

# Kalkingsplan for Uldalsgreina i Tovdalsvassdraget



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**NIVA Region Sør**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**NIVA Region Vest**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

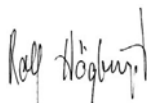
Tittel Kalkingsplan for Uldalsgreina i Tovdalsvassdraget	Løpenr. (for bestilling) 7067-2016	Dato 18.08.2016
	Prosjektnr. Undernr. O - 16109	Sider Pris 17
Forfatter(e) Rolf Høgberget	Fagområde Vassdragskalking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Stiftelsen «Kalking av Tovdalselva»	Oppdragsreferanse
---	-------------------

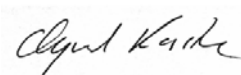
**Sammendrag**

Uldalsgreina er den delen av Tovdalselva som drenerer fra de vestlige områder av nedbørfeltet. Den bidrar med ca. 50 % av vannføringen inn i Herefossfjorden. Vassdraget er kallet fra 1997. Fylkesmannen i Aust-Agder ønsker en ny vurdering av kalkingsstrategien med mål om ett nytt anlegg til erstatning for tre eksisterende. Tre alternativer er vurdert. Kalkingdosering med finmalt kalk direkte i Herefossfjorden ved utløpet av Uldalsgreina vil gi god kontroll med kalktilførselen til den lakseførende strekningen. To andre alternativer er også vurdert: Dosering ved Skripeland kraftstasjon og dosering direkte i Vågsdalsfjorden. Det siste alternativet må ikke iverksettes før testing har vist tilfredsstillende resultater.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vassdrag</li> <li>Kalkdosering</li> <li>Kalkingsstrategi</li> <li>Optimalisering</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>River system</li> <li>Lime dosing</li> <li>Liming strategy</li> <li>Optimization</li> </ol>
---	---



Rolf Høgberget  
Prosjektleder



Øyvind Kaste  
Forskningsleder

# **Kalkingsplan for Uldalsgreina i Tovdalsvassdraget**

## Forord

NIVA har på oppdrag fra stiftelsen «Kalking av Tovdalsvassdraget» utarbeidet en ny kalkingsplan for Uldalsgreina i Tovdalsvassdraget.

Bakgrunnen for prosjektet var et ønske fra Fylkesmannen i Aust-Agder om en samordning og forenkling av kalkingstiltakene i Uldalsgreina, med fokus på effekten i lakseførende strekning i hovedvassdraget.

André Staalstrøm (NIVA) har vært behjelpelig med modelleringsarbeider for å finne ulike kalktypers synkehastighet i innsjøer. Kalkingsbehovet er beregnet etter mal utarbeidet av Atle Hindar (NIVA).

Stiftelsen «Kalking av Tovdalsvassdraget» representerer alle involverte kommuner i Tovdalsvassdraget, og administreres av Birkenes kommune. Kalkingsansvarlig Sven Arne Ånensen i stiftelsen har vært vår kontaktperson.

Grimstad, august 2016

*Rolf Høgberget*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn	6
<b>2. Alternative lokaliseringer av doseringsanlegg</b>	<b>7</b>
2.1 Grunnlaget for vurderingene	7
2.1.1 Befaringslokaliteter	8
<b>3. Resultater</b>	<b>8</b>
3.1 Kalktyper	8
3.1.1 Kategori 3 kalk	8
3.1.2 Kategori 1 kalk	8
3.2 Modellering	8
3.3 Alternative løsninger	10
3.3.1 Alternativ 2	10
3.3.2 Alternativ 3	11
3.3.3 Alternativ 4	11
3.3.4 Alternativ 8	12
<b>4. Anbefalinger</b>	<b>15</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>16</b>
<b>6. Vedlegg</b>	Feil! Bokmerke ikke definert.
<b>Vedlegg A. Generelt om kalkingsbehovet</b>	<b>17</b>

---

## Sammendrag

Uldalsgreina er den delen av Tovdalselva som drenerer fra de vestlige områder av nedbørfeltet. Den bidrar med ca. 50 % av vannføringen inn i Herefossfjorden. Vassdraget har vært utsatt for store forsuringsskader fra ca. 1970 og har vært kalket fra 1997.

Foreliggende arbeid er en revisjon av en tidligere kalkingsplan for Uldalsgreina. I den planen var det foreslått et anlegg på Risdal til erstatning for Vatne og Skjeggedal doseringsanlegg. Dette anlegget har i en årrekke stått på Miljødirektoratets prioriteringsliste for nye anlegg i påvente av ferdigstilt konsesjonsbehandling for Skjeggedalsåni kraftverk. Fylkesmannen i Aust-Agder ønsket i 2015 en ny vurdering av kalkingsstrategien med mål om ett nytt anlegg til erstatning for tre eksisterende. Bakgrunnen var at etableringen av et nytt kraftverk i et tidligere vanskelig tilgjengelig område muliggjorde nye løsninger.

Tre alternative løsninger er anbefalt i følgende prioriterte rekkefølge:

1. Dosering ved Hanefossen i utløpet av Uldalsgreina. Modellberegninger har vist at det er mulig å dosere kategori 1 kalk (kornstørrelse  $\text{Ø } 50 \% < 3 \mu\text{m}$ ) rett i innsjøen uten at kalk sedimenter. Dosering kan skje i utslaget fra Hanefossen kraftstasjon. Tiltaket krever et visst samarbeid med regulanten for informasjon om driftstider. Det er også ønskelig med informasjon om vannføring, om enn ikke avgjørende.
2. Dosering i Skripelandsfossen kraftstasjon. Alternativet må ta høyde for kalkingseffekter fra et sidefelt nedstrøms doseringspunktet (Rettåna). Det foreslås to alternative løsninger som begge er mulige, styring av dosering etter pH oppstrøms eller pH nedstrøms anlegget. Dosering kan skje med kategori 3 kalk ( $\text{Ø } 50 \% < 19 \mu\text{m}$ ).
3. Dosering direkte i Vågsdalsfjorden ved rv 42. To alternativer er foreslått; dosering med fast dose eller dosering etter pH-nedstrøms. Tester bør gjennomføres for å dokumentere at det ikke oppstår uønsket sedimentering av kalk.

