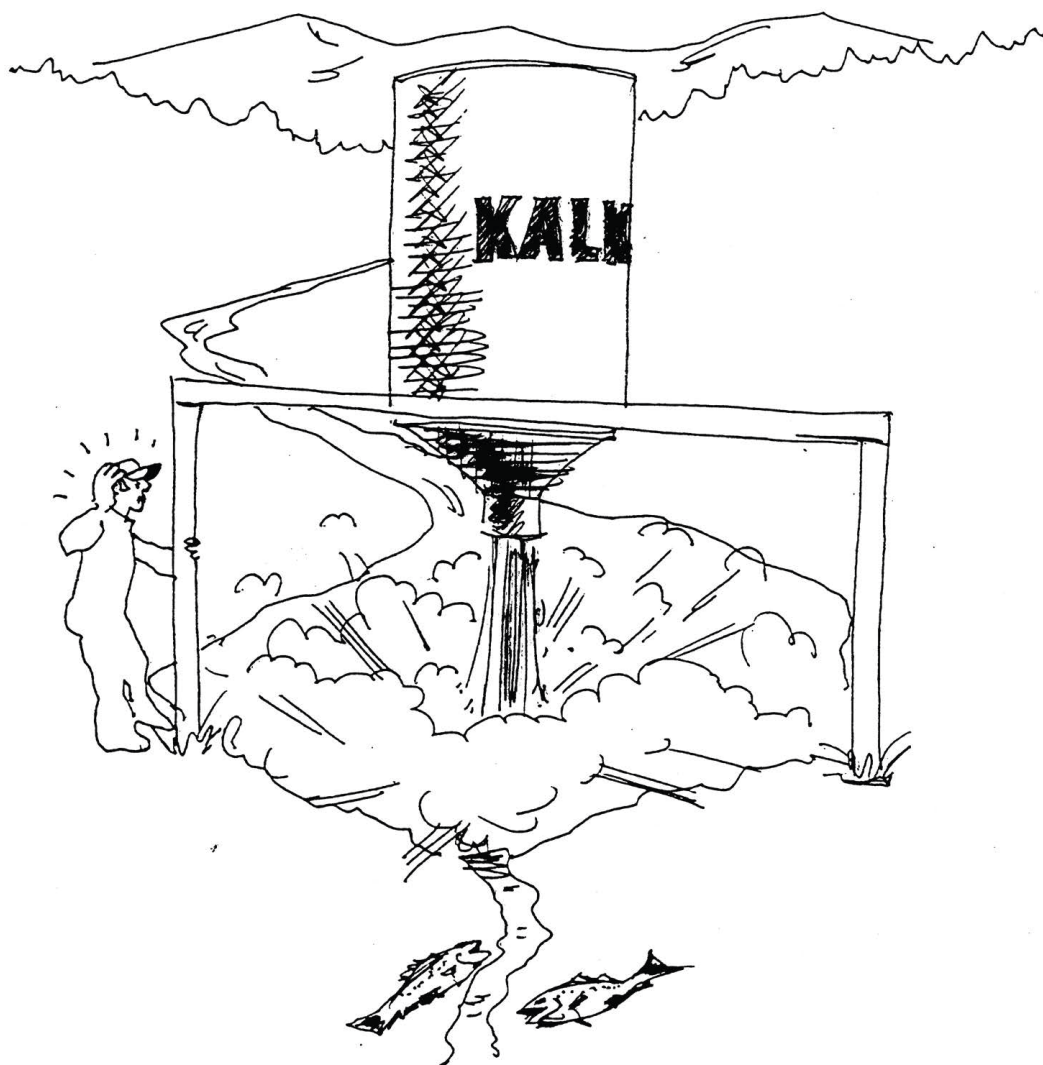


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget

År 2019



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget År 2019	Løpenummer 7507-2020	Dato 25.05.2020
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun Liv Bente Skancke	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 23

Oppdragsgiver(e) Styringsgruppa for kalking av Tovdalselva	Oppdragsreferanse Sven Arne Ånensen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17134

<p>Sammendrag</p> <p>Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg gjennomføres for å optimalisere kalkingstiltaket. Rapporten sammenfatter avvikshendelser i 2019, og det foreslås forbedringstiltak. Doseringen fra Bås doseringsanlegg var tilfredsstillende på tross av problemer med bruk av en ny kalkkvalitet som medførte klogging av kalk i anlegget. Dette svekket doseringsstabiliteten. Noe høyere dosering kunne ha øket pH i Herefossfjorden, som om våren var for sur. Det samme var tilfellet ved Skåre-anlegget, og dette anlegget kunne også bidratt med ekstra kalk. Søre Herefoss-anlegget var også hemmet av det kloggingsproblemet, særlig om våren. Det forekom enkelte avvik fra pH-Målet i lakseførende del av elva, men disse oppsto tidlig på våren, og effekten på smoltifiserende laks vurderes derfor som minimal. Ved tømning av beholdningstanker for rensing /vedlikehold/service oppsto det høye konsentrasjoner av kalksteinsmel i elva både ved Bås og ved Søre Herefoss. Dette kan være skadelig for fisk, og bør unngås så mye som mulig.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag Kalkdosering Overvåking Måleteknikk 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> River system Lim dosing Monitoring Measuring technique
---	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Rolf Høgberget
Prosjektleder

Sondre Meland
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7242-0
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Tovdalsvassdraget
År 2019**

Forord

Anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann er kostnadskrevenne 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 2019 besto av Liv Bente Skancke, Jarle Håvardstun og Rolf Høgberget. Jarle Håvardstun har utarbeidet kartet som viser stasjonsplasseringer og stedsnavn. Rapporten er kvalitetssikret av Sondre Meland.

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, 12.05.2020

Rolf Høgberget

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Ord og uttrykk.....	8
2	Driften på anleggene	10
2.1	Bås	10
2.1.1	Kvalitet og kontinuitet av loggedata	10
2.1.2	Sensorstabilitet og nøyaktighet.....	10
2.1.3	Doseringshistorikk og effekter av doseringen	10
2.1.4	pH oppstrøms Bås	11
2.2	Skåre	14
2.2.1	Kvalitet og kontinuitet av loggedata	14
2.2.2	Doseringshistorikk og effekter av doseringen	14
2.3	Søre Herefoss.....	15
2.3.1	Kvalitet og kontinuitet av loggete data	16
2.3.2	Sensorstabilitet og nøyaktighet.....	16
2.3.3	Doseringshistorikk og effekter av doseringen	16
3	Vurderinger og forslag til tiltak	21
3.1	Bås	21
3.2	Skåre	21
3.3	Søre Herefoss.....	21
4	Referanser og tidligere driftskontrollrapporter	22

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva gjennomføres for å optimalisere kalkdoseringen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av avvikshendelser i rapporteringsperioden (1. januar -31. desember 2019), vurderinger omkring effekten av avvikene og forslag til tiltak. Hovedpunktene er gitt under.

Bås

- Stans eller minimal dosering i forhold til doseringssignalet i over 8 timer oppsto bare 3 ganger i løpet av perioden.
- kalksteinsmelet som ble levert hadde en tendens til å klogge på overflater.
- Anlegget doserte med forskjellige PLS-doser satt opp av driftsansvarlig for å sikre en god dosering i forhold til pH-målet i Herefossfjorden.
- Langtidsdosene var gjennomgående bare til 1/2 av 2/3 PLS-dosene, (se 1.1 for forklaring).
- pH i fjorden var under målet (pH 6,0) fra 13. februar til 22. april. Laveste nivå var da pH 5,7. Høyere doser kunne vært ønskelig i denne tiden.
- En automatisk pH-overvåking av vanntemperatur og pH oppstrøms anlegget er etablert på Bås kalkdoseringsanlegg. Ønsket er at den fortsatt skal måle pH-utviklingen gjennom årene. Den vil da fungere som en automatisk pH-overvåkingsstasjon for forsuringsutviklingen i et stort ukalket vassdrag. Stasjonen bør formelt etableres som en overvåkingsstasjon.
- pH oppstrøms anlegget var relativt lavt, også om sommeren, med små ekstra forsuringer i forbindelse med gjentatte flommer.
- Vannføringsberegningene bør oppgraderes.
- Unødvendig høye doser i evla bør unngås i lavvannsperioder og tømning før vedlikehold.

