

# Skisse til kalkingsplan for Budalselva, et sidevassdrag til Modalsvassdraget i Hordaland





# 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](http://www.niva.no)

Tittel Skisse til kalkingsplan for Budalselva, et sidevassdrag til Modalsvassdraget i Hordaland	Løpenummer 7365-2019	Dato Februar 2019
Forfatter(e) Rolf Høgberget, Øyvind Kaste	Fagområde Kalking og forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hordaland	Sider 15

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hordaland	Oppdragsreferanse Kjell Hegna/ fmhokhe@fylkesmann en.no
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180140

<p>Sammendrag</p> <p>Budalselva, som er et sidevassdrag til Modalselva, er preget av forsuring og kan potensielt skape giftige aluminiums-blandsoner i nedre del av Modalselva. Modalselva er kalket siden våren 2016. Det er foreslått to alternative kalkingsstrategier, avhengig av hvilket mål som velges for kalkingstiltaket. Alternativ 1 er designet for å eliminere faren for giftige aluminiums-blandsoner i Modalselva, mens Alternativ 2 i tillegg vil gi akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva. Dersom produksjonspotensialet for laks vurderes å være tilstrekkelig stort, anbefales det å kalke Budalselva i henhold til alternativ 2.</p>
---

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vassdrag</li> <li>Forsuring</li> <li>Laks</li> <li>Kalking</li> </ol>	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>River basin</li> <li>Acidification</li> <li>Atlantic salmon</li> <li>Liming</li> </ol>
--	--

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

*Rolf Høgberget*  
Prosjektleder

*Atle Hindar*  
Kvalitetssikrer

*Heleen de Wit*  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577- 7100-3  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

**Skisse til kalkingsplan for Budalselva, et  
sidevassdrag til Modalsvassdraget i Hordaland**

## Forord

Modalselva kalkdoseringsanlegg ble startet for prøvedrift i 2015, og satt i normal drift fra desember 2016. Det legges ned betydelige ressurser for å reetablere elva som lakseelv. Sure tilførselselver kan redusere effekten av kalkingstiltaket og Budalselva er en slik sideelv. Fylkesmannen i Hordaland ønsker å vurdere muligheten av tiltak i Budalselva. Fylkesmannen sendte en forespørsel på utarbeidelse av kalkingsplaner for Budalselva i oktober 2016, og NIVA fikk i desember 2016 oppdraget med å vurdere ulike kalkingstiltak i Budalselva.

Grimstad, februar 2019

Rolf Høgberget

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Vassdragsbeskrivelse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Generelt .....	6
2.2	Hydrologi.....	6
2.3	Vannkvalitet.....	7
2.3.1	Overvåkingsdata.....	7
2.3.2	Automatisk overvåking av fysiske parametere.....	8
<b>3</b>	<b>Forslag til kalkingstiltak.....</b>	<b>11</b>
3.1	Mål for kalkingen.....	11
3.2	Kalkingsstrategiske alternativer .....	11
3.2.1	Alternativ 1: Dosering ved utslaget av Budalen kraftverk .....	12
3.2.2	Alternativ 2: pH-styrt dosering oppstrøms vanninntak for nytt Budal II kraftverk.....	13
3.2.3	Kapasiteter .....	14
<b>4</b>	<b>Anbefalinger .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>15</b>

## Sammendrag

Modalselva er svært ionefattig og dermed følsom for forsuring. Et kalkdoseringsanlegg ble etablert våren 2016 for å reetablere elva som lakseelv. Sure tilførselselver kan imidlertid redusere den ønskete effekten av kalkingstiltaket. Budalselva er en slik sideelv, og Fylkesmannen i Hordaland ønsker derfor å vurdere muligheten for å gjennomføre kalkingstiltak også i denne sidegrenen.

Budalselva munner ut i lakseførende del av Modalselva ca. 4 km fra utløpet mot sjøen. Vannkvaliteten i Budalselva er preget av forsuring, og den er generelt dårligere enn ubehandlet vann fra Modalselva. Sporadiske vannprøver tatt i 2007, 2015 og mer kontinuerlig i 2016 viser pH i området 5,1-5,9. Hyppige prøver første halvår 2016 viser at pH reduseres kraftig om våren.

Det ble driftet en midlertidig loggestasjon for pH i Budalselva i perioden 3. mai - 23. oktober 2018. Resultatene viser en del pH-variasjon i våravrenningen (pH  $5,80 \pm 0,15$ ), mens de største pH-droppene (ned mot 5,2) ble registrert i forbindelse med flommer i løpet av sommeren og høsten. Data fra stasjonen viste at konduktivitet og pH ofte samvarierte under flom, noe som gjør at konduktivitet i dette tilfellet vil være uegnet å styre kalkdoseringen etter.

Det er foreslått følgende hovedmål for kalking av Budalselva: «Å eliminere faren for giftige aluminiums-blandsoner i Modalselva nedstrøms samløpet med Budalselva slik at god vannkvalitet oppnås på hele strekningen». Et tilleggsmål vil være å produsere akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva. Det er skissert to alternative kalkingsstrategier, avhengig av hvilket mål som velges for kalkingstiltaket.

**Alternativ 1:** Dosering med fast kalkdose ved utslaget av Budalen kraftverk. Dette vurderes å være tilstrekkelig til å oppnå hovedmålet med kalkingen.

**Alternativ 2:** For å oppnå tilleggsmålet om akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva bør kalkdoseringsanlegget plasseres oppstrøms vanninntaket til et eventuelt nytt Budal II kraftverk. I dette alternativet foreslås det at kalkdoseringen styres etter pH, og at det legges opp til dosering også utenom smoltfiseringsperioden for laks.

