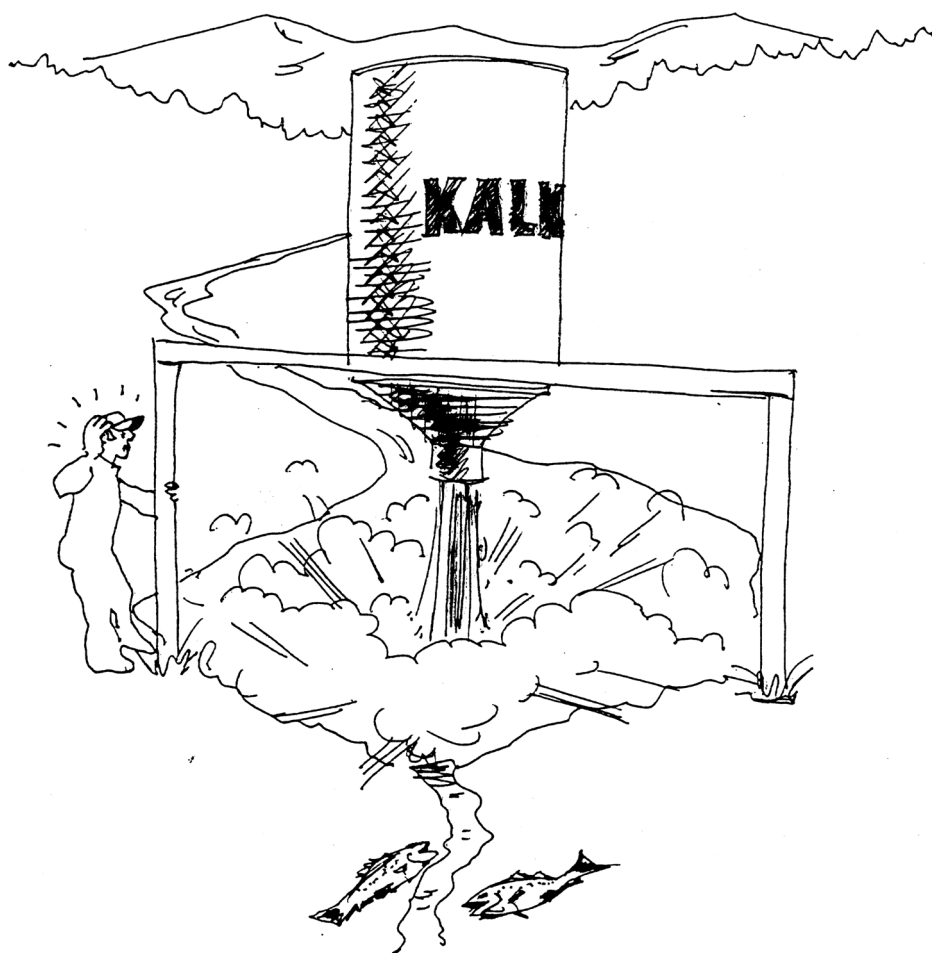


# Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2010



**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**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

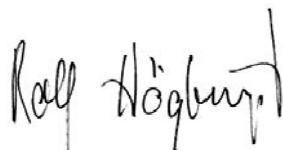
Tittel Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2010.	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	6180-2011	April 2011
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	11143	14
Fagområde Overvåking	Geografisk område	Distribusjon
	Vest-Agder	Trykket NIVA

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

**Sammendrag**

Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna gjennomføres for å avdekke effektiviteten til anlegget. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Den foreslår også tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Driftssikkerheten i 2010 var god. Det var få tilfeller av for lav pH i forhold til målet ved den automatiske stasjonen for pH-overvåking på Melhusfossen. Kontinuerlig pH-måling i lakseførende strekning oppstrøms Tryland savnes. For mer nøyaktig og effektiv drift må anlegget utstyres med pH-styring av doseringen. Ytterligere tiltak for rask doseringsrespons bør også utredes.

