

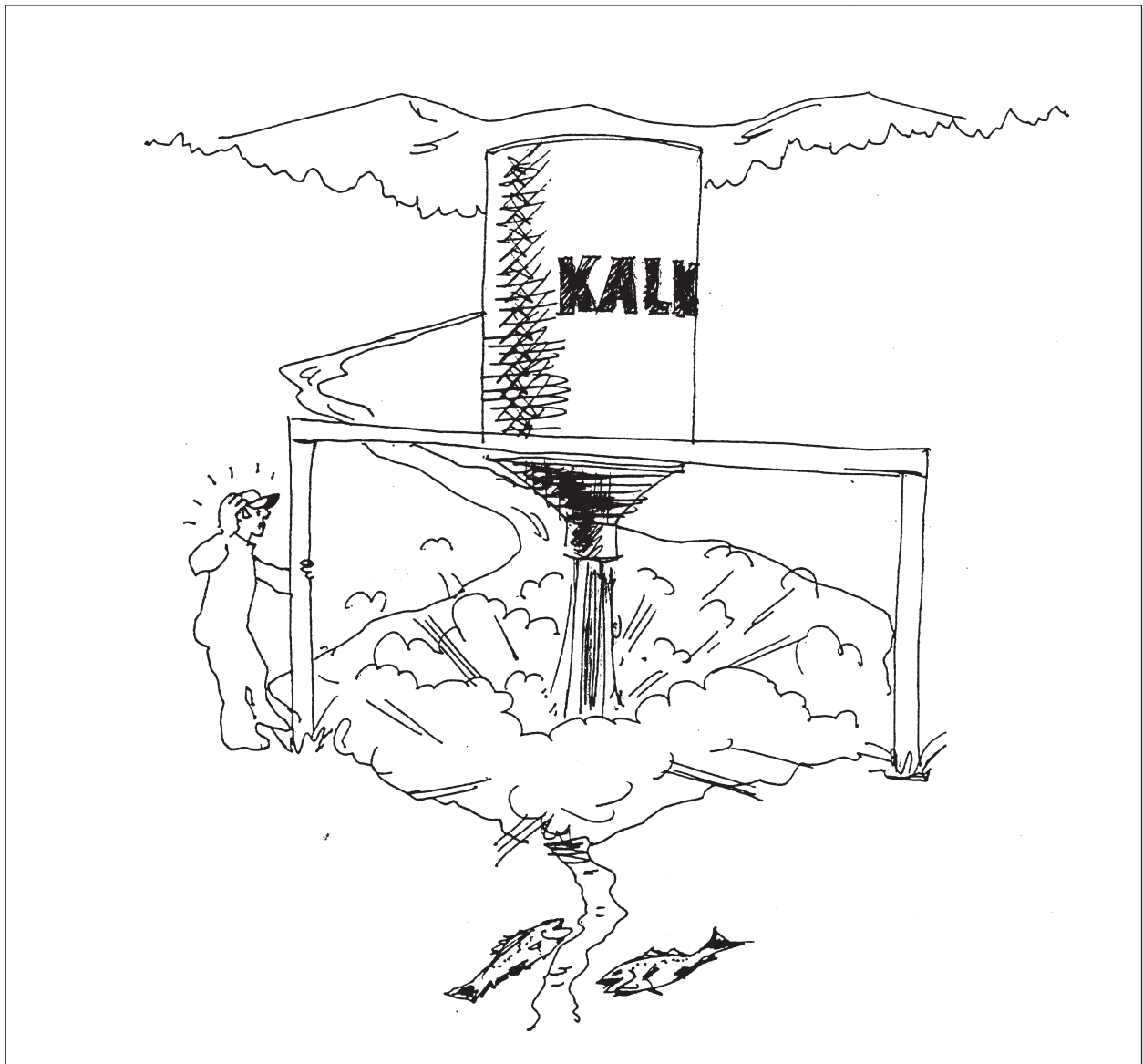
NIVA



RAPPORT LNR 4511-2002

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget

Avviksrapport år 2001



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 Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2001.	Løpenr. (for bestilling) 4511-2002	Dato 14.03.02
	Prosjektnr. Undernr. O-98203	Sider Pris 19
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Måle- og overvåkingsteknologi	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Styringsgruppa for kalking av Tovdalsvassdraget	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Det foreslås tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Båa kalkdoseringsanlegg fungerte ikke optimalt i rapporteringsperioden. Anlegget hadde noen driftsstanser og doserte mindre enn oppsatt dose, også ved normale driftsforhold. Årsaken kan være at det ble benyttet en annen type kalkprodukt ("Biokalk" fra Norsk Hydro AS) enn tidligere. Driftssikkerheten på Skjeggedal-anlegget var dårlig. Det var driftsstans over halvparten av tiden. Anlegget hadde også i lange perioder mangler ved vekt og vannføringssignaler. Klepsland-anlegget fungerte tilfredsstillende, men noen få stopp ga relativt stort tap i kalkdoseringen. Anlegget på Søre Herefoss fungerte meget tilfredsstillende. Økt doseringskapasitet ga også ønsket effekt ved ekstra stort doseringsbehov. Overstyringen ved Søre Herefoss-anlegget før forventede forsuringsepisoder blir stadig bedre. Fortsatt må det vinnes nye erfaringer, slik at anlegget kan utnyttes enda bedre.
--

Fire norske emneord 1. Vassdrag 2. Kalkdosering 3. Overvåking 4. Måleteknikk	Fire engelske emneord 1. 2. 3. 4.
--	---

Rolf Høgberget
Prosjektleder

Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder
ISBN 82-577-4162-0

Nils Roar Sælthun
Forskningssjef

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg

i Tovdalsvassdraget

Avviksrapport år 2001

Forord

Erfaringer har vist at kalkdoseringsanlegg 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 enkelt system for effektiv kontroll av driften av kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt.

Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anleggene og introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører og annet personell i kalkingsprosjektet, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget etablert. Første rammeavtale for driftskontrollen ble kontraktsfestet i mai 1999. Rammeavtale av 27. februar 2001 inkluderer også ansvaret for pH-målingsutstyr som prosessverktøy i forbindelse med kalkdoseringsanleggene. Denne kontrakten avtalefester dokumentasjon ved en kortfattet avviksrapport hvert år.

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder, og oppdragsgiver er den interkommunale stiftelsen Styringsgruppa for kalking av Tovdalsvassdraget, bestående av alle involverte kommuner i Tovdalsvassdraget.

Grimstad, mars 2002

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Driften på anleggene	7
2.1 Bås	7
2.2 Skjeggedal	9
2.3 Klepsland	10
2.4 Søre Herefoss	12
2.4.1 Søre Herefoss-anlegget som verktøy i forsuringsepisoder	15
3. Tiltak	18
3.1 Bås	18
3.2 Skjeggedal	18
3.3 Søre Herefoss	18
4. Referanser	19

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Tovdalselva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden.

Bås doseringsanlegg hadde noen driftsstanser i perioden. Dette førte til noe lavere kalkforbruk enn forventet. Lav dosering oppsto også ved normal drift. Da var doseringen ca 20-25 % lavere enn innstilt dose, spesielt ved liten vannføring. Fenomenet ble ikke observert i forrige avviksrapport (Høgberget 2001). Årsaken kan være at det ble benyttet en annen type kalkprodukt (Biokalk). Styrings-signalet fra anlegget ble etter service sommeren 2001 forandret slik at det nå varierer i forhold til vannføringen. Signalet er alltid høyere enn ønsket dose.

