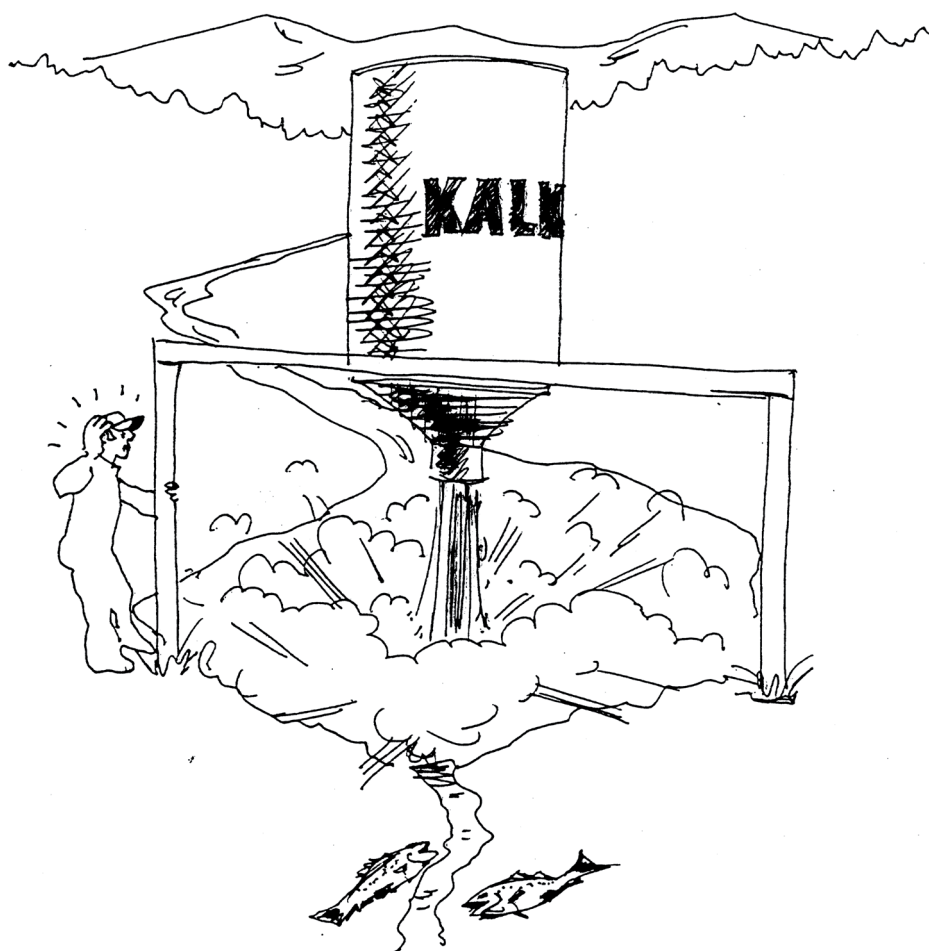


# Driftskontroll av Tryland doseringsanlegg i Audna Avviksrapport 2012



# RAPPORT

**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

Høgskoleringen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av Tryland doseringsanlegg i Audna Avviksrapport 2012	Løpenr. (for bestilling) 6532-2013	Dato 7.5.2013
	Prosjektnr. Undemr. 13143	Sider Pris 16
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Vest Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Audnedal kommune	Oppdragsreferanse
--------------------------------------	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna gjennomføres for å dokumentere effektiviteten ved anlegget. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Den foreslår også tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Driftssikkerheten i 2012 var ikke optimal. Det var relativt mange episoder der pH ble for lav i forhold til pH-målet. Det ble registrert en del tilfeller der doseringen ble unøyaktig i forhold til doseringssignalet.</p> <p>Rapporteringen fra Audna gjøres bare på grunnlag av loggedata. Hendelsenes årsakssammenhenger blir derfor ikke beskrevet. For full rapportering anbefales at driftskontrollen kommer inn i samme former som de øvrige driftskontrollavtalene.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vassdrag</li> <li>2. Kalkdosering</li> <li>3. Overvåking</li> <li>4. Måleteknikk</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. River system</li> <li>2. Lime dosing</li> <li>3. Monitoring</li> <li>4. Measuring technique</li> </ol>
--	---



*Rolf Høgberget*  
Prosjektleder



*Øyvind Kaste*  
Forskningsleder



*Thorjørn Larssen*  
Forskningsdirektør

# **Driftskontroll av Tryland doseringsanlegg i Audna**

Avviksrapport 2012

## Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som mulig. Ideelt sett 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 sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt.

Som et ledd i å avdekke effektiviteten til anlegget, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Audna etablert i desember 2008. En avtale om driftskontroll innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken samt dokumentasjon av driften ved en kortfattet avviksrapport hvert år.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA bestående av Liv Bente Skancke, Lise Tveiten, Jarle Håvardstun og Rolf Høgberget. Jarle Håvardstun har også laget kartene i rapporten.

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder, og oppdragsgiver er Audnedal kommune

Grimstad, 7.5. 2013

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Driftskontrollsystemet	7
1.2 Kalkingsstrategien i vassdraget	7
1.3 Rapporteringen	7
1.4 Ord og uttrykk	8
<b>2. Driften av anlegget</b>	<b>10</b>
<b>3. Tiltak</b>	<b>15</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>16</b>

---

## Sammendrag

Det ble etablert driftskontroll ved Tryland kalkdoseringsanlegg i desember 2008. Hensikten med etableringen var å samle kontinuerlig informasjon for å avdekke effektiviteten til anlegget i forhold til de mål som settes for kalkingsvirksomheten i Audna. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Den foreslår også tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi.

