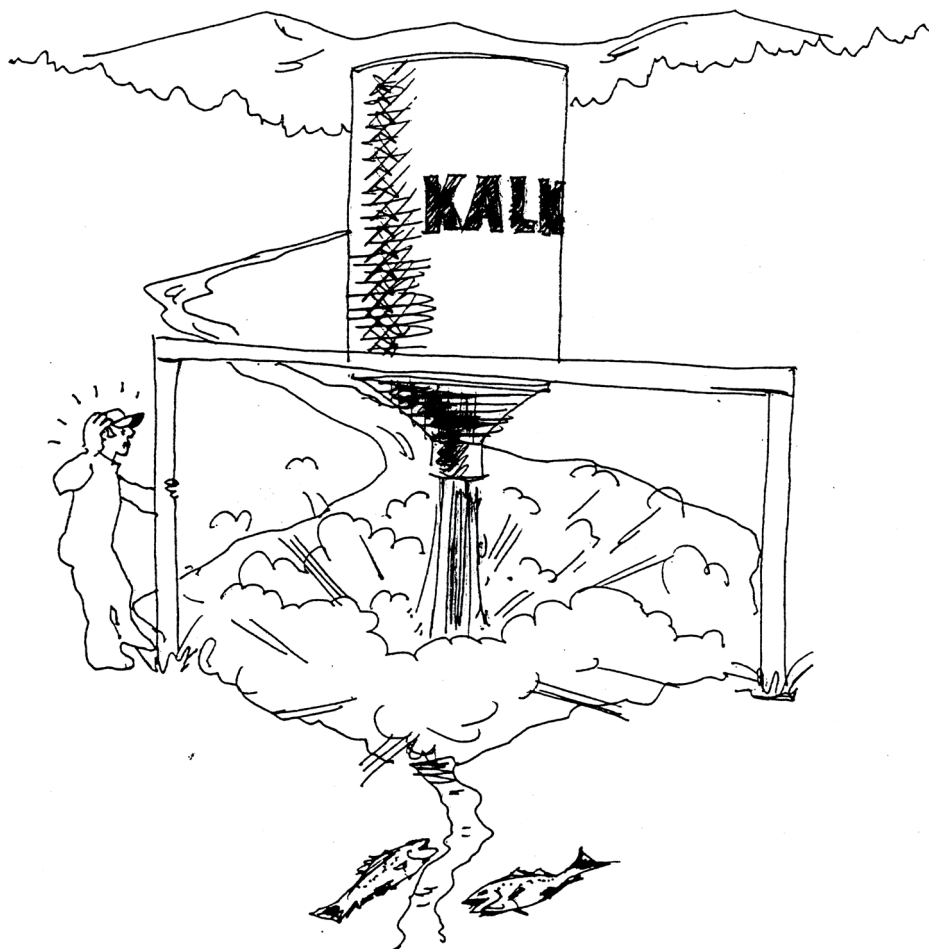


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i  
Tovdalsvassdraget  
Avviksrapport 2013



**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**NIVA Region Vest**

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

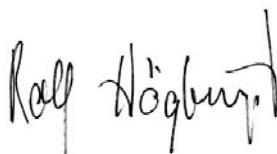
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2013	Løpenr. (for bestilling) 6694-2014	Dato 27.05.2014
	Prosjektnr. Undernr. 14134	Sider Pris 21
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust -Agder	Trykket NIVA

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

**Sammendrag**

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i 2013. Driften på Bås doseringsanlegg var meget god. Manuelt innstilte kalkdoser ble variert mye etter behov. Denne doseringsformen bidro vesentlig til at pH-målet for Herefossfjorden ble opprettholdt nesten kontinuerlig. Noe høye doser sent på våren bidro til unødvendig høy pH i Herefossfjorden om sommeren. Skjeggedalsdosereren var uten driftskontroll på grunn av manglende vekt- og vannstandssignal fra anlegget. Skåre doseringsanlegg var i så dårlig teknisk forfatning at enkelte arbeidsoppgaver på anlegget kan være en helseisiko. Driftssikkerheten på anlegget var ikke god. Likevel bidro kalkingen fra anlegget til å opprettholde pH-målet i Herefossfjorden. Søre Herefoss-anlegget hadde meget god driftssikkerhet. Dette resulterte i full pH-måloppnåelse i hele 2013. Vannføringsmålingene på anlegget bør kalibreres. Vannføringsdata dokumenterte likevel periodevis meget lav vannføring som er svært uheldig for rogn om våren.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vassdrag	1. River system
2. Kalkdosering	2. Lime dosing
3. Overvåking	3. Monitoring
4. Måleteknikk	4. Measuring technique



Rolf Høgberget  
Prosjektleder



Øyvind Kaste  
Forskningsleder

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i  
Tovdalsvassdraget**

Avviksrapport 2013

## 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 sensortechnologi og effektiv informasjon-flyt.

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 avtalefester dokumentasjon ved en kortfattet avvikrappport fra NIVA hvert år.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA som i 2013 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, 27.05. 2014

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Driften av anleggene</b>	<b>10</b>
2.1 Bås	10
2.2 Skåre	12
2.3 Søre Herefoss	13
<b>3. Forslag til tiltak</b>	<b>17</b>
3.1 Bås	17
3.2 Skåre	17
3.3 Søre Herefoss	18
3.3.1 Uheldig pulsregulering	19
<b>4. Referanser</b>	<b>21</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. januar -31. desember 2013).

### Bås

- Driften på anlegget var meget god i hele perioden.
- I forbindelse med vedlikehold ble det dosert meget høye doser en kort periode i august (25 g/m<sup>3</sup>).
- Da anlegget var i ordinær drift, varierte dosene i området 1,5-9 g/m<sup>3</sup>. Høyeste doser ble gitt om våren under avsmeltingsperioden. På forsommeren ble det dosert 4-4,5 g/m<sup>3</sup> til andre uka i juli, da anlegget ble stoppet i en måned. Tidlig om høsten ble det gitt lave doser for senere å økes til 4-4,5 g/m<sup>3</sup>. Mot slutten av året var dosene igjen meget lave. Tidvis om våren var det dårlig samsvar mellom styringsdose og langtidsdose ved lave vannføringer.
- Doseringen fra anlegget bidro vesentlig til at pH-målet for Herefossfjorden ble opprettholdt.
- Doseringen fra anlegget bør være meget forsiktig allerede fra første uke i juni. Dermed kan unødvendig høy pH i Herefossfjorden unngås.

### Skjeggedal

- Det foreligger ikke driftskontrolldata fra anlegget i 2013 på grunn av manglende vannstands- og beholdningssignal.
- En avgjørelse om framtidig drift og vedlikehold må tas før eventuell reetablering av driftskontroll på anlegget.

### Skåre

- Anlegget hadde ikke god driftssikkerhet i 2013. Mange av driftsstansene var forårsaket av manglende kalketterfylling slik at beholdningstanken gikk tom. Dette er uavhengig av teknisk tilstand, og er påpekt som forbedringspotensial tidligere (Høgberget 2013).
- Driften på anlegget kan ikke bli god så lenge den tekniske tilstanden begrenser mulighetene for variert dosering. Anlegget doserte med fast doseringsnivå i hele 2013.
- Dosene fra anlegget varierte i området 1-10 g/m<sup>3</sup>.
- Til tross for driftsproblemer bidro anlegget til å opprettholde pH-målet i Herefossfjorden.
- Anlegget er i så dårlig forfatning at det representerer en sikkerhetsrisiko. Konesjonen er gitt for etablering av Flateland kraftverk. I den forbindelse har regulanten forpliktet seg til bygging av nytt doseringsanlegg. Avtaler som muliggjør bygging bør inngås så fort som mulig.

