

Skisse til kalkingsplan for Tangedalselva



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 Skisse til kalkingsplan for Tangedalselva	Løpenummer 7390-2019	Dato 09.05.2019
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Kalking og forsuring	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hordaland	Sider 17

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Vestland	Oppdragsreferanse Kjell Hegna
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180140

Sammendrag

Yndesdalsvassdraget består av en del innsjøer og små sure tilførsler som påvirker effekten av kalkdoseringen fra Lågefossen. Tangedaleelva er en slik sideelv som renner ut nederst i Yndesdalsvassdraget. Elva er laks- og sjøaureførende. Vannkvaliteten er preget av høy TOC med utpreget brunfarget vann. Nedbørfeltet er sterkt påvirket av sjøsalter. Automatiske overvåkingsdata viser at elva blir raskt sur når vannstanden øker. Tangedaleelva kan enten kalkes for å fjerne risiko for aluminiumsblandsoner etter samløpet med hovedelva, eller også å sikre vannkvaliteten for anadrom laksefisk i selve Tangedalselva. I begge tilfeller kan kalken tilsettes som fast dose eller som pH-styrt dosering. Beregninger viser at kalkforbruket blir 55 % lavere med pH-styring i forhold til bruk av fast dose der pH 4,7 er valgt som utgangspunkt. Terrengekalking kan erstatte dosererkalking og vil være den mest kostnadseffektive metoden i et 25 års perspektiv. Ved dosering kun for å ivareta blandsoneproblematikken i hovedelva ved Frøyset, foreslås pH-styrt kalkdosering ved Buskhaug. Ved kalking for anadrom fisk i selve Tangedalselva anbefales terrengekalking, eller subsidiært, kalking med doserer plassert oppstrøms Tangedalsvatnet.

Fire emneord	Four keywords
1. Vassdrag	1. River basin
2. forsuring	2. Acidification
3. Laks	3. Atlantic salmon
4. Kalking	4. Liming

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

Rolf Høgberget
Prosjektleder

Øyvind Kaste
Faglig kvalitetssikrer

Heleen de Wit
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7125-6
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

Skisse til kalkingsplan for Tangedalselva

Forord

Tangedalselva er en sur sidegren av Yndesdalsvassdraget med utløp nederst i lakseførende del av hovedelva ved Frøyset. Hovedelva har vært kalket siden 1991. Gjennom hele kalkingsprosjektet har Tangedalselva vært vurdert som et potensielt problem, da elva kan forringe vannkvaliteten i hovedelva. På oppdrag fra Fylkesmannen i Hordaland har NIVA utarbeidet en kalkingsplan i to faser som inneholder (1) forslag til kalkingsstrategi og (2) skisse til kalkingsplan for elva. Som grunnlag til rapporten er det benyttet kjemidata fra tiltaksovervåkingen (Miljødirektoratet), automatisk overvåking i felt (NIVA) og titreringsanalyser utført på laboratorium (NIVA).

Grimstad, 09.05 2019

Rolf Høgberget

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1 Innledning	7
2 Vassdragsbeskrivelse	8
2.1 Hydrologi.....	8
2.2 Vannkvalitet	8
2.2.1 Titreringskurve for Tangedal.....	8
2.2.2 Automatisk overvåking.....	8
3 Kalkingsstrategier	10
3.1 Mål for kalkingen.....	10
3.1.1 Vannkjemiske mål	10
3.1.2 Biologiske mål.....	10
3.2 Kalkingsstrategiske alternativer.....	10
3.2.1 Alternativ 1	10
3.2.2 Alternativ 2.....	10
3.3 Doseringsformer.....	11
3.3.1 Fast dose dosering.....	11
3.3.2 pH-styrt dosering.....	11
3.3.3 Terrengkalking	14
3.4 Økonomi.....	15
3.5 Anbefalinger.....	16
4 Referanser	17

Sammendrag

Yndesdalsvassdraget har vært kalket siden 1991. Det er knyttet en del utfordringer til kalkingsprosjektet da vassdraget består av flere innsjøer nedstrøms doseringsanlegget, samt sure tilførselser som kan påvirke effekten av kalkdoseringsanlegget ved Lågefossen. Tangedaleelva er en slik sideelv som renner ut nederst i Yndesdalsvassdraget. Nedbørfeltet til Tangedaleelva er 11 km². Dette delvassdraget er ikke regulert, men det er etablert en fisketrapp ved Brudal, ca. 500 m fra utløpet mot hovedelva ved Frøyset.. Laks og sjøaure kan vandre gjennom Tangedalsvatnet (900 m oppstrøms laksetrappa) og opp i to tilløpsbekker oppstrøms vatnet.

Vannkvaliteten i Tangedalselva er preget av høy TOC med utpreget brunfarget vann. TOC-konsentrasjonen har økt med årene, mens vannet er blitt mindre surt. Nedbørfeltet er sterkt påvirket av sjøsalter.

For å få bedre grunnlag til utarbeidelse av kalkingsstrategien er det foretatt titreringsanalyser med karbonat på surt vann fra Tangedal og samlet data fra en automatisk overvåkingsstasjon i 2018. Parameterne var ledningsevne, pH og relativ vannstand. Dataene viser at elva blir raskt sur når vannstanden øker.

Ambisjonene ved kalking av Tangedaleelva kan legges på to nivåer:

- Kalking for å unngå blandsoner i hovedelva. Det etableres et doseringspunkt ved Buskhaug oppstrøms samløpet med hovedelva ved Frøyset. Dette er tilstrekkelig avstand fra hovedelva til at blandsoner-effekter unngås.
- Det kalkes med et mål om etablering av god vannkvalitet for anadrom laksefisk i selve Tangedalselva. Et doseringsanlegg etableres oppstrøms oppvandringshinderet ovenfor Tangedalsvatnet. Anlegget må plasseres slik at blandsoner ikke påvirker fisken nedstrøms anlegget. Det synes vanskelig å finne et godt doseringspunkt uten etablering av kostbare logistiske løsninger. Befaring av mulige traséer vil derfor gi grunnlag for videre anbefalinger.

