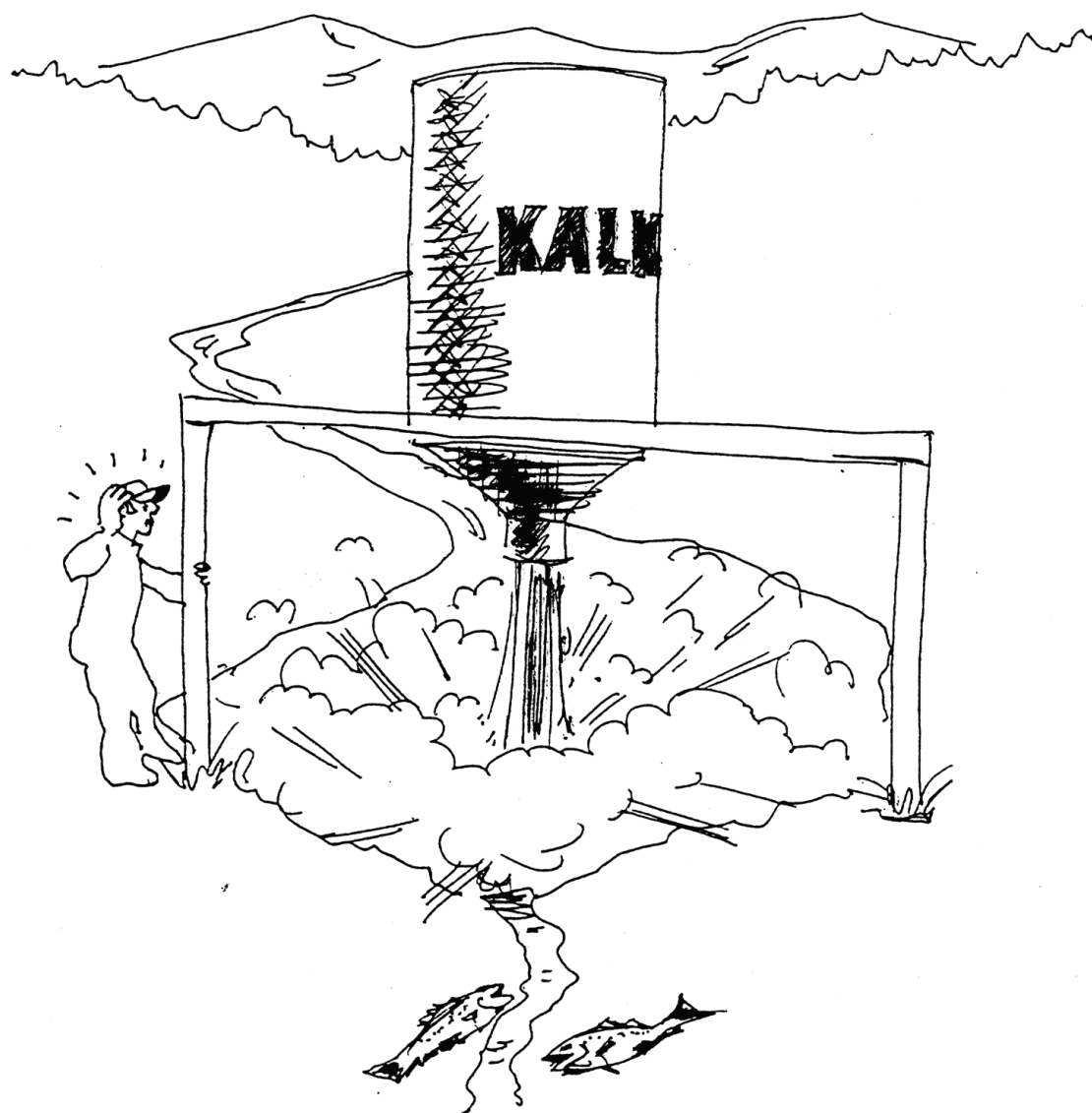


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget År 2016



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

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

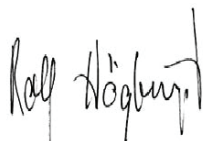
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget År 2016	Løpenummer 7180-2017	Dato 09.08.2017
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17134

Oppdragsgiver(e) Styringsgruppa for kalking av Tovdalsvassdraget	Oppdragsreferanse Sven Arne Ånensen
---	--

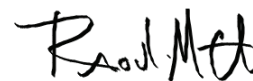
Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg gjennomføres for å optimalisere kalkingstiltaket. Rapporten sammenfatter avvikshendelser i 2016, og det foreslås forbedringstiltak. Driften på Bås doseringsanlegg var meget god. Det anbefales likevel å redusere/eliminere skumdannelser som kan påvirke doseringen. Tidligere foreslått kartlegging av tidsforløp fra dosering til effekt i Herefossfjorden bør gjennomføres. Det ble dokumentert meget god drift også på Skåre doseringsanlegg, men datagrunnlaget var noe mangelfullt. Drift med variable doser i forhold til behovet bør formelt innføres. Vannføringen som blir registrert på anlegget følger ikke nøyaktig gjeldende vannføringskurve. Vannstandskurven bør derfor kontrolleres/videreutvikles. Søre Herefoss-anlegget doserte tilfredsstillende i 2016, men avvikene var flere enn tidligere. Det etterlyses bedre informasjon fra fylkesmannen omkring gjeldende tidsrammer for pH-mål.

Fire emneord 1. Vassdrag 2. Kalkdosering 3. Overvåking 4. Måleteknikk	Four keywords 1. River system 2. Lime dosing 3. Monitoring 4. Measuring technique
---	---



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Raoul-Marie Couture
Forskningsleder

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Tovdalsvassdraget
År 2016**

Forord

Anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann 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. Til dette har NIVA utviklet et enkelt system for effektiv kontroll av driften av kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt.

Som et ledd i å bedre den daglige driften ved anleggene, ble NIVAs driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Tovdalsvassdraget i 1999.. Dokumentasjon er i form av en kortfattet avviksrapport hvert år.

Driftskontrollen utføres av fast personell på NIVA, som i 2016 besto av 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 Fylkesmannen i Aust-og Vest-Agder.

Grimstad, 09.08. 2017

Rolf Høgberget

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	9
1.1 Ord og uttrykk.....	10
2 Driften på anleggene	12
2.1 Bås	12
2.1.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata.....	12
2.1.2 Sensorstabilitet og nøyaktighet.....	12
2.1.3 Doseringshistorikk og effekter av doseringen.....	12
2.2 Skåre	14
2.2.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata.....	14
2.2.2 Doseringshistorikk	14
2.3 Søre Herefoss	15
2.3.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata.....	15
3 Vurderinger og forslag til tiltak	19
3.1 Bås	19
3.2 Skåre	19
3.3 Søre Herefoss	20
4 Referanser og tidligere driftskontrollrapporter	21

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva gjennomføres for å optimalisere kalkdoseringsanleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av avvikhendelser i rapporteringsperioden (1. januar - 31. desember 2016), vurderinger omkring effekten av avvikene og forslag til tiltak. Hovedpunktene er gitt under.