På Skjeggedal kalkdoseringsanlegg manglet korrekt vekt og vannstandsmåling i lange perioder. Dette førte til mangelfull driftskontroll på anlegget. Likevel ble det registrert omfattende driftsproblemer. Anlegget sto stille i hele juli på grunn av mekaniske problemer. Da anlegget igjen var operativt viste veiedata at det ofte stoppet opp. Anlegget sto stille nesten halvparten av tiden.

Klepsland kalkdoseringsanlegg hadde bare få driftsstans i løpet av perioden. Av størst betydning var to lange stopp i august og en manglende utdosering på grunn av tom kalksilo i oktober. Det var i perioder vanskelig å være ajour med driftskontrollen fordi det var mange brudd på telelinjene (offentlig nett).

Søre Herefoss-anlegget har nesten ikke hatt driftsstanser i perioden. Det har vært noen tekniske problemer med pH-målingen nedstrøms anlegget uten at dette påvirket effekten av kalkingen. Doseringskapasiteten ble øket sommeren 2001. God effekt av dette tiltaket ble observert under en stor flom i oktober. Da ble pH nedstrøms doseren justert til ønsket verdi selv om pH oppstrøms anlegget var meget lav. Det ble ved flere anledninger dosert ekstra kalk fra Søre Herefoss anlegget når det var ventet store nedbørmengder. Dette ble gjort for å øke bufferkapasiteten i elva slik at sur avrenning fra områdene nedstrøms anlegget ikke skulle redusere pH under pH-målet for anadrom sone i elva (pH 6,0). Disse tiltakene var vellykket. Ved en anledning uteble imidlertid denne doseringen. Dette førte til at elva ikke holdt pH-målet i ca 60 timer.

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 Hindar og Høgberget (1998). Bakgrunnen for utviklingen av dette systemet ligger i erfaringer med høyst forskjellige driftsresultater på de forskjellige kalkdoseringsanleggene. 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.

I Tovdalsvassdraget er det montert driftskontroll på fire store kalkdoseringsanlegg; Bås, Skjeggedal, Klepsland og Søre Herefoss. Anleggene på Bås, Skjeggedal og Klepsland er vannføringsstyrte anlegg. Søre Herefoss anlegget er styrt etter pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren.

Det følgende er en gjennomgang av driften ved hvert enkelt anlegg. Det er tidligere utgitt avviksrappporter fra oppstart av systemet til 1. juni 2000 (Høgberget 2000) og perioden 1. juni 2000 til 1. juli 2001 (Høgberget 2001). Denne rapporten omhandler perioden 1. juli 2001 til 1. januar 2002.

2. Driften på anleggene

2.1 Bås

Bås-anlegget står for 2/5 av all kalktilsetning til Tovdalsvassdraget. Det er derfor avgjørende at anlegget fungerer tilfredsstillende slik at man får en optimal effekt av kalkingstiltakene i vassdraget. Kalkdoseringsanlegget er fullautomatisert, og kalkdoseringen reguleres etter variasjonen i vannføring. Beregnet dose som anlegget skal gi er 4,7 g kalksteinsmel/m³.

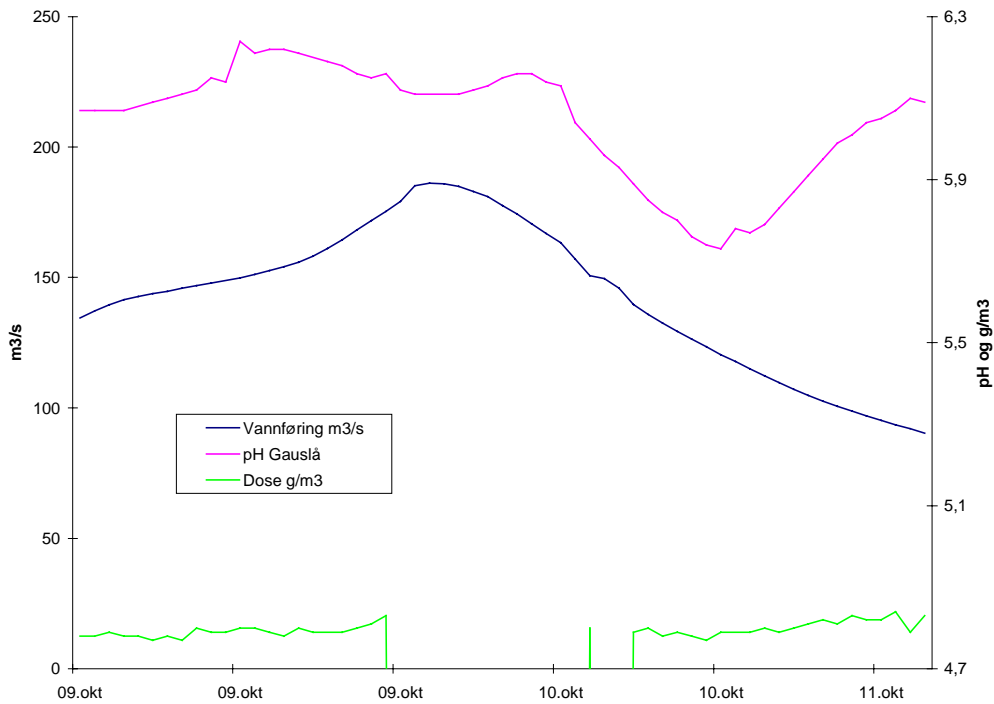
Det har vært noen driftsstanser på kalkdoseringsanlegget i rapporteringsperioden. Seks av disse har vart mer enn 8 timer (**Tabell 1**). Driftsstansene i juli var lange, men vannføringen var bare ca 4 m³/s. Derfor hadde disse stoppene minimal betydning. Det var ikke mulig å få et klart bilde av doseringen via driftskontrollsystemet i to døgn fra 9. juli fordi kalkmengden overskred øvre registreringsgrense for vektavlesning. Imidlertid var ledningsevnen lav i blandekaret i en periode på ca 36 timer i forbindelse med denne tilstanden (**Figur 2**). Driftsstansen 9. oktober oppsto under stor flom. **Figur 1** viser hvordan dette førte til pH-reduksjon ved den automatiske pH-overvåkingsstasjonen på Gauslå. 34 tonn kalksteinsmel skulle ideelt vært dosert i løpet av denne driftsstansen. Resultatet av driftsstansene var at kalkdosereren ikke doserte den forventede mengde kalk i 2001. Det ble dosert ca 95 tonn for lite kalk som følge av alle stoppene.

Tabell 1. Tabell over driftsstanser på Bås doseringsanlegg som varte mer enn en arbeidsdag. Datoene refererer til tidspunktene når driftstansene oppsto. Timer er antall timer uten dosering.

