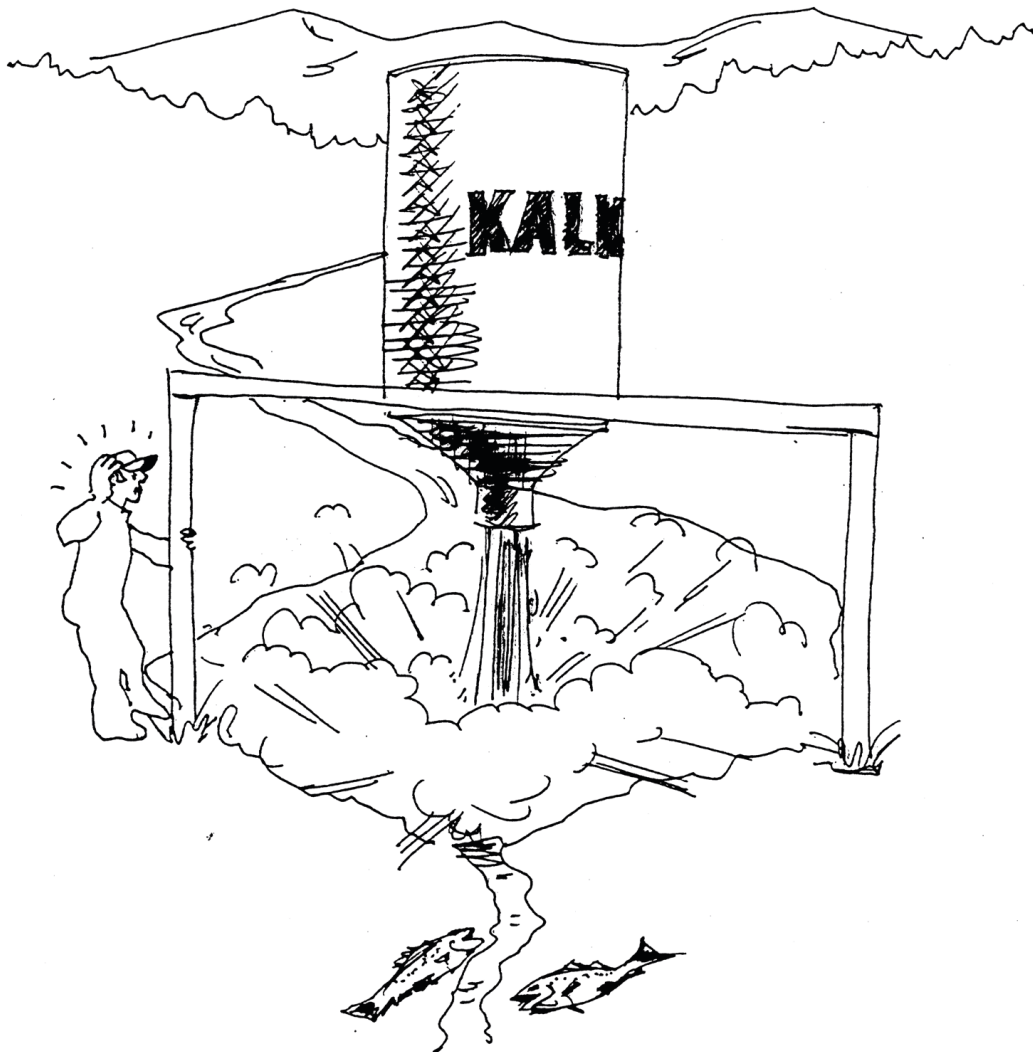


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget.

År 2017



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

NIVA Danmark

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

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvasdraget. År 2017	Løpenummer 7240-2018	Dato 16.02.2018
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun Liv Bente Skancke	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Sider 18

Oppdragsgiver(e) Vegårshei kommune	Oppdragsreferanse Liv Strand
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17136

<p>Sammenheng</p> <p>Driftskontroll av Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg i Storelva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2017), og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. I 2017 ble målet for kalkingen utvidet fra å gjelde vannkvalitet for sjøaure og laks, til også å gjelde elvemusling. Det oppsto få avvik fra pH-målene i 2017. Doseringen var derfor god. Det var et misforhold mellom loggeseriene fra driftskontroll-loggeren og driftsloggen til Miljøkalk (MikaCom). Doseringssignal, vannstand og vannføring er alle loggeserier som bør justeres og kalkuleres på nytt. Avhengigheten mellom vannstand og vannføring bør følge resultatene fra vannføringskalibreringen som ble foretatt i 2010. Ny teknikk med pH-sensor plassert nede i elvevannet for innhenting av temperaturdata nedstrøms anlegget muliggjør nøyaktig logging av reell vanntemperatur. Dette er viktig informasjon for blant annet utregning av nøyaktig klekkespunkt for lakseyngel.</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 Lime dosing Monitoring Measuring technique
---	---

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

Rolf Høgberget
Prosjektleder

Heleen De Wit
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-6975-8
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva,
Vegårvassdraget
År 2017

Førord

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av driften på kalk-doseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg, samt å introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatøren, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Storelva i oktober 2001. En rammeavtale for driftskontrollen ble da kontraktsfestet. Avtalen innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken samt dokumentasjon av driften i form av en kortfattet statusrapport hvert år.

