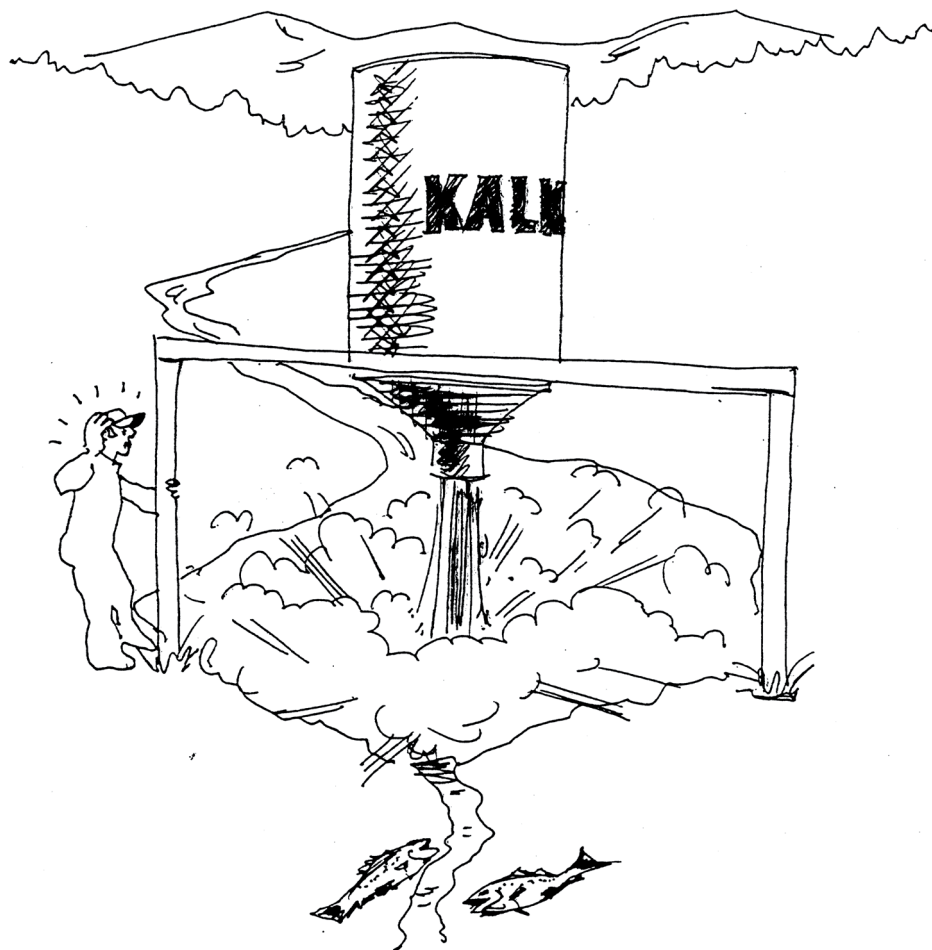


# Driftskontroll av Tryland doseringsanlegg i Audna Avviksrapport 2011



# 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**

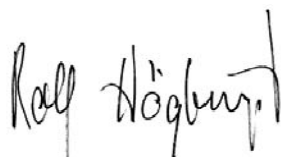
Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av Tryland doseringsanlegg i Audna Avviksrapport 2011	Løpenr. (for bestilling) 6374	Dato 16.5.2012
	Prosjektnr. Undemr. 12143	Sider Pris 14
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

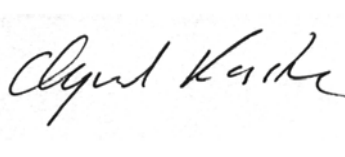

Oppdragsgiver(e) Audnedal kommune	Oppdragsreferanse
--------------------------------------	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>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 2011 var god. Det ble registrert få pH-reduksjoner til under målene. De tilfellene som oppsto, kunne ikke føre til belastninger for laks- og sjøaurebestanden. Nytt styringssystem for doseringen fra anlegget er etablert. Det ble gjennomgående dosert for mye kalk fra anlegget i sommerhalvåret. En lenge planlagt pH-styring må etableres for bedre kalkingsøkonomi.</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

Merete J. Ulstein  
Prosjektdirektør

# **Driftskontroll av Tryland doseringsanlegg i Audna**

Avviksrapport 2011

## 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, 16. 5. 2012

*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>12</b>
<b>4. Referanser</b>	<b>13</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.

