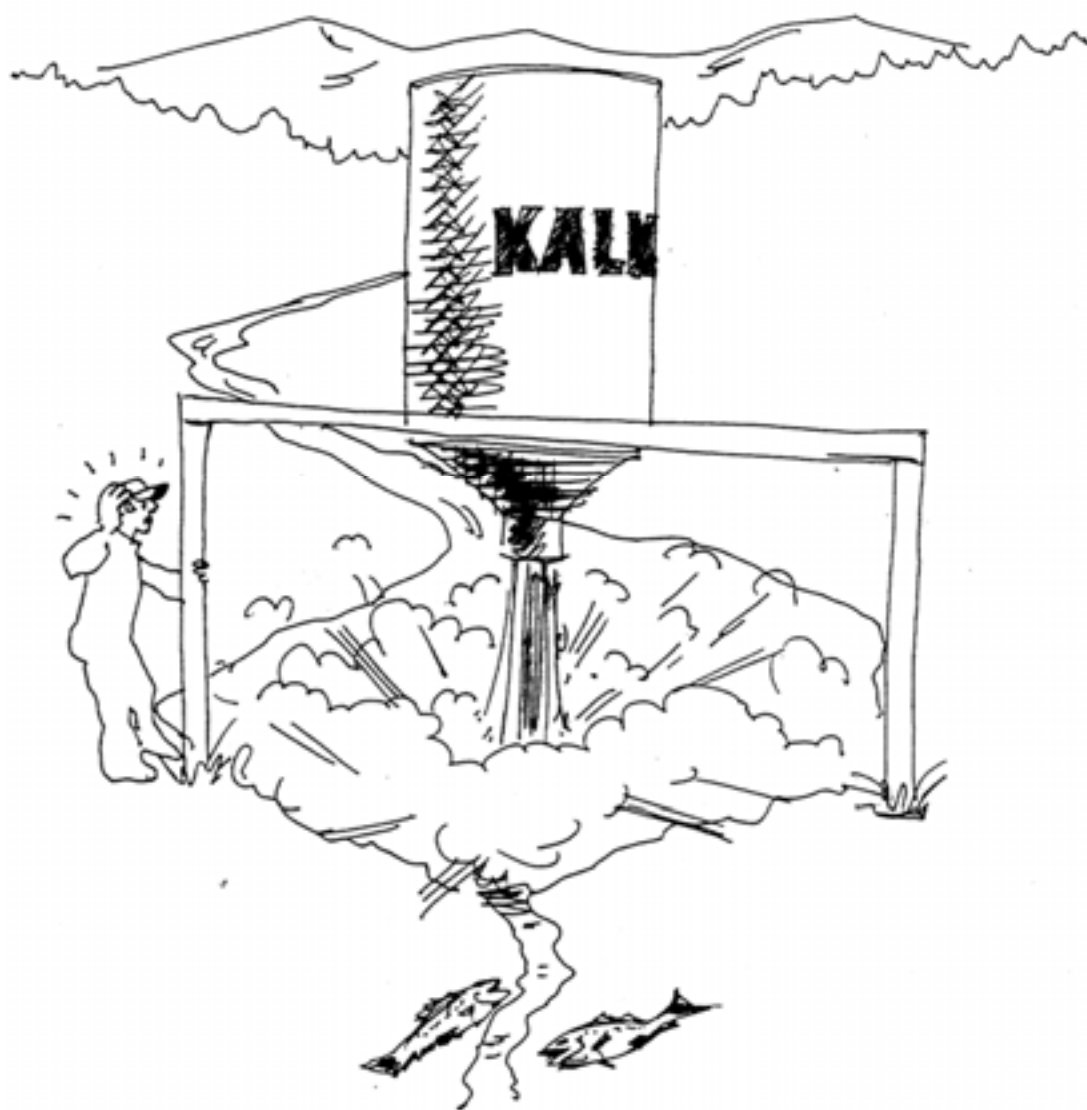


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2014



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 2014	Løpenr. (for bestilling) 6844-2015	Dato 07.04. 2015
	Prosjektnr. Undernr. 15134	Sider 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 2014, samt forslag til forbedringstiltak. Driften på Bås doseringsanlegg var meget god. Høye doser sent på våren medvirket til unødig høy pH i Herefossfjorden om sommeren. På grunn av dette, ble anlegget avstengt en lang periode om sommeren. Det var liten sammenheng mellom langtidsdoser og styringsdoser ved lave vannføringer. Skjeggedalsdosereren var uten driftskontroll på grunn av manglende vekt- og vannstandssignal fra anlegget. Skåre doseringsanlegg manglet veidata i lange perioder. Driftskontroll av anlegget var da umulig. I periodene med driftskontroll var driften tilfredsstillende ut fra forutsetningene, men ikke god nok, da anlegget var i så dårlig teknisk forfatning at høy dosering var praktisk umulig. Likevel bidro kalkingen fra anlegget i noen grad til å opprettholde pH-målet i Herefossfjorden. Søre Herefoss-anlegget hadde meget god driftssikkerhet. Anlegget doserte til tider for mye kalk. Det foreslås å benytte elvtemperaturen 1. april hvert år for å vurdere tidspunkt for smoltutvandring og dermed når høye pH-mål skal innføres.

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 2014

Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget. Anleggene 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.

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 avtales dokumentasjon ved en kortfattet avvikrapport fra NIVA hvert år.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA som i 2014 besto av Tormod Haraldstad 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, 07.04. 2015

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. innledning	8
1.1 Ord og uttrykk i rapporten:	9
2. Driften av anleggene	11
2.1 Bås	11
2.2 Skåre	13
2.3 Søre Herefoss	15
3. Vurderinger og forslag til tiltak	18
3.1 Bås	18
3.2 Skåre	18
3.3 Søre Herefoss	18
4. Referanser	21

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden (1. januar -31. desember 2014).

Bås

- Driften på anlegget var meget god i hele perioden.
- Det var dårlig samsvar mellom langtidsdoser og styringsdoser på anlegget når vannføringen var lav. Forholdet må utredes/utbedres.
- Doseringen måtte reduseres for å unngå transport av kalk på veien til anlegget da veilegemet brøt sammen i januar. Forholdet er utbedret.
- Dosene fra anlegget varierte i området 1-8 g/m³ avhengig av behovet for å nå pH-målet i Herefossfjorden. Doseringen som ble levert fra Bås bidro sterkt til at pH i Herefossfjorden økte mer enn vanlig om sommeren.
- Det ble kalket mye fra Bås om våren for å holde pH-målet i Herefossfjorden. Imidlertid ble pH meget høy i tre måneder om sommeren selv om det i mesteparten av denne tiden ikke ble kalket fra anlegget.
- I samråd med NIVA ble anlegget sommerstengt 19. juni på grunn av meget høy pH i Herefossfjorden. Anlegget var avstengt sammenhengende i 51 dager.

Skjeggedal

- Det foreligger ikke driftskontrolldata fra anlegget i 2014 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 manglende veiedata i store deler av året. Derfor var driftskontrollen mulig kun deler av året. I tiden det var driftskontroll var driften etter forholdene tilfredsstillende, men ikke god.
- Driften på anlegget kunne ikke bli god så lenge den tekniske tilstanden begrenset mulighetene for variert dosering. Anlegget doserte med fast doseringsnivå i hele 2014. Dosene varierte mellom 1-10 g/m³.
- Til tross for driftsproblemer bidro anlegget i noen grad til å opprettholde pH-målet i Herefossfjorden, særlig om våren.
- Driftskontrollen ble nedlagt for siste gang 10. november, da ble det besluttet at man ikke skulle reparere mer på det eksisterende anlegget.
- Driftskontroll må igjen opprettes på nytt anlegg når dette står ferdig til bruk.
- NIVA anbefaler etablert en ny automatisk pH-overvåkingsstasjon ved Skripelandsfjorden. En eventuell etablering forenkles ved at det nå er tilgang på både vei og nettstrøm i området. Stasjonen vil kunne overvåke kalkingseffekten i hele Uldalsgreina.

