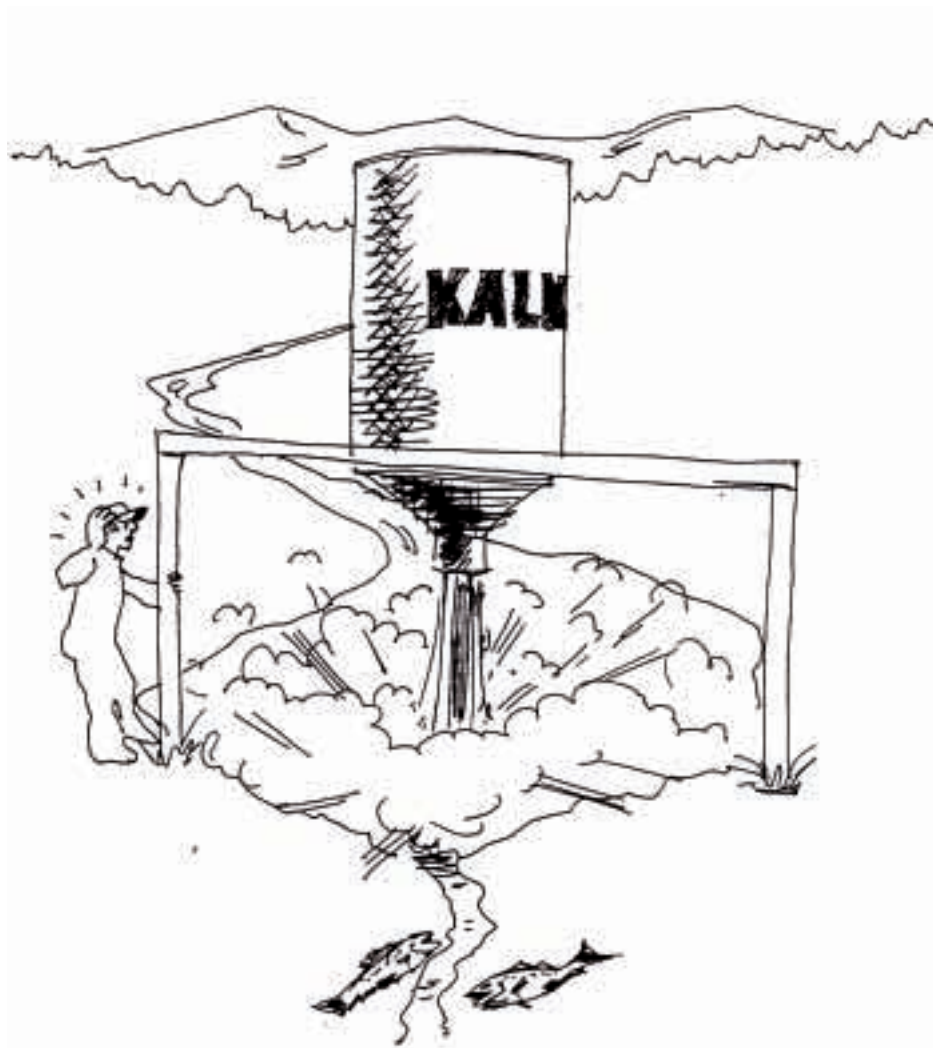


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget Avviksrapport 2011



RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
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

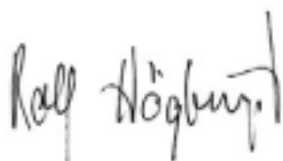
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget Avviksrapport 2011	Løpenr. (for bestilling) 6369	Dato 11.5.2012
	Prosjektnr. Undernr. 12134	Sider Pris 21
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåkning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

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

<p>Sammendrag</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 i 2011. Båsdoseringsanlegg doserte ikke optimalt. Det etterlyses mer aktiv styring av dosene fra anlegget for å påvirke pH i Herefossfjorden. Det var også mange stopp på anlegget. Ukentlig driftskontroll på Skjeggedal doseringsanlegg var umulig på grunn av manglende fjernovervåking. Vannstandssignalet bør bli tilgjengelig igjen. Driftssikkerheten på Skåre doseringsanlegg var ikke god på grunn av vanskeligheter ved is oppstuvning i elva, periodisk for lave vannstander i inntaksbrønnen og manglende tilførsler av kalk til anlegget ved behov. Søre Herefoss doseringsanlegg doserte tilfredsstillende, men ikke optimalt. pH i elva var til sammen 13 dager under målet. Det var også til tider for mye dosering fra anlegget. pH oppstrøms anlegget viste ofte for høye verdier. Årsaken var tilbakeslag av kalkslurry fra anlegget.</p>

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



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder



Merete J. Ulstein
Prosjektleder

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Tovdalsvassdraget**

Avviksrapport 2011

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 informasjonsoverføring.

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. Gjeldende rammeavtale av 26. januar 2010 inkluderer også ansvaret for pH-målingsutstyr som prosessverktøy ved kalkdoseringsanleggene. Denne kontrakten avtales dokumentasjon ved en kortfattet avviksrapport fra NIVA hvert år.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA som i 2011 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 Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder.

Grimstad, 11.5.2012

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Driften av anleggene	10
2.1 Bås	10
2.2 Skjeggedal	12
2.3 Skåre	14
2.4 Søre Herefoss	16
3. Tiltak	20
3.1 Bås	20
3.2 Skjeggedal	20
3.3 Skår	20
3.4 Søre Herefoss	20
4. Referanser	21

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. januar - 31. desember 2011)

Bås

- Driften på anlegget var ikke optimal. Det oppsto mange langvarige stopp på anlegget i tillegg til en del kortvarige stopp.
- Signalene for PLS-dose og vannstand var til tider ikke reelle.
- Doseringen fra anlegget ble for sent justert opp for å møte synkende pH-utvikling i Herefossfjorden ved den vedvarende høye sommervannføringen. Resultatet var reduksjon av pH i fjorden til under pH-målet.
- Dosene fra anlegget må styres mer aktivt i forhold til pH i Herefossfjorden enn tilfellet var i 2011.

Skjeggedal

- Anlegget hadde ingen god driftssikkerhet i 2011. Anlegget sto stille i tilsammen 61 døgn.
- På grunn av manglende vannstandssignal i hele perioden var det umulig å kontrollere dosene fra anlegget. Tilgjengelighet til dette signalet etterlyses.
- Det er vedtatt å arbeide for å plassere en ny doserer ved Risdal. Etablering av nytt kommunikasjonsutstyr ved eksisterende anlegg er lagt på is i påvente av hva som skjer i saken.

Skåre

- Det var mange stopp i doseringen fra anlegget i 2011. Anlegget sto stille i til sammen 80 døgn. Driftssikkerheten på anlegget var derfor ikke god.
- En automatisk stopp ved lav vannstand var ofte årsak til stopp i doseringen fra anlegget. Denne funksjonen virket imidlertid ikke alltid.
- Isdannelser i elva ved inntaksbrønnen førte til feil i vannføringsmålingene.
- På grunn av mye feil i veiesignalet, ble ny veieforsterker montert.
- Det ble ofte tomt for kalk i beholdningstanken før ny forsyning ble tilkjørt.
- Doseringen ble ofte for lav som følge av lave manuelle doser ved is oppstuvning om vinteren og de mange stillstandene på anlegget.
- Om høsten var de reelle dosene mer i samsvar med styringsdosene.