Fire norske emneord 1. Vassdrag 2. Kalkdosering 3. overvåking 4. Måleteknikk	Fire engelske emneord 1. River system 2. Lime dosing 3. Monitoring 4. Measuring technic
--	---



*Rolf Høgberget*  
Prosjektleder



*Øyvind Kaste*  
Forskningsleder



*Bjørn Faafeng*  
Seniorrådgiver

**Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i  
Audna**

Avviksrapport 2010

## Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget. Anleggene er kostnadskrevenende 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, april 2011

*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>13</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>14</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.

Driftsikkerheten på anlegget var god i 2010. Dette medførte få tilfeller der pH var under målet for elva. Imidlertid finnes det bare kontinuerlige registreringer ved Melhusfossen. I øvre deler av lakseførende strekning er pH i forhold til målet dårlig dokumentert da det ikke foreligger kontinuerlig pH-logg.

Det er fortsatt store mangler ved kalkingsanlegget i forhold til å kunne dosere riktig i alle situasjoner. Styringsverktøy for mer nøyaktig og rask respons ved hurtige forandringer i vannføring og pH mangler. Det er tidligere foreslått flere tiltak for bedre styring av doseringen. I første rekke mangler målinger av pH oppstrøms og nedstrøms anlegget. Etablering av pH-måling oppstrøms anlegget har to hensikter. For det første vil pH-signalet herfra gi raskere respons i styring av doseringen, dernest vil det være en dokumentasjon på pH-utviklingen i forhold til målet på lakseførende strekning oppstrøms Tryland. Etablering av pH-måling nedstrøms anlegget er nødvendig for å kunne styre doseringen nøyaktig etter pH.

Det er tidligere anbefalt å utrede muligheten av ekstra doseringssignaler fra et sidefelt i øvre deler av elva. Dersom det kan dokumenteres raskere respons ved hurtige ”pH-dropp” i elva, bør tiltaket iverksettes.

## Summary

Title: Operation Report from lime doser in Audna River, S Norway. Non-conformance report 2010.

Year: 2011

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5915-5

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 2010.

# 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 ca. 2 km nedstrøms anlegget på Vigmostad. 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. 0,7 g/m<sup>3</sup> fra 1. mai til 15. august og 0,5 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 2010. 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.