Søre Herefoss

- Driften av anlegget var meget tilfredsstillende. pH i lakseførende del av elva var kun marginalt under målet ved tre enkelttilfeller i 2014.
- Det var spesielt lav vannføring i 10 uker om sommeren. Dette ble etterfulgt av to store flommer, for deretter å ha en moderat vannføringsutvikling gjennom høsten.
- Da det ble registrert spesielt høy pH i Herefossfjorden gjennom hele sommeren, stanset doseringen, og anlegget forble uvirksomt i en lang periode på 13 uker.

- Det oppsto problemer med pH-meteret oppstrøms anlegget. Det ble byttet to ganger, og elektrodesystemet ble ombygget i arbeidet med å løse problemet.
- Det ble dosert spesielt mye fra anlegget i mars. Dette førte til unødvendig høy pH i elva.
- Høy pH ble også registrert i forbindelse med flommer om høsten, mye på grunn av resuspendert kalk fra elvebunnen.
- Temperaturregimet i elva bestemmer utvandringstiden for laksesmolt. Slik bestemmelsen for økte pH-mål fungerer (fast tidsintervall), er disse dårlig tilpasset det aktuelle tidspunktet for smoltutvandringen som vil variere mellom år
- På bakgrunn av erfaringstall foreslås en rutine der en vurderer temperaturnivået 1. april hvert år. Temperaturen denne datoen skal da avgjøre tidspunktet for heving av pH-målene i elva.

Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Tovdal river system. Non-conformance report 2014.

Year: 2015.

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 987-82-577-6579-8.

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 2014

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:

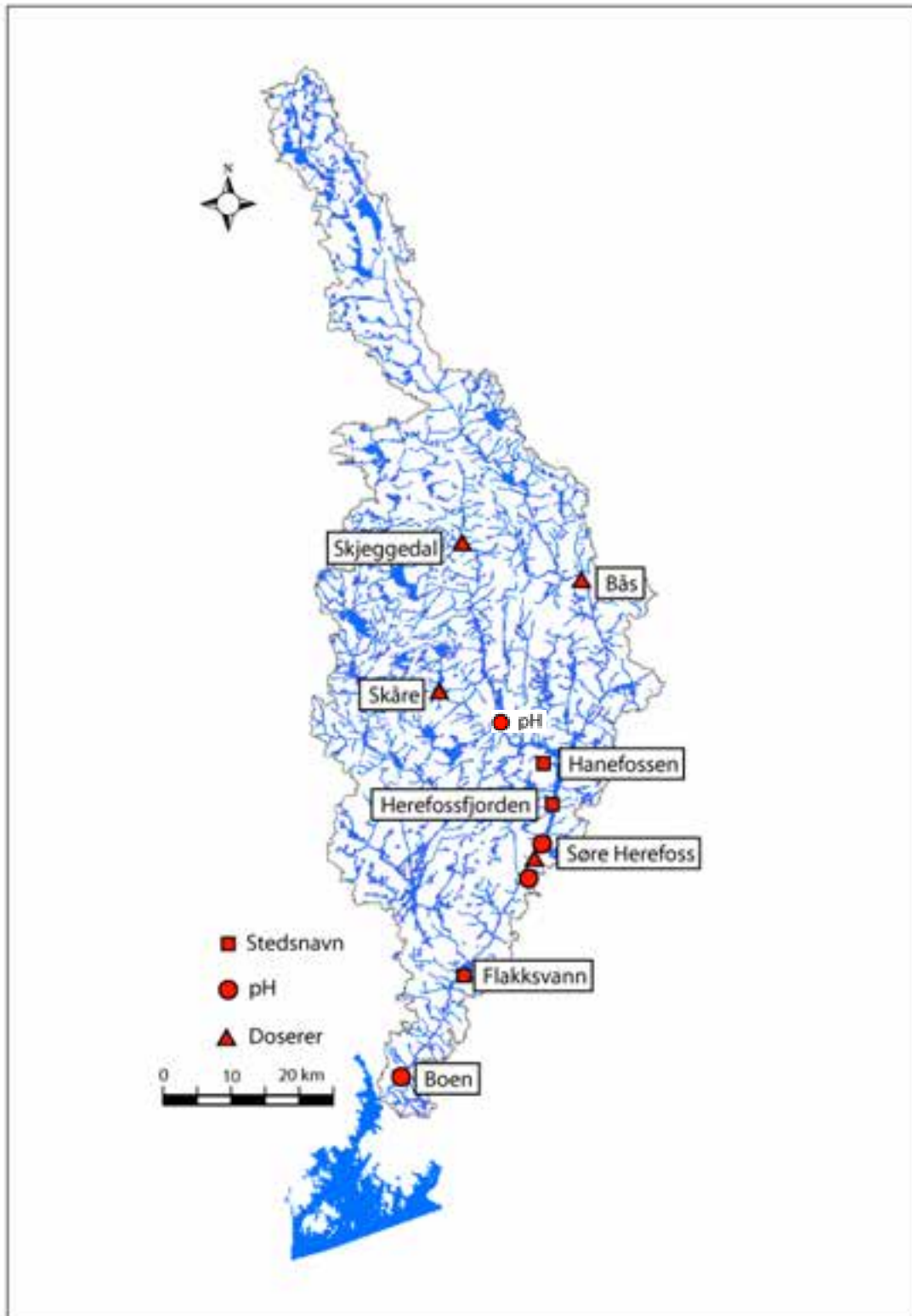
- oppstart av systemet - 1. juni 2000 (Høgberget 2000)
- 1. juni 2000 - 1. juli 2001 (Høgberget 2001)
- 1. juli 2001 - 31. desember 2001 (Høgberget 2002)
- 1. januar 2002 - 31. desember 2002 (Høgberget og Håvardstun 2003)
- 1. januar 2003 - 31. desember 2003 (Høgberget og Håvardstun 2005 a)
- 1. januar 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)
- 1. januar 2011 - 31. desember 2013 (Høgberget 2014)

Denne rapporten omhandler perioden 1. januar til 31. desember 2014.

1.1 Ord og uttrykk i rapporten:

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

Ord/uttrykk	Forklaring
Dosering	Brukes om generell tilsetning av kalk, men den egentlige betydningen er tilsetning av kalk per tidsenhet. I rapporten benyttes oftest g/s, dosering per sekund.
Dose	Dosering av kalk per volum vann. Den vanligste enheten er g/m ³ , gram kalksteinsmel per m ³ vann i elva.
PLS-dose, Styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m ³ /s). Dette er den dosen som anlegget ”tror” den gir til elva. Enheten blir g/m ³ .
Driftskontroll-dose	Den kalkdosen som er beregnet levert til elva på grunnlag av kalkvektsreduksjon i beholdningstank/kalksilo per tidsenhet dividert på akkumulert vannmengde forbi doseringsanlegget i samme tidsrom.
Timesdose	Den driftskontroll-dosen som er levert i løpet av en time. Verdien er gjennomsnittet av aktuelle timesdoser til elva. For eksempel vil en vektreduksjon på 0,9 tonn i løpet av en time gi en timesdose på 5 g/m ³ ved vannføring 50 m ³ /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m ³).
Langtidsdose	Den gjennomsnittlige driftskontroll-dosen som er levert til elva siden siste påfylling av kalk i beholdningstank/kalksilo. På kurvene som vises i rapporten kan det være store utslag. Dette oppstår i forbindelse med begynnende utregning fra ny beholdning. Årsaken er stor usikkerhet 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 eller annet avsyrningsmiddel 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 Tordalseelva med aktuelle stedsnavn (kvadrater), pH-målestasjoner (sirkler) og kalkdoseringsanlegg (triangler). Ønsket automatisk pH-stasjon er merket «pH» på kartet.

