

Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Østfold



RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

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

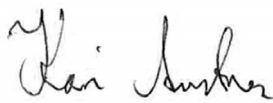
Tittel Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Østfold	Løpenr. (for bestilling) 6441-2012	Dato November 2012
	Prosjektnr. Undernr. O-10289	Sider Pris 41
Forfatter(e) Øyvind A. Garmo, Kari Austnes	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for naturforvaltning	Oppdragsreferanse Hanne Hegseth
---	------------------------------------

Sammendrag

Sur nedbør har blitt kraftig redusert de siste 30 årene. Dette har gitt bedre vannkvalitet i forsuringfølsomme områder. Mange innsjøer i Østfold blir kalket for å motvirke forsuringseffekter. Når vannkvaliteten vil være god nok selv uten kalking, kan kalking opphøre. Formålet med dette prosjektet var å vurdere behovet for fortsatt kalking i kalkede innsjøer i Østfold. En statistisk modell er utviklet for å kunne estimere hvilke kalsiumkonsentrasjoner og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) innsjøer ville hatt uten kalking. På bakgrunn av dette har forsuringstilstanden i 212 kalkede innsjøer blitt vurdert, basert på grenseverdiene for ANC i veilederen som er utarbeidet i henhold til vannforskriften. Vurderingen konkluderer med at kalking kan avsluttes i 82 innsjøer, mens kalkingsbehovet er usikkert i 128 innsjøer. I to innsjøer må kalkingen høyst sannsynlig fortsette. Både modeller og grenseverdier er forbundet med usikkerhet. Ved avvikling av kalking må innsjøene følges opp i etterkant, for å sikre at god vannkvalitet opprettholdes.

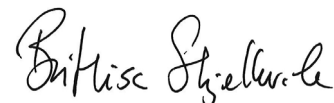
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Kalking	1. Liming
2. Restituering	2. Recovery
3. Innsjøer	3. Lakes
4. Østfold	4. Østfold



Kari Austnes
Prosjektleder



Thorjørn Larssen
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsdirektør

Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Østfold

Forord

Sur nedbør har avtatt over Sør-Norge de siste 30 årene. Dette har redusert behovet for kalking. På oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) gjøres det nå en vurdering av fortsatt kalkingsbehov i alle fylker hvor innsjøkalking finansieres med offentlige midler. Vurderingen gjøres fylkesvis etter en generell prosedyre som er utarbeidet. Denne rapporten er en del av dette prosjektet.

Takk til Fylkesmannen i Østfold ved Leif Roger Karlsen for samarbeid om innsjøoversikten og formidling av prøvetakere. Takk også til Liv Bente Skancke på NIVA for hjelp til administrasjon av prøvetaking og kvalitetssikring av data.

Hamar, 14. november 2012

Øyvind Garmo

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Bakgrunn	7
2.1 ANC som forsuringsindikator	7
2.2 Grenseverdier for ANC	8
2.3 ANC i kalkede innsjøer	9
3. Materiale og metode	10
3.1 Vannkjemiske data	10
3.2 Modeller for estimering av Ca-konsentrasjon	11
3.3 Metode for vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer	12
4. Resultater	12
4.1 Modellutvikling og validering av modeller	12
4.2 Samsvar mellom tidsserier og modell	14
4.3 Alternativ måte å estimere «ukalket» ANC på i innsjøer med data fra før kalking	16
4.4 Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer	17
5. Diskusjon	19
5.1 Metodens usikkerhet	19
5.2 Oppfølging av vurderingen	19
5.3 Videre bruk av modellene	20
6. Konklusjon	20
7. Referanser	21
Vedlegg A. Oversikt over ukalkede innsjøer	23
Vedlegg B. Oversikt over kalkede innsjøer	27

Sammendrag

Sur nedbør har blitt kraftig redusert de siste 30 årene. Redusert sur nedbør har gitt en positiv endring i vannkvaliteten med hensyn til forsuring, noe som medfører redusert behov for kalking. Når vannkvaliteten har blitt god nok, kan kalkingen avvikles. Formålet med denne utredningen har vært å vurdere behovet for fortsatt kalking av kalkede innsjøer i Østfold.

Vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er en relativt god indikator på forsuring. Kalking påvirker imidlertid både ANC og alle andre forsuringssindikatorer, noe som gjør at effektene av redusert sur nedbør ikke kan påvises direkte i kalkede innsjøer. Det er derfor utviklet en områdespesifikk statistisk modell for å estimere ”ukalket” konsentrasjon av kalsium (Ca) i Østfold. Denne kan brukes til å estimere hva ANC ville vært hvis innsjøen ikke var kalket. Modellen har blitt utviklet og validert basert på data fra ukalkede innsjøer i Østfold (data fra 2011). Ytterligere validering ble gjort ved å sammenligne estimater med data fra ukalkede innsjøer som har blitt overvåket over tid. Estimater fra den områdespesifikke modellen ble også sammenlignet med estimater fra en annen metode for å forutsi «ukalket» kalsiumkonsentrasjon og ANC basert på kalsium/magnesium-forhold for innsjøer ble kalket for første gang.

Vurderingen av kalkingsbehov er gjort ved å sammenligne ”ukalket” ANC med grenseverdier for skillet mellom god og moderat forsuringstilstand som er gitt i klassifiseringsveilederen til vannforskriften. Grenseverdiene varierer avhengig av innsjøens type, dvs. etter høyde over havet, kalsiuminnhold og humusinnhold. En typifisering av de kalkede innsjøene måtte derfor utføres før vi kunne vurdere kalkingsbehovet.

Vurderingen er kun basert på antatt forsuringstilstand (estimert ANC) for innsjøene. Det er ikke vurdert om andre naturlige eller menneskeskapte betingelser som kan påvirkes av kalking, hindrer en levedyktig fiskebestand. Det er heller ikke vurdert om faktorer som klimaforhold og tilgang på gytebekker, gjør livsbetingelsene vanskelige for fisk, uavhengig av forsuringstilstand i innsjøen.

Modellen som ble utviklet for Østfold, hadde omtrent samme utsagnskraft som tilsvarende modeller for Oslo, Akershus, Buskerud, Oppland og Hedmark, og har betydelige usikkerhetsmarginer. Modellen kan likevel brukes til å velge ut mange innsjøer hvor man kan avslutte kalking.

Resultatet av vurderingen av 212 innsjøer ble at kalking kan avsluttes i 82 av dem. I 128 innsjøer er det usikkert om ”ukalket” ANC vil være over eller under grenseverdien for god tilstand. I to innsjøer vil ”ukalket” ANC med stor grad av sikkerhet være under grenseverdien og kalking må fortsette. Det er viktig at utviklingen i innsjøer der kalking avsluttes følges opp i etterkant.

Det er en rekke usikkerheter knyttet til metoden. Disse inkluderer blant annet spørsmål angående referansesjøenes representativitet og usikre grenseverdier for ANC. Det er viktig å ta hensyn til disse usikkerhetene i framtidig anvendelse av metoden.

Summary

Title: Assessment of the need for continued liming of limed lakes in Østfold County, E. Norway

Year: 2012

Author: Øyvind A. Garmo, Kari Austnes

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6176-9

Acid deposition has been strongly reduced in Norway over the last 30 years. Reduced acid deposition gives an improvement in the water quality with respect to acidification and reduced need for liming. When the water quality is acceptable, liming can be phased out. The objective of the work reported here has been to assess the need for continued liming of limed lakes in Østfold County.

The acid neutralising capacity (ANC) of the water is a relatively good indicator of acidification. However, ANC and all other acidification indicators are affected by addition of lime, which precludes direct measurements of the effects of reduced acid deposition in limed lakes. Hence, a statistical model has been developed to estimate the “non-limed” concentration of calcium (Ca) in Østfold. This can be used to estimate what ANC would have been if the lake was not limed. The model has been developed and validated based on data from non-limed lakes in Østfold (data from year 2011). Further validation was done by comparing estimates with data from lakes that have not been limed and which have been monitored over time. Model estimates were also compared with those of another method for prediction of non-limed calcium concentration and ANC based on calcium/magnesium ratios from before the lake was limed for the first time.

The assessment of the need for continued liming of limed lakes was done by comparing estimated “non-limed” ANC with the boundary values for good/moderate water quality with respect to acidification, as proposed for the implementation of the EU Water Framework Directive. The boundary values depend on lake typology, i.e. altitude, calcium content and humus content. Consequently, before evaluation of the need for liming, it was necessary to type the limed lakes.

The assessment is only based on acidification status (estimated ANC) in the lakes. Whether other natural or man-made factors that can be affected by liming, prevent a sustainable fish population, has not been assessed. Likewise it has not been assessed whether other factors, such as climatic conditions and availability of spawning sites, make the conditions difficult for fish, independent of the level of acidification in the lake.

The model that was developed for Østfold, had similar predictive power as corresponding models for Oslo, Akershus, Buskerud, Oppland and Hedmark counties. The margins of uncertainty are appreciable, but the models can still be used to select lakes where one can stop liming.

The result of the assessment of 212 limed lakes is that liming is no longer required in 82 of them. In 128 of the lakes it is uncertain whether “non-limed” ANC will be higher or lower than the boundary value for good/moderate state of acidification. In two of the lakes it is highly likely that “non-limed” ANC will be below the boundary value and continued liming is required. It is important that the development in lakes where liming is stopped is monitored afterwards.

There are several uncertainties associated with the method. These include questions regarding how representative the reference lakes are and uncertain boundary values. It is important to consider the uncertainties when using the method in the future.

1. Innledning

Utslipp av svovel- og nitrogenforbindelser og avsetning i nedbørfeltene gir surt vann i utsatte områder, men det er bedring å spore. Reduserte utslipp av svovel i Europa har medført at konsentrasjonen av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 72-90 % fra 1980 til 2010 (Klif, 2011a). I samme tidsrom har det vært en markert nedgang i konsentrasjonen av sulfat og nitrat i norske elver og innsjøer (Klif, 2011b). Lokale kalkingstiltak har bidratt til å redusere de negative effektene av sur nedbør.

Redusert sur nedbør fører til at vannkjemien i de berørte lokalitetene endres i retning av det den var før forsuringen tok til (Skjelkvåle m.fl., 2001; Skjelkvåle m.fl., 2003). Vannkvaliteten kan defineres som tilfredsstillende når utbredelsen av og populasjonsdynamikken til forsuringfølsomme arter ikke lenger er begrenset av menneskeskapt forurensning. Kalking kan da avsluttes. Biologisk status kan imidlertid være preget av forsuring lenge etter at vannkvaliteten er forbedret, men da er det andre årsaker enn forsuring som begrenser reetablering av forsuringfølsomme arter, f.eks. avstand til restpopulasjoner, vandringsbarrierer, samt en rekke biologiske reguleringsmekanismer (Monteith m.fl., 2005).

Formålet med dette arbeidet var å vurdere behovet for fortsatt kalking i kalkede innsjøer i Østfold. Vurderingen av kalkingsbehov er basert på grenseverdiene for skillet mellom god og moderat forsuringstilstand, som definert av ANC-grensene i klassifiseringsveilederen til vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009). Det er ikke vurdert om andre naturlige eller menneskeskapte betingelser som kan påvirkes av kalking, hindrer en levedyktig fiskebestand. Det er heller ikke vurdert om andre faktorer, som klimaforhold og tilgang på gytebekker, gjør livsbetingelsene vanskelige for fisk, uavhengig av forsuringstilstand.

Utredningen for Østfold er en del av en vurdering av fortsatt kalkingsbehov for alle fylkene hvor det foregår innsjøkalking. Dette har til nå blitt gjort for Vest-Agder (Austnes og Kroglund, 2010), Sogn og Fjordane (Austnes og Kroglund, 2011), Oslo og Akershus (Garmo m.fl., 2011), Hordaland (Austnes, 2011), Buskerud (Garmo og Austnes, 2011), Oppland (Austnes, 2012) og Hedmark (Garmo og Austnes, 2012).

2. Bakgrunn

2.1 ANC som forsuringsindikator

Forsuring innebærer en reduksjon i pH (økt H^+ -konsentrasjon) og en økning i den labile formen av aluminium (LAl). Både H^+ og LAl kan forekomme i konsentrasjoner som er giftige for fisk (Rosseland og Staurnes, 1994). Giftigheten til LAl er ikke kun bestemt av konsentrasjon, men av vannkjemiske og fysiske parametere som kalsiumkonsentrasjon og temperatur, og av art og livsstadium. For innlandsfisk er det også påvist betydelige stammeforskjeller i toleranse (Dalziel m.fl., 2005). På grunn av de mange faktorene som spiller inn, har det vært vanskelig å relatere fiskestatus til de primære giftstoffene alene.

ANC (vannets syrenøytraliserende effekt) har vist seg å være et godt mål på forsuringsstatus. Det er påvist sammenheng mellom ANC og status av både fisk og evertebrater (Bulger m.fl., 1993; Lien m.fl., 1996; Raddum og Skjelkvåle, 1995). ANC er også foretrukket i modeller, fordi ingen av komponentene som inngår er påvirket av CO_2 eller løste organiske syrer. Det er ANC som benyttes i de forsuringsmodellene som brukes for overflatevann i Norge (SSWC, FAB og MAGIC). ANC beregnes ved formelen:

$$\text{ANC} = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{NH}_4^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-]) \quad (1)$$

(Ca^{2+} = kalsium, Mg^{2+} = magnesium, Na^+ = natrium, K^+ = kalium, NH_4^+ = ammonium (ignoreres pga. lave konsentrasjoner), Cl^- = klorid, SO_4^{2-} = sulfat og NO_3^- = nitrat; $[\]$ = konsentrasjon i $\mu\text{ekv/l}$, dvs. $\mu\text{mol/l} \cdot \text{ladning på ionet}$)

2.2 Grenseverdier for ANC

Grenseverdiene for hvilken ANC som gir tilfredsstillende vannkvalitet har blitt endret ettersom kunnskapen om sammenhengen mellom vannkjemi og biologisk tilstand har økt. I denne rapporten vurderes vannkvaliteten etter grenseverdiene som har blitt fastsatt i klassifiseringsveilederen for klassifisering av miljøtilstand i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).

Den kritiske grensen for ANC i norske innsjøer ble først satt til 20 $\mu\text{ekv/l}$ (Lien m.fl., 1996). Under denne grensen kan man forvente negative biologiske effekter. Senere har man sett behovet for å ta hensyn til innsjøens konsentrasjon av totalt organisk karbon (TOC) i fastsettelsen av grenseverdier, ettersom TOC kan påvirke både pH og LAI, mens det ikke påvirker ANC. En endring i sammenhengen mellom ANC og pH/LAI siden 1980-tallet har vært påvist, og sammenhengen knyttes til den markerte økningen i TOC-konsentrasjon som har vært observert i samme tidsperiode (Kroglund, 2007). Grensen for kritisk ANC må av den grunn settes høyere nå enn på 1980-tallet, og jo høyere TOC-konsentrasjonen er, dess høyere må den kritiske grensen settes (Hesthagen m.fl., 2008). For å ta høyde for effekten av TOC, utarbeidet Lydersen m.fl. (2004) en modifisert ANC-beregning, hvor TOC-konsentrasjonen tas med i beregningen (Ligning 2):

$$\text{ANC}_{\text{ooa}} = \text{ANC} - 3,4 \cdot \text{TOC} \quad (2)$$

(ooa står for «organic acid adjusted»)

I grenseverdiene som er utarbeidet i forbindelse med vannforskriften, er den vanlige ANC-beregningen benyttet (Ligning 1), men det er tatt hensyn til TOC-konsentrasjonen ved at det er gitt forskjellige ANC-grenser for innsjøer med forskjellig TOC-konsentrasjon. Forskjellig grense er også gitt avhengig av innsjøens høyde over havet og naturlige kalsiumkonsentrasjon. Før vurdering må det altså foretas en typifisering ut fra disse tre faktorene.

Grenseverdier er satt mellom alle de fem tilstandsklassene i vannforskriften. I denne rapporten benyttes grensen mellom god og moderat tilstand (G/M), som er grensen som avgjør om tiltak må settes inn. G/M-grensene for de ulike innsjøtypene er gitt i **Tabell 1**. I innsjøer med mye humus (TOC > 10 mg/L) blir i tillegg beregnet ANCoaa sammenlignet med en grense på 8 $\mu\text{ekv/L}$ som ifølge beregninger gir 95 prosent sannsynlighet for at ørretbestanden ikke skades av forsurening (Lydersen m. fl., 2004; Hindar og Larssen, 2005a).

Tabell 1. ANC-grenser for skillet mellom god og moderat forsuringstilstand for forskjellige innsjøtyper (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009). Typenummer er lagt til for enkel referering til de enkelte innsjøtypene og tilsvarer ikke typekodene gitt i klassifiseringsveilederen.

Type nr	Høyderegion	Kalkinnhold	Humusinnhold	G/M ANC ($\mu\text{ekv/l}$)
1	Lavland (<200 moh)	Kalkfattige (Ca 1-4 mg/L)	Klare (TOC<2 mg/L)	20
2			Klare (TOC 2-5 mg/L)	30
3			Humøse (TOC>5 mg/L)	40
4	Skog (200-800 moh)	Svært kalkfattige (Ca <1 mg/L)	Klare (TOC<2 mg/L)	20
5			Klare (TOC 2-5 mg/L)	25
6			Humøse (TOC>5 mg/L)	35
7		Kalkfattige (Ca 1-4 mg/L)	Klare (TOC<2 mg/L)	20
8			Klare (TOC 2-5 mg/L)	30
9			Humøse (TOC>5 mg/L)	40
10	Fjell (>800 moh)	Svært kalkfattige (Ca <1 mg/L)	Klare (TOC<2 mg/L)	20
11			Klare (TOC 2-5 mg/L)	25
12		Kalkfattige (Ca 1-4 mg/L)	Klare (TOC<2 mg/L)	20
13			Klare (TOC 2-5 mg/L)	30

2.3 ANC i kalkede innsjøer

ANC som er beregnet fra målte verdier kan ikke brukes til å vurdere forsuringstilstanden i en kalket innsjø, fordi kalkingen påvirker Ca-konsentrasjonen. I de tilfellene hvor det er kalket med dolomitt påvirkes også Mg-konsentrasjonen. For å vurdere forsuringstilstanden er vi interessert i hva ANC ville vært hvis innsjøen ikke var kalket, altså "ukalket" ANC. Metoder for å estimere "ukalket" ANC er utredet i Hindar og Larssen (2005b), Kroglund (2007) og Austnes og Kroglund (2010).

ANC er hovedsakelig styrt av geologi og avrenning, samt deponisjon av sur nedbør og sjøsalter. Geologien har betydning for forvitring, og dermed konsentrasjonen av basekationene Ca, Mg, Na og K. Sur nedbør påvirker konsentrasjonen av SO_4 og NO_3 . Deponisjon av sjøsalter påvirker hovedsakelig konsentrasjonen av Cl og Na, men også Mg og SO_4 . Konsentrasjonen av alle ionene påvirkes av fortykning. ANC kan altså forventes å være ganske lik for innsjøer som ligger på samme eller lignende geologi og har lignende nivå i deponisjon og avrenning. Slik likhet er mest sannsynlig for nærliggende innsjøer, men det kan også være tilstede for innsjøer som ligger noe lenger fra hverandre.

Hindar og Larssen (2005b) foreslo to metoder for å estimere "ukalket" ANC i de kalkede sjøene basert på nærliggende og sammenlignbare referansesjøer:

- å anse ANC-verdiene for referansesjøer som representative også for den kalkede innsjøen og benytte disse direkte, eller
- å estimere "ukalket" Ca-konsentrasjon fra Ca/Mg-forholdet i referansesjøene og Mg-konsentrasjonen i den kalkede innsjøen, og deretter beregne "ukalket" ANC ut fra "ukalket" Ca-konsentrasjon og målte ionekonsentrasjoner i den kalkede innsjøen.

Kroglund (2007) viste at det er mulig å lage modeller for estimering av Ca-konsentrasjon basert på data også for et større område. Her ble lineære regresjonsmodeller basert på data fra hele Aust-Agder laget for estimering av Ca-konsentrasjon fra Mg- eller K-konsentrasjon. Alternativt ble også ANC estimert på tilsvarende måte.

