RAPPORT L.NR. 6288-2012

Kalkingsplan for Dåsånavassdraget

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

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

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

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

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

NIVA Midt-Norge
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Kalkingsplan for Dåsånavassdraget	6288-2012	Januar 2012
	Prosjektnr. Undernr. O-11404	Sider Pris 31
Forfatter(e) Tormod Haraldstad Frode Kroglund Atle Hindar	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Fylkesmannen i Aust-Agder	Dag Matzow (12.10.2011)

Sammendrag

Dåsånavassdraget er et forsuret sidevassdrag i nedre deler av Otra. Vassdraget var tidligere et viktig oppvekst- og reproduksjonsområde for bleka før Otra ble rammet av forsuring. Målet for kalkingsplanen er å foreslå tiltak som kan bedre vannkjemien i vassdraget slik at bleka igjen kan leve her. Blekas krav til vannkvalitet er usikre. Inntil mer kunnskap foreligger, har vi tatt utgangspunkt i kjente vannkvalitetsgrenser for laks. Dette krever en vannkvalitetsforbedring i Dåsånavassdraget fra pH 5,2 til pH 6,2. Det bør plasseres en doserer i Skjerka for å ta høyde for det sure vannet fra dette nedbørsfeltet og sikre god vannkvalitet i Dåselva ned til samløpet med Otra. Det anbefales to tiltak for å avgifte vannet i Dåsvatn/Dåsåni: Innsjøkalking av Dåsvatn som gir god vannkvalitet i innsjøen og lonepartiene i utløpet og en doserer i utløpet av Dåsvatn som sikrer god vannkvalitet fra utløpet av Dåsvatn og fram til samløpet med Skjerka. Disse tiltakene vil sikre at bleka igjen kan ta i bruk Dåsånavassdraget.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Bleke	1. Land-locked salmon
2. Forsuring	2. Acidification
3. Kalkingstiltak	3. Liming measures
4. Elv	4. River

Tormod Haraldstad
Prosjektleder

Øyvind Kaste
Forskningsleder

Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-6023-6

Kalkingsplan for Dåsånavassdraget

Forord

Bleka i Otravassdraget benyttet tidligere Dåsånavassdraget som reproduksjons- og oppvekstområde, men bleka i denne delen av vassdraget forsvant som følge av forsuringen i området. Fylkesmannen i Aust-Agder ønsket derfor en plan for kalking slik at bleka kunne få muligheter for å reetablere seg her. NIVAs prosjektforslag ble akseptert den 12.10.2011.

Det er innhentet opplysninger om lokale forhold fra Hesso Hanås, Einar Kleiven og Bjørn Barlaup.

Fylkesmannens kontaktperson har vært Dag Matzow.

Alle takkes for godt samarbeid.

Grimstad, 10.01.2012

Tormod Haraldstad

Innhold

Innhold **5**

Sammendrag **6**

1. Innledning **7**

2. Vassdragsbeskrivelse **8**

2.1 Generelt om vassdraget 8
2.2 Hydrologi 9
2.3 Effekt av pågående kalking i vassdraget 10
2.4 Vannkjemi 11
2.5 Biologisk status 13

3. Kalkingsplan **15**

3.1 Biologisk og vannkjemiske mål 15
3.2 Innsjøkalking og kalkdosering 15
3.3 Plassering av doserere 15
3.4 Avsyringsmidler 16
3.5 Kalkmengde og kostnader 17
3.6 Alternativ 1a. 17
3.7 Alternativ 1b. 20
3.8 Alternativ 2a. 22
3.9 Alternativ 2b. 25
3.10 Overvåkningsprogram 26

4. Anbefalinger **27**

5. Litteratur **28**

Vedlegg A. Aktuelle lokaliteter for kalkdoserer **30**

Sammendrag

Dåsånavassdraget er et sidevassdrag i nedre deler av Otra. Nedbørsfeltet er 183 km^2 og forgreiner seg i to sideelver, Dåsåni og Skjerka. Dåsånavassdraget er klassifisert som kronisk surt (Kroglund mfl. 2008). Dåsånavassdraget var tidligere et viktig oppvekst- og reproduksjonsområde for bleka før Otra ble rammet av forsuring (DN 2009).

Kalking av Dåsånavassdraget vil gi bleka tilgang til viktige gyte- og oppvekstområder og vil derfor være et godt tiltak for å sikre bestanden. Generelt vil reetablering utenfor Byglandsfjorden representere en ”levende genbank” og dermed være en viktig forsikring dersom sykdom eller andre uforutsette forhold skulle ramme bestanden i Byglandsfjorden. Kalking vil samtidig kunne gi et bidrag til god vannkvalitet i nedre deler av Otra, og på denne måten også styrke den anadrome laksebestanden.

Målet for kalkingsplanen er å foreslå tiltak som kan bedre vannkvaliteten i vassdraget slik at det blir gode forhold for bleke i Dåsvatn og på elvestrekningen fra Dåsvatn og ned til utløpet i Otra. Det skal kunne føre til reetablering av en reproduserende blekebestand i vassdraget. Mens vannkvalitetskravet til laks og aure er godt kjent, er vannkvalitetskravet til bleka mindre kjent. Inntil mer kunnskap foreligger, har vi tatt utgangspunkt i vannkvalitetsgrenser for laks. Dette krever en vannkvalitetsforbedring i Dåsånavassdraget fra pH 5,2 til pH 6,2.

Vi foreslår at det plasseres en doserer i Skjerka for å ta høyde for det sure vannet fra dette nedbørsfeltet. Denne dosereren vil også sikre god vannkvalitet i Dåselva ned til samløpet med Otra. Dosereren bør plasseres ved brua over Skjerka før samløpet med Dåsåni. Det skisseres to tiltak for å avgifte vannet i Dåsvatn/Dåsåni. Innsjøkalking av Dåsvatn vil gi god vannkvalitet i innsjøen og lonepartiene i utløpet. Dette tiltaket er ikke tilstrekkelig for å gi god vannkvalitet ned til samløpet med Skjerka, fordi det kan samle seg surt vann under isen om vinteren og sure sidevassdrag nedstrøms Dåsvatn kan i perioder medføre sure episoder i elva. Kalkdosering vil derfor være et nødvendig tilleggstiltak for å sikre god og stabil vannkvalitet hele året. Derfor anbefaler vi også en doserer i utløpet av Dåsvatn, som skal sikre god vannkvalitet fra utløpet av Dåsvatn og fram til samløpet med Skjerka.

1. Innledning

Sur nedbør har blitt kraftig redusert de siste 30 årene, takket være internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner av svovel og nitrogen (Klif 2010). Det er likevel fremdeles områder av Norge som mottar mer sur nedbør enn det innsjøene og vassdragene tåler.

Lokale avsyringstiltak bidrar til å redusere de negative effektene av sur nedbør i elver og innsjøer. Tiltak kan være bruk av kalk eller silikat. Når tiltak iverksettes, er målet å forbedre den økologiske tilstanden, men det er ofte reetablering av fisk som er drivkraften.

Vannkvaliteten er tilfredsstillende når utbredelsen av og populasjonsdynamikken til de enkelte forsuringsfølsomme artene ikke lenger er begrenset av vannkjemien. Når forsuringen har avtatt så mye at dette inntreffer, er tiltak ikke lenger nødvendig og kan avvikles. Samtidig som kalkingstiltak kan avvikles i deler av landet som følge av redusert sur nedbør (Austnes og Kroglund 2010; Hindar 2011a), optimaliseres tiltakene i de områdene som fortsatt er rammet.

Dåsånavassdraget er et sidevassdrag i nedre deler av Otra. Nedbørsfeltet er 183 km^2 og forgreiner seg i to sideelver, Dåsåni og Skjerka. Dåsånavassdraget er klassifisert som surt (Kroglund mfl. 2008). Dåsånavassdraget var tidligere et viktig oppvekst- og reproduksjonsområde for bleka før Otra ble rammet av forsuring (DN 2009). Bleka er en relikt laks som gjennomfører hele livssyklusen i ferskvann. Den etablerte seg antagelig i vassdraget for 9000 år siden når landet hevet seg etter siste istid (Dahl 1927). Bleka er en av to gjenlevende relikte bestander i Norge.

I tråd med DNs faglige tilrådninger ønsker en nå å styrke bestanden av bleke ved å gjenskape god vannkvalitet i lokaliteter der bleka før var tallrik. Kalking av Dåsånavassdraget vil kun gi bestanden tilgang til viktige gyte- og oppvekstområder, og vil derfor være et godt tiltak for å sikre bestanden. Generelt vil reetablering utenfor Byglandsfjorden representere en ”levende genbank” og dermed være en viktig forsikring dersom sykdom eller andre uforutsette forhold skulle ramme bestanden i Byglandsfjorden. Kalking vil samtidig kunne gi et bidrag til god vannkvalitet i nedre deler av Otra, og på denne måten også styrke den anadrome laksebestanden.

Mens vannkvalitetskravet til laks og aure er godt dokumentert (Enge and Kroglund 2011, Kroglund mfl. 2008, Nilsen mfl. 2010, Olsvik mfl. 2010, Urke mfl. 2010), er vannkvalitetskravet til bleka ikke fastsatt. Ut fra fravær av bleke i bekkeavsnitt hvor aure lever og gyter, kan vi anta at bleka er mer følsom for forsuring enn aure. Eksperimentelle forsøk ved Bygland fiskeanlegg indikerer imidlertid at ulike livsstadier til bleka er omtrent like sensitive som anadrom laks når de eksponeres for giftig vann (Skogheim mfl. 1984, Rosseland mfl. 1986). Inntil mer kunnskap foreligger, må vi ta utgangspunkt i vannkvalitetsgrenser for laks.

2. Vassdragsbeskrivelse

2.1 Generelt om vassdraget

Dåsånavassdraget er et sidevassdrag i nedre deler av Otra (**Figur 1**). Det ligger i Evje- og Hornnes kommune i Aust-Agder fylke. Det totale nedbørsfeltet til Dåsånavassdraget er på 182 km^2. Dåselva forgreiner seg i to sidevassdrag, Dåsåni og Skjerka. Dåsåni har sin kilde i Jøtnefotdalen på grensen mellom Aust- og Vest-Agder, øverst i Dåsvannsdalen. Sidebekkene Storebekk, Lislebekk og Øksenåna renner inn i nordenden av Dåsvatn. Dåsvatn er 1,56 km^2 stort og 4,5 km langt. Den nordlige delen av vannet er dypest med dyp ned mot 30 meter (pers med Hesso Hanås). Den sørlige delen er vannet er smalt og har flere grunnere partier.