**Anbefaling:** Dersom tilleggsmålet om å produsere akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva for elva skal oppnås, anbefales det å kalke Budalselva etter alternativ 2. Tiltaket vil da ikke bare kunne motvirke giftige blandsoner i Modalselva, men også legge grunnlaget for lakseproduksjon i Budalselva. En produksjon på 500-1500 smolt pr år er tidligere vurdert som mulig i sidevassdraget. Dersom denne gevinsten vurderes å være for lav i forhold til innsats og kostnader, er alternativ 1 tilstrekkelig for å løse problemet med blandsoner i Modalselva. I begge tilfeller vil  $\text{CaCO}_3$ -forbruket være ca. 70-80 tonn/år, men forskjeller i avrenning fra år til år vil gi tilsvarende variasjoner i behovet.

# 1 Bakgrunn

Modalselva er i likhet med mange andre elver på Vestlandet svært ionefattig og følsom for forurening. Vassdraget er i tillegg omfattende regulert for kraftproduksjon. Vannkvaliteten i Modalselva har de senere årene blitt bedre som følge av redusert tilførsel av langtransportert forurensning, men inntil kalkdoseringsanlegget i hovedelva ble satt i normal drift 2016 (årlig driftsperiode er 1. desember til 1. juli) var vannkjemien i vassdraget fortsatt dødelig for laks og i særdeleshet for laksesmolt (Garmo og Skancke 2012, Haraldstad m.fl. 2012). Sure sideelver kan imidlertid redusere den ønskete effekten av kalkingstiltaket i Modalselva. Budalselva er en slik sideelv, og Fylkesmannen i Hordaland ønsker derfor å vurdere muligheten for å gjennomføre kalkingstiltak også her.

## 2 Vassdragsbeskrivelse

### 2.1 Generelt

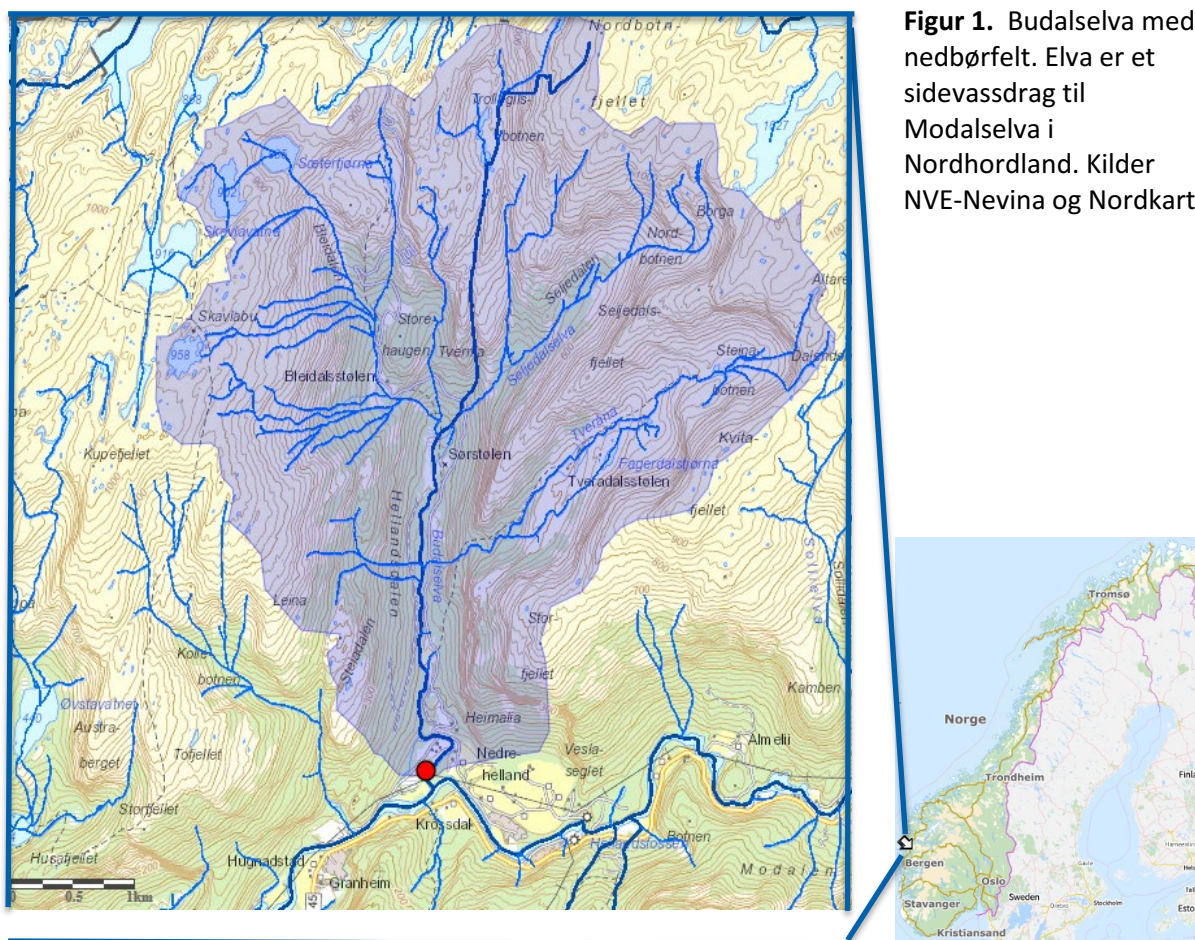
Budalselva er et sidevassdrag til Modalselva i Hordaland. Den drenerer gjennom Hellandsdalen. Det er anlagt en anleggsvei gjennom hele dalen (7 km) i forbindelse med etablering av en kraftverksdam ved Skjerjavatnet. Veien er stengt for alminnelig ferdsel, men den antas å være solid fundamentert for tungtransport. Nedbørfeltet består av ca. 27 % skog og 59 % fjell. Det resterende arealet består av innsjøer, myr og noe dyrket mark helt nederst (**Figur 1**).

