

Kalkingsplan for Daleelva i Høyanger kommune



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 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 Kalkingsplan for Daleelva i Høyanger kommune	Løpenummer 7615-2021	Dato 19.04.2021
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Kalking og forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestland	Sider 19

Oppdragsgiver(e) Statsforvalteren i Vestland	Oppdragsreferanse Kjell Hegna
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200290

<p>Sammendrag</p> <p>Det ble tidlig utarbeidet en kalkingsplan for Daleelva. Denne planen er siden revidert, og med denne videre spesifisert. Det anbefales en kontinuerlig kalking for laks i området ved Eiriksdal kraftverk. Det er her foreslått pH-mål og tidsintervaller for de ulike pH-målene. Grunnlaget for vurderinger er kjemiske analyser av fraksjonert aluminium, TOC (konsentrasjon av totalt organisk stoff), kalsiumkonsentrasjon og pH. Vannkvaliteten er i moderat tilstand i forhold til konsentrasjon av labilt aluminium. Daleelva er en klarvannselv, og reduserte pH-mål i elva er derfor ikke aktuelt. Doseringsanlegget er foreslått plassert så nær Eiriksdal kraftverk som mulig. De øvre deler av Daleelva vil da være utsatt for blandsone-effekter. Tre alternativer er skissert, men en plassering ca. 800 m inne i fjellet ved Eirikstad kraftverk er ikke nøyere utredet her. Det er foreslått forskjellige plasseringer for innhenting av nødvendige prosess-signaler til doseringsanlegget. Det er beregnet forventete doser, doseringskapasitet, total kalkforbruk pr. år og lagerkapasitet. Videre anbefales å benytte kategori 2 kalk eller finere.</p>

Fire emneord	Four keywords
<ol style="list-style-type: none"> Kalking Forsuring Laks Elv 	<ol style="list-style-type: none"> Liming Acidification Atlantic Salmon River

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

Rolf Høgberget
Prosjektleder/Hovedforfatter

Sondre Meland
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7351-9
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Kalkingsplan for Daleelva i Høyanger kommune

Forord

På oppdrag fra Statsforvalteren i Vestland er det utarbeidet en kalkingsplan for Daleelva i Høyanger. Planen tar utgangspunkt i en allerede vedtatt kalkingsstrategi og foreslår praktiske løsninger ved etablering av et doseringsanlegg og kalkingsmål for doseringen. Kontaktperson hos Statsforvalteren i Vestland har vært Kjell Hegna. Rune Norevik er en lokal kontaktperson som har vært til god hjelp ved å bidra med informasjon som har gjort det mulig å skrive anbefalinger i denne rapporten uten at det først er foretatt befarings i vassdraget. Han har også bidratt med alle foto inne i rapporten.

Grimstad, 01.04.2021

Rolf Høgberget

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Målet med kalkingen.....	7
1.3	Kjemiske forhold av betydning for kalkingsbehovet.....	7
1.3.1	Aluminium.....	7
1.3.2	TOC.....	8
1.3.3	Kalsium.....	8
1.3.4	pH.....	8
2	Doseringsstrategi og plassering.....	11
2.1	Kalkingsanlegg ved Eiriksdal kraftverk.....	11
2.1.1	Plassering, kalkingsanlegg.....	11
2.1.2	Styringsform.....	13
2.1.3	Plassering av doserings- og målepunkter.....	13
2.1.4	Doseringspunkt.....	13
3	Doseringsbehov og kapasiteter.....	15
3.1.1	Vannføring.....	15
3.1.2	Kalkdosering og doser.....	15
3.1.3	Beholdningstanken.....	16
4	Kalkkvalitet.....	17
5	Totalvurdering av de alternative plasseringer.....	17
6	Referanser.....	18

Sammendrag

Daleelva med Utløp i Høyanger er et regulert vassdrag. Elva er i perioder forsøringsbelastet. Det er gjennomført en del mindre kalkingstiltak i vassdraget. Dette er i det vesentligste dugnadsarbeid. Det ble tidlig utarbeidet en kalkingsplan for hele vassdraget som ikke ble realisert, men i forbindelse med planene om etablering av et nytt kraftverk i Eiriksdal, ble det gjennomført en revidering av kalkingsplanen. Denne anbefaler en kontinuerlig kalking av utløpsvannet fra nye Eiriksdal kraftverk. Statsforvalteren i Vestland vil vurdere dette forslaget. Denne utredningen er et ledd i arbeidet med å berede grunnen for en slik vurdering.

Det skal kalkes for laks i Daleelva. Kalkingsmålet satt som pH-mål bør derfor være forskjellig avhengig av laksens livsstadier, der smoltifiseringsperioden om våren er den mest sårbare tiden for laksen. Det er her foreslått pH-mål og tidsintervaller for disse ut ifra generell kunnskap og fra spesiell informasjon om utvandringsforhold i Daleelva. (Tabell 1).

Det tas jevnlig vannprøver i Daleelva gjennom tiltaksovervåking av kalkete laksevassdrag. De kjemiske betingelsene ble noe endret ved etablering av Eiriksdal kraftverk i 2013. Derfor er det bare analyseresultater etter dette som er benyttet i denne rapporten. Parameterne som er vurdert er fraksjoner av aluminium, TOC (konsentrasjon av totalt organisk stoff), kalsiumkonsentrasjon og pH. Det er foretatt analyser av reaktiv og fraksjonert (ikke labilt) aluminium i årene 2015- 2017. Vannforskriften setter en grense mellom god og moderat tilstand for labilt aluminium til 10 µg LA/l for smoltifiserende laks. I Daleelva er denne grenseverdien overskredet i smoltifiseringsperioden. Daleelva er en klarvannselv med lav TOC, Reduserte pH-mål i elva er derfor ikke aktuelt. Kalsiumkonsentrasjonen i elva øker mot utløpet, og det er store forskjeller på konsentrasjonen fra vinter mot vår. Årsaken kan være lokale kalkingstiltak i sideelver og bekker som periodevis øker kalsiumkonsentrasjonen. Det er ingen sammenheng mellom små forandringer i kalsiumkonsentrasjonen og pH, øker konsentrasjonen betydelig, øker også pH. pH i Daleelva varierer som regel i området pH 5,7 - 6,3.

