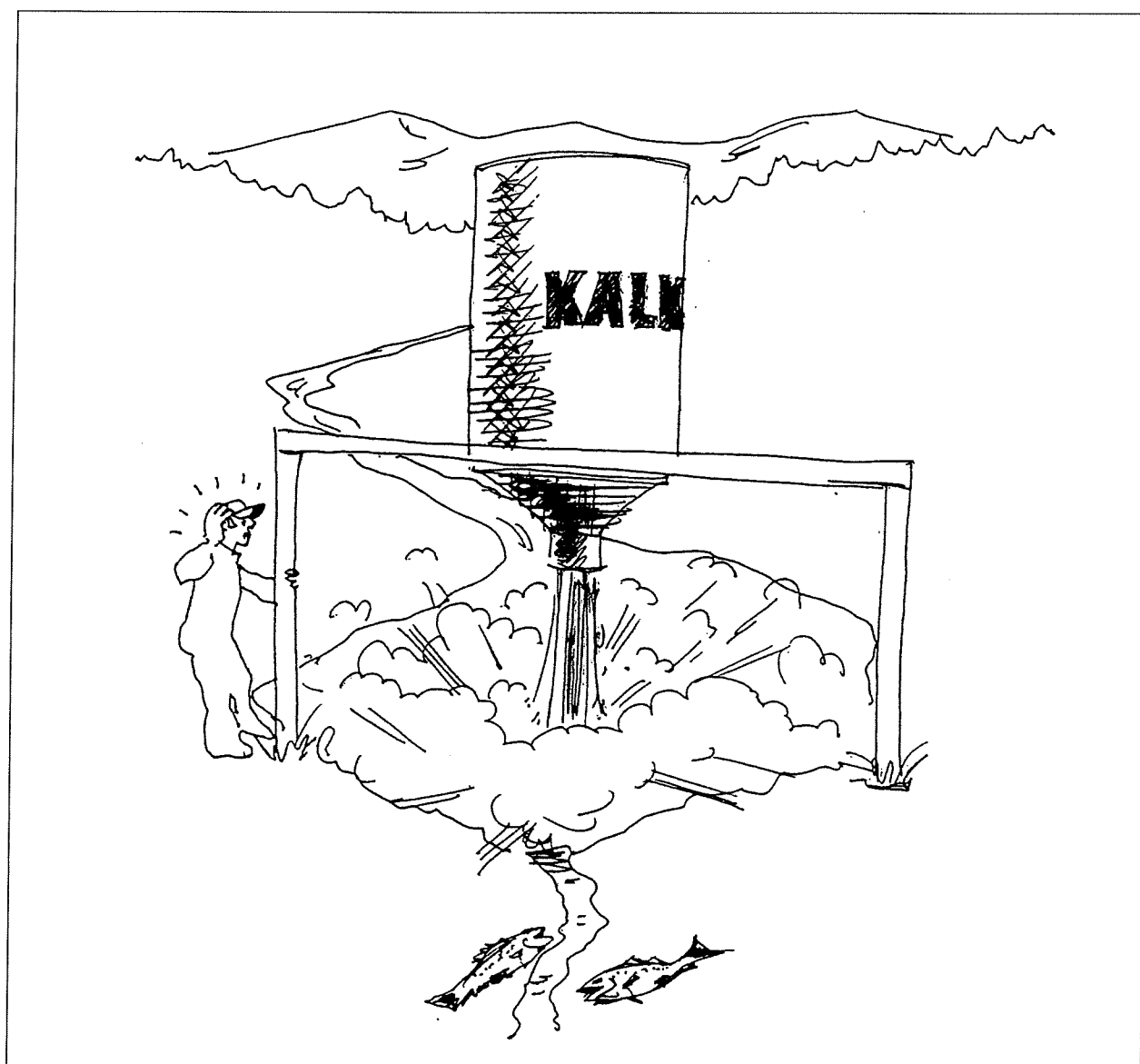


RAPPORT LNR 4690-2003

# Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva

Avviksrapport år 2002



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

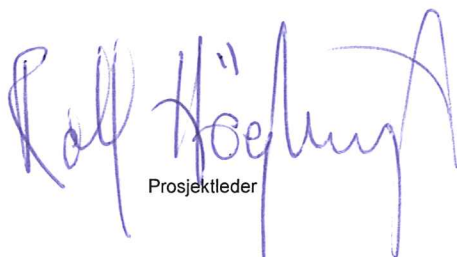
9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2002.	Løpenr. (for bestilling) 4690-2003	Dato 28.04.03
	Prosjektnr. Undernr. O-21818	Sider Pris 16
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Vegårshei kommune	Oppdragsreferanse
---------------------------------------	-------------------

**Sammendrag**  
Driftskontroll av Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg i Storelva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anlegget. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Det foreslås tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Doseringsanlegget er pH-styrt, og doserer etter pH både oppstrøms og nedstrøms anlegget. Anleggets styringsautomatikk er meget god. Forutsetningene er tilstede for å opprettholde optimalt pH-nivå i forhold til pH-målene for lakseførende strekning av elva i en strekning på 3 km nedstrøms anlegget. Imidlertid reduseres mulighetene for direkte påvirkning av pH-verdiene nedstrøms Ubergsvatn. Etablering av automatisk pH-overvåkingsstasjon ved Nes Verk vil gi bedre innspill til taktisk dosering. Det har vært mye svikt i pH-målingene på anlegget. Årsakene var svikt i strømtilførsel, kalkinntrengning i målekyvetta, stopp i vanngjennomstrømming i kyvetta og feil justerte pH-metere. Feil og mangler har medført forhold som kan ha skadet laks og sjøaurebestanden i elva. Det etterlyses bedre rutiner for vedlikehold av pH-målingene. Det settes høyere krav til kvaliteten av kalkingen nå enn tidligere på grunn av redusert pH-regime i Storelva. Årsaken er manglende dosering fra Vegårsvatn kalkdoseringsanlegg.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vassdrag</li> <li>Kalkdosering</li> <li>Overvåking</li> <li>Måleteknikk</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> </ol>
--	---

  
Prosjektleder

  
Forskningsleder  
ISBN 82-577-4358-5

  
Forskningsdirektør

# **Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg**

## **i Storelva**

Avviksrapport år 2002

## Forord

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalkprodukter i rennende vann ofte produserer tilfeldig kalkdose til vassdragene de betjener. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift. Det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som overhodet mulig. Ideelt innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid hverken er for lav eller for høy.