### 2.2 Hydrologi

Budalselva munner ut i lakseførende del av Modalselva ca. 4 km fra utløpet mot sjøen. Oppvandringshinderet i Budalselva ligger 800 m oppstrøms samløpet med Modalselva (Bjerknes m.fl. 2007). Elva har sitt nedbørfelt i Stølsheimen. Sidefeltet er ikke påvirket av kraftverksoverføringer, men det eksisterer et minikraftverk med utslag 560 m fra utløpet mot Modalselva. Det har vanninntak 240 m oppstrøms kraftverket. Slukeevnen er 1,16 m<sup>3</sup>/s. Det foreligger konsesjon på et kraftverk til med slukeevne 3,8 m<sup>3</sup>/s, men det er ennå ikke bygget (Budal II kraftverk, konsesjonsvedtak 04.07.2017). Utslagspunktet for dette vil være på samme sted som i dag. Når det nye kraftverket blir bygget, vil vanninntaket ligge ca. 1500 m oppstrøms. Det er planlagt en minstevannføring på 0,174 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 0,039 m<sup>3</sup>/s om vinteren på den regulerte elvestrekningen. Selv ved moderat flomvannføring vil vannføringen i elva bli langt større enn slukeevnen i både det eksisterende og det framtidige kraftverket. **Tabell 1** viser aktuelle vannføringstall for Budalselva.

**Tabell 1.** Hydrologiske nøkkeltall for Budalselva (kilde: [www.nevina.nve.no](http://www.nevina.nve.no))

Nedbørfelt km <sup>2</sup>	19,5
Middelavrenning l/(s*km <sup>2</sup> )	108
Middelvannføring m <sup>3</sup> /s	2,1
Midlere flomvannføring m <sup>3</sup> /s	33

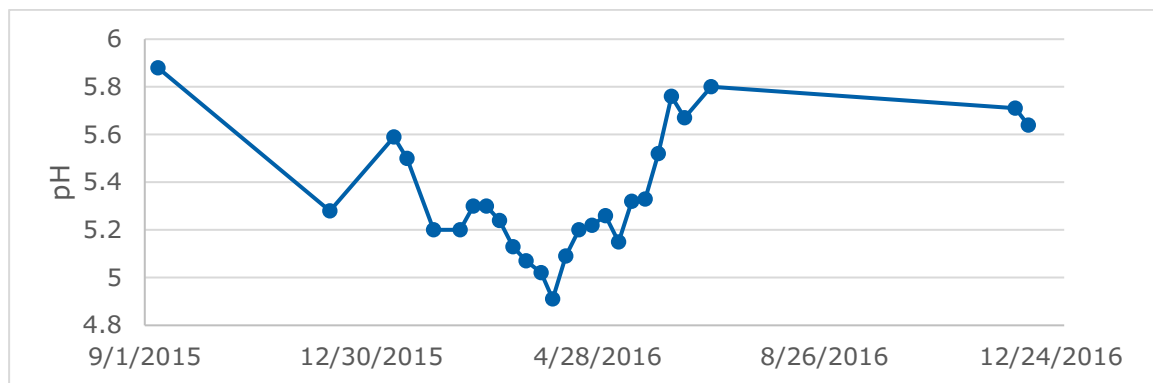


## 2.3 Vannkvalitet

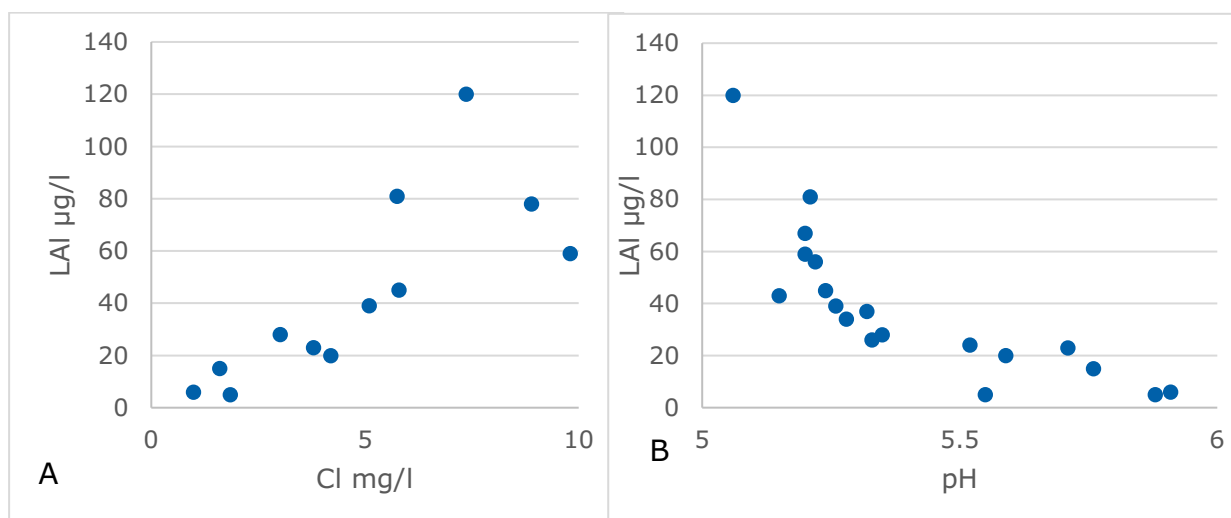
### 2.3.1 Overvåkingsdata

Det er analysert vannprøver fra Budalselva gjennom tiltaksobservasjonen for kalkede laksevassdrag (Miljødirektoratet 2017). Vannkvaliteten i Budalselva er preget av forurening, og den er generelt dårligere enn ubehandlet vann fra Modalselva (Haraldstad m.fl. 2012). Budalselva er likevel en periodisk sur elv. Sporadiske vannprøver tatt i 2007, 2015 og mer hyppig i 2016 viser pH i området 5,1-5,9. Prøver første halvår 2016 viser at pH reduseres kraftig om våren (**Figur 2**). Budalselva er en klarvannselv med lavt innhold av totalt organisk karbon (TOC). Elva drenerer gjennom områder med fattig berggrunn. Konsentrasjonen av basekationer er derfor lav (ca. 0,4 mg Ca/l og 0,35 mg Mg/l) og elva er følsom for forurening. Ekstra sur avrenning kan forekomme som følge av sjøsaltepisoder. Ved storm som bringer med seg sjøsalter over land, øker kloridkonsentrasjonen i avrenningsvannet, mens natrium holdes tilbake i jorda. Klorid er målt i området 1-9 mg Cl/l. Det gir et potensial for mobilisering av syre (lav pH) og positivt ladd (og giftig) aluminium, som vist i **Figur 3A** og **Figur 3B**.