Driftssikkerheten på anlegget var god. pH var under målet i til sammen 7 dager, men de fleste tilfellene oppsto utenfor smoltifiseringsperioden, og avvikene var ikke store.

Doseringen fra anlegget er nå basert på et system hvor operatøren selv velger doser og de vannføringsintervallene disse skal gjelde for.

Det ble dosert for mye kalk i sommerhalvåret. Selv om automatikken på Tryland er oppgradert, mangler viktig styringsverktøy til å kunne dosere mer nøyaktig.

Som tidligere foreslått bør det etableres et pH-styringssystem på anlegget.

## Summary

Title: Operation Report from lime doser in Audna River, S Norway. Non-conformance report 2011.

Year: 2012

Author: Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6109-7

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 2011

# 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 overstyrer 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 2011. 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-rapport fra kalkingsaktiviteten i Audna:

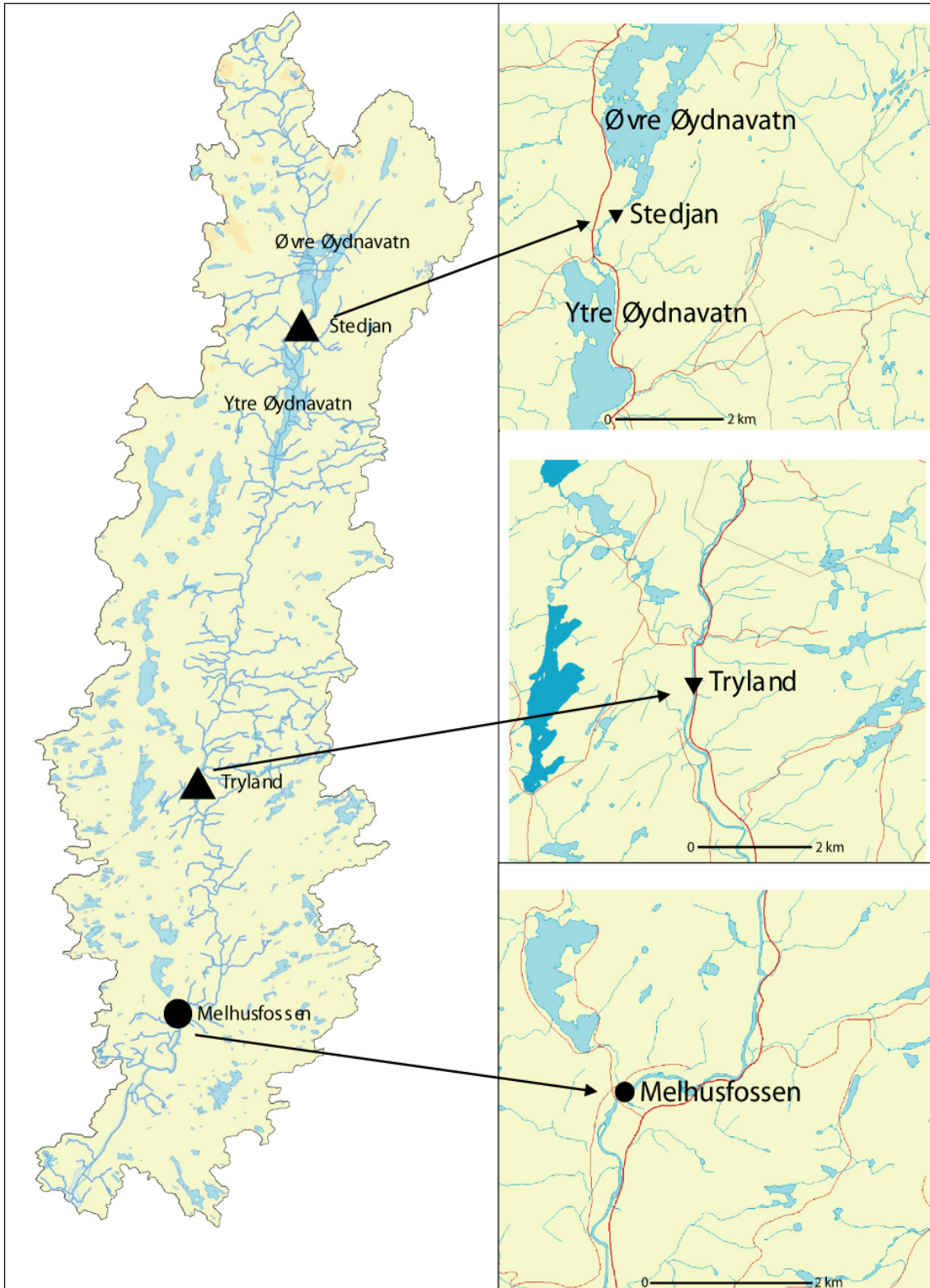
- januar 2009 – 31. desember 2009 (Høgberget og Håvardstun 2010)
- januar 2010 – 31. desember 2010 (Høgberget 2011)



