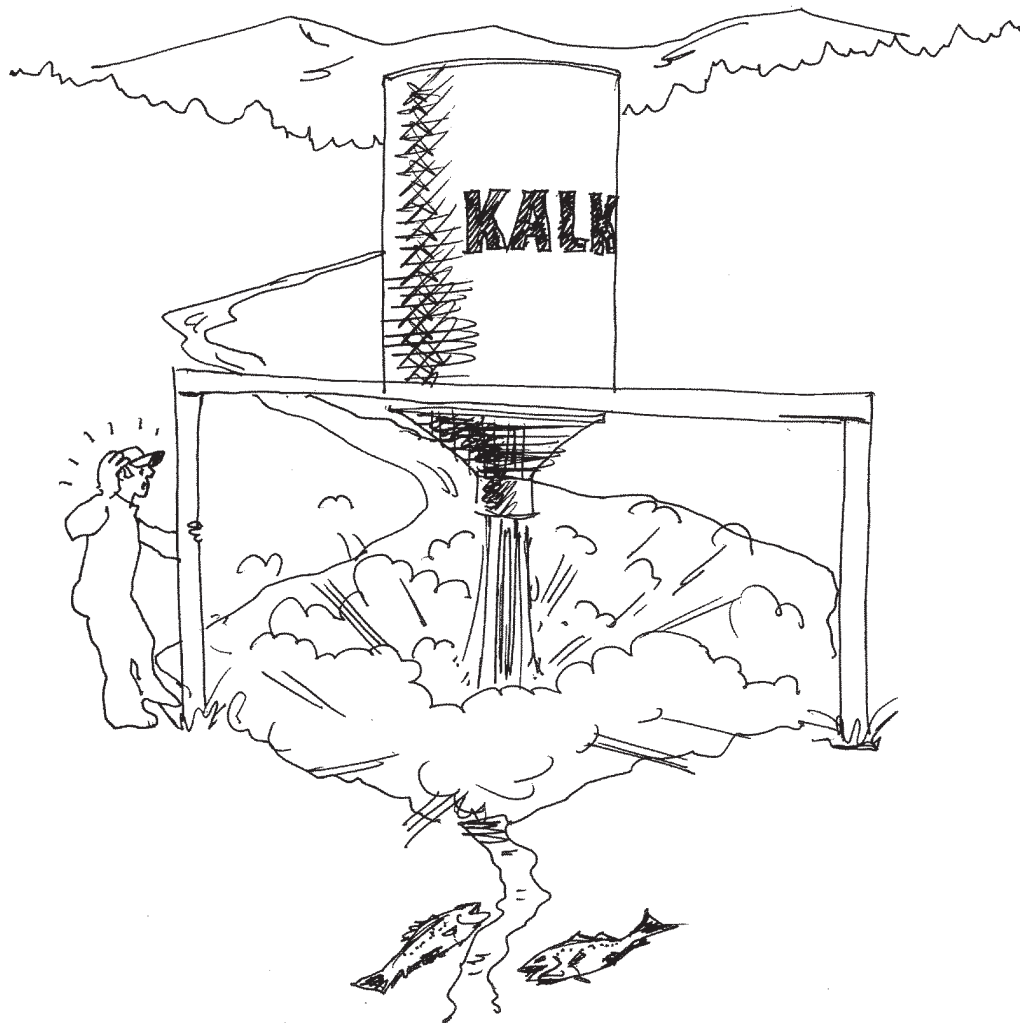


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget År 2022



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget År 2022	Løpenummer 7877-2023	Dato 26.06. 2023
Forfatter(e) Rolf Høgberget Jarle Håvardstun Liv Bente Skancke	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 22

Oppdragsgiver(e) Froland Kommune	Kontaktperson hos oppdragsgiver Terje Flaten
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17132

<p>Sammenheng</p> <p>Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget gjennomføres for å avdekke effektiviteten til anleggene. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2022) for Bøylefoss- og Gauperå-anleggene, og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi.</p> <p>Redusert kalkbehov medførte at Bøylefoss-anlegget ikke doserte i 4 måneder. Totalt kalkforbruk gjennom året var bare 60 % av forbruket i 2021, som igjen var 66 % av forbruket i 2020. For bedre informasjon omkring pH og temperaturutvikling bør det etableres logging av vanntemperaturene både oppstrøms og nedstrøms Bøylefoss-anlegget. Doseringseffektiviteten vurderes som god.</p> <p>Driftslogg fra Gauperå-anlegget mangler i tiden før 10. mars 2022. Både pH oppstrøms og nedstrøms anlegget viste periodevis feil, og vannføringsmålingene bør kalibreres bedre mot vannstanden. Doseringen kom ofte for sent i gang ved behov, og det foreslås tiltak for bedring av responstiden. Ved flere tilfeller ble det overdosert kalk i forbindelse med flom. Det oppsto en del tilfeller med for lav pH i forhold til målet. Doseringseffektiviteten vurderes som mindre god.</p> <p>MikaCom-systemet har gjennomgått en oppgradering, men mangler fortsatt god tidsstempling av måledata, og det foreslås derfor tiltak for å forbedre dette.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag Kalkdosering Overvåking Måleteknikk 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> River system Lime dosing Monitoring Measuring technique
---	---

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Rolf Høgberget
Prosjektleder/Hovedforfatter

Hans Fredrik Veiteberg Braaten
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7613-8
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i
Arendalsvassdraget
År 2022**

Forord

Erfaringer har vist at anlegg 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 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 kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt.

Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved anlegget samt introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatører og annet personell i kalkingsprosjektet, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget etablert. En kontraktsfestet avtale om driftskontroll innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken, samt dokumentasjon av driften ved en kortfattet avviksrapport hvert år. I 2019 opphørte en tidligere avtale om ansvaret for pH-målingsutstyret nedstrøms anlegget som styrer kalkdoseringen. Kontroll av pH-målingsfunksjonen som prosess-signal utføres derfor ikke lenger av NIVA, men tillegges driftsansvarlig på anlegget.

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

Oppdragsgiver er den interkommunale stiftelsen Styringsgruppa for kalking av Arendalsvassdraget, bestående av alle involverte kommuner i vassdraget.

Grimstad, 26.06.2023

Rolf Høgberget, Prosjektleder

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	7
1.1	Driftskontrollsystemet	7
1.2	Kalkingsstrategi i vassdraget.....	7
1.3	Ord og uttrykk.....	8
2	Driften av anleggene	11
2.1	Bøylefoss doseringsanlegg.....	11
2.1.1	Kvalitet og kontinuitet av den automatiske loggingen.....	11
2.1.2	Sensorstabilitet og nøyaktighet.....	11
2.1.3	Doseringshistorikk og effekter av doseringen.....	11
2.2	Gauperå doseringsanlegg	15
2.2.1	Kvalitet og kontinuitet av den automatiske loggingen.....	15
2.2.2	Sensorstabilitet og nøyaktighet.....	15
2.2.3	Doseringshistorikk og effekter av doseringen.....	15
3	Vurderinger og forslag til tiltak	19
3.1	Temperaturene som måles på Bøylefoss doseringsanlegg.	19
3.2	MikaCom	19
3.3	Doseringsteknikk i Songeelva	19
3.4	Vannstand og vannføring.....	20
4	Referanser.....	21

Sammendrag

Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2022) for Bøylefoss- og Gauperå-anleggene, og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi.

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg ble satt i drift høsten 2005, og driftskontrollen ved anlegget ble etablert i mai 2006. Hensikten med etableringen var å skape stabil og god vannkvalitet for anadrom fisk i den nedre delen av Nidelva (Arendalsvassdraget). Anlegget er det eneste i hovedelva, og mye avhenger derfor av at det fungerer tilfredsstillende til enhver tid.

Det var ingen avbrudd i loggen fra NIVAs driftskontroll-logger. Loggen fra MikaCom-systemet medførte feil tidsangivelse som til sammen utgjorde 50 dager. Vannstand, dosering og beholdning ble avlest kontinuerlig som stabile verdier gjennom hele perioden.

pH både oppstrøms og nedstrøms anlegget viste mange feilmålinger i 2022. Høye pH-målinger oppstrøms om sommeren antyder at det da ikke var gjennomstrømming i pH-målekyvetta.

Det bør etableres logging av vanntemperaturene både oppstrøms og nedstrøms anlegget.

Anlegget ble stoppet i en lang periode på 4 måneder om sommeren og tidlig på høsten, da det ikke var behov for pH-justering i elva. Totalt ble det dosert 1527 tonn kalksteinsmel. Forbruket var bare 60 % av forbruket i 2021, som igjen var 66 % av forbruket i 2020.

Den totale vurderingen av doseringseffektiviteten er god.

Gauperå doseringsanlegg i Songeelva

Songeelva er en periodisk sur elv. Det betyr at den normalt har en akseptabel vannkvalitet for laks, men blir sur under flom. Doseringsanlegget som ble etablert i 2020 har som formål å dosere kalk i disse flommene slik at vannkvaliteten blir akseptabel hele tiden.

Det foreligger ikke loggeserier fra anlegget fra tiden før 10. mars 2022. Alle driftskontrollparametere viser intakte dataserier, unntatt vannstanden, der korrupte verdier periodevis oppsto om sommeren. Både pH oppstrøms og nedstrøms anlegget viste periodevis feil. Vannføringsmålingene bør også kalibreres bedre mot vannstanden.