**Figur 2.** pH i Budalselva. Utvandringstiden for smolt er dekket med hyppigere prøvetaking våren 2016.

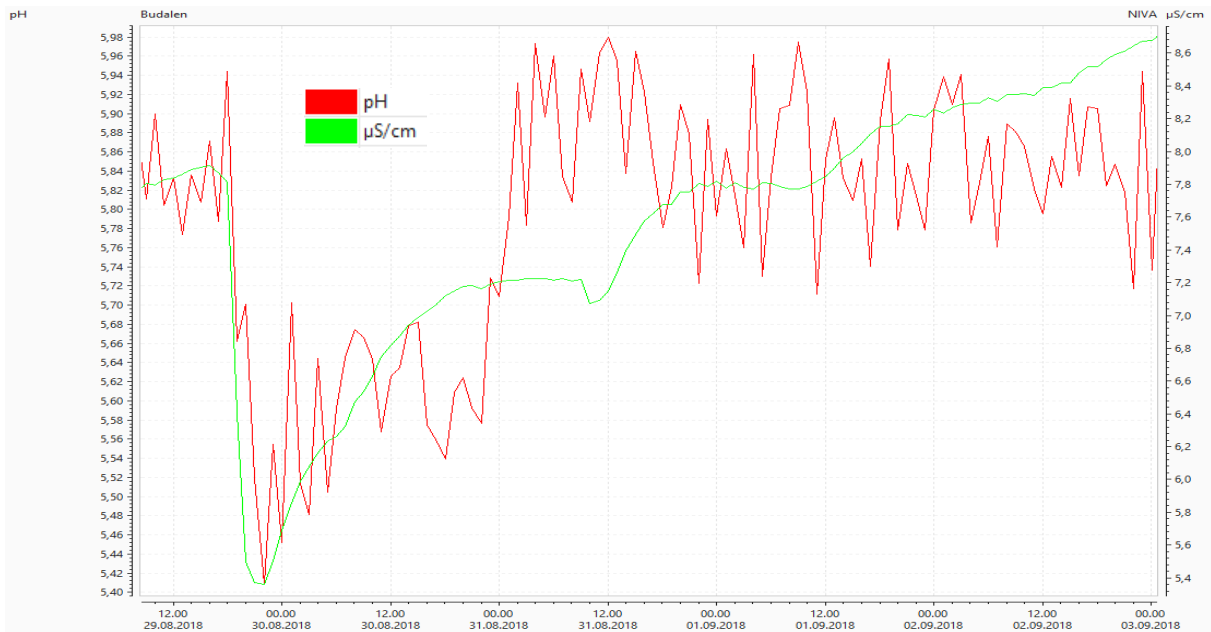


**Figur 3. A:** Konsentrasjoner av labilt aluminium- og klorid i Budalselva.  $Cl > 2$  mg/l kan gi uakseptable LAl-konsentrasjoner for laks. **B:** Sammenhengen mellom pH og labilt Al i Budalselva.

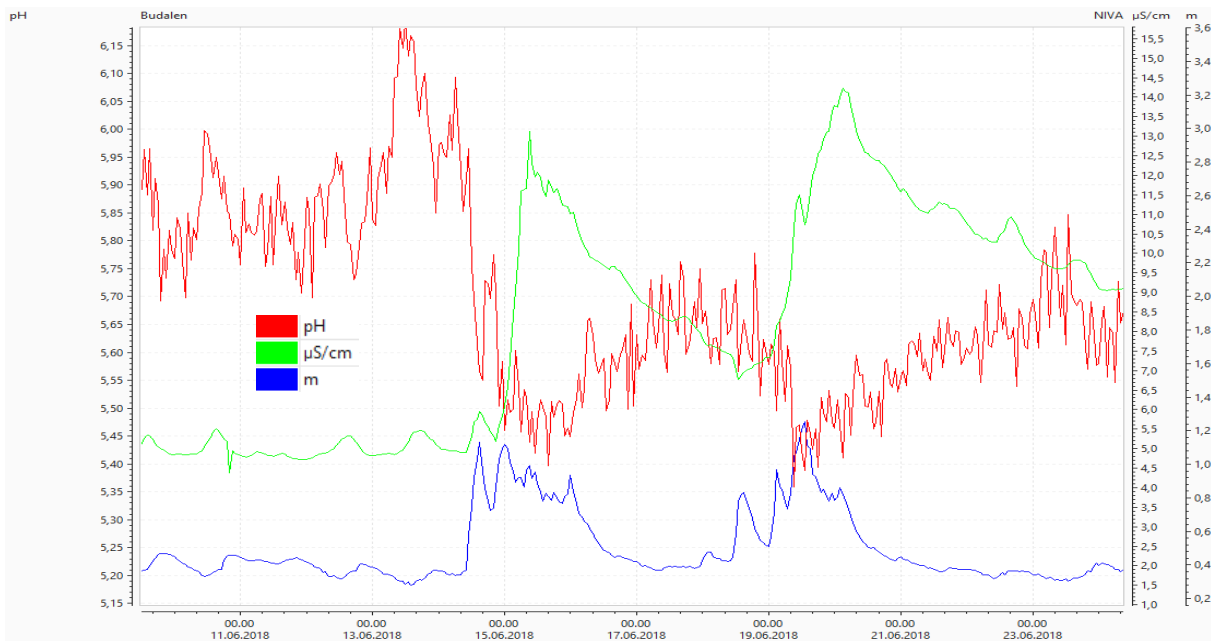
### 2.3.2 Automatisk overvåking av fysiske parametere