Skåre

- Skåre kalkdoseringsanlegg er for tiden det eneste anlegget som kalker for Uldalsgreina.
- Doseringsdata er innhentet fra MikaCom (Miljøkalk) og bearbeidet med driftskontrollens grafikkverktøy som grunnlag for rapporteringen.
- Doseringen kan manuelt styres mot behovet i Herefossfjorden. Denne målsettingen har blitt viktigere å oppfylle etter at Skjeggedal doseringsanlegg ble lagt ned.
- Ultralydvannstandsmåleren er byttet ut med en trykkmåler. De nye vannstandsmålingene er ikke innarbeidet i eksisterende vannføringstabellen. Dette bør tilpasses.
- Det var 7 tilfeller der anlegget stoppet å dosere i mer enn 8 timer. Til sammen utgjorde dette 18 døgn uten dosering. Sett i forhold til effekter i lakseførende del av Tovdalselva, har likevel doseringssikkerheten vært tilfredsstillende i hele perioden.
- De teoretiske PLS-dosene varierte fra 5 til 7 g/m³, mens langtidsdosene viste både høyere og lavere dosering enn dette. Lav pH i herefossfjorden om våren kunne gjerne ha ført til noe høyere dosering fra anlegget.

Søre Herefoss

- pH ved overvåkingsstasjonen på Boen er kvalitetssikret. pH- og temperaturverdier fra doseringsanlegget (oppstrøms og nedstrøms anlegget) er ikke kvalitetssikret.
- Temperaturutviklingen er viktig for biologiske prosesser i elva. Årskurven er gjengitt, men det er usikkert om denne er nøyaktig nok.
- Tømning av kalkbeholdningen for reparasjon resulterte i meget høye kalkdoser i elva
- Anlegget stoppet mange ganger på grunn av klogging av kalk. Doseringen ble også ustabil, og stor innsats måtte nedlegges for å kunne opprettholde driften.
- Det var få tilfeller med pH under målet, og de oppsto tidlig i smoltifiseringsfasen for utvandrende laksesmolt om våren. Betydningen av tilfellene vurderes som minimale.

Summary

Title: Operation of lime dosers in the Tovdal River, S Norway. Yearly report 2019.

Year: 2019

Author: Rolf Høgberget, Jarle Håvardstun and Liv Bente Skancke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7242-0

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 processed and reported by NIVA and is an aid to operators and water managers.

This report summarizes deviations from optimal operation detected during 2019. 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 veieceller) 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 beregnede 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 Miljødirektoratets notat «Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør».

I Tovdalsvassdraget er det montert driftskontroll på tre store kalkdoseringsanlegg; Bås, Skåre og Søre Herefoss (Figur 1). Tidligere var også et doseringsanlegg i Skjeggedal montert med driftskontroll. Anleggene på Bås og Skåre er vannføringsstyrte anlegg. Anlegget på Søre Herefoss er styrt etter pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Skåre doseringsanlegg ble ombygd i 2015. Det 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 2019.

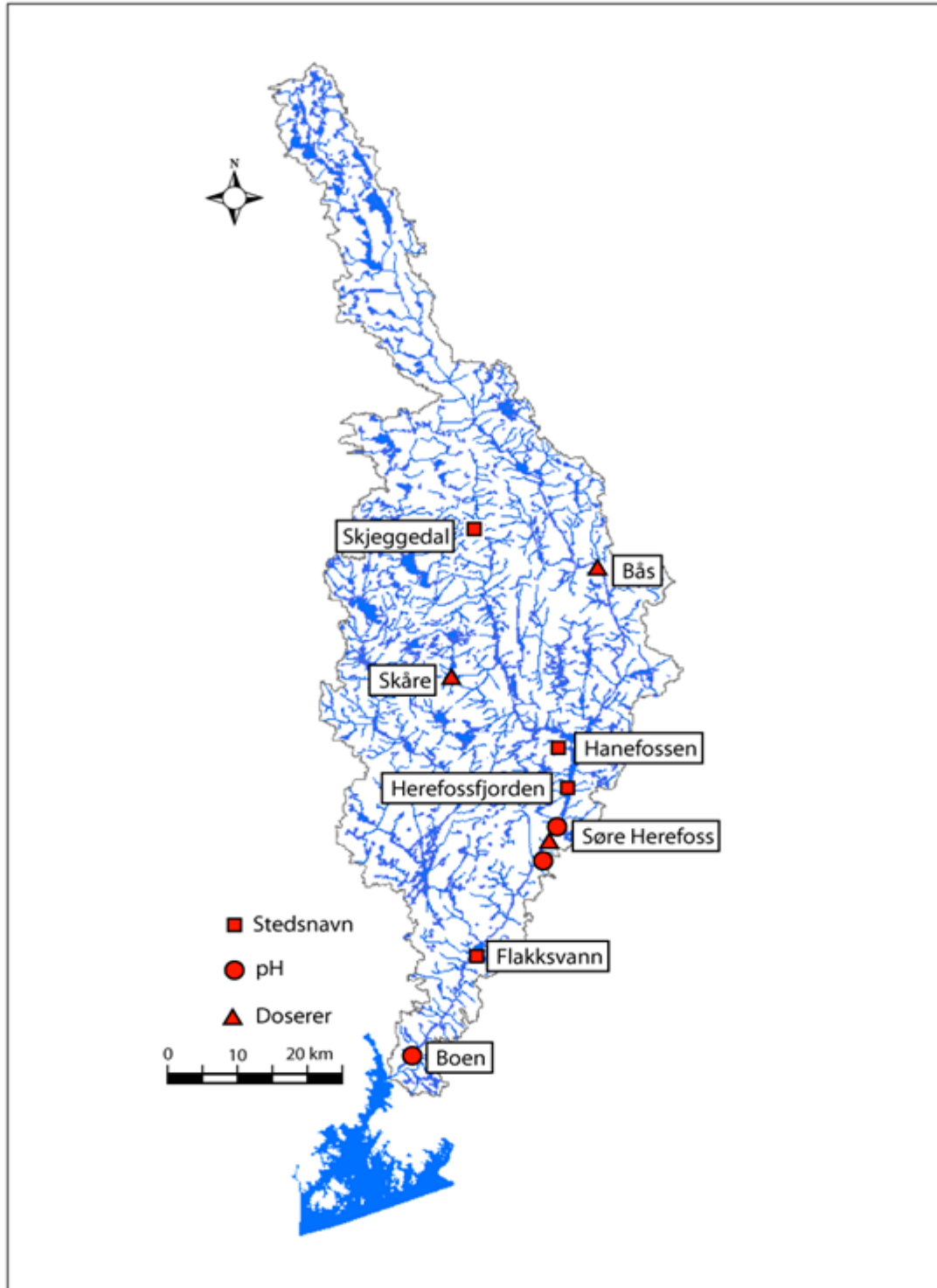
1.1 Ord og uttrykk

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 termometer er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetten for å få riktige pH- og termometermålinger.
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).

MikaCom

Programvare benyttet på anlegget til kontroll og styring av doseringsanlegget. Programvaren er utviklet av Miljøkalk, En avdeling av Franzefoss Minerals.



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 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 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

Driftskontroll-loggeren samlet sensordata kontinuerlig i hele perioden, men interne databehandlingsrutiner sviktet etter oppgradering av programvare slik at data fra 19. februar til 17. juni gikk tapt og måtte hentes inn via MikaCom databasen (leverandøren av kalkingsanleggets database).

2.1.2 Sensorstabilitet og nøyaktighet

Sensorstabiliteten var god i hele perioden. Imidlertid ble det periodevis registrert avtagende PLS-doser i forbindelse med flom (Figur 2). Årsaken til dette forholdet er usikker, men kan ha sammenheng med feil beregnet vannføring forbi anlegget (se 3.1).

2.1.3 Doseringshistorikk og effekter av doseringen

Stans eller minimal dosering i forhold til doseringssignalet i over 8 timer oppsto 3 ganger i løpet av perioden. Datoene var 21. juni, 13. juli og 10. september. Stoppene varte fra 13 til 25 timer. Stopp i doseringen 21. juni var en kontrollert stopp etter tømning av beholdningstanken for rensing av tankveggene, da kalksteinsmelet som for tiden ble levert hadde en tendens til å klogge på overflater.

2.1.3.1 Kalkdosene

Anlegget doserte med forskjellige PLS-doser satt opp av driftsansvarlig for å sikre en god dosering i forhold til pH-målet i Herefossfjorden. Langtidsdosene var gjennomgående lavere (2/3 til 1/2) enn PLS-dosene. PLS-dosene var 4 g/m³ til fram til 15. februar, da de ble øket til ca. 5-6 g/m³. Disse dosene ble opprettholdt til midt i juni, da de ble øket til ca. 35 g/m³ for å tømme beholdningstanken for kalksteinsmel før service og vedlikehold. Da anlegget ble startet opp igjen, ble dosene satt til 6-8 g/m³. PLS-dosene var jevnt økende etter dette i en måned til ca. 15-20 g/m³, antagelig som følge av effekter ved høy dosering ved svært lave vannføringer. Den 21. juli kom en liten flom som bidro til at dosene igjen ble lavere ca. 6-8 g/m³ (Figur 3). Disse ble opprettholdt til midt i oktober, da dosene ble redusert noe, ca. 5 g/m³. Disse dosene ble opprettholdt ut året. Hele forløpet er gjengitt i Figur 4.