### Søre Herefoss

- Driften av anlegget var meget tilfredsstillende. pH i lakseførende del av elva var ikke under pH-målet i 2013.
- Det ble registrert periodevis meget lav vannføring ut av Herefossfjorden fra 15. januar til 18. mars. Årsaken til de store variasjonene var reguleringen ved Hanefossen kraftstasjon. Den ekstra lave vannstanden førte til overdødelighet på lakserogn.
- Selv om lav vannføring er dokumentert, er nivået i forhold til vannstanden feil slik at det måles litt for lav vannføring ved Søre Herefoss. Kalibrering av vannføringsmålingene bør gjennomføres. Dette er tidligere etterlyst (Høgberget 2013)
- Det oppsto problemer med pH-meteret oppstrøms anlegget. Komponenter ble byttet uten at feilen forsvant helt.
- Kalkdosene var deler av høsten noe for høye, med unødvendig høy pH som resultat.

## Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Tovdal river system. Non-conformance report 2013.

Year: 2014.

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 987-82-577-6429-6.

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 2013

# 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. På grunn av manglende vannstands- og beholdningssignal på Skjeggedal, er denne for tiden ute av funksjon.

Det er tidligere utgitt følgende avviksrappporter 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)
- 1. januar 2011 - 31. desember 2011 (Høgberget 2012)
- 1. januar 2011 - 31. desember 2012 (Høgberget 2013)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar til 31. desember 2013.

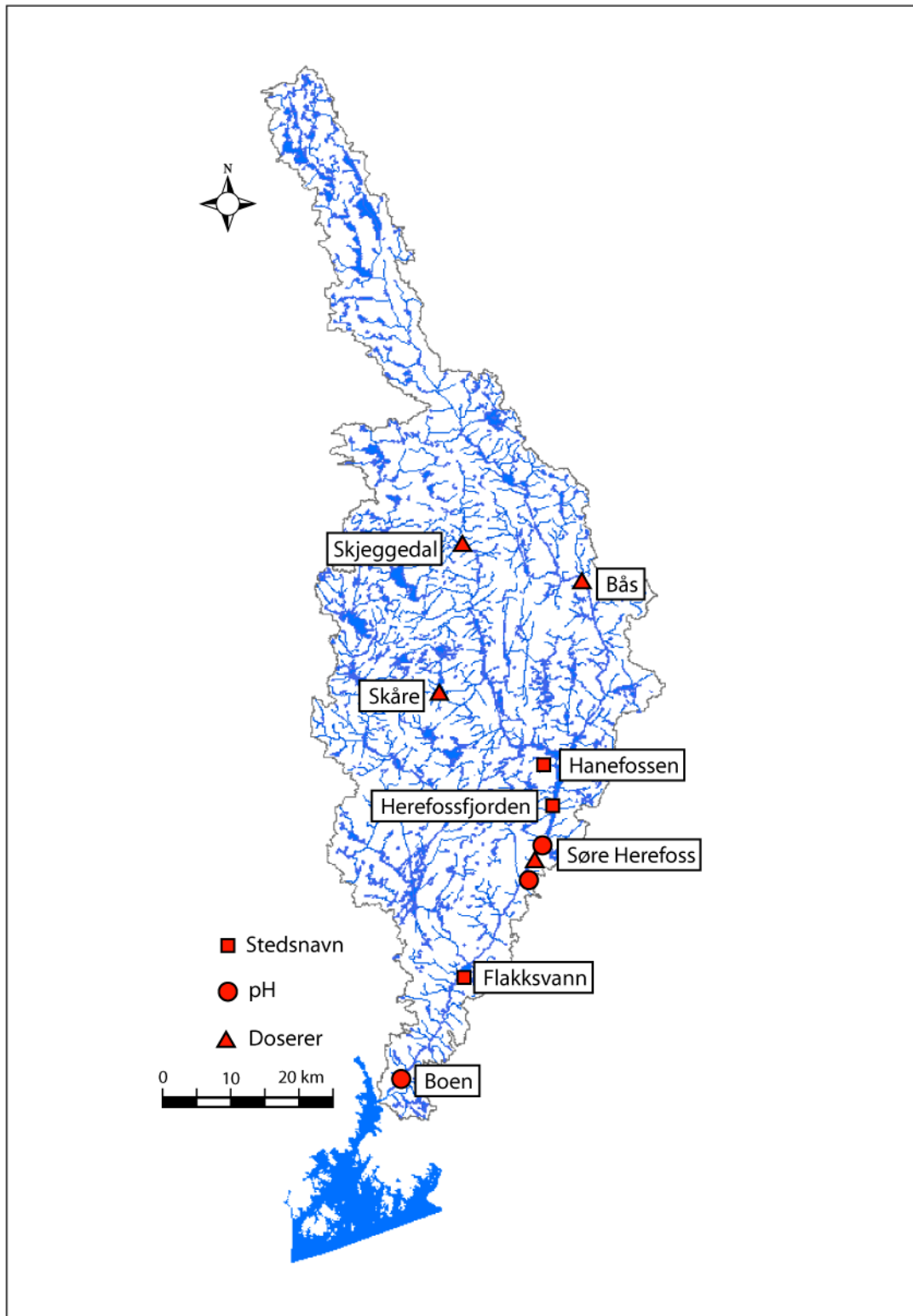
---



**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:

<b>Ord/uttrykk</b>	<b>Forklaring</b>
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 <sup>3</sup> , gram kalksteinsmel per m <sup>3</sup> vann i elva.
PLS-dose, Styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m <sup>3</sup> /s). Dette er den dosen som anlegget "tror" den gir til elva. Enheten blir g/m <sup>3</sup> .
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 <sup>3</sup> ved vannføring 50 m <sup>3</sup> /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m <sup>3</sup> ).
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 avsyrmingsmiddel 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 Tofdalselva med aktuelle stedsnavn (kvadrater), pH-målestasjoner (sirkler) og kalkdoseringsanlegg (triangler).

## 2. Driften av anleggene

### 2.1 Bås

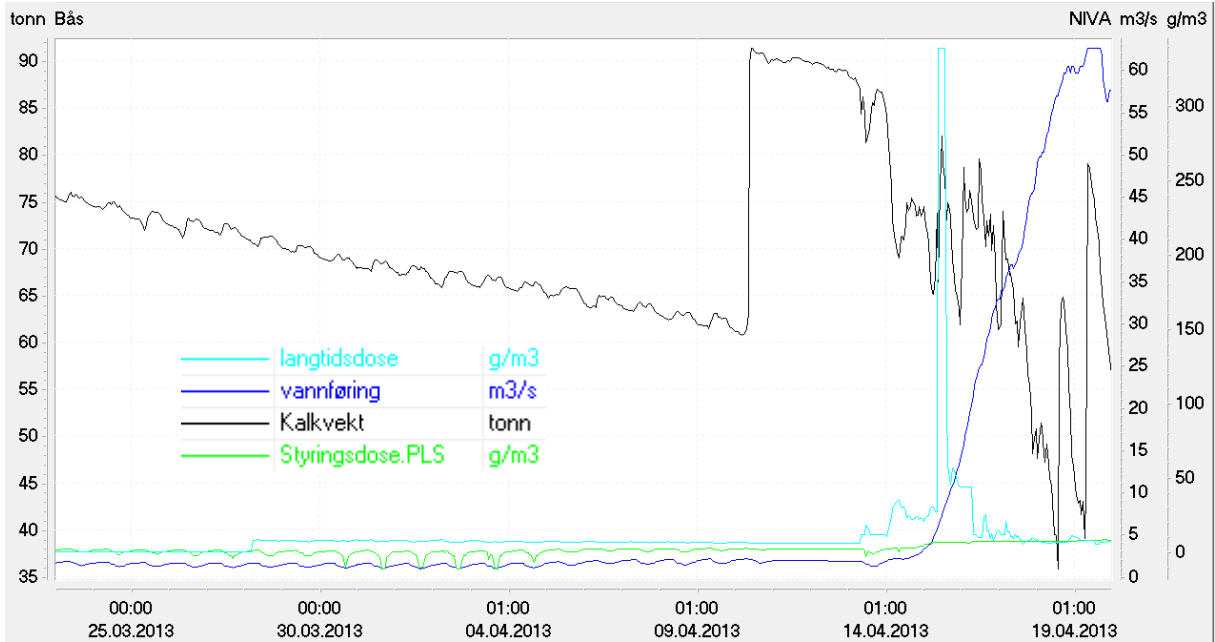
Bås-anlegget står for 2/5 av all kalktilsetting i Tovdalsvassdraget. Det er derfor avgjørende at anlegget fungerer tilfredsstillende slik at man får en optimal effekt av kalkingstiltakene i vassdraget. Kalkdoseringsanlegget er fullautomatisert, og kalkdoseringen reguleres etter variasjonen i vannføringen.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

