

7945-2024



# Oppfølging av kalkingslokaliteter i Innlandet



# Rapport

## Norsk institutt for vannforskning

Løpenummer: 7945-2024

ISBN 978-82-577- 7681-7  
NIVA-rapport  
ISSN 1894-7948

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

Johnny Håll  
Prosjektleder/  
Hovedforfatter

Kari Austnes  
Kvalitetssikrer

Laurence Carvalho  
Forskningsleder

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

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

### Tittel norsk/engelsk

Oppfølging av kalkingslokaliteter i Innlandet  
Follow-up of liming sites in the county of Innlandet

### Sider

39 + vedlegg

### Dato

16.02.2024

### Forfatter(e)

Johnny Håll, Stein Ivar Johnsen, Øyvind Kaste og Knut Andreas Eikland

### Fagområde

Kalking og forsuring

### Distribusjon

Åpen

### Oppdragsgiver(e)

Statsforvalteren i Innlandet

### Kontaktperson hos oppdragsgiver

Ine Cecilie Jordalen Norum

### Utgitt av NIVA

230065

### Sammendrag

Vi har på bakgrunn av tidligere overvåknings- og kalksluttrapporter fra gamle Oppland og Hedmark fylker, vannkjemiske data hentet ut fra Vannmiljø samt en oversikt over kalkede innsjøer (tidligere og pågående) utarbeidet et forslag til et femårig overvåkingsprogram for vannkjemisk og et utvalg av forsuringssensitive målarter for Innlandet for en femårs-periode (2024-2028). Det er her gitt forslag om overvåking av vannkjemisk med hensyn til forsuring i 19 innsjøer fordelt på 9 kommuner. Det er i tillegg gitt forslag om overvåking av edelkreps i to vannforekomster, elvemusling i tre vannforekomster, fisk i fem vannforekomster og bunndyr i fem vannforekomster. Innsjøene som kalkes i Innlandet i dag begynner å nærme seg naturlig referansetilstand med hensyn til forsuring. Det foreslås likevel at en fortsetter kalkingen inntil videre, men trapper opp overvåkingen slik at kalkingsbehovet kan vurderes nærmere fra år til år. I tillegg til innsjøene som allerede kalkes per i dag, kan det også være aktuelt å vurdere behov for kalking av Buåa/Harstadsjøen i Eidskog kommune.

**Emneord:** Forsuring, Kalking, Ørret, Kreps, Elvemusling

**Keywords:** Acidification, Liming, Trout, Nobel Crayfish, River Pearl Mussels

# Innholdsfortegnelse

Forord	3
Sammendrag	4
Summary	6
1 Introduksjon	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Mål	8
2 Materiale og metoder	9
2.1 Målarter, vannkjemiske mål og utvelgelse av lokaliteter	9
2.2 Utarbeidelse av overvåkingsprogram	13
2.3 Utarbeidelse av plan for innsjøkalking	15
3 Forslag til overvåkingsprogram	19
4 Forslag til plan for videre innsjøkalking	24
4.1 Vannkvalitet i de kalkede innsjøene, 2011-2022	24
4.2 Vannkvalitetsutvikling i ukalkede «nabosjøer»	27
4.3 Vurdering av forsureningstilstand og behov for videre kalking	30
4.4 Forslag til kalkingsplan 2024-2028	32
5 Konklusjoner	36
6 Referanser	37
7 Vedlegg	39
7.1 Vannkjemiske data for kalka innsjøer i Innlandet	39

# Forord

I november 2022 utlyste Statsforvalteren i Innlandet en anbudskonkurranse for oppfølging av kalkingslokaliteter i Innlandet. Statsforvalteren ønsket en gjennomgang av overvåkingsresultater for alle kalkede innsjøer, og ut fra dette få utarbeidet: (1) Et overvåkingsprogram for tidsperioden 2024-2028 der de viktigste lokaliteter prioriteres; og (2) en plan for innsjøkalking 2024-2028 som inkluderer vurderinger av kalkbehov i innsjøer som kalkes per i dag og eventuelt også i innsjøer hvor kalkingen tidligere er stoppet. NIVA og NINA har på bakgrunn av tidligere overvåknings- og kalksluttrapporter fra gamle Oppland og Hedmark fylker, vannkjemiske data hentet ut fra Vannmiljø samt Statsforvalterens oversikt over kalkede innsjøer (tidligere og pågående) utarbeidet et forslag til et overvåkingsprogram for vannkjemisk og et utvalg forsuringssensitive målarter (elvemusling, edelkreps, bunndyr, ørret og røye), i tillegg til et forslag til plan for videre innsjøkalking. Vi ønsker med dette å takke Statsforvalteren for et godt samarbeid!

# Sammendrag

Avsetningen av svovel fra langtransporterte luftforurensninger er redusert med 80-90 % over Østlandsområdet siden 1990. I Innlandet fylke (sammenslått av Hedmark og Oppland fylker i 2020) ble en rekke innsjøer kalket fra slutten av 1980-tallet, men etter hvert som den sure nedbøren gradvis har blitt redusert, har også antall kalkede innsjøer gått ned. I 2013 ble all innsjøkalking i tidligere Hedmark fylke stoppet, men etter nærmere undersøkelser ble det igangsatt kalking igjen i tre innsjøer i perioden 2021-2023. I tidligere Oppland fylke ble også antall kalkede innsjøer sterkt redusert rundt 2013, men her ble det inntil videre valgt å videreføre kalkingen i sju innsjøer.

Som en videre oppfølging av kalkingsvirksomheten i Innlandet har Statsforvalteren i Innlandet tatt initiativ til å få utarbeidet: (1) Et forslag til femårig overvåkingsprogram for vannkjemi, bunndyr og fisk i forsuringfølsomme innsjøer i Innlandet, og (2) Et forslag til plan for videre kalking av innsjøer i Innlandet de neste fem årene. Resultatene fra dette arbeidet er oppsummert i denne rapporten.

## *Forslag til overvåkingsprogram*

Vi har på bakgrunn av tidligere overvåkings- og kalksluttrapporter fra gamle Oppland og Hedmark fylker samt vannkemiske data hentet ut fra Vannmiljø, utarbeidet et forslag til et femårig overvåkingsprogram for vannkjemi, bunndyr og fisk i forsuringfølsomme innsjøer i Innlandet for perioden 2024-2028. Vannkemiske krav for utvalgte ferskvannarter har stått sentralt, og det har vært særlig fokus på røye, ørret, edelkreps og elvemusling som måarter når lokaliteter som bør følges opp i overvåkingsprogrammet har blitt valgt ut.

Vannkjemien i innsjøene som vil inngå som en del av «Forslag til plan for videre kalking» (se under), vil bli overvåket som en del av kalkingsprogrammene. Disse innsjøene er derfor inkludert i vårt forslag til overvåkingsprogram, men ikke med kostnader til innsamling av prøver og analyser. Innsjøene dette gjelder er Søndre Øyungen, Nordre- og Søndre Billingen i Eidskog kommune, Store- og Velse Sørvatnet, Selsjøen, Nordre Dalavatn og Bergevatn i Søndre Land kommune samt Steinhyttvatn og Fisketjern på Hedalsfjellene i Sør-Aurdal kommune.

I vårt forslag til overvåkingsprogram anbefaler vi at det overvåkes for vannkjemi med hensyn til forsuring i Buåa (Harstadsjøen) i Eidskog kommune, Bæreia i Kongsvinger kommune, Nøklevatn og Kjerkesjøen i Grue kommune, Nøklevatnet og Tannsjøen i Åsnes kommune, Ryensjøen i Rendalen kommune, Røtjønna i Os kommune, Hellesæren, Klypetjern, Øvre Rensjøvant, Øvre Sautjern og Øvre Trevatn i Sør-Aurdal kommune, Løynfisket i Søndre Land kommune og Rovtjernet, Svarttjernet, Vestlandsfjorden, Saltbufjorden og Store Avrillen i Gran kommune.

Siden edelkreps- og elvemuslingbestandene på elvestrekningene nedstrøms Billingenvatnene følges opp gjennom nasjonale overvåkingsprogram er de ikke inkludert i forslaget til overvåkingsprogram. Det anbefales derimot en krepseundersøkelse i Nordre Billingen som del av programmet. I tillegg anbefales en undersøkelse av krepsebestanden i Bæreia øverst i Vrangselva-vassdraget. Edelkrepsbestanden i Søndre Øyungen og Buåa (Harstadsjøen) blir fulgt opp i det nasjonale overvåkingsprogrammet for edelkreps og trenger derfor ikke å inkluderes. Elvemuslingbestanden i Bråtaåa (utløpsbekken til Søndre Øyungen) samt i Nøklevatnet og Kjerkesjøen i Grue kommune er derimot ikke omfattet av andre overvåkingsprogram og anbefales derfor undersøkt gjennom dette programmet.

Det anbefales i tillegg at det biologiske kvalitetselementet fisk blir undersøkt i Store- og Vesle Sørvatnet (el-fiske), Selsjøen (el- og garnfiske), Nordre Dalavatn (el-fiske) og Røtjønna (garnfiske), og at det

biologiske kvalitetselementet bunndyr blir undersøkt i utløpsbekkene til Store- og Vesle Sørvatnet, Selsjøen, Nordre Dalavatn og Løyfisket.

#### *Forslag til plan for videre kalking*

Dagens forsuringstilstand og behovet for videre kalking er vurdert så langt det har latt seg gjøre basert på eksisterende overvåkingsdata. Et viktig element i dette har vært å vurdere om dagens forsurningsnivå avviker fra naturtilstanden; dvs. om antropogen forsuring fortsatt er et problem, eller om «forsuringen» hovedsakelig skyldes naturgitte forhold.

Søndre Øyungen, Nordre og Søndre Billingen (Eidskog kommune): Selv om innsjøene sannsynligvis begynner å nærme seg naturlig referansetilstand med hensyn til ANC, anbefales det inntil videre fortsatt kalking av hensyn til bestanden av elvemusling og edelkreps.

Innsjøer på Søndre Land Vestås (fem lokaliteter) og i Hedalsfjella (to lokaliteter): Målarer for kalkingen i disse innsjøene er ørret. Data fra ukalkede nabosjøer tyder på at innsjøene i begge disse områdene er svært nær referansetilstanden med hensyn til forsuring. I og med at det er begrenset med data på vannkjemi og biologi fra de senere årene, foreslår vi likevel at en fortsetter kalkingen inntil videre, men trapper opp overvåkingen slik at kalkingsbehovet kan vurderes nærmere fra år til år. For Bergevatn på Søndre Land Vestås er det estimert et kalkingsbehov som er betydelig mer enn kalkmengden som er blitt tilført de siste årene. Vi anbefaler derfor at kalkingen her enten økes til nivået vi har antydnet, eller kuttes helt.

Samlet for innsjøene med pågående kalking er det beregnet et årlig kalkingsbehov på 192 tonn, noe som er 23 % lavere enn kalkmengdene som ble benyttet i de samme innsjøene i 2023. Det forventes lite endring i forsuringstrykket i løpet av de nærmeste årene, og det antas derfor at det årlige kalkbehovet vil være relativt konstant i den neste femårsperioden.

I tillegg til innsjøene med pågående kalking, kan det også være aktuelt å vurdere behov for kalking av enkelte andre lokaliteter. Det vil i første rekke vært innsjøer med målarer som har høye vannkvalitetskrav (elvemusling og edelkreps) og hvor bestandene vurderes å være under press på grunn av tidvis dårlig vannkvalitet. Eksempler på slike lokaliteter er Buåa/Harstadsjøen i Eidskog kommune.

## Summary

The deposition of sulphur from long-range air pollution has been reduced by 80-90% over the eastern part of Norway since 1990. In the county of Innlandet (merger of Hedmark and Oppland counties in 2020), a number of lakes were limed from the late 1980s, but as acid deposition has gradually decreased, the number of limed lakes has also decreased. In 2013, all the liming of lakes in the former Hedmark county was stopped, but after further investigations, liming was resumed in three lakes in the period 2021-2023. In the former county of Oppland, the number of limed lakes was also greatly reduced around 2013, but it was decided to continue liming in eight lakes for the time being.

As a further follow-up of the liming activities in the county of Innlandet, the County governor has taken the initiative to prepare: (1) A proposal for a five-year monitoring programme for water chemistry, macroinvertebrates and fish in acidification-sensitive lakes in the county of Innlandet, and (2) A proposal for a plan for further liming of lakes in the county of Innlandet over the next five years. The results of this work are summarized in this report.

### Proposed monitoring programme

Based on previous reports on monitoring and effects of termination of liming from the old counties of Oppland and Hedmark, as well as water chemistry data from Vannmiljø, we have developed a proposal for a five-year monitoring programme for water chemistry, macroinvertebrates and fish in acidification-sensitive lakes in the county of Innlandet for the period 2024-2028. Water chemistry requirements for selected freshwater species have been central, and there has been a particular focus on Arctic char, trout, the noble crayfish (*Astacus astacus*) and freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) as target species when selecting sites for the monitoring programme.

The water chemistry in the lakes that will be included as part of the "Proposal for a plan for further liming" (see below) will be monitored as part of the liming programme and will therefore not be included in our proposed monitoring programme. The lakes in question are Søndre Øyungen, Nordre- and Søndre Billingen in Eidskog municipality, Store- and Velse Sørvatnet, Selsjøen, Nordre Dalavatn and Bergevatn in Søndre Land municipality and Steinhyttvatn and Fisketjern at Hedalsfjellene in Sør-Aurdal municipality.

In our proposed monitoring programme, we recommend that water chemistry is also monitored for acidification in Buåa (Harstadsjøen) in Eidskog municipality, Bæreia in Kongsvinger municipality, Nøklevatn and Kjerkesjøen in Grue municipality, Nøklevatnet and Tannsjøen in Åsnes municipality, Ryensjøen in Rendalen municipality, Røtjøenna in Os municipality, Hellesæren, Klypetjern, Øvre Rensjøvant, Øvre Sautjern and Øvre Trevatn in Sør Aurdal municipality, Løyfisket in Søndre Land municipality and Rovtjernet, Svarttjernet, Vestlandsfjorden, Saltbufjorden and Store Avrillen in Gran municipality.

The noble crayfish- and freshwater pearl mussel populations are currently monitored on the river stretches downstream of the Billingen lakes through the national monitoring programmes. It is, therefore, not necessary to monitor these organism groups in the suggested monitoring programme. However, it is recommended that a crayfish survey is carried out in Nordre Billingen as part of this programme. In addition, it is recommended that a crayfish survey be carried out in Bæreia at the top of the Vrangselva watercourse. The European crayfish populations in Søndre Øyungen and Buåa (Harstadsjøen) are monitored in the national monitoring programme for European crayfish and, therefore, do not need to be included in this monitoring programme. However, the freshwater pearl mussel populations in Bratåa (the outlet stream to Søndre Øyungen) and in Nøklevatnet and Kjerkesjøen

in Grue municipality are not covered by other monitoring programmes and should, therefore, be surveyed through this programme.

It is also recommended that the biological quality element “fish” is surveyed in Store and Vesle Sørvatnet (electrofishing), Selsjøen (electrofishing and net fishing), Nordre Dalavatn (electrofishing) and Røtjønna (net fishing), and that the biological quality element “macroinvertebrates” be surveyed in the outlet streams of Store and Vesle Sørvatnet, Selsjøen, Nordre Dalavatn and Løynfisket.

### Proposed plan for further liming

The current acidification status and the need for further liming has been assessed as far as possible based on existing monitoring data. An important element in this has been to assess whether the current acidification level deviates from the natural state, i.e. whether anthropogenic acidification is still a problem, or whether the acidification is mainly due to natural conditions.

Søndre Øyungen, Nordre and Søndre Billingen (Eidskog municipality): Although the lakes are probably starting to approach the natural reference state with respect to ANC, liming is recommended to continue for the time being in order to protect the population of freshwater pearl mussels and the European crayfish.

Lakes in Søndre Land Vestås (five sites) and in Hedalsfjella (two sites): The target species for liming in these lakes is trout. Data from non-limed neighboring lakes indicate that the lakes in both these areas are very close to the reference condition with respect to acidification. As there is relatively little data on water chemistry and biology from recent years, we nevertheless suggest that liming should be continued for the time being, but that monitoring should be stepped up so that the need for liming can be assessed more closely from year to year. For Bergevatn in Søndre Land Vestås, the estimated liming need is significantly higher than what has been added in recent years. We, therefore, recommend that liming here be either increased to the level we have indicated or cut completely.

The total annual lime requirement for the lakes that are currently being limed is estimated at 192 tonnes, which is 23% lower than the amount of lime used in the same lakes in 2023. Little change in acidification pressure is expected over the next few years, and it is, therefore, assumed that the annual lime requirement will remain relatively constant over the next five-year period.

In addition to the lakes that are already being limed today, it may also be relevant to consider the need for liming certain other locations. These will primarily be lakes with target species that have high water quality requirements (pearl mussel and crayfish) and where the populations are considered to be under pressure due to occasionally poor water quality. Examples of such sites include Buåa/Harstadsjøen in Eidskog municipality.

As several of the limed lakes are probably very close to the reference condition in terms of acidification, we recommend that monitoring should be intensified over the next few years in order to assess whether liming can be reduced or eventually stopped completely. This applies in particular to the lakes at Søndre Land Vestås and in Hedalsfjella, where liming is primarily for trout, which is more robust to acidification than freshwater pearl mussel and the European crayfish.



# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

Langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vannforekomster i Norge (Vogt og Skancke 2022, Austnes m.fl. 2023). Avsetningen av svovel- og nitrogenforbindelser var spesielt stor på Sørlandet og Vestlandet, men også deler av Østlandet ble påvirket av den sure nedbøren. Parallelt med det internasjonale arbeidet for å redusere utslippene av forsurende svovel- og nitrogenforbindelser til luft har mange innsjøer og elver blitt kalket for å redusere effektene av den sure nedbøren på ferskvannslevende organismer. I Innlandet har en rekke lokaliteter vært kalket, hovedsakelig innsjøer, fra slutten av 1980-tallet. Etter hvert som den sure nedbøren gradvis har blitt redusert, har også antall kalkede innsjøer gått ned.