Austnes og Kroglund (2010) utviklet en modell som kunne benyttes til å estimere "ukalket" kalsium og ANC for hele Vest-Agder. Denne modellen er et forsøk på å ta høyde for variasjoner i geologi,

deposisjon og avrenning ved å benytte multippel regresjon til å inkludere flere parametere som kan tenkes å påvirke forholdet mellom ionene som inngår i ANC.

I denne utredningen er metoden til Austnes og Kroglund (2010) brukt. Det ble ansett som noe mindre usikkert å estimere ”ukalket” Ca-konsentrasjon og så beregne ”ukalket” ANC enn å modellere ”ukalket” ANC direkte, ettersom man ved den første metoden kan bruke de målte verdiene for de andre ionene som inngår i ANC. Det er også nødvendig å estimere ”ukalket” Ca-konsentrasjon for typifiseringen av innsjøene. Mulige forklaringsparametere som ble inkludert var: a) Konsentrasjon av ionene som inngår i ANC (med unntak av Ca), som sammen er et uttrykk både for geologi, deposisjon og avrenning, b) UTM-koordinater og høyde over havet, som kan være indirekte uttrykk for forvitring (klima), deposisjon (avstand fra kysten, avstand fra forurensingskilder) og avrenning, og c) TOC, som også kan være et indirekte uttrykk for forvitring (kontrollert av jordsmonn, som er avhengig av forvitring), deposisjon (TOC-utvasking øker ved redusert deposisjon) og avrenning (fortynning).

3. Materiale og metode

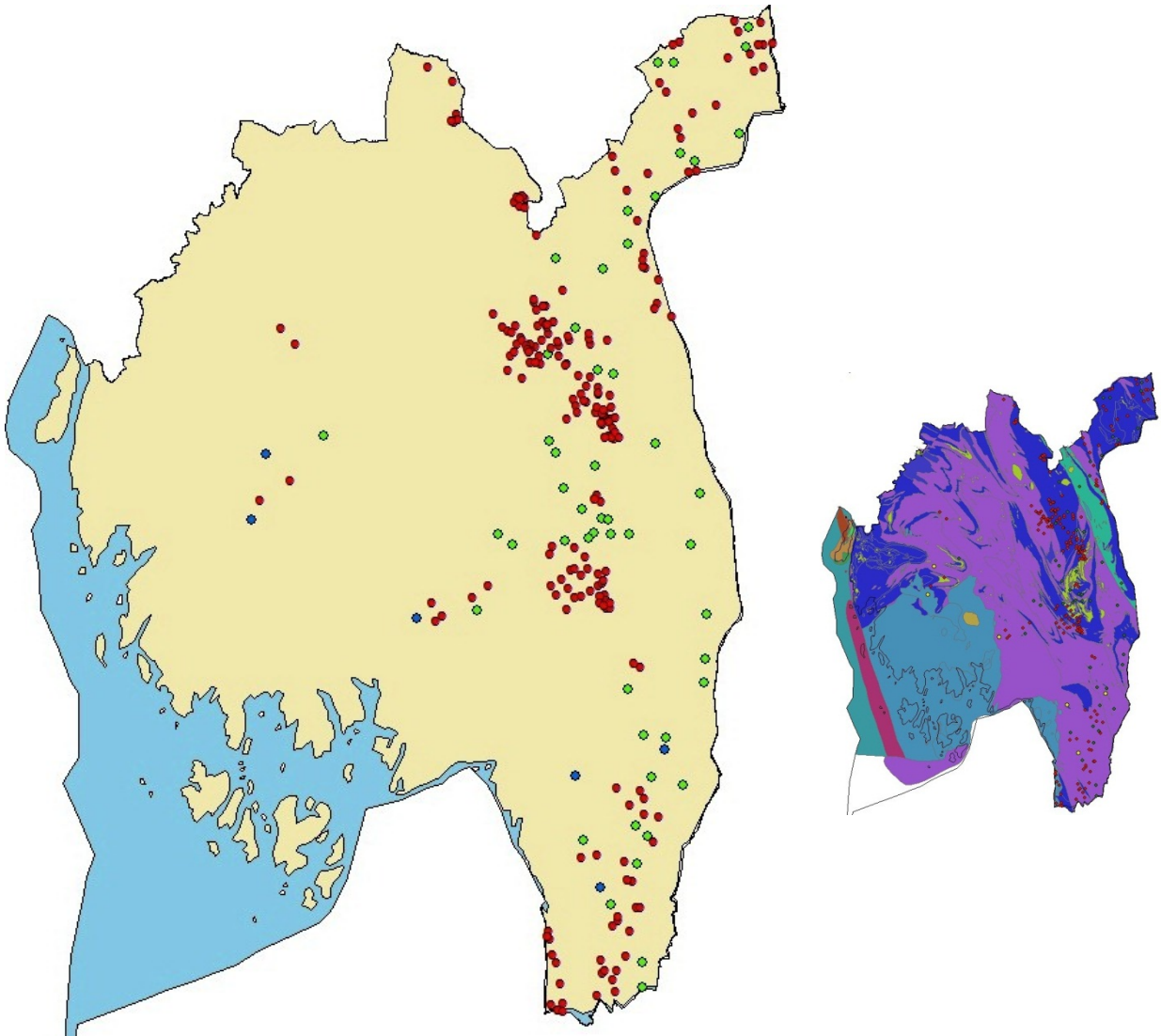
3.1 Vannkjemiske data

Følgende sett med vannkjemiske data har blitt brukt i dette arbeidet: 1) Data fra 2011 for ukalkede innsjøer ble brukt til å lage modeller for estimering av kalsiumkonsentrasjon og til validering av disse; 2) data fra ukalkede innsjøer med tidsserier (8-30 år) ble brukt til å vurdere tidsavhengighet i samsvaret mellom beregnet og estimert ANC; 3) data fra 1982 fra innsjøer som senere ble kalket, ble brukt til å estimere ukalket ANC basert på Ca/Mg-forhold før kalking; 4) data fra 2011 fra kalkede innsjøer ble brukt til å vurdere fortsatt kalkingsbehov.

En oversikt over innsjøer det er brukt data fra i rapporten er gitt i Vedlegg A og B. Kalkede innsjøer under vurdering og innsjøer som er brukt i modellutviklingen, er plottet i **Figur 1**. Identifikasjon av innsjøene er i henhold til Norges vassdrags- og energidirektorats (NVEs) innsjøregister. UTM-koordinatene representerer innsjøenes midtpunkt. Der høyde over havet manglet i NVEs register, ble dette funnet ved hjelp av kart.

Data for ukalkede innsjøer. I samråd med Fylkesmannen i Østfold ble det laget en liste over ukalkede innsjøer som kunne egne seg som referanse for de kalkede innsjøene. Utløpet av i alt 50 innsjøer ble prøvetatt høsten 2011 av Leif R. Karlsen hos Fylkesmannen i Østfold. Prøvene ble analysert etter akkrediterte metoder ved NIVAs laboratorium. Resultatene (Vedlegg A) ble brukt til å utvikle og validere modell for å estimere ukalket Ca-konsentrasjon og ANC. Data fra 1982 er hentet fra databasen Vannmiljø. Tidsseriene er hentet fra NIVAs database og omfatter innsjøer som er eller har vært en del av det statlige programmet for forurensningsovervåking (Klif, 2011b).

Data for kalkede innsjøer. I samråd med Fylkesmannen i Østfold ble det laget en liste over kalkede innsjøer som skulle inngå i vurderingen. I alt 212 innsjøer ble prøvetatt høsten 2011 av personer som Fylkesmannen benytter i kalkingsovervåkingen. Prøvene ble analysert etter akkrediterte metoder ved NIVAs laboratorium. Resultatene fra analysene av disse prøvene (se Vedlegg B) utgjør grunnlaget for vurderingen av fortsatt kalkingsbehov. Eldre data kunne ikke brukes fordi det i den ordinære overvåkingen av kalkede innsjøer i Østfold ikke har vært analysert for andre hovedioner enn Ca.



Figur 1. Oversikt over innsjøer som er brukt til utvikling og primær validering av modell (grønne sirkler), tidstrendsjøer (blå sirkler) og kalkede innsjøer til vurdering (røde sirkler). Til høyre er et berggrunnskart (N250, Norges geologiske undersøkelse).

Mørkeblå: Gneis, migmatitt.

Lyseblå: Granitt, granodioritt.

Turkis: Mylonitt, fyllonitt.

Lilla: Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt.

3.2 Modeller for estimering av Ca-konsentrasjon

Datasettet fra undersøkelsen i 2011 ble brukt til modellering av kalsiumkonsentrasjon og primær validering av modellen. Datasettet er egnet fordi det inneholder data fra mange forskjellige innsjøer fra et kort tidsrom. Det er en fordel å benytte kun én prøve fra hver innsjø, slik at data er uavhengig av hverandre. Det er også en fordel at datasettet er nytt, ettersom forholdet mellom parametrene kan endre seg noe over tid.

Data fra 2011 ble delt tilfeldig i to sett. Det ene datasettet ble brukt til å lage modellen, det andre til validering av den. Multiplert lineær regresjon (minste kvadraters metode) ble brukt til å lage en modell som kan forutsi Ca-konsentrasjon. En «mixed selection»-prosedyre ble brukt til å velge uavhengige

variabler blant følgende mulige: Mg-, Na-, K-, SO₄⁻, NO₃⁻ og Cl-konsentrasjon (alle i µekv/l), TOC (mg/L), høyde over havet (m) og UTM-koordinater (m, sone 32).

Etter at modellen var konstruert på basis av modelldatasettet, ble Ca-konsentrasjon estimert for valideringsdatasettet. Målt og estimert Ca-konsentrasjon ble så plottet mot hverandre for å vurdere modellens kvalitet. Den estimerte Ca-konsentrasjonen og målte konsentrasjoner av de andre hovedionene ble brukt til å beregne ANC (heretter kalt estimert ANC). Estimert ANC ble plottet mot ANC beregnet kun fra målte ionekonsentrasjoner (heretter kalt beregnet ANC).

Som beskrevet i avsnitt 4.1 måtte enkelte innsjøer fjernes fra datasettet for å oppnå gode modeller. Én innsjø om gangen, valgt ut fra bestemte kjemiske kriterier, ble utelukket inntil modellen fungerte tilfredsstillende. Modellen er dermed ikke gyldig for innsjøer som ikke oppfyller disse kriteriene. For hver endring av modellen ble verdier fjernet fra hele datasettet før det igjen ble delt tilfeldig i modell- og valideringsdatasett.

Modellen ble så testet ved å sammenligne estimert og beregnet ANC for tidsseriene. Det var tidstrend i differansen mellom estimert og beregnet ANC (se avsnitt 4.2), men dette ble ignorert fordi samsvaret var relativt godt for data fra senere år.

3.3 Metode for vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer

Modellen basert på 2011-data ble brukt for å estimere ”ukalket” kalsiumkonsentrasjon i 212 kalkede innsjøer med data fra 2011. Deretter ble ”ukalket” ANC estimert på basis av målte verdier og ”ukalket” kalsiumkonsentrasjon.

Innsjøene måtte typifiseres for å kunne vurdere ”ukalket” ANC opp mot klassegrensene i

Tabell 1. Dette ble gjort på følgende måte:

- **Høyderegion:** Typifisering på basis av høyde over havet.
- **Humusinnhold:** Typifisering ut fra målte TOC-verdier.
- **Kalkinnhold:** Typifisering basert på ”ukalket” Ca-konsentrasjon.

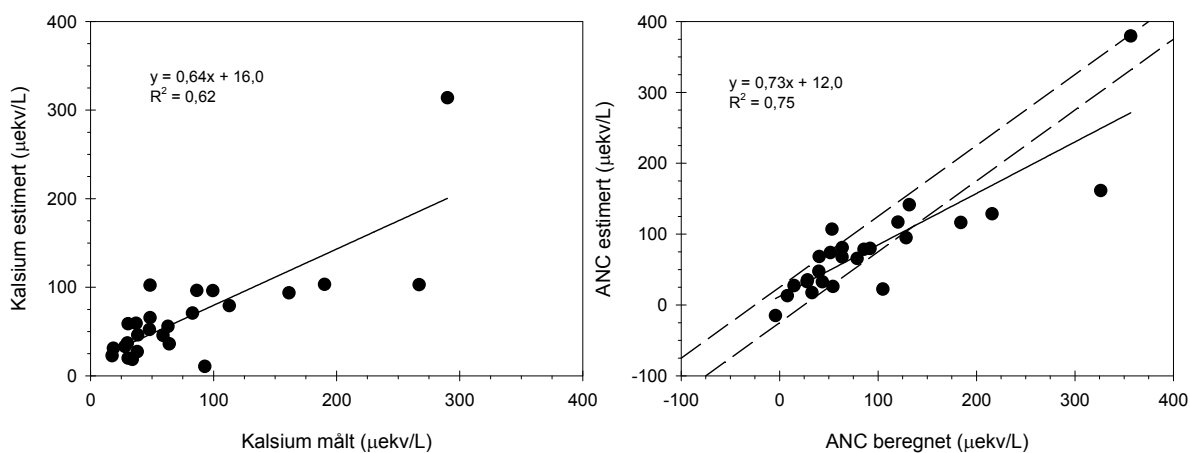
Etter typifiseringen ble de kalkede innsjøene plassert i tre kategorier, bestemt av avstand mellom ”ukalket” ANC og G/M-grensen for den enkelte innsjøens type samt modellens kvalitet for hvert enkelt område:

- **K:** (”Ukalket” ANC) - (G/M ANC) < -25 $\mu\text{ekv/L}$: Kalking må fortsette.
- **U:** -25 $\mu\text{ekv/L}$ < (”Ukalket” ANC) - (G/M ANC) < 25 $\mu\text{ekv/L}$: Usikker, redusert kalking kan prøves.
- **S:** (”Ukalket” ANC)-(G/M ANC) > 25 $\mu\text{ekv/L}$: Kalking kan avsluttes.

4. Resultater

4.1 Modellutvikling og validering av modeller

Modellering basert på et modelldatasett trukket fra alle data fra ukalkede Østfoldinnsjøer fra 2011 gav ikke tilfredsstillende resultat. Korrelasjonen (R^2) mellom målt og estimert Ca-konsentrasjon og mellom beregnet og estimert ANC var relativt svak, og det var stort avvik mellom estimert og beregnet ANC for flere innsjøer (**Figur 2**). Det var derfor nødvendig å utelukke innsjøer fra det opprinnelige datasettet på 50.



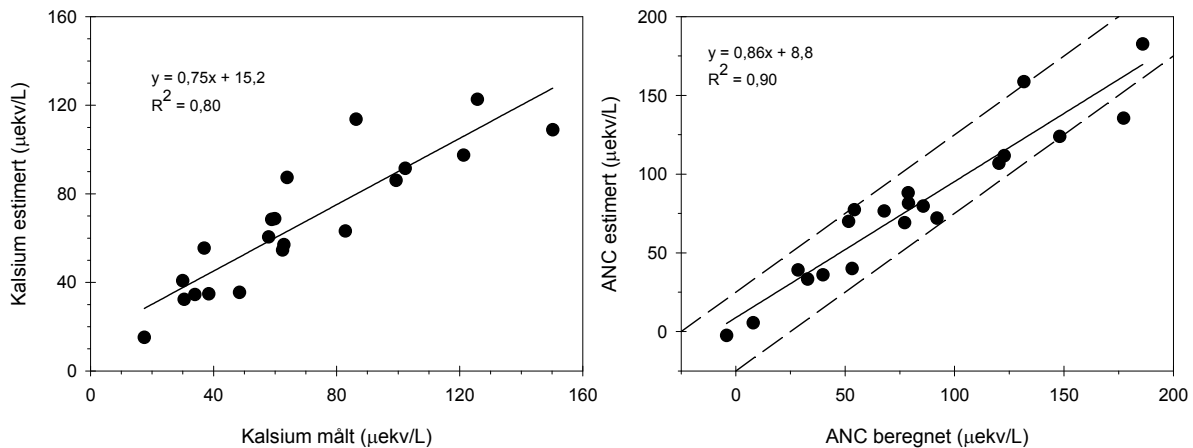
Figur 2. Validering av modell ved korrelasjon av målt og estimert Ca-konsentrasjon og beregnet og estimert ANC. Data fra 50 innsjøer som var med i 2011-undersøkelsen, ble brukt. Data fra 25 innsjøer ble brukt til å lage modellen og data fra de resterende 25 til validering. Hele linjer representerer beste lineære tilpasning og stiplede linjer viser 1:1 linjen +/- 25 $\mu\text{ekv/L}$.

Først ble innsjøene med de høyeste kalsiumkonsentrasjonene fjernet. Dette er uproblematisk fordi innsjøer med naturlig høy kalsiumkonsentrasjon trolig er lite representative for innsjøene som blir kalket. Det viste seg at modeller som inkluderte klorid og sulfat ga best resultat, men at det var nødvendig å utelukke innsjøen med høyest klorid og innsjøen med høyest sulfat for å unngå at disse fikk for stor innvirkning på modellen.

Når utvalgsprosessen ble avsluttet, var innsjøer utelukket på grunn av følgende kriterier: Ca > 3,23 mg/L (7 stk); Cl > 8,29 mg/L (1 stk) og SO₄ > 3,59 mg/L (1 stk). Dette resulterte i følgende modell (alle konsentrasjoner i $\mu\text{ekv/L}$):

$$\text{Ca} = 2,04 * \text{Mg} - 0,57 * \text{Cl} + 1,28 * \text{SO}_4 - 8,06 \quad (3)$$

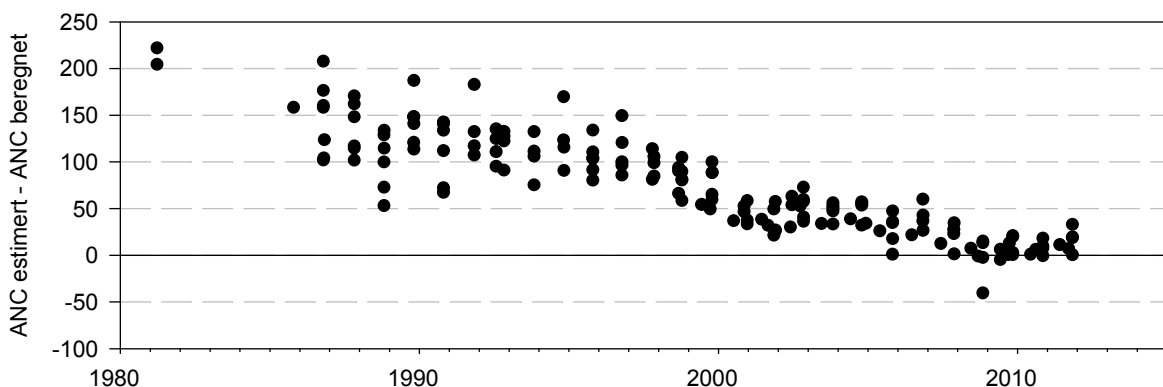
Det var god korrelasjon mellom målte/bregnede og estimerte verdier for Ca og ANC i valideringsdatasettet (**Figur 3**). Gjennomsnittlig absoluttavvik mellom estimert og beregnet ANC var på 12 $\mu\text{ekv/L}$, mens maksimalt avvik var på 42 $\mu\text{ekv/L}$. De aller fleste modellprediksjoner treffer innenfor et intervall på ± 25 $\mu\text{ekv/L}$ av målt/beregnet verdi.