Verdier for vannstand, vekt og dosering ble registrert nesten kontinuerlig gjennom hele 2013. Imidlertid var det ustabile vektverdier i deler av februar og begynnelsen av mars. Store feil i målingene oppsto samtidig med stor flomutvikling i begynnelsen av april. Dette påvirket doseberegningene vesentlig (**Figur 2**). Vekta ble plutselig redusert med 12 tonn 15. august. Dette var ikke reelt, men hadde sammenheng med vedlikehold og vektkalibrering.

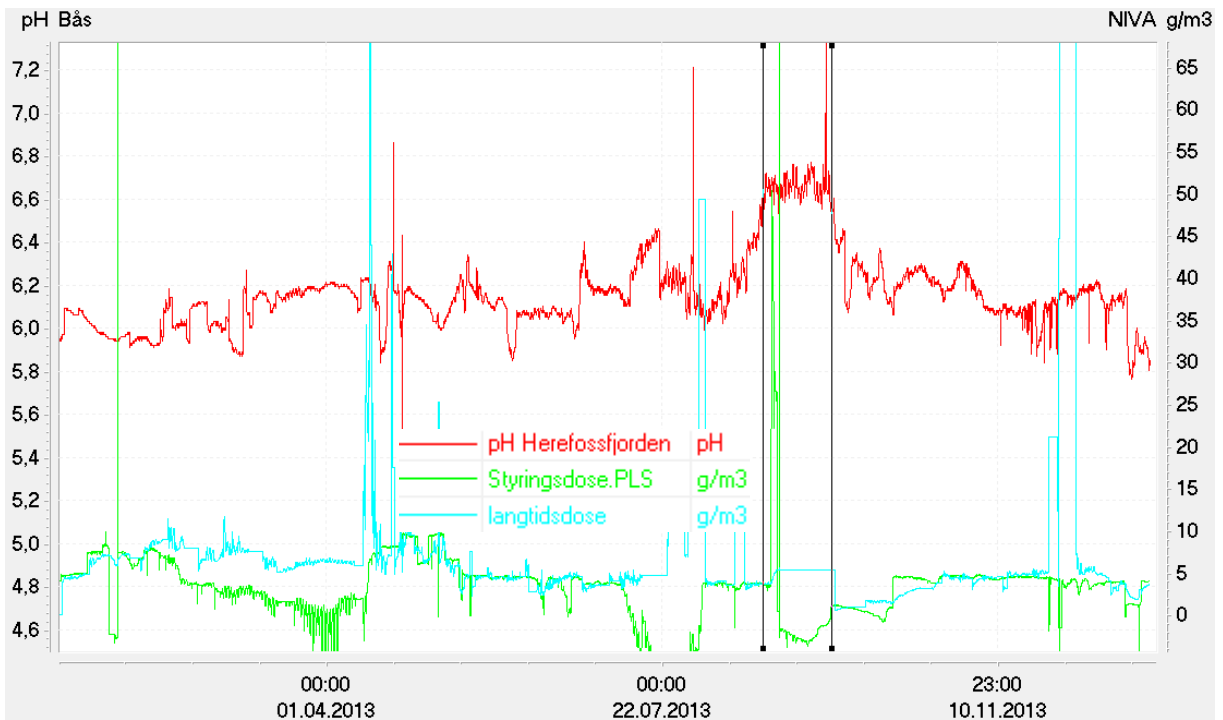
Anlegget hadde meget god driftssikkerhet i 2013. Stopp i doseringen over lengre tid enn 8 timer oppsto bare tre ganger i løpet av rapporteringsperioden. Det var 3 døgn fra 18. januar, 9 timer den 18. mai og et døgn fra 1. desember. Driftsstansen i januar skyltes reparasjonsarbeider på anlegget.

Beholdningstanken ble tømt for kalk gjennom tre dager fra 27. august. Dette ble gjort for å kunne utføre nødvendig vedlikeholdsarbeid. I denne perioden var dosene for høye, ca. 25 g/m<sup>3</sup>. Etter dette ble tanken fylt med kalk, men anlegget ble ikke startet før en vannføringsøkning oppsto 16. september.

Dosene som ble levert fra anlegget varierte fra 9 g/m<sup>3</sup> i begynnelsen av mai til ingen dosering en kort periode om sommeren. Det var godt samsvar mellom styringsdose og driftskontroll-dose i januar, men i februar og halve mars ble det dosert langt mer enn styringsdosen viste. På forsommeren var det igjen nokså sammenfallende verdier. Dosene ble da redusert fra de høye nivåene i april (6-9 g/m<sup>3</sup>) til ca. 4 - 4,5 g/m<sup>3</sup>. Doseringen ble stoppet andre uken i juli, og startet igjen 4. august da nedbør førte til økt vannføring i elva. Dosene ble også da satt til 4 - 4,5 g/m<sup>3</sup> inntil tømning av tanken for vedlikehold førte til meget høye doser i tre dager mot slutten av august. Doseringen i september begynte med moderate doser (1-2 g/m<sup>3</sup>) før dosene igjen ble satt til nivåer omkring 4-4,5 g/m<sup>3</sup> i oktober og november. Mot slutten av året ble dosene redusert. Ved juletid var dosene meget lave (1,5-2 g/m<sup>3</sup>). Alle justeringene i doseringen fra Bås ble gjort for å kunne opprettholde pH i Herefossfjorden slik at den aldri kom under pH 6. **Figur 3** viser hvordan måloppnåelsen for pH i Herefossfjorden nærmest kontinuerlig ble ivaretatt. Om sommeren ble det registrert høy pH i fjorden selv om doseringen fra Bås opphørte. Årsaken kan ha sammenheng med forhold beskrevet i 2.3.



**Figur 2.** Kalkvekt, styringsdose og langtidsdose ved Bås doseringsanlegg i april 2013. Store unøyaktigheter i vektarlesingen midt i april gjorde utregningen av langtidsdosen umulig. Legg også merke til den lave vannføringen for 14. april.



**Figur 3.** Kalkvekt, vannføring og pH i utløpet av Herefossfjorden i hele 2013. Figuren viser en god målåpning i fjorden som følge av all kalking oppstrøms denne. pH-kurven mellom to vertikale linjer er sannsynligvis for høy på grunn av feil i pH-meteret.

