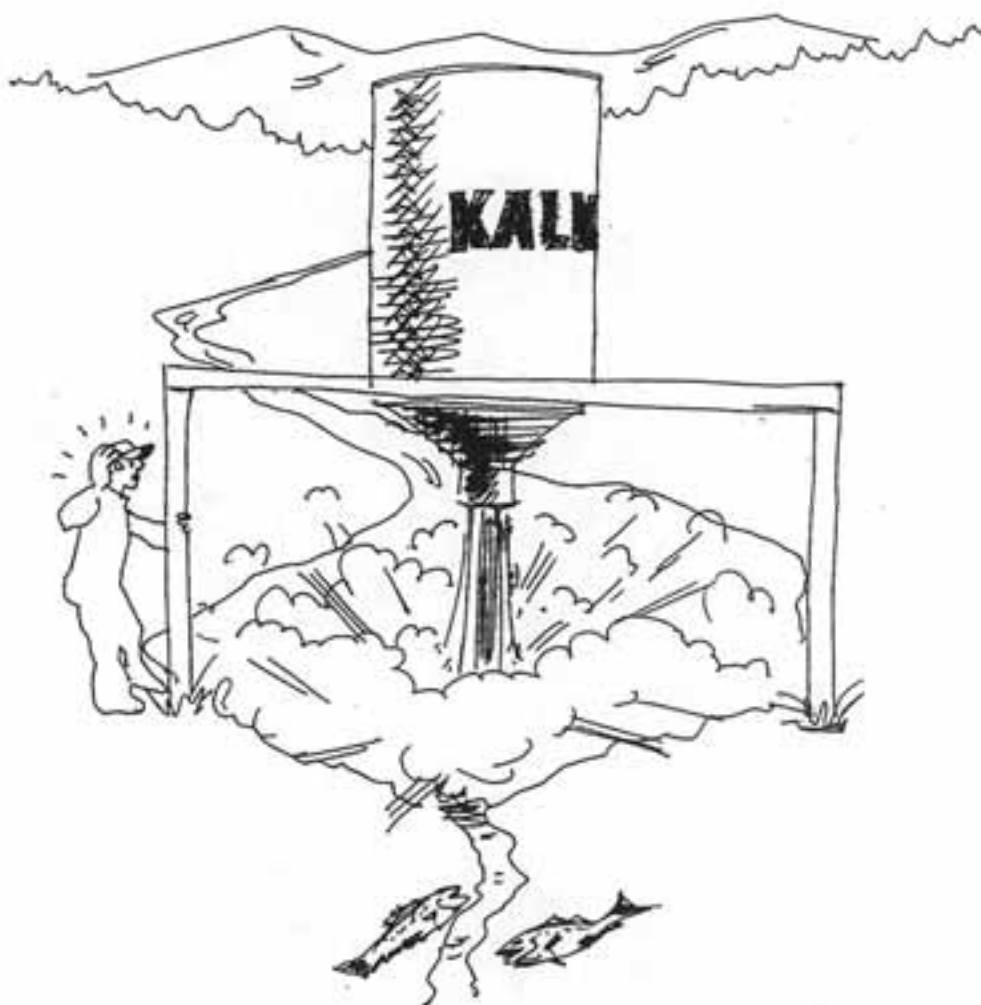




RAPPORT LNR 5049-2005

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina

Avviksrapport for 2003 og 2004



Illustrasjon: Petter Wang

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

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

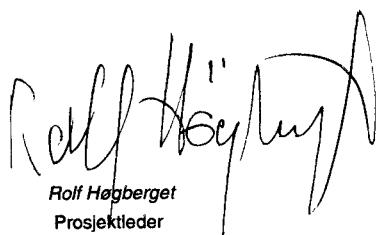
Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina Avviksrapport for 2003 og 2004	Løpenr. (for bestilling) 5049-2005	Dato 13.06.05
	Prosjektnr. Undemr. O-25037	Sider Pris 21
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kvinesdal kommune	Oppdragsreferanse
--	--------------------------

Sammendrag

Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene i Kvina 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. På Lindeland doseringsanlegg var det i lange perioder vanskelig å utføre driftskontroll. Årsakene var manglende data fra sensorene og sviktende telekommunikasjon. Kalkdosene innstilles manuelt for å treffe et fast pH-mål nedstrøms. Denne styringsformen var vanskelig og førte til mange episoder med for surt vann. Det ble utarbeidet en kurve som viser sammenhengen mellom vannhastighet og vannføring til hjelp for operatøren med justeringsarbeidet. På Nyland doseringsanlegg var det en del problemer med manglende gjennomstrømming i målekyvetta for pH. Problemene ble mindre etter etablering av nytt vanninntak på anlegget. Det var mange episoder med for lav pH i lakseførende strekning av elva i forhold til pH-målene. Årsakene var flere. Den vanligste årsak var mangelfull styring av doseringen i forkant og gjennom flomperioder. Doseringsautomatikken fungerte også dårlig i flere situasjoner. Etablering av automatisk tilleggsparameter til justering av dosene bør vurderes.

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


 Øyvind Sørensen
 Ansvarlig

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg

i Kvina

Avviksrapport for 2003 og 2004

Forord

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

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

Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anleggene og introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører og annet personell, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina etablert. En rammeavtale for driftskontrollen ble kontraktsfestet i juni 2001. Denne avtalen innebærer dokumentasjon ved en kortfattet avviksrapport hvert år.

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

Prosjektet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Vest-Agder. Oppdragsgiver er Kvinesdal kommune.

Grimstad, 13.06. 2005

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Driften av anleggene	8
2.1 Lindeland	8
2.2 Nyland	12
3. Tiltak	18
3.1 Lindeland	18
3.2 Nyland	19
4. Referanser	21

Sammendrag

Lindelands kalkdoseringsanlegg var uten driftskontroll en lang periode sommeren 2003 og høsten 2004 på grunn av svikt i vannstand- og veiesignaler. Vannstandsdata mangler i over 2 måneder, og veiedata var ikke tilgjengelig i 1,5 måned. Periodevis har det vært vanskelig å gjennomføre driftskontroll på grunn av svikt i telekommunikasjonen.

Det ble foretatt hyppige forandringer av kalkdosene ved flom for å møte ønsket pH-mål for elvestrekningen. Imidlertid var det ofte problemer med å holde denne pH-verdien. pH var ofte under ønsket pH-mål i deler av flommen. Om sommeren var det generelt høy pH i elva når det var lav vannføring.

Det er utarbeidet en sammenheng mellom vannføring og vannhastighet på strekningen fra Lindeland til Nyland. Bakgrunnen er empiriske data der det var mulig å følge forandringer i kalkdosene fra Lindeland ved hjelp av pH-målingene på Nyland. Sammenhengen er gjengitt som en kurve og kan være et verktøy til å bestemme når eventuelle ekstra doseringstiltak bør settes i verk i forhold til forventete flommer.

Driftskontrolldata mangler fra Nylands kalkdoseringsanlegg de 15 første dagene av 2003. Det var også ofte feil ved nivåsensoren på beholdningstankene. Dette førte til mangelfull mulighet til kontroll av styringssignalet som dose.

Vannstandssignalet står for lavt i forhold til forventede nivåer ved storflom. Instrumentet bør flyttes oppover i inntaksbrønnen og kalibres på nytt.

Det var ofte stopp i vannstrømmen gjennom pH-målingskyvettene, både oppstrøms og nedstrøms Nylandanlegget. Problemet var mindre i 2004 enn i 2003. Årsaken til forbedringen var at det ble etablert bedre vanninntakssystem på anlegget. Dermed ble det jevnere trykk til pH-kyvetta for måling av pH i vann fra elva oppstrøms anlegget.