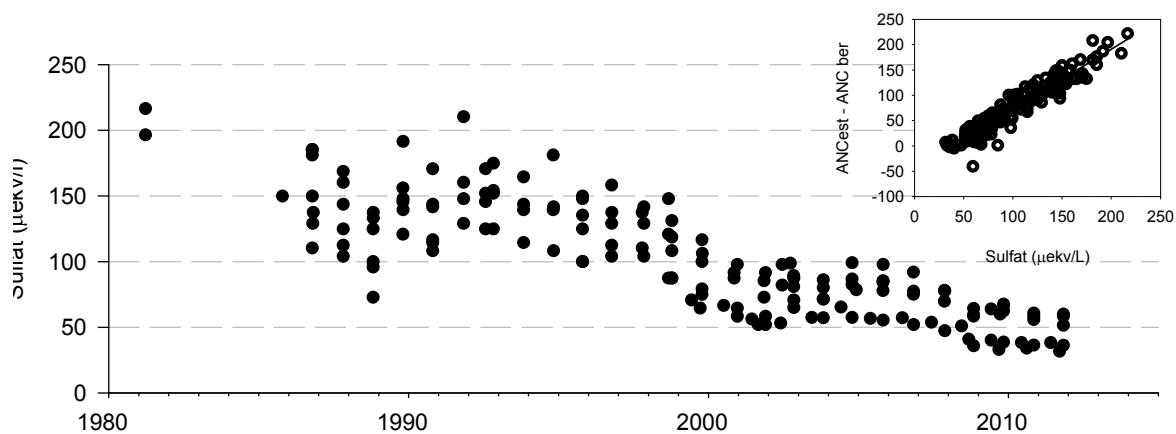
Figur 3. Validering av modell ved korrelasjon av målt og estimert Ca-konsentrasjon, og beregnet og estimert ANC. Data fra 41 Østfoldinnsjøer som var med i undersøkelsen i 2011, ble brukt. Datasettet ble delt i to. Data fra 21 innsjøer ble brukt til å lage modellen og data fra 20 innsjøer til å validere den. Hele linjer representerer beste lineære tilpasning og stiplede linjer viser 1:1 linjen ± 25 $\mu\text{ekv/L}$.

4.2 Samsvar mellom tidsserier og modell

Differansen mellom estimert (basert på Ca fra ligning 3) og beregnet ANC for tidsseriene viser klart at modellen overestimerer ANC i prøver fra før år 2008 (**Figur 4**). Det betyr at forholdet mellom parameterne som inngår i modellen endrer seg over tid. Tidstrenden i avviket mellom estimert og beregnet ANC er nært korrelert med sulfatkonsentrasjonen, som har gått betydelig ned siden overvåkingen startet (**Figur 5**). Magnesium og klorid, som er de andre parametrene i modellen, viser mindre grad av endring og har mindre betydning for tidstrenden i avviket. Det går an å korrigere modellen for tidsutvikling, men dette ble ikke gjort siden modellen er basert på nye data og fordi endringer i sulfat nå skjer betydelig langsommere enn før.

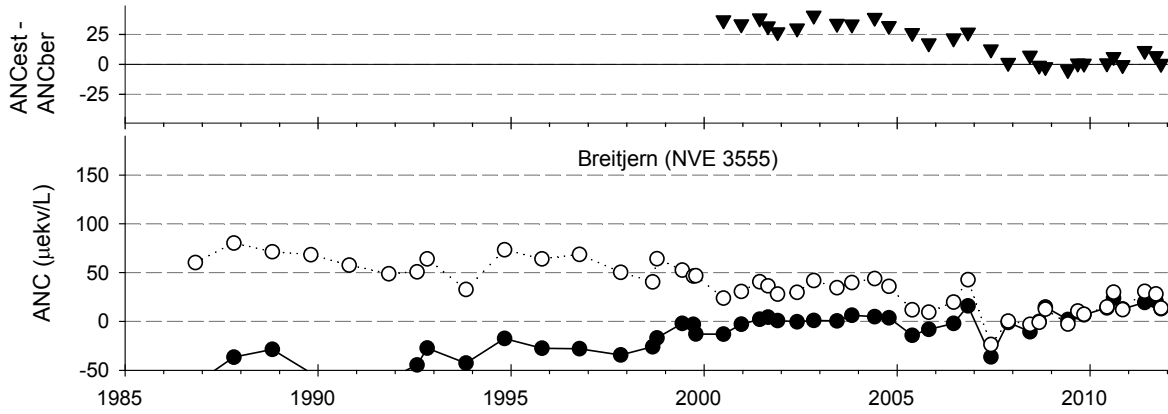
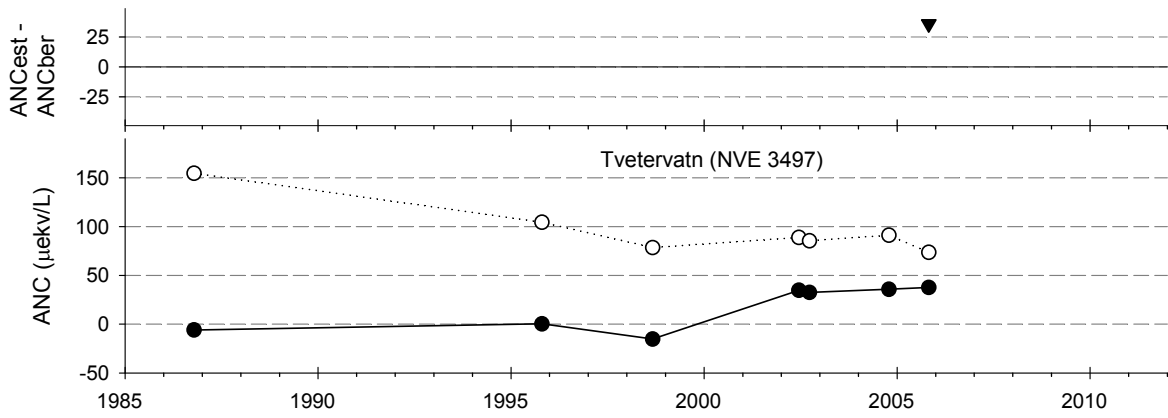
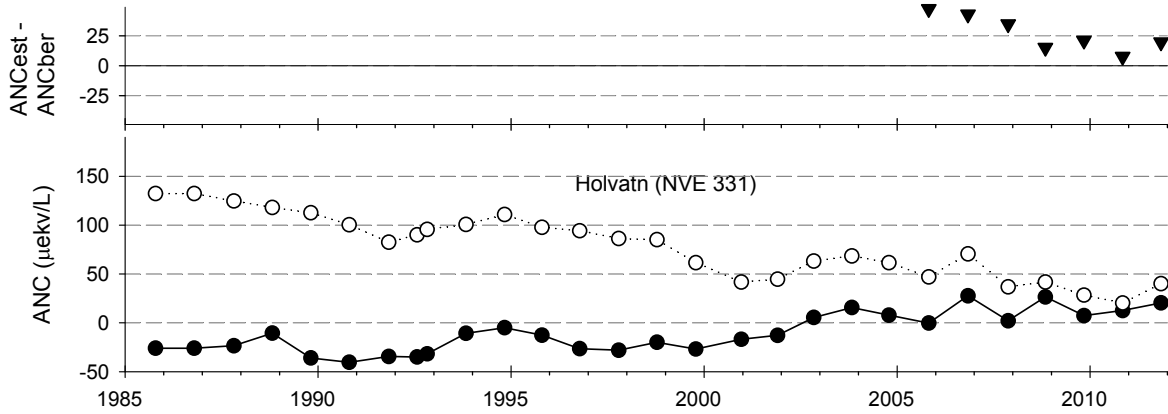


Figur 4. Endring over tid for differansen mellom estimert og beregnet ANC for data fra seks innsjøer med tidsserier.

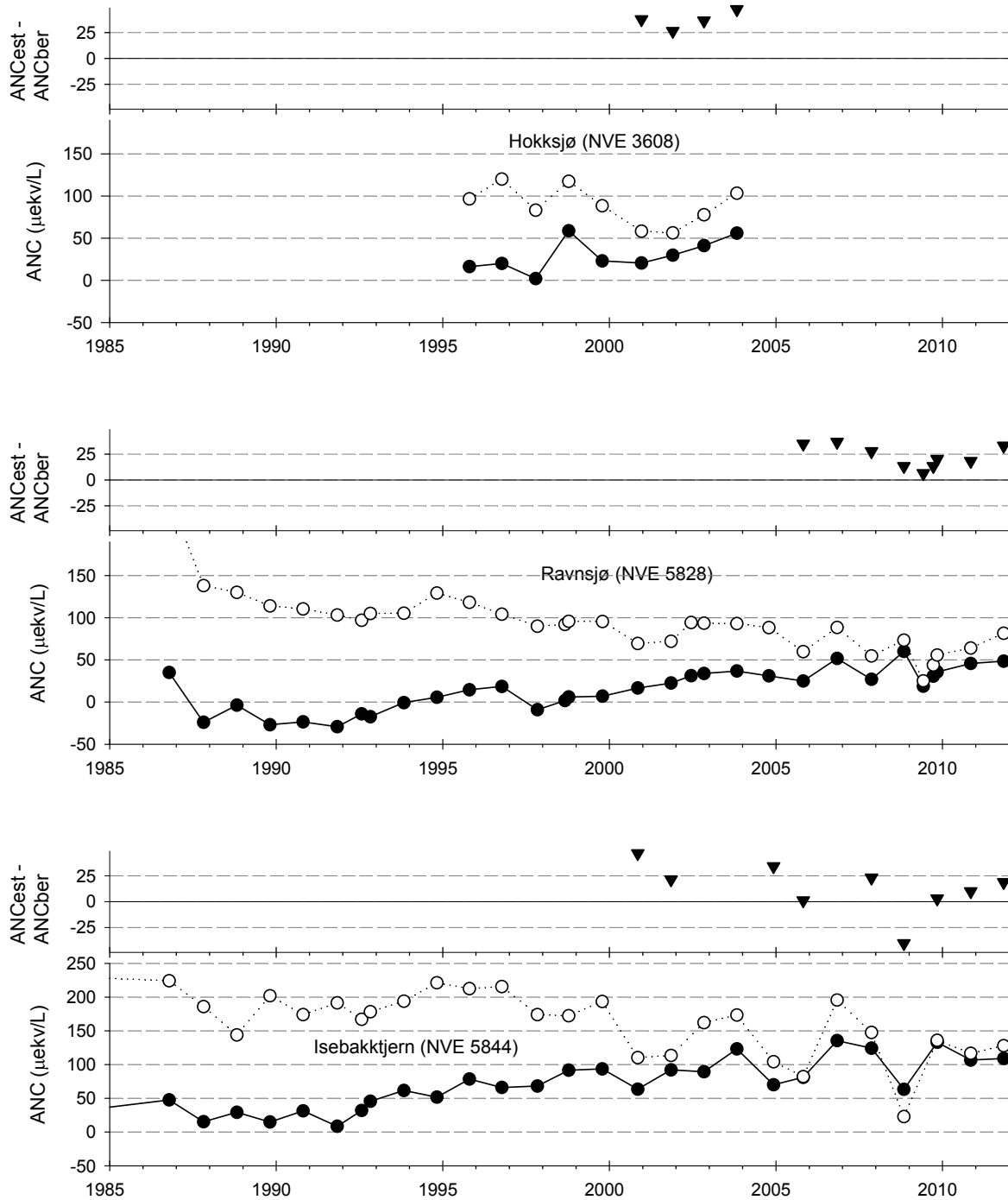


Figur 5. Tidsserie for konsentrasjon av sulfat i innsjøer fra Østfold. Differanse mellom estimert og beregnet ANC som funksjon av sulfatkonsentrasjon (øvre høyre hjørne).

Det er 6 ukalkede innsjøer med tidsserier lengre enn 8 år i Østfold. Det er godt samsvar mellom estimert og beregnet ANC etter år 2008 for de 4 innsjøene som det finnes data for fra dette tidsrommet (**Figur 6**).



Se neste side for figurtekst

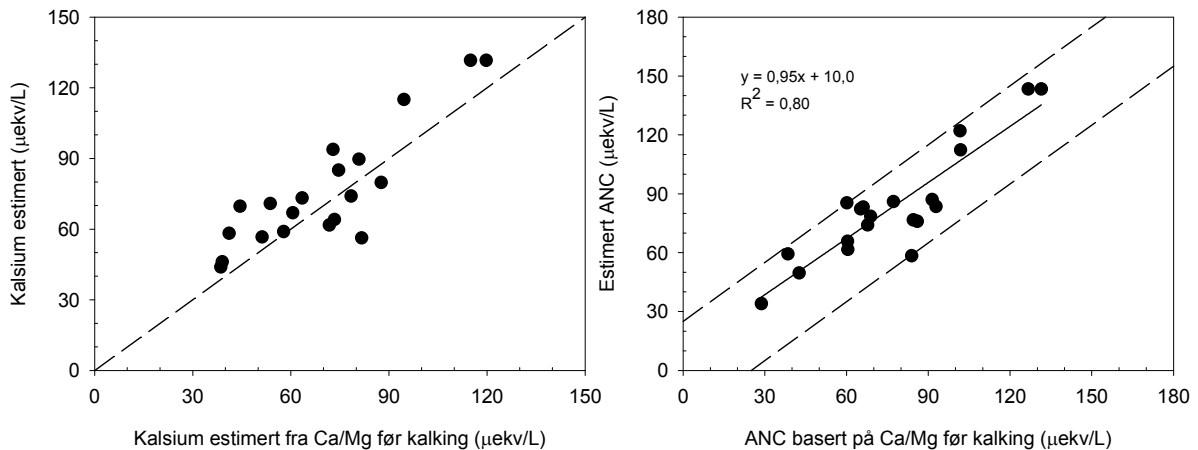


Figur 6. ANC estimert med modellert Ca (åpne sirkler), og ANC beregnet med målte Ca-konsentrasjoner (fylte sirkler). Fylte trekanteder viser differansen mellom disse. NB, skalaen på y-aksen til det nederste panelet er forskjellig fra de andre.

4.3 Alternativ måte å estimere «ukalket» ANC på i innsjøer med data fra før kalking

I tilfeller der det foreligger data fra før kalking, er det mulig å estimere «ukalket» kalsiumkonsentrasjon basert på Ca/Mg-forholdet før kalking av den aktuelle innsjøen og målt magnesiumkonsentrasjon. Tidsseriene for ukalkede innsjøer tyder nemlig på at Ca/Mg-forholdet har

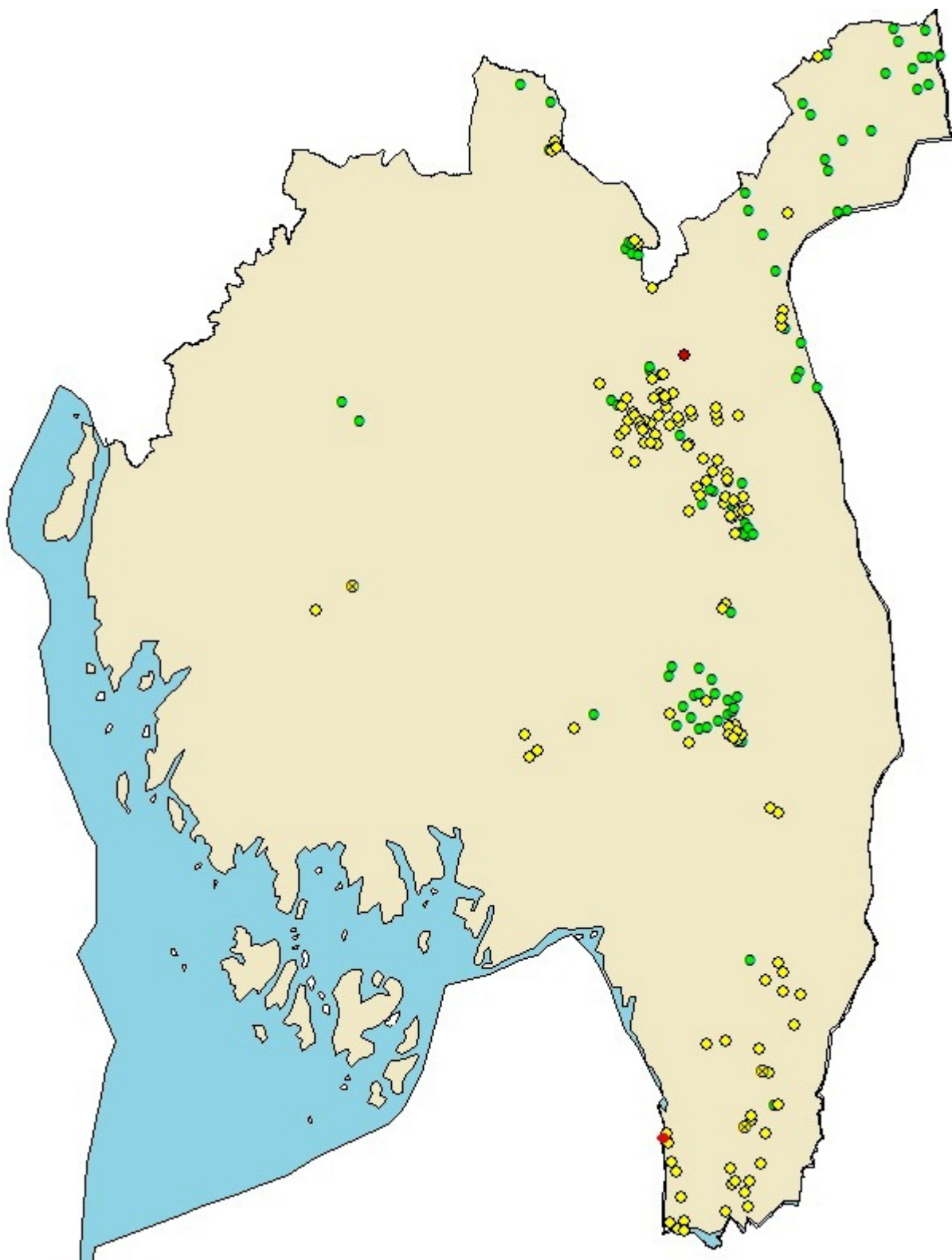
vært relativt stabilt. Videre må man anta at magnesiumkonsentrasjonen er upåvirket av kalking. Ved å sette kalsium estimert på denne måten inn i ligning 1 får man altså en alternativ måte å estimere ANC på. For 20 av de 212 kalkede innsjøene til vurdering, finnes det data for kalsium og magnesium fra 1982 som antagelig er før innsjøene ble påvirket av kalking. Det er relativt godt samsvar mellom ANC estimert med utgangspunkt i Ca/Mg-forholdet før kalking og ANC estimert ut fra den regionale modellen for kalsium (**Figur 7**). Dette er en ytterligere indikasjon på at sistnevnte metode fungerer tilfredsstillende.



Figur 7. Estimert «ukalket» Ca-konsentrasjon i 2011 mot Ca-konsentrasjon basert på Ca/Mg-forholdet før kalking og målt Mg-konsentrasjon i 2011 (venstre), og hvilken betydning det har for ANC (høyre). Hele linjer representerer beste lineære tilpasning og stiplede linjer viser 1:1 linjen (venstre) eller 1:1 linjen +/- 25 µekv/L (høyre).

4.4 Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer

Vurderingen av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer er vist i tabellform i vedlegg B sammen med typifiseringen av innsjøene. I 82 av de 212 vurderte innsjøene er estimert ukalket ANC og ANCoaa mer enn 25 µekv/L høyere enn henholdsvis Vanddirektivets grense mellom moderat og god forureningstilstand og grensen på 8 µekv/L for innsjøer med TOC > 10 mg/L. Dersom man kun legger disse kriteriene til grunn, blir rådet å avslutte kalking. I 128 innsjøer er det usikkert om «ukalket» ANC og ANCoaa er høy nok til at kalking kan avsluttes. Tre av innsjøene havnet i denne kategorien fordi de viste så høy sulfat- og/eller kloridkonsentrasjon at de falt utenfor de kjemiske kriteriene som ble definert i utviklingen av modellen. I to innsjøer er «ukalket» ANC mer enn 25 µekv/L lavere enn grenseverdiene både for ANC og ANCoaa, noe som er en ganske sikker indikasjon på at innsjøene fortsatt bør kalkes. Kategoriseringen av de kalkede innsjøene er kartfestet i **Figur 8**. Legg merke til at de fleste innsjøene hvor kalking kan avsluttes ligger lengst nord i fylket, mens det for de fleste innsjøene lengst sør i fylket er usikkert om kalking kan avsluttes. Dette skyldes at den sure nedbøren hovedsakelig har kommet inn fra sør, så svovelavsetningen har vært størst her (Larssen m.fl., 2008).