Fra Dåsvatn meandrerer Dåsåni mot samløpet med Skjerka. Nedbørsfeltet til Skjerka er 94 km^2 og bidrar dermed med mest vann av de to sidegreinene. Fisk kan vandre ca. 2 km opp i Skjerka, fra samløpet med Dåsåni og til Hunsfoss. Etter samløpet renner Dåselva ut Dåsvannsdalen og inn i Otra nord for Hornnes. Dåsånavassdraget er regulert med to kraftverk, ett i Storebekk og ett i Skjerka.

Figur 1. Dåsånavassdraget med nedbørsfeltet til Dåsåni (lys grønn), Skjerka (blå) og Dåselva (violett).

2.2 Hydrologi

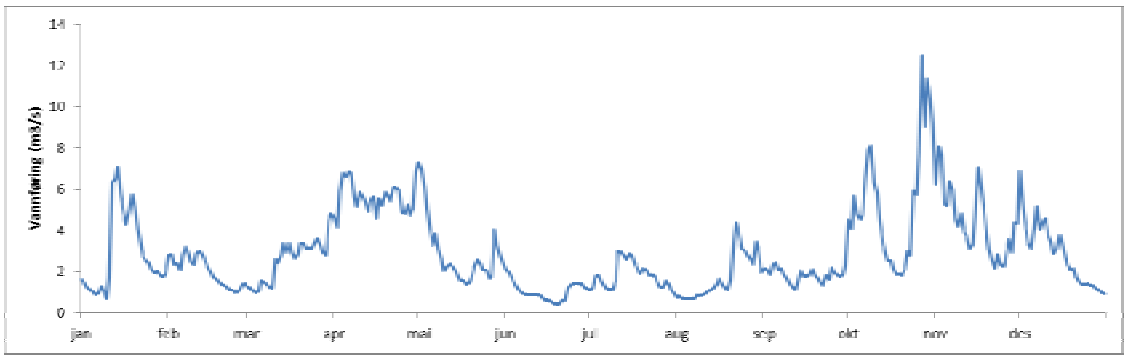
Dåsånavassdraget har et nedbørsfelt på 183 km^2 og en gjennomsnittlig spesifikk avrenning på 38 $l/sek/km^2$, der nedbørsfeltet til Dåsåni (39,6 $l/sek/km^2$) ligger noe høyere enn Skjerka (38,1 $l/sek/km^2$). Middelvannføringen i Dåselva er beregnet til 6,77 m^3/s, med en årsavrenning på 213 mill. m^3/år. Alminnelig lavvannføring ligger ofte i størrelsesorden fra 6 til 12 % av middelvannføringen, men variasjoner fra 2,5 til 50 % forekommer (Skaugen mfl. 2002). Flomvannføring er gjerne 10-15 ganger middelvannføringen i mindre vassdrag, og vi har utført beregninger av kalkbehov med en flomvannføring på 15 ganger middelvannføring. Det er basert på erfaringer fra liknende områder.

Vi har brukt vannføringsdata fra NVE stasjon Myglevatn (Stasjonsnr. 22.16) i Kosånavassdraget, et sidevassdrag til Mandalselva. Den nordlige delen av Kosånavassdraget grenser til Dåsånavassdraget i vest/sør-vest. NVE-stasjonen ved utløp av Dåselva er ikke brukt fordi denne stasjonen antagelig er påvirket av vannføringen i Otra.

For å finne fram til vannføringer for Dåsåna, er det korrigert for forskjeller i nedbørsfeltareal mellom de to vassdragene. Spesifikk avrenning er så lik at det ikke utgjør noen forskjell på en slik skala. Vannføringsberegningene for Dåselva vil likevel være usikre, men vil vise variasjonen i vannføring gjennom året. Vårflommen starter i månedsskiftet mars-april (**Figur 2**). Sommermånedene har lav vannføring med noen få perioder med høyere vannføring. Utover høsten øker vannføringen igjen og vi får de høyeste flomtoppene gjennom året i denne perioden. Vinteren har relativt lav vannføring. Vinterflommer forekommer og vil antagelig øke i årene fremover som følge av klimaendringer (Hanssen-Bauer mfl. 2009).

Innsjøen Dåsvatn har betydning for vannets oppholdstid i vassdraget og dermed betydning for lokalisering av tiltak for avgifting av vannet. Ved store nedbørsmengder vil vanntilførselen fra sidenedbørsfelt nedstrøms innsjøen dominere i elvevannet den første tiden. Ved å plassere tiltaket høyt oppe i vassdraget vil det kalkede vannet bruke tid på å «renne gjennom» innsjøen, og områder nedstrøms innsjøen kan bli periodisk surt.

Det er to elvekraftverk i vassdraget. Ett i Skjerka og ett i Storebekk. Storebekk har ingen magasinering av vannet og vil antagelig ikke påvirke vannføringen i Dåsåni. Kraftverket i Skjerka vil kunne påvirke vannføringen noe da Gyvatn har en reguleringshøyde på 3 meter (Skomedal 1985). Effekten er antagelig liten da Gyvatn ligger 12 km nord for kraftverket, og det er flere uregulerte innsjøer på elvestrekningen mellom de to lokalitetene.



Figur 2. Vannføring gjennom året ved utløp Dåselva. Vannføringsdata er hentet fra Kosåna (NVE stasjon Myglevatn 22.16) og korrigert for forskjeller i nedbørsfeltareal mellom de to vassdragene.

2.3 Effekt av pågående kalking i vassdraget

Sjerkavassdraget

Det er gjennomført en rekke kalkingstiltak med tilhørende vannkjemisk overvåking av innsjøer i Skjerkavassdraget, hovedsakelig for å bedre forholdene for sportsfiske etter aure. Kalkingstiltakene er ikke tilstrekkelig til å heve pH i Skjerka til et tilfredsstillende nivå for bleke.

Gyvatn

Til tross for at vannkvaliteten i Gyvatn er forbedret siden 1985, er den fremdeles dårligere enn det aure krever. pH er målt til ca. 4,8-5,2 (Vethe 2011).

Vetrehusvatnet

Før kalking var det surt i Vetrehusvatnet med en pH på 4,62 (Sevaldrud og Skogheim 1985). Vetrehusvatnet ble båtkalket første gang i 1994, og har blitt kalket hvert år siden (Kleiven mfl 2010). Innsjøen ble ikke kalket i 2009. De seneste par årene har det vært betydelige dropp i pH-verdiene hver vår. Det siste analyseresultatet fra 02.09.2009 viste en pH på 5,58.

Vassendvatnet

Før kalking tok til i det ovenforliggende Vetrehusvatnet var det surt i Vassendvatnet med en pH på 4,67 (Sevaldrud og Skogheim 1985). Vassendvatnet har ikke blitt fullkalket, men det har vært lagt ut skjellsand i innløpet (Kleiven mfl 2010). Vannkvaliteten påvirkes av kalking i vannene oppstrøms.

Lange Mjåvatn

Det var surt vann i Lange Mjåvatn før kalking, med en laveste pH på 4,56 den 27.04.1975. Etter at kalking startet har det vært målt høye pH verdier, med den høyeste registrerte verdien på 7,03 den 11.10.2002. Under prøvefisket 4.09.2009 var pH 6,14. Lange Mjåvatn ble kalket første gang i 2001, og har blitt kalket hvert år med helikopter (Kleiven mfl 2010).

Øytjørn

Øytjørn ble kalket første gang i 2001, og har siden blitt kalket hvert år med helikopter (Kleiven mfl 2010).

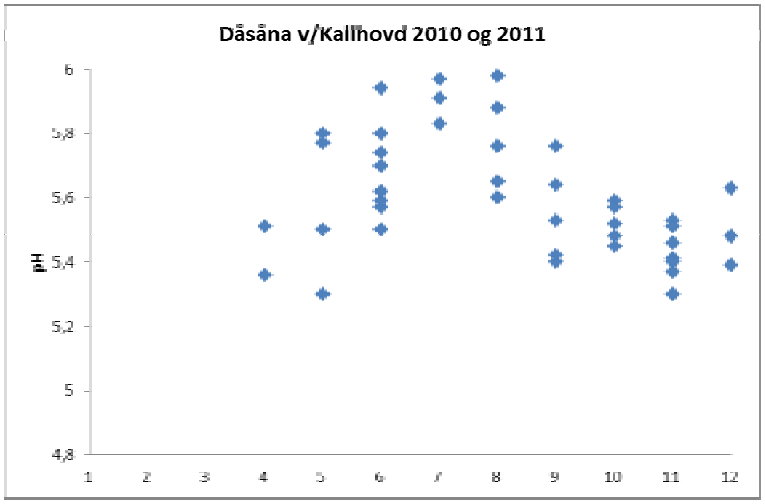
Dåsvatn

Det ble lagt ut skjellsand i de tre innløpsbekkene til Dåsvatn i 1988 og i senere tid (Kleiven og Håvardstun 1997). Tiltaket har hatt liten effekt på vannkjemien i innsjøen, men skapt gode rekrutteringsforhold for aure særlig i Lislebekk.