Doseringen kom ofte for sent i gang ved behov. Dette medførte blant annet reduksjon til pH 5,5, og for lav i 10 timer, noe som kan ha påvirket fisken i elva.

Det foreslås tiltak for bedring av responstiden ved kalkbehov.

Ved flere tilfeller ble det overdosert kalk i forbindelse med flom.

Totalt ble det totalt dosert 71 tonn med kalksteinsmel fra anlegget i 2022.

Det oppsto en del tilfeller med for lav pH i forhold til målet, men den reelle effekten av disse tilfellene på fisk er imidlertid vanskelig å kommentere på grunn av stadige feil pH-målinger.

Generelt

MikaCom-systemet har vært gjennom en oppgradering i vår, for å bedre funksjonaliteten på systemet, (Terje Lysnes pers. med.). Denne ombyggingen har ikke bedret forholdene omkring tidsstempling av måledata. Det foreslås derfor at tiltak blir gjennomført for å sikre tidsstemplene som kontinuerlige timesverdier.

Summary

Title: Evaluation of lime dosing operation in Arendal River in 2022.

Year: 2023

Author(s): Rolf Høgberget, Jarle Håvardstun and Liv Bente Skancke

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7613-8

NIVA has developed methods permitting an efficient control of lime dosers in streams. The control involves simple sensor technology and an efficient information flow. This system is used to improve and ensure a cost-efficient liming. The information generated is an aid to operators, water managers and is extensively used for quality control issues.

This report summarizes results from the evaluation in Arendal River in 2022, and includes recommendations based on discrepancies from optimal operation detected in 2022.

1 Introduksjon

1.1 Driftskontrollsystemet

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996 og 1997 for å avdekke effektiviteten til de enkelte kalkdoseringsanleggene. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets beholdningstank (kalksilo) og vannføringen ved kalkingspunktet. I tillegg registreres pH-verdiene ved pH-styrte anlegg. For detaljert informasjon om systemets oppbygging og virkemåte vises det til Høgberget og Hindar (1998). Tidligere har disse målingene blitt registrert i NIVAs egen datalogger, men denne ble faset ut 11. mai 2022 i forbindelse med bortfall av Telenors 3 generasjons telekommunikasjonssystem. Nødvendige data ble fra denne datoen hentet fra doseringsanleggenes loggesystemer. Det utarbeides årlige rapporter som alle er listet under «Referanser».

Kalkdoseringsanleggene styrer i hovedsak doseringen etter to forskjellige prinsipper:

- 1) Vannføringsstyring: Et vannføringsstyrt kalkdoseringsanlegg skal kalke med fast dose. Dosen beregnes på grunnlag av hvor stor del av nedbørfeltet som skal kalkes 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.
- 2) 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 faktisk målte pH-verdier nedstrøms anlegget vises effektiviteten til anlegget.

1.2 Kalkingsstrategi i vassdraget

De to store innsjøene Nisser og Fyresvatn ble kalket vinteren 1996/1997 og høsten 1997 med hhv. 10000 og 8000 tonn kalk. Samtidig ble vannkvaliteten i Nesvatn bygget opp med tiltak oppstrøms denne innsjøen. Høsten 2005 ble disse tiltakene supplert med kalkdoserer ved Bøylefoss i Froland kommune, (Figur 1). Målet med denne dosereren er å sikre stabil god vannkvalitet for anadrom fisk i den nedre delen av elva. For å øke lakseproduksjonen i dette området er det senere arbeidet med å bedre forholdene i sidevassdragene. Et ledd i dette var etableringen av Songeelva doseringsanlegg nær Gauperå. Anlegget ble satt i drift i april 2020. I dag er effekten av de to store innsjøkalkingene i Nisser og Fyresvatn nærmest bortfalt, og vannkvaliteten oppstrøm Bøylefoss må betraktes som nær ukalket (Hindar mfl. 2017).

Begge doseringsanleggene er styrt etter pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren. På Bøylefossanlegget er målestasjonen for pH nedstrøms plassert på Eivindstad. Målet med kalkingen herfra er at pH ved Rykene (ca. 25 km nedenfor Bøylefoss) skal være over 6,2 i perioden 15. februar – 14. april, over 6,4 i perioden 15. april -31. mai og over 6,0 ellers i året. Det forhøyede pH-målet om våren skyldes at laksesmolt (*Salmo salar*) er mer sårbar for lav pH enn de andre stadiene i laksens livssyklus. Tidspunktet for smoltifiseringen og smoltutvandringen fra elva vil variere mellom år, og er hovedsakelig bestemt av daglengde, elvetemperatur og vannføring. Smoltutvandringen vil de fleste år havne innenfor den angitte perioden med forhøyet pH mål i elva. På grunn av variasjoner i vårutviklingen med lave elvetemperaturer er det nå innført muligheter for justering av tidsintervallene for de forskjellige pH-målene i smoltperioden avhengig av elvetemperaturen om

våren. For å kompensere for tilførsler av surt vann mellom Bøylefoss og Rykene, må pH-kravene ved Eivindstad være noe høyere enn målet ved Rykene om våren og høsten. Det er montert driftskontrollsystem på kalkdoseringsanlegget.

Dosereren i Songeelva har ikke fått egne pH-mål, men doserer etter de samme målene som i hovedelva (Froland kommune v/Kai Bakken pers. med.). Det er ikke etablert eget driftskontrollsystem på dette anlegget. Doseringsdata blir isteden innhentet fra MikaCom, se 1.3.

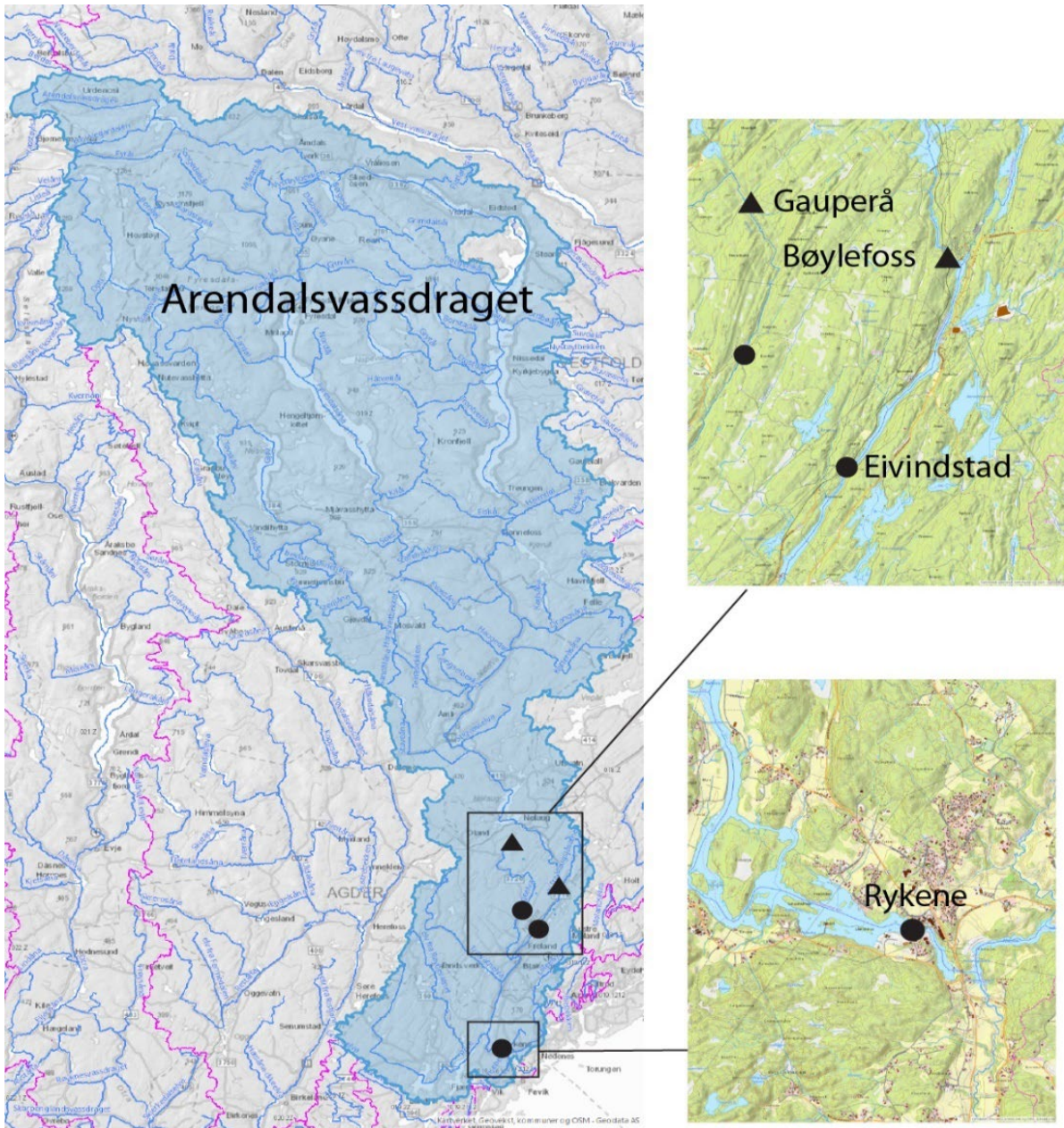
Optimal kalkdosering er avhengig av at det måles riktige pH-verdier. Også i 2022 ble kvaliteten av målingene sikret gjennom arbeidet i et eget interkalibrerings-program (pH-lauget). pH-verdiene for 2022 ved den automatiske overvåkingsstasjonen på Rykene er kvalitetssikret av NIVA og blir publisert i en egen notatserie fra Miljødirektoratet. De øvrige pH-dataene har ikke gjennomgått slik kvalitetssikring.

