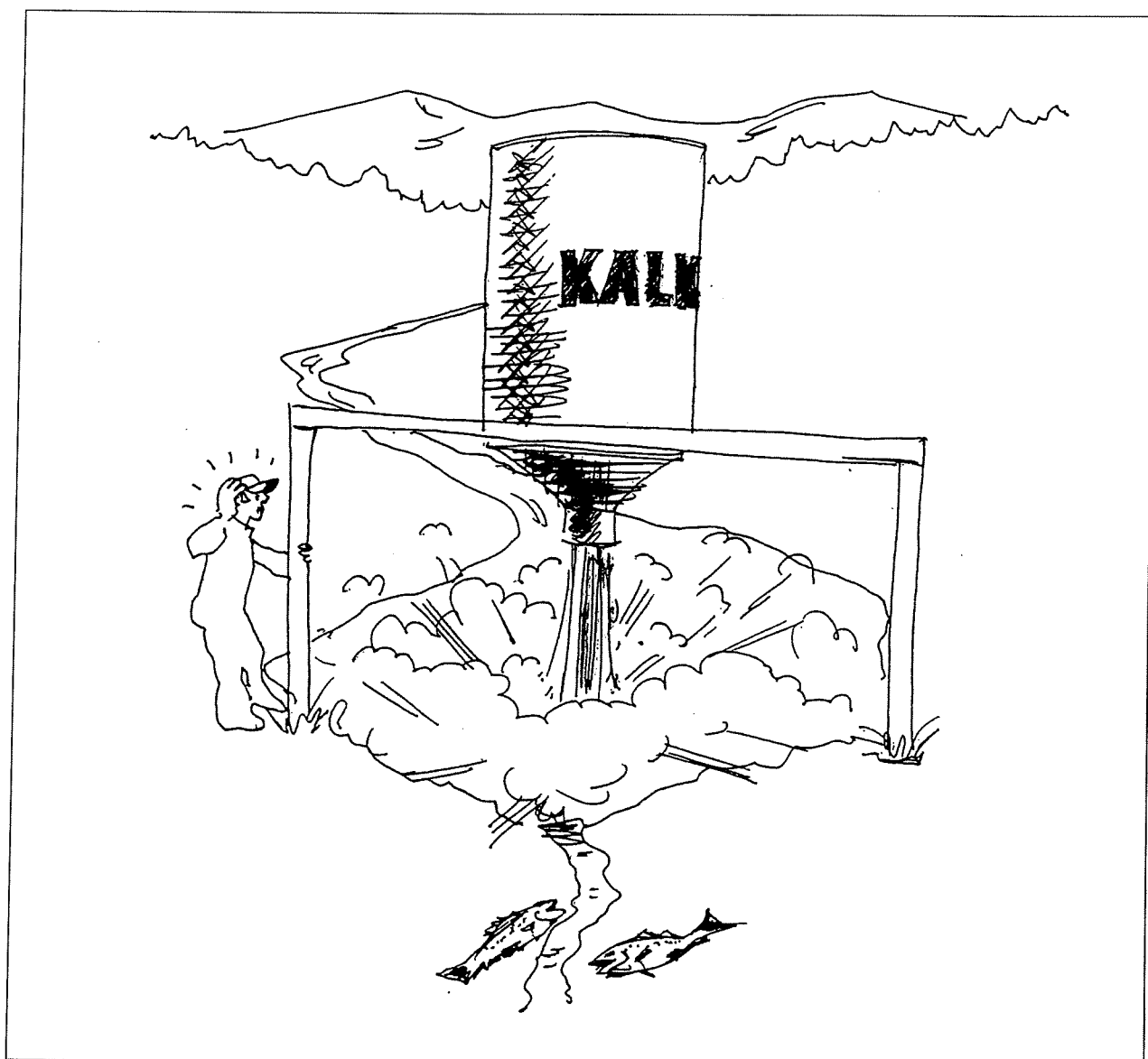


RAPPORT LNR 4697-2003

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget

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

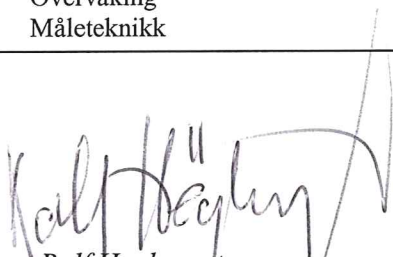
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2002.	Løpenr. (for bestilling) 4697-2003	Dato 11.06.03
	Prosjektnr. Undernr. O-99049	Sider Pris 18
Forfatter(e) Rolf Høgberget Liv Bente Skancke Jarle Håvardstun	Fagområde Måle- og overvåkingsteknologi	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) MANKALK	Oppdragsreferanse
-----------------------------	-------------------

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Mandalselva er et verktøy for å få bedre innsyn i kalkingen fra anleggene. Avviksrapporten er en sammenfatning av hendelser i rapporteringsperioden. Den foreslår også tiltak for optimalisering av rutiner, installasjoner og kalkingsstrategi. Smeland kaldoseringsanlegg har fungert meget tilfredsstillende. Håverstad kalkdoseringsanlegg har også fungert meget tilfredsstillende. Felles for de to anleggene er at den reelle kalkdosen fra anleggene er lavere enn oppgitt dose fra anleggenes doseringsautomatikk. Bjelland kalkdoseringsanlegg hadde svikt i pH-målingene oppstrøms anlegget ved flere anledninger våren 2002. Det var også lange perioder med svikt i målinger fra pH-nedstrøms anlegget. Til tross for disse forholdene har anlegget sørget for god opprettholdelse av pH-målene i lakseførende strekning av elva. Elva hadde pH under mål-verdier 8 ganger i løpet av rapporteringsperioden. Imidlertid var disse avvikene marginale.