For alle alternativene gjelder at doseringskapasiteten må dimensjoneres etter forsuringstilstanden under flom. Det må være lagerkapasitet på anlegget for ca. tre ganger maksimum døgnforbruk.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

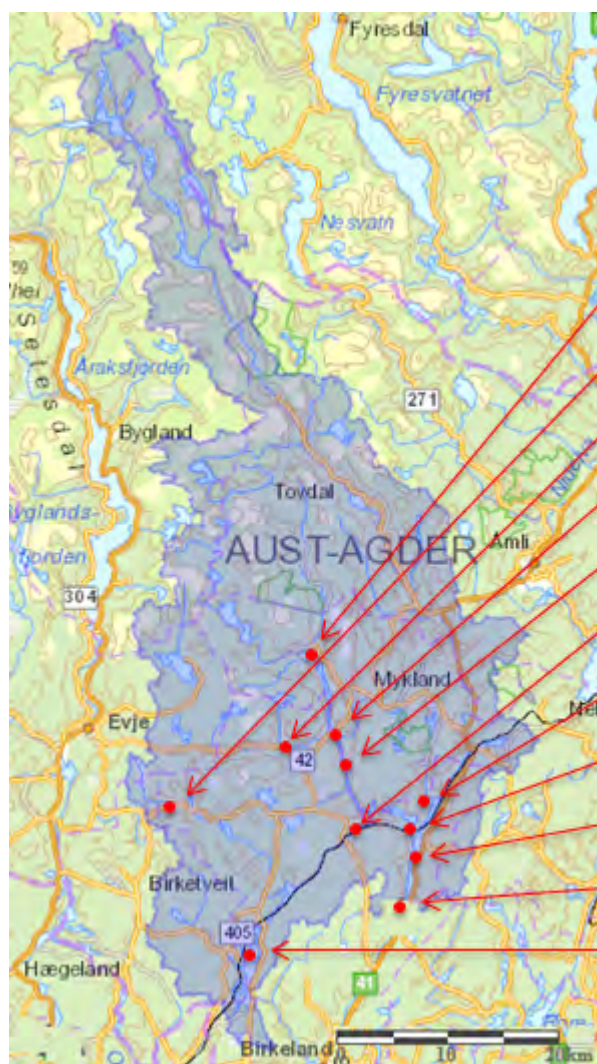
Uldalsgreina er den delen av Tovdalselva som drenerer fra de vestlige områder av nedbørfeltet. Den bidrar med ca. 50 % av vannføringen inn i Herefossfjorden. Den andre halvparten drenerer fra Tovdalen **Figur 1.** Uldalsgreina er sterkt regulert. Fire store kraftverk er etablert og ytterligere to er godkjent for utbygging. Vassdraget har vært utsatt for store forsuringsskader fra ca. 1970 og har vært kalket fra 1997.

En opprinnelig kalkingsplan for Tovdalsvassdraget (Hindar 1991) ble benyttet ved etablering og drift av kalkingen i 1997. Som følge av endrede forutsetninger ble det deretter utarbeidet en optimaliseringsplan (Hindar m. fl. 2000). Et stort doseringsanlegg ble så flyttet nedover i Hovlandsvassdraget til Skåre. To andre doseringsanlegg, Vatne og Skjeggedal, forble uforandret. Tiltaket førte til bedre sikring av vannkvaliteten i Herefossfjorden. En viktig del av kalkingsstrategien for Tovdalselva er å opprettholde pH-målet for Herefossfjorden (pH 6,0). Dette sikrer mot for store negative konsekvenser dersom kalking for laks fra anlegget på Søre Herefoss uteblir.

For optimalisering av kalkingen inn mot Herefossfjorden ble det utarbeidet en ny kalkingsstrategi for Uldalsgreina (Høgberget 2009). Denne planen pekte på behovet for et doseringspunkt så nær Herefossfjorden som mulig, dvs. ved Hanefossen. Imidlertid gjorde potensielt store driftsmessige utfordringer ved Hanefossen at kalkingen ble foreslått ved Risdal høyere opp i vassdraget. Dette kunne samtidig erstatte kalkdoseringsanleggene ved Vatne og Skjeggedal. Dette anlegget har stått på Miljødirektoratets prioriteringsliste for nye anlegg i en årrekke i påvente av ferdigstilt konsesjonsbehandling for Skjeggedalsåni kraftverk.

Doseringsanlegget på Skåre fikk akutte driftsproblemer i 2014 på grunn av slitasje (Høgberget 2014). Det ble utrangert og nytt anlegg satt opp på samme sted i 2015.

Fylkesmannen i Aust-Agder ønsket i 2015 en ny vurdering av kalkingsstrategien. Spørsmålet var om nye forhold kunne føre til mulig etablering av et anlegg som erstatning for de tre eksisterende på Vatne, Skjeggedal og Skåre. Bakgrunnen var at et nytt kraftverk, Skripelandsfossen, ble satt i drift ved utløpet av Vågdalsfjorden høsten 2014.