1.3 Ord og uttrykk

Det forekommer en del ord og uttrykk i rapporten som kan være vanskelig å forstå betydningen av. For å lette leserens forståelse av innholdet presenteres her en liste med ord og uttrykk som vanligvis benyttes i rapporteringen:

Ord/uttrykk	Forklaring
Dosering	Brukes om generell tilsetning av kalk, men den egentlige betydningen er tilsetning av mengde kalk per tidsenhet. I rapporten benyttes oftest gram per sekund (g/s).
Dose	Dosering av kalk per volum vann (konsentrasjonen). Den vanligste enheten er gram kalksteinsmel per m ³ vann i elva. (g/m ³)
PLS-dose, styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m ³ /s). Dette er den dosen anlegget «tror» den gir til elva. Enheten er g/m ³ .
Driftskontrolldose	Den kalkdosen som er beregnet levert elva på grunnlag av kalkvektsreduksjon i beholdningstank/kalksilo per tidsenhet dividert på akkumulert vannmengde forbi doseringsanlegget i samme tidsrom.
Timesdose	Den driftskontrolldosen som er levert i løpet av en time. Verdien er gjennomsnittet av aktuelle timesdoser til elva. For eksempel vil en vektreduksjon på 0,9 tonn i løpet av en time gi en timesdose på 5 g/m ³ ved vannføring 50 m ³ /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m ³).
Langtidsdose	Den gjennomsnittlige driftskontroll-dosen som er levert elva siden siste påfylling av kalk i beholdningstank/kalksilo. På kurvene som vises i rapporten kan det være store utslag. Dette oppstår i forbindelse med begynnende utregning fra ny beholdning. Årsaken er stor unøyaktighet i veieutstyret. Derfor settes en begrensning i når regneverket får lov til å begynne med doseberegninger. I denne tiden vises siste gjeldende verdi som en horisontal strek.
pH-mål	Den til enhver tid gjeldende verdi for hvor høy man ønsker at pH skal være i elva. Verdien blir ofte fastsatt av Fylkesmannens miljøvernnavdeling i samarbeid med kalkingsstiftelsen for vedkommende kalkingsprosjekt.
pH-krav	Det pH-kravet som blir satt i styringsautomatikken ved et pH-styrt doseringsanlegg med pH-nedstrøms anlegget som styringssignal. pH-kravet er ofte høyere enn pH-målet for elveavsnittet.

PLS	«Programmerbar logisk styring». Forkortelsen er ofte benyttet som betegnelse på styringsautomatikken på kalkdoseringsanlegg.
UPS	«Uninterruptible power supply». Forkortelse på ekstra energikilde (strømkilde) som benyttes når nettspenningen uteblir.
Kyvette, pH-/målekyvette	Beholder som pH-elektroder og termometer er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetta for å få riktige pH- og termometermålinger.
Vannmerke	Vertikal stav med avmerking som viser vannstanden i metriske enheter (meterstav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i «fast fjell» eller i forhold til moh. (meter over havet).
Beholdning	Lageret av kalk eller annet avsyngsmiddel på kalkdoseringsanlegget. Betegnes også som «silonivå».
Prosesskalibrering	Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en tidligere 2 pkt. kalibrering på pH-meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7).
MikaCom	Programvare benyttet på anlegget til kontroll og styring av doseringsanlegget. Programvaren er utviklet av Miljøkalk, En avdeling av Franzefoss Minerals.



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Arendalsvassdraget med utsnitt av to områder som viser plasseringen av kalkdoseringsanleggene (triangler) og pH-målepunkter (sirkler).

2 Driften av anleggene

2.1 Bøylefoss doseringsanlegg

Bøylefoss kalkdoseringsanlegg styres etter vannføring og pH både oppstrøms og nedstrøms dosereren. Anlegget kan styres slik at en fast pH-verdi oppnås nedstrøms anlegget. Denne måles på Eivindstad 6 km nedenfor kalkdoseringsanlegget, der data sendes kontinuerlig opp til anlegget. Anlegget doserer kalk slik at pH øker til et fastsatt pH-krav som står i forhold til pH-målene for lakseførende strekning. Dette kravet er vanligvis noe høyere enn pH-målet fordi man ønsker å ha noe bufferkapasitet å tære på ved raske pH-svingninger i elva. Oppvandringshinder for laks er kraftstasjonen på Bøylefoss, like ovenfor doseringsanlegget. Ved de to kraftverkene, Rykene og Eivindstad, er det bygget henholdsvis laksetrapp og fangstkammer. Ved Rykene ble fisken tidligere sluset forbi dammen. Denne har blitt avløst av en lang spaltetrapp (270 m) som gjør slusa overflødig. 500-1500 fisk passerer her hvert år. Ved Eivindstad fanges fisken i kammeret og flyttes deretter manuelt over kraftverksdammen. Dette sørger derfor for at fisken kan vandre videre til Bøylefoss. Det er gjennom mange år også plantet lakserogn oppstrøms Eivindstad.

2.1.1 Kvalitet og kontinuitet av den automatiske loggingen

Det var ingen avbrudd i loggen fra NIVAs driftskontroll-logger. Loggen fra MikaCom-systemet medførte feil tidsangivelse som til sammen utgjorde 50 dager i tidsrommet fra 11. mai til 31. desember.

2.1.2 Sensorstabilitet og nøyaktighet

Manglende signaler fra alle parametere førte til feil loggeverdier i over 8 dager fra 9. februar. Bortsett fra dette ble vannstand, dosering og beholdning avlest kontinuerlig som stabile verdier gjennom hele perioden, bare avbrutt av enkelte korte perioder (< 3 timer) med urealistiske verdier.

pH oppstrøms anlegget hadde feil som resulterte i hyppige dropp blant avleste verdier i en lang periode fra 25. februar til 9. mai.

pH nedstrøms anlegget ble feil registrert i en lang periode fra 31. mai til 22. august.

Vanntemperaturen oppstrøms anlegget måles i en pH-målekyveta. Disse temperaturmålingene avslører eventuelle unøyaktigheter i pH-målingene som følge av stans av vanngjennomstrømmingen i målekyveta. Det ble ikke registrert slike temperaturmålinger etter 10. mai. Kun kortvarige stopp i målekyveta ble registrert før denne datoen. Høye pH-målinger om sommeren antyder at det da ikke var gjennomstrømming i kyveta. Omtalte forhold er vist i Figur 2.

2.1.3 Doseringshistorikk og effekter av doseringen

Det ble dosert med PLS-doser omkring 0,3 -0,4 g/m³ kalksteinsmel i januar og første del av februar. Deretter økte dosene til i området 0,75 – 1 g/m³ avbrutt av 5 -6 tilfeller da dosene økte til ca. 1,5 g/m³ fram til 1. juni, da doseringen ble stoppet i en lang periode fram til 4. oktober. Om høsten var det større variasjon i dosene (0,5 – 1,5 g/m³) fram til ca. 2 november, da dosene økte vesentlig i forbindelse med flommer. Konsentrasjonen av kalksteinsmel var i flomperiodene opp mot 2,8 g/m³ før den igjen ble redusert til området 0,5 g/m³ midt i desember. Langtidsdosene viser gjennomgående lavere doser enn PLS-dosene, (Figur 3).

Det ble totalt dosert 1527 tonn kalksteinsmel. Da er ikke perioden uten tilgang på veiedata i februar medregnet. Forbruket var bare 60 % av forbruket i 2021, som igjen var 66 % av forbruket i 2020.

Akkumulert kalkforbruk i Figur 4 viser hvordan kalkdoseringen ble fordelt gjennom året. Det var spesielt stort forbruk sent på høsten.