Det ukentlige arbeidet er utført av Rolf Høgberget, Liv Bente Skancke og Jarle Håvardstun ved NIVA Region Sør. Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder, og oppdragsgiver er Vegårshei kommune.

Grimstad, 16.02. 2018

Rolf Høgberget

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	7
1.1	Driftskontrollen, bakgrunn og formål	7
1.1.1	Kalkingsstrategien i vassdraget	7
1.1.2	Ord og uttrykk	8
2	Driften på anlegget.....	11
3	Tiltak	14
3.1	Forhåndsdosser	14
3.2	Vannstand og vannføring	14
3.2.1	Ulik vannstandsmåling	14
3.2.2	Vannføringsberegninger	14
3.3	Vanntemperatur	14
3.4	pH-mål og elveemuslinger.....	14
3.5	Doseringssignalet.....	15
4	Referanser	17

Sammendrag

Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg er etablert for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. I 2017 ble målet for kalkingen utvidet ved utvidelse av tiden med høyt pH-krav for å teste ut om dette vil ha en positiv effekt på elvemuslingbestanden i elva.

Doseringen styres etter vannføring, samt pH både oppstrøms- og nedstrøms anlegget. Kontinuerlige pH-data fra Nes Verk brukes til å vurdere om kalkingen gir ønsket resultat på den lakse- og sjøaureførende strekningen i elva samt elvemuslingsbestanden. Elva vurderes i denne sammenheng som lakseførende bare opp til Hammerdammen på Nes Verk. Utbredelsen av elvemusling er mer usikker, så dette målområdet for kalkingen bør stadfestes bedre.

Det oppsto få avvik fra pH-målene i 2017. Doseringen var derfor god. pH var imidlertid for lav ved starten av periodene for økte pH-mål. Tidligere forslag om 14 dagers forhåndsøkning av pH-kravet ved anlegget (Høgberget 2017) ble ikke gjennomført.

Det var et misforhold mellom loggeseriene fra driftskontroll-loggeren og driftsloggen til Miljøkalk (MikaCom). Doseringssignal, vannstand og vannføring er alle loggeserier som bør justeres og kalkuleres på nytt. Avhengigheten mellom vannstand og vannføring bør følge resultatene fra vannføringskalibreringen som ble foretatt i 2010.

Ny teknikk med pH-sensor plassert i elvevannet for innhenting av temperaturdata nedstrøms anlegget muliggjør nøyaktig logging av reell vanntemperatur. Forutsetningen er at temperaturmåleren er nøyaktig kalibrert. Da vil disse verdiene være svært verdifulle for lakseforvaltningen når denne vil beregne nøyaktig klekkingstidspunkt for fiskeyngel.

Summary

Title: Operation Report from lime doser in Storelva River, S Norway. Non-conformance report 2017.

Year: 2018

Author: Rolf Høgberget, Jarle Håvardstun and Liv Bente Skancke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6975-8

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 results from the monitoring in the Storelva River in 2017, in addition to an evaluation of discrepancies detected in 2017.

1 Innledning

1.1 Driftskontrollen, bakgrunn og formål

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996-97 for å overvåke og forbedre effektiviteten ved anlegg som doserer kalk eller andre avsyngsmidler i sure vassdrag. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets beholdningstank (kalksilo) og vannføringen ved kalkingspunktet. I tillegg registreres pH-verdiene ved pH-styrte anlegg. For detaljert informasjon om systemets oppbygging og virkemåte, se Høgberget og Hindar (1998). I tillegg til standard driftskontroll-parametere er styringssignalet på anlegget for justering av doser tilgjengelig for kontroll slik at det er mulig å sammenligne dette med driftskontrollens egne data.

Vekten av beholdningstanken på Hauglandsdammen doseringsanlegg måles ved hjelp av streklapper, i stedet for veieceller under bærekonstruksjonen. Dette er forskjellig fra de fleste andre kalkdoseringsanlegg og gir dårligere veienøyaktighet. Ledningsevnen i blandekaret er en støtteparameter som benyttes til å detektere tilførsel av kalk i blandekaret, men som ikke registreres på driftskontroll-loggeren på Hauglandsdammen. Det ble etablert driftskontroll på anlegget i oktober 2001.

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalkprodukter i rennende vann ofte produserer upresise kalkdoser. Anleggene er kostnadskrevenende både i etablering og drift, og det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som overhodet mulig. Ideelt sett innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid verken er for lav eller for høy.

Kalkdosering til elv kan styres på to måter; etter vannføring og etter pH i elva. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal gi en fast (forhåndsinnstilt) dose per kubikk vann. Dosene beregnes på grunnlag av titreringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetting og pH i elvevannet. Ved å sammenligne doseringsmålet med den faktiske dosering gitt av driftskontrollen vil en få et mål på effektiviteten til anleggene. Ved pH-styrte anlegg doseres det også etter vannføring, men her korrigeres doseringen av pH-målere som er plassert både oppstrøms- og nedstrøms anlegget.

Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2017) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. For tidligere rapporter fra driftskontrollen i Storelva, se referanseliste bak i rapporten. Resultatene fra kalkingen av Storelva rapporteres dessuten hvert år i forbindelse med Miljødirektoratets effektkontroll for kalkede vassdrag (Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør, www.miljodirektoratet.no).

