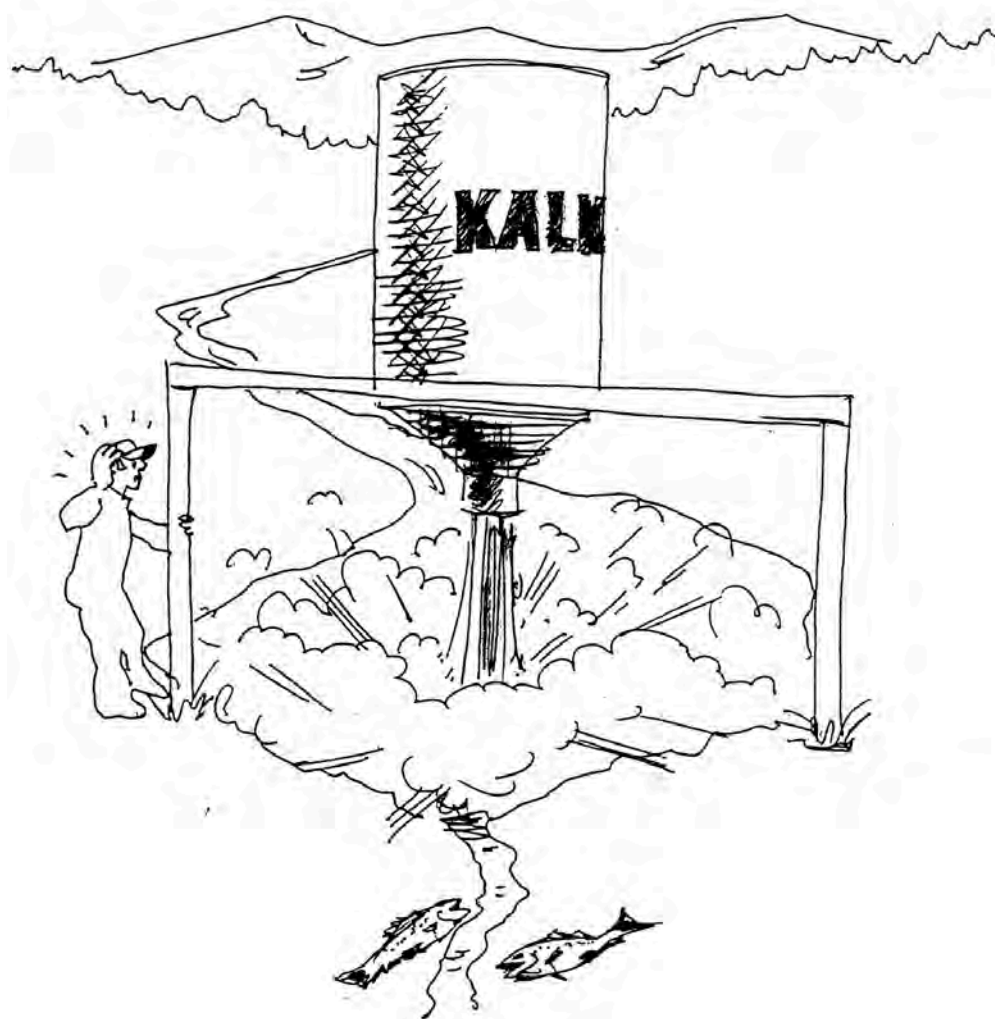


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

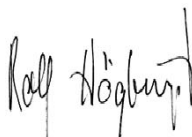
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvasdraget Avviksrapport 2015.	Løpnummer 7064-2016	Dato 12.08.2016
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Vegårshei kommune	Oppdragsreferanse
	Hefte nr.:

Sammendrag

Driftskontroll av Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg i Storelva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2015), og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Det var tidvis ikke optimal dosering fra anlegget i 2015. Dette førte til mange tilfeller av moderat for lav pH i smoltifiseringsperioden. Modellering av hydrologiske forhold i området Hauglandsdammen – Nes Verk foreslås gjennomført for optimalisering av doseringsrutiner.

