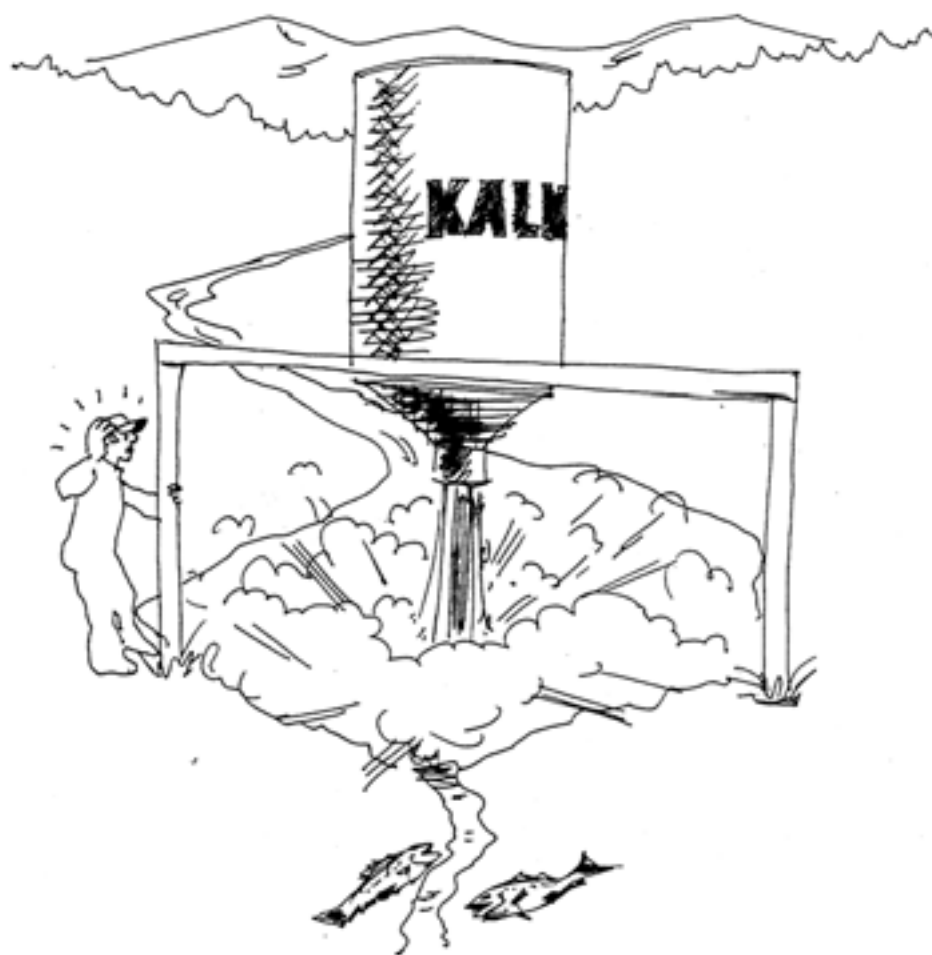


Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna Avviksrapport 2009



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
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

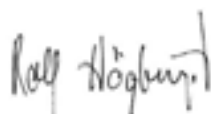
Tittel Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna. Avviksrapport 2009.	Løpenr. (for bestilling) 5961-2010	Dato 07.04. 2010
	Prosjektnr. Undernr. 10143	Sider Pris
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

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

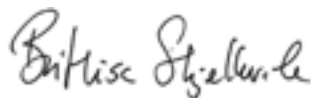
Sammendrag

Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i Audna gjennomføres for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2009) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Driftssikkerheten på anlegget var svært god. Likevel oppsto ofte kortvarige episoder med for lav pH i elva. Det foreslås etablering av pH-signaler både oppstrøms og nedstrøms anlegget. For raskere reaksjon ved forsurende episoder foreslås også etablert et vannstandssignal fra lokal sidebekk. Sannsynligheten for fiskedød eller andre negative effekter på laksebestanden vurderes som minimal nedstrøms Tryland. Oppstrøms Tryland viser pH-data ofte store avvik fra pH-målene i elva. Dette underbygger behovet for bedre oppfølging oppstrøms anlegget.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag Kalkdosering Overvåking Måleteknikk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> River system Limedosing Monitoring Measuring technic
--	--



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

**Driftskontroll av Tryland kalkdoseringsanlegg i
Audna**

Avviksrapport 2009

Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte ikke produserer riktig kalkdose til vassdraget.