I lakseførende strekning var det mange perioder med for surt vann i forhold til pH-målene. Vanligste årsak til dette var mangelfull dosering i forbindelse med flommer, men også utilstrekkelig dosejustering i forhold til variasjon i pH nedstrøms anlegget. Det var også tilfeller der det måtte spares på kalk fordi nye forsyninger ikke kunne komme til ønsket tid.

Av tiltakspunktene fra forrige rapport framgår også at doseringsautomatikken bør kunne virke over et større spekter av vannføringer.

Dersom det ikke bygges nytt kalkdoseringsanlegg i Litleåna, bør det vurderes etablering av ekstra signal fra Litleåna til utregning av doser. Dette vil allikevel aldri fungere som en erstatning for et eget doseringsanlegg. Eget doseringsanlegg i Litleåna vil i alle tilfeller være den beste løsningen for kalkingsstrategien i nedre deler av Kvina.

1. Innledning

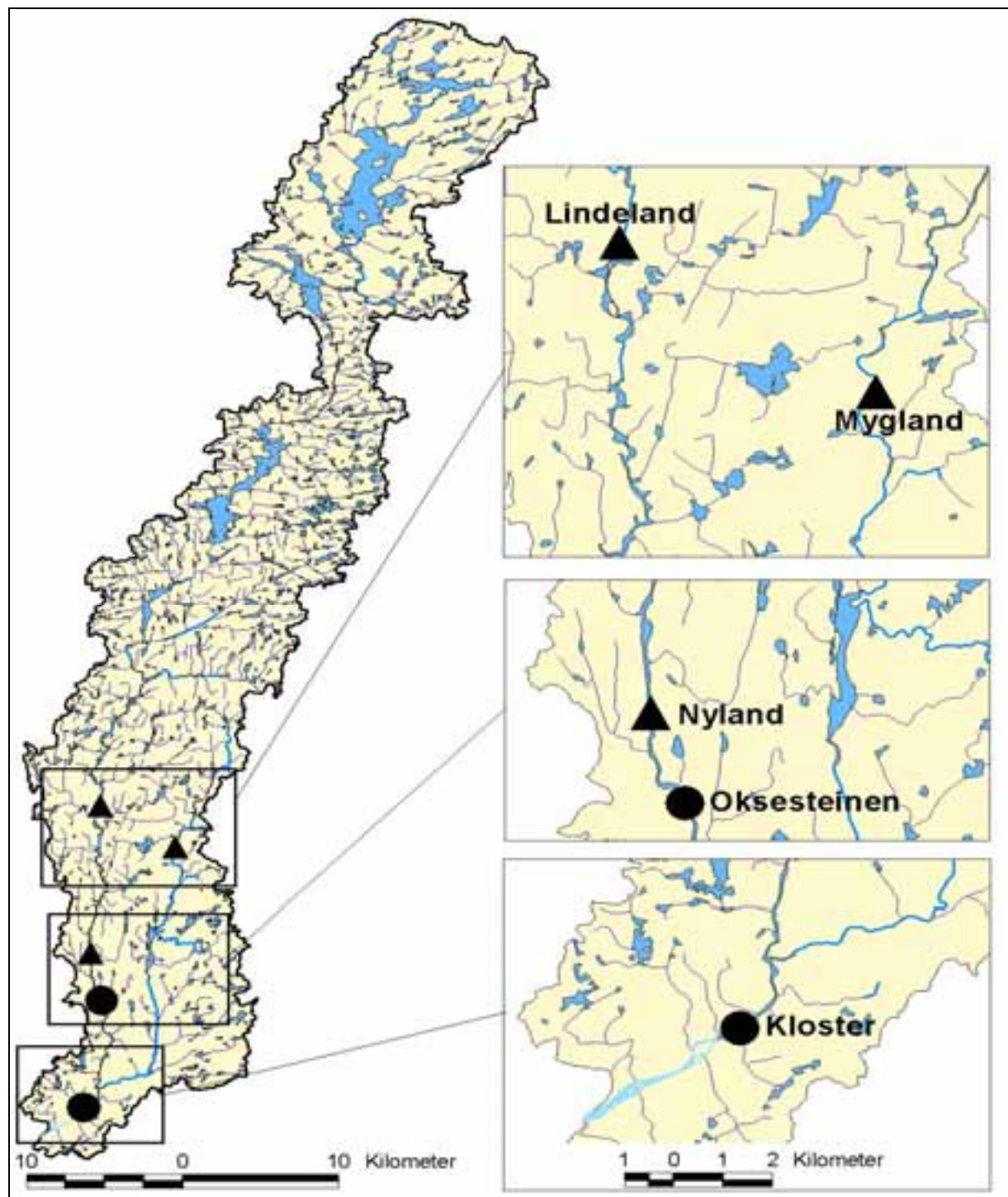
Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996 og 1997 for å avdekke effektiviteten til de enkelte kalkdoseringsanleggene. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets beholdningstank (kalksilo) og vannføringen ved kalkingspunktet. 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.

Det er i hovedsak to driftsformer for kalkdosering i elv; 1. Vannførings-styrte anlegg – og 2. 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 Kvina er det tre kalkdoseringsanlegg: Mygland, Lindeland og Nyland. Mygland og Lindeland er vannføringsstyrte, mens Nyland er et pH-styrte anlegg. Denne rapporten omhandler bare driften på to av anleggene: Lindeland og Nyland. Begge disse er plassert i hovedløpet av Kvina (vestre løp). NIVA har ikke avtale om driftskontroll av Mygland kalkdoseringsanlegg.

Rapporten er den andre avviksrapporten for driften ved de to anleggene. Etter avtale med oppdragsgiver er denne rapporten satt sammen av 2 års data. Den omhandler perioden fra 1. januar 2003 til 1. januar 2005. Den første avviksrapporten omhandler perioden 11. oktober 2001 til 1. januar 2003.

Figur 1 viser nedbørfeltet til Kvina, med plassering av kalkdoseringsanlegg og pH-stasjoner.



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Kvina med utsnitt av tre områder i stor målestokk som viser plasseringen av kalkdoserere (triangler) og pH-målestasjoner (sirkler).

2. Driften av anleggene

2.1 Lindeland

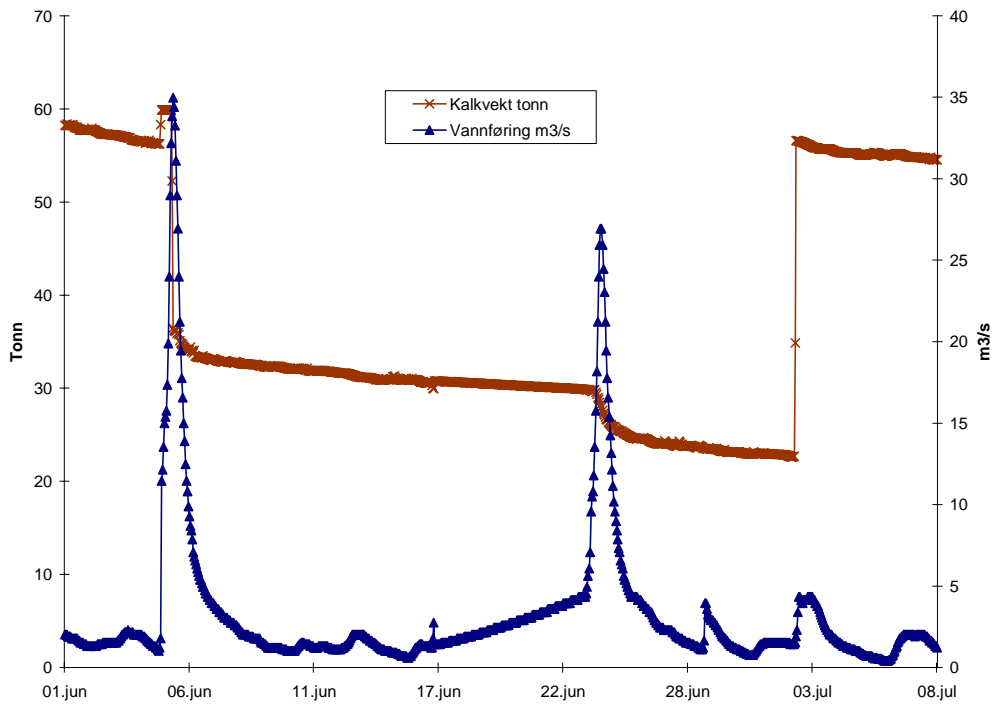
Dette anlegget er et vannføringsstyrt anlegg i vassdragets vestre løp. Anlegget benytter kalksteinsmel. Driften er elektrisk. Det er plassert langt oppe i nedbørfeltet ved Lindeland bru som ligger 34 km fra utløpet av Kvina. Anlegget har vært i drift fra 1995. Da anlegget var det eneste i dette del-nedbørfeltet, var dosen satt til 6 g kalksteinsmel/m³. Den gode vannkvaliteten som følge av kalkingen førte til økning i aurebestanden, og kvaliteten på fisken gikk ned som følge av næringsmangel. Samtidig ble det observert stor sedimentering av kalk i elveleiet. Derfor ble det i mars 2002 besluttet at doseringen skulle reduseres til veiledningsvis 2,5 g/m³. Effekten av tiltaket skal måles ved Nyland kalkdoseringsanlegg 16 km nedstrøms anlegget. pH-målet ble satt til minimum pH 5,5. Det ble antydnet en dose på 1,9 g CaCO₃/m³, men var fra dette tidspunkt underordnet i forhold til pH-målet. Det har ikke kommet nye dose- eller pH-mål etter dette.