Doseringsanlegget er foreslått plassert så nær Eiriksdal kraftverk som mulig. De øvre deler av Daleelva vil da være utsatt for blandings-effekter. Ideelt sett burde derfor doseringen vært gjennomført et stykke ovenfor oppvandringshindrene i Gautingsdalselva og Eiriksdalselva, eller i magasinene inne på fjellet slik at vannet er ferdig reagert i lakseførende strekning av elva. Her utredes mulighetene i det allerede anbefalte forslaget. Tre alternativer er skissert: En plassering ved Ekrene, plassering ved Randtangen og plassering ca. 800 m inne i fjellet ved Eirikstad kraftverk. Det er usikkert om den siste løsningen vil fungere ved stopp i kraftproduksjonen, og forholdet må i tilfelle utredes nærmere. Tre ulike prosess-signaler for beregning av kalkdoser kreves ved anlegget. Det er pH oppstrøms og nedstrøms anlegget og vannstand/vannføringssignal. Det er utredet ulike plasseringer av disse signalene.

En generell titreringskurve for lav TOC-konsentrasjon er benyttet for beregning av kalkdoser. Forventet kalkdose vil være 1,1 g CaCO₃/m³ vann når utgangs-pH er 5,7 og pH-målet pH 6,4. Doseringkapasiteten bør være ca. 14 tonn CaCO₃/døgn. Nøyaktige doser bør også produseres ved 22 kg/døgn. Pulsdosering er ikke ønskelig. Totalt forventet CaCO₃-forbruk er da ca. 140 tonn/år. Lagerkapasiteten må da være ca. 80 tonn CaCO₃. Det anbefales å benytte kategori 2 kalk eller finere. Tørrvektinnholdet må ikke være < 95 % CaCO₃. Kalken kan tilføres som våtdosering, (forhåndsoppslemmet) eller slemmes opp på stedet. En plassering i fjelltunnelen rett etter turbinutslaget er det teoretisk beste alternativet. Dette alternativet har foreløpig uvisse gjennomføringsmulighet. Plasseringer ved Ekrene eller Randtangen er nokså strategisk likeverdige.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Daleelva med Utløp i Høyanger er et regulert vassdrag. Det er gjennomført en rekke utbygginger i vassdraget som har ført til at vannføringen i elva følger en kunstig utvikling. Elva er i perioder forsursbelastet med forhøyete verdier av gjellealuminium på fisk som følge av for høye konsentrasjoner av labilt aluminium i vannet (Ugedal m.fl. 2020).

Det er gjennomført en del mindre kalkingstiltak i vassdraget der sideelver og bekker har blitt tilført kalk. Dette er dugnadsarbeid som er utført av Høyanger jakt- og fiskelag. Det ble tidlig utarbeidet en kalkingsplan for hele vassdraget (Hindar 1997). Planen ble ikke realisert, men flere tilløpsbekker og forgreininger av hovedelva kalkes med enkle kalkbrønner. Det er også lagt ut kalkgrus i Gautingsdalselva og Eiriksdalselva beliggende i Gutingsdalekloven og Eringsdalekloven, se kart Figur 1. I forbindelse med planene om etablering av et nytt kraftverk i Eiriksdal, ble det gjennomført en revidering av kalkingsplanene (Garmo m.fl. 2010). Denne foreslår ulike behandlingsstrategier mot forurengning og giftig aluminium i elva, og ender opp som beste anbefaling kontinuerlig kalking av utløpsvannet fra nye Eiriksdal kraftverk. Statsforvalteren i Vestland vil vurdere dette forslaget. Denne utredningen er et ledd i arbeidet med å berede grunnen for en slik vurdering.



Figur 1. Kart over Høyanger med Daleelva. Eringsdalen er i denne rapporten benevnt med det lokale navnet; Eiriksdalen. Kilde Norkart.

1.2 Målet med kalkingen

Det skal kalkes for laks i Daleelva. Det innebærer at kalkingsmålet satt som pH-mål skal være på forskjellige nivåer avhengig av laksens livsstadier. Smoltifiseringsperioden om våren er den mest sårbare tiden for laksen. Derfor er det satt ulike kalkingsmål avhengig av årstid. I smoltifiseringsperioden er det høyere pH-mål enn resten av året. Hindar m.fl. 2015 viser at det mest effektive pH-nivået for reduksjon av labilt aluminium opptrer ved pH 6,4. Dette nivået er viktig å opprettholde i den sentrale smoltifiseringstiden, men målene kan reduseres noe tidlig på året. I forbindelse med kalkingstiltakene for laks på Sørlandet er det utarbeidet en generell tidstabell for disse pH-målene. Denne tabellen fravikes dersom utvandringen endres vesentlig enkelte år. Smoltifiseringsperioden og utvandringen styres av flere faktorer, der blant annet vanntemperatur/temperaturendringer er viktige variabler. Utvandringen er vanligvis høyest ved temperaturer omkring 10 °C, men også lavere. (Heggberget m.fl. 1992). Lavere temperaturer er ofte registrert i Norge, og Ugedal m.fl. 2014 viser at høyest utvandring i Daleelva opptrer ved månedsskiftet mai – juni basert på tall fra før oppstarten av Eiriksdal kraftverk. I årene før innfasing av Eiriksdal kraftverk var temperaturutvikling nokså identisk fra år til år Ugedal m.fl. 2020. Dersom 8 °C velges som en sannsynlig optimumsgrense for utvandring, viser temperaturloggen fra elva at dette nivået ble passert i tidsrommet fra 5. – 30. juni i årene 2006 - 2011, mens det etter oppstart av kraftverket ble logget større variasjon og også passering av 8 °C-nivået senere på året, (23. mai – 5. august i tidsrommet 2013 – 2018). Disse forholdene tilsier at pH-målene bør settes høyt også i juni, kanskje noen år til og med omfatte juli (Tabell 1).