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, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegget ved Hauglandsdammen etablert. En rammeavtale for driftskontrollen ble kontraktsfestet i november 2001. Denne avtalen innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken og dokumentasjon ved en kortfattet avviksrapport hvert år. Vesentlige deler av det ukentlige arbeidet utføres av Liv Bente Skancke og Jarle Håvardstun.

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder. Oppdragsgiver er Vegårshei kommune ved Paul Solberg.

Grimstad, 28.04.2003

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Driften på anlegget</b>	<b>8</b>
<b>3. Tiltak</b>	<b>11</b>
3.1 Oppsummering av tiltak	15
<b>4. Referanser</b>	<b>16</b>

## Sammendrag

Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg er etablert for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Det er et pH-styrt kalkdoseringsanlegg som doserer etter pH både oppstrøms og nedstrøm anlegget. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget ble etablert høsten 2001. Full driftskontroll er likevel ikke operativ på grunn av manglende kontrollmulighet av tilførte kalkdoser. Vannføringsmålingene er justert i forhold til tabell utviklet av vassdragsregulanten. Anlegget kan levere optimal vannkvalitet for anadrom laksefisk i en 3 km lang strekning mellom Hauglandsfoss og Ubergsvatn, men den direkte påvirkningseffekten avtar antagelig vesentlig for områdene nedstrøms Ubergsvatn. En automatisk pH-overvåkingsstasjon på Nes Verk er under etablering og vil avdekke disse forholdene bedre.

Det har vært svikt i pH-målingene ved anlegget mange ganger. Årsakene har vært svikt i strømtilførsel, kalkinntrengning i målekyvetta, stopp i vanngjennomstrømming i kyvetta og feil justerte pH-metere. pH-metere på anlegget har operert i lange perioder uten justering eller kalibrering.

Med unntak av dårlig effekt på vannpumpa til anlegget (utbedret august 2002), har den mekaniske driften av anlegget vært god. Uheldigvis oppsto likevel driftsstans på anlegget i tre dager under flom med store tilførsler av surt vann. Anlegget har også ikke dosert på grunn av feil pH-verdier som styringssignal i en lang periode med surt flomvann. Disse forhold kan ha medført skader på lakse- og sjøaurebestanden i elva.

På ettersommer og høst 2002 var det generelt høy pH i elva. Likevel ble det observert dosering fra anlegget. Dosering uten at behovet var reelt oppsto også senhøsten 2002 da defekte pH-elementer ikke ble skiftet ut i tide.

Styringsautomatikken på anlegget fungerer meget tilfredsstillende. Siden vannkvaliteten i Storelva for tiden har en negativ pH-utvikling, setter dette høyere krav til kvaliteten på kalkingen fra Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg.

### Kort kan tiltakene listes i to punkter:

1. Bedre rutiner for justering, renhold og kalibrering av pH-elementene på anlegget. Dette innebærer rutinemessig hyppigere kontroll også gjennom fjernovervåking av anlegget. (Ved ferieavvikling o.s.v. må det være avløsertjenester som er operative).
2. Opprettelse av automatisk pH-overvåkingsstasjon på Nes Verk. Denne stasjonen vil gi verdifulle innspill til eventuelle justeringer i pH-kravet på anlegget.