Søre Herefoss

- Driften på anlegget var god, men ikke optimal. Det var en del tilfeller hvor pH i elva ble lavere enn pH-målet.
- Det var en del bortfall av veie- og vannføringsdata på grunn av ødeleggelser ved tordenvær. Vannføringsdata var også tider av vinteren feil på grunn av isdannelser i inntaksbrønnen.
- pH oppstrøms anlegget ble ofte målt for høyt på grunn av tilbakeslag av kalkholdig vann i målekyvetta. Dette forholdet er beskrevet mange ganger tidligere, og bør nå rettes.
- pH-målet for lakseførende strekning i elva ble ikke overholdt i til sammen 13 døgn. Imidlertid var ikke underskridelsene store i noen av tilfellene.
- Det bør tilstrebes en pH i elva som ligger nærmere pH-målet om vinteren og andre tider uten høye pH-mål. Ved høye mål må pH-kravene imidlertid fortsatt ligge en del over pH-målet.

Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Tovdalsvassdraget. Non-conformance report 2011.

Year: 2012.

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 987-82-577-6104-5

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

This report summarizes discrepancies detected during 2011

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) samt vannføring 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.

Kalkdoseringen er avhengig av riktige pH-verdier. Kvaliteten av målingene sikres gjennom arbeidet i et eget interkalibrerings-program (pH-lauget) og jevnlig oppfølging av NIVA. pH-verdiene ved den automatiske overvåkingsstasjonen på Boen kvalitetssikres av NIVA før årlig publisering i DN-notatet «Kalking i laksevassdrag»

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:

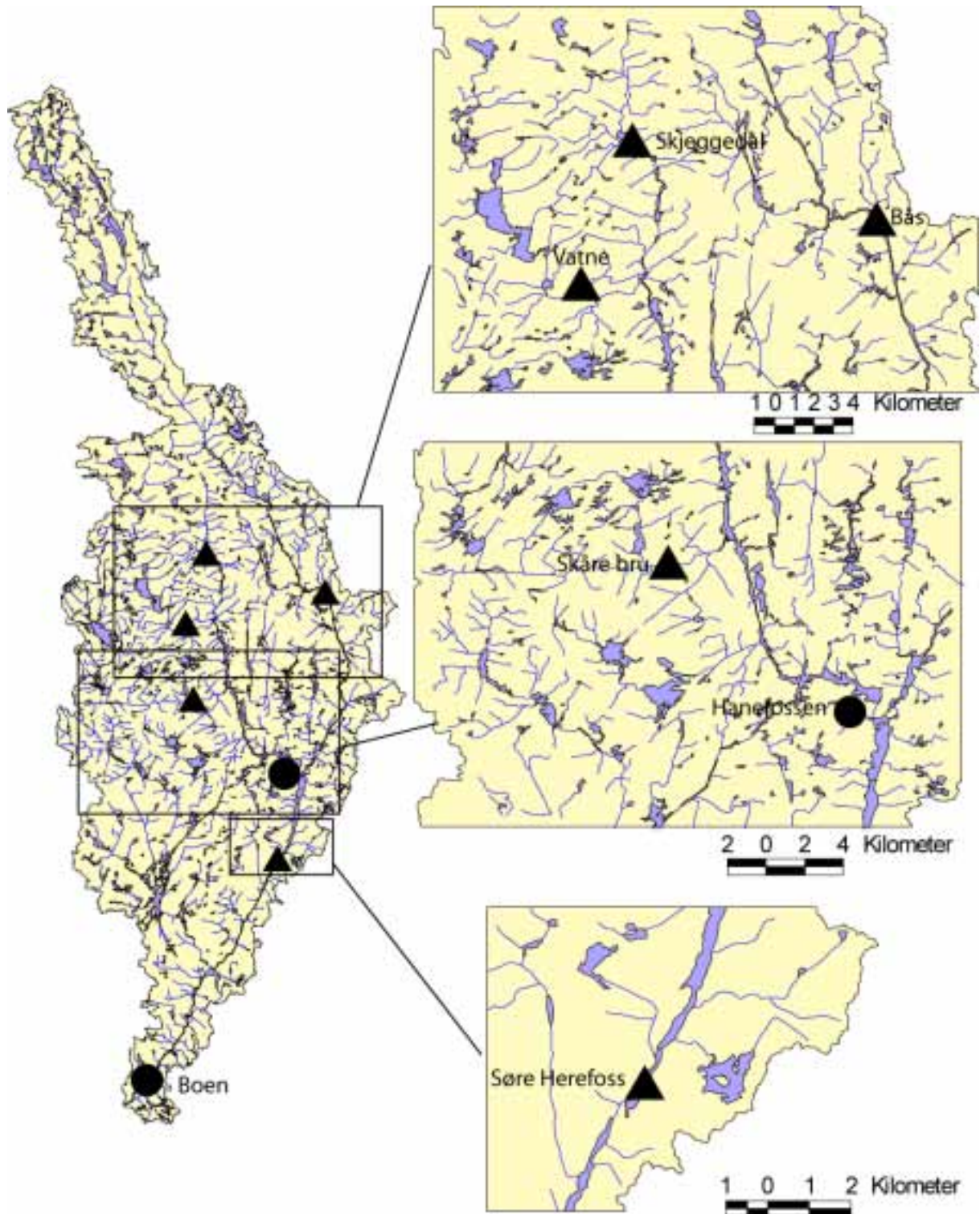
- oppstart av systemet - 1. juni 2000 (Høgberget 2000)
- 1. juni 2000 - 1. juli 2001 (Høgberget 2001)
- 1. juli 2001 - 31. desember 2001 (Høgberget 2002)
- 1. januar 2002 - 31. desember 2002 (Høgberget og Håvardstun 2003)
- 1. januar 2003 - 31. desember 2003 (Høgberget og Håvardstun 2005 a)
- 1. januar 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)
- 1. januar 2009 - 31. desember 2009 (Høgberget 2010)
- 1. januar 2010 - 31. desember 2010 (Høgberget og Tveiten 2011)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar til 31. desember 2011.