Tabell 1. Anbefalte pH-mål for Daleelva tar utgangspunkt i den generelle tabellen for kalking i laksevassdrag utarbeidet av Statsforvalteren i Agder.

Periode	pH
15.02. - 14.04.	6,2
15.04. - 30.06.	6,4
01.07. - 14.02.	6

1.3 Kjemiske forhold av betydning for kalkingsbehovet

Miljødirektoratet har gjennomført vannkjemisk oppfølging av Daleelva i en årrekke gjennom tiltaksovervåking av kalkete laksevassdrag. De kjemiske betingelsene ble noe endret ved etablering av Eiriksdal kraftverk i 2013 (Ugedal m.fl. 2020). Kjemiske analyser som er foretatt etter oppstart av kraftverket er innhentet fra «Vannmiljø», (Miljødirektoratets fagsystem for registrering og analyse av tilstanden i vann) og benyttet til vurderinger i denne rapporten. Parameterne som er vurdert er fraksjoner av aluminium, TOC (konsentrasjon av totalt organisk stoff), kalsiumkonsentrasjon og pH.

1.3.1 Aluminium

Det er foretatt analyser av reaktiv og fraksjonert (ikke labilt) aluminium i årene 2015- 2017. Differensen mellom disse er den giftige formen (labilt aluminium, LAI). Vannforskriften setter en grense mellom god og moderat tilstand på 10 µg LAI/l for smoltifiserende laks. I Daleelva er denne grensen overskredet på alle prøver tatt i smoltifiseringsperioden, unntatt 6. mars 2017. En full serie av vårprøver fra utløpet av Daleelva er foretatt i smoltifiseringsperioden 2016. Disse viser at konsentrasjonen av labilt aluminium var omkring 15 – 30 µg LAI/l (Figur 2).

1.3.2 TOC

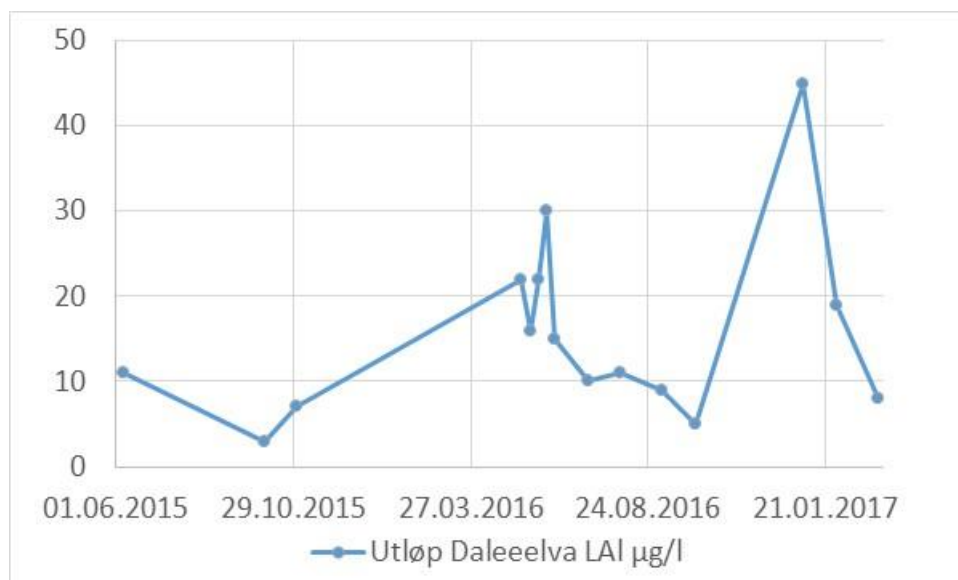
TOC (totalt organisk karbon) reduserer tilgjengelig labilt organisk aluminium i vann. Dersom konsentrasjonen er høy, kan pH-målene reduseres uten at dette påvirker giftigheten av aluminium. Høye konsentrasjoner av TOC vil normalt føre til brunfarget vann. Daleelva er en klarvannselv. Fargemålingene viser at fargetallet varierer fra 2 til 7 mg Pt/l. Det foreligger 8 TOC-analyser fra 2017 og 2018. Disse viser en variasjon på 0,5 – 1,6 mg TOC/l i utløpet. Dette er lave verdier, og fører til at det ikke ligger til rette for reduserte pH-mål i elva.

1.3.3 Kalsium

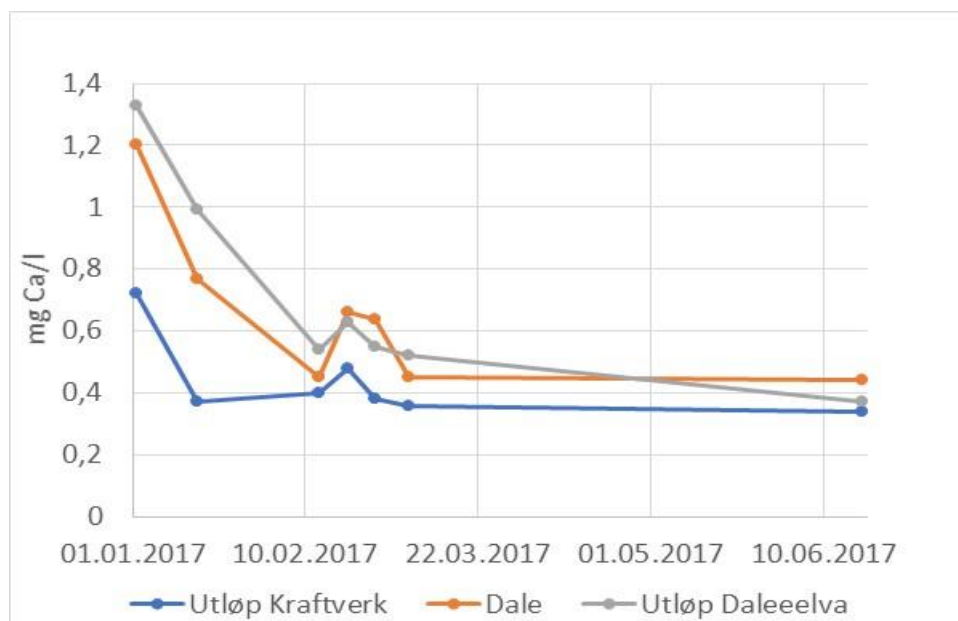
Kalsiumkonsentrasjonen i elva påvirker kalkingsbehovet. I Daleelva viser Figur 3 hvordan konsentrasjonen våren 2017 økte mot utløpet. Figuren viser også store forskjeller på konsentrasjonen fra vinter mot vår. Tilført kalk om vinteren førte til en økning i konsentrasjon på ca. 0,6 mg Ca/l. Enkelte store økninger i kalsiumkonsentrasjonen nedstrøms kraftverket vises også tydelig på Figur 4. Dette kan forklares ved at det foregår lokale kalkingstiltak i sideelver og bekker som periodevis øker kalsiumkonsentrasjonen. Figuren viser likevel at konsentrasjonen vanligvis er svært lite påvirket av kalkingstiltakene. Den er da litt under 0,4 mg Ca/l (median: 0,36 mg Ca/l).