Det ble registrert data på driftskontroll-loggeren hele året, men vannstand og kalkbeholdning hadde perioder der verdiene var ustabile. Det ønskes bedre sikkerhet for korrekte data fordi disse dataene danner grunnlag for utregninger av både langtids- og styringsdoser.

Det var relativt mange episoder der pH ble for lav i forhold til pH-målet. Til sammen var det 230 timer med for lav pH. De største avvikene oppsto imidlertid ikke i den mest kritiske perioden av året i forhold til laks og smoltifisering. Dette reduserer faren for at laks kan ha tatt skade av forholdene.

Det ble registrert en del tilfeller der doseringen ble annerledes enn doseringssignalet skulle tilsi. Både lavere og høyere dosering ble registrert.

Rapporteringen av driften på Tryland-anlegget utarbeides bare på grunnlag av informasjoner som innhentes fra automatiske loggedata. Det er ingen jevnlig kontakt mellom operatøren og NIVA i den daglige driftskontrollen. Ved rapporteringen vil derfor forklaringer og årsakssammenhenger som kan beskrive hendelser ikke bli beskrevet. Den daglige driften på NIVA vil også mangle forklaringer på de forskjellige hendelser som oppstår. Dette er en svakhet ved avtalen om driftskontrollen på Tryland. Det anbefales at rapporteringen kommer inn i samme former som de øvrige avtaler om driftskontroll.

## Summary

Title: Operation Report from lime doser in Audna River, S Norway. Non-conformance report 2012.

Year: 2013

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577- 6267-4

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 in River Audna during 2012

# 1. Innledning

## 1.1 Driftskontrollsystemet

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) og vannføringen 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).

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 overstyres signalene fra vannføringsstyringen. Ved å sammenligne det fastsatte pH-målet for den aktuelle strekning i elva med de faktisk målte pH-verdier nedstrøms anlegget vises effektiviteten til anlegget.

## 1.2 Kalkingsstrategien i vassdraget

Tryland kalkdoseringsanlegg ligger ca. 12 km oppstrøms Melhusfossen målestasjon, hvor det er kontinuerlig overvåking av pH i målområdet for kalkingsvirksomheten. Anlegget er plassert umiddelbart nedstrøms et kraftverksutslag i det forsurete sidevassdraget, Trylandsvassdraget. Anlegget er konstruert som et pH-styrt doseringsanlegg der pH nedstrøms anlegget danner grunnlaget for fastsettelse av kalkingsdoser. pH-stasjonen som tidligere ble benyttet til dette formålet var plassert på Vigmostad, ca. 2 km nedstrøms anlegget. Grunnet blant annet tidvis grunnvannspåvirkning ved denne stasjonen, ble pH-styringen satt ut av funksjon i 2006.

Laks vandrer forbi Tryland. Det er ikke noe klart definert vandringshinder i elva, men det blir ikke observert laks oppstrøms Ytre Øydnvatn. Mellom Øvre og Ytre Øydnvatn er det plassert et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg, på Stedjan 18 km oppstrøms Tryland. Dette anlegget doserer for tiden ca. 7 g/m<sup>3</sup> fra 1. mai til 15. august og 5 g/m<sup>3</sup> resten av året. Den direkte effekten av doseringen forsvinner i Ytre Øydnvatn, men generelt bidrar kalkingen til økt pH inn mot doseringsanlegget på Tryland.

## 1.3 Rapporteringen

Det følgende er en gjennomgang av driften ved Tryland kalkdoseringsanlegg i 2012. Eventuelle data fra Stedjan doseringsanlegg er ikke en del av rapporteringsgrunnlaget. Forhold oppstrøms Tryland kan likevel kommenteres. Kvalitetssikrete data fra pH-overvåkingsstasjonen i målområdet for kalkingsvirksomheten er viktig informasjon. Disse dataene vurderes i sammenheng med doseringsdata fra Tryland doseringsanlegg.

Det er tidligere utgitt følgende driftskontroll-rapporter fra kalkingsaktiviteten i Audna:

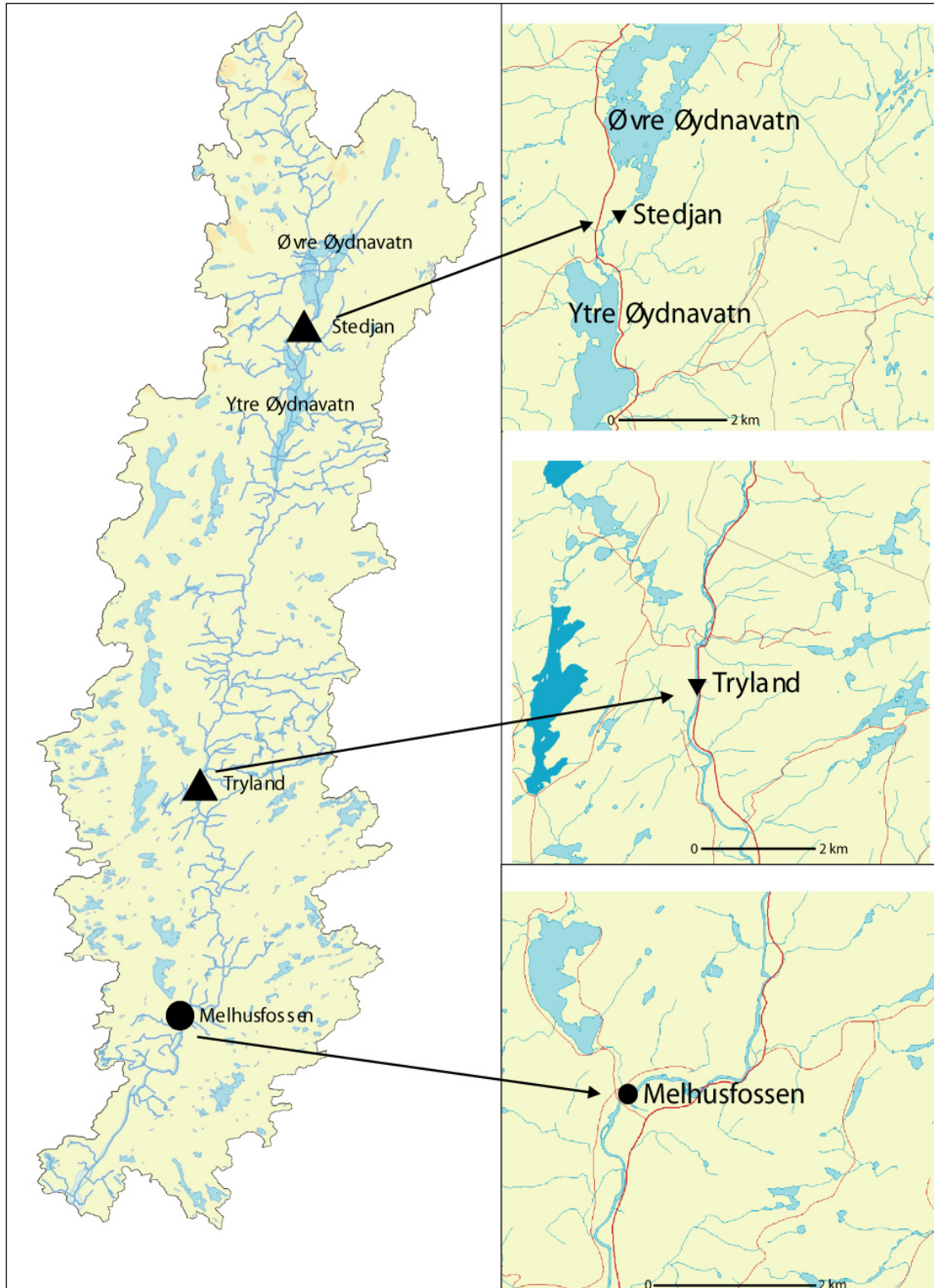
- januar 2009 – 31. desember 2009 (Høgberget og Håvardstun 2010)
- januar 2010 – 31. desember 2010 (Høgberget 2011)
- januar 2011 – 31. desember 2011 (Høgberget 2012)



## 1.4 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 <sup>3</sup> , gram kalksteinsmel per m <sup>3</sup> vann i elva.
PLS-dose, Styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m <sup>3</sup> /s). Dette er den dosen anlegget "tror" den gir til elva. Enheten er g/m <sup>3</sup> .
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 <sup>3</sup> ved vannføring 50 m <sup>3</sup> /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m <sup>3</sup> ).
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 til 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 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 metriske enheter (meterstav/målestav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i "fast fjell" eller i forhold til moh. (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.** Kart over nedbørfeltet til Audna med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av store kalkdoseringsanlegg (triangler) og pH-målestasjon (sirkel).

## 2. Driften av anlegget

Det følgende er en gjennomgang av hendelser på Tryland doseringsanlegg sett i forhold til de mål som er satt for kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning nedstrøms Tryland. pH-mål for lakseførende strekning av Audna er satt til følgende: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4 og pH 6,0 resten av året.

Loggeren registrerte data hele året uten avbrudd.

Vannstand-, beholdning- og styringssignal ble registrert hele året.

Kalkbeholdningen var større enn signalet kunne registrere to ganger i løpet av året. Det var 26. februar og 13. mai. Beholdningssignalet ble, i enkelte perioder, meget ustabil. Avlest vekt kunne da variere opp til 4 tonn over et døgn (*Figur 2*). Vannføringen ble også registrert noe ustabil i deler av våren og på forsommeren (*Figur 3*). Det ble registrert at doseringssignalet ikke viste dosering selv om det ble dosert fra anlegget (*Figur 4*).

Dosene som ble tilført elva varierte mye. I april og mai var det spesielt høye doser. Da ble dosene øket til 4,5-5g/m<sup>3</sup>. Etter 31. mai ble dosene betraktelig redusert. Om sommeren og høsten var langtidsdosen under 0,5 g/m<sup>3</sup>.

Året var preget av flere episoder med høy vannføring om sommeren slik at det ikke oppsto noen sommertørke i elva. I september økte frekvensen av regnværsepisoder uten at det utviklet seg til mer enn en ekstra høy flomepisode i slutten av november. Desember var nedbørfattig. Det ble likevel registrert en stor flom i slutten av året.

