

# Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark



**Hovedkontor**

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

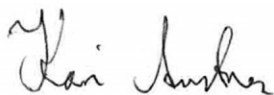
Tittel Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark	Løpenr. (for bestilling) 6304-2012	Dato Februar 2012
	Prosjektnr. Undernr. 10289	Sider Pris 46
Forfatter(e) Øyvind A. Garmo, Kari Austnes	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

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

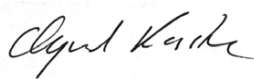
**Sammendrag**

Sur nedbør har blitt kraftig redusert de siste 30 årene. Dette har gitt bedre vannkvalitet i forsuringfølsomme områder. Mange innsjøer i Hedmark 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 Hedmark. Statistiske modeller er utviklet for å kunne estimere hvilke kalsiumkonsentrasjoner og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) innsjøer ville hatt uten kalking. På bakgrunn av dette har forsuringstilstanden i 158 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 95 innsjøer, mens kalkingsbehovet er usikkert i 63 innsjøer. 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.

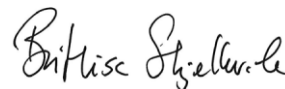
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Kalking	1. Liming
2. Restituering	2. Recovery
3. Innsjøer	3. Lakes
4. Hedmark	4. Hedmark



*Kari Austnes*  
Prosjektleder



*Øyvind Kaste*  
Forskningsleder



*Brit Lisa Skjelkvåle*  
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-6039-7

# **Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Hedmark**

---

## 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 Hedmark ved Tore Qvenild 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, 13. februar 2012

*Øyvind Garmo*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Bakgrunn</b>	<b>7</b>
2.1 ANC som forsurningsindikator	7
2.2 Grenseverdier for ANC	8
2.3 ANC i kalkede innsjøer	9
<b>3. Materiale og metode</b>	<b>10</b>
3.1 Vannkjemiske data	10
3.2 Modeller for estimering av Ca-konsentrasjon	12
3.3 Metode for vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer	12
<b>4. Resultater</b>	<b>13</b>
4.1 Modellutvikling og validering av modeller	13
4.2 Justering av estimert ANC for utvikling over tid	15
4.3 Samsvar mellom modeller og data fra enkeltår	20
4.4 Alternativ måte å estimere «ukalket» ANC på i innsjøer med data fra før kalking	21
4.5 Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer	22
<b>5. Diskusjon</b>	<b>24</b>
5.1 Metodens usikkerhet	24
5.2 Oppfølging av vurderingen	24
5.3 Videre bruk av modellene	25
<b>6. Konklusjon</b>	<b>26</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>26</b>
<b>Vedlegg A. Oversikt over ukalkede innsjøer</b>	<b>29</b>
<b>Vedlegg B. Oversikt over kalkede innsjøer</b>	<b>35</b>

---



## 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 Hedmark.

Vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er en relativt god indikator på forsuring. Kalking påvirker imidlertid både ANC og alle andre forsuringsindikatorer, noe som gjør at effektene av redusert sur nedbør ikke kan påvises direkte i kalkede innsjøer. Det er derfor utviklet områdespesifikke statistiske modeller for å estimere "ukalket" konsentrasjon av kalsium (Ca) i Hedmark. Disse kan brukes til å estimere hva verdien for ANC ville vært hvis innsjøen ikke var kalket. Modellene har blitt utviklet basert på data fra ukalkede innsjøer i Hedmark (data fra en innsjøundersøkelse i 1988). Videre ble det funnet nødvendig å korrigere estimert ANC for tidsutvikling med utgangspunkt i data fra ukalkede innsjøer som har blitt overvåket over tid. Ytterligere validering ble gjort ved å sammenligne estimater med enkeltdata fra ukalkede innsjøer prøvetatt i 1995, 2009 og 2010.

Vurderingen av kalkingsbehov er gjort ved å sammenligne "ukalket" ANC med de grenseverdiene 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 anslått forsuringstilstand (estimert ANC) for innsjøene. Det er ikke vurdert om andre naturlige eller menneskeskapt 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.