<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">
--	---


Rolf Høgberget
Prosjektleder


Brit Lisa Skjellkvåle
Forskningsleder


Nils Roar Sælthun
Forskningsdirektør

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg

i Mandalselva

Avviksrapport år 2002

Forord

Tidligere erfaringer har vist at kalkdoseringsanlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte produserer tilfeldig kalkdose til vassdragene de betjener. Ettersom anleggene er kostnadskrevenne både i etablering og drift, er det avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er tilnærmet optimal. Ideelt sett innebærer dette full kontinuerlig drift uten uønskede stopp og at dosen til enhver tid hverken er for lav eller høy i forhold til oppsatte mål.

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Dette systemet for driftskontroll ble etablert i Mandalsvassdraget i 1999 som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anleggene i vassdraget, samt å være et ekstra prosessverktøy for operatører og annet personell i MANKALK. Det ble inngått en rammeavtale for virksomheten. Ny rammeavtale ble inngått 15. mai 2001. Denne inkluderer ansvaret for pH-målingsutstyr som prosessverktøy ved kalkingsanleggene. De årlige avviksrapportene gir en dokumentasjon av arbeidet med driftskontroll ved kalkingsanleggene i Mandalsvassdraget.

Oppdragsgiver er den interkommunale stiftelsen MANKALK, bestående av alle involverte kommuner i Mandalsvassdraget. Prosjektet støttes også av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder.

Grimstad, mars 2003

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Driften av anleggene	8
2.1 Smeland	8
2.2 Håverstad	9
2.3 Bjelland	12
3. Tiltak	17
3.1 Smeland	17
3.2 Håverstad	17
3.3 Bjelland	17
4. Referanser	18

Sammendrag

Smeland kalkdoseringsanlegg er et meget driftssikkert anlegg. Anlegget stoppet i år bare to ganger. Doseringen fra anlegget har ikke vært under doseringsmålet (når anlegget har vært i drift).

Håverstad kalkdoseringsanlegg har stoppet bare en gang i rapporteringsperioden. Veiesignalene overskrider maksimalnivået for målet som leveres til driftskontroll-loggeren når beholdningstanken fylles helt opp. Dette vanskeliggjør driftskontroll da doseringen er lav, og det tar lang tid før vekta reduseres til målbart nivå. Reell dose er mye lavere enn angitt når dosen på anlegget settes opp til høye nivåer. Avviket kan være opp mot 25 %.

Bjellandanlegget hadde problemer med pH-målingene oppstrøms anlegget i en lang periode i februar og mars. Etter at pH-meteret ble byttet fortsatte problemene på grunn av defekt nytt utstyr. Stasjonen fungerte tilfredsstillende etter 5. april. Dose-signalet på anlegget er ikke tilgjengelig for driftskontrollen når anlegget går i manuell drift. Det var mange tilfeller av stans i vannstrømmen gjennom målekyvetta for pH-måling i rapporteringsperioden. Det var likevel god effekt av kalkdoseringen på Bjelland. Ved to anledninger ble tiltak i forbindelse med varslede flommer utført med noe for lav ekstradosering.

pH i anadrom sone av elva ble lavere enn mål-pH 8 ganger i løpet av året. Disse avvikene var imidlertid marginale og utgjorde aldri mer enn 0,1 pH-enheter.

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. Bakgrunnen for utviklingen av systemet ligger i erfaringer med høyst forskjellige driftsresultater på de forskjellige 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, vil en få 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 faktiske målte pH-verdier vises effektiviteten til anlegget.

I Mandalsvassdraget er det montert driftskontroll på de tre største kalkdoseringsanleggene; Smeland, Håverstad, Bjelland. Anlegget på Smeland er vannføringsstyrt, mens anlegget på Håverstad skal være styrt av pH oppstrøms anlegget. Imidlertid har det vist seg at pH-målingene koblet til anlegget på Håverstad ikke har fungert optimalt (Høgberget 2000). Derfor styres anlegget for tiden som et vannføringsstyrt anlegg. Anlegget på Bjelland er styrt etter pH, både oppstrøms- og nedstrøms kalkdoseringsanlegget. Plasseringen av de tre kalkdoseringsanleggene i Mandalsvassdraget som er omtalt i denne rapporten, er vist på kart i **Figur 1**.

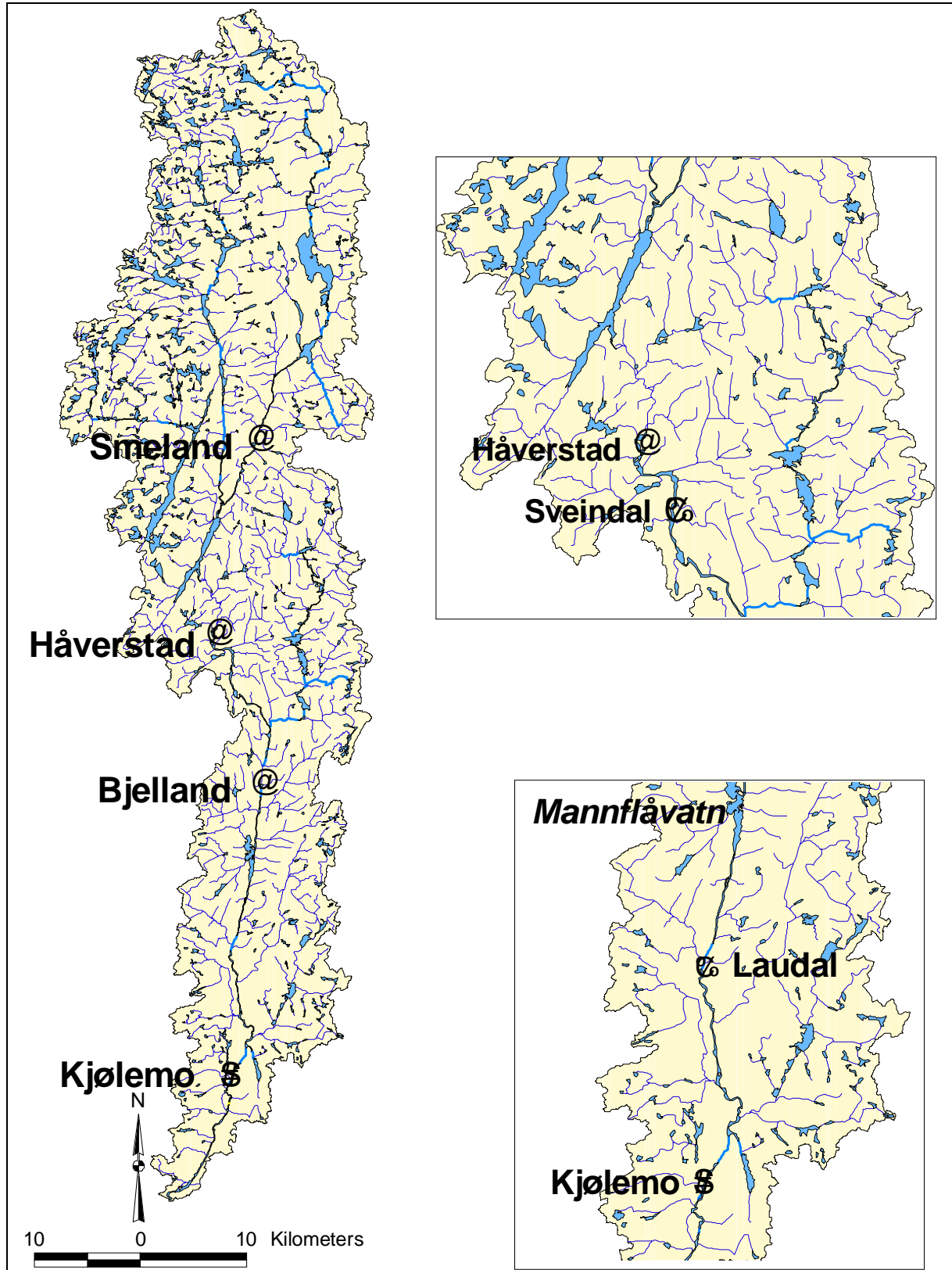
Det er tidligere utgitt følgende avviksrappporter fra Mandalsvassdraget:

*oppstart av driftskontrollen i 1999 – 1. juni 2000 (Høgberget 2000)

*1.juni 2000 – 1. juli 2001 (Høgberget 2001)

*1.juli 2001 – 1. januar 2002 (Høgberget 2002)

Denne avviksrapporten fra Mandalsvassdraget omhandler perioden 1. januar - 31. desember 2002.



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Mandalselva med utsnitt av to områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoseringsanlegg (triangler) og pH-målestasjoner (sirkler). Øvrige stedsnavn er merket med kvadrater.

2. Driften av anleggene

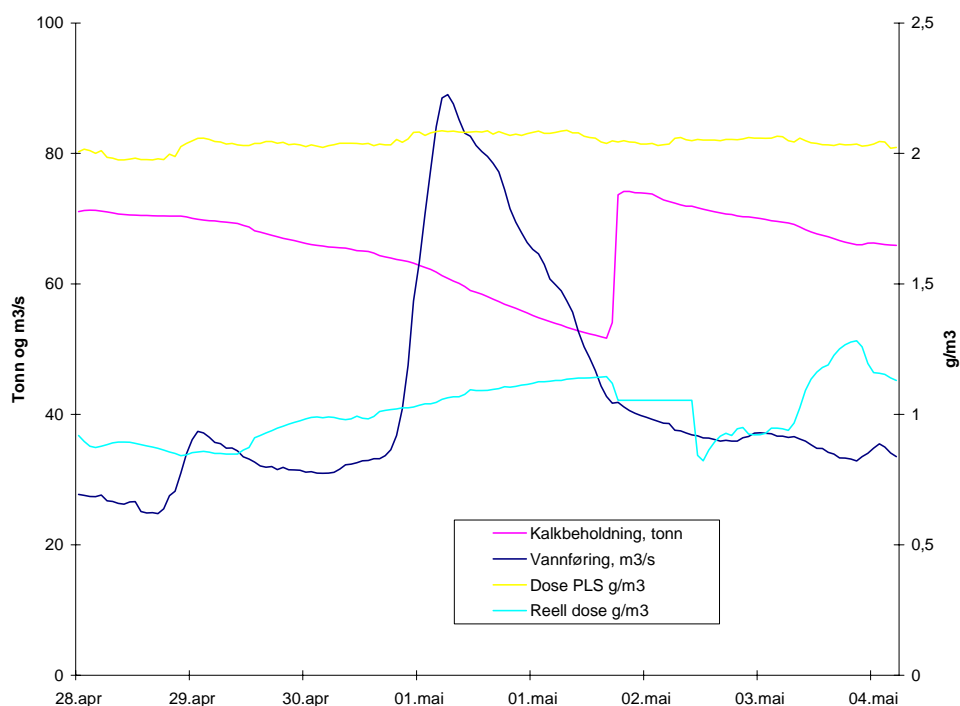
2.1 Smeland

Øverst i Mandalsvassdraget ligger kalkdoseringsanlegget Smeland (se **Figur 1**). Dette anlegget er et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg. Et slikt anlegg skal kalke med fast dose. Den teoretiske kalkdosen for anlegget på Smeland er gitt som $\geq 1 \text{ g kalksteinsmel/m}^3 \text{ vann}$. Ved driftskontroll registreres dosen som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets kalkbeholdning (kalksilo) sammenholdt med vannføring ved kalkingstidspunktet. Kalkdoseringsanlegget er plassert nedstrøms et kraftverk som døgnregulerer vannføringen forbi doseringsanlegget. Vanlig utvikling gjennom et døgn har lavest vannføring tidlig på morgenen, deretter en fordobling utover dagen. Maksimum vannføring nås om ettermiddagen da det normalt er ca $25 \text{ m}^3/\text{s}$ forbi kalkdoseringsanlegget.

Driftskontroll-loggeren var i kontinuerlig drift i 2002.