Figur 8. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov for 212 kalkede innsjøer i Østfold. Grønn sirkel: kalking kan avsluttes. Gul sirkel: usikkert om kalking kan avsluttes. Gul sirkel med kryss: innsjøer med sulfat og/eller kloridkonsentrasjon utenfor området som modellen er gyldig for. Rød sirkel: kalking må fortsette.

5. Diskusjon

5.1 Metodens usikkerhet

I tillegg til usikkerhet knyttet til prøvetaking, analyser og selve modellen, er det en rekke usikkerhetsmomenter ved metoden som er brukt.

- 1) Referansesjøenes representativitet: Det kan ikke utelukkes at forholdene i nedbørfeltet til enkelte kalkede innsjøer er så avvikende at modellen vil fungere dårlig.
- 2) Typifisering: Det ligger noe usikkerhet i at typifiseringen er gjort basert på estimert kalsiumkonsentrasjon. Generelt burde typifisering med hensyn på humusinnhold og kalkinnhold vært basert på flere prøver. Typifisering til kategorien skog/fjell bør ideelt sett gjøres ut fra skoggrensen.
- 3) Grenseverdiene: Grenseverdiene for god/moderat tilstand for de forskjellige typene er satt ut fra nåværende kunnskap om sammenhengen mellom ANC og biologisk tilstand, spesielt fiskestatus. Dette er et område det stadig forskes på, og det er fortsatt usikkerhet knyttet til grensene.
- 4) Antall prøver fra kalkede innsjøer: Vurderingen er basert kun på én prøve for hver av de kalkede innsjøene. Høstprøver anses som representative, men tidsseriedataene viser at det kan være en del år-til-år-variasjon i ANC. Flere prøver per innsjø ville derfor gitt en sikrere vurdering.

Usikkerheten i metoden er delvis tatt høyde for ved å inkludere kategorien ”usikker” i vurderingen. Ved å sette en absolutt grense for kalking eller ikke kalking, risikerer man at innsjøer havner i feil kategori.

5.2 Oppfølging av vurderingen

Konklusjonen fra vurderingen er at kalking kan avsluttes i 40 prosent av innsjøene. Det kan tilskrives nedgangen i sur nedbør over de siste tiårene.

Det er ingen grunn til å vente med å avslutte kalking av innsjøer der dette vurderes som trygt. Ved all avvikling av kalking er det imidlertid viktig med god oppfølging i etterkant. Dette gjelder også når det anses som sikkert å avslutte kalking. En slik oppfølging bør foregå over tid, fordi effekten av kalking ikke opphører umiddelbart. Ved kalking av innsjøer vil det samle seg opp kalk i sedimentet, og dette vil gi en buffereffekt også etter avsluttet kalking. Forsøk med avvikling av kalking viser at denne effekten kan henge igjen i flere år (Hindar og Skancke, 2008; Hindar, 2011). Kalkingseffekten vil vare lenger for vann som har lang oppholdstid, stort bunnareal, som er grunne, som har blitt kalket hardt eller lenge, som har blitt kalket med tørt kalksteinsmel fra båt eller helikopter (mye vil synke til bunnen), eller hvor en kombinasjon av disse faktorene er til stede. Endringen tilbake til naturlig vannkjemi vil gå noe fortere der det allerede har vært en gradvis nedtrapping av kalking. Ved tidligere overdosering kan man forvente en motsatt effekt.

Innsjøene bør altså følges opp i flere år før man kan konkludere med at det var trygt å avslutte kalking. Hindar (2011) kommer med en rekke anbefalinger angående oppfølging etter kalkavslutning. Det anbefales å ta jevnlig vannprøver (om høsten), samt holde kontakt med de som opprinnelig søkte om kalkingsmidler, for å følge med på bestandsutviklingen. Jo sikrere det er at kalkingen kan avsluttes, dess sjeldnere trenger man å ta vannprøver. Ved stor usikkerhet eller ved stor risiko knyttet til feilaktig kalkavvikling bør man supplere med biologisk overvåking, og ved spesielt stor usikkerhet kan man vurdere kun å redusere frekvensen av kalking. Fordelen med at kalkingseffekten avtar over forholdsvis lang tid er at man har mulighet til å gjenoppta kalking dersom man ser biologiske eller kjemiske indikasjoner på at kalkingen likevel burde vært opprettholdt.

For innsjøene som her er vurdert til at kalking kan avsluttes, kan avviklingen anses som sikker. Det betyr at vannprøver kan tas hvert annet eller tredje år. Tredje hvert år vil være tilstrekkelig for innsjøer hvor man forventer en lenger langtidseffekt av kalkingen (se over) og/eller for de innsjøene som hadde den største avstanden mellom estimert ”ukalket” ANC og G/M-grensen i denne vurderingen. På bakgrunn av vannprøvene kan man beregne ANC, samt estimere ”ukalket” ANC ved hjelp av modellen. Både beregnet og ”ukalket” ANC bør jevnt over ligge høyere enn G/M-grensen. Oppfølgingen kan vurderes avsluttet når beregnet ANC og ”ukalket” ANC er tilnærmet like og over denne grensen. Også for de sikre innsjøene vil det være viktig å ha noe oversikt over bestandsutviklingen.

Man kan også gjøre forsøk med avvikling av kalking i innsjøene som havnet i kategorien «usikker», fortrinnsvis først i de som har høyest estimert «ukalket» ANC og der man forventer størst langtidseffekt av kalkingen. Det er også mulig å gjøre en nærmere vurdering av hver enkelt innsjø ved å studere ioneforhold i ukalkede innsjøer i umiddelbar nærhet, eller fra samme innsjø før den ble kalket første gang hvis data foreligger. Dersom kalking av innsjøer i kategorien «usikker» avsluttes, bør det følges opp med årlig vannprøvetaking.

Til slutt bør det nevnes at kalkingskostnadene for 9 av de kalkede innsjøene (som er vurdert i denne rapporten) i kommunene Rømskog og Marker deles mellom Norge og Sverige fordi innsjøene drenerer til sistnevnte. Beslutninger om hvorvidt disse innsjøene skal kalkes videre eller ikke bør derfor tas i samråd med svenske myndigheter. De 9 innsjøene er (NVE-nr. i parentes): Rømsjøen (373), Hølvatnet (3221), Røvatnet (3245), Stangebrot (3253), Vortungen (3266), Åkevatnet (3321), Østre Rømungen (3322) og Vestre Rømungen (3325), Ulvevatnet (3346). I denne rapporten ble konklusjonen at kalking kan stanses i alle disse unntatt i Åkevatnet (3321) hvor videre kalkingsbehov ble vurdert som usikkert (se vedlegg B).

5.3 Videre bruk av modellene

Bruk av modellene forutsetter at alle parameterne som inngår i ANC måles. Bestemmelse av TOC anbefales også, spesielt dersom konsentrasjonen er i nærheten av grensene som bestemmer typifisering. Det er viktig å ta høyde for modellens usikkerhet i tolkning av resultatet. Det er også viktig å følge med på utviklingen i tidsseriene. Modellen vil fungere dårligere dersom forholdet mellom ionene som inngår i modellen forandrer seg vesentlig.

Modellen som er utviklet i forbindelse med dette arbeidet kan brukes til å følge opp innsjøer hvor kalking avvikles. Den kan også brukes til å gjøre en ny vurdering av innsjøene som er vurdert som usikre, og hvor man velger å fortsette kalkingen. En slik ny vurdering kan for eksempel gjøres etter 3-5 år. Ut over dette kan modellen brukes til å vurdere eventuelle andre kalkede innsjøer som ikke var med i denne rapporten.

6. Konklusjon

Behovet for fortsatt kalking av kalkede innsjøer i Østfold er vurdert ved å sammenligne grenseverdiene for ANC i klassifiseringsveilederen til vannforskriften med estimater for hva ANC ville ha vært uten kalking. Estimaten er basert på en statistisk modell for «ukalket» kalsiumkonsentrasjon. Det er ikke vurdert om andre naturlige eller menneskeskapte betingelser som kan påvirkes av kalking, hindrer en levedyktig fiskebestand. Det er heller ikke vurdert om andre faktorer, som klimaforhold og tilgang på gytebekker, gjør livsbetingelsene vanskelige for fisk, uavhengig av forurensningstilstand.

Behovet for fortsatt kalking er vurdert for i alt 212 kalkede innsjøer. Kalking kan avsluttes i 82 av disse. For 128 av innsjøene er det usikkert om «ukalket» ANC vil havne over eller under grenseverdien for ANC. Kun to av innsjøene er vurdert slik at kalking helt klart bør fortsette.

Både estimerte ANC-verdier og grenseverdier er forbundet med usikkerhet. Oppfølging av innsjøer hvor kalking avsluttes er derfor viktig.

7. Referanser

Austnes, K., 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hordaland. NIVA-rapport 6170-2011, 33 s.

Austnes, K., 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oppland. NIVA-rapport 6296-2012, 32 s.

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

Austnes, K. og F. Kroglund, 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Sogn og Fjordane. NIVA-rapport 6101-2011, 28 s.

Bulger, A. J., L. Lien, B. J. Cosby og A. Henriksen, 1993. Brown trout (*Salmo trutta*) status and chemistry from the Norwegian thousand lake survey: statistical analysis *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 575-585.

Dalziel, T. R. K., F. Kroglund, L. Lien og B. O. Rosseland, 2005. The REFISH (restoring endangered fish in stressed habitats) project, 1988-1994 *Water Air and Soil Pollution* 85: 321-326.

DirektoratsgruppaVanndirektivet, 2009. Veileder 01: 2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. 179 s.

Garmo, Ø. A., K. Austnes og F. Kroglund, 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Oslo og Akershus. NIVA-rapport 6151-2011, 35 s.

Garmo, Ø. A. og K. Austnes, 2011. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Buskerud. NIVA-rapport 6201-2011, 78 s.

Garmo, Ø. A. og K. Austnes, 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark. NIVA-rapport 6304-2012, 46 s.

Hesthagen, T., P. Fiske og B. L. Skjelkvåle, 2008. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations. *Aquatic Ecology* 42: 307-316.

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

Hindar, A. og T. Larssen, 2005a. Modifisering av ANC- og tålegrenseberegninger ved å inkludere sterke organiske syrer. NIVA-rapport 5030-2005, 38 s.

Hindar, A. og T. Larssen, 2005b. Metodikk for å avgjøre om og når kalking av innsjøer kan avsluttes i områder med redusert sur nedbør. NIVA-rapport 5029-2005, 33 s.

Hindar, A. og L. B. Skancke, 2008. Vannkjemisk utvikling i innsjøer etter avsluttet kalking. NIVA-rapport 5628-2008, 34 s.

Klif, 2011a. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Atmosfærisk tilførsel. Rapport 1099/2011. Statlig program for forurensningsovervåking. Klima- og forurensningdirektoratet, 218 s

Klif, 2011b. Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010. Rapport 1094/2009. Statlig program for forurensningsovervåking. Klima- og forurensningdirektoratet, 160 s.

Kroglund, F., 2007. Metode for å beregne en "naturlig" vannkvalitet i kalka innsjøer i Aust-Agder. NIVA-rapport 5364-2007, 61 s.

Larssen, T., E. Lund og T. Høgåsen, 2008. Overskridelser av tålegrenser for forsuring og nitrogen for Norge - oppdatering med perioden 2002–2006. NIVA-rapport 5697-2008, 24 s.

Lien, L., I. H. Sevaldrud, T. S. Traaen og A. Henriksen, 1987. 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Rapport 282/87. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn, 31 s.

Lydersen, E., T. Larssen og E. Fjeld, 2004. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. *Science of the Total Environment* 326: 63-69.

Monteith, D. T., A. G. Hildrew, R. J. Flower, P. J. Raven, W. R. B. Beaumont, P. Collen, A. M. Kreiser, E. M. Shilland og J. H. Winterbottom, 2005. Biological responses to the chemical recovery of acidified fresh waters in the UK. *Environmental Pollution* 137: 83-101.

Raddum, G. G. og B. L. Skjelkvåle, 1995. Critical limits of acidification to invertebrates in different regions of Europe. *Water Air and Soil Pollution* 85: 475-480.

Rosseland, B. O. og M. Staurnes, 1994. Physiological mechanisms for toxic effects and resistance to acidic water: An ecophysiological and ecotoxicological approach. I: C. E. W. Steinberg og R. F. Wright (red) *Acidification of freshwater ecosystems: Implications for the future*. John Wiley & Sons Ltd., 227 s.

Skjelkvåle, B. L., C. Evans, T. Larssen, A. Hindar og G. G. Raddum, 2003. Recovery from acidification in European surface waters: A View to the future. *Ambio* 32: 170-175.

Skjelkvåle, B. L., K. Tørseth, W. Aas og T. Andersen, 2001. Decreases in acid deposition - recovery in Norwegian waters. *Water, Air, and Soil Pollution* 130: 1433-1438.

Vedlegg A. Oversikt over ukalkede innsjøer

Tabell A.1. Oversikt over ukalkede innsjøer som er brukt til utvikling av modell og validering.

NVE-Nr	Innsjønavn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Nedbørfeltareal (km ²)	Kommune
3002	Trestikket	648200	6541312	214	0,114	Halden
3019	Lerbekktjern	651343	6535465	150	0,024	Halden
3030	Asktjern	651448	6532914	163	0,045	Halden
3241	Sætertjern	662102	6629588	286	0,031	Rømskog
3251	Auretjern	661841	6627678	282	0,045	Rømskog
3261	Unyttigtjernet	653046	6626004	265	0,115	Rømskog
3264	Sagtjern	654630	6626068	198	0,048	Rømskog
3315	Strandsætertjern	655235	6616988	188	0,045	Rømskog
3320	Morttjern	656670	6616120	167	0,051	Rømskog
3335	Ankertjern	652677	6612516	244	0,025	Marker
3352	Morttjern	649904	6607776	214	0,057	Marker
3357	Hungervann	642672	6606365	172	0,333	Marker
3375	Nordre Lervann	644698	6599355	210	0,078	Marker
3391	Kjelene	641914	6596712	186	0,027	Marker
3401	Djupetjern	646852	6595146	171	0,117	Marker
3403	Store Kutjern	648517	6594748	167	0,041	Marker
3425	Rusviktjernet	619255	6588529	117	0,137	Sarpsborg
3435	Skølja	643417	6583225	111	0,093	Rakkestad
3438	Nordre Torggrimsbytjern	657249	6582663	111	0,082	Marker
3444	Kolbjørnsviksjøen	646544	6578755	116	0,571	Marker/Rakkestad
3449	Langtjern	645944	6578202	153	0,065	Rakkestad
3454	Ekertjernet	656348	6577476	130	0,066	Aremark
3487	Gulltjern	634772	6570900	115	0,105	Aremark
3490	Kollerødtjernet	657876	6570524	154	0,165	Aremark
3518	Fiskeløs	657743	6566015	161	0,065	Aremark
3529	Busterudtjerna	657593	6563620	154	0,064	Aremark
3532	Langtjern	649950	6562980	144	0,052	Aremark
3545	Paletjern	653835	6558013	162	0,038	Aremark
3562	Steinsvannet	652311	6554091	178	0,137	Halden
3570	Nordre Stangebrotjtjernet	655543	6553293	210	0,100	Halden
3596	Otertjern	650705	6549239	219	0,030	Halden
3598	Kroktjern	651976	6548085	230	0,104	Halden
3600	Langvatn	645383	6547753	178	0,088	Halden
3606	Blanktjern	650847	6545391	206	0,023	Halden
81248	Hesthagtjernet	643658	6577846	179	0,021	
81277	Hamnetjern	641970	6588006	133	0,015	Rakkestad
81290	Nordre Skottjern	646676	6585383	174	0,014	Rakkestad
81299	Tjerbutjerna	642678	6586758	135	0,013	Rakkestad
153129	Morttjernet	647307	6580090	156	0,030	Marker
153131	Saksetjernet	647967	6580069	158	0,012	Marker
153142	Langtjernet	648184	6578508	118		Marker

Tabell A.2. Oversikt over ukalkede innsjøer som pga. vannkjemiske kriterier ble fjernet fra modell- og valideringsdatasettet.

NVE-Nr	Innsjønavn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Nedbørfeltareal (km ²)	Kommune	Årsak
323	Rødnessjøen	647471	6605314	118	15,98	Marker	Ca>3,23
3303	Svarttjernet	661147	6618937	203	0,047	Rømskog	Ca>3,23
3344	Hølevannet	649939	6611129	199	0,096	Marker	Cl>8,29
3427	Stikletjern	652723	6587630	113	0,201	Marker	Ca>3,23
3441	Rørvatnet	645281	6581083	115	0,169	Rakkestad	Ca>3,23
3446	Stomperudtjernet	636837	6578522	107	0,065	Rakkestad	Ca>3,23
3453	Blytjerna	638355	6577540	108	0,118	Rakkestad	Ca>3,23
3542	Klaretjern	651533	6558354	154	0,129	Aremark	SO ₄ >3,59
153143	Breidmosetjernet	650059	6578594	118	0,031	Aremark	Ca>3,23

Tabell A.3. Oversikt over innsjøer med tidsserier.

NVE-Nr	Innsjønavn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune	Tidsrom
331	Holvatn	644640	6554220	164	Halden	1985-2011
3497	Tvetervatn	628712	6570069	79	Sarpsborg	1986-2005
3555	Breitjern	653625	6556837	190	Aremark	1986-2011
3608	Hokksjøen	647200	6543000	143	Halden	1995-2003
5828	Ravnsjøen	613491	6586632	82	Våler	1986-2011
5844	Isebakkjern	612020	6579975	60	Sarpsborg	1981-2011

Tabell A.4. Analyseresultater for ukalkede innsjøer i Østfold etter prøvetaking høsten 2011.