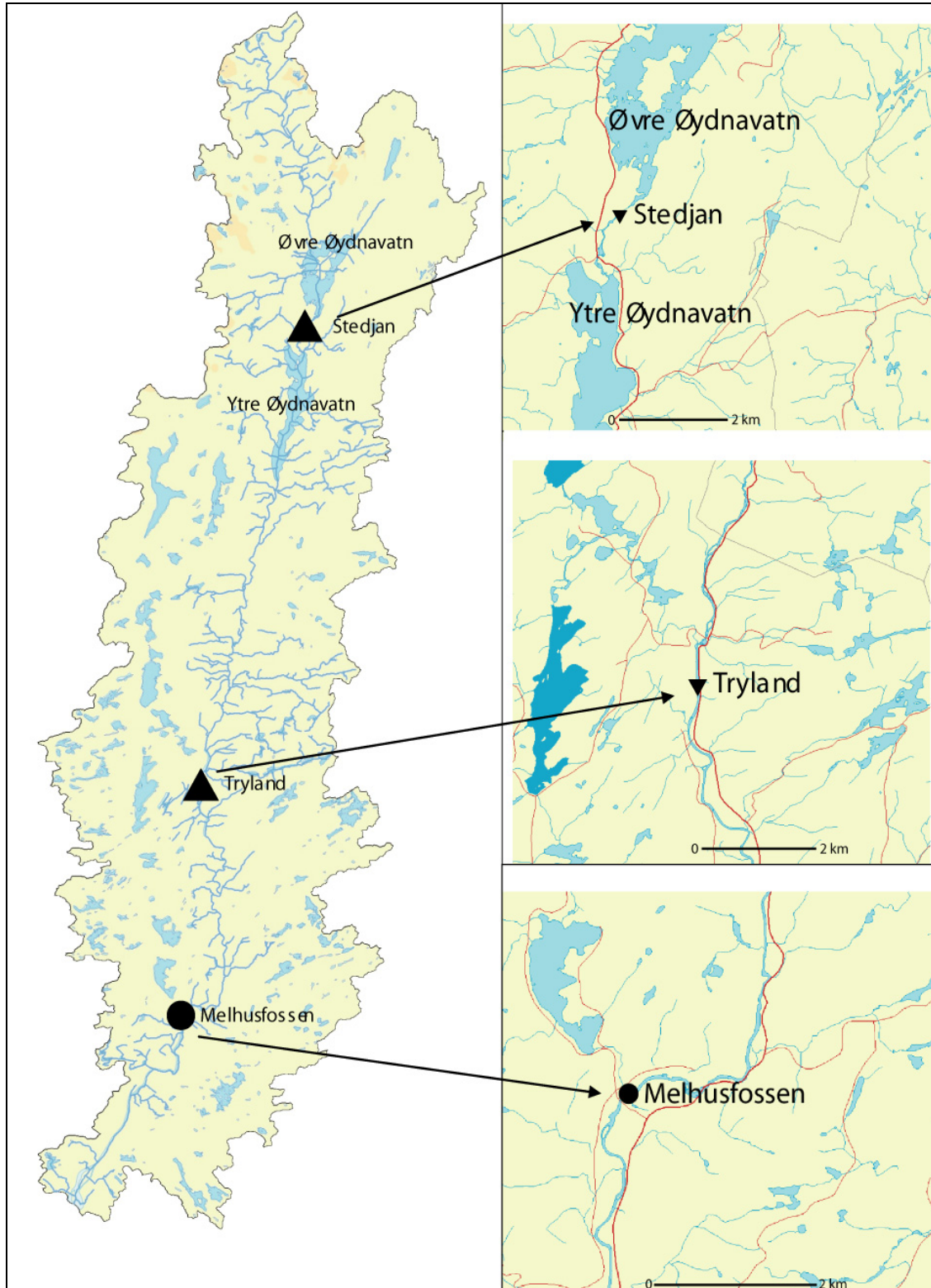
Det er tidligere utgitt en driftskontroll-rapport fra kalkingsaktiviteten i Audna:  
- 1. januar 2009 – 31. desember 2009 (Høgberget og Håvardstun 2010)



## 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 Prosesskalibrering	Lageret av kalk eller annet avsyngsmiddel på kalkdoseringsanlegget. 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 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 unntatt i tiden 21. oktober til 3. november. Loggeren hadde da mistet sitt styreprogram.

Vannstand- og beholdningssignal ble registrert hele året, unntatt ca. 2 dager fra 6. september. Den 6. september ble anleggets styringssystem ombygget. I denne forbindelse skulle også doseringssignalet være tilgjengelig for driftskontroll-loggeren. Dette signalet var imidlertid ikke operativt for driftskontrollen før 16. november.