Fire emneord	Four keywords
1. Vassdrag	1. Water system
2. Kalkdosering	2. Lime doing
3. Overvåking	3. Surveillance
4. Måleteknikk	4. Measuring technique



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder

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 Storelva, Vegårvassdraget Avviksrapport 2015.	Løpenummer 7064-2016	Dato 12.08.2016
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Vegårshei kommune	Oppdragsreferanse
	Heftenr.:

Sammendrag

Driftskontroll av Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg i Storelva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2015), og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Det var tidvis ikke optimal dosering fra anlegget i 2015. Dette førte til mange tilfeller av moderat for lav pH i smoltifiseringsperioden. Modellering av hydrologiske forhold i området Hauglandsdammen – Nes Verk foreslås gjennomført for optimalisering av doseringsrutiner.

Fire emneord	Four keywords
1. Vassdrag	1. Water system
2. Kalkdosering	2. Lime doing
3. Overvåking	3. Surveillance
4. Måleteknikk	4. Measuring technique

Rolf Høgberget
Prosjektleder

Øyvind Kaste
Forskningsleder

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva,
Vegårvassdraget**

Avviksrapport 2015

Forord

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av driften på kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved Hauglandsfossen 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, Tormod Haraldstad og Jarle Håvardstun ved NIVA Region Sør. Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder, og oppdragsgiver er Vegårshei kommune.

Grimstad, 12.08.2016

Rolf Høgberget

Sammendrag

Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg er etablert for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Doseringen styres etter vannføring, samt pH både oppstrøms- og nedstrøms anlegget. Kontinuerlige pH-data fra Nes Verk og nedstrøms anlegget brukes til å vurdere om kalkingen gir ønsket resultat på den lakse- og sjørretførende strekningen i elva. Elva vurderes i denne sammenheng som lakseførende bare opp til Hammerdammen på Nes Verk.

Det oppsto en del avvik fra pH-målene i 2015. Doseringen var derfor ikke optimal. For optimalisering av doseringen foreslås gjennomført en hydrologisk modellering av vassdraget mellom Hauglandsdammen og Nes Verk for å kartlegge tiden fra kalkdosering til respons ved overvåkningsstasjonen på Nes Verk. Håpet er at man ut fra dette kan danne seg et bilde på hvor lang tid i forkant ekstra dosering må begynne for å oppnå ønsket effekt ved Nes Verk.

Periodevis dårlig samsvar mellom pH oppstrøms og nedstrøms anlegget antas å ha sammenheng med bakevje-effekter ved flom ut av Hauglandsdammen. Forholdet er ikke avgjørende for innstilling av doseringsmengder, da pH nedstrøms anlegget overstyrer tilpasningene.

På grunn av vanskelig reservedelssituasjon hos leverandøren anbefales å bytte til en ny type utstyr for overføring av pH- og temperaturdata fra Monane nedstrøms doseringsanlegget til styringsautomatikken på anlegget.

Summary

Title: Operation Report from lime doser in Storelva River, S Norway. Non-conformance report 2015.

Year: 2016

Author: Rolf Høgberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6799-0

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 an aid to operators, water managers and is extensively used for quality control issues.

This report summarizes discrepancies detected during 2015.

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	13
3.1 pH-oppstrømsmålingene	13
3.2 pH-måloppnåelsene	14
4 Referanser og tidligere driftskontrollrapporter	16

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 avsyingsmidler 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 Hauglandsfoss doseringsanlegg måles ved hjelp av ”strekkklapper” i stedet for veiceller under bærekonstruksjonen. Dette er forskjellig fra de fleste andre kalkdoseringsanlegg, og gir dårligere veienøyaktighet. Ledningsevnen i blandekaret er en støtteparameter som ikke registreres på driftskontroll-loggeren. 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 kostnadskrevende 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 vannfølingsstyrte kalkdoseringsanleggene skal gi en fast (forhåndsinnstilt) dose per kubikkmeter vann. Dosene beregnes på grunnlag av titreringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetning 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 (2015) 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. Hauglandsfossen 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 som radiosignaler til doseringsautomatikken på anlegget. Etter denne utbyggingen er anlegget definert som et pH-nedstrømsstyrt anlegg som for tiden skal dosere etter følgende pH-mål for den lakseførende strekningen: pH 6,2 i perioden 15. februar - 31. mars, pH 6,4 i perioden 1. april - 30. juni og pH 6,0 ellers i året.