Det har vært tre perioder da driftskontroll-loggeren var ute av drift. Første gang var 17. – 23. juni 2003, da laderen på strømforsyningen til driftskontroll-loggeren var defekt. Den 24. september 2003 ble loggeren ødelagt. Denne ble erstattet med en ny logger den 1. oktober. Tredje gangen som loggeren var ute av funksjon var en lang periode fra 30. oktober til 6. desember 2004. Da var strømforsyningen til loggeren i uorden. Det ble ikke prioritert å reparere skaden da veiecellene på anlegget var defekt samtidig. Dette umuliggjorde uansett driftskontroll av anlegget.

Det har periodevis vært vanskelig å gjennomføre den daglige driftskontrollen på grunn av svikt i telekommunikasjonen med loggeren.

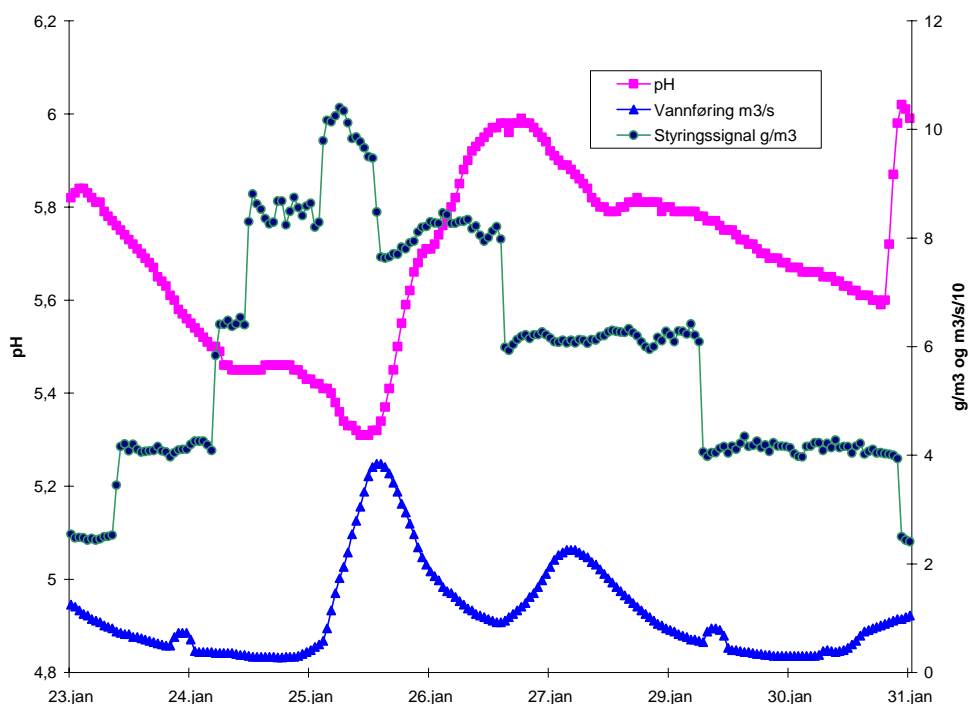
Signalene inn til driftskontroll-loggeren sviktet fem ganger i løpet av rapporteringsperioden. Det var korte svikt i både vekt- og vannstandssignal den 1. mars og 21. mars 2003 og 6. oktober 2004. En lang periode med ufullstendige signaler oppsto 17. juli 2003 og varte til en gang like før månedsskiftet september-oktober, tidspunktet da alt var normalt igjen er ukjent på grunn av defekt logger. I hele denne perioden var det manglende signal fra vannstandsloggeren, veiecellene var også defekte fra 17. til 24. juli 2003. Den 21. oktober 2004 mistet vi signalene fra veiecellene. Nytt veieutstyr ble montert 7. desember 2004.

Merkelige veiedata oppsto en gang den 5. juni 2003. Da avtok kalkvekten i et slikt tempo at det ikke kunne være reelt. Dette synes godt på **Figur 2**. Vi har ingen fornuftig forklaring på hva som kan ha hendt.



Figur 2. Kalkvekt og vannføring på Lindeland kalkdoseringsanlegg sommeren 2003. Figuren viser et plutselig avtak i kalkvekten under en flom den 5. juni. Avtaket er så voldsomt (24 tonn), at det sannsynligvis ikke er reelt. pH-data lenger nede i vassdraget underbygger også dette.