For kartlegging av doseringsbehov og parametervalg for styring ble det etablert en automatisk overvåkingsstasjon for pH, konduktivitet og vannstand i utløpet av Budalselva. Denne logget data i perioden 3. mai - 23. oktober 2018 (**Figur 7**). Resultatene viser pH-variasjonen i våravrenningen (pH  $5,80 \pm 0,15$ ). Mot sommeren økte pH noe, men droppet betydelig (til pH 5,4) under to påfølgende flommer 15. og 20. juni. Ingen nedbør i juli førte til stabilt økende pH. Siste del av juli, august og første del av september var preget av gjentatte små flommer med sammenfallende pH-dropp helt ned mot pH 5,3. Høstflommene begynte 10. september med en vedvarende flomperiode ut hele september. Også i oktober var det mye nedbør, og 8 flommer ble registrert før overvåkingsstasjonen ble fjernet. Alle flommer førte til surt vann i elva. Laveste registrerte pH var 5,2. Data fra stasjonen viste at konduktivitet og pH kunne samvariere under flom, en indikasjon på fortykning. Det vil si at konduktiviteten ofte ble lavere da pH også ble lavere (**Figur 4**). I noen tilfeller økte imidlertid konduktiviteten ved synkende pH, en indikasjon på sjøsaltepisoder, men da med en tidsforsinkelse i forhold til pH-reduksjonen (**Figur 5**). Generelt var det dermed dårlig sammenheng mellom

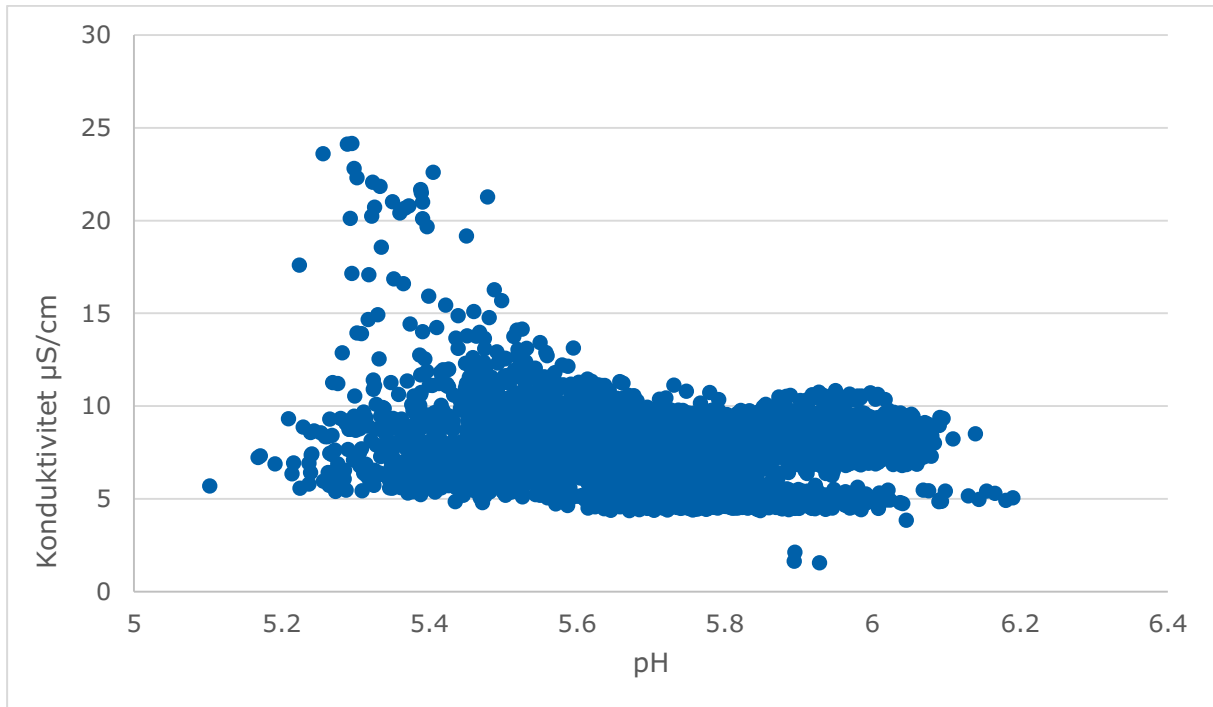
konduktivitet og pH (Figur 6), som gjør konduktivitet til en uegnet parameter å styre doseringen etter.



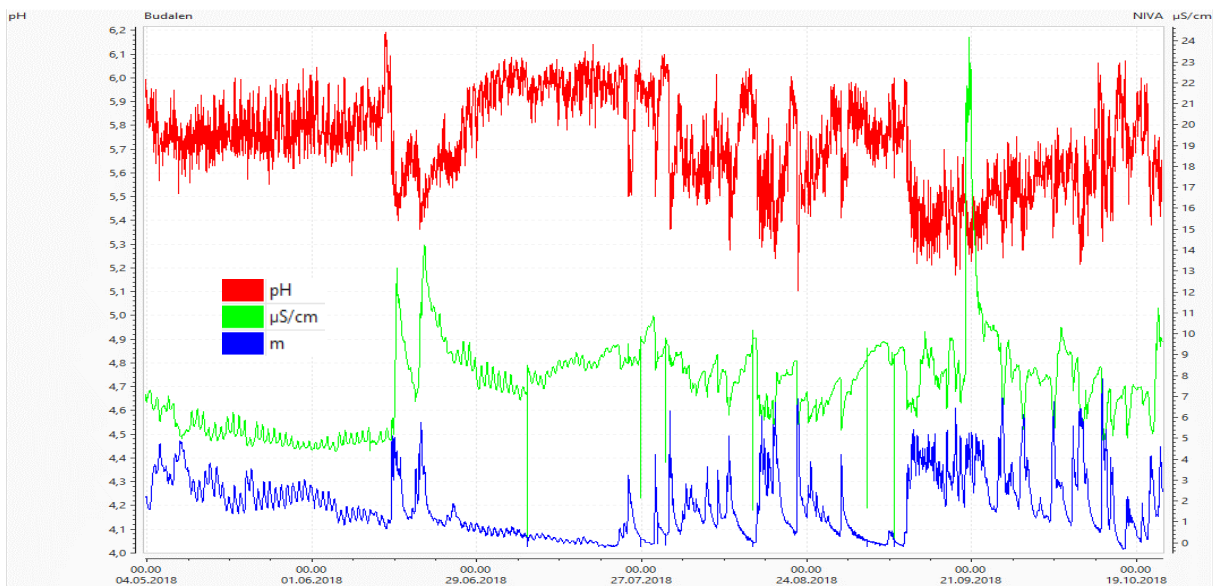
**Figur 4.** Eksempel fra august-september 2018 på pH- og konduktivetsutvikling i Budalselva ved flom. pH og konduktivitet viser her en stor grad av samvariasjon, som indikerer fortykning.