# 1. Innledning

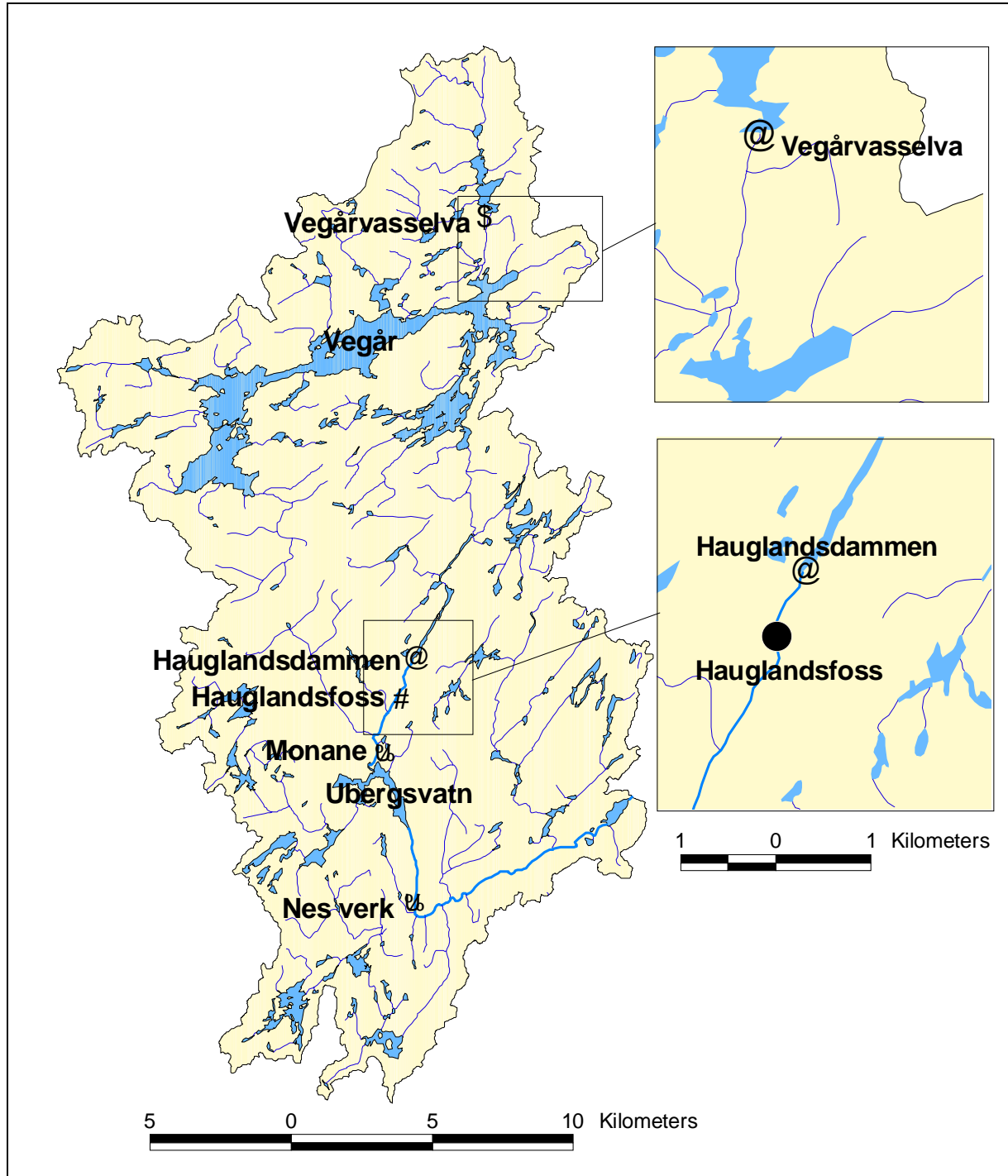
Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996 og 1997 for å avdekke effektiviteten til de enkelte kalkdoseringsanleggene. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets beholdningstank (kalksilo) og vannføringen ved kalkingspunktet. I tillegg registreres pH-verdiene ved pH-styrte anlegg. For detaljert informasjon om systemets oppbygging og virkemåte vises det til Høgberget og Hindar (1998). Bakgrunnen for utviklingen av dette systemet ligger i erfaringer med høyst forskjellige driftsresultater på de forskjellige kalkdoseringsanleggene.

Prinsipielt foreligger to driftsformer for kalkdosering i elv. Det er vannførings- og pH-styrte anlegg. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal kalke med faste doser. Dosene beregnes på grunnlag av hvor stor del av nedbørfeltene som skal avsyres og en kalk/pH-titreringskurve for den aktuelle vannkvaliteten på hvert enkelt sted. Ved å sammenligne doseringsmålet med den faktiske dosering gitt av driftskontrollen vil en få et mål på effektiviteten til anleggene. Ved pH-styrte anlegg overstyres vannføringsbasert dosering av ekstra prosessignaler fra pH-målere.

I Vegårvassdraget er det to kalkdoseringsanlegg: Vegårvatn og Hauglandsdam-anlegget. Anlegget ved Vegårvatn er vannføringsstyrt, mens Hauglandsdam er et pH-styrt anlegg. Denne rapporten omhandler bare driften på Hauglandsdamanlegget. Årsaken er at NIVA ikke har avtale om driftskontroll av Vegårvatn kalkdoseringsanlegg. Vegårvatn doseringsanlegg er for tiden ute av drift.

Rapporten er den første avviksrapporten for driften ved anlegget, og omhandler perioden 29. oktober 2001 til 1. januar 2003.

**Figur 1** viser nedbørfeltet til Storelva, med plassering av kalkdoseringsanlegg, pH-stasjoner og andre stedsnavn som er nevnt i rapporten.



**Figur 1.** Kart over Vegårvassdragets nedbørfelt med aktuelle stedsangivelser (kvadrater), kalkdoseringsanlegg (triangler) og pH-stasjoner (sirkler).



## 2. Driften på anlegget

I Vegårvassdraget drives et av de første store kalkingsprosjektene i Norge (etablert i 1985). Kalkingsstrategien innebærer kalking av Vegår ved hjelp av innsjøkalking i de vestre områdene, samt tilførsel av kalk til de østre områdene fra Vegårvatn kalkdoseringsanlegg i den største tilløpselva til Vegår (Vegårvasselva). Denne strategien har vært tilstrekkelig for å holde akseptabel vannkvalitet i innsjøen og deler av vassdraget nedstrøms Vegår til Hauglandsfoss. Imidlertid erfarte man periodevis forsuring av Storelva (elva nedstrøms Vegår) (Hindar 1993). Særlig oppsto dette i forbindelse med flomsituasjoner og våravrenning. Vannkvaliteten ble dermed for dårlig for laks og sjøaure (Kaste 1994). Som følge av disse tilstandene ble det vinteren 1996 etablert et pH-styrt kalkdoseringsanlegg på Hauglandsdammen. Anlegget er plassert 700 m på oversiden av oppvandringshinderet ved Hauglandsfoss. Det var først styrt etter pH oppstrøms anlegget, men ble utvidet til også å styre etter pH nedstrøms anlegget i 1998. Det ble da bygd en pH-målingsstasjon på Monane 3 km nedstrøms anlegget. Denne sender data som radiosignaler til doseringsautomatikken på anlegget. Bakgrunnen for denne ombyggingen var til tider uøkonomisk kalkforbruk på anlegget (Knut Aall 1997). Det ble utarbeidet nye pH-mål for den lakseførende strekningen i elva 24. februar 1999. Minimumskravene til pH skal i perioden 1. juni - 14. februar være pH 6,0, i perioden 15. februar – 31. mars pH 6,2 og i perioden 1. april – 30. mai pH 6,4.