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

Resultatet av vurderingen av 158 innsjøer ble at kalking kan avsluttes i 95 av dem. I resten av innsjøene er det usikkert om "ukalket" ANC vil være over eller under grenseverdien for god tilstand. 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 Hedmark County, E. Norway

Year: 2012

Author: Øyvind A. Garmo, Kari Austnes

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6039-7

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 Hedmark 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 the liming, which precludes direct measurements of the effects of reduced acid deposition in limed lakes. Hence, statistical models have been developed to estimate the “non-limed” concentration of calcium (Ca) in Hedmark. This can be used to estimate what ANC would have been if the lake was not limed. The models have been developed based on data from non-limed lakes in Hedmark (data from a lake survey in 1988). Moreover, it was deemed necessary to correct estimated ANC for temporal trends as observed in non-limed lakes that have been monitored over time. Further validation was performed by comparing estimates with data from non-limed lakes sampled in 1995, 2009, and 2010.

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 models that were developed for Hedmark, had similar predictive power as corresponding models for Oslo, Akershus, and Buskerud 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 158 limed lakes is that liming is no longer required in 95 of them. In the rest 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. 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 forsuren tok til (Skjelkvåle m.fl., 2001; Skjelkvåle m.fl., 2003). Vannkvaliteten kan defineres som tilfredsstillende når utbredelsen av og populasjonsdynamikken til de enkelte forsuringfølsomme artene ikke lenger er begrenset av menneskeskapt forurensning. Kalking kan da avsluttes. Biologisk status kan imidlertid forbli forsuringpreget 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 denne utredningen var å vurdere behovet for fortsatt kalking i kalkede innsjøer i Hedmark. Vurderingen av kalkingsbehov er kun 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 Hedmark 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) og Buskerud (Garmo og Austnes, 2011).

## 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 fungerer som giftstoffer 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. Det er også analytiske problemstillinger knyttet til pH-målinger, ettersom pH-verdien påvirkes av temperaturendringer og gassutveksling mellom prøvetaking og analyse.

ANC (vannets syrenøytraliserende effekt) har imidlertid vist seg å være et godt mål på forsuringstatus. Det er påvist nær sammenheng mellom ANC og status av både fisk og invertebrater (Bulger m.fl., 1993; Lien m.fl., 1996; Raddum og Skjelkvåle, 1995). ANC er også foretrukket ved modellprediksjoner, 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<sup>2+</sup> = kalsium, Mg<sup>2+</sup> = magnesium, Na<sup>+</sup> = natrium, K<sup>+</sup> = kalium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = ammonium (ignoreres pga. lave konsentrasjoner), Cl<sup>-</sup> = klorid, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = sulfat og NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = nitrat; [] = konsentrasjon i µekv/l, dvs. µmol/l\*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 µekv/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):

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

(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 µekv/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	Høydereion	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, 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  $\text{SO}_4$  og  $\text{NO}_3$ . Deponisjon av sjøsalter påvirker hovedsakelig konsentrasjonen av Cl og Na, men også Mg og  $\text{SO}_4$ . 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) benyttet. 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 benytte de målte verdiene for de andre ionene som inngår i ANC når ”ukalket” ANC beregnes. 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