**Figur 1.** Tovdalsvassdraget nedbørfeltet til og med utløpet av Herefossfjorden Nedbørfeltet er 1600 km<sup>2</sup>. (Kilde NVE, Nevina.)

Skjeggedal doseringsanlegg

Katerås doseringsanlegg

Skåre doseringsanlegg

Bru over Vågsdalsfjorden

Skripeland Kraftverk

Rettåna

Gausláfjorden

Hanefossen

Herefossfjorden

Søre Herefoss

Ogge

## 2. Alternative lokaliseringer av doseringsanlegg

### 2.1 Grunnet for vurderingene

I vurderingen som ble gjort (Høgberget upublisert notat 2015), ble det pekt på sju ulike løsninger for kalkingsstrategien i den delen av Uldalsgreina som inntil vinteren 2015 ble kalket fra doseringsanleggene på Skåre, Vatne og Skjeggedal:

1. Opprinnelig plan med etablering av Risdal doseringsanlegg til erstatning for Vatne og Skjeggedal doseringsanlegg. Skåre doseringsanlegg erstattes av Lislevatn doseringsanlegg (Høgberget 2009).
2. Nytt etablert kraftverk ved Kiløyna åpner teoretisk mulighet for doseringsanlegg på anlegget fordi vei og nettstrøm nå burde være tilgjengelig på stedet. Dette er tidligere omtalt som umulig på grunn av disse manglene. Erstatter alle tre eksisterende anlegg.
3. Etablering av kalkingsanlegg i mulige utnyttbare strømningsforhold i opprinnelig elveløp ved Kiløyna eller nedstrøms kraftverket ved Kiløyna rett oppstrøms Skripelandsfjorden.
4. Dosering i utslaget fra Hanefossen kraftverk med styringssignal til fast dose dosering fra total vannføringssignal for utløpet av Uldalsgreina. Erstatter alle tre eksisterende anlegg.



5. Dosering i Herefossen med styringssignal til fast dose dosering fra total vannføringssignal fra utløp Uldalsgreina. Erstatte alle tre eksisterende anlegg.
6. Etablering av Lislevatn doseringsanlegg med vannføringssignal fra Skåråna og lokal bekk fra Hovvann. Erstatte alle tre eksisterende anlegg.
7. Etablering av Risdal doseringsanlegg med vannføringssignal fra Skjeggedalsåna, Skåråna og Vatne. Erstatte alle tre eksisterende anlegg.

### 2.1.1 Befaringslokaliteter

Med bakgrunn i listen over alternative muligheter foretok Fylkesmannen, representant fra kalkingsstiftelsen og NIVA befarings i april 2016. Stedlige forhold i området ved Kiløyna/nyetablerte Skripelandsfossen kraftstasjon og ved Hanefossen ble vurdert. I tillegg ble en ny mulig lokalitet befart:

8. Dosering ved bru over Vågdalsfjorden på Evjeveien (rv 42). Erstatte alle tre eksisterende anlegg.

## 3. Resultater

Når de mulige plasseringene av kalkdoseringsanlegg vurderes, er ulike alternative kalktyper viktige faktorer som avgjør valgene. Egenskapene for hvert enkelt produkt kan være svært forskjellige, og være bestemmende for hvilke anbefalinger som gis.

### 3.1 Kalktyper

I denne rapporten har vi vurdert to typer kalk, en finmalt og en mer grovmalt type. Den finmalte (kategori 1 kalk:  $\text{Ø } 50\% < 3 \mu\text{m}$ ) benyttes ofte til slurrydosering mens den grovkornete (kategori 3 kalk:  $\text{Ø } 50\% < 19 \mu\text{m}$ ) er tørr kalkmel som slemmes opp i doseringsanlegget. Betegnelsene kategori 1 og 3 benyttes i denne rapporten.