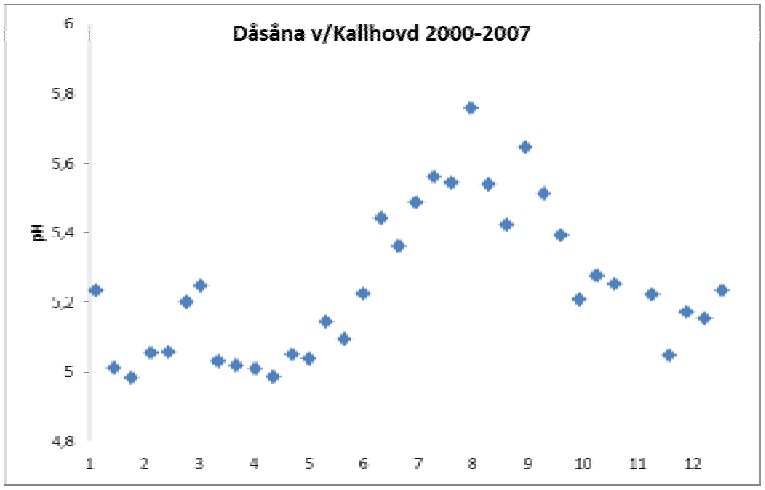
2.4 Vannkjemi

pH-målinger fra Dåsåni viser store sesong- og årsvariasjoner. pH varierte mellom 5,2 og 6 i årene 2010-2011 (**Figur 3**) og mellom 4,8 og 5,8 i 2000-2007 (**Figur 4**). Det synes også å være en regelmessig variasjon gjennom året. pH tenderer til å falle i mars/april, øker gjennom sommeren, og faller igjen i september. Denne årsvariasjonen påvirker kalkingsbehovet.

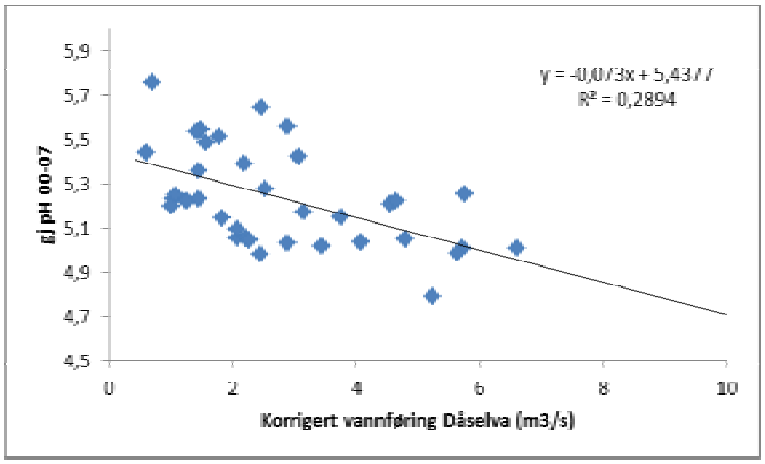
Vannføringen i vassdraget påvirker vannkvaliteten. Økende vannføring kan ofte føre til synkende pH. Sammenhengen mellom vannføring og pH er vist i **Figur 5** (R^2*= 0,3)*. Titreringskurve ved TOC-verdier på 3-5 mg/l er vist i **Figur 6**. Ved pH 4,5 trengs 2,3 mg $CaCO_3$ mg/l for å øke pH til 6,2. Mengden $CaCO_3$ (mg/l) for å heve pH fra en gitt verdi til 6,2 er gitt i formelen: *kalkmengde= (-1,35*utgangs pH)+ 8,4*.



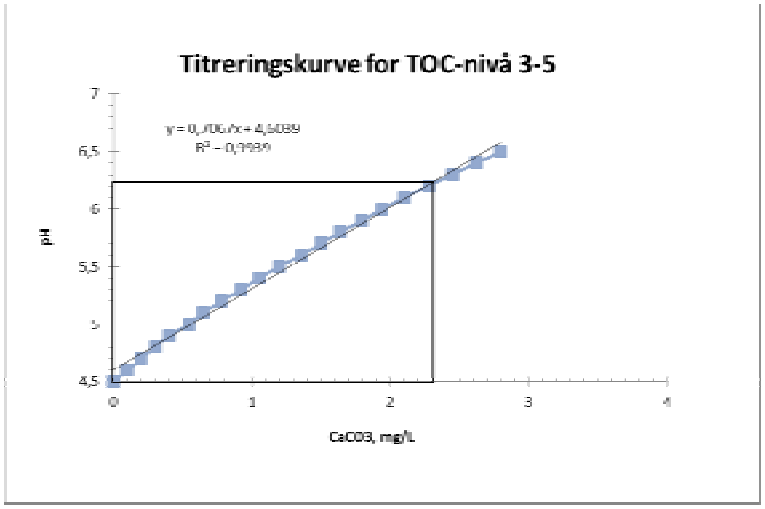
Figur 3. Målte pH verdier ved Kallhovd i 2010 og 2011 i ulike måneder.



Figur 4. pH verdier (punktene gir gjenomsnitt av måliner utført i 10 dagers perioder for alle år) målt ved Kallhovd 2000 og 2007 i ulike måneder.



Figur 5. Sammenhengen mellom pH (10 dagers gjennomsnitt målt ved Kallhovd 2000 og 2007) og estimert vannføring for Dåselva (m^3/s).



Figur 6. Titreringskurve for TOC-nivå 3-5 mg/l, gir $CaCO_3$ behov (mg/L) ved ulik pH.

2.5 Biologisk status

Fisk
Aure (*Salmo trutta*) er den dominerende fiskearten i vassdraget. Det finnes også laks (bleke) (*Salmo salar*), ål (*Anguilla anguilla*) og utsatt bekkerøye *(Salvelinus fontinalis*) i Dåsånavassdraget. I de nedre deler av Dåselva, nær utløpet med Otra, finnes også abbor (Kleiven og Håvardstun 1997).

Det rapporteres lokalt om store mengder aure, men denne er av dårlig kvalitet. Vi antar ut fra dette at Dåsvatn og Dåsåni har en overbefolket aurebestand. Grunnen til dette er usikkert, men to av årsakene kan være matmangel og dårlig vannkvalitet. Det er observert store mengder gytefisk i Storebekk, Lislebekk og Øksenåna. Den minste av disse, Lislebekk, har historisk hatt den beste vannkvaliteten (pers med Hesso Hanås). Det kan også vandre fisk opp i Skjerka. Her kan den vandre ca. 2 km fra samløpet til den møter Hunsfossen. Historisk var Nautvadet en viktig gytelokalitet for aure fra Kilefjorden (pers med Einar Kleiven).

Bleka er en relikt laks som gjennomfører hele livssyklusen i ferskvann. Den ble første gang beskrevet av professor Knut Dahl (Dahl 1927). Han mente bleka etablerte seg i vassdraget for 9000 år siden. Bleka har i dag sitt hoved utbredelsesområde i Byglandsfjorden i Otravassdraget. Fram til 1960- tallet var bleka vanlig utbredt i Otravassdraget fra Kilefjorden i sør til Hallandsfossen i Valle i nord (DN 2009). På slutten av 1960- tallet skjedde det et bestandssammenbrudd som sannsynligvis ble forårsaket av forsuring, hvor forsuringsbelastningen ble forverret av Brokkereguleringen. En redningsaksjon ble igangsatt i perioden 1968-1971 og sikret et begrenset antall stamfisk. Disse ga senere grunnlaget for utsettinger av blekeyngel fra fiskeanlegget på Bygland fra 1979. Årlige utsettinger av bleke førte imidlertid ikke til noe klart oppsving i bestanden og bleka ble vurdert som direkte truet av utryddelse. Et Blekeprosjekt ble startet i 1999, der hovedmålsettingene var å gi en fortløpende bestandsstatus for bleka og å iverksette tiltak for økt naturlig rekruttering.

I Byglandsfjorden viser fangstene fra storrusefiske at innslaget av bleke i forhold til aure har økt fra omlag 30 % i årene 2000-2002 til et nivå på 38-56 % i perioden 2003-2008 (DN 2009). På strekningen nedstrøms fjorden, fra Fennefoss til Kilefjorden, har innslaget av bleke variert fra 7 til 26 % i perioden 2000-2008. Samtidig rapporteres det om dårlig overlevelse av både naturlig gytt rogn og utlagt rogn. Dette kan skyldes at dagens vannkjemi i området ikke er tilfredsstillende for rognoverlevelse/klekking eller for yngel. Hvis så er tilfellet, kan dagens vannkjemi i Otra benyttes som en indikator på en uakseptabel vannkvalitet som er vesentlig forskjellig fra kravet til aure.

De vannkjemiske resultatene viser at forsuring fortsatt er til hinder for reetablering av bleke i Dåsånavassdraget (Kroglund mfl. 2008). Før forsuringen var dette en del av det naturlige utbredelsesområdet for bleka. Nedre deler av Dåsvatn, lonene og Blikelaget var viktige gyteplasser for bleka (pers medd Kleiven). Det er usikkert om bleka brukte de øvre bekkene Storebekk, Lislebekk og Øksenåna. Kalking av Dåsånavassdraget vil sikre bestanden tilgang til viktige gyte- og oppvekstområder. Noe bleke vil antagelig forlate vassdraget som to-/ treåringer og vandre ut i Otra, for så å komme tilbake til Dåsånavassdraget for å gyte. Vi har derfor lagt fokus på å etablere god vannkvalitet helt ned til utløpet i Otra for å opprettholde utveksling av individer mellom Dåsånavassdraget og Otra og å sikre oppvandring av gytefisk herfra. Generelt vil reetablering utenfor Byglandsfjorden representere en ”levende genbank” og dermed være en viktig forsikring dersom sykdom eller andre uforutsette forhold skulle ramme bestanden i Byglandsfjorden.

Bleka er en av to relikte laksestammer i Norge. På verdensbasis finnes det kun få innsjølaksestammer (Klemetsen mfl 2003). Fortsatt er det usikkert om blekebestanden i Otra er berget. Stammen er utsatt for uheldige effekter av kultivering, for eksempel innavl og tap av genetisk variasjon (DN 2009). Driftsproblemer eller sykdom i settefiskanlegget vil også være en trussel. Disse forholdene gjør at

bleka fortsatt må regnes som utrydningstruet. Det bør prioriteres og sikre god vannkvalitet fra utløpet i Otra og helt opp til og med Dåsvatn.

Biologisk mangfold

I en rapport fra kartleggingen av det biologiske mangfoldet i Evje og Hornnes kommune betegnes Dåsvannsdalen som kommunens ”botaniske og zoologiske hage” (Brandrud mfl. 2005). Her er en rekke arter som ikke forekommer ellers i kommunen og en rekke arter som er rødlistede eller regionalt meget sjeldne. Av de ”svært viktige” lokalitetene i kommunen ligger nesten halvparten i Dåsvannsdalen. Dåsånavassdraget har viktige våtmarksområder, en velutviklet elveslette med meandrerende elv og kroksjøer med intakte forsuringsfølsomme ferskvannssamfunn.