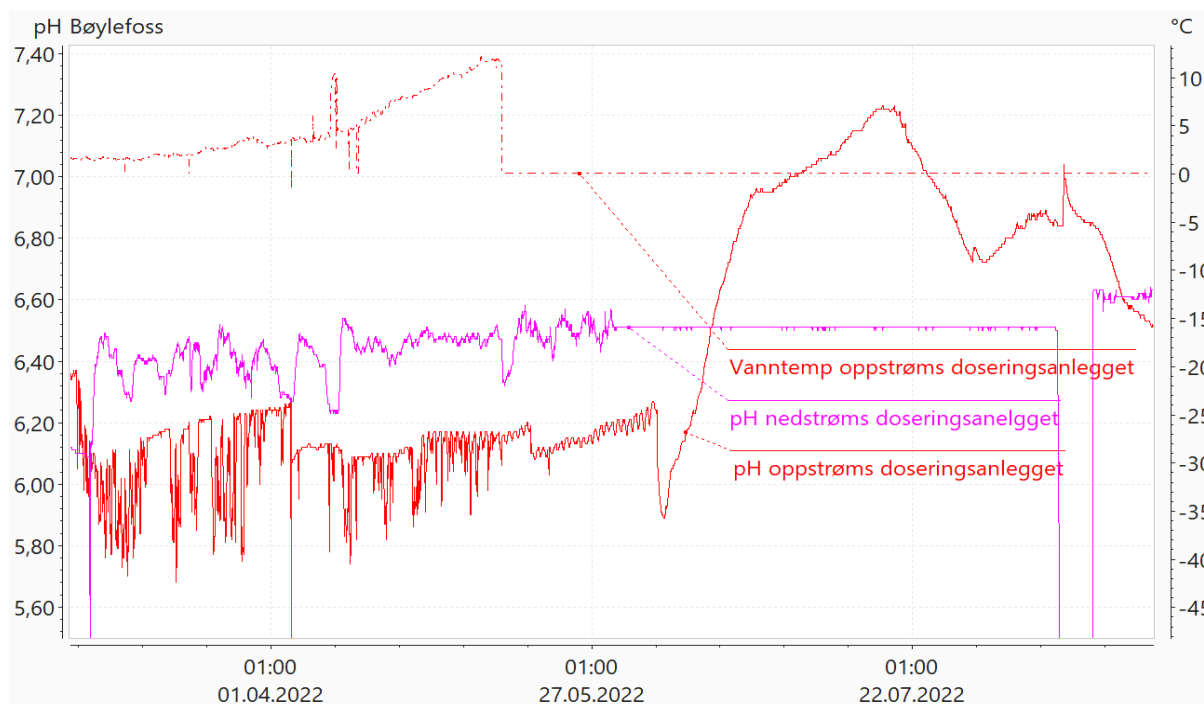
Figur 5 viser pH i lakseførende strekning av elva sammen med pH-målet gjennom året. Vannføring er også vist i figuren. Det oppsto 9 tilfeller med pH under målet i mer enn 8 timer i øvre eller nedre del av lakseførende strekning, *Tabell 1*. Noen av disse tilfellene oppsto i forbindelse med økning av pH-målet fra pH 6,0 til pH6,2. Det var kun et tilfelle med noe lav pH i den sentrale tiden for smoltutvandringen i mai. De fleste pH-avvikene oppsto nedstrøms anlegget om høsten.

Den totale vurderingen av doseringseffektiviteten er derfor god.

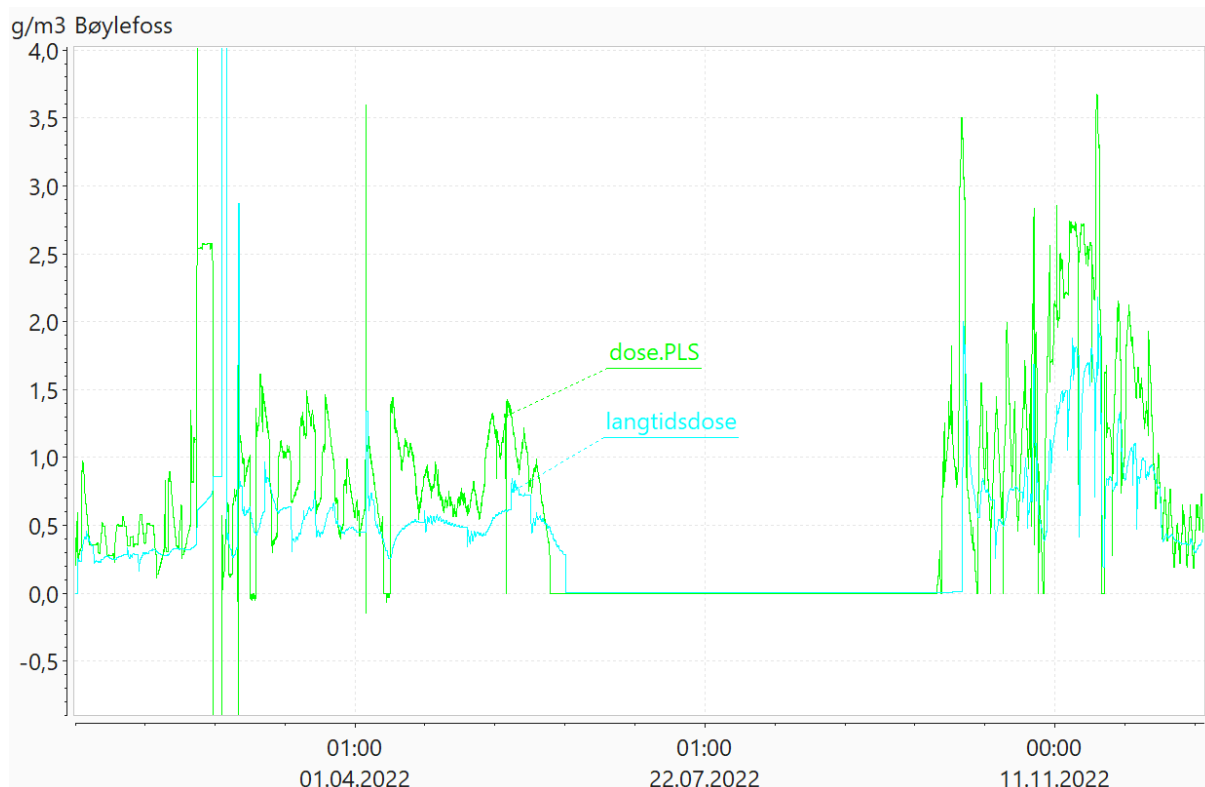
Vanntemperaturen ved Rykene gjennom året er gjengitt i Figur 6.

Tabell 1. Antall timer vannet i Nidelva var lavere enn pH-målet i hele lakseførende strekning året 2021. (Kortvarige episoder under 8 timer er ikke medregnet).

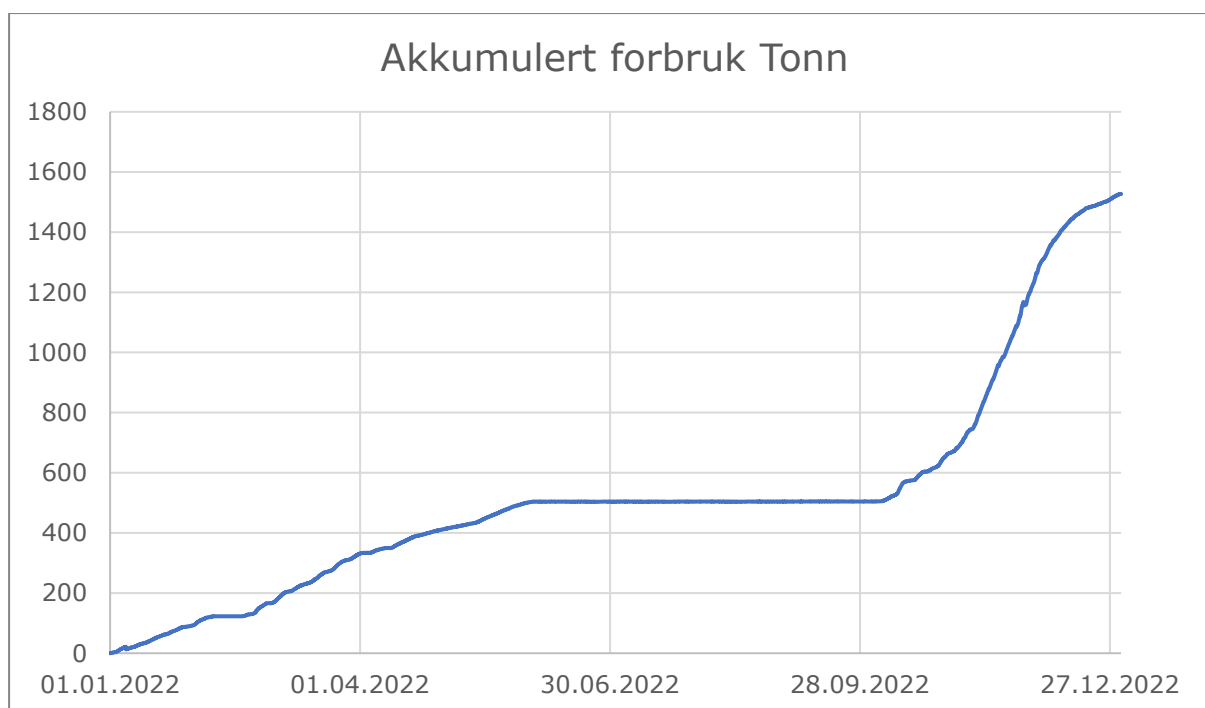
Dato	Timer under pH-målet Eivindstad	Rykene	Laveste verdi pH	pH-avvik	Merknad
15.02.2022		100	6,1	0,1	
17.02.2022	15		6,1	0,1	
18.02.2022	245		6,1	0,1	
11.05.2022		19	6,3	0,1	
17.10.2022	15		5,9	0,1	
07.11.2022	46		5,7	0,3	
13.11.2022	50		5,8	0,2	
29.11.2022	30		5,5	0,5	Ekstra surt kun en kort periode
02.12.2022	34		5,8	0,2	