Selv om avsetningen av svovelsyre fra langtransporterte luftforurensninger i Østlandsområdet er redusert med 80-90% siden 1990 (Aas m.fl. 2021), er det fortsatt ettervirkninger av den sure nedbøren. Redusert basemetning i jorda som følge av langvarig sur nedbør har ført til mindre avrenning av kalsium (Weyhenmeyer m.fl. 2019), mens lavere ionestyrke i jordvannet som følge av redusert sur nedbør gjør at løst organisk materiale i avrenningsvannet øker tilbake mot naturlige nivåer (de Wit m.fl. 2016). Lavere basemetning gir redusert bufferkapasitet og gjør vannforekomstene mer utsatt for sure episoder, samtidig som økt løst organisk materiale gir mer naturlig forsuring. Det betyr at selv om det direkte bidraget fra langtransporterte forurensninger til forsuring er minimalt per i dag, så kan «hale-effekter» av tidligere antropogen forsuring bidra til å forsterke naturlige forsuringprosesser, og kalsiumnivåene kan være lavere enn referansetilstanden.

Da de såkalte «kalkslutt-rapportene» for Hedmark og Oppland ble skrevet i 2012 ble hhv. 158 og 60 innsjøer kalket i de to fylkene (Garmo og Austnes 2012, Austnes 2012). Rapporten for Hedmark konkluderte med at kalkingen kunne avvikles i 95 av innsjøene, mens kalkingsbehovet ble ansett som usikkert i 63 innsjøer. Resultatet ble at all innsjøkalking i Hedmark opphørte fra 2013. Et utvalg av kalkslutt-innsjøene i Hedmark ble overvåket i 2015-2018 for å dokumentere den vannkjemiske og biologiske tilstanden etter at kalkingen opphørte (Garmo m.fl. 2017, 2019). I sistnevnte rapport ble det konkludert med at en rekke innsjøer fortsatt var påvirket av en kalkhale-effekt, og at man ennå ikke var tilbake til «naturlig» nivå. Det ble påvist mulige eller trolige effekter av re-forsuring på fiske- eller bunndyrsamfunnet i 14 innsjøer. Basert på vurderinger av Johnsen m.fl. (2020), ble det i 2021 gjenopptatt kalking i én innsjø i Hedmark, Søndre Øyungen, hovedsakelig av hensyn til edelkreps og elvemusling. I 2023 ble det gjenopptatt kalking i ytterligere to innsjøer, Nordre og Søndre Billingen, også det av hensyn til edelkreps og elvemusling.

Kalkslutt-rapporten for Oppland konkluderte med at kalkingen kunne avvikles i 27 av innsjøene, mens kalkingsbehovet ble ansett som usikkert i 33 innsjøer. Her ble også kalkingen faset ut i majoriteten av innsjøene, med unntak av 7 som fortsatt kalkes. Selv om flere av innsjøene i Oppland har blitt overvåket etter kalkslutt, har det ikke blitt gjort en helhetlig gjennomgang av hvilken effekt avslutning av kalking har hatt på vannkvalitet, bunndyr og fisk.

## 1.2 Mål

Som en videre oppfølging av kalkingsvirksomheten ønsket Statsforvalteren i Innlandet å få utarbeidet:  
(1) Et forslag til overvåkingsprogram for vannkjemisk, bunndyr og fisk i forsuringfølsomme innsjøer i

Innlandet for perioden 2024-2028, og (2) Et forslag til plan for videre kalking av innsjøer i Innlandet i samme tidsperiode. Resultatene fra dette arbeidet er oppsummert i denne rapporten.

## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Målarter, vannkjemiske mål og utvelgelse av lokaliteter

#### 2.1.1. Målarter

I arbeidet med å dokumentere graden av re-forsuring i kalkslutt-innsjøene (Garmo mfl. 2017, 2019), og i arbeidet med å utrede kalkingsbehov i enkelte grensevassdrag mot Sverige (Johnsen mfl. 2020), sto vannkjemiske krav for utvalgte ferskvannarter sentralt. I disse prosjektene var det et særlig fokus på røye, ørret, edelkreps og elvemusling som målarter. Felles for disse artene er at de er relativt følsomme for forsuring og forsuringseffekter. Ørret, røye og edelkreps er også attraktive arter i fiske- og rekreasjonssammenheng, og i tillegg har edelkreps og elvemusling status som henholdsvis *sterkt truet* og *sårbar* på den norske rødlista (<https://www.artsdatabanken.no/>). Det er derfor naturlig at vi bruker de samme målartene når vi velger ut lokaliteter som bør følges opp nærmere i et overvåkingsprogram.

Utbredelsen til de fire målartene er vist i Figur 1. Av figuren ser vi at ørret forekommer i desidert flest lokaliteter og har den klart største utbredelsen. Røye er mest forekommende i de nordlige og sørlige delene av det sentrale Innlandet, mens både edelkreps og elvemusling har en sør-sørøstlige utbredelse (Figur 1). En sammenstilling av data på gjennomsnittlig pH fra perioden 2000-2022 (Figur 2), viser at de fleste lokaliteter med pH < 6,0 er lokalisert i de sør-sørøstlige delene av Innlandet, dvs. relativt overlappende med utbredelsen til edelkreps og elvemusling (Figur 1).

I Garmo mfl. (2019), og i Johnsen mfl. (2020) er det gitt en grundig beskrivelse av vannkvalitetskrav på de nevnte målartene. I Garmo mfl. (2019), ble det ved vurdering av vannkjemiske forhold tatt utgangspunkt i at pH < 6,0 og labilt aluminium > 20 µg/l var verdier som er ugunstige for edelkreps og ørret/røye. I tillegg ble kalsiumnivåer < 2,0 mg Ca/l vurdert som ugunstige for edelkreps. I Johnsen mfl. (2020) ble vannkvalitetsmålene for kreps økt noe sammenlignet med Garmo mfl. (2019), og kan i større grad anees som kalkingsmål enn tålegrenser. I Johnsen mfl. (2020) ble også elvemusling vurdert, og det ble satt vannkvalitetsmål for alle de fire artene. For lokaliteter som blir, eller foreslåes kalket, vurderer vi det som fornuftig å bruke vannkvalitetsmål gitt i Johnsen mfl. (2020):

*Vannkvalitetsmål for de ulike målartene (årsmiddel):*

- Edelkreps: pH > 6,2 og kalsium > 2,5 mg Ca/l
- Elvemusling: pH >6,4 (6,2) og kalsium >2,0 mg Ca/l
- Ørret og røye: pH > 6,0

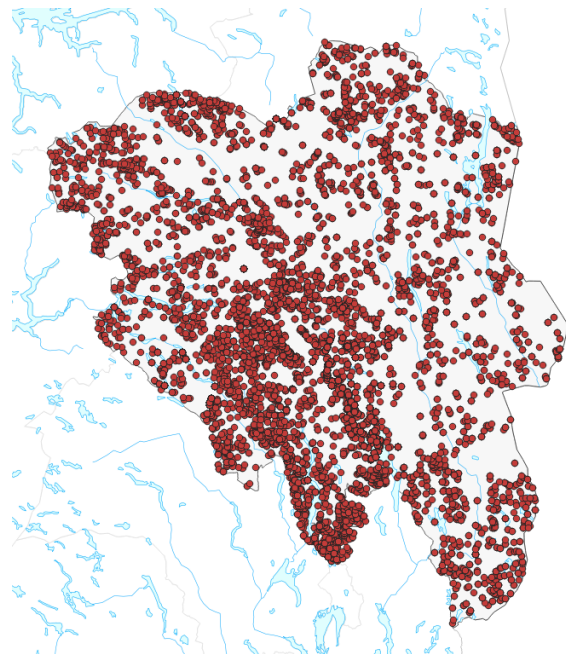
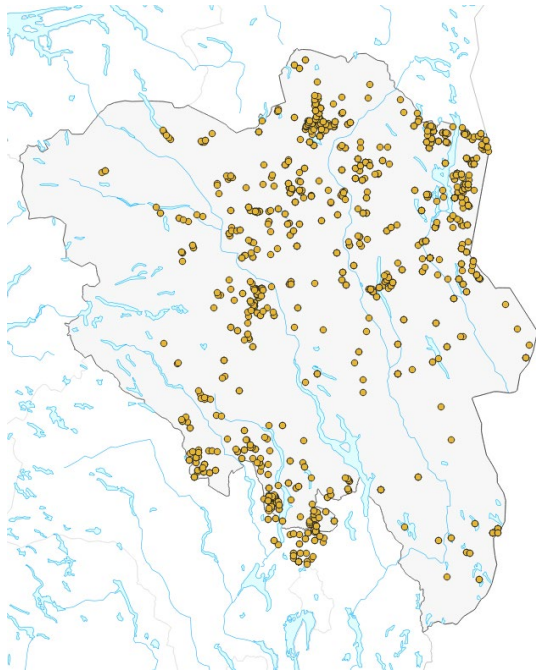
Edelkreps og elvemusling regnes som såkalte terskelindikatorer i vannforskriften. Tilstedeværelse av slike indikatorer indikerer at den økologiske tilstanden er tilstrekkelig god til at også andre vannlevende organismer som er følsomme for påvirkninger, slik som forsuring, kan være til stede. Som tidligere nevnt er utbredelsen til disse artene likevel geografisk begrenset. Derfor er det i mange lokaliteter nødvendig å vurdere andre tilnærminger for å vurdere forsuringstilstanden. Det mest nærliggende alternativet er prøvetaking av bunndyrsamfunnet og beregning av forsuringsindekser. Aktuelle forsuringsindekser er beskrevet i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen 2018). Merk at forsuringsindeksen MultiClear ikke anbefales brukt i humøse innsjøer. I tillegg til indeksene i klassifiseringsveilederen kan det være aktuelt å benytte en nyutviklet indeks kalt NAMI (Carlson mfl. 2023).

### 2.1.2. Utvalgelse av lokaliteter og innhenting av data

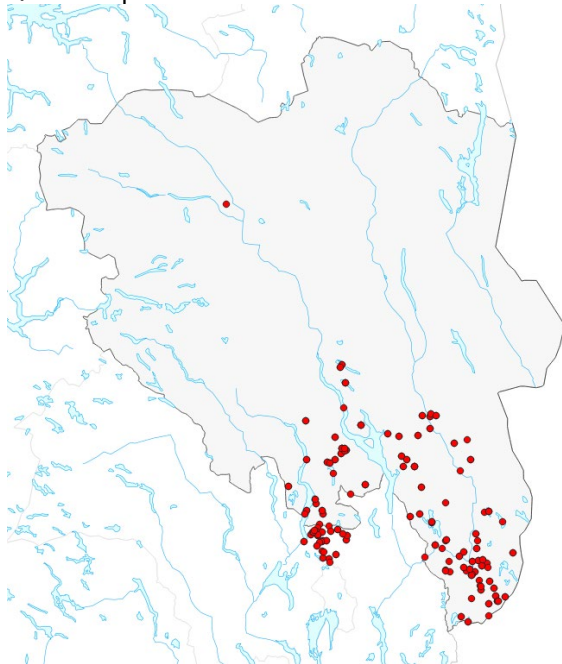
Lokalitetsutvalget besto i all hovedsak av oppdragsgivers sammenstilling av lokaliteter i Innlandet som har vært kalket i løpet av de siste tiårene (Vedlegg 7.1). Vi har i tillegg gjennomgått lokaliteter i noen tidligere kalkingsplaner (se eksempelvis Linløkken, 1989). For å vurdere lokalitetene har vi benyttet vannkjemiske data tilgjengeliggjort av oppdragsgiver, og i tillegg overvåkingsdata fra offentlige databaser.

Høsting av fysisk-kjemiske overvåkingsdata ble gjort ved å laste ned datasett fra nettportalene til Vannnett og Vannmiljø. For hver innsjø er det sammenstilt data bestående av måledata fra innsjøen, og/eller tilknyttede inn- og utløpselver. Tilstedeværelse av målarter ble høstet fra GBIF (Global Biodiversity Information Facility, gbif.org) som sammenstiller observasjonsdata fra en rekke kilder, inkludert Artsdatabankens Artskart og fagsystemet Vannmiljø. Høstingen skjedde ved API-spørringer gjennom R (R Core Team, 2023). Kartene ble produsert i QGIS med åpne kartlag tilgjengelig fra geonorge.no.

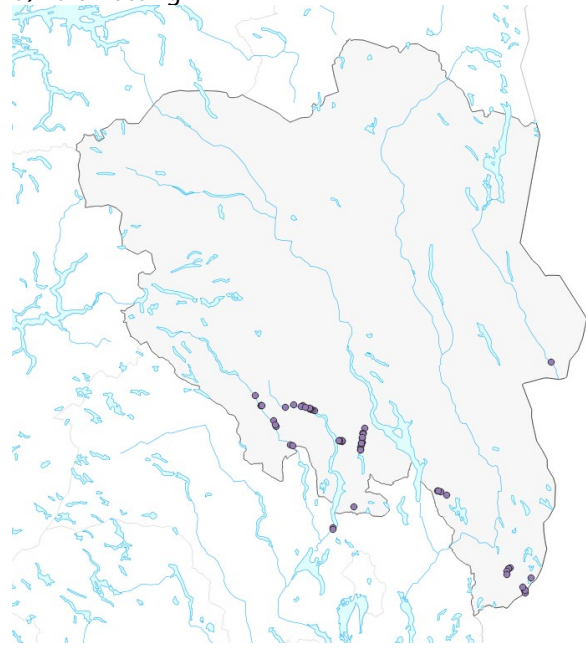
Vi kjenner til at det på analysetidspunktet eksisterte datasett som ikke var tilgjengelige for kartproduksjon, deriblant oppdaterte datasett for elvemusling. Selv om ikke alle kjente lokaliteter med elvemusling vises i kartene har vi imidlertid benyttet oppdatert informasjon om elvemusling i de aktuelle vassdragene i våre vurderinger.



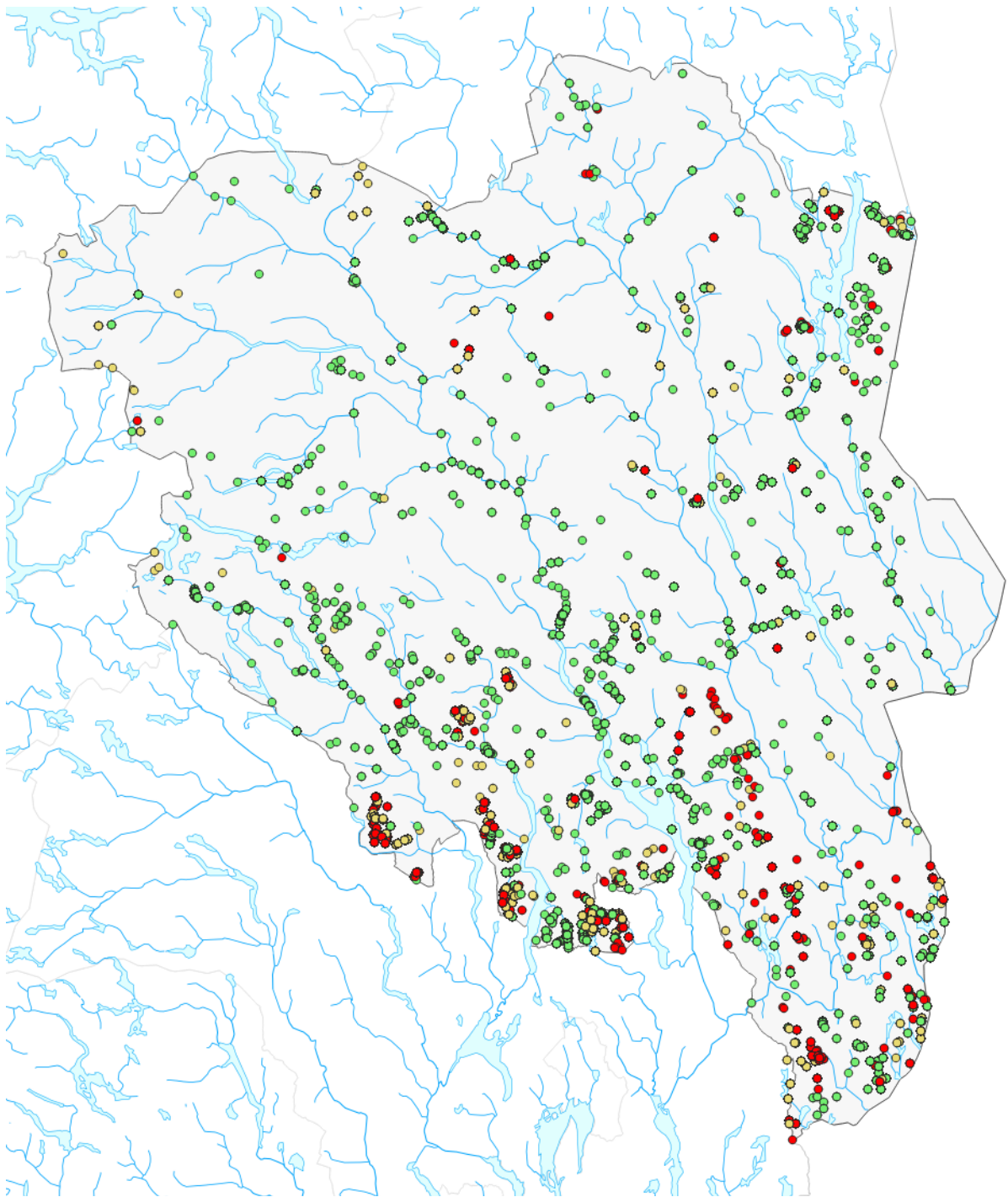
c) Edelkreps



d) Elvemusling



Figur 1. Registrert utbredelse av a) røye, b) ørret, c) edelkreps og d) elvemusling i Innlandet i datasett tilgjengelig gjennom GBIF. Historisk og nåværende utbredelse av elvemusling i elvemuslingdatabasene til NINA og Statsforvalteren har i tillegg noen flere lokaliteter som ikke inngår i figuren.



Figur 2. Snitt av målt pH i perioden 2000-2022 hentet fra Vannmiljø. Hvert punkt representerer en innsjø i Innlandet fylke. Målingene er gjort i innsjøen eller i tilløps- eller utløpsbekker innenfor 100 meters radius fra innsjøen. Rødt pH < 6; gult pH 6-6,4; grønt: pH > 6.4.