2. Driften av anleggene

2.1 Bås

Bås-anlegget står for 2/5 av all kalktilsetning i Tovdalsvassdraget. Det er derfor avgjørende at anlegget fungerer tilfredsstillende slik at man får en optimal effekt av kalkingstiltakene i vassdraget. Kalkdoseringsanlegget er fullautomatisert, og kalkdoseringen reguleres etter variasjonen i vannføringen. Beregnet standard dose som anlegget skal gi er 4,7 g kalksteinsmel/m³.

Signaler for vannstand og dosering ble registrert nesten kontinuerlig gjennom hele 2014. Vektsignalet falt bort i 5 dager fra 2. februar og to dager fra 26. juni. Flere mindre bortfall på under 8 timers varighet ble også registrert (til sammen 13 stk.).

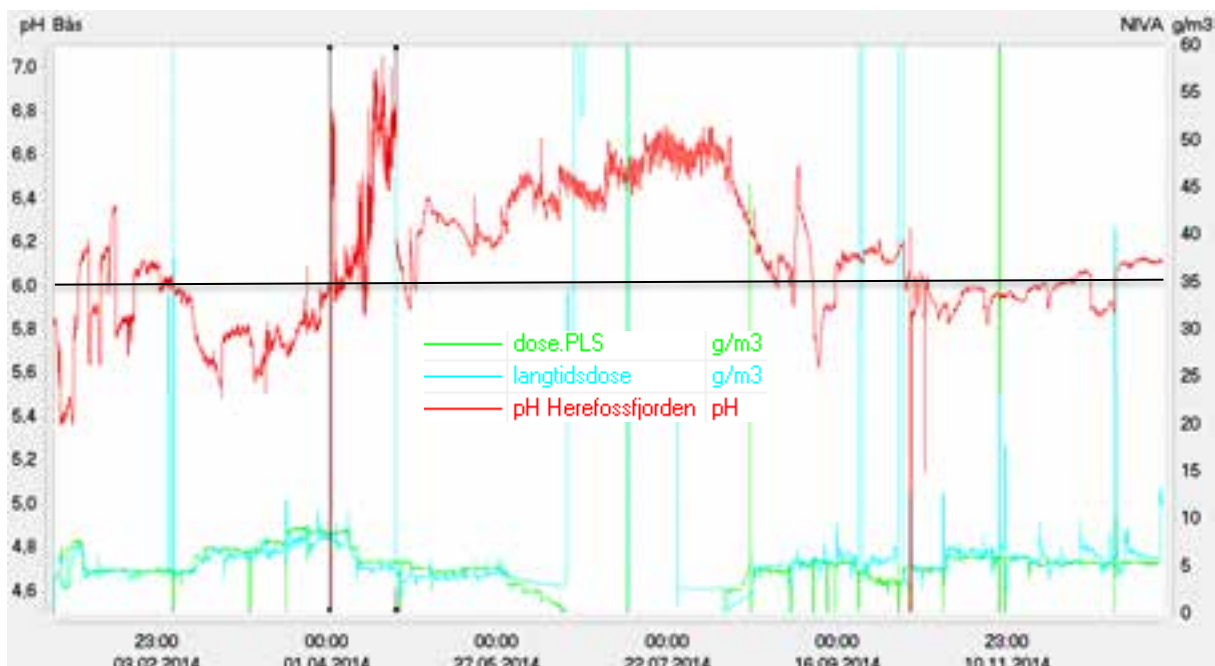
Anlegget hadde meget god driftssikkerhet i 2014. Kortvarige stopp i doseringen i lenger tid enn 8 timer oppsto bare tre ganger i løpet av rapporteringsperioden. Det var 0,5 døgn den 24. april, 9 timer den 9. oktober og 10 timer den 9. november. I tillegg sto anlegget stille i 51 døgn fra 19. juni. Dette var en kontrollert stenging i samråd med NIVA, da pH i Herefossfjorden var blitt mer enn høy nok i løpet av mai (pH-mål i fjorden 6,0), se **Figur 2**. Et annet forhold som førte til avstenging var at det etter hvert ble et stort misforhold mellom styringsdosen og den faktiske langtidsdosen. Anlegget doserte 2-3 g/m³ selv om signalet viste nærmest null dosering.

Ved to tilfeller (31. august og 7. september) ble det dosert fra anlegget selv om doseringssignalet viste 0.

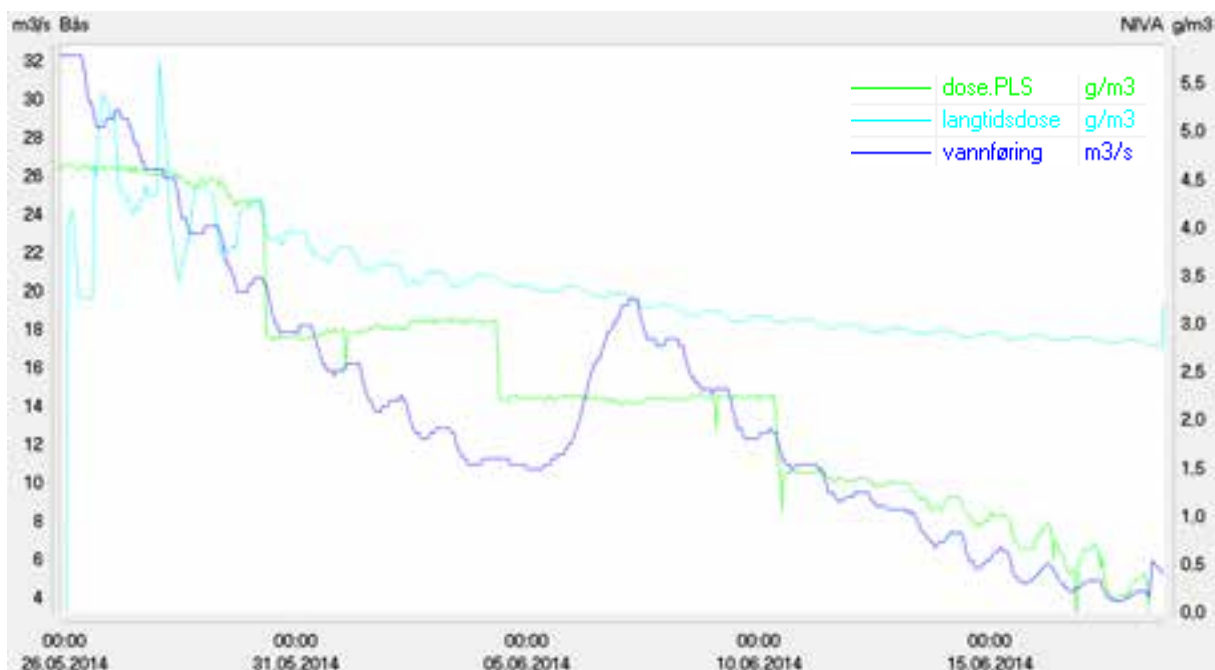
Dosene som ble levert fra anlegget varierte fra 8 g/m³ midt i mars til ingen dosering en lang periode om sommeren. Det var godt samsvar mellom styringsdose og langtidsdose i store deler av året. Imidlertid ble det dosert langt mer enn beregnet første halvdel av juni (**Figur 3**) og mindre enn beregnet den første tiden etter oppstart av sommerstengt anlegg.