**Figur 5.** Et annet eksempel (fra juni 2018) på pH- og konduktivetsutvikling i Budalselva ved flom. pH og konduktivitet viser her motsatt utvikling, en indikasjon på sjøsaltepisoder.



**Figur 6.** Sammenhengen mellom konduktivitet og pH i Budalselva i 2018.



**Figur 7.** Alle data fra automatisk overvåkningsstasjon i utløpet av Budalselva i perioden mai-oktober 2018.

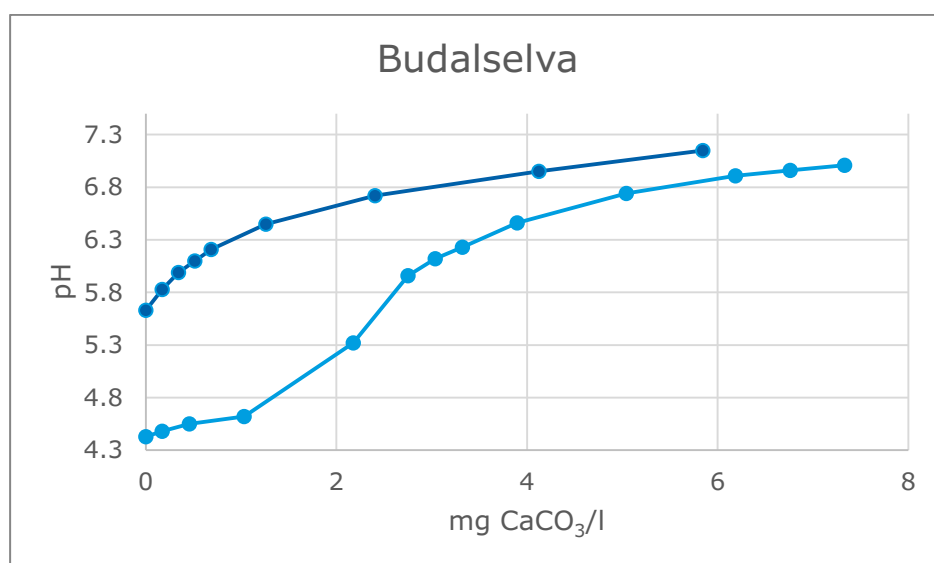
## 3 Forslag til kalkingstiltak

### 3.1 Mål for kalkingen

Budalselva har trolig negativ innvirkning på vannkvaliteten i nedre del av Modalselva. Kalkingsplanen fra 2012 (Haraldstad m.fl. 2012) påpeker faren for utvikling av giftig aluminium i blandsoner mellom kalket vann i Modalselva og surt vann fra Budalselva. Effekten kan oppstå i området nedstrøms samløpet mellom elvene. Vannkjemiske mål

Det foreslås følgende hovedmål for kalkingen: «Å eliminere faren for giftige aluminiums-blandsoner i Modalselva nedstrøms samløpet med Budalselva slik at god vannkvalitet oppnås på hele strekningen». Et tilleggsmål vil være å produsere akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva.

Toleransemålet for laksesmolt er  $\leq 10 \mu\text{g LAI/l}$ , som også er grenseverdien for anadrome vassdrag i vannforskriften. pH-målet for å kunne oppnå så lave verdier ved kalking er satt til pH 6,4 (Hindar m.fl. 2015). For beregning av doseringsbehovet er det titrert med karbonat i vannprøver fra høsten 2017 og våren 2018. Begge prøvene var sure (henholdsvis pH 5,63 og 5,77), men vårprøven ble ytterligere surgjort til pH 4,5 for å kunne vise kalkingsbehovet ved ekstra surt vann (**Figur 8**).



**Figur 8.** Titreringskurver for CaCO<sub>3</sub> mot pH i Budalselva.

### 3.2 Kalkingsstrategiske alternativer

Det skisseres to alternativer til kalkingsstrategi, avhengig av hvilket mål som velges for kalkingstiltaket. I tillegg til disse er terrengkalking som metode også utredet i egen rapport fra Rådgivende Agronomar (2016).



### 3.2.1 Alternativ 1: Dosering ved utslaget av Budalen kraftverk

*Målet med dette alternativet er å eliminere faren for giftige aluminiums-blandsoner i Modalselva nedstrøms samløpet med Budalselva (jf. avsnitt 3.2).*

#### Plassering og valg av kalktype

Det etableres et kalkdoseringsanlegg i Budalselva for å unngå giftige aluminiums-blandsoner etter samløpet med hovedelva. En plassering ved Budalen minikraftverk er vurdert til å gi tilfredsstillende vannkvalitet før sidevassdraget når hovedelva. Immobilisering av LAI er imidlertid en forholdsvis langsom prosess, og ugunstig vannkjemi kan derfor forekomme innenfor 15 minutters reaksjonstid (Teien og Kroglund 2009). Det kan derfor forekomme restreaksjoner, om enn marginale, nær samløpet med Modalselva. Finkornet kalk må benyttes da dette korter ned oppløsningstiden og samtidig reduserer sedimentering på elvestrekningen ned mot Modalselva. Det bør derfor benyttes kategori 2 kalk eller finere. Kalken må være godkjent for vassdragskalking og bør inneholde > 95 % CaCO<sub>3</sub>.

#### Doseringsprinsipper og doseringsperiode

Det kalkes bare i utvandringstiden for smolt i Modalselva. Budalselva er nærmest kontinuerlig sur om våren, med pH ned mot 4,9. Den er dessuten en klarvannselv med lavt innhold av organisk materiale (TOC < 1 mg/l). Det kan legges opp til to former for dosering.

