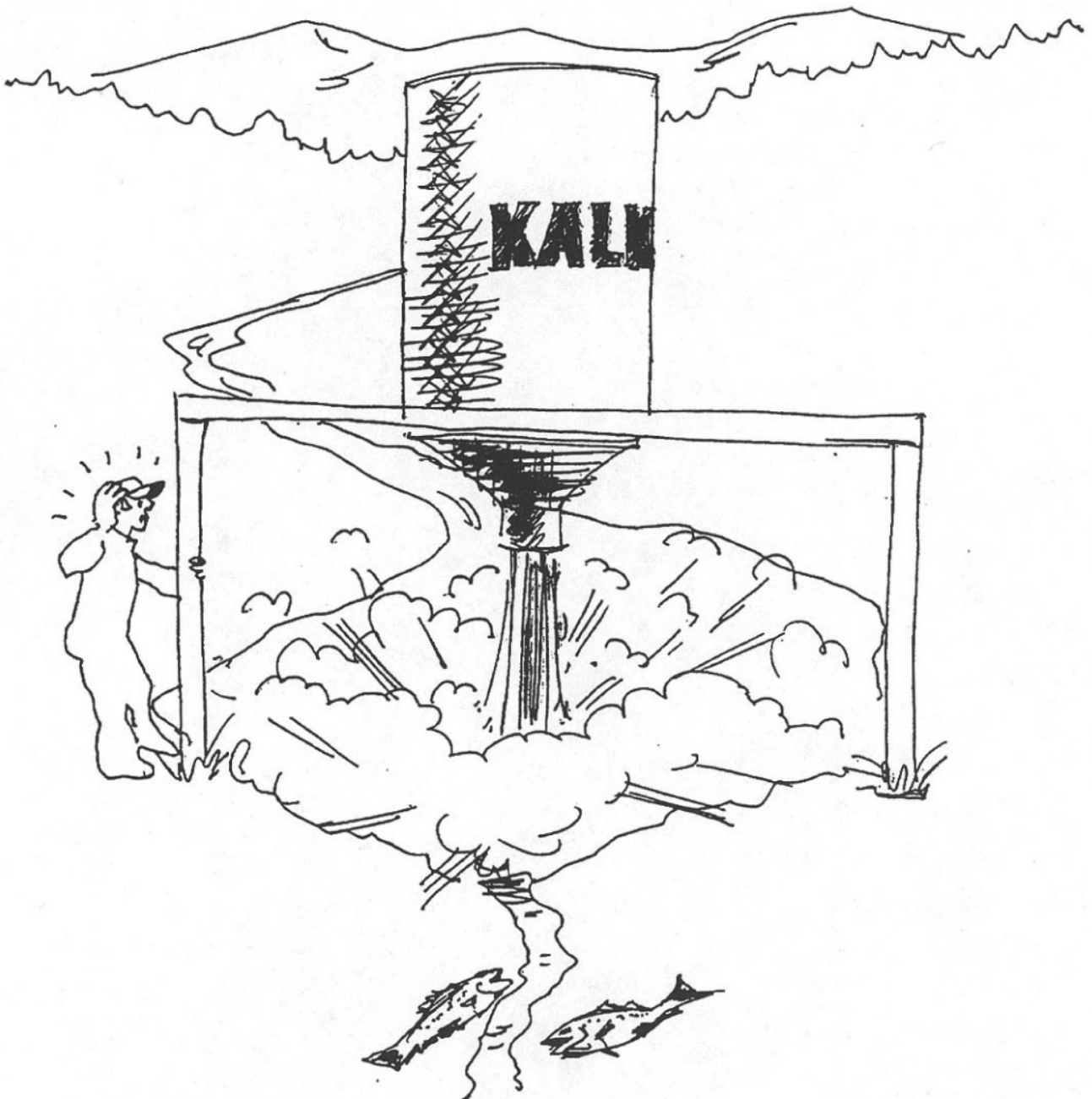


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget

Avviksrapport 2007



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

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport 2007	Løpenr. (for bestilling) 5618-2008	Dato 09.05.2007
	Prosjektnr. Undernr. 28033	Sider Pris 18
Forfatter(e) Rolf Høgberget Frode Kroglund Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket CopyCat

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

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Mandalsvassdraget 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 doseringsanlegg hadde god driftssikkerhet i 2007, selv om sikkerheten var noe lavere dette året enn normalt. Enkelte ganger var dosene under det vedtatte minstekravet. Håverstad doseringsanlegg hadde meget god driftssikkerhet. Kun et tilfelle med doseringsstopp over lang tid ble registret. Bjelland doseringsanlegg doserte mindre driftssikkert enn normalt. Det var tidvis store problemer med pH-målingene som benyttes til doseringssignal. Anlegget ble da driftet manuelt. pH-målene for lakseførende strekning av elva ble fraveket ved flere anledninger. Imidlertid var ikke avvikene store. Logåna doseringsanlegg hadde tilfredsstillende driftssikkerhet. Doseringen stoppet i 3 dager ved flom med surt vann på grunn av manglende vannglassforsyning til anlegget. Det var feil start- og stoppnivå på doseringen i første del av året. Vannstandsmåleren viste periodevis feil. Bortkobling av UPS (Uninterrupted Power Supply) førte til økt driftssikkerhet.

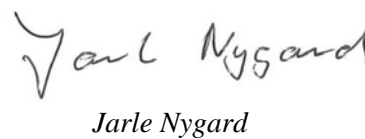
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vassdrag	1.
2. Kalkdosering	2.
3. Overvåking	3.
4. Måleteknikk	4.


Rolf Høgberget

Prosjektleder


Brit Lisa Skjelkvåle

Forskningsleder


Jarle Nygard

Fag- og markedsdirektør

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg

i Mandalsvassdraget

Avviksrapport 2007

Forord

Tidligere erfaringer har vist at kalkdoseringsanlegg for dosering av kalksteinsmel i rennende vann ofte produserer tilfeldig kalkdose til vassdragene som 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 verken er for lav eller høy i forhold til oppsatte mål.

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensortechnologi 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. (interkommunale stiftelse bestående av alle involverte kommuner i Mandalsvassdraget). Det ble inngått ny rammeavtale 15. mai 2001, som inkluderer ansvaret for pH-målingsutstyr som prosessverktøy ved kalkingsanleggene.

Den daglige driften av driftskontrollsystemet utføres av fast personell på NIVA bestående av Liv Bente Skancke, Jarle Håvardstun, Lise Tveiten Øyvind Kaste og Rolf Høgberget.

De årlige avviksrapportene gir en dokumentasjon av arbeidet med driftskontroll ved kalkingsanleggene i Mandalsvassdraget.

Oppdragsgiver er MANKALK. Prosjektet støttes også av Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder.

Grimstad, 09.05. 2008

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Driften av anleggene	8
2.1 Smeland	8
2.2 Håverstad	9
2.3 Bjelland	10
2.4 Logåna	13
3. Tiltak	17
3.1 Bjelland	17
3.2 Logåna	17
4. Referanser	18

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Mandalsvassdraget 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 doseringsanlegg fungerte tilfredsstillende gjennom året. Det var likevel flere doseringstopp enn normalt uten at dette antas å ha noen negativ påvirkning på vassdraget. Dosene var ca. 80 % av innstilte doser. Noen ganger var dosene under minimumsnivået på 1 g/m³. Dosene var lavere i siste halvdel av året enn i første halvdel. Vannføringen var om høsten også meget lav om natten.