2.1.3.2 Effekt av doseringen i Herefossfjorden

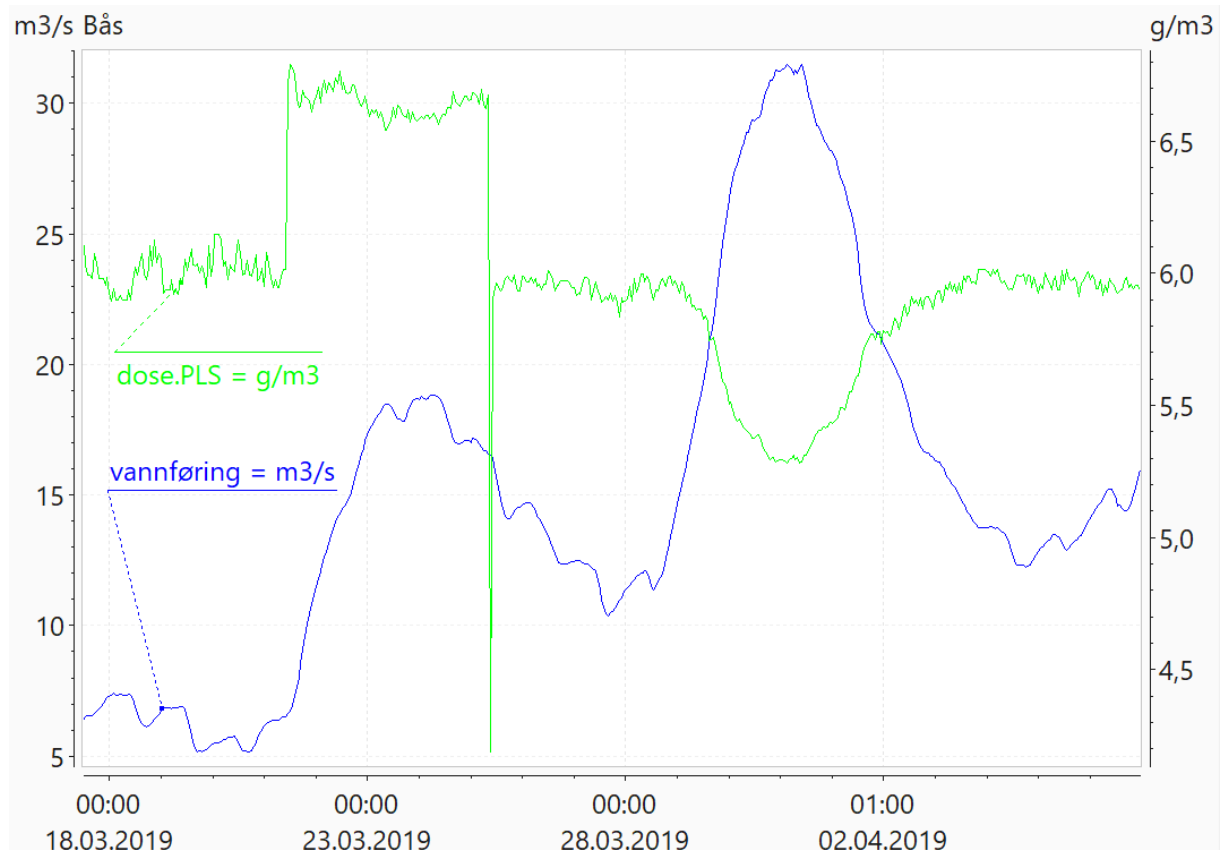
pH-verdiene fra utløpet av Herefossfjorden gir god informasjon om tilstanden i Herefossfjorden. Målingene som blir foretatt på Søre Herefoss doseringsanlegg er ikke kvalitetssikret, men de gir likevel en indikasjon på surhetsnivået i fjorden. pH i Herefossfjorden påvirkes også av doseringen i Uldalsgreina, men mye av pH-variasjonene kan likevel forklares med kalkingen fra Bås-anlegget.

pH i fjorden var under målet (pH 6,0) fra 13. februar til 22. april. Laveste nivå var da pH 5,7. pH økte deretter raskt utover i mai til ca. pH 6,3. Fra mai gjennom sommeren og utover høsten varierte pH mellom 6,3 og 6,1, og var da aldri lavere enn pH 6,0 (Figur 5).

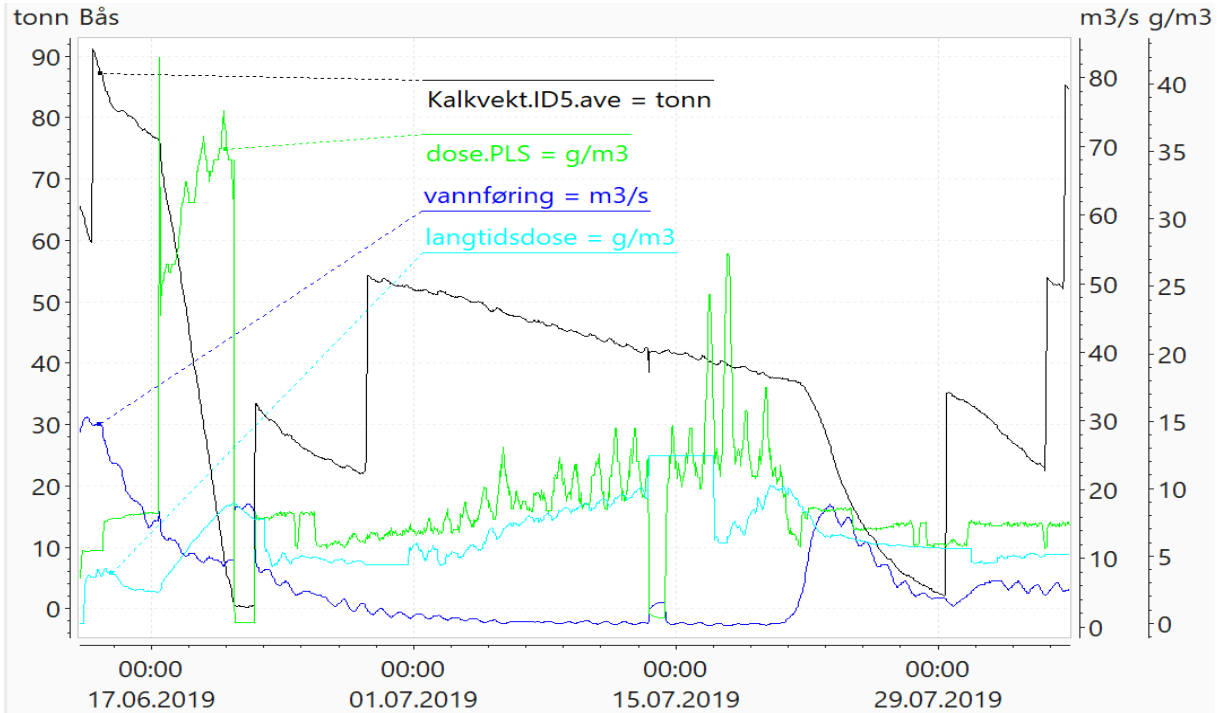
2.1.4 pH oppstrøms Bås

I forbindelse med oppfølging av effekter etter den ekstremt tørre sommeren 2018 ble det etablert en automatisk pH-overvåkingsstasjon for måling av vanntemperatur og pH oppstrøms all kalkdosering i Tovdalselva. Stasjonen er plassert på Bås kalkdoseringsanlegg. Denne stasjonen er fortsatt operativ, og tanken er at den fortsatt skal måle pH-utviklingen gjennom årene. Den vil da fungere som en automatisk pH-overvåkingsstasjon for forsursutviklingen i et stort ukalket vassdrag.