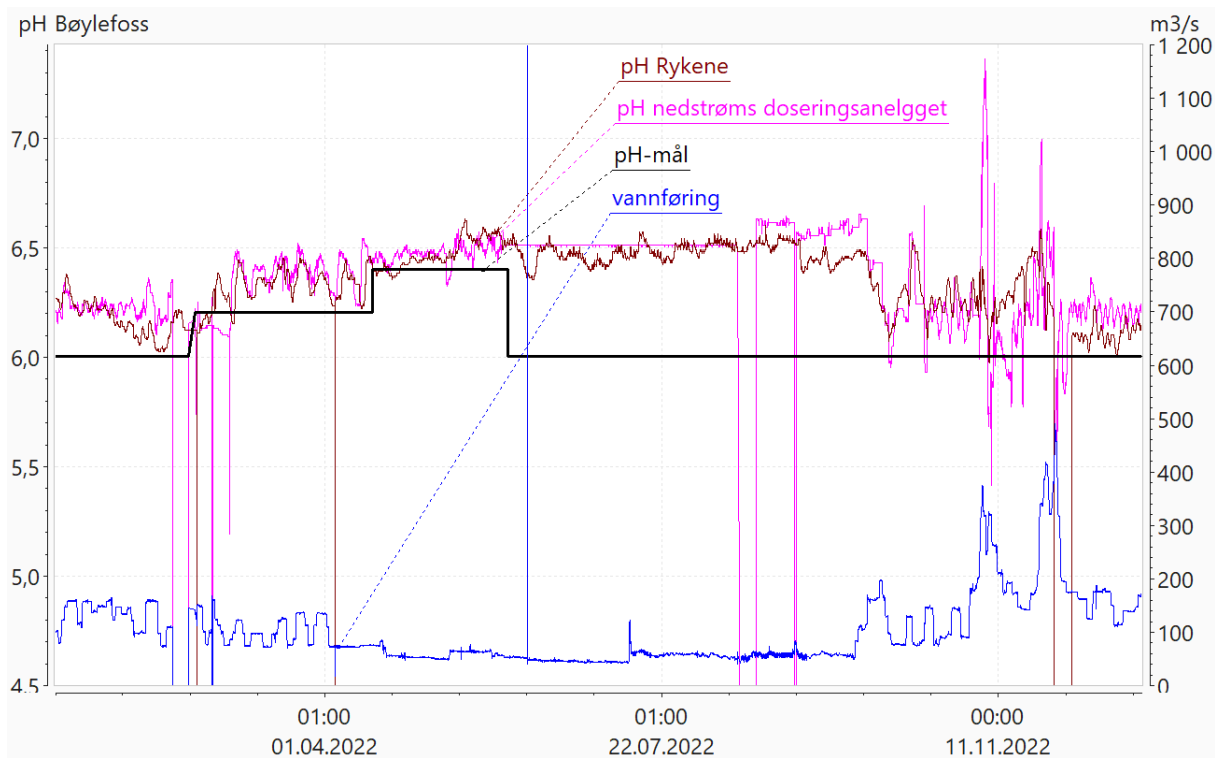
Figur 2. Feil på registrering av pH oppstrøms og nedstrøms Bøylefoss doseringsanlegg samt vanntemperaturen som registreres i pH-målekyvetta på anlegget.



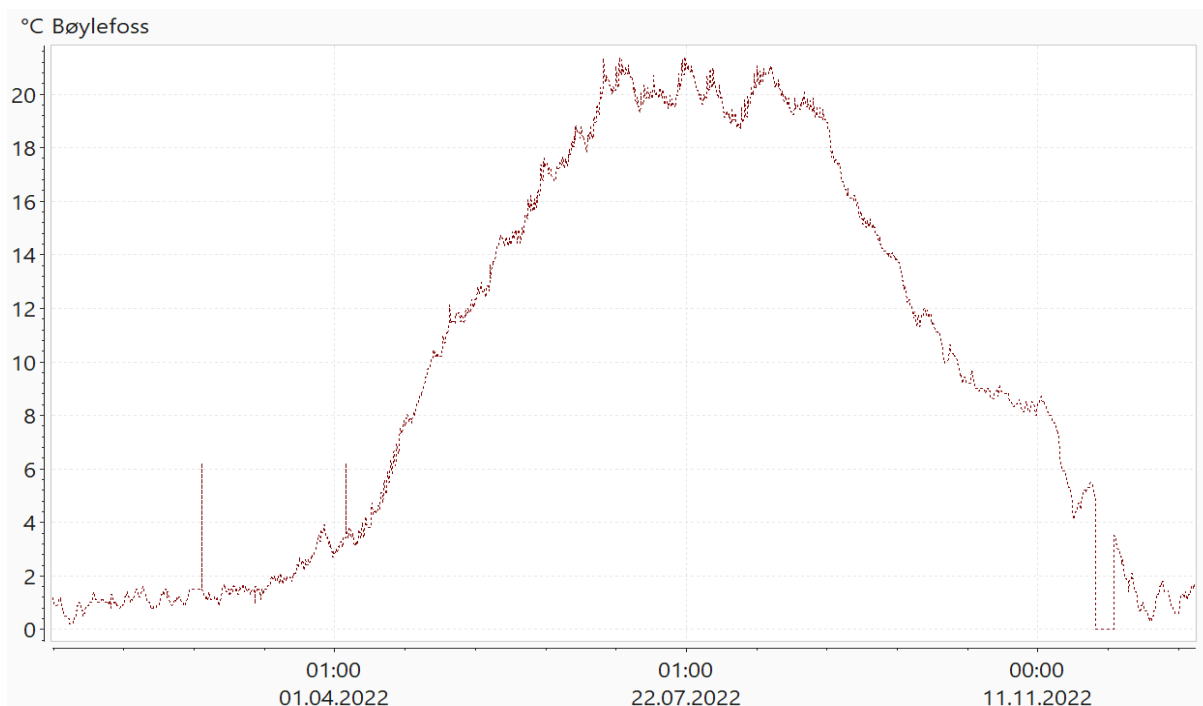
Figur 3. Kalkdosene (konsentrasjonen av kalksteinsmel etter dosering) gjennom året etter dosering fra Bøylefoss doseringsanlegg.



Figur 4. Akkumulert kalkforbruk i Nidelva, Arendalsvassdraget året 2022. Det var en lang periode om sommeren og deler av høsten uten behov for kalk. Det var mest kalkforbruk seint på høsten.



Figur 5. pH nedstrøms Bøylefoss doseringsanlegg og på Rykene sammenholdt med pH-målene gjennom året 2022. Vannføringen er også vist.



Figur 6. Vanntemperaturen i hele 2022 målt ved Rykene 25 km nedstrøms Bøylefoss.

2.2 Gauperå doseringsanlegg

Lakseproduksjonen i Arendalsvassdraget er vesentlig lavere enn ventet i forhold til antall oppvandrende fisk (Haraldstad m. fl. 2014). Et av forbedringstiltakene er å tilrettelegge for økt produksjon i sidevassdragene. Songeelva er en slik elv som har stort potensiale for lakseproduksjon, men elva har vært sporadisk sur (Høgberget 2014). Smoltfangst foretatt i elva har vist at tross marginal vannkjemi, har elva en viss lakseproduksjon (Haraldstad 2018). Lakseførende strekning i elva er 11,6 km. Oppvandringshinderet beskrives å være ved Gauperå, men det hevdes at laks kan vandre forbi dette punktet ved visse vannføringer. Doseringsanlegget er plassert ca. 1,2 km oppstrøms oppvandringshinderet. Doseringen blir styrt etter vannføring og pH oppstrøms og nedstrøms dosereren, (Figur 1). pH-stasjonen nedstrøms anlegget er plassert i en avstand på 3 km fra anlegget.

2.2.1 Kvalitet og kontinuitet av den automatiske loggingen

Det foreligger ikke loggeserier fra anlegget fra tiden før 10. mars 2022. Eksisterende dataene ble innhentet fra MikaCom, se 1.3. Verdier for vannstand, silonivå, dosering, pH-oppstrøms anlegget og pH nedstrøms anlegget er alle intakte dataserier, unntatt vannstanden, som ble registrert med korrupte verdier periodevis i tiden 23. juni til 10. juli.

2.2.2 Sensorstabilitet og nøyaktighet

Det ble til tider om sommeren registrert 0 i vannstand. Det er lite sannsynlig at Songeelva ble helt tørrlagt ved disse tilfellene.

pH oppstrøms anlegget viste feil verdier da denne ble målt høyere enn pH nedstrøms doseringsanlegget i en periode fra 29. april til 16. mai, Figur 7. Dette oppsto også to ganger i desember, til sammen 5 dager.

pH nedstrøms anlegget hadde unormal utvikling flere ganger i november, noe som kan tyde på ustabil funksjon i pH-elementet, Figur 8.

2.2.3 Doseringshistorikk og effekter av doseringen

Om våren ble det bare dosert kalk fra anlegget to ganger (data før 10. mars finnes ikke). Det var 3 dager fra 18. mars og 6 dager fra 24. mars. Dosene var da henholdsvis 0,8 og 1,4 g/m³. Ifølge pH-målingene nedstrøms anlegget ga ikke den første av disse kalkingsperiodene tilstrekkelig effekt, dermed ble pH redusert til pH 6,0 i en periode da målet var pH 6,4.