Året begynte med økning av dosen fra 3,5-4 g/m³ til 6 g/m³ for å motvirke surere vann i Herefossfjorden (pH 5,8). Dosene måtte imidlertid ganske umiddelbart (3. januar) settes ned igjen til 2,5 g/m³ på grunn av vanskeligheter med å få tilkjørt ny kalk til anlegget. Årsaken var oppløsning av veilegemet på skogsveien inn til anlegget. En stor flom (88 m³/s) ble dermed dosert på nokså lave doser. Dosene ble igjen øket i to omganger til 7 og 8 g/m³ henholdsvis 5. og 7. januar. Da pH i fjorden økte over målet, ble dosen ingen redusert 10. januar til 4,5 g/m³. 16. februar begynte en stegvis økning over en måned til 8 g/m³ 18. mars. En måned senere ble dosene redusert igjen, først til 7, så til 5 g/m³. Dosene ble levert i nivåene 3,5-5 g/m³ gjennom en lang periode på 7 uker, før nedtrapping til 0 på grunn av stadig høyere pH i Herefossfjorden mot midtsommer. Etter oppstart 9. august økte dosene til 4,5-5,5 g/m³. Disse dosene ble beholdt til 22. september. Da ble styringsdosen redusert, men de faktiske dosene som langtidsdose ble opprettholdt på omtrent samme nivå. Godt samsvar mellom styringsdose og langtidsdose ble etablert igjen 10. oktober. Doser i underkant av 5 g/m³ ble levert fra anlegget til 22. oktober, da de ble øket til ca 6-6,5 g/m³. Dette nivået ble noe redusert fra 17. november, og lå deretter i området 5-5,5 g/m³ resten av året.

pH i utløpet av Herefossfjorden sammenholdt med kalkdoser levert fra anlegget på Bås viser at det ble kalket mye for å holde pH-målet om våren. Imidlertid ble pH veldig høy (opp mot pH 6,6) i tre måneder om sommeren selv om det i mesteparten av denne tiden ikke ble kalket fra anlegget (**Figur 2**).



Figur 2. Kalkvekt, vannføring og pH i utløpet av Herefossfjorden i bele 2014. pH-verdene fra januar til 23. april er periodevis feil på grunn av problemer med pH-meteret. Et nytt pH-meter ble montert 2. april, men dette var meget ustabil. Tiden med dette meteret som måleinstrument er markert med to vertikale linjer i grafen. pH-målet for Herefossfjorden er markert med svart horisontal linje. pH i fjorden var meget høy om sommeren.



Figur 3. Vannføring, PLS-dose (styringsdose) og langtidsdose på Bås doseringsanlegg første del av juni 2014. Det ble stadig større avvik mellom de to måleverdiene ettersom vannføringen avtok.

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. Dette er identisk med teoretisk doseringskrav. Imidlertid ble kravet satt opp til 3,9 g/m³ høsten 2005. Det har vært et ønske om ytterligere økning av dosen. Dette er ikke gjennomført da anlegget er dårlig dimensjonert for dosering over 110 g/s (9,5 tonn/døgn), slik det er bygget opp i dag. Komplikasjoner i blandedprosessen under ekstra høy dosering kan derfor lett oppstå ved dette anlegget.

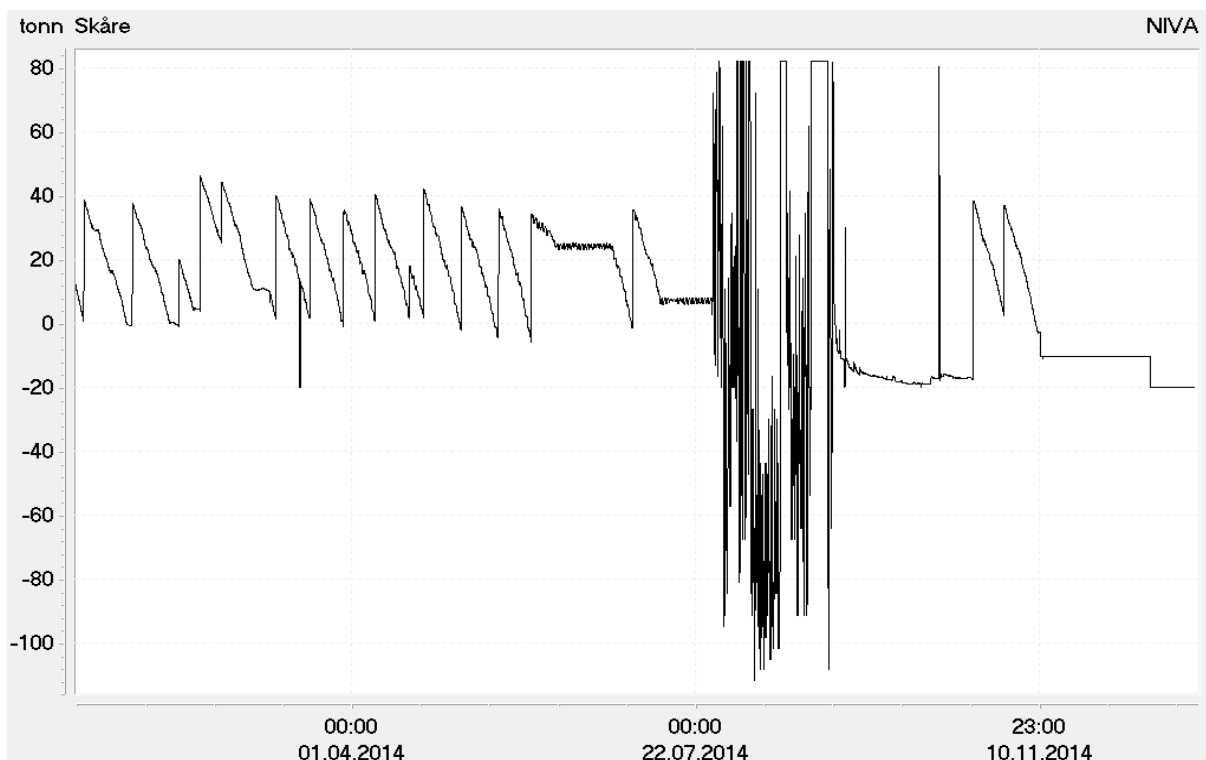
Det var ingen langvarige avbrudd (over 8 timer) i veie- og vannstandssignalene ved anlegget før vekta ble ødelagt 27. juli. Lesbare vektverdier ble tilgjengelig først da vekta ble reparert 5. september. Vekta sluttet igjen å fungere fra 10. november. Den ble da ikke reparert. De mangelfulle veiedataene gjennom året er gjengitt i **Figur 4**. Driftskontrollen av anlegget ble nedlagt 10. november som følge av manglende tilgang på nødvendige veiedata. Vannstandssignalet var intakt i hele perioden det var driftskontroll.

I den tiden det var mulig å utføre driftskontroll stoppet anlegget å dosere kalk i mer enn 8 timer i alt 6 ganger. I to av tilfellene var årsaken tom kalksilo. Det var også to perioder da vannføringen var for lav til at dosering kunne opprettholdes fra anlegget (**Tabell 1**).