Håverstad doseringsanlegg hadde meget god driftssikkerhet. Det oppsto bare en langvarig stopp på anlegget. Anlegget sto da stille i 65 timer. Imidlertid var driftskontroll-loggern ute av drift to ganger i til sammen 24 dager. I denne tiden finnes ingen oversikt over doseringen.

Bjelland doseringsanlegg doserte mindre effektivt enn normalt. Det var 10 tilfeller av for lav pH i forhold til pH-målene. Imidlertid var avvikene marginale i forhold til målene. pH-målingene oppstrøms anlegget fungerte meget tilfredsstillende. Nedstrøms anlegget var det derimot store problemer med å holde kontinuerlig vannstrøm gjennom målekyvetta, særlig første halvdel av rapporteringsperioden. Etter at pumpa ble byttet ble forholdene vesentlig bedre. Den nye pumpa er av en annen type enn tidligere. En langtidstest vil avdekke om den er driftssikker nok til oppgaven. Det var store problemer med å kartlegge pH-nivået på grunn av alle forstyrrelsene i vanngjennomstrømmingen.

Logåna doseringsanlegg doserte tilfredsstillende. Imidlertid var det en unødvendig lang tid (3 dager) uten dosering under en flomsituasjon med surt vann på høsten. pH-nivået lå da i et område som var så giftig for fisk at det kan ha ført til dødelighet. Det var også problemer med for sen start og for tidlig stopp av doseringen i forbindelse med flomepisoder med surt vann i første del av perioden. Disse tilstandene var ikke langvarige. Derfor er det tvilsomt om disse har påvirket fisk i nevneverdig grad.

Det var problemer med vannstandsmåleren både vår og høst. Da hang måleren seg opp slik at verdiene ble "frosset" på faste nivåer. Problemet skyldtes om våren for stor friksjon på grunn av opplagret smuss. Om høsten er det mulig at problemet skyldtes elektronisk feil. Det må derfor foretas testing av måleutstyret.

Utkobling av UPS (Uninterrupted Power Supply) ble foretatt som anbefalt i avviksrapport for 2006. Dette tiltaket førte til at nødvendig dosering ble iverksatt ved bortfall av nettspenning ved flere tilfeller. Tiltaket økte derfor driftssikkerheten.

Det ble registrert en del tilfeller av stans i vanngjennomstrømmingen til pH-målingskyvetta. Til sammen 16 dager ble registrert fordelt på 11 perioder. Dette svekket driftssikkerheten noe.

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 og til dels lite tilfredsstillende 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, får man et mål på effektiviteten til anlegget.

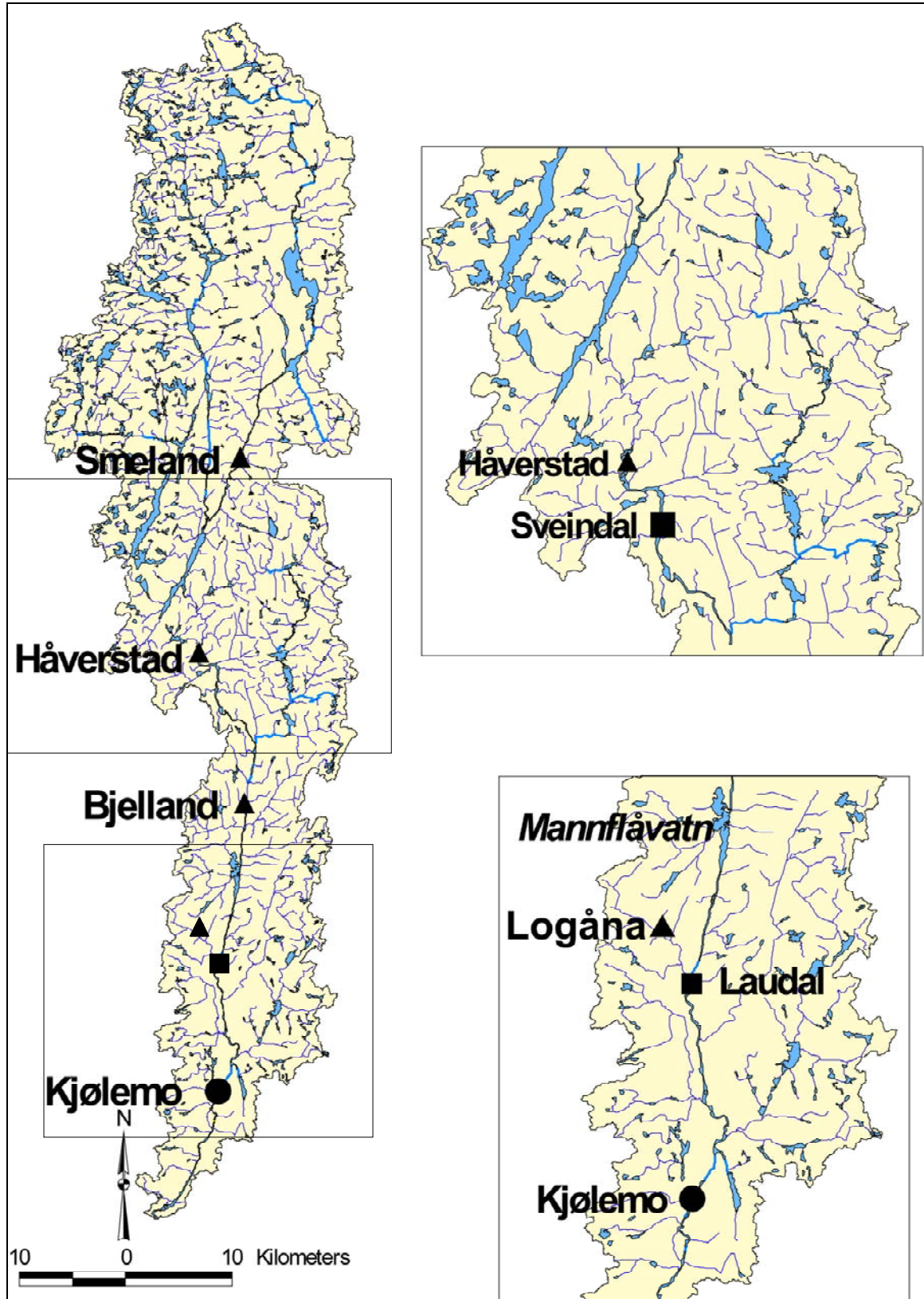
pH-styring: pH-verdier som blir målt i elva nær kalkingsanlegget er koblet til doseringen av kalk slik at disse overstyrer signalene fra vannføringsstyringen. Ved å sammenligne det fastsatte pH-målet for den aktuelle strekning i elva med de faktiske målte pH-verdier vises effektiviteten til anlegget.