Timberlona er en stor og velutviklet kroksjø på Dåselvas elveslette. Slike kroksjøer er ytterst sjeldne i sørlandsvassdrag. Timberlona er trolig betydelig grunnvannspåvirket, men kan overflommes av vann fra Dåselva under flomsituasjoner. Organismesamfunnene indikerer en lite forsuret lokalitet. Kroksjøen er preget av betydelige forekomster av forsuringsfølsomme arter, både innenfor vannplanter og krepsdyr. Disse artssamfunnene står i kontrast til de forsuringspregete samfunnene ute i selve elveløpet. Kroksjøen kan fungere som et viktig spredningssentrum for forsuringsfølsomme arter ut i vassdraget hvis Dåsånavassdraget blir fullkalket.

3. Kalkingsplan

3.1 Biologisk og vannkjemiske mål

Målet for kalkingsplanen er å bedre vannkjemien i vassdraget. Det skal være så gode forhold for bleke i Dåsvatn og i elva ned til utløpet i Otra at etablering av reproduserende bleke i vassdraget kan skje.

Utgangspunktet for vannkvalitetsmålet er fastsatte grenser for laks. Kravet til vannkvalitet hos laks varierer gjennom ulike stadier av livet. Parrstadiet er det mest robuste, mens smoltifiseringsperioden er den mest utsatte perioden. Under denne perioden er pH-grensen satt til 6,2-6,4 for anadrom laks (Kroglund mfl. 2008). Vannkvalitetskravet som er benyttet på anadrom laks er satt for å beskytte smoltens saltvannstoleranse. Selv om bleka er en laks, utvandrer den ikke til havet og trenger dermed ikke en slik beskyttelse. Vi har på bakgrunn av dette valgt å sette pH-målet til 6,2. Dette krever en vannkvalitetsforbedring fra pH 5,2 til pH 6,2 i hele vassdraget. For silikat kreves et lavere mål pH fordi silikat avgifter aluminium på en annen måte (Teien mfl. 2009a). Mål-pH er satt til 5.9. Selv om utgangs pH kan være høyere enn 5,2 i vassdraget deler av året, er dette grunnlaget for beregning av kalkmengder.

Kalkingsplanen tar også utgangspunkt i at bleka kan vandre 2 km opp i Skjerka til Hunsfoss og opp til Dåsvatn, hvor den kan utnytte innløpsbekkene i Dåsvatn hvis vannkvaliteten er tilstrekkelig god. Vi skisserer her flere kalkingsstrategier som er aktuelle for vassdraget. Vi belyser styrker og svakheter ved de ulike strategiene. Det vil i mange tilfeller være et økonomisk spørsmål om den beste kalkingsstrategien for bleka lar seg gjennomføre i praksis. Vi skisserer derfor også en trinnvis plan for å kalke Dåsånavassdraget, der de viktigste delene fases inn først.

3.2 Innsjøkalking og kalkdosering

Kalking av innsjøer sikrer generelt god vannkvalitet i den isfrie perioden, mens en kalkdoserer som går gjennom vinteren trolig er påkrevet for å sikre god vannkvalitet på blekeførende strekninger året rundt. Erfaring fra dypere innsjøer på Sørlandet er at surt smeltevann skyver ut kalket vann oppunder isen. Vinter/vår-avrenningen fra innsjøen vil dermed periodevis kunne være sur.

Hvis det er betydelige kalkreservoarer etter kalking av grunne innsjøer, kan det imidlertid være at vannkvaliteten ut av disse innsjøene har en klar kalkeffekt også mens isen ligger. Det er vist for Varåavassdraget i Trysil (Hindar 2011b). I Dåsvatn kan dette være tilfelle i de grunnere lonepartiene ved utløpet, selv om oppholdstiden i vannet (0,3 år) i utgangspunktet er på grensen for at innsjøkalking kan gi god effekt. Det kreves overvåking av vannkvaliteten ved utløpet under snøsmeltingen for å kunne bekrefte dette.

Kalkdosering vil være en bedre garanti for god vannkvalitet gjennom vårflommen enn det innsjøkalking vil gi. Da kan også dosen justeres og tiltaket optimaliseres. For at dette skal ha betydning for bleka i vassdraget, må dosereren plasseres på riktig sted. Plasseres dosereren nede i blekeførende strekning, vil områdene oppstrøms være for sure for at bleka kan leve her. Dosererens oppgave i Dåsåni/Skjerka skal være å sikre at god vannkvalitet opprettholdes fram til enden av målområdet, dvs. Dåselvas utløp i Otra.

3.3 Plassering av doserere

Tre steder er vurdert som aktuelle for plassering av kalkdoserer; Storebekk, utløp Dåsvatn og Skjerka. Valg av Storebekk sikrer at størst mulig del av Dåsvatn og Dåsåni blir kalket. En plassering så høyt

oppe i vassdraget, der vannføringen er lav, vil gi større fare for sedimentasjon av kalk og gi mindre muligheter for optimalisert dosering. Høy vannføring fra sidenedbørsfeltene nedstrøms dosereren vil gi periodevis surt vann i Dåsåni. Ved å plassere en doserer ved utløpet av Dåsvatn vil effektområdet reduseres. Hele Dåsvatn vil være for surt for bleka. Ved denne lokaliseringen vil bidraget fra sidenedbørsfeltene nedstrøms fram til samløpet med Skjerka bli minimale, og relativt høy vannføring ved dosereren vil kunne gi en god kalkoppløsning.

Kalkdosering ved brua over Skjerka kan sikre avgifting av vann fra nedbørsfeltet til Skjerka og Dåselva ned til samløpet med Otra. Her er strømforholdene gunstige og nærhet til vei er avgjørende for plasseringen. Ved å bruke denne lokaliteten mister bleka muligheten til å vandre de siste meterne opp til Hunsfoss.

Rogn, parr og 0+ yngel oppholder seg i og nær bunnsubstratet. Vannkvaliteten nede i elvegrusen og nær denne kan bedres ved utlegging av skjellsand i gytegrusen. Dette kan være aktuelle tiltak i innløpsbekkene til Dåsvatn (Storebekk, Lislebekk og Øksenåna) og andre sidebekker i vassdraget.

De ulike lokalitetene for kalkdoserer er nærmere beskrevet med bilder i **vedlegg B**.

3.4 Avsyringsmidler

Det vannkjemiske målet med vassdragskalkingen er å øke pH slik at avgiftingen av aluminium (Al) er så effektiv som mulig og til lavest mulig pris. Flere avsyringsmidler kan være aktuelle. Avgifting av Al bør skje raskt for å hindre subletale/letale effekter på fisk. Dette er spesielt viktig der dosereren er plassert i eller svært nær blekeførende strekning. Hvor raskt avgiftningsprosessene kommer i gang er avhengig av hvor raskt pH øker. pH-økningen er knyttet til kalkproduktenes løselighet og kinetikk (Teien mfl. 2009b), men selvsagt også til den dosen som brukes.

Kalkpartikler vil sedimentere i varierende avstand nedstrøms dosereren, avhengig av kornstørrelse og vannhastighet. Ved flom vil en stor andel kunne føres langt nedover i vassdraget, og da vil også tidligere sedimentert partikler kunne rives med av flommen og løses videre. Ved lav vannføring vil en forholdsvis stor andel av partiklene sedimentere (Teien mfl. 2009b). Tykke bunnlag med sedimentert kalk er uønsket fordi slike kalkbelegg endrer substratet for bunnlevende organismer og er lite vakkert å se på.

I dag dominerer kalktypene Miljøkalk VK3 og Miljøkalk NK3. Dette er tørt kalkmel, der 50 % av kalkpartiklene er under ca. 0,02 mm. Biokalk 75 er en ferdigprodusert kalkslurry, der 50 % av partiklene er under 0,005 mm. Resultater fra laboratorieforsøk og feltforsøk viser at Biokalk 75 løses raskere og mer fullstendig i vann enn Miljøkalk VK3 og Miljøkalk NK3 (Teien mfl. 2009b). Både forsøk på laboratoriet og i felt viser at 90-100 % av Biokalk 75 var løst innen 50 minutter etter tilsetting, mens kun 40-50 % av Miljøkalk NK3 og Miljøkalk VK3 var løst innenfor samme tid.

Natriumsilikat (NaSi) er en konsentrert og basisk silikatløsning som består av små og store silikatmolekyler. Fordelingen av Si-tilstandsformene er avhengig av forholdet mellom SiO_2 og NaO_2 (Teien mfl. 2009a). NaSi avgifter Al ved at reaktive silikattilstandsformer reagerer med Al og danner mindre gjellereaktive Al-Si komplekser. Samtidig vil NaSi bidra til å øke pH som også avgifter Al parallelt. Til sammenligning avgifter kalk Al ved pH-økning. Dette igangsetter hydrolyse og polymerisering av Al, og over tid dannes mindre gjellereaktive høymolekylære Al-former.

Sedimentert kalk representerer et internt kalkreservoir, som vil gi en effekt i vassdraget over tid, mens kalkslurryen løses temmelig momentant og fullstendig. Driftsproblemer i et kalkdoseringsanlegg kan derfor være mindre skadelig for fisk enn ved bruk av slurry.

NaSi avgifter Al raskere enn ved bruk av kalk, og NaSi avgifter Al ved lavere pH nivåer enn kalk. I forhold til NaSi, bidrar imidlertid kalk med Ca som har en beskyttende effekt for akvatiske organismer som fisk.

Selv om silikat har egenskaper som kan være fordelaktige, har kostnadene i forhold til bruk av kalk redusert bruken. Erfaringene med NaSi er i stor grad knyttet til forsøk og i liten grad til fullskala dosering. I dag doseres NaSi i to sideelver til Mandalselva samt i flere settefiskanlegg (Teien mfl. 2009a).

Tre steder er vurdert for plassering av kalkdoserer; Storebekk, utløp Dåsvatn og Skjerka. Alle tre dosererene er plassert i områder hvor bleka kan oppholde seg og gyte hvis de vannkjemiske forholdene bedres. Det er derfor et ønske om å begrense de subletale/letale effekter av blandsoner og unngå stor sedimentasjon av kalk. Vi vil på bakgrunn av dette foreslå bruk av kalkslurry eller silikat i dosererne i Storebekk og utløp Dåsåni, mens kalksteinsmel eller kalkslurry er to alternativer i Skjerka.