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 driftskontroll-dosen 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 usøydighet 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 miljøvern avdeling 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 termometer er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetta for å få riktige pH- og termometermålinger.
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 avsyrmingsmiddel på kalkdoseringsanlegget.
Prosesskalibrering	Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en tidligere 2 pkt. kalibrering på meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7).



Figur 1. 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 lengre enn 8 timer (en arbeidsdag).

Effektiv driftskontroll kan bare utføres med kontinuerlig dataleveranse av de essensielle parameterne, se kap 1.1.1. I 2015 var det ingen langvarige avbrekk i registreringa av beholdnings- og doseringsdata bortsett fra 1,5 dag fra 26. februar. Imidlertid oppsto fra tid til annen kortvarige «hopp» i PLS-dosen (under to timer). Dette var antagelig elektroniske feil uten praktisk betydning for doseringen. Vannstandsdata mangler i en periode fra 1. til 17. februar.

pH oppstrøms anlegget ble målt kontinuerlig hele året uten stopp i gjennomstrømmingen av målekyvetta. pH nedstrøms doseringen (på Monane) ble også målt kontinuerlig, men det er ikke mulig å vite om gjennomstrømmingen var kontinuerlig i en periode fra 1. januar til 9. april fordi temperaturdata fra målekyvetta ikke ble overført til doseringsanlegget. Årsaken var at denne kanalen falt ut på radiosambandet.

Tabell 1. oversikt over dager med for lav pH i forhold til pH-målene i lakseførende strekning av elva og ved Monane.

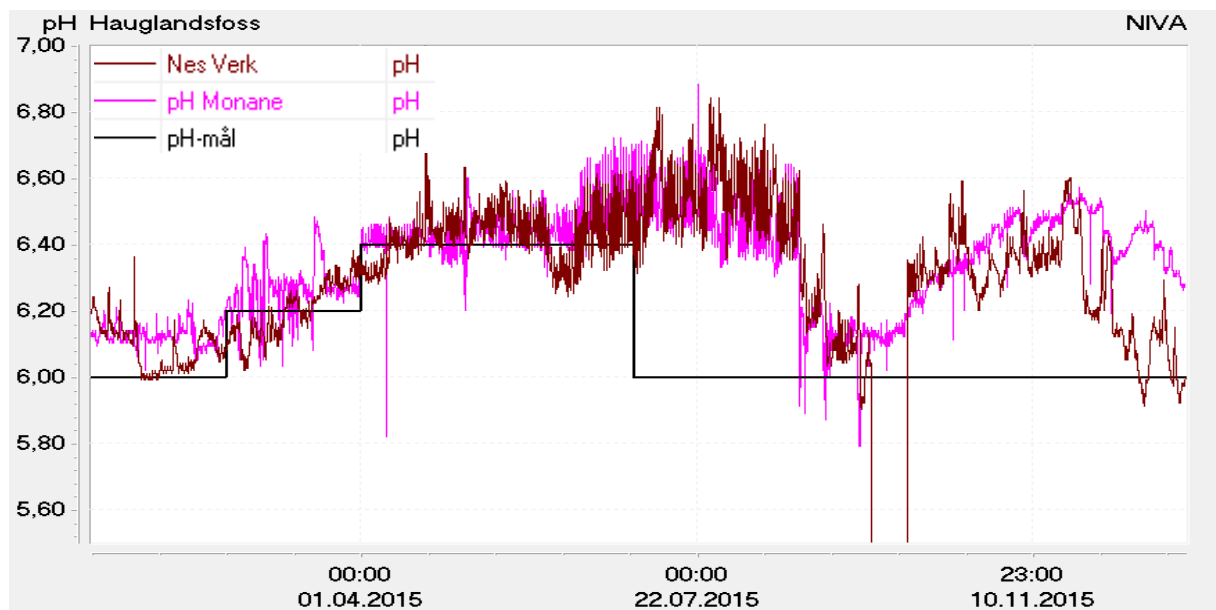
Dato	Dager med pH under målet		Laveste verdi pH	pH-avvik
	Monane	Nes Verk		
15.02.2015		3,5	6,1	0,1
19.02.2015	0,6		6,1	0,1
19.02.2015		3,6	6	0,2
23.02.2015		0,7	6,1	0,1
25.02.2015		1,7	6,1	0,1
25.02.2015	0,7		6,1	0,1
27.02.2015		1,9	6	0,2
01.03.2015		0,8	6,1	0,1
02.03.2015		0,6	6,1	0,1
03.03.2015		1,8	6,1	0,1
01.04.2015		6,7	6,3	0,1
07.04.2015		0,6	6,3	0,1
08.04.2015		0,7	6,3	0,1
09.04.2015		0,4	6,3	0,1
05.05.2015		0,4	6,2	0,2
02.06.2015		0,6	6,3	0,1
03.06.2015		2,5	6,3	0,1
06.06.2015		0,7	6,3	0,1
08.06.2015		0,5	6,2	0,2
09.06.2015		0,5	6,3	0,1
10.06.2015		0,4	6,3	0,1
13.09.2015	0,7		5,8	0,2
14.09.2015		1,3	5,9	0,1
17.12.2015		0,8	5,9	0,1
29.12.2015		0,9	5,9	0,1