I Mandalsvassdraget er det montert driftskontroll på de tre største kalkdoseringsanleggene; Smeland, Håverstad, Bjelland samt et lite anlegg som doserer SiO₂ (vannglass) i Logåna. 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 som et vannføringsstyrt anlegg. Anlegget på Bjelland er styrt etter pH, både oppstrøms- og nedstrøms kalkdoseringsanlegget. Logåna-anlegget er pH-styrt etter verdiene oppstrøms anlegget. Grunnlaget for driftskontrollen i Logåna avviker minimalt fra de andre anleggene ved at det er volumberegning av beholdningstank og ikke vekt som er utgangspunktet for doseberegninger. Plasseringen av de fire doseringsanleggene i Mandalsvassdraget som er omtalt i denne rapporten, er vist på kartet **Figur 1**.

Det er tidligere utgitt følgende avviksrapporter for Mandalsvassdraget:

- oppstart av driftskontrollen i 1999 – 1. juni 2000 (Høgberget 2000)
- 1. juni 2000 – 1. juli 2001 (Høgberget 2001)
- 1. juli 2001 – 31. desember 2001 (Høgberget 2002)
- 1. januar 2002 – 31. desember 2002 (Høgberget, Skancke og Håvardstun 2003)
- 1. januar 2003 – 31. desember 2003 (Høgberget 2004)
- 1. januar 2004 – 31. desember 2004 (Høgberget og Håvardstun 2005)
- 1. januar 2005 – 31. desember 2005 (Høgberget, Håvardstun og Tveiten 2006)
- 1. januar 2006 – 31. desember 2006 (Høgberget og Håvardstun 2007)

Denne avviksrapporten fra Mandalsvassdraget omhandler perioden 1. januar - 31. desember 2007.



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

2. Driften av anleggene

2.1 Smeland

Øverst i Mandalsvassdraget ligger kalkdoseringsanlegget Smeland (**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 er 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.

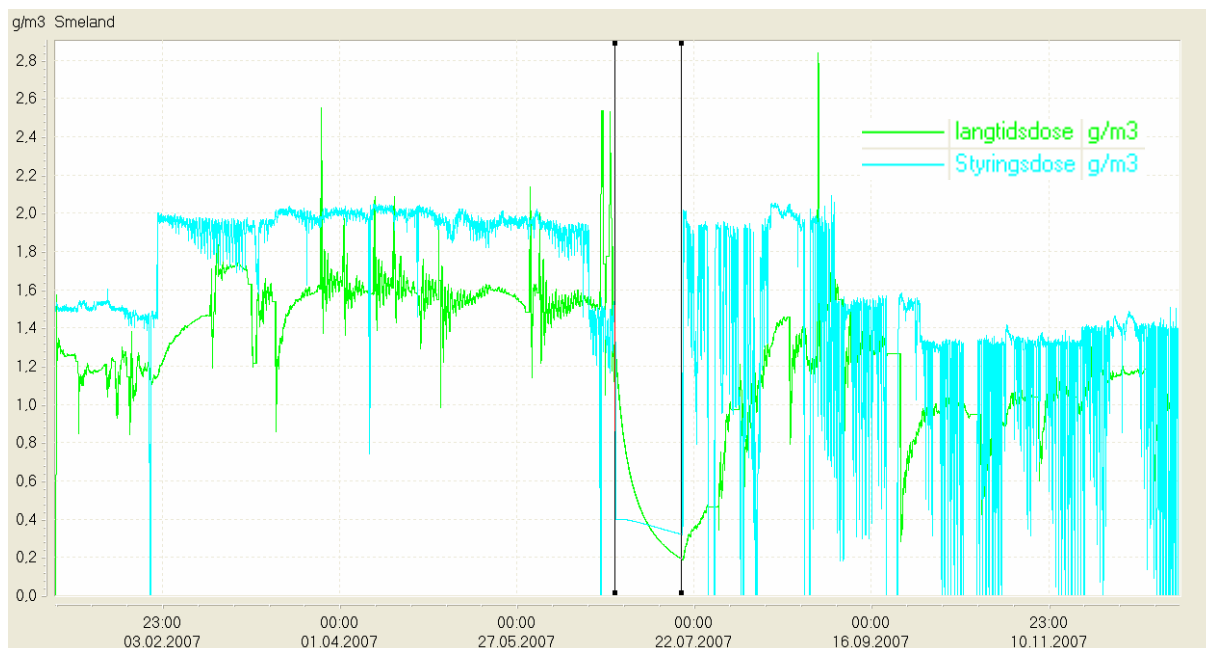
Det var brudd i innsamling av data fra 27. juni til 18. juli. Årsaken var en defekt logger. Manglende innsamling av data ble raskt registrert, men årsaken ble feilaktig anslått til å skyldes svikt i kommunikasjonsutstyret. Den defekte loggeren ble byttet ut med en ny. Denne fungerte kontinuerlig resten av året.

Det ble ikke registrert brudd i signaler på anlegget i perioder over 8 timer, men doseringssignalet viste ingen dosering ved flere anledninger. Ved samtlige av disse tilfellene var det heller ingen dosering fra anlegget (**Tabell 1**). I tillegg til registrerte forhold, viser vår loggbok at det antakelig har vært flere stillstander i forbindelse med pumpereparasjon i begynnelsen av juli. Dette er utypisk for driften ved Smelandanlegget, og dårligere driftssikkerhet enn vi normalt registrerer fra dette anlegget.

Tabell 1. Dager uten dosering fra Smeland doseringsanlegg i 2007. Det var til sammen ca. 13 dager uten dosering. (Stopp i doseringen under 8 timer er ikke medregnet).

Dato	Dager uten dosering
30.01.2007	0,7
26.07.2007	2,3
25.08.2007	1,7
20.09.2007	3,5
14.10.2007	4,5

Som også registrert i alle tidligere år var dosene fra anlegget i 2007 lavere enn styringssignalet skulle tilsi. Dosene var ca. 80 % lavere enn innstilte doser. Dosene ble manuelt justert ved flere anledninger. Det ble registrert 4 forandringer i doseringsnivå, se **Figur 2**. I enkelte perioder var dosen noe lavere enn tillatte minstdose, spesielt i det siste halvåret. Dette har også sammenheng med at anlegget da flere ganger var i stillstand. Dette påvirker langtidsdosen (Høgberget og Hindar 1998). Styringssignalet ble redusert mot null hver natt i en lang periode på høsten fordi vannføringen da gikk ned til ca. $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur 2. Styringsdose og langtidsdose ved Smeland doseringsanlegg i 2007. Den faktiske doseringen (langtidsdosen) var konsekvent lavere enn innstilt styringsdose. Verdiene mellom de vertikale linjene kan ikke medregnes. De er ikke reelle, da de viser stipulerte verdier fra en tid det ikke finnes doseringslogg. (Loggeren var defekt).