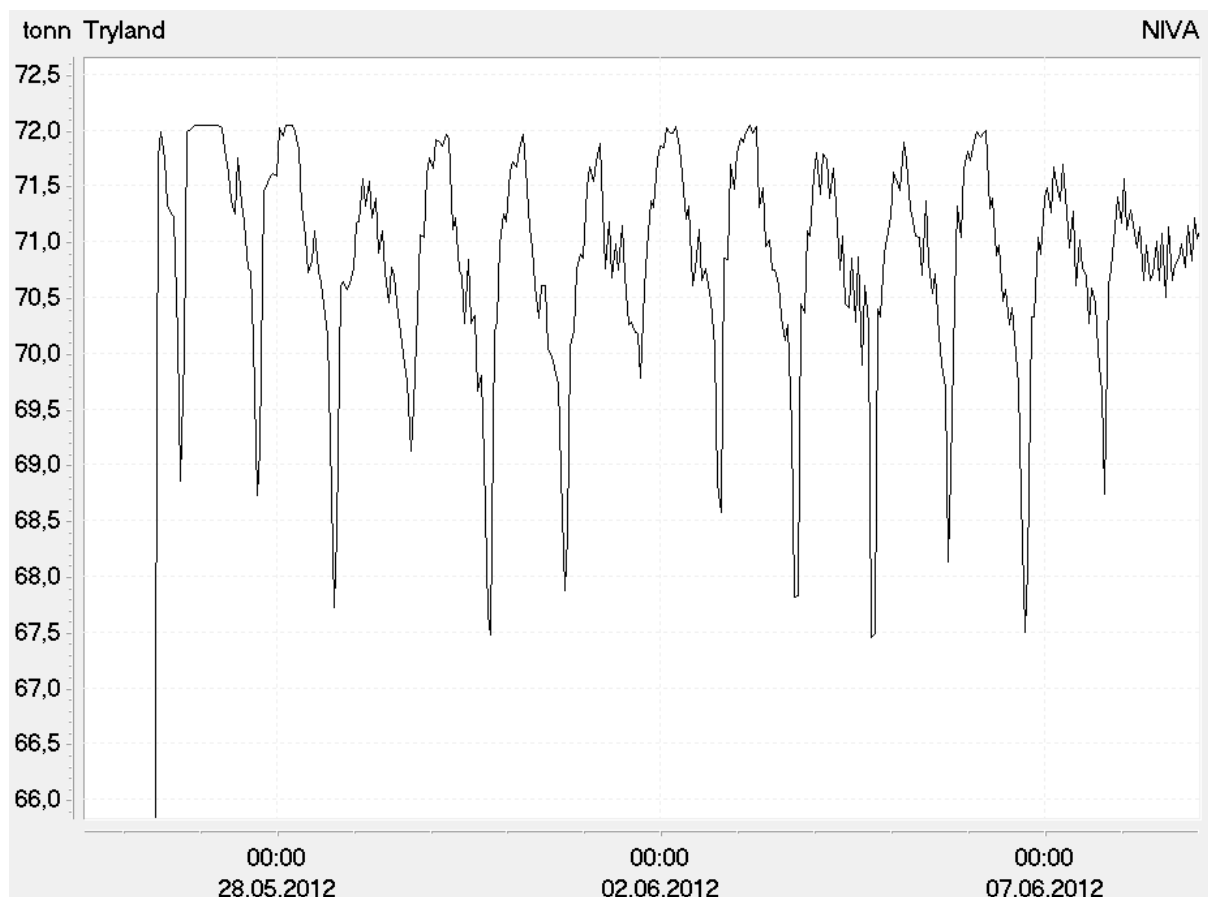
pH var under målet ved Melhusfossen 14 ganger i løpet av året (*Tabell 1*). Til sammen utgjorde dette 230 timer da pH var for lav i forhold til gjeldende mål. De største avvikene oppsto i februar, rett etter at pH-målet ble økt fra 6,2 til 6,4. Dette er ikke i den mest kritiske perioden i forhold til laks og smoltifisering, noe som reduserer faren for at laks har tatt skade av forholdene. Av *Figur 5* synes det som om doseringskravet ble betydelig øket, men den reelle doseringen forble bare ca. halvparten av innstilte doser. Dette medførte lav pH ved hver av flomtoppene i tre fortløpende flommer.

Ved stort avvik 10. april ble ekstra dosering satt for sent i gang. Dermed ble det en forsuring i forkant av flommen (*Figur 6*). Det synes også som om doseringen enkelte ganger ikke umiddelbart kom i gang selv om øket doseringssignal var gitt. *Figur 7* viser en situasjon der doseringskravet ble øket ca. en halv dag før avtak i beholdning ble registrert.