Ved begge alternativer doseres det med kategori 2 kalk med > 95% innhold av CaCO₃.

Valg av doseringsform må stå i forhold til ønsket effekt. Når målet er stabilt god vannkvalitet, kan dette sikres ved å dosere med en fast dose som er tilstrekkelig til å omdanne alt tilgjengelig labilt aluminium (LAI). Ved å ta utgangspunkt i den laveste registrerte pH (pH 4,7), er en dose på 2,4 mg/l tilstrekkelig til å avgifte (polymerisere) tilgjengelig LAI i smoltifiseringsperioden. Det foreslås differensierte doser avhengig av årstid. Forutsatt normal årsmiddelavrenning og fordeling av avrenningen slik som i 2016, vil en slik kalkdosering medføre bruk av 67 tonn kalk per år.

Den automatiske overvåkingen viser at pH blir redusert når vannføringen øker. Sammenhengen mellom ledningsevne og vannstand er derimot nærmest fraværende. Dette muliggjør pH som styringsparameter for kalkdosering. Dersom pH-styrt dosering, benyttes bør differensierte pH-mål etableres. Beregninger viser at kalkforbruket blir 55 % lavere med pH-styring i forhold til bruk av fast dose der pH 4,7 er valgt som utgangspunkt.

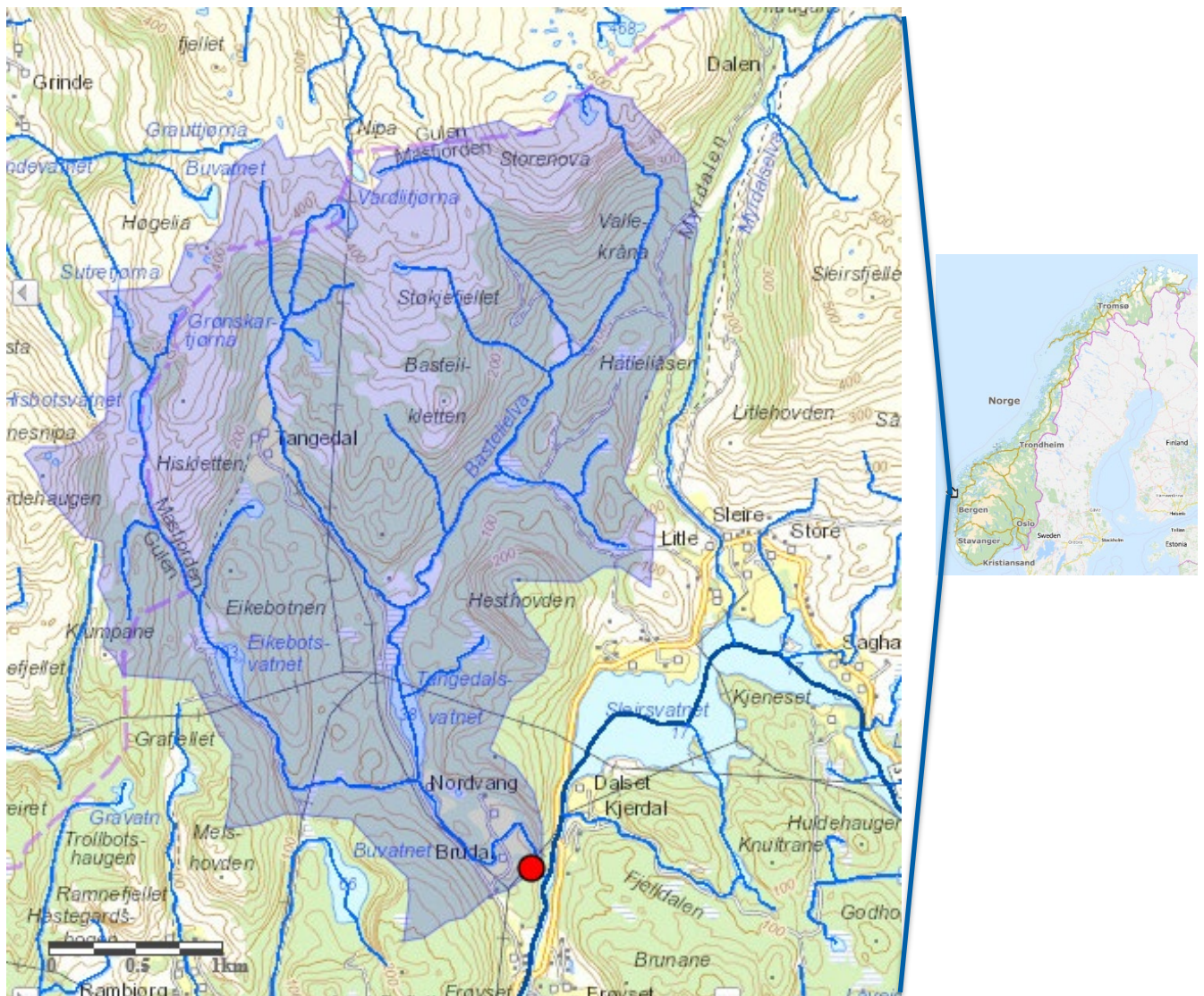
Terrengkalking av hele nedbørfeltet er en effektiv metode for å eliminere faren for giftig labilt aluminium i alle deler av Tangedalselva. En forsiktig terrengkalking med 1 tonn/ha vil kreve spredning

av 1124 tonn grovdolomitt. Virkningen av denne forsiktige kalkingen må evalueres fortløpende. Ved eventuell avtakende eller sviktende effekt må tiltaket gjentas.