#### 3.1.1 Kategori 3 kalk

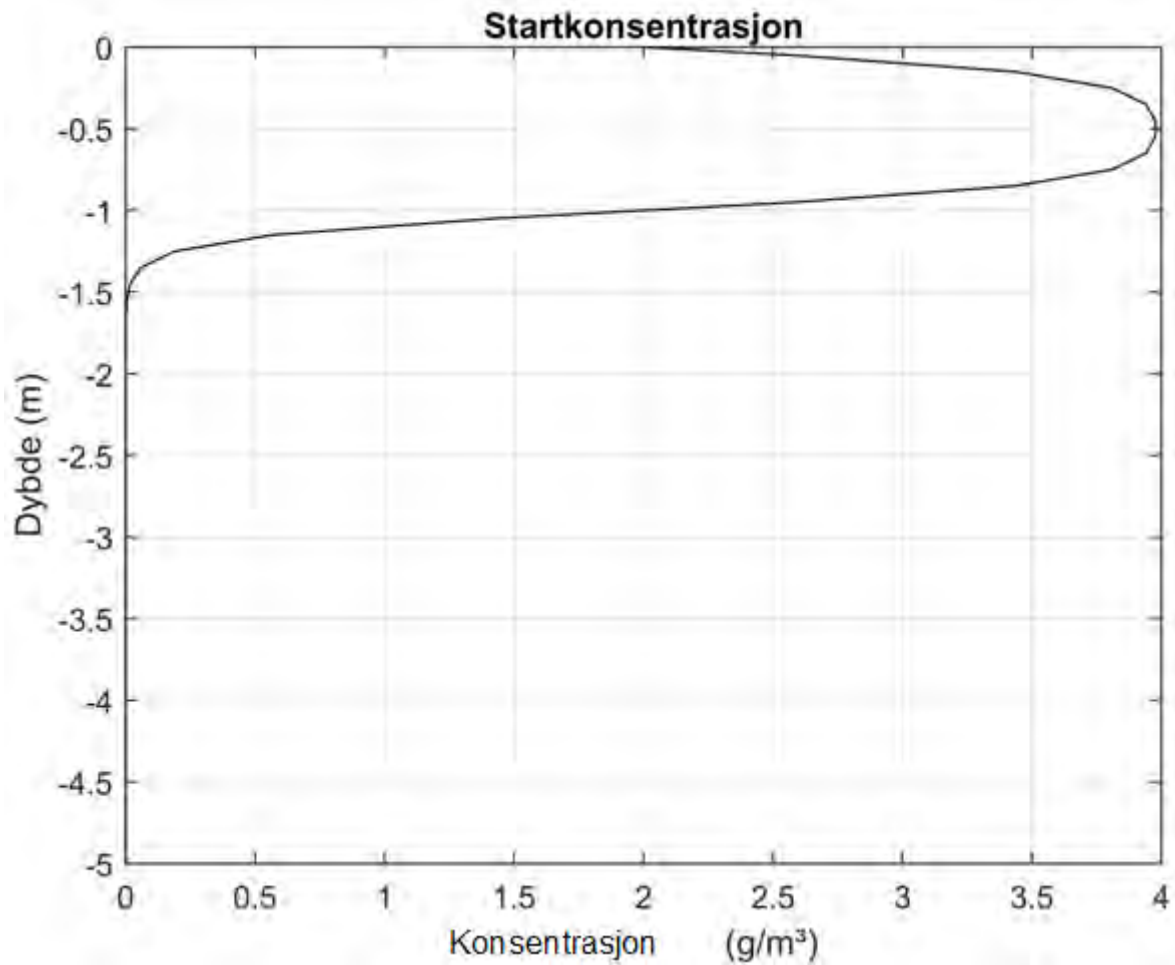
Denne kalken egner seg godt til kalking i turbulent vann, slik som i et naturlig elvestryk med steiner og svinger over en viss strekning. Dette sikrer god oppløsning av kalken. Erfaringer har vist at det likevel alltid vil bli noen rester av uoppløst kalk i elvesubstratet. En del av dette vil imidlertid virvles opp igjen og oppløses ytterligere ved flommer. Ved innsjøkalking vil en andel av kalken sedimentere, avhengig av pH og innsjødybde.

#### 3.1.2 Kategori 1 kalk

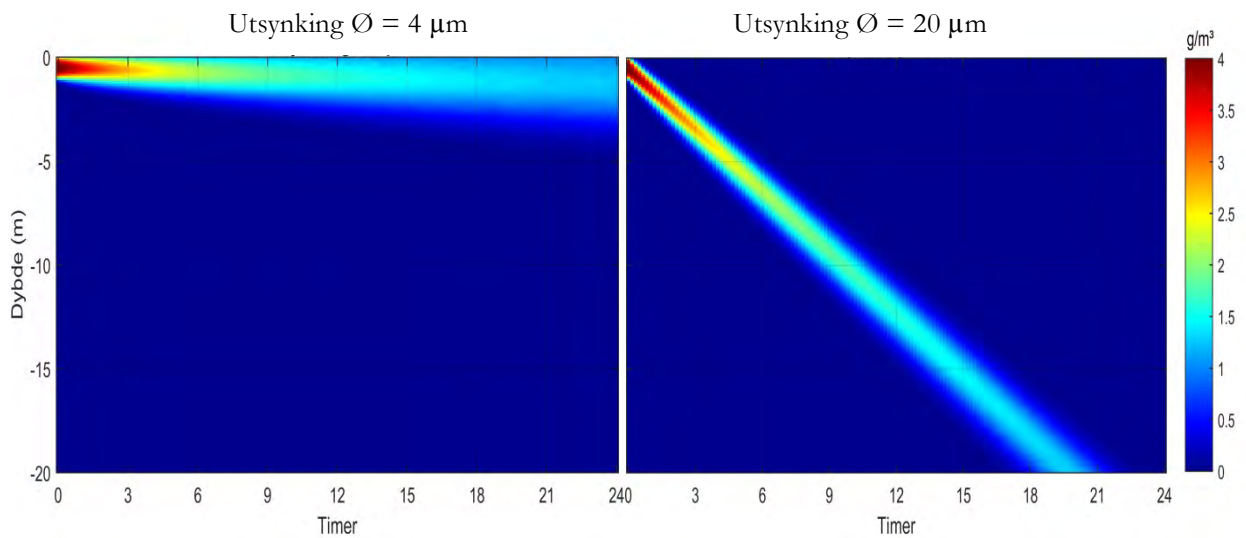
Denne kalken egner seg godt til kalking også i stillere partier og på steder der sedimentering av elveleier er spesielt uønsket (f.eks. badeplasser osv.).

### 3.2 Modellering

Modellering av synkehastigheten med NIVA-VADL (VADL = vertikal adveksjon og diffusjon lab) for forskjellige kornstørrelser viser at sedimenteringshastigheten for kalkmel med kornstørrelse  $\text{Ø} = 4 \mu\text{m}$  (nær identisk med kategori 1 kalk) er ubetydelig og at uønsket sedimentering i innsjøer dermed unngås. Modelleringen viser at en forholdsvis stor andel kalkmel med  $\text{Ø} = 20 \mu\text{m}$  (nær identisk med kategori 3 kalk) sedimenterer **Figur 2** og **Figur 3**.