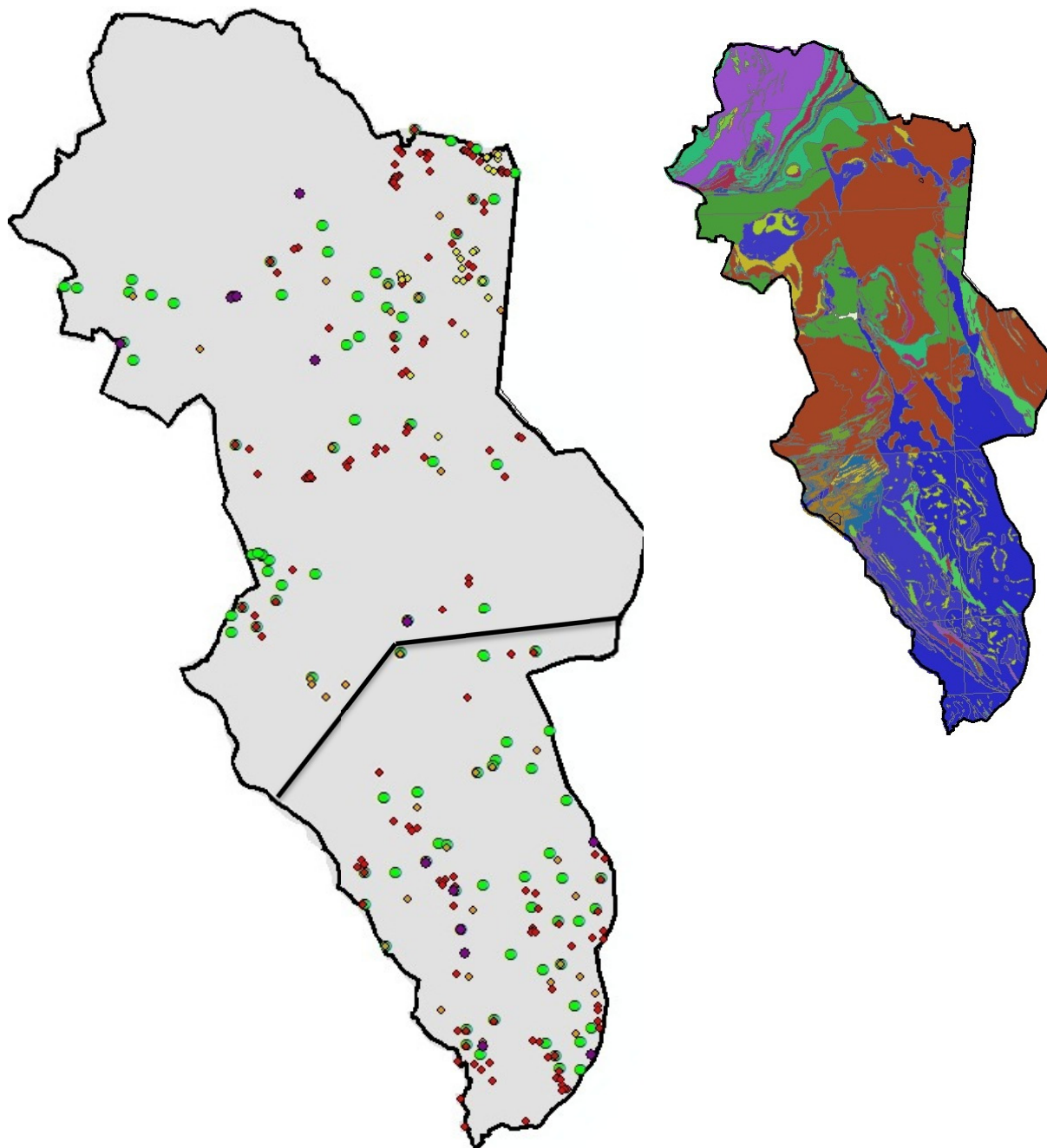
### 3.1 Vannkjemiske data

Følgende sett med vannkjemiske data har blitt brukt i dette arbeidet: 1) Data fra 1988 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 (9-26 år) ble brukt til å evaluere tidsavhengighet i samsvaret mellom beregnet og estimert (se avsnitt 3.2) ANC og til å justere modellene for systematiske tidstrender; 3) data fra 1995, 2009 og 2010 fra ukalkede innsjøer ble brukt til ytterligere validering av modellene; 4) data fra 2011 fra kalkede innsjøer ble brukt til å vurdere fortsatt kalkingsbehov.