Et enkelt økonomiske overslag viser at terrengkalking er rimeligere enn dosererkalking dersom man fordeler kostnadene over 25 år. Metoden anbefales ved optimalisering av Tangedalselva som produksjonselv for anadrom laksefisk. Ved dosering kun for å ivareta blandsoneproblematikken i hovedelva ved Frøyset, foreslås benyttet pH-styrt kalkdosering ved Buskhaug.

2 Innledning

Yndesdalsvassdraget er et laksevasdrag som har vært kalket siden 1991. Elva er dermed en av de tidlige kalkingslokalitetene for laks, og det tidligste i Hordaland. Det er knyttet en del utfordringer til kalkingsprosjektet, da vassdraget består av flere innsjøer nedstrøms doseringsanlegget, samt sure tilførselselver som kan påvirke effekten av kalkdoseringsanlegget ved Lågefossen. Dette gjør det vanskelig å oppnå nøyaktig kontroll på vannkvaliteten helt ned til utløpet i sjøen. Tangedaleelva er en slik sideelv som renner ut nederst i Yndesdalsvassdraget. Hovedvassdraget drenerer til Fensfjorden i Hordaland og renner ut ved Frøyset i Masfjorden kommune, **Figur 1**.



Figur 1. Tangedaleelva er en del av Yndesdalsvassdraget. Elva renner ut ved Frøyset vest i Nordhordland. Kilder NVE-Nevina og Nordkart

3 Vassdragsbeskrivelse

3.1 Hydrologi

Nedbørfeltet til hele Yndesdalsvassdraget er 125 km². Hovedelven er ca. 28 km lang med utspring ca. 700 moh. Lakseførende strekning er ca. 6 km fra Frøyset til Hindefossen i utløpet av innsjøen Lågen, som ligger ca. 500 m nedstrøms kalkdosereren ved utløpet av Ostavatn (Lågefossen). Nedbørfeltet til Tangedaleelva er 11 km². Dette delvassdraget er ikke regulert, men det er etablert en fisketrapp ved Brudal, ca. 500 m fra utløpet mot hovedelva ved Frøyset. Tiltaket er gjennomført for å øke oppvandringsmulighetene for anadrom laksefisk. Laks og sjøaure kan derfor vandre gjennom Tangedalsvatnet (900 m oppstrøms laksetrappa) og opp i to tilløpsbekker oppstrøms vatnet. Disse bekkene kan bli tørrlagt i perioder, spesielt om sommeren, men vannspeilet vil være mer stabilt i lonene ned mot Tangedalsvatnet, som utgjør et område på ca. 1100 m med rolige strømforhold. Hydrologiske data i **Tabell 1**.

Tabell 1. Hydrologiske data for Tangedaleelva.

Nedbørfelt km ²	11,24
Middelavrenning l/(s*km ²)	83,6
Middelvanntføring m ³ /s	0,9
Maksimum vanntføring m ³ /s	15
Middelavrenning mm/år	2638

3.2 Vannkvalitet

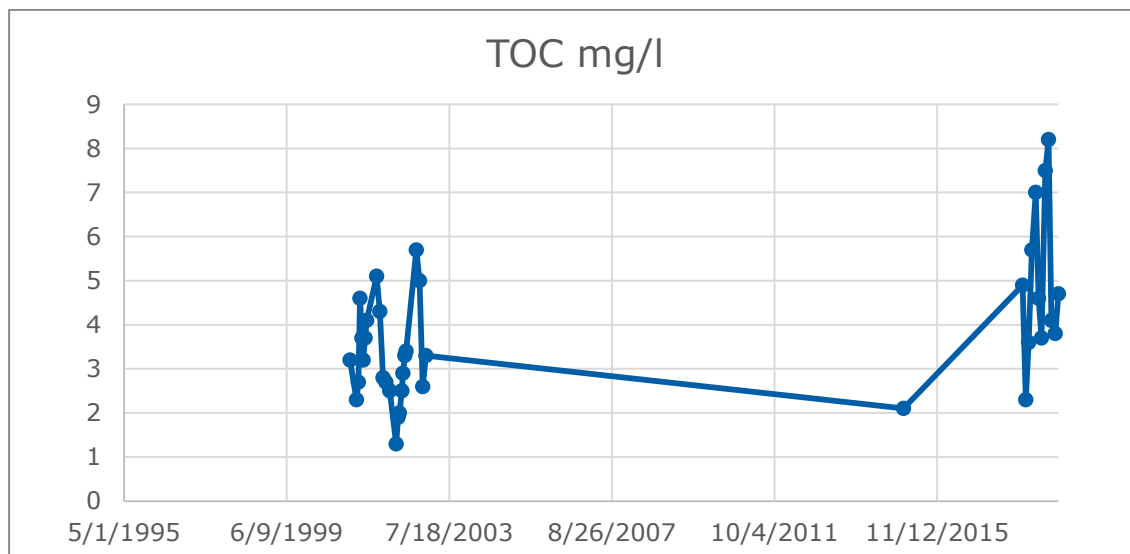
Vannkvaliteten i Tangedalselva er preget av høy TOC med utpreget brunfarget vann. To dataserier (1995-2002 og 2016-2018) viser periodevis TOC > 5 mg/l. Siste tids utvikling viser at TOC i vassdrag i Sør-Norge generelt har økt (Garmo m.fl. 2016). Dette gjelder også Tangedalselva (**Figur 2**). Surheten gjennom de siste 24 år viser en minkende tendens (**Figur 3**). Konsentrasjonen av kalsium og magnesium er lav, gjennomsnittlig 0,4 mg/l for begge parametrene. Dataserien fra 1995-2002 viser varierende natriumkonsentrasjon, (2 - 6 mg/l), mens senere data viser lavere variasjon (2 og 4 mg/l). Sulfatkonsentrasjonen er redusert gjennom perioden fra ca. 2 til 1 mg/l. Nedbørfeltet er sterkt påvirket av sjøsalter som tilføres gjennom nedbør i kombinasjon med sterk vind. Variasjonen i klor-konsentrasjon er derfor stor, mellom 2 og 13 mg/l (**Figur 5**).