1.1.1 Kalkingsstrategien i vassdraget

Nedbørfeltet til Storelva, med plassering av kalkdoseringsanlegg og pH-stasjoner er vist i **Figur 1**. Øverst i vassdraget ligger innsjøen Vegår. Denne kalkes med jevne mellomrom i et eget kalkingsprogram. Kalkingen bedrer også vannkvaliteten i Storelva, men erfaringer har vist svært varierende effekt. Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg ble derfor etablert i 1996 for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Anlegget er plassert 700 m på oversiden av oppvandringshinderet ved Hauglandsfoss og var først styrt kun etter pH oppstrøms dosereren. I 1998 ble det i tillegg etablert styring etter pH nedstrøms anlegget. Det ble da bygd en pH-målingsstasjon

på Monane, omlag 3 km nedstrøms anlegget. Denne sender data signaler over telenettet til doseringsautomatikken på anlegget. Etter denne utbyggingen er anlegget definert som et pH-nedstrømsstyrt anlegg. Fram til sommeren 2017 doserte anlegget etter pH-mål for den lakseførende strekningen av elva. Disse var pH 6,2 i perioden 15. februar - 31. mars, pH 6,4 i perioden 1. april - 14. juni og pH 6,0 ellers i året. Grunnet bekymring for en sårbar bestand av elvemuslinger i effektområdet av kalkingen, besluttet Fylkesmannen å øke pH-målet til pH 6,4 hele året. Et slingringsmonn i området pH 6,3 – 6,4 ble akseptert utenom smoltfiseringsperioden.

1.1.2 Ord og uttrykk

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 anlegget "tror" den gir til elva. Enheten er g/m ³ .
Driftskontroll-dose	Den kalkdosen som er beregnet levert elva på grunnlag av kalkvektsreduksjon i beholdningstank/kalksilo per tidsenhet dividert på akkumulert vannmengde forbi doseringsanlegget i samme tidsrom.
Timesdose	Den driftskontrolldosen som er levert i løpet av en time. Verdien er gjennomsnittet av aktuelle times doser 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 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 Fylkesmannens miljøvernavdeling 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 anlegget som 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, pH-/målekyvette	Beholder som pH-elektroder og temperaturmåler er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetta for å få riktige pH- og temperaturmålinger.
Vannmerke	Vertikal stav med avmerkinger som viser vannstanden i meterriske enheter (meterstav/målestav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i "fast fjell" eller i forhold til m.o.h. (meter over havet).
Beholdning	Lageret av kalk eller annet avsyngsmiddel på kalkdoseringsanlegget.
Prosesskalibrering	Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en tidligere 2 pkt. kalibrering på meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7).



Figur 1. Storelva med nedbørfelt (457 km²), med plassering av kalkdoseringsanlegg (trekant) og pH-målestasjoner (sirkler).

2 Driften på anlegget

Det følgende er en gjennomgang av kontinuiteten på anlegget og avvik i forhold til normal drift med pH-målene for vassdraget som resultatmål. Driften på anlegget betegnes som kontinuerlig så lenge eventuelle avbrekk ikke har vært lenger enn 8 timer (en arbeidsdag).

Det foreligger loggedata fra hele perioden. Data fra driftskontrollens logger mangler i ti uker fra 3. juli. Årsaken til dette er usikker, da dataene har vært tilgjengelig for den daglige driftskontrollen i hele denne perioden. Manglende data fra denne perioden for presentasjon i rapporten er hentet fra MikaCom (Miljøkalks database).

Sammenligning av vannstandsdata fra de to loggesystemene viser at MikaCom-verdiene gjennomgående er noe høyere enn fra driftskontroll-loggeren. Forskjellen er så stor at det blir store utslag på vannføringsavlesingen ved høye vannstander. Vannstanden under flommer viste en lite sannsynlig utvikling i begge loggeserier, da plutselige økninger eller fall i måleverdier oppsto i forkant og etterkant av flommene (**Figur 2**).

Doseringssignalet som hentes av driftskontroll-loggeren økte ikke ut over 230 g/s, mens det ble registrert verdier over 470 g/s (41 tonn/døgn) i MikaCom. Eksempel på dette er vist i **Figur 3**.