## 2.2 Utarbeidelse av overvåkingsprogram

### 2.2.1. Prinsipper for utarbeidelse av overvåkingsprogram

I oppdraget fra Statsforvalteren var det ønske om et forslag til et overvåkingsprogram som kunne gjennomføres innenfor en fast økonomisk ramme. Siden flere av de (senere) anbefalte lokalitetene ligger i vassdrag hvor det er pågående overvåkingsaktivitet av relevante målarter som kreps og elvemusling vil vårt forslag til overvåkingsprogram være konsentrert rundt hvilke parametere, hvilken innsats og frekvens av undersøkelser som bør vurderes i en liste over prioriterte lokaliteter. På den måten kan Statsforvalteren vurdere organisering, mulige synergier og muligheter som ligger i å se aktivitetene i sammenheng. I beste fall vil synergier gjøre det mulig å overvåke flere lokaliteter, eller at innsatsen eller frekvensen kan økes innenfor samme økonomiske ramme. Det er en risiko for at aktiviteten i foreslått overvåkingsprogram vil kunne øke som en konsekvens av at pågående relevant nasjonal eller regional overvåking reduseres i omfang eller avsluttes i en gitt overvåkingsperiode. Økt aktivitet som følge av synergier bør derfor vurderes og legges inn som opsjoner. Dette for å kunne justere og sikre en overvåking som gir data som kvalifiserer som vurderingsgrunnlag for de utvalgte lokalitetene. I lokaliteter med pågående kalking har vi tatt som utgangspunkt at vannkjemiske analyser gjennomføres som del av kalkingsinnsatsen og vil derfor ikke vil inngå i programmet.

Oppdraget fra Statsforvalteren var å lage et forslag til overvåkingsprogram. Forslaget som følger vil derfor omtales som et overvåkingsprogram, selv om det foreliggende forslaget vel så gjerne kunne vært kalt et flerårig undersøkelsesprogram, hvor resultatene etter gjennomføringen bør gjennomgås og programmet justeres før en eventuell videreføring. Forslaget innebærer en fordeling av undersøkelser for å sikre en innsamling av et samlet datamateriale innenfor en begrenset årlig ramme som til slutt gir et godt vurderingsgrunnlag ved endt periode for alle de foreslåtte lokalitetene. Det er særlig fordelingen av undersøkelser i en eventuell ny periode, i tillegg til en vurdering av behovet for å inkludere eksisterende og eventuelt andre lokaliteter, som må vurderes på nytt.

### 2.2.2. Vurdering av et utvalg lokaliteter

Overvåkingsprogrammet er basert på en gjennomgang av lokaliteter fra kilder gitt i kap. 2.1.2. Allerede kalkede innsjøer anbefales å ta med i overvåkingsprogrammet, men det anbefales også å innlemme noen flere lokaliteter basert på nyere undersøkelser/anbefalinger.

Som nevnt innledningsvis kom de såkalte «kalkslutt-rapportene» for Hedmark og Oppland i 2012 (Garmo og Austnes 2012, Austnes 2012). For Hedmark er det i ettertid gjort to sammenstillinger/oppfølgende undersøkelser i ettertid (Garmo mfl. 2019, Johnsen mfl. 2020), og det er særlig anbefalinger gitt i disse som er lagt til grunn for utvelgelse av lokaliteter, da disse baserer seg på relativt ny informasjon med tanke på både vannkjemisk og biologisk status. For innsjøer i tidligere Oppland fylke er det imidlertid ikke gjort en tilsvarende gjennomgang etter kalkslutt-rapporten fra 2012 (Austnes 2012).

### 2.2.3. Metoder

For undersøkelser på de ulike artene anbefales det å bruke metodikk som tidligere er brukt i tilsvarende prosjekter.

- Undersøkelser av edelkreps og fisk gjennomføres med den samme metodikken som er beskrevet i Garmo mfl. (2019).
- Undersøkelser av elvemusling gjennomføres etter samme metodikk som B-lokaliteter (se Larsen mfl. (2023).
- Undersøkelser av bunndyr gjennomføres etter anbefalinger i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen 2018). Dersom bunndyr skal brukes som indikator anbefales det at det tas minst én prøve på senhøsten i to ulike år i løpet av undersøkelsesperioden. Dersom det er mulig bør det også vurderes en prøve som tas etter et eventuelt surstøt om våren.

For vannkjemi anbefales det å samles inn et parameterutvalg som gjør det mulig å beregne syrenøytraliserende kapasitet (ANC) samt estimere før-industriell referansetilstand for hver innsjø. Beregning av ANC krever analyse av kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og nitrat. I tillegg anbefales analyse av pH, reaktivt aluminium, ikke-labil aluminium og totalt organisk karbon.

I tillegg til standard innsamling av vannprøver, bør enkelte lokaliteter overvåkes med pH-loggere. pH-loggere ble blant annet brukt i interreg-prosjektet SNIEF ([www.snief.org](http://www.snief.org)), og informasjon fra kontinuerlig logging over lengre perioder gav mye nyttig kunnskap om pH-dynamikk og surstøthendelser.

### 2.2.4. Om representativitet, og mulighet for å bruke overvåkingsaktivitet i andre deler av samme vassdrag

Generelt vil overvåking nedstrøms kunne gi informasjon om tilstanden til en oppstrømsliggende lokalitet dersom det ikke er andre større tilførsler eller påvirkningskilder mellom den overvåkede lokaliteten og lokaliteten oppstrøms. Gode bestander av kreps eller rekrutterende elvemusling i en utløpselv indikerer at tilstanden oppstrøms er tilstrekkelig god til at disse artenes krav er møtt. En egen vurdering er gjort for hver enkelt lokalitet der det, på tidspunktet av denne gjennomgangen, foreligger informasjon om relevant overvåkingsaktivitet.

## 2.3 Utarbeidelse av plan for innsjøkalking

### Oversikt over innsjøer som kalkes per i dag

Per i dag kalkes det to (tre) innsjøer i tidligere Hedmark fylke og 7 innsjøer i tidligere Oppland fylke. Vi vil vurdere videre kalkingsbehov i disse innsjøene for perioden 2023-2027. Karakteristiske data for innsjøene samt kalkingsaktivitet siden 2011 er gitt i Tabell 1, Tabell 2 og Tabell 3.

Tabell 1. Innsjøer som kalkes i Innlandet per 2023. Vannlokalitetskoden (Vannmiljø id) er gitt for utløpet av innsjøene

Innsjø	NVE-nr	Vannlok. kode	Region	Kommune	L-grad	B-grad
Søndre Øyungen	369	313-84456	Hedmark	Eidskog	12.1788	60.0973
Nordre Billingen	363	313-57331	Hedmark	Eidskog	12.2778	60.0463
Søndre Billingen	362	313-57330	Hedmark	Eidskog	12.3013	60.0106
Store Sørvatnet	4555	012-53351	Oppland	Søndre Land	10.0880	60.6177
Vesle Sørvatnet	2999	012-51221	Oppland	Søndre Land	10.0932	60.6216
Selsjøen	636	012-40863	Oppland	Søndre Land	10.0982	60.6392
Nordre Dalavatn	4563	012-49485	Oppland	Søndre Land	10.1253	60.6098
Bergevatn	4595	012-49487	Oppland	Søndre Land	10.1224	60.5897
Steinhyttvatn	7175	012-51265	Oppland	Sør-Aurdal	9.7366	60.4887
Fisketjernet	7192	012-51267	Oppland	Sør-Aurdal	9.7234	60.4764

Tabell 2. Kalking i perioden 2011-2023. Kalkmengder i tonn.

Innsjø	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Søndre Øyungen	50	50									50	50	50
Nordre Billingen	100	100	100										100
Søndre Billingen	60	60	61										60
Store Sørvatnet	11	11	11	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9
Vesle Sørvatnet	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Selsjøen	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6
Nordre Dalavatn	18	18	18	18	18	18	18	15	15	15	15	15	15
Bergevatn	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Steinhyttvatn	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fisketjern	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2



Tabell 3. Nedbørfeltdata og innsjø morfometri. Kilder: NVEs Innsjødatabase og NEVINA. Middeldyp i innsjøene er målt eller anslått av Statsforvalteren i Innlandet.

	Nedbørfelt km <sup>2</sup>	Avrenning m/år	Tilsig mill m <sup>3</sup> /år	Innsjø km <sup>2</sup>	Middel- dyp m	Volum mill m <sup>3</sup>	Oppholds- tid år
Søndre Øyungen	25.47	0.393	10.01	1.36	9.1	12.376	1.24
Nordre Billingen	33.23	0.431	14.32	1.76	10	17.600	1.23
Søndre Billingen	48.23	0.421	20.30	1.36	9	12.240	0.60
Store Sørvatnet	1.71	0.606	1.04	0.23	1.5	0.338	0.33
Vesle Sørvatnet	0.66	0.570	0.38	0.10	3	0.300	0.80
Selsjøen	8.09	0.592	4.79	1.56	5.9	9.204	1.92
Nordre Dalavatn	4.26	0.521	2.22	0.23	8.6	1.978	0.89
Bergevatn	6.30	0,498	3.14	0.14	3	0.405	0.13
Steinhyttvatn <sup>1</sup>	0.81	1.431	1.16	0.07	3	0.210	0.18
Fisketjern	0.88	1.435	1.26	0.18	3	0.540	0.43

<sup>1</sup> Arealer omfatter både Øvre og Nedre Steinhyttvatn

### Vannkjemiske målinger

Mange av de kalkede innsjøene har vannkjemiske data langt tilbake i tid (Sevaldrud og Hegge 1987, Rognerud 1992, Brudal 1996, Rustadbakken og Westly 2000, Wærvågen og Nilssen 2002). I denne rapporten har vi hentet data fra Vanmiljø-databasen som dekker perioden 2011-2022 (Tabell 4). Det er vanligvis tatt 1-2 prøver per år, vår og/eller høst. Prøvene er analysert på ulike laboratorier gjennom årene. I denne rapporten er det hovedsakelig fokusert på følgende parametere: pH, kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfat (SO<sub>4</sub>), totalt organisk karbon (TOC), farge og syrenøytraliserende kapasitet (ANC).

Tabell 4. År med tilgjengelige vannkjemidata i Vannmiljø.

Innsjø	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Søndre Øyungen	v	v	v		v	v	v	v				v
Nordre Billingen	v	v	v		v	v	v	v	v	v		
Søndre Billingen	v	v	v		v	v	v	v	v			
Store Sørvatnet	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Vesle Sørvatnet	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Selsjøen	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Nordre Dalavatn	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Bergevatn		v	v	v	v	v	v		v	v	v	v
Steinhyttvatn	v		v	v	v	v	v	v	v	v	v	
Fisketjern	v		v	v	v	v	v	v	v	v		

#### «Nabo-sjøer» med gode vannkjemiske data

Mange av de vannkjemiske målingene som er foretatt i de kalkede innsjøene siden 2011 inkluderer ofte ikke alle parameterne som trengs for å beregne syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Mange av innsjøene mangler også målinger tilbake i tid før de ble kalket. For å bedre å kunne vurdere dagens forsurestilstand uten kalking, har vi sett på data fra nærliggende innsjøer som ble prøvetatt under de nasjonale innsjøundersøkelsene i 1995 og 2019, de såkalte 1000-sjøers undersøkelsene (Hindar m.fl. 2020). Tabell 5 viser en oversikt over aktuelle «nabosjøer».

«Nabo-sjøene» gir mulighet til å vurdere forsureutviklingen siden 1995, samt også å sammenligne dagens vannkvalitet med før-industriell referansetilstand, som kan estimeres ved hjelp av den biogeokjemiske modellen MAGIC (Cosby m.fl. 1985). I denne rapporten har vi benyttet MAGIC bibliotek til å estimere før-industriell referansetilstand i de norske 1000-sjøene. Biblioteket består av modellkjøringer for over 3000 svenske forsurefølsomme innsjøer, hvorav mange ligger nær grensen til Norge og antas å være godt representative for innsjøer på det sentrale Østlandsområdet.

Tabell 5. «Nabo-sjøer» til de kalkede innsjøene i Innlandet

Innsjø	NVE-nr	Kommune	L-grad	B-grad	«Nabo-sjøer» til:
Sætertjern	4332	Kongsvinger	12.4467	60.0602	Innsjøer i Eidskog
Eintjern	4321	Kongsvinger	12.3682	60.0724	
Storbørja	368	Kongsvinger	11.9120	60.0910	
N Hærsjøen	371	Kongsvinger	12.3810	60.1150	
Holmevatnet	6990	Sør-Aurdal	9.9070	60.7380	Innsjøer i Søndre Land
Kvitingen	4525	Søndre Land	10.0530	60.6990	
Vangen	528	Sør-Aurdal	9.3732	60.6602	Innsjøer i Sør-Aurdal
Øyvatnet	6957	Sør-Aurdal	9.7976	60.7787	

## Vurdering av kalkingsbehov

De første kalkingsplanene for innsjøer i Hedmark og Oppland ble laget på slutten av 1980-tallet (Sevaldrud m.fl. 1989, Linløkken 1989), med enkelte oppdateringer på 1990-tallet (Linløkken 1991, Sevaldrud m.fl. 1996, Qvenild 1996).

I denne rapporten har vi vurdert dagens forsuringstilstand og behovet for videre kalking så langt det har latt seg gjøre basert på eksisterende overvåkingsdata. Et viktig element i dette har vært å vurdere om dagens forsurningsnivå avviker fra naturtilstanden; dvs. om antropogen forsuring fortsatt er et problem, eller om forsuringen hovedsakelig skyldes naturgitt forhold (humussyrer, basekation-fortynning, mv.). Vi har anvendt noen av de samme tilnærmingene som i utredningen for Flagstadelva (Olstad m.fl. 2020) for å vurdere disse problemstillingene.

Hvorvidt det er behov for videre kalking eller ikke, er også sterkt avhengig av hvilken målart som skal legges til grunn (jf. kapittel 2.1).

## Beregning av kalkdoser og -mengder

Dersom vannkjemiske og biologiske forhold tilsier at det fortsatt er et kalkingsbehov, har vi beregnet kalkdoser og -mengder for hver enkelt innsjø basert på følgende prosedyre:

- Innhenting av nedbørfeltdata og innsjø morfometri (Tabell 3)
- Vurdering av dagens vannkvalitet basert på eksisterende overvåkingsdata fra innsjøene og i ukalkede «nabo-sjøer»
- Fastsettelse av pH-mål for den mest følsomme biologiske organismen som skal beskyttes (aktuell målart)
- Beregning av nødvendig kalkdose for å oppnå ønsket pH-mål. For beregning av riktige kalkdoser må sammenhengen mellom  $\text{CaCO}_3$ -tilsetning og pH-økning være kjent. Denne er forskjellig for ulike vannkvaliteter, f.eks. vil humusinnhold ha mye å si for avsyringsbehovet. I denne rapporten er kalkdosen beregnet ut fra regresjon mellom kalsium og pH i innsjøene<sup>1</sup> samt eksisterende dose/respons-kurver for  $\text{CaCO}_3$  og pH for vann med ulikt humusinnhold (målt som TOC).
- Årlig kalkbehov er beregnet på basis av estimert kalkdose, årlig tilsig, momentan-oppløsning av kalken og en viss sikkerhetsmargin for å ta høyde for årlig klimavariasjon.
- Det forventes liten endring i forsuringstrykket i løpet av planperioden fram til 2027. Den nedadgående trenden i avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser har i stor grad flatet ut de siste tiårene, og endringen i jordas basemetning etter den foregående forsurningsperioden går svært sakte. Det er derfor antatt at det årlige kalkbehovet vil være konstant i planperioden.

---

<sup>1</sup> I individuelle innsjøer eller samlet for innsjøer som ligger i samme vassdrag

### 3 Forslag til overvåkingsprogram

Johnsen mfl. (2020) gjennomgikk kalkingsbehovet for målartene røye, edelkreps og elvemusling i grensevassdrag i Innlandet. De fem vassdragene var; Vrangselva, Billa, Hølja, Rotna og Mangen.

I Vrangselva-vassdraget ble det anbefalt å gjenoppta kalking i Søndre Øyungen, både med tanke på edelkrepsbestanden i innsjøen og elvemuslingbestanden i utløpsbekken Bråtaåa. Dette ble gjort fra og med 2021. Edelkrepsbestanden følges i dag opp gjennom det nasjonale overvåkingsprogrammet for edelkreps. Elvemuslingbestanden i Bråtaåa er imidlertid ikke omfattet av andre overvåkingsprogram og bør undersøkes gjennom dette programmet. Innsjøen Bæreia, som ligger øverst i Vrangselva-vassdraget, har også en edelkrepsbestand som har gått kraftig tilbake de siste tiårene. Punktmålinger viste at pH-verdiene var relativt gode (rundt 6,5), men at kalsiumnivåene lå rundt, og tidvis under 2,0 mg Ca/l. Det ble anbefalt å avvente igangsetting av kalking, men at Bæreia ble fulgt opp med vannkjemiske undersøkelser. Vi anbefaler at Bæreia innlemmes i det nye overvåkingsprogrammet med vannkjemiske undersøkelser og krepseundersøkelser (se også Garmo mfl. 2019).

I Billavassdraget ble kalkingen gjenopptatt i 2023 med tanke på edelkreps og elvemusling. Bestandene av disse artene følges opp på elvestrekningen nedstrøms Billingenvatnene gjennom nasjonale overvåkingsprogram.

Høljavassdraget ansees å være fulgt opp godt nok fra svensk side, og Mangenvassdraget er ansett å være svært lite egnet for edelkreps og elvemusling fra naturens side (1860-nivå). Vi anbefaler derfor ikke å innlemme noen lokaliteter fra disse to vassdragene.

I Rotnavassdraget ble Kalsjøen anbefalt å følge opp videre da røyebestanden hadde gått kraftig tilbake. pH-verdiene i 2015-2018 og estimerte fremtidige verdier var imidlertid på rundt 6,5, og Johnsen mfl. (2020) mistenkte økende grad av humifisering som en mulig årsak til tilbakegangen. Vi anbefaler ikke å følge opp Kalsjøen i overvåkingsprogrammet, men det bør vurderes å gjøre undersøkelser i innsjøen for å se på gytegrunner til røye og evt. nedslamming av disse. I samsvar med Johnsen mfl. (2020) anbefaler vi at det tas årlige vannprøver i utløpet av Nøklevatnet og Kjerkesjøen, samt at bestanden av elvemusling i systemet overvåkes med en seksårig overvåkingsyklus.