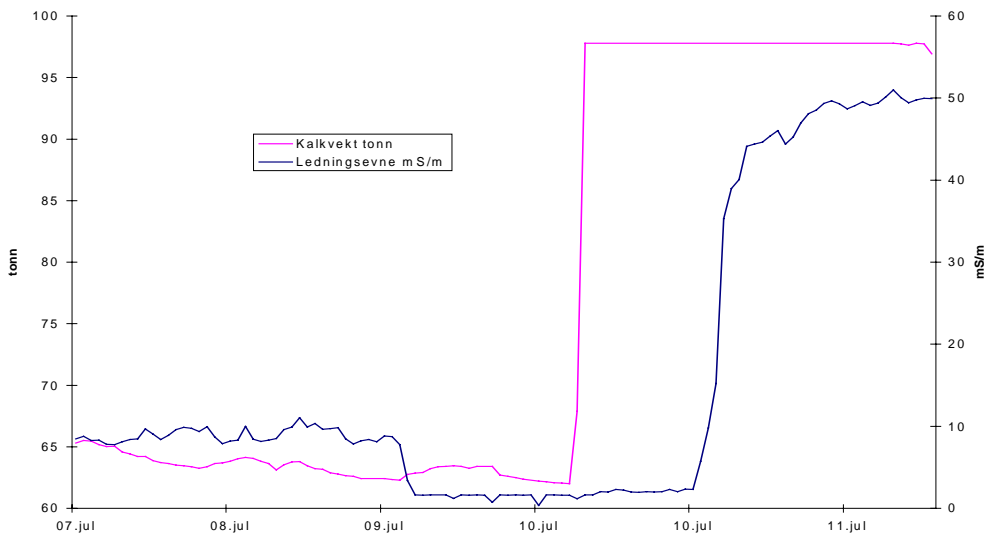
Dato	Timer
09. jul. 01	36
30. jul. 01	84
19. aug. 01	22
09. okt. 01	12
03. des. 01	8
11. des.01	46

Kalkdosen fra anlegget skulle i perioden fram til 30. november være 4,7 g kalksteinsmel/ m³ vann. Den faktiske gjennomsnittlige dosen var 1 g/ m³ lavere. Den 30. november ble dosen øket i et forsøk på å kalke Herefossfjorden til nivået rundt pH 6,0. Dosen ble satt til 9 g/ m³. Dette tiltaket er også tidligere gjennomført vinterstid for å bufre mot forsuring av overflatevannet i Herefossfjorden. (Høgberget 2000). Den faktiske gjennomsnittlige dosen var i denne perioden bare ca 7 g/ m³.

I august 2001 viste doseringen en tendens til å gi lavere dose ved lav vannføring. **Figur 3** viser en slik situasjon. Det er rimelig å anta at dette har sammenheng med mobiliteten i kalkmelet i forhold til stillstander i framtrekksutstyret. Ved liten dosering vil framtrekkskruen periodevis stå stille. Lite bevegelig kalkmel kan da gi delvis klogging i systemet. Fenomenet med for lav dose ved lave vannføringer er ikke tidligere registrert ved Bås kalkdoseringsanlegg. Sommeren 2001 ble det forsøkt en ny type kalk på anlegget. Det var "Biokalk" fra Norsk Hydro A/S. Lavere dosering fra anlegget enn programmert dose kan ha sammenheng med valg av kalkprodukt.

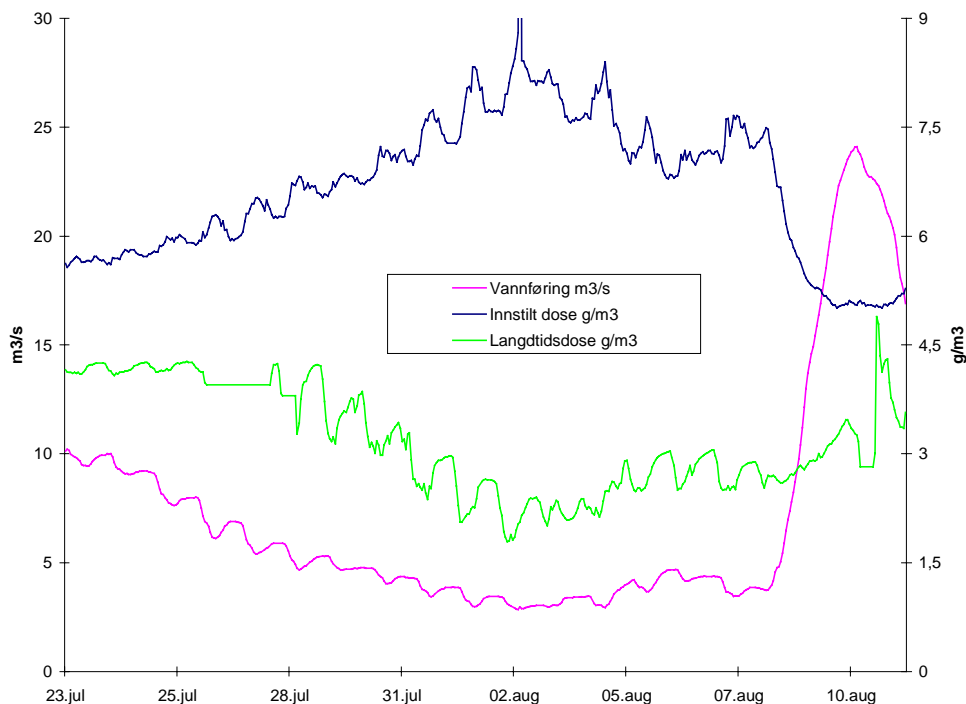


Figur 1. Vannføring og styringssignal som dose på Bås og pH på Gauslå i oktober 2001. Kurven viser en episode der driftsstans uheldigvis oppsto under stor flom. Mye kalk transporteres vanligvis til Herefossfjorden under flom. Ved dette tilfellet uteble kalken (ca 34 tonn) og elva ble sur. Figuren viser også at ved 180 m³/s tar det ca 12 timer før pH begynner å avta ved Gauslå (18 km nedstrøms Bås).



Figur 2. Kalkvekten og ledningsevnen i blandekaret ved Bås kalkdoseringsanlegg sommeren 2001. Situasjonen viser en tilstand der vekten er over høyeste registreringsnivå når doseringsstopp inntreffer. På grunn av manglende vektregistrering lar vekt tap og dose seg ikke registrere, men ledningsevnen i blandekaret for kalkslurry avslører at det har vært stopp på anlegget.

I juni 2001 ble det foretatt et girskifte på kalkdosereren for å øke kapasiteten på anlegget. Maksimum dosering ble etter dette øket til 96 tonn kalksteinsmel/døgn. Signalet for ønsket dose fra doseringsautomatikken forandret seg etter dette slik at det nå ikke lenger er et stabilt signal uttrykt som g kalksteinsmel/m³ vann. Signalet varierer omvendt proporsjonalt med vannføringen og er alltid høyere enn forventet innstilt dose. I følge Miljøkalk DA vises ikke dette på deres logg. Signalet skal i utgangspunktet være det samme for Miljøkalk DA som for NIVA. Foreløpig finnes ingen forklaring på fenomenet se (**Figur 3**).



Figur 3. Vannføring og dose på Bås kalkdoseringsanlegg i august 2001. Figuren viser at den faktiske dosen som langtidsdose minker med minkende vannføring. Innstilt dose som styringssignal på anlegget øker med minkende vannføring.

2.2 Skjeggedal

Skjeggedal kalkdoseringsanlegg er et vannføringsstyrt anlegg. Det har til oppgave å avsyre bidraget fra Skjeggedalselva til "Uldalsgreina". Målet for doseringen er 6,7 g/m³ vann.

Kalkdosereren er fortsatt preget av mange feil og mangler på registreringsutstyret for vannstand/vannføring og vekt.