Det ble etablert driftskontroll av kalkdoseringsanlegget høsten 2001. Driftskontroll-loggeren var i drift fra 29. oktober 2001. Full driftskontroll er likevel ikke operativ på grunn av manglende registrering av dosesignal fra elektronisk styringsenhet på kalkdosereren (bestilt av Miljøkalk, men foreløpig ikke etablert). Dermed er ikke dosen som styringssignal kontrollerbar ved hjelp av vannføring og vektdata (for driftskontroll-funksjon, se Høgberget og Hindar 1998). Vekten av beholdningstanken måles ved hjelp av ”strekklapper” istedenfor med veiceller under bærekonstruksjonen. Dette er forskjellig fra de fleste andre kalkdoseringsanlegg, og gir dårligere veienøyaktighet. Veimetoden er likevel brukbar til driftskontroll av anlegget (Høgberget og Hindar 1998). Da dosen ikke kan kontrolleres, er foreløpig ikke vekt av beholdningssilo justert. Vannføringen er justert i forhold til vannstanden ved utløpet av Hauglandsdammen. Beregningene er gjort av vassdragsregulanten (Nes verk v/Knut Aall) og gjengitt i midlertidig tabell. Denne tabellen er utgangspunkt for følgende to ligninger som sammen uttrykker vannføringen. Ligningene er utgangspunkt for **Tabell 1**:

$$\text{Ved vannstander inntil 0,80 m} \quad y = 44,2x^2 + 11,8x - 0,4$$

$$\text{Ved vannstander over 0,80 m} \quad y = 26,0x^2 + 28,5x - 2,7$$

$$x = \text{vannstand over 0-nivå (ingen vannføring i utløpet av Hauglandsdammen.)}$$

$$\text{som tallverdi.}$$

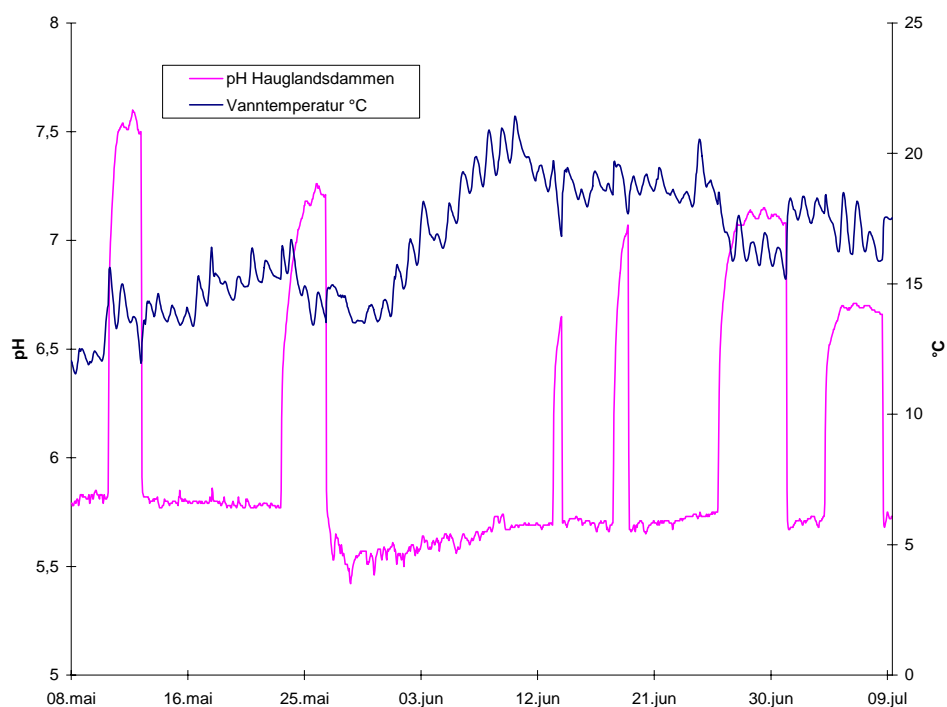
$$y = \text{Vannføringen som tallverdi}$$

Benevningene for henholdsvis vannstand og vannføring er m og m<sup>3</sup>/s.

Det har ikke vært driftsstans på driftskontroll-loggeren i rapporteringsperioden. Imidlertid har det vært svikt i pH-målingene ved flere anledninger. Strømforsyningen forsvant på pH-målingsstasjonen ved Monane 4. juni. Da ble det ikke overført verdier for pH nedstrøms anlegget på 3 dager. Det har vært tre lange perioder uten reelle pH-verdier fra Monane. Dette var tre uker fra 10. juli, en uke fra 28. oktober og tre uker fra 9. desember. pH oppstrøms anlegget har ved 10 anledninger steget langt over reell verdi på grunn av stopp i vanntilførsel og tilbakeslag av kalkholdig vann i målekyvetta ved pumpestopp. Det oppsto da ekstrem målefeil (se **Figur 2**). Disse feilene opphørte etter at vannpumpa ble skiftet i inntaksbrønnen til anlegget i august 2002.

**Tabell 1.** Vannføringstabell for utløpet av Hauglandsdammen i Storelva. Tabellen er utarbeidet på grunnlag av foreløpig tabell fra vannføringsregulanten.