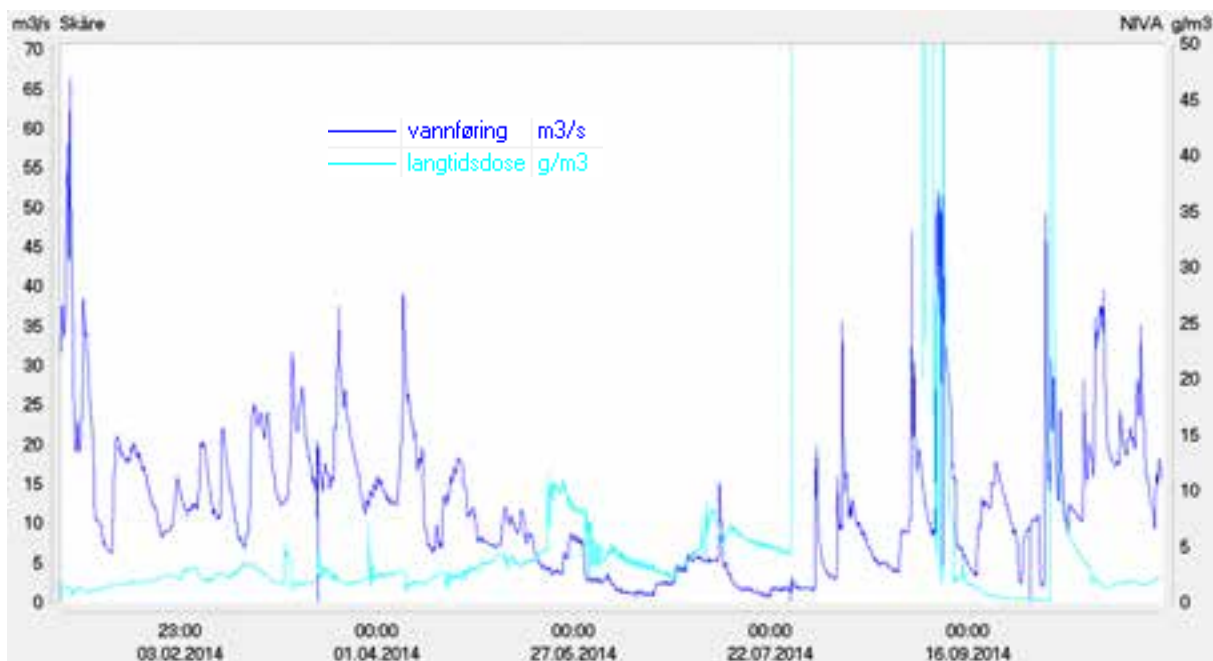
Styringssignalet for automatisk kalkdosering ble ikke benyttet på grunn av stor fare for tekniske problemer. Dette har også vært tilfellet tidligere (Høgberget 2013 og 2014)). Manuelle innstillinger bestemte derfor alltid doseringen fra anlegget. Dette førte til varierende doser (1-10 g/m³). Selv om dosene varierte, ansees kalkingen å være viktig som bidrag til å opprettholde pH-målet i Herefossfjorden (**Figur 5**).

Tabell 1. Antall dager anlegget stoppet i de periodene det var mulig å utføre driftskontroll i 2014. Anlegget stopper automatisk når vannstanden i elva blir under 60 cm.

Dato	Dager	Merknad
07.01.2014	1,3	
12.01.2014	0,8	
17.01.2014	1,6	Tom kalksilo
31.01.2014	2,9	Tom kalksilo
08.02.2014	2,2	
27.02.2014	4,9	
06.06.2014	18	Auto-stans ved lav vannstand
10.07.2014	>17	Auto-stans ved lav vannstand



Figur 4. Veiedata fra Skåre doseringsanlegg i 2014. Det oppsto store problemer med veiesignalene fra 27. juli. Fra 10. november forsvant alle veiedata fra loggen og driftskontroll av anlegget ble umuliggjort.



Figur 5. Vannføring og langtidsdoser levert fra Skåre doseringsanlegg fra nyttår til 10. november 2014. Dosene varierte fra 1 til 10 g/m³ fordi anlegget ble driftet på en fast dosering uavhengig av vannføringen. Ekstreme utslag i august var ikke reelle, men skyldtes feil på vektavlesingene. Langtidsdosen ved landvarig stillstand på anlegget blir redusert på grunn av stadig akkumulert vannføring som inngår i regnestykket, se ord og uttrykk i innledningen.

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 tradisjonelt 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 2014 ble disse satt til 6,2 i perioden 15. februar til 14. april, 6,4 fra 15. april til og med 7. juni og pH 6,0 fra 8. juni 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 sjøaurebestanden i elva dersom det skulle oppstå langvarig svikt i doseringen fra anlegget. pH i utløpet av Herefossfjorden er gjengitt i **Figur 2**.

Driftskontroll-loggeren samlet data i hele perioden. Imidlertid bortfalt signalet fra nesten alle parameterne i 10 timer den 10. oktober. pH og temperatur nedstrøms anlegget var da eneste tilgjengelige verdier.

Vannføringsdata viste en sommer med meget lav vannføring i 10 uker fra ca 1. juli til første uke i august. Store nedbørmengder i begynnelsen av september skapte to store flommer i elva (500 m³/s den 8. september), mens resten av høsten var nokså flomfattig.

Loggedata for kalkvekt viste noe ustabile verdier en tid på høsten fra første uke i september. Forholdet ble utløst av lynnedslag. Det ble utført service på vekta 16. desember. I denne forbindelse ble anlegget tømt for kalk i løpet av en kort periode. Dette førte til momentan pH-økning nedstrøms anlegget og også pH-økning helt ned til Boen 23 timer i ettertid, **Figur 6**. Om sommeren var det ingen vektavtak i mer enn 13 uker fra 29. juni. Årsaken var stans i all dosering på grunn av høy pH i elva.

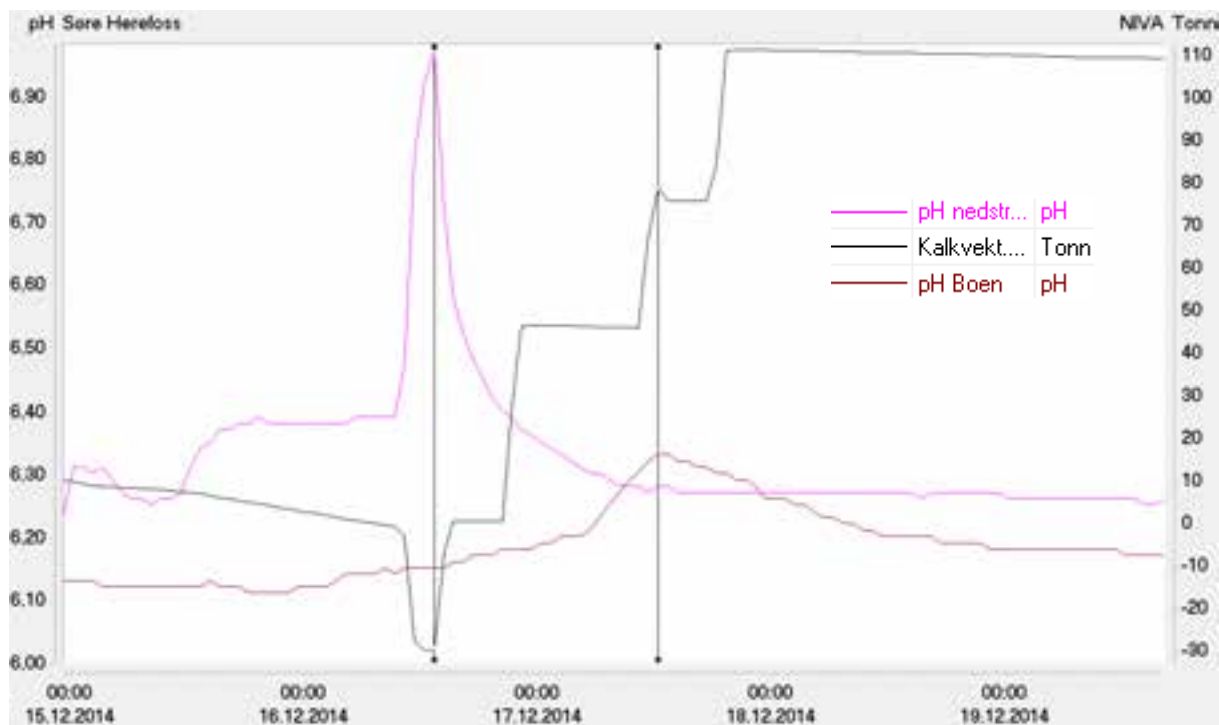
pH oppstrøms anlegget ble målt uten stopp i gjennomstrømmingen av målekyvetta hele året.

Det oppsto problemer med pH-meteret oppstrøms anlegget i januar. Da det var meget vanskelig for operatøren å kalibrere verdiene, ble meteret byttet. Tiltaket bedret ikke situasjonen, da verdiene nå ble meget ustabile. Enda et nytt pH-meter og ny elektrodeløsning med bruk av et kombinasjonselement (pH og referanselement i ett) isteden for separate elementer ble installert. Dette bedret situasjonen.