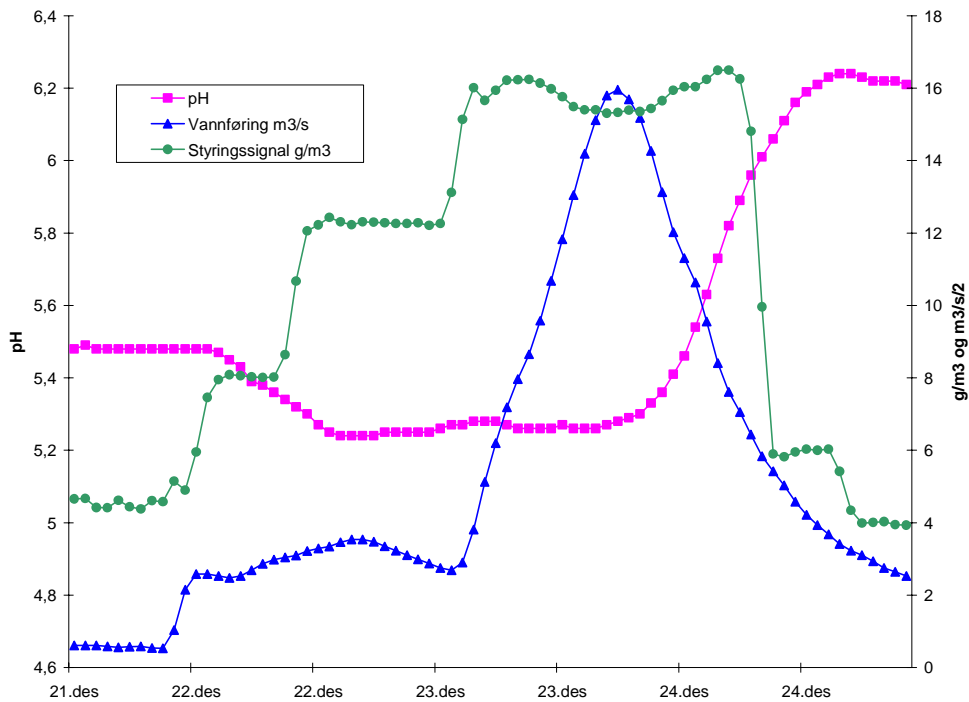
Kalkdosene fra anlegget varierte fra 1 til 16 g/m³. Vanlig dose ved lave og stabile vannføringer var ca 2 g/m³. Dosen ble manuelt manipulert etter pH-effekt ved Nyland oppstrøms doseringspunktet ved kalkdoseringsanlegget. Ved flom og forventet reduksjon i pH, ble dosen gradvis øket. Vanligvis var den største dosen gjennom flomutviklinger rundt 6 g/m³. Eksempel på justering av dosen ved flom er gitt i **Figur 3**. Til tross for disse tiltakene var det en del tilfeller av pH-reduksjon til under målet på pH 5,5 i elvestrekningen mellom Lindeland og Nyland. I alt var det 14 tilfeller der pH var lavere enn målet i over en arbeidsdag (8 timer), (se **Tabell 1**). Under ekstreme forandringer i vannføringssituasjonen ble det spesielt store avvik i forhold til pH-målet. **Figur 4** viser en situasjon der det måtte være spesielt vanskelig å justere dosen for å oppnå ønsket pH. På det meste ble det da dosert 16 g/m³. Resultatet ble til slutt at vassdraget fikk tilført for mye kalk, og pH økte til 6,25. **Figur 5** viser også hvordan de samme problemene oppsto i forbindelse med stor flom. Figuren viser også hvordan operatøren har forsøkt å unngå økende pH i etterslepet av flomtoppen og hvordan pH ble forsøkt holdt så nær 5,5 som mulig i tiden etter flommen.



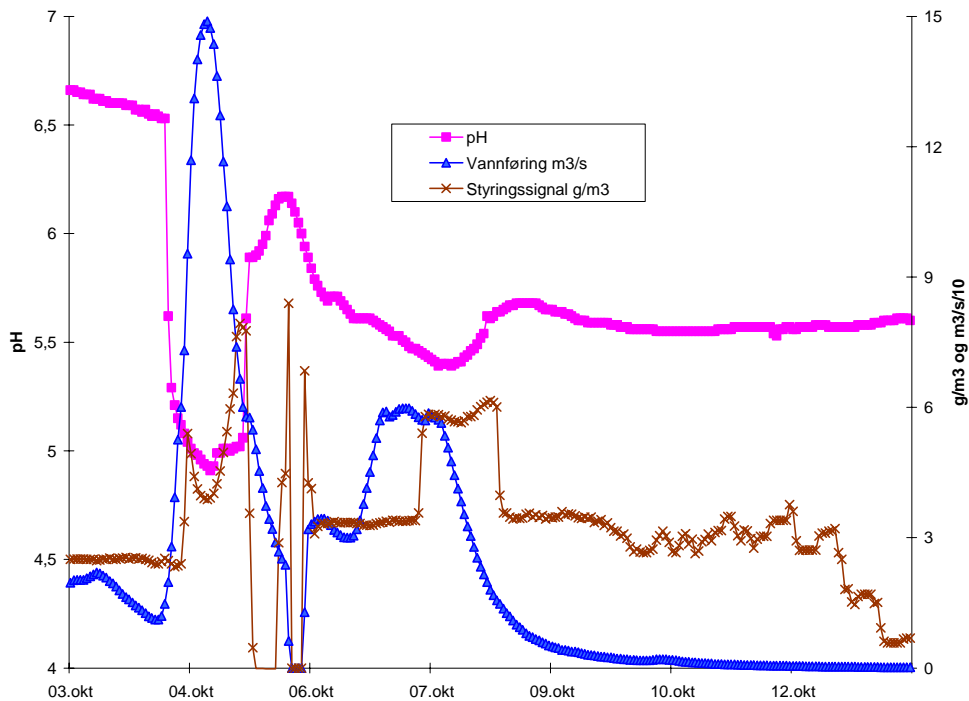
Figur 3. Styringssignal som dose og vannføring på Lindeland kalkdoseringsanlegg sammen med pH på Nyland i januar 2003. Figuren viser hvordan dosen er blitt forandret i alt 8 ganger gjennom en flomperiode. Justeringen er fjernstyrt, men må foretas manuelt. Effekten av justeringene sees på pH-kurven fra Nyland 16 km nedstrøms anlegget. Forhåndsdoseringen den 23. januar ble for lav til å møte behovet som oppsto 25. januar.

Tabell 1. Tabell over tiden pH var under målet, og laveste pH ved Nyland 16 km nedstrøms Lindeland kalkdoseringsanlegg.

Dato	Tid timer	Laveste pH	Arsak til episode
19.01.2003	51	5,3	For lav dosering
24.01.2003	43	5,3	For lav dosering
10.03.2003	25	5,3	For lav dosering
31.08.2004	60	5,3	For lav dosering
13.09.2004	15	5,3	For lav dosering
04.10.2004	24	4,9	For lav dosering
07.10.2004	22	5,4	For lav dosering
22.10.2004	42	5,1	Ingen forklaring
24.10.2004	57	5,2	Ingen forklaring
03.11.2004	?	5,4	Ingen forklaring
06.12.2004	60	5,1	For lav dosering
14.12.2004	19	5,3	Tom for kalk
22.12.2004	44	5,2	For lav dosering
28.12.2004	61	5,2	For lav dosering



Figur 4. Styringssignal som dose og vannføring på Lindeland kalkdoseringsanlegg sammen med pH på Nyland i desember 2004. Figuren viser vanskeligheter med justering av dosen i forhold til ønsket pH. Behovet var større enn dosert i begynnelsen, og mindre enn dosert mot slutten av flommen.



Figur 5. Styringssignal som dose og vannføring på Lindeland kalkdoseringsanlegg sammen med pH på Nyland i oktober 2004. Figuren viser utviklingen gjennom en stor flom. Økningen av dosen startet sent, men det ble god effekt av doseringen. Doseringen stoppet helt opp ved to anledninger i etterkant av flommen. pH ble derfor raskt redusert, og det ble lettere å justere inn pH til ønskede verdier.

2.2 Nyland

Nylandanlegget er et pH-styrt anlegg. Anlegget er plassert ca 16 km fra utløpet av Kvina i elvas vestre løp. Det skal justere pH i forhold til de krav som settes for produksjon av anadrom laksefisk i elvas nedre områder fra Trælandsfoss til utløpet ved Kloster. Disse målene er satt til pH 6,0 i tiden fra 1. juni til 15. februar, pH 6,2 fra 15. februar til 1. april og pH 6,4 fra 1. april til 1. juni. pH-målene skal holdes i hele den anadrome sonen. Måloppnåelsen kontrolleres ved Kloster der det er plassert en automatisk pH-overvåkingsstasjon.

Anlegget benytter "Biokalk" fra Hustadmarmor AS. Dette er en type kalkslurry med tørrstoffinnhold på 75 %, av dette er 95 % CaCO_3 og 2 % MgCO_3 . Produktet gjøres flytende ved bruk av dispergeringsmiddel. Egenvekt er 1,9 kg/l. Anlegget er forsynt med to stk 30 m³ tanker. Det er installert omrørere slik at ikke slurryen skal sedimentere. pH-styringen foretas ved bruk av signaler fra pH-metere både oppstrøms- og nedstrøms anlegget. En forhåndsdose blir fastsatt på grunnlag av vannføring og pH oppstrøms anlegget. Denne verdien blir justert med pH-verdier fra Oksestein bru, som ligger ca 1 km nedstrøms anlegget.