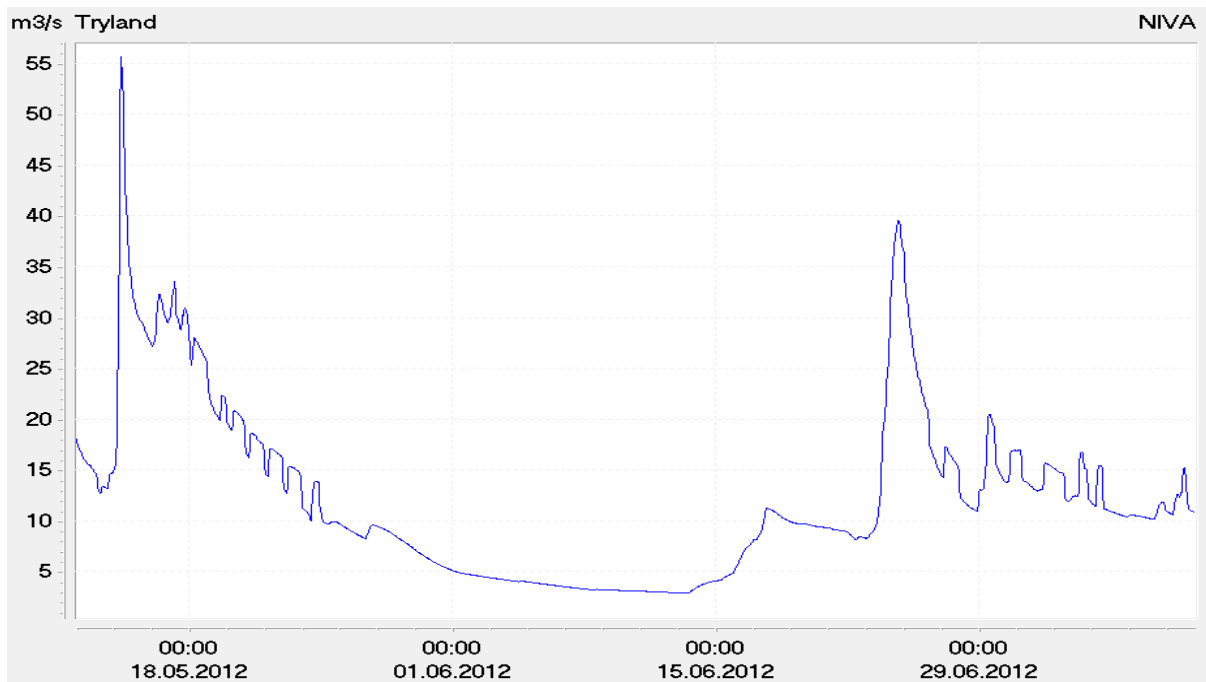
Om høsten var det mange tilfeller med noe lav pH i forhold til målet ved flom. Vannføring og pH gjennom året er gjengitt i *Figur 8*.

**Tabell 1.** Dato og antall timer som pH i Audna var under pH-målet for elva i 2012. Til sammen var pH under målet i 230 timer.

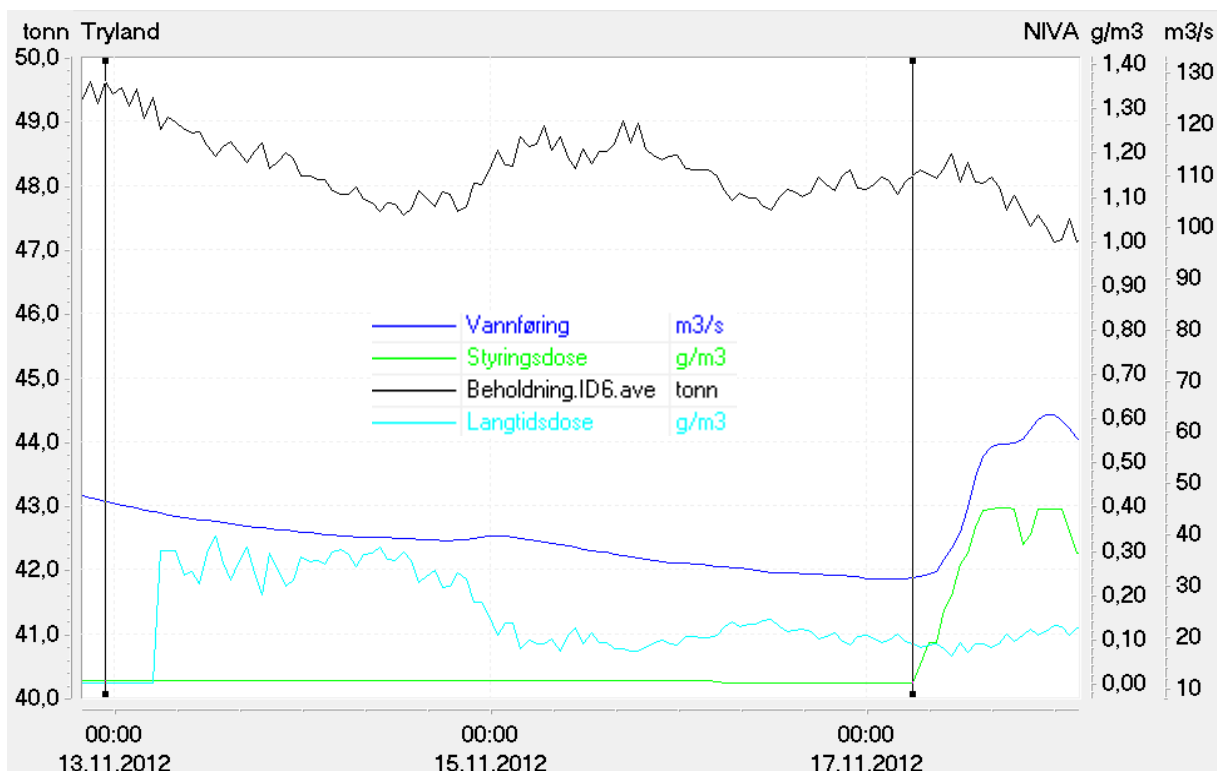
Dato	Timer under målet Melhusfossen	Laveste verdi pH	Avvik fra mål pH
17.02.2012	51	5,7	0,5
21.02.2012	22	6	0,2
22.02.2012	11	6	0,2
09.03.2012	20	6,1	0,1
10.04.2012	23	6,1	0,3
18.04.2012	6	6,3	0,1
23.06.2012	16	5,8	0,2
28.08.2012	9	5,8	0,2
17.10.2012	11	5,8	0,2
17.11.2012	8	5,9	0,1
20.11.2012	11	5,8	0,2
21.11.2012	8	5,9	0,1
17.12.2012	4	5,9	0,1
29.12.2012	30	5,7	0,3