## 2.2 Skåre

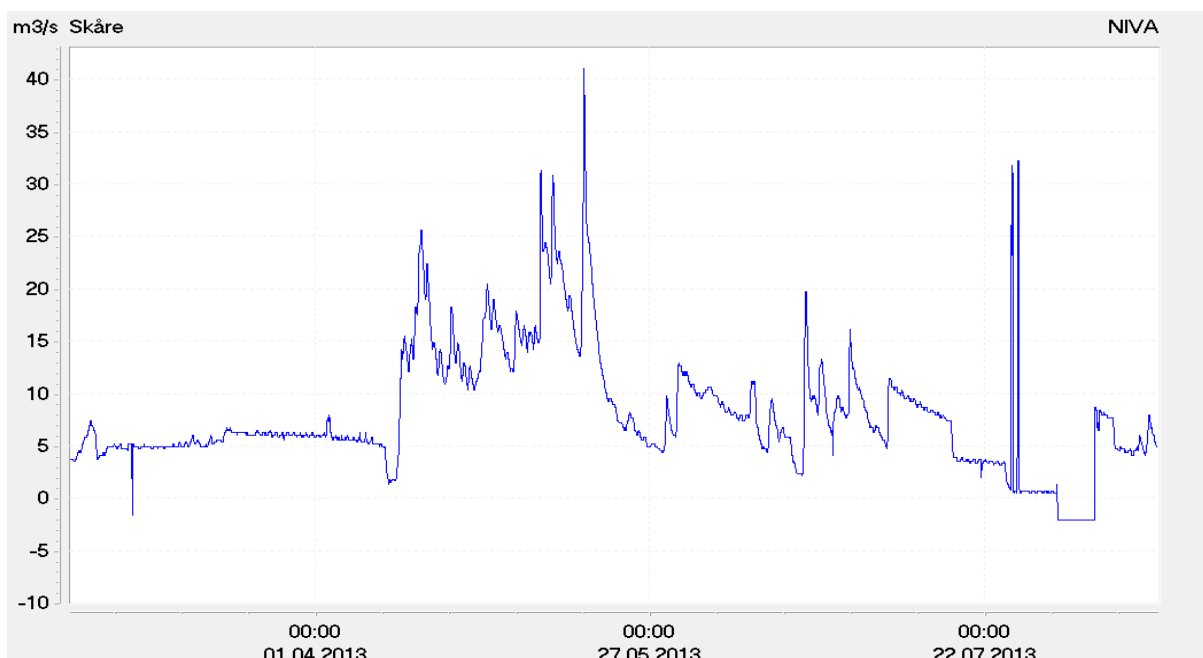
Skåre kalkdoseringsanlegg er et vannføringsstyrt anlegg. Hensikten med anlegget er å avsyre bidraget fra Hovlandsåna til Uldalsgreina. Doseringen fra anlegget ble først bestemt til  $2,6 \text{ g/m}^3$ . Dette er identisk med teoretisk doseringskrav. Imidlertid ble kravet satt opp til  $3,9 \text{ g/m}^3$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

Registrering av vekt og vannstand forløp nesten kontinuerlig gjennom hele året unntatt i tre lange perioder i august og september, da tordenvær ødela loggeren, senere også bytteloggeren. Programvaren i bytteloggeren ble også radert ut slik at denne måtte reinstallereres. Data i en uke fra 3. august, to uker fra 21. august og 1,3 uker fra 8. september mangler som følge av disse forholdene.

Vannstandsmåleren viste urealistiske verdier i to lange perioder. Det var syv uker fra 23. februar og fem uker fra 5. juli (*Figur 4*).

Anlegget stoppet å dosere kalk i mer enn 8 timers intervaller 11 ganger i løpet av året. Årsaken var i de fleste tilfellene at anlegget gikk tomt for kalk før ny forsyning ble tilkjørt. Til sammen sto anlegget stille i mer enn 13 dager på grunn av dette. Det var også perioder da vannføringen var for lav til at dosering kunne opprettholdes fra anlegget (*Tabell 1*).

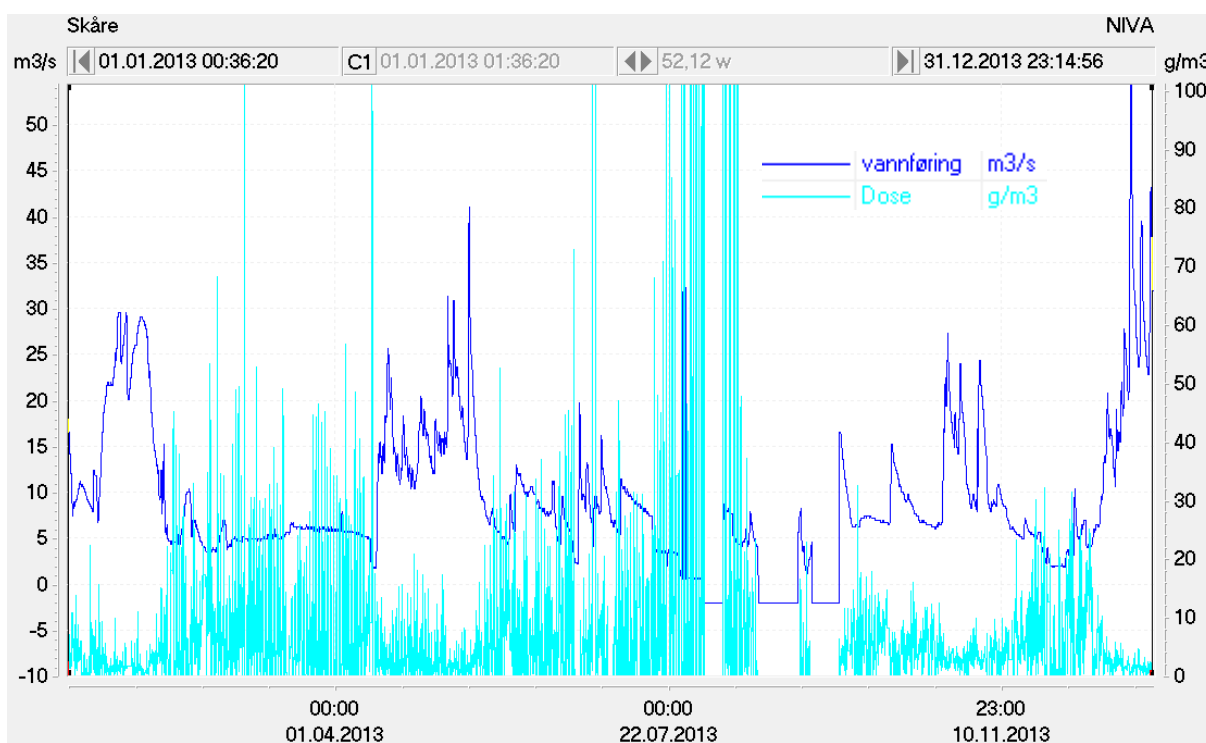
Styringssignalet for automatisk kalkdosering ble ikke benyttet på grunn av stor fare for tekniske problemer ved automatisk dosering. Dette har også vært tilfellet tidligere (Høgberget 2013). Manuelle innstillinger bestemte derfor alltid doseringen fra anlegget. Dette førte til varierende doser ( $1\text{-}10 \text{ g/m}^3$ ). Selv om dosene varierte, var kalkingen fra anlegget et viktig bidrag til å opprettholde pH-målet for Herefossfjorden (*Figur 5*).



*Figur 4.* Vannføring ved Skåre doseringsanlegg i deler av 2013. På kurven vises en lang periode om vinteren da vannføringen ble registrert til stabilt  $5\text{-}6 \text{ m}^3/\text{s}$  og en periode i juli og august med urealistiske verdier som førte til store feil i langtidsdosen (*Figur 5*).

**Tabell 1.** Antall dager anlegget på Skåre ikke doserte kalk i 2013. Totalt sto anlegget uten å dosere i mer enn 30 dager.