Vannføringssignalet var ikke intakt pr. 1. juli. Vannstandsmåleren var da til reparasjon. Det tok 12 uker fra denne dato før måleren igjen var på plass slik at vannstanden kunne registreres. Uheldigvis ble utgangssignalet fra måleren satt opp feil av kalkdosererens servicepersonell, slik at høyeste vannstand ble satt til 1,15 m. Denne vannstanden skal være 1,5 m. Dette førte til at det ble registrert for høye vannstander i inntaksbrønnen. Denne feilen ble rettet 8. november. Det ble også gjort en feil ved programmering av styringssignalet til doseringsutstyret og driftskontrollen. Dette signalet er identisk med vannføringssignalet. Maksimum vannføring ble satt ved en vannstand på 1,15 m etter en tabell som er rapportert tidligere (Høgberget 2001). Maksimum vannføring skal imidlertid refereres til høyeste vannstand (1,5 m). Norges vassdrag og energiverk (NVE) har på oppdrag fra NIVA utarbeidet en komplett kurve for vannføringen ved kalkdosereren på grunnlag av nevnte tabell. Denne er gjengitt

i **Tabell 2.** Tabellen er komplett ved at den sannsynligvis tar hensyn til alle tenkelige flomsituasjoner. Tabellen var pr. 31. desember ikke programmert inn i kalkdosererens styringssystem.

Tabell 2. Komplette vannføringstabell for vannføring ved kalkdoseringsanlegget i Skjeggedal. Tabellen er utarbeidet med grunnlag i empirisk tabell gjengitt i tidligere avviksrapport (Høgberget 2001). Denne tabellen omfatter også høyeste definerte vannstand.

Vannstand m	Vannføring m ³ /s
0,0	0,000
0,1	0,004
0,2	0,076
0,3	0,432
0,4	1,48
0,5	3,86
0,6	8,42
0,7	16,3
0,8	28,9
0,9	39,6
1,0	53,2
1,1	69,5
1,2	88,7
1,3	111
1,4	137
1,5	166

Vektregistreringen var, gjennom hele rapporteringsperioden, ikke optimal. I tiden fra 1. juli til 8. november ble vekter over 43-48 tonn feil registrert på driftskontrolloggen. Dette fenomenet oppsto etter reparasjon av veieutstyrtet sent i juni 2001. Midlertidig løsning ble iverksatt fra 8. november. Vekta fungerte da godt til 29. desember. Etter denne dato oppsto ny defekt slik at vektregistreringene uteble.

Alle disse feil og mangler vanskeliggjorde effektiv driftskontroll. Det var likevel, i lange perioder, mulig å registrere om kalkdosereren var i drift gjennom å se på vektetapet på dosereren. På grunn av feilen på vektavlesingen var dette likevel ikke mulig i periodene 17.-26. august, 17.-22. september, 10.-17. oktober og 29. desember og ut året.

På grunnlag av kjente data er det registrert at dosereren sto stille i hele juli. I tillegg stoppet den i alt ca 70 døgn i perioden fra august til desember. Disse døgnene er fordelt på 13 stopp.

På grunnlag av disse registreringene må man betegne driftssikkerheten på anlegget som dårlig.

2.3 Klepsland

Klepsland kalkdoseringsanlegg er et vannføringsstyrt anlegg som er plassert øverst i sidevassdraget ved Høvringsvatn. En tredjedel av nedbørfeltet som kalkdoseringsanlegget skal avsyre vann fra ligger ovenfor kalkdoseringsanlegget. Anlegget skal derfor gi en høy dose på 9 g/m³.

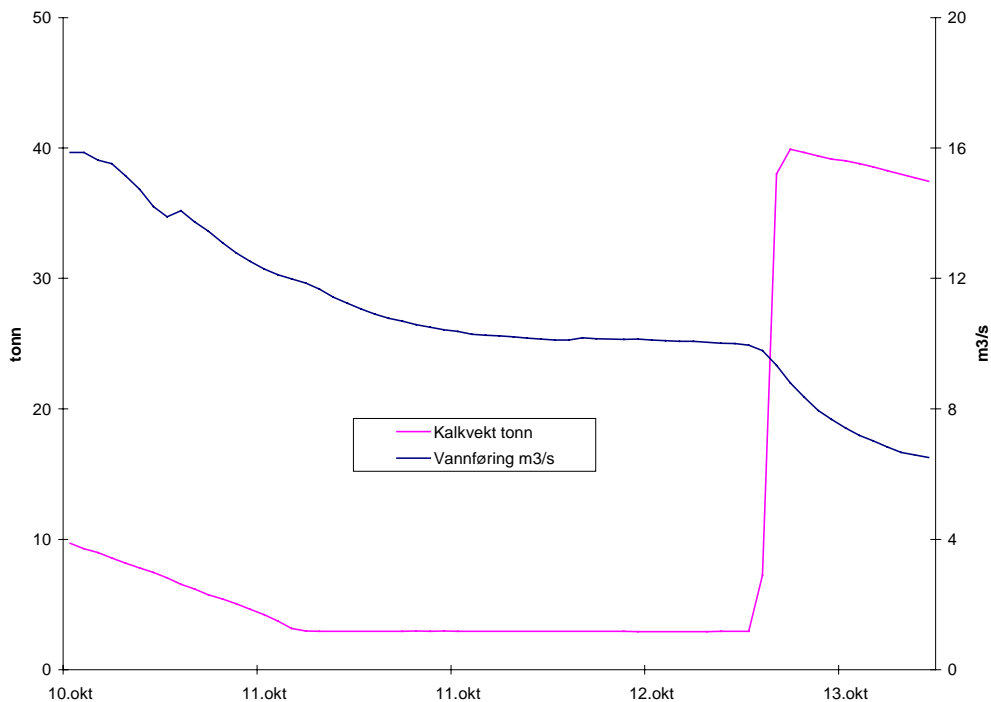
Driftskontrollen var ute av drift i hele juli og 2.- 9. november. Årsaken var manglende overføring av data fra loggen til NIVA. Uheldigvis var også loggen i begge disse periodene stoppet.

Den automatiske innsamlingen av måledata har vært brutt flere ganger på grunn av feil på telelinjene. I disse periodene har det ikke vært mulig å følge den daglige driften. Driftsdata har likevel ikke gått tapt med unntak av nevnte forhold i juli og november.

Det har i registreringsperioden vært 6 driftsstanser på kalkdoseringsanlegget som varte over en arbeidsdag (**Tabell 3**). Tre av disse var av betydning for kalktilførselen til elva. Dette var to lange stopp i august på til sammen 14 dager og en uheldig stopp på 35 timer ved flom i oktober. **Figur 4** viser situasjonen ved en av disse stoppene. Totalt skulle det vært dosert ca 45 tonn kalksteinsmel under driftsstansene. På grunn av de lange stoppene i august var tilført dose i perioden før september bare ca 1/3 av hva den skulle være. Fra september ga anlegget gjennomsnittlig normal dose.

Tabell 3. Tabell over driftsstanser på Klepsland doseringsanlegg som varte mer enn en arbeidsdag. Datoene refererer til når driftsstansene oppsto. Timer er antall timer uten dosering.