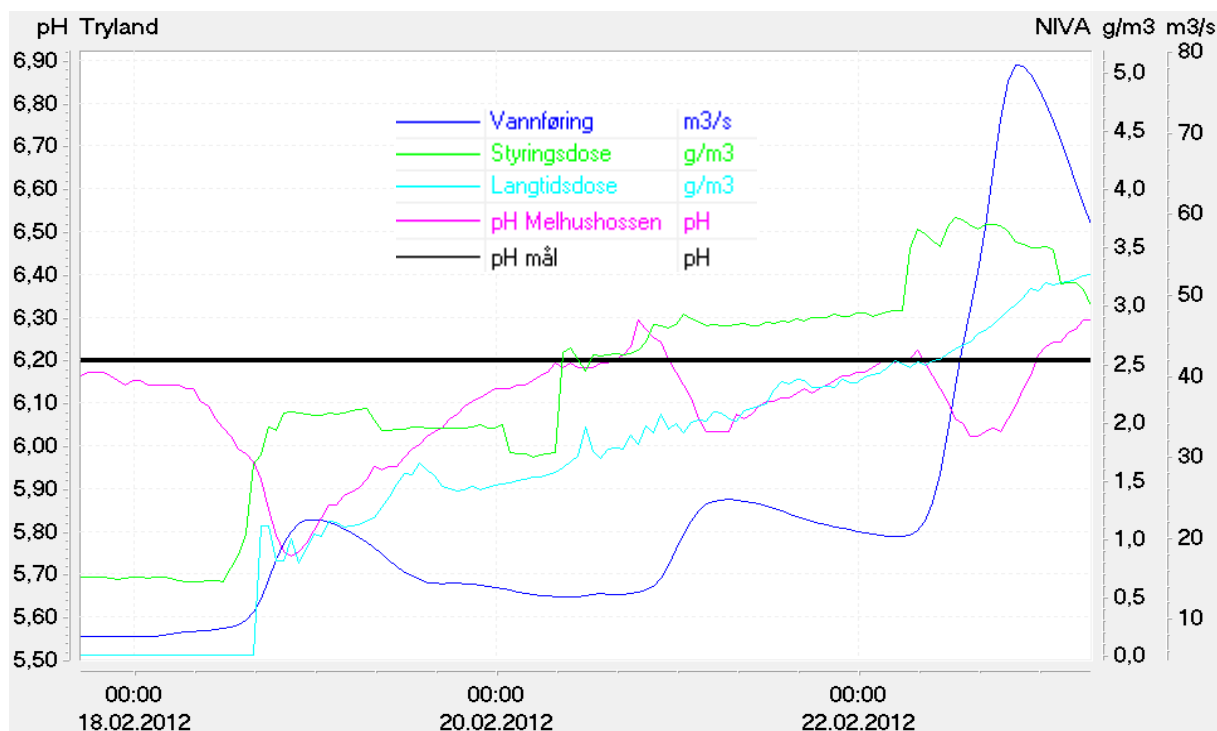
**Figur 2.** Kalkbeholdning registrert på Tryland doseringsanlegg i begynnelsen av juni 2012. Avlesingene varierte opp mot 4 tonn i løpet av døgnet.



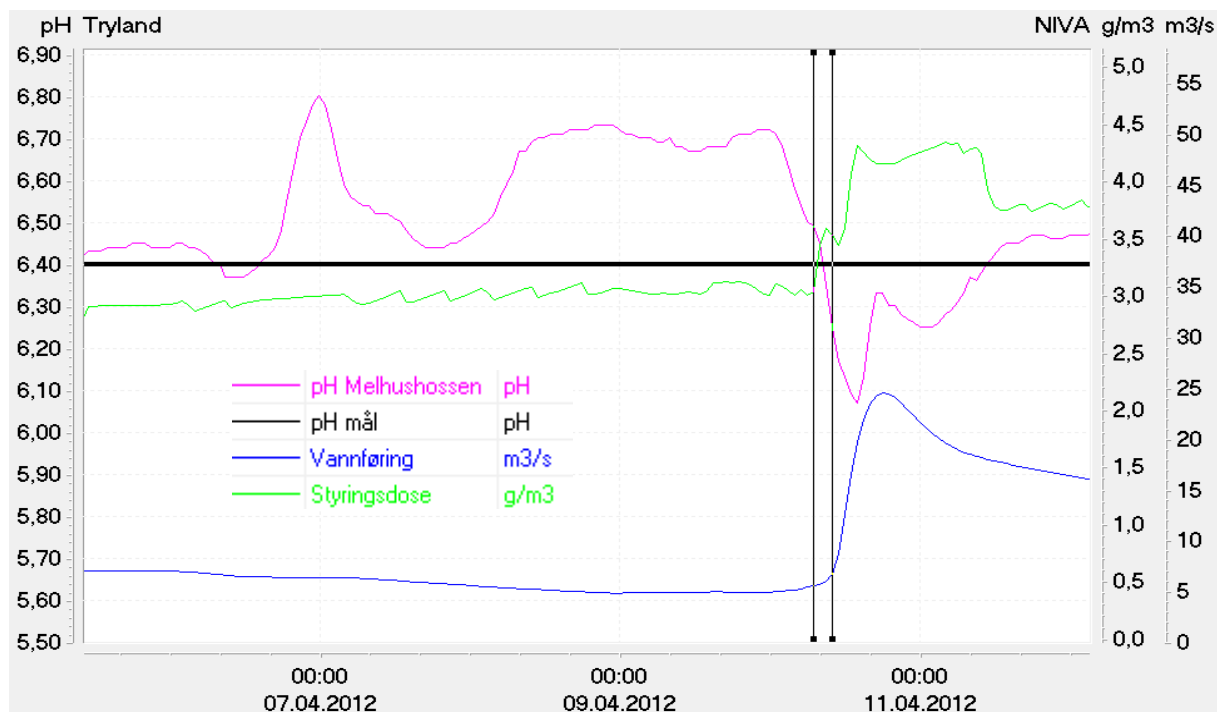
**Figur 3.** Vannføringen ved Tryland doseringsanlegg fra midt i mai og ut juni 2012. Det ble registrert unøyaktig vannføring. Årsaken er ikke klarlagt.