Foruten driftsstans 29. desember 2001 - 2. januar 2002 (Høgberget 2002) stoppet driftskontroll-loggeren tre ganger i løpet av 2002. Det var 5 dager fra 1. mars, da tilstanden sammenfalt med servicebesøk av dosererleverandør på anlegget, 1,5 dager fra 10. juni og en dag 14. august. Signalene inn til driftskontroll-loggeren sviktet ved en anledning i 8 timer den 22. desember da alle signaler viste urealistiske verdier. Det er ingen indikasjoner på at kalkdosereren sto stille ved noen av disse tilfellene.

Kalkdoseringsanlegget på Smeland har hatt en meget stor driftsikkerhet over flere år. Dette gjelder også året 2002. Det ble registrert fire flomepisoder gjennom 2002 (februar, april-mai, juli og oktober). Også ved disse anledningene var anlegget i full drift (**Figur 2**). Kun to tilfeller av ufrivillige driftsstanser med varighet lik eller over 8 timer ble observert på Smeland i 2002. Datoene var 6. februar og 14. september, da driftsstans oppsto henholdsvis 130 og 30 timer. Det var også noe treg start på doseringen etter kalkfylling den 20. november. Under full drift har reell dose holdt seg rundt $1\text{-}2 \text{ g/m}^3$. Det har ikke vært for lav dosering i forhold til dosemaal. Imidlertid er det stor forskjell på oppgitt dose fra anleggets styringsautomatikk og den reelle dosen. Vanligvis var reell dose ca 25 % lavere enn den oppgitte dosen. Ved flom økte avviket.



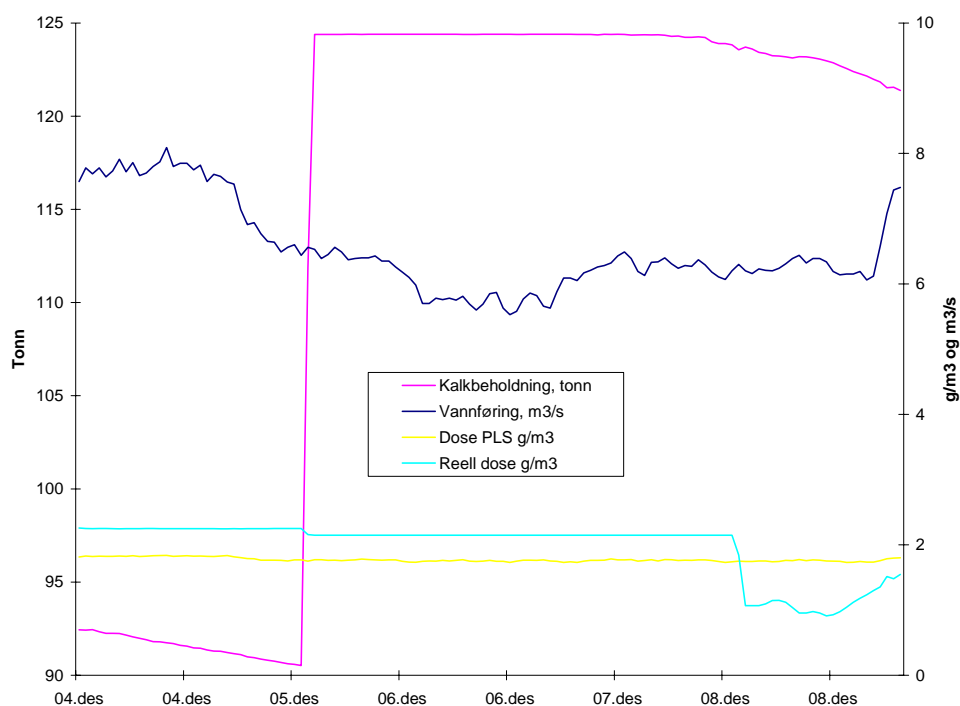
Figur 2. Smeland kalkdoseringsanlegg i full drift under flomsituasjonen i april-mai 2002. Figuren viser imidlertid at det er stor forskjell på reell dose og styringssignalet gitt som dose fra doseringsanleggets automatikk (PLS). Bare ca halvparten av oppgitt dose ble utdosert.

2.2 Håverstad

Kalkdoseringsanlegget på Håverstad ligger mellom anleggene på Smeland og Bjelland (**Figur 1**), på en tange mellom utslagstunnelen fra Håverstad kraftverk og det gamle elveløpet. Anlegget er et pH-styrt kalkdoseringsanlegg. Det vil si at pH-verdier som blir målt i elva nær kalkingsanlegget styrer doseringen av kalk. Imidlertid har det vist seg at det oppstår bakevje-effekter i ellevannet ved dette doseringsanlegget. Kalket vann trekkes oppover det gamle elveløpet og passerer inntaksbrønnen oppstrøms anlegget. pH-målingen oppstrøms anlegget blir dermed påvirket av utdosert kalk fra kalkdoseringsanlegget, og derfor uegnet som styringsverktøy for kalkdoseringen. For å unngå problemet, er pH satt til en fast verdi (pH 4,7) slik at pH-forandringene overstyres og anlegget kan fungere som et vannføringsstyrt anlegg, med dosering av fast dose i forhold til vannføringen.