3.5 Kalkmengde og kostnader

Det er laget et grovt budsjett for de ulike kalkingsalternativene. Prisene for kalksteinsmel, kalkslurry og silikat samt fraktkostnader er gitt i **Tabell 1**. Vi har lagt til grunn 80 % kalkoppløsning og 86 % $CaCO_3$ i kalken (tilsvarende NK3 Kalk) og 100 % kalkoppløsning ved bruk av kalkslurry. Det er gjort ulike beregninger på denne bakgrunn.

Tabell 1. Pris per tonn og fraktkostnader for ulike typer avsyringsmiddel (pers med. Edgar Vegge)

Avsyringsmiddel	Pris per tonn	Fraktkostnader
Kalksteinsmel	350,-	250,- per tonn
Kalkslurry	330,-	300,- per tonn
Silikat	2120,-	10 000,- per transportlass

pH-styrt eller kun vannføringsstyrt doserer
En doserer slipper en bestemt mengde kalk ut i elva. Dosene kan styres av vannføringen i elva eller vannføring og pH. Investeringskostnadene ved en pH-styrt doserer er høyere enn med kun vannføringsstyrt. Med en pH-styrt doserer kan den brukte kalkmengden bli lavere, men den totale kalkmengden er avgjørende for om en slik innsparing kan forsvare merkostnaden ved pH-styring.

Det vil i perioder med naturlig høy pH i vassdraget være mulig å spare penger ved bruk av en pH-styrt doserer. Det er hovedsakelig i sommermånedene pH er høy, dette sammenfaller med perioder med lav vannføring. Det vil dermed brukes lite kalk i denne perioden uavhengig av hvilken styring en har av anlegget. Vi antar derfor at merkostnadene ved en pH-styring vil være høyere en besparelse ved å bruke noe mindre kalk. Over mange år kan en likevel ikke se bort fra at pH styring vil gi mindre kostnader til kalk. Denne effekten vil bli økende hvis mengden sur nedbør avtar.

3.6 Alternativ 1a.

Innsjøkalking av Dåsvatn og kalkdoserer i Skjerka.

Kalkingsstrategi
Innsjøkalking av Dåsvatn bør gjennomføres en gang i året. Oppholdstiden i Dåsvatn er beregnet til 0,33 år. Dette er på grensen til hva som kan anbefales for innsjøkalking. Etter innsjøkalking vil en del

kalk sedimentere og fungere som en buffer gjennom året. Siden det er kort oppholdstid, kan kalkeffekten etter hvert bli svak inntil neste kalkingsomgang. Under snøsmelting om våren vil det kalde smeltevannet skyve ut kalket vann og legge seg på toppen av innsjøen. Da kan en risikere at Dåsåni nedstrøms Dåsvatn vil bli episodisk surt. Ved å legge mye kalk i de grunne loneområdene i sørenden kan imidlertid denne effekten trolig begrenses.

Ved periodevis store nedbørsmengder kan surt vann fra nedbørsfeltet mellom utløp Dåsvatn og samløpet kunne komme inn i vassdraget før tilstrekkelige mengder med kalket vann fra Dåsvatn rekker fram. Da kan Dåsåni nedstrøms Dåsvatn bli episodisk surt. Sidenedbørsfeltet mellom utløp Dåsvatn og samløpet med Skjerka er 26 % av nedbørsfeltet oppstrøms utløp Dåsvatn.

En kan velge å ta utgangspunkt i at innsjøkalking gir god vannkvalitet i Dåsvatn og fram til samløpet med Skjerka hele året. Da vil årlig kalkbehov i Dåsvatn bli 42 tonn. Kalkbehovet i snøsmeltingsperioden kan utgjøre en forholdsvis stor andel hvis pH i denne perioden er vesentlig lavere enn ellers i året. Både kalkoppløsning og nedslamming er avhengig av hvor finmalt kalken er. Vi vil anbefale kalkkvaliteter med kornfordeling tilsvarende NK3.

En kalkdoserer i Skjerka vil avgifte vannet fra Skjerkafeltet og kan i tillegg ta høyde for en periodisk suboptimal vannkvalitet fra Dåsåni. Dosereren i Skjerka vil dermed bidra til god vannkvalitet i Dåselva fra samløpet og ned til utløpet i Otra. Nedbørfeltet ned til Bru Skjerka er beregnet til 94 km^2, den spesifikke avrenningen er beregnet til 38 $l/s/km^2$ og middelvannføringen ved lokaliteten blir da 4,67 m^3/s. Årsavrenningen blir 147 mill m^3/år. I tillegg må det tas hensyn til nedstrøms sidenedbørsfelt på 30 km^2 og eventuelt suboptimale forhold i vann fra det innsjøkalkede Dåsvatn/Dåsåni (59 km^2 nedbørfelt). Hvis vi tar høyde for nedenforliggende sidenedbørsfelt (30 km^2) og at vann fra sidevassdraget Dåsåni er tilstrekkelig avgiftet, vil kalkmengden gjennom dosereren bli 323 tonn (kalkdosen 2,2 g kalk/m^3) eller 354 tonn slurry per år. Hvis Dåsvatn ikke blir innsjøkalket, må dosereren i Skjerka avgifte alt vannet fra dosereren og ned til utløpet i Otra (183 km^2 nedbørsfelt). Da vil kalkmengden gjennom dosereren bli 477 tonn (kalkdosen 2,2 g kalk/m^3) eller 523 tonn slurry per år.

Årlige utgifter til kalk og transport for de ulike lokalitetene vil variere mellom år. De estimerte utgiftene med dagens priser (pers medd. Vegge E, des. 2011) er gitt i **Tabell 2**.

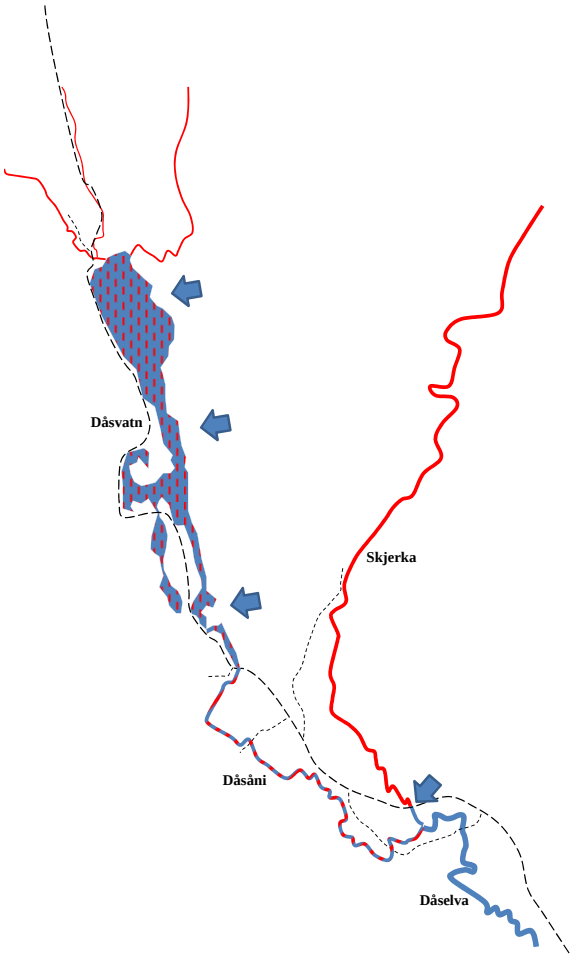
Tabell 2. Årlige utgifter til kalk og transport ved bruk av ulike avsyringsmidler.

Lokalitet	Nedbørsfelt areal som skal dekkes (km^2)	Tiltak	Avsyrings middel	Årlig forbruk (tonn)	Årlig utgift (kr)	Årlig frakt utgift (kr)
Dåsvatn	59	Innsjøkalking	Kalksteinsmel	42	14 700	10 500
Skjerka	124	Doserer	Kalksteinsmel	323	113 050	80 750
Skjerka	124	Doserer	Kalkslurry	354	116 820	106 200
Skjerka (uten kalking av Dåsvatn)	183	Doserer	Kalksteinsmel	477	166 950	119 250
Skjerka (uten kalking av Dåsvatn)	183	Doserer	Kalkslurry	523	172 590	156 900

Biologisk effekt

Ved dette kalkingsalternativet vil bleka kunne vandre fra Otra og opp i Dåselva. Her vil vannkvaliteten være god. Bleka vil også kunne vandre videre opp i Dåsåni og opp til Dåsvatn. Det vil i dette området

være periodisk surt. Dette kan medføre at bleke kan dø under snøsmeltingen om våren eller i andre deler av året med svært store nedbørsmengder. Ved dette alternativet prioriteres det å avgifte de nedre delene av vassdraget først. Dette for å sikre utveksling av bleke mellom Otra og Dåsånavassdraget.



Figur 7. Kart over Dåsånavassdraget og sidevassdraget Skjerka, med alternativ **1a**; innsjøkalking i Dåsvatn og kalkdoserer i Skjerka. Blå piler indikerer tiltak. Rød farge illustrerer områder som blir for sure for bleka, mens blå områder vil ha en god vannkvalitet. Overlapping av farger illustrerer suboptimale områder eller områder som kan bli periodisk sure.

3.7 Alternativ 1b.

Innsjøkalking av Dåsvatn og kalkdoserer i utløpet av Dåsvatn (Grytevadet).

Kalkingsstrategi
En kalkdoserer i utløpet av Dåsvatn vil kunne gi en god vannkvalitet i Dåsåni ned til samløpet med Skjerka. Samtidig vil hele Dåsvatn og innløpsbekkene i nordenden være for sur for at bleka kan leve her. Dette kan bedres med innsjøkalking. Kalkdosereren i Dåsåni kan delvis ta høyde for det sure vannet fra Skjerka, men Skjerka har relativt høy vannføring og Dåselva etter samløpet vil i perioder kunne få dårlig vannkvalitet. Ved periodevis store nedbørsmengder kan surt vann fra Skjerka og nedbørsfeltet videre ned til samløpet med Otra komme ut i vassdraget før tilstrekkelige mengder med kalket vann kommer fram. Da kan Dåselva bli episodisk sur.