Det mangler driftskontroll-logg fra 1. til 5. januar 2003 fordi loggeren hadde stoppet. Videre mangler data fra 10. januar til 15. januar fordi loggeren var satt opp feil. Feilen ble oppdaget sent fordi det samtidig også var feil på telelinjen slik at den daglige overføringen uteble. Videre mangler 9 timer med data den 1. januar 2004 på grunn av sikringsbrudd.

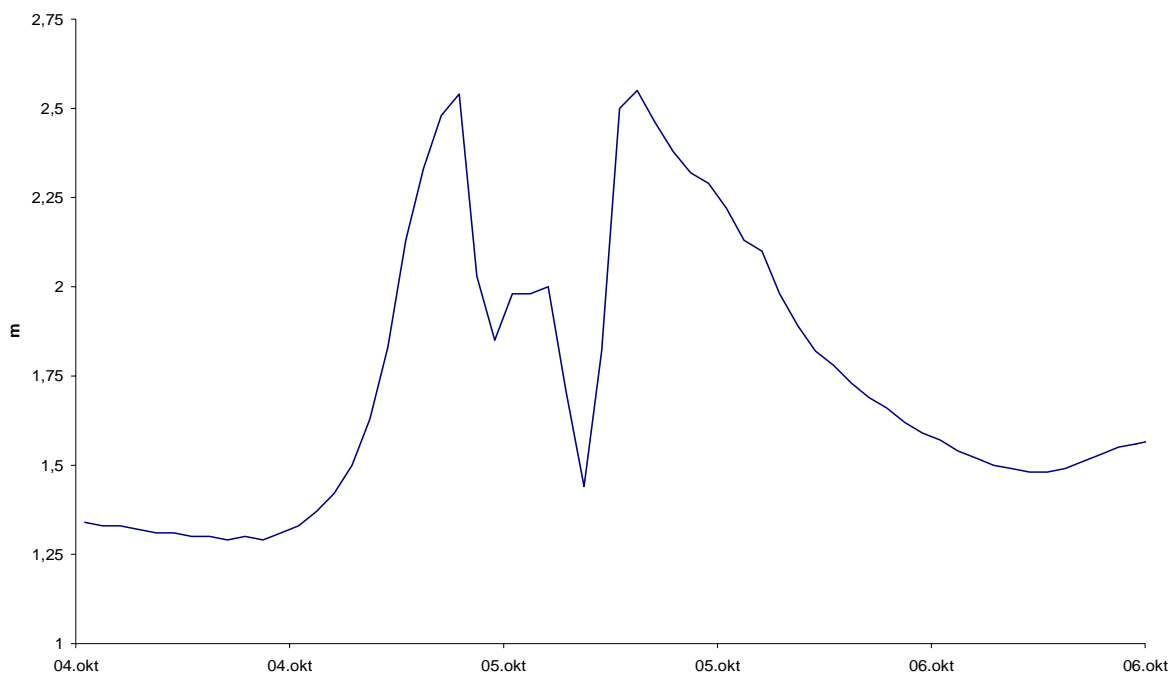
Det var feil på signalene inn til driftskontroll-loggeren ved flere anledninger. Sensorer for de to tankvolumene ga feil verdier en rekke ganger. Til sammen var det 44 dager uten korrekte volumavlesinger (**Tabell 2**). Dosene fra anlegget lot seg da ikke kontrollere. Tankvolum registreres ved hjelp av ultralyd-målere. Årsaken til feilavlesinger var ofte kalkavleiringer på sensorhodene.

Det ble ikke registrert svikt i doseringssignalet for lengre perioder enn en arbeidsdag (8 timer).

Vannstandssignalet hadde 9 timer svikt i forbindelse med at vannstanden gikk over maksimal høyde for detektering fra vannstandssensoren ved flom. Vannstanden var da faretruende nær det nivået som gir vannskader på instrumentet (**Figur 6**).

Tabell 2. Tabellen viser datoene det var svikt i signaler for beregning av tankvolumer ved Nyland kalkdoseringsanlegg, og hvor mange dager som det mangler data.

Dato	Dager uten realistiske volumtall	
	Tank 6	Tank 7
02.03.2003	2,80	
21.04.2003	1,90	
24.04.2003	2,50	
25.05.2003	1,20	
31.05.2003	2,10	
14.10.2003		16,7
30.10.2003	5,00	
01.02.2004	4,30	
16.05.2004		2,4
01.06.2004		1,2
29.06.2004		1,0
27.09.2004		1,2
06.10.2004	1,00	



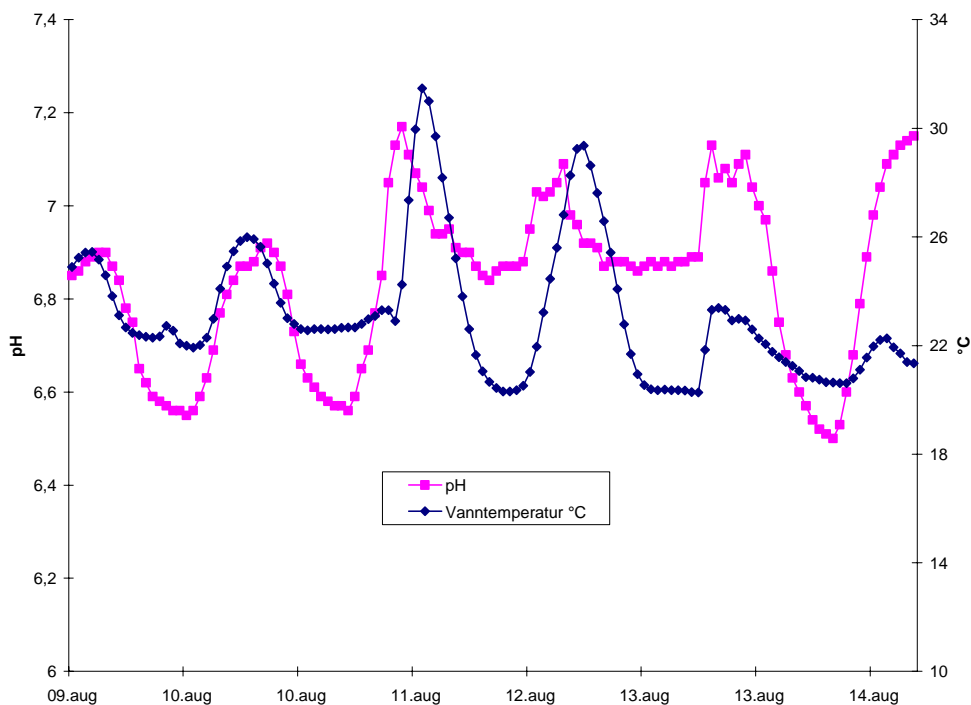
Figur 6. Vannstanden ved Nyland kalkdoseringsanlegg i oktober 2004. Figuren viser en situasjon der vannstanden gikk over den maksimale målegrensen. Det var da under 25 cm igjen til at det kunne oppstå vannskader på instrumentet. Av den bratte vannstandsutviklingen på kan man også forstå at den maksimalt har vært langt over øvre registrerte punkt på 2,54 m (216 m³/s).

Svikt i pH-målingene oppsto en gang på hver av målestasjonene. Fra 28. desember 2003 uteble pH-data på stasjonen nedstrøms doseringsanlegget i 9,5 dager. Fra 15. juni uteble pH-målingene oppstrøms anlegget i 1,2 dager.