Anleggene er kostnadskrevenne både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som mulig. Ideelt innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid er riktig.

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av driften av kalk-doseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt.

Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anlegget og introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatør og annet personell i kalkingsprosjektet, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Audna etablert i desember 2008. En kontraktsfestet 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.

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

Grimstad, 07.04.10

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Driftskontrollsystemet	7
1.2 Kalkingsstrategien i vassdraget	7
1.3 Rapporteringen	7
2. Driften av anlegget	9
3. Tiltak	11
4. Referanser	13

Sammendrag

Det ble etablert driftskontroll ved Tryland kalkdoseringsanlegg i desember 2008. Hensikten med etableringen var å samle kontinuerlig informasjon for derved å avdekke effektiviteten til anlegget i forhold til de mål som settes for kalkingsvirksomheten i Audna.

Driftssikkerheten på anlegget var svært god. Likevel oppsto ofte kortvarige episoder med for lav pH i forbindelse med flomutvikling i elva. Forholdet har sammenheng med manglende styringsverktøy for å oppnå rask reaksjon ved avvikende doseringsbehov. I den forbindelse foreslås etablering av pH-signaler både oppstrøms og nedstrøms anlegget.

Da episodene ikke oppsto i den mest kritiske tiden av året (smoltutvandringen) vurderes sannsynligheten for fiskedød eller andre negative effekter på laksebestanden som minimal nedstrøms Tryland. Imidlertid viser pH-data oppstrøms Tryland at det ofte forekommer store avvik fra pH-målene i elva. Dette underbygger behovet for automatisk pH-måling oppstrøms anlegget. Dokumentasjon av pH i denne delen av elva vil gi verdifulle argumenter for tiltak oppstrøms Tryland.

Elva har meget rask flomreaksjon, og avstanden mellom Tryland (doseringspunkt) og Melhusfossen (automatisk pH-overvåkingsstasjon) er relativt kort. Derfor foreslås det et ekstra tiltak for innspill til automatisk doseringssignal ved etablering av et vannføringssignal perifert i en lokal sidebekk. Dette vil forkorte reaksjonstiden ytterligere ved forsuringsepisoder.

For å få bedre oversikt over begivenheter på anlegget, ønskes mulighet for tilkobling av doseringssignalet til driftskontrollloggeren.

Summary

Title: Operation Report from Tryland lime doser in Audna. Non-conformance report 2009.

Year: 2010

Author: Rolf Høgberget, Jarle Håvardstun.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5696-3

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 in limed rivers to improve on and ensure a cost efficient liming. The information generated is an aid to the operators, management and is extensively used in quality control.

This report summarizes discrepancies detected during 2009.