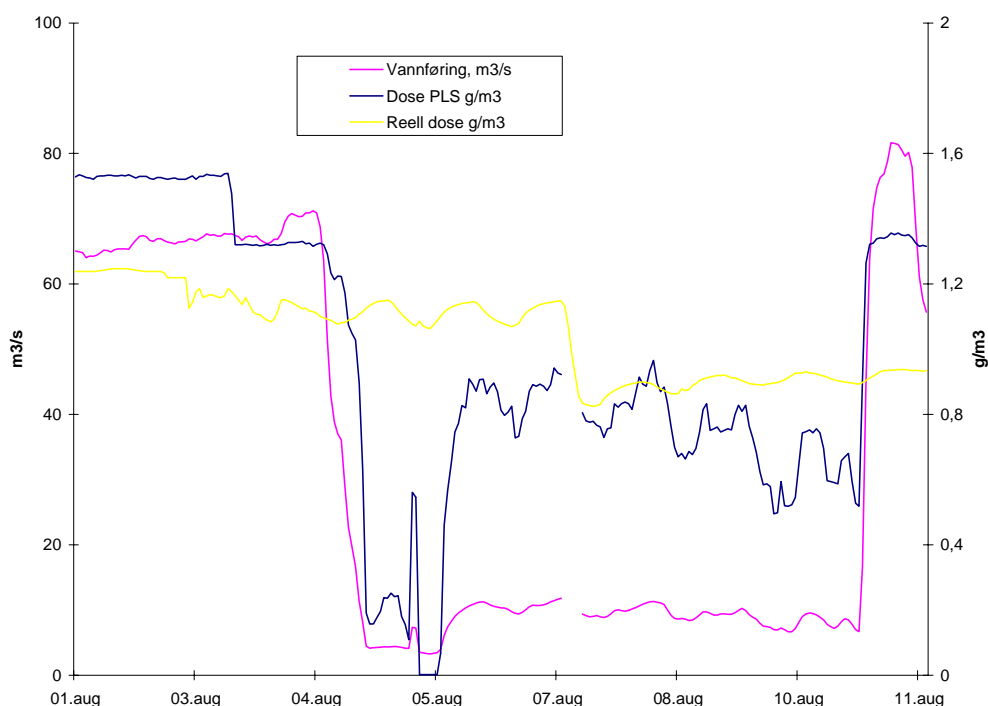
Det har ikke vært driftssans på driftskontroll-loggeren i rapporteringsperioden.

Kalkdoseringsanlegget på Håverstad har hatt stor driftsikkerhet de siste årene med lite driftstopp. Dette var tilfellet også i 2002. Ufrivillig stopp oppsto bare en gang. Det var 29. januar, da anlegget sto i 12 timer. Imidlertid var det vanskelig å drifte driftskontrollen enkelte ganger da veisignalet inn til loggeren overskred øvre målegrense. Særlig lang var perioden etter kalkfylling den 5. desember, da tilstanden vedvarte i over 60 timer (se **Figur 3**).



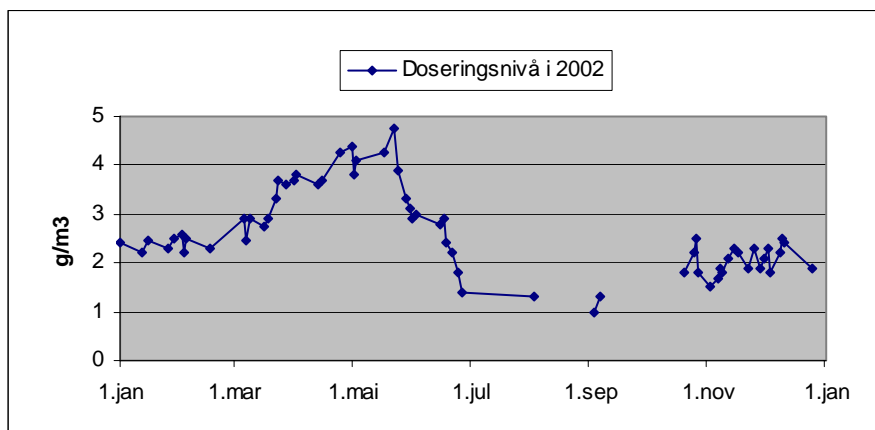
Figur 3. Vekt, vannføring og doser ved Håverstad kalkdoseringsanlegg i begynnelsen av desember 2002. Figuren viser en situasjon der det er tyngre kalkbeholdning enn vekta kan vise. Vannføringen er meget lav. Dette fører til minimal dosering fra anlegget. Det tar derfor meget lang tid før reell dose kan vises i driftskontrollsystemet. Doseverdi ved kalkpåfylling beholdes så lenge terskelverdien for beregninger er overskredet. For forklaring vises til Høgberget og Hindar 1998.

I 2002 ble det registrert fem større flomepisoder (med max vannføring > 150 m³/s) i tillegg til flere mindre flommer. Det ble også registrert perioder med lavere vannføring enn 10 m³/s med varighet fra noen timer til flere døgn i månedene januar, august, november og desember. Det er derfor stort spenn i volumet av vannmassene som passerer anlegget gjennom ett år. Og det generelle bildet er at anlegget stort sett klarer å ta hånd om de vekslende volumene som kommer. **Figur 4** viser et eksempel på vannføringsforhold som anlegget må håndtere. Dosesignalet varierte da en del i forhold til dosen som ble gitt av driftskontrollen.



Figur 4. Vannføring og doser ved Håverstad kalkdoseringsanlegg i august 2002. Figuren viser en situasjon med enorme forandringer i vannføringen. Doseringen ble likevel opprettholdt på et akseptabelt nivå. (Årsaken til disse spesielle forholdene var ekstraordinær regulering i forbindelse med vedlikehold av kraftverk i vassdraget).

Kalkingsdosen ble jevnlig justert. Dosesignalet gitt som styringssignal til doserings-automatikken varierte hovedsakelig i intervallet 1,0-4,8 g/m³ (**Figur 5**). I januar-februar lå dosen på 2,2 - 2,6 g/m³ med en reduksjon fra 2,6 til 2,2 g/m³ i løpet av en dag med retarderende flom; 3. februar. 6. mars var det ny flom, og dosen ble øket til 2,9 g/m³, men allerede neste dag ble den redusert til 2,5 g/m³. Utover mars måned ble dosen øket ytterligere til 3,6 - 3,7 g/m³ (23. mars). Dosen ble holdt på dette nivået inntil en ytterligere økning til 4,3 g/m³ fant sted 25. april da ny flom var i emning. I mai måned ble dosen holdt på 3,1 - 4,8 g/m³, hvorav høyeste verdi ble satt 23. mai. Fra 1. juni ble dosen redusert til 2,9 g/m³, og i slutten av denne måneden var dosen under 2 g/m³ (25. juni). Resten av året var dosen 2,5 g/m³ (som under flommen 26. oktober) eller lavere. Driftskontrollen viser at den reelle dosen ligger vesentlig lavere ved høy dosering enn angitt. Avviket kan være opp mot 25 %. Ved lav dosering er avviket imidlertid mye mindre.