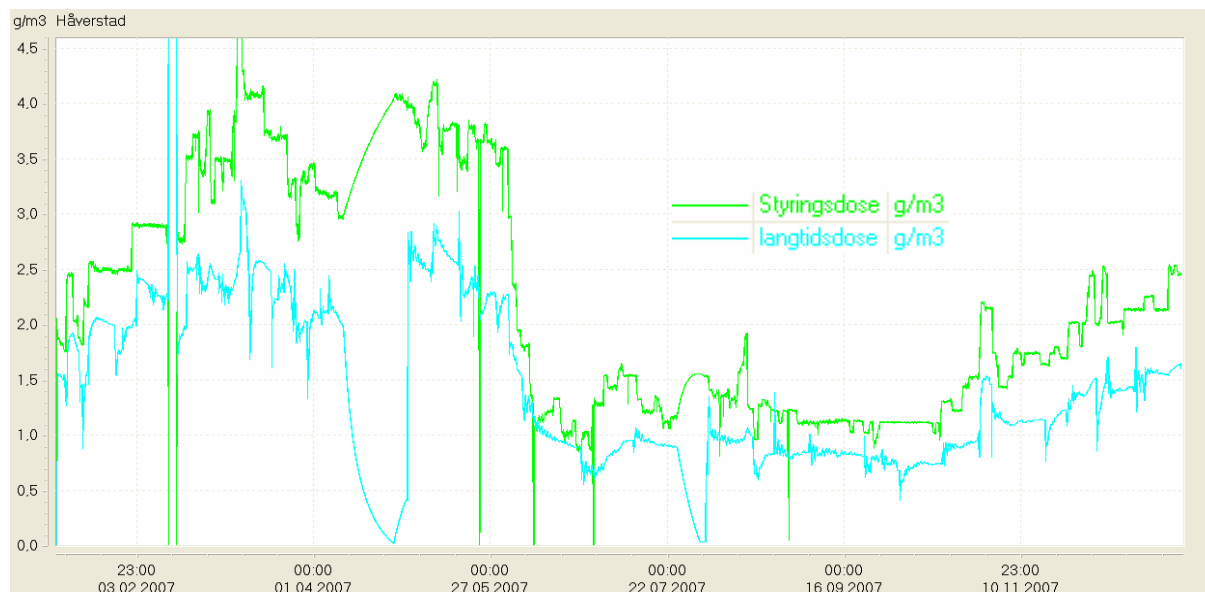
2.2 Håverstad

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 bakevjeeffekter 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. Det er 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. Anlegget fungerer da som et vannføringsstyrt anlegg, med dosering av fast dose i forhold til vannføringen.

Driftskontrolloggeren var ute av drift i 16 dager fra 10. til 26. april og 8 dager fra 25. juli til 2. august. Årsaken var at loggeren hadde stoppet uten at noen fysisk hadde gjort grep for at dette skulle skje. Vi har ingen forklaring på dette fenomenet.

Det var ingen sviktende vannstands- eller vektsignaler med unntak av en kort periode på 8 timer 13. februar, antagelig på grunn av strømbrudd. I forbindelse med denne episoden var det svikt i doseringen i 65 timer. Dette var den eneste registrerte svikt i doseringen som strakk seg over lengre tid (over 8 timer).

Dosene fra anlegget var vinter og vår ca. $2,5 \text{ g/m}^3$. Om somrene ble dosen redusert til ca. 1 g/m^3 for så å øke på høsten til rundt $1,5 \text{ g/m}^3$. Forløpet er gjengitt i **Figur 3**.



Figur 3. Styringsdose og langtidsdoser fra driftskontrolldata ved Håverstad doseringsanlegg i 2007. Den reelle dosen lå vanligvis ca. 70 % under styringsdosen. Verdiene som vises for langtidsdose ved reduksjon mot null ved to tilfeller er ikke reelle. De kommer fram fordi loggeren var ute av drift ved gjeldende tidsrom.

2.3 Bjelland

Kalkingsanlegget på Bjelland ligger nedenfor Smeland og Håverstad (**Figur 1**) og styrer mesteparten av vannkvaliteten på lakseførende strekning (Bjelland–Kjøleemo). 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 doseringsanlegget.

Fylkesmannens miljøvernaveidning i Vest-Agder har fastsatt pH-mål gjennom året (teoretiske grenseverdier for pH) for lakseførende strekning i Mandalsvassdraget. Disse målene ble sist revidert 24. april 2006, og er som følger: 15/2-14/4: pH 6,2, 15/4-31/5: pH 6,4 og pH 6,0 resten av året. 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. pH-kravet på anlegget blir derfor ofte satt høyere enn pH-målet for elva.

Det var fire brudd i datarekkene fra driftskontrollloggeren. Det var 3 dager fra 4. januar, 5 dager fra 7. mars, en halv dag 26. april og 6 dager fra 22. juni.

Verdier for vannstand og kalkvekt var intakt i hele perioden.

pH oppstrøms anlegget ble målt med stabile gjennomstrømningsforhold til målekyvetta. Det var bare fire tilfeller uten gjennomstrømming. Det var 24. februar, 8. august, 6. september og 9. oktober da fravær av gjennomstrømming oppsto i henholdsvis 1 dag, 1 dag, ½ dag og 3 dager. pH nedstrøms anlegget var preget av spesielt mange perioder med manglende gjennomstrømming i målekyvetta. Forholdene var spesielt uholdbare første halvår. Temperaturen i målekyvetta er gjengitt i **Figur 4**.

På grunn av de vanskelige måleforholdene ved stans i gjennomstrømmingen på stasjonen nedstrøms anlegget, er det vanskelig å kartlegge pH-nivået. pH hadde en tendens til å begynne lavt etter en

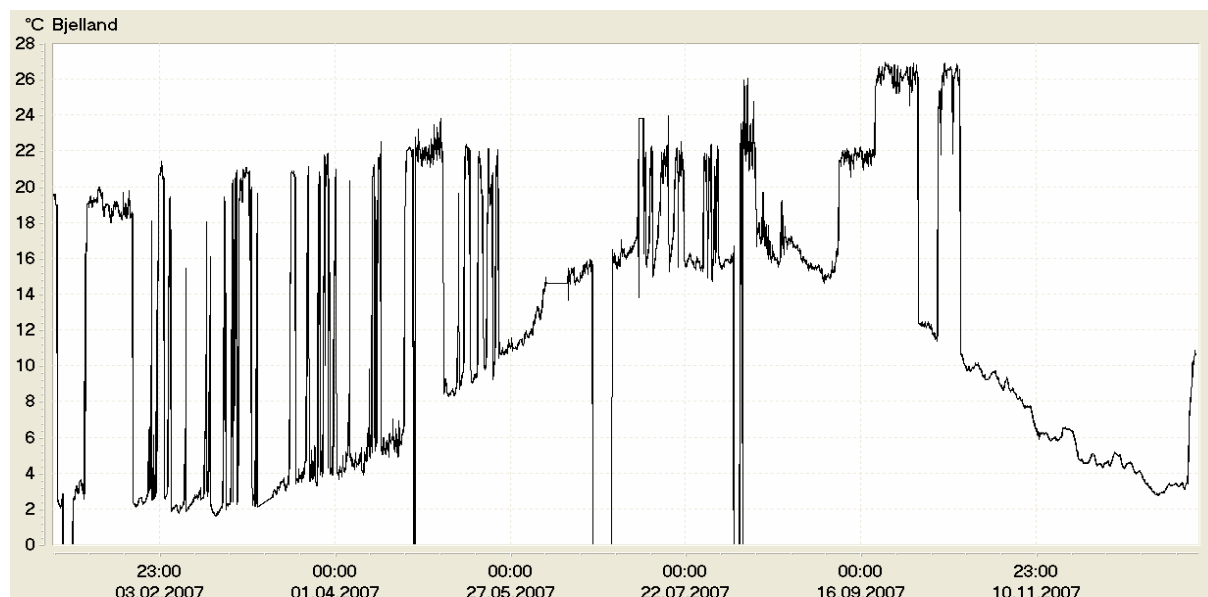
periode med stillstand, for så å øke til verdier over målgrensen. De forhold som lot seg avlese er listet i **Tabell 2**.