I tillegg til de ovennevnte lokalitetene, vurderte Garmo mfl. (2019) at enkelte lokaliteter i Nord-Odal og Åsnes kommuner viste tegn på re-forsuring. Noen av de undersøkte innsjølokalitetene hadde svært lav pH, noe forhøyet nivå av labilt aluminium og svært lave ungfisktettheter av ørret på utløpsbekk. I Nøklevatnet falt pH til under 5,0 etter 10 år uten kalking, og både Nøklevatnet og Tannsjøen hadde labilt aluminium på hhv. 31 og 27 µg/l. Vi anbefaler at disse sjøene innlemmes i overvåkingsprogrammet med tanke på vannkjemi. Dette da de representerer svært sure lokaliteter, og da det er interessant å se om forholdene forverrer seg ytterligere. Dagens vannkjemi er imidlertid såpass dårlig at det er lite hensiktsmessig å gjennomføre biologiske undersøkelser.

Et annet vassdrag som tidligere har vært kalket (frem til 2002) er Buåa i Eidskog kommune. Dette er et vassdrag som frem til den ble slått ut av krepsepest i 2010, stedvis hadde en svært tett bestand av edelkreps (Johnsen mfl. 2020 b). Lokaliteten er nå friskmeldt, og det er et ønske om å reetablere edelkreps i vassdraget. Undersøkelser gjort i Buåa gjennom interregprosjektet SNIEF ([www.snief.org](http://www.snief.org)) har imidlertid vist at vannkvaliteten, med pH under 6,0 i lengre perioder, er for dårlig for at edelkrepsbestanden vil kunne bygges opp igjen. Med tanke på edelkrepsens status som «sterkt truet» anbefaler vi at kalkingen gjenopptas i Buåa, og innlemmes i overvåkingsprogrammet med tanke på vannkjemi. Krepseundersøkelser vil gjennomføres i det nasjonale overvåkingsprogrammet for edelkreps.

Ryensjøen i Rendalen kommune hadde i 2018 en svært god bestand av ørret, og pH var relativt god (Garmo mfl. (2019)). Denne lokaliteten hadde veldig dårlig vannkvalitet på slutten av 1980-tallet (pH<5,0), og ørreten ble borte. Pga. lite nedbørfelt og lang oppholdstid fungerte kalkingen godt og ved jevnlig utsetninger etablerte det seg på ny en ørretbestand i sjøen. Undersøkelsene i 2018 viste at ørreten rekrutterer i systemet. Da vannkvaliteten tidligere har vært svært dårlig, anbefaler vi å innlemme denne lokaliteten med tanke på vannkjemi.

Undersøkelsene i Røtjønna i Os kommune i 2016 og 2018 viste at røyebestanden var relativt tett. Vannkjemien viste imidlertid lav pH (ned mot 5,5) og forhøyede nivåer av labilt aluminium, og det anbefales å innlemme denne lokaliteten for å følge utviklingen av røyebestanden.

**I Gran kommune** er de fleste innsjøer ikke lenger ansett som sterkt preget av forsuring (Wærvågen og Nilsen 2001). I vurderingen av fortsatt kalkbehov ble det vurdert som usikkert hvorvidt de to innsjøene Store Avrillen og Fjellsjøen fortsatt hadde behov for kalking (Austnes 2012). Store Avrillen ble innsjøkalket frem til 2017. I en bunndyrundersøkelse fra 2015 ble utløpsbekken til Store Avrillen vurdert til moderat tilstand med hensyn til forsuring (Karlson og Lie 2015). Innsjøen, som er typifisert som kalkfattig og humøs, viser en nedadgående trend for pH, som ved siste måling i 2020 ble målt til 5,3. Vi anbefaler videre overvåking av Store Avrillen ved prøvetaking av vannkjemi én gang i året under høstsirkulasjon (Tabell 7).

I Fjellsjøen, som ligger i Leiravassdraget som drenerer til Øyeren, er det registrert bestander av ørret, røye og abbor. Fjellsjøen ble kalket frem til 2018, og ved siste måling i 2020 ble pH målt til 6,0. Med unntak for en vår-/sommerprøve (6. juni 2016) hvor pH ble målt til 4,5, varierte pH mellom 6 og 6,8 i perioden 2014-2020. Det betyr at pH trolig har ligget over vannkvalitetskravet for røye i Fjellsjøen i store deler av perioden, men at kraftige surstøt kan forekomme. I en fiskeundersøkelse i 2007 ble abborbestanden vurdert som tett og ørretbestanden som tynn. Det ble ikke fanget røye under prøvetaking, men en lokalkjent fra Gran JFF mente at det fortsatt fantes noe røye i vannet.

I tillegg til nevnte innsjøer så ble Fjellsjøhåndkle (også kjent som Handkledet), Malsjøen og Ognilla kalket frem til 2018, og Grevsjøen, Lustjerna, Slettangen til 2016. Det er registrert røye, ørret og abbor i Fjellsjøhåndkle, Malsjøen, Grevsjøen og Ognilla. I Ognilla er det i tillegg registrert sik. I Store Avrillen, Lustjerna og Slettangen er det kun registrert ørret og abbor. Det har tidligere blitt påpekt at kalking på Gran Østås trolig vil føre til høye tettheter av abbor i flere av innsjøene (Wærvågen og Nilsen 2001). Garmo mfl. (2019) påpekte også at flere av de tidligere kalkede skogsvannene i de østlige deler av Hedmark hadde tette abborbestander, og at kalking i liten grad ville øke tettheten av ørret. Vi anser derfor ikke at disse sjøene er aktuelle for fremtidig kalking, og anbefaler derfor ikke å inkludere disse sjøene i overvåkingsprogrammet.

Fjorda er et reguleringsmagasin med en reguleringshøyde på 2,1 m. Innsjøkomplekset består av åtte innsjøbassenger og ligger på åsene mellom Randsfjorden og Sperilla. Innsjøsystemet i Fjorda har blitt kalket som følge av forsuring siden 1985 da Svarttjern og Rovtjern som ligger nord-vest i systemet ble innsjø kalket for første gang (Hegge m.fl. 2004). Det er de vestre delene av innsjøsystemet som har vært mest utsatt for forsuring med pH helt ned på 5,0 før kalking, mens pH i utløpsbassenget Velmunden nord-øst i systemet stort sett ikke har vært lavere enn 6,0. Rovtjern er den eneste delen av vannsystemet som har blitt innsjøkalket på 2000-tallet, hvor de to siste kalkingene ble utført i henholdsvis 2015 og 2017. Overvåking av vannkvaliteten i Rovtjern i perioden 2015-2022 viser at pH har variert mellom år med pH på mellom 5,6 (2017) og 6,2 (2022).

I Svarttjern ble det lagt ut kalkholdig gytegrus på 7 gyteplasser for røye i 2002, og ytterligere 7 plasser i 2003. Utover det har ikke denne delen av innsjøsystemet blitt innsjøkalket på 2000-tallet (i henhold til

oversikt fra Statsforvalteren i Innlandet). pH målingene for Svarttjern i perioden 2015-2022 viser at pH har vært relativt konstant mellom år med målinger på mellom 6,1 og 6,3. Det ble i tillegg lagt ut kalkholdig gytegrus på 9 gyteplasser for røye i Vestlandsfjorden og Saltbufjorden i 2004. pH målingene for Vestlandsfjorden og Saltbufjorden i perioden 2015-2022 har vært tilsvarende konstant mellom år som for Svarttjern, med målinger på mellom 5,9 - 6,1 og 6,1 - 6,5 for respektive innsjøbasseng.

Resultater fra tidligere fiskeundersøkelser viser at tiltakene med utplassering av kalkholdig gytegrus på gyteplassene for røye trolig har hatt en positiv effekt på overlevelsen til røyeungen, og ført til redusert rognødelighet (Hegge m.fl. 2004). Fjorda er typifisert som et kalkfattig, humøst system i lavlandet, og tilstanden i den vestlige delen av systemet vurderes som god med hensyn til pH (Direktoratsgruppen 2018). I tillegg ligger pH på eller rett over grensen for anbefalt vannkvalitetsmål for røye i større delen av systemet (Garmo m.fl. 2019, Johnsen m.fl. 2020). Den delen av systemet som viser tendenser til større svingninger i pH mellom år, og hvor enkelte målinger viser lavere pH enn anbefalt vannkvalitetskrav til røye, er Røvtjern. Vi anbefaler videre overvåking av samtlige nevnte innsjøbassenger i Fjorda systemet ved prøvetaking av vannkjemi én gang i året under høstsirkulasjon (Tabell 7).

**I Søndre Land kommune** kalkes fortsatt Selsjøen, Store og Vesle Sørvatnet, Nordre Dalavatnet og Bergevatn. Store og Vesle Sørvatnet renner begge ut i Selsjøen, som i sin tur renner ut i Storsandungen, før vannet drenerer videre via Lomsdalsvassdraget og ut i Randsfjorden. Selsjøen har i dag en vannkvalitet som er akseptabel med hensyn til forsuring, men innsjøen får fortsatt tilsig av surt vann og vedlikeholds kalkes derfor fortsatt. Selsjøen hadde opprinnelig en bestand av både ørret og røye som gikk tapt grunnet forsuring. For å gjeninnføre ørreten i Selsjøen har Søndre Land villtlag satt ut fisk i innsjøen, et tiltak som har vært vellykket. Det har i tillegg blitt registrert naturlig rekruttering av ørret i utløpsbekken (Norum 2014, Kristjánsson 1994).

I Store og Vesle Sørvatnet er det reetablert bestander av ørret, men gyteforholdene er registrert som dårlige i begge vann (pers. meld. Odd Struksnes). I Storsandungen er det registrert en naturlig bestand av ørret med gode gytemuligheter i innløpsbekken. Det er også registrert ørekyt (*Phoxinus phoxinus*), som en innført art i innsjøen. Det har tidligere vært en bestand med røye i Storsandungen, men den er nå registrert som utdød (pers. meld. Odd Struksnes).

Nordre Dalavatn ligger øverst i Dalavassdraget, sør-øst for Selsjøen. Innsjøen hadde fortsatt en restbestand av ørret og abbor når den ble kalket første gangen i 1991. Det har tidligere blitt registrert røye i vannet, men den er nå borte. Vannkvaliteten har vært akseptabel etter at kalkingen ble innført, og det har blitt påvist rekruttering av ørret i utløpsbekken, hvor det er meldt om gode gyteforhold (Norum 2014, Torgersen 2007). I en bunndyrundersøkelse i 2016 ble utløpsbekken vurdert til moderat tilstand med hensyn til forsuring, mens innløpsbekken ble vurdert til svært dårlig tilstand (Karlson & Broderstad 2016). Innløpsbekken blir beskrevet som stilleflytende med fint bunnsstrat omringet av myr i en rapport fra 2014 (Norum 2014). Det kan på bakgrunn av denne beskrivelsen stilles spørsmål ved lokalitetens egnethet i forhold til de krav som stilles til substrat og vannhastighet for at en bunndyrundersøkelse kunne gjennomføres (Direktoratsgruppen 2018). Det foregår fortsatt vedlikeholds kalking av innsjøen (Norum 2014, Kristjánsson 1994). Bergevatn, som har utløp i Dalavasselva nedstrøms Nordre Dalavatn, har bestander av ørret og abbor. Innsjøen er én av de innsjøer som fortsatt vedlikeholdskalkes, om enn med veldig små mengder kalk. pH har blitt målt til mellom 5,8 og 6,0 i perioden 2017-2021 og må dermed anses som relativt stabil. Begge innsjøer vil bli videre overvåket for vannkjemi i samband med videre innsjøklaking. Det anbefales i tillegg at bunndyr og fisk blir overvåket i utløpsbekken til Nordre Dalavatn (Tabell 7).

I vurdering av fortsatt kalkingsbehov (Austnes 2012) ble behovet for kalking av Løynfisket også vurdert som usikker. Løynfisket ble kalket frem til 2005, og vannkvaliteten har etter det blitt vurdert som

akseptabel. Innsjøen har en restbestand av både røye og ørret. Det har blitt vist at det foregår naturlig rekruttering av både ørret og røye i vannet, men det er usikkert om hvorvidt ørreten gyter i innløpsbekken eller i innsjøen (Norum 2014, Torgersen 2007). Innsjøen er klassifisert som en svært kalkfattig, humøs innsjø i skog, og kan trolig typifiseres som innsjøtype L203c (0,5-0,75 mg Ca/l) på bakgrunn av enkeltverider for kalsium. I perioden 2015-2022 har det blitt gjort målinger for ANC og pH i Løynfisket som tilsvarer svært god tilstand med hensyn til forsuring for denne innsjøtypen. Vi tar forbehold om at dette er en vurdering med høy usikkerhet fordi den er basert på enkeltmålinger tatt om høsten i denne perioden. pH varierte mellom 5,7-6,2 i denne perioden, og ligger dermed på grensen for anbefalt vannkvalitetsmål for røye. Det er rimelig å anta at innsjøen vil oppleve surstøt under vårsmelting hvor pH trolig vil være en god del lavere i kortere perioder. Det skal allikevel nevnes at utløpsbekken til Løynfisket ble vurdert til svært god tilstand med hensyn til forsuring basert på bunndyr i 2016 (Karlsen & Broderstad 2016). På bakgrunn av den informasjon vi har tilgjengelig anbefaler vi at innsjøen overvåkes for vannkjemi, og utløpsbekken for bunndyr (Tabell 6) for å kunne ta stilling til eventuelt kalkingsbehov senere.

Med unntak for Løynfisket blir vannkjemien til nevnte innsjøer i Søndre Land allerede overvåket i pågående kalkingsprogram. I kp. 4 i denne rapporten blir det gitt et forslag om plan for videre innsjøkalking hvor flere av innsjøene på Søndre Land Vestås inngår. Ved videre innsjøkalking vil også videre overvåking av vannkjemien bli ivaretatt.

**På Hedalsfjellene i Sør-Aurdal kommune** innsjøkalkes i dag kun to innsjøer, Steinhyttvatna og Fisketjern. Hellesæren, Klypetjern, Øvre Reinsjøvatn, Øvre Sautjern og Øvre Trevatn ble kalket frem til 2018, mens det ble kalkslutt i S. Småvatn og M. Småvatn allerede i 2015. I vurdering av fortsatt kalkingsbehov (Austnes 2012) ble Hellsenningen, Nedre Reinsjøvatn, Damtjern, Huldretjern, Busuvatn og Storsautjern vurdert som usikre med hensyn til videre behov for kalking. Det ser ikke ut til at det har blitt utført innsjøkalking i noen av disse innsjøene etter at vurderingen ble gjennomført. Vi går ut ifra at det har blitt gjort en grundig vurdering av behovet for kalking i disse innsjøene før kalkslutt ble gjennomført, og at overvåking av vannkjemien i etterkant har vist at vannkvaliteten har vært akseptabel over tid. På bakgrunn av dette anbefaler vi ikke at disse innsjøene tas med i videre overvåking. Dette gjelder også S. og M. Småvatn hvor det ble gjennomført kalkslutt i 2015. I motsetning anbefales det at man fortsetter overvåkingen av de innsjøene som ble kalket frem til 2018 for å få et sikrere datagrunnlag før man tar en beslutning om å stoppe overvåkingen helt.

Anbefalingene tar utgangspunkt i praksis fra tidligere overvåking av vannkjemi og målarter beskrevet i kap. 2. I Tabell 7 angis det for hver lokalitet en anbefalt innsats og prøvetakingsfrekvens for vannkjemi og biologiske undersøkelser basert på tilstedeværelse av målarter og vurderingene ovenfor.

Tabell 6. Anbefalt prøvetakingsfrekvens og forslag til år for undersøkelse for respektive aktivitet i overvåkingsprogrammet for kalkede innsjøer i Innlandet. Målarter: 1=ørret, 2=røye, 3=edelkreps, 4=elvemusling. Aktivitet: V=vannkjemi, FG=fiskeundersøkelse-garn, FE=fiskeundersøkelse-elfiske, EK=edelkreps (undersøkelser), EM=elvemusling (undersøkelser), BD=bunndyr (undersøkelser).

\*prøvetaking inngår som del av kalkingsaktiviteten, og vil derfor ikke bekostes av overvåkingsprogrammet så lenge kalkingsaktiviteten opprettholdes.