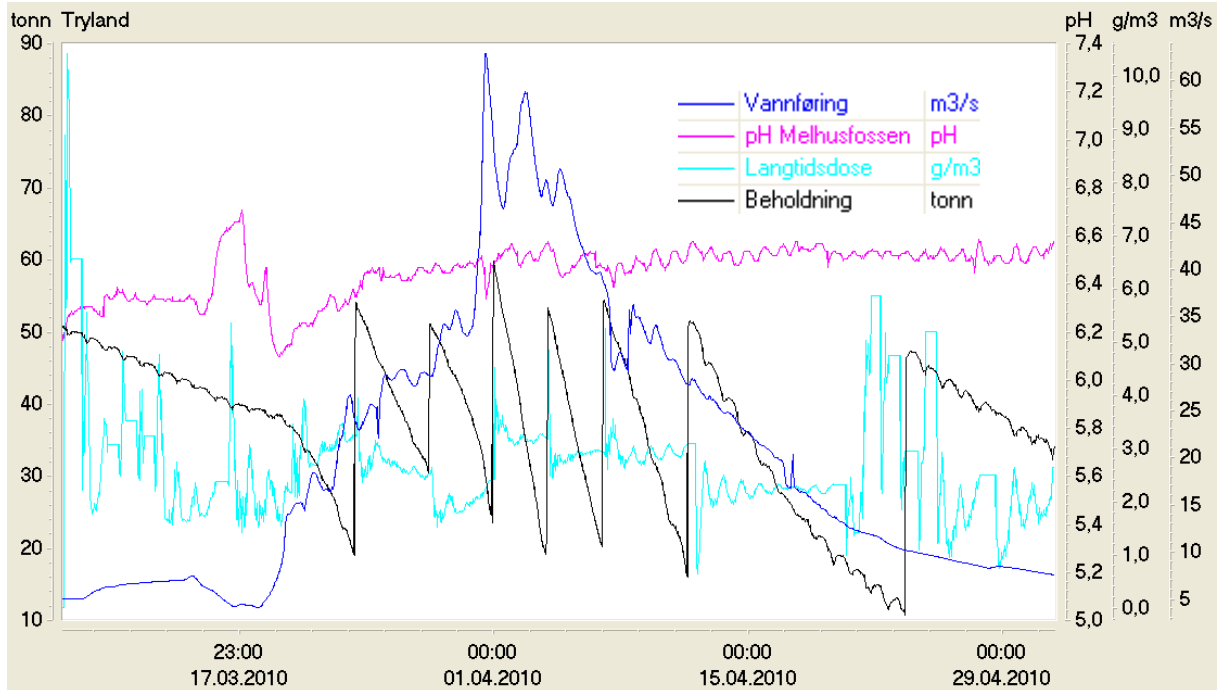
Det ble dosert med manuelt innstilt kalkdosering fra anlegget i hele perioden. Dosene varierte noe med årstid og vannføring. **Figur 2** viser hvordan dosene var gjennom flomperioden fra ca. 20. mars til 20. april. Anlegget doserte da ca. 200 tonn kalk i løpet av en måned for å holde pH-målet gjennom flommen.

Tilførte doser til elva og resultatet ved pH-overvåkingsstasjonen på Melhusfossen vises hele året på **Figur 3**. Dosene varierte i forhold til pH-mål og årstid. Det ble gitt nokså høye doser for å oppnå tilfredsstillende pH i smoltfiseringsperioden om våren. Dosene var da oppe i 3 g/m<sup>3</sup>, for så å bli kraftig redusert i slutten av perioden med ekstra høyt pH-mål (6,4). Det oppsto da en kortvarig reduksjon av pH under målet for elva. Det var også fire andre tilfeller av pH under målet ved overvåkingsstasjonen på Melhusfossen. Disse er gjengitt i **Tabell 1**. Med grunnlag i Rosseland og Kroglund (2004) er slike episoder ikke kritiske for parr og smolt. Om sommeren var pH langt over målet, selv om det ikke ble kalket fra Tryland-anlegget.