Ved første flom om høsten (4. september) kom doseringen i gang ca. 5 timer for seint. Dette medførte reduksjon til pH 5,5. I denne forbindelsen var pH for lav i 10 timer før pH-målet igjen ble opprettholdt. Dette kan ha påvirket fisken negativt, selv om forholdet oppsto om høsten, som er en robust periode i livsløpet til lakseparr. Tilsvarende situasjon oppsto 12. og 26. september, men da uten så dramatisk pH-reduksjon. En flomepisode som oppsto 12. desember medførte utsatt dosering til 26. desember, selv om pH nedstrøms ble registrert langt under pH-målet. pH var da 5,5 i 4 dager.

Flere ganger ble det overdosert kalk i forbindelse med flom. En episode (Figur 9) viser merkelig vektreduksjon (silovekt) i forbindelse med flommen. En endring i vektreduksjonen midt i episoden kan tyde på endret utmatingshastighet av kalk. PLS-dosene økte gjennom hele episoden selv om pH også økte. Resultatet ble alt for høy pH i elva ved pH-stasjonen nedstrøms anlegget. Tilsvarende forhold ble også observert 4. og 22. november. Også den 27. desember ble resultat meget høy pH i elva etter tilførsel av PLS-doser i området 3 g/m³.

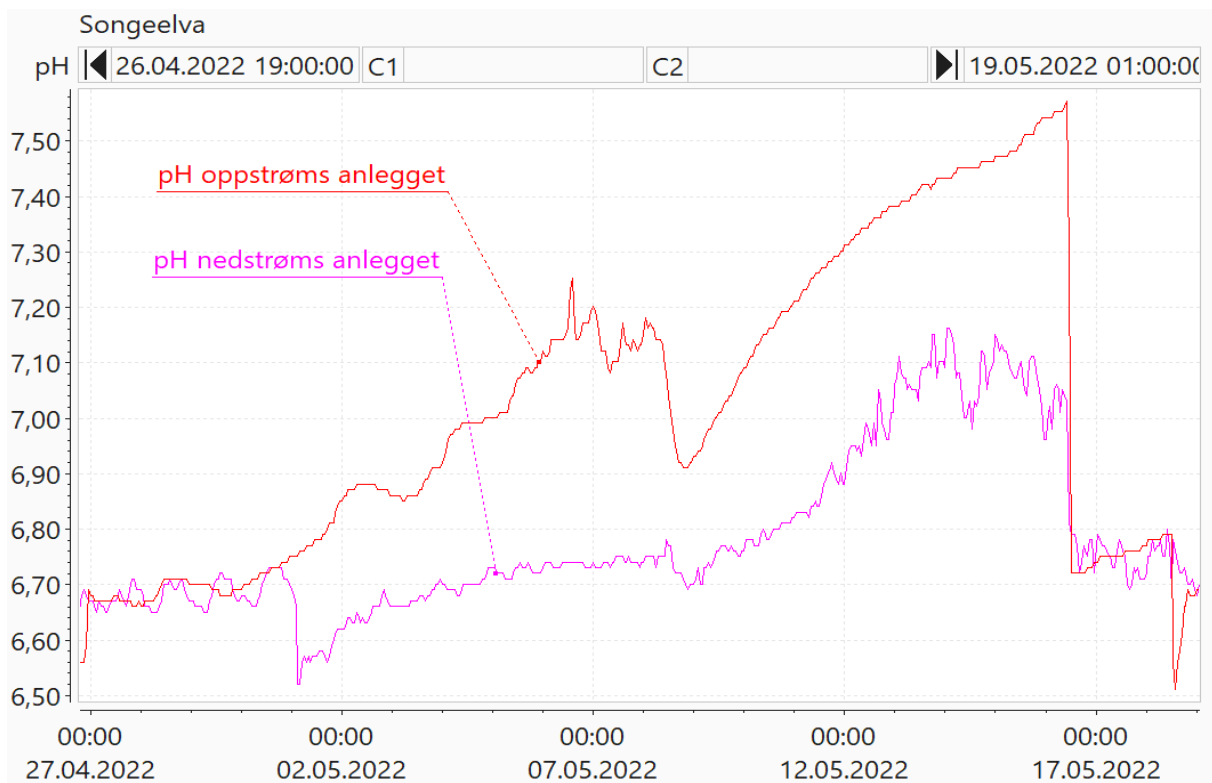
Anlegget ble tomt for kalk i forbindelse med kalking under flom den 17. november. Ny kalk ble da tilført etter 18 timer.

Det ble totalt dosert 71 tonn med kalksteinsmel. Figur 10 viser akkumulert kalkforbruk gjennom året.

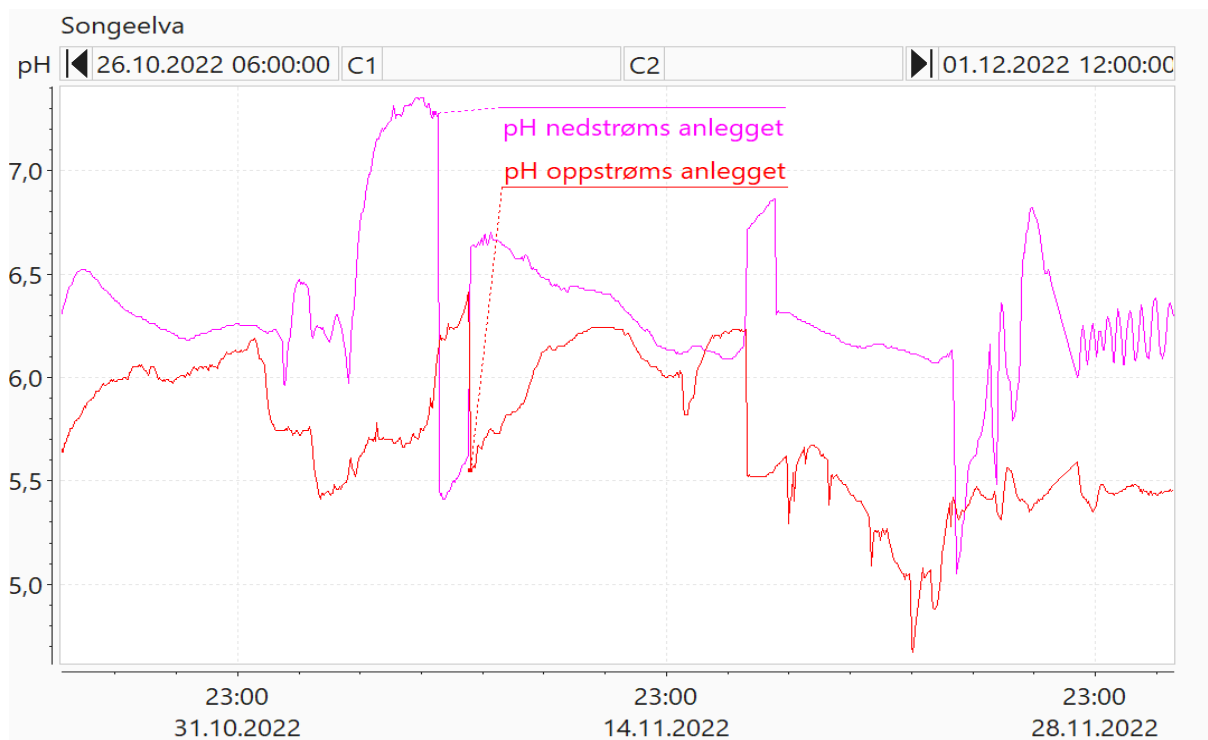
Det var noen avvik fra pH-målet, til sammen utgjorde de 169 timer med for lav pH. To av avvikene var store, og et av disse var også langvarig, (Tabell 2). Den reelle pH-effekten av doseringen er imidlertid vanskelig å kommentere på grunn av stadige feil pH-målinger. Figur 11 viser pH nedstrøms anlegget sammen med pH-målet og vannføringen gjennom året.

Tabell 2. Antall timer vannet i Songeelva var lavere enn pH-målet i 2022. (Kortvarige episoder under 8 timer er ikke medregnet). Tallene er usikre på grunn av mulige feil i pH-målingene.