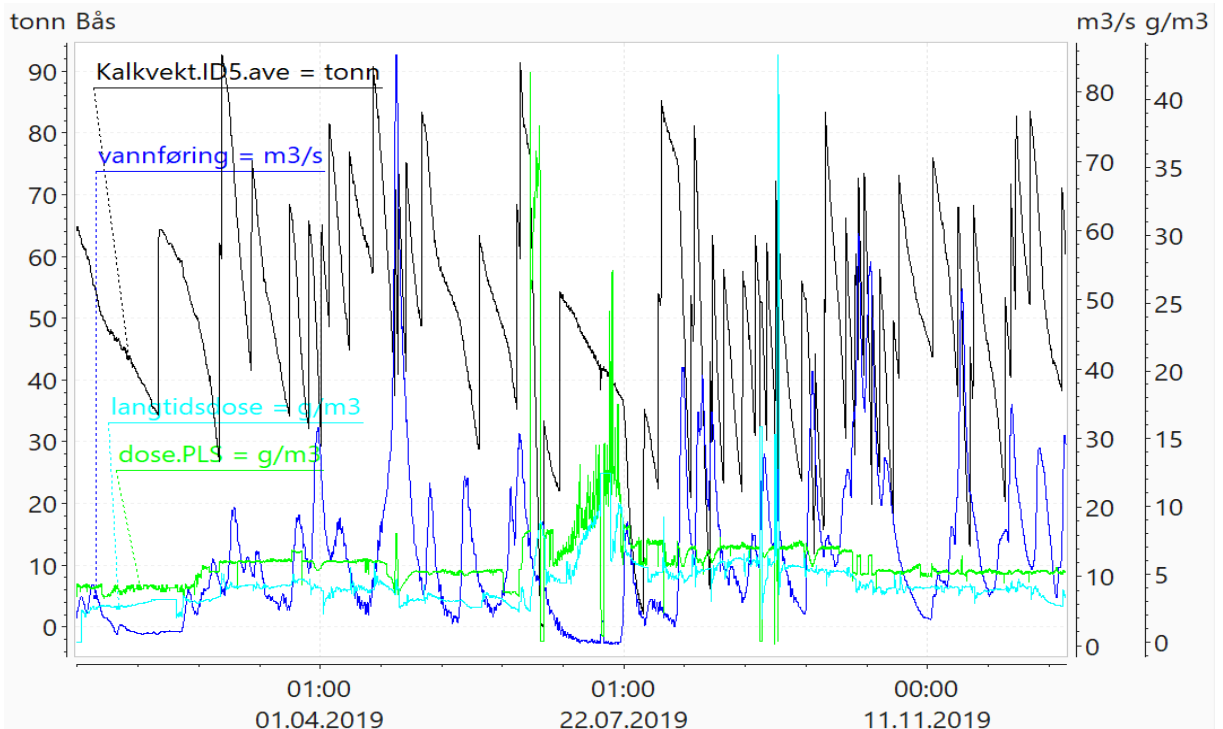
I 2019 gikk data fra 19. februar til 17. juni Tapt på grunn av sviktende backup-rutiner (se 2.1.1). Det er foretatt kvalitetssikring av eksisterende data på grunnlag av flere målinger foretatt med justert felt-pHmeter. Lav pH ble dokumentert i begynnelsen av året (pH 5,4) økende til pH 5,6 i februar. Også om sommeren var det relativt lav pH i Tovdalselva med hyppige ekstra små forsuringer i forbindelse med gjentatte flommer. I september og første del av oktober var pH høyere (pH 5,7-5-8) for så å bli redusert igjen mot slutten av året (Figur 6).



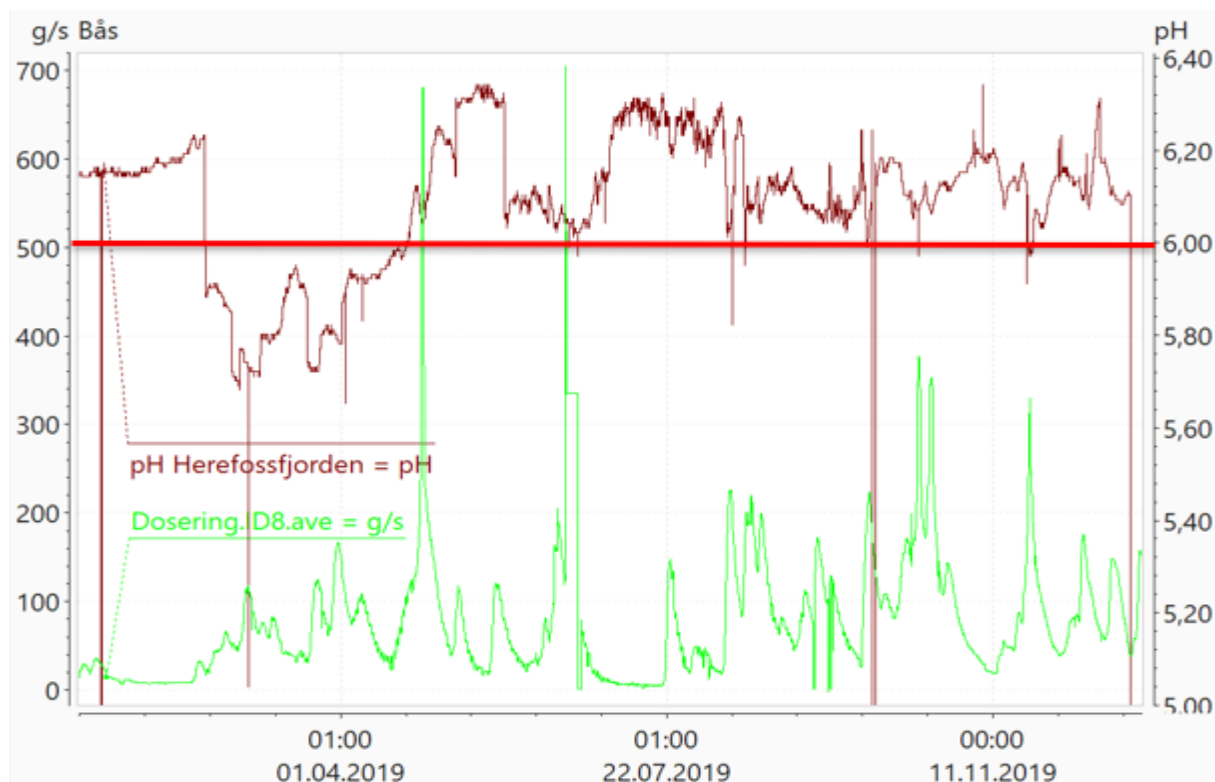
Figur 2. PLS-dose på doseringsanlegget ved Bås og vannføringen forbi anlegget i siste del av mars 2019. PLS-dosen utvikler seg ulikt ved de to flommene.



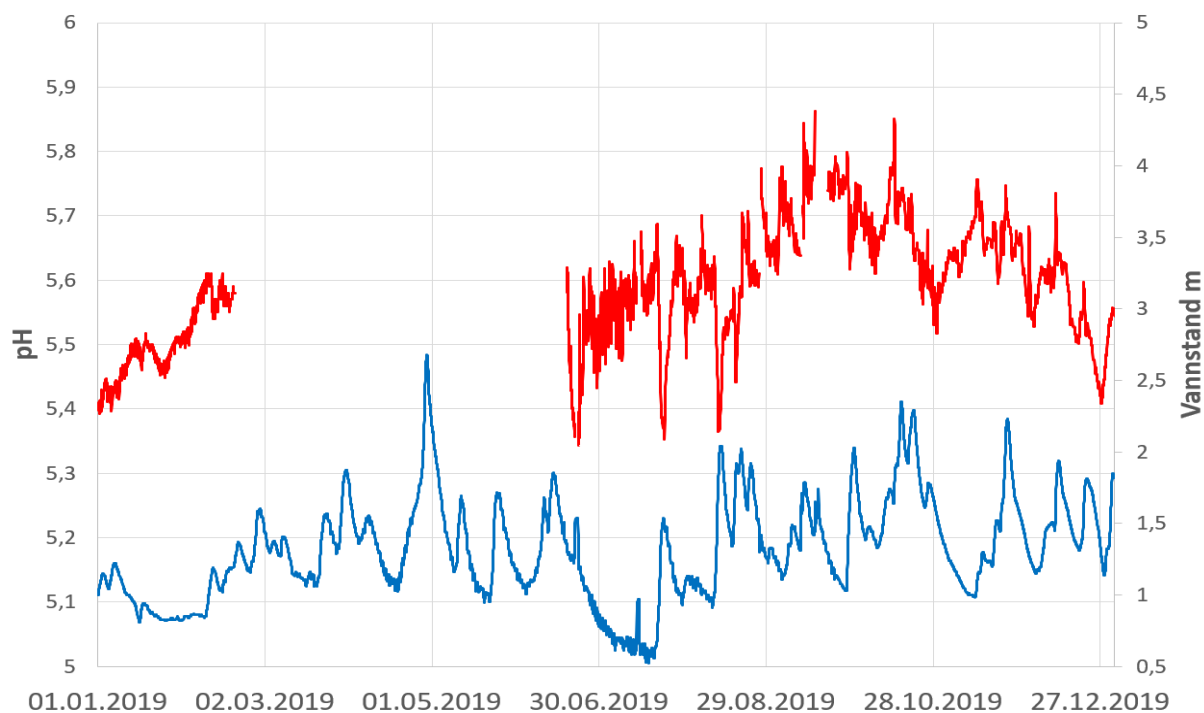
Figur 3. Vannføring, kalkvekt, langtidsdose og PLS-dose i siste del av juni og juli. Beholdningen av kalksteinsmel ble raskt tømt. Deretter oppsto en periode om sommeren med lav vannføring og høye kalkdoser.