Innsjø	NVE-nr	Kalkes	Aktivitet vannkjemi	Innsats vannkjemi	År vannkjemi	Målarart	Aktivitet biologi	År biologi
Søndre Øyungen	369	Ja	Ja	2*	Alle	3,4	EM	1, 5
Nordre Billingen	363	Ja	Ja	2*	Alle	3,4	EK	4
Søndre Billingen	362	Ja	Ja	2*	Alle	3,4		
Store Sørvatnet	4555	Ja	Ja	2*	Alle	1	FE, BD	3
Vesle Sørvatnet	2999	Ja	Ja	2*	Alle	1	FE, BD	3
Selsjøen	636	Ja	Ja	2*	Alle	1*	FG, FE, BD	3
Storsandungen	4548	Ja	Ja	2	Alle	1		
Nordre Dalavatn	4563	Ja	Ja	2*	Alle	1	FE, BD	3
Bergevatn	4595	Ja	Ja	2*	Alle	1*		
Steinhyttvatn	7175	Ja	Ja	2*	Alle	1		
Fisketjernet	7192	Ja	Ja	2*	Alle	1		
Buåa (Harstadsjøen)	3100	Nei	Ja	1	Alle	3	EK	
Bæreia	4203	Nei	Ja	1	Alle	3	EK	2, 4
Nøklevatn	351	Nei	Ja	1	Alle	4	EM	
Kjerkesjøen	4013	Nei	Ja	1	Alle	4	EM	
Nøklevatnet	235	Nei	Ja	1	Alle	1		
Tannsjøen	3880	Nei	Ja	1	Alle	1		
Ryensjøen	33439	Nei	Ja	1	Alle	1	FG	2
Røtjønna	35691	Nei	Ja	1	Alle	2	FG	5
Hellsæren	7084	Nei	Ja	1	Alle	1,2		
Klypetjern	7081	Nei	Ja	1	Alle	1		
Ø. Rensjøvatn	7047	Nei	Ja	1	Alle	1		
Ø. Sautjern	7116	Nei	Ja	1	Alle	1		
Ø. Trevatn	7106	Nei	Ja	1	Alle	1		
Løynfisket	4561	Nei	Ja	1	Alle	1,2	BD	3
Rovtjernet	4709	Nei	Ja	1	Alle	1,2		
Svartjern	67092	Nei	Ja	1	Alle	1,2		
Vestlandsfjorden	632	Nei	Ja	1	Alle	1,2		
Saltbufjorden	5905	Nei	Ja	1	Alle	1,2		
S. Avrillen	4755	Nei	Ja	1	Alle	1		



## 4 Forslag til plan for videre innsjøkalking

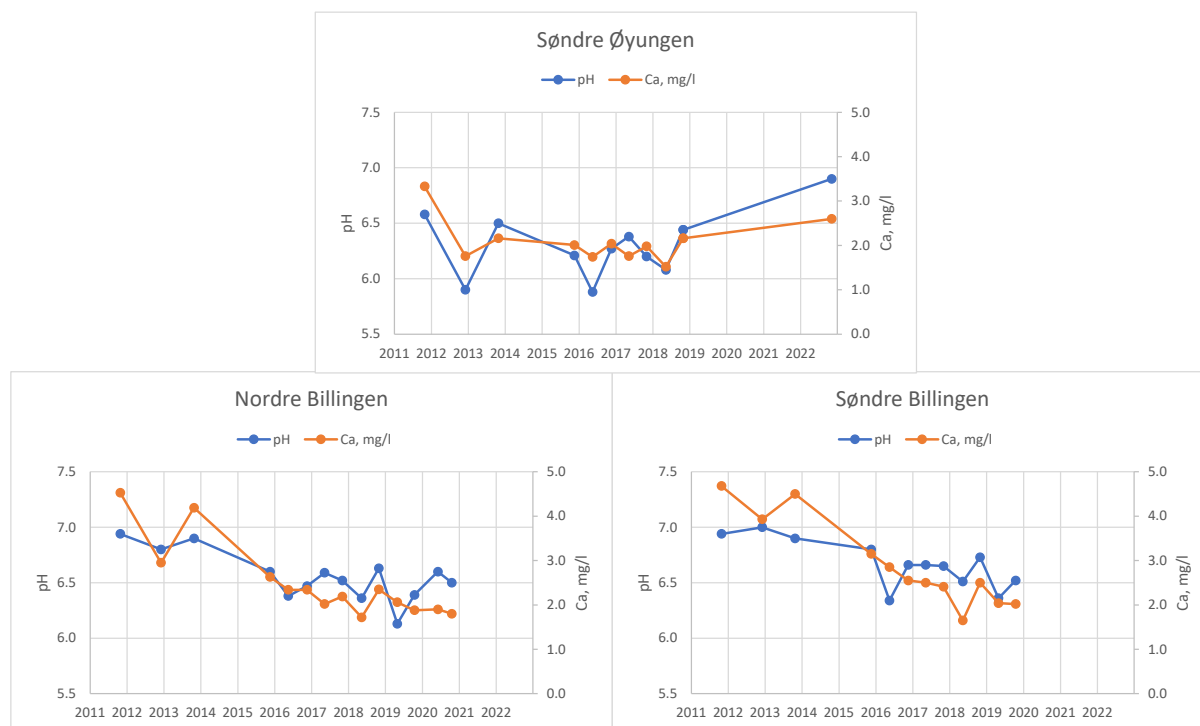
### 4.1 Vannkvalitet i de kalkede innsjøene, 2011-2022

#### Søndre Øyungen og Billingen (Eidskog)

Etter at kalkingen i innsjøene ble avsluttet i 2012/2013, ble den gjenopptatt i Søndre Øyungen i 2021 og i Nordre og Søndre Billingen i 2023. Førstnevnte innsjø har utløp mot Vrangselva som renner over grensen til Sverige ved Magnor. De to sistnevnte renner inn i Billa som renner inn i Sverige noen kilometer lenger øst.

Etter at kalkingen i Søndre Øyungen stoppet i 2013 har kalsiumkonsentrasjonen i vår- og høstprøvene ligget forholdsvis stabilt rundt 1,5-2,0 mg/l, mens pH har svinget mellom 5,9 og 6,5 (Figur 1). Det er bare tatt én prøve etter at kalkingen startet opp igjen i 2021, og denne høstprøven fra 2022 viser kalsium på 2,6 mg/l og pH på 6,9. Konsentrasjonen av labilt aluminium var 23 µg/l i vårprøven fra 2017, ellers har nivået ligget rundt 11-17 µg/l (Vedlegg 7.1). Innsjøen er humøs, med middel-TOC på 11,6 mg/l (Vedlegg 7.1).

I Nordre og Søndre Billingen var det en jevn nedgang i kalsiumkonsentrasjon fra nivåer på 4,2-4,5 mg/l på høsten etter siste kalking i 2013 til 1,8-2,0 mg/l på høsten i 2020. I samme periode sank pH-verdiene fra 6,9 til rundt 6,5. Begge innsjøbassengene er humøse med middel-TOC på 8,2-8,4 mg/l i hhv. Nordre og Søndre Billingen (Vedlegg 7.1). Det foreligger ikke vannprøver etter 2020 fra Billingen.



Figur 3. pH og kalsium-konsentrasjon i kalkede innsjøer i tidligere Hedmark fylke

## Innsjøer på Søndre Land Vestås

I alt fem innsjøer på Søndre Land Vestås kalkes per i dag. Tre av innsjøene (Store & Vesle Sørvatnet og Selsjøen) ligger i nedbørfeltet til Sandungselva/Lomdalselva som renner inn i Randsfjorden fra vest. De to andre, Nordre Dalavatn og Bergevatn, ligger i nedbørfeltet til Dalavasselva som renner inn i Vestre Bjonevatnet som har utløp i Sperillen fra øst.

Store og Vesle Sørvatnet har hatt forholdsvis store variasjoner i kalsiumkonsentrasjon siden 2011, med verdier ned mot 1,3 mg/l i vårprøvene og opp mot 5 mg/l i høstprøvene etter kalking (Figur 2). Det tyder på at tilsatt kalk fortynnes relativt raskt fram til neste omkalking, eller eventuelt at vårprøvene er tatt mens det fortsatt ligger is på innsjøene slik at det kan ligge et lag med surt vann under isen. pH-verdiene varierte mellom 6,0 og 7,2, med de laveste verdiene om våren. Det er kun én måling av labilt aluminium (LAL) i Store Sørvatnet (4 µg/l), mens Vesle Sørvatnet hadde verdier mellom 7 og 20 µg/l basert på 6 prøver (Vedlegg 7.1). TOC er kun målt én gang, hhv. 11,4 mg/l og 9,6 mg/l i Store og Vesle Sørvatnet. Middel-ANC i de to innsjøene var hhv. 189 og 147 µekv/l.

Selsjøen og Storsandungen (nedstrøms Selsjøen) hadde mindre variasjon i pH og kalsium gjennom året, noe som sannsynligvis skyldes en kombinasjon av lengre teoretisk oppholdstid for vannet i Selsjøen og kalking i innsjøene oppstrøms (Store og Vesle Sørvatnet). Kalsiumkonsentrasjonen lå rundt 1 mg/l i begge innsjøene, mens pH lå i intervallet 6,0-6,5 (Figur 2). Det er relativt få målinger av LAL, men prøvene som er tatt viser lave verdier (maksimum på hhv. 13 og 8 µg/l i Selsjøen og Storsandungen). Selsjøen og Storsandungen er noe mindre humøse og har lavere ANC enn Store og Vesle Sørvatnet (Vedlegg 7.1).

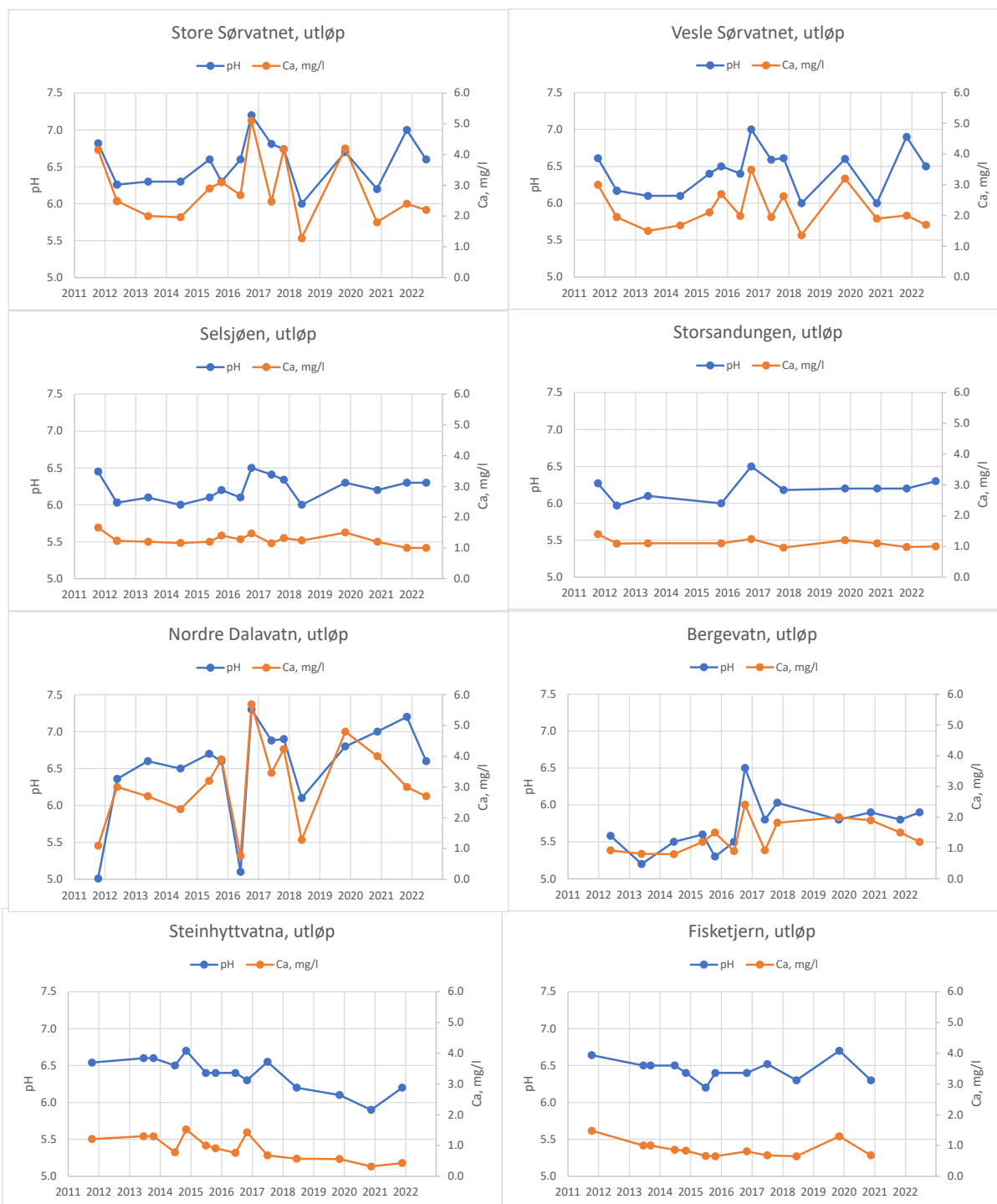
Nordre Dalavatn har hatt stor variasjon i kalsium og pH mellom vår- og høstprøvene (Figur 2). Det var et særlig stort gjennombrudd av surt vann i høstprøven fra 2011 og i vårprøven fra 2016, da pH var nede i hhv. 5,0 og 5,1. Det er uklart hva pH-droppene skyldes, da innsjøen har blitt kalket hvert år og vannet har forholdsvis lang oppholdstid (Tabell 2, Tabell 3). pH i høstprøven fra 2011 var muligens påvirket av humus-syrer, i og med at TOC-konsentrasjonen var såpass høy som 15 µg/l (Vedlegg 7.1). Det var overraskende lav LAL-konsentrasjon i den sure prøven fra 2011 (6 µg/l). Ellers varierte LAL mellom 6 og 20 µg/l i prøvene fra Nordre Dalavatn. ANC i prøvene fra innsjøen var i snitt 217 µekv/l, noe som er høyere enn innsjøene i Sandungselva-nedbørfeltet.

Bergevatn, som har utløp til Dalavasselva nedstrøms Nordre Dalavatn, hadde pH-verdier rundt 5,2-5,6 fram til 2016, da både pH og kalsiumkonsentrasjon ble løftet et hakk, trolig som følge av kalking (Figur 2). Etter 2016 har pH ligget rundt 5,8-6,0 i vår- og høstprøvene. Det er ingen målinger av labilt aluminium eller TOC i Bergevatn. ANC basert på 6 prøver viser en middelverdi på 107 µg/l (Vedlegg 7.1).

## Innsjøer på Hedalsfjella

De to innsjøene som kalkes på Hedalsfjella, Fisketjern og Steinhyttvatn, har utløp mot Fjellelva og videre til Aurdøla som renner inn i Sperillen fra nordvest.

Både Steinhyttvatn og Fisketjern har hatt relativt stabile pH-verdier omkring 6,5 siden 2011, men med en svakt fallende tendens i pH og kalsiumkonsentrasjon i Steinhyttvatn siden 2017 (Figur 2). Høstprøven i 2020 hadde pH på 5,9, mens høstprøven året etter viste pH 6,2. Det foreligger ingen målinger av labilt aluminium i de to innsjøene. Én TOC-måling i hver av innsjøene i 2011 indikerer at vannene er lite humuspåvirket (TOC 1,6-2,0 mg/l, Vedlegg 7.1). ANC i Steinhyttvatn og Fisketjern har ligget på hhv. 41 og 48 µekv/l i snitt.



Figur 4. pH og kalsium-konsentrasjon i kalkede innsjøer i tidligere Oppland fylke

## 4.2 Vannkvalitetsutvikling i ukalkede «nabosjøer»

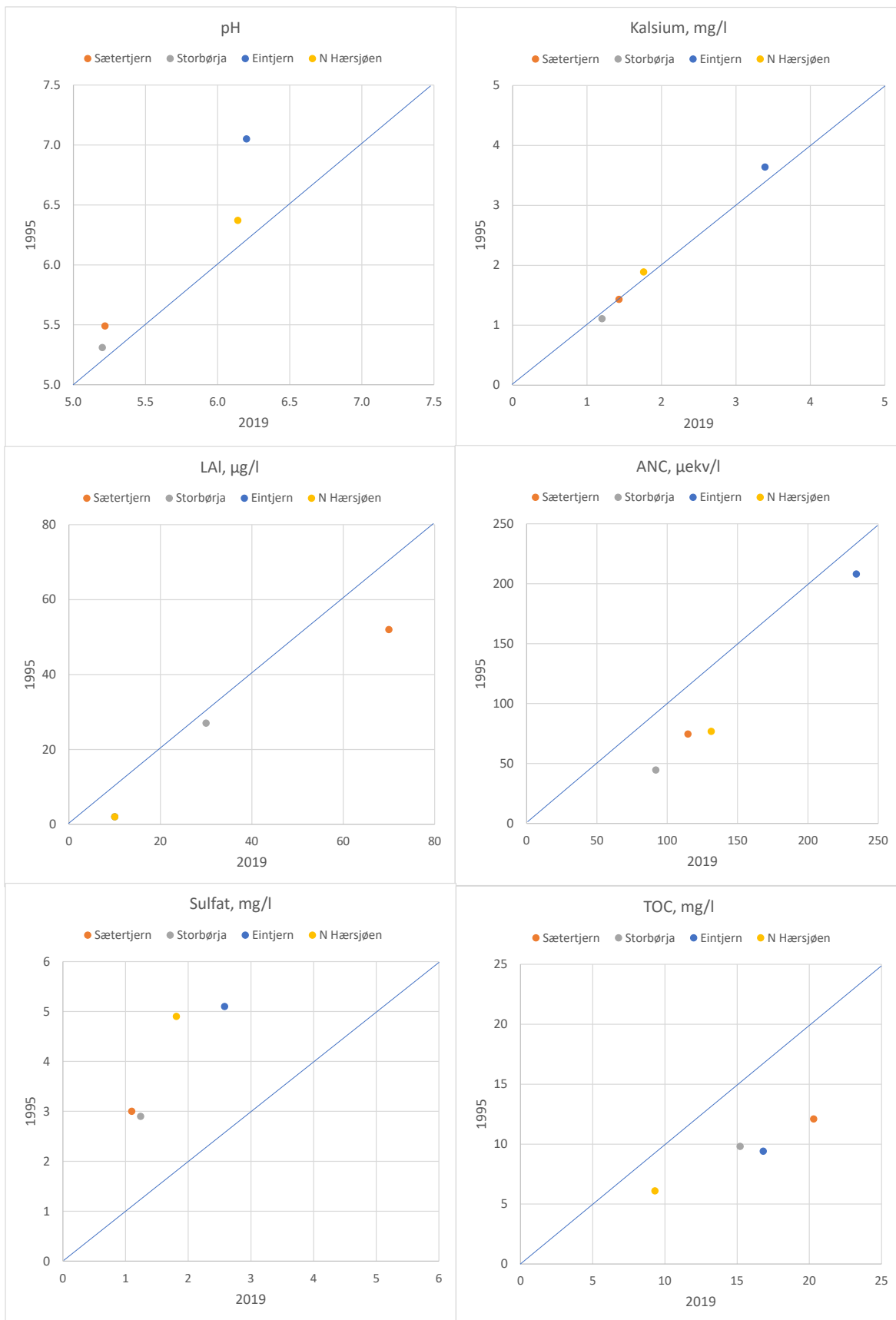
«Nabosjøene» er nærliggende innsjøer som ble prøvetatt under de nasjonale innsjøundersøkelsene i 1995 og 2019, de såkalte 1000-sjøers undersøkelsene (Hindar m.fl. 2020). Figur 3 og Figur 4 viser en sammenligning av vannkjemien i utvalgte «nabosjøer» mellom årene 1995 og 2019.