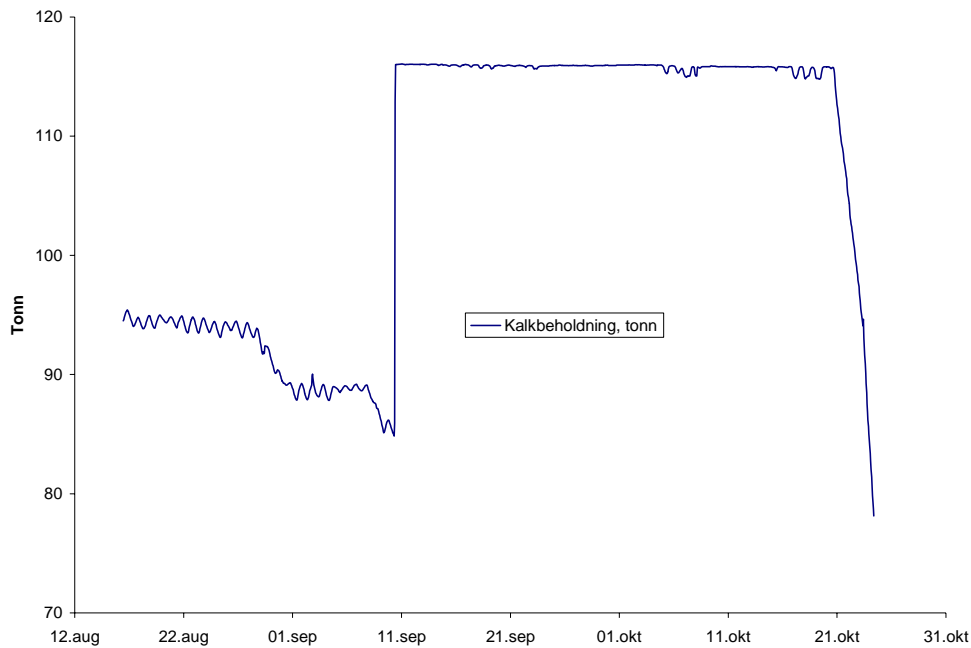
Figur 5. Grovt skissert doseringsnivået på Håverstad kalkdoseringsanlegg under full drift i 2002.

2.3 Bjelland

Kalkingsanlegget på Bjelland ligger nederst i vassdraget av de tre omtalte anleggene (**Figur 1**) og styrer mesteparten av vannkvaliteten på anadrom strekning (Bjelland –Kjølemo). I praksis vil ønsket vannkvalitet i denne sammenhengen bety ønsket pH-verdi. Anlegget på Bjelland er derfor pH-styrt, og doserer kalk etter pH-verdiene som registreres oppstrøms- og nedstrøms anlegget.

Fylkesmannen i Vest-Agder har fastsatt pH-mål gjennom året (teoretiske grenseverdier for pH) for anadrom strekning i Mandalsvassdraget slik: 15/2-31/5: pH 6,2 og 1/6-14/2: pH 6,0 (DN 2002). Generelt er det ofte ønskelig med en dosering som gir pH litt over det fastsatte målet for å ha noe bufferkapasitet i forhold til eventuelle forsurende forhold nedstrøms anlegget.

Det har ikke vært svikt i driftskontroll-loggeren i rapporteringsperioden. Imidlertid har parametere som benyttes til driftskontroll manglet ved noen anledninger. pH-signal fra pH oppstrøms anlegget har manglet i 4,5 dager fra 31. januar. pH-meteret ble satt opp igjen for drift 4. februar, men utgangene gav mangelfulle signaler i en periode på 8 uker til meteret måtte byttes den 3. april. Uheldigvis var det nye pH-meteret også defekt. Den 5. april ble dette erstattet av et pH-meter som har fungert tilfredsstillende resten av rapporteringsperioden. Kalkbeholdningsverdiene forsvant i forbindelse med reparasjoner av pH-meteret den 4. februar. De var tilgjengelige igjen fra 5. februar. Doseringssignalet fra kalkdosereren forsvant da anlegget gikk på manuell styring i fem dager fra 1. januar. (Årsaken til at anlegget gikk på manuell drift var at nye pH-elementer for måling oppstrøms anlegget var meget ustabile). Forholdet gjentok seg fire dager fra 31. januar og 2 dager fra 3. april. Signal for kalkvekt forsvant i tidsrommet 11. september - 21. oktober 2002. Kalkvekta er ikke riktig kalibrert. Dette fører til at det ikke er mulig å avlese vekter over 116 tonn. Forholdet førte til at det ikke var mulig å avlese vektreduksjon i nesten 6 uker fra 10. september (se **Figur 6**).

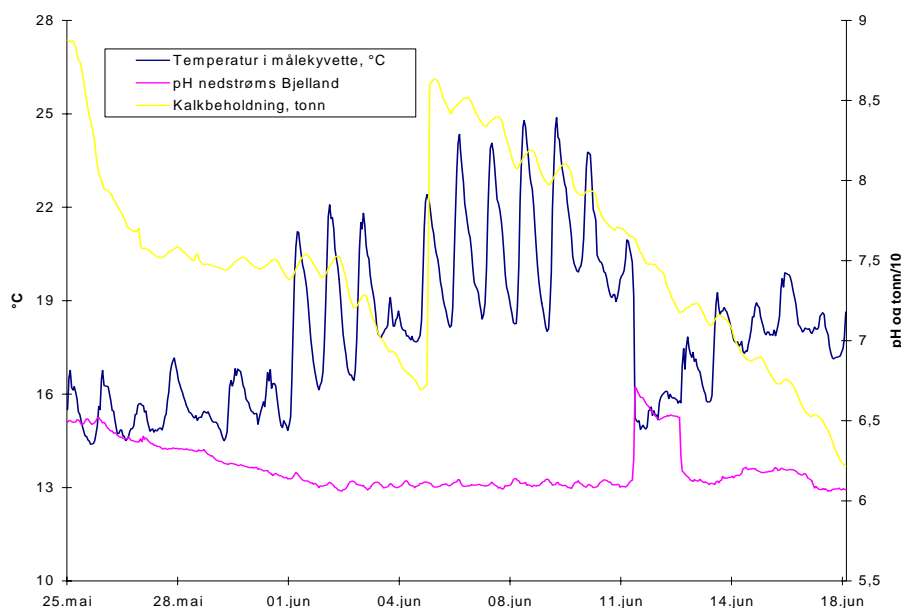


Figur 6. Kalkbeholdning på Bjelland kalkdoseringsanlegg i september og oktober 2002. Figuren viser manglende reelle data i en periode på 6 uker fordi vekta overskred maksimum avlesningsverdi.