Ord og uttrykk i rapporten:

Det forekommer en del ord og uttrykk i rapporten som kan være vanskelig å forstå betydningen av. For å lette leserens forståelse av innholdet presenteres her en liste med ord og uttrykk som vanligvis benyttes i rapporteringen:

Ord/uttrykk	Forklaring
Dosering	Brukes om generell tilsetning av kalk, men den egentlige betydningen er tilsetning av kalk per tidsenhet. I rapporten benyttes oftest g/s, dosering per sekund.
Dose	Dosering av kalk per volum vann. Den vanligste enheten er g/m ³ , gram kalksteinsmel per m ³ vann i elva.
PLS-dose, Styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m ³ /s). Dette er den dosen som anlegget "tror" den gir til elva. Enheten blir g/m ³ .
Driftskontroll-dose	Den kalkdosen som er beregnet levert til elva på grunnlag av kalkvektsreduksjon i beholdningstank/kalksilo per tidsenhet dividert på akkumulert vannmengde forbi doseringsanlegget i samme tidsrom.
Timesdose	Den driftskontroll-dosen som er levert i løpet av en time. Verdien er gjennomsnittet av aktuelle timesdoser til elva. For eksempel vil en vektreduksjon på 0,9 tonn i løpet av en time gi en timesdose på 5 g/m ³ ved vannføring 50 m ³ /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m ³).
Langtidsdose	Den gjennomsnittlige driftskontroll-dosen som er levert til elva siden siste påfylling av kalk i beholdningstank/kalksilo. På kurvene som vises i rapporten kan det være store utslag. Dette oppstår i forbindelse med begynnende utregning fra ny beholdning. Årsaken er stor unøyaktighet i veieutstyret. Derfor settes en begrensning i når regneverket får lov å begynne med doseberegninger. I denne tiden vises siste gjeldende verdi som en horisontal strek.
pH-mål	Den til enhver tid gjeldende verdi for hvor høy man ønsker at pH skal være i elva. Verdien blir ofte fastsatt av Fylkesmannen i samarbeid med kalkingsstiftelsen for vedkommende kalkingsprosjekt.
pH-krav	Det pH-kravet som blir satt i styringsautomatikken ved et pH-styrt doseringsanlegg med pH-nedstrøms styringssignal. pH-kravet er ofte høyere enn pH-målet for elveavsnittet.
PLS	"Programmerbar logisk styring". Forkortelsen er ofte benyttet som betegnelse på styringsautomatikken på kalkdoseringsanlegg.
UPS	"Uninterruptible power supply". Forkortelse på ekstra energikilde (strømkilde) som benyttes når nettspenningen uteblir.
Kyvette/målekyvette	Beholder som pH-elektroder og temperaturmåler er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetten for å få riktige pH- og temperaturmålinger.
Vannmerke	Vertikal stav med avmerkinger som viser vannstanden i meterriske enheter (meterstav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i "fast fjell" eller i forhold til m.o.h. (meter over havet).
Beholdning	Lageret av kalk eller annet avsyngsmiddel på kalkdoseringsanlegget.
Prosesskalibrering	Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en tidligere 2 pkt. kalibrering på meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7)



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-målestasjonen 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. Kalk-doseringsanlegget er fullautomatisert, og kalkdoseringen reguleres etter variasjonen i vannføringen. Beregnet standard dose som anlegget skal gi er 4,7 g kalksteinsmel/m³.

Det var ingen avbrudd i driftskontroll-loggen for 2011.

Det var kun noen få kortvarige avbrudd i signalene for vannstand og kalkvekt (< 8 timer) i løpet av året. Det var til tider meget ustabil dosesignal, særlig om sommeren (**Figur 2**).

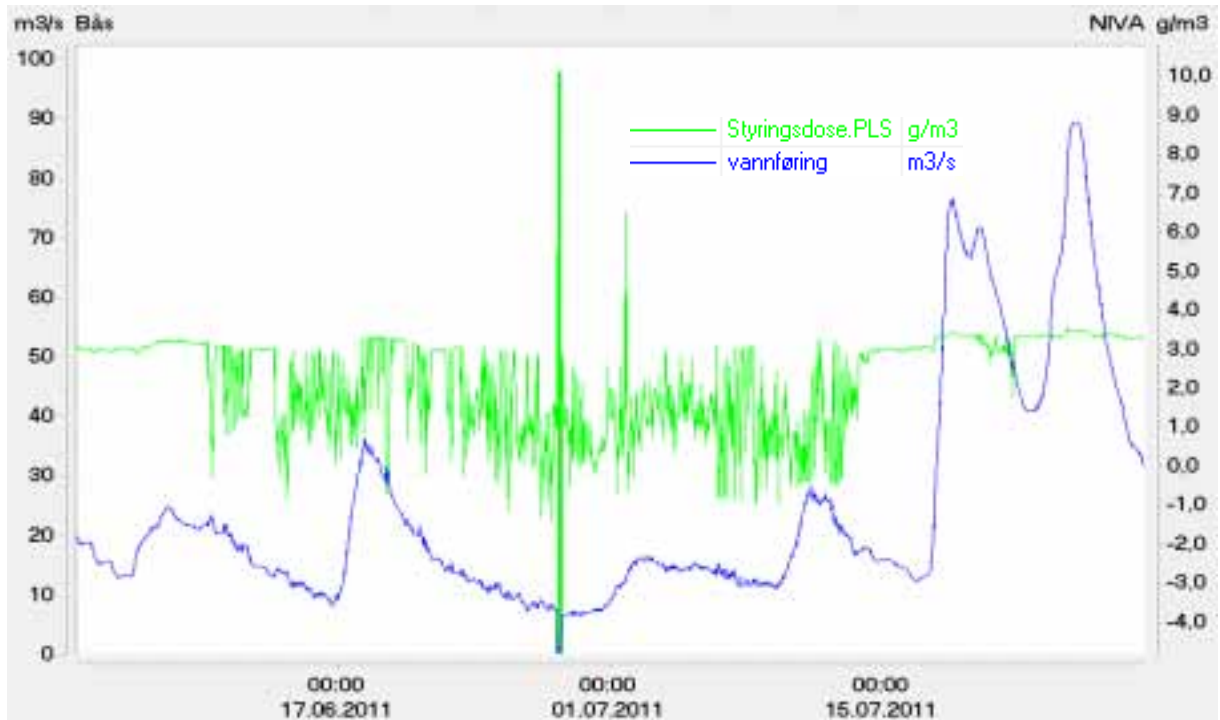
Anlegget hadde langt flere stopp i doseringen enn normalt. Til sammen var det stillstand i ca. en måned (**Tabell 1**). Det er ikke full oversikt over årsakene til alle stoppene, men den lengste perioden uten dosering oppsto i forbindelse med strømstans 28. juni. Langvarig stopp fra 4. august skyldtes at vannpumpa stoppet og den tredje langvarige stoppen fra 17. oktober ble forklart med at en frekvensomformer i styringsautomatikken ikke lot seg starte.

Det var ingen tilfeller hvor anlegget gikk tom for kalk før ny forsyning ble tilkjørt.