### **Nabosjøer til Søndre Øyungen og Billingen**

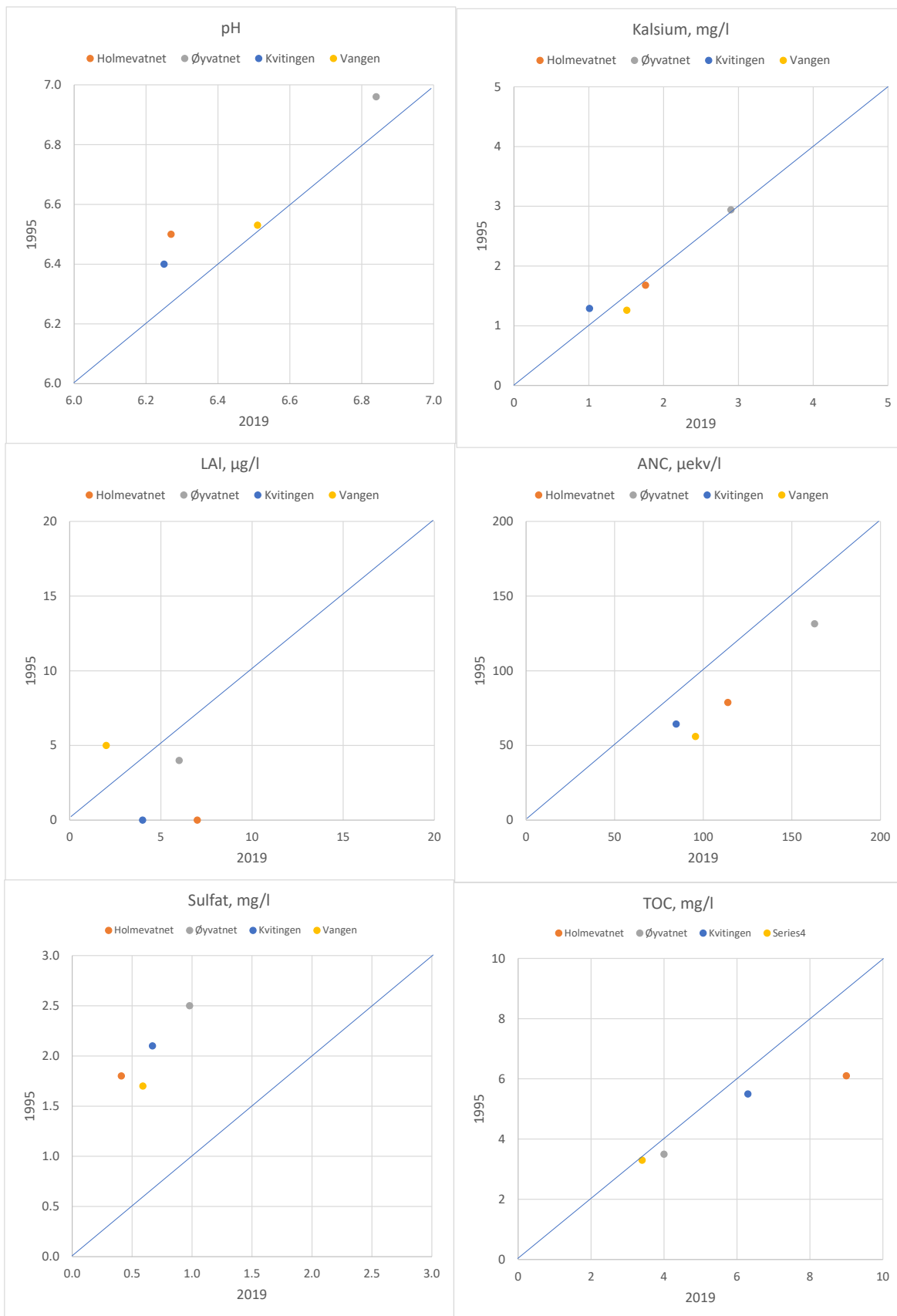
De fire nabosjøene som er valgt ut for å representere Søndre Øyungen og Billingen har vist en klar nedgang i sulfat samt en økning i TOC og ANC mellom 1995 og 2019 (Figur 3). Konsentrasjonen av kalsium var relativt uendret, noe som betyr at nedgangen i sulfat i stor grad er kompensert av økt TOC (og dermed organiske anioner) når det gjelder å trekke basekationer fra jorda til avrenningsvannet. Økningen i TOC og organiske syrer er trolig hovedårsaken til at pH i innsjøene var lavere og labilt aluminium høyere i 2019 enn i 1995. Det betyr at surheten i innsjøene i stadig større grad styres av naturlige prosesser (humussyrer) og i stadig minkende grad av forurensning som skyldes avsetning av svovel fra langtransportert forurenset luft og nedbør.

### **Nabosjøer til innsjøene på Søndre Land Vestås og Hedalsfjella.**

Også nabosjøene som er valgt ut for å representere innsjøene på Søndre Land Vestås og Hedalsfjella har vist en klar nedgang i sulfat og økning i ANC mellom 1995 og 2019 (Figur 4). TOC har også økt, men i forholdsvis liten grad, bortsett fra i Holmevatnet. Som i innsjøene i Hedmark, var pH lavere i 2019 enn i 1995, på tross av at sulfatkonsentrasjonen (som er knyttet til sur nedbør) er betydelig redusert. Konsentrasjonen av labilt aluminium var lav i alle de fire innsjøene både i 1995 og 2019.



Figur 5. Sammenligning vannkjemien i utvalgte nabosjøer til de kalkede innsjøene i Hedmark mellom årene 1995 og 2019. Data fra de landsomfattende 1000-sjøers undersøkelsene (Hindar m.fl. 2020).



Figur 6. Sammenligning vannkjemien i utvalgte nabosjøer til de kalkede innsjøene i Oppland mellom årene 1995 og 2019. Data fra de landsomfattende 1000-sjøers undersøkelsene (Hindar m.fl. 2020).

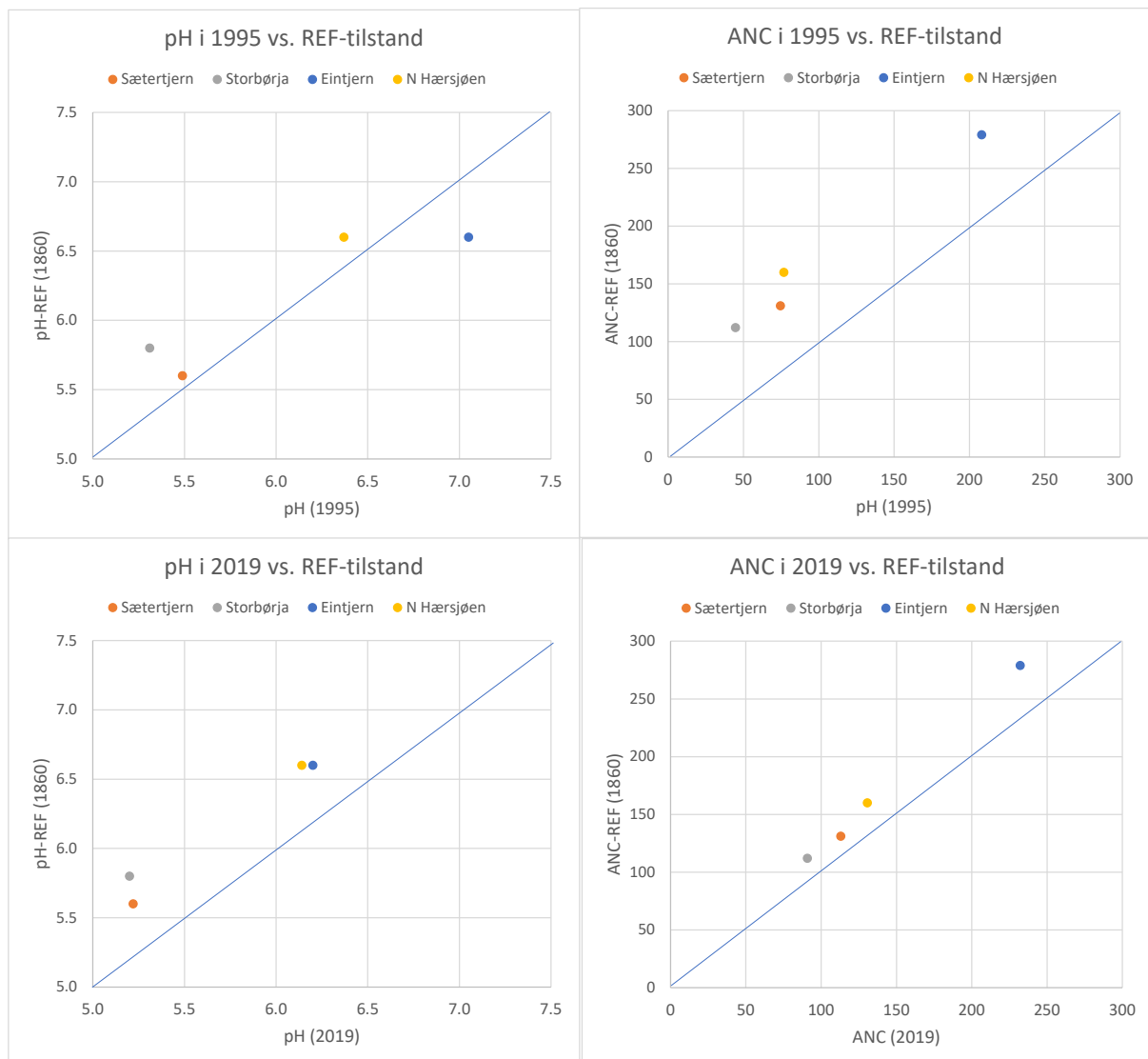
## 4.3 Vurdering av forsureningstilstand og behov for videre kalking

### Vurdering av nå-tilstand i forhold til antatt referansetilstand

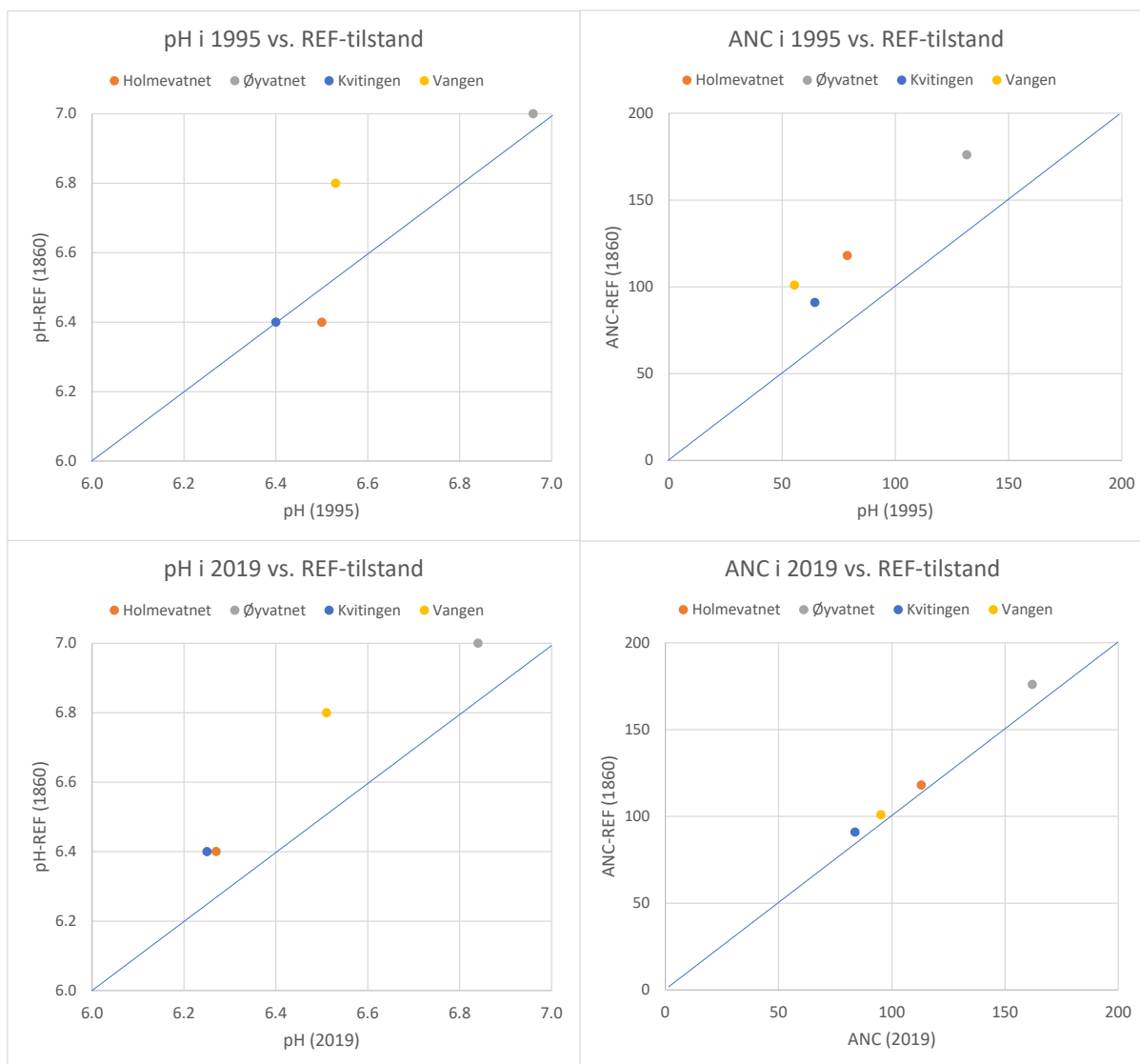
I Figur 5 og Figur 6 er pH og ANC i de utvalgte «nabosjøene» i 1995 og 2019 sammenlignet med antatt referansetilstand estimert ved hjelp av MAGIC Bibliotek (se nærmere omtale i kapittel 2.2).

De fire nabosjøene til Søndre Øyungen og Billingen har fra 1995 til 2019 nærmet seg referansetilstanden med hensyn til ANC, men ikke pH (Figur 5). Målt pH i 2019 lå lenger unna referansetilstanden enn tilfellet var i 1995, noe som hovedsakelig skyldes den dokumenterte TOC-økningen og større påvirkning fra organiske syrer (MAGIC Bibliotek tar ikke hensyn til endring i TOC).

Nabosjøene til innsjøene på Søndre Land Vestås og Hedalsfjella lå svært nær referansetilstanden for ANC i 2019, mens pH viste en negativ utvikling fra 1995 til 2019 (Figur 6). Som for innsjøene i Hedmark, skyldes den økte surheten en større påvirkning fra organiske syrer. Dette er en naturlig kilde til surhet, i motsetning til forsurening som skyldes langtransporterte forurensninger.



Figur 7. «Nabo-sjøene» til de kalkede innsjøene i Hedmark: Vannkjemi i 1995 og 2019 sammenlignet med antatt referansetilstand estimert fra MAGIC Bibliotek.



Figur 8. «Nabo-sjøene» til de kalkede innsjøene i Oppland: Vannkjemi i 1995 og 2019 sammenlignet med antatt referansetilstand estimert fra MAGIC Bibliotek.

### Vurdering av videre kalkingsbehov

#### Søndre Øyungen og Billingen:

Selv om innsjøene sannsynligvis begynner å nærme seg naturlig referansetilstand med hensyn til ANC, anbefales det inntil videre fortsatt kalking av hensyn til bestanden av elvemusling og edelkreps. Beregning av antatt nødvendige kalkdoser er foretatt i kapittel 4.4.

#### Innsjøene på Søndre Land Vestås og i Hedalsfjella:

Data fra nabosjøene tyder på at innsjøene på Søndre Land Vestås og Hedalsfjella nå er svært nær referansetilstanden med hensyn til ANC (Figur 6). I og med at det er forholdsvis spinkelt med data på vannkjemi og biologi fra de senere årene, foreslår vi at en fortsetter kalkingen inntil videre, men trapper opp overvåkingen slik at kalkingsbehovet kan vurderes nærmere fra år til år. Beregning av antatt nødvendige kalkdoser er foretatt i kapittel 4.4.



## 4.4 Forslag til kalkingsplan 2024-2028

### 4.4.1. Fastsettelse av pH-mål basert på aktuelle målarter

Beregningene av kalkdoser og årlig kalkingsbehov er basert på de foreslåtte pH- og kalsium-målene i Tabell 7 og sammenhengen mellom pH og kalsium i de ulike vassdragsområdene som innsjøene er gitt i (Figur 7). Bakgrunnen for de foreslåtte vannkvalitetsmålene er nærmere omtalt i kapittel 2.1.

*Tabell 7. Forslag til pH- og kalsium-mål for de ulike innsjøene. Avvik i kalsium-målene i forhold til de generelle anbefalingene i kapittel 2.1 skyldes at pH/kalsium-forholdet varierer mellom de ulike innsjøene (illustrert i Figur 7).*

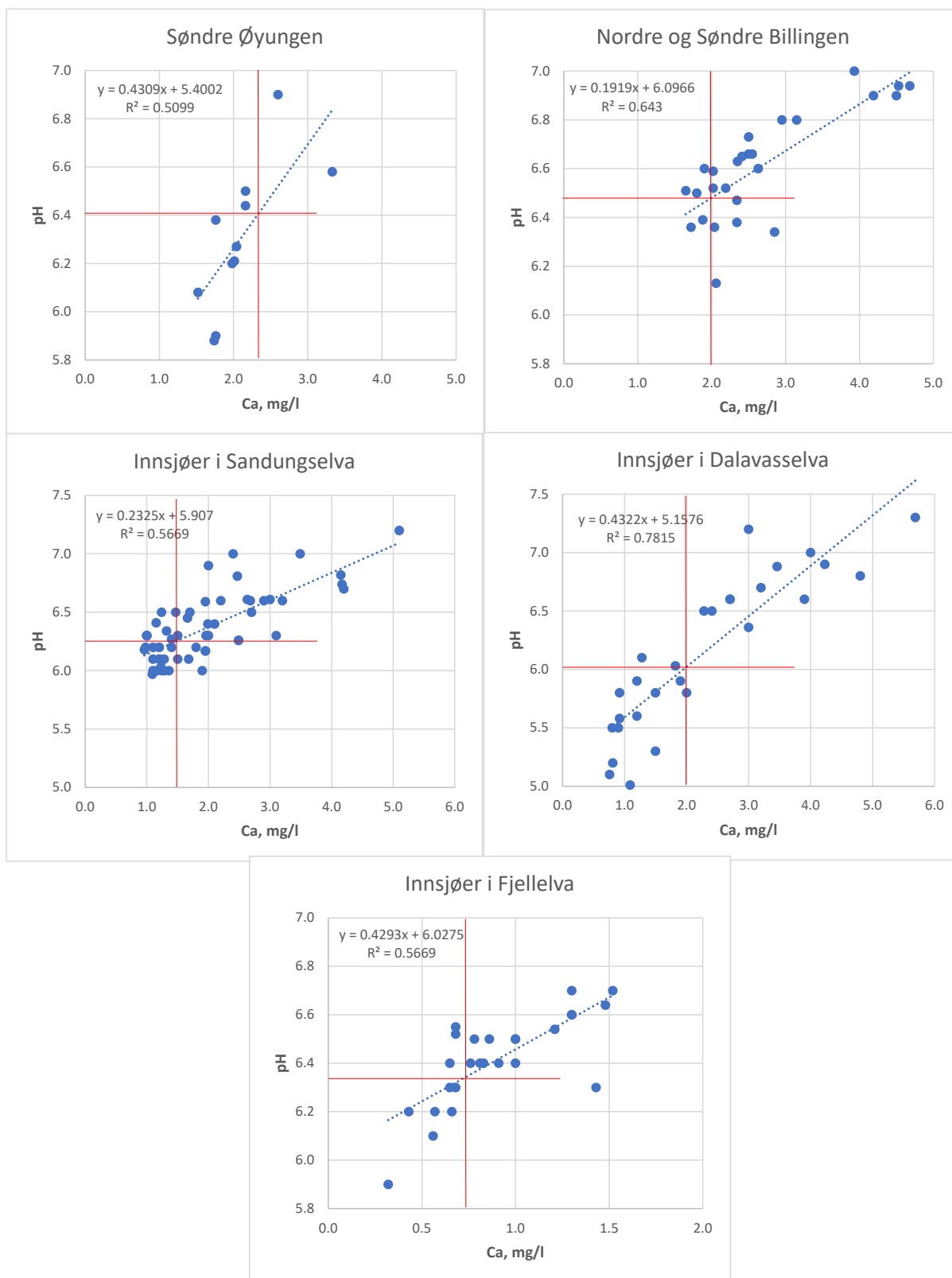
	Målarter	pH-mål	Ca-mål (mg/l)
Søndre Øyungen	Musling og kreps	6.4	2.0-2.5
Nordre Billingen	Musling og kreps	6.4	2.0-2.5
Søndre Billingen	Musling og kreps	6.4	2.0-2.5
Store Sørvatnet	Ørret og evt. røye	6.0	1.5
Vesle Sørvatnet	Ørret og evt. røye	6.0	1.5
Selsjøen	Ørret og evt. røye	6.0	1.5
Nordre Dalavatn	Ørret og evt. røye	6.0	2.0
Bergevatn	Ørret og evt. røye	6.0	2.0
Fisketjern	Ørret og evt. røye	6.0	0.75
Steinhyttvatn	Ørret og evt. røye	6.0	0.75