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

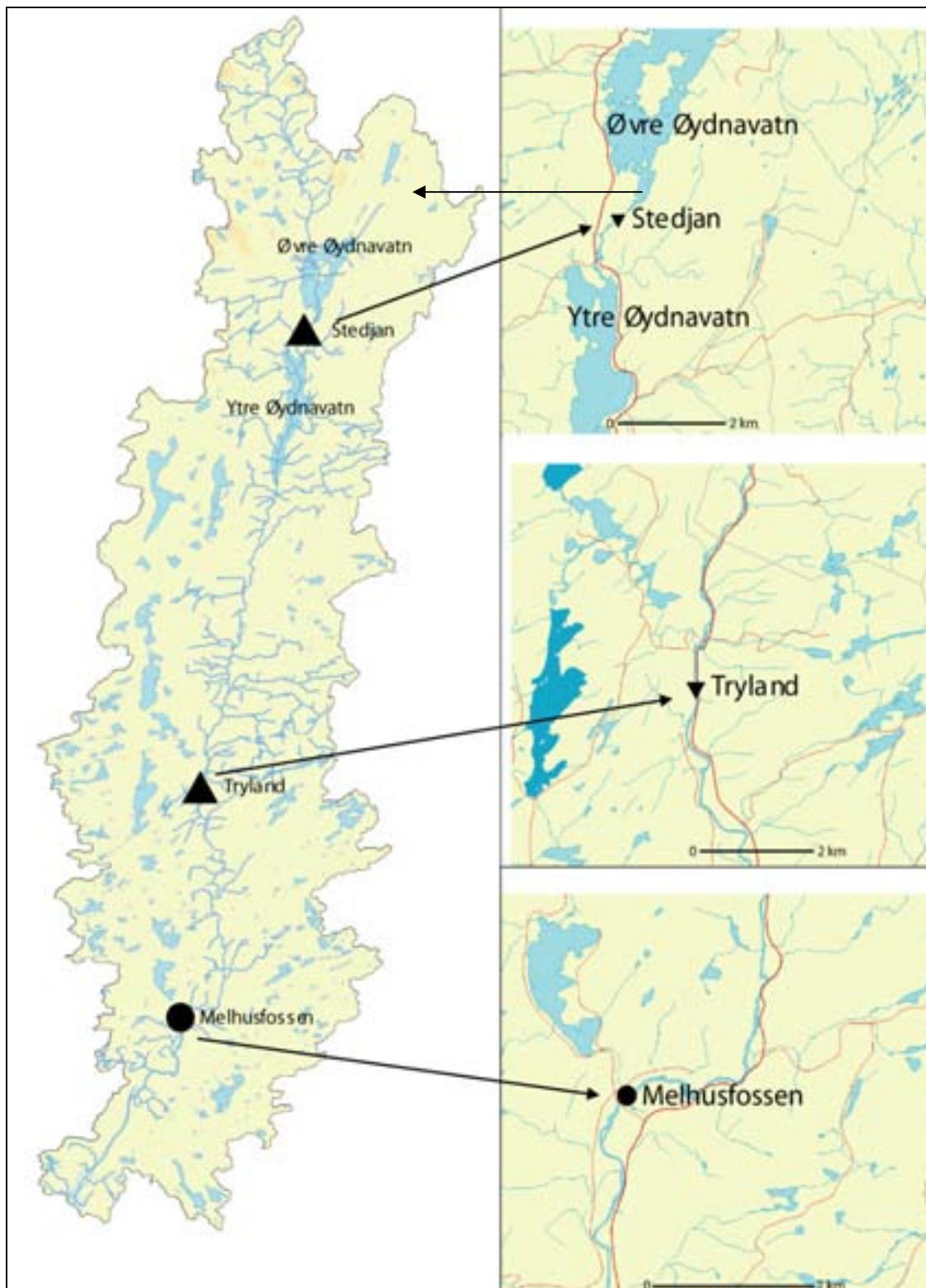
Tryland kalkdoseringsanlegg ligger ca. 12 km oppstrøms Melhusfossen målestasjon der pH i målområdet for kalkingsvirksomheten kontinuerlig blir overvåket. Anlegget er plassert umiddelbart nedstrøms et kraftverksutslag i det forsurete sidevassdraget, Trylandsvassdraget. Anlegget er konstruert som et pH-styrt doseringsanlegg der pH-nedstrøms anlegget danner grunnlaget for fastsettelse av kalkingsdoser. pH-stasjonen som 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/ m³ fra 1. mai til 15. august og 0,5 g/ m³ resten av året. Den direkte effekten av doseringen forvinner 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 2009. 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 ikke tidligere utgitt noen driftskontroll-rapport fra kalkingsaktiviteten i Audna.



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.

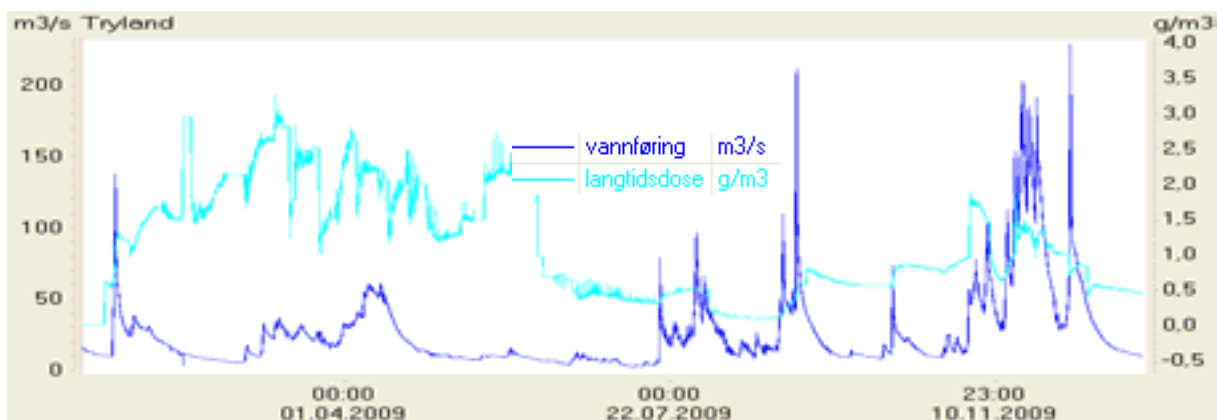
Driftskontrolloggeren fungerte tilfredsstillende og samlet data for vekt og vannstand kontinuerlig gjennom hele året. Dette ga grunnlag for å følge de faktiske dosene som til enhver tid ble tilført elva. Dosene fra anlegget varierte fra ingen dosering i perioder om sommeren til 3 g/m^3 i tiden med høye pH-mål om våren. Dosene gitt som langtidsdoser er gjengitt i **Figur 2**.