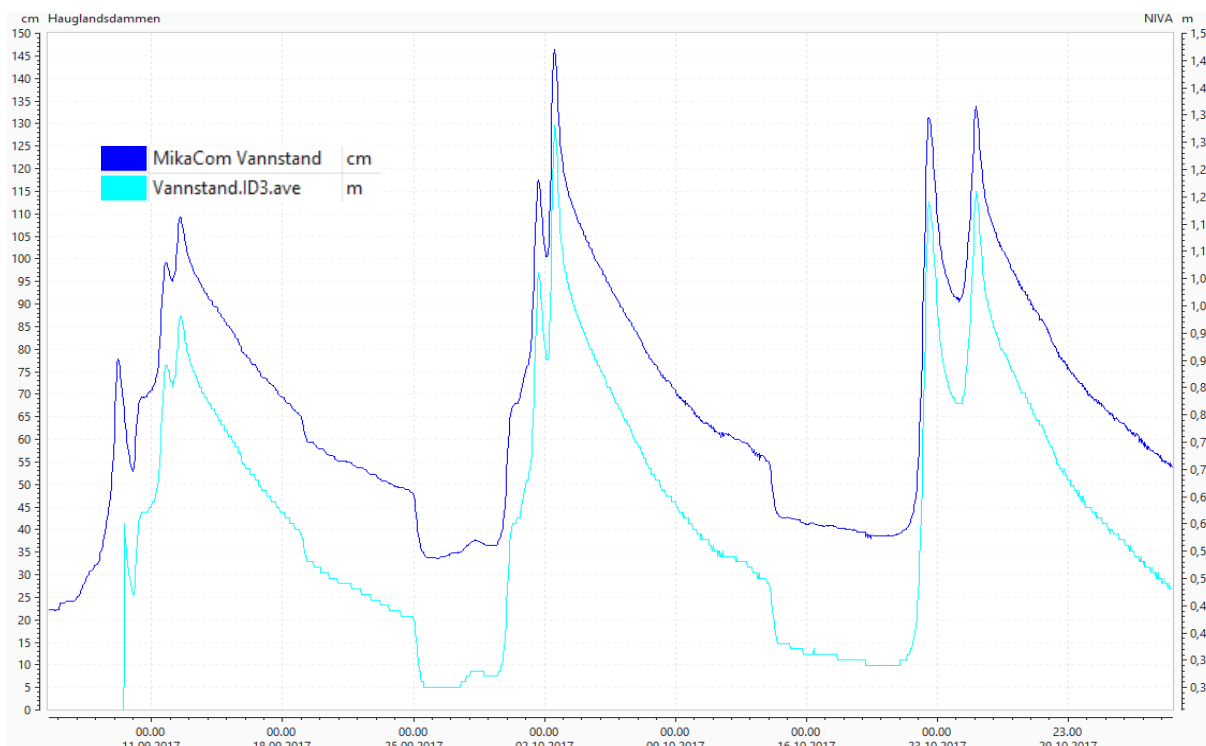
pH -loggen oppstrøms anlegget er komplett for hele året unntatt en periode på 1,4 uker fra 4. august. I oktober oppsto to perioder på ca. en uke hver, hvor avlest pH viste ustabile verdier.

I begynnelsen av året viste pH-loggen nedstrøms anlegget ca. 0,3 enheter høyere verdier enn hva som ble registrert fra samme pH-meter i MikaCom-loggen. Dette forholdet vedvarte fra 9. januar til kyvettemålingsutstyret ble fjernet 14. februar. pH-nedstrømsstasjonen ble da utstyrt med et instrument for måling direkte i elva. Dette pH-meteret var ferdig kalibrert og i normal drift 3 dager etter monteringen. Utgangssignalet fra dette pH-meteret ble ikke registrert riktig på driftskontroll-loggeren før ny omformer for overføring av signalene ble montert av Miljøkalk 2. juli. pH-data mangler i 1,4 uker fra 4. august.

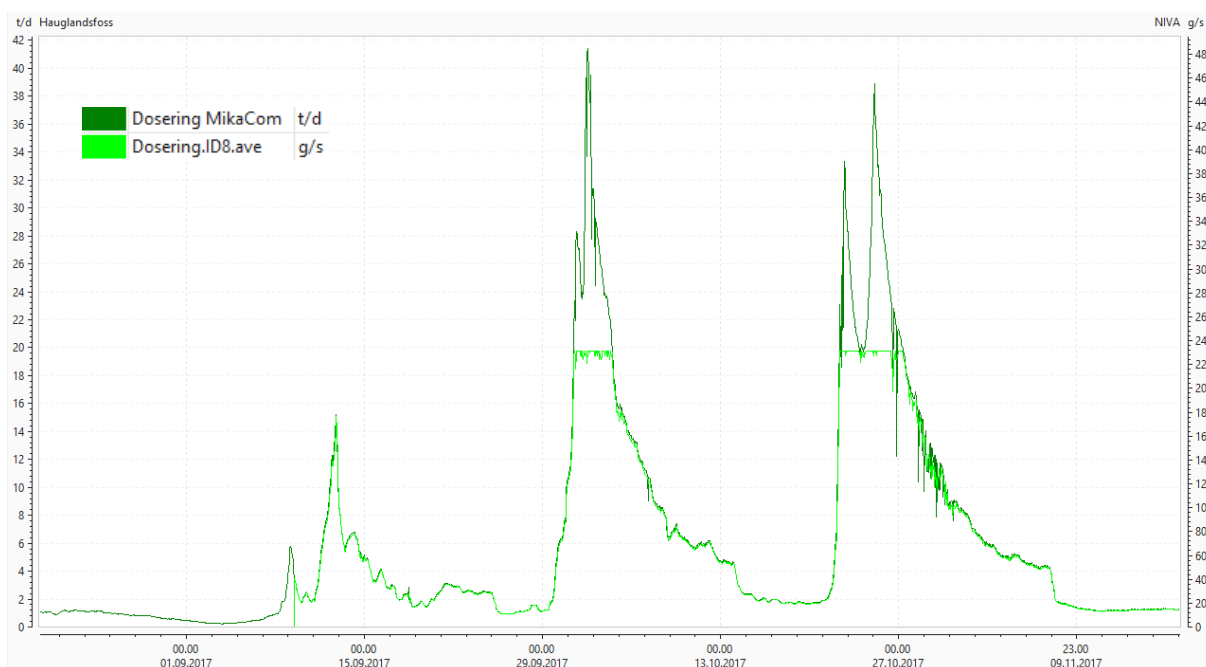
pH-elementet plassert direkte i elva gir potensielt tilgang på mer korrekte temperaturmålinger, da vannet ikke blir utsatt for varmen rundt en pH-kyvette plassert i et oppvarmet rom. Årskurven for vanntemperatur gjengis derfor i **Figur 4**.