3.2.1 Titreringskurve for Tangedal.

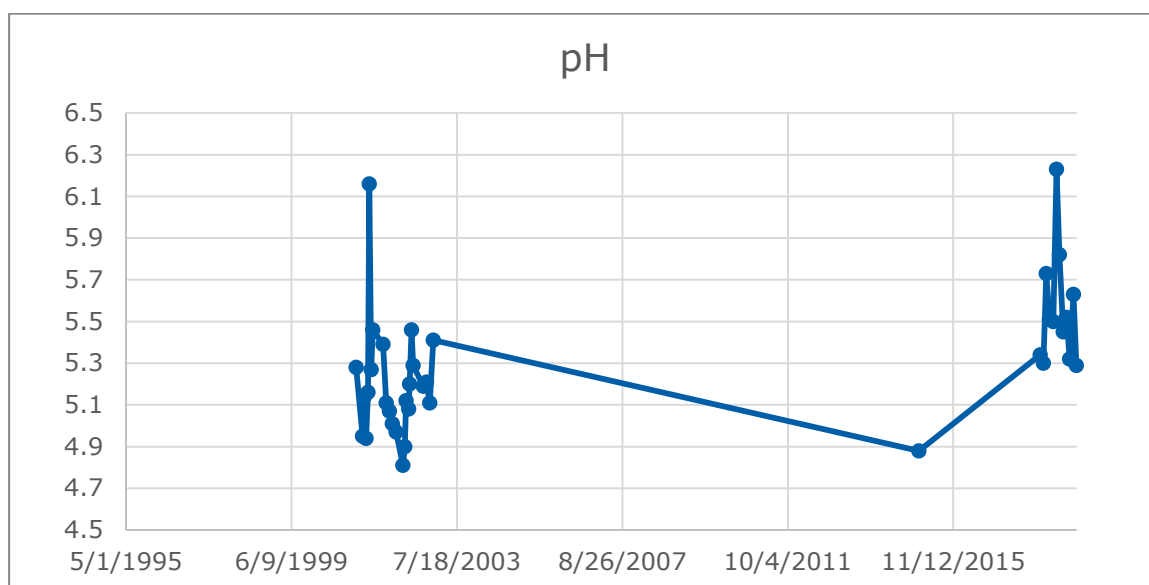
Det ble foretatt titreringsanalyser med karbonat på surt vann fra Tangedal i 2018 (**Figur 8**).

3.2.2 Automatisk overvåking

I perioden 4. mai – 22. oktober ble det samlet data fra en automatisk overvåkingsstasjon som sto plassert før samløpet med hovedelva ved Frøyset. Parameterne var ledningsevne, pH og relativ vannstand. Dataene viser at elva blir raskt sur når vannstanden øker. Laveste pH var 4,7. **Figur 6** viser hvordan pH varierer med vannstanden.



Figur 2. Totalt organisk karbon (TOC) i Tangedalselva. Dagens situasjon antas å være på samme nivå eller økende.



Figur 3. pH-utvikling i vannprøver i Tangedalselva gjennom 24 år.

4 Kalkingsstrategier

4.1 Mål for kalkingen

Kalkingen av Yndesdalsvassdraget gjennom doseringsanlegget på Lågefossen er et prosjekt som har pågått siden 1994. Doseringsteknisk har anlegget gjennomgått oppgradering, og tiltak er gjennomført for å optimalisere kalkingen. Kalking av Tangedalselva, som er et sidevassdrag til Yndesdalsvassdarget, vil være et ledd i en ytterligere optimalisering av kalkingstiltaket. Tiltak i Tangedalselva er også foreslått tidligere (Bjerknes m.fl. 2004).

4.1.1 Vannkjemiske mål

Ambisjonene ved kalking av Tangedaleelva kan legges på to nivåer:

- Kalking av vannet som tilføres hovedelva slik at blandsoner med giftig aluminium unngås i hovedelva nedstrøms samløpet.
- Kalking av hele lakseførende del av i Tangedalselva for å redusere giftig labil aluminium (LAI) i Tangedaleselva til et akseptabelt lavt nivå.

4.1.2 Biologiske mål

De to ambisjonsnivåene gir følgende biologiske mål:

- **Alternativ 1:** Utvandrende smolt i hovedelva skal kunne vandre til sjøen uten å bli belastet av blandsoneproblematikk i områdene nedstrøms utløpet av Tangedalselva. Fisken unngår da akkumulering av aluminium på gjellene når den vandrer ut nederst i elva og ankommer brakkvannsområdet utenfor elvemunningen.
- **Alternativ 2:** Vannkvaliteten i Tangedalselva skal være tilstrekkelig god til at produksjonen av anadrom laksefisk ikke blir hemmet av dårlig vannkvalitet som følge av forurensningseffekter. Hele lakseførende strekning av Tangedalselva er målområde for kalkingen.

4.2 Kalkingsstrategiske alternativer

Det legges opp til to alternative kalkingsstrategier for å nå de definerte målene:

4.2.1 Alternativ 1

Det etableres en doserer for kategori 2 kalk i Tangedaleelva oppstrøms samløpet med hovedelva. Det settes et krav om at kalkingsmiddelet må inneholde > 95 % CaCO₃. Anlegget må etableres tilstrekkelig langt opp i elva til at giftige aluminiumsformer er ferdig reagert før samløp med den kalkete hovedelva. Det foreslås etablert et anlegg ved Buskhaug. Selv om reaksjonstiden med giftige overgangsformer av aluminium vil variere mye avhengig av flomsituasjon, vil tiden være tilstrekkelig til at blandsoner-effekter unngås ved utløpet av Tangedalselva. Ved å benytte kategori 2 kalk vil sedimentering av kalk på elvebunnen nedstrøms anlegget minimaliseres.