Det var svikt i gjennomstrømming av vann til pH-måling oppstrøms anlegget i 8 lange perioder. Tilsvarende var det 6 perioder uten vanngjennomstrømming ved pH-måleren nedstrøms anlegget (**Tabell 3**). Til sammen var anlegget uten troverdige pH-målinger i 76 dager på grunn av målinger i stillestående vann. En del av tilfellene skyldes at det var problemer med pumping av vann til målekyvetta på doseringsanlegget (pH oppstrøms anlegget) ved for lav vannføring i elva. Det var også pumpevikt ved pH-stasjonen på Oksestein bru (pH nedstrøms anlegget) i 2,5 dager fra 11. august 2003. Ny pumpe ble montert og satt i drift uten at det er mulig å se på temperaturdataene når dette skjedde. Årsaken var at vanntemperatur og lufttemperatur på stasjonen var nokså lik (20-23 °C). Imidlertid avslører temperaturdataene av det har vært stillstand i over to dager, (se **Figur 7**). En lengre periode fra 11. november 2003 uten gjennomstrømming i målekyvetta oppstrøms anlegget skyldes ombygging av vanntilførselen fra elva til doseringsanlegget. Vann til pH-målinger var en del av dette systemet. Målingen kom i gang igjen på normalt vis fra 4. desember 2003.

Tabell 3. Tabellen viser datoer og varighet av tilstander uten vanngjennomstrømming i målekyvettene for pH-måling. Målingene var da ikke troverdige på Nyland kalkdoseringsanlegg. (*= delvis uten gjennomstrømming i så lang tid at riktig pH ikke er lesbar)

Dato	Timer uten gjennomstrømming i målekyvetta	
	pH oppstrøms doserer	pH nedstrøms doserer
14.02.2003		9
14.02.2003		12
23.02.2003		220*
09.05.2003	72	
24.05.2003	23	
25.05.2003		10
30.10.2003	105	
04.11.2003	48	
13.11.2003	90	
27.12.2003	50	22
04.10.2004	25	
16.09.2004	1100	
07.12.2004		260

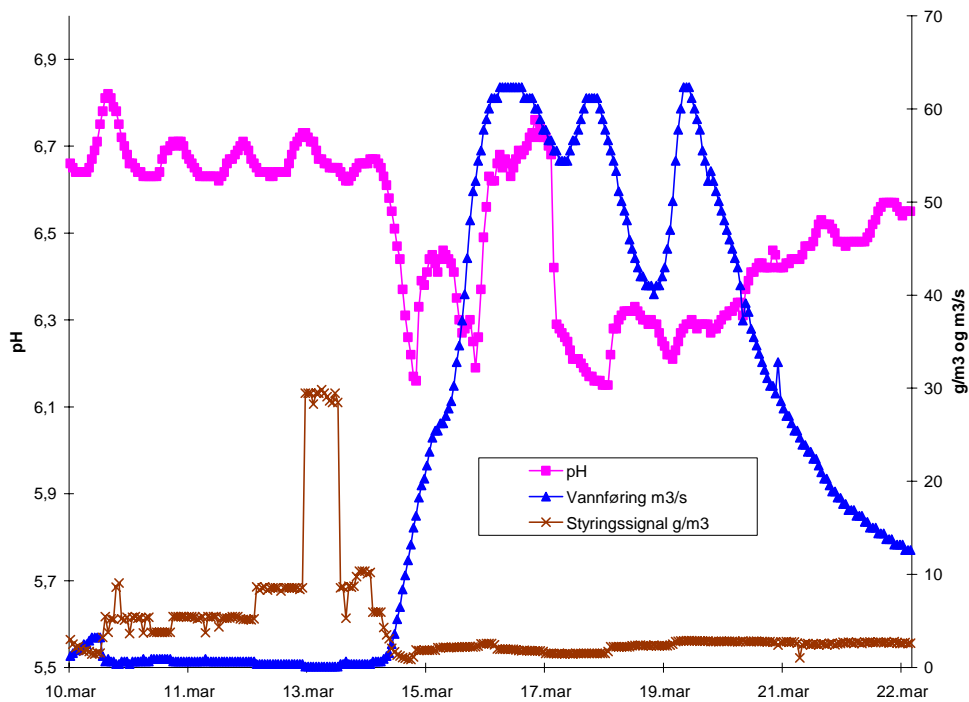


Figur 7. Vanntemperatur og pH på pH-målestasjonen nedstrøms Nyland kalkdoseringsanlegg (Oksestein bru) i august 2003. Figuren viser en tilstand da det var stillstand i målekyvetta på grunn av pumpevikt. Vanligvis vil da temperaturen vise stor forskjell fra en normal driftstilstand. I dette tilfellet er det vanskeligere å se, men temperaturen var svært høy som følge av høy temperatur i målebua på dagtid. Temperaturen var over 31 °C.

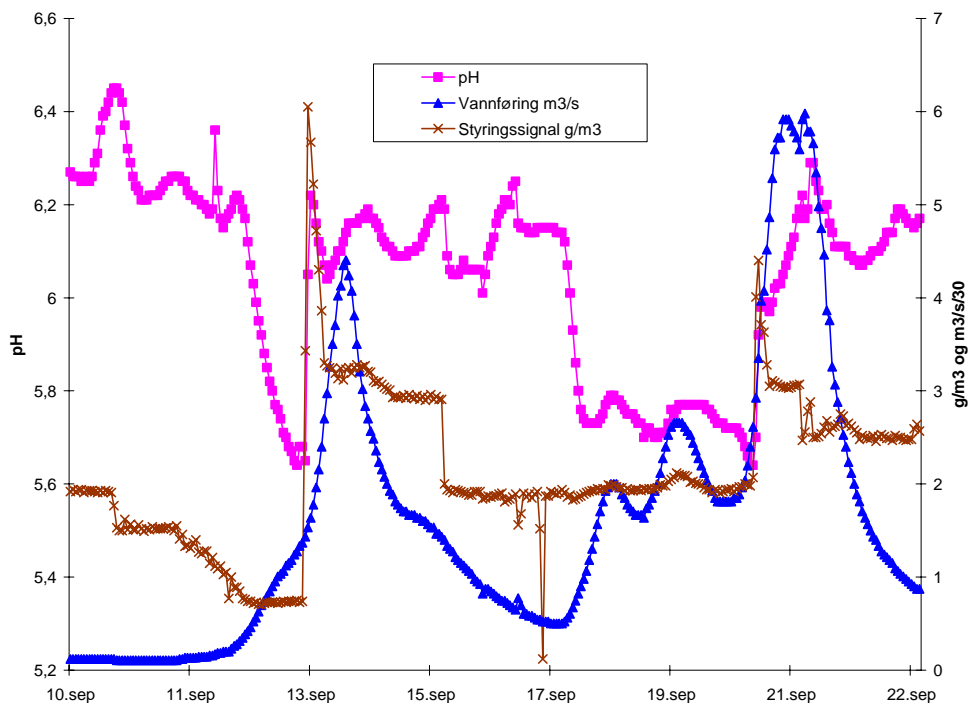
pH-målet for lakseførende strekning varierer med årstiden, og er som følger: 1. juni-14. februar: pH 6,0, 15. februar-31. mars: pH 6,2, 1. april-31. mai: pH 6,4. Det er mulig å kontrollere pH mot disse målene på Oksestein bru, der pH-stasjonen nedstrøms anlegget er lokalisert, og ved den automatiske pH-overvåkingsstasjonen på Kloster (munningsområdet av elva). I rapporteringsperioden var det mange overskridelser. Totalt var det 113 døgn der vannet i elva ikke tilfredsstilte pH-målene. Datoer og varighet er listet i **Tabell 4**. Vanligste årsak til disse tilstandene var forsuring i forbindelse med begynnende flommer. pH sank da under målnivå 17 ganger som følge av manglende kalkinnhold i elva. Anlegget stoppet også 15 timer den 20. februar 2003 da motorvern bryteren slo ut ved lav dosering. Ekstra belastning oppstår på anlegget når lavgrensen for automatisk dosering overskrides (10 liter pr. time). Det ble iverksatt redusert dosering fra anlegget en tid fra 22. april 2003 for å spare på kalkslurry. Årsaken var manglene forsyninger av kalk. Leverandøren kunne ikke skaffe tilstrekkelig kalkslurry fordi lageret på Forus var tomt. Forholdet førte til flere kortvarige tilstander der pH ble for lav i elva. Det ble også observert tilstander der pH ikke økte utover i flommen etter en sur tilstand. Dette tyder på at pH-styringen ikke var slik den burde være. Et eksempel i **Figur 8** viser hvordan dosekravet ikke fulgte pH-utviklingen nedstrøms anlegget. Det var heller ingen reaksjon på det som kan ha vært forsøk på forhåndsdosering for å øke bufferkapasiteten i forbindelse med forventet flom. **Figur 9** viser også to episoder da automatikken overhodet ikke tok hensyn til reduksjon i pH. Sannsynligvis ble anlegget styrt manuelt. Ved flere anledninger mot slutten av år 2004 oppsto tilsvarende situasjoner der økningen av kalkdosen kom alt for sent i forsuringsutviklingen. Dette førte til gjentatte overskridelser av pH-målet. pH var gjennomgående veldig høy om sommeren nedstrøms anlegget. Dette er forhold som tidligere er omtalt (Høgberget og Håvardstun 2003). Årsaken er økt mobilisering av kalk i elvesedimentene ved høye temperaturer (Høgberget 2002). Lav vannføring øker konsentrasjonen. Disse tilstandene oppstår gjerne om sommeren.