Dato	Timer
05. aug. 01	232
23. aug. 01	115
31. aug. 01	62
14. sep. 01	88
11. okt. 01	35
27. des.01	18



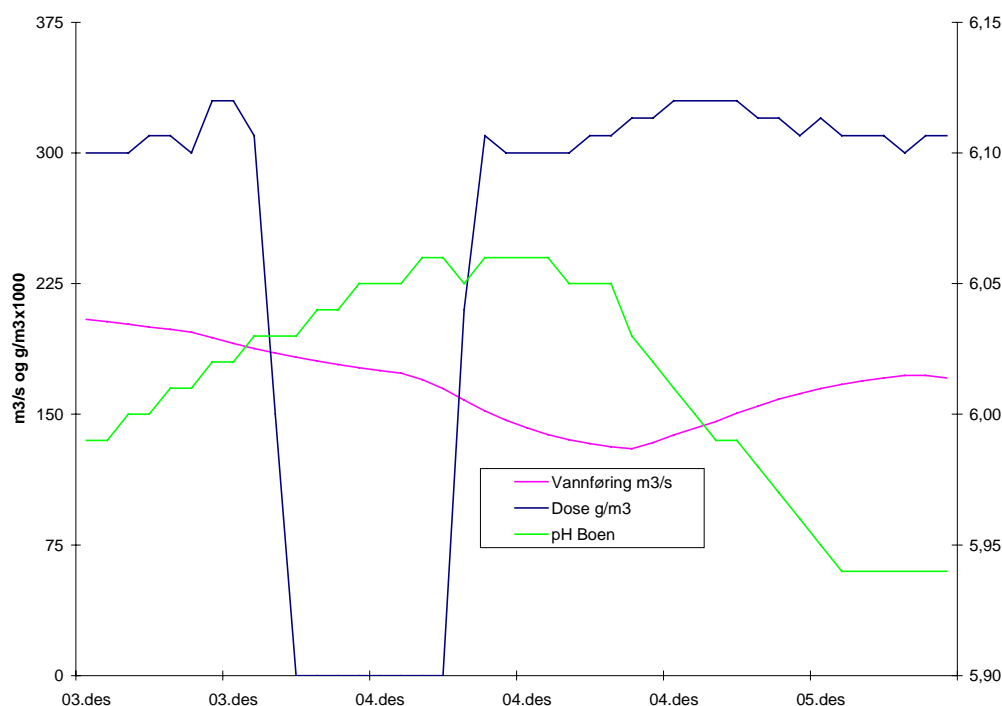
Figur 4. Vannføring og kalkvekt på Klepsland doseringsanlegg i oktober 2001. Høy vannføring førte til stort kalkforbruk. Ny kalkforsyning kom ikke tidnok til å forhindre at dosereren ble tom for kalk mens det fortsatt var flom i elva. Ca 12 tonn kalksteinsmel ble ikke utdosert slik det skulle.

2.4 Søre Herefoss

Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg er et pH-styrt kalkdoseringsanlegg. Det vil si at anlegget styres etter vannføring og pH på vannet både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Kalkdoseringsanlegget kan således styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget. Denne måles 800 m nedenfor kalkdoseringsanlegget, der en målestasjon sender sine data kontinuerlig opp til anlegget.

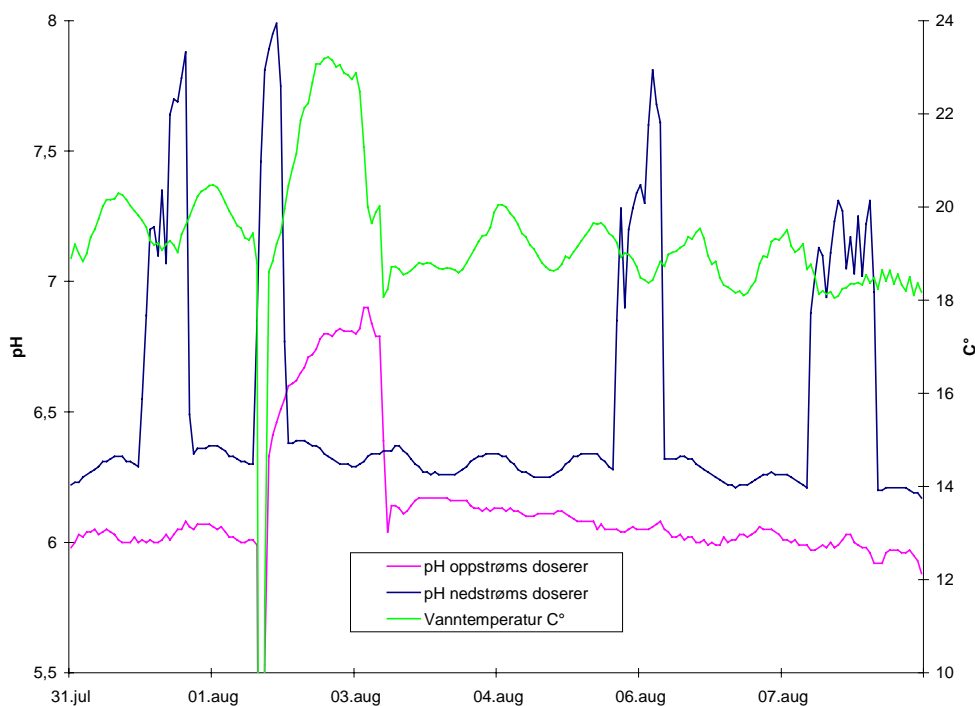
Driftskontrollen har vært kontinuerlig med unntak av ett døgn fra 29. desember.

Kalkdoseringsanlegget har hatt kun en driftsstans som har påvirket behovet for dosering i rapporteringsperioden. Det var den 4. desember. Da sto anlegget stille i 11 timer under en flom. Hendelsen viste hvor lang tid vannet bruker fra Søre Herefoss til Boen under slike forhold (**Figur 5; kap 3.3**).



Figur 5. Vannføring og dose på Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg og pH på Boen i desember 2001. Figuren viser hvordan pH på Boen ble redusert i forbindelse med en driftsstans på doseringsanlegget. Situasjonen oppsto ved flom og vannføringen var ca 180 m³/s. Det tok ca 12,5 timer fra doseringen stoppet til pH begynte å reagere.

Det har sporadisk vært elektroniske problemer med overføring av korrekte pH-verdier fra målestasjonen nedstrøms anlegget. Målekyveta for pH-måling av vann oppstrøms anlegget var uten gjennomløp i ett døgn fra 2. august. Begge forhold er vist på **Figur 6**.



Figur 6. pH og temperatur oppstrøms Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg og pH nedstrøms anlegget i august 2001. pH nedstrøms anlegget viser periodevis høye og ustabile verdier ved fire anledninger. Fenomenet gjentok seg også to ganger på senhøsten, men utslagene var da mindre, og skyldes at det oppsto feil i signaloverføringen fra målestasjonen. Økning av vanntemperaturen i målekyvetta for pH oppstrøms anlegget viser at pH-måingene var ute av drift i litt over ett døgn (2.-3. august). Figuren viser også forstyrrelser i signalene da feilen oppsto. Dette kan indikere lynnedslag eller andre elektroniske sjokk som årsak til stansen.

Den første uken i juli ble det dosert noe kalk (ca 1 g/m^3) selv om pH nedstrøms anlegget var godt over kravet hele tiden. Forholdet førte ikke til unødige høye kalkforbruk da vannføringen var spesielt lav ($4\text{--}9\text{ m}^3/\text{s}$). Den 8. juli ble pH oppstrøms anlegget justert opp fra pH 6,1 til pH 6,3. Etter denne justeringen opphørte doseringen selv etter at pH igjen var stabilisert til nivået før justering (**Figur 7**). Det ble ikke behov for ekstra kalkdosering fra anlegget ved Søre Herefoss før 8. august da større vannføring, i forbindelse med regnvær, førte med seg noe surere vann i elva.