Det var få tilfeller der pH-målet ikke ble opprettholdt ved Nes Verk. Det tok imidlertid ca. en uke før pH var på ønsket nivå etter endret pH-mål fra pH 6,2 til 6,4. Etter at pH-målet ble øket til pH 6,4 hele året har kravet om nøyaktig opprettholdelse blitt redusert utenom smoltutvandringstiden. pH kan derfor bli redusert til 6,3 uten at dette registreres som manglende måloppnåelse. Dette skjedde bare en gang i 2017. Det var 1. til 2. september (pH 6,2). Om sommeren økte pH ved Nes Verk til pH 7. Det ble da likevel dosert noe kalk fra anlegget.

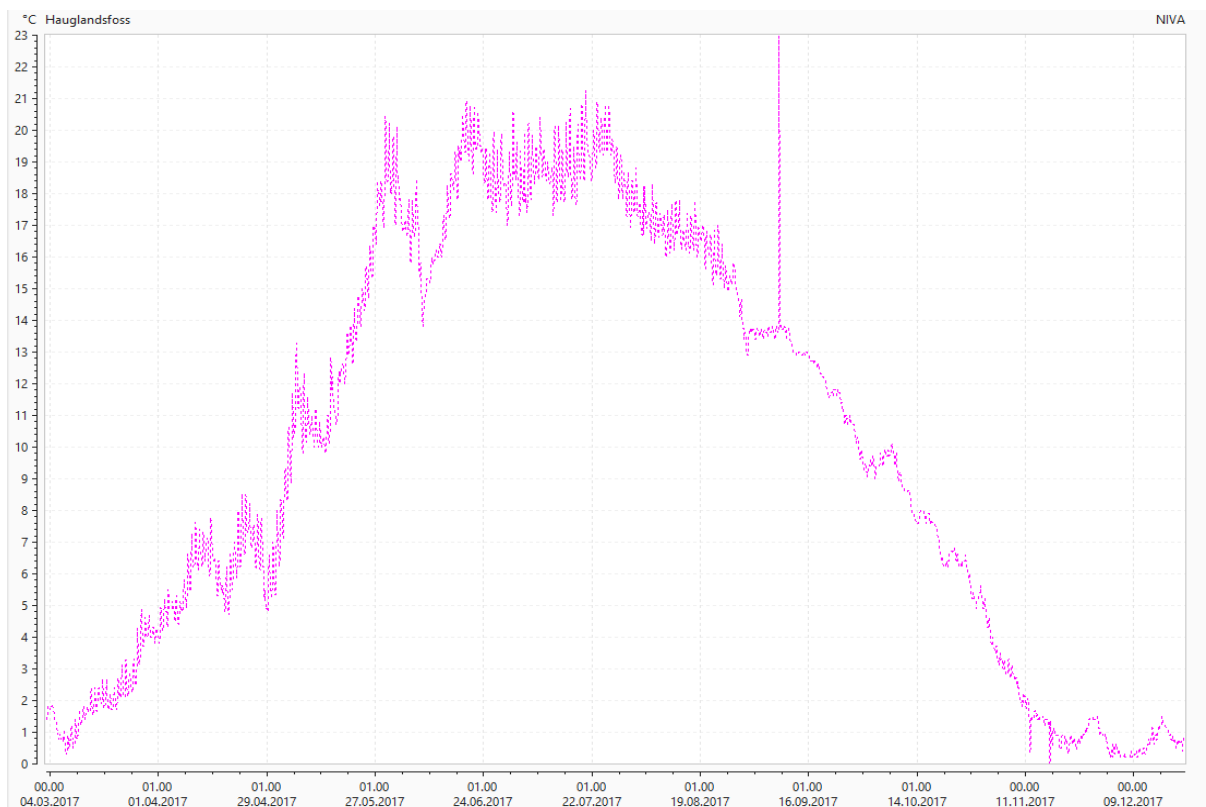
pH nedstrøms anlegget, ved Nes Verk (målområdet) og pH-målene er gjengitt i **Figur 5**. Ved hver flom ble pH sterkt redusert på Nes Verk uten at dette medførte for lave pH i forhold til pH-målet.