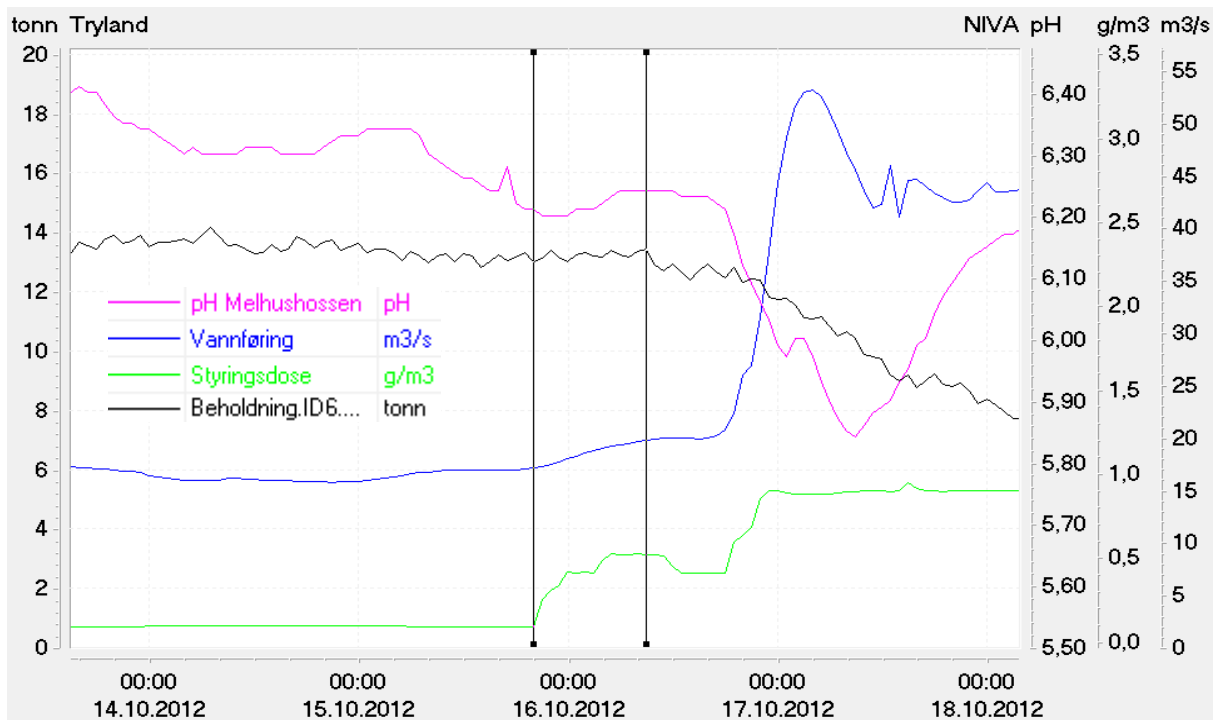
**Figur 4.** Kalkbeholdning, vannføring, styringsdose og langtidsdose ved Tryland doseringsanlegg i november 2012. Det ble dosert opp mot  $0,3 \text{ g/m}^3$  selv om det ikke var styringsdosesignal. I tiden markert med vertikale linjer ble det dosert  $1,5 \text{ tonn}$ . Årsaken er uviss.