1.3.4 pH

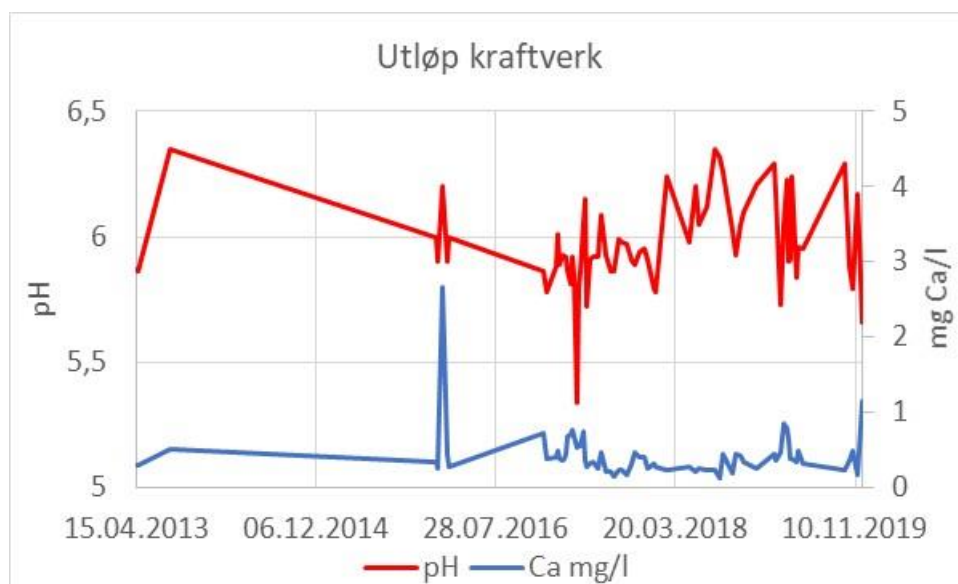
pH i Daleelva varierer som regel i området pH 5,7 - 6,3. Det er liten forskjell på pH i de ulike deler av elva, men data fra 2017 viser økende pH mot utløpet. Økningen er ca. 0,1 pH vinter og tidlig vår, men øker mer mot sommeren, Figur 5. Figur 4 viser at pH øker når Ca-konsentrasjonen blir høy. Derimot viser Figur 6 manglende sammenheng mellom pH og kalsiumkonsentrasjoner når konsentrasjonene er lave.



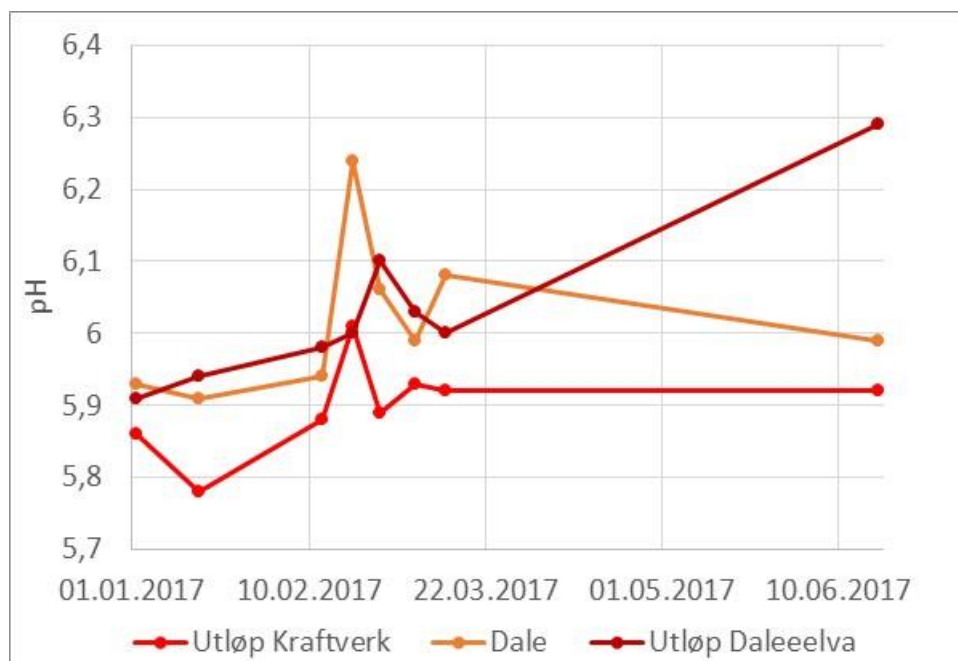
Figur 2. Labilt aluminium (LAI) i utløpet av Daleelva. I smoltifiseringsperioden 2016 (15.02 – 01.07) var konsentrasjonen av LAI for høy i forhold til kavet om god vannkvalitet.