Tabell 4. Tabell som viser datoer og varighet på episoder med for lav pH i forhold til pH-målene for lakseførende strekning av Kvina. (*=overskridelser bare om natta)

Dato	Lavest pH	Antall dager med for lav pH	
		Oksestein bru	Kloster
15.02.2003	6,0		10
20.02.2003	6,1	0,4	
25.02.2003	6,0		4,6
03.03.2003	6,0		7,6
10.03.2003	6,0	1	
15.03.2003	6,0		33
01.04.2003	6,3	4,9*	
08.04.2003	6,1	1,3	
16.04.2003	6,3	0,8	
22.04.2003	6,1	1,2	
24.04.2003	6,1		0,9
29.04.2003	6,3		0,6
04.05.2003	6,3		1,7
08.05.2003	6,3		0,8
09.05.2003	6,3		0,5
11.05.2003	6,3		0,5
15.05.2003	6,3	0,5	
17.05.2003	6,3		1,5
23.05.2003	6,1	0,8	0,8
26.05.2003	6,1	0,7	
27.05.2003	6,2		3
05.06.2003	5,6	0,7	
28.10.2003	5,9		1,4
21.12.2003	5,9		2,9
13.02.2004	5,9		0,5
15.02.2004	6,1		1,2
23.02.2004	6,1		0,9
04.04.2004	6,2	0,8	
09.04.2004	6,3		6
16.04.2004	6,0		7,1
25.04.2004	6,3		0,8
12.09.2004	5,7	0,8	
17.09.2004	5,7	3	
02.10.2004	5,7	2,5	
22.10.2004	5,9	0,8	
04.11.2004	5,7	0,8	
12.11.2004	5,9	0,5	
26.11.2004	5,9	1,1	
14.12.2004	5,7	0,7	
22.12.2004	5,9	0,5	
24.12.2004	5,5		7
28.12.2004	5,9	1	



Figur 8. pH nedstrøms Nyland kalkdoseringsanlegg, vannføring og styringssignal som dose på anlegget i mars 2004. Figuren viser hvordan styringssignalet ikke ble tilpasset forandring i doseringsbehov ved pH-variasjon.

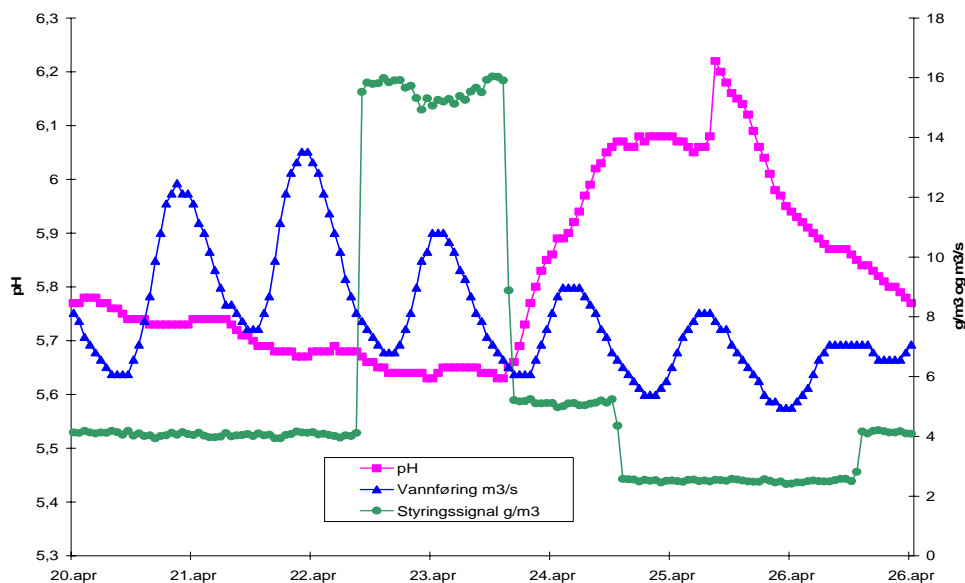


Figur 9. pH nedstrøms Nyland kalkdoseringsanlegg, vannføring og styringssignal som dose på anlegget i september 2004. Figuren viser hvor dårlig samstemt styringssignalet var med pH-effekten nedstrøms anlegget. pH ble redusert til ca 5,7 den 17. september uten at det kom noen reaksjon fra styringsautomatikken.