Sidenedbørsfeltet fra dosereren ved utløp Dåsvatn og ned til samløpet med Otra er 136 km^2 mens nedbørsfeltet til utløpet av Dåsvatn er på 46,6 km^2. Bidraget fra de øvrige nedbørsfeltene er dermed tre ganger så stort som avrenningen fra det kalket område. En må derfor regne med at ved dette alternativet vil Dåselva bli sur i perioder med mye nedbør. Skjerka vil med dette alternativet være for sur for at bleka kan leve her.

Dosereren vil bli plassert nedstrøms brua over Dåsåni (mellom Grytevadet og Engevadet). Nedre deler av Dåsvatn, Lonene og Blekelaget var tidligere viktige gyteplasser for bleka. Dette er områder noen hundre meter oppstrøms lokaliteten for denne dosereren. Det vil derfor være lite hensiktsmessig å bruke kalksteinsmel i dette anlegget. En del av kalken vil sedimentere og potensielt tilslamme gyteområder for bleka. Samtidig vil en blandsone som gjør aluminium mer giftig nedstrøms dosereren være lite hensiktsmessig for oppvandrende fisk. Derfor vil vi anbefale å bruke et silikat- eller kalkslurryanlegg her. Silikat eller slurry vil ha liten blandsone og ikke sedimentere på bunnen. Vi kan likevel ikke utelukke at et anlegg i elva vil kunne påvirke blekas vandrings- og gyteatferd i området.

Nedbørfeltet ned til utløpet av Dåsvatn er beregnet til 46,64 km^2, den spesifikke avrenningen er beregnet til 40 $l/s/km^2$ og middelvannføringen ved utløpet av denne innsjøen blir da 1,86 m^3/s. Årlig avrenning blir 58,72 mill m^3. I tillegg kommer sidenedbørsfeltet fra doserer til utløpet i Otra (123 km^2). Uten annen kalking, vil kalkslurrymengden gjennom dosereren bli 523 tonn eller 1788 tonn silikat. Blir Dåsvatn innsjøkalket må en beregne noe mindre årlig forbruk av slurry/silikat i dosereren.

En kan velge å ta utgangspunkt i at innsjøkalking gir god vannkvalitet i Dåsvatn og fram til samløpet med Skjerka hele året. Da vil årlig kalkbehov i Dåsvatn bli 42 tonn. Kalkbehovet i snøsmeltingsperioden kan utgjøre en forholdsvis stor andel hvis pH i denne perioden er vesentlig lavere enn ellers i året. Både kalkoppløsning og nedslamming er avhengig av hvor finmalt kalken er. Vi vil anbefale kalkkvaliteter med kornfordeling tilsvarende NK3 til innsjøkalkingen.

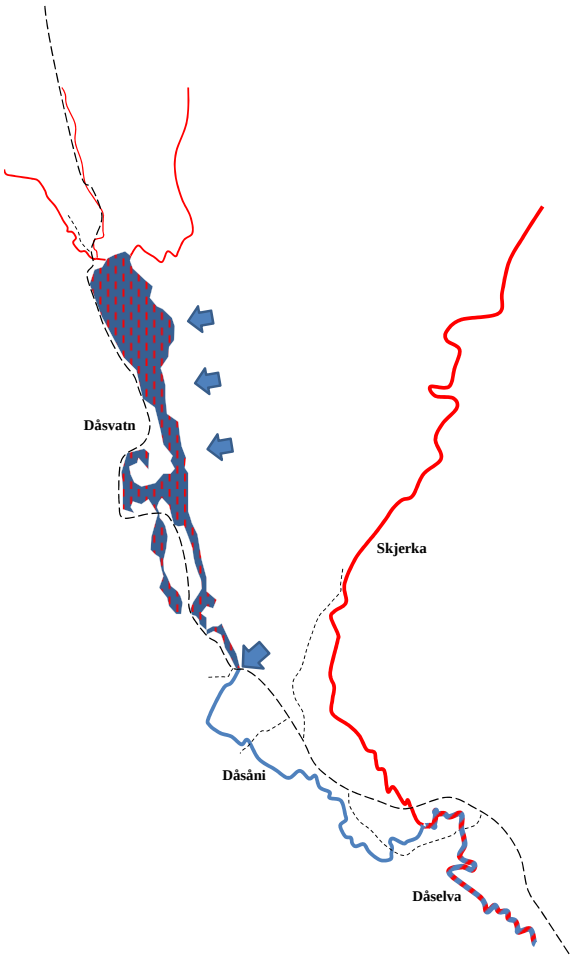
Årlige utgifter til kalk og transport for de ulike lokalitetene vil variere mellom år. De estimerte utgiftene med dagens priser (pers medd. Edgar Vegge, des. 2011) er gitt i **Tabell 3**.

Tabell 3. Årlige utgifter til kalk/silikat og transport ved bruk av ulike avsyringsmidler.

Lokalitet	Nedbørsfelt areal som skal dekkes (km^2)	Tiltak	Avsyrings middel	Årlig forbruk (tonn)	Årlig utgift (kr)	Årlig frakt utgift (kr)
Dåsvatn	59	Innsjøkalking	Kalksteinsmel	42	14 700	10 500
Utløp Dåsvatn	183	Doserer	Kalkslurry	523	172 590	156 900
Utløp Dåsvatn	183	Doserer	Silikat	1788	3 790 560	*10 000 per lass*

Biologisk effekt

Ved dette kalkingsalternativet vil bleka i perioder ikke kunne vandre fra Otra og opp i Dåselva. Her vil vannkvaliteten være for dårlig. Bleka vil også kunne leve i Dåsåni og vandre opp i Dåsvatn. Dette kan medføre at bleke kan leve godt i vassdraget, men miste forbindelse med Otra. Det vil dermed ikke etableres utveksling av individer mellom Dåsåni og Otra som er ønskelig.



Figur 8. Kart over Dåsånavassdraget og sidevassdraget Skjerka, med alternativ **1b**; kalkdoserer i utløp av Dåsvatn og innsjøkalking. Blå piler indikerer tiltak. Rød farge illustrerer områder som blir for sure for bleka, mens blå områder vil har en god vannkvalitet. Overlapping av farger illustrerer suboptimale områder eller områder som blir periodisk sure.

3.8 Alternativ 2a.

Oppkalking av Dåsvatn, en kalkdoserer i Storebekk og en kalkdoserer i Skjerka.

Kalkingsstrategi
Innsjøkalking av Dåsvatn vil gi relativt god vannkvalitet i Dåsvatn og Dåsåni. Siden vannet har kort oppholdstid i Dåsvatn, kan kalkeffekten etter hvert bli svak inntil neste kalkingsomgang. Under snøsmelting om våren vil det kalde smeltevannet skyve ut kalket vann og legge seg på toppen av innsjøen. Da kan en risikere at Dåsåni nedstrøms Dåsvatn vil bli episodisk surt. Kalkdosereren i Storebekk (innøpet til Dåsvatn) vil kunne motvirke noe av denne effekten. Dosereren i Storebekk vil kunne kalke strategisk, med mye kalk i perioder med mye vann for på denne måten å vedlikeholdskalke Dåsvatn.

Storebekk er en relativt liten bekk. Det kan derfor i perioder med svært lav eller svært høy vannføring være vanskelig å oppnå god vannkvalitet helt ned til samløpet med Skjerka. Ved periodevis store nedbørsmengder kan det oppstå treghet i systemet, der surt vann fra nedbørsfeltet mellom Dåsvatn og samløpet vil komme ut i vassdraget før kalket vann «rekker» å renne ut fra Dåsvatn. Da kan Dåsvatn og Dåsåni bli episodisk sure. Sidenedbørsfeltet fra dosereren ved Storebekk og ned til samløpet er 47 km^2, mens nedbørsfeltet til Storebekk er på 13km^2. Vannbidraget fra sidenedbørsfeltet mellom dosereren på Storebekk og samløpet med Skjerka er nesten tre ganger så høyt som ved dosereren. En må derfor regne med at ved dette alternativet vil Dåsåni bli sure i perioder med mye nedbør.

Det vil være knyttet usikkerhet til driften av et anlegg i Storebekk. Lite vann i Storebekk kan føre til bunnfyrsing av bekken vinterstid. Lite vann gjør det samtidig vanskelig å få løst kalksteinsmel i vannet. Ved bruk av silikat eller slurry ungår en dette problemet da disse produktene løser seg raskere i vannet. Nedbørfeltet ned til Storebekk før samløpet med Lislebekk er beregnet til 13 km^2, den spesifikke avrenningen er beregnet til 47 l/s/km^2 og middelvannføringen i Storebekk blir da 610 L/s. Årlig avrenning blir 19,2 mill m^3/s. Hvis vi tar høyde for nedenforliggende sidenedbørsfelt (46 km^2) frem til samløpet med Skjerka, vil årlig kalkslurrymengde gjennom dosereren bli 170 tonn eller 578 tonn silikat. Innsjøkalkingen vil bidra til bedre vannkjemi nedstrøms dosereren og den beregnede kalkmengden vil derfor være noe høyere en det som vil være aktuellt å bruke.

Nedbørfeltet ned til Bru Skjerka er beregnet til 94 km^2, den spesifikke avrenningen er beregnet til 38 l/s/km^2 og middelvannføringen ved lokaliteten blir da 4,7 m^3/s. Årsavrenning blir 147 mill m^3/år. I tillegg må det tas hensyn til nedstrøms sidenedbørsfelt på 30 km^2 og eventuelt suboptimale forhold i vann fra Dåsåni (59 km^2), selv om denne har doserer i Storebekk. Hvis vi tar høyde for nedenforliggende sidenedbørsfelt (30 km^2) og at vann fra sidevassdraget Dåsåni er tilstrekkelig avgiftet, vil kalkmengden gjennom dosereren bli 323 tonn (kalkdosen 2,2 g kalk/m^3) eller 354 tonn slurry per år.