Bås

- Det var meget god driftssikkerhet på anlegget i 2016.
- For å holde pH-målet i Herefossfjorden varierte kalkdosene fra 0 til 5 g/m³. Det var ingen dosering i to perioder tidlig på høsten.
- Reelle doser var vanligvis noe lavere enn PLS-dosene, særlig ved høy dosering. Effekten av dette var sannsynligvis dermed lavere pH-økning i Herefossfjorden, uten at denne forskjellen kan dokumenteres.
- Skumdannelse kan påvirke vannstandsmålingene. Tiltak bør gjøres som hindrer at dette skjer.
- Det mangler et godt faglig grunnlag for å variere kalkdosene med de hydrologiske forholdene. Tidligere forslag om hydrologisk modellering for å finne tidsforløpet fra dosering til reaksjon i fjorden ved forskjellige vannføringer bør gjennomføres.

Skåre

- Data fra MikaCom (Miljøkalk's datalogger) er benyttet til dokumentasjon av driften.
- Doseringsdata fra ca. 1,5 måneders drift mangler, men eksisterende data dokumenterer meget tilfredsstillende drift på det nye anlegget (montert i august 2015).
- En egen driftskontroll-logger er foreløpig ikke montert på anlegget. Det bør gjøres.
- Det er innført bruk av fleksible doser, og dosene varierte fra 1,6 til 4,9 g/m³. Det foreslås at denne driftsformen formaliseres som alternativ til fast dose.
- Vannføringstabellen består av kun 4 målinger, men bør likevel benyttes. En oppgradering av tabellen i form av flere målinger bør foretas.

Søre Herefoss

- pH-målet i lakseførende strekning av Tovdalselva er satt med to forskjellige endringsdatoer for overgang fra pH 6,4 til pH 6,0. Endringsdatoen (8. juni) som er gitt til kalkingsoperatøren er benyttet som utgangspunkt for driftskontrollen.
- Det var flere avvik fra pH-målene i elva i 2016 enn tidligere år. Likevel var driften god, da avvikene ikke var store.
- pH-metrene både oppstrøms og nedstrøms anlegget var i perioder ikke riktig kalibrert. Tiltak bør gjennomføres for å stabilisere pH-målingene ved bedre jording av doseringsanlegget og målemediet.

Summary

Title: Operation of lime dosers in the Tovdal River, S Norway. Yearly report 2016.

Year: 2017

Author: Rolf Høgberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6915-4

NIVA has developed methods permitting an efficient dosing 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 processed and reported by NIVA, and is an aid to operators and water managers.

This report summarizes deviations from optimal operation detected during 2016. Measures to improve the operation are suggested.

1 Innledning

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996 og 1997 for å optimalisere kalkingstiltaket. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk (vektreduksjon i kalksilo med veiceller) og målt vannføring ved kalkingspunktet. I tillegg registreres pH-verdiene i elva 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. Mer presis dosering reduserer også behovet for fordyrende sikkerhetsmarginer.

Kalkdoseringsanleggene styres i hovedsak etter vannføring og pH:

Vannføringsstyring: Et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg skal kalke med fast dose målt i g/m³. Grunn dosen beregnes i forhold til en kalk-pH-titreringskurve. Med dette som grunnlag bestemmes dosene også av hvor i nedbørfeltet anlegget er plassert i forhold til målområdet. Doseringen fra anlegget skal også være proporsjonal med vannføringen. Ved å sammenligne de fast beregnete dosene med den 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 målte pH-verdiene vises effektiviteten til anlegget.

Kalkdoseringen er avhengig av riktige pH-verdier. Kvaliteten på pH-målingene sikres gjennom arbeidet i et eget interkalibreringsprogram (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».

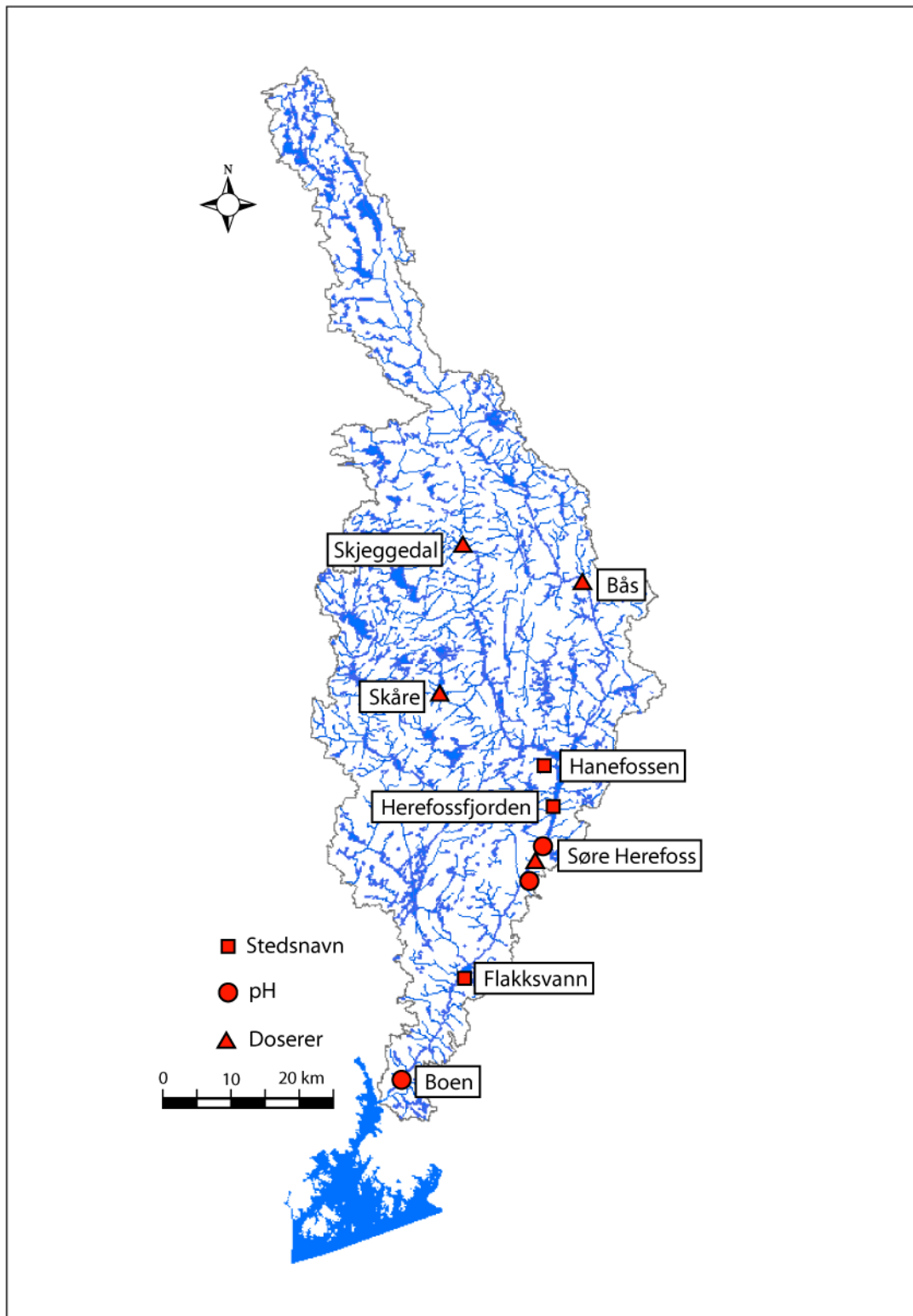
I Tovdalsvassdraget er det montert driftskontroll på fire store kalkdoseringsanlegg; Bås, Skjeggedal, Skåre og Søre Herefoss (**Figur 1**). Anleggene på Bås, Skjeggedal og Skåre er vannføringsstyrte anlegg. Anlegget på Søre Herefoss er styrt etter pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren. På grunn av manglende vannstands- og vektsignal på Skjeggedal, er denne for tiden ute av funksjon. Skåre doseringsanlegg ble ombygd i 2015. Foreløpig benyttes ikke egen driftskontroll-logger til datainnsamling fra dette anlegget.