### 4.4.2. Beregning av kalkdoser og årlig kalkingsbehov

Tabell 8 viser grunnlaget for beregningene av kalkdoser og kalkingsbehov i de aktuelle innsjøene. Samlet for alle innsjøene er det beregnet et årlig kalkingsbehov på 192 tonn, noe som er 23% lavere enn kalkmengdene som ble benyttet i de samme innsjøene i 2023. Figur 8 viser en sammenligning av brukt kalkmengde i 2023 og estimert kalkingsbehov fra 2024 for hver enkelt innsjø. Den største reduksjonen er foreslått i Nordre og Søndre Billingen. Det forholdsvis store avviket skyldes sannsynligvis at innsjøene i 2023 ble kalket for første gang siden 2013, og at det da var behov for å kalke for hele innsjøvolumet i tillegg til ett års tilsig. Fra 2024 er det bare behov for å kalke for det årlige tilsiget av ukalket vann.

For Bergevatn i Dalavasselva er det estimert et kalkingsbehov på 18 tonn/år, noe som er betydelig mer enn kalkmengden som ble tilført i 2023 (4 tonn). Sistnevnte kalkmengde vil bare påvirke vannkvaliteten i ubetydelig grad, og vi anbefaler derfor at kalkingen her enten økes til nivået vi har antydnet, eller kuttes helt.

Det forventes liten endring i forsureningsstrykket i løpet av de nærmeste årene. Den nedadgående trenden i avsetning av svovel- og nitrogenforbindelser har i stor grad flatet ut de siste tiårene, og endringen i jordas basemetning etter den foregående forsursperioden går svært sakte. Det er derfor antatt at det årlige kalkbehovet vil være konstant i planperioden.

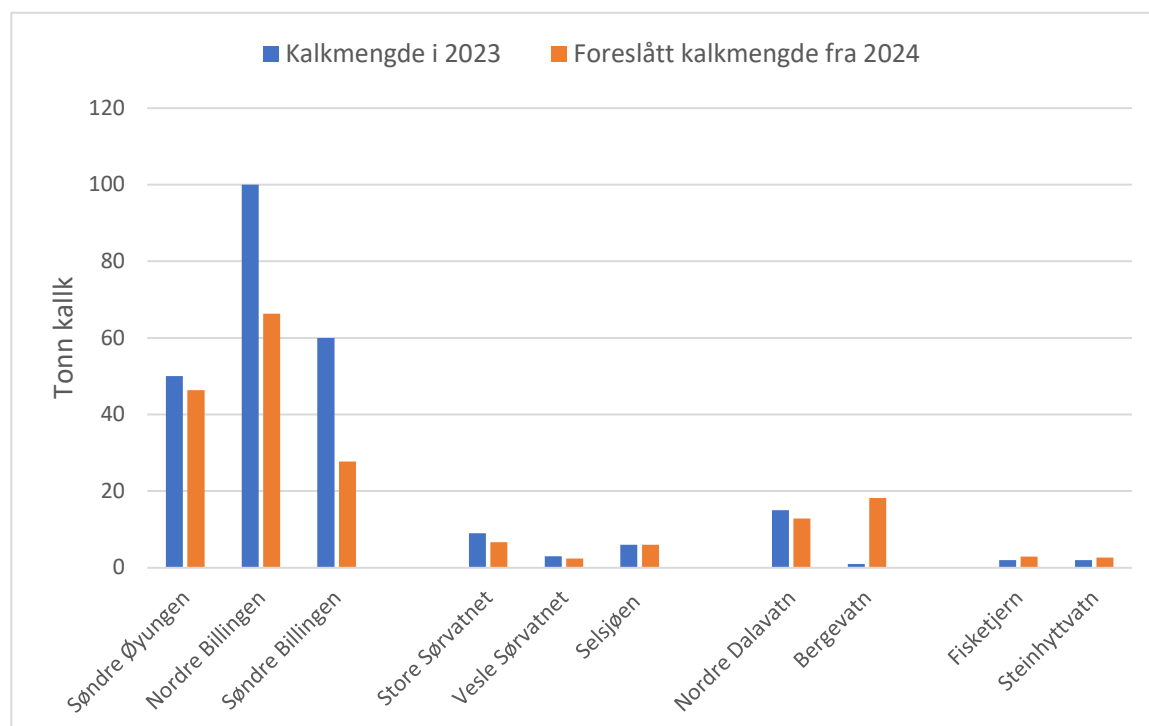


Figur 9. Kalsium/pH-forhold i de ulike vassdragsområdene. Sandungselva og Dalavasselva omfatter innsjøene på Søndre Land Vestås, og Fjellelva omfatter innsjøene på Hedalsfjella. Kurvene er basert på vannkjemidata for perioden 2011-2022.

Tabell 8. Estimert kalkingsbehov i innsjøene fra 2024. Kalsiumkonsentrasjon i ukalket vann er basert på data fra nabosjøene (jf. Tabell 5).

	Ukalket Ca (mg/l)	Ca-mål (mg/l)	Ca-behov (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> -behov (g/m <sup>3</sup> )	CaCO <sub>3</sub> -behov (tonn/år)	Kalkbehov <sup>1</sup> (tonn/år)
Søndre Øyungen	1.25	2.25	1	2.5	25.0	46
Nordre Billingen	1.25	2.25	1	2.5	35.8	66
Søndre Billingen	1.25	2.25	1	2.5	15.0	28
Store Sørvatnet	1.0	2.4	1.4	3.5	3.6	7
Vesle Sørvatnet	1.0	2.4	1.4	3.5	1.3	2
Selsjøen	1.0	1.5	0.5	1.0	3.2	6
Nordre Dalavatn	0.75	2.0	1.25	3.125	6.9	13
Bergevatn	0.75	2.0	1.25	3.125	9.8	18
Fisketjern	0.25	0.75	0.5	1.25	1.6	3
Steinhyttvatn	0.25	0.75	0.5	1.25	1.4	3

<sup>1</sup> Basert på en vilkårlig kalktype med CaCO<sub>3</sub>-innhold på 90% og momentanoppløsning på 60%.



Figur 10. Sammenligning av brukt kalkmengde i 2023 (jf. Tabell 3) og estimert kalkingsbehov fra 2024 (jf. Tabell 9).

#### 4.4.3. Andre potensielle kalkingsobjekter

I tillegg til innsjøene som allerede kalkes per i dag, kan det også på basis av overvåkingsprogrammet som er foreslått i kapittel 3 være aktuelt å vurdere behov for kalking av enkelte andre lokaliteter. Det vil i første rekke vært innsjøer med målarter som har høye vannkvalitetskrav (musling og kreps) og hvor bestandene vurderes å være under press på grunn av tidvis dårlig vannkvalitet. Eksempler på slike lokaliteter er f.eks. Buåa/Harstadsjøen.

Når det gjelder Buåa er det dokumentert kraftige forsuringsepisoder i innløpet til Harstadsjøen som antas å ha en negativ innvirkning på krepsebestanden i vassdraget (Johnsen mfl. 2023, [www.snief.org/](http://www.snief.org/)). Harstadsjøen (innsjø nr. 3100) har et stort nedbørfelt (67,6 km<sup>2</sup>), hvorav Buåa utgjør det klart største delnedbørfeltet (57,5 km<sup>2</sup>). Harstadsjøen er en forholdsvis liten innsjø (0,70 km<sup>2</sup>) i forhold til det store nedbørfeltet, og den teoretiske oppholdstiden for vannet i innsjøen antas derfor å være for kort til at den egner seg for innsjøkalking. De mest aktuelle kalkingsstrategiene vil derfor enten være å kalke Buåa med doserer, eller å legge ut grovkalk i strandsonen av Harstadsjøen og på elvestrekninger for å bedre vannkvaliteten lokalt på steder hvor krepsen oppholder seg.

#### 4.4.4. Effektoppfølgning

I og med at flere av innsjøene sannsynligvis er svært nær referansetilstanden med hensyn til forsuring, anbefaler vi en tettere effektoppfølgning av kalkingen de nærmeste årene for å kunne vurdere om kalkingen kan reduseres eller etter hvert kuttes helt. Det gjelder spesielt innsjøene på Søndre Land Vestås og i Hedalsfjella, hvor det primært kalkes for ørret og røye (der den er til stede). Fisk er mer robust i forhold til forsuring enn musling og kreps som er målarterne for kalkingen i Søndre Øyungen og Billingen.

Når det gjelder vannkjemisk oppfølging i de kalkede innsjøene, foreslår vi at det fortsettes med prøvetaking i utløpene av innsjøene på våren og høsten. For å få mest mulig representative prøver, bør en forsøke å gjennomføre prøvetakingen under (eller så nær som mulig) full vår- og høstsirkulasjonen. Dvs. at vårprøvene bør tas ca. en uke etter isgang og at høstprøvene tas før temperaturen i overflatevannet synker under 4 grader.

Vi foreslår at temperatur måles og noteres i felt og at følgende parametere analyseres i alle prøver: pH, kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, nitrat, reaktivt aluminium, ikke-labilt aluminium og totalt organisk karbon. Med denne parametersammensetningen vil det være mulig å beregne ANC samt koble resultatene til MAGIC Bibliotek, slik at det kan beregnes før-industriell referansetilstand for hver innsjø. Det siste vil gi et grunnlag for fortløpende vurdering av om innsjøene fremdeles er antropogent forsuret og har behov for videre kalking, eller om surheten hovedsakelig skyldes naturlige prosesser og ikke gir grunnlag for videre kalking.

## 5 Konklusjoner

### Overvåkingsplan

- Vi anbefaler at det overvåkes for vannkjemi med hensyn til forsurening i Buåa (Harstadsjøen) i Eidskog kommune, Bæreia i Kongsvinger kommune, Nøklevatn og Kjerkesjøen i Grue kommune, Nøklevatnet og Tannsjøen i Åsnes kommune, Ryensjøen i Rendalen kommune, Røtjøna i Os kommune, Hellesæren, Klypetjern, Øvre Rensjøvant, Øvre Sautjern og Øvre Trevatn i Sør-Aurdal kommune, Løynfisket i Søndre Land kommune og Rovtjernnet, Svarttjernet, Vestlandsfjorden, Saltbufjorden og Store Avrillen i Gran kommune.
- Det anbefales at det blir gjennomført en krepseundersøkelse i Nordre Billingen i Billavassdraget og i Bæreia øverst i Vrangselva-vassdraget i dette programmet.
- Det anbefales at elvemuslingbestanden i Bråtaåa (utløpsbekken til Søndre-Øyungen) samt i Nøklevatnet og Kjerkesjøen i Grue undersøkes gjennom dette programmet.
- Det anbefales i tillegg at det biologiske kvalitetselementet «fisk» blir undersøkt i Store- og Vesle Sørvatnet (el-fiske), Selsjøen (el- og garnfiske), Nordre Dalavatn (el-fiske) og Røtjøna (garnfiske), og at det biologiske kvalitetselementet «bunndyr» blir undersøkt i utløpsbekkene til Store- og Vesle Sørvatnet, Selsjøen, Nordre Dalavatn og Løynfisket.

### Kalkingsplan

- I Søndre Øyungen, samt Nordre og Søndre Billingen anbefales det inntil videre fortsatt kalking med tanke på bestandene av elvemusling og edelkreps som har høyere vannkvalitetskrav enn ørret.
- Data fra ukalkede nabosjøer tyder på at de kalkede innsjøene på Søndre Land Vestås (fem lokaliteter) og i Hedalsfjella (to lokaliteter) er svært nær referansetilstanden med hensyn til forsurening. På grunn av spinkelt datagrunnlag på vannkjemi og biologi de siste årene, foreslår vi at en inntil videre fortsetter kalkingen med hensyn til ørretbestandene, men trapper opp overvåkingen slik at kalkingsbehovet kan vurderes nærmere fra år til år.
- For Bergevatn på Søndre Land Vestås er det estimert et kalkingsbehov som er betydelig mer enn kalkmengden som er blitt tilført de siste årene. Vi anbefaler derfor at kalkingen her enten økes til nivået vi har antydnet, eller kuttes helt.
- Samlet for innsjøene som kalkes i dag er det beregnet et årlig kalkingsbehov på 192 tonn, noe som er 23% lavere enn kalkmengdene som ble benyttet i 2023. Det antas at det årlige kalkbehovet vil være relativt konstant de neste fem årene på grunn av lite endring i forsureningsstrykket fra sur nedbør.
- I tillegg til innsjøene som allerede kalkes per i dag, kan det være aktuelt å vurdere kalking av lokaliteter med spesielt utsatte bestander av musling og kreps. Ett eksempel på dette er Buåa/Harstadsjøen i Eidskog kommune.
- Det anbefales å intensivere overvåkingen i de kalkede sjøene for å kunne vurdere om kalkingen kan reduseres eller etter hvert kuttes helt. Det gjelder spesielt innsjøene på Søndre Land Vestås og i Hedalsfjella, hvor ørret er målart for kalkingen.

## 6 Referanser

- Austnes K. 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland. NIVA-rapport 6296, 32 s.
- Austnes, K., Gundersen, C. B., Sample, J. E. & Lund, E. 2023. Overskridelser av tålegrenser for forsuring og overgjødning for Norge. Oppdatering med perioden 2017-2021. NIVA-rapport 7879, 39 s.
- Brudal, B. 1996. Oversikt over vannkjemidata i Oppland frem til 1995. Fylkesmannen i Oppland miljøvernavdelingen, notat, 48 s.
- Carlson, P. E., Johnson, R. K., Aroviita, J., Velle, G. & Fölster, J. 2023. Assessing acidity impacts in Nordic lakes and streams: Development of a macroinvertebrate-based multimetric index to quantify degradation and recovery, *Ecological Indicators*, Volume 155
- Cosby, B. J., G. M. Hornberger, J. N. Galloway, and R. F. Wright. 1985. Modelling the effects of acid deposition: assessment of a lumped parameter model of soil water and streamwater chemistry. *Water Resources Research* 21:51-63.
- De Wit, H. A., Valinia, S., Weyhenmeyer, G.A., Futter, M.N., Kortelainen, P., Austnes, K., ... Vuorenma, J. 2016. Current browning of surface waters will be further promoted by wetter climate. *Environmental Science & Technology Letters*, 3(12), 430-435.
- Direktoratsgruppen 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Garmo, Ø. A. & Austnes, K. 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark. NIVA-rapport 6304, 46 s.
- Garmo, Ø.A., Johnsen, S.I., Dokk, J.G., Holter, T.H., Håll, J., Løvik, J.E. & Olstad K. 2019. Vannkjemisk utvikling og biologisk tilstand etter kalkslutt i innsjøer i Hedmark. NIVA-rapport 7400.
- Garmo, Ø.A., Johnsen, S.I., Eriksen, T.E., Løvik, J.E. & Olstad, K. 2017. Vannkjemisk utvikling og biologisk tilstand etter kalkslutt i innsjøer i Hedmark. NIVA-rapport 7174, 124 s.
- Hegge, O., Saksgård, R. & Rustadbakken, A. 2004. Utlegging av kalkholdig grus på gyteplasser for røye i Fjorda, Gran kommune. Undersøkelse av gyting og klekking. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. nr. 4/04, 12 s + vedlegg.
- Hindar, A., Ø. Garmo, K. Austnes, & J. E. Sample. 2020. Nasjonal innsjøundersøkelse 2019. NIVA-rapport 7530-2020. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo.
- Johnsen, S. I., Garmo, Ø. A., Larsen, B. M. & Olstad K. 2020. Utredning av kalkingsbehov for utvalgte målarter i enkelte grensevassdrag mot Sverige. NINA-rapport 1805. Norsk institutt for naturforskning.
- Johnsen, S.I., Strand, D.A. & Amundsen M.M. 2023. Nasjonal overvåking av edelkreps og spredning av signalkreps - presentasjon av overvåkingsdata og bestandsstatus – oppdatert 2023 – NINA Rapport 2223 (under arbeid)