**Figur 2.** Startkonsentrasjonen i VADL-modellen er maksimum 4 g kalk/m<sup>3</sup> på en halv meters dyp. Utsynking ved to ulike fraksjonsstørrelser er gitt i **Figur 3**.



**Figur 3.** Synkefastighet for partikler med to ulike kornstørrelser  $\text{Ø} = 4 \mu\text{m}$  og  $20 \mu\text{m}$ . Kalkmel med diameter på  $4 \mu\text{m}$  vil holde seg i løsning og diffunderte partikler vil ikke synke mer enn ca. 2,5 m i løpet av et døgn.

### 3.3 Alternative løsninger

Av de åtte alternativene som ble skissert over ble fire forkastet ved første gjennomgang. Alternativ 1 vil fortsatt medføre drift av to doseringsanlegg. Plasseringer høyt oppe i nedbørfeltet vil også medføre dårligere sikkerhet for gunstig pH ut av Uldalsgreina. Alternativ 5 vil innebære ytterligere kalking i vannet fra den østre greina. Alternativet utelukkes på grunn av manglende sikkerhet for god oppløsning av kalkpartikler i en allerede oppkalket vannkvalitet med høy pH. Dessuten kan logistiske forhold omkring kalking i Herefossen være vanskelige. Alternativ 6 og 7 innebærer etablering av doseringsanlegg unødig høyt oppe i nedbørfeltet.

#### 3.3.1 Alternativ 2

Dosering ved Skripeland kraftverk vil gi en god innblanding i turbulent vann i utslaget fra kraftverket. Dosering med kategori 3 kalk er sannsynligvis tilstrekkelig for å oppnå ønsket effekt nedstrøms anlegget. Imidlertid tilføres elva vann fra Rettåna nedstrøms Skripelandsfjorden. I dette vassdraget ligger innsjøen Ogge. Et kalkdoseringsanlegg er også plassert ved Katerås oppstrøms Ogge. Høy pH i Rettåna er derfor sannsynlig, men termiske lagdelingsforhold i Ogge kan medføre varierende pH i Rettåna. Dette vil ha en påvirkning på vannkvaliteten i Hanefossmagasinet. Logistisk er forholdene ikke optimale for adkomsten til kraftverket, da det er en lang smal adkomstvei fra fylkesvei 406 (6,5 km). Ved valg av løsning med kalking i inntaket til kraftverket, vil en bratt bakke skape problemer for kalktilførsler vinterstid. Forholdene ved inntakspunktet er imidlertid optimale, **Figur 4**.

##### *Styringsprinsipp*

Anlegget kan styres etter to forskjellige prinsipper, etter pH oppstrøms eller nedstrøms doseringen. Ved pH oppstrøms doseringen må også et vannføringssignal benyttes. En vannstandsmåler må da plasseres i Kolstraumfjorden oppstrøms vanninntaket til kraftverket slik at vannføring kan beregnes selv om det går overløp i det naturlige elveløpet. Et vannføringssignal bør også inngå i pH nedstrøms styring. Dermed kan et fast dosesignal benyttes ved bortfall av pH-verdier.

Ved pH-nedstrømsstyring bør pH-meteret plasseres så langt nedstrøms doseringspunktet at det vesentligste av pH-økningen er oppnådd. For enkelt vedlikehold foreslås brua over Skjeggedalsåna ved Knipefjell (N: 58° 32,816' Ø: 8° 14,583'). Et kalkingsteknisk bedre punkt er ved Hagulknatten (N: 58° 32,711' Ø: 8° 16,606') nedstrøms samløpet fra Rettåna. Logistisk sett er dette imidlertid et langt vanskeligere plasseringspunkt.

Doseringspunktet bør plasseres i turbulensen fra utslaget ved kraftstasjonen. Det bør være et alternativt doseringspunkt i turbulensen fra det naturlige elveløpet ca. 100 m nord for kraftstasjonen, slik at effektiv innblanding kan opprettholdes selv om produksjonen stanser. Det kreves et samarbeid med kraftverket om informasjon ved stans i vannføringen gjennom kraftverket.

##### *Kalkmengder*

Nedbørfeltet oppstrøms Skripelandsfjorden er 530 km<sup>2</sup>. Ved pH-oppstrømsstyring beregnes forsuren til pH 5,0 ved stor flom (Tiltaksovervåkingen 2014), **Figur 7**. Anlegget må da kunne dosere 30 tonn/døgn for å øke pH til 6,0 ved Skripelandsfossen. Nedbørfeltet det kalkes for omfatter imidlertid også områdene nedstrøms anlegget til Hanefossen (362 km<sup>2</sup>). Doseringen må derfor teoretisk økes med en faktor på 1,7. Dette vil gi en overdosering dersom pH er høyere i Rettåna enn Kolstraumfjorden. Dersom kalking i Oggevassdraget opprettholdes, bør lavere faktor benyttes. Ingen tidsperiode med pH-data fra Rettåna er tilgjengelig til beregning av faktorens størrelse. Den bør derfor justeres på bakgrunn av erfaringsstall som tilkommer gjennom driften og øker forståelsen av Rettånas innflytelse.