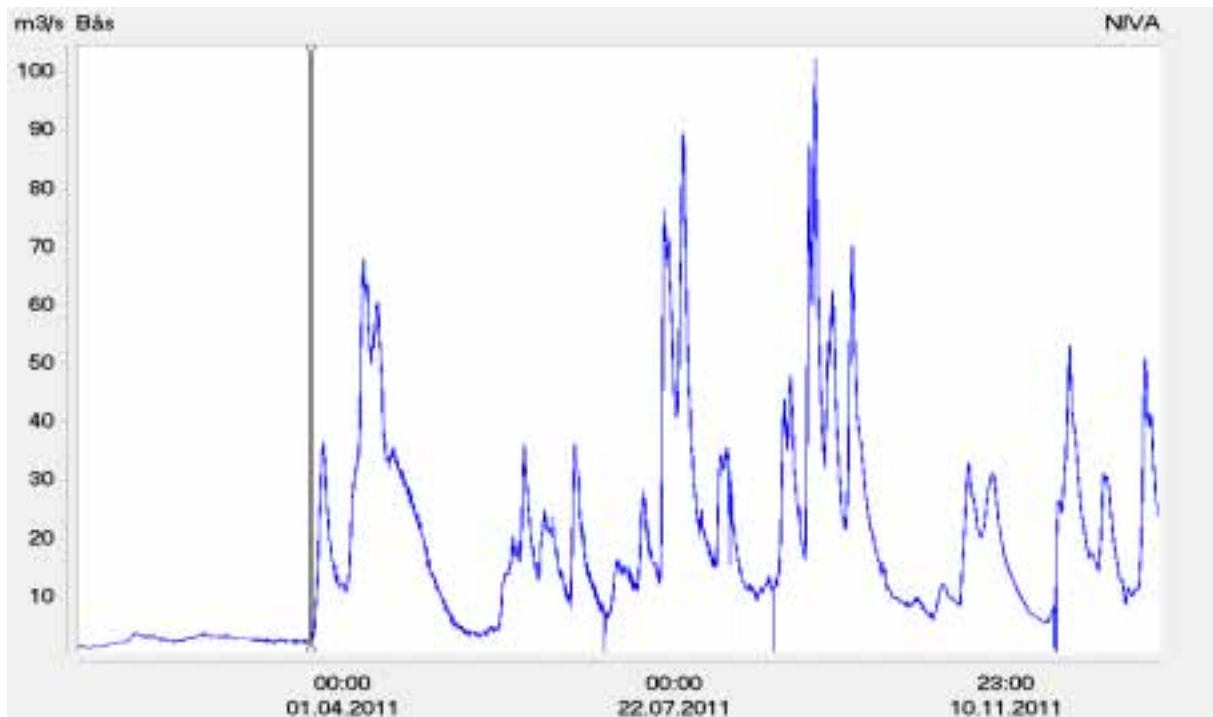
Tabell 1. Antall dager uten dosering fra Bås doseringsanlegg i 2011. Det var til sammen 33 dager uten dosering fra anlegget.

Dato	Antall dager uten dosering	Kommentar
31.03.2011	1,3	
13.04.2011	1	
28.06.2011	7,8	
02.08.2011	0,8	
04.08.2011	6,5	
19.08.2011	3,7	
24.08.2011	1	
01.09.2011	0,7	
30.09.2011	1	
17.10.2011	6,4	
27.11.2011	2,5	Delvis stopp i dosering

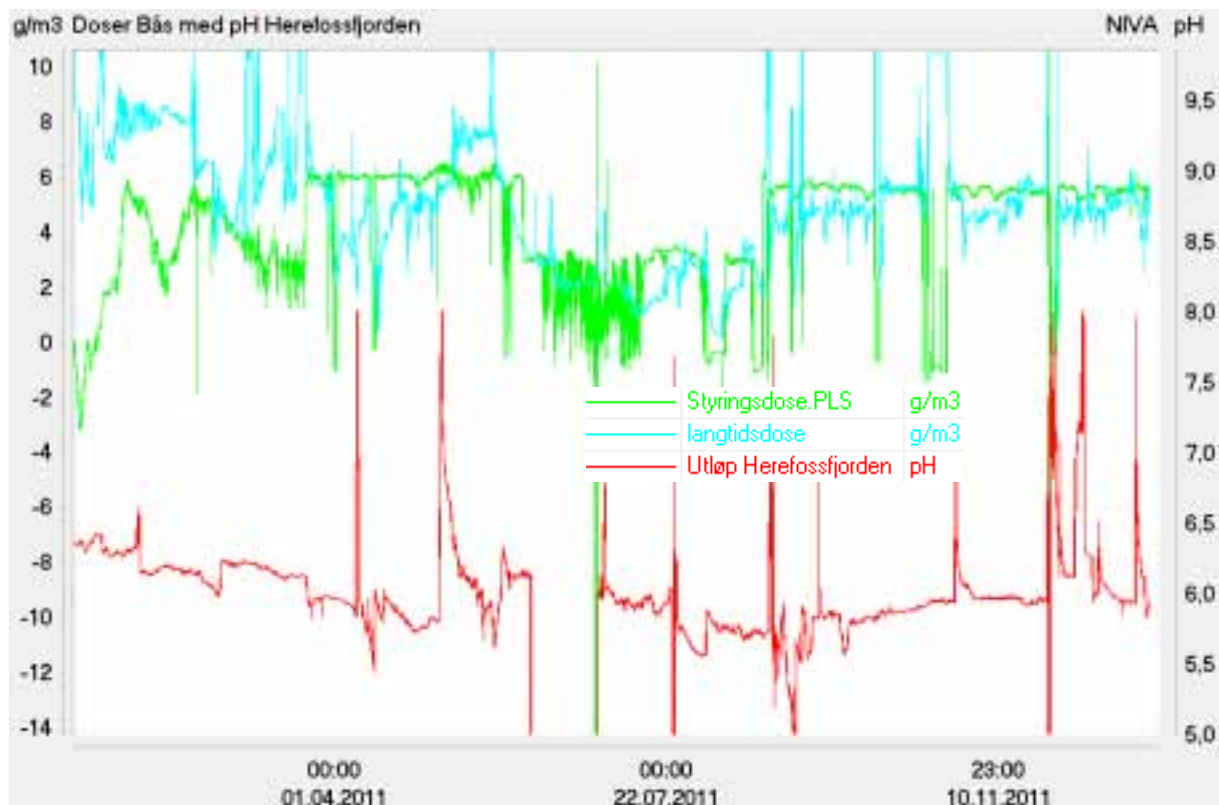
Det ble målt meget lave vannføringer før 22. mars (**Figur 3**). I denne tiden ble det registrert lave, og til tider, negative styringsdoser. Imidlertid var de reelle dosene nokså høye. Styringsdosene var etter dette 6 g/m³ fram til 3. juni. pH i Herefossfjorden var da nokså høy, så NIVA ba operatøren sette ned dosene. De ble da satt til ca. 2,5 g/m³ fram til 25. august. I denne tiden oppsto tidvis meget ustabile dosesignaler. Fra 25. august ble dosene satt til ca. 5,5 g/m³. Dette nivået ble benyttet ut året. De reelle dosene var i denne tiden gjennomgående 1 g/m³ lavere enn innstilt dose. Den 3. november registrerte NIVA at dosene burde økes fra anlegget. Årsaken var synkende pH-trend i Herefossfjorden. Det er uklart om operatøren mottok denne meldingen, for det finnes ingen reaksjon i grafene som viser at styringsdosen ble øket. Styringsdose og langtidsdose er vist på **Figur 4**.



Figur 2. Vannføring og styringsdose ved Bås doseringsanlegg i deler av juni og juli 2011. Signalet var meget ustabil.



Figur 3. Vannføring ved Bås doseringsanlegg i 2011. Vertikal linje viser et tidspunkt der det plutselig ble stor forandring i registreringen av vannføringsutvikling. Årsaken er ukjent, men kan være tidspunktet da det ble gjort service på vannstandssignalet.