Det er tidligere utgitt en rekke driftskontrollrapporter for Tovdalsvassdraget. Disse er gjengitt i referanselista. Foreliggende rapport omhandler perioden 1. januar til 31. desember 2016.

1.1 Ord og uttrykk

Det forekommer en del ord og uttrykk i rapporten som er forklart her:

Ord/uttrykk	Forklaring
Dosering	Brukes om generell tilsetning av kalk og om tilsetning av kalk per tidsenhet. I rapporten benyttes oftest g/s, kalkmengde per sekund.
Dose	Tilført 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 på doseringsanlegget.
Prosesskalibrering	Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en topunktskalibrering av pH-meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7).



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Tovdalsvassdraget med aktuelle stedsnavn (kvadrater), pH-målestasjoner (sirkler) og kalkdoseringsanlegg (triangler).

2 Driften på anleggene

2.1 Bås

Bås kalkdoseringsanlegg 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 teoretisk dose som anlegget skal gi var opprinnelig 4,7 g kalksteinsmel/m³. Denne dosen er satt med utgangspunkt i beregninger foretatt for 25 år siden (Hindar 1991). Forsuringssituasjonen er vesentlig forbedret siden den gang, og dosene blir for tiden justert i forhold til et vedtatt pH-mål i Herefossfjorden (pH 6,0). Dette innebærer at dosene er vesentlig redusert i forhold til opprinnelige krav det meste av året.

2.1.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata

Signaler for vannstand, vekt og dosering ble registrert kontinuerlig på loggeren gjennom hele 2016 uten avbrudd av noe slag.

2.1.2 Sensorstabilitet og nøyaktighet

Det oppsto en feil i anpassningene av signalet for dosering (g kalksteinsmel/s). Dette ble oppdaget i september. Anpassing til riktige måleverdier ble da foretatt på data tilbake til 24. januar. Før denne datoen er verdiene litt lave. Noe ustabile verdier for vannstand ble observert, spesielt ved høye vannstander.

Figur 2 viser hvordan dette utviklet seg i forhold til vannføringen. Nøyaktigheten blir høyere ved lavere vannstand. Det er mulig at skumdannelser i elva er årsak til redusert målestabilitet (Sven Arne Ånensen pers.medd).

2.1.3 Doseringshistorikk og effekter av doseringen

Disse dataene viser at det ikke var langvarige stans (over 8 timer) på anlegget, med unntak av to avbrudd, et den 5. september på 34 timer og et 21. desember på 9 timer. Driftssikkerheten på anlegget var derfor meget god.

2.1.3.1 Kalkdosene

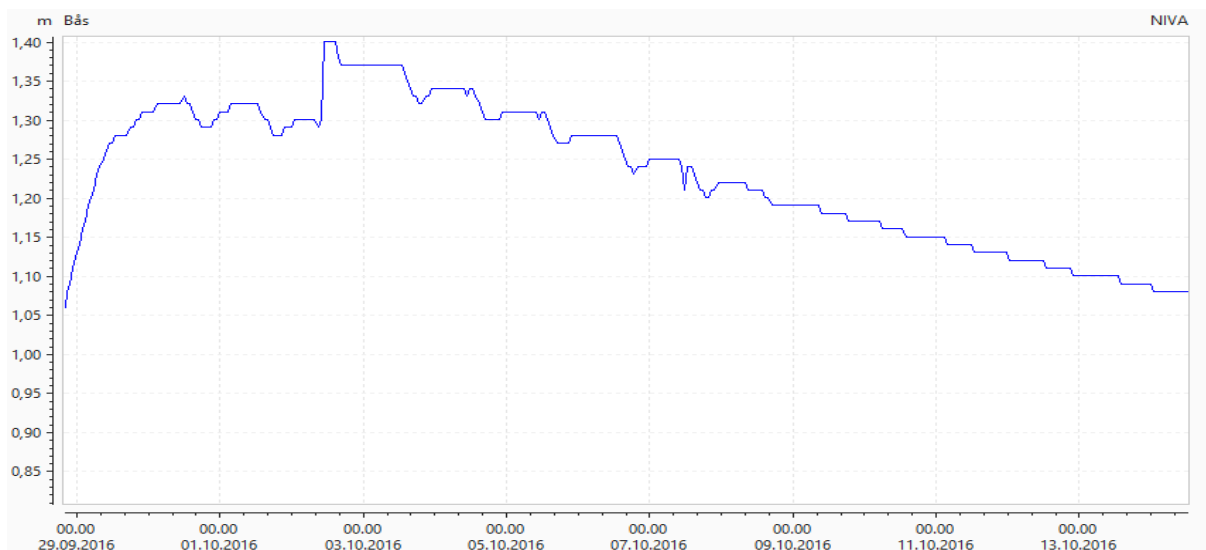
Anlegget doserte med forskjellige doser satt opp av driftsansvarlig for å sikre optimal dosering i forhold til pH-målet i Herefossfjorden. Dette innbar at doseringen noen ganger ble satt veldig lavt og satt til null i to perioder tidlig på høsten. Det var 19. – 28. september og 2. – 18. oktober. Doseringen vinterstid var imidlertid nokså høy i en måned fra 15. februar. Da var PLS-dosen ca. 7 g/m³, mens den reelle dosen var lavere, ca. 5 g/m³ (langtidsdose). PLS-dosen ble satt ned 15. mars til 5 g/m³, og videre gradvis redusert utover våren til 2 g/m³ den 1. juni. De reelle dosene fulgte denne, men var ca. 1 g/m³ lavere, og redusert til samme verdi som PLS-dosen i juni. Reell dosering om sommeren varierte mellom 2 og 3 g/m³ til 19. september da dosering ble stoppet. Etter oppstart 18. oktober ble PLS-dosene satt til 2 – 3 g/m³. De reelle dosene var ca. 1,5 g/m³ lavere til 14. november, da de økte i forbindelse med en flom. I desember ble PLS-dosene økt til 4,5 – 5,5 g/m³, mens de reelle dosene var 3,5 – 4,5 g/m³.