Ved pH-nedstrømsstyrt anlegg og pH-måler ved Knipefjell vil doseringen ikke overstige 30 tonn Ca CO<sub>3</sub>/døgn uten at systemet manipuleres. Karbonatkonsentrasjonen ved Hanefossen kan derfor bli for lav. Anlegget må også ved denne form for styring manipuleres slik at dosene øker. Settpunktet for ønsket pH økes da til det nivået som erfaringsmessig vil treffe mål-pH ved Hanefossen. Dersom det er mulig å

etablere pH-signal fra Uldalsåna ved Haguknatten, vil doseringen automatisk ta høyde for pH i Rettåna, og behovet for pH-manipulering vil bortfalle.

Maksimum doseringskapasitet må i begge tilfeller være ca. 50 tonn  $\text{CaCO}_3$ /døgn. Lagerkapasiteten på anlegget bør være for ca. tre dagers maksimaldosering.

### 3.3.2 Alternativ 3

Vannføringen i det opprinnelige fossefallet i Skripelandsfossen er nesten helt fjernet, så dette alternativet er umulig. Nedstrøms kraftverket er det noe drag i vannet, turbulensen er imidlertid så lav at kategori 3 kalk sannsynligvis periodevis vil sedimentere på bunnen. Kalking med kategori 1 kalk vil imidlertid kunne være mulig. Logistisk er forholdene tilsvarende alternativ 2, men med behov for etablering av et lite stykke ny vei.

### 3.3.3 Alternativ 4

Dosering rett i utslaget fra Hanefossen kraftstasjon. Løsningen vil gi en kalktilførsel direkte i Herefossfjorden. Dette alternativet krever et vannføringssignal som er summen av vannføringen i kraftverket (produksjonsvann) og eventuell vannføring i det naturlige elveløpet i Hanefossen. Turbulensen er god i umiddelbar nærhet av utslaget. Imidlertid avtar dette raskt utover i bassenget **Figur 5**. Dette alternativet vil kalke alle vannførsler fra Uldalsgreina.

Modellberegninger har vist at kategori 1 kalk ikke vil sedimentere i bassenget utenfor kraftverksutslaget, men holder seg i vannmassene med minimal synking selv etter et helt døgn, **Figur 3**. Modellen har ikke tatt hensyn til kjemisk oppløsning av kalkpartikler, noe som ytterligere vil motvirke synking. Alternativet vil derfor gi en effektiv kalking av alt vann fra Uldalsgreina. Innblandingsforholdene i Herefossfjorden ansees som gode da strømninger i bassenget mellom Storøya, Herefossen og Hanefossen antagelig bidrar til homogenisering av vannmassene allerede før innblanding sørover i Herefossfjorden. Et enkelt strømningsforsøk ved utslaget fra Hanefossen kraftverk viste avbøyning i østlig retning. Ved høy flom vil hovedstrømmen ut i Herefossfjorden tilføres fra Hanefossen. Ukalket vann vil da passere vestsiden av Storøya og først blandes i Herefossfjorden lenger sør, **Figur 5**. Det er usikkert hvor langt ut i fjorden disse forholdene vil opprettholdes, men en tange vestfra ved Nes må tvinge strømmen noe på tvers av fjorden. Dette forsterker innblanding. En usikkerhet ved metoden er imidlertid at kalkingen blir vanskelig dersom kraftverket stopper, og alt vann går i overløp over Hanefossen.

#### *Styringsprinsipp*

Kalkdoseringen bør styres etter pH oppstrøms doseringspunktet ved utslaget av den totale vannføringen fra Uldalsgreina. En pH-måler plasseres på en slik måte at ikke kalket vann kan påvirke målingene når det er vannføring ut av utslagstunnelen. Ved driftsstans på kraftstasjonen stopper anlegget. Vannføringen bestemmes av kraftproduksjonen og eventuelt overløp over kraftverksdammen i Hanefossmagasinet. Man er avhengig av et start-/stoppsignal fra kraftverket dersom anlegget automatisk skal stoppe ved produksjonsstopp. Videre er det en klar fordel om vannføringsdata for overløp og produksjon på kraftverket kan benyttes som styringssignaler på anlegget. Imidlertid kan dette oppfattes som sensitiv informasjon som nødvendig oppgis av kraftprodusenten. Et brukbart alternativ vil derfor være å etablere en vannstandsmåler i utløpet av Gauslåfjorden for registrering av vannføringen fra Tovdalen. Differensen mellom vannføringen ut av Herefossfjorden (som måles på Søre Herefoss doseringsanlegg) og vannføringen ut av Gauslåfjorden benyttes da som vannføringssignal. Dette vannføringssignalet tar opp i seg alle sidedeblørfelter til Herefossfjorden Målområdet for doseringen blir dermed Søre Herefoss. Unøyaktigheter i vannstandsdata i Herefossfjorden på grunn av forhold omkring vannstanden i måle/inntaksbrønnen (Høgberget og Håvardstun 2005) og døgnpuls-styring av Hanefossen kraftstasjon som kan skape indre bølger i fjorden gir usikkerheter omkring vannføringssignalet. Dette ansees imidlertid som uproblematisk, da eventuell kortvarig over- og underdosering effektivt utjevnes i fjorden.