En oversikt over innsjøer det er benyttet 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.** Data fra 1988 er fra en undersøkelse av 220 innsjøer i Hedmark fylke (Rognerud, 1992). Datasettet inneholdt ikke NVE-nummer eller koordinater, men 210 av innsjøene kunne likevel identifiseres relativt raskt ved å sammenholde opplysninger om navn, kommune, høyde over havet og areal. Data fra 1995 stammer fra en regional undersøkelse som omfattet 1000 statistisk utvalgte innsjøer fra hele landet (Skjelkvåle m. fl., 1996) samt 500 innsjøer prøvetatt på nytt som en oppfølging av den regionale undersøkelsen i 1986 (Lien m.fl., 1987). 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 fra 2009 og 2010 er fra prøver tatt av Fylkesmannen.

Det ble tidlig klart at det var vanskelig å få til én enkelt modell som kunne forutsi kalsiumkonsentrasjoner (og ANC) for hele Hedmark fylke. En viktig årsak til dette er variabel geologi. Vi valgte derfor å dele fylket i to deler basert på berggrunn (**Figur 1**) og utvikle en modell for nord og en for sør. Videre ble innsjøene i den nordvestligste delen av fylket, som ikke har kalkede innsjøer til vurdering, utelukket.



**Figur 1.** Oversikt over innsjøer som er brukt til utvikling og primær validering av modell (grønne sirkler), tidstrendsjøer (lilla sirkler), ukalkede innsjøer med data fra 1995 (gule sirkler), ditto fra 2009 eller 2010 (oransje sirkler), kalkede innsjøer til vurdering (røde sirkler). Den svarte streken viser hvor grensen mellom sør og nord for utvikling og bruk av modeller. Til høyre er et berggrunnskart (N250, Norges geologiske undersøkelse).

Brunt: Sandstein.

Blå: Gneis, migmatitt.

Lyseblå: Øyegneis, granitt.

Grønt: Metasandstein, skifer.

Lilla: Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt.

**Data for kalkede innsjøer.** I samråd med Fylkesmannen i Hedmark ble det laget en liste over kalkede innsjøer som skulle inngå i vurderingen. Listen omfattet 160 innsjøer, og disse ble prøvetatt høsten

2011 av personer som Fylkesmannen benytter i kalkingsovervåkingen. Prøvene ble tatt i utløpet av innsjøene. NIVA fikk inn prøver fra 158 av innsjøene. Disse 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 Hedmark ikke har vært analysert for andre hovedioner enn Ca.

### 3.2 Modeller for estimering av Ca-konsentrasjon

Datasettet fra undersøkelsen i 1988 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 (12. – 21. oktober). Det er en fordel å benytte kun én prøve fra hver innsjø, slik at data er uavhengig av hverandre. Det er også en fordel å bruke data fra omtrent samme tidspunkt, ettersom forholdet mellom parameterene kan endre seg noe over tid.

Data fra 1988 ble delt tilfeldig i to sett. Det ene datasettet ble brukt til å lage modellen, det andre til validering av den. Det ble benyttet multippel lineær regresjon (minste kvadraters metode), med Ca-konsentrasjon (i  $\mu\text{ekv/l}$ ) som avhengig variabel. De uavhengige variablene ble plukket ut ved en blandingsprosedyre ("mixed selection") ut fra følgende mulige variabler: Mg-, Na-, K-,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  og Cl-konsentrasjon (alle i  $\mu\text{ekv/l}$ ), TOC (mg/L), høyde over havet (m) og UTM-koordinater (m, sone 32). Farge ble brukt til å estimere TOC i datasettet fra 1988 ( $\text{TOC (mg/L)} = 0,0866 \cdot \text{farge (mg Pt/L)} + 1,34$ ) basert på beste lineære sammenheng i datasettet for kalkede innsjøer fra 2011.

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 3.1 og 4.1 måtte fylket deles i to og enkelte innsjøer fjernes fra datasettet for å oppnå gode modeller. Dette ble gjort systematisk og gradvis etter gitte kriterier 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 1988-datasettet for hvert enkelt område før datasettet igjen ble delt tilfeldig i modell- og valideringsdatasett.