4.2.2 Alternativ 2

Det kalkes med et mål om etablering av god vannkvalitet for anadrom laksefisk i hele den anadrome delen av Tangedalselva. Et doseringsanlegg etableres oppstrøms oppvandringshinderet ovenfor Tangedalsvatnet. Anlegget må plasseres slik at blandsoner i minst mulig grad påvirker fisken nedstrøms anlegget. Det doseres med kategori 2 kalk med > 95 % innhold av CaCO₃. Denne

kalkkvaliteten benyttes for å hindre uønsket sedimentering i gode gyte- og oppveksthabitater. Plassering av doseringsanlegget synes imidlertid vanskelig å gjennomføre uten etablering av kostbare logistiske løsninger. Befaring av mulige adkomsttraséer vil derfor gi grunnlag for videre anbefalinger. Etablering av anlegg ved Tangedalsvegen for pumping i slanger til valgte doseringspunkt/punkter i elva er også mulig (ca. 500 m pumpe-strekning).

4.3 Doseringsformer

4.3.1 Fast dose dosering

Valg av doseringsform må stå i forhold til ønsket effekt. Når målet er stabilt god vannkvalitet i gyte- og oppvekstområdene, kan dette sikres ved å dosere med en fast dose som er tilstrekkelig til å avgifte all tilgjengelig LAI. Ved et utgangspunkt i pH 4,7, vil en dose på 2,4 mg/l avgifte (polymerisere) tilgjengelig LAI i vann med høyt organisk innhold (3 mg/l < TOC > 5 mg/l). Forutsatt at konsentrasjonen av TOC ikke har økt nevneverdig i senere år, bør denne dosen benyttes i utvandringstiden for laksesmolt. Det foreslås imidlertid differensierte doser avhengig av årstid. **Tabell 2** viser et forslag til årstidsavhengig dosering.

Tabell 2. Eksempel på årstidsavhengige kalkdoser. Tabellen tar utgangspunkt i pH 4,7 før kalkdosering. Disse verdiene er benyttet til forbruksberegninger i denne rapporten.

Årstider	g CaCO ₃ /m ³
1. juli - 14. februar	1,6
15. februar - 31. mars	1,9
1. april – 30. juni	2,4

Det finnes ikke tall for månedlig normalavrenning i området, men dersom akkumulerte vannmengder i Tangedalselva fordeler seg over året slik det gjorde i 2016, vil normal årsmiddelavrenning medføre bruk av 67 tonn kalk. Det er regnet med 75 % kalkoppløsning. Av dette vil 49 tonn bli dosert med fast dose på 1,6 g/m³.

Konsentrasjonen av labilt aluminium i Tangedaleelva kan være høy, og den blir bare unntaksvis redusert til akseptable nivåer for laksesmolt (< 10 µg LAI/l). Lav LAI inntreffer i pH-området 5,0-6,2. Den store variasjonen gjør pH til en mindre god styringsparameter, selv om kjemianalysene viser at sammenhengen mellom LAI og pH er god når pH reduseres under 4,8. Det er imidlertid en bedre sammenheng mellom LAI og klor (Cl) ved moderat høye LAI-verdier (**Figur 4**). Ved nedbør i kombinasjon med sterk vind øker klorkonsentrasjonen. Det er en sammenheng mellom Cl og ledningsevne, mens sammenhengen mellom Cl og pH er mindre tydelig (**Figur 5**).

4.3.2 pH-styrt dosering

For bedre forståelse av dynamikken mellom pH, ledningsevne og vannføring ble disse parameterne registrert i en automatisk loggestasjon gjennom sommerhalvåret 2018. **Figur 6** viser en god sammenheng mellom vannstand og pH. pH blir redusert når vannføringen øker. Sammenhengen mellom ledningsevne og vannstand er derimot nærmest fraværende (**Figur 7**). Dette utelukker ledningsevne som styringsparameter for kalkdosering. **Figur 6** viser at pH kan bli meget lav, selv om sommeren. Derfor er det aktuelt å dosere kalk hele året, men pH-målet bør være differensiert etter varierende vannkvalitetskrav for laks. Laksesmolt som forbereder seg til utvandring krever en

vannkvalitet uten LAI (<10 µg/l). Selv om det kan være vanskelig å oppnå dette målet, bør pH-målene minimum følge nivåene gjengitt i **Tabell 3**.