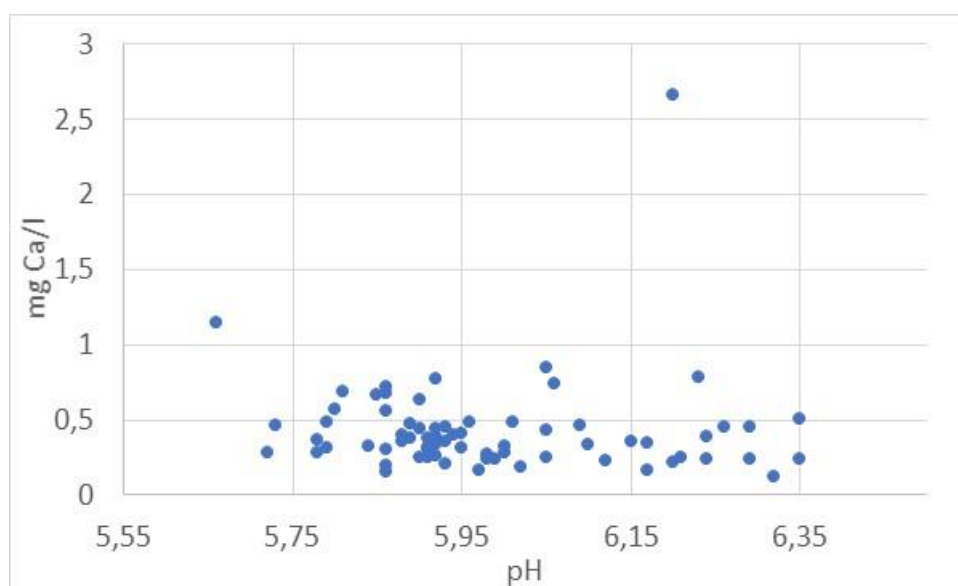
Figur 3. Kalsiumkonsentrasjonen i Daleelva øker vanligvis mot utløpet. Tilført kalk om vinteren medførte ekstra stor økning.



Figur 4. Kalsium og pH ved utløpet av Eiriksdal kraftverk.



Figur 5. pH-utviklingen i Daleelva fra Eiriksdal kraftverk til utløpet. pH øker mot utløpet, spesielt om sommeren.



Figur 6. pH og kalsiumkonsentrasjoner i Daleelva. Det er ingen sammenheng mellom kalsium og pH når kalsiumkonsentrasjonene er lave.

2 Doseringsstrategi og plassering

Doseringsanlegget er tidligere foreslått plassert så nær Eiriksdal kraftverk som mulig (Garmo m.fl. 2010). Dette er i oppvandringsområdet for anadrom laksefisk. Ideelt sett burde doseringsanlegget vær plassert et godt stykke ovenfor oppvandringshinderet for laks fordi giftige aluminiumsforbindelser oppstår når surt aluminiumsholdig vann tilføres kalsiumkarbonat. Giftigheten avtar med tiden etter innblanding, men de kjemiske reaksjonene skjer langsomt (Kroglund og Teien 2009). Dette gjør at avstanden mellom doseringspunkt og effektfritt område kan være lang. Negative blandsone-effekter må påregnes innenfor 20 minutters reaksjonstid. De øvre deler av Daleelva vil derfor være utsatt for denne effekten. Ideelt sett burde derfor doseringen vært gjennomført et stykke ovenfor oppvandringshindrene i Gautingsdalselva og Eiriksdalselva, eller i magasinene inne på fjellet slik at vannet er ferdig reagert i lakseførende strekning av elva. Det eksisterer en kjørevei for tungtransport til magasinene på fjellet i Langedalen som i teorien gjør dette mulig, men praktiske årsaker gjør muligens denne formen for kalking komplisert i Høyangervassdraget. Det følgende er derfor en utredning av det allerede anbefalte forslaget.

2.1 Kalkingsanlegg ved Eiriksdal kraftverk

2.1.1 Plassering, kalkingsanlegg

Det bør kalkes så tidlig som mulig etter at vannet kommer ut fra kraftverket. Tre plasseringer er her vurdert.

1. En plassering ved Ekrene mellom innfartsveien til Eiriksdal kraftverk og Gautingsdalselva rett nedenfor ny kjørebri for tungtransport inn til kraftverket vil være strategisk plassert for dosering nedstrøms utslaget fra kraftstasjonen (Figur 7). Arealene her tilstrekkelig store for problemfri leveranse av kalk, og det burde være enkelt å få tilkoblet nettstrøm til anlegget. Det er god turbulens i elva som dermed sikrer en god kalkinnblanding. Ved stopp i kraftproduksjonen kan det bli lite vann å kalkdosere i. Imidlertid vil konsesjonsbetingelsene medføre at kraftverket i slike tilfeller må åpne for at tilstrekkelig vann blir tilført vassdraget. Dette tilføres i Gautingsdalselva (Norevik pers. med.).
2. En plassering på nordsvestsiden av elva ved elvemøtet mellom Eiriksdalselva, utslaget fra kraftverket (Daleelva) og Gautingsdalselva kan også være et godt alternativ, Randtangen. Kalkinnblanding i laksetrappa som vil gi en god innblanding av kalk selv om vannføringen er lav. Vann fra hele området vil med denne løsningen bli direkte kalkdosert. Tilkobling til nettstrøm er muligens ikke fullt så enkel, da strømforsyningen til en allerede etablert vannstandsmåler på stedet kan være for dårlig dimensjonert til å kunne betjene et helt doseringsanlegg (Figur 8).
3. En plassering ca. 800 m inne i fjellet ved Eirikstad kraftverk for kalkdosering rett etter turbinutslaget. Det er usikkert om denne løsningen vil fungere ved stopp i kraftproduksjonen, og forholdet må i tilfelle utredes nærmere.

Det er også mulig å plassere doseringsanlegget på sørsiden av Gautingsdalselva (mellom Gautingsdalselva/Daleelva og Eiriksdalselva), men anlegget kan da komme i konflikt med annen aktivitet. Det er både skytebaner og en helikopterlandingsplass i dette området. Flyfoto av hele området er gjengitt i Figur 9.



Figur 7. Mulig doserer plassering ved Ekrene. Foto Rune Norevik.



Figur 8. Mulig doserer plassering ved Randtangen. Foto Rune Norevik.