Tabell 1 viser alle periodene som pH i Melhusfossen var lavere enn pH-målet i mer enn 8 timer. Dette utgjorde til sammen ca. 160 timer fordelt på 8 episoder. Episodene var relativt kortvarige, men pH-avviket fra målene var noen ganger store. Det var imidlertid bare en episode i perioden med ekstra følsom fisk (begynnende smoltifiseringsperiode) og forhøyete pH-mål (pH-6,2). Seks av episodene med for lav pH oppsto i forbindelse med rask flomutvikling i elva. **Figur 3** viser en typisk slik situasjon. pH og doseringsdata for hele året er gjengitt i **Figur 4**.

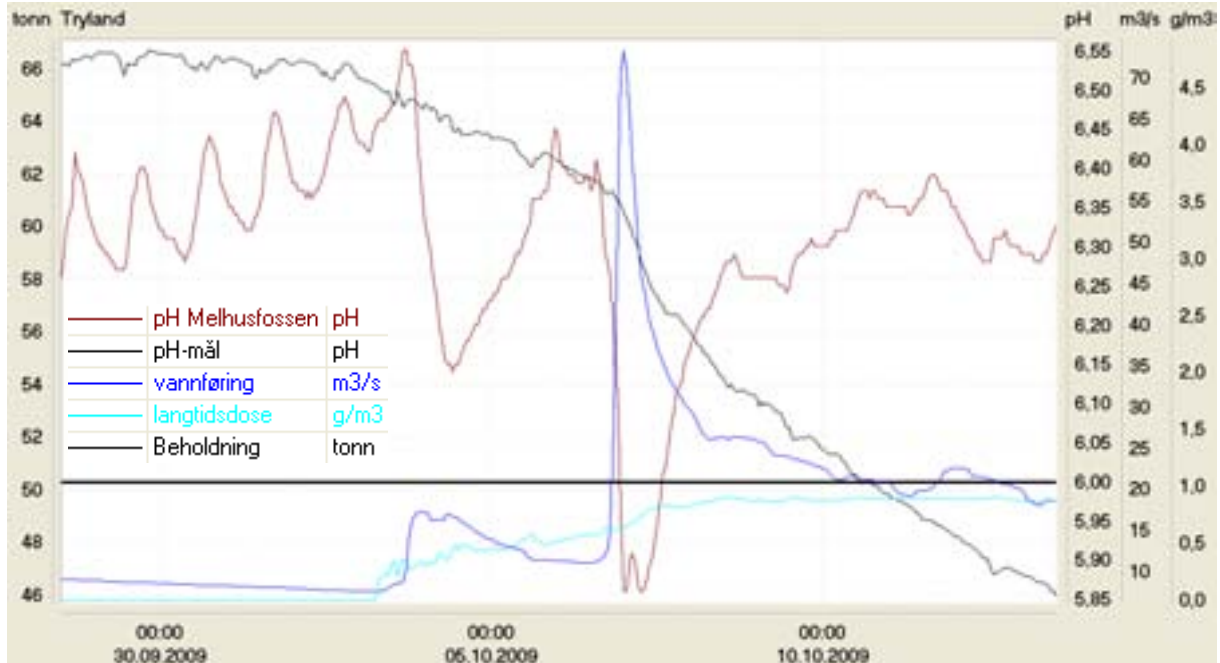
Det var periodevis vanskelig å opprettholde daglig dataoverføring fra Tryland til NIVA. Årsaken til disse problemene er uklare.

Tabell 1. Dato og tid som pH ved overvåkingsstasjonen ved Melhusfossen var lavere enn pH-målet for elva. Tilfeller med kortvarige episoder under 8 timer er ikke regnet med.