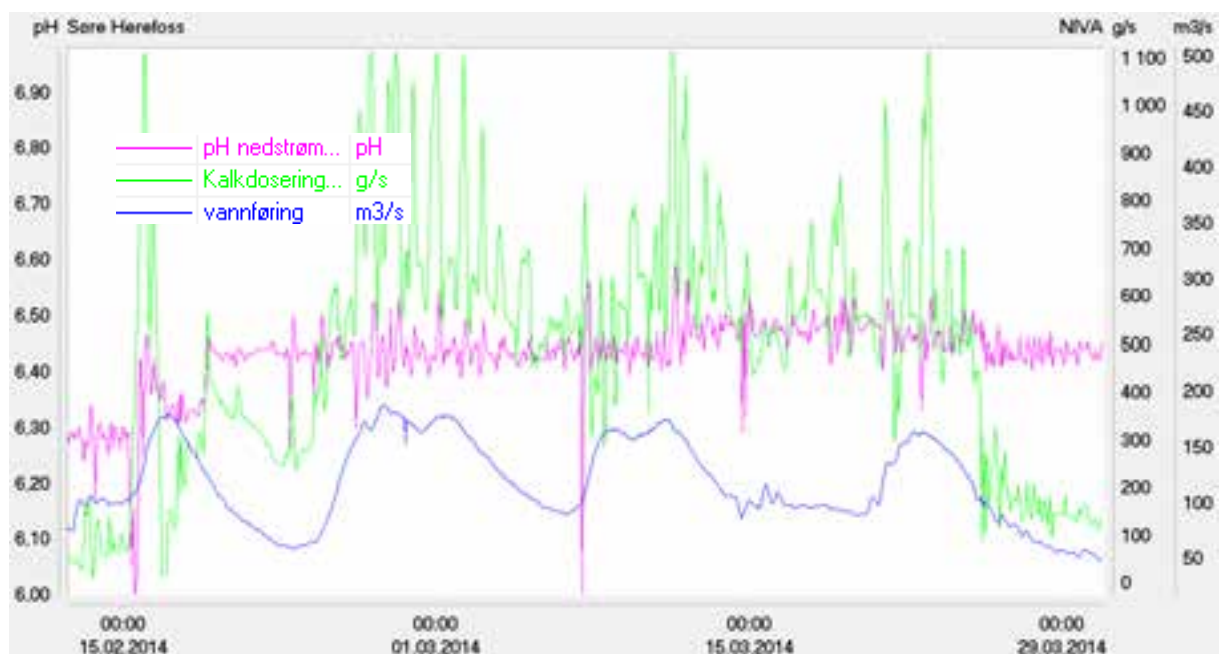
Gjennomstrømmingen av målekyvetta ved pH-stasjonen nedstrøms anlegget var kontinuerlig gjennom hele året. Dropp i pH-målingene som varte en uke oppsto i forbindelse med bytte av vannpumpen til forsyning av målekyvetta den 26. juni. Imidlertid oppsto ingen uønsket dosering, da anlegget var fysisk avstengt som følge av høy sommer-pH.

pH-målet nedstrøms anlegget på Søre Herefoss ble opprettholdt nærmest kontinuerlig i 2014. Noen få minimale avvik med over 8 timers varighet oppsto (0,1 pH for lave verdier). Det var 8 timer den 10. februar, 31 timer 15. februar og 30 timer den 17. februar. Alle tilfellene ble målt på Boen.

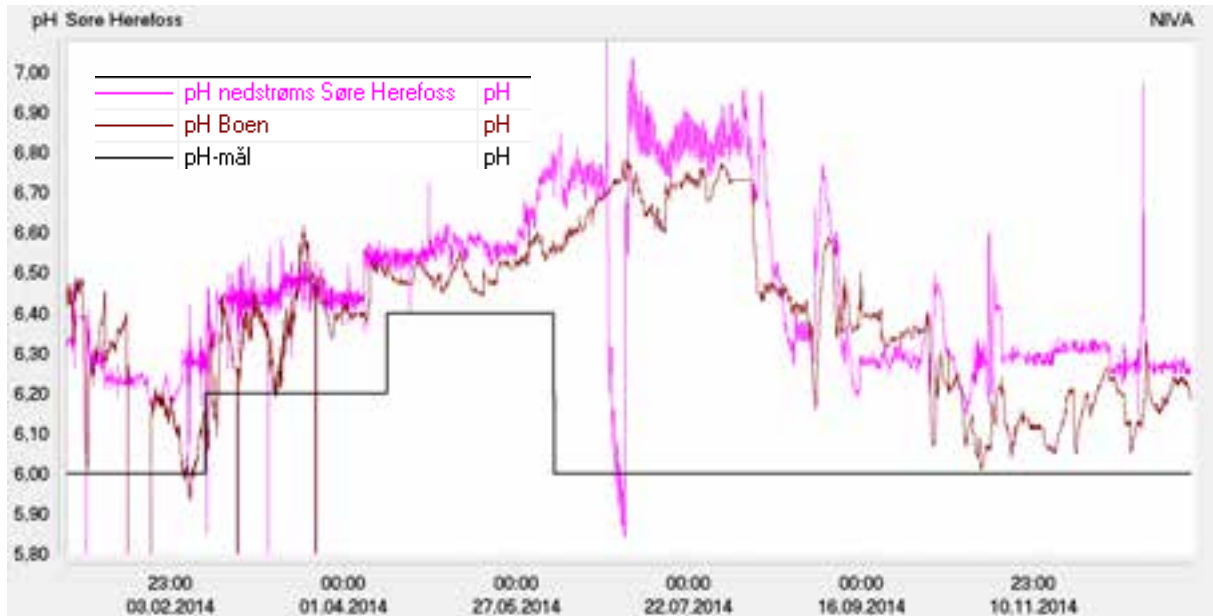
Det ble til tider gitt svært høye doser for å oppnå pH-målet for lakseførende del av elva. I tiden 15. februar-25. mars var dosene ofte i området 6 g/m³. Anlegget doserte flere ganger i denne perioden på maksimum dosering, **Figur 7**. Imidlertid ble effekten 0,2 enheter over målet på pH 6,2. En oversikt over kalkdoser og pH gjennom hele året i lakseførende deler av elva er gjengitt i **Figur 8**.



Figur 6. pH ved Boen og Søre Herefoss sammen med kalkvekta på Søre Herefoss i desember 2014. Figuren viser et tilfelle der kalksiloen ble tømt for kalk i forbindelse med vedlikehold. Det er ikke klart hvor mye kalk som ble utdosert, men doseringssignalet viste full dosering i ca 2 timer (dosering 1111 g/s). Dette resulterte i meget høy pH nedstrøms anlegget. Høy pH ble også registrert på Boen 23 timer etter hendelsen. Maksimum-pH på hvert sted er markert med vertikale linjer. Vannføringen var ca $80 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur 7. pH nedstrøms anlegget, vannføring og dosering (g/s) gjennom en periode om vinteren etter øket pH-mål for elva (pH 6,2). Anlegget doserte ofte på maksimum dosering. Forholdet skyldtes høye pH-krav på anlegget.



Figur 8. pH øverst (Søre Herefoss) og nederst (Boen) i lakseførende strekning av Tofdalselva sammen med pH-målet for elva gjennom hele 2014. I deler av året var pH til dels betydelig over den gjeldende målverdien.

3. Vurderinger og forslag til tiltak

3.1 Bås

pH ble meget høy i Herefossfjorden sommeren 2014. Stor kalkingdosering i vassdraget oppstrøms fjorden om våren var antagelig i stor grad medvirkende til denne tilstanden. Det er vanskelig å forutsi akkurat når det er økonomisk optimalt å redusere/stanse doseringen fra Bås-anlegget for å motvirke denne effekten, men kalkingen fra anlegget har antagelig meget stor innflytelse på pH-utviklingen i Herefossfjorden. I 2014 kunne doseringen blitt stoppet tidligere uten at dette hadde medført lav pH i fjorden. En vurdering omkring tidspunktet for reduksjon/stansing av doseringen fra Bås bør gjøres hver vår slik at potensiell overkalking av Herefossfjorden unngås.

