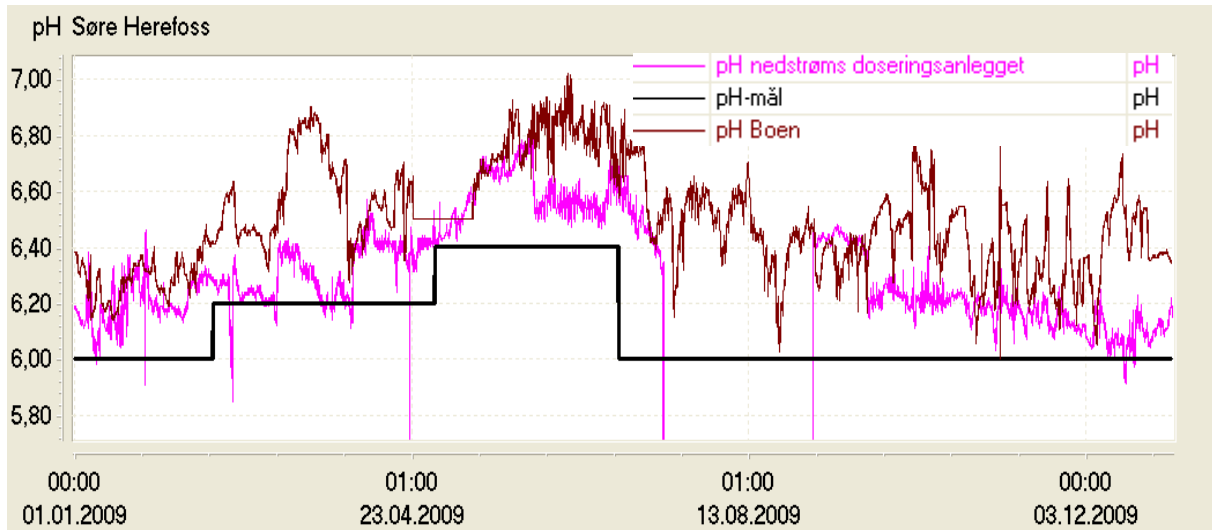




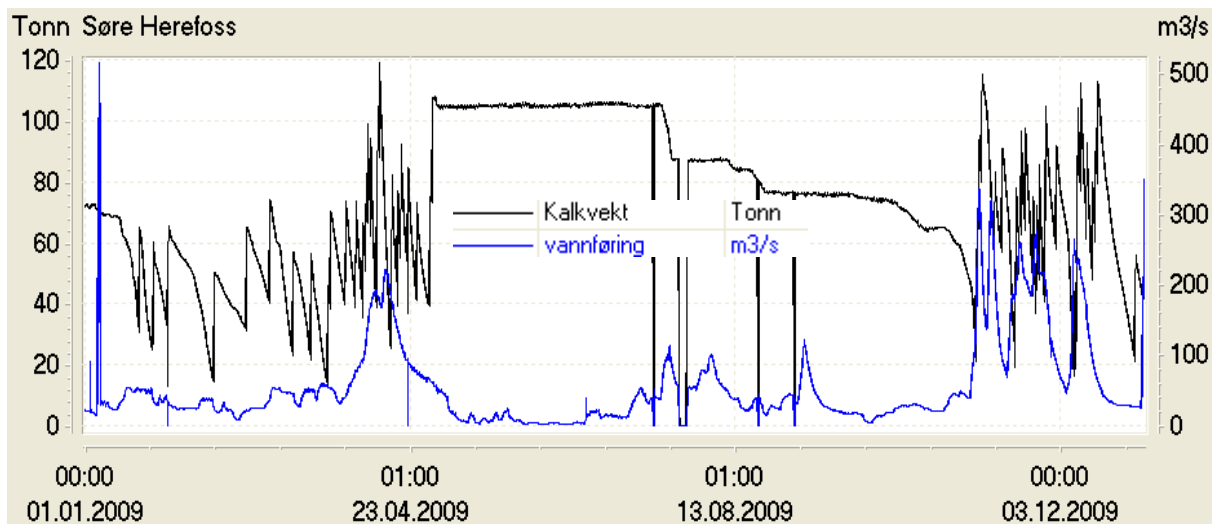
**Figur 8.** Vannstanden i inntaksbrønnen for vann til doseringsanlegget på Søre Herefoss. Denne vannstanden skal være lik vannstanden ved utløpet av Herefossfjorden og er grunnlaget for vannføringsberegningene. Etter reingjøring av inntaksrøret ble vannstanden registrert ca. 25 cm høyere.



**Figur 9.** Venstre: Vannføring og pH oppstrøms doseringsanlegget på Søre Herefoss i månedsskiftet august september i 2009. Figuren viser hvordan pH økte til nærmere 8 når det ble stillstand i vannpumpingen til anlegget (strømbrudd). Dette vises ved bortfall av signal til vannføringsmålingen. Høyre: Kalkvekt og pH oppstrøms Søre Herefoss doseringsanlegg i mars 2009. Sviktende avtak i kalkvekten indikerer midlertidig svikt i doseringen. Dermed ble pH nedstrøms anlegget noe redusert, men kun i meget kort tid. Årsaken til den sviktende doseringen var tilbakeslag av kalkholdig vann i inntaksbrønnen tilsvarende som vist på venstre figur.