Modellene 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), og tidsseriene ble derfor brukt til å legge inn tid som bestanddel i modellene. Dette ble gjort på følgende måte: Beste lineære sammenheng mellom tid og estimert ANC minus beregnet ANC for alle tidsseriene i hvert område, ble funnet. Minste kvadraters metode ble så brukt til å finne tidskonstanten, som multiplisert med antall dager etter et referansetidspunkt, minimerte differansen mellom estimert og beregnet ANC.

Ytterligere validering ble foretatt ved å estimere ANC for ukalkede innsjøer med data fra 1995, 2009 eller 2010.

### 3.3 Metode for vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer

Modellen basert på 1988-data ble brukt for å estimere "ukalket" kalsiumkonsentrasjon i 158 kalkede innsjøer hvor data var tilgjengelige. 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.

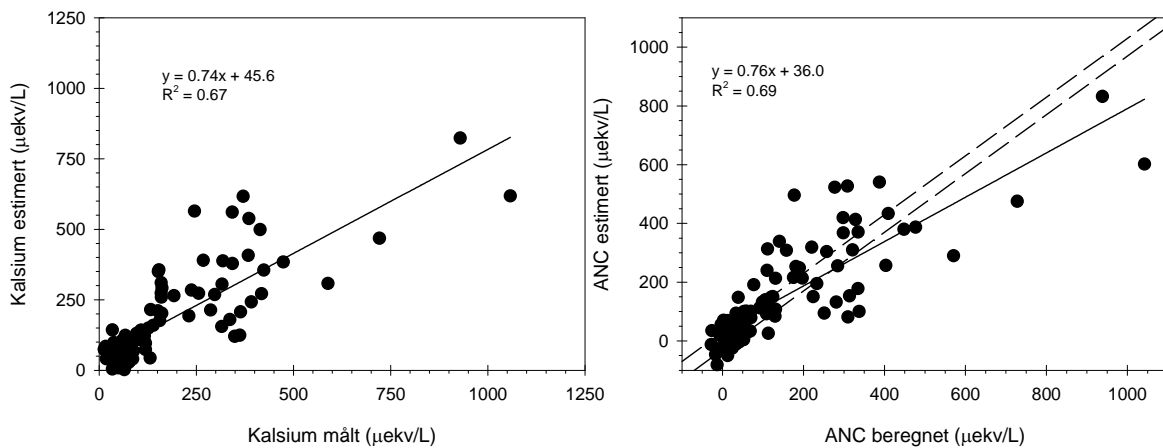
Etter typifiseringen ble de kalkede innsjøene plassert i tre kategorier, bestemt av avstand mellom "ukalket" ANC og G/M-grensen for den enkelte innsjøens type samt modellens kvalitet for hvert enkelt område:

- **K:** ("Ukalket" ANC)-(G/M ANC) $<$ -30  $\mu\text{ekv/L}$ : Kalking må fortsette.
- **U:** -30  $\mu\text{ekv/L}$  $<$ ("Ukalket" ANC)-(G/M ANC) $<$ 30  $\mu\text{ekv/L}$ : Usikker, redusert kalking kan prøves.
- **S:** ("Ukalket" ANC)-(G/M ANC)  $>$ 30  $\mu\text{ekv/L}$ : Kalking kan avsluttes.

## 4. Resultater

### 4.1 Modellutvikling og validering av modeller

Modellering basert på et datasett trukket fra alle Hedmarkdata fra regionalundersøkelsen i 1988 (se kapittel 3.1) ga ikke tilfredsstillende resultat. Korrelasjonene ( $R^2$ ) mellom målt og estimert Ca og mellom beregnet og estimert ANC var dårlige, og det var stort avvik mellom estimert og beregnet ANC for mange innsjøer (**Figur 2**). Det lyktes heller ikke å lage en tilfredsstillende modell for hele fylket ved å utelukke data etter bestemte kjemiske kriterier (utelukking av data fra innsjøer med høy Ca og/eller høyt Ca/Mg-forhold for å unngå kalkpåvirkede innsjøer eller innsjøer med avvikende geologi i nedbørfeltet).