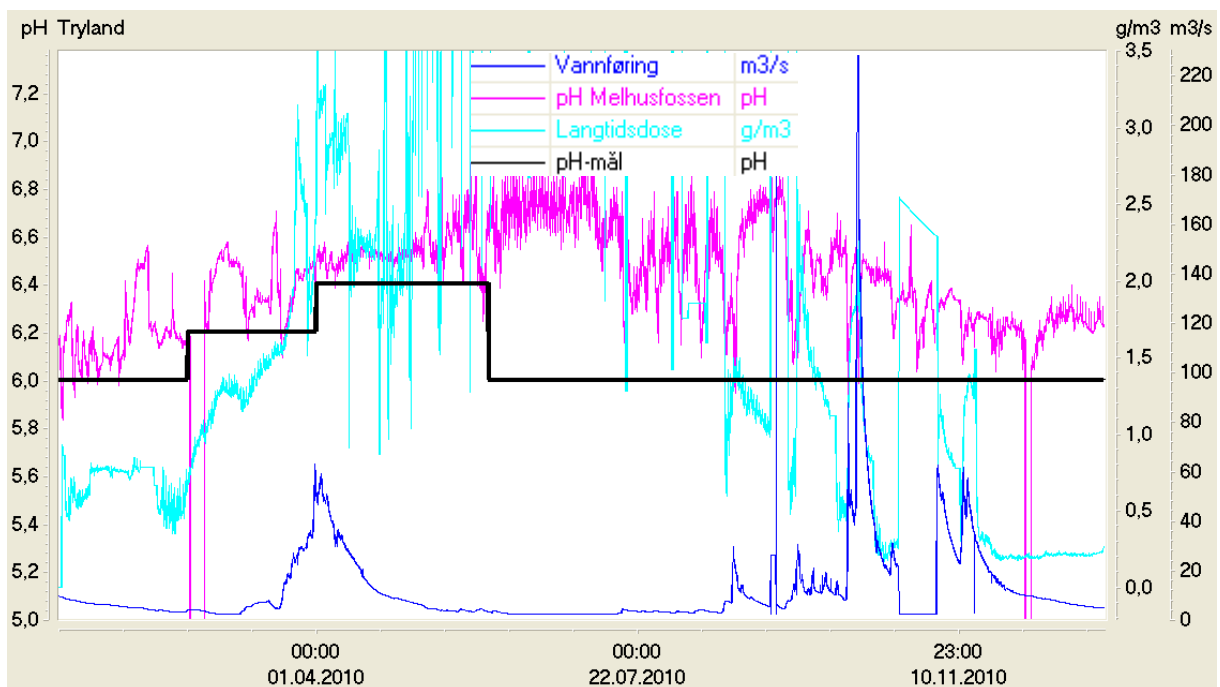
Det oppsto en kraftig flom 6. oktober. Under denne flommen ble det dosert meget tilfredsstillende. **Figur 4** viser at den ekstremt høye vannføringen aldri medførte sure forhold i elva. Kun meget kortvarig pH under målet i forkant av flommen ble registrert. Fra midt i desember ble doseringssignalet på anlegget tilgjengelig som parameter i driftskontroll-loggeren. **Figur 5** viser sammenhengen mellom doser som faktisk ble tilført elva og dosene fra styringsautomatikken. Det var god sammenheng mellom driftskontroll-dosene tilført elva og styringsdosene på anlegget.

**Tabell 1.** Perioder i 2010 hvor pH ved Melhusfossen var lavere enn målet for lakseførende strekning av elva. Det var til sammen 5 tilfeller der hendelsene varte lengre enn 8 timer. Til sammen utgjorde tilfellene ca. 100 timer med for lav pH i 2010.