Det ble registrert 34 dager med pH under målet i lakseførende del av elva. Bare 2 dager av disse ble imidlertid målt ved Monane. Elva er der sannsynligvis ikke lakseførende. Resterende avvik er registrert ved

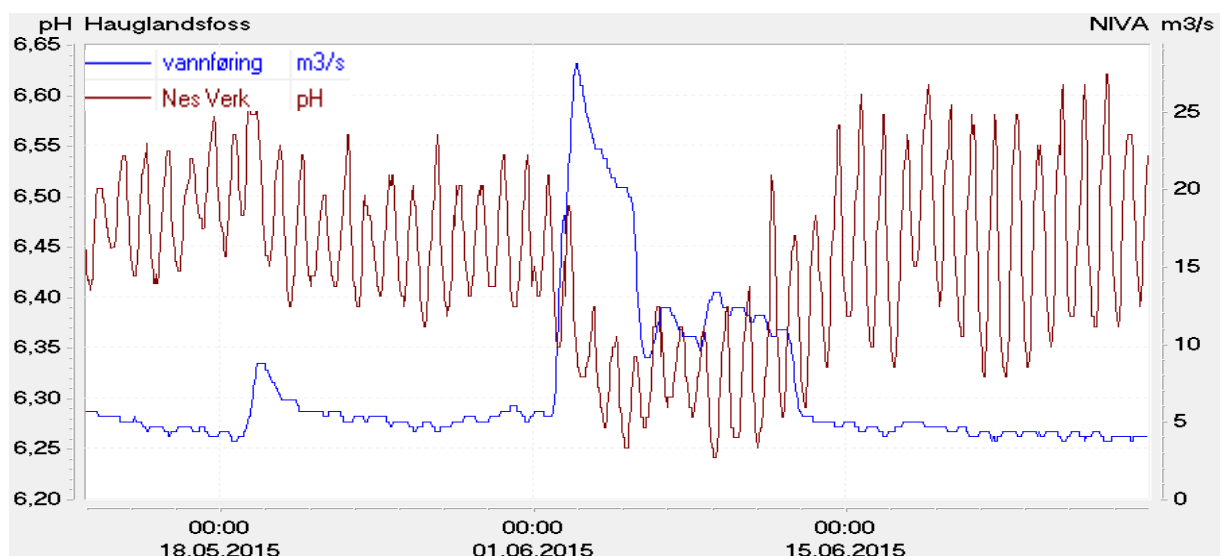
Nes Verk, **Tabell 1**. Data fra Nes Verk mangler i perioden fra 18. til 30. september på grunn av defekt pumpe for vanntilførsel til pH-kyvetta.

Usikkerheten omkring laks ved Monane (pH nedstrøms doseringen) må forstås på bakgrunn av at lakserogn sist ble satt ut oppstrøms Hammerdammen på Nes Verk i 2012 (Tormod Haraldstad pers. med.). Det er ikke registrert laks oppstrøms dammen etter at denne laksen utvandret (NINA v/ Randi Saksgård pers med.). Dette indikerer at oppvandrende laks ikke kan komme forbi dammen.

pH gjennom hele 2015 ved Nes Verk og Monane sammen med pH-målet i elva er gjengitt i **Figur 2**. pH-økningen i elva var generelt for treg i overgangene til økte pH-mål. Det var også et tilfelle med for lav pH i forbindelse med flom i begynnelsen av juni **Figur 3**.