Tabell 2. pH under målet i lakseførende strekning av Mandalselva. Det var vanskelig å avlese verdiene fra stasjonen nedstrøms Bjelland på grunn av ustabile måleforhold. Hyppig stans i vanngjennomstrømmingen til målekyveta var årsaken.

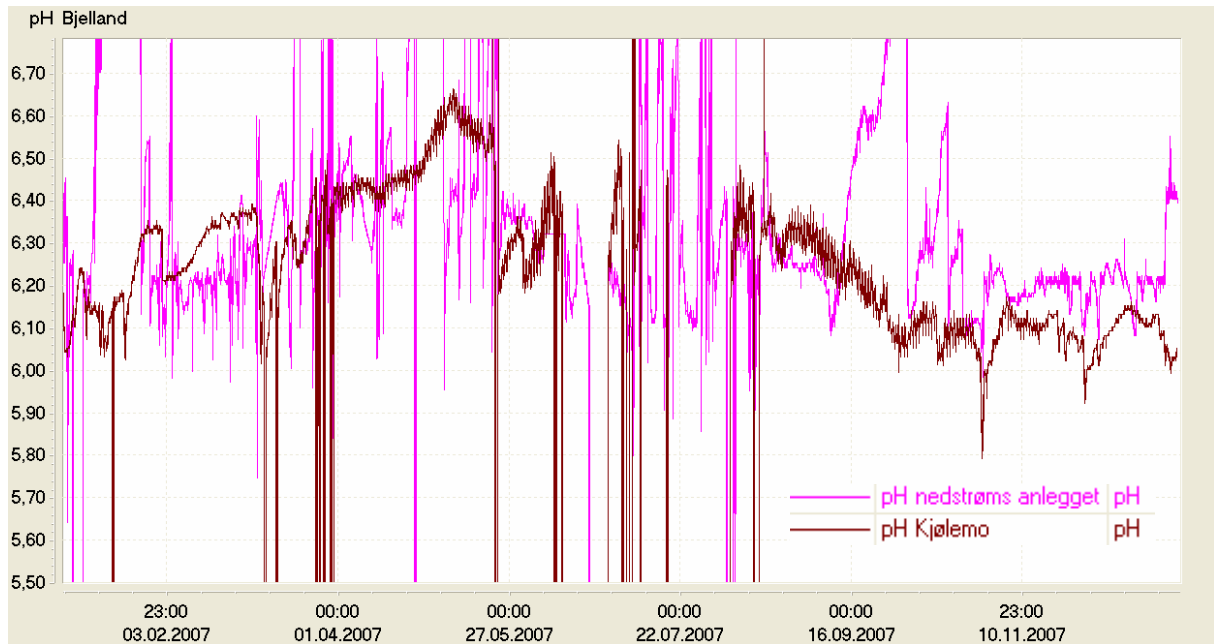
Dato	Dager under pH-målet pH Bjelland	pH-målet pH Kjølemo	Laveste verdi
06.03.2007		0,5	6
08.03.2007		2,0	6
15.03.2007	1,0		6,1
19.03.2007	0,5		6,1
06.05.2007	0,5		6,3
10.05.2007	1,0		6,3
18.05.2007	0,5		6,3
23.05.2007	1,0	9,0	6,2
28.10.2007		1,0	5,8
01.12.2007		0,5	5,9

Dosering etter pH nedstrøms anlegget kunne ikke gjøres effektivt under de forholdene som eksisterte. Styringssignalet ble alt for ustabil. **Figur 5** viser pH i lakseførende strekning av elva. Det er sannsynlig at anlegget ofte ble driftet med manuelle innstillinger.

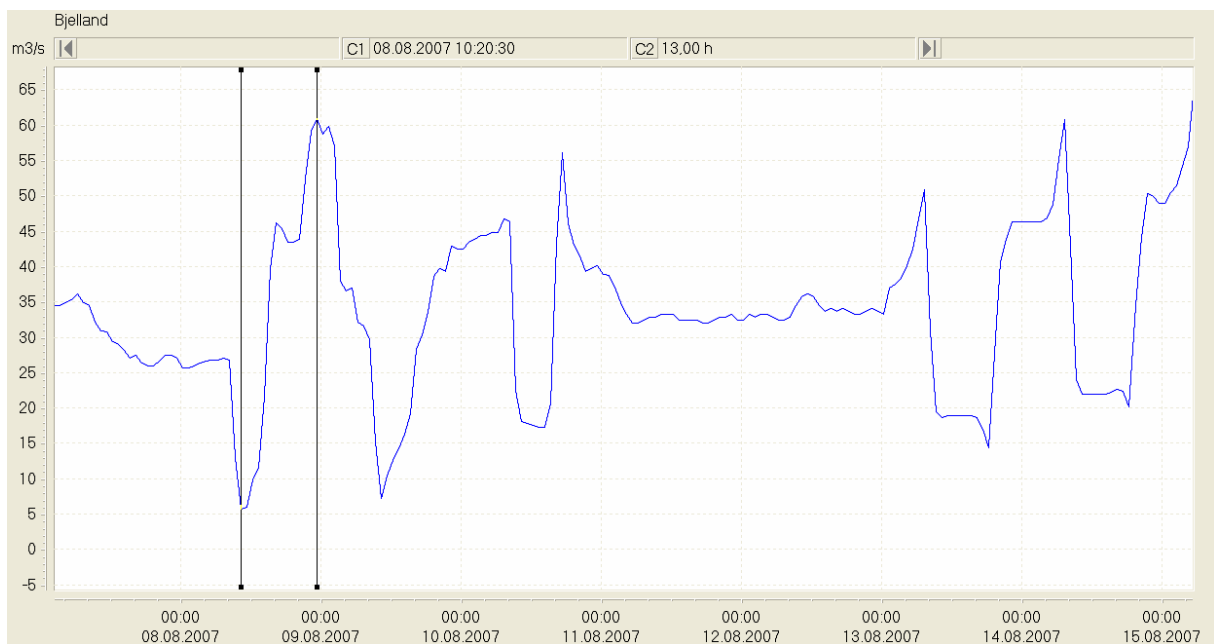
Det var meget varierende vannføring forbi doseringsanlegget. **Figur 6** viser hvordan vannføringen fra 7. til 15. august flere ganger ble kraftig forandret over meget kort tid. Minste vannføring ble da målt til ca. 5 m³/s, for så, 13 timer senere, å være 60 m³/s.



Figur 4. Temperaturen i målekyveta for pH nedstrøms Bjelland doseringsanlegg i 2007. Figuren viser ekstremt ustabile forhold. Temperaturen gikk opp mot romtemperatur hver gang vannstrømmen stanset. Det ble skiftet pumpe på stasjonen. Etter denne tid var forholdene langt mer stabile.