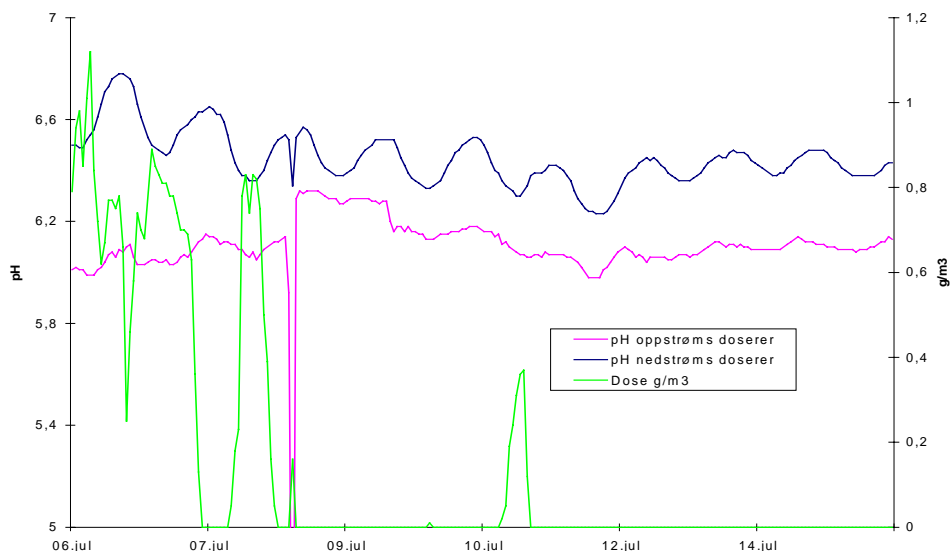
pH nedstrøms anlegget hadde store døgnsvingninger med høye dag- og lave nattverdier. Det skyldes temperatur- og lysvariasjonene gjennom døgnet. De store pH-variasjonene nedstrøms i forhold oppstrøms anlegget tyder på at vannet ble påvirket ekstra gjennom variasjoner i kalkoppløsningen. Den kjemiske oppløsningen av lett tilgjengelig uoppløst kalk fra elvebunnen økte antakelig om dagen. Dette må skyldes økt innstrålingsenergi. Resultatet var høyere pH. Forholdet mellom pH og innstråling vises gjennom pH og temperatur på **Figur 8**. Disse kurvene er sammenfallende. Temperaturkurven viser bare variasjonen i energitilførselen, men sier lite om energimengden.

Om natten vil temperaturen synke samtidig som fravær av lys stopper fotosyntetisering av kulldioksyd (CO_2). CO_2 -innholdet i vannet øker og pH avtar. Dette var tilfellet både oppstrøms og nedstrøms anlegget.

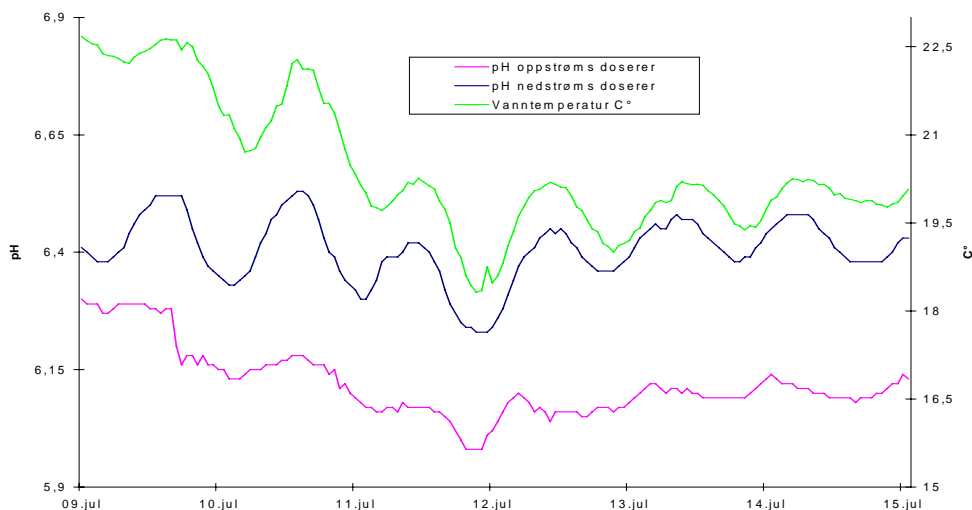
Økningen av doseringskapasiteten på anlegget har ført til at den nå kan kalkes tilstrekkelig ved ekstreme flomsituasjoner. **Figur 9** viser en episode høsten 2001 da vannføringen økte til over $600\text{ m}^3/\text{s}$.

Vannet var surt, med pH 5,4, likevel ble pH justert til 6,1. Det ble da brukt 100 tonn kalksteinsmel i løpet av 3 dager.

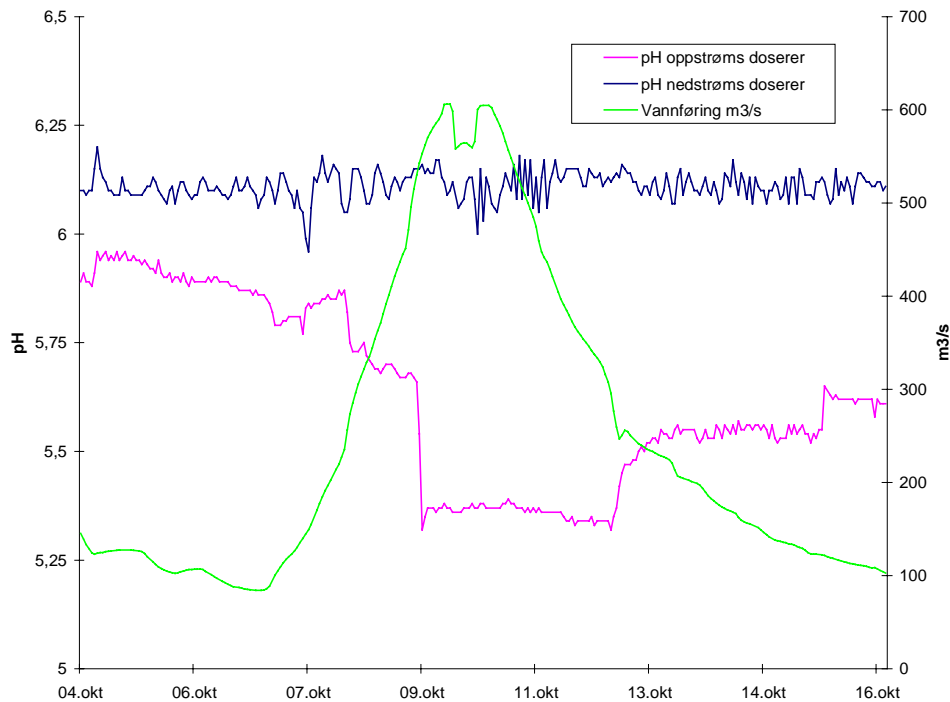
pH i utløpet av Herefossfjorden (pH oppstrøms anlegget) var lav om høsten etter den store flommen midt i oktober. pH var 5,6-5,7 fram mot midten av desember. Da økte pH til 5,8. Denne verdien holdt seg ut året.



Figur 7. Kalkdose, pH oppstrøms og nedstrøms Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg i juli 2001. Figuren viser at det ble dosert kalk fra anlegget selv om pH nedstrøms anlegget var langt høyere enn kravet (pH 6,1). Doseringen varierte med døgnet på grunn av pH-variasjoner nedstrøms anlegget. Etter justering av pH oppstrøms anlegget den 8. juli opphørte doseringen selv etter at pH stabiliserte seg til nivået før justering. Årsaken til dette forholdet er uvisst.



Figur 8. Eksempel på temperatur, pH oppstrøms og nedstrøms Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg i juli 2001. Eksempelen er fra en periode det ikke ble dosert kalk fra anlegget. Figuren viser at det er store variasjoner i pH gjennom døgnet, særlig på målingene nedstrøms dosereren. Forholdet oppstår i sommerhalvåret når fotosyntesen forbruker CO_2 om dagen slik at pH øker. Denne effekten synes på overflatevannet fra Herefossfjorden, målt som pH oppstrøms anlegget. pH-variasjonene øker nedstrøms anlegget, antakelig fordi stor innstrålingsenergi også øker kjemisk omsetning i elva. I området nedstrøms dosereren, der det er mye sedimentert kalksteinsmel, mobiliseres kalken i takt med tilført lysenergi.