Innsjønavn	NVE-innsjønr	Provedato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N/L µg N/l	TOC mg/l	AI/R µg/l	AI/I µg/l	LAI µg/l	ANC µekv/l
Rødnessjøen	323	30.sep	6.87	5.13	181	4.49	1.23	2.91	1.23	4.65	2.92	845	140	12.0	57	47	10	282
Trestikket	3002	20.sep	5.06	2.61	7	0.37	0.40	2.63	0.29	4.51	1.38	440	38	8.7	96	67	29	15
Lerbekktjern	3019	20.sep	5.15	3.04	15	0.97	0.54	3.05	0.36	4.65	1.87	425	16	14.4	151	120	31	64
Askertjern	3030	21.sep	4.76	3.29	4	0.74	0.56	2.89	0.31	4.61	1.64	470	14	17.5	192	149	43	52
Sætertjern	3241	04.okt	4.65	2.39	0	0.96	0.34	1.26	0.14	1.55	1.22	445	25	21.0	139	117	22	64
Aureitjern	3251	04.okt	4.83	2.28	9	1.26	0.37	1.35	0.16	1.64	1.10	370	21	22.3	96	83	13	86
Unyttigtjernet	3261	04.okt	5.03	1.76	7	0.60	0.24	1.35	0.14	1.81	1.41	345	46	9.8	143	81	62	28
Sagtjern	3264	04.okt	5.82	2.03	31	1.66	0.35	1.58	0.24	2.01	1.68	345	44	10.7	124	109	15	92
Svarttjernet	3303	04.okt	6.49	3.00	99	3.23	0.57	2.09	0.32	2.46	2.53	435	19	12.3	77	73	4	184
Strandsetertjern	3315	04.okt	5.59	2.30	32	1.76	0.43	1.72	0.31	2.15	1.82	530	66	15.7	122	109	13	103
Morttjern	3320	04.okt	5.20	2.48	26	1.62	0.54	1.92	0.21	2.03	1.48	515	19	24.5	242	210	32	125
Ankertjern	3335	04.okt	4.78	2.27	4	0.61	0.33	1.53	0.29	2.19	1.35	450	22	15.0	109	86	23	40
Hølevannet	3344	04.okt	6.21	4.48	55	1.86	0.63	5.35	0.43	8.29	2.35	380	14	9.8	55	55	0	105
Morttjern	3352	04.okt	4.67	2.83	1	1.20	0.38	1.76	0.25	2.34	1.90	490	12	21.3	160	130	30	68
Hungervann	3357	04.okt	6.28	3.13	87	2.95	0.81	2.10	0.75	2.71	2.36	535	6	17.0	89	88	1	199
Nordre Lervann	3375	30.sep	5.30	2.41	21	1.23	0.35	1.86	0.48	2.75	1.48	615	15	17.3	163	132	31	74
Kjelene	3391	30.sep	4.69	2.82	2	1.25	0.38	1.65	0.24	2.34	1.37	525	<1	24.7	239	192	47	77
Djupeitjern	3401	30.sep	5.00	2.37	10	0.96	0.40	1.82	0.16	2.59	1.75	465	27	15.2	175	136	39	53
Store Kutjern	3403	30.sep	5.54	2.53	37	1.65	0.46	1.92	0.24	2.54	1.34	925	25	21.0	191	169	22	109
Rusviktjernet	3425	30.sep	5.74	3.07	22	1.28	0.53	2.98	0.31	4.54	2.98	300	13	7.7	101	81	20	54
Stikletjern	3427	27.sep	6.83	6.46	273	5.23	1.65	3.74	1.79	7.47	2.60	780	1	13.0	13	12	1	341
Skølja	3435	22.sep	5.87	3.01	63	2.43	0.63	2.43	0.43	3.43	2.06	480	34	17.2	154	136	18	148
Nordre Torgrimsbyjern	3438	27.sep	5.63	3.39	53	2.52	0.79	2.60	0.59	3.30	1.92	620	3	26.4	234	203	31	186
Rørvatnet	3441	22.sep	6.12	3.49	99	3.81	0.67	2.58	0.47	3.72	2.20	505	46	16.9	149	139	10	216
Kolbjørnsviksjøen	3444	22.sep	5.60	2.78	41	1.93	0.55	2.30	0.30	3.48	1.70	560	9	15.1	139	125	14	115
Stomperudtjernet	3446	22.sep	6.59	10.20	478	8.84	3.33	5.67	2.79	9.87	5.86	1090	225	16.4	171	151	20	618
Langtjern	3449	22.sep	5.68	2.82	42	2.26	0.51	2.33	0.38	3.34	1.94	495	42	16.7	167	160	7	129
Blyvjerna	3453	22.sep	6.29	5.94	206	5.81	1.50	3.39	2.20	5.68	3.53	1250	390	21.9	144	126	18	357
Ekertjernet	3454	27.sep	6.40	3.61	92	3.01	0.71	2.70	0.64	4.07	2.37	480	20	14.0	41	39	2	177
Gulltjern	3487	27.sep	5.96	3.44	47	2.05	0.67	3.06	0.66	4.73	2.37	570	31	14.9	150	141	9	123

Innsjønavn	NVE-innsjønr	Provedato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg N/l	Tot-N/L µg N/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAI µg/l	ANC µekv/l
Kollerødtjernet	3490	27.sep	5.31	3.16	30	1.99	0.54	2.60	0.43	3.53	2.26	530	16	22.9	196	162	34	120
Fiskeløs	3518	27.sep	5.22	3.10	24	1.79	0.48	2.56	0.43	3.69	2.07	495	10	20.8	186	151	35	104
Busterudtjerna	3529	27.sep	5.27	3.33	24	1.96	0.53	2.78	0.43	4.04	2.77	440	8	20.8	187	153	34	101
Langtjern	3532	27.sep	5.42	3.24	32	1.87	0.73	2.54	0.51	4.38	1.67	540	37	20.9	259	210	49	116
Klaretjern	3542	27.sep	5.20	3.09	2	0.48	0.53	2.96	0.21	5.11	3.59	240	125	1.1	132	15	117	-26
Paletjern	3545	27.sep	5.47	2.87	9	0.61	0.39	3.04	0.14	5.37	2.30	265	47	4.4	147	90	57	-4
Steinsvannet	3562	21.sep	5.01	2.59	12	0.77	0.40	2.32	0.21	3.83	1.40	580	10	14.1	215	160	55	40
Nordre Stangebrotjtjernet	3570	27.sep	4.82	2.69	3	0.35	0.28	2.50	0.14	4.01	1.53	305	<1	11.1	258	151	107	8
Otertjern	3596	21.sep	4.26	4.48		0.68	0.46	2.58	0.11	4.42	1.37	570	13	26.1	148	137	11	33
Kroktjern	3598	21.sep	4.72	3.03	2	0.76	0.40	2.53	0.18	3.98	1.37	605	19	19.0	114	92	22	43
Langvatn	3600	21.sep	5.13	2.93	10	0.56	0.50	3.14	0.26	5.03	2.00	330	16	9.4	160	104	56	28
Blanktjern	3606	21.sep	4.87	2.88	7	0.56	0.42	2.79	0.20	4.40	1.46	515	16	14.6	236	170	66	33
Hesthagjtjennet	81248	28.nov	4.87	3.15	3	0.97	0.47	2.13	0.83	4.27	1.25	550	21	15.7	21	17	4	53
Hamnetjern	81277	04.okt	4.75	3.20	7	1.29	0.62	2.28	0.52	3.18	1.86	810	3	28.8	264	208	56	99
Nordre Skottjern	81290	04.okt	5.17	2.84	16	1.55	0.53	2.37	0.23	3.27	2.58	425	10	15.9	151	129	22	83
Tjerbutjerna	81299	04.okt	5.06	3.17	23	1.73	0.74	2.54	0.37	3.29	1.89	745	50	28.1	263	219	44	132
Morttjernet	153129	22.sep	5.01	2.97	14	1.18	0.49	2.90	0.14	3.79	2.07	440	4	18.3	249	204	45	79
Saksetjernet	153131	22.sep	4.93	3.02	13	1.16	0.48	2.86	0.13	3.81	1.85	390	5	19.7	273	216	57	79
Langtjernet	153142	22.sep	5.02	2.58	16	0.90	0.47	2.20	0.19	3.43	1.30	415	9	17.5	275	189	86	60
Breidmosetjernet	153143	22.sep	5.82	5.13	123	5.35	0.88	4.46	0.64	6.21	2.16	1040	57	41.8	86	82	4	326

Farge er målt i ufiltrert prøve

Al/R = Reaktivt Al (mål for totalkonsentrasjon av monomert aluminium)

Al/II = Ikke-labilt Al (mål for konsentrasjon av organisk monomert Al)

LAI = Labilt Al (beregnet ved differansen mellom Al/R og Al/II)

Vedlegg B. Oversikt over kalkede innsjøer

Tabell B.1. Analyseresultater for kalkede innsjøer i Østfold etter prøvetaking høsten 2011.

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₂ - N µg/l	ToN µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	L/Al µg/l	Farge mg Pt/l
Øymark JFF	Fronssjøen (nr:100)	136	13.11.	6.33	2.58	50	1.99	0.44	2.17	0.19	3.04	1.59	65	460	10.3	81	55	26	83
Halden Vilt- og Innlandsfiskerend	Nordre Boksjø	344	18.10.	6.6	3.29	88	3.31	0.42	2.67	0.24	4.35	1.93	53	340	8.9	34	33	1	91
Ørsjøen G.-lag	Ørsjøen	345	28.11.	6.35	4.34	56	2.16	0.7	3.72	0.52	6.44	3.3	235	470	6.6	46	30	16	48
Eljavassdragets G.-lag	Lysevann	346	11.12.	5.42	4.5	23	2.03	0.8	4.42	0.62	7.51	2.79	100	560	15.2	160	131	29	146
Eljavassdragets G.-lag	Elgsjøen	347	12.10.	6.16	3.43	55	2.61	0.6	3.05	0.33	4.93	1.95	65	485	15.3	102	98	4	168
Nordre Rømskog JFF	Rømsjøen	373	23.10.	6.81	3.6	119	3.72	0.72	2.25	0.51	3.29	2.69	135	485	8.5	50	39	11	65
Eljavassdragets G.-lag	Pålsbudamfjern	3015	12.10.	5.79	3.45	32	1.86	0.51	3.35	0.49	5.6	1.97	32	420	14.1	137	123	14	128
Eljavassdragets G.-lag	Holmvann	3016	12.10.	5.42	3.36	20	1.62	0.42	3.27	0.29	5.47	1.95	48	400	14.2	168	145	23	132
Halden AJFF	Trolldalsvann	3018	29.10.	6.08	3.79	42	1.73	0.53	4.57	0.22	6.67	2.37	74	375	9.3	203	168	35	69
Eljavassdragets G.-lag	Øvre Elgvann	3021	12.10.	6.05	4.11	51	2.51	0.63	3.75	0.59	6.51	2.19	50	550	17.1	143	135	8	185
Eljavassdragets G.-lag	Sandvann	3023	12.10.	6.19	3.78	63	1.8	0.41	3.19	0.31	5.27	1.81	39	465	12.8	142	130	12	118
Eljavassdragets G.-lag	Nedre Elgvann	3025	12.10.	6.27	3.56	50	2.51	0.66	3.79	0.59	6.55	2.21	18	550	16.9	144	136	8	184
Halden AJFF	Langevann	3026	26.10.	6.68	3.72	114	4.19	0.5	2.77	0.28	4.58	1.65	24	435	13.2	140	119	21	116
Eljavassdragets G.-lag	Godafjern	3034	12.10.	5.88	3.55	44	2.21	0.55	3.75	0.42	5.81	2.05	10	425	15	162	150	12	151
Eljavassdragets G.-lag	Slafjern	3035	11.10.	6.3	3.6	50	2.13	0.49	3.44	0.43	5.68	1.93	43	430	12.8	146	132	14	118
Halden AJFF	N. Hogsjø	3036	31.10.	5.4	4.14	18	1.56	0.57	4.63	0.31	7.01	2.36	110	540	14.3	149	108	41	154
Halden AJFF	Aarbufjern	3037	31.10.	6.24	4.19	55	1.94	0.54	5.08	0.29	7.15	2.13	47	405	11	126	105	21	108
Nordre Rømskog JFF	Hølvannet	3221	23.10.	6.97	3.03	164	5.09	0.46	1.25	0.14	1.67	1.35	66	360	11.8	38	28	10	115
Nordre Rømskog JFF	St. Sundvannet	3232	23.10.	6.25	2.18	62	2.55	0.4	1.41	0.19	1.74	1.45	59	390	12	76	63	13	142
Nordre Rømskog JFF	Røvannet	3245	23.10.	6.69	2.54	107	3.87	0.48	1.38	0.15	1.63	1.29	29	380	14	64	54	10	144
Nordre Rømskog JFF	N. Hellingfjern	3247	23.10.	5.51	2.51	42	2.9	0.55	1.63	0.17	2.02	1.24	25	565	25.5	190	162	28	274
Nordre Rømskog JFF	S. Hellingstjern	3248	23.10.	5.46	2.5	39	2.87	0.53	1.61	0.18	2.06	1.24	25	435	25.4	186	163	23	284
Nordre Rømskog JFF	Stangebrot	3253	23.10.	7.21	3.93	248	7.17	0.52	1.5	0.25	1.94	1.39	49	475	13.4	40	29	11	134
Nordre Rømskog JFF	Grytjern	3257	23.10.	6.07	2.38	63	2.68	0.61	1.58	0.31	1.82	1.55	37	435	18.2	126	109	17	212
Vestre Rømskog JFF	Ertevann	3263	23.10.	6.09	2.24	31	2.1	0.44	1.59	0.23	2.3	2.27	98	355	8.1	68	56	12	65

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	L-Al µg/l	Farge mg Pt/l
Rømskog kommune	Vortungen	3266	28.11.	6.32	2.62	89	2.68	0.4	1.8	0.31	2.3	1.83	66	355	9	84	63	21	83
Båstad Grunneier JFF	Stiklåtjern	3275	17.10.	6.75	3.3	143	4.65	0.53	1.78	0.3	2.24	2.33	21	415	13.1	85	70	15	127
Vestre Rømskog JFF	Damtjern	3287	5.10.	6.17	2.31	42	2.03	0.4	1.63	0.22	2.17	2.2	96	380	9.2	84	75	9	82
Båstad Grunneier JFF	Vikstjern	3290	22.10.	7.03	3.53	207	5.94	0.38	1.54	0.16	2.17	1.31	<1	515	11.7	61	46	15	120
Båstad Grunneier JFF	Svartjern	3294	22.10.	6.96	4.6	293	8.53	0.52	1.8	0.19	2.62	1.27	19	575	20.8	215	180	35	210
Båstad Grunneier JFF	Stortjern	3297	22.10.	6.66	3.06	120	4.2	0.39	1.77	0.15	2.5	1.76	17	475	14	119	101	18	147
Vestre Rømskog JFF	Slavann	3298	23.10.	6.02	2.06	31	1.79	0.45	1.56	0.16	2.05	1.85	45	335	9.1	87	69	18	83
Vestre Rømskog JFF	Karsbyjern	3305	5.10.	5.93	2.25	42	2.04	0.41	1.59	0.25	1.98	1.81	76	400	13	109	96	13	132
Opsal G.-lag	S. Røytjern	3316	29.9.	6.26	2.57	88	3.3	0.46	1.63	0.39	2.19	1.43	20	350	18	155	146	9	171
Opsal G.-lag	Akevannet	3321	29.9.	5.35	2.28	28	2.03	0.4	1.66	0.22	2.09	1.23	17	375	21.8	164	146	18	223
Rømskog kommune	Ø. Romungen	3322	28.11.	6.2	2.84	92	3.2	0.56	2.14	0.3	2.36	1.76	<1	440	15.3	102	75	27	164
Rømskog kommune	V. Romungen	3325	28.11.	6.45	3.48	165	4.72	0.59	2.2	0.38	2.48	1.65	77	470	17.1	98	75	23	198
Opsal G.-lag	Fluetjern	3332	29.9.	6.38	2.93	108	3.6	0.71	1.96	0.27	2.35	1.73	27	460	19.9	143	139	4	222
Østre Trøgstad JFF	Krokjern	3337	20.10.	6.34	2.72	59	2.7	0.45	2.08	0.19	2.96	1.98	64	385	12.5	131	122	9	120
Østre Trøgstad JFF	Lierdamtjern	3341	20.10.	6.66	2.97	103	3.7	0.45	2.04	0.19	2.83	1.89	28	445	12.7	102	93	9	123
Østre Trøgstad JFF	Damtjern	3342	20.10.	6.14	3.14	66	2.45	0.59	2.56	0.16	3.57	3.45	<1	260	9	185	157	28	76
Opsal G.-lag	Ulvevannet	3346	29.9.	6.88	4.24	154	4.16	0.6	3.42	0.41	5.1	2.38	31	370	9.5	60	53	7	79
Svarverud JFF	Rokovann	3349	14.10.	6.13	2.53	59	2.4	0.41	1.87	0.15	2.75	1.78	34	365	12.2	145	129	16	111
Orderud Skogstad G.-lag	Svartvannet	3356	2.10.	6.58	2.94	109	4.01	0.36	1.79	0.3	2.62	1.62	17	330	13.7	105	95	10	141
Svarverud JFF	Søndre Damtjern	3361	15.10.	6.33	3.43	145	4.2	0.57	2.12	0.2	2.97	1.76	21	455	14.5	138	124	14	150
Måstad Askerud G.-lag	Krokvannet	3362	16.10.	6.73	3.78	204	6.87	0.55	1.84	0.22	2.58	1.33	<1	435	20.3	70	56	14	222
Svarverud JFF	Store Damtjern	3367	16.10.	6.41	3.07	107	3.85	0.5	1.97	0.2	2.66	1.81	33	420	16.3	136	128	8	167
Måstad Askerud G.-lag	Svartevann	3368	17.10.	6.5	3.01	111	3.77	0.54	1.98	0.16	2.55	1.74	<1	400	15.7	126	113	13	171
Svarverud JFF	Øst Hakatjern	3369	14.10.	6.08	2.46	44	1.89	0.37	1.98	0.16	2.99	2.01	25	445	10.3	122	107	15	111
Måstad Askerud G.-lag	Langvannet	3370	17.10.	6.66	3.08	111	3.51	0.51	1.89	0.23	2.8	2.02	<1	430	10	39	31	8	101
Svarverud JFF	Dalavann	3371	16.10.	6.28	2.76	80	3.33	0.44	1.89	0.14	2.53	1.66	32	410	16.5	159	148	11	170
Svarverud JFF	Steinsvann	3373	15.10.	5.99	2.38	45	2	0.4	1.93	0.19	2.61	1.87	28	390	12.3	144	128	16	123
Svarverud JFF	S. Murtjern	3376	16.10.	6.22	2.54	71	2.35	0.42	1.85	0.24	2.7	1.43	15	430	12.5	152	135	17	142
Svarverud JFF	Lauvvann, store	3377	15.10.	6.26	2.44	60	2.56	0.35	1.75	0.14	2.65	1.46	71	375	10.7	69	64	5	109
Svarverud JFF	Jonsvann	3378	15.10.	6.41	2.77	92	3.68	0.39	1.74	0.1	2.52	1.43	39	425	16.4	147	137	10	168
Trømborg og Hærland GJFF	(S)M, Ertevann	3380	6.11.	6.54	3.24	100	3.91	0.47	2.48	0.19	3.32	1.75	26	425	17.2	69	64	5	197

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ - N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	L-Al µg/l	Farge mg Pt/l
Manker Sportsfiskeklubb	Broktjern	3381	2.10.	6.48	2.76	74	3.02	0.43	1.88	0.28	2.8	1.99	31	430	12.6	84	82	2	123
Lysvannveien veilag	Langevann	3382	2.10.	6.84	3.75	208	7.43	0.45	1.75	0.2	2.53	1.13	18	460	22.9	103	99	4	262
Svarverud JFF	Kulevann	3383	16.10.	6.13	2.5	60	2.66	0.41	1.74	0.16	2.36	1.46	33	445	16	149	142	7	157
Svarverud JFF	Stålsvannet	3384	16.10.	6.53	2.85	97	3.61	0.4	1.82	0.14	2.6	1.34	28	500	16.3	116	110	6	179
Trømborg og Hærland GJFF	Langgard/Sagduplen	3389	6.11.	5.58	2.79	30	2.55	0.41	2.22	0.19	3.24	1.76	56	495	19.3	114	102	12	208
Svarverud JFF	Røstevann	3390	16.10.	6.4	2.95	98	3.83	0.5	1.87	0.2	2.54	1.6	22	470	18.8	195	184	11	197
Trømborg og Hærland GJFF	St. Basdal	3393	6.11.	6.32	2.7	68	3.07	0.37	2.04	0.13	2.89	1.4	57	465	16.5	79	72	7	162
Trømborg og Hærland GJFF	Stikkjern	3397	6.11.	6.23	3.29	81	3.87	0.48	2.33	0.38	3.36	2.19	97	505	19.4	153	139	14	204
Trømborg og Hærland GJFF	Hommelen	3398	6.11.	5.8	2.84	40	2.46	0.42	2.39	0.22	3.29	1.91	26	435	17.9	191	167	24	171
Turåsens Viltvernlag	Honningen	3399	19.9.	5.78	2.44	38	1.7	0.38	2.18	0.17	3.05	1.96	13	375	11.6	129	114	15	102
Øymark JFF	Vardejern (nr: 107)	3406	13.11.	6.33	2.8	64	2.82	0.37	2.16	0.14	3.09	1.55	73	440	13.6	131	95	36	128
Øymark JFF	Svartjern (Lie) (nr: 109)	3407	13.11.	7.04	4.45	260	6.96	0.47	2.21	0.18	3.18	1.28	46	425	16	120	80	40	163
Turåsens Viltvernlag	Bufjern	3408	19.9.	5.34	2.48	24	1.8	0.35	2.03	0.17	2.93	1.72	28	450	15.4	135	120	15	182
Øymark JFF	Lielangevann (nr: 101)	3410	13.11.	6.68	3.2	124	4.21	0.43	2.02	0.2	2.95	1.08	38	525	17.4	100	71	29	166
Øymark JFF	Krokvann	3413	13.11.	6.74	3.39	139	4.79	0.54	2.15	0.15	2.88	1.41	60	590	18.7	94	71	23	197
Rakkestad og Degemes JFF	Tvillingjern	3414	13.11.	5.42	2.37	15	1.18	0.39	2.19	0.18	3.19	1.45	43	350	11.6	181	94	87	97
Rakkestad og Degemes JFF	Haugstenvannet (St. Hosten)	3415	23.10.	6.03	2.66	50	2.73	0.52	2.01	0.14	3.05	1.57	51	465	16.5	208	183	25	162
Øymark JFF	Damtjern (nr: 200)	3416	28.11.	6.16	2.73	67	2.62	0.42	1.99	0.14	3	1.42	73	460	13.1	114	87	27	119
Øymark JFF	Holmetjern (nr: 304)	3417	6.11.	6.29	2.99	76	3.62	0.48	2.09	0.23	2.96	1.6	66	480	20.2	110	102	8	192
Rakkestad og Degemes JFF	Stensvann	3418	23.10.	5.16	2.59	14	1.66	0.56	2	0.16	2.9	1.35	30	495	21	250	201	49	232
Øymark JFF	Abbotjern II (nr: 305)	3419	6.11.	6.17	3.21	81	4.32	0.52	2.11	0.37	3.18	1.66	42	530	23.5	71	67	4	244
Øymark JFF	Hakajern (nr: 301)	3420	6.11.	7.08	4.13	212	5.86	0.4	1.81	0.45	2.75	1.78	185	725	11.1	84	67	17	81
Øymark JFF	Langejern (nr: 303)	3421	6.11.	6.88	3.52	125	3.77	0.6	2.31	0.25	3.43	2.67	63	370	7.4	24	18	6	59
Øymark JFF	Hagajern (nr: 312)	3424	6.11.	6.69	3.6	122	4.43	0.59	2.36	0.23	3.13	2.72	51	420	16.4	102	89	13	161
Vestsiden G.-lag	Hagaholjern	3440	26.9.	6.3	3.46	124	4.65	0.52	2.4	0.19	3.43	2.24	2	370	17.3	151	135	16	171
Midtre Degemes G.-lag	Kløsa	3448	28.11.	6.06	3.23	48	1.9	0.55	2.75	0.27	4.07	2.66	74	420	7.7	69	43	26	58
Midtre Degemes G.-lag	N. Askevann/Søndre Buvann	3455	28.11.	5.69	3.07	34	1.79	0.57	2.74	0.28	4.16	2.62	63	450	12.5	156	98	58	117
Midtre Degemes G.-lag	Langjern	3457	28.11.	6.28	3.45	98	2.99	0.53	2.71	0.42	3.94	2.37	72	485	8.6	78	56	22	72
Midtre Degemes G.-lag	Krokvann	3458	28.11.	6.35	3.47	104	3.32	0.57	2.68	0.23	3.82	2.51	48	375	10.3	72	50	22	83