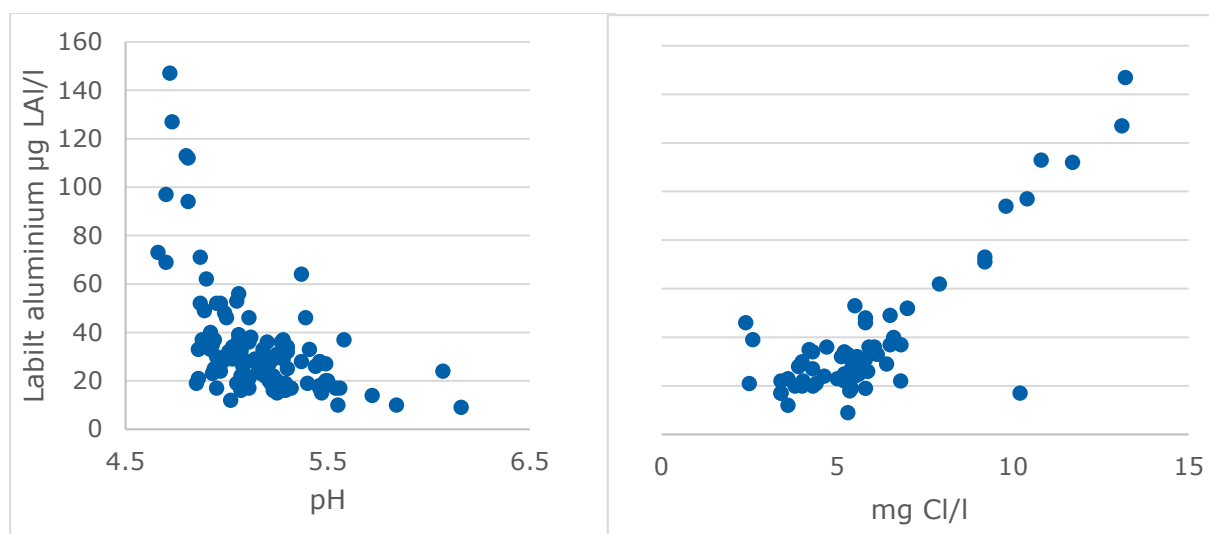
Tabell 3. pH-mål gjennom året ved pH-styrt dosering i Tangedalselva.

Årstider	pH
1. juli - 14. februar	6,0
15. februar - 31. mars	6,2
1. april – 30. juni	6,4

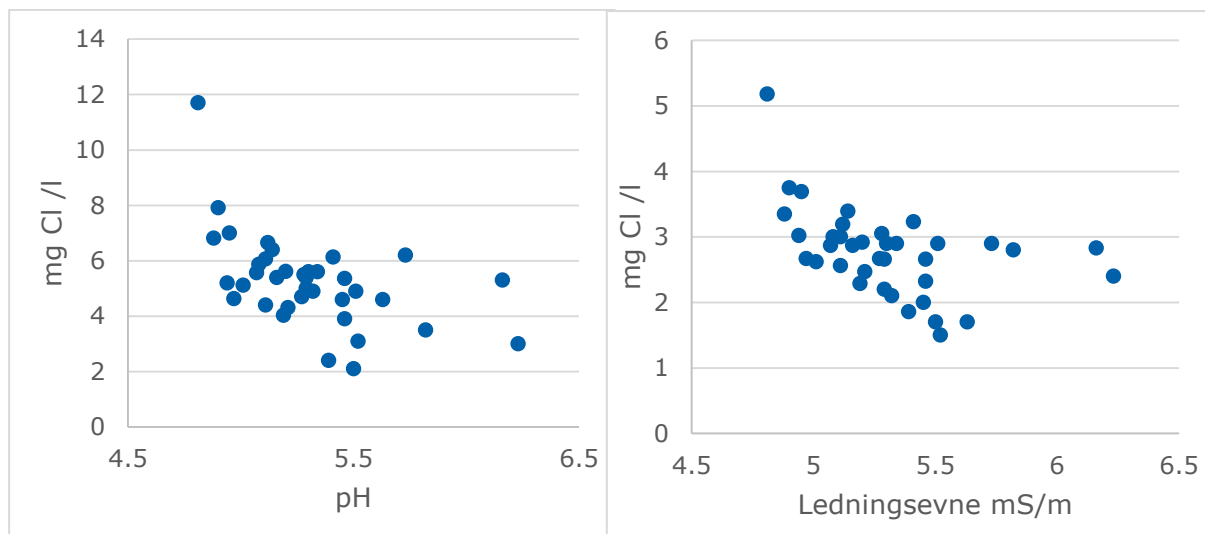
pH-styrt dosering vil normalt gi lavere akkumulert kalkforbruk, da elva i perioder er mindre sur. Sammenligninger gjort i den overvåkede perioden (mai-september) viser at kalkforbruket hadde vært 55 % lavere med pH-styring i forhold til bruk av fast dose med pH 4,7 som utgangspunkt.

4.4 Kapasiteter

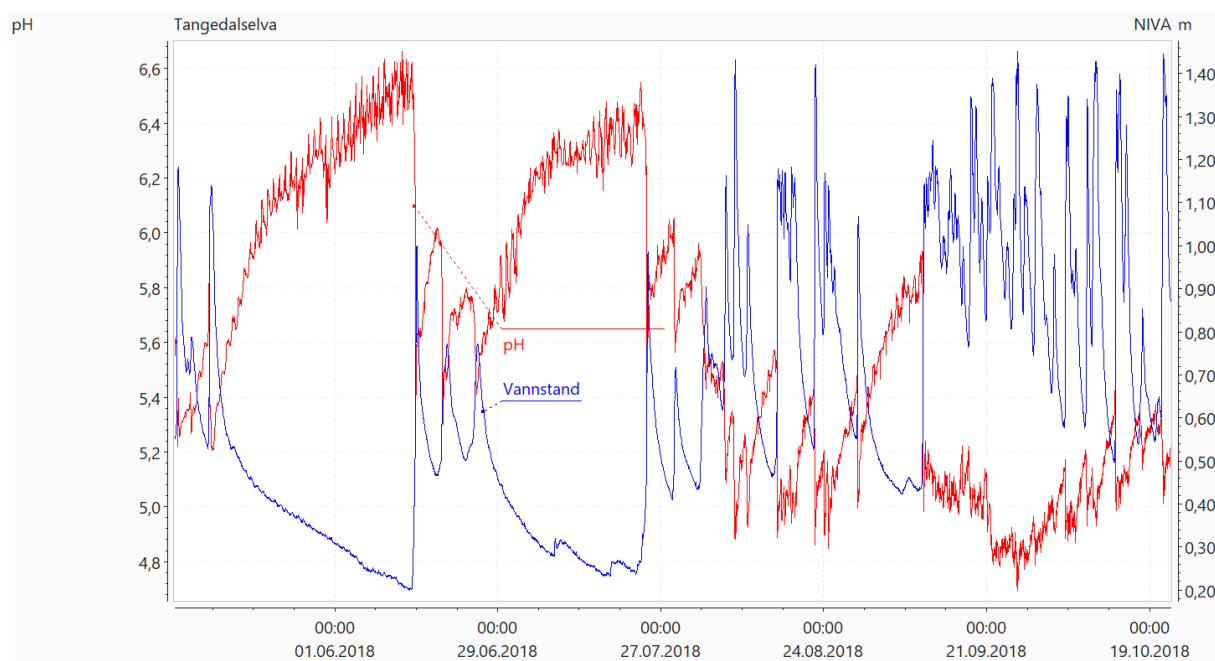
Uansett hvilken doseringsstrategi som velges vil det være omtrent samme behov for kapasitet på doseringsanlegget. Beholdningstanken bør dimensjoneres til å kunne lagre kalk for dosering gjennom minst tre flomperioder med maksimalt forsuret ellevann i flomtoppen. Det anslås at ca. 10 tonn CaCO₃ er tilstrekkelig. Doseringskapasiteten på anlegget bør være ca. 36 g/s (ca. 3 tonn /døgn).