**Figur 2.** Validering av modell ved korrelasjon av målt og estimert Ca-konsentrasjon og beregnet og estimert ANC. Data fra 210 innsjøer som var med i undersøkelsen i 1988, ble benyttet, hvorav data fra 105 innsjøer er brukt til å lage modellen og data fra de resterende 105 til å validere modellen. Hele linjer representerer beste lineære tilpasning og stiplede linjer viser 1:1 linjen  $\pm$  30  $\mu\text{ekv/L}$ .

Fylket ble derfor delt i to deler (nord og sør) for å fordele innsjøene på områder med mer homogen geologi. De 34 innsjøene som lå lengst nordvest i fylket, i et område uten kalkede innsjøer til vurdering, ble dessuten utelukket. Til tross for denne grovinndelingen, er det fortsatt betydelig variasjon i hva slags berggrunn de ukalkede innsjøene ligger på, og utvelgelse av innsjøer etter bestemte kjemiske kriterier var nødvendig for få laget gode nok modeller. Utelukkelse av innsjøer med høy kalsium fra det utvalgte datasettet er uproblematisk fordi disse er lite representative for kalkede



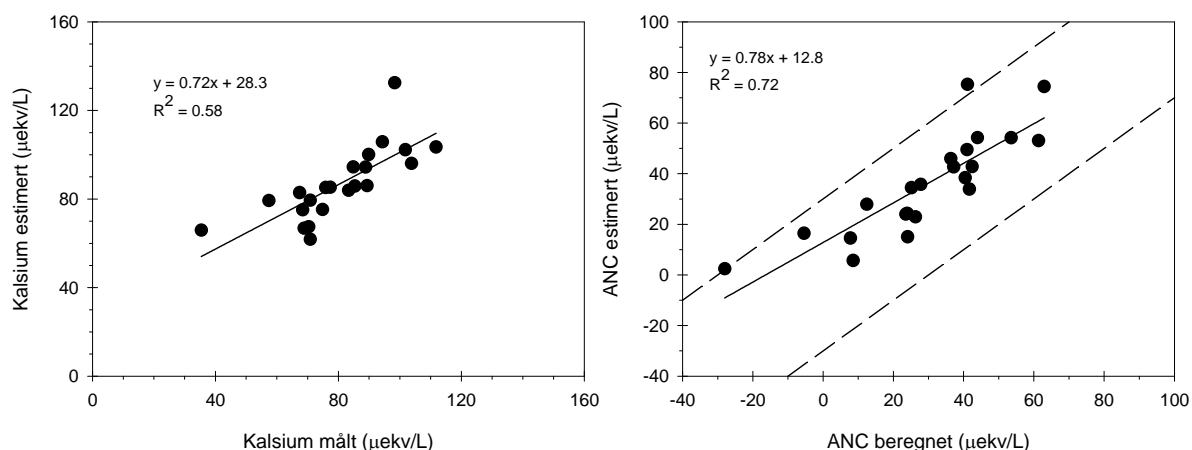
innsjøer. Andre kriterier setter begrensninger for hvilke kalkede innsjøer modellene kan brukes for. Dette gjelder for eksempel ved fjerning av innsjøer på grunn av høy magnesium, sulfat eller nitrat. Utelukkelse på grunn av høyt Ca/Mg-forhold er kanskje mest problematisk fordi det er vanskelig å dokumentere om en kalket innsjø oppfyller kriteriet eller ikke. Når dette kriteriet likevel blir brukt er det for å hindre at innsjøer med avvikende kjemisk sammensetning får uforholdsmessig stor innvirkning på modellen.

Det ble gjort mange forskjellige forsøk med utelukkelse av innsjøer etter kjemiske kriterier. Dette ble imidlertid gjort på en systematisk måte som beskrevet i kapittel 3.2. Resultatet av denne øvelsen er beskrevet under.