2.1.3.2 pH-effektene i Herefossfjorden

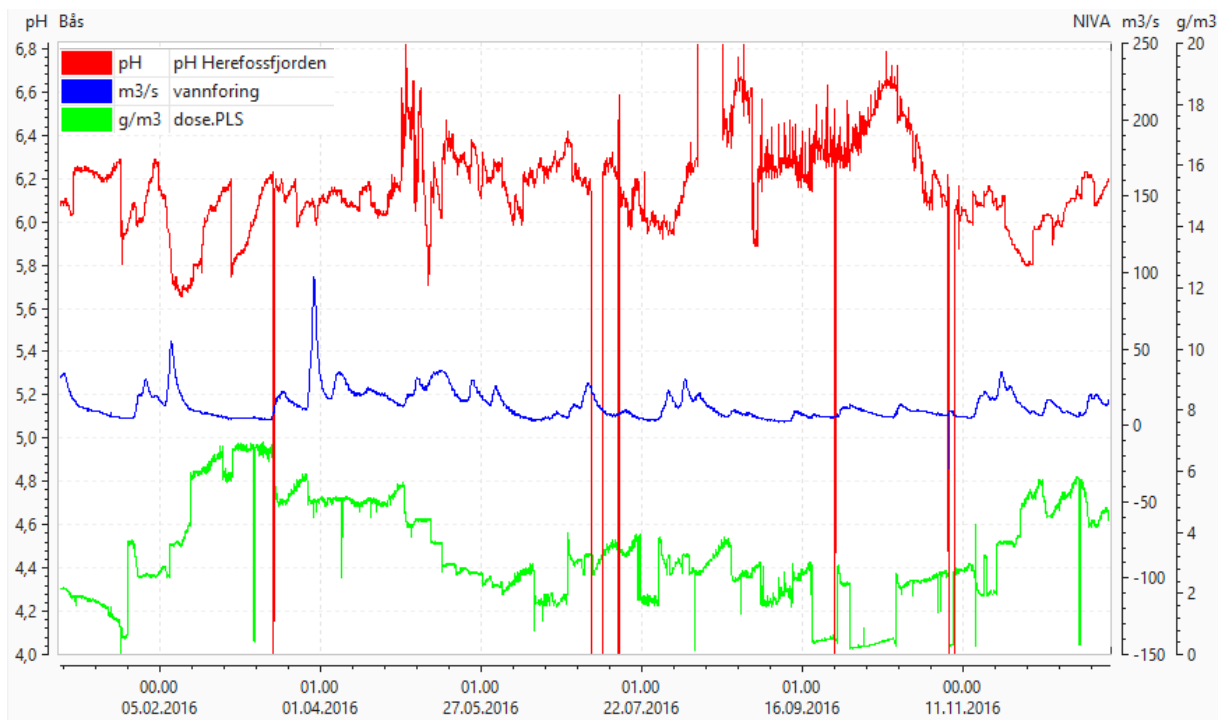
pH-verdiene fra utløpet av Herefossfjorden er ikke kvalitetssikret, men de gir likevel en oversikt over surhetsnivået i fjorden. pH i Herefossfjorden påvirkes ikke bare av doseringen fra Bås. Det doseres omtrent like mye kalk fra anleggene i Uldalsgreina, men virkningen fra disse blir mer dempet grunnet innsjøer som både holder tilbake og utjevner kalkdosene. Mye av pH-variasjonen kan derfor forklares med doseringsmengdene som tilføres fra Bås-anlegget.

pH i Herefossfjorden var stabilt høy i januar (pH 6,0 – 6,2). Økt vannføring i februar, med en flom 9. februar som ble kalket med moderate doser (ca. 3 g/m³), medførte reduksjon til pH 5,7. Dosene ble økt til ca. 5 g/m³ og etter ca. 3 uker økte pH i fjorden til over pH 6,0. pH lå på dette nivået utover våren, men

økte ytterligere til pH 6,4 i mai, for så igjen å avta i juni. Utover sommeren økte pH igjen, og pH ble målt til pH 6,2 – 6,4 i august, september og oktober. Avstenging av doseringen sent i september medførte reduksjon i pH ca. 4 uker senere. Doser rundt 1,5 g/m³ bidro til å opprettholde pH 6,0 inntil flommer i siste del av november og begynnelsen av desember medførte reduksjon til pH 5,8. Dosene ble økt og høy pH i fjorden ble målt ca. 14 dager senere (pH >6,0 fra 15. desember). Forløpet vises i **Figur 3**.



Figur 2. Unøyaktigheter i avlest vannstand ved høye vannstander. Vannstanden «hopper» fra 1,3 m til 1,4 m. Dette utgjør 2,7 m³/s. Fenomenet kan skyldes skumdannelser i elva.



Figur 3. pH i Herefossfjorden (utløpet av fjorden), vannføring og PLS-doser fra Bås doseringsanlegg i 2016.

2.2 Skåre

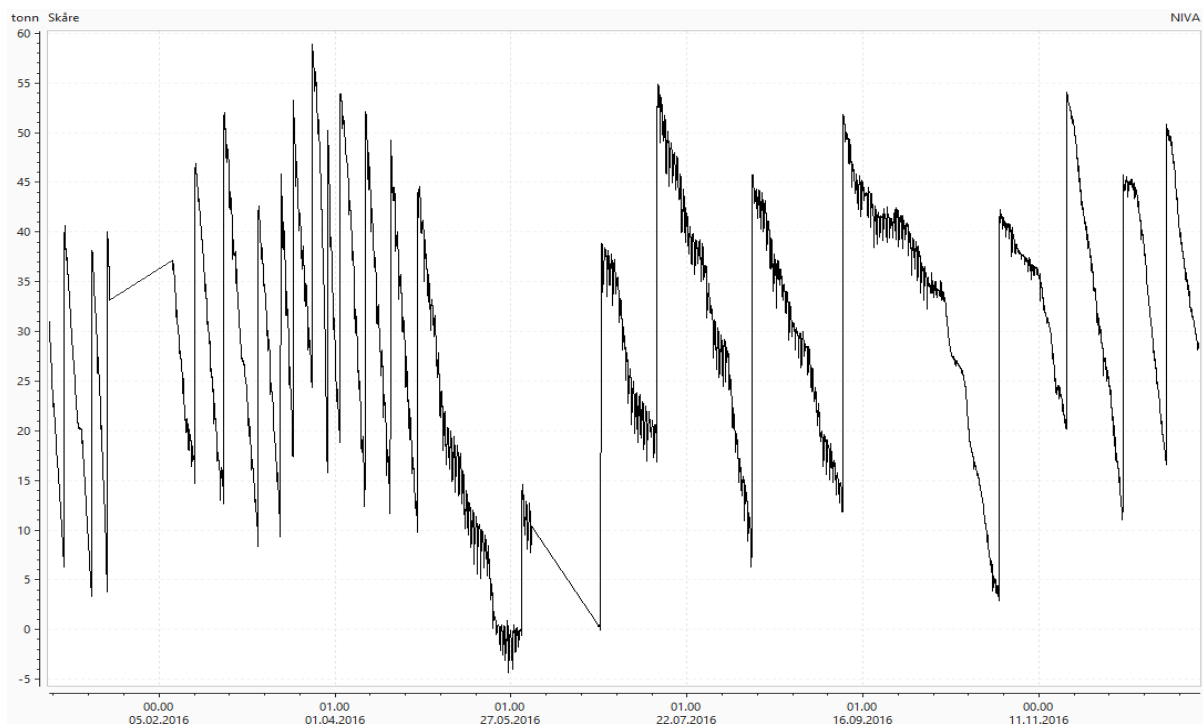
Skåre kalkdoseringsanlegg er et vannføringsstyrt anlegg. Hensikten med anlegget er å avsyre bidraget fra Hovlandsåna til Uldalsgreina. Doseringen fra anlegget ble først bestemt til 2,6 g/m³. Kravet ble satt opp til 3,9 g/m³ høsten 2005. Dette var vanskelig å tilfredsstille ved høye vannføringer. Anlegget var også i meget dårlig forfatning, og ble erstattet av et anlegg med tilstrekkelig doseringskapasitet (opp til 266 g/s) sommeren 2015. Dette er tilstrekkelig kapasitet til å tilfredsstille dosekravet opp mot 68 m³/s. Det er foreløpig ikke montert egen driftskontroll-logger på det nye anlegget. Doseringsdata er innhentet fra MikaCom (Miljøkalk) og bearbeidet med driftskontrollens grafikkverktøy som grunnlag for rapporteringen.