## 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:

<b>Ord/uttrykk</b>	<b>Forklaring</b>
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 miljøvernveddeling 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 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 28. juni til 20. juli. Loggeren var da defekt.

Vannstand-, beholdning- og styringssignal ble registrert hele året. Beholdningen var større enn signalet kunne registrere tre ganger i løpet av året. Det var 13. juni, 23. juli og 30. september.

Etter ombygging til Miljøkalk sitt styringssystem (MikaCom), ble de manuelle innstillingene lagt om i 2011. Dette innebærer at operatøren selv må velge doser og de vannføringsintervallene disse skal gjelde for. Det er totalt 7 mulige nivåer. **Figur 2** viser to eksempler på hvordan disse er valgt forskjellig avhengig av erfaringer omkring varierende kalkingsbehov.

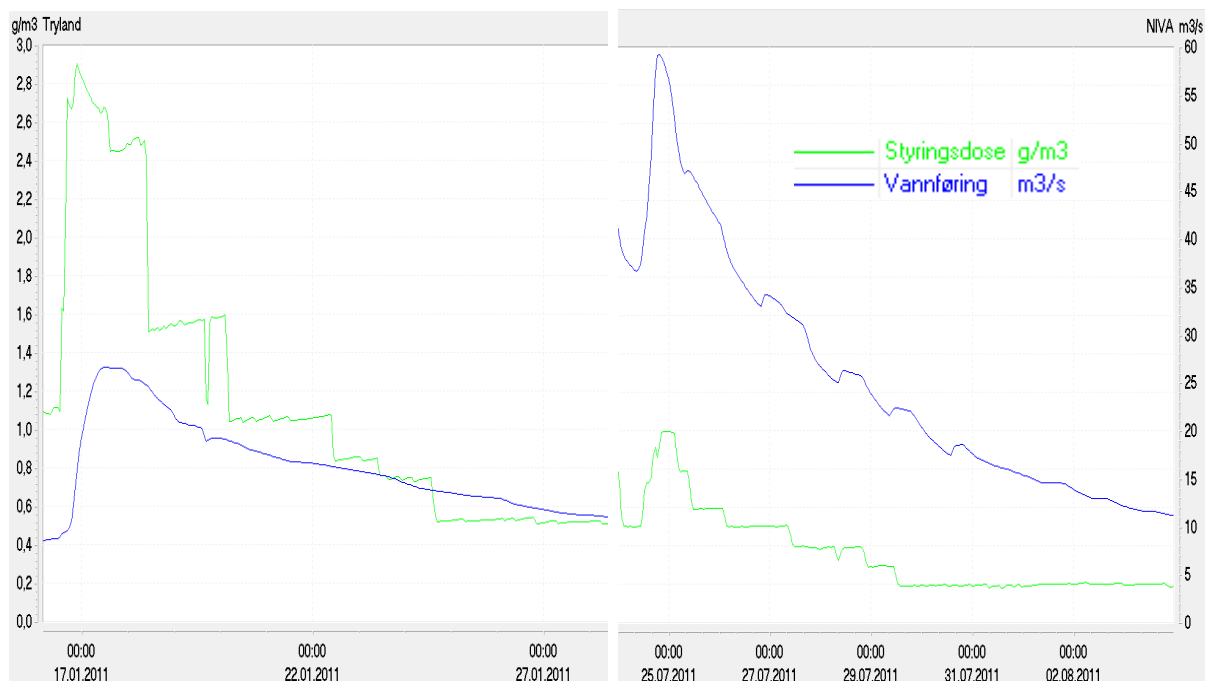
Det var kun to tilfelle hvor anlegget stoppet å dosere. Det var 29. og 31. august. I begge tilfellene var stansen kortvarig (8-10 timer).