**Sør.** Når utvalgsprosessen ble avsluttet, var innsjøer utelukket på grunn av følgende kriterier: Ca > 3,8 mg/L (21 stk); Ca/Mg > 6,24 (masse/masse) (3 stk). Dette resulterte i følgende modell:

$$\text{Ca} = 1,491 \cdot 10^{-4} \cdot \text{UTM N32} + 0,51 \cdot \text{Mg} + 2,50 \cdot \text{K} + 0,68 \cdot \text{SO}_4 - 2,06 \cdot \text{NO}_3 - 1016,24 \quad (3)$$

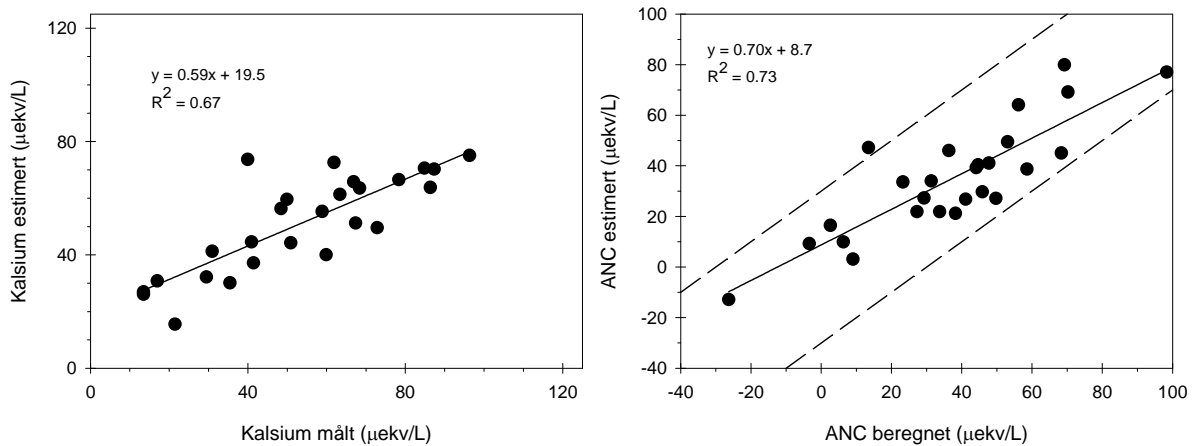
Korrelasjonen mellom målte/beregnete og estimerte verdier for både Ca og ANC (**Figur 3**) ble likevel ikke god. Gjennomsnittlig absoluttavvik mellom estimert og beregnet ANC var på 9 µekv/L, mens maksimalt avvik var på 34 µekv/L. De aller fleste modellprediksjoner treffer innenfor et intervall på +/- 30 µekv/L av målt/beregnet verdi.



**Figur 3.** Validering av modell for område Sør ved korrelasjon av målt og estimert Ca-konsentrasjon, og beregnet og estimert ANC. Data fra 44 Hedmarksinnsjøer som var med i undersøkelsen i 1988, ble brukt. Datasettet ble delt i to. Halvparten ble brukt til å lage modellen og halvparten til å validere den. Hele linjer representerer beste lineære tilpasning og stiplede linjer viser 1:1 linjen +/- 30 µekv/L.

**Nord.** Når utvalgsprosessen ble avsluttet, var innsjøer utelukket på grunn av følgende kriterier: Ca > 2,0 mg/L (46 stk.); Mg > 0,47 mg/L (5 stk); SO<sub>4</sub> > 5,25 mg/L (1 stk) NO<sub>3</sub>-N > 270 µg/L (1 stk); Ca/Mg (masse/masse) > 11,9 (2 stk). Dette resulterte i følgende modell:

$$\text{Ca} = 1,58 \cdot \text{Mg} - 3,94 \cdot \text{K} + 0,67 \cdot \text{SO}_4 + 14,59 \quad (4)$$