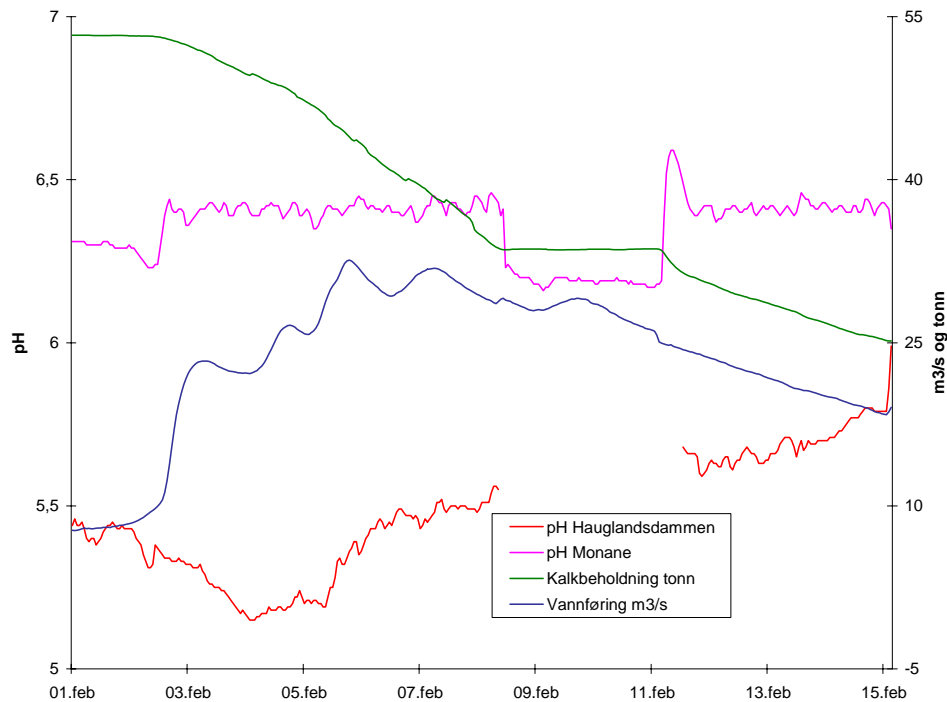
Vannstand m	Vannføring m <sup>3</sup> /s
0	
0,1	1,2
0,2	3,7
0,3	7,1
0,4	11,3
0,5	16,5
0,6	22,5
0,7	29,5
0,8	37,3
0,9	44,1
1	51,9
1,1	60,2
1,2	69,1
1,3	78,5
1,4	88,3



**Figur 2.** pH og vanntemperatur ved Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg forsommeren 2002. Kurvene viser forstyrrelser i pH-utviklingen ved at verdiene økte kraftig periodevis. Årsaken var at vannpumpa på kalkdoseringsanlegget gav for dårlig trykk og/eller stoppet. Dette medførte i noen tilfeller at kalkholdig returvann infiserte målekyvetta. Selv uten kalk i målevannet vil pH øke når vanntilførselen stopper. Dette synes vanligvis ved øket vanntemperatur, men på denne grafen er slike tilstander meget utydelige fordi elvevann og luft holder n også lik temperatur.

Kalkdoseringsanlegget har god driftssikkerhet. Likevel kan driftsstanser ha gitt negative konsekvenser for vannkvaliteten. Det oppsto en lang driftsstans midt i en flomperiode. Dette var den 8. februar da anlegget stoppet i tre dager. Vannføringen var da ca 30 m<sup>3</sup>/s. Likevel synes ikke vesentlig reduksjon i pH på Monane. Målingene viser reduksjon fra 6,4 til 6,2 (**Figur 3**).

Det var høye pH-verdier i forhold til pH-målet gjennom hele sommeren fra 1. juni til 22. oktober. pH var da minst 0,5 enheter over pH-målet på 6,0.

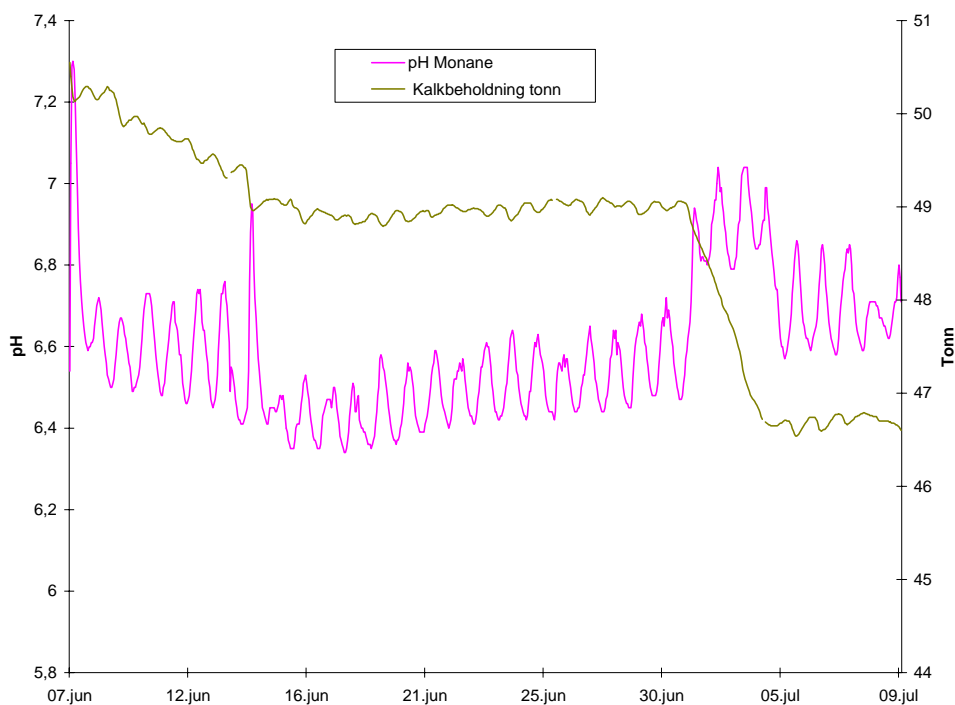


**Figur 3.** pH oppstrøms og nedstrøms Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg (Hauglandsdammen og Monane), kalkbeholdning og vannføring ved anlegget i februar 2002. Figuren viser at pH ikke ble vesentlig redusert selv om doseringen opphørte på anlegget. En periode med stillstand i målekyveta gav feil pH-verdier fra Hauglandsdammen. Disse verdiene er ikke gjengitt i kurven.