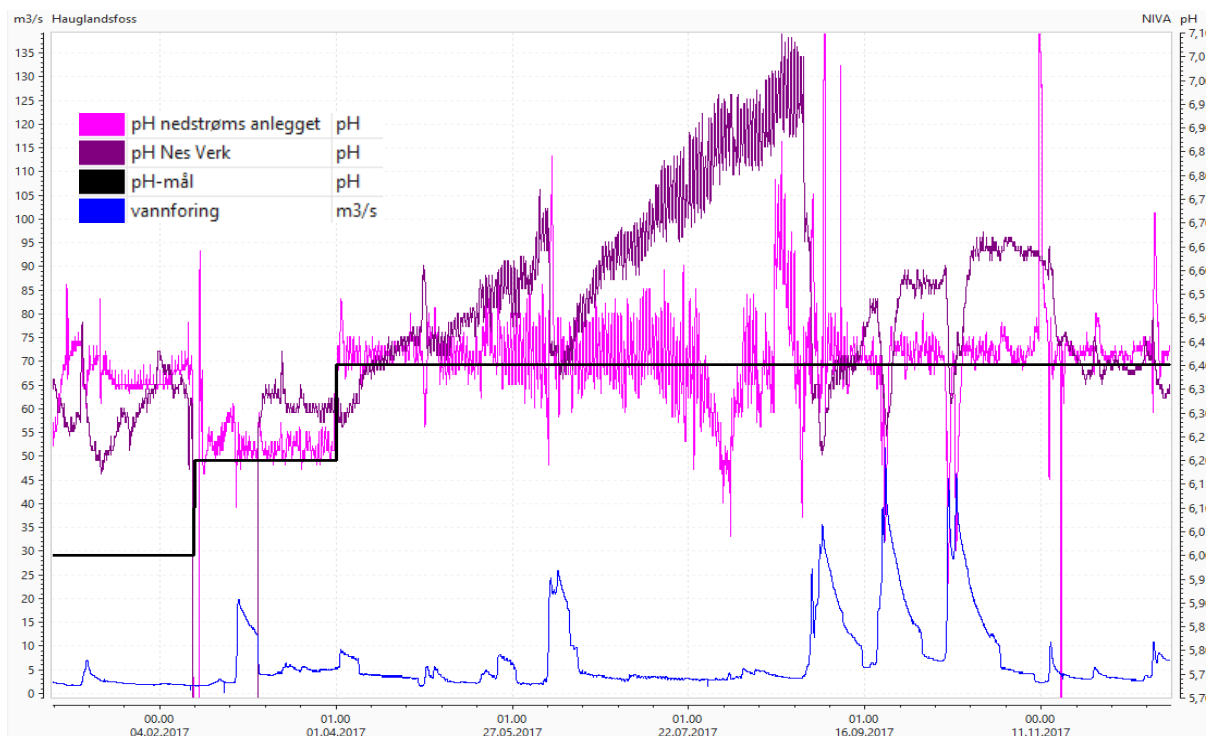
Figur 2. Vannstand målt fra samme sensor, men avlest i to forskjellige loggesystemer. Det er et misforhold i avlesingene. Figuren viser også plutselige dropp i målingene.



Figur 3. Doseringssignalet avlest med to forskjellige loggesystemer. Signalet har en maksimumsgrense i driftskontrollens logger.



Figur 4. Vanntemperatur gjennom året nedstrøms anlegget ved utløpet mot Ubergsvatn.



Figur 5. pH nedstrøms anlegget og ved overvåkingsstasjonen på Nes Verk sammen med vannføring ved doseringsanlegget. pH-målene gjennom året er også gjengitt for å vise hvordan pH i elva varierte i forhold til denne.

3 Tiltak

3.1 Forhåndsdoser

I rapporten for 2016 ble det påpekt nødvendigheten av å øke doseringen 14 dager før økningen av pH-målene for å være på den sikre siden før eventuell modellering kan fastslå betingelsene som bestemmer tidsfaktoren (Høgberget 2017). **Figur 6** viser økning av dosene to dager før økte pH-mål. Dette er for sent til å kunne tilfredsstille pH-målet ved økning av dette.

3.2 Vannstand og vannføring

3.2.1 Ulik vannstandsmåling

Vannstanden blir registrert forskjellig på MikaCom og driftskontroll-loggeren. Vannstanden som blir registrert må vise samme verdi som avlest på vannstandsstaven på fylkesveibrua. Forskjellen i beregnet vannføring var opp til 25 m³/s under flom. Dette er en justeringssak som bør rettes opp.

3.2.2 Vannføringsberegninger

Det er meget stor forskjell mellom driftskontrollens vannføringsberegninger og de beregningene som blir gjort i MikaCom. **Figur 7** viser vannføringen beregnet fra de to systemene. NIVA foretok i 2010 vannføringskalibreringer ved doseringsanlegget. Det ble deretter utarbeidet en vannstand mot vannføringstabell som forholder seg til vannstandsstaven montert på fylkesveibrua i umiddelbar nærhet av inntaksbrønnen. Denne tabellen er gjengitt i **Tabell 1**. Som kontroll på at denne tabellen kan benyttes, er det foretatt sammenligninger mot normalavrenningen i området. NVE (Norges Vassdrags- og energidirektorat) har en målestasjon i utløpet av Storelva (Lundevann). Normalavrenningen gjennom et år i elva ved doseringsanlegget er 54% av avrenningen ved Lundevann. Samlet avrenning ved doseringsanlegget i 2017 var 56 % av avrenningen ved Lundevann. Dette viser at **Tabell 1** er korrekt. Vannføringsberegningene i MikaCom bør derfor beregnes etter **Tabell 1**.