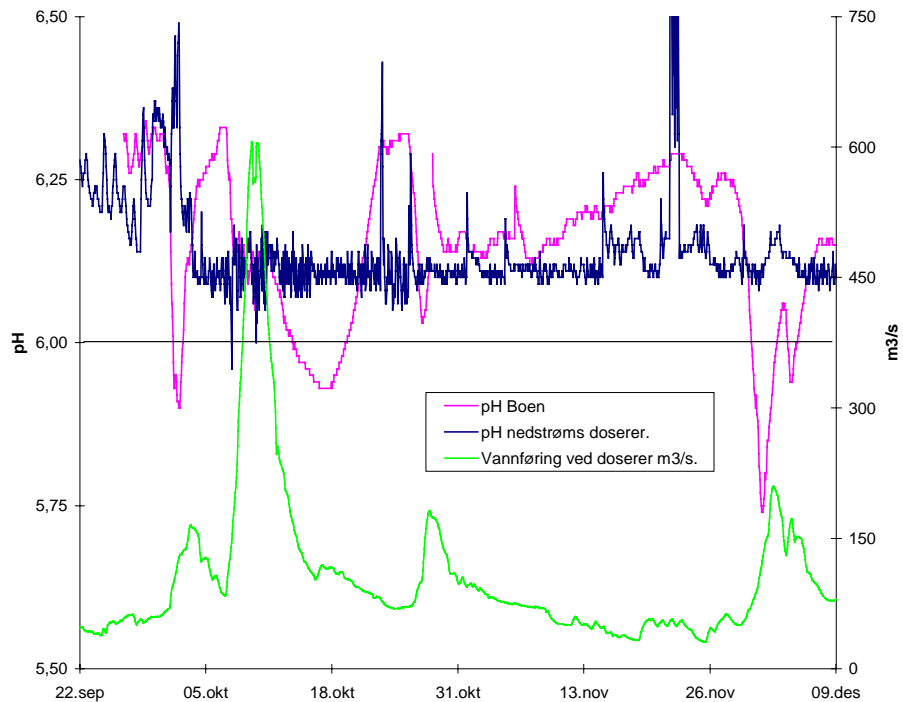
Figur 9. Vannføring, pH oppstrøms og nedstrøms Søre Herefoss kalkdoseringsanlegg i oktober 2001. Kalkingskapasiteten på anlegget ble forbedret fra 70 til 96 tonn pr. døgn i juni 2001. Under tilsvarende flom før denne utbedringen ble pH redusert til pH 5,9 selv om pH oppstrøms anlegget var noe høyere enn nå (Høgberget 2001). Figuren viser at anlegget nå kan dosere tilstrekkelig selv om det oppstår stor flom i elva (pH-kravet er 6,1).

2.4.1 Søre Herefoss-anlegget som verktøy i forsurepisoder

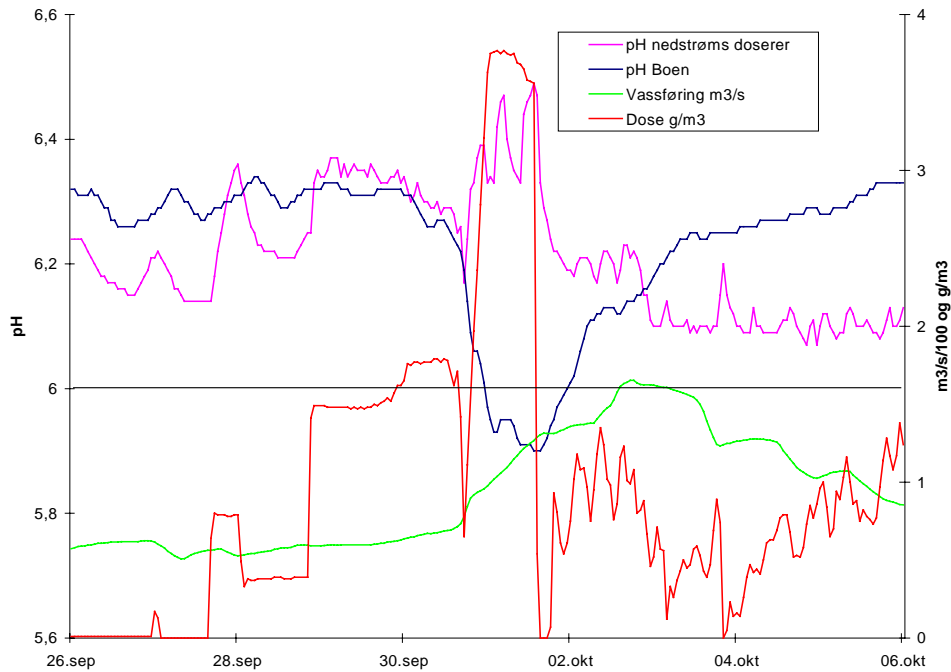
Det er rutine på anlegget at man benytter værvarslene aktivt som innspill til eventuell ekstra dosering. Ekstra dosering er ofte påkrevet dersom det er ventet stor avrenning nedstrøms Søre Herefoss i forhold til aktuell vannføring forbi doseringsanlegget. Disse forholdene er beskrevet tidligere (Høgberget 2001) og (Hindar og Tjomsland 2001).

Høsten 2001 oppsto det flom i elva 4 ganger som følge av store nedbørmengder. Det ble iverksatt ekstra doseringstiltak 2 ganger med positiv effekt. Oversikt over flommene og pH ved Søre Herefoss og Boen vises i **Figur 10**.

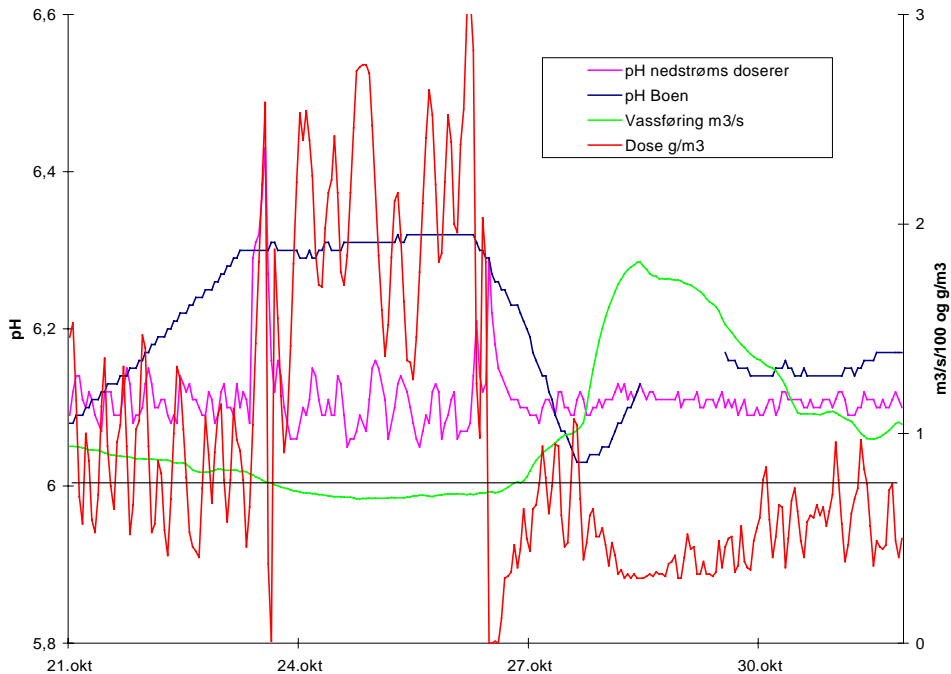
Ved første flom etter stabil sommervannføring (50-60 m³/s) den 1. oktober ble det dosert ekstra kalk fra doseren. Tiltaket ble iverksatt ca 2,5 dager før regnværet kom. Effekten var tydelig på Boen. pH ble bare såvidt redusert under målverdien som var pH 6,0 (**Figur 11**). Den 7. oktober begynte en stor flom i elva. Vannføringen var da før flommen 85 m³/s. Dette var høyere enn før flommen den 3. oktober. Ekstra tiltak ble derfor ikke iverksatt. Store vannmengder ble buffret opp fra anlegget. Surt vann fra sidefeltene utgjorde da ikke så mye av totalvannføringen, og pH ble ikke påvirket ved Boen (**Figur 10**). Ved flom den 27. oktober ble ekstra dosering iverksatt selv om vannføringen var 80 m³/s. Vannføringen ble redusert til 60 m³/s i de tre dagene det tok før flommen startet. Tiden var imidlertid tilstrekkelig til å gi hele elva ekstra bufferkapasitet. Da flommen kom, var aldri pH under målet for elva (**Figur 12**).