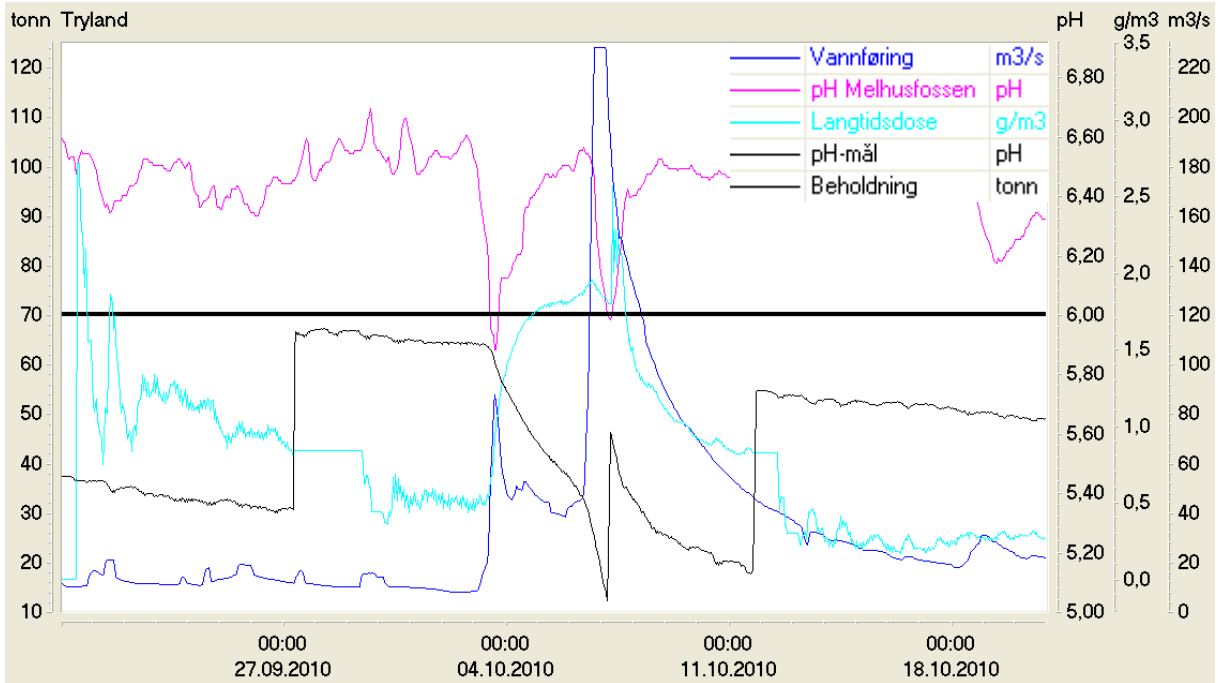
Dato	Timer under målet Melhusfossen	Laveste verdi pH	Avvik fra mål pH	Merknad
01.01.2010	14	5,8	0,2	Ikke hele perioden dokumentert
06.01.2010	19	5,9	0,1	
15.02.2010	26	6,1	0,1	
19.03.2010	29	6,1	0,1	
29.05.2010	15	6,2	0,2	



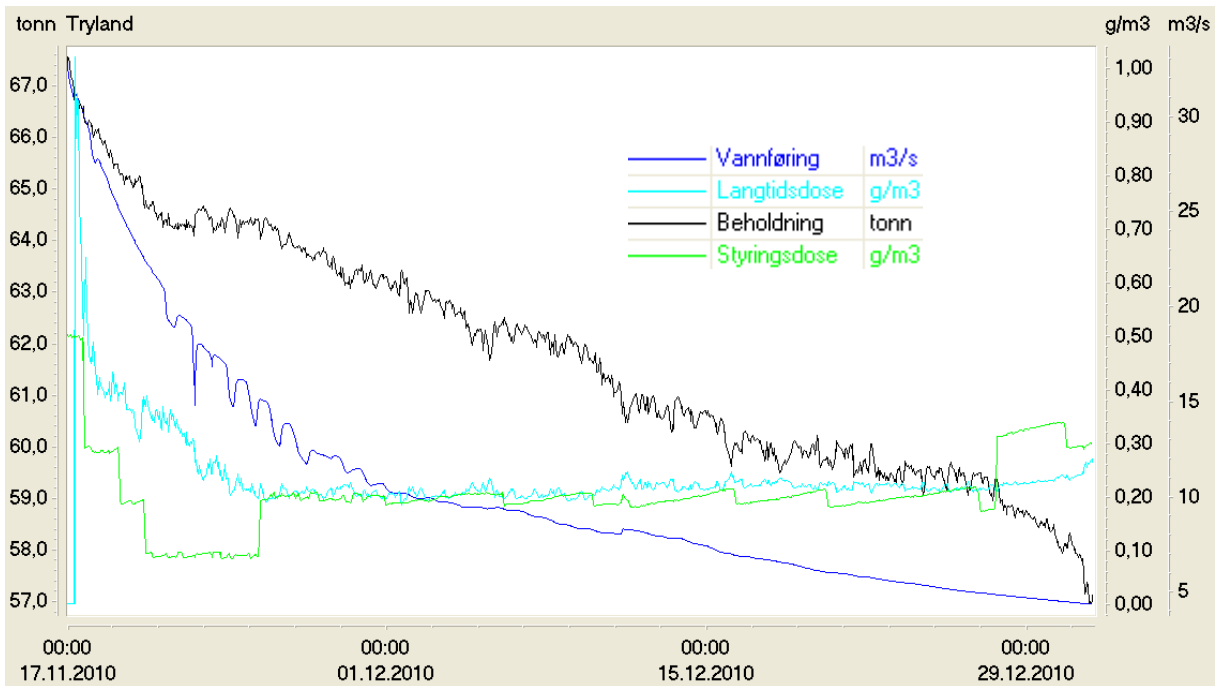
**Figur 2.** Vannføring, beholdning og langtidsdose fra anlegget og pH ved Melhusfossen i vårflommen 2010. Anlegget doserte store mengder kalk for å holde pH-målet i elva.