Ved lave vannføringer er det dårlig sammenheng mellom reell dosering (langtidsdose) og PLS-dose. Doseringssignalet (g/s) som leveres fra anlegget til driftskontroll-loggeren, og som benyttes av til utregning av PLS-dose (g/m³) viser store avvik med langtidsdosen når vannføringen blir lav i elva. En sammenligning av våre doseringstall og de tallene Miljøkalk har i sin historikk viser store avvik i doseringssignal-verdiene. Det er derfor nødvendig å foreta en justering/oppgradering av signalet som er tilgjengelig for driftskontrollen.

3.2 Skåre

Den glassfiber- og polyesterbygde kalkdosereren ble, etter som tiden gikk, stadig i dårligere forfatning. Tilstanden er tidligere nøye beskrevet (Høgberget 2014). Etter at vekta ble ødelagt høsten 2014 besluttet operatøren, i samråd med Fylkesmannen, å ikke bruke midler på å utbedre feilen. Man ville forsøke å kalke så skånsomt som mulig for dermed å belaste konstruksjonen så lite som mulig. Målet var å unngå fullstendig kollaps før nytt kalkingsanlegg ble etablert i Hovlandsåna. Dette vedtaket førte til at driftskontroll av kalkingen til elva måtte avsluttes. Driftskontroll må igjen opprettes på nytt anlegg når dette står ferdig til bruk.

Effekten av kalkingen fra Uldalsgreina som bidrag til Herefossfjorden er ikke godt nok dokumentert. Det har tidligere vært driftet en automatisk pH-overvåkingsstasjon ved inntaket til Hanefossen kraftverk. Imidlertid var plasseringen langt fra optimal, da vannstanden i magasinet varierte mye slik at det ikke alltid ble mulig å pumpe vann til pH-kyvetta. Ved stillstand på kraftverket ble vannet ført over dammen langt fra kraftverksinntaket. Dette reduserte også relevansen av målingene i forhold til å dokumentere pH-verdier i vannet som ble tilført fjorden. I tillegg gjorde HMS-hensyn plassen uegnet for trygt feltarbeid.

Tidligere var det ingen gode alternativer til plassering av en overvåkingsstasjon i Uldalsgreina. I 2013 ble det etablert et minikraftverk oppstrøms Skripelandsfjorden. I denne forbindelse ble det etablert både vei og nettstrøm på et sted som tidligere har vært vurdert som plasseringssted for en pH-overvåkingsstasjon, men som ble funnet uegnet som lokalisering fordi vei og nettstrøm manglet. Vi foreslår nå at det etableres en automatisk pH-overvåkingsstasjon på stedet. Denne vil kunne fange opp samlet effekt av kalkingen fra for tiden tre anlegg: Vatne, Skjeggedal og Skåre doseringsanlegg. Den vil imidlertid ikke kunne fange opp påvirkninger i pH som følge av vanntilførsel fra Rettåna (vann fra innsjøkalkete Ogge). Dette forholdet ansees som lite vesentlig, da nedbørfeltet til Rettåna bare er 1/13 av nedbørfeltet i Uldalsgreina. Selv om Uldalsgreina er et sterkt regulert vassdragsavsnitt, hvor vann kan holdes tilbake når Rettåna renner naturlig, ansees påvirkningsgraden fra Rettåna i de aller fleste tilfellene å være liten. Ønsket plassering er avmerket på *Figur 1*.

3.3 Søre Herefoss

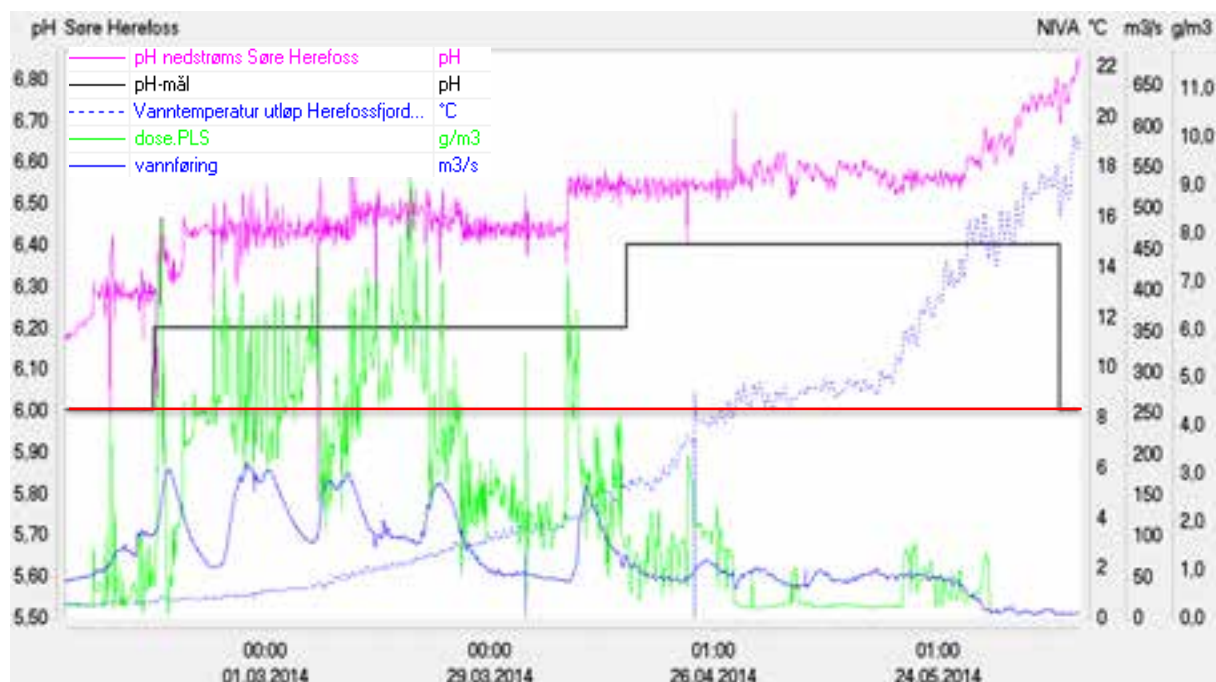
Året 2014 utviklet seg til å bli et år med spesielt lav vannføring i sommerhalvåret, og sommeren ble også meget varm. Elvetemperaturen var over 18 °C fra tidspunktet med reduserte pH-mål den 8. juni til 21.

august, en tid på over 7 uker. Høyeste temperatur i utløpet av Herefossfjorden ble målt til 25,5 °C den 26. juli. Erfaringsmessig øker pH med økt biologisk og kjemisk omsetning når det kalkete elvevannet varmes opp. De spesielt høye pH-verdiene som ble målt i elva om sommeren var derfor vanskelig å unngå, da perioden med høye pH-mål og høye doser fra anlegget ble direkte etterfulgt av den spesielle sommersituasjonen. Stopp av kalkdoseringen bidro ikke til å redusere pH i elvevannet. Imidlertid viser **Figur 9** at doseringen var for intensiv i forhold til pH-målene i elva om våren, spesielt i perioden med pH-mål 6,2. I denne perioden var det høy vannføring i elva (100-190 m³/s). Det ble derfor tilført betydelig mer kalk enn nødvendig for å opprettholde pH-målet.