Dato	Dager	Merknad
05.01.2013	2,2	Tom kalksilo
03.02.2013	0,8	Tom kalksilo
28.03.2013	4,1	Tom kalksilo
09.06.2013	0,9	Tom kalksilo
29.06.2013	2,5	
27.07.2013	>6,9	For lav vannføring
19.08.2013	>1,8	Tom kalksilo
04.09.2013	>3,5	Tom kalksilo
25.11.2013	1,1	
27.11.2013	5,3	
11.12.2013	1,1	

**Figur 5.** Vannføring og dose som langtidsdose på Skåre doseringsanlegg gjennom hele 2013. Dosene ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) varierte en del på grunn av at anlegget doserte en fast dosering ( $\text{g}/\text{s}$ ) hele tiden.

### 2.3 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 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 har Fylkesmannen i Aust-Agder flere ganger endret noe på datoene for nye mål. I 2013 ble disse satt til 6,2 i perioden 15. februar til 14. april, 6,4 fra 15. april til og med 14. juni og pH 6,0 fra 15. juni til 15. februar.

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 sjøarebestanden i elva dersom det skulle oppstå langvarig svikt i doseringen fra anlegget. pH i utløpet av Herefossfjorden er gjengitt i **Figur 3**.

Driftskontroll-loggen er komplett for hele perioden.

Vannføringsdata viser at det var store døgnforskjeller i vannføringen nedstrøms anlegget i over en måned fra 29. januar til midt i mars. Laveste vannføring ble målt til 1,85 m<sup>3</sup>/s. Dette er noe usikkert, da vannstandsmålingene som danner grunnlag for vannføringsdata blir logget som vannstanden i inntaksbrønnen. Denne vannstanden kan variere i forhold til reell vannstand i elva avhengig av tilsammingsnivået i tilførselsrøret til brønnen. Vannføringsdataene er derfor ikke eksakte.

Det var få flommer i 2013. Høy vannføring i 5-6 uker fra 15. april, noe flom i månedsskiftet oktober - november og en kraftig høstflom de siste 1,5 uker i desember var de eneste flomsituasjonene i elva.

Loggedata for kalkvekt var ustabil i 18 uker fra 20. juni til 28. oktober. Dette sammenfalt med den perioden det ikke var behov for dosering fra anlegget. I forbindelse med vårflommen ble det imidlertid dosert store mengder kalk for å kunne overholde pH-målet i forbindelse med antatt smoltifisering i elva. Fra 15. april til 20. mai ble det fylt totalt 1200 tonn kalk på anlegget for å kunne dosere tilstrekkelig mengder kalk til å holde pH-målet for anadrom fisk.

pH oppstrøms anlegget ble målt uten stopp i gjennomstrømmingen av målekyvetta nesten kontinuerlig. Unntaket var stillstand i 1,5 dager fra 25. april.

Det oppsto problemer med pH-meteret oppstrøms anlegget i månedsskiftet mai - juni. Feilen besto i økende måleverdier uten reell årsak (**Figur 6**). Feilen førte til registrering av for høye pH-verdier store deler av sommeren. Utskifting av pH-elementer bidro til mer stabile verdier uten helt å løse problemet.

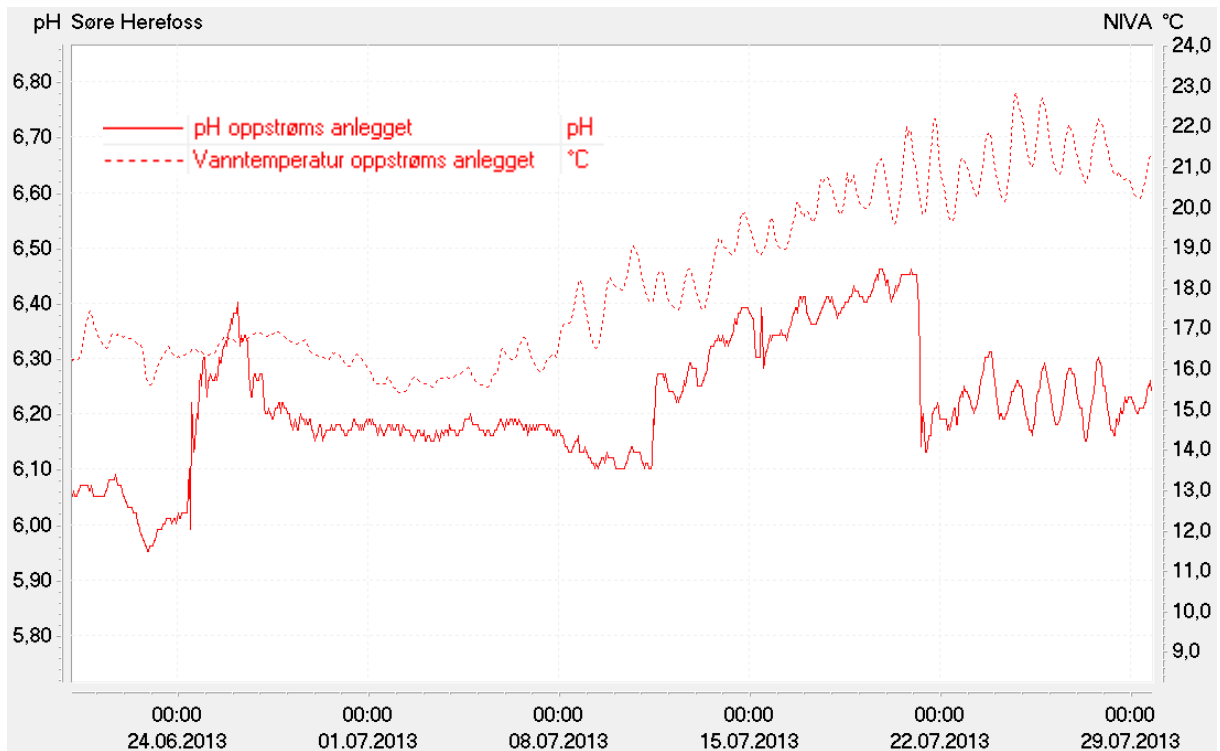
pH i flomvannet fra Herefossfjorden sent i desember var 5,8. pH ble øket til 6,3-6,4 med moderat behov for kalk fra anlegget.

Gjennomstrømmingen av målekyvetta ved pH-stasjonen nedstrøms anlegget var også tilnærmet kontinuerlig gjennom hele året. Det var kun stopp i gjennomstrømmingen litt over en dag fra 2. mars og 19 timer 3. april.