- Karlson, R. & Broderstad, B. 2016. Bunndyr- og begroingsundersøkelser i forsurede områder i Søndre Land kommune 2015. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapp. nr. 5/16, 27s.
- Karlson, R. & Lie, E. F. 2015. Bunndyrundersøkelser i forsurede områder i Sør-Aurdal og Gran kommuner i 2014. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapp. Nr. 1/15, 22 s + vedlegg.
- Kristjánsson, L. T. 1994. Befaring av forsurede bekker og vurdering av tiltak i dem, i kommunene Gran, Søndre Land og Sør- Aurdal. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavd, notat, 14 2.
- Larsen, B.M., Magerøy, J.H. & Gosselin, M.-P. 2023. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2022. NINA Rapport 2322. Norsk institutt for naturforskning.
- Linløkken, A. 1989. Kalkingsplan for Hedmark, Fylkesmannen i Hedmark, rapp 34
- Linløkken, A. 1991. Kalkingsplan for grensekryssende vassdrag i Hedmark. Fylkesmannen i Hedmark, rapp 48.
- Norum, I. C. J. 2014. Prøvefiske i Selsjøen, Løynfisket og Nordre Dalavatn, Søndre Land kommune. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapp. Nr. 6/14, 22 s + vedlegg.
- Olstad, K., Garmo, Ø., Austnes, K., Kaste Ø., Linløkken, A. N., Høgberget, R. & Johnsen, S. I. 2020. Utredning av mulig kalkingsbehov for å ivareta storørretbestanden i Flagstadelva. NINA-rapport 1915. Norsk institutt for naturforskning.
- Qvenild, T. 1996. Kalkingsplan for Hedmark, 1995-1999. Fylkesmannen i Hedmark, rapp 9-96
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rognerud S., 1992. Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernnavdelingen, rapport 4/92, 30 sider + vedlegg
- Rustadbakken, A. & Westly, T. 2000. Undersøkelse av fiskebestandene i 17 kalkede lokaliteter i Oppland 1999. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen, Rapp. nr. 2/00, 73 s.
- Sevaldrud, I. H. & Hegge O. 1987. Fiskestatus i forsuringfølsomme områder i Oppland, Fylkesmannen i Oppland, rapp. 8-87
- Sevaldrud, I. H., Hegge, O. & Skurdal, J. 1989. Kalkingsplan for Oppland. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernnavdelingen. Rapp. nr. 18/89, 74 s.
- Sevaldrud, I.H., Vingen, K., Kristiansson, L.T., Øxnevad, S.& Hegge, O. 1996. Plan for kalking av fiskevann i Oppland. Fylkesmannen i Oppland rapp 9-96
- Torgersen, P. 2007. Undersøkelse av fiskebestandene i 19 kalkede lokaliteter i Oppland - Status og rekruttering. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen, Rapp. nr.6/07, 53 s.
- Vogt, R. D. & Skancke, L. B. 2022. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Vannkemiske effekter 2021. Miljødirektoratet, rapport M-2347|2022, 98 s.
- Weyhenmeyer, G. A., Hartmann, J., Hessen, D. O., Kopáček, J., Hejzlar, J., Jacquet, S., Hamilton, S. K., Verburg, P., Leach, T. H., Schmid, M. & Flaim G. 2019. Widespread diminishing anthropogenic effects on calcium in freshwaters. Scientific Reports, 9(1), pp. 1-10.
- Wærvågen, S. B. & Nilssen, J. P. 2002. Effekter av kalking og naturlig restaurering av forsurede innsjøer i Oppland 200 I. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen, Rapp. nr. 3/02, 60 s.
- Aas, W., Eckhardt, S., Fiebig, M., Solberg, S., Platt, S. M., Yttri, K. E. & Zwaafink, C. G. 2021. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2020. Norwegian Environment Agency, report M-2072|2021, NILU report 13/2021, 133 pp.

# 7 Vedlegg

## 7.1 Vannkjemiske data for kalka innsjøer i Innlandet

Kilde: <https://vanmiljo.miljodirektoratet.no/>

Vannlokalitet	NVE-nr	Vannlok_kode	Dato	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	LAI µg/l	SO4 mg/l	TOC mg/l	Farge mg Pt/l	ANC µekv/l
Søndre Øyungen	369	313-29355	26/10/2011	6.58	3.33	0.54		1.63	13.6	125	197
Søndre Øyungen	369	313-29355	03/12/2012	5.90	1.76				15.0	152	
Søndre Øyungen	369	313-29355	25/10/2013	6.50	2.16				9.6	87	
Søndre Øyungen	369	313-29355	17/11/2015	6.21	2.01	0.54	14	1.71	11.5		136
Søndre Øyungen	369	313-29355	15/05/2016	5.88	1.74	0.54	17	1.53	11.3		124
Søndre Øyungen	369	313-29355	17/11/2016	6.27	2.04	0.57	13	1.67	10.5		139
Søndre Øyungen	369	313-29355	09/05/2017	6.38	1.76	0.53	23	1.37	10.5		132
Søndre Øyungen	369	313-29355	01/11/2017	6.20	1.98	0.57	13	1.40	12.7		145
Søndre Øyungen	369	313-29355	11/05/2018	6.08	1.52	0.47	17	1.32	11.4		117
Søndre Øyungen	369	313-29355	29/10/2018	6.44	2.16	0.61	11	1.67	9.8		154
Søndre Øyungen, utløp	369	313-84456	08/11/2022	6.90	2.60	1.10		2.40			203
	<b>Middel</b>			<b>6.30</b>	<b>2.10</b>	<b>0.61</b>	<b>15</b>	<b>1.63</b>	<b>11.6</b>	<b>121</b>	<b>150</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.30</b>	<b>0.50</b>	<b>0.19</b>	<b>4</b>	<b>0.32</b>	<b>1.7</b>	<b>33</b>	<b>31</b>
Nordre Billingen	363	313-55814	26/10/2011	6.94	4.53	0.53		1.88	9.5	72	249
Nordre Billingen	363	313-55814	03/12/2012	6.80	2.95				8.7	69	
Nordre Billingen	363	313-55814	25/10/2013	6.90	4.19				8.1	65	
Nordre Billingen	363	313-55814	17/11/2015	6.60	2.63	0.49	10	1.76	8.6		161
Nordre Billingen	363	313-55814	15/05/2016	6.38	2.34	0.49	9	1.68	8.6		145
Nordre Billingen	363	313-55814	17/11/2016	6.47	2.34	0.48	8	1.68	7.9		145
Nordre Billingen	363	313-55814	09/05/2017	6.59	2.02	0.46	16	1.39	8.4		137
Nordre Billingen	363	313-55814	01/11/2017	6.52	2.19	0.50	8	1.49	8.8		147
Nordre Billingen	363	313-55814	11/05/2018	6.36	1.72	0.44	9	1.43	8.4		120
Nordre Billingen	363	313-55814	29/10/2018	6.63	2.35	0.55	7	1.70	7.6		157
Nordre Billingen, utløp	363	313-57331	30/04/2019	6.13	2.06	0.54				67	
Nordre Billingen, utløp	363	313-57331	16/10/2019	6.39	1.88	0.50				66	
Nordre Billingen, utløp	363	313-57331	04/06/2020	6.60	1.90	0.56		2.10	8.4		123
Nordre Billingen, utløp	363	313-57331	20/10/2020	6.50	1.80	0.57		2.90	7.4		99
	<b>Middel</b>			<b>6.56</b>	<b>2.49</b>	<b>0.51</b>	<b>10</b>	<b>1.80</b>	<b>8.4</b>	<b>68</b>	<b>148</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.22</b>	<b>0.86</b>	<b>0.04</b>	<b>3</b>	<b>0.44</b>	<b>0.6</b>	<b>3</b>	<b>40</b>
Søndre Billingen	362	313-43581	26/10/2011	6.94	4.68	0.57		1.85	8.8	70	265
Søndre Billingen	362	313-43581	03/12/2012	7.00	3.93				9.4	75	
Søndre Billingen	362	313-43581	24/10/2013	6.90	4.50				7.8	55	
Søndre Billingen, utløp	362	313-57330	17/11/2015	6.80	3.15	0.59	9	1.93	7.7		192
Søndre Billingen, utløp	362	313-57330	15/05/2016	6.34	2.85	0.60	5	1.86	7.3		165
Søndre Billingen, utløp	362	313-57330	17/11/2016	6.66	2.55	0.53	11	1.80	7.1		157
Søndre Billingen	362	313-43581	09/05/2017	6.66	2.50	0.52	14	1.47	11.1		166
Søndre Billingen	362	313-43581	01/11/2017	6.65	2.41	0.56	7	1.64	7.7		160
Søndre Billingen	362	313-43581	11/05/2018	6.51	1.65	0.46	12	1.52	7.7		117
Søndre Billingen	362	313-43581	29/10/2018	6.73	2.50	0.61	6	1.79	7.1		168
Søndre Billingen, utløp	362	313-57330	30/04/2019	6.36	2.04	0.56				56	
Søndre Billingen, utløp	362	313-57330	16/10/2019	6.52	2.02	0.56				52	
	<b>Middel</b>			<b>6.67</b>	<b>2.90</b>	<b>0.56</b>	<b>9</b>	<b>1.73</b>	<b>8.2</b>	<b>62</b>	<b>174</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.22</b>	<b>0.98</b>	<b>0.04</b>	<b>3</b>	<b>0.17</b>	<b>1.3</b>	<b>10</b>	<b>42</b>



Vannlokalitet	NVE-nr	Vannlok_kode	Dato	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	LA µg/l	SO4 mg/l	TOC mg/l	Farge mg Pt/l	ANC µekv/l
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	10/10/2011	6.82	4.15	0.16	4	0.70	11.4		216
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	21/05/2012	6.26	2.49						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	21/05/2012	6.26	2.49						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	27/05/2013	6.30	2.00						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	16/06/2014	6.30	1.96						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	29/05/2015	6.60	2.90						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	18/10/2015	6.30	3.10	0.20		0.61			140
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	31/05/2016	6.60	2.68						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	09/10/2016	7.20	5.10	0.21		1.00			243
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	03/06/2017	6.81	2.47						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	29/10/2017	6.74	4.17	0.16		0.38			
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	30/05/2018	6.00	1.28						
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	31/10/2019	6.70	4.20	0.17		0.66			218
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	12/11/2020	6.20	1.80	0.41		0.47			123
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	02/11/2021	7.00	2.40	0.97		0.46			181
Store Sørvatnet, utløp	4555	012-53351	20/06/2022	6.60	2.20	0.69		0.47			205
	<b>Middel</b>			<b>6.54</b>	<b>2.84</b>	<b>0.37</b>	<b>4</b>	<b>0.59</b>	<b>11.4</b>		<b>189</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.33</b>	<b>1.05</b>	<b>0.30</b>		<b>0.20</b>			<b>44</b>
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	10/10/2011	6.61	3.00	0.17	18	0.78	9.6		157
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	21/05/2012	6.17	1.95						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	21/05/2012	6.17	1.95						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	27/05/2013	6.10	1.50						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	16/06/2014	6.10	1.68						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	29/05/2015	6.40	2.10						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	18/10/2015	6.50	2.70	0.18	15	0.57			130
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	31/05/2016	6.40	1.99					76	
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	09/10/2016	7.00	3.49	0.18	19	1.00			160
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	03/06/2017	6.59	1.95						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	29/10/2017	6.61	2.63	0.16	16	0.49			
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	30/05/2018	6.00	1.36						
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	31/10/2019	6.60	3.20	0.16	20	0.75			167
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	12/11/2020	6.00	1.90	0.29	7	0.77			120
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	02/11/2021	6.90	2.00	0.64		0.46			134
Vesle Sørvatnet, utløp	2999	012-51221	20/06/2022	6.50	1.70	0.48		0.49			161
	<b>Middel</b>			<b>6.42</b>	<b>2.19</b>	<b>0.28</b>	<b>16</b>	<b>0.66</b>	<b>9.6</b>	<b>76</b>	<b>147</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.31</b>	<b>0.62</b>	<b>0.18</b>	<b>5</b>	<b>0.19</b>			<b>18</b>
Selsjøen, utløp	636	012-40863	10/10/2011	6.45	1.66	0.14	12	0.79	6.5		87
Selsjøen, utløp	636	012-40863	21/05/2012	6.03	1.23						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	21/05/2012	6.03	1.23						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	27/05/2013	6.10	1.20						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	16/06/2014	6.00	1.16						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	29/05/2015	6.10	1.20						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	18/10/2015	6.20	1.40	0.12	12	0.63			57
Selsjøen, utløp	636	012-40863	31/05/2016	6.10	1.28					50	
Selsjøen, utløp	636	012-40863	09/10/2016	6.50	1.47	0.13	11	1.00			54
Selsjøen, utløp	636	012-40863	03/06/2017	6.41	1.15						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	29/10/2017	6.34	1.32	0.12	11	0.54			
Selsjøen, utløp	636	012-40863	30/05/2018	6.00	1.24						
Selsjøen, utløp	636	012-40863	31/10/2019	6.30	1.50	0.12	13	0.76			74
Selsjøen, utløp	636	012-40863	16/11/2020	6.20	1.20	0.18	7	0.53			74
Selsjøen, utløp	636	012-40863	02/11/2021	6.30	1.00	0.23		0.43			87
Selsjøen, utløp	636	012-40863	20/06/2022	6.30	1.00	0.24		0.46			109
	<b>Middel</b>			<b>6.21</b>	<b>1.27</b>	<b>0.16</b>	<b>11</b>	<b>0.64</b>	<b>6.5</b>	<b>50</b>	<b>77</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.05</b>	<b>2</b>	<b>0.19</b>			<b>19</b>
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	10/10/2011	6.27	1.40	0.16	9	0.88	6.6		77
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	22/05/2012	5.97	1.09						
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	27/05/2013	6.10	1.10						
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	18/10/2015	6.00	1.10	0.15	7	0.68			54
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	09/10/2016	6.50	1.24	0.16	8	1.00			55
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	29/10/2017	6.18	0.96	0.14	7	0.60			
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	31/10/2019	6.20	1.20	0.15	8	0.86			64
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	16/11/2020	6.20	1.10	0.16	7	0.61			69
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	02/11/2021	6.20	0.98	0.19		0.51			81
Storsandungen, utløp	4548	012-49484	14/10/2022	6.30	1.00	0.24		0.64			63
	<b>Middel</b>			<b>6.19</b>	<b>1.12</b>	<b>0.17</b>	<b>8</b>	<b>0.72</b>	<b>6.6</b>		<b>66</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.15</b>	<b>0.13</b>	<b>0.03</b>	<b>1</b>	<b>0.17</b>			<b>10</b>

Vannlokalitet	NVE-nr	Vannlok_kode	Dato	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	LAI µg/l	SO4 mg/l	TOC mg/l	Farge mg Pt/l	ANC µekv/l
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	10/10/2011	5.01	1.09	0.18	6	0.68	15.3		71
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	23/05/2012	6.36	3.00						
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	23/05/2013	6.60	2.70						
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	16/06/2014	6.50	2.28						
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	24/05/2015	6.70	3.20						
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	18/10/2015	6.60	3.90	0.29	13	0.72			200
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	01/06/2016	5.10	0.76					146	
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	09/10/2016	7.30	5.69	0.28	20	1.00			287
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	03/06/2017	6.88	3.46						
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	29/10/2017	6.90	4.23	0.24	18	0.59			
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	30/05/2018	6.10	1.28						
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	31/10/2019	6.80	4.80	0.26	18	1.00			259
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	16/11/2020	7.00	4.00	0.70	6	0.79			259
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	02/11/2021	7.20	3.00	0.95		0.72			202
Nordre Dalavatn, utløp	4563	012-49485	20/06/2022	6.60	2.70	0.68		0.62			241
	<b>Middel</b>			<b>6.51</b>	<b>3.07</b>	<b>0.45</b>	<b>14</b>	<b>0.77</b>	<b>15.3</b>	<b>146</b>	<b>217</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.67</b>	<b>1.37</b>	<b>0.29</b>	<b>6</b>	<b>0.16</b>			<b>72</b>
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	23/05/2012	5.58	0.92						
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	27/05/2013	5.20	0.81						
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	16/06/2014	5.50	0.80						
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	23/05/2015	5.60	1.20						
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	18/10/2015	5.30	1.50	0.22		0.73			68
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	01/06/2016	5.50	0.90					103	
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	09/10/2016	6.50	2.41	0.23		1.00			121
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	03/06/2017	5.80	0.92						
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	29/10/2017	6.03	1.82	0.22		0.99			
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	31/10/2019	5.80	2.00	0.24		1.10			114
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	16/11/2020	5.90	1.90	0.32		1.10			118
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	02/11/2021	5.80	1.50	0.35		0.97			75
Bergevatn, utløp	4595	012-49487	20/06/2022	5.90	1.20	0.23		1.30			147
	<b>Middel</b>			<b>5.72</b>	<b>1.38</b>	<b>0.26</b>		<b>1.03</b>		<b>103</b>	<b>107</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.34</b>	<b>0.53</b>	<b>0.05</b>		<b>0.17</b>			<b>30</b>
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	12/10/2011	6.54	1.21	0.05		0.47	1.6		62
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	17/06/2013	6.60	1.30						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	13/10/2013	6.60	1.30						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	25/06/2014	6.50	0.78						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	06/11/2014	6.70	1.52						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	30/06/2015	6.40	1.00						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	23/10/2015	6.40	0.91	0.10		0.34			36
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	15/06/2016	6.40	0.76						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	31/10/2016	6.30	1.43	0.09		1.00			45
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	02/07/2017	6.55	0.68						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	14/06/2018	6.20	0.57						
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	07/11/2019	6.10	0.56	0.10		0.38			26
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	17/11/2020	5.90	0.32	0.10		0.31			24
Steinhyttvatn, utløp	7175	012-51265	22/11/2021	6.20	0.43	0.14		0.30			54
	<b>Middel</b>			<b>6.39</b>	<b>0.91</b>	<b>0.10</b>		<b>0.47</b>	<b>1.6</b>		<b>41</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.22</b>	<b>0.39</b>	<b>0.03</b>		<b>0.27</b>			<b>15</b>
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	12/10/2011	6.64	1.48	0.07		0.47	2.0		77
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	17/06/2013	6.50	1.00						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	10/09/2013	6.50	1.00						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	25/06/2014	6.50	0.86						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	06/11/2014	6.40	0.83						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	30/06/2015	6.20	0.66						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	23/10/2015	6.40	0.65	0.10		0.28			18
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	31/10/2016	6.40	0.81	0.08		1.00			38
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	02/07/2017	6.52	0.68						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	14/06/2018	6.30	0.65						
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	07/11/2019	6.70	1.30	0.10		0.39			62
Fisketjern, utløp	7192	012-51267	17/11/2020	6.30	0.68	0.10		0.28			45
	<b>Middel</b>			<b>6.45</b>	<b>0.88</b>	<b>0.09</b>		<b>0.48</b>	<b>2.0</b>		<b>48</b>
	<b>Standardavvik</b>			<b>0.14</b>	<b>0.27</b>	<b>0.01</b>		<b>0.30</b>			<b>23</b>



### **Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø**

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.