### 3. Tiltak

Den strategiske oppgaven til Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg er å justere pH til akseptable verdier for anadrom laksefisk i hele lakseførende strekning. Imidlertid er det usikkerhet forbundet med effekten av kalkingen nedstrøms Ubergsvatn. Påvirkning fra sure sidevassdrag til Ubergsvatn og termisk lagdeling av vannmassene i innsjøen kan forandre vannkvaliteten ut av Ubergsvatn i forhold til den som blir tilført fra Storelva. Kjemisk overvåking gjennom stikkprøver ved Nes Verk viser vanligvis liten forandring av pH (Kaste og Skancke 2002). Imidlertid vil dokumentasjonsmulighetene bli bedre gjennom kontinuerlig pH-overvåking ved Nes Verk. En slik automatisk pH-overvåkingsstasjon er under etablering våren 2003. Denne vil avdekke eventuelle tidsperioder med uakseptabel vannkvalitet.

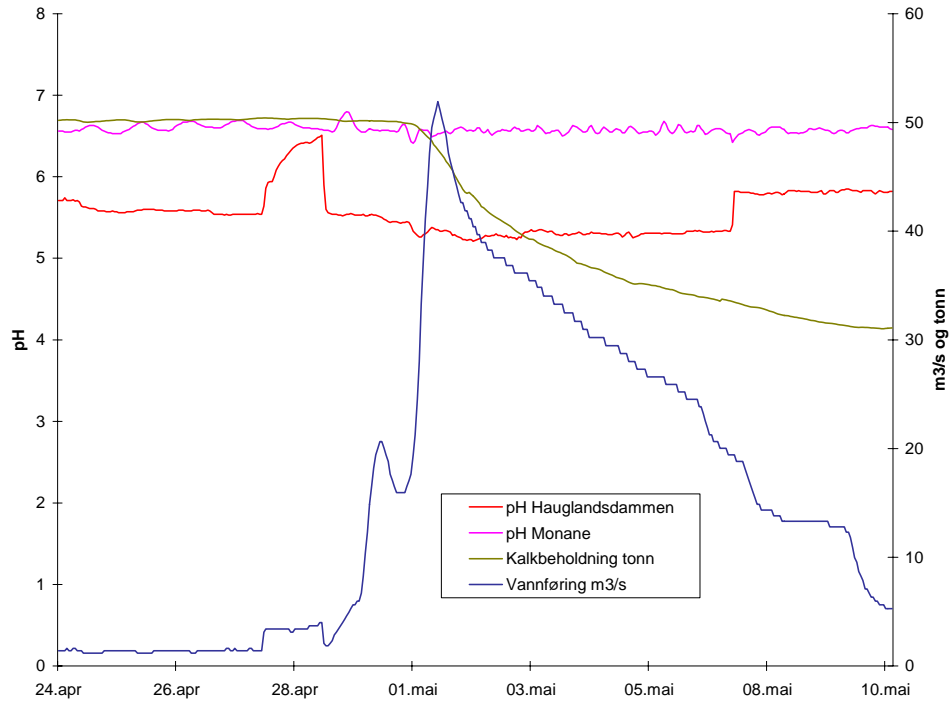
pH i elva nedstrøms anlegget har en tendens til å ligge noe høyt i forhold til pH-målet i sommerhalvåret. Dette har sammenheng med lav sommervannføring i elva og økt aktivisering av sedimentert kalk i elveleiet. Det er da også normalt at pH varierer mye fra natt til dag. Forholdet er vel kjent og dokumentert andre steder (Høgberget 2002). Imidlertid var det i rapporteringsperioden tilstander der det ble dosert kalk selv om pH i elva var for høy. Dette var tilfellet i store deler av juni og første uka i juli 2002 (se **Figur 4**). Dette er helt unødvendig og lite økonomisk.



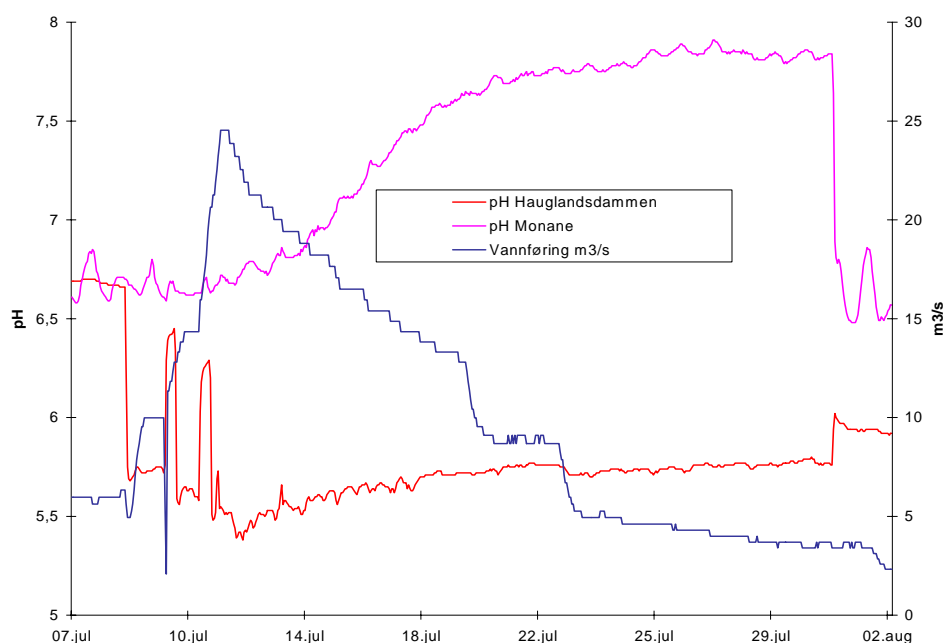
**Figur 4.** pH på Monane og kalkbeholdning på Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg i deler av juni og juli 2002. Kurvene viser at det doseres kalk selv om pH i elva er langt over pH-målet for elva (pH 6,0).