2.2.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata

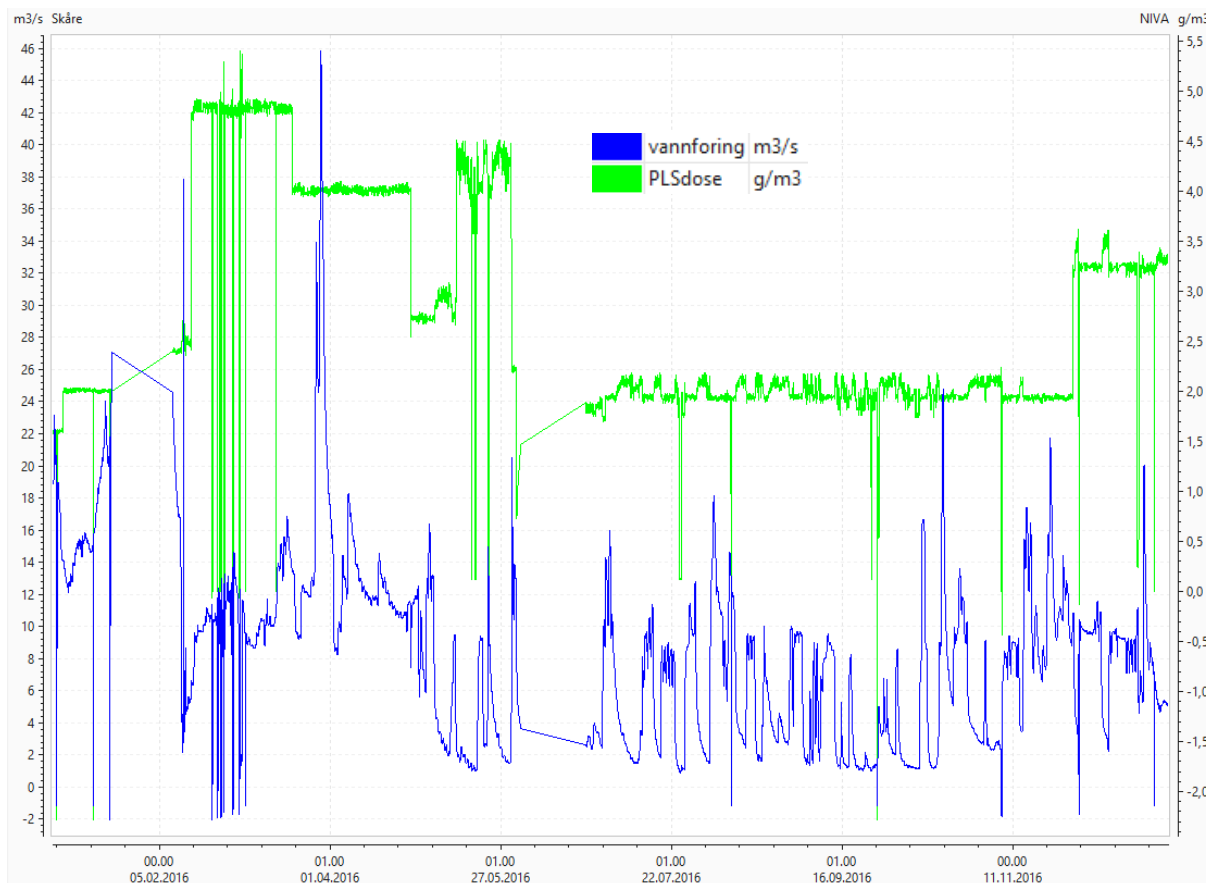
Doseringsdata foreligger fra det meste av året unntatt to lange perioder. Det var 20 dager fra 20. januar og 22 dager fra 2. juni. Vannstandssignalet falt ut enkelte ganger, og var ustabil en uke i månedsskiftet januar – februar. Vektsignalet var ustabil fra februar til ca. 10. oktober. I denne tiden varierte avlest vekt opp mot 4 tonn i løpet av et døgn, (**Figur 4**).

2.2.2 Doseringshistorikk

Av tilgjengelige data fremgår at det oppsto stans i doseringen kun en gang. Det var under ett døgn 10. januar. Imidlertid var doseringen langt lavere enn innstilt dose i 4 dager fra 4. desember. Lav dosering i siste del av september hadde sammenheng med meget lav vannføring. Styringsdosen ved anlegget var 1,6 - 2,5 g/m³ om vinteren til 15. februar, da dosene ble øket til 4,9 g/m³. Disse dosene ble beholdt til 19. mars, da de ble redusert til 4 g/m³. Dette nivået ble beholdt til 1. juni, bare avbrutt av en periode på 2 uker fra 27. april, da dosene ble satt ned til ca. 2,7 g/m³. Sommer og høst ble det dosert med faste doser på ca. 2 g/m³. Disse dosene ble beholdt til 1. desember, da de ble øket til ca. 3,3 g/m³, (**Figur 5**). Langtidsdosene fulgte stort sett PLS-dosene, med noe høyere verdier som akkumulerte doser registrert ved hver kalkpåfylling.



Figur 4. Veiedata fra Skåre doseringsanlegg første halvår i 2016. Stort forbruk om våren vises ved bratte kurver, men da doseringen avtar flater kurven ut og stor veieunøyaktighet vises.



Figur 5. Vannføring og PLS-dose ved Skåre doseringsanlegg i 2016.

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 800 meter nedstrøms dosereren. Kalkdoseringsanlegget kan således styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget.

pH-mål i lakseførende strekning av Tovdalselva for 2016 var satt til pH 6,0 fra 1. januar til 15. februar, pH 6,2 i perioden 15. februar til og med 31. mars, pH 6,4 i perioden 1. april til 15. juni og pH 6,0 resten av året. Imidlertid finnes det en annen retningslinje for endringstidspunkter. Denne setter endringsdato fra pH-mål 6,4 til 6,0 den 8. juni, og er gitt som veiledning til kalkingsoperatøren (Sven Arne Ånensen pers. medd). Driftskontrollene må forholde seg til disse operative pH-målene.

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 3**.

2.3.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata

Driftskontrollens logger samlet data gjennom hele året med unntak av to perioder. Den første oppsto 4. juli, da loggeren stoppet uten at årsaken til dette er klarlagt. Loggeren ble startet igjen etter 4 dager. Den 6.

november ble det strømstans på anlegget som medførte loggersvikt i 1,5 dager. Ut over dette er det kun tre tilfeller hvor loggen mangler i noen timer. Tordenvær med midlertidig bortfall av nettspenning er sannsynlig årsak til disse tilfellene.

Vannstandsmålingene og doseringen ble kontinuerlig målt gjennom hele perioden. Beholdningssignalet var også kontinuerlig, men om vinteren var det enkelte ganger ustabil ved at vekta økte med ca. 20 tonn i forhold til riktig verdi. Det ble foretatt service, veiceller ble byttet og vekta ble kalibrert 15. mars, (**Figur 6**).