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	L-Al µg/l	Farge mg Pt/l
Midtre Degernes G.-lag	Øvre Hivann	3462	28.11.	6.4	3.49	119	3.69	0.53	2.51	0.28	3.86	1.72	43	445	10.3	52	35	17	81
Midtre Degernes G.-lag	Stensvann	3463	28.11.	6.11	3.23	66	2.56	0.55	2.75	0.25	4.03	2.11	16	385	11.4	121	83	38	100
Lervik Utmarkslag	Sjølbuvatne	3465	23.10.	6.53	3.24	95	3.78	0.6	2.24	0.29	3.76	1.64	<1	495	14	152	145	7	137
Midtre Degernes G.-lag	Nedre Hivann	3467	28.11.	6.23	3.37	87	3.12	0.53	2.63	0.23	4.07	2.05	43	405	12.5	120	86	34	120
Midtre Degernes G.-lag	Laksen	3469	28.11.	6.17	3.01	64	2.29	0.47	2.72	0.21	3.86	2.12	38	365	8.5	88	60	28	62
Søndre Degernes G.-lag	Holtefjæren	3472	11.10.	6.68	4.16	159	5.62	0.72	2.69	0.42	4.16	1.33	22	475	22.9	208	187	21	274
Midtre Degernes G.-lag	Hakafjæren	3473	28.11.	5.02	2.76	4	0.8	0.46	2.62	0.16	3.65	1.43	20	410	16.4	218	123	95	144
Midtre Degernes G.-lag	Ø. Sandvann	3474	28.11.	6.01	3.1	60	2.38	0.51	2.71	0.28	3.95	2.22	56	405	10.4	117	84	33	84
Midtre Degernes G.-lag	Nedre Sandvann	3477	28.11.	6.03	3.05	67	2.36	0.48	2.55	0.28	3.78	1.99	24	405	11.6	115	81	34	95
Midtre Degernes G.-lag	S. Bjørnvann/ S. Bjørnvann	3479	28.11.	6.07	3.28	69	2.5	0.55	2.84	0.24	4.25	2.08	34	380	12.3	173	131	42	107
Fylde og Holth Utmarkslag	Holmfjæren	3480	2.10.	6.35	2.57	66	2.63	0.43	1.98	0.21	2.94	1.22	16	370	12.9	145	133	12	118
Skjoberg og Omegn IFF	Oppsjø	3482	2.10.	5.95	4.1	66	2.47	0.62	3.57	0.41	5.43	2.37	69	800	19.1	221	198	23	175
Fylde og Holth Utmarkslag	Vestre Ormfjæren	3484	2.10.	6.59	2.77	73	2.54	0.45	2.02	0.14	3.46	1.78	22	310	7.8	79	71	8	57
Midtre Degernes G.-lag	Bislingen	3489	28.11.	5.53	3.54	33	1.85	0.6	2.92	0.27	4.65	1.94	37	445	16.5	254	167	87	142
Aarbu Hyttefelt	Holevann	3524	9.10.	6.26	2.74	39	1.71	0.49	2.25	0.23	3.59	1.51	31	390	10.1	119	105	14	74
Halden A/JFF	Mørte	3572	26.10.	6.19	3.74	72	3.06	0.75	3.12	0.47	5.15	2.09	130	545	14.5	161	136	25	145
Halden A/JFF	N. Sorvann	3576	26.10.	5.37	3.11	18	1.66	0.56	2.84	0.3	4.92	1.69	32	420	13.8	171	134	37	127
Halden A/JFF	Ø. Sorvann	3580	26.10.	6.12	3.33	66	3.19	0.57	2.71	0.27	4.59	1.67	35	535	16.6	156	137	19	169
Halden A/JFF	Angertjæren	3585	26.10.	6.22	3.13	58	2.65	0.52	2.62	0.35	4.62	1.65	39	365	11.8	126	108	18	120
Halden Vilt- og Innländfiskerend Halden A/JFF	Store Haugstjæren	3593	18.10.	6.62	3.87	123	4.52	0.43	2.89	0.22	4.57	2.01	44	455	14.4	158	144	14	149
Ørnsjøen G.-lag	Kufjæren	3601	29.10.	5.89	4.11	66	3.19	0.56	4.18	0.2	6.38	1.28	35	610	24	254	219	35	262
Ørnsjøen G.-lag	Ellefsrødjæren	3603	28.11.	6.42	5.4	138	3.92	0.77	4.48	0.92	7.67	2.96	90	550	12.3	115	92	23	117
Eljavassdragets G.-lag	Gjeddelundstjæren	3605	11.12.	4.67	4.8	0	1.3	0.66	4.63	0.39	7.81	2.66	54	490	15.6	107	76	31	137
Skipstvet kommune	Bergsjøfjæren	5798	14.10.	5.5	3.32	36	2.48	0.7	2.51	0.46	3.88	2.55	125	590	20	162	115	47	207
N.V. Tune Utmarkslag	Tjernefjæren	5836	20.11.	6.64	7.74	216	4.29	1.99	7.41	0.92	10.7	4	480	1020	14.4	145	120	25	148
Høyås Småvillag	S.Svartevann	5840	24.11.	6.66	5.12	231	6.3	0.57	3.65	0.24	4.72	1.8	81	600	19.8	145	120	25	212
Lervik Utmarkslag	Elgjæren	80479	23.10.	6.87	3.88	152	5.28	0.65	2.32	0.4	4.12	1.63	38	425	14.1	152	139	13	131
Lervik Utmarkslag	Kufjæren	80481	23.10.	6.98	4.06	183	6.1	0.63	2.3	0.33	4	1.62	33	425	14.3	147	126	21	143
Lervik Utmarkslag	Ormfjæren	80482	23.10.	6.64	3.62	112	4.17	0.66	2.46	0.46	4.31	1.73	<1	455	15.1	165	149	16	142
Lervik Utmarkslag	Stubbetjæren	80483	23.10.	7.1	4.24	210	6.4	0.65	2.23	0.34	3.94	1.57	34	410	13.7	141	120	21	137
Fylde og Holth Utmarkslag	Skotjern I	80484	2.10.	5.98	2.95	62	2.97	0.46	2.23	0.19	3.67	1.04	15	550	20.5	146	137	9	201

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ - N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	L-Al µg/l	Farge mg Pt/l
Fyldeing og Holth Utmærkslag	Elgjøtjern	80485	2.10.	6.09	2.82	59	2.62	0.35	2.17	0.16	3.42	1.5	18	455	16.7	183	168	15	155
Fyldeing og Holth Utmærkslag	Skotjøtjern III	80488	2.10.	7.31	7.6	544	12.9	0.88	2.99	0.18	4.81	1.45	14	560	16.2	97	80	17	140
Fyldeing og Holth Utmærkslag	Laua	80489	2.10.	6	2.58	62	2.13	0.48	2.01	0.22	3.19	1.14	20	330	13.4	156	139	17	109
Fyldeing og Holth Utmærkslag	Midtre Ormtjøtjern	80490	2.10.	6.92	3.65	167	4.55	0.52	2.12	0.16	3.54	1.58	21	325	8	64	54	10	67
Svarverud JFF	Øvre Asketjøtjern	80494	16.10.	6.3	3.48	120	4.65	0.5	2.02	0.5	3.38	1.7	11	435	20.4	248	231	17	185
Svarverud JFF	Steinsjøtjern	80495	16.10.	6.8	4.62	262	7.83	0.48	2.09	0.67	3.31	1.35	7	465	20.9	230	203	27	220
Svarverud JFF	Svartjøtjern	80496	16.10.	5.14	2.84	23	2.52	0.43	2.01	0.16	2.83	1.17	1	485	26.4	205	192	13	270
Svarverud JFF	Askevann	80497	15.10.	6.76	3.82	196	6.16	0.46	1.98	0.2	2.93	1.33	12	410	18	173	148	25	178
Svarverud JFF	Søndre Damtjøtjern	80498	15.10.	6.41	3.18	117	4.1	0.46	2.07	0.21	2.86	1.59	20	450	16.4	104	97	7	174
Trømborg og Hærland GJFF	Bustein Søndre	80499	6.11.	6.95	3.67	181	5.37	0.42	2.04	0.14	2.78	1.39	82	575	16.8	113	98	15	175
Trømborg og Hærland GJFF	Sautjøtjern	80500	6.11.	5.96	2.84	44	2.45	0.42	2.4	0.2	3.26	1.92	36	445	16.8	180	156	24	160
Vestisiden G-lag	Røftjøtjern	80502	26.9.	6.53	4.58	215	7.64	0.53	2.64	0.15	3.94	2.08	12	500	21.4	194	174	20	240
Vestisiden G-lag	Langejøtjern	80505	26.9.	6.62	4.47	274	7.94	0.44	1.91	0.08	2.88	1.59	7	440	17	227	196	31	144
Øymark JFF	Grimsfjelljøtjern (nr.: 302)	80507	6.11.	6.69	3.68	137	5.12	0.56	2.29	0.18	2.94	2.3	60	555	19.6	68	60	8	216
Øymark JFF	Blankjøtjern (nr.: 300)	80508	6.11.	6.75	2.85	88	2.82	0.38	2.12	0.14	3.12	1.92	41	360	6	34	25	9	30
Øymark JFF	Svartjøtjern (Arnes) (nr. 311)	80509	6.11.	6.04	2.98	45	2.24	0.62	2.57	0.34	3.39	2.58	33	455	14.8	109	96	13	152
Midtre Degernes G-lag	L. Bjørnvann/ L. Bjørnvann	80510	28.11.	6.17	3.46	114	3.64	0.65	2.61	0.26	3.74	1.54	5	470	17.1	178	143	35	164
Midtre Degernes G-lag	Nybelingene	80511	28.11.	6.16	3.14	74	2.43	0.52	2.67	0.25	3.98	1.98	35	405	9.6	69	49	20	74
Rakkestad og Degernes JFF	Hosoa	80514	23.10.	6.4	3.4	106	5.26	0.62	2.15	0.11	3.33	1.56	42	555	24.4	184	170	14	264
Rakkestad og Degernes JFF	Røttjøtjern	80515	23.10.	5.77	2.8	33	2.35	0.61	2.27	0.14	3.55	1.96	62	450	14.4	125	116	9	141
Rakkestad og Degernes JFF	Musetjøtjern	80516	23.10.	6.96	4.07	208	6.6	0.67	2.13	0.14	3.22	1.07	22	485	20.4	136	115	21	218
Måstad Askerud G-lag	Rødtjøtjern	80517	18.10.	6.46	2.99	103	3.62	0.46	2.05	0.17	2.63	1.67	46	500	16.6	157	142	15	179
Orderud Skogstad G-lag	N. Damtjøtjern	80518	2.10.	6.51	3.34	160	5.41	0.41	1.68	0.16	2.29	1.44	26	455	16.5	114	103	11	178
Orderud Skogstad G-lag	Dropletjøtjern	80519	2.10.	6.88	3.76	224	7.14	0.44	1.59	0.26	2.38	0.79	11	425	17.9	46	40	6	173
Svarverud JFF	Veste Damtjøtjern	80523	16.10.	6.45	3.17	124	4.21	0.5	1.94	0.22	2.58	1.76	19	455	16	133	125	8	170
Svarverud JFF	Hornjøtjern	80524	16.10.	6.69	3.74	201	6.84	0.45	1.83	0.11	2.61	1.18	<1	520	21.5	125	118	7	232
Svarverud JFF	Søndre Blankvann	80527	16.10.	6.59	3.14	138	4.43	0.43	1.8	0.13	2.73	1.15	9	415	14.9	134	122	12	151
Svarverud JFF	Ulvåsjøtjern	80528	16.10.	6.42	2.64	84	3.11	0.38	1.82	0.13	2.59	1.44	9	360	13.7	122	114	8	128

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ - N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	L-Al µg/l	Farge mg Pt/l
Svarverud JFF	Vestre Blankvann	80529	16.10.	6.59	2.74	100	3.38	0.39	1.8	0.1	2.6	1.32	26	405	12.9	120	111	9	164
Svarverud JFF	Østre Blankvann	80531	16.10.	6.33	2.73	87	3.15	0.43	1.89	0.13	2.7	1.26	18	430	15.6	141	132	9	164
Svarverud JFF	Nordre Damtjern	80532	15.10.	6.55	3.44	155	5.12	0.46	1.95	0.21	2.81	1.48	25	390	16.3	114	102	12	171
Vestre Rømskog JFF	Torvtjern	80534	23.10.	6.83	3.32	170	5.65	0.49	1.65	0.24	2.09	1.5	26	375	18.1	158	142	16	199
Eljavassdragets G.-lag	Skitruktjern	80535	11.12.	4.43	5.94	0	1.01	0.8	5.3	0.25	9.91	2.92	<1	335	11	163	117	46	90
Eljavassdragets G.-lag	Damtjern 2	80536	11.12.	5.31	3.95	15	2.15	0.59	4.04	0.29	6.69	1.94	14	550	15.4	114	99	15	141
Eljavassdragets G.-lag	Sjøtjern	80538	12.10.	5.9	3.52	44	2.53	0.43	3.17	0.25	5.37	1.37	2	470	18.1	125	118	7	177
Eljavassdragets G.-lag	Torsteinstjern	80540	11.12.	5.22	4	13	2.1	0.58	3.91	0.27	6.73	1.85	57	555	17.9	80	67	13	160
Eljavassdragets G.-lag	Damtjern I	80541	12.10.	7.16	7.92	414	9.54	1.38	3.66	2.43	6.61	3.44	125	855	19.6	153	125	28	216
Eljavassdragets G.-lag	Asmundtjern	80542	12.10.	6.28	3.86	75	3.25	0.67	3.13	0.49	6.01	1.4	16	475	16.4	101	94	7	156
Halden AJFF	Olserødtjern	80543	31.10.	6.5	4.49	112	3.8	0.57	4.39	0.38	6.53	1.46	21	620	18.7	149	128	21	210
Halden AJFF	Svendstjern	80544	31.10.	6.59	4.86	111	3.49	0.58	5.07	0.56	7.08	2.09	96	585	14.9	135	118	17	163
Halden AJFF	Svarttjern	80546	29.10.	6.29	4.66	106	3.89	0.6	4.56	0.24	6.95	1.56	20	485	20.6	225	198	27	208
Halden AJFF	Berbylångvann	80549	29.10.	6.21	3.95	75	2.9	0.57	3.79	0.27	6.02	1.65	31	480	17.8	194	168	26	184
Halden AJFF	Stutøye	80552	29.10.	6.38	4.91	123	4.88	0.65	4.33	0.24	7.05	1.9	110	595	21.2	240	210	30	214
Aarbu Høtefelt	Askjern	80553	9.10.	6.29	2.95	63	2.82	0.56	2.25	0.18	3.79	1.18	14	395	16.1	246	224	22	140
Søndre Degernes G.-lag	Nattjern	80554	11.10.	6.84	4.61	197	6.41	0.65	2.86	0.34	4.52	1.48	13	545	22.1	216	194	22	262
Nordre Rømskog JFF	Aurekyttjern v/F	80556	23.10.	6.56	2.48	90	3.35	0.45	1.4	0.25	1.86	1.29	37	330	12.4	71	63	8	123
Nordre Rømskog JFF	Veste Sundvannet	80558	23.10.	6.46	2.43	81	3.05	0.46	1.43	0.2	1.89	1.34	36	410	15.1	76	69	7	175
Nordre Rømskog JFF	Aurekyttjern v/R	80559	23.10.	6.95	3.5	189	5.78	0.5	1.75	0.12	2.11	1.7	19	435	15	92	79	13	166
Nordre Rømskog JFF	Hornfisktjern	80560	23.10.	6.51	2.33	81	3.07	0.41	1.39	0.18	1.94	1.16	7	385	13.4	60	53	7	160
Skjeberg og Omegn JFF	N. Murtjern	80561	2.10.	5.99	3.68	77	3.6	0.5	2.97	0.26	4.43	1.73	29	580	24.8	293	271	22	262
Skjeberg og Omegn JFF	Galtetjern	80562	2.10.	6.64	4.55	193	6.86	0.6	3.04	0.48	4.58	1.36	13	510	28.2	261	239	22	306
Askim og Omegn JFF	Stufossstjern	80563	15.10.	6.92	4.35	191	5.2	0.57	2.65	0.2	4.07	2.27	23	400	12.1	147	128	19	115
Svarverud JFF	Vestre Hakatjern	80564	14.10.	6.61	2.87	93	3.28	0.41	1.97	0.16	2.82	2	28	375	10.4	91	79	12	108
Trømborg og Hærland GJFF	Lomtjern	80566	6.11.	6.87	3.79	185	6.5	0.47	2.06	0.16	2.91	1.08	55	640	24.2	13	11	2	290
Trømborg og Hærland GJFF	Linjtjern	80567	6.11.	5.42	3.07	29	2.33	0.51	2.57	0.21	3.68	1.66	43	560	21.9	137	121	16	246
Trømborg og Hærland GJFF	Askevannet	80568	6.11.	6.94	3.92	169	4.4	0.59	2.55	0.25	3.5	2.62	31	410	8.5	105	86	19	59
Trømborg og Hærland GJFF	Viujtjern	80570	6.11.	7.01	3.73	172	4.65	0.46	2.32	0.15	3.31	1.97	35	350	7.9	84	66	18	56
Trømborg og Hærland GJFF	N. Ertevann	80571	6.11.	5.74	2.6	37	2.55	0.36	1.92	0.22	2.82	1.46	32	460	18.3	53	47	6	214
Eljavassdragets G.-lag	Langejtjern (vann)	80572	11.12.	4.65	4.8	0	0.64	0.72	4.4	0.34	8.84	1.98	44	405	9.8	288	138	150	64