Når alt er i orden på anlegget, doseres kalk meget nøyaktig i forhold til pH-kravet som er satt på pH-målestasjonen nedstrøms anlegget (Monane). Dette illustreres godt i **Figur 5**. Imidlertid oppsto lange perioder med feil pH-måling. Tilstanden for laks og sjøaure kan da ha vært kritisk. Spesielt usikker er forholdene omkring en flom som begynte 9. juli 2002. pH oppstrøms anlegget var da 5,6. Likevel ble

det ikke dosert kalk fordi pH ved Monane viste økende verdier fra pH 6,6 helt til pH 7,9. Denne tilstanden varte i nesten tre uker før forholdene ble rettet opp. Etter oppretting av pH-feilen ser det ut som om verdiene da var på et akseptabelt høyt nivå, men i verste fall kan situasjonen ha ført til surt vann i nærmere to uker. Forholdene er godt illustrert i **Figur 6**.



**Figur 5.** pH ved Hauglandsdammen og Monane, vannføring og kalkbeholdning på Hauglandsdammen kalkdoseringsanlegg i deler av april og mai 2002. Figuren viser en kraftig flom med surt vann i elva. Doseringen økte kraftig og vises ved avtaket i kalkbeholdning. Resultatet av kalkingen var at pH på Monane holdt et stabilt nivå lik pH-kravet. Monane ligger 3 km nedstrøms anlegget. Likevel forble pH stabil. Dette viser at styringsmekanismene på kalkdoseringsanlegget fungerer meget tilfredsstillende selv om tilbakemeldingstiden er lang fra pH-stasjonen på Monane.

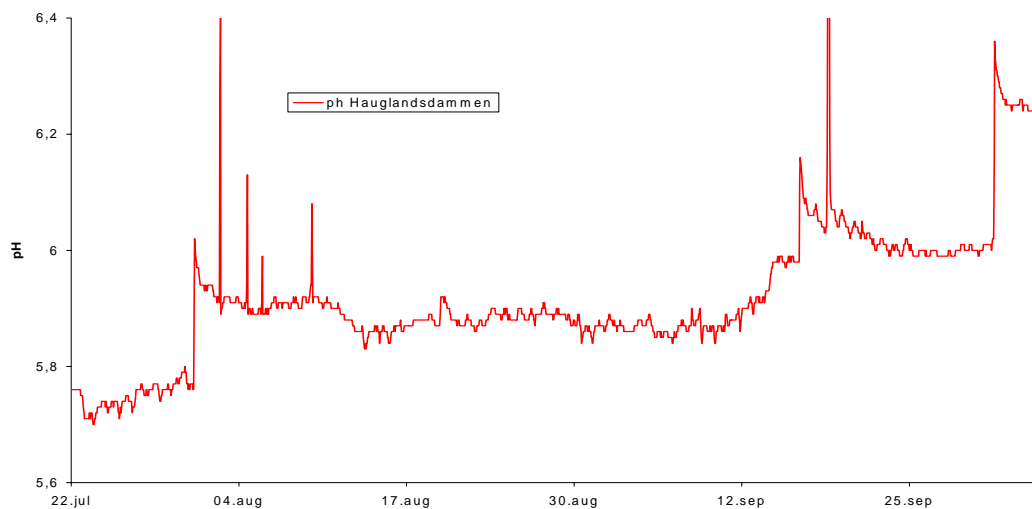


**Figur 6.** pH på Hauglandsdammen og ved Monane sammen med vannføringen ved flom i Storelva i juli 2002. Figuren viser en tilstand med feil måling av pH som utvikler seg over tid. Siden pH blir registrert med svært høye verdier, blir det ikke satt igang dosering. Man må anta at reell pH i elva under flommen var nokså lik pH i Hauglandsdammen (pH 5,6). Figuren viser også ustabil pH på Hauglandsdammen som følge av forhold beskrevet i **Figur 2**.