Figur 4. Styringsdose og reell dose som langtidsdose på Bås doseringsanlegg sammenholdt med pH i utløpet av Herefossfjorden. Dosering fra Bås-anlegget er det viktigste tiltaket i arbeidet med å opprettholde pH-målet for Herefossfjorden (pH 6). Den høye vannføringen om sommeren førte til lavere pH i fjorden enn normalt. Ideelt skulle den lave sommerdoseringen derfor vært satt høyt tidligere om sommeren. Figuren viser også sammenhengen mellom de reelt tilførte dosene og dosene som anlegget styrte etter.

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 g/m³ 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.

Driftskontroll-loggeren samlet data for hele perioden.

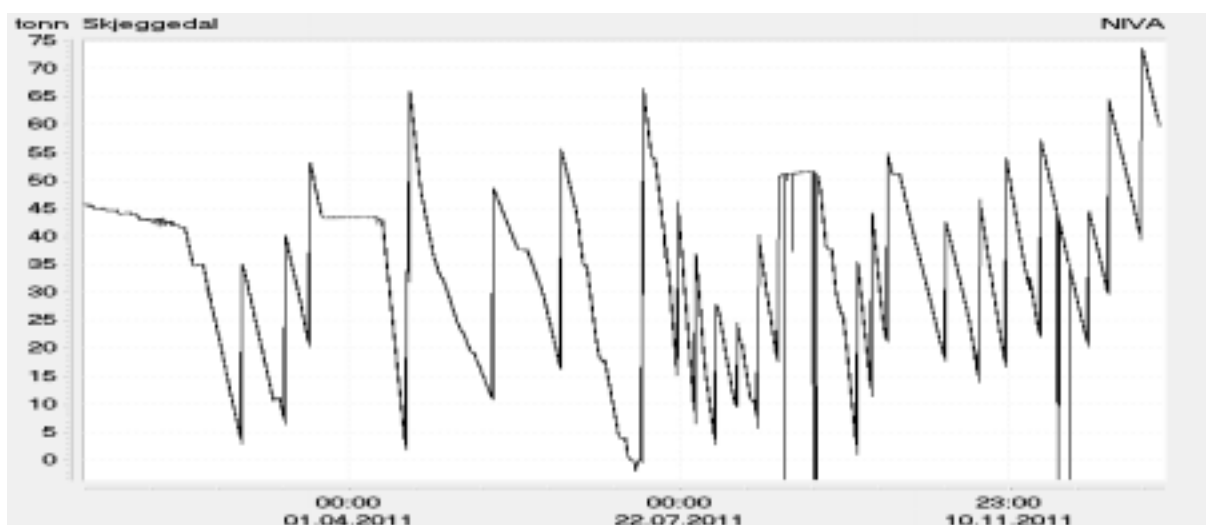
Det var ikke vannstandssignal på anlegget. Dermed er det ikke mulig å beregne hvilke doser som ble tilført elva. Dette er en feil som har vedvart i flere år (Høgberget og Tveten 2011).

Vektutviklingen i beholdningssiloen viser at anlegget sto stille i perioder lengre enn 8 timer i tilsammen 61 dager. Dette var fordelt på 17 stopp på anlegget (**Tabell 2**). To lengre stopp oppsto vår og sensommer. Årsaken var henholdsvis isgang som ødela inntaksbrønnen og ombygging til annet styringssystem på loggeren. Gammel PLS fra Bås ble da montert på anlegget.

Tabell 2. Oversikt over antall dager Skjeggedal doseringsanlegg ikke doserte i perioder over 8 timer. Til sammen utgjorde dette ca. to måneder uten dosering.

Dato	Antall dager uten dosering	Merknad
07.02.2011	3,2	
06.03.2011	2,2	
23.03.2011	20,4	
02.05.2011	0,4	
12.02.2011	1,2	
28.05.2011	3,3	
19.06.2011	1,2	Delvis stillstand
25.06.2011	1,6	
01.07.2011	2	
04.07.2011	4,7	
12.07.2011	1,3	
11.08.2011	0,6	Delvis stillstand
15.08.2011	1,1	Delvis stillstand
24.08.2011	12,7	
10.09.2011	1,7	
14.09.2011	0,8	
02.10.2011	2,6	

En viss oversikt over doseringsforløpet gis i **Figur 5**, som viser kalkvektutviklingen på anlegget. Kurven antyder en liten variasjon i doseringen, men dosene fra anlegget er ukjent. Tom beholdningstank to dager i juli kan ha sammenheng med rengjøring av tanken. Dette gjøres rutinemessig hvert år på anlegget.



Figur 5. Kalkvekten ved Skjeggedal doseringsanlegg i hele 2011.

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 $2,6 \text{ g/m}^3$. 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 dosering over 110 g/s (9,5 tonn/døgn), slik det er innstilt i dag. Komplikasjoner i blandedprosessen under ekstra høy dosering kan derfor lett oppstå ved dette anlegget.

Driftskontrolloggen fungerte gjennom hele perioden.

Veiesignalet var ute av drift i 1,5 uker fra 26. august på grunn av defekt veieførsterker. Da ny forsterker ble montert 6. september, ble avlest nivå for tom tank lavere. Det er uvisst om også nivået for full tank ble forandret. Alle signaler forsvant i 19 timer den 27. november. Utenom disse forhold var veieloggen komplett.

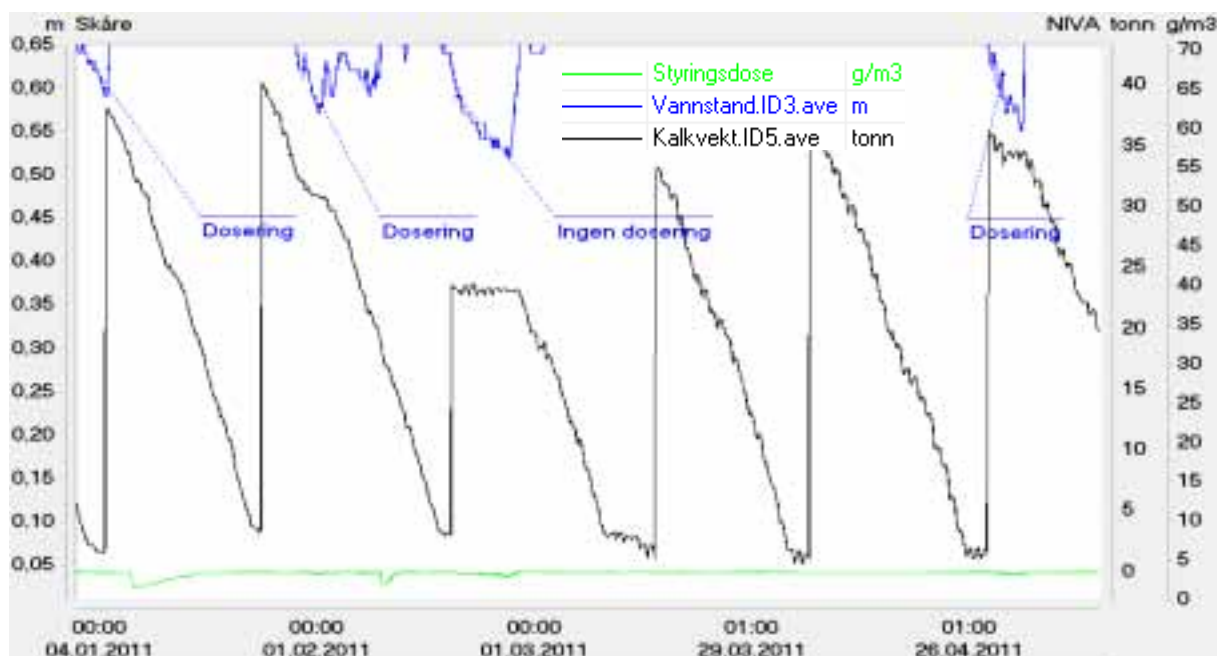
Vannstandssignalet var ikke reelt en periode i januar og februar, da en ispropp demmet opp i elva ved inntaksbrønnen (**Figur 7**).