Figur 5. pH nedstrøms Bjelland doseringsanlegg og på Kjøleemo gjennom året 2007. Figuren viser meget ustabile pH-avlesninger ved Bjelland. Det mangler også en del pH-data fra Kjøleemo. Ved endepunktene for disse periodene vises vertikale linjer mot 0.



Figur 6. Vannføring i august 2007 ved Bjelland doseringsanlegg. Figuren viser meget varierende vannføring med periodevis meget raske svingninger fra høy til lav vannføring. Minste vannføring ble da målt til ca. $5 \text{ m}^3/\text{s}$, for så, 13 timer senere, å være $60 \text{ m}^3/\text{s}$, markert med vertikale linjer i figuren.

2.4 Logåna

Logåna er en periodisk sur sideelv til Mandalselva. Den er laks- og sjøørretførende, men på grunn av store variasjoner i surhetsgraden, har det vært vanskelig å vedlikeholde en stabil fiskebestand. Det har også forekommet massiv fiskedød flere ganger i forbindelse med ekstreme forsuringsepisoder. Elva har tidligere vært kalket ved hjelp av kalkdoseringsanlegg.

Høsten 2002 ble Logåna doseringsanlegg etablert. Det er et pH-styrt anlegg for dosering av vannglass (SiO_2). pH-meteret har etter januar 2005 vært plassert oppstrøms doseringspunktet. For beskrivelse av prinsipp, se Høgberget, Håvardstun og Tveiten 2006. Det er vannføringssignal tilkoblet anlegget for å kunne gi optimal dosering ved behov. Siden det i lange perioder ikke er nødvendig å avsyre elvevann, gir anlegget ingen kontinuerlig dose, men justerer doseringen for å oppnå et valgt pH-krav ved forsuringsepisoder. pH-kravet for Logåna doseringsanlegg var satt til pH 5,9.

Datarekkene fra driftskontrolloggen er kontinuerlig hele året.

Vannstandsmåleren hang seg opp ved noen tilfeller våren 2007. Måleren ble da byttet. Etter dette var det ingen tilfeller av feil vannstandsmåling før problemer oppsto senhøstes. Da hang måleren seg opp i de lavere områdene av måleskalaen ved flere anledninger. (**Figur 7**). Problemene skyltes delvis at flottøren hang seg opp mellom målerøret og sensorstang, men vanskeligheter omkring utbedring av denne feilen kan tyde på at årsaken også ligger andre steder.

pH-målingene var ustabile på våren og første del av sommeren. Verdiene vandret slik at det var vanskelig å justere til rett pH. Dette ble utbedret ved bytting av pH-meter 17. juli. I tiden med ustabil pH ble doseringen ofte manuelt justert av operatør. Spesielt viktig var dette under en stor flom som oppsto 6. juli. Da ble elva sur, men pH-stasjonen viste ikke lav pH i begynnelsen av flommen, se **Figur 8**. Signalet fra pH-stasjonen droppet tilstrekkelig lenge til at doseringen startet ved 5 anledninger. Årsaken til disse pH-droppene av strømbuud. Det var en del tilfeller av stans i vanngjennomstrømmingen til pH-kyvetta. Spesielt var dette et problem sent på høsten. Tilfellene er listet i **Tabell 3**.

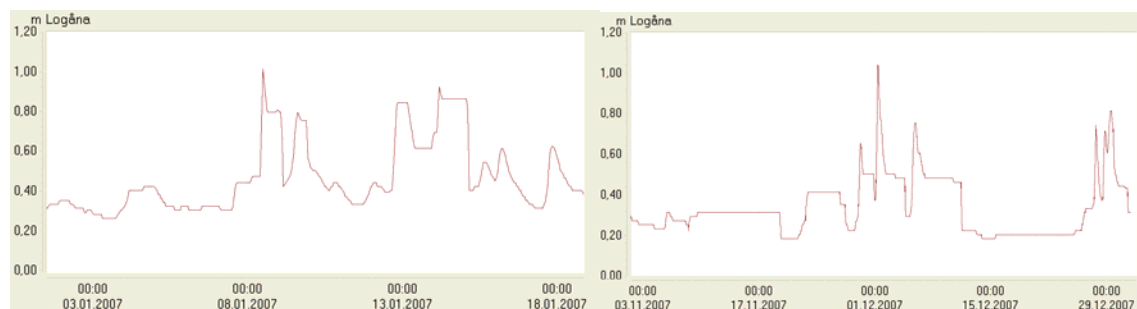
Tabell 3. Svikt i gjennomstrømmingen til pH-kyvetta ved Logåna doseringsanlegg 2007. Til sammen var det ca. 16 dager uten gjennomstrømming.

Dato	Timer uten sirkulasjon i pH-kyvette
06.07.2007	16
17.08.2007	10
29.09.2007	10
21.10.2007	70
22.11.2007	122
25.11.2007	10
01.12.2007	53
03.12.2007	18
05.12.2007	34
27.12.2007	29
29.12.2007	10

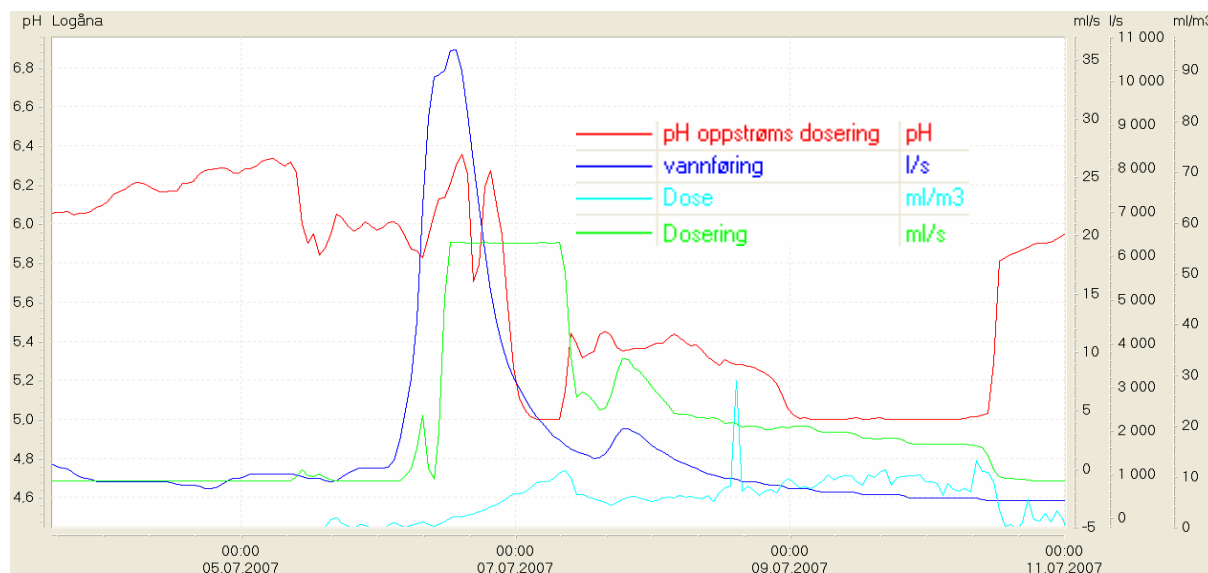
Det var sen start og stopp i dosering ved flere anledninger. Den 22. januar stoppet doseringen alt for tidlig etter en langvarig tilstand med forsuret elv og høy dosering. Forholdet er gjengitt i **Figur 9**. Dette gjentok seg 22. mars, men da økte H til 5,5 før anlegget stoppet. Ved en anledning (19. mai) var anlegget også tregt til å starte dosering ved begynnende forsuring av elva. Da var pH 5,5 før dosering

startet. Doseringen skulle ideelt startet ca. 6 timer før, se **Figur 10**. Ved service på doseringsanlegget 21. mai, ble mange av disse svakhetene rettet. Etter denne tid var start og stopp på doseringen sentrert rundt pH 5,8, men med noen unntak der det var noe tregere start og stopp.