3.3 Vanntemperatur

Ombyggingen av pH-stasjonen nedstrøms anlegget innebærer at pH-elementet med innebygget temperaturmåling nå er plassert ute i elva. Dette gir gode muligheter for nøyaktig registrering av temperaturen. Årsaken er at vannet ikke blir oppvarmet slik det kan bli i en målestasjon der vannet blir pumpet til en målekvyette i et oppvarmet rom. Det foreslås derfor at temperaturen blir nøyaktig kalibrert. Da vil disse verdiene være svært verdifulle for lakseforvaltningen når denne vil beregne nøyaktig klekkingstidspunkt for fiskeyngel.

3.4 pH-mål og elveemuslinger

pH-målet for kalkingen i Storelva er øket til pH 6,4 hele året for å unngå eventuelle effekter av økt labil aluminium på elvemuslinger. Imidlertid er kravet redusert til i området pH 6,3 – 6,4 utenom smoltifiseringsperioden (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder 2017). **Figur 5** viser at dette kravet ikke alltid oppnås nedstrøms anlegget. pH-målet er imidlertid oppnådd ved Nes Verk. Muslingene er lokalisert nedstrøms Fosstveit. Det er ikke observert elvemuslinger mellom doseringsanlegget og Nes Verk (Kleiven mfl 2004), likevel kan det ikke utelukkes at arten finnes i dette området. Usikkerhet

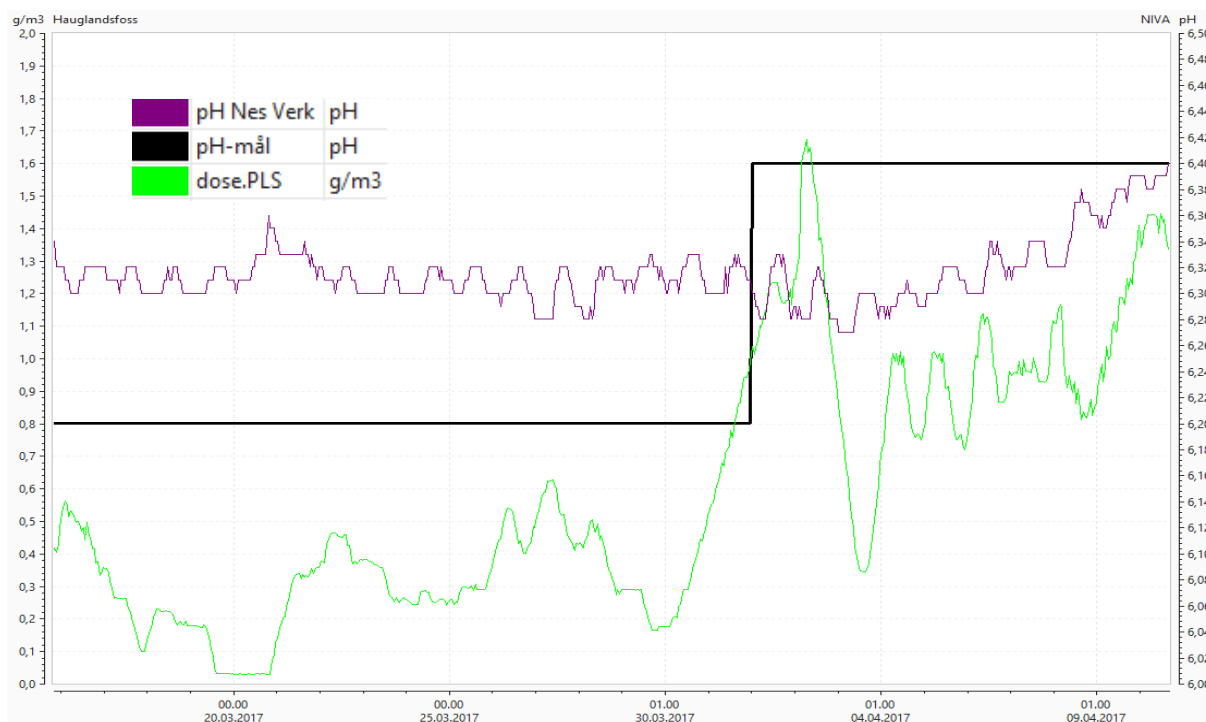
råder derfor omkring pH-målet også skal gjelde oppstrøms Nes Verk. Målområdet bør derfor presiseres bedre.

Tabell 1. Vannstand og vannføring ved målestaven på Hauglandsfoss doseringsanlegg.