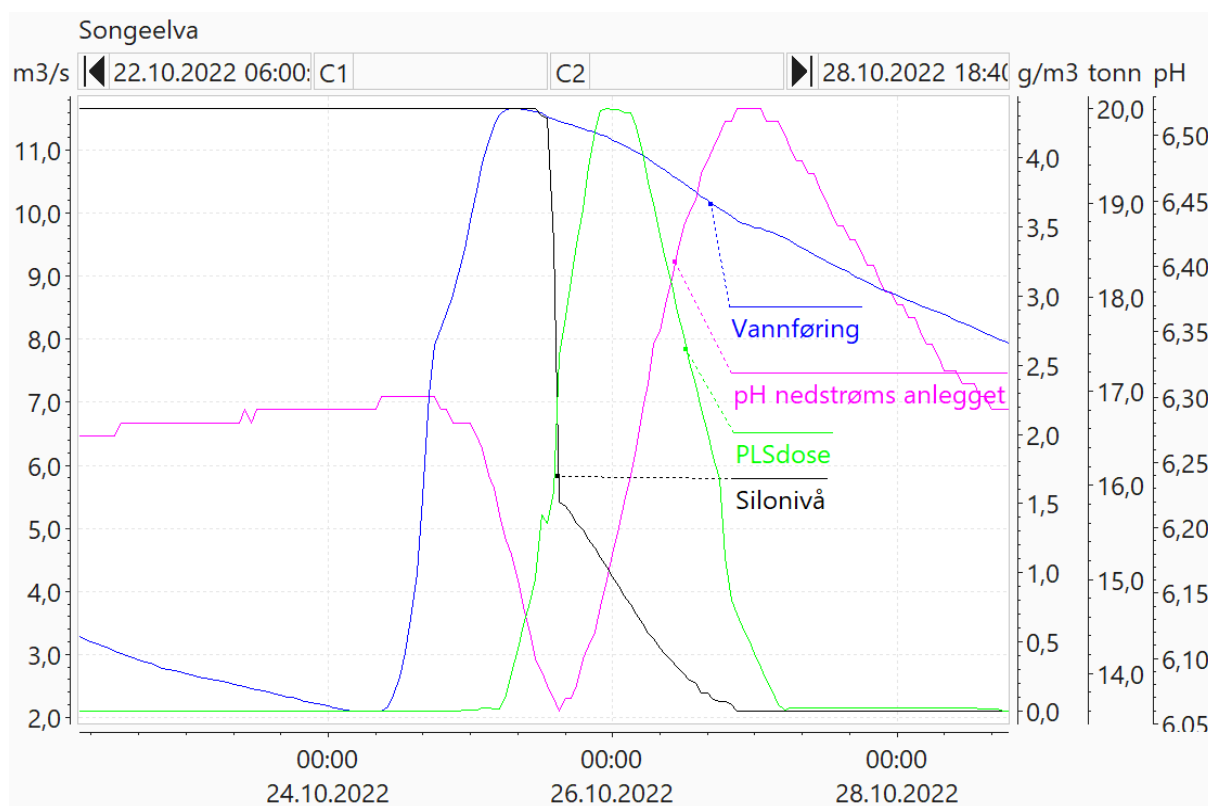
Dato	Timer under pH-målet i Songeelva	Laveste verdi pH	pH-avvik
18.03.2022	15	6	0,2
04.09.2022	10	5,5	0,5
24.11.2022	26	5	1
22.12.2022	118	5,2	0,8



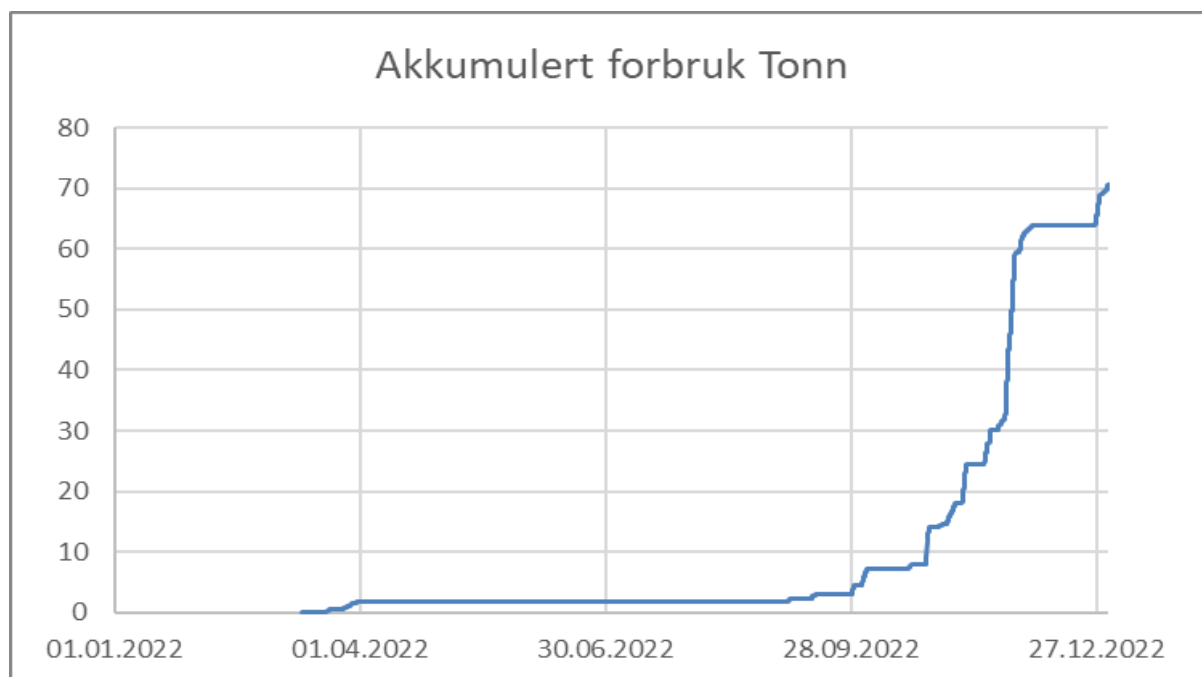
Figur 7. pH oppstrøms Gauperå-anlegget vises høyere enn nedstrøms-målingene. Dette er ulogisk.



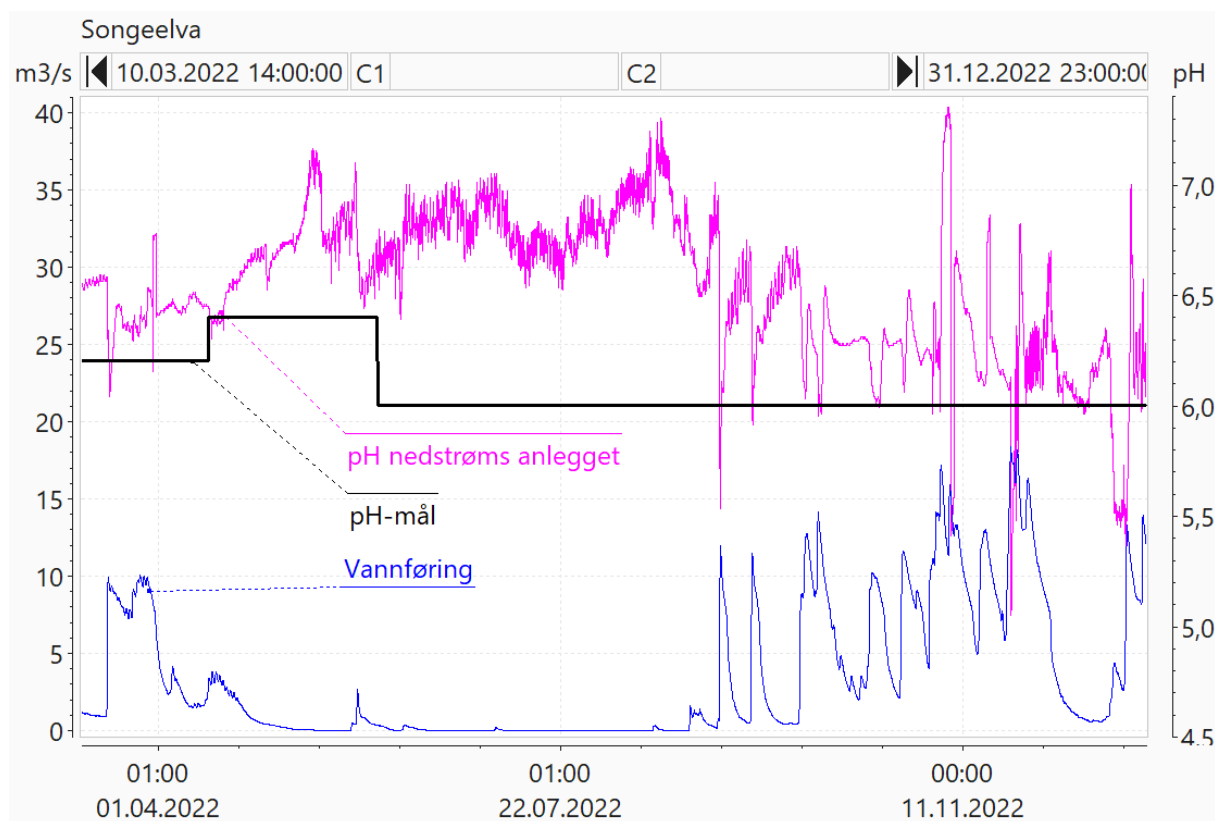
Figur 8. pH nedstrøms anlegget har mange ulogiske utslag i november 2022.



Figur 9. Vannføring, PLS-dose, silonivå og pH nedstrøms anlegget i oktober 2022. Grafen viser for sen respons på endrete kalkingskrav.



Figur 10. Akkumulert kalkforbruk i Songeelva. Det mangler opplysninger og vektreduksjon fra januar til 10. mars.



Figur 11. pH nedstrøms Gauperå kalkdoseringsanlegg i Songeelva sett i forhold til pH-målet i elva og vannføringen gjennom året 2022. Data før 10. mars finnes ikke.

3 Vurderinger og forslag til tiltak

3.1 Temperaturene som måles på Bøylefoss doseringsanlegg.

Da NIVAs driftskontroll-logger ble faset ut på grunn av manglende kommunikasjonsmuligheter, ble også temperaturmålingene oppstrøms doseringsanlegget utilgjengelige. Termometeret som disse verdiene blir hentet fra er montert inne i pH-elektroden som er plassert i pH-målingskyvetta. Målingene er dermed en god indikator på om vanngjennomstrømmingen i kyvetta opprettholdes. Ved stopp i gjennomstrømmingen vil pH vises feil, og dermed gi feil informasjon til PLSen som styrer kalkdoseringen.