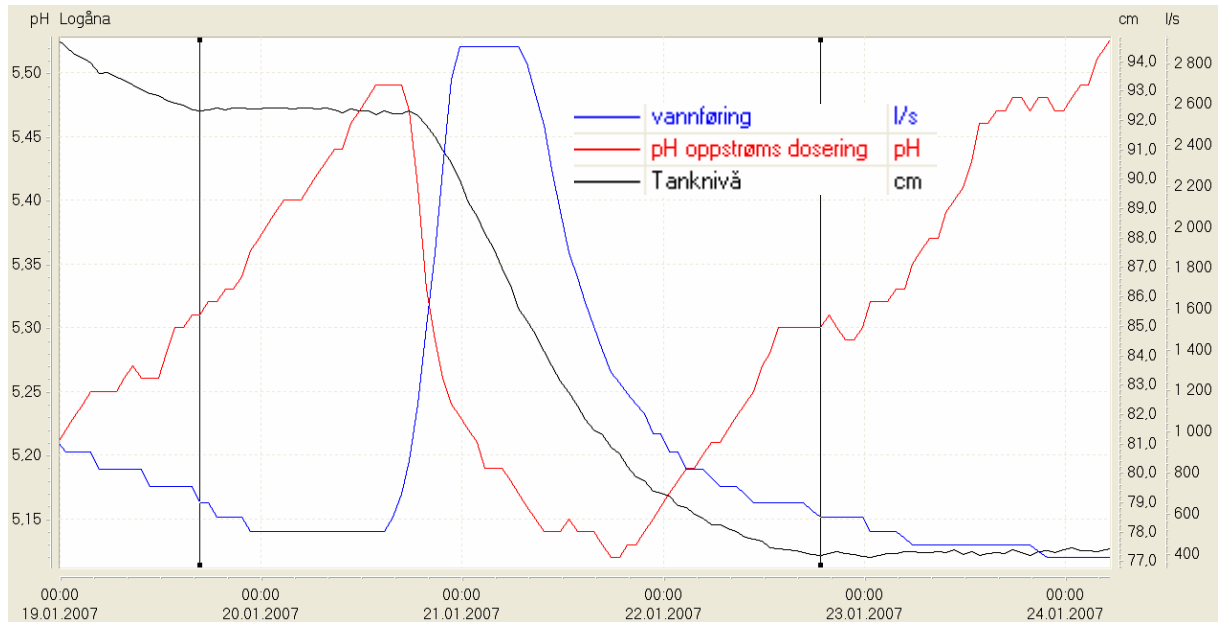
Det var et tilfelle av helt sviktende dosering over så lang tid at det kunne gå ut over fisk i elva. Da stoppet anlegget i over 3 dager under flom med surt vann der pH gjennomsnittlig var 5,4, se **Figur 11**.



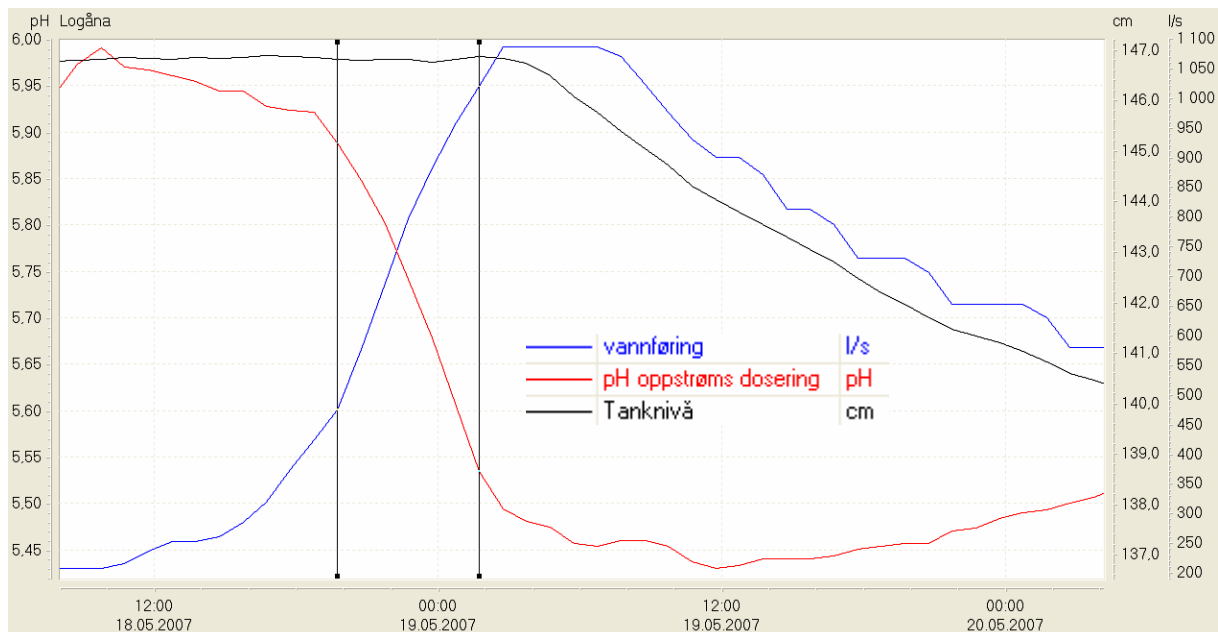
Figur 7. Vannstand i Logåna i januar, november og desember 2007. Figuren viser tilstander der vannstandssignalet holdt samme verdi over lengre tid. Sensoren ble byttet 26. januar som følge av problemene, men tilsvarende feil oppsto igjen allerede samme høst. Figuren viser også at problemet oppsto på forskjellige steder i måleområdet (på våren under flom og på høsten ved lavere vannstander).