#### *Kalkmengder*

Dersom all kalking oppstrøms Hanefossen opphører, vil vassdraget gradvis bli surere. Kalkingsovervåking oppstrøms all kalkingsvirksomhet i Skjeggedalsåna viser ofte lave pH-verdier i området pH 5,0, **Figur 6**. Dersom hele vassdraget gradvis reduseres til dette nivået, vil teoretisk kalkingsbehov bli 1,6 g Ca CO<sub>3</sub>/ m<sup>3</sup> vann. Det er ikke sannsynlig at utviklingen blir så dramatisk. Antageligvis vil noe kalkingsaktivitet fortsette i Ogge i tillegg til andre små lokaliteter. Avrenning fra kulturlandskap i lavereliggende deler av nedbørfeltet motvirker også forsuringen. pH vil imidlertid reduseres betydelig under sure episoder. Langtidstrender viser at organisk innhold fortsatt vil bli høyt, med svakt økende tendens, (Garmo m fl. 2015). Dette øker kalkbehovet i Herefossfjorden (pH-mål 6,0). Stadig lavere tilførsler av sur nedbør bidrar til motsatt effekt. **Figur 7** viser at pH kan reduseres til pH 5,0 ved stor flom. Dette danner grunnlaget for maksimalt doseringsbehov for vannføringer opp mot 360 m<sup>3</sup>/s. Maksimum doseringsbehov blir da 50 tonn/døgn. Anlegget må ha en lagerkapasitet som tilsvarer ca. tre dagers maksimumdosering.

### 3.3.4 Alternativ 8

Dosering fra området ved bru over Vågsdalsfjorden på riksvei 42. Dette alternativet påvirker kalkingseffekten på samme måte som alternativ 2 og 3. Alternativet innebærer derfor usikkerheter omkring kalkingseffektene fra innsjøkalkingen av Ogge, øverst i Rettåna.

Under normale vannføringsforhold er det ingen synlig strøm under brua. Kategori 1 kalk må derfor benyttes, da kategori 3 kalk vil sedimentere. Imidlertid er det ikke dypt vann i området og det er usikkert om også Kategori 1 kalk vil sedimentere. Forsøk med slik kalking må gjøres på stedet før alternativet kan benyttes. Ved eventuelt etablering av et kalkdoseringsanlegg, kan ikke kalkdosene beregnes på grunnlag av pH i Vågsdalsfjorden. Vindretning og vindstyrke bestemmer strømningsforholdene i overflatevannet, og etablering av et målepunkt for pH blir derfor vanskelig. Faste doser må derfor benyttes på bakgrunn av vannstanden i Vågsdalsfjorden. Demningen i enden og Skripelandsfoss kraftverk bestemmer vannstanden, ikke naturlig overløp fra fjorden. Broa ligger 4,5 km fra inntaket til Skripelandsfossen kraftverk i et smalt fjordområde uten store vanntilførsler fra sidedbørfelter. Kalken vil derfor være homogent innblandet før utløpet. Logistisk vil alternativet gi en optimal løsning, da anlegget vil ligge ved riksvei 42 og nettstrøm allerede er tilgjengelig i området.

#### *Styringsprinsipp*

Kategori 1 kalk doseres rett i Vågsdalsfjorden fra flere punkter samtidig. Styringsprinsippet med fast dosering etter vannføring benyttes. Teoretisk er pH-nedstrømsstyring mulig, men denne målingen kan ikke skje i Vågsdalsfjorden da vindretningen i området vil påvirke vannbevegelsene i overflaten mer enn strømretningen i fjorden. Kalket vann kan dermed drive oppover i fjorden. Eneste mulighet til pH-nedstrømsstyring vil være i Kolstraumen 1,5 km nedstrøms brua.

#### *Kalkmengder*

Ved fast dosering beregnes gjennomsnittlig pH til pH 5,2. Doseringsbehovet beregnes for totalt nedbørfelt i Uldalsgreina. Det doseres til en konsentrasjon på 1,3 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> vann. Total kalkbehov blir gjennomsnittlig 1250 tonn/år.

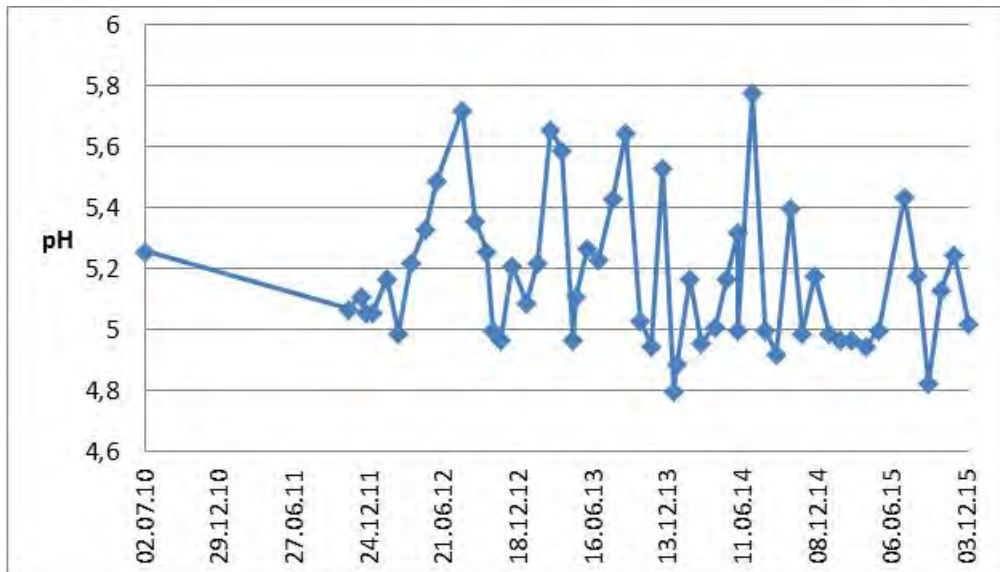
Dersom pH-nedstrømsstyring lar seg gjennomføre, vil de samme forhold gjelde som pH-nedstrømsstyring ved Skripelandsfossen, kap: 3.3.1.