Det var mange stopp på anlegget i 2011. Alle stopp over 8 timer er listet i **Tabell 3**. En del av årsaken skyldes at det ligger en vannstandsbegrensning i premissene for doseringen. Når vannstanden blir under 50-55 cm, vil dette føre til automatisk stopp (operatør, pers. medd.). Dataene viser at dette noen ganger var tilfellet, men at det ikke fulgte en slavisk sammenheng (**Figur 6**). Anlegget ble også tømt for kalk i forbindelse med et vedlikehold av silorammen. Ut over dette var det mange tilfeller hvor anlegget ble tomt for kalk før ny forsyning ble tilkjørt. Det ble i denne forbindelse også gitt mange påminnelser fra NIVA.

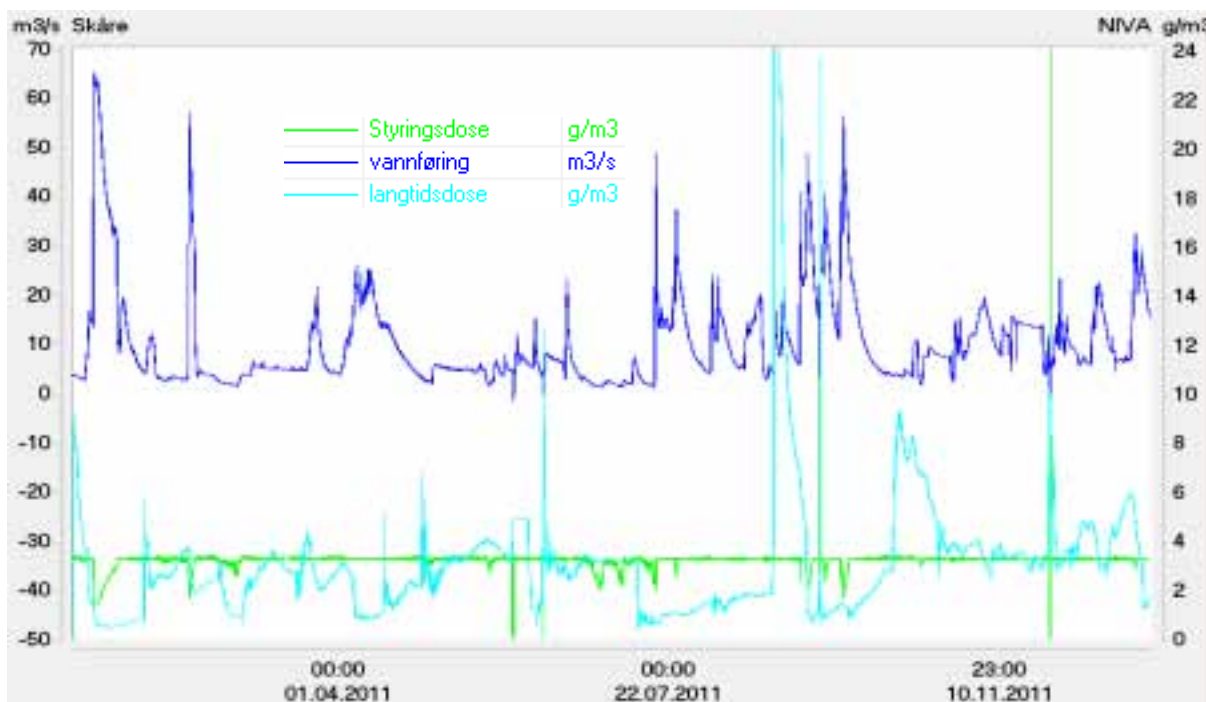
Doseringen fra anlegget var automatisk stilt inn på $3,3 \text{ g/m}^3$ i hele perioden. Årsaken til den noe lave dosen er at høyere doser erfaringsmessig øker faren for tilklogging i blandekaret. Den automatiske innstillingen ble overstyrt med manuelle innstillinger vinter og vår på grunn av ekstra fare for overfylling av blandekar ved ispropping og høy vannføring under vårflom. De reelle dosene, som langtidsdoser, var ofte under dosekravet. Årsaken var i mange tilfeller de mange doseringsstoppene på anlegget. Om høsten var de reelle dosene mer lik styringsdosen, **Figur 7**.

Tabell 3. Antall dager uten dosering fra Skåre doseringsanlegg i 2011. Det var 80 dager uten dosering. Dette var langt dårligere driftssikkerhet enn normalt for dette anlegget.

Dato	Dager	Merknad
03.01.2011	1,3	
23.01.2011	0,8	
16.02.2011	10	Mulig automatisk stopp p.g.a. lav vannstand
10.03.2011	6,2	Styrt tømning p.g.a. vedlikehold
14.03.2011	2	Tom for kalk
02.04.2011	2,5	Tom for kalk
25.04.2011	3	Tom for kalk
24.05.2011	9,9	Styrt tømning p.g.a. vedlikehold
03.06.2011	2,4	
23.06.2011	16	Mulig automatisk stopp p.g.a. lav vannstand
12.07.2011	5,2	Mulig automatisk stopp p.g.a. lav vannstand
04.08.2011	0,9	Mulig automatisk stopp p.g.a. lav vannstand
24.08.2011	0,8	
29.09.2011	2	
14.10.2011	1,5	Mulig automatisk stopp p.g.a. lav vannstand
17.10.2011	1	
19.10.2011	1,1	
04.11.2011	3,6	Tom for kalk
18.11.2011	3,1	Tom for kalk
27.11.2011	0,8	
29.11.2011	1	
12.12.2011	2,4	Delvis stopp
26.12.2011	2,5	Tom for kalk



Figur 6. Vannstand lavere enn 65 cm, kalkvekt og styringsdose ved Skåre doseringsanlegg i januar-april 2011. Anlegget stopper automatisk doseringen når vannstanden blir for lav. Disse automatiske driftsstansene detekteres ikke gjennom styringsdosen. Det ser også ut som om stopp oppstår ved forskjellige måleverdier.



Figur 7. Vannføring, styringsdose og reell dose som langtidsdose ved Skåre doseringsanlegg i hele 2011. Styringsdosen var satt til $3,3 \text{ g/m}^3$ hele tiden mens de reelle dosene ofte var lavere. Ekstra høye, uriktige langtidsdoser oppsto når veiesignalene ble ute av drift 26. august. Høye langtidsdoser fra 5. oktober og to uker var reelle og skyltes antagelig for høy manuell dosering. Høy vannføring i januar er ikke reell, men skyldes isdemming i elva.