Forening	Innsjønavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LaI µg/l	Farge mg Pt/l
Båstad Grunneier JFF	Blåtjern	80574	22.10.	6.72	3.51	165	5.73	0.46	1.78	0.22	2.49	1.56	33	535	18.4	192	168	24	182
Båstad Grunneier JFF	Limtjern	80575	22.10.	7.32	5.1	375	9.52	0.44	1.53	0.19	2.15	1.27	21	515	13.8	94	68	26	127
Båstad Grunneier JFF	Langtjern	80576	20.10.	7	4.6	305	8.5	0.66	1.78	0.23	2.28	1.56	2	480	18.8	100	81	19	200
Østre Trøgstad JFF	Søndre Haugetjern I (ved vei)	81408	20.10.	6.27	3.36	111	4.96	0.51	2.3	0.16	3.27	1.56	32	525	26.1	242	232	10	290
Østre Trøgstad JFF	Nordre Haugetjern II	81409	20.10.	4.7	3.28	-14	1.7	0.51	2.3	0.22	3.09	1.22	9	550	30.8	261	233	28	326
Østre Trøgstad JFF	Nestjerna I (ved hytte, øvre)	81410	20.10.	7.47	6.53	521	12.7	0.56	1.74	0.14	2.55	1.38	62	495	14.6	63	47	16	167
Østre Trøgstad JFF	Nestjerna II (nedre)	81411	20.10.	7.56	6.64	531	12.9	0.59	1.79	0.13	2.6	1.38	64	505	14.8	62	44	18	168
Trømborg og Hærland GJFF	Bjordalsvann I	81412	6.11.	6.69	3.94	166	5.92	0.5	2.42	0.19	3.31	2.07	49	560	21.6	110	99	11	242
Trømborg og Hærland GJFF	Bjordalsvann II	81413	6.11.	5.92	3.25	56	3.66	0.48	2.45	0.24	3.42	2.33	59	510	22.3	154	137	17	236
Trømborg og Hærland GJFF	Bjordalsvann III	81414	6.11.	5.92	3.38	47	3.13	0.57	2.55	0.63	4.1	2.38	56	470	17.8	173	154	19	172
Trømborg og Hærland GJFF	Bjordalsvann IV	81415	6.11.	6.47	3.45	106	4.43	0.48	2.26	0.29	3.36	2.16	72	500	19.9	142	128	14	216
Trømborg og Hærland GJFF	Bjordalsvann V	81416	6.11.	6.29	3.31	79	3.73	0.47	2.25	0.36	3.3	2.15	95	510	18.9	153	136	17	193
Svarverud JFF	Trollbergtjern	81417	15.10.	6.47	5.54	167	6.07	0.49	4.89	0.28	7.7	1.74	10	500	24.8	180	169	11	274
Øymark JFF	Bergtjern (nr. 112)	81419	13.11.	5.97	3.11	70	3.78	0.54	2.26	0.14	3.25	1.39	23	540	24.1	131	105	26	262
Øymark JFF	Folungtjern (nr. 113)	81420	13.11.	6.46	3.42	121	4.84	0.56	2.23	0.16	3.23	1.36	51	580	23.7	122	100	22	256
Øymark JFF	Søndre Otertjern (nr. 203)	81422	28.11.	6.84	6.11	454	11.5	0.58	1.92	0.15	3	1.17	44	500	18	106	70	36	187
Øymark JFF	L. Otertjern (nr. 204)	81423	28.11.	6.87	6.43	504	12.4	0.63	1.81	0.13	2.94	0.79	38	570	16.6	47	19	28	170
Øymark JFF	Kløpptjern (nr. 210)	81424	28.11.	6.44	3.55	146	4.86	0.58	2.05	0.17	3.32	1.14	42	465	19.3	116	91	25	168
Øymark JFF	Slåtjern (nr. 207)	81425	28.11.	6.87	5.91	475	10.9	0.42	1.36	0.2	2.24	0.6	51	610	12.6	6	5	1	138
Øymark JFF	Oksestenjern (nr. 201)	81426	28.11.	6.76	5.24	305	8.68	0.47	1.99	0.07	3.2	1.22	96	605	18.9	170	132	38	181
Øymark JFF	Øytjern (nr. 205)	81427	28.11.	6.85	6	415	10	0.59	1.71	0.1	2.71	1.03	90	580	15.3	80	45	35	135
Øymark JFF	Torvtjern (nr. 309)	81428	6.11.	6.48	3.58	116	4.48	0.59	2.27	0.47	3.35	1.95	63	550	21	94	84	10	206
Øymark JFF	Skautjern (nr. 310)	81429	6.11.	6.88	3.66	146	4.53	0.57	2.25	0.16	3.03	2.35	49	465	13.9	75	63	12	132
Øymark JFF	Killingtjern (nr. 313)	81430	6.11.	6.89	3.41	138	4.09	0.45	2.19	0.13	3.09	1.47	43	425	13.1	86	71	15	106
Øymark JFF	Gressjern (nr. 307)	81431	6.11.	6.91	4.28	228	7.21	0.53	2.24	0.12	3.23	1.17	36	610	25.3	44	35	9	276
Øymark JFF	Mandrapjern (nr. 202)	81432	6.11.	6.7	3.15	114	3.49	0.5	2.12	0.16	2.94	0.87	28	525	16.9	112	91	21	156
Fylding og Holth Utmarkslag	Sætertjern	81433	2.10.	6.72	3.16	122	4.11	0.4	2	0.13	3.05	1.56	8	345	13.4	211	194	17	123
Lysvannveien veilag	Morttjern	153021	2.10.	7.07	4.39	289	9.24	0.45	1.69	0.14	2.46	1.04	9	450	24	79	70	9	266
Trømborg og Hærland	Høggard	153051	6.11.	6.89	3.77	176	5.43	0.41	2.2	0.12	2.96	1.7	62	485	16.8	121	102	19	183

Forening	Innsjønnavn	NVE-nr.	Dato	pH	Kond mS/m	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ - N µg/l	Tot-N µg/l	TOC mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	LAl µg/l	Farge mg Pt/l
GJFF																			
Øymark JFF	Abbotjern I (nr:209)	153085	28.11.	6.76	5.13	341	8.31	0.64	1.97	0.13	2.96	1.46	45	465	15.8	115	78	37	173
Lervik Utmarkslag	Øvre Svenskejern	153187	23.10.	6.69	3.32	75	2.95	0.61	2.64	0.38	4.49	2.2	28	325	7.8	48	39	9	52
Fyldeing og Holth Utmarkslag	Brutjern	153223	2.10.	4.63	3.3	0	1.2	0.46	2.17	0.21	3.89	0.75	2	565	23.4	165	144	21	220
Fyldeing og Holth Utmarkslag	Skotjern II	153231	2.10.	6.34	3.18	88	3.54	0.56	2.25	0.2	3.7	1.34	14	490	18.1	134	126	8	168
Øymark JFF	Ørretjern (nr: 206)	153562	28.11.	6.4	3.03	133	5.06	0.4	1.61	0.09	2.28	0.95	38	540	20.2	33	23	10	216
Opsal G.-lag	Auretjern	198906	29.9.	6.56	2.74	106	3.86	0.46	1.68	0.35	2.16	1.42	16	385	18.7	152	141	11	179
Lysvanneveien veilag	Opptjern	199061	2.10.	6.88	4.1	246	8.16	0.43	1.74	0.15	2.61	0.92	6	470	25.7	60	53	7	284
Halden AJFF	Otertjern	260664	29.10.	4.5	5.15	0	1.55	0.61	3.94	0.22	7.67	1.3	7	640	28.7	286	183	103	260

Farge er målt i ufiltrert prøve

Al/R = Reaktivt Al (mål for totalkonsentrasjon av monomert aluminium)

Al/II = Ikke-labilt Al (mål for konsentrasjon av organisk monomert Al)

LAl = Labilt Al (beregnet ved differansen mellom Al/R og Al/II)

Tabell B.2. Typifisering og vurdering av hver enkelt kalket innsjø. Oppgitt Ca-konsentrasjon og ANC er "ukalket", dvs. basert på estimert Ca-konsentrasjon. Typifiseringen er gjort etter Tabell 1 i hovedteksten, og vurderingen er gjort i forhold til grenseverdien for skillet mellom god og moderat tilstand som forklart i kapittel 2.2. For sjøer med TOC-konsentrasjon over 10 mg/L ble i tillegg ANCoaa sammenlignet med en grenseverdi på 8 µekv/L. Dersom ANCoaa var lavere enn grensen pluss usikkerhetsmargin, ble status satt til usikker. I vurderingen indikerer "U" at det er usikkert om det fortsatt er behov for kalking og "S" at kalking kan stanses. Uoverensstemmelse mellom vurderinger basert på "ukalket" ANC og ANCoaa er markert som "U*": Innsjøer med så høye sulfat- og/eller kloridkonsentrasjoner at de faller utenfor området til modellen er markert som «U**»/vurderingen er gjort kun basert på "ukalkede" ANC-verdier.

Tabell B.2. Oversikt over kalkede sjøer med typifisering og vurdering

Identifikasjon			Typifisering							Grense			Vurdering		
Navn	NVE-nr	UTM E32	UTM N32	Grunnlag			Kategori		Type	G/M	ANC	ANCoaa	Bakgrunn	Provefra	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk							
Frønessjøen (nr:100)	136	645666	6591959	179	1.2	10.3	Lavland	1-4	>5	3	40	71	36	13.11.2011	S
Nordre Boksjø	344	652933	6550109	173	0.9	8.9	Lavland	<1	>5	(6)	35	34	4	18.10.2011	U
Ørsjøen	345	646785	6546267	142	1.9	6.6	Lavland	1-4	>5	3	40	59	37	28.11.2011	U
Lysevann	346	650020	6538628	132	1.6	15.2	Lavland	1-4	>5	3	40	77	25	11.12.2011	U*
Elgsjøen	347	650298	6543642	168	1.3	15.3	Lavland	1-4	>5	3	40	72	19	12.10.2011	U*
Rømsjøen	373	658754	6621780	138	2.6	8.5	Lavland	1-4	>5	3	40	143	114	23.10.2011	S
Pålsbudamtjern	3015	649715	6536033	154	0.8	14.1	Lavland	<1	>5	(6)	35	39	-9	12.10.2011	U
Holmvann	3016	647137	6535762	190	0.5	14.2	Lavland	<1	>5	(6)	35	12	-36	12.10.2011	U*
Trolldalsvann	3018	642663	6535490	121	0.7	9.3	Lavland	<1	>5	(6)	35	42	10	29.10.2011	U
Øvre Elgvann	3021	648774	6534660	112	1.0	17.1	Lavland	1-4	>5	3	40	49	-10	12.10.2011	U
Sandvann	3023	647325	6534382	170	0.5	12.8	Lavland	<1	>5	(6)	35	16	-28	12.10.2011	U*
Nedre Elgvann	3025	648318	6533684	110	1.1	16.9	Lavland	1-4	>5	3	40	58	1	12.10.2011	U
Langevann	3026	643080	6533317	168	0.9	13.2	Lavland	<1	>5	(6)	35	50	5	26.10.2011	U
Godatjern	3034	648634	6532469	141	0.9	15	Lavland	<1	>5	(6)	35	57	6	12.10.2011	U
Slatjern	3035	646750	6532178	131	0.7	12.8	Lavland	<1	>5	(6)	35	32	-12	11.10.2011	U
N. Hogsjø	3036	643311	6531310	130	0.8	14.3	Lavland	<1	>5	(6)	35	39	-9	31.10.2011	U
Aarbutjern	3037	642109	6531224	134	0.5	11	Lavland	<1	>5	(6)	35	48	10	31.10.2011	U
Hølvannet	3221	663293	6630160	248	1.6	11.8	Skog	1-4	>5	9	40	94	54	23.10.2011	S
St. Sundvannet	3232	660694	6630253	290	1.4	12	Skog	1-4	>5	9	40	85	45	23.10.2011	S
Røvannet	3245	664506	6628031	234	1.6	14	Skog	1-4	>5	9	40	109	62	23.10.2011	S
N. Hellingtjern	3247	655095	6628214	270	1.7	25.5	Skog	1-4	>5	9	40	121	34	23.10.2011	S
S. Hellingstjern	3248	654506	6627968	271	1.6	25.4	Skog	1-4	>5	9	40	113	27	23.10.2011	U*

Identifikasjon				Typifisering										Vurdering			
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon		
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			ANC	ANCoaa			G/M	ANC
Stangebrot	3253	662276	6626960	265	1.7	13.4	Skog	1-4	>5	9	40	112	67	23.10.2011	S		
Gryttjern	3257	659990	6626623	207	2.1	18.2	Skog	1-4	>5	9	40	147	85	23.10.2011	S		
Ertevann	3263	663533	6625708	245	1.8	8.1	Skog	1-4	>5	9	40	82	54	23.10.2011	S		
Vortungen	3266	653082	6624103	214	1.4	9	Skog	1-4	>5	9	40	82	52	28.11.2011	S		
Stiklajtjern	3275	632272	6624222	186	2.1	13.1	Lavland	1-4	>5	3	40	123	78	17.10.2011	S		
Damtjern	3287	656383	6621050	231	1.7	9.2	Skog	1-4	>5	9	40	78	47	05.10.2011	S		
Vikstjern	3290	632654	6620930	318	1.1	11.7	Skog	1-4	>5	9	40	70	30	22.10.2011	U*		
Svartjern	3294	632574	6620342	289	1.4	20.8	Skog	1-4	>5	9	40	95	24	22.10.2011	U*		
Stortjern	3297	632380	6620077	270	1.3	14	Skog	1-4	>5	9	40	69	21	22.10.2011	U*		
Slavann	3298	654918	6619500	244	1.7	9.1	Skog	1-4	>5	9	40	93	62	23.10.2011	S		
Karsbyftjern	3305	655285	6618452	224	1.5	13	Skog	1-4	>5	9	40	88	43	05.10.2011	S		
S. Røytjern	3316	648320	6616634	209	1.4	18	Skog	1-4	>5	9	40	98	37	29.09.2011	S		
Åkevannet	3321	651935	6614937	225	1.2	21.8	Skog	1-4	>5	9	40	83	9	29.09.2011	U*		
Ø. Romungen	3322	656847	6615206	158	1.9	15.3	Lavland	1-4	>5	3	40	139	87	28.11.2011	S		
V. Romungen	3325	656021	6615135	159	1.9	17.1	Lavland	1-4	>5	3	40	139	81	28.11.2011	S		
Fluetjern	3332	649810	6613181	204	2.4	19.9	Skog	1-4	>5	9	40	166	98	29.09.2011	S		
Krokjtjern	3337	638398	6612095	236	1.5	12.5	Skog	1-4	>5	9	40	76	33	20.10.2011	S		
Lierdamtjern	3341	638957	6611571	218	1.5	12.7	Skog	1-4	>5	9	40	82	39	20.10.2011	S		
Damtjern	3342	639478	6611483	218	2.5	9	Skog	1-4	>5	9	40	117	86	20.10.2011	S		
Ulvevannet	3346	650857	6610212	193	1.5	9.5	Lavland	1-4	>5	3	40	87	55	29.09.2011	S		
Rokovann	3349	640622	6608739	177	1.3	12.2	Lavland	1-4	>5	3	40	66	24	14.10.2011	U*		
Svartvannet	3356	651488	6606888	269	1.1	13.7	Skog	1-4	>5	9	40	60	13	02.10.2011	U		
Søndre Damtjern	3361	651669	6605412	248	1.7	14.5	Skog	1-4	>5	9	40	109	60	15.10.2011	S		
Krokvannet	3362	652975	6604192	244	1.6	20.3	Skog	1-4	>5	9	40	109	40	16.10.2011	S		
Store Damtjern	3367	640475	6601937	184	1.6	16.3	Lavland	1-4	>5	3	40	98	43	16.10.2011	S		
Svartevann	3368	652851	6601852	193	1.8	15.7	Lavland	1-4	>5	3	40	114	61	17.10.2011	S		
Øst Hakajtjern	3369	641567	6601523	231	1.2	10.3	Skog	1-4	>5	9	40	52	17	14.10.2011	U		
Langvannet	3370	652655	6601274	219	1.7	10	Skog	1-4	>5	9	40	95	61	17.10.2011	S		
Dalavann	3371	640680	6601133	190	1.4	16.5	Lavland	1-4	>5	3	40	83	27	16.10.2011	U*		
Steinsvann	3373	642431	6600000	187	1.3	12.3	Lavland	1-4	>5	3	40	74	32	15.10.2011	U*		
S. Murtjern	3376	638536	6599533	241	1.1	12.5	Skog	1-4	>5	9	40	71	29	16.10.2011	U*		

Identifikasjon			Typifisering										Vurdering		
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			ANC	ANCoaa		
Lauvvann, store	3377	641919	6598749	216	0.9	10.7	Skog	<1	>5	6	35	45	9	15.10.2011	U
Jonsvann	3378	641154	6598179	193	1.1	16.4	Lavland	1-4	>5	3	40	62	6	15.10.2011	U
(S)M, Ertrevann	3380	638672	6597786	239	1.3	17.2	Skog	1-4	>5	9	40	84	25	06.11.2011	U*
Broktjern	3381	647824	6598083	210	1.4	12.6	Skog	1-4	>5	9	40	74	31	02.10.2011	U*
Langevann	3382	646048	6597702	178	1.1	22.9	Lavland	1-4	>5	3	40	79	1	02.10.2011	U*
Kulevann	3383	642140	6597396	190	1.2	16	Lavland	1-4	>5	3	40	76	22	16.10.2011	U*
Stålsvannet	3384	640543	6597500	230	1.1	16.3	Skog	1-4	>5	9	40	65	10	16.10.2011	U*
Langgard/Sagduplene	3389	638001	6596492	220	1.1	19.3	Skog	1-4	>5	9	40	59	-7	06.11.2011	U
Rostevann	3390	642935	6596578	192	1.6	18.8	Lavland	1-4	>5	3	40	99	35	16.10.2011	S
St. Basdal	3393	640997	6596489	236	0.9	16.5	Skog	<1	>5	6	35	53	-3	06.11.2011	U
Stikkjern	3397	640024	6595871	216	1.5	19.4	Skog	1-4	>5	9	40	80	14	06.11.2011	U*
Hommelen	3398	641080	6595722	219	1.2	17.9	Skog	1-4	>5	9	40	70	9	06.11.2011	U*
Honningen	3399	637829	6595073	187	1.2	11.6	Lavland	1-4	>5	3	40	62	22	19.09.2011	U
Vardetjern (nr. 107)	3406	644878	6594599	232	0.9	13.6	Skog	<1	>5	6	35	49	3	13.11.2011	U
Svartjern (Lie) (nr. 109)	3407	646122	6594444	196	1.1	16	Lavland	1-4	>5	3	40	74	19	13.11.2011	U*
Butjern	3408	639165	6594351	233	1.0	15.4	Skog	<1	>5	6	35	50	-2	19.09.2011	U
Lielangevann (nr. 101)	3410	645677	6593471	203	0.9	17.4	Skog	<1	>5	6	35	65	6	13.11.2011	U*
Krokavann	3413	646852	6592666	192	1.5	18.7	Lavland	1-4	>5	3	40	101	37	13.11.2011	S
Tvillingtjern	3414	645224	6592689	211	0.9	11.6	Skog	<1	>5	6	35	53	14	13.11.2011	U
Haugstenvannet (St. Hosten)	3415	644380	6592188	190	1.4	16.5	Lavland	1-4	>5	3	40	83	27	23.10.2011	U*
Damtjern (nr. 200)	3416	646690	6590817	199	1.0	13.1	Lavland	1-4	>5	3	40	57	13	28.11.2011	U
Holmetjern (nr. 304)	3417	647803	6590254	204	1.4	20.2	Skog	1-4	>5	9	40	82	14	06.11.2011	U*
Stensvann	3418	643688	6590212	180	1.5	21	Lavland	1-4	>5	3	40	100	29	23.10.2011	U*
Abbotjern II (nr. 305)	3419	648290	6590232	213	1.4	23.5	Skog	1-4	>5	9	40	89	9	06.11.2011	U*
Hakattjern (nr. 301)	3420	648003	6589900	212	1.2	11.1	Skog	1-4	>5	9	40	58	20	06.11.2011	U
Langejern (nr. 303)	3421	648380	6589274	219	2.2	7.4	Skog	1-4	>5	9	40	108	83	06.11.2011	S
Hagatjern (nr. 312)	3424	647949	6588517	200	2.3	16.4	Skog	1-4	>5	9	40	122	66	06.11.2011	S
Hagaholtjern	3440	647180	6581928	150	1.7	17.3	Lavland	1-4	>5	3	40	92	34	26.09.2011	S
Kløsa	3448	644530	6577222	172	1.8	7.7	Lavland	1-4	>5	3	40	86	60	28.11.2011	S
N. Askevann/Søndre Buvann	3455	642268	6577332	165	1.8	12.5	Lavland	1-4	>5	3	40	87	45	28.11.2011	S
Langjern	3457	641958	6576621	195	1.6	8.6	Lavland	1-4	>5	3	40	87	58	28.11.2011	S