Det ble etablert temperaturlogging av vannet i pH-kyvetta på stasjonen nedstrøms anlegget den 20. februar. Denne viste at det var stillstand i målekyvetta en rekke ganger, se **Tabell 1**. I tillegg var det en lang periode i juni med noe uklare tydningsforhold av grafen (se **Figur 7**).

Tabell 1. Tabellen viser antall ganger pH-målingene nedstrøms doseringsanlegget på Bjelland var ute av funksjon på grunn av manglende vanngjennomstrømning til målekyvetta. Tilstanden varte ofte i lang tid.

Stopp dato	Varighet dager
04.03.2002	1
04.08.2002	5
13.08.2002	0,5
26.08.2002	0,4
21.11.2002	17
24.12.2002	8



Figur 7. Temperatur og pH i målekyvetta nedstrøms Bjelland kalkdoseringsanlegg og kalkbeholdning på anlegget i mai og juni 2002. Figuren viser først overgangen fra høyt til lavt pH-krav ved anlegget (reduisert pH-mål fra 6,0 til 6,2 den 1. juni). Anlegget stoppet da å dosere. Dette synes på utflatende beholdningskurve. Doseringen begynte igjen ved pH 6,1. Dette er normalt. Temperaturen begynte da å stige i målekyvetta i en periode på 9 dager. Markert overgang til lavere temperatur igjen vises den 11. juni. Da reagerte også pH-elektrodene. Imidlertid synes det som om pH har fungert som prosesssignal i denne perioden. Dette synes ved flat pH-kurve. Dermed antas det at kyvetta har hatt en viss gjennomstrømning.

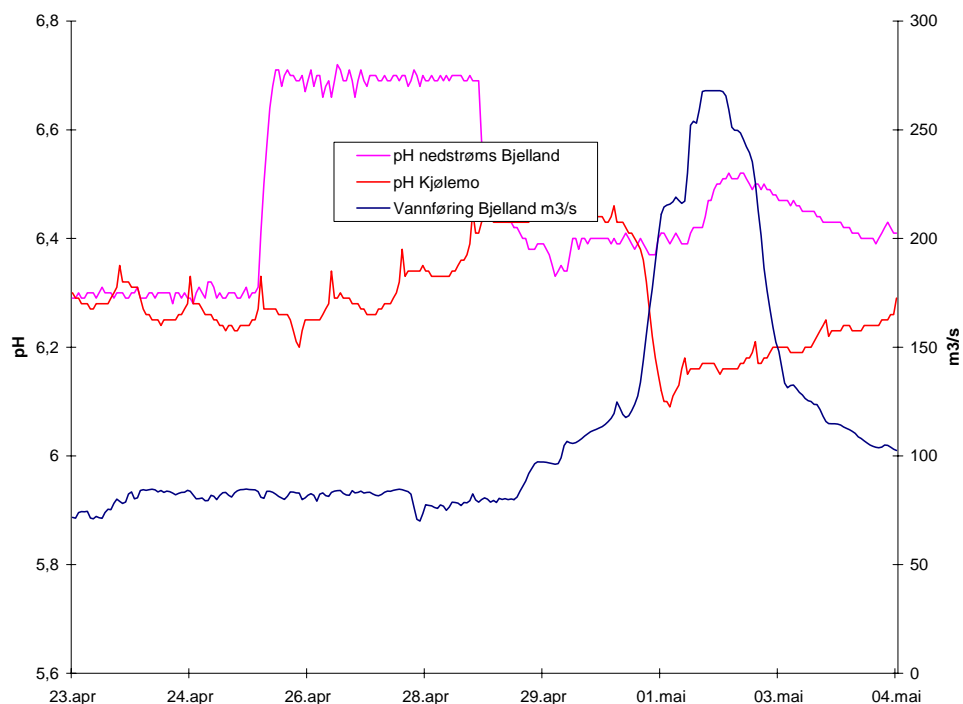
Det var få stans i gjennomstrømning i målekyvetta for pH oppstrøms anlegget. Den 26. august stanset imidlertid vannet i 3 dager.

Det var god kontinuerlig effekt av kalkdoseringen fra Bjellandanlegget. Verdier under pH-målene ble bare registrert 4 ganger ved Kjølemo og 4 ganger nedstrøms anlegget. I samtlige av disse tilfellene var avviket fra det aktuelle pH-målet marginalt (**Tabell 2**). Den lengste avviksperioden (6. mars) oppsto da ekstra doseringstiltak ble satt igang for sent. Årsaken til dette var at regnet som gav flom (maksimum 138 m³/s) ikke ble varslet i tide.