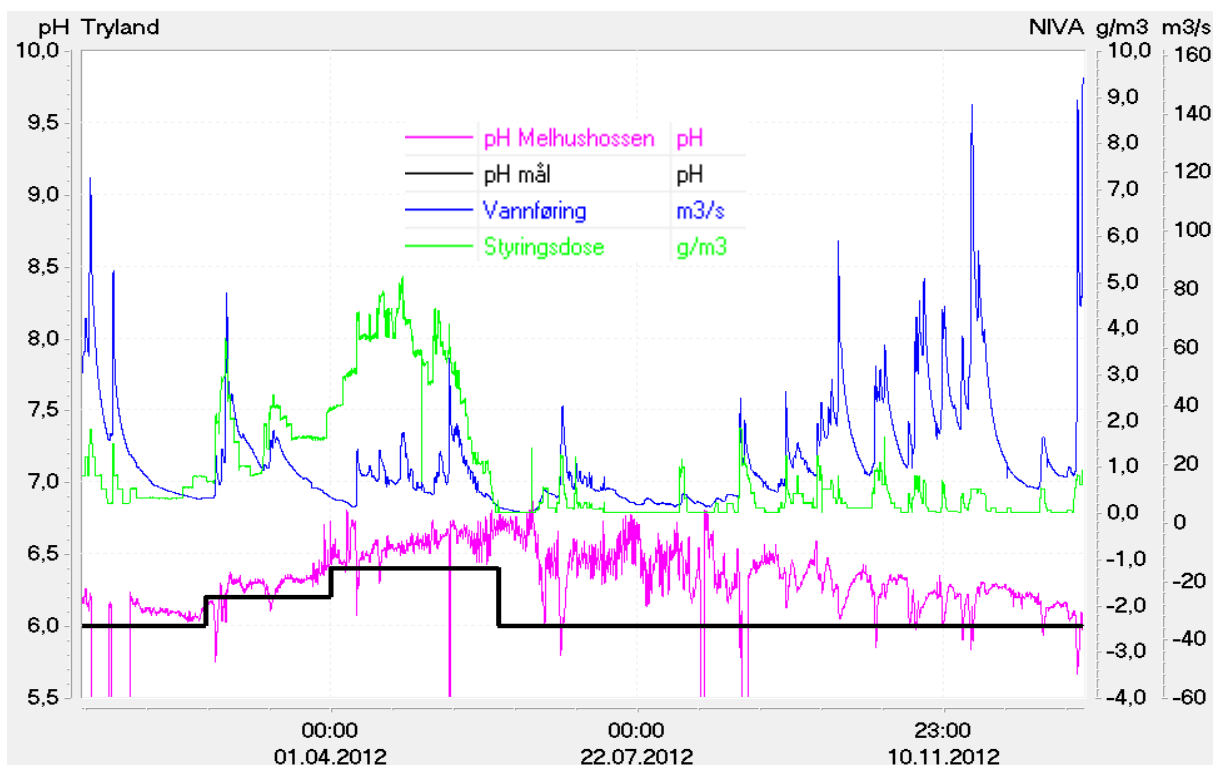
**Figur 5.** Vannføring, styringsdose og langtidsdose ved Tryland doseringsanlegg sammen med pH ved Melhushossen og pH-mål for elva i februar 2012. Dosene som ble tilført elva i tre fortløpende flommer ble lavere enn styringssignalet skulle tilsi.. Resultatet ble for surt vann i elva.



**Figur 6.** Vannføring og styringsdose ved Tryland doseringsanlegg sammen med pH ved Melhushossen og pH-mål for elva i april 2012. Høyere dosering ble iverksatt kun 3 timer før flommen satte i gang, (markert med to vertikale linjer).



**Figur 7.** Vannføring, kalkbeholdning og styringsdose ved Tryland doseringsanlegg sammen med pH ved Melhusfossen i oktober 2012. Høyere dosering ble iverksatt 13 timer før avtaket i kalkbeholdningen begynte, (markert med to vertikale linjer).



**Figur 8.** pH ved Melhusfossen, pH-mål, styringsdose og vannføring ved Tryland doseringsanlegg i hele 2012. pH-dropp til 5,5 er ikke reelle, men skyldes markering av tider uten pH-data.

### 3. Tiltak

I den delen av året hvor smoltifisering og smoltutvandring av laks foregår, er fisken spesielt sårbar for forsureffekter. I kalkingsstrategien inngår derfor spesielt høyt pH-mål for kalkingen i april og mai. Det er da ekstra viktig at pH i elva holder disse målene. Uheldigvis ble det i 2012 registrert til sammen over 5 dager med for lav pH i smoltifiseringsperioden. Ut over dette var det også til tider noe lav pH i elva resten av året. Årsaken til de mange tilfellene kan være at anlegget fortsatt krever manuell innstilling av doser. Selv om styringsautomatikken på anlegget nå tar hensyn til vannføringsutviklingen, er det vanskelig å tilfredsstille kravene til nøyaktig dosering uten et automatisk pH-regulert doseringssystem. Det må prioriteres å få etablert pH-stasjonen som tidligere beskrevet (Høgberget 2011, 2012). Det vil da bli enklere å kalke mer økonomisk, selv om kortvarige pH-dropp i flommer allikevel vil være vanskelig å unngå uten manuell inngripen.

Det er tidligere foreslått etablert en pH-målingsstasjon oppstrøms Tryland (Høgberget og Håvardstun 2010, Høgberget 2012). Dette bør gjøres for å dokumentere forholdene oppstrøms Tryland. Spesielt blir dette viktig i forbindelse med et eventuelt nytt anlegg ved utløpet av Ytre Øydnvatn.

Unøyaktigheter i avlesingen av kalkbeholdning fører til problemer med beregningen av langtidsdoser. Langtidsdose-verdier beregnes på grunnlag av blant annet akkumulert forbrukt kalk mellom hver fylling. Integratoren vil nullstilles hver gang beholdningsvekten øker. Dette forutsetter at signalet er stabilt. Signalet bør derfor stabiliseres.

Vannføringen benyttes til langtidsdose- og styringsdoseberegning. Det er derfor viktig at vannstanden, som danner grunnlag for vannføringsmålingene er riktig.

Rapporteringen av driften på Tryland-anlegget utarbeides bare på grunnlag av informasjon som innhentes fra automatiske loggedata. Det er ingen jevnlig kontakt mellom operatøren og NIVA i den daglige driftskontrollen. Ved rapporteringen vil derfor forklaringer og årsakssammenhenger som kan beskrive hendelser ikke bli beskrevet. Den daglige driften på NIVA vil også mangle forklaringer på de forskjellige hendelser som oppstår. Dette er en svakhet ved avtalen om driftskontrollen på Tryland. Det anbefales at rapporteringen kommer inn i samme former som de øvrige avtaler om driftskontroll



## 4. Referanser

Høgberget, R. 2011. Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2010. NIVA-rapport L. nr. 5961.

Høgberget, R. 2012. Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2011. NIVA-rapport L. nr. 6374.

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport L. nr.3824.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2010. Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2009. NIVA-rapport L. nr. 5961.

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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)