Figur 9. Området for mulig plassering av en kalkdoserer. Ring er satt rundt de to foreslåtte punkter. Norkart. Det tredje punktet er inne i fjellet. Kilde Norkart.

2.1.2 Styringsform

Ugedal m.fl. 2020 viser hvordan Daleelva varierer betydelig i vannføring i løpet av korte tidsintervaller (nedkjøring av kraftverket). Dette setter høye krav til rask respons ved endrete vannføringsforhold. Det bør derfor etableres et egnet styringssystem for nøyaktig kalkdosering i forhold til raskt endrete behov. Dette innebærer benyttelse av tre ulike prosess-signaler for beregning av kalkdoser.

- Vannstandssignal for beregning av total vannføring nedstrøms samløpet mellom Gautingsdalselva, Daleelva og Eiriksdalselva.
- pH oppstrøms doseringspunktet som knyttes sammen med vannføringssignalet og en aktuell Ca – pH titeringskurve for forhåndsregninger av kalkdosene.
- pH nedstrøms doseringen som gir tilbakemeldinger om eventuelle behov for etterjustering. Denne pH-stasjonen bør være plassert et stykke nedstrøms anlegget for å sikre at kalkinnblandingen er homogen og at de kjemiske reaksjonene er nær ferdigprosessert.

2.1.3 Plassering av doserings- og målepunkter

2.1.3.1 Vannstand

Vannstandssignalet bør plasseres på et sted som fanger opp alle eventualiteter i vannføringsutviklingen. I Daleelva vil vannføringen fra kraftproduksjonen normalt være dominerende i den totale vannføringen. Imidlertid vil bortfall av kraftproduksjonen eller flom i vassdraget føre til at andre bidrag danner grunnlaget for vannføringen. Derfor bør vannføringssignalet innhentes etter samløpet mellom Gautingsdalselva, Daleelva og Eiriksdalselva. Terskelen avbildet i Figur 8 er en god plassering. Denne plasseringen vil fange opp all lokal flom i øvre deler av vassdraget og også fange opp bidraget fra kraftverket.

2.1.4 Doseringspunkt

Doseringspunktet vil bli på tre ulike steder, avhengig av valgt alternativ. Den beste posisjonen i forhold til blandsoneproblematikk vil være inne i fjellet. Dersom vannets bevegelser fra kraftverket til Vetletrøa tar en time (se pkt. 2.1.4.2) vil vannets vandring i tunellen ta ca. 40 -45 minutter. Dette gir en tilstrekkelig lang reaksjonstid til at vannet ikke er farlig for laks ved utløpet fra fjellet.

2.1.4.1 pH oppstrøms doseringen

De foreslåtte doseringspunktene har ulike muligheter for gode pH-oppstrømsmålinger. De beste pH-målingene vil være ved alternativ 2, der målingene kan foretas der den beste innblandingen mellom vann fra Gautingsdalselva, Daleelva og Eiriksdalselva oppstår, men oppstrøms doseringspunktet i laksetrappa. I alternativ 1 kan pH måles rett oppstrøms doseringspunktet. Det bør da være mulig å måle i en blanding av Daleelva og Gautingsdalselva. Alternativ 3 gjør oppstrømsmålingene bare mulig i kraftverksvannet. Dette er ikke helt optimalt, men vannføringen etter samløpet mellom elvene vil vanligvis utgjøres av mesteparten kraftverksvann.

2.1.4.2 pH nedstrøms doseringen

Det er viktig å ikke plassere denne måleren for nær doseringspunktet. Da vil vannet ikke være ferdig reagert, og unødig lav pH vil bli registrert i forhold til det ferdig reagerte vannet lenger nede i elva. Samtidig må ikke avstanden bli så stor at reaksjonstiden blir for lang, og dermed gjøre doseendringene trege. Det er en forutsetning at nettstrøm er tilgjengelig i området og at det ikke er for vanskelig å fundamentere for pH-målingsutstyret i elva. Dette kan bli en utfordring, da hele elveleiet ligger i løsmasser. For doserplassering alternativ 1 og 2 forslås det tre alternativer her:

- Terskel ved «Bjørkhølen». Denne plasseringen er nokså nær doseringspunktet (510 m), og det kan være en utfordring å få fundamenteringen tilstrekkelig solid. Tilkobling av nettstrøm kan også bli vanskelig.
- Terskelen umiddelbart nedenfor «Strekka», Vetletrøa. Dette er 950 m nedstrøms doseringspunktet. En installasjon er plassert ved elvebredden (muligens Statkrafts registreringspunktet for vannstand) Dersom denne har nettstrømstilkobling, vil dette være en brukbar plassering (Figur 10). Det registreres en times forsinkelse fra kraftverket foretar nedkjøring til redusert vannføring vises Statkrafts vannstandsmåler. Imidlertid innbefatter denne tiden også vannbevegelsene i tunnelen etter kraftverksturbinene inne i fjellet. Vannhastigheten der antas å være svært lav.
- Terskel ved avkjøring til Olaibøen. Avstanden til doseringspunktet er 2560 m. Dette er noe langt, men terskelen er dyp, og med muligheter for fundamentering av pH-måleren. Det er usikkert om nettstrøm kan tilkobles på en enkel måte.

Alle plasseringen innenfor nevnte tre steder vil være akseptable avstander fra doseringspunktet. Forutsatt antatte tider for vannbevegelser er den beste plasseringen i alternativ 3 på Randtangen.



Figur 10. Antatt vannstandsmålestasjon ved Vetletrøa. En av flere foreslåtte plasseringer av en pH-nedstrømsstasjon. Foto Rune Norevik.

3 Doseringsbehov og kapasiteter

Det er to forhold som avgjør doseringsbehov og kapasiteter. Det ene er mengden vann som skal kalkes (vannføringen), det andre er kalkdosene som skal leveres for å oppnå ønsket resultat.