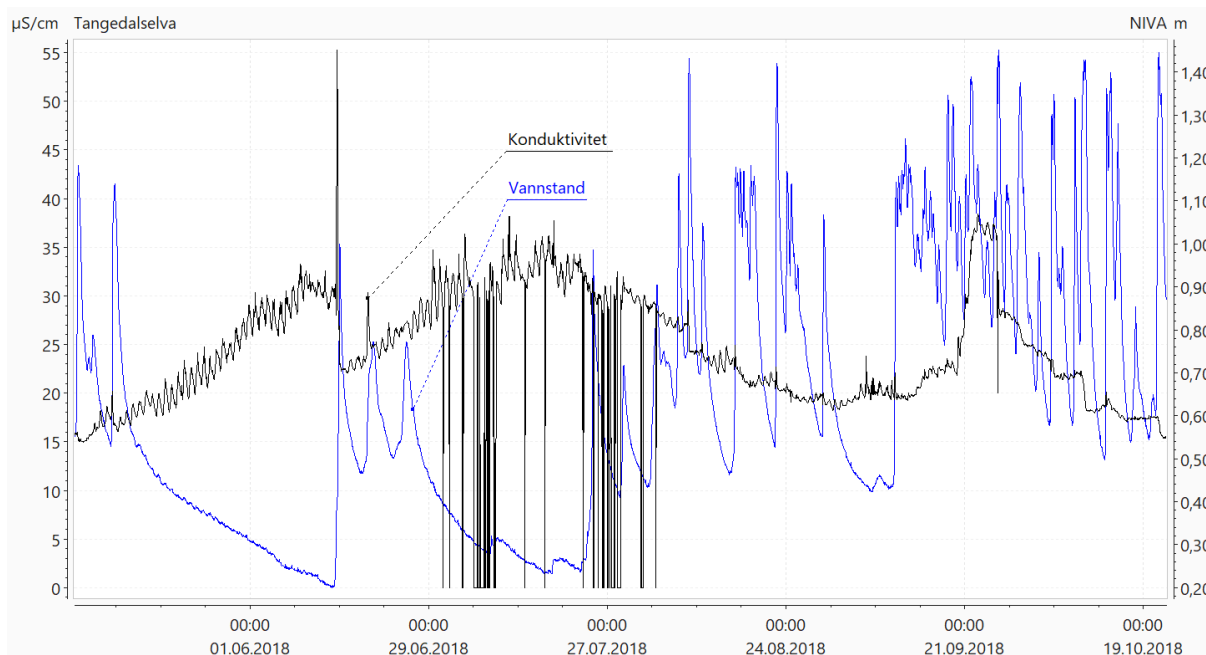
Figur 4. Sammenheng mellom labilt aluminium, pH og klor.



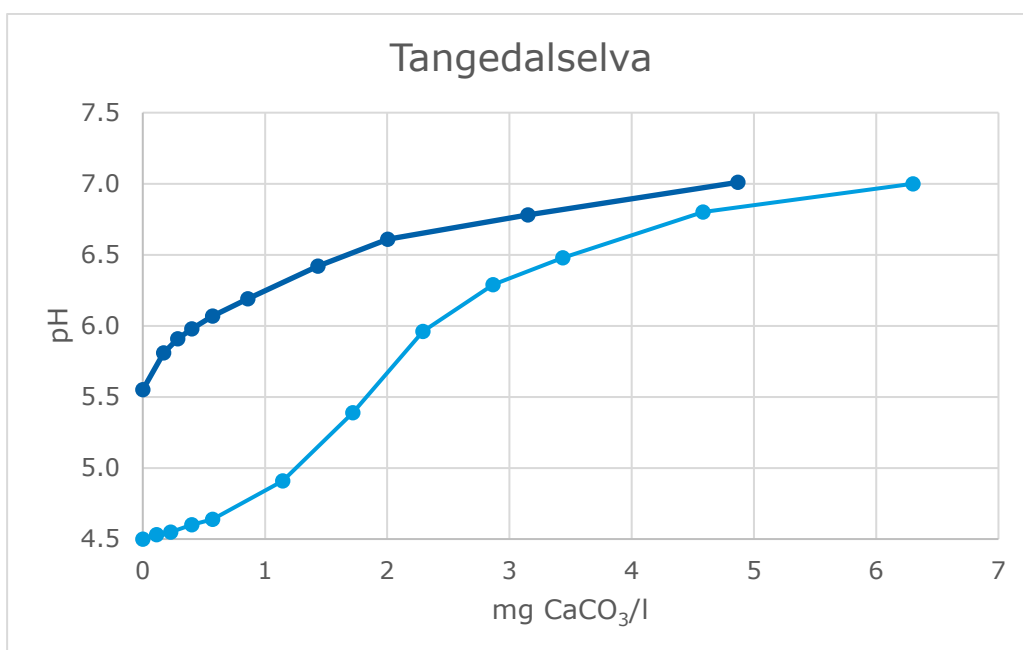
Figur 5. Sammenheng mellom klor, pH og ledningsevne.