Figur 4. Vannføring, kalkvekt, langtidsdose og PLS-dose gjennom hele året ved Bås doseringsanlegg.



Figur 5. pH i Herefossfjordens overflatevann sammen med doseringen fra Bås doseringsanlegg i hele 2019. pH-mål for Herefossfjorden er merket med horisontal linje.



Figur 6. pH oppstrøms Bås doseringsanlegg og relativ vannstand ved anlegget.

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 tilfredsstillende ved høye vannføringer. Anlegget var også i meget dårlig forfatning og ble erstattet av et anlegg med større doseringskapasitet (opp til 266 g/s) sommeren 2015. Det nye anlegget er enklere å betjene, slik at variabel dosering er innført. Doseringen kan dermed styres også mot behovet i Herefossfjorden. Denne målsettingen har blitt viktigere å oppfylle etter at Skjeggedal doseringsanlegg ble lagt ned. Det er ikke montert egen driftskontroll-logger på det nye anlegget. Doseringsdata er derfor innhentet fra MikaCom (Miljøkalk) og bearbeidet med driftskontrollens grafikkverktøy som grunnlag for rapporteringen.

2.2.1 Kvalitet og kontinuitet av loggedata

Det er ikke langvarige hull i datarekkene for de parameterne driftskontrollen benytter seg av. Eneste avvik var 21. mai, da vannstandsdata uteble i nesten 3 dager.

Det var umulig å avlese PLS-dosene med utgangspunkt i vannstand/vannføringstabell for Skåre. Årsaken var at ultralydvannstandsmåleren er blitt byttet ut med en trykkmåler. Dette endret de avleste nivåene i elva. Korrigeringer er gjort på anlegget for å tilpasse beregnet vannføring, men de nye vannstandsmålingene er ikke innarbeidet i tabellen. PLS-dosene beregnes derfor fra den tilpassete vannføringen på anlegget (vannføring MikaCom). Langtidsdosene er også beregnet med utgangspunkt i de samme vannføringsberegningene.

2.2.2 Doseringshistorikk og effekter av doseringen

Det var 7 tilfeller der anlegget stoppet å dosere i mer enn 8 timer. Til sammen utgjorde dette 18 døgn uten dosering (Tabell 1. Dette har minimal betydning for surhetsnivået i Herefossfjorden og lakseførende strekning av elva. Anleggets doseringssikkerhet har derfor vært tilfredsstillende i hele perioden.

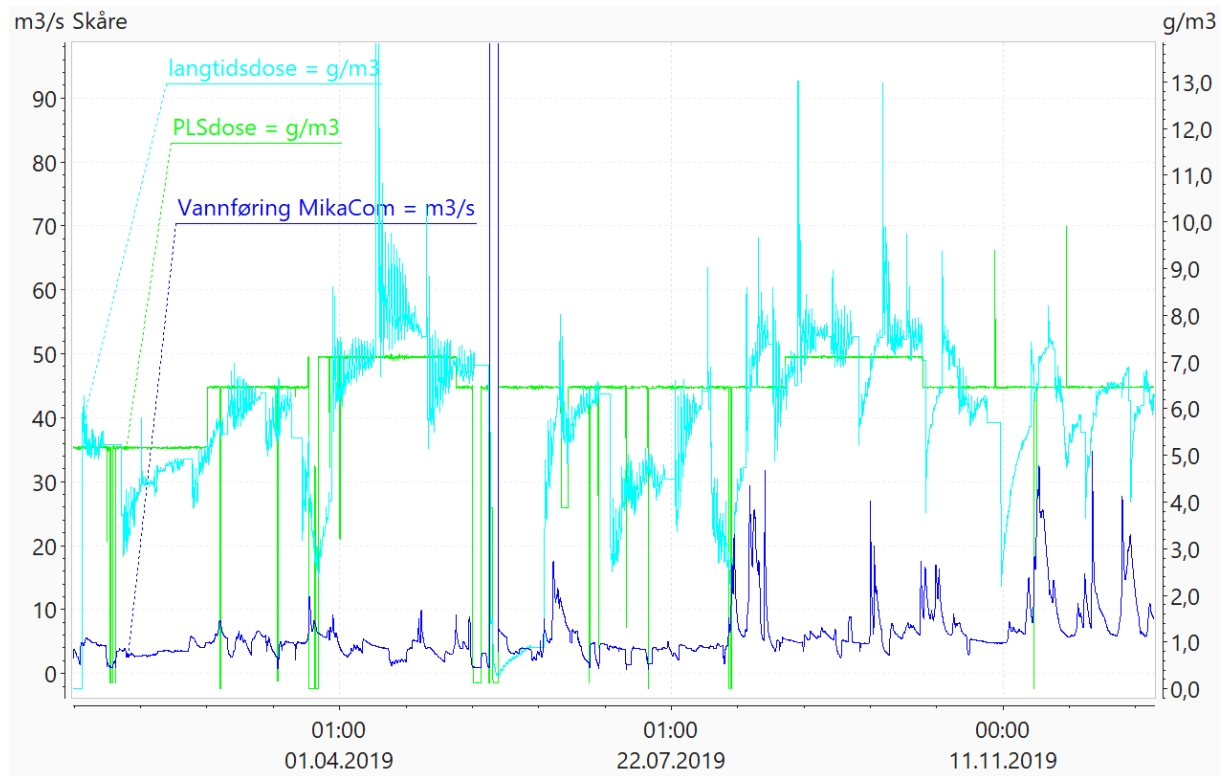
Tabell 1. Dager uten kalkdosering fra Skåre doseringsanlegg i 2019.

Dato	Antall dager uten dosering
12.01.2019	3,1
21.03.2019	3,3
16.05.2019	2,9
13.07.2019	3,4
09.08.2019	1,8
05.11.2019	2,5
01.12.2019	1

2.2.2.1 Kalkkonsentrasjonen i elva fra anlegget

PLS-dosene som ble levert fra anlegget var 5 g/m³ fra januar til 15 februar. I siste del av januar og først del av februar var langtidsdosene noe lavere. I siste del av februar ble PLS-dosene først økt til 6,5 g/m³, siden til 7 g/m³. Fra 10. mai ble dosene igjen redusert til 6,5 g/m³. Langtidsdosene viste i denne tiden tilsvarende konsentrasjoner. Doseringen fortsatte med samme PLS-doser ut hele året,

bare avbrutt av litt høyere doser fra 29. august til 15. oktober. I juli og det meste av august var langtidsdosene periodevis lavere, helt ned mot det halve av oppgitt dose. Andre ganger var disse dosene i samme nivå som PLS-dosene. Om høsten var langtidsdosene gjennomgående høye. Doser og vannføring gjennom året er gjengitt i Figur 7.



Figur 7. PLS-doser, langtidsdoser og vannføring ved Skåre doseringsanlegg i hele 2019.

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 derfor styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget.

pH-mål i lakseførende strekning av Tovdalselva for 2019 var satt til pH 6,0 fra 1. januar til 15. februar, pH 6,2 i perioden 15. februar til og med 14. april, pH 6,4 i perioden 15. april til 1. juni og pH 6,0 resten av året. Doseringsanlegget 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 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 5.

2.3.1 Kvalitet og kontinuitet av loggete data

Det foreligger en nær kontinuerlig rekke av loggedata som benyttes i driftskontrollen, kun avbrutt av noen få timer 8. januar. Disse dataene er hovedsakelig innhentet via driftskontrollens eget loggesystem, men grunnet defekt modem ble overføringer avbrutt i en lang tidsperiode fra 25. februar til 17. mars. Sensorsignaler manglet også fra alle parametere i tre dager fra 28. desember. I disse tilfeller er data innhentet fra MikaCom. Vannstand var ikke tilgjengelig på denne databasen i den siste perioden. Vannføringen er da heller ikke beregnet.

pH ved overvåkingsstasjonen på Boen er kvalitetssikret. pH- og temperaturverdier fra doseringsanlegget (oppstrøms og nedstrøms anlegget) er ikke kvalitetssikret.

pH oppstrøms doseringsanlegget måles i en kyvette koblet til pumpevann fra elva til blandekaret for kalk inne på anlegget. pH kan bare vise riktige verdier dersom vannstrømmen er kontinuerlig gjennom denne kyvetta. Det var to tilfeller med stopp i gjennomstrømmingen. Dette var 30. september da det var en ombygging på anlegget, og 5 dager fra 13. desember.