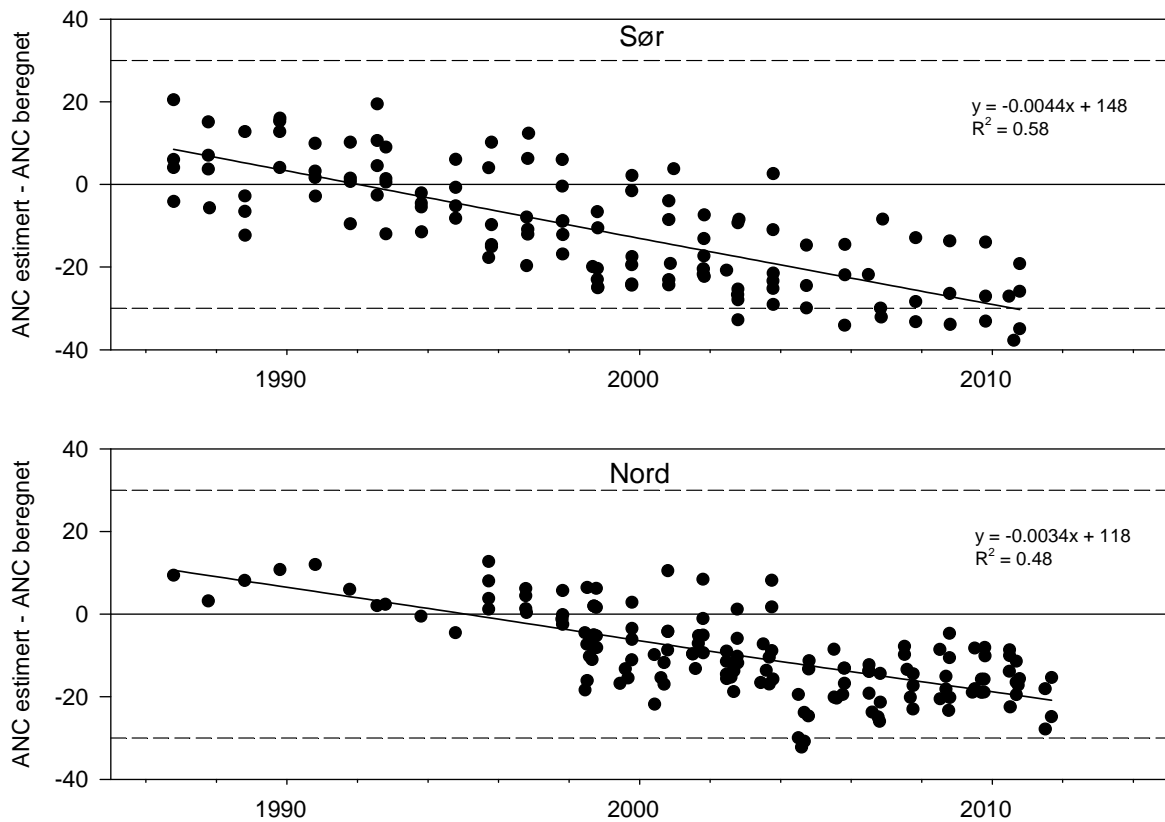


**Figur 4.** Validering av modell for område Nord ved korrelasjon av målt og estimert Ca-konsentrasjon, og beregnet og estimert ANC. Data fra 52 Hedmarksinnsjøer som var med i undersøkelsen i 1988, ble brukt. Datasettet ble delt i to. Halvparten ble brukt til å lage modellen og halvparten til å validere den. Hele linjer representerer beste lineære tilpasning og stiplede linjer viser 1:1 linjen  $\pm 30$   $\mu\text{ekv/L}$ .

Korrelasjonen mellom målte/beregnete og estimerte verdier for både Ca og ANC (**Figur 4**) ble likevel ikke god. Gjennomsnittlig absoluttavvik mellom estimert og beregnet ANC var på 11  $\mu\text{ekv/L}$ , mens maksimalt avvik var på 34  $\mu\text{ekv/L}$ . De aller fleste modellprediksjoner treffer innenfor et intervall på  $\pm 30$   $\mu\text{ekv/L}$  av målt/beregnet verdi.