Figur 2. pH nedstrøms dosering (Monane) og ved Nes Verk sammenholdt med pH-målet.

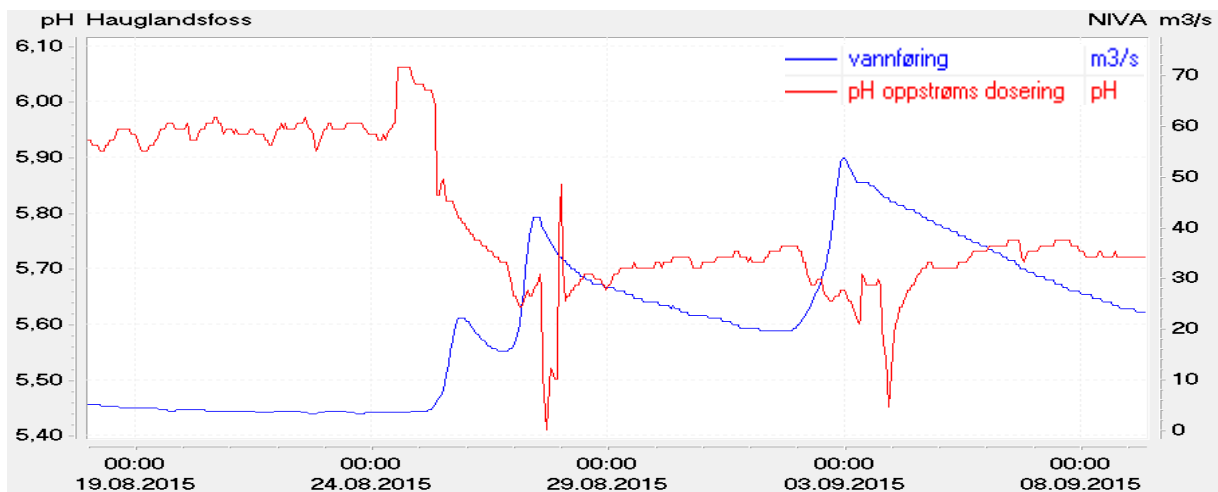


Figur 3. lav pH ved Nes Verk under flom i slutten av utvandringstiden for laksesmolt (pH-mål 6,4).