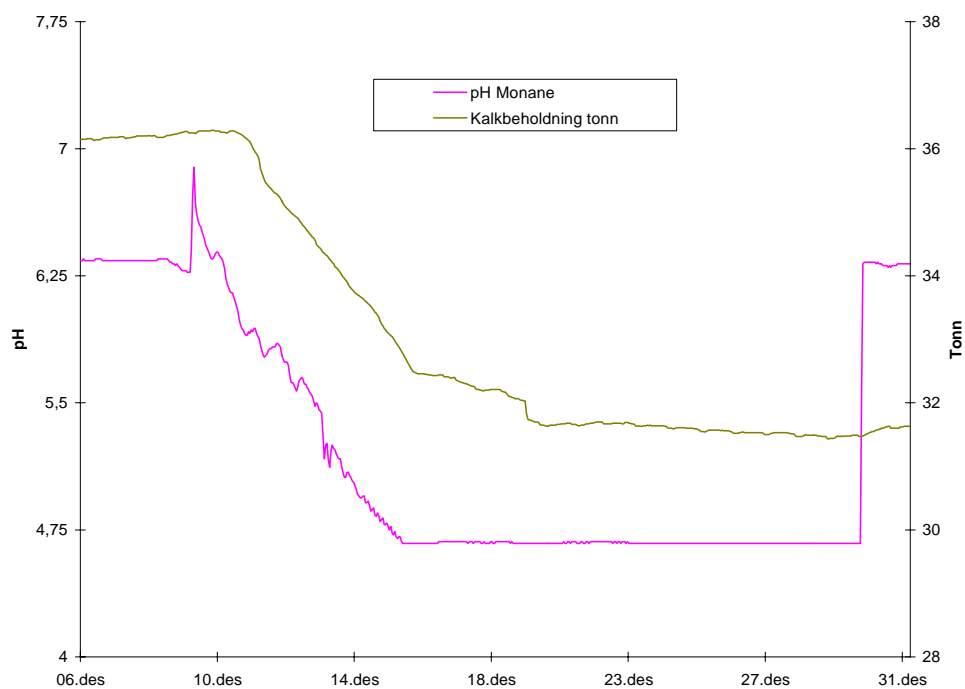
pH oppstrøms anlegget viste lave verdier gjennom lange perioder. Det virker som om vedlikehold av pH-elektroden har vært meget sporadisk. **Figur 7** viser en pH-kurve over 10 uker uten annet vedlikehold av elektrodene enn to prosesskalibreringer. Disse innbar da store pH-justeringer.

pH-elektroden ved Monane ble defekte 9. desember 2002 slik at pH viste for lave verdier. Det ble da dosert ut store mengder kalk uten at reelt behov var tilstede. Etter først to mislykkede forsøk på kontakt med kalkingsoperatøren (13. og 16. desember) ble nye elektroder sendt 18. desember. Disse ble ikke montert før 30. desember. Den uholdbare tilstanden hadde da vart i 3 uker (se **Figur 8**). Det er også betenkelig at felt-pHmeteret, som skal benyttes ved prosesskalibrering av elektrodene på pH-målestasjonene, fortsatt benytter et pH-element som er over 2 år gammelt (levert operatør 8. januar 2001). Normalt er levetiden på disse elementene ca  $\frac{1}{4}$  av tiden den her har vært operativ. Ved inspeksjon av pH-stasjonen ved Monane 15. februar 2002, var ikke pH-meteret kalibrert siden 17. september 2001. Det er eksepsjonell lang tid uten behov for justering av verdiene. Sannsynligheten er derfor stor for at pH-meteret i løpet av denne tiden har levert feil verdier. Resultater av doseringsstoppen den 8. februar 2002 (**Figur 3**) underbygger mistanken om ujusterte pH-verdier. pH oppstrøms anlegget var da 5,5. Selv om det ikke ble dosert kalk til elva sank pH på Monane bare fra 6,4 til 6,2. Det var stor flom i elva. Generelt vil da elva surgjøres til pH-nivået oppstrøms dosereren i løpet av svært kort tid, i dette tilfellet til pH 5,5. Dette indikerer manglende topunktskalibrering av pH-elementene. pH-meteret viser da feil utslag ved pH-forandringer.

Da vassdraget for tiden ikke kalkes med dosereren på Vegårvatn, vises en svakt negativ pH-trend i utløpet av Vegår (Kaste og Skancke 2002). Generelt setter dette høyere krav til kalkdoseringsanlegget på Hauglandsdammen. Det er derfor viktig at utstyr og sensorer til enhver tid er i orden og riktig justert.



**Figur 7.** pH i Hauglandsdammen gjennom siste del av juli, august, september og første del av oktober i 2002. Figuren viser lange perioder uten kalibrering av elektroder. Når først kalibrering gjennomføres, er det som prosesskalibrering der verdiene blir justert ganske mye (f.eks. opp 0,3 enheter den 1. oktober).



**Figur 8.** pH ved Monane og kalkbeholdning på doseringsanlegget ved Hauglandsdammen i desember 2002. Figuren viser at pH-målingene utvikler feil som medfører raskt avtagende pH-verdier. Siden pH-kravet var satt til minimum pH 6,0, startet doseringen. Da det ikke kom respons som økende pH ved Monane, økte doseringen slik at det gikk ut store mengder kalk (ca 5 tonn). pH-målingene ble ikke rettet opp på 3 uker.

### **3.1 Oppsummering av tiltak**

Behovene for tiltak er her listet i kun to poster som vi anbefaler blir gjennomført.

- 1 Bedre rutiner for justering, renhold og kalibrering av pH-elementene på anlegget. Dette innebærer rutinemessig hyppigere kontroll også gjennom fjernovervåking av anlegget. (Ved ferieavvikling o.s.v. må det være avløsertjenester som er operative).
- 2 Opprettelse av automatisk pH-overvåkingsstasjon på Nes Verk. Denne stasjonen vil gi verdifulle innspill til eventuelle justeringer i pH-kravet på anlegget.



## 4. Referanser

Høgberget, R. 2002. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2001. NIVA Rapport L. nr. 4511.

Hindar, A. 1993. Vegår S. 93-103 i: Ann Jori Romundstad (red): Kalking i vann og vassdrag. FoU-årsrapporter 1991. DN-notat 1993-1. 281 s.

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

Kaste, Ø. 1994. Storelva i Vegårvassdraget. Vurdering av behov for kalkingstiltak. NIVA Rapport L. nr. 3153.

Kaste, Ø. og Skancke L. B. 2002. Storelva S. 30-33 i: Anonym (red.): Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2002-1. 270 s.

Aall, K. 1997. pH i Storelva nedstrøms kalkdosereren ved Hauglandsdammen. Brev til Fylkesmannen i Aust-Agder 08.03.97.