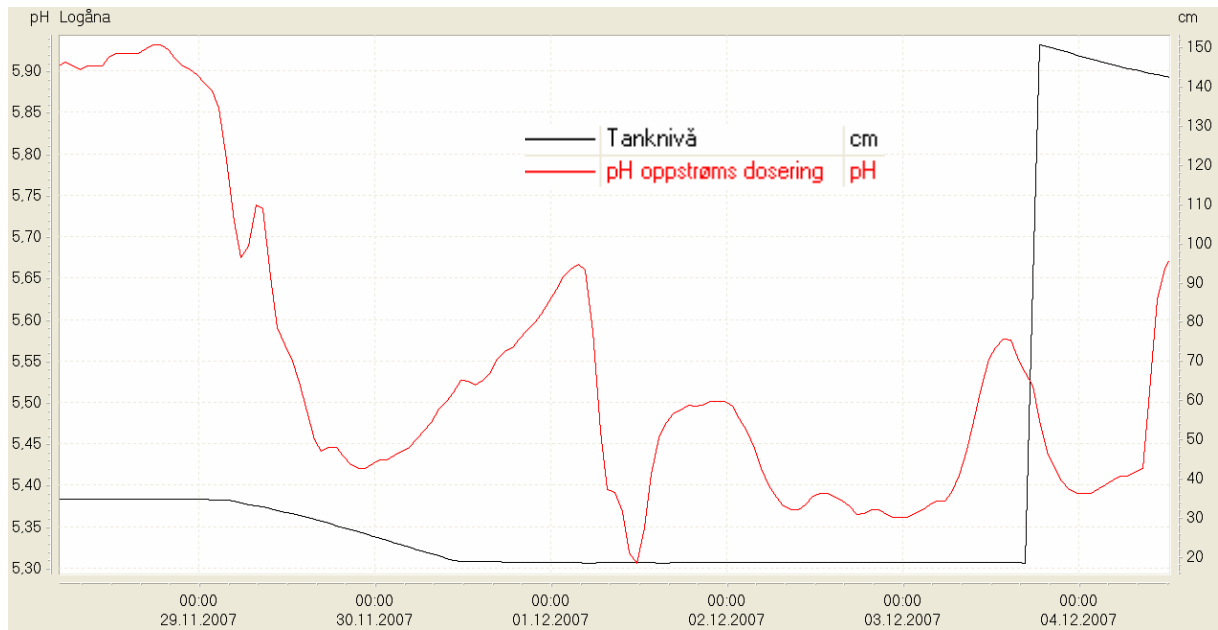
Figur 8. Vannføring, dosering, dose (beregnet dose fra driftskontrolldata) og pH oppstrøms doseringen ved Logåna doseringsanlegg under stor flom sommeren 2007. Figuren viser at pH-verdiene ikke fulgte flomutviklingen, men forble høy gjennom flommen. Erfaringsmessig er dette ikke reelt for Logåna. Operatøren satte da anlegget til manuelt innstilt dosering (ca. 20 ml/s). Den første pH-reduksjonen skyldtes stopp i vanngjennomstrømmingen til målekyvetta. Deretter ble pH justert ned, men ville heller ikke da følge pH-økningen som reelt fant sted i elva. Automatisk styring ble gjenopprettet ved neste justering av pH 11. juli. De reelle dosene som ble tilført elva under manuell drift var svakt økende til 10 ml/m³.



Figur 9. Vannføring, tanknivå og pH oppstrøms Logåna doseringsanlegg i januar 2007. De vertikale linjene markerer hvor doseringen stoppet. pH var ved begge anledninger 5,3. Dette er alt for lave pH-nivåer. Det var nokså kort tidsintervall mellom forventet og faktisk doseringsstopp. Likevel kan det ha oppstått biologiske skadevirkninger fra disse forholdene.



Figur 10. Vannføring, tanknivå og pH oppstrøms Logåna doseringsanlegg i mai 2007. De vertikale linjene markerer hvor doseringen startet og stoppet. Det var ca. 6 timer med manglende dosering.



Figur 11. Tanknivå og pH oppstrøms Logåna doseringsanlegg i månedsskiftet november/desember 2007. Anlegget gikk tom for kjemikalier i en periode med mye vann og lav pH i elva. Høyeste vannføring ble målt til $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

3. Tiltak

Det er ingen forslag til tiltak i forbindelse med driftskontroll av anleggene på verken Smeland eller Håverstad i 2007.

3.1 Bjelland

Som følge av de store problemene med manglende vann til pH-måling nedstrøms anlegget, ble det montert en ny type doseringspumpe. Da forsvant de hyppige tilfellene av stopp i gjennomstrømming til målekyvetta. Denne pumpe har foreløpig fungert tilfredsstillende. Tiden vil vise om den er driftssikker nok til å fungere permanent på pH-stasjonen.

Ønsket om utvidet måleområde for vannføring (Høgberget og Håvardstun 2007) er ikke gjennomført. Det ble i 2007 bestemt (møte om drift av kalkingsanleggene i Vest-Agder 17.10.07) at målepunktet skulle flyttes til NVE sin målestav på Bjelland.

Vannføringen i Mandalselva bærer tydelig preg av at vassdraget er regulert. Det registreres hyppige store og "plutselige" endringer i vannføring. Det er kjent at slike endringer kan føre til stranding av yngel og tørrlegging av gyteareal. Dette kan ha stor negativ effekt på produksjon av laksesmolt. I hvilken grad dette berører laksen i Mandalselva er ikke vurdert her. Vi forventer at den økologiske konsekvensen av slike vannføringsendringer er utredet andre steder.

3.2 Logåna

Etter den store ombyggingen i 2006 har anlegget fungert tilfredsstillende. Imidlertid har det vært driftsproblemer med den nye typen vannstandsmåler. Som anbefalt i fjorårets rapport, ble en sil satt inn i målerøret for å forebygge tilklogging i flottøren. Imidlertid forsvant ikke problemene helt. Måleren fortsatte å henge seg opp. Da det ble brudd i kabelen ved sensorhodet, ble hele sensoren byttet ut. De samme problemene oppsto med ny sensor høsten 2007. Det er usikkert om dette skyldes at flottøren fysisk blir hengende, eller om det har elektroniske årsaker. Dette må sjekkes ut slik at det kan klarlegges om nevnte måler type kan benyttes i framtiden.

I avvikrapport for 2006 ble det anbefalt service eller bytting av pH-meteret. Instrumentet ble byttet med ett nytt for å tilfredsstille kravet om nøyaktige målinger. pH-målingen har etter dette fungert tilfredsstillende.

Som anbefalt (Høgberget og Håvardstun 2007) ble UPS koblet fra pH-stasjonen. Dette førte til dropp i pH-signal 5 ganger i løpet av året. Dermed startet automatisk dosering som om pH var 5,0. Ved 3 av tilfellene var denne doseringen høyst påkrevet. Ved de andre tilfellene ble det dosert noe vann glass selv om behovet var fraværende. Imidlertid var det kun små mengder vann glass som ble dosert. Tiltaket ansees derfor som funksjonstjenelig og nyttig.

pH-verdiene ved start og stopp av pumpe var første del av året for lave. Imidlertid ble dette rettet ved service, og mot slutten av året ble dosering utløst ved pH-verdier nær opp til det ideelle (pH 5,9).

4. Referanser

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

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

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

Høgberget, R., 2004. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2003. NIVA rapport L. nr. 4904.

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

Høgberget, R. og Håvardstun, J., 2005. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2004. NIVA rapport L. nr. 5050.

Høgberget, R., Skancke L. B. og Håvardstun, J., 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2002. NIVA rapport L. nr. 4697.

Høgberget, R., Håvardstun, J. og Tveiten, L. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2005. NIVA rapport L. nr. 5210.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2006. NIVA rapport L. nr. 5461.

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