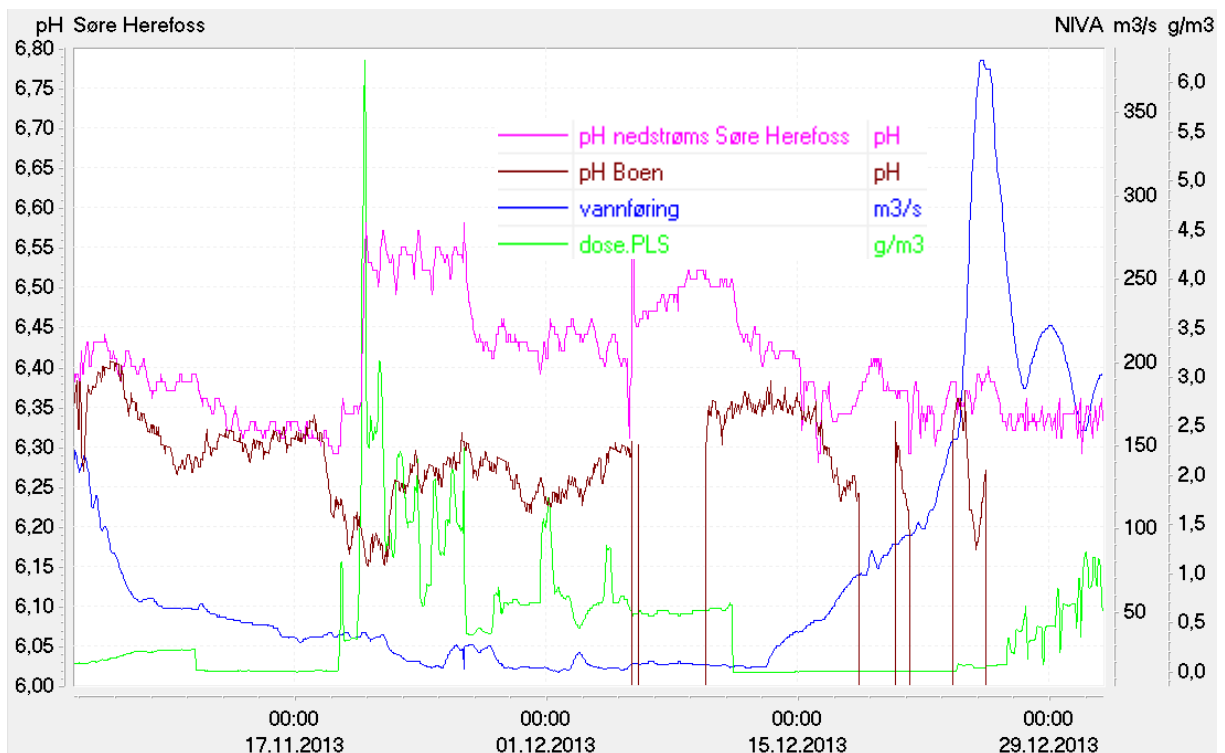
pH-målet nedstrøms anlegget på Søre Herefoss ble opprettholdt kontinuerlig i hele 2013.

Kalkdosene var om høsten til tider for høye. Dette førte til unødvendig høy pH fra 20. november og ut året. Imidlertid mangler dokumentasjon på pH ved overvåkingsstasjonen på Boen store deler av en kraftig høstflom sent i desember. Det er derfor uvisst om pH var høy også gjennom denne flommen (**Figur 7**). Årsaken til øket kalkdosering var fare for klogging av kalk i beholdningstanken på anlegget (Sven Arne Ånnesen pers. med.)

En framstilling av doseringen i forhold til pH-mål og pH gjennom året er gjengitt i **Figur 8**.

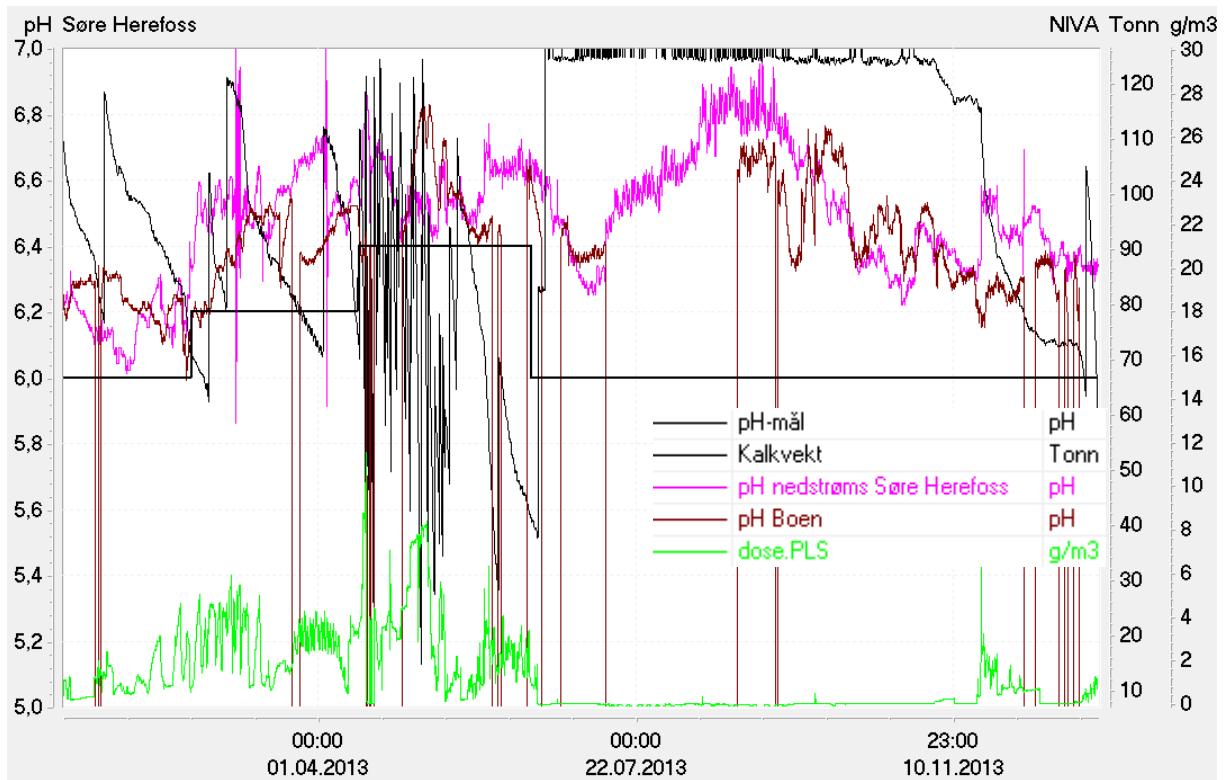


**Figur 6.** pH og vanntemperatur oppstrøms anlegget på Søre Herefoss sommeren 2013. pH ble ikke målt stabilt. Nye elementer bidro ikke til å løse problemene helt. (Temperaturdataene viser at feilmålingene ikke hadde sammenheng med støpp i gjennomstrømmingen av vann i kylvetta.)



**Figur 7.** Vannføring og kalkdose på doseringsanlegget, pH nedstrøms anlegget og pH på Boen senbøstes 2013. Doseringen fra anlegget var noe høy, slik at pH økte til 6,35 ved Boen i en tid da pH-målet var pH 6.





**Figur 8.** Kalkvekt, doser, pH-mål og pH i øvre og nedre deler av lakseførende strekning (Søre Herefoss og Boen) av Tovdalselva i hele 2013. Figuren viser at kalkdoseringen var konsentrert omkring vårsituasjonen med høye pH-mål. Det var en sammenhengende periode på hele 5 måneder uten behov for kalk fra anlegget. (Vertikale brune linjer markerer start og slutt på perioder uten pH-logg på Boen).

### 3. Forslag til tiltak

#### 3.1 Bås

Det var meget god driftssikkerhet på Bås doseringsanlegg i 2013. Anlegget ble benyttet slik at pH i Herefossfjorden nesten kontinuerlig holdt pH-målet (pH 6,0).

Det ble dosert høye doser fra 4. august og ut måneden. To topper i vannføringen i samme tidsrom medførte unødvendig høy pH i Herefossfjorden som følge av ekstra tilført kalk. Erfaringer har vist at kalkingsbehovet på Bås om sommeren er meget lavt (Høgberget 2012). Generelt bør denne kunnskapen medføre stor forsiktighet ved å dosere med små doser eller ingen dosering gjennom hele sommeren fra ca. første uke i juni.

#### 3.2 Skåre

Anlegget hadde ikke god driftssikkerhet i 2013. Mye av årsaken var at beholdningstanken gikk tom før ny kalk ble tilkjørt. Dette betraktes som et kronisk problem ved driften av dette anlegget, og er beskrevet mange ganger i tidligere avviksrapporter. En av årsakene er også tidligere forklart ved at beholdningssiloen er for liten (Høgberget 2010).