Årlige utgifter til kalk og transport for de ulike lokalitetene vil variere mellom år. De estimerte utgiftene med dagens priser (pers medd. Vegge E, des. 2011) er gitt i

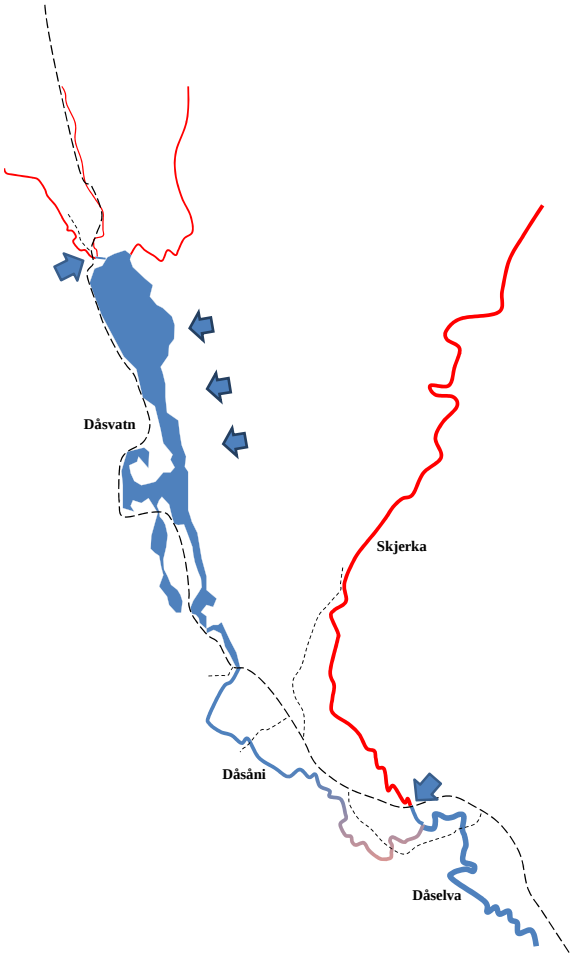
Tabell 4.

Tabell 4. Årlige utgifter til kalk/silikat og transport ved bruk av ulike avsyringsmidler.

Lokalitet	Nedbørsfelt areal som skal dekkes (km^2)	Tiltak	Avsyrings middel	Årlig forbruk (tonn)	Årlig utgift (kr)	Årlig frakt utgift (kr)
Dåsvatn	59	Innsjøkalking	Kalksteinsmel	42	14 700	10 500
Storebekk	59	Doserer	Kalkslurry	170	56 100	51 000
Storebekk	59	Doserer	Silikat	578	1 225 360	*10 000 per lass*
Skjerka	124	Doserer	Kalksteinsmel	323	113 050	80 750
Skjerka	124	Doserer	Kalkslurry	354	116 820	106 200

Biologisk effekt

Ved dette kalkingsalternativet vil bleka kunne vandre fra Otra og opp i Dåselva. Her vil vannkvaliteten være god. Bleka vil også kunne vandre videre opp i Dåsåni og opp til Dåsvatn. Det vil i dette området kunne være periodisk surt, men det avhenger av hvordan det kalkes i Storebekk. Dette kan medføre at bleke kan dø i perioder med store nedbørsmengder. Ved dette alternativet prioriteres det å avgifte de nedre delene av vassdraget, samt sikre Dåsvatn og Dåsåni på en mer robust måte enn det innsjøkalking gir. Ved å plassere en doserer høyt oppe i vassdraget, i en bekk med et relativt lite nedbørsfelt, vil det likevel kunne bli periodisk surt i Dåsvatn og Dåsåni.



Figur 9. Kart over Dåsånavassdraget og sidevassdraget Skjerka, med alternativ **2a**; Innsjøkalking og kalkdoserer i Storebekk og Skjerka. Blå piler indikerer tiltak. Rød farge illustrerer områder som blir for sure for Bleka, mens blå områder vil har en god vannkvalitet. Overlapping av farger illustrerer suboptimale områder eller områder som kan bli periodisk sure.

3.9 Alternativ 2b.

En kalkdoserer i utløpet av Dåsvatn (Grytevadet), innsjøkalking av Dåsvatn og en kalkdoserer i Skjerka.

Kalkingsstrategi
Det vises til alternativ **1b** for en kalkdoserer i utløpet av Dåsvatn. Denne dosereren vil teknisk sett fungere bedre enn i Storebekk fordi vannføringen her er høyere. Kalkdosereren i utløpet av Dåsvatn vil kunne gi en god vannkvalitet i Dåsåni ned til samløpet med Skjerka, og ta høyde for surt vann fra det lille sidenedbørsfeltet mellom utløp Dåsvatn og samløpet. Samtidig vil hele Dåsvatn og innløpsbekkene i nordenden være for sur for at bleka kan leve her. Dette kan bedres med innsjøkalking. Det vises til alternativ **1a** for innsjøkalking av Dåsvatn.

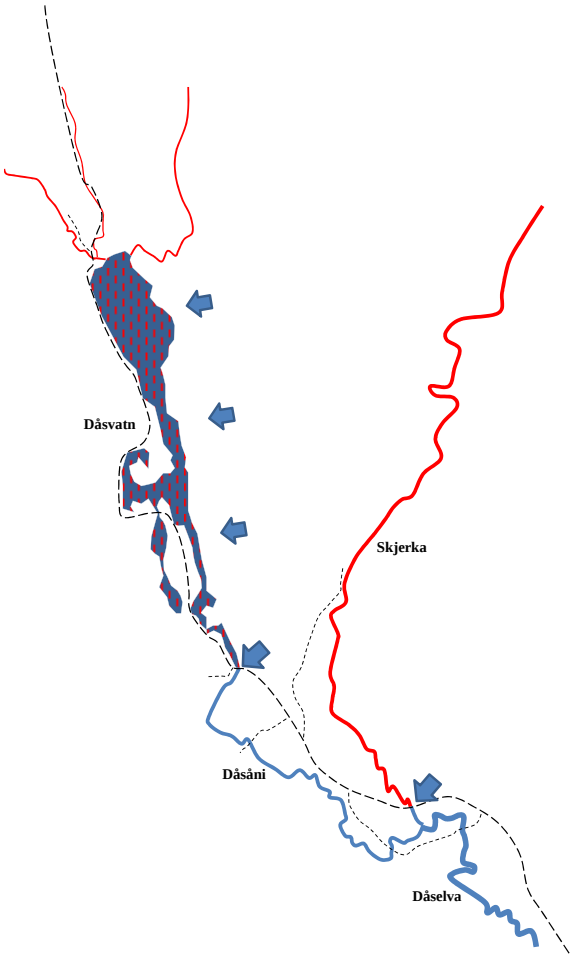
Uten annen oppstrøms kalking, vil kalkslurry mengden gjennom dosereren ved utløp Dåsvatn bli 169 tonn eller 578 tonn silikat. Blir Dåsvatn innsjøkalket må en beregne noe mindre årlig forbruk av slurry/silikat i dosereren. Årlig kalkbehov i Dåsvatn blir 42,2 tonn. Det vises til alternativ **2a** for en kalkdoserer i Skjerka. God vannkvalitet i Dåsåni vil begrense kalkforbruket på dosereren i Skjerka. Hvis vi tar høyde for nedenforliggende sidenedbørsfelt (30 km^2) og at vann fra sidevassdraget Dåsåni er tilstrekkelig avgiftet, vil kalkmengden gjennom dosereren bli 321 tonn (kalkdosen 2,2 g kalk/m^3) eller 351 tonn slurry per år.

Årlige utgifter til kalk og transport for de ulike lokalitetene vil variere mellom år. De estimerte utgiftene med dagens priser (pers medd. Vegge E, des. 2011) er gitt i **Tabell 5**.

Tabell 5. Årlige utgifter til kalk/silikat og transport ved bruk av ulike avsyringsmidler.

Lokalitet	Nedbørsfelt areal som skal dekkes (km^2)	Tiltak	Avsyrings middel	Årlig forbruk (tonn)	Årlig utgift (kr)	Årlig frakt utgift (kr)
Dåsvatn	59	Innsjøkalking	Kalksteinsmel	42	14 700	10 500
Utløp Dåsvatn	59	Doserer	Kalkslurry	170	56 100	51 000
Utløp Dåsvatn	59	Doserer	Silikat	578	1 225 360	*10 000 per lass*
Skjerka	124	Doserer	Kalksteinsmel	323	113 050	80 750
Skjerka	124	Doserer	Kalkslurry	354	116 820	106 200

Biologisk effekt
Ved dette kalkingsalternativet vil bleka kunne vandre fra Otra og opp i Dåselva, Skjerka og Dåsåni. Her vil vannkvaliteten være god. Bleka vil også kunne vandre videre opp i Dåsvatn hvis denne blir innsjøkalket. Det vil i dette område være periodisk surt. Selv om det kan være surt vann rett oppunder isen, vil trolig den generelle vannkvaliteten i innsjøen være levelig for bleka. Ved dette alternativet prioriteres det å avgifte de nedre delene av vassdraget og sikre Dåsåni på en mer robust måte enn det en doserer i Storebekk vil gi. Dåsvatn vil bli noe dårligere sikret enn ved å plassere en doserer i Storebekk. Dosereren i utløpet av Dåsvatn kan påvirke gyte- og vandringsatferden til bleka.



Figur 10. Kart over Dåsånavassdraget og sidevassdraget Skjerka, med alternativ **2b**; Innsjøkalking og kalkdoserer i utløp av Dåsvatn og i Skjerka. Blå piler indikerer tiltak. Rød farge illustrerer områder som blir for sure for Bleka, mens blå områder vil har en god vannkvalitet. Overlapping av farger illustrerer suboptimale områder eller områder som blir periodisk sure.

3.10 Overvåkningsprogram

Uansett hvilket kalkingsalternativ som velges, vil vi anbefale at tiltakene følges av et vannkjemisk undersøkelsesprogram, der målestasjonene er tilpasset tiltakene. Resultatene vil vise om de vannkjemiske målene er nådd og gi grunnlag for å tilpasse eller endre tiltakene. Det er særlig viktig at undersøkelsene gjøres i perioder hvor det antas at effektene av tiltakene kan være usikre, slik som i snøsmeltingsperioden om våren og under kraftige nedbørepisoder.