2.3.2 Sensorstabilitet og nøyaktighet

pH nedstrøms anlegget måles med pH-sensoren neddykket i elva. Dette er et kombinert-element som også måler temperaturen. Temperaturen blir derfor målt direkte i elvevannet uten mulighet til å bli påvirket av ytre faktorer. Nøyaktigheten er derfor bare avhengig av sensorens egenskaper og manuelle kalibreringer. Temperaturutviklingen er viktige for biologiske prosesser i elva. Årskurven for temperatur er gjengitt i Figur 8. Det er uvisst hvor nøyaktig denne er.

2.3.3 Doseringshistorikk og effekter av doseringen

På grunn av defekte lagre i framtrekksskruen for kalk, måtte beholdningstanken tømmes for kalk tidlig i januar. Dette resulterte i meget høye kalkdoser i elva, og høy pH nedstrøms anlegget, (Figur 9).

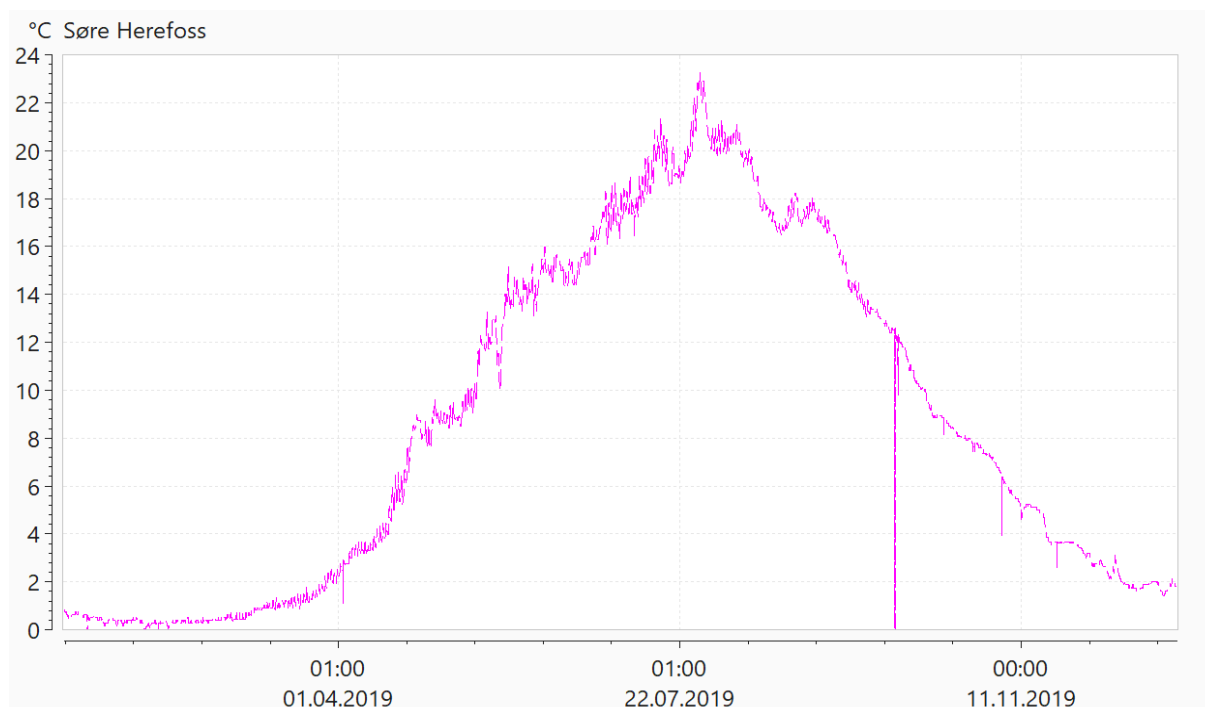
Anlegget har skiftet kalkleveranser av kategori 3 kalk fra VK3 til EY3. Denne hadde egenskaper som medførte store problemer med doseringen. Anlegget stoppet mange ganger på grunn av klogging av kalk. Doseringen ble også ustabil, og stor innsats måtte nedlegges for å kunne opprettholde driften våren 2019, (operatør Sven Arne Ånensen pers. med.). Driftsproblemene medførte mange kortvarige dropp i pH nedstrøms anlegget. Eksempel på forholdene er gitt i Figur 10, der økt PLS-dose er et uttrykk for ønsket dosering, men hvor den faktiske doseringsøkningen uteble eller kom i etterkant, når manuelle tiltak på anlegget begynte å virke. Under en flom rundt 1. mai ble det tilført mye kalk uten at dette syntes på pH nedstrøms anlegget. Siden pH oppstrøms anlegget ikke var spesielt lav, kan årsaken til høy dosering være ufølsom/ukalibrert pH-elektrode på pH-meteret nedstrøms anlegget. Reaksjonen på høye doser var imidlertid synlig på overvåkingsstasjonen ved Boen, der pH økte kraftig (pH 6,7). Imidlertid viser Figur 11 at PLS-dosen var mye høyere enn driftskontrolldosen, noe som underbygger dokumentasjonen på at kalkkvaliteten var vanskelig å dosere ut. På grunn av alle doseringsproblemene, satte operatøren opp pH-kravet på anlegget til pH 6,6. Dette kravet ble beholdt til 14 juni. Doseringsautomatikken viste også til tider meget ustabil regulering av doseringen. Eksempel på dette er vist i Figur 12.

Det var få tilfeller med pH under målet i mer enn åtte timer sammenhengende i noen del av lakseførende strekning. Registrerte tilfeller er listet i Tabell 2. Avvikene var kortvarige, men store. De oppsto tidlig i smoltifiseringsfasen for utvandrende laksesmolt om våren. Derfor vurderes betydningen av tilfellene som minimale.

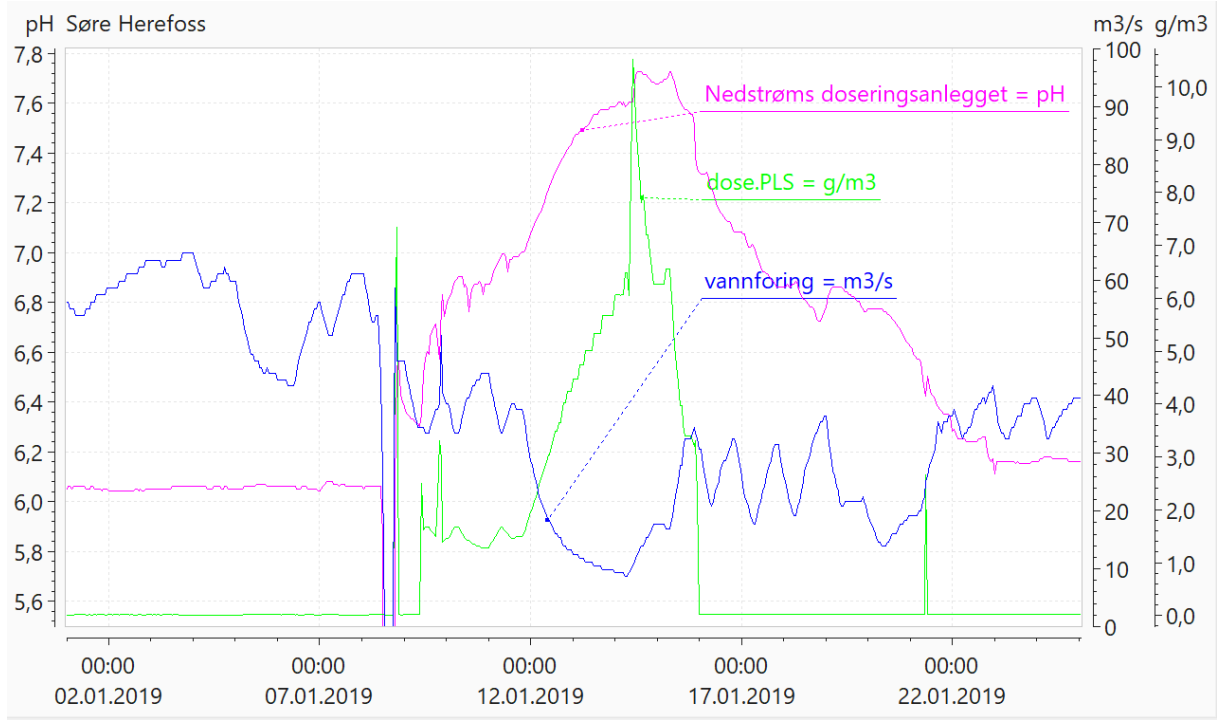
Figur 13 viser pH-utviklingen gjennom hele året 2019 sammen med pH-målene. Det var en del tilfeller der pH var kortvarig under målet (< 8 timer). Disse er synlig på grafen som dropp ned til ca. pH 6 i smoltifiseringsperioden om våren med forhøyde pH-mål.