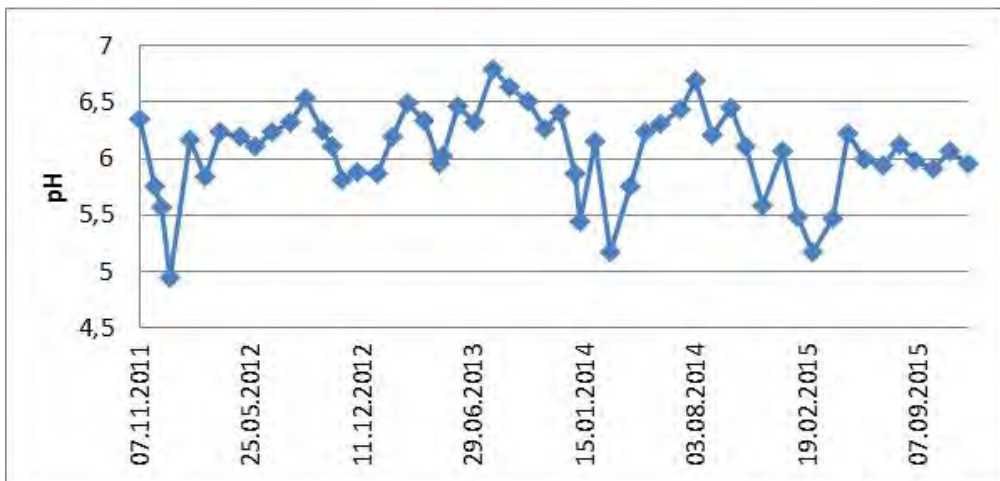
**Figur 4.** Skripelandsfossen Kraftverk. Venstre: Inntaksområdet for vann til kraftverket. Høyre: Utslaget fra kraftverket



**Figur 5.** Venstre: Utslaget fra Hanefossen kraftverk. Høyre: Nordenden av Herefossfjorden med Hanefossen til venstre og Herefossen til høyre. Rød markering er kraftverksutslaget. Pilene antyder strømretning fra kraftverksutslaget og Hanefossen dersom det er vann i fossen ved flom. (Kilde høyre: Norkart flyfoto)



**Figur 6.** pH oppstrøms all kalking i Skjeggedal gjennom fem år. (Referanse: Tiltaksovervåkingen 2010-2015).



**Figur 7.** pH ved utløpet av Uldalsgreina ved Hanefossen gjennom fire år. Lav pH oppstår i forbindelse med flom. (Referanse: Tiltaksovervåkingen 2011-2015).

## 4. Anbefalinger

Tre ulike muligheter for kalking av Uldalsgreina er anbefalt. Disse tre er gjengitt i prioritert rekkefølge.

- **Hanfossen:** Som beste løsning anbefales alternativet med kalking direkte ut i Herefossfjorden (alternativ 4) selv om det kan oppstå perioder uten dosering som følge av stopp i kraftproduksjonen. Totalt sett vil alternativet gi en effektiv kalking av alt vann fra Uldalsgreina.
- **Skripelandsfossen:** Som nest beste alternativ anbefales utslaget av Skripelandsfossen kraftverk. Innblandingsforholdene er gode i kraftverksutslaget og logistisk er det mulig å plassere et doseringsanlegg der. Kategori 3 kalk kan benyttes som doseringsmiddel.
- **Vågsdalsfjorden:** Som et mulig alternativ kan også denne plasseringen benyttes. Imidlertid bør ikke dette alternativet benyttes før tester har verifisert at sedimentering på bunnen ikke oppstår.



## 5. Referanser

- Hindar, A. 1991. Kalkingsplan for Tovdalsvassdraget. NIVA Rapport L.nr. 2653.
- Hindar, A. og Tjomsland, T. og Høgberget, R. 2000. Optimalisering av kalkingsstrategien i Tovdalsvassdraget. NIVA rapport L.nr.. 4239.
- Høgberget, R. 2009. Ny kalkingsstrategi for Uldalsgreina. NIVA notat O-29034.
- Høgberget, R. 2014. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget. Avviksrapport 2013. NIVA Rapport L.nr. 6694.
- Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2005: Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Tovdalsvassdraget Avviksrapport 2004. NIVA rapport L. nr. 5051.
- Garmo, Ø., Skancke L. B. og Høgåsen, T. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Vannkjemiske effekter 2014. M-414/NIVA Rapport 6907-2015.
- Tiltaksovervåking i 2014. Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. M-413. 2015.

## Vedlegg A. Generelt om kalkingsbehovet

Kalkingsregnskapet i tidsrommet 2010-2015 viser at dosererne i Uldalsgreina har kalket gjennomsnittlig mer enn en det teoretiske behovet for kalk som er beregnet i denne rapporten (1250 tonn), **Tabell 1**. Usikkerheter omkring opprinnelig pH før kalking og kalksedimentering er mulige årsaker til denne forskjellen.

**Tabell 1.** Kalkforbruket ved doseringsanleggene i Tordalselva gjennom fem år (tonn). Gjennomsnittlig kalkforbruk i Uldalsgreina er spesifisert i egen kolonne.

År	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Gjennomsnitt oppstrøms Hanefossen
Bås	1639	1863	2128	2050	3308	2391	
Skjeggedal	483	600	552	708	232	352	585,4
Vatnedal	98	129	211	129	180	211	191,6
Skåre	616	532	509	769	835	912	834,6
Søre Here	1231	1208	1037	871	1838	1159	
Kateråsåna	63	85	0	32	31	37	49,6
Sum	4130	4417	4437	4559	6424	5062	1661,2

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)