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 doseren. Kalkdoseringsanlegget kan således styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget. Denne måles 800 m nedenfor kalkdoseringsanlegget, der en målestasjon sender sine data kontinuerlig opp til anlegget.

pH-målet i lakseførende strekning av Tovdalselva har i de senere år vært 6,2 i perioden 15. februar til 30. april, 6,4 i perioden 1. mai til 30. juni og 6,0 resten av året. Med utgangspunkt i sluttrapporten fra reetableringsprosjektet ble dette endret av Fylkesmannen i 2011. Nye pH-mål er 6,2 i perioden 15. februar til 14. april, 6,4 fra 15. april til og med 7. juni og pH 6,0 fra 8. juni og 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 utløpet av Herefossfjorden er gjengitt i **Figur 4**.

Driftskontroll-loggen mangler en periode fra 6. til 28. juni på grunn av ødeleggelse ved tordenvær. Ellers er loggen komplett for resten av året. Ved reparasjoner av utstyret etter tordenværet ble

telefonlingen til modemet koblet ut. Et GSM-modem ble satt inn som erstatning. Dette sikrer bedre overføringssikkerhet enn fast linje.

Det var forstyrrelser i vannstandssignalet i begynnelsen og slutten av januar, og i deler av oktober. Forstyrrelsene i begynnelsen av året kan skyldes isdannelse i inntaksbrønnen. Signalet forsvant i 3,5 uker fra 6. juni, da tordenvær ødela utstyret. Veiesignalet forsvant også i det samme tordenværet og ble ikke reparert før det var gått 6,5 uker. Vektsignalet var også fraværende i 9 timer 10. august i forbindelse med at veieforsterkeren ble byttet og vekta kalibrert.

Alle signaler unntatt pH og temperatur nedstrøms anlegget forsvant ca. 7 timer i forbindelse med strømbrudd 27. november.

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 10 ganger i løpet av perioden, noen av disse tilfellene kan skyldes tilbakeføring av kalkholdig vann til inntaksbrønnen

Det var få tilfeller av manglende gjennomstrømming i pH-kyvettene. Tilfellene hadde ikke betydning for kalkingen fra anlegget, men er likevel vist i **Tabell 4**.

Tabell 4. Antall dager pH-kyvetten på målestasjonene oppstrøms og nedstrøms anlegget var uten gjennomstrømming.

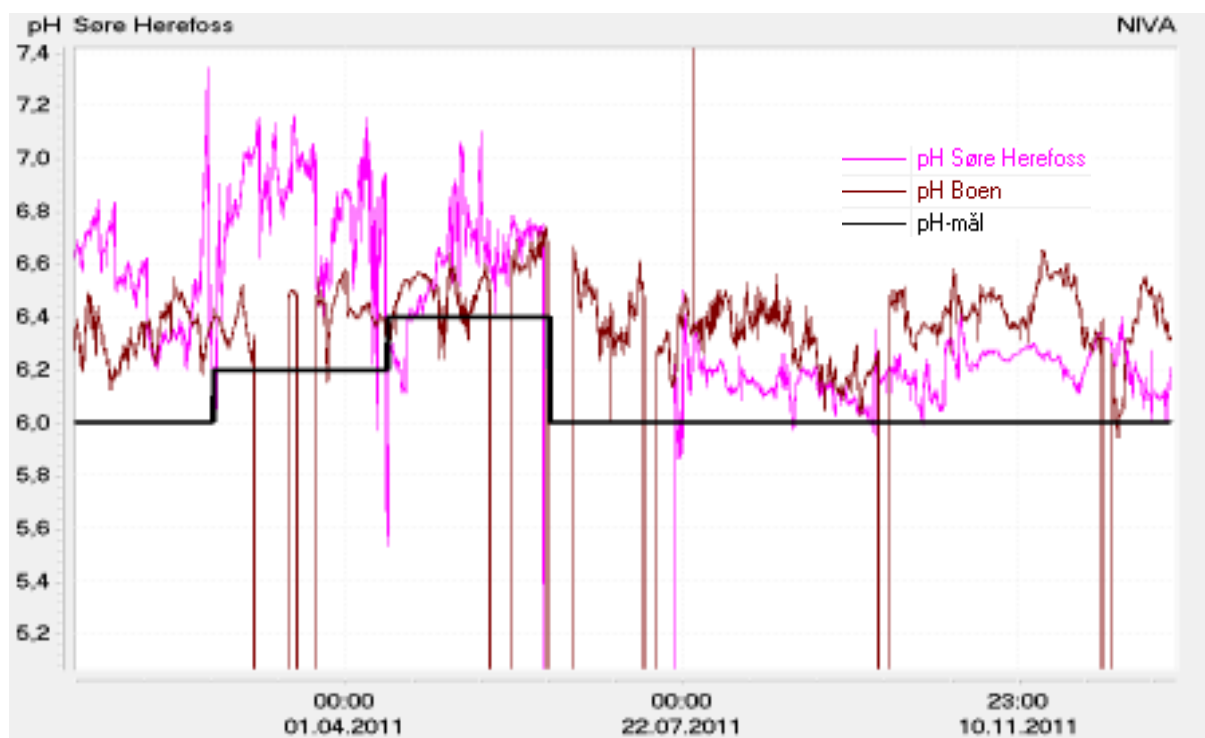
Dato	Oppstrøms anlegget	Nedstrøms anlegget
08.01.2011		1,2
05.02.2011		5
15.02.2011		2,2
23.03.2011	0,9	
27.03.2011	0,6	
08.05.2011		0,5

pH i lakseførende strekning av elva var en del ganger under målet i løpet av året, men avvikene var ikke store, og over halvparten av registrert tid var i forbindelse med økning av pH-målet. Ved økning av pH-målet ble det også foretatt elektrodebytte med påfølgende kalibreringsrutine. Dette gjør dataene i denne tiden usikre. Til sammen ble det registrert 306 timer da deler av elva hadde pH under målet. Målingene nedstrøms Søre Herefoss er ikke kvalitetssikret på NIVA. Derfor er det generell usikkerhet omkring avvikene fra pH-målet som er målt på denne stasjonen. Det driftes et eget kvalitetssikkerhetssystem som gjør at målesikkerheten ved Søre Herefoss likevel er så god at pH-data bør publiseres, se innledningskapittelet. Oversikt over avvikene fra pH-målet er gitt i **Tabell 5**.