##### 3.2.1.1 Vannføringsstyrt dosering

Dosering til en fast konsentrasjon tilsatt kalk i elva. Dosen beregnes med grunnlag i vannføringen og titreringskurven. Kalkdosen tilpasses kalking fra pH 4,9. Av titreringskurven (**Figur 8**) betyr det at det må være en konsentrasjon på 1,8 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> i tidlig smoltifiseringsperiode (februar-april) for å heve pH til 6,2. Senere (mai-juni) må konsentrasjonen økes til 2,2 g/m<sup>3</sup> for å heve pH til 6,4. pH-målene er veiledende og bør sammenfalle med tidene for økt kalking i Modalselva.

##### 3.2.1.2 pH-styrt dosering

Normalt vil denne formen for dosering innebære at det først beregnes teoretisk kalkbehov fra titreringskurven og vannføringen. Kontinuerlig pH-måling nedstrøms doseringspunktet blir deretter en tredje justeringsfaktor som regulerer doseringen til valgt pH-verdi (settpunktetsverdien).

#### Estimering av kalkmengde

For estimering av vannføringsmønster gjennom året er det benyttet data fra Øvre Helland (Meteorologisk værstasjon). I mangel på normalfordeling av nedbør gjennom året på denne stasjonen er nedbørdata for 2016 benyttet som eksempel. I dette året falt 47 % av total nedbør som snø eller regn i perioden desember 2015-april 2016. Det antas at det meste av dette drenerte ut som vann i løpet av smoltifiseringsperioden. Dersom en multipliserer årsavrenningen (3398 mm/år, **Tabell 1**) med 0,47 får vi en estimert våravrenning på 1600 mm. Det antas å være lav vannføring i februar og mars. Dersom all våravrenning blir justert til pH 6,4, og kalkopløsningen antas å være 75 %, vil kalkforbruket tilsvare ca. 70 tonn CaCO<sub>3</sub> ved vannføringsstyrt dosering (fast dose). pH-styrt dosering vil normalt gi lavere kalkforbruk, da pH i elva vanligvis er vesentlig høyere enn pH 4,9. Det er beregnet kalkforbruk ved to ulike pH-mål gjennom et helt år i kapittel 3.4.2.

### 3.2.2 Alternativ 2: pH-styrt dosering oppstrøms vanninntak for nytt Budal II kraftverk

*Målet med dette alternativet er å eliminere faren for giftige aluminiums-blandsoner i Modalselva nedstrøms samløpet med Budalselva og i tillegg produsere akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva (jf. avsnitt 3.2).*

#### Plassering og valg av kalktype

I dette alternativet foreslås det at kalkdoseringsanlegget plasseres så langt oppstrøms oppvandringshinderet at vannkvaliteten er akseptabel i hele den lakseførende strekningen av Budalselva. Dette betyr at anlegget bør plasseres oppstrøms vanninntaket til et eventuelt nytt Budal II kraftverk (**Figur 9**). Plassering nedstrøms det nye inntaket vil gjøre effektiv kalking vanskelig pga. to forhold: 1) Responstiden fra den automatiske justeringen av dose til effekt i målområdet blir for kort, slik at dosene blir unøyaktige ved raske vannføringsendringer, og 2) en uønsket blandsone vil kunne oppstå når det kalkete vannet innblandes i utslagsvannet fra kraftverket.

Som i Alternativ 1 anbefales det dosering av kategori 2 kalk eller finere, og kalken må være godkjent for vassdragskalking og bør inneholde > 95 % CaCO<sub>3</sub>.

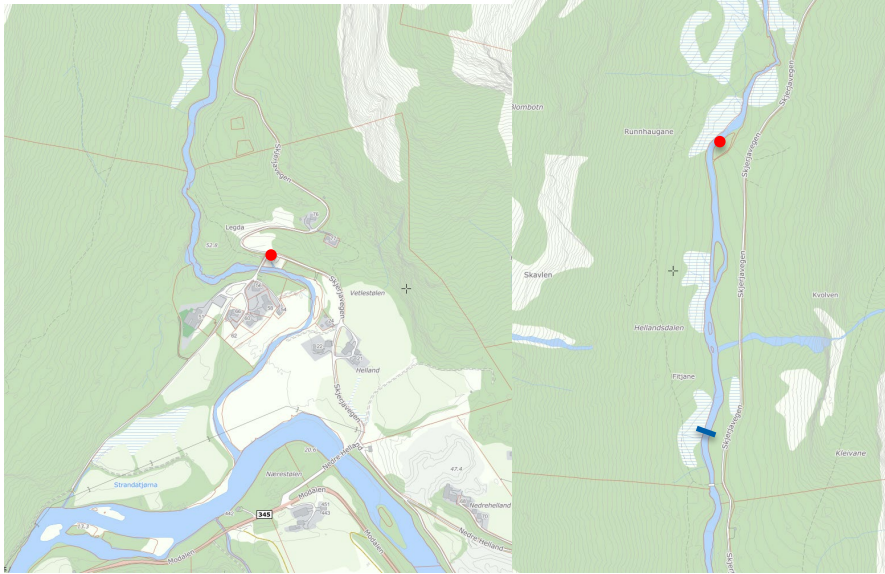
#### Doseringsprinsipp

Kjemidata omtalt i avsnitt 2.3 viser at vannkvaliteten kan variere, og LAl-konsentrasjonene i elva kan periodevis tilfredsstille kravene for laksesmolt. Ved å benytte et relevant styringssignal som muliggjør behovsavhengig dosering, vil anlegget kunne sikre kontinuerlig god vannkvalitet nedstrøms oppvandringshinderet i Budalselva. Da konduktivitet viser seg å være uegnet som styringsparameter i Budalselva (avsnitt 2.3.2) og konsentrasjonen av labilt aluminium vanligvis øker med synkende pH, bør pH benyttes som styringsparameter for dosereren.