**Figur 3.** Vannføring og langtidsdose på Tryland kalkdoseringsanlegg sammenholdt med pH ved Melhusfossen (automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten) og pH-målet for elva i hele 2010. Dosene som ble gitt fra anlegget varierte en del. Det ble gitt høye doser i flomperiodene, særlig om våren.



**Figur 4.** Vannføring, beholdning og langtidsdose på Tryland kalkdoseringsanlegg i deler av september og oktober 2010, sammenholdt med pH ved Melhusfossen og pH-målet for elva.



**Figur 5.** Vannføring, beholdning, styringsdose og langtidsdose fra tidspunktet da doseringssignalet ble etablert som parameter i driftskontrollen.

### **3. Tiltak**

Avtalen om driftskontroll av doseringsanlegget på Tryland innebærer at driftskontrolldata skal innsamles rutinemessig ved NIVA, uten at det skal gis jevnlig tilbakemeldinger til operatøren om hendelser underveis. Bakgrunn og forklaring på hendelsene er dermed ikke kontinuerlig loggført som grunnlagsmateriale for rapporten. Forslag til tiltak og forbedringer må derfor sees i lys av disse manglene.

Automatiske funksjoner for raskt å regulere doseringen etter behov mangler. I den sammenheng bør det etableres pH-styringssignaler både oppstrøms og nedstrøms Tryland. En pH-stasjon oppstrøms Tryland vil samtidig være en dokumentasjon på forholdene i den øvre delen av anadrom strekning. Dette er tidligere påpekt av Høgberget og Håvardstun (2010).

Det ble etablert et tilgjengelig doseringssignal for driftskontroll-loggeren sent på året i 2010. Med dette verktøyet vil en lettere kunne dokumentere vannhastigheter mellom Tryland og Melhusfossen ved forskjellige vannføringer. Disse sammenhengene er viktige ved optimalisering av utdoseringsteknikken på anlegget og forståelsen av hvilke ekstra tiltak som bør gjennomføres, for eksempel etablering av ekstra vannføringssignal fra sidebekker (Høgberget og Håvardstun (2010)). Foreløpig vil det likevel være vanskelig å oppnå god dokumentasjon på vannhastigheter mellom Tryland og Melhusfossen, siden pH-måling rett nedstrøms Tryland-anlegget fortsatt ikke er etablert.

## 4. Referanser

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

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

Kroglund, F., Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA rapport L. nr. 4797.

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)