3. Tiltak

3.1 Lindeland

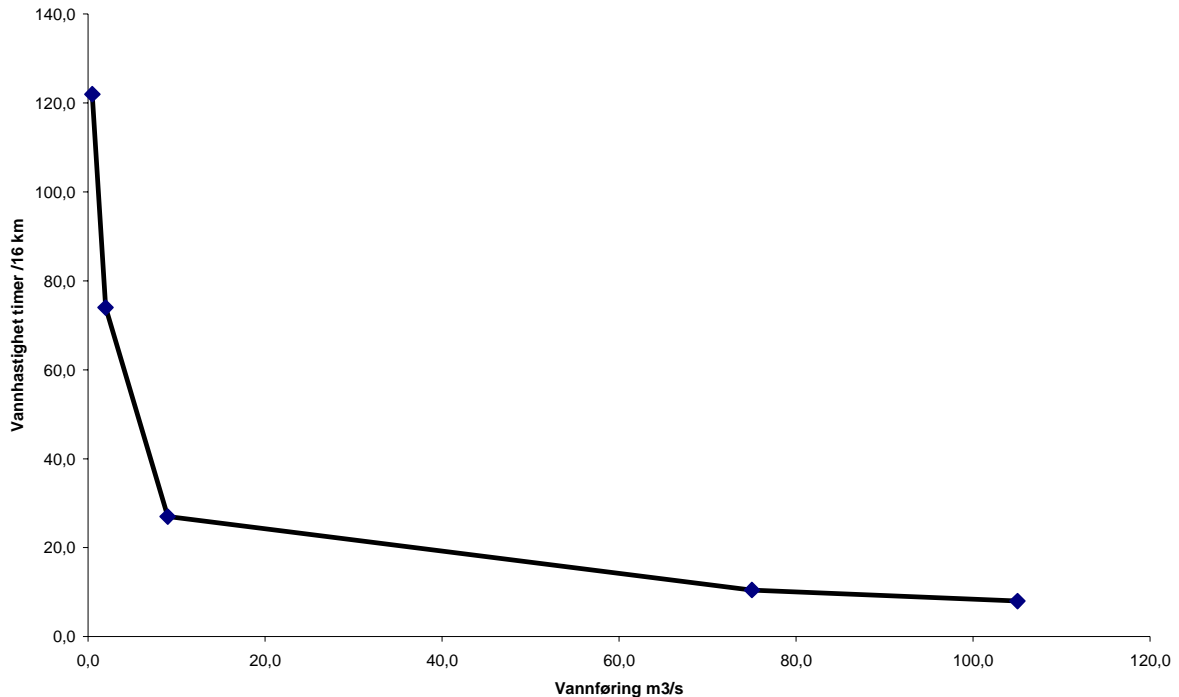
Elva har generelt høy pH i sommerhalvåret. Nivået er ofte rundt pH 6,5 i juni, juli, august og deler av september. Når den første høststormen gir flom i elva, skyller den med seg kalk som gjennom sommerhalvåret har ligget som sedimenter i elva og lekket litt slik at høye pH-verdier opprettholdes. Fra dette tidspunktet er det vanskelig å justere surhetsnivået i elva. Situasjonen er den samme i denne rapporteringsperioden som tidligere. Problemer med å oppnå ønsket pH ved manuell justering av kalkdosene skyldes usikkerheter omkring forventet flomstyrke og reaksjonstider ved doseforandringer. Dette er tidligere omtalt i avviksrapport for 2002 (Høgberget og Håvardstun 2003). For bedre å kunne justere dosene til rett tid er det viktig å kjenne reaksjonstiden fra dosen er tilsatt ved Lindeland til pH-reaksjonen ved Nyland. Ved å benytte tilfeldige episoder med plutselige brudd eller ekstrem økning av dosene fra Lindelandanlegget, er det mulig å spore kalken som en "tracer" ved hjelp av pH. Vannhastigheten klokkes da ved pH-måleren på Nyland, som vil gi utslag ved forandring i kalkinnhold. Gunstige situasjoner i 2002 ga oss to punkter i utviklingen av en vannføring-/vannhastighetskurve. I denne perioden førte unødig og plutselig høy dosering den 22. april 2003 til reaksjon på pH-meteret 27 timer etter hendelsen (**Figur 10**). Vannføringen var da 9 m³/s. Et annet tilfelle den 9. april 2003 der doseringen ble stoppet ved lav vannføring, ga svak reduksjon på pH-kurven 120 timer etter justeringen. Tilsvarende situasjon oppsto den 9. desember 2003. Da var gjennomsnittlig vannføring ca 2 m³/s. Tiden til reaksjon på pH ved Nyland var 74 timer. Begge de siste observasjonene er noe usikre på grunn av generelt labil pH i elva ved lav vannføring. Årsaken til dette er den samme som omtalt først i dette kapitlet. Sammenhengen mellom vannføring og tiden som vannet bruker mellom Lindeland og Nyland er gjengitt i **Tabell 5** og **Figur 11**. Denne figuren kan nyttes til å beregne forhåndsdosering ved justering av dosene fra Lindeland slik at det ikke oppstår unødig pH-reduksjon i elva.



Figur 10. Styringssignal som dose og vannføring på Lindeland kalkdoseringsanlegg sammen med pH på Nyland i april 2003. Figuren viser økende pH ved Nyland 27 timer etter økning i kalkdosen fra Lindelandanlegget. Vannføringen varierte rundt 9 m³/s.

Tabell 5. Observert sammenheng mellom vannføring i elva ved Lindeland og tiden vannet bruker til Nyland 16 km nedstrøms doseringsanlegget på Lindeland.

Vannføring m ³ /s	Tid til pH-reaksjon ved Nyland, timer
105,0	8,0
75,0	10,5
9,0	27,0
2,0	74,0
0,5	122,0



Figur 11. Forholdet mellom vannhastighet og vannføring på elvestrekningen Lindeland-Nyland. Figuren viser at tiden som vannet bruker på denne strekningen minker betraktelig ved økende vannføring. Grunnlaget for figuren er **Tabell 5**.

3.2 Nyland

Det er foretatt forbedringer på pH-stasjonen ved Oksestein bru slik at faren for flomskader på stasjonen er redusert. Svakheter ved manglende innfesting av isotermslange mellom vannpumpe og målebu som ble påpekt i forrige avviksrapport (Høgberget og Håvardstun 2003), er utbedret ved montering av fjellbolter til innfesting av slangen.

Tiltakslisten fra forrige rapport var som følger:

1. Operatørene overtar ansvaret for den daglige driften av automatisk pH-overvåkingsstasjon på Kloster.
2. Bedring av transportkapasiteten for kalklevering (gjelder Lindeland).
3. Automatisering av doseringen også ved lave vannføringer på Nyland.
4. Bedre sikring av vanntilførsel til pH-måling oppstrøms Nyland.
5. Automatisk pH-styring på Lindeland.

6. Oppgradering av vannføringsmålinger slik at også stor vannføring kan måles ved Nyland.
7. Dokumentasjon av leveringsmengde ved kalkleveranser til Nyland.

Det første punktet i listen er fortsatt ikke utført pr 1. januar 2005. Dette er et viktig punkt, fordi det sørger for at operatøren på anleggene får "fingerspissfølelse" med pH-nivået i elva. Han vil få full oversikt over den til enhver tid gjeldende utvikling.

Det er ikke gjort tiltak for å bedre logistikken ved kalkleveringer. Tankbiler med kalkslurry har, ved enkelte tilfeller, måttet kjøre direkte fra Hustadmarmor AS på Møre isteden for fra Forus i Rogaland. Usikkerheter med leveransetidspunkter blir i slike tilfeller stor.

Doseringsautomatikken på Nyland er den samme nå, som i 2002. Det bør være mulig å utvide spennet på denne slik at det kan doseres automatisk på de vanligst forekomne vannføringer.

Pumpesystem for vann til pH-måling fra elva oppstrøms anlegget ble forbedret høsten 2003. Problemene med stans i målekyvetta ble da vesentlig redusert. I følge operatøren er det nå ingen spesielle problemer med vedlikeholdet på denne pH-stasjonen.

Automatisk pH-styring på Lindeland vil lette arbeidet for servicepersonell fra Mikatek betraktelig. Imidlertid er det ikke tatt skritt for å komme videre med denne saken.

Vannstandsmålingene ved Nyland er fortsatt slik de var i 2002. Imidlertid er det bygd på en 60 cm ring på inntaksbrønnen, slik at det er mulig å heve ultralyd-instrumentet til et nivå der det både står tryggere og måler bedre på de store vannføringene. Dagens maksimalt målbare vannføring er 216 m³/s.

Dokumentasjon på kalkleveranser er innført som en rutine. Veiesedler leveres nå ved hver kalkleveranse.

Utviklingen som synes på flere kurver gjengitt i denne rapporten viser en mangelfull automatisk doseringsreaksjon ved "pH-dropp" under flom. Dette er forhold som burde rettes. Forsøk viser at bare 12 timer med pH 5,5 er tilstrekkelig til å ta knekken på en hel bestand av utvandrende smolt (Frode Kroglund pers.med). Dette betyr at det til tider er svært viktig å unngå selv kortvarige episoder. Det er mulig man bør vurdere et automatisk tilleggsignal for ekstra dosering i forbindelse med flom. I Tovdalselva finnes et slikt vannstandssignal fra en sidebekk i nedbørfeltet nedstrøms dosereren. I Kvina kan man tenke seg et tilsvarende signal fra Litleåna. Imidlertid viser pH-data fra Litleåna at surheten varierer en del i elva. Signalet vil derfor ikke være fullkomment før pH også måles. Da blir systemet mer komplisert. Tiltaket vil uansett ikke være så godt som et eget doseringsanlegg i nedre deler av Litleåna (oppstrøms oppvandringshinder.) Da vil innblandingsproblematikken ved Liknesområdet også forsvinne.

4. Referanser

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

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

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina. Avviksrapport år 2002. NIVA Rapport L. nr. 4668.