Identifikasjon			Typifisering										Vurdering		
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			ANC	ANCoaa		
Krokvann	3458	645552	6576316	168	1.9	10.3	Lavland	1-4	>5	3	40	99	64	28.11.2011	S
Øvre Hivann	3462	645908	6575184	196	1.3	10.3	Lavland	1-4	>5	3	40	77	42	28.11.2011	S
Stensvann	3463	644165	6574942	181	1.5	11.4	Lavland	1-4	>5	3	40	88	49	28.11.2011	S
Sjøbuvatne	3465	647730	6574832	181	1.5	14	Lavland	1-4	>5	3	40	90	42	23.10.2011	S
Nedre Hivann	3467	645135	6574397	184	1.4	12.5	Lavland	1-4	>5	3	40	73	31	28.11.2011	U*
Laksen	3469	643197	6574075	175	1.3	8.5	Lavland	1-4	>5	3	40	72	43	28.11.2011	S
Holletjern	3472	635794	6573358	136	1.6	22.9	Lavland	1-4	>5	3	40	122	44	11.10.2011	S
Hakajtjern	3473	642084	6573421	158	1.0	16.4	Lavland	<1	>5	(6)	35	70	15	28.11.2011	U*
Ø. Sandvann	3474	643898	6573174	164	1.5	10.4	Lavland	1-4	>5	3	40	79	43	28.11.2011	S
Nedre Sandvann	3477	642689	6572416	156	1.3	11.6	Lavland	1-4	>5	3	40	73	33	28.11.2011	S
S. Bjørnvann/ S.Bjørnvann	3479	644517	6572194	175	1.4	12.3	Lavland	1-4	>5	3	40	81	39	28.11.2011	S
Holmtjern	3480	647531	6572420	219	1.0	12.9	Skog	<1	>5	6	35	67	23	02.10.2011	U*
Oppsjø	3482	630166	6571748	87	1.4	19.1	Lavland	1-4	>5	3	40	81	16	02.10.2011	U*
Vestre Ormtjern	3484	647856	6571333	239	1.2	7.8	Skog	1-4	>5	9	40	52	25	02.10.2011	U
Bislingen	3489	643764	6570979	158	1.4	16.5	Lavland	1-4	>5	3	40	79	23	28.11.2011	U*
Holevann	3524	651076	6565216	167	1.1	10.1	Lavland	1-4	>5	3	40	66	32	09.10.2011	U*
Mørte	3572	648806	6553043	118	1.8	14.5	Lavland	1-4	>5	3	40	102	53	26.10.2011	S
N. Sorvann	3576	651094	6552763	162	1.0	13.8	Lavland	1-4	>5	3	40	53	6	26.10.2011	U
Ø. Sorvann	3580	651599	6551991	164	1.2	16.6	Lavland	1-4	>5	3	40	63	7	26.10.2011	U
Angertjern	3585	650120	6551326	186	1.0	11.8	Lavland	<1	>5	(6)	35	47	7	26.10.2011	U
Store Haugåstjern	3593	651470	6550331	182	0.9	14.4	Lavland	<1	>5	(6)	35	37	-12	18.10.2011	U
Kutjern	3601	652403	6547641	229	0.3	24	Skog	<1	>5	6	35	41	-40	29.10.2011	U*
Ellefsrødtjern	3603	645227	6546044	150	1.5	12.3	Lavland	1-4	>5	3	40	74	32	28.11.2011	U*
Gjeddelundstjern	3605	649612	6545606	179	1.0	15.6	Lavland	<1	>5	(6)	35	34	-19	11.12.2011	U*
Bergsjøtjern	5798	616336	6597731	152	2.3	20	Lavland	1-4	>5	3	40	122	54	14.10.2011	S
Tjernetjern	5836	615877	6583965	116	5.2	14.4	Lavland	1-4	>5	3	40	351	302	20.11.2011	U**
S.Svartevann	5840	612710	6582033	83	1.2	19.8	Lavland	1-4	>5	3	40	95	28	24.11.2011	U*
Elgtjern	80479	646913	6573380	197	1.6	14.1	Lavland	1-4	>5	3	40	90	42	23.10.2011	S
Kutjern	80481	647310	6573605	191	1.5	14.3	Lavland	1-4	>5	3	40	88	39	23.10.2011	S
Ormtjern	80482	646107	6572935	221	1.6	15.1	Skog	1-4	>5	9	40	95	44	23.10.2011	S
Stubbetjern	80483	647495	6573987	192	1.6	13.7	Lavland	1-4	>5	3	40	92	46	23.10.2011	S

Identifikasjon			Typifisering										Vurdering		
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			ANC	ANCoaa		
Skotjern I	80484	647137	6571653	256	0.8	20.5	Skog	<1	>5	6	35	51	-18	02.10.2011	U*
Elgtjern	80485	647652	6571897	233	0.7	16.7	Skog	<1	>5	6	35	34	-23	02.10.2011	U*
Skotjern III	80488	647688	6571131	235	2.0	16.2	Skog	1-4	>5	9	40	141	86	02.10.2011	S
Laua	80489	647068	6572410	220	1.0	13.4	Skog	1-4	>5	9	40	69	23	02.10.2011	U*
Midtre Orntjern	80490	648128	6571090	237	1.3	8	Skog	1-4	>5	9	40	69	42	02.10.2011	S
Øvre Asketjern	80494	642920	6597620	213	1.3	20.4	Skog	1-4	>5	9	40	77	8	16.10.2011	U*
Steinstjern	80495	642826	6598011	216	1.1	20.9	Skog	1-4	>5	9	40	81	10	16.10.2011	U*
Svartjern	80496	643775	6595699	228	1.0	26.4	Skog	1-4	>5	9	40	72	-17	16.10.2011	U*
Askevann	80497	643586	6595678	207	1.2	18	Skog	1-4	>5	9	40	75	14	15.10.2011	U*
Søndre Damtjern	80498	643934	6598141	236	1.3	16.4	Skog	1-4	>5	9	40	84	28	15.10.2011	U*
Bustein Søndre	80499	640037	6597805	255	1.1	16.8	Skog	1-4	>5	9	40	68	11	06.11.2011	U*
Sautjern	80500	640039	6597096	223	1.2	16.8	Skog	1-4	>5	9	40	71	14	06.11.2011	U*
Røftetjern	80502	646811	6582532	236	1.5	21.4	Skog	1-4	>5	9	40	80	7	26.09.2011	U*
Langetjern	80505	646457	6582114	236	1.2	17	Skog	1-4	>5	9	40	68	11	26.09.2011	U*
Grimsfjelltjern (nr.: 302)	80507	648489	6588192	217	2.0	19.6	Skog	1-4	>5	9	40	115	49	06.11.2011	S
Blanketjern (nr.: 300)	80508	647333	6589628	213	1.1	6	Skog	1-4	>5	9	40	53	33	06.11.2011	U
Svartjern (Årnes) (nr.: 311)	80509	648163	6588327	221	2.2	14.8	Skog	1-4	>5	9	40	130	80	06.11.2011	S
L. Bjørnvann/ L. Bjørnvann	80510	645194	6572315	214	1.6	17.1	Skog	1-4	>5	9	40	118	60	28.11.2011	S
Nybolingene	80511	644504	6575162	194	1.4	9.6	Lavland	1-4	>5	3	40	77	45	28.11.2011	S
Hosoa	80514	644669	6591594	197	1.7	24.4	Lavland	1-4	>5	3	40	102	19	23.10.2011	U*
Røttjern	80515	645389	6592077	191	1.8	14.4	Lavland	1-4	>5	3	40	97	48	23.10.2011	S
Musestjern	80516	644760	6590827	194	1.6	20.4	Lavland	1-4	>5	3	40	118	48	23.10.2011	S
Rødtjern	80517	654264	6600505	262	1.4	16.6	Skog	1-4	>5	9	40	91	34	18.10.2011	S
N. Damtjern	80518	651340	6605601	253	1.2	16.5	Skog	1-4	>5	9	40	77	21	02.10.2011	U*
Dropletjern	80519	651463	6606209	270	1.0	17.9	Skog	<1	>5	6	35	76	15	02.10.2011	U*
Vesle Damtjern	80523	640358	6602207	192	1.6	16	Lavland	1-4	>5	3	40	102	47	16.10.2011	S
Hornstjern	80524	640835	6599591	198	1.1	21.5	Lavland	1-4	>5	3	40	78	5	16.10.2011	U*
Søndre Blankvann	80527	641806	6599409	219	1.0	14.9	Skog	1-4	>5	9	40	66	16	16.10.2011	U*
Ulvåstjern	80528	641327	6599943	217	1.1	13.7	Skog	1-4	>5	9	40	63	16	16.10.2011	U
Vestre Blankvann	80529	641612	6599741	217	1.0	12.9	Skog	1-4	>5	9	40	61	17	16.10.2011	U
Østre Blankvann	80531	641762	6599766	218	1.1	15.6	Skog	1-4	>5	9	40	72	18	16.10.2011	U*

Identifikasjon			Typifisering										Vurdering			
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon	
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			ANC	ANCoaa			ANC
Nordre Damtjern	80532	643886	6598587	228	1.3	16.3	Skog	1-4	>5	9	40	80	24	15.10.2011	U*	
Torvtjern	80534	653762	6623168	218	1.6	18.1	Skog	1-4	>5	9	40	107	45	23.10.2011	S	
Skitruktjern	80535	648355	6539093	179	0.9	11	Lavland	<1	>5	(6)	35	7	-30	11.12.2011	U**	
Damtjern 2	80536	648917	6539658	198	0.7	15.4	Lavland	<1	>5	(6)	35	37	-16	11.12.2011	U	
Sjøtjern	80538	647631	6534592	173	0.3	18.1	Lavland	<1	>5	(6)	35	14	-48	12.10.2011	U*	
Torsteinstjern	80540	648938	6540065	199	0.6	17.9	Lavland	<1	>5	(6)	35	23	-38	11.12.2011	U*	
Damtjern I	80541	650745	6541050	151	4.2	19.6	Lavland	1-4	>5	3	40	277	210	12.10.2011	S	
Åsmundtjern	80542	651074	6540976	148	0.9	16.4	Lavland	<1	>5	(6)	35	49	-7	12.10.2011	U	
Olstrodtjern	80543	642815	6530645	157	0.4	18.7	Lavland	<1	>5	(6)	35	53	-11	31.10.2011	U	
Svendstjern	80544	643334	6530603	153	0.6	14.9	Lavland	<1	>5	(6)	35	64	13	31.10.2011	U*	
Svartjern	80546	642249	6536215	133	0.4	20.6	Lavland	<1	>5	(6)	35	46	-24	29.10.2011	U*	
Berbylangevann	80549	641882	6538575	174	0.7	17.8	Lavland	<1	>5	(6)	35	47	-13	29.10.2011	U	
Stuøye	80552	641954	6537808	193	0.8	21.2	Lavland	<1	>5	(6)	35	40	-32	29.10.2011	U*	
Askjern	80553	650424	6565662	178	1.1	16.1	Lavland	1-4	>5	3	40	72	18	09.10.2011	U*	
Nattjern	80554	634257	6572252	116	1.4	22.1	Lavland	1-4	>5	3	40	95	20	11.10.2011	U*	
Aurekvtjern v/F	80556	662587	6625246	272	1.4	12.4	Skog	1-4	>5	9	40	94	52	23.10.2011	S	
Vesle Sundvannet	80558	661019	6629185	299	1.5	15.1	Skog	1-4	>5	9	40	96	45	23.10.2011	S	
Aurekvtjern v/R	80559	663545	6627922	298	1.7	15	Skog	1-4	>5	9	40	111	60	23.10.2011	S	
Hornfisktjern	80560	662991	6627945	300	1.2	13.4	Skog	1-4	>5	9	40	80	34	23.10.2011	S	
N. Murtjern	80561	630492	6569798	110	1.0	24.8	Lavland	1-4	>5	3	40	65	-20	02.10.2011	U*	
Galtetjern	80562	631112	6570320	105	1.1	28.2	Lavland	1-4	>5	3	40	91	-5	02.10.2011	U*	
Stufosttjern	80563	614869	6599348	146	1.7	12.1	Lavland	1-4	>5	3	40	86	45	15.10.2011	S	
Vestre Hakattjern	80564	641305	6601568	229	1.4	10.4	Skog	1-4	>5	9	40	69	34	14.10.2011	S	
Lomtjern	80566	638477	6596931	238	1.1	24.2	Skog	1-4	>5	9	40	77	-6	06.11.2011	U*	
Lintjern	80567	636305	6600803	205	1.3	21.9	Skog	1-4	>5	9	40	80	6	06.11.2011	U*	
Askevannet	80568	637296	6599521	244	2.1	8.5	Skog	1-4	>5	9	40	115	86	06.11.2011	S	
Viuftjern	80570	637779	6599071	268	1.4	7.9	Skog	1-4	>5	9	40	74	47	06.11.2011	S	
N. Ertevann	80571	638151	6598995	246	0.9	18.3	Skog	<1	>5	6	35	52	-10	06.11.2011	U	
Langeftjern (vann)	80572	649789	6543772	173	0.5	9.8	Lavland	<1	>5	(6)	35	-11	-44	11.12.2011	U**	
Blåtjern	80574	632707	6620419	294	1.4	18.4	Skog	1-4	>5	9	40	87	24	22.10.2011	U*	
Lintjern	80575	632080	6620249	275	1.3	13.8	Skog	1-4	>5	9	40	84	37	22.10.2011	S	

Identifikasjon			Typifisering										Vurdering		
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			ANC	ANCoaa		
Langtjern	80576	629728	6625614	212	2.2	18.8	Skog	1-4	>5	9	40	148	84	20.10.2011	S
Søndre Haugetjern I (ved vei)	81408	639449	6612432	284	1.3	26.1	Skog	1-4	>5	9	40	86	-3	20.10.2011	U*
Nordre Haugetjern II	81409	639272	6612679	290	1.2	30.8	Skog	1-4	>5	9	40	95	-10	20.10.2011	U*
Nesjerna I (ved hytte, øvre)	81410	638766	6612554	254	1.6	14.6	Skog	1-4	>5	9	40	102	52	20.10.2011	S
Nesjerna II (nedre)	81411	638910	6612422	250	1.7	14.8	Skog	1-4	>5	9	40	109	59	20.10.2011	S
Bjørdalsvann I	81412	639068	6598359	237	1.6	21.6	Skog	1-4	>5	9	40	89	16	06.11.2011	U*
Bjørdalsvann II	81413	639205	6598150	237	1.6	22.3	Skog	1-4	>5	9	40	83	7	06.11.2011	U*
Bjørdalsvann III	81414	639595	6597664	238	1.7	17.8	Skog	1-4	>5	9	40	90	29	06.11.2011	U*
Bjørdalsvann IV	81415	639795	6597190	220	1.5	19.9	Skog	1-4	>5	9	40	76	9	06.11.2011	U*
Bjørdalsvann V	81416	639913	6596914	221	1.5	18.9	Skog	1-4	>5	9	40	76	12	06.11.2011	U*
Trollbergjern	81417	643384	6603145	188	-0.1	24.8	Lavland	<1	>5	(6)	35	3	-82	15.10.2011	K
Bergjern (nr. 112)	81419	646845	6593353	217	1.3	24.1	Skog	1-4	>5	9	40	91	9	13.11.2011	U*
Folungjern (nr.113)	81420	646967	6592914	196	1.4	23.7	Lavland	1-4	>5	3	40	94	14	13.11.2011	U*
Søndre Oterjern (nr. 203)	81422	647338	6590554	212	1.4	18	Skog	1-4	>5	9	40	95	34	28.11.2011	S
L.Oterjern (nr. 204)	81423	647462	6590615	209	1.4	16.6	Skog	1-4	>5	9	40	103	47	28.11.2011	S
Kloppjern (nr. 210)	81424	646792	6591399	195	1.3	19.3	Lavland	1-4	>5	3	40	87	22	28.11.2011	U*
Slåttjern (nr. 207)	81425	647592	6591051	213	0.8	12.6	Skog	<1	>5	6	35	62	19	28.11.2011	U*
Oksesentjern (nr. 201)	81426	648219	6591437	236	1.0	18.9	Skog	1-4	>5	9	40	56	-8	28.11.2011	U
Øytjern (nr. 205)	81427	647344	6590747	212	1.5	15.3	Skog	1-4	>5	9	40	96	44	28.11.2011	S
Torvtjern (nr. 309)	81428	648590	6588868	217	1.8	21	Skog	1-4	>5	9	40	109	37	06.11.2011	S
Skautjern (nr. 310)	81429	648999	6588295	214	2.0	13.9	Skog	1-4	>5	9	40	113	65	06.11.2011	S
Killingjern (nr. 313)	81430	647538	6588369	206	1.1	13.1	Skog	1-4	>5	9	40	72	27	06.11.2011	U*
Gressjern (nr. 307)	81431	648627	6590279	216	1.2	25.3	Skog	1-4	>5	9	40	86	0	06.11.2011	U*
Mandrapjern (nr. 202)	81432	647181	6589779	210	1.0	16.9	Skog	1-4	>5	9	40	86	29	06.11.2011	U*
Sætertjern	81433	648037	6571747	217	1.0	13.4	Skog	1-4	>5	9	40	56	10	02.10.2011	U
Mørtjern	153021	646016	6598259	198	1.1	24	Lavland	1-4	>5	3	40	78	-4	02.10.2011	U*
Høggard	153051	640613	6595959	236	1.2	16.8	Skog	1-4	>5	9	40	68	11	06.11.2011	U*
Abbotjern I (nr:209)	153085	648132	6592622	174	1.8	15.8	Lavland	1-4	>5	3	40	115	62	28.11.2011	S
Øvre Svensketjern	153187	646865	6574650	216	1.6	7.8	Skog	1-4	>5	9	40	81	55	23.10.2011	S
Brutjern	153223	646980	6571746	251	0.5	23.4	Skog	<1	>5	6	35	39	-41	02.10.2011	U*
Skotjern II	153231	647474	6571363	238	1.2	18.1	Skog	1-4	>5	9	40	78	16	02.10.2011	U*

Identifikasjon				Typifisering										Vurdering			
Navn	NVE-nr	UTME32	UTMN32	Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus	Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon		
										Nr	G/M/ANC	ANC	ANCoaa	Prøve fra			
Orretjern (nr. 206)	153562	647434	6591191	213	1.0	20.2	Skog	<1	>5	6	35	66	-3	28.11.2011	U*		
Auretjern	198906	648666	6615212	199	1.4	18.7	Lavland	1-4	>5	3	40	101	37	29.09.2011	S		
Oppfjertjern	199061	645949	6598779	199	0.9	25.7	Lavland	<1	>5	6	35	68	-19	02.10.2011	U*		
Oterfjertjern	260664	641748	6538094	175	0.1	28.7	Lavland	<1	>5	(6)	35	-11	-109	29.10.2011	K		

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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