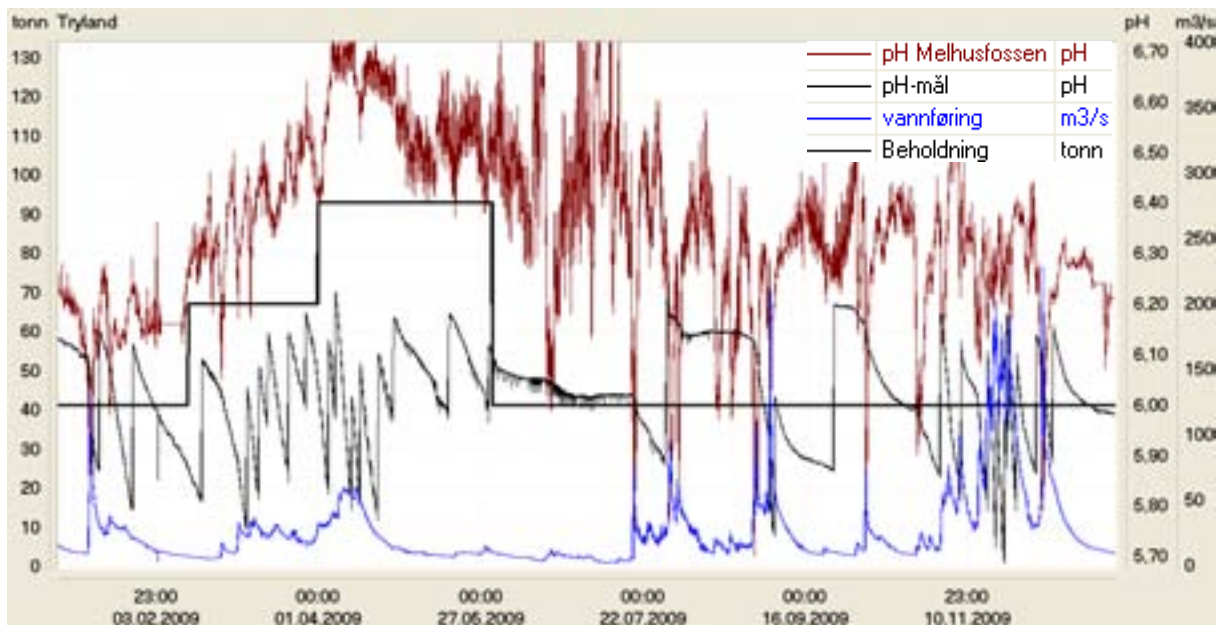
Dato	pH under målet Timer	Laveste verdi pH	Avvik fra mål pH
11.01.2009	33	5,8	0,2
26.02.2009	9	6,1	0,1
31.07.2009	30	5,8	0,2
03.08.2009	8	5,9	0,1
29.08.2009	39	5,7	0,3
06.10.2009	13	5,9	0,1
24.10.2009	9	5,9	0,1
06.12.2009	20	5,8	0,2



Figur 2. Vannføring og langtidsdoser ved Tryland doseringsanlegg i 2009. Landtidsdosene er gjennomsnittlig dose på grunnlag av vekttap og akkumulert vannmengde per forbrukt lass med kalk.



Figur 3. Vannføring, langtidsdose og kalkbeholdning på Tryland doseringsanlegg sammenholdt med pH på Melhusfossen og pH-målet i elva første del av oktober i 2009. Figuren viser hvordan pH umiddelbart ble redusert i forbindelse med flom. Her skjer det i to etapper. Den første vannføringsøkningen, 3. oktober, kan ikke betegnes som noen flom (maksimum $17 \text{ m}^3/\text{s}$), men vannet må ha vært svært surt i forhold til vannkvaliteten før episoden. Dosene registreres kun som akkumulert dose. Dette kamuflerer starttidspunktet for økt dosering. Registrering av styringsdosen som settes manuelt på anlegget ville klarlagt starttidspunktet og doseringskravet på anlegget.



Figur 4. Vannføring og beholdning på Tryland doseringsanlegg sammen med pH ved Melhusfossen (målområdet for kalkingsvirksomheten) og pH-målene for lakseførende deler av Audna. Det ble kalket spesielt mye i siste del av november som følge av meget høye vannføringer over lang tid. pH var tilfredsstillende gjennom hele smoltifiseringsperioden, med et unntak 26. februar.