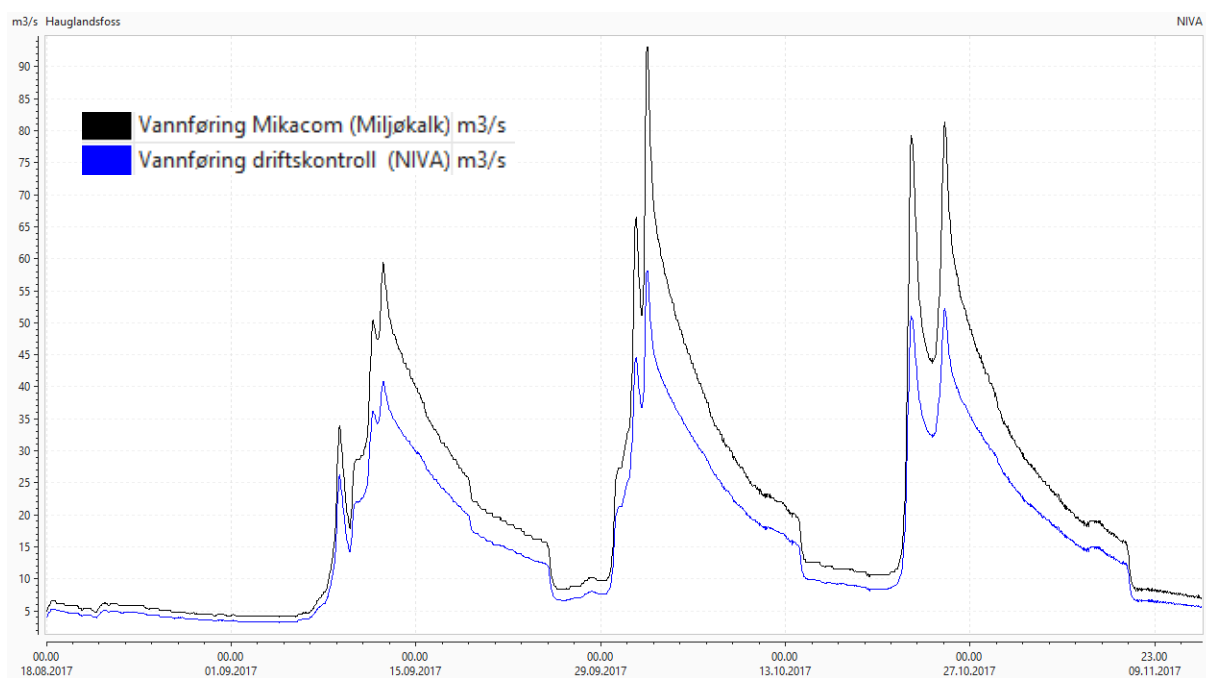
Vannstand m	Vannføring m ³ /s
0,1	0,9
0,2	2,8
0,3	5,5
0,4	9,0
0,5	13,0
0,6	17,5
0,7	22,3
0,8	27,3
0,9	31,9
1	36,5
1,1	41,2
1,2	45,8
1,3	50,4
1,4	55,1
1,5	59,7
1,6	64,3
1,7	69,0
1,8	73,6
1,9	78,2
2	82,9

3.5 Doseringssignalet

Doseringssignalet er anpasset i driftskontroll-loggeren slik at 20 tonn per døgn er maksimum kapasitet (231 g/s). MikaCom viser et doseringssignal som gav 42 tonn per døgn under stor en flom i oktober. Den reelle maksimum doseringen var da ca. 1 tonn per døgn. I følge Miljøkalk er teoretisk maksimum dosering fra anlegget 24 tonn per døgn. Det bør gjøres tiltak slik at doseringssignalet gjenspeiler doseringskapasiteten på doseringsanlegget.



Figur 6. pH ved Nes Verk, pH-målet og kalkdosene som ble gitt fra anlegget på Hauglandsfoss i tiden rundt målskiftet fra pH 6,2 til pH 6,4.



Figur 7. Vannføring beregnet på to ulike sett med samme datagrunnlagsett (vannstanden).

4 Referanser

Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder 2017. Endring av pH-krav i Vegårvassdraget. Brev 2016/1765.

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824, 37 s.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4690, 16 s.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2008. NIVA-rapport 5788, 13 s.

Høgberget, R. 2017. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Storelva. År 2016. NIVA-rapport 7147.

Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2005a. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2003. NIVA-rapport 4989, 14 s.

Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2005b. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2004. NIVA-rapport 5127, 13 s.

Håvardstun, J. Høgberget, R. 2013. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Avviksrapport 2012. NIVA-rapport 6557, 14 s.

Håvardstun, J. Høgberget, R. 2011. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Avviksrapport 2010. NIVA-rapport 6178, 16 s.

Håvardstun, J. Høgberget, R. 2010. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Avviksrapport 2009. NIVA-rapport 5946, 13 s.

Håvardstun, J. Høgberget, R. 2014. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Avviksrapport 2013. NIVA-rapport 6712, 14 s.

Håvardstun, J. Høgberget, R. 2015. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Avviksrapport 2014. NIVA-rapport 6870, 14 s.

Kaste, Ø. (red.) 2005. Storelva. I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004 Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2005-2. s. 21-33.

Kaste, Ø. og Høgberget, R. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2005. NIVA-rapport 5219, 11 s.

Kaste, Ø. og Skancke, L.B. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2006. NIVA-rapport 5391, 12 s.

Kaste, Ø. Skancke, L.B. Håvardstun, J. Høgberget, R. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2007. NIVA-rapport 5598, 14 s.

Kleiven, E.; Håvardstun, J.; Dolmen, Dag; Güttrup, J. 2004. Historisk kunnskap og status for elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Aust-Agder. NIVA-rapport 6607.

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