3.1.1 Vannføring

Konsesjonsbetingelsene for Eiriksdal kraftverk setter krav om at vassføringen i Daleelva like nedstrøms samløpet mellom elvene fra Eiriksdalen og Gautingsdalen ikke skal være under 6 m³/s i tiden 1. mai - 31. oktober. I tiden 1. november - 30. april skal vassføringen på samme sted ikke være under 1,5 m³/s. Ugedal m.fl. viser hvordan vannføringen normalt varierer ved Vetletrøa nedstrøms samløpet (Figur 11). Vannføringen er ca. 16,5 m³/s når begge turbiner er i drift (50 og 30 MW), slukeevnen er da 16 m³/s. Garmo m. fl 2010 foreslår at det må tas høyde for en øvre flomvannføring på 150 m³/s. Denne grensen vil nok til tider overgå, men er likevel en realistisk øvre kapasitetsgrense for kalking til eksakte kalkdoser ved høye dosekrav. Flomtopper > 150 m³/s vil da bli mangelfullt kalket, men toppene er som oftest så kortvarige at eksponeringstiden for dårlig kalket vann blir liten, og faren for negative effekter på laksesmolt minimal. Vannføringsspenet blir da 1,5 – 150 m³/s.

De aller fleste regnværsepisoder vil ikke medføre flom i elva, men heller bli porsjonert gjennom kraftproduksjonen. Årlig gjennomsnittlig vannføring som benyttes til kraftproduksjon i Eiriksdal kraftverk er 7,6 m³/s (Tall som utledes av en årlig produksjon på 336,9 GWh). Med bakgrunn i logget vannføring ved Vetletrøa og Randtangen (nedstrøms samløpet mellom Gautingsdalselva og Eiriksdalseva) anslås at bare 5 % av årlig vannmengde skyldes flomvannføring. Restnedbørfeltet som ikke blir omfattet av kraftreguleringer utgjør ca. 25 km². Spesifikk avrenning i området er 88 L/s/km². Årlig gjennomsnittlig vannføring fra restfeltet er 2,2 m³/s, Tabell 2.

Tabell 2. Tre kilder til vannføringen som årsmiddel. Kildene til flom er delt i kraftverksvann og vann fra restnedbørfeltet.

Sted	Gjennomsnittlig vannføring m ³ /s
Eiriksdal kraftstasjon	7,60
Flomvann	0,38
Restfelt tilrenning	2,20
SUM	10,18

3.1.2 Kalkdosering og doser

For beregning av riktige kalkdoser må sammenhengen mellom Ca-tilsetting og pH-økning være kjent (kalsium – pH titreringskurven). Denne er forskjellig for ulike vannkvaliteter. I mangel av eksakt Ca – pH titreringskurve analysert på surt vann fra Daleelva, benyttes her en generell titreringskurve. Daleelva er en klartvannselv med lav TOC-konsentrasjon (totalt organisk karbon). Derfor benyttes en generell kurve for vann med TOC-konsentrasjon i området 0 – 3 mg TOC/l (Figur 12). Forventet kalkdosering settes i forhold til pH-målene som gjelder til enhver tid og anslått laveste pH før kalking. Kalkopløsningen settes til 90 %. Dersom forventet laveste pH er 5,7 (Figur 6), vil teoretisk dose være 1,1 g CaCO₃/m³ vann når pH-målet er pH 6,4. Det forutsetter en doseringskapasitet på ca. 14 tonn CaCO₃/døgn. Det er viktig at doseringen også kan gi nøyaktige doser når vannføringen er på det laveste og dosebehovet lavt, særlig i smoltifiseringsperioden. Doseringsbehovet kan da bli så lavt som 22 kg/døgn. Pulsdosering er ikke ønskelig.

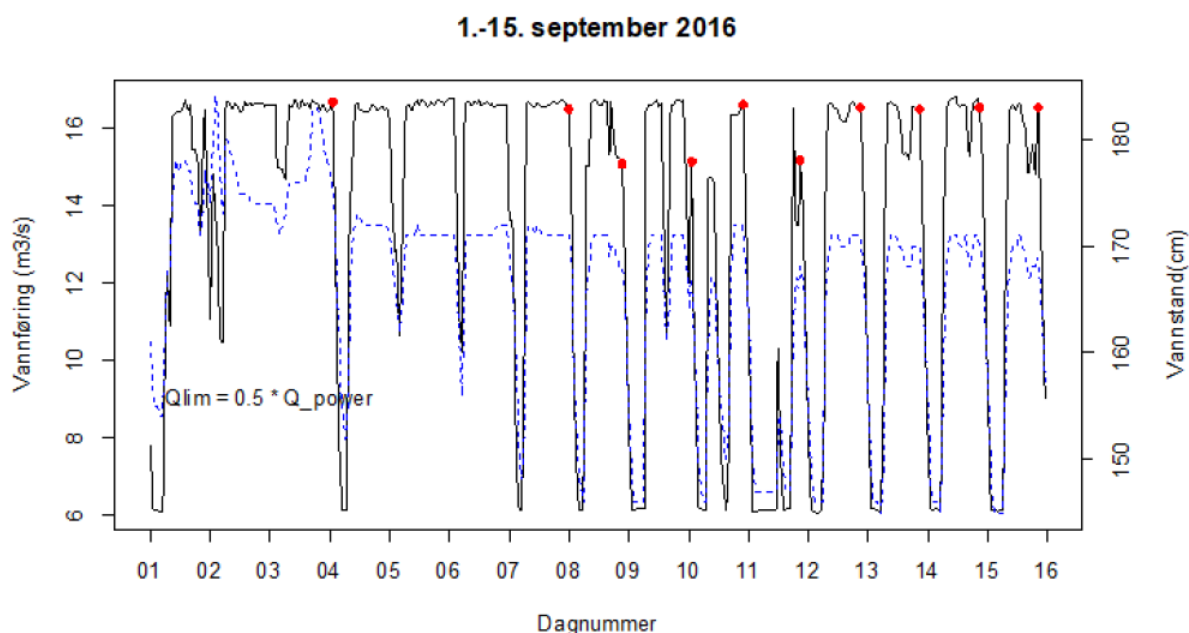
Tabell 3 viser hvordan CaCO₃-behovet fordeler seg pr. periode med forskjellige pH-mål. Det er satt noe høyere forventet laveste pH i elva utenom smoltifiseringsperioden. Totalt forventet CaCO₃-forbruk er da ca. 140 tonn.