3. Tiltak

Avtalen om driftskontroll av doseringsanlegget på Tryland innebærer at driftskontrolldata skal innsamles rutinemessig ved NIVA uten at det skal tas kontakt for jevnlig tilbakemeldinger til operatøren om hendelser underveis. Bakgrunn og forklaring på hendelsene er dermed ikke en del av grunnlagsmaterialet for rapporten. Forslag til tiltak og forbedringer må derfor sees i lys av disse manglene.

Det oppsto flere situasjoner da vannføringen i elva økte betraktelig på meget kort tid. De innstilte dosene på Tryland var da ikke tilstrekkelige til å unngå kortvarige forsuringssituasjoner. Selv om det var en del tilfeller der pH var under målene på den automatiske pH-overvåkingsstasjonen, ansees ikke disse situasjonene å være så alvorlige at de kunne gå ut over bestanden av laks i denne delen av elva. Dette er vurdert med grunnlag i Rosseland og Kroglund (2004).

Det er nærliggende å anta at flommene førte med seg meget surt vann inn mot Tryland doseringsanlegg. Det finnes ingen kontinuerlig logg over disse forholdene som kan avdekke varighet og laveste pH, men manuelle prøver underbygger påstanden. Eksempelvis ble pH oppstrøms Tryland målt til 5,3 den 27. februar i forbindelse med flommen som gav for lav pH i 33 timer ved Melhusfossen (*Tabell 1*), (Dag Ekeland pers. medd.). Anlegget er ikke i stand til å håndtere slike raske forandringer i pH-nivå og vannføring. Årsaken er at det kun er mulig å justere dosene manuelt ved behov. Dette er høyst mangelfullt da slik forhåndsdosering med grunnlag i meteorologiske langtidsvarsler er meget usikre og reaksjonstiden i elva så kort, at denne strategien fort blir for dårlig i forhold til å holde pH-målene i elva. Automatiske funksjoner må etableres slik at det blir mulig for operatøren å håndtere forsuringsepisoder.

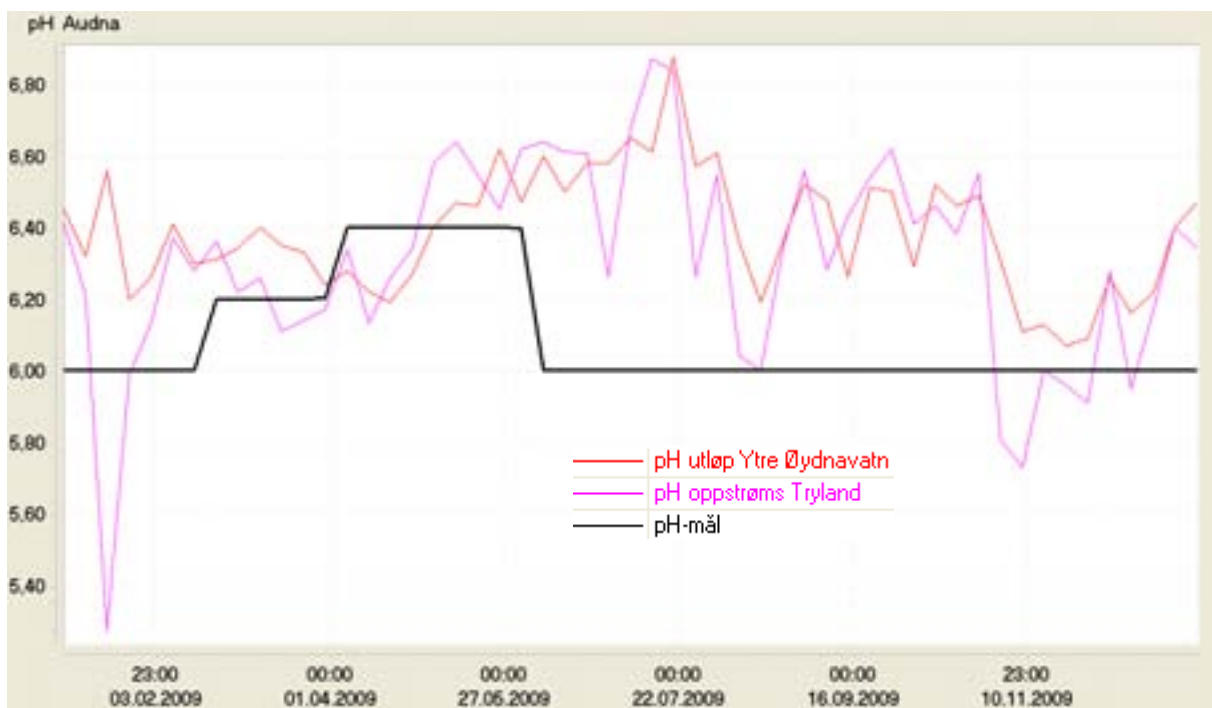
Det bør etableres en pH-stasjon nedstrøms doseringsanlegget. Inntaket må sikres slik at denne stasjonen måler reell pH i elva, uten forstyrrelser av grunnvann eller sidebekker. Erfaringsmessig vil ikke dette være tilstrekkelig til å unngå kortvarige pH-dropp nedstrøms anlegget. En pH-stasjon oppstrøms anlegget bør også etableres. Dette sikrer bedre håndtering av plutselige flommer. 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 samtidig være en dokumentasjon på kalkingsvirksomheten lenger oppe i vassdraget (Stedjan).