Temperaturen oppstrøms anlegget er dermed en viktig parameter for driftssikkerheten. Som parameter for å forstå biologiske prosesser i elva er målingene mindre interessante, da vannet erfaringsmessig varmes litt opp på veien fra pumpa i elva til målekyvetta, som er plassert i et oppvarmet rom. Da er målingene nedstrøms anlegget mer verd. Disse blir målt ute i elva, der det er mulig å måle mer eksakte verdier.

Begge temperaturmålingene bør inn på loggen som lages i doseringsanleggets system, MikaCom.

3.2 MikaCom

MikaCom-systemet på doseringsanlegget er tilpasset operatørens behov for kontroll, oppfølging og nødvendige endringer i doseringsregimet. NIVAs driftskontroll-logger hentet sine verdier direkte fra de nødvendige sensorene på anlegget. NIVAs logg ble dermed en parallell logg til en del av parameterne som blir logget i MikaCom, og inneholdt 8760 timesverdier per år ved kontinuerlig drift. Ved nedlasting av timesverdier i MikiaCom, faller tidsdata bort fortløpende slik at det i løpet av et år mangler flere dager med data. Dette er tungvint å forholde seg til, da det til stadighet må ordnes i tidsrekkene for å tilpasse til riktig tid.

Det har gjennom våren vært umulig å laste ned doseringsdata gjennom MikaCom på grunn av ombygging av systemet hos Franzefoss. Da det igjen ble mulig å hente inn data, 1. juni, var ikke denne feilen endret.

Det anbefales at tiltak blir gjennomført for å sikre tidsstemplene som kontinuerlige timesverdier.

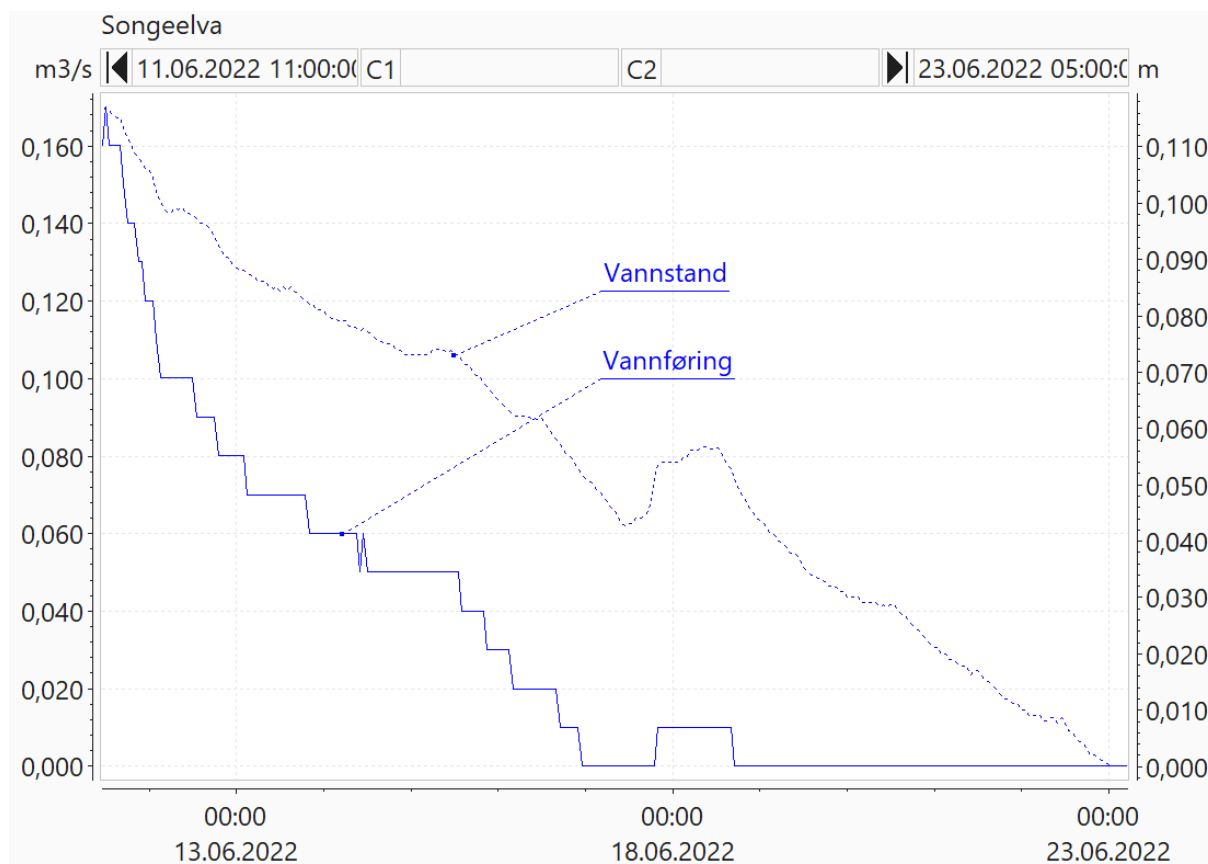
3.3 Doseringsteknikk i Songeelva

Gauperå-doseren leverte langt mer kalk til Songeelva i 2022 enn året før. Dette legger grunnlag for potensielt bedre effekt av kalkingen. Imidlertid oppstår tilfeller der pH-målet avviks vesentlig. Dette skyldes problemet med for lang tilbakemeldingstid ved synkende pH som skal utløse dosering.

Temaet er tidligere påpekt flere ganger, (Høgberget m.fl. 2021 og 2022). pH-stasjonen nedstrøms anlegget er plassert i for stor avstand fra doseringsanlegget. Det bør vurderes løsninger som korter ned denne reaksjonstiden. Dette er også tidligere påpekt, (Høgberget m.fl. 2022). En mulighet er å flytte stasjonen for måling av pH nedstrøms nærmere doseringsanlegget, og i den forbindelse også vurdere andre reguleringsformer, for eksempel PID-regulering. Redusering av avstanden mellom dosering og pH-måling innebærer plassering på et sted uten veiforbindelse, og kan derfor være noe tungvint å betjene. pH-reduksjon oppstår alltid i forbindelse med vannstandsøkning. En annen mulighet er derfor å legge inn forutsetninger i PLSen som trigger dosering ved et sett av kriterier for hvordan vannstandsøkninger utvikler seg i elva. For å unngå at systemet lures av is som påvirker vannstandsmåleren, må det også være mulig å legge inn kriterier for temperaturutvikling ved måleren. Dette vil da kunne hindre ekstra dosering ved isdannelse.

3.4 Vannstand og vannføring

Vannføringens sammenheng med vannstanden er ikke helt reell. Det registreres «0» vannstand mens det fortsatt er vannføring i elva. Mest mulig reelle tall bør legges inn, ikke bare for de høye vannføringer, men også for de helt lave. Eksiterende forhold er vist i Figur 12.



Figur 12. Sammenhengen mellom vannføring og vannstand ved Gauperå doseringsanlegg i Songeelva.

4 Referanser

- Haraldstad, T. 2018. Smoltutvandring Nidelva 2018. NIVA notat j.nr.: 1337/18.
- Haraldstad, T. Güttrup, J. og Haugen, T. O. 2014. Smoltutvandring i Nidelva 2014 - Utprøving av tiltak for nedvandrende smolt ved Rygene kraftverk. NIVA rapport 6760.
- Haraldstad, T og Høgberget, R. 2014. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2013. NIVA-rapport 6667.
- Haraldstad, T og Høgberget, R. 2015. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2014. NIVA-rapport 6860.
- Hindar, A., Skancke L. B. og Høgberget, R. 2017. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2016. Miljødirektoratet rapport M-821 2017.
- Høgberget, R. 2010 Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2009. NIVA-rapport 5964.
- Høgberget, R. 2012 Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2011. NIVA-rapport 6344.
- Høgberget, R. 2013. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget - Avviksrapport 2012. NIVA-rapport 6516.
- Høgberget, R. 2014. Songeelva som potensiell lakseprodusent og kalkingslokalitet. NIVA rapport 6597.
- Høgberget, R. 2016. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget - Avviksrapport 2015. NIVA-rapport 7035.
- Høgberget, R. 2017. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget - År 2016. NIVA-rapport 7158.
- Høgberget, R. og Haraldstad, T. 2016. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Arendalsvassdraget Avviksrapport 2015. NIVA-rapport 7035.
- Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport år 2006. NIVA-rapport 5533.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport år 2008. NIVA-rapport 5786.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. Skancke L. B. 2018. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. År 2017. NIVA-rapport 7257.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. Skancke L. B. 2019. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. År 2018. NIVA-rapport 7395.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. Skancke L. B. 2020. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. År 2019. NIVA-rapport 7502.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. Skancke L. B. 2021. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. År 2020. NIVA-rapport 7634.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. Skancke L. B. 2022. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. År 2021. NIVA-rapport 7053.

Høgberget, R. Tveiten, L. 2011. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport 2010.

Kaste, Ø., Håvardstun, J. Høgberget, R. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegget i Arendalsvassdraget. Avviksrapport år 2007. NIVA-rapport 5595.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 · 0579 Oslo
Telefon: 02348 · Faks: 22 18 52 00
www.niva.no · post@niva.no