#### Estimering av kalkmengde

Ved å benytte titreringskurven med utgangspunkt pH 5,3 (**Figur 8**) og eksisterende pH-data er det beregnet gjennomsnittlig kalkbehov ved vannmengder som beskrevet i 3.4.1. Det er også differensiert mellom tidlig (pH-mål 6,2) og sen vår (pH-mål i mai 6,4) ved å fordele halve våravrenningen på hver periode. pH i elva om våren før loggeperioden (avsnitt 2.3.2) og om høsten etter avsluttet overvåking antas å følge samme utvikling som innenfor logget tidsrekke for både vår og høst. Beregnet CaCO<sub>3</sub>-behov ved middelavrenning og pH-styring er 31 tonn i hele smoltifiseringsperioden. Det er imidlertid sannsynlig at vannføringen er vesentlig høyere enn middelvannføringen under den viktigste smoltutvandringen sent på våren. Relativ vannstandslogg (**Figur 7**) er forsøkt korrelert mot vannføring med grunnlag i **Tabell 1**. Et anslag gir følgene sammenhenger: Vannføring (m<sup>3</sup>/s) = 23,5 x vannstand – 4,6. Basert på pH og estimert vannføring i mai 2018 ville kalkbehovet være 24 tonn i denne måneden alene.

Data fra den midlertidige loggestasjonen i 2018 viser at det kan oppstå uheldige forsøringsperioder også utenom smoltifiseringsperioden. Det anbefales derfor at anlegget holdes i beredskap for å kalke også i disse periodene. Ca. 50 tonn CaCO<sub>3</sub> vil være tilstrekkelig for å dosere til pH 6,0 utenom smoltifiseringsperioden dersom pH og vannstand følger samme utvikling som **Figur 7**. Variasjonene mellom år vil imidlertid være store, slik at tallene kun må betraktes som veiledende.



**Figur 9.** Foreslått plassering av doseringsanlegg: Alternativ 1 gir enklest løsning ved plassering nær eksisterende mikrokraftverk (kartutsnitt til venstre). Kalkingsanlegget tilpasset alternativ 2 foreslås plassert i nærheten av sauekveet øst for Runnhaugane (kartutsnitt til høyre). Det er 1950 meter mellom disse punktene. Plassering av inntaksdam for Budal 2 er antydnet, men denne er pr. dato ikke bygget (Kilde, Norkart).

### 3.2.3 Kapasiteter

Uansett hvilken doseringsstrategi som velges vil det være omtrent samme behov for kapasitet på doseringsanlegget. Beholdningstanken bør dimensjoneres til å kunne lagre kalk for dosering gjennom minst tre flomperioder med maksimalt forsuret elvevann i flomtappen. Det anslås at ca. 25 tonn  $\text{CaCO}_3$  er tilstrekkelig. Doseringkapasiteten på anlegget bør være ca. 95 g/s (ca. 8 tonn /døgn).

## 4 Anbefalinger

Dersom tilleggsmålet om å produsere akseptabel vannkvalitet for laks i Budalselva for elva skal oppnås, anbefales det å kalke Budalselva etter alternativ 2. Tiltaket vil da ikke bare kunne motvirke giftige blandsoner i Modalselva (alternativ 1), men også legge grunnlaget for lakseproduksjon i Budalselva. En produksjon på 500-1500 smolt pr år er vurdert som mulig (Bjerknes mfl. 2007). Dersom denne gevinsten vurderes å være for lav i forhold til innsats og kostnader, er alternativ 1 tilstrekkelig for å løse problemet med blandsoner i Modalselva. I begge tilfeller vil  $\text{CaCO}_3$ -forbruket være ca. 70-80 tonn/år, men forskjeller i avrenning fra år til år vil medføre tilsvarende variasjoner i behovet.

pH som styringsparameter er også fordelaktig da pH-styrt dosering benyttes på anlegget i Modalselva og rutiner med kalibrering og vedlikehold av pH-utstyr allerede eksisterer. Ved valg av alternativ 1 vil tilstrekkelig effekt oppnås ved etablering av doseringsanlegget nær eksisterende kraftverk. Alternativ 2 betinger etablering oppstrøm inntaket til framtidig kraftverk, Budal II.

Alternativ 2 inneholder beregninger av kalkforbruket på grunnlag av estimerte vannføringer. Per i dag finnes et vannmerke ved inntaket til Budal kraftverk, men som ikke er i bruk. Dersom en skal foreta en mer nøyaktig beregning av kalkforbruk, bør det etableres en loggestasjon for kontinuerlig logging av vannstand og pH, og hvor vannføringen beregnes på grunnlag av avleste verdier ved vannmerket.

## 5 Referanser

Bjerknes, W., Gabrielsen, S. E. og Halvorsen, G. A. 2007. Vurdering av vannkjemiske og biologiske tiltak i Modalsvassdraget. En pilotstudie. NIVA rapport 5508-2007.

Garmo, Ø.A. og Skancke L.B. 2012. Modalselva i Hordaland; vannkjemisk overvåking i 2011. NIVA-rapport 6345, 20 s.

Haraldstad, T., Åtland, Å., Hindar, A. og Wright, R.F. 2012. Kalkingsplan for Modalselva i Hordaland. NIVA rapport 6451-2012.

Hindar, A., Garmo, Ø. Aa. og Teien, H.-C. 2015. Sammenhengen mellom labilt aluminium og pH i kalkede laksevassdrag. NIVA-rapport 6872-2015.

Miljødirektoratet 2017. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør – Tiltaksovervåking i 2016. Rapport M-821, 374 s.

Rådgivande Agronomar AS. 2016. Terrengekalking delfelt Budalen i Modalen – Botaniske & teknisk-økonomiske vurderingar.

Teien, H.-C. og Kroglund, F. 2009. Komparative studier mellom kalksteinsmel (Miljøkalk VK3, Miljøkalk NK3) og kalkslurry BOKALK 75 - løselighet av Ca og økning i pH over tid. Universitetet for miljø- og biovitenskap. Institutt for plante- og miljøvitenskap. ISSN 0805 -7214.



## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)