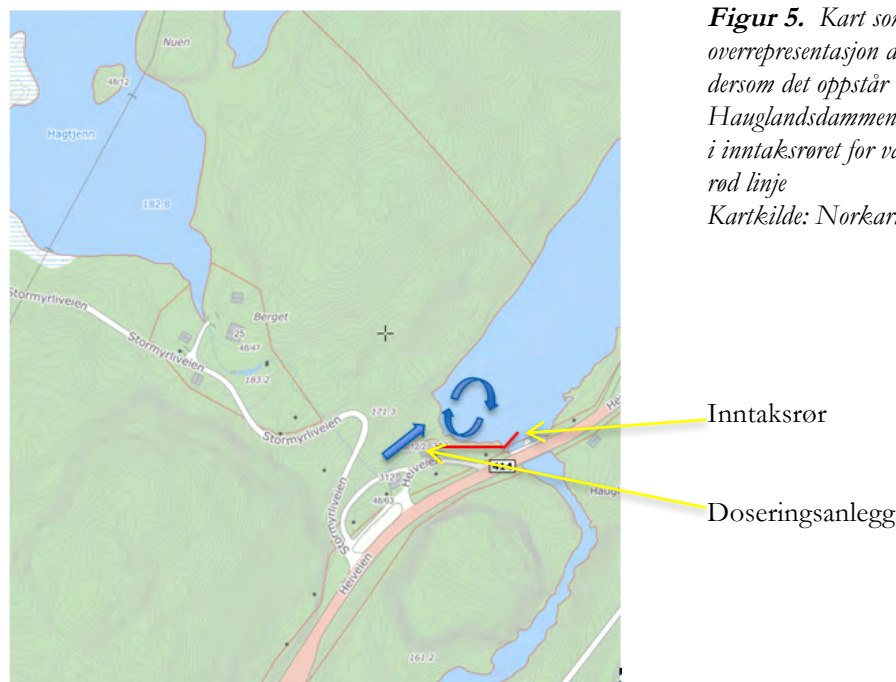
3 Tiltak

3.1 pH-oppstrømsmålingene

Det er tidligere kommentert forhold omkring inntaksbrønnen for vann til doseringsanlegget og pH-måling (Håvardstun og Høgberget 2015). Loggedata kan tyde på at lokale forhold påvirker pH-målingene oppstrøms anlegget under flom. **Figur 4** viser hvordan pH ved to anledninger dropper betydelig i forbindelse med flomtappen. Det er observert bakevje-effekter ved at vannet strømmer i ring oppstrøms inntaket (Odd Magne Hommelsgård pers med). Surt vann fra Hagtjenn som renner ut bak doseringsanlegget kan bli overrepresentert i dette området. Det er derfor mulig at strømeffekter enkelte ganger påvirker kvaliteten av inntaksvannet slik at dette ikke representerer homogent innblandet elvevann i Hauglandfossen **Figur 5**.



Figur 4. pH og vannføring ved to anledninger der pH dropper under flommen for en kortere periode.



Figur 5. Kart som viser teoretisk mulighet for overrepresentasjon av lokalt vann fra Hagtjenn dersom det oppstår bakevje-effekter nær utløpet av Hauglandsdammen. Dette vannet kan trekkes inne i inntaksrøret for vann til pH-måling, markert med rød linje