Figur 6 Vannstand og pH i Tangedalselva gjennom drøye 5 måneder i 2018.



Figur 7 Vannstand og ledningsevne gjennom drøye 5 måneder i 2018. Elektroniske feil i juli påvirker ikke avlest nivå.



Figur 8 To titreringskurver med vann fra Tangedalselva med ikke surgjort (pH 5,5) og surgjort vann (pH 4,5)

4.5 Terrengekalking

Kalking av hele nedbørfeltet vil effektivt hindre utlekking av LAI til vassdraget (Hindar m.fl.2012). Metoden vil derfor være svært godt egnet til å eliminere faren for giftig labilt aluminium i alle deler av Tangedalselva.

Terrengkalkingsprosjektet anbefaler 2 tonn/ha (Hindar m.fl.2012). En forsiktig terrengkalking med 1 tonn/ha (halv dose av anbefalt) vil kreve spredning av 1124 tonn grovdolomitt til en kostnad av ca. 2,7 mill. kr. Fordeles kostnaden på 25 år, blir utgiften 108.000 kr/år. Det er her benyttet et grovt prisanslag på 2400 kr/tonn spredt kalk. Kornfordelingen kan være 0-2 mm, men det er en fordel for vegetasjonen at finfraksjonen er fjernet slik at kornfordelingen er 0,2-2 mm. Ved kun spredning i gunstige områder av terrenget (skog, se **Tabell 3**) bør kalkdosen i de deler av nedbørfeltet som faktisk kalkes være 1,5 tonn/ha. Virkningen av denne forsiktige kalkingen må imidlertid evalueres fortløpende. Ved eventuell avtakende eller sviktende effekt må tiltaket gjentas. Dersom terrengkalkingsalternativet ønskes benyttet, må det foretas nøyaktig kartlegging og inventering i terrenget for utarbeidelse av spredningskart, logistikkplan osv.

Tabell 4. Fordeling av terrengetyper i Tangedal nedbørfelt.

Arealtype	Areal i %
Skog	67,17
Myr	2,14
Innsjø	2,14
Dyrket	1,69
Snaufjell	16,19
Urban	0
Annet	10,67

4.6 Økonomi

Økonomiske overslag knyttet til de forskjellige kalkingsalternativene må inkludere kostnader til etablering og drift av kalkdoseringsanlegg. Dette må prises for å vise en reell sammenligning med terrengkalkingspris der all logistikk er inkludert som ferdig spredt kalk i terrenget. Etablering av doseringsanlegg innebærer kostnader som kan variere i området 1-4 mill. kr, avhengig av hvor omfattende anbudskravene er. Også utgifter til drift av anlegg varierer mye og avhenger av hvor avansert utstyr som skal vedlikeholdes og driftes. I tabellen er disse driftsutgiftene satt til 150 tusen/år. Terrengkalkingsutgifter er beregnet ut fra full dose (2 tonn/ha) og effekt i 25 år, se **Tabell 4**. Den største usikkerheten i kostnadsanslagene for doserer-kalking (alternativ 1 og 2) ligger i utgifter til vei og logistikk.

Tabell 5. Omtrentlig fordeling av kostnader (tallene er usikre og må anses som foreløpige).

Sted/aktivitet	Etablering		Drift/år	Antall år	Kalkkostnad	totalt i 25 år	pr. år
	doserings- anlegg	Vei og logistikk					
Buskhaug	2500000		150000	25	65700	7892500	315700
Hele Tangedalselva	2500000	?	150000	25	65700	7892500	315700
Terrengkalking				25	5395200	5395200	215808

4.7 Anbefalinger

Dersom hele Tangedalselva ønskes optimalisert som produksjonselv for anadrom laksefisk (alternativ 2), anbefales det å terrengkalke nedbørfeltet. Ved eventuell prosjektering av terrengkalking må det i forkant foretas vurderinger av de logistiske løsningene, botanisk kartlegging av naturtypene for utarbeidelse av nøyaktige spredningskart, osv.

Et doseringsanlegg etablert for samme formål (alternativ 2) må plasseres høyt i nedbørfeltet. Logistiske utfordringer kan gjøre dette alternativet uforholdsmessig dyrt.

Ved dosering kun for å ivareta blandsoneproblematikken i hovedelva (alternativ 1) foreslås det etablert et pH-styrt anlegg.

5 Referanser

Garmo, Ø., Skancke, L. B. og Høgåsen T. 2016. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Vannkjemiske effekter 2015. Miljøovervåking M-613 2016. NIVA rapport 7078-2016.

Vilhelm Bjerknes, V., Wright, R., Larssen, T. og Håvardstun, J. 2004. Kalkingsplan for Yndesdal-Frøysetvassdraget basert påtålegrenseberegninger og prognoser for reduksjoner av surt nedfall. NIVA rapport 4882-2004.

Hindar, A., Tørseth, K., Aas, W., Heier, L.S., Salbu, B., Standring, W., Teien, H.-C., Bakkestuen, V., Brandrud, T.E., Aarrestad, P.A., Kroglund, F., Larssen, T., Nilsen, P. og Krokan, P.S. 2012. Terrengkalking for å redusere surhet og tilførsel av aluminium til vassdrag. **Terrengkalkingsprosjektets oppsummeringsrapport**. DN-utredning 5-2012. 152 s.

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 • post@niva.no