En annen mulighet, som teoretisk vil gi enda raskere tilbakemeldinger om økte doseringsbehov, er etablering av et vannføringssignal fra en perifer sidebekk i området nedstrøms Ytre Øydnavatn. Ut fra vannføringsutviklingen i bekken kan det settes premisser for hvordan doseringstiltak automatisk skal iverksettes på anlegget. Et slikt tiltak er gjennomført tidligere i Tovdalsvassdraget, men da med blandet erfaring på grunn av lang reaksjonstid i vassdraget (Høgberget og Håvardstun 2005). Audna ansees som bedre egnet på grunn av de korte avstandene og dermed antatt kortere reaksjonstid. Disse tiltakene vil bare sikre bedre kalking for laks i området nedstrøms Tryland doseringsanlegg. Det foreligger ikke automatiske data som dokumenterer vannkvaliteten oppstrøms anlegget, men periodevis dårlig vannkvalitet er godt dokumentert gjennom rutinemessige feltpH-målinger av Dag Ekeland (Dosereransvarlig i Audnedal kommune). Disse dataene ansees som pålitelige* og underbygger dermed frykten for at det kan forekomme dødelighet på laks oppstrøms Tryland. Data for 2009 er presentert her med tillatelse fra Dag Ekeland, (*Figur 5*). En pH-stasjon oppstrøms Tryland vil bedre kunne dokumentere disse forholdene og i neste omgang gi verdifulle argumenter for ytterligere tiltak oppstrøms Tryland.

Det bør etableres mulighet for registrering av styringsdose (styringssignal) fra anlegget. Dermed vil det bli mulig å følge, på en bedre måte, hvilke justeringer som blir gjort for å håndtere varierende kalkingsbehov. Dette sammen med pH-måling nedstrøms anlegget vil gi muligheter for å kunne

dokumentere en vannføring/vannhastighetstabell i området mellom Tryland og Melhusfossen. Et slikt verktøy er viktig for forståelsen av effektutviklingen etter doseringstiltak på anlegget. Vannføring/vannhastighetstabell vil også være viktig for å kunne forstå om benyttelsen av et sidebekk-signal på kalkingsanlegget kan gi tilfredsstillende effekt i elva ved begynnende flom.

*NIVA er ansvarlig for driften av FeltpH-meteret som benyttes av Dag Ekeland. Dette er en del av utrustningen ved pH-styrte doseringsanlegg og automatiske pH-overvåkingsstasjoner. Nøyaktigheten kan dokumenteres gjennom flere interkalibreringsmøter for kalkdoseringsoperatører som benytter pH til styringssignal på anleggene (pH-lauget i Vest-Ader).



Figur 5. pH ved utløpet av Ytre Ødnavatn og oppstrøms Tryland doseringsanlegg (Data, Dag Ekeland) sammen med pH-målene for elva. Figuren viser at det periodevis var langt lavere verdier enn ønskelig. pH-verdier som vist i denne figuren vil gi dødelig effekt på laks ved kun kort tids eksponering. (Rosseland og Kroglund 2004). Figuren dokumenter imidlertid ikke varigheten av episodene ut over uheldig lav pH i smoltifiseringsperioden.

4. Referanser

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

Høgberget, R og Håvardstun, J. 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2004. NIVA Rapport L. nr. 5051.

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 • post@niva.no