Det var ingen langvarige avbrudd i datarekken med pH oppstrøms anlegget, og ingen stopp av vanngjennomstrømmingen i målekyvetten i mer enn 8 timer.

pH oppstrøms anlegget var enkelte ganger ukalibrert, og verdier over pH 7,5 ble registrert i en periode på 9 dager i august.

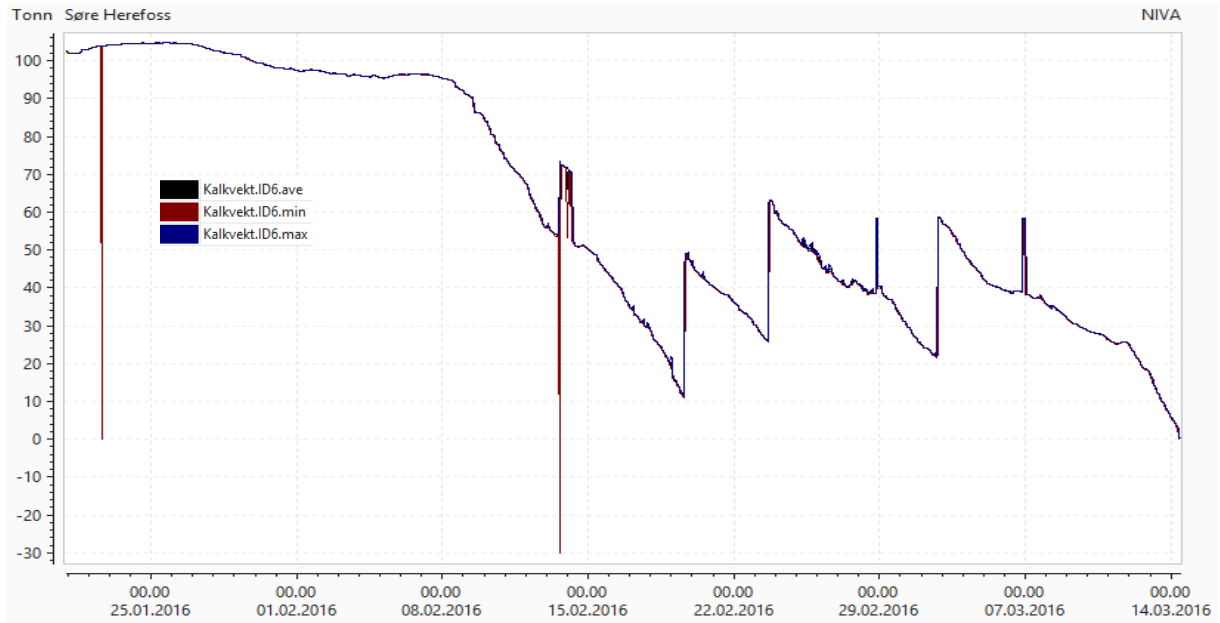
Dokumentasjon på pH nedstrøms dosering finnes for hele perioden med unntak av tilfellene nevnt over og 5 dager fra 20. oktober, da teknisk feil på anlegget bevirket stopp i signalmottaket. Grunnet manglende omlegging av dataflyten fra pH-meteret ble ikke pH nedstrøms anlegget tilgjengelig for driftskontroll-loggeren før 15. mars. Imidlertid er data for dette innhentet fra MicaCom (Miljøkalks database). Tidsformatet på disse dataene umuliggjør importering til driftskontrollens database, men grafen i dette tidsrommet er lagt ut som egen fil og gjengitt her, (**Figur 7**).

Grafen for pH nedstrøms anlegget viser enkelte plutselige forandringer til nye nivåer. Dette tyder på manglende kalibrering eller problemer med å opprettholde stabil pH etter kalibrering. pH ble målt til svært høye verdier i slutten av september og begynnelsen av oktober (pH 7,2). Etter at temperaturmålingene ble erstattet av et element som var plassert i elvevannet, og ikke pumpet opp i en målekyvete, viste disse hele tiden reelle verdier (**Figur 8**).

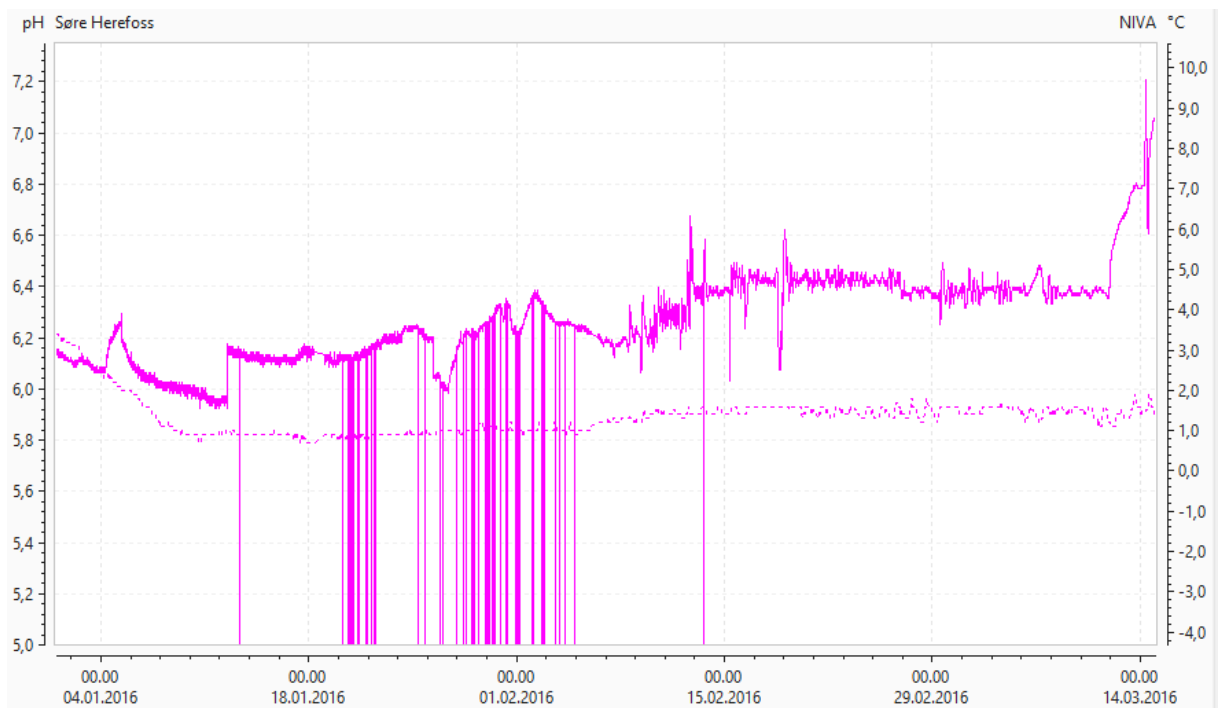
pH var noen ganger under målet, spesielt i forbindelse med økning av pH-målet. Avvikene var aldri store, og det er ikke sannsynlig at de har påvirket laksesmolt negativt. Totalt var pH lavere enn målet i 15 dager ved Boen, (**Tabell 1**). pH nedstrøms Søre Herefoss og ved Boen sammen med pH-målene er vist i **Figur 9**. En periode med spesielt lav pH nedstrøms doseringen ved Søre Herefoss i desember er ikke reell, og må skyldes ukalibrerte elektroder.