**Figur 10.** pH i lakseførende strekning av Tovdalselva i 2009 sammenholdt med pH-målene for elva. Av de pH-droppene som vises i figuren er det bare en som kan være reell. Det var 9. mars. Da var pH for lav i kun en meget kort tidsperiode, se **Figur 9**.



**Figur 11.** Vannføring og kalkvekt på Søre Herefoss doseringsanlegg i hele 2009. Kalkvekten økte ca. 30-35 tonn hver gang det ble fylt på anlegget. Figuren viser hvordan forbruket av kalk forandret seg radikalt gjennom året. Om våren, med høyt pH-krav, og i flom om høsten var det ekstra stort forbruk, mens doseringen resten av året var meget lav. Fra 2. mai til 17. juli var det ingen dosering. Vannføring på 500 m<sup>3</sup>/s i januar er ikke reell. Den skyldes isoppbygging på målepunktet.

## 3. Tiltak

### 3.1 Bås

Generelt fungerte anlegget tilfredsstillende i rapporteringsperioden. Det ble utdosert spesielt jevnt og stabilt under høstflommen i november og desember 2009.

Det var økende antall dager uten kalk i beholdningssiloen i forhold til tidligere år. Antall tilfeller var fordoblet i forhold til 2008. En del av årsaken kan, i følge Miljøkalk, være en defekt alarmgiver som det tok tid å reparere, (Terje Lysnes pres. medd.). Siden beholdningstanken er forholdsvis stor, burde det likevel være mulig å beholde større kalkreserver i siloen ved hyppigere kalkfyllinger.

Tidligere etterlyste tiltak mot støv i elektrorommet er gjennomført ved at det er montert ventil i veggen.

### 3.2 Skjeggedal

På grunn av manglende vannstandssignal var det ikke mulig å beregne dosene fra dette anlegget. Dette signalet må bli operativt slik at effektiviteten på anlegget igjen kan dokumenteres.

Av eksisterende veiedata går det fram at anlegget hadde en meget dårlig driftssikkerhet. Over 20 % av tiden som loggeren har registrert data sto anlegget stille. Dette må bli betraktelig bedre dersom anlegget skal fortsette å fungere som bidragsyter til kalkinga av Uldalsgreina.

### 3.3 Skåre

Anlegget hadde god driftssikkerhet under normale driftsforhold. Imidlertid var det isingsproblemer på anlegget som førte til lang tids driftsstans i januar. Det var også alt for mange tilfeller av stillstand på grunn av manglende kalk i beholdningstanken. Da beholdningstanken på anlegget er liten (50 m<sup>3</sup>), setter dette store krav til hyppige påfyllinger. Spesielt vil behovet være stort så lenge dosen er satt så høyt som det ble etter justeringen foretatt i oktober.

Det var stor variasjon i dosene som ble levert fra anlegget. Selv om styringssignalet var stabilt, ble det dosert til tider meget ujevnt. En mulig årsak er varierende framtrekkshastighet gjennom doseringsskruene på grunn av midlertidige delvise klogginger av kalk. Det synes også som om dosene blir for små ved lave vannføringer. Muligens har det sammenheng med lengre ventetid per doseringssekvens, og dermed større statistisk binding av kalksteinsmelet. Forholdet bør utredes nøyere.

### 3.4 Søre Herefoss

Dette anlegget fungerte meget tilfredsstillende tross lang tid med store problemer ved signaloverføring av pH fra stasjonen nedstrøms anlegget. Det var også, gjennom hele perioden, problemer med tilbakeslag av kalkholdig vann i inntaksbrønnen slik at vannet til pH-målinger i neste omgang ble for basisk. Dette kunne føre til reduserte doseringsmengder. Ved ett tilfelle ble pH redusert til under målet på grunn av disse forholdene. Det bør gjøres tiltak slik at ikke kalkholdig vann kan forurense pH-målingskyvetta.

pH-målet ble opprettholdt i vassdaget gjennom hele perioden, bare med ett lite unntak.

## 4. Referanser

Høgberget, R. 2000. Avviksrapport år 2000 fra driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. NIVA Rapport L. nr. 4276.

Høgberget, R. 2001. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2000-2001. NIVA Rapport L. nr. 4422.

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

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

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2002. NIVA Rapport L. nr. 4750.

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2005a. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2003. NIVA Rapport L. nr. 4990.

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2005b. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2004. NIVA Rapport L. nr. 5051.

Høgberget, R. Håvardstun, J. Tveiten, L. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2005. NIVA Rapport L.nr. 5235.

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2006. NIVA Rapport L.nr. 5462.

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2007. NIVA Rapport L.nr. 5601.

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2008. NIVA Rapport L.nr. 5789.

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)