I slike undersøkelser kan det være tilstrekkelig med få vannkjemiske parametre (pH, Ca) inntil tiltakene er optimalisert. Deretter bør undersøkelsene ta sikte på å dokumentere vannkvalitet (pH, Al-fraksjoner og ANC) og fiskestatus. ANC (syrenøytraliserende kapasitet), beregnes på basis av målte konsentrasjoner av alle hovedionene og gir en god indikasjon på om vannkvaliteten er god nok.

4. Anbefalinger

Det bør plasseres en doserer i Skjerka for å avsyre det sure vannet fra dette nedbørsfeltet. Denne dosereren vil også sikre god vannkvalitet i Dåselva ned til samløpet med Otra. Dosereren bør plasseres ved brua over Skjerka før samløpet med Dåsåni. Vi anbefaler at det brukes kalkslurry i dette anlegget.

Vi anbefaler to tiltak for å avgifte vannet i Dåsvatn/Dåsåni; kalkdoserer og innsjøkalking. Innsjøkalking av Dåsvatn gir god vannkvalitet i innsjøen og sikrer gyteområdene i lonepartiene ved utløpet. Dette tiltaket er ikke tilstrekkelig for å sikre god vannkvalitet ned til samløpet med Skjerka. Kalkdosering vil være en bedre garanti for god vannkvalitet, bl.a. gjennom vårflommen. Vi anbefaler et silikatanlegg i utløpet av Dåsvatn, alternativt et slurryanlegg i innløpsbekken Storebekk.

Alternativ **2b** er dermed det optimale alternativet som vil legge forholdene til rette for at bleka igjen kan ta i bruk Dåsånavassdraget. Hvis det er et ønske om en trinnvis utbygging av kalkingstiltaket, bør en doserer i Skjerka startes først og sammen med innsjøkalking i Dåsvatn (alternativ **1a**). Dosereren i Skjerka bør prioriteres først for å sikre god vannkvalitet fra utløpet i Otra og opp til samløpet. Innsjøkalking i Dåsvatn kan gi periodevis dårlig vannkvalitet i Dåsåni, men dette bør dokumenteres. Trinn to vil være å utplassere en doserer i Dåsåni ved utløpet av Dåsvatn.

5. Litteratur

Austnes, K. og Kroglund, F. 2010. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Vest – Agder. NIVA-rapport 6062. 30 s.

Direktoratet for naturforvaltning 2009. Bleka i Byglandsfjorden-bestandsstatus og tiltak for økt naturlig rekruttering 1999-2008. DN-utredning 5-2009.

Brandrud, T., Halvorsen, G., Stabbetorp, O. 2005. Kartlegging av verdifulle naturtyper for biomangfold i Evje og Hornnes kommune. 2-2005 Fylkesmannen i Aust-Agder

Dahl, K. 1927. Byglandsfjordens «blege» eller Dverglaksen. En relikt laks fra Byglandsfjorden i Setesdal. Fiskeri-inspektørens innberetning om ferskvannsfiskeriene for året 1926. Landbruks departementet s. 45-57

Enge, E., and Kroglund, F. 2011. Population Density of Brown Trout (Salmo trutta) in Extremely Dilute Water Qualities in Mountain Lakes in Southwestern Norway. Water Air and Soil Pollution 219(1-4): 489-499.

Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilplassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo

Hindar, A. 2011a. Vannkjemisk utvikling i innsjøer i Buskerud, Telemark og Aust-Agder de 5-8 første årene etter avsluttet kalking. NIVA-rapport 6260. 34 s.

Hindar, A. 2011b. Reetablering av Vänerlaksen i Trysilvassdraget – forsuringssituasjonen og behovet for kalking. NIVA-rapport 6269-2011. 20 s.

Kleiven, E., Gustavsen P. Ø., Halvorsen G. A., Hobæk, A. 2010. Biologisk oppfølging av kalka lokaliteter i Aust-Agder i 2009. NIVA rapport 5927-2010

Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F., and Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon Salmo salar L., brown trout Salmo trutta L. and Arctic charr Salvelinus alpinus (L.): a review of aspects of their life histories. Ecology of Freshwater Fish 12(1): 1-59.

Klif. 2010. Overvåkning av langtransportert forurensing luft og nedbør. Årsrapport- Effekter 2009. Klima- og forurensingsdirektoratet (KLIF). Statlig program for forurensingsovervåkning. Rapport 1078/2010. TA 2696/2010, 160s.

Kroglund, F., Høgberget, R., Hindar, K., Østborg, G., Balstad, T., 2008. Laks og vannkvalitet i Otra, 1990-2006. NIVA. Rapport 1. nr OR-5531. 49

Kroglund, F., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Salbu, B., Kristensen, T., and Finstad, B. 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (Salmo salar L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. Hydrology and Earth System Sciences 12(2): 491-507.

Nilsen, T.O., Ebbesson, L.O.E., Kverneland, O.G., Kroglund, F., Finstad, B., and Stefansson, S.O. 2010. Effects of acidic water and aluminum exposure on gill Na(+), K(+)-ATPase alpha-subunit

isoforms, enzyme activity, physiology and return rates in Atlantic salmon (Salmo salar L.). Aquatic Toxicology 97(3): 250-259.

Olsvik, P.A., Kroglund, F., Finstad, B., and Kristensen, T. 2010. Effects of the fungicide azoxystrobin on Atlantic salmon (Salmo solar L.) smolt. Ecotoxicology and Environmental Safety 73(8): 1852-1861.

Rosseland, B.O., Skogheim, O.K., Kroglund, F., and Hoel, E. 1986. Mortallity and physiological stress of year-class of landlocked and migratory Atlantic salmon, brown trout and brook trout in acidic aluminium-rich soft water. Water, air, and Soil Poll. 30: 751-756

Sevaldrud, I. H. og Skogheim, O. 1985. Fiskestatus og vannkvalitet i Agder-1983. Intern rapport. Direktoratet for vilt og fersvannsfisk, Rapport fra Fiskeforskningen, 33s.

Skaugen, T., Astrup, M., Mengistu, Z., og Krokli, B., 2002. Miljøbasert vannføring, Lavvannføring - estimering og konsesjonsgrunnlag. Rapport nr. 1 – 2002. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Skogheim, O.K., Rosseland, B. O., Hafsund F., Kroglund F., Hagenlund, G. 1984. Eksponering av bleke, aure og bekkerøye til surt vann. Rapport fra Fiskeforskningen 2/84

Teien, H. C., Kroglund, F., Kleiven, M., Salbu, B., Rosseland B.O. 2009. Bruk av natriumsilikat i forhold til kalk for å avgifte aluminium i ferskvann og brakkvann. Rapport nr 2/2009. Institutt for plante- og miljøvitenskap – UMB.

Teien, H. C., Kroglund, F. 2009. Komparative studier mellom kalksteinsmel (Miljøkalk VK3, Miljøkalk NK3) og kalkslurry BIOKALK 75 - løselighet av Ca og økning i pH over tid. Rapport nr 1/2009. Institutt for plante- og miljøvitenskap - UMB.

Urke, H.A., Koksvik, J., Arnekleiv, J.V., Hindar, K., Kroglund, F., and Kristensen, T. 2010. Seawater tolerance in Atlantic salmon, Salmo salar L., brown trout, Salmo trutta L., and S. salar x S. trutta hybrids smolt. Fish Physiology and Biochemistry 36(4): 845-853.

Vethe, A. 2011. Fiskebiologiske undersøkingar i Otravassdraget. Rapport 9 / 2011 Prøvefiske i Gyvatn 2010.

Vedlegg A. Aktuelle lokaliteter for kalkdoserer

Storebekk Bru (N 58`38,802 Ø 007`36,616)
Storebekk er den største av innløpsbekkene til Dåsvatn. Ved brua over Storebekk er det relativt flatt og det kan la seg gjøre å plassere en kalkdoserer her. Det er tilgang på strøm i området og det er full mobiltelefondekning.

Figur 14. Området oppstrøms bru på nordsiden av Storebekk, bilde tatt mot sør.

Figur 13. Området nedstrøms bru på sørsiden av Storebekk, bilde tatt mot sør.

Figur 12. Storebekk oppstrøms bru

Figur 11. Storebekk nedstrøms bru

Dåsvatn Bru (Grytevadet)(N 58`36,169 Ø 007`39,197).
Det kan være aktuelt å plassere en kalkdoserer ved Grytevadet, der veien krysser elva, eller 50meter nedstrøms langs en sidevei mot Engen på nordsiden av elva. Det er tilgang på strøm i området og full mobiltelefondekning.

Figur 18. Lonene og blikelaget oppstrøms bru

Figur 17. Bru over Dåsåni, bilde tatt oppstrøms

Figur 16. Dåsåni nedstrøms bru

Figur 15. Bru med stikkvei mot Engen, bilde tatt mot sør-vest.

Figur 19. Oppstrøms lokalitet 50meter nedstrøms bru. Bilde tatt mot øst

Figur 20. Nedstrøms lokalitet 50m nedstrøms bru. Bilde tatt mot sør-vest

Skjerka Bru (N 58`35,616 Ø 007`41,112)
Det kan være aktuelt å plassere en kalkdoserer ved brua over Skjerka. Det er ikke tilgang til strøm i området. Det må påregnes noe grunnarbeid med planering i dette området. Det er relativt høy vannhastighet ved lokaliteten.

Figur 22. Bru over Skjerka. Bilde tatt mot sør-øst.

Figur 23. Nedstrøms bru. Bilde tatt mot sør.

Figur 24. Oppstrøms bru. Bilde tatt mot nord.

Figur 21. Nedstrøms bru. Bilde tatt mot sør.

Figur 25. Kartutsnitt over aktuell lokalisering av doserer ved bru over Storebekk. Lokaliteten er illustrert med rød sirkel (Norgeskart).

Figur 26. Kartutsnitt over to aktuelle lokaliseringer av doserer ved Utløp Dåsvatn (Grytevadet, Engevadet). Lokalitetene er illustrert med røde sirkler (Norgeskart).

Figur 27. Kartutsnitt over aktuell lokalisering av doserer ved bru over Skjerka. Lokaliteten er illustrert med røde sirkel (Norgeskart).

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 tilnærmingsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.

Norsk institutt for vannforskning

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