Figur 10. Vannføring og pH ved Søre Herefoss og pH ved Boen høsten 2001. Figuren viser hvordan pH ved Boen påvirkes av vannføringen. pH-målet for anadrom sone i elva ($\text{pH} > 6,0$) er markert. pH ble redusert under målverdien ved 3 av 4 flommer, men avvikets størrelse og varighet var begrenset. Størst avvik oppsto den 1. desember. Da var pH 5,8 og vannet var surere enn pH 6,0 i ca 60 timer. pH nedstrøms Søre Herefoss økte ved ekstra dosering. Dette vises på grafen fra september, men er ellers vanskelig å se på grunn av den korte tiden slike tiltak har i forhold til tidsaksen på denne figuren. pH-reduksjonen midt i oktober er vanskelig å forklare, men årsaken kan være unøyaktige pH-elementer. Disse ble byttet 10. oktober. Høy pH i november skyldes forhold beskrevet i kap. 2.4.



Figur 11. pH på Boen og nedstrøms Søre Herefoss kalkdoserer, vannføring og kalkdose ved kalkdosereren i september og oktober 2001. Kurven viser at det ble dosert noe høyere dose fra 28. september. Ekstra høy dose ble gitt fra 1. oktober. Da var det imidlertid for sent å unngå en viss forsurening. Effekten var likevel god, pH var bare såvidt under målet på pH 6.



Figur 12. pH på Boen og nedstrøms Søre Herefoss kalkdoserer, vannføring og kalkdose ved kalkdosereren i oktober 2001. Kurven viser en vellykket ekstra dosering av kalk fra anlegget. Ekstra høy dose ble gitt i 3 dager ved å la pH nedstrøms anlegget måle noe for lave verdier. pH sank aldri under pH-målet (pH 6,0) på Boen.

3. Tiltak

3.1 Bås

Driftskontrollen har vist at denne dosereren ikke doserer så effektivt med "Biokalk" som med ordinært kalksteinsmel. Dette er imidlertid ikke noe stort problem så lenge det er en stabil dosering fra anlegget. Doseringssignalet som blir levert til driftskontrollen er ikke et stabilt signal. I følge Miljøkalk DA er dette signalet stabilt brukt som styringssignal. Det er en fordel om signalet også kan leveres til driftskontrollen på samme måte, slik at det er mulig å avlese riktig doseringsverdi.

Vekta bør justeres slik at den kan veie full silo.

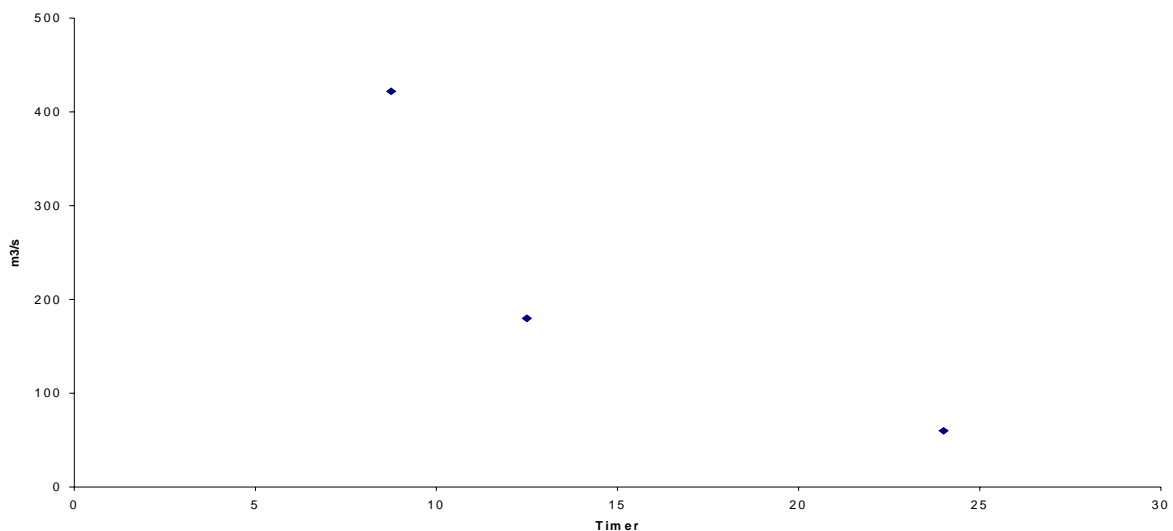
3.2 Skjeggedal

Denne dosereren går fortsatt med feil doseringssignal (pr. 31. desember 2001). Dette signalet må rettes slik at dosereren gir rett dose på alle vannføringer.

Det bør være en evaluering av dosereren for å kartlegge årsakene til alle driftsstansene på anlegget. Eventuelle tiltak må iverksettes på grunnlag av denne evalueringen.

3.3 Søre Herefoss

Anlegget fungerer meget tilfredsstillende. Det bør arbeides videre med dette anlegget som verkøy til optimalisering av vannkvaliteten i anadrom sone av elva. Tidligere er det gjort en hydrologisk vurdering av forholdene (Hindar og Tjomsland 2001). I tillegg til disse resultatene innhentes etter hvert ny erfaring for transporthastigheten av vann fra Søre Herefoss til Boen. Dette arbeidet bør fortsette slik at vi får en fullstendig vannførings-/tidstabell. Det blir viktig å få oversikt over hvor lav vannføringen kan være før det ikke lenger er mulig å benytte værvarselene som informasjonskilde til ekstra dosering (**Figur 13**).



Figur 13. Vannføring og tiden vannet bruker fra Søre Herefoss til Boen. Figuren viser de punktene som pr 31. desember 2001 er kjent.

4. Referanser

Høgberget, R. 2000. Avviksrapport år 2000 fra driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. NIVA Rapport L. nr. 4276.

Høgberget, R. 2001. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport år 2000-2001. NIVA Rapport L. nr. 4422.

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

Hindar, A. og Tjomsland, T. 2001. Evaluering av kalkingsstrategien på lakseførende strekning i Tovdalselva ved hjelp av en vassdragsmodell og forslag til endringer i styringssystemet for kalkdosering. NIVA Rapport L.nr. 4401.