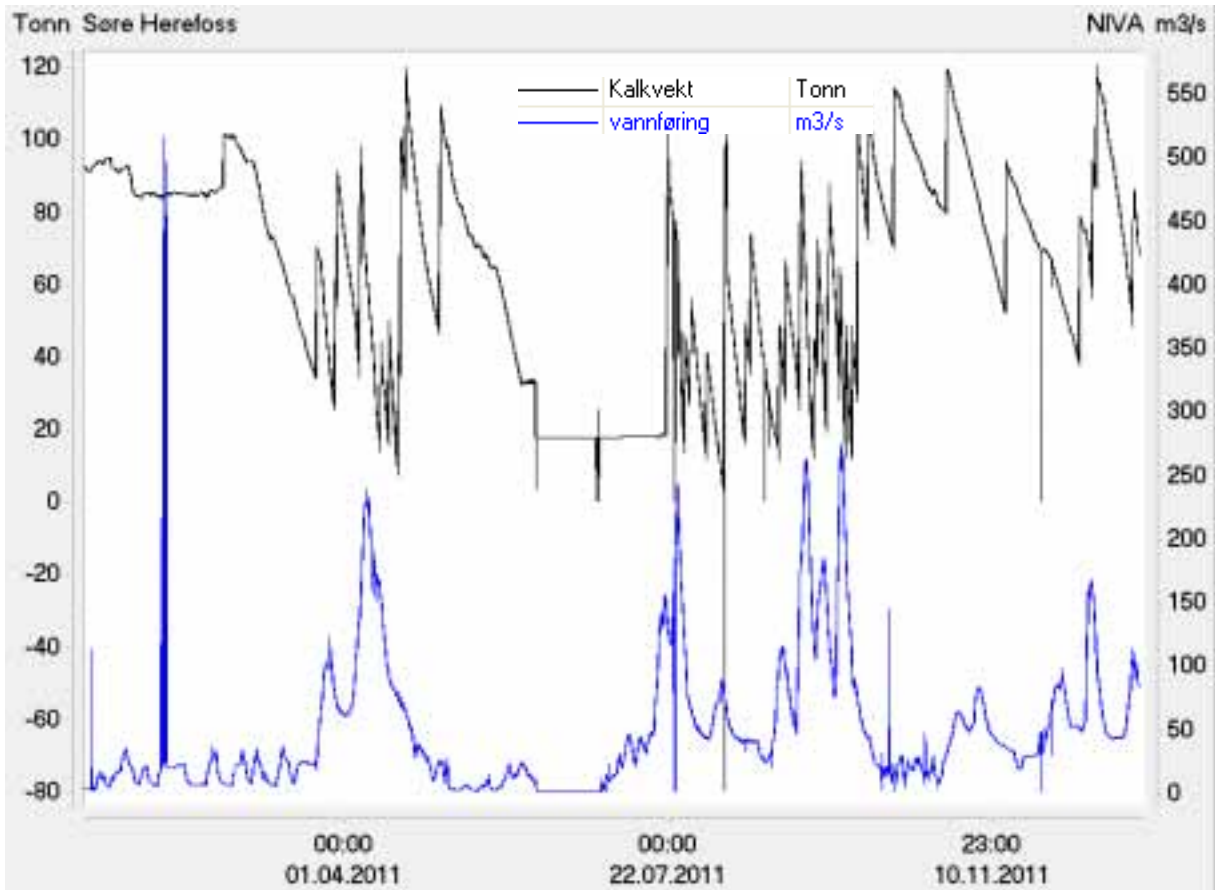
pH i lakseførende strekning av elva nedstrøms Søre Herefoss til Boen er gjengitt i **Figur 8**. Det ble kalket for mye om vinteren og deler av våren med moderat høye pH-mål (pH (6,2).

Tabell 5. Oversikt over antall timer som pH i elva var under det til enhver tid gjeldende pH-målet. Det er usikkerhet omkring verdiene fra Søre Herefoss, da disse ikke er kvalitetssikret av NIVA.

Dato	Antall timer under pH-målet i elva		Laveste pH	pH-mål	Anmerkning
	Søre Herefoss	Boen			
16.02.2011	30		6,1	6,2	Usikker
11.04.2011	7		6,0	6,2	Usikker
15.04.2011	143			6,4	Usikker
15.04.2011		43	6,3	6,4	
02.05.2011		25	6,3	6,4	
03.05.2011		20	6,3	6,4	
11.05.2011		7	6,3	6,4	
12.05.2011		6	6,3	6,4	
20.07.2011	25		5,9	6,0	Usikker



Figur 8. pH i lakseførende strekning av Tovdalselva i 2011 sammenholdt med pH-målene for elva. De vertikale strekene vises i begge ender av manglende data. Ekstra lav pH ved Søre Herefoss 14. april er ikke reell. Den skyldes bytting av elektroder. Urealistisk høye verdier om vinteren skyldtes feil ved måleutstyret.



Figur 9. Vannføring og kalkvekt på Søre Herefoss doseringsanlegg i hele 2011. Kalkvekten økte ca. 30-35 tonn hver gang det ble fylt på anlegget. Figuren viser hvordan forbruket av kalk forandret seg gjennom året. Perioden med defekt utstyr etter tordenværet i juni vises tydelig. «Forstyrrelsen» i vannføringsgrafene fra januar var effekter av isdannelser i målebrønnen.

3. Tiltak

3.1 Bås

Vannføringsmålingene som ble etterlyst reparert i 2011 (Høgberget og Tveiten 2011) er nå rettet.

Det var dårlig driftssikkerhet på anlegget i 2011. Anlegget sto stille 9 % av tiden. Dette forholdet bør forbedres.

Doseringen fra anlegget er i stor grad med på å bestemme pH i Herefossfjorden. I 2011 ble det for sen økning av dosene fra anlegget da pH i Herefossfjorden ble redusert om sommeren. Manuell justering av dosene bør være mer aktiv i forhold til å kunne bidra til å nå pH-målet i Herefossfjorden.

3.2 Skjeggedal

Det har vært flere år uten tilgjengelig vannstandssignal for driftskontroll-loggeren. Dermed er det umulig å beregne dosene som blir tilført elva. Det bør etableres et vannstandssignal slik at det blir mulig å følge dosene som blir tilført.

3.3 Skår

I 2011 sto anlegget stille 22 % av tiden. 9 % av tiden skyldtes for lav vannføring til å kunne dosere. Det etterlyses tiltak som muliggjør mer kontinuerlig dosering fra anlegget.

Tiltak foreslått i 2011 som muliggjør høyere dosering fra anlegget bør gjennomføres.

Det var for mange tilfeller av tom kalkbeholdning før ny leveranse. Leveringsdyktigheten bør derfor forbedres.

Vannstandssignalet bør igjen bli tilgjengelig for driftskontroll-loggeren.

3.4 Søre Herefoss

Det er gjentatte ganger påpekt ugunstige forhold ved at kalkslurry tilbakeføres til inntaksbrønnen ved strømstans på anlegget. Dette påvirker registreringene av pH oppstrøms anlegget lange tider etter at strømmen igjen er tilkoblet. Fortsatt etterlyses tiltak som vil gjøre slutt på dette problemet.

pH-kravet ved anlegget bør legges nærmere pH-målet om vinteren og de deler av året det ikke er smoltutvandring i elva (høye pH-mål). I tider med høye mål er selv korte intervaller med for lav pH skadelig for utvandrende smolt. Da bør det opprettholdes et tilstrekkelig høyt pH-krav for å sikre mot uønsket pH-reduksjon.

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. og 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.
- Høgberget, R. 2010. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2009. NIVA Rapport L.nr. 5956.
- Høgberget, R. og Tveiten, L. 2011. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2010. NIVA Rapport L.nr. 6168.

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 • post@niva.no