Kartkilde: Norkart

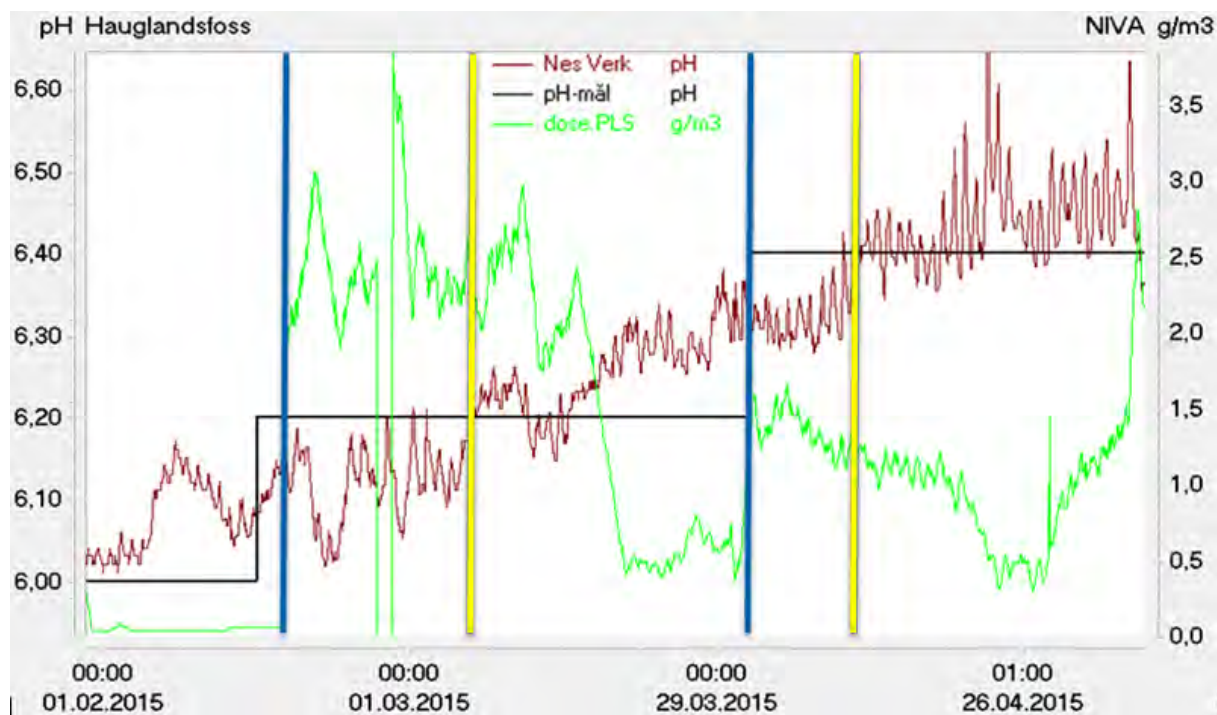
3.2 pH-måloppnåelsene

pH var for lav 32 dager ved Nes Verk. Driften var derfor ikke optimal på anlegget. Imidlertid antas det at forholdet hadde minimal effekt på utvandrende smolt fordi avvikene ikke var store og de oppsto ikke i den mest sentrale utvandringstiden.

Det er en utfordring å dosere riktige mengder til rett tid for å kunne oppnå pH-målet ved Nes Verk. Ubergsvann fungerer i denne sammenhengen som et fordrøyningsbasseng. Dette fører til betydelige forsinkelser i pH-effekten ved Nes Verk. Ved første økning av pH-målet midt i februar er innsjøen islagt, og en må forvente at kaldt vann fra innløpet fordeler seg i øvre vannlag rett under isen. Isen er også en effektiv barriere mot vindeksponering. Teoretisk skal derfor vannbevegelsen gjennom innsjøen gå raskere om vinteren enn senere i sesongen, når Ubergsvann både er i vårsirkulasjon og eksponert for vind som påvirker strømretningene i vannet. Også ved andre økning av pH-målet, 1. april, er innsjøen de fleste år isdekket. Innløpsvannet er da imidlertid varmere, slik at innlagringen skjer dypere ned i vannmassene. Vannføringen bestemmer uansett mye for vannhastigheten gjennom Ubergsvann.

I 2015 var temperaturen 1-2 °C ved første og 4-5 °C ved andre pH-heving. I begge tilfeller tok det lang tid fra økte kalkdoser til oppnådde pH-mål, henholdsvis 17 og 10 dager **Figur 6**. Vannføringen varierte mellom henholdsvis 4-16 m³/s og 7-9 m³/s. Ved første pH-økning økte vannføringen mye 5 dager før måljusteringen.

Økte kalkdoser må tilføres elva i god tid før nye pH-mål trer i kraft. Det er mulig at hydrologiske modeller kan benyttes for bestemmelse av mer nøyaktige transporttider for vannet. Dette kan f.eks. gjøres ved å legge inn forskjellige scenarier for hvordan vannsystemet kan fungere hydrologisk til ulike årstider. Det foreslås derfor at hydrologisk utredning omkring dose-responstid mellom doseringsanlegg og Nes Verk. Foreløpig bør sette høyere pH-krav på anlegget (høyere dosering) allerede 14 dager før tiden for økte pH-mål.



Figur 6. pH ved Nes Verk, kalkdoser fra Hauglandsfossen doseringsanlegg (dose PLS) og pH-mål for Storelva. De vertikale linjene markerer start av økte doseringer (blå) og tidspunkter for nye pH-måloppnåelser (gul).

3.3 Drift av radioforbindelsen mellom anlegg og pH-stasjon

Det har de senere årene blitt stadig vanskeligere å utføre tilfredsstillende service på radiosender og mottaker som overfører pH- og temperaturdata fra målingene nedstrøms doseringsanlegget til doseringsautomatikken. Årsaken er en dårlig reservedels-situasjon hos leverandøren. Radiolinken består av sender og mottaker som er individuelt tunet mot hverandre. Det bør alltid være et sett tilgjengelig når overføring av pH-verdier stopper på grunn av et defekt radiosamband. Det har i en lang periode bare vært ett sett på lager hos NIVA. Årsaken til at defekte radiosett ikke blir reparert og satt på lager, er manglene kvalitet på tilgjengelige reservedeler (Connective v/Jonas Sanomon pers med.) Dette er en situasjon som oppleves vanskelig å fortsette med. Derfor anbefales å bytte system for overføring av pH og temperaturdata. NIVA ønsker å fri seg fra kravet om drift av system for overføring av pH-signalene, men beholder gjerne overordnet ansvar for pH-målingene slik det er beskrevet i kontrakten

4 Referanser og tidligere driftskontrollrapporter

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.

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.

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