Tabell 3. Fordeling av forventet CaCO₃-behov ved de ulike pH-mål pr. år. Del av året referer til Tabell 1.

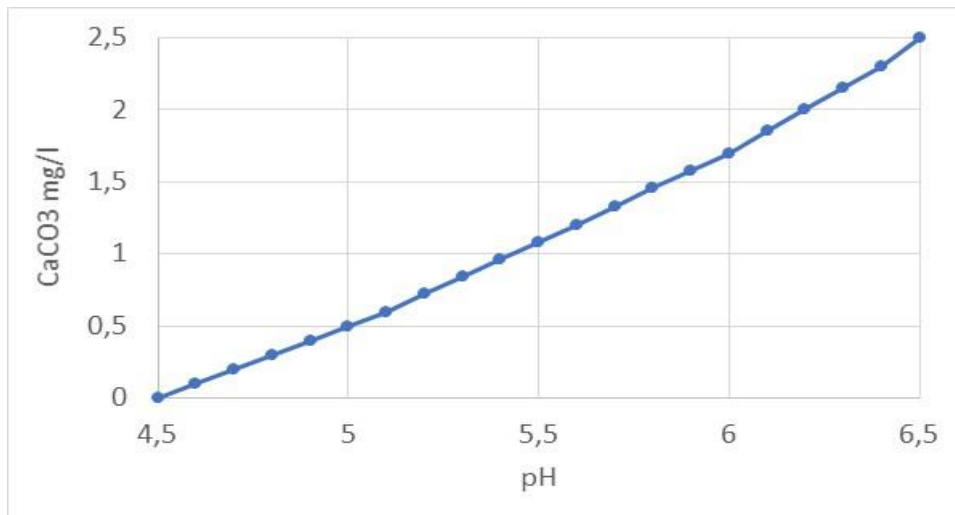
pH-mål:	6	6,2	6,4
Del av året med pH-mål 6,0	0,6	0,2	0,2
Gjennomsnittlig pH i periode	5,8	5,7	5,7
Kalkbehov til mål-pH, tonn	47,3	12,6	63,7

3.1.3 Beholdningstanken

Lagerkapasiteten på doseringsanlegget bør være slik at det kan doseres for tre påfølgende sure episoder uten påfylling av ny kalk. Hver episode anslås til ikke å overstige to døgn. Lagerkapasiteten må da være ca. 80 tonn CaCO₃.



Figur 11. Graf og tekst er gjengitt fra Ugedal m. fl. 2020: Eksempel på døgnavariabel driftsvannføring ved Eirisdal kraftverk (-) og vannstanden målt på Vetletrøa en time senere (--). Markert med røde punkter er starten på episoder med raske reduksjoner i vannføring i henhold til vår definisjon av nedkjøringsepisoder



Figur 12. Generell CaCO₃ – pH titreringskurve for TOC konsentrasjoner < 3 mg/l.

4 Kalkkvalitet

Doseringsanlegget skal plasseres i oppvandringsområdet for anadrom laksefisk. Blandsonne-effekter vil derfor påvirke fisken nedstrøms doseringspunktet. Det er viktig å benytte kalk med mest mulig momentan oppløsning. Generelt vil redusert kornstørrelse øke oppløseligheten. Derfor anbefales det å benytte kategori 2 kalk eller finere. Dette er en type finkornet kalk ($\varnothing = 0 - 4 \mu\text{m}$). Tørrvektinnholdet må ikke være < 95 % CaCO₃. Kalken kan tilføres som våtdosering, (forhåndsoppslemmet) eller slemmes opp på stedet.

5 Totalvurdering av de alternative plasseringer

Sett ut fra bekymringer omkring blandsonneproblematikken som oppstår nedstrøms kalkdoseringsanlegg er alternativ 3, plassering i fjelltunellen rett etter turbinutslaget, det beste alternativet. Kartlegging av uvissheter omkring praktiske forhold må i tilfelle gjennomføres for å avdekke om denne plasseringen som kan benyttes.

De to andre alternativene er nokså like. Det oppholder seg mye laks i hølen oppstrøms laksetrappa ved Randtangen i oppvandringstiden (Rune Norevik pres. med.). Ved alternativ 1, plassering ved Ekrene, vil denne laksen bli utsatt for blandsonneproblematikk. Ved alternativ 2, plassering ved Randtangen; vil dette området være mer stabilt, men surere.

6 Referanser

- Garmo, Ø., Hindar, A., Kroglund, F. 2010. Reviderte kalkingsplaner for Guddalsvassdraget og Høyangervassdraget. NIVA-rapport 6032.
- Heggberget, T. G. Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. 1992. Smoltifisering hos laksefisk. - NINA Forskningsrapport 31: 1-42
- Hindar, A. 1997. Kalkingsplaner for Nausta, Gaular-, Høyanger- og Ortnevikvassdraget i Sogn og Fjordane. NIVA rapport 3756-97.
- Hindar, A.; Garmo, Ø. Aa.; Teien, H.-C. 2015. Sammenhengen mellom labilt aluminium og pH i kalkede laksevassdrag. NIVA-rapport 6872-2015.
- Teien, H.-C. og Kroglund, F. 2009. Komparative studier mellom kalksteinsmel (Miljøkalk VK3, Miljøkalk NK3) og kalkslurry BLOKALK 75 - løselighet av Ca og økning i pH over tid. Universitetet for miljø- og biovitenskap. Institutt for plante- og miljøvitenskap. ISSN 0805 - 7214
- Ugedal, O. Kvingdal, E., Foldvik, A., Hesthagen, T. Bongard, T., Jensås, J.G. & Østborg, G. 2020. Laks og sjøaure i Daleelva i Høyanger. Bestandsutvikling, flaskehals og vurdering av tiltak. - NINA Rapport 1796. Norsk institutt for naturforskning.
- Ugedal, O., Kroglund, F., Barlaup, B., Lamberg, A. 2014. Smolt – en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet M136-2014.

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

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no