Anlegget har lenge vært i så dårlig forfatning at operatøren ikke våger å forandre på doseringshastigheten i frykt for at anlegget kan stoppe og bli ødelagt for godt. Dette forholdet er tidligere beskrevet (Høgberget 2013). Kalkdosereren er nå i så dårlig forfatning at det er overhengende fare for at den knekker sammen (**Figur 9**). Dersom dette skjer, vil et viktig bidrag til kalkingen av Ulldalsgreina gå tapt. Situasjonen slik den var i 2013, har også en annen alvorlig HMS-side. Sikkerheten for personell som befinner seg nær anlegget ved påfylling av kalk er dårlig. De blir utsatt for fare om overtrykket som skapes i lasteprosessen bevirker at siloen plutselig sprenger ut. Det bør gjøres tiltak slik at ny doserer kan etableres nå. Flateland kraftverk har forpliktet seg til å bygge nytt anlegg ved eventuell kraftutbygging. Avtalen ble gjort med Fylkesmannen i Aust-Agder. Flateland kraftverk har nå fått endelig konsesjon (september 2013). Avtaler bør derfor gjøres som sikrer at anlegget blir etablert så fort som mulig.



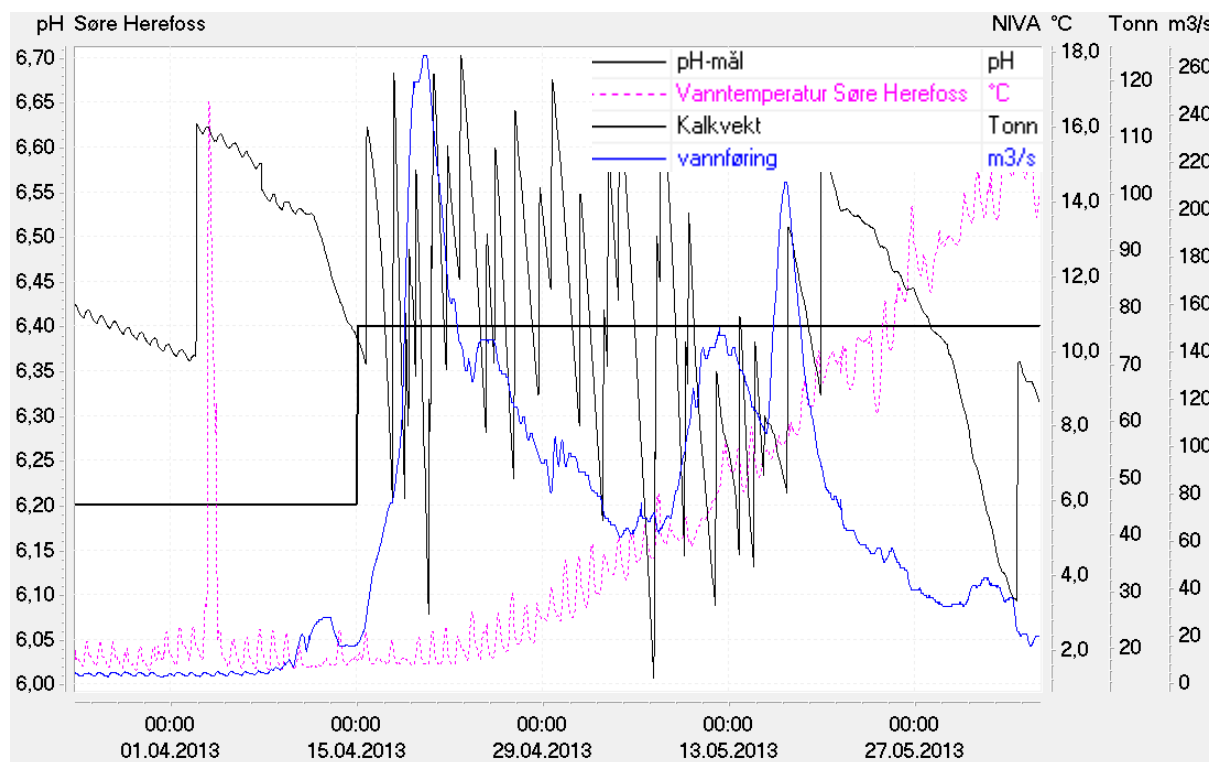
**Figur 9.** To fotoer som viser skadene på beholdningstanken ved Skåre doseringsanlegg. Det er gjort forsøk på å sikre mot total oppløsning av tankveggen ved å montere U-jern som anstivere med gjennomgående festestang gjennom tanken. Pilene viser store flerrer i skroget.

### 3.3 Søre Herefoss

Det var meget god driftssikkerhet på Søre Herefoss doseringsanlegg. Tidligere problemer med tilbakeføring av kalkblandet vann i inntaksbrønnen ved pumpestopp er ikke påvist i 2013. Gjennomførte avbøtende tiltak har derfor fungert tilfredsstillende.

Tidligere forslag om kontroll av vannføringsmålingene ved anlegget (Høgberget 2013) er ikke gjennomført. Dette bør gjennomføres. Riktige vannføringsmålinger er viktig som styringssignal for kalkingen, men også til dokumentasjon på vannføringsforholdene som biologisk aktivitet i elva påvirkes av, se 3.3.1.

pH-målet for lakseførende strekning ble øket fra 6,2 til 6,4 den 15. april. Dette sammenfalt med starten av en stor vårflo. Det ble derfor dosert store mengder kalk i denne flommen for å opprettholde pH-målet. Temperaturen i elva var lav. Den lave temperaturen fortsatte til månedsskiftet april - mai, da en forsiktig oppvarming av elva begynte. I ettertid vet vi at smoltutvandringen var meget sen i 2013. Utvandringstiden er i stor grad påvirket av temperaturen i elvevannet (Miljødirektoratet 2014). Det bør utredes om eventuelle muligheter finnes til å forutse smoltutvandringen tidlig i april ved å følge nøye med på temperatur og værutvikling. Dersom det er mulig å modellere dette, vil det potensielt være mulig å spare mye kalk i den tidlige fasen med forøket pH og høy dosering til elva. Forholdene omkring kalkforbruk og temperatur i april og mai er gjengitt i **Figur 10**.



**Figur 10.** pH-mål for Tovdalselva, kalkvekt, vannføring og vanntemperatur ved Søre Herefoss i april og mai 2013. Det var sen temperaturokning i elva. I mai ble det registrert sen smoltutvandring. Smolten vandrer vanligvis ut ved ca. 8 °C. Elva nådde denne temperaturen 18. mai. Kalkvekta viser at det ble kalket intenst allerede fra den 15. april. Spørsmålet er om det ble dosert for mye kalk tidlig i perioden og om det kunne blitt bedre økonomi i å sette tidsperioden med øket pH-mål delvis i forhold til vanntemperatur, ikke bare etter faste forutbestemte datoer.