Dosene som ble tilført elva varierte mye, men var aldri over 3 g/m<sup>3</sup>. Året var preget av mange episoder med høy vannføring. Dette førte til høy dosering også om sommeren. pH om sommeren og høsten var ofte 0,5 pH-enheter over pH-målet for elva (**Figur 3**).

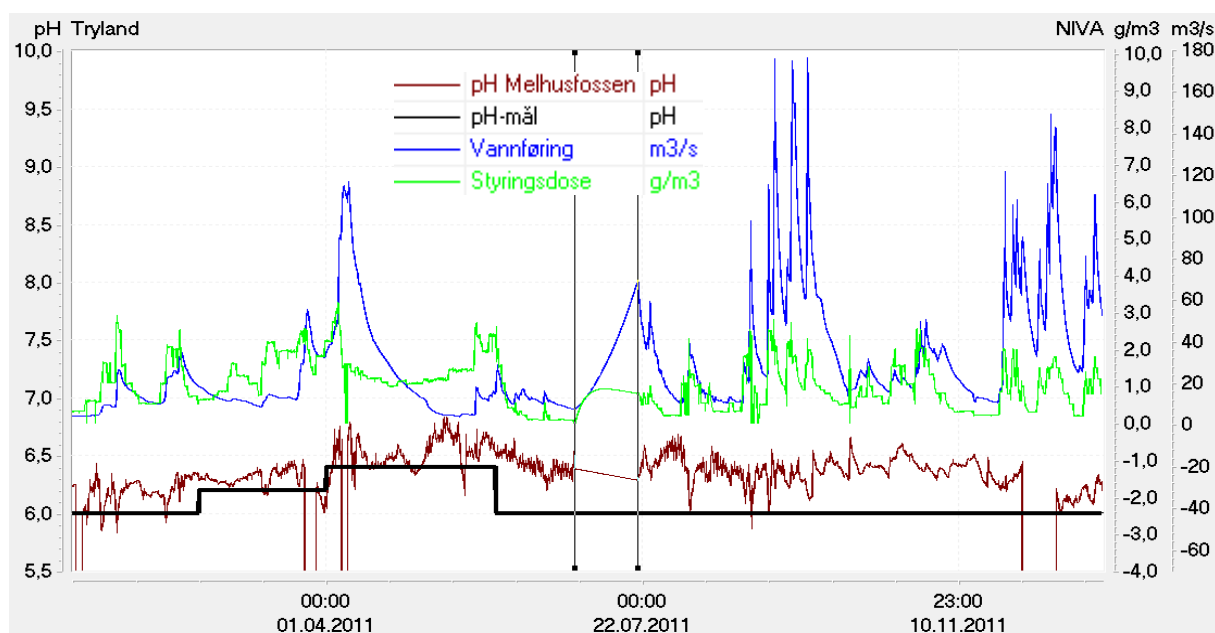
pH var under målet ved Melhusfossen 5 ganger i løpet av året (**Tabell 1**). Til sammen utgjorde dette 173 timer da pH var for lav i forhold til vedtatte mål. De fleste av episodene oppsto tidlig på året i en tid før forventet utvandring av smolt. Episoden 1. april var sannsynligvis ikke belastende for smoltifiserende fisk, da episoden oppsto helt i begynnelsen av antatt smoltifiseringssesong. Konsekvensene av episoden 19. mai er usikker. Kurveutviklingen virker for brå til å være naturlig, men oppsto utenfor registrert vedlikeholdstidpunkt. pH-reduksjonen har derfor ingen kjent forklaring. Tidspunktet var sannsynligvis i utvandringstiden for smolt.