Tabell 2. Tilfeller med pH under målet i mer enn åtte timer sammenhengende i 2019.

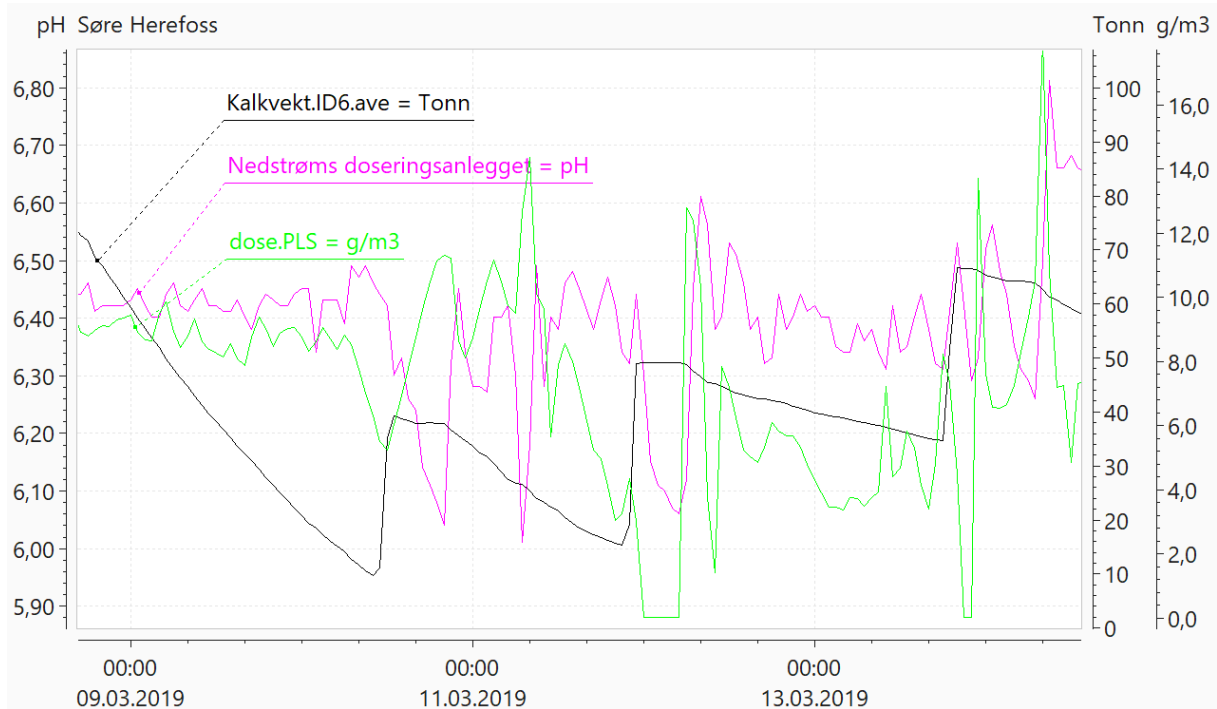
Dato	Dager under pH-målet Nedstrøms doseringsanlegget	Boen	Laveste	Avvik
			verdi	pH
			pH	pH
15.02.2019		7,6	6,1	0,1
07.03.2019	0,3		5,9	0,3
31.03.2019	0,6		5,9	0,3



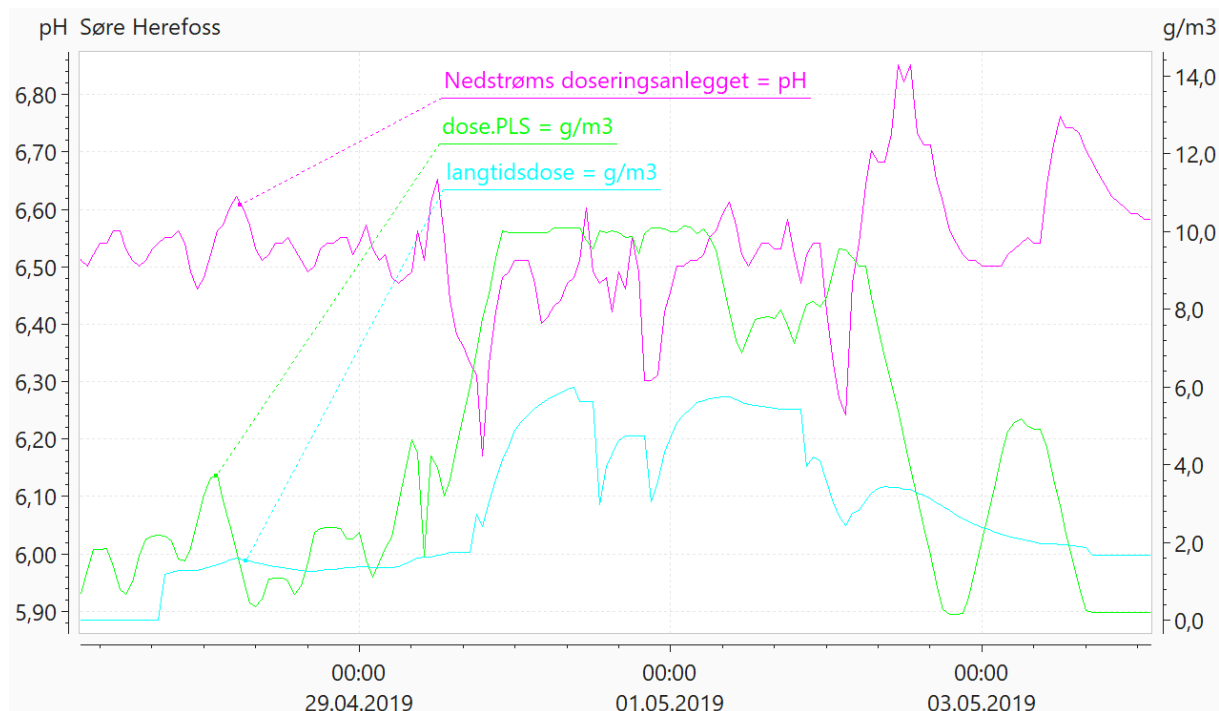
Figur 8. Vanntemperatur i elva nedstrøms kalkdoseringsanlegget på Søre Herefoss i 2020 (ikke kvalitetssikret).



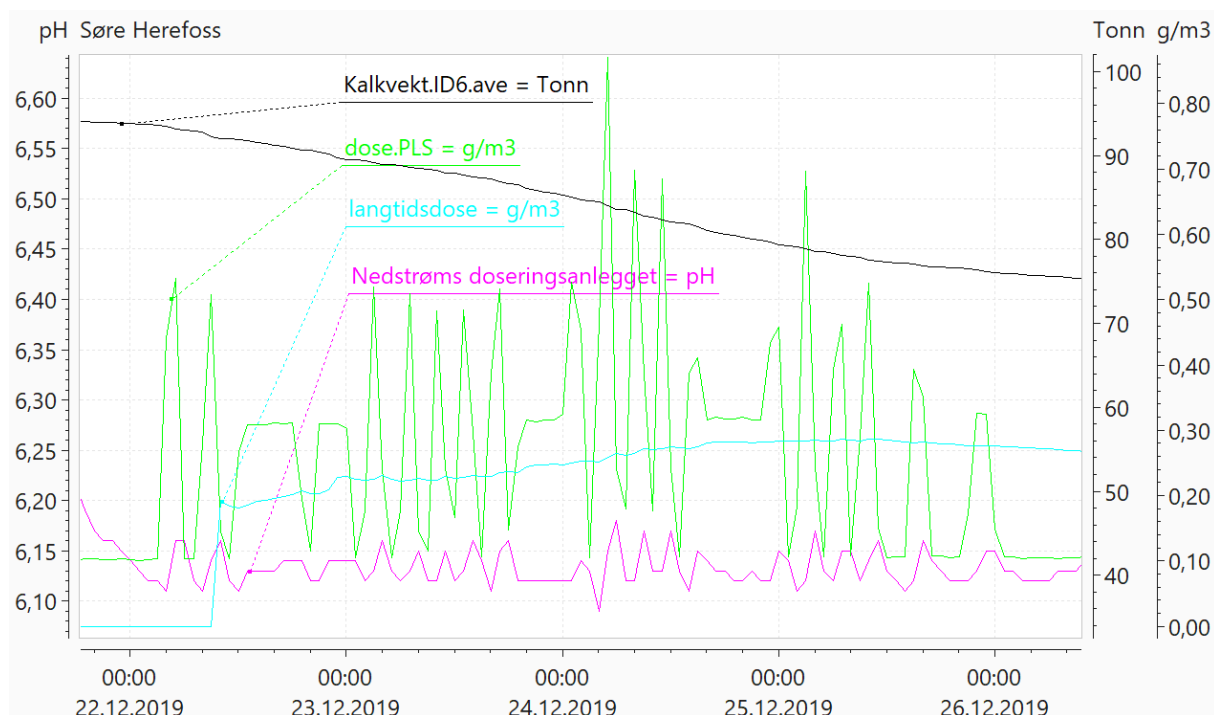
Figur 9. Vannføring, PLS-dose og pH nedstrøms doseringsanlegget i januar, da anlegget måtte tømmes for kalk.