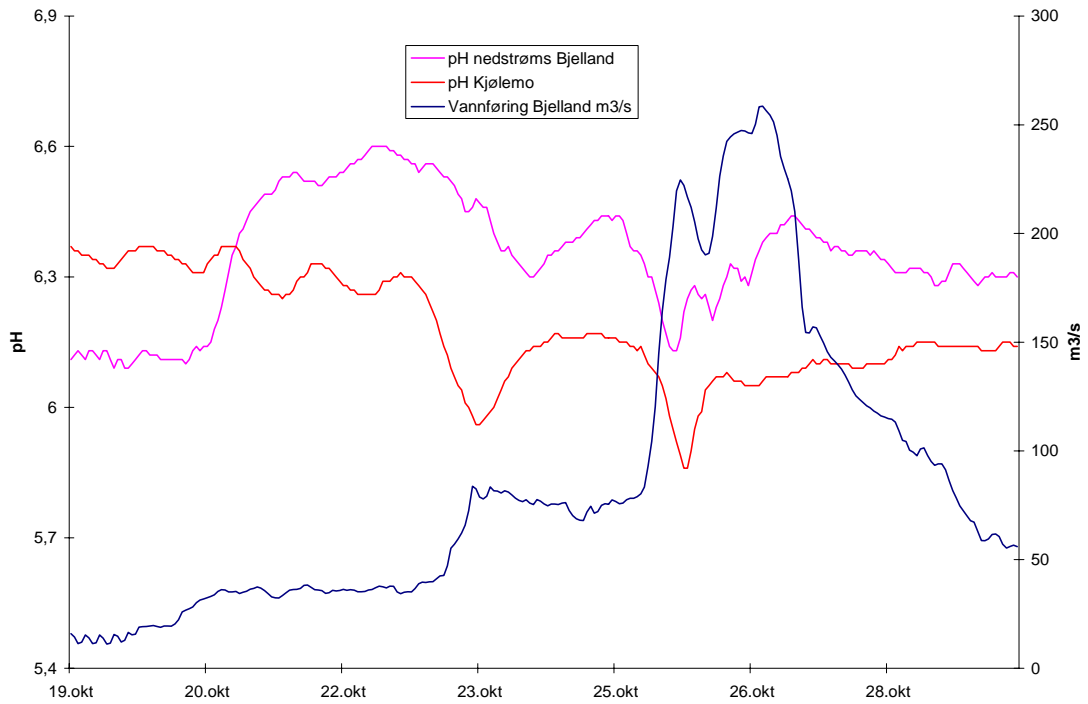
Tabell 2. Avvik fra pH-mål i anadrom sone av Mandalselva året 2002. Tabellen viser hvor mange timer vannet i elva har vært under pH-målet. For området av tabellen mellom de to markeringene er pH-målet 6,2. For resten av tabellen er pH-målet 6,0.

Dato	Bjelland		Kjølemo	
	Timer	pH	Timer	pH
02.02.2002			10	5,9
10.02.2002	5	5,9		
22.02.2002			15	6,1
06.03.2002			27	6,1
01.05.2002			8	6,1
18.12.2002	9	5,9		
19.12.2002	11	5,9		

Det er grunn til å anta at ekstra kalkingstiltak som ble iverksatt den 25. april i forbindelse med varslet flom bidro til at pH på Kjølemo aldri ble lavere en 6,1. Doseringskravet på anlegget var i forkant av denne flommen 6,7, se **Figur 8**. Imidlertid uteble flommen på varslet tidspunkt og ekstra dosering ble stanset for tidlig. Likevel var det effekt igjen i elva da flommen kom. Den 19. oktober ble også dosen satt opp på grunn av flomvarsel. Også denne gangen ble tiltaket noe for lite i forhold til buffringsbehovet. pH sank på Kjølemo til 5,9, se **Figur 9**.



Figur 8. Vannføring ved Bjelland og pH nedstrøms Bjelland samt pH på Kjølemo i månedsstiftet april - mai 2002. Figuren viser at ekstra doseringstiltak (økt pH nedstrøms anlegget) ble iverksatt for tidlig i forhold til en flom som var varslet, men som tilsynelatende uteble. Ekstra doseringstiltak ble da avblåst. Imidlertid kom det likevel flom og noe av doseringstiltaket gav virkning.



Figur 9. Vannføring ved Bjelland og pH nedstrøms Bjelland samt pH på Kjølemo i oktober 2002. Figuren viser en situasjon der ekstra doseringstiltak ble iverksatt, men nivået på ekstradoseringen ble for lavt og pH sank under mål-pH ved Kjølemo.

3. Tiltak

3.1 Smeland

Det er ingen nye momenter i tillegg til det som er foreslått fra tidligere år. Imidlertid ble det i år 2001 foreslått økning av målehøyden på vannstandsmåleren slik at det blir mulig å opprettholde vannføringsoversikt og dermed driftskontroll også ved de høyeste vannføringer (Høgberget 2001)

3.2 Håverstad

Beholdningsvekta må justeres slik at det er mulig å veie kalkbeholdning selv ved maksimal fyllingsgrad av silo. Fra tidligere foreslåtte tiltak som ikke hittil er gjennomført gjentas her behovet for flytting av pH-meteret fra Håverstad til Sveindal (Høgberget 2000) og behov for økt maksimal vannstandsmåling (Høgberget 2001). Dette signalet gir grunnlag for vannføringsverdier og doseringssignal. Det er også en del av grunnlaget for doseberegninger i driftskontrollsystemet.

3.3 Bjelland

Beholdningsvekta må justeres slik at det er mulig å veie kalkbeholdning selv ved maksimal fyllingsgrad i silo. Styresignalet som dose fra kalkdoseringens elektronikk er ikke tilgjengelig når anlegget driftes i "manuell" stilling. Dette bør utbedres slik at det er mulig å benytte signalet i driftskontroll-loggeren.

Fra tidligere foreslåtte tiltak gjenstår to forhold som hittil ikke er gjennomført eller under arbeid:

- Det er fortsatt et ønske at vassdraget i anadrom sone, fra Bjelland til utløp, gjennomgår en hydrologisk undersøkelse som kan kaste lys over problematikken omkring prognosestyring av kaldoseringen fra Bjelland i forbindelse med forventete surstøt i elva (Høgberget 2002).
- Vannstandsmålingene bør utvides slik at det er mulig å måle større vannføringer enn i dag. (Høgberget 2001).

4. Referanser

DN 2002. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. DN-Notat 2002-1.

Høgberget, R. 2000. Avviksrapport år 2000 fra driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. NIVA rapport 4277-2000.

Høgberget, R. 2001. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2000-2001. NIVA rapport 4415-2001.

Høgberget, R. 2002. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2001. NIVA rapport 4488-2002.

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA rapport 3824-98.