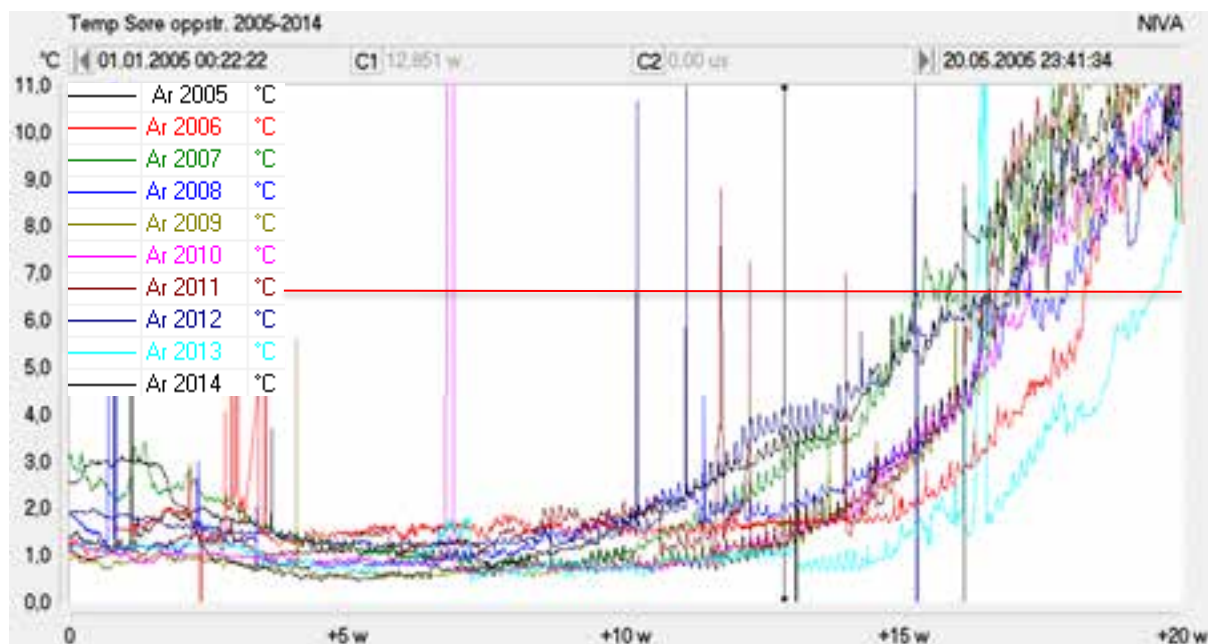
Utvandringstiden er i stor grad påvirket av temperaturen i elvevannet (Miljødirektoratet 2014). Haraldstad m fl. (2013) har vist at smoltutvandringen i Tovdalselva passerer 50 % utvandret fisk ca en måned etter passerte 6 °C, og at høye pH-mål (pH 6,4) bør gjelde fra datoen elvevannet passerer 6 °C. I 2014 passerte elvetemperaturen dette punktet 20. april. Dette var over 9 uker etter første økning av pH-målet (pH 6,2). Unødig mye kalk ble forbrukt i denne tiden. Det bør være mulig å styre inn pH-målene etter temperaturutviklingen i elva.

10 års temperaturlogg fra utløpet av Herefossfjorden bør være representativt for variasjonsbredden i elvevannets temperaturregime. En gjennomgang av dataene viser at det er mulig å forutse temperaturutviklingen i elva ved å benytte temperaturen som blir målt 1. april. Dersom temperaturen da er > 2,5 °C, vil 6 °C passeres en gang mellom 15. og 20. april. Forutsetter man et ønske om pH 6,2 i en periode på 14 dager før dette, vil 1. april være fornuftig startdato. Dersom temperaturen 1. april er < 2,5 °C, vil det ikke være behov for økte pH-mål (pH 6,4) før tidligst siste uke i april, dette betyr også at pH-mål 6,2 kan innføres en uke senere, rundt 7. april. Sammenligning av ti år med temperaturdata fra utløpet av Herefossfjorden er gjengitt i **Figur 10**.

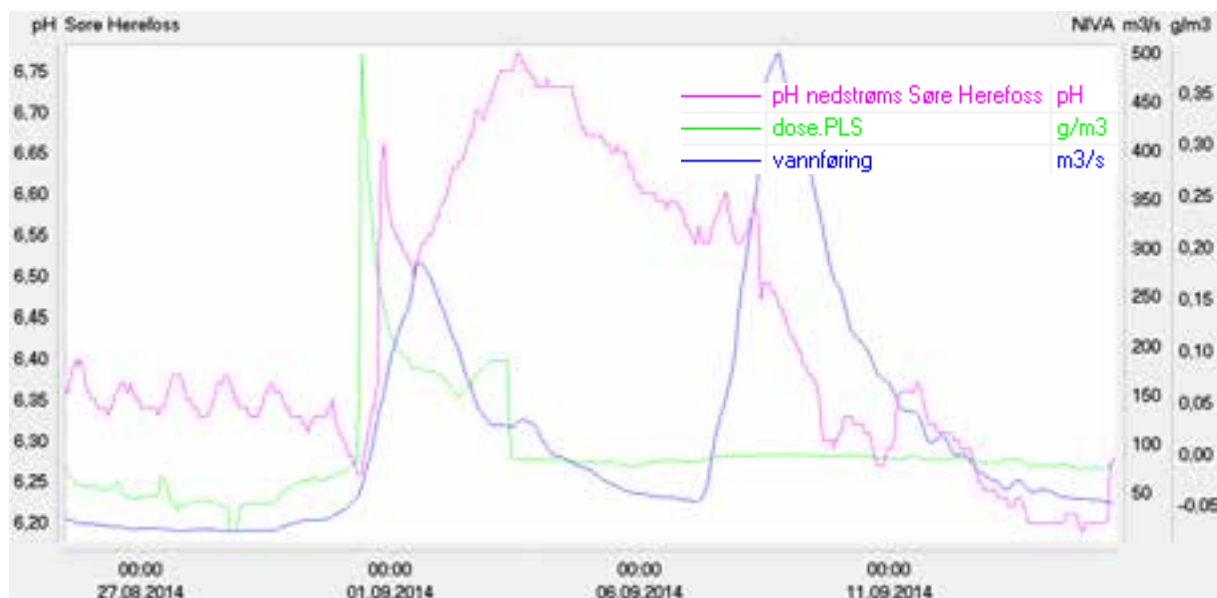
Ved tre tilfeller om høsten ble det uønsket høy pH i forbindelse med flom. Årsaken kan være en kombinasjon av to forhold. Sedimentert kalksteinsmel kan ha blitt resuspendert i forbindelse med flom, men også ekstra dosering kan være medvirkende årsak til forholdet **Figur 11**. Da tilstanden er vanskelig å forutsi, kan det være utfordrende å ta forbehold i doseringen ved slike tilfeller. Om praktisk mulig, er redusert dosering i slike tilfeller likevel ønskelig.



Figur 9. pH nedstrøms Søre Herefoss, pH-mål, vanntemperatur, styringsdose (PLS-dose) og vannføring i perioden med høye pH-mål i lakseførende del av Tovdalselva. Figuren viser at det ble dosert mye kalk i mars, lenge før temperaturen i elva begynte å stige. Det ble også kalket mer enn nødvendig, slik at pH ble 0,2-0,3 høyere enn målet.



Figur 10. Vanntemperatur i utløpet av Herefossfjorden fra ti år med registreringer. Dataene viser at man allerede rundt 1. april (vertikal linje) ser en divergering mellom forskjellige årsutviklinger som forteller mye om hvordan resten av vårens temperaturutvikling vil fortsette. Økt kalkdosering bør begynne ved 6 °C (rød horisontal linje). Kunnskapen kan utnyttes til bedre styring av tidspunkter for økte pH-mål for laksesmolt.



Figur 11. pH nedstrøms Søre Herefoss, kalkdoser og vannføring i Tovdalselva i forbindelse med flom i september 2014. Elva hadde lav sommervannføring før flommen. pH økte mest som følge av resuspendert kalk fra bunnen, men også på grunn av doseringen fra anlegget på Søre Herefoss.

4. Referanser

Miljødirektoratet 2014. Smolt – en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet M136-2014.

Haraldstad, T. Kroglund, F. Güttrup, J. 2013. Utprøving av fangstfelle for laksesmolt i Tovdalselva. NIVA Rapport L.nr. 6586

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. 2014. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2013. NIVA Rapport L.nr. 6694

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.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

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