Tabell 1. Antall timer med pH under målet i lakseførende del av Tordalselva i 2016.

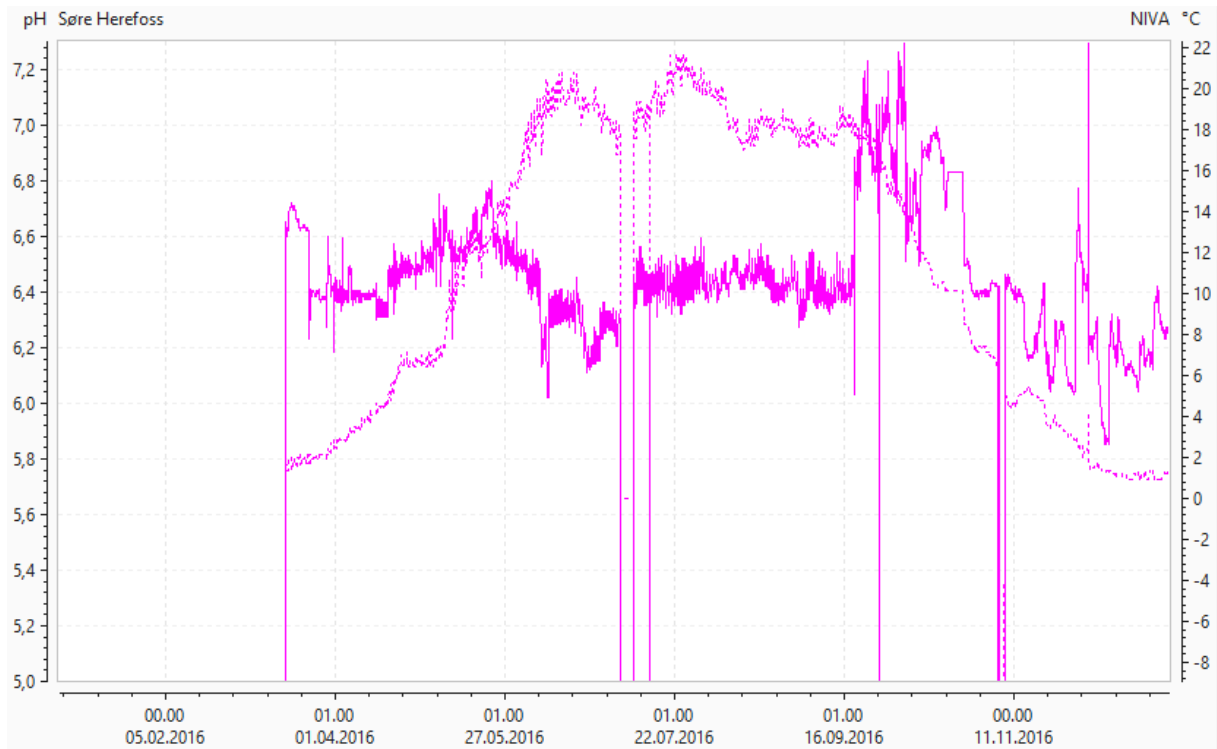
Dato	Antall timer under pH-målet i elva		Laveste pH	pH-mål	Avvik fra pH-mål
	Søre Herefoss	Boen			
27.01.2016		31	5,9	6,0	0,1
15.02.2016		50	6,1	6,2	0,1
15.04.2016	80	190	6,2	6,4	0,2
30.04.2016		96	6,3	6,4	0,1



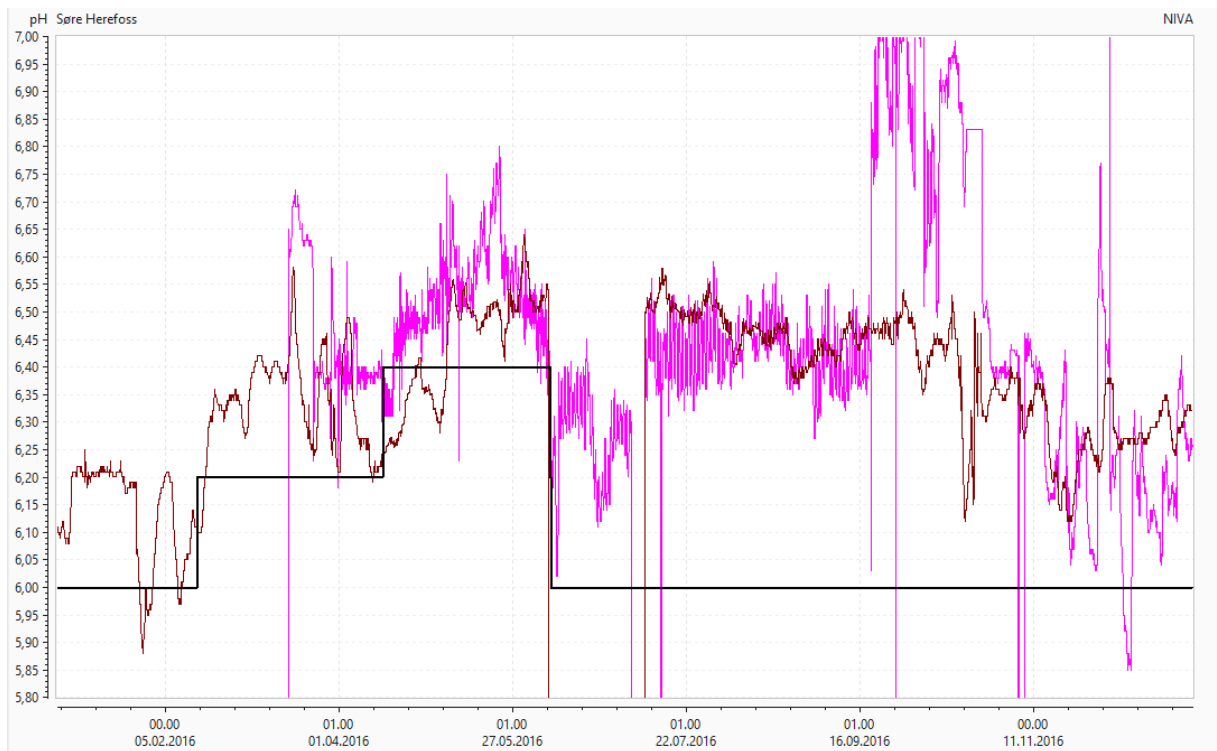
Figur 6. Veiedata fra Søre Herefoss våren 2016.



Figur 7. pH nedstrøms Søre Herefoss fra 1. januar til 15. mars 2016. Vanntemperaturen vises som stiplede graf.



Figur 8. Temperatur og pH nedstrøms Søre Herefoss fra 15. mars og ut året 2016. Vanntemperaturen vises som stiplet graf.



Figur 9. pH-mål (svart), pH nedstrøms Søre Herefoss (rosa) og pH ved Boen (brun) gjennom hele 2016.