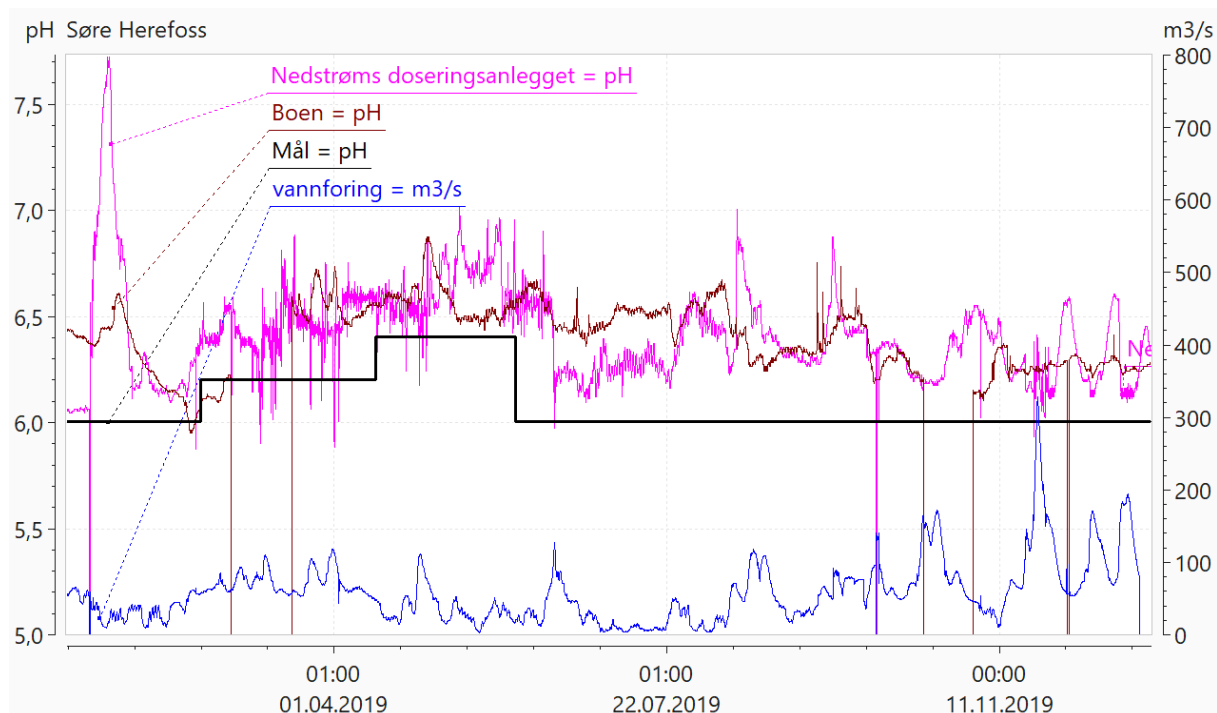
Figur 10. Kalkbeholdning, PLS-dose og pH nedstrøms Søre Herefoss doseringsanlegg i deler av mars 2019. Ustabil dosering og stopp i doseringen vises ved tre anledninger.



Figur 11. pH og beregnede doser tilført elva under en flom rundt 1. mai 2019. Liten pH-respons ble dokumentert, selv om dosene var høye.



Figur 12. Kalkvekt, PLS-dose, langtidsdose og pH nedstrøms doseringsanlegget en uke i desember 2019. Ustabil regulering av doseringen vises i PLS-dosene. Den gjennomsnittlige doseringen var ca. 0,2–0,3 g/m³ (langtidsdosen).



Figur 13. pH nedstrøms anlegget og ved Boen sammen med pH-målet for elva og vannføringen gjennom hele året 2019.

3 Vurderinger og forslag til tiltak

3.1 Bås

Doseringen fra Bås doseringsanlegg gir raskere pH-effekter i Herefossfjorden enn doseringen fra Uldalsgreina. Det ble registrert avtagende PLS-doser i forbindelse med flom. Dette kan ha sammenheng med feil beregnet vannføring forbi anlegget. Vannføringsberegningene bør oppgraderes. Dette er tidligere påpekt. Kalksteinsmelet som ble levert til anlegget hadde en tendens til å klogge på overflater, særlig om våren. Kalkdosene varierte fra i perioden fra 2-3 g/m³ til 6-8 g/m³ avhengig av behovssituasjonen. Ved lave vannføringer økte dosene til 15-20 g/. 'under tømning av beholdningstanken for rensing og vedlikehold ble dosene enda høyere (35g/m³). Det er ikke heldig med for høye kalkdoser, da kalksteinsmel som ikke umiddelbart løses opp, er små partikler av knust stein som kan medføre gjellebetennelse hos fisk. Unødvendig høye doser i evla bør derfor unngås. Mye av pH-variasjonen i Herefossfjorden kan forklares med kalkingen fra Bås-anlegget. pH i fjorden var under målet om våren. Doseringen fra anlegget kunne i denne perioden vært noe høyere. pH økte imidlertid mot sommeren, og var over målet hele resten av året.

Den automatiske pH-stasjonen oppstrøms all kalkdosering i Tovdalselva fungerer som kontinuerlig overvåking av forsuringsutviklingen store ukalkete nedbørfelt. Det var et stort hull i datarekkene i 2019. For å kunne opprettholde en god og sikker drift med kvalitetssikringsarbeidet kreves det ekstra midler. Det er et håp om at egne midler kan avsettes til dette arbeidet.

3.2 Skåre

Skåre kalkdoseringsanlegg er for tiden det eneste anlegget som kalker for Uldalsgreina. Doseringen kan gi variabel dosering med manuelle innstillinger. Doseringen kan dermed justeres mot behovet i Herefossfjorden. Siden nivåmåleren ble byttet ut, er avleste vannstander endret slik at det gir feil vannføringsavlesinger i tabellen. Nye tilpassinger av gjort i MikaCom, og det er disse som må benyttes til PLS-doseberegninger. Tabellen bør oppgraderes slik at vannstandene blir tilknyttet de riktige vannføringene. Doseringen fra anlegget var stabil nok til å konstatere at effekten av doseringen var tilfredsstillende, men lav pH i Herefossfjorden om våren kunne godt resultere i noe høyere dosering.

3.3 Søre Herefoss

Siden anlegget skiftet kalkleveranser av kategori 3 kalk fra VK3 til EY3 har det vært problemer med stabilitet i doseringen (Høgberget m.fl. 2019). Dette problemet fortsatte utover våren også i 2019, og anlegget stoppet mange ganger på grunn av klogging av kalk. Driftsproblemene medførte mange kortvarige dropp i pH nedstrøms anlegget. pH ble heller ikke målt riktig i denne periode. Dette resulterte i høye doser der effekten ble målt på overvåkingsstasjonen ved Boen. Tiltak for sikring av vannkvaliteten ble gjort ved å heve pH-kravet 6,6. Til tross for aller problemene var det få tilfeller med pH under målet. Avvikene var kortvarige, men store. De oppsto tidlig i smoltifiseringsfasen for utvandrende smolt. Derfor vurderes betydningen av tilfellene som minimale, og driftssikkerheten på anlegget vurderes som god på grunn av betydelig innsats for å sikre doseringen fra anlegget i den mest utfordrende tiden om våren.

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. 2017. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. År 2016. NIVA rapport
L.nr. 7180.

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., Håvardstun, J. og Skancke, L. B. 2018. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. År 2017. NIVA Rapport L.nr. 7280.

Høgberget, R., Håvardstun, J. og Skancke, L. B. 2019. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. År 2018. NIVA Rapport L.nr. 7413.

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