**Tabell 1.** Dato og antall timer som pH i Audna var under pH-målet for elva i 2011. Til sammen var pH under målet i 173 timer.

Dato	Timer under målet Melhusfossen	Laveste verdi pH	Avvik fra mål pH	Merknad
11.01.2011	28	5,8	0,2	
03.02.2011	10	5,9	0,1	
29.03.2011	55	6	0,2	
01.04.2011	53	6	0,4	
08.04.2011	10	6,2	0,2	
19.05.2011	17	6,2	0,2	Usikker registrering



**Figur 2.** Styringsdose og vannføring ved to ulike situasjoner i Audna. Den ene i januar, den andre i juli 2011. Både doser og vannføringsintervaller var manuelt stilt inn meget forskjellig ved de to tilfellene.



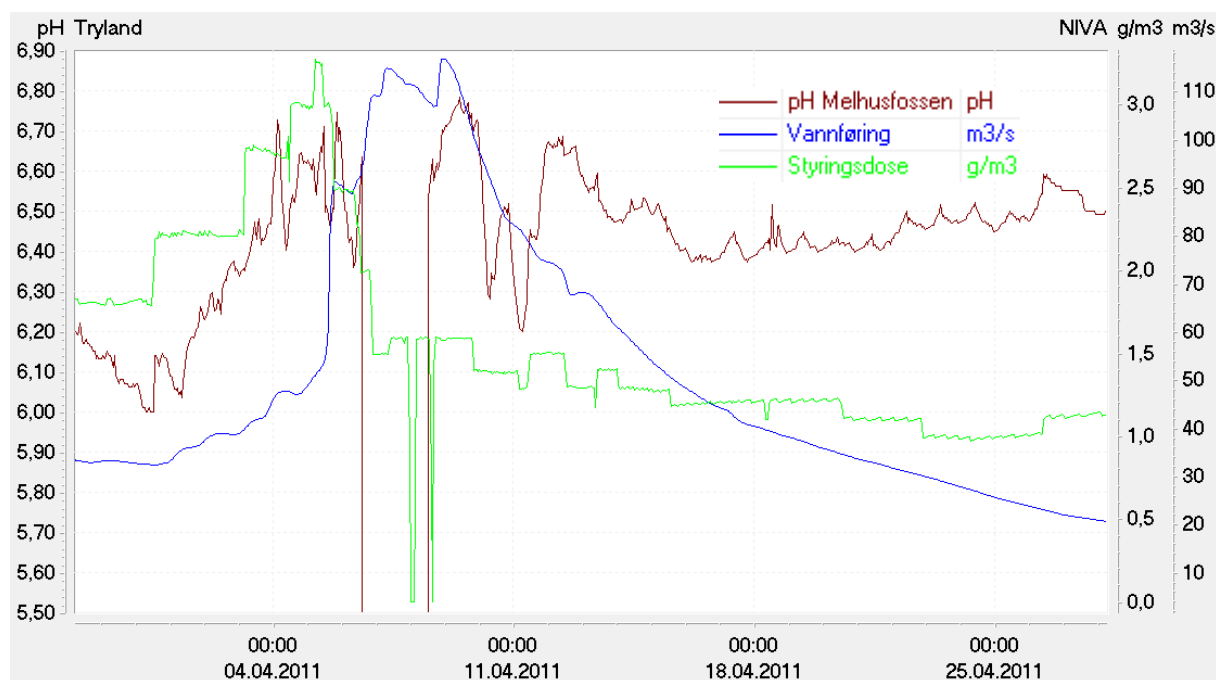
**Figur 3.** pH ved Melhusfossen, pH-mål, styringsdose og vannføring ved Tryland doseringsanlegg i hele 2011. Det ble registrert to store avrenningsperioder, en i september og en i desember. Dosene ble aldri satt høyere enn  $3 \text{ g/m}^3$  i løpet av året. Vanligvis behøves ingen dosering midt på sommeren, men i 2011 uteble sommertørken som gjør kalking unødvendig. Det ble derfor dosert kalk gjennom hele året. pH-målingene ved overvåkingsstasjonen på Melhusfossen viser at doseringen stort sett var tilstrekkelig. Imidlertid var pH nokså høy i forhold til pH-målet store deler av sommeren og høsten. Grafen mellom vertikale linjer er ikke reelle (loggerstopp).