### 3.3.1 Uheldig pulsregulering

I mars 2013 ble kraftverket på Hanefossen regulert på en slik måte at vannføringen ut av Herefossfjorden periodevis ble meget lav. Det ble registrert vannføringer ned mot 2 m<sup>3</sup>/s ved Søre Herefoss. Det er grunn til å anta at dette er for lavt estimert. Årsakene kan være flere, men for lav måleverdi på grunn av at ultralydmåleren er plassert nede i inntaksbrønn der det er for dårlig tilsig, og feilkalibrert vannføring i forhold til vannstandsstaven ved lave vannstander er sannsynlige årsaker. Avleste vannstander på målestav er notert sammen med loggførte data av operatør Sven Arne Ånensen. Disse dataene viser opp mot ca. 45 % for lavt angitte vannføringer når vannstanden er lav. Ved høyere vannstander er avvikene mindre, **Tabell 2**. Selv om de avleste vannføringene på loggen kan være noe feil, er det likevel dokumentert meget lave vannføringer. Dette er svært skadelig for lakserogn lagt på grunne områder. Som eksempel på den lave vannføringen viser **Figur 11** et område nedstrøms Mollestadbrua 11. mars kl 08:00. Det finnes ikke tall for hvor stor gyteaktiviteten er i dette området, men det visuelle inntrykket er at dette er et stort og godt gyteområde. På det laveste var det mulig å vasse over elva med langstøvler (Sven Arne Ånensen pers. med). Store områder ble tørrlagt, og mye rogn må ha frosset/tørket slik at den døde. (Skoglund mfl. 2013). **Figur 12** viser vannføringen ved Søre Herefoss og Flakksvann fra vinter mot vår. Overgangen til periodevis drift av Hanefossen kraftstasjon vises ved dramatisk reduksjon i vannføringen 15. januar. Fra dette tidspunktet ble vannføring periodevis meget lav inntil magasinbeholdningen i Hanefossmagasinet ble så lav at produksjonsintensiteten måtte settes til et minimum 23. mars. Dette innebar 6,5-7 m<sup>3</sup>/s i perioder på 12 timer. Fra 9. april økte vannføringen slik at kontinuerlig kraftproduksjon ble gjenopprettet (Jan Olav Bjørhaug AE pers. med). I denne tiden har bidraget fra Uldalsgreina vært det samme som vannforbruket i Hanefossen kraftstasjon, gjennomsnittlig ca. 3,5 m<sup>3</sup>/s. Kurven fra Søre Herefoss viser samme vannføring. Dette er ikke realistisk, da vannføringen i hovedelva ble registrert til 1-1,5 m<sup>3</sup>/s på Bås doseringsanlegg (**Figur 2**).

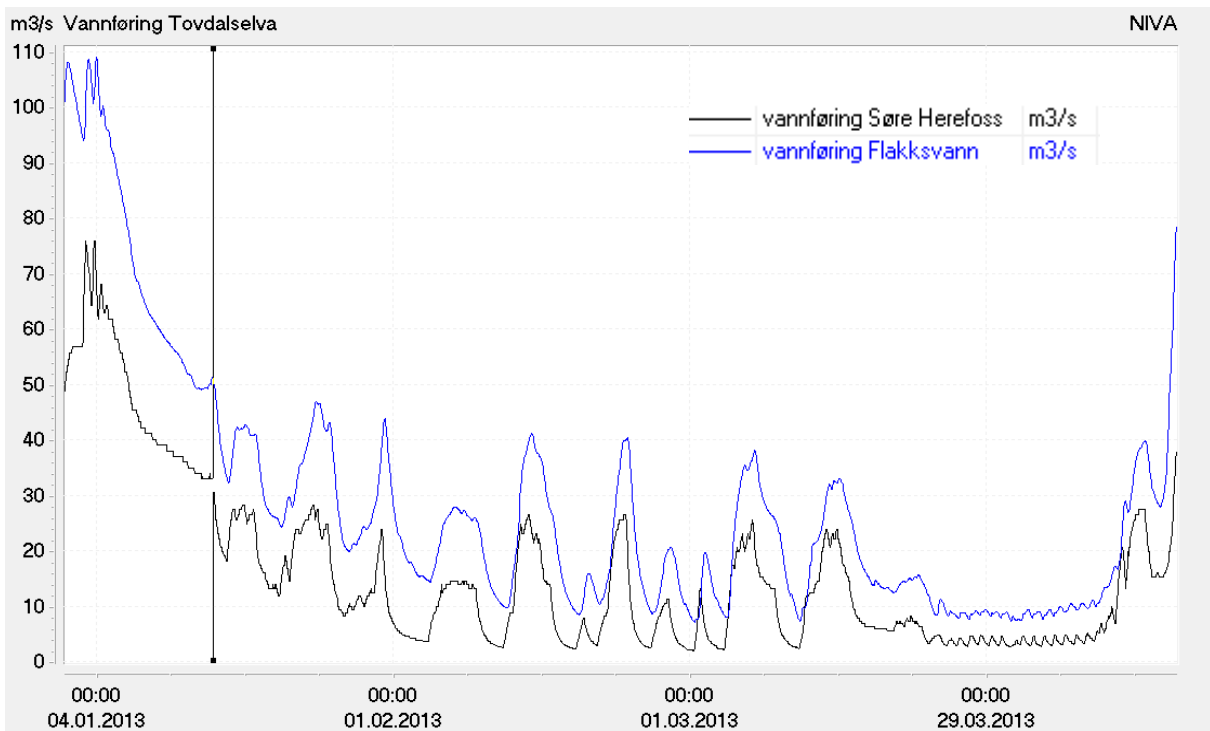
Det investeres mye tid og mange midler på kalking for å utvikle elva som lakseelv. Verdien av elva øker i takt med dette arbeidet. Et reguleringsregime som motarbeider denne utviklingen bør forandres slik at skadeeffektene ved tørre, kalde vintre ikke blir større enn naturlig ved slike tilstander.

**Tabell 2.** Sammenligning mellom tilfeldig valgte nivåer av reell vannstand på målestaven i elva og vannstanden målt av ultralydmåleren i inntaksbrønnen til Søre Herefoss doseringsanlegg. Der er til dels store avvik mellom tallene.

Dato	Kl	Vannstand målestav m	Vannstand logger m	Vannføring Målestav m <sup>3</sup> /s	Vannføring logger m <sup>3</sup> /s	Feilmåling m <sup>3</sup> /s	% feilmåling
15.07.2013	09:20	1,20	1,10	10,86	5,94	4,92	45
23.09.2013	08:50	1,53	1,36	38,39	22,55	15,84	41
28.10.2013	09:03	2,23	2,10	128,51	109,09	19,41	15
26.11.2013	09:41	1,49	1,41	34,86	27,32	7,55	22



**Figur 11.** Foto av Tondalselva ved Mollestad da elva var på det laveste 11. mars 2013. Lav lufttemperatur resulterte i synlige isdannelse i elvegrusen. (Foto Sven Arne Anensen)



**Figur 12.** Vannføringsutviklingen ved Søre Herefoss vinteren 2013 sammenholdt med vannføring målt ved Flakksvann (NVE) 15 km nedstrøms Søre Herefoss. Vertikal linje markerer start på pulsregulering av Hanefossen kraftverk. Som følge av endret regulering begynte vannføringen ved Søre Herefoss å variere mellom 2 og 26 m<sup>3</sup>/s. Fra 23. mars til 9. april var det døgnregulering av vannføringen fra Hanefossen. I denne perioden var lavvannføringen noe høyere enn tidligere på vinteren. Figuren viser også unormalt stor forskjell på vannføringen ved Søre Herefoss og Flakksvann. Vannføringen ved Søre Herefoss er antagelig noe lavt estimert.

## 4. Referanser

- Miljødirektoratet 2014. Smolt – en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet M136-2014.
- Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA Rapport L.nr. 3824
- 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. 2010. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2009. NIVA Rapport L.nr. 5956.
- Høgberget, R. 2012. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2011. NIVA Rapport L.nr. 6369.
- Høgberget, R. 2013. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2011. NIVA Rapport L.nr. 6527.
- 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.
- Skoglund, H. Skår, B. og Gabrielsen S. E. 2013. Effekter av Hanefossen kraftverk på tørrlegging av gytteproper i Tovdalselva vinteren 2013. LFI Uni Miljø. Notat.