3 Vurderinger og forslag til tiltak

3.1 Bås

Det var meget god driftssikkerhet på Bås doseringsanlegg i 2016. I likhet med 2015 ble også 2016 et år da doseringen fra Bås ble nokså godt tilpasset pH-målet for Herefossfjorden. Imidlertid mangler et godt faglig grunnlag for operatøren som skal sette de rette dosene til rett tid. Doseringen fra Bås doseringsanlegg gir raskere pH-effekter i Herefossfjorden enn doseringen fra Uldalsgreina. Dette er årsaken til at det i 2015 ble foreslått hydrologisk modellering for å finne tidsforløpet fra dosering til reaksjon i fjorden ved forskjellige vannføringer (Høgberget 2016). Dette tiltaket er ikke iverksatt.

Skumdannelse kan påvirke vannstandsmålingene. Tiltak bør gjøres som hindrer at dette skjer.

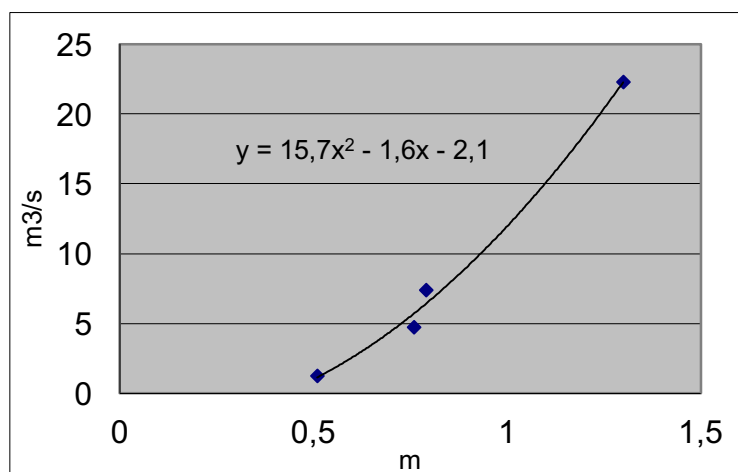
3.2 Skåre

Data fra MikaCom (Miljøkalk's datalogger) er benyttet til dokumentasjon av driften. Denne inneholder to store hull i datarekkene. Likevel er eksisterende data tilstrekkelig til å dokumentere meget tilfredsstillende drift på det nye anlegget (montert i august 2015). En egen driftskontroll-logger er foreløpig ikke montert på anlegget.

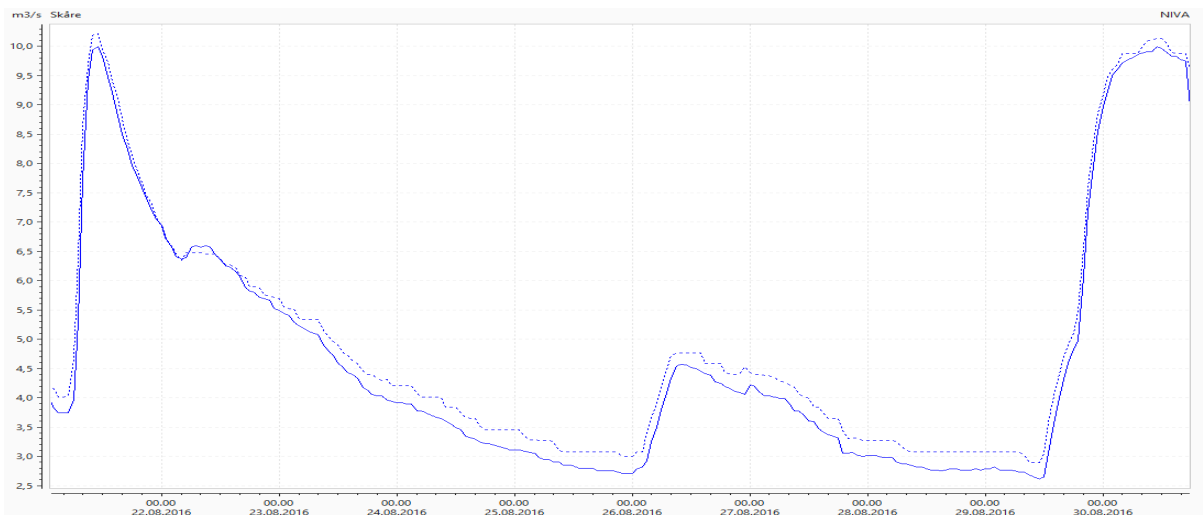
Vannføringsmålingene i MikaCom, (**Figur 11**) følger ikke tabellen som er utarbeidet for Skåre og utledet i **Figur 10**. Vannføringen er grunnlaget for kalkdosene, og bør være riktig kalibrert i forhold til vannstanden. Tabellen er utarbeidet på grunnlag av vannføringsmålinger utført i forbindelse med etablering av Skåre doseringsanlegg, **Tabell 2**). Den består av kun 4 målinger, og må derfor ansees som foreløpig. Vannstandsstavens posisjon må også være uforandret fra den gang for at verdiene skal være riktige. Dette bør sjekkes ut og tabellen kontrolleres/videreutvikles.

Tabell 2. Vannføringstabellen som gjelder for Skåre doseringsanlegg.

Vannstand m	Vannføring m ³ /s
0,51	1,2
0,76	4,7
0,79	7,4
1,3	22,3



Figur 10. Utledet vannføringskurve for Skåre.



Figur 11. Vannføringskurver fra Skåre i 2016. MikaCom-vannføringsverdier (Stiplet kurve) sammen med vannføringskurve basert på **Tabell 2** med samme grunnlagstall (vannstand fra MikaCom). Forskjellen utgjør 15-20 % feil ved lave vannføringer.

Det foreligger et dosemaal på 3,9 g/m³ fra høsten 2005. Ingen formelle justeringer er senere foretatt for å tilpasse doseringen etter behovene som stadig er i forandring. Etter at det nye doseringsanlegget ble etablert, er det innført en drift med fleksible doser fra anlegget. Dette er fornuftig i forhold til å kunne økonomisere med kalk og holde kravet om høy pH i Herefossfjorden. Derfor foreslås det at denne driftsformen formaliseres som alternativ til fast dose.

3.3 Søre Herefoss

Det var flere avvik fra pH-målene i elva i 2016 enn tidligere år. Likevel var driften god, da avvikene ikke var store.

pH både oppstrøms og nedstrøms anlegget var i perioder ikke riktig kalibrert og stabilisert. Dette er forhold som også er observert tidligere, men problemet ser ut til å tilta. pH oppstrøms anlegget måles i pumpevannet til blandekaret. Dette vannet er i kontakt med mange mulige jordfeilkilder fra for eksempel elektriske motorer på doseringsanlegget. Vanlig jordfeilmåling kan være for lite følsom til å oppspore slike feilkilder. Tiltak bør gjennomføres for å sikre full kontroll på pH-målingene ved bedre jording av doseringsanlegget og benytte vannets jordreferanse.

4 Referanser og tidligere driftskontrollrapporter

- Hindar, A. 1991. Kalkingsplan for Tovdalsvassdraget. NIVA-rapport L. nr. 2653.
- 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. og Tveiten, L. 2011. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2010. NIVA Rapport L.nr. 6168.
- 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 2012. NIVA Rapport L.nr. 6527.
- Høgberget, R. 2014. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2013. NIVA Rapport L.nr. 6694
- Høgberget, R. 2015. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2014. NIVA Rapport L.nr. 6844.
- Høgberget, R. 2016. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. År 2015. NIVA Rapport L.nr. 7080.
- 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.

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no