### 3. Tiltak

Det ble gjennomgående dosert for mye kalk fra anlegget gjennom hele sommerhalvåret. Dette førte til at pH ofte var langt over målet. Det bør tilstrebes en dosering som gir pH nærmere de mål som gjelder om sommeren etter at smolten har forlatt elva. Da er det bare parr og voksen fisk i elva. Disse har langt lavere krav til pH enn smolt og smoltfiserende fisk (Kroglund og Rosseland 2004). **Figur 4** viser hvordan de manuelle innstillingene på styringsautomatikken ble forandret i løpet av en flom. 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). Det vil da bli enklere å kalke mer økonomisk.

Tidligere forslag om etablering av startsignal fra sidevassdrag legges til side i påvente av effekten av eventuell ny pH-styring ved anlegget.

Det er tidligere foreslått etablert en pH-målingsstasjon oppstrøms Tryland (Høgberget og Håvardstun 2010). En slik stasjon kan ikke etableres i umiddelbar nærhet av anlegget, men må være lokalisert slik at påvirkning fra Trylandsvassdraget ikke er mulig. Denne stasjonen vil da gi en god dokumentasjon på kalkingsvirksomheten lenger oppe i vassdraget (Stedjan). Utløpet fra Tryland kraftstasjon er lokalisert like ovenfor kalkingsanlegget slik at vannmassene fra Audna og Tryland kraftverk ikke er homogent innblandet ved anlegget. pH oppstrøms anlegget kan derfor ikke normalt benyttes som styringssignal til doseringen. Tiltaket bør likevel gjennomføres selv om de hydrologiske forholdene umuliggjør stasjonen benyttet som styringssignal på doseringsanlegget.



**Figur 4.** pH ved Melhusfossen, vannføring og styringsdose ved Tryland doseringsanlegg i april 2011. Figuren viser hvordan operatøren har øket dosene før en forventet flom for å unngå forsuring i flommen. Behovet for økte doser bortfalt under flommen. Dosene ble da redusert. Tiltaket forhindret lav pH i elva, men er både arbeidskrevende og mindre nøyaktig enn pH-regulering.

## 4. Referanser

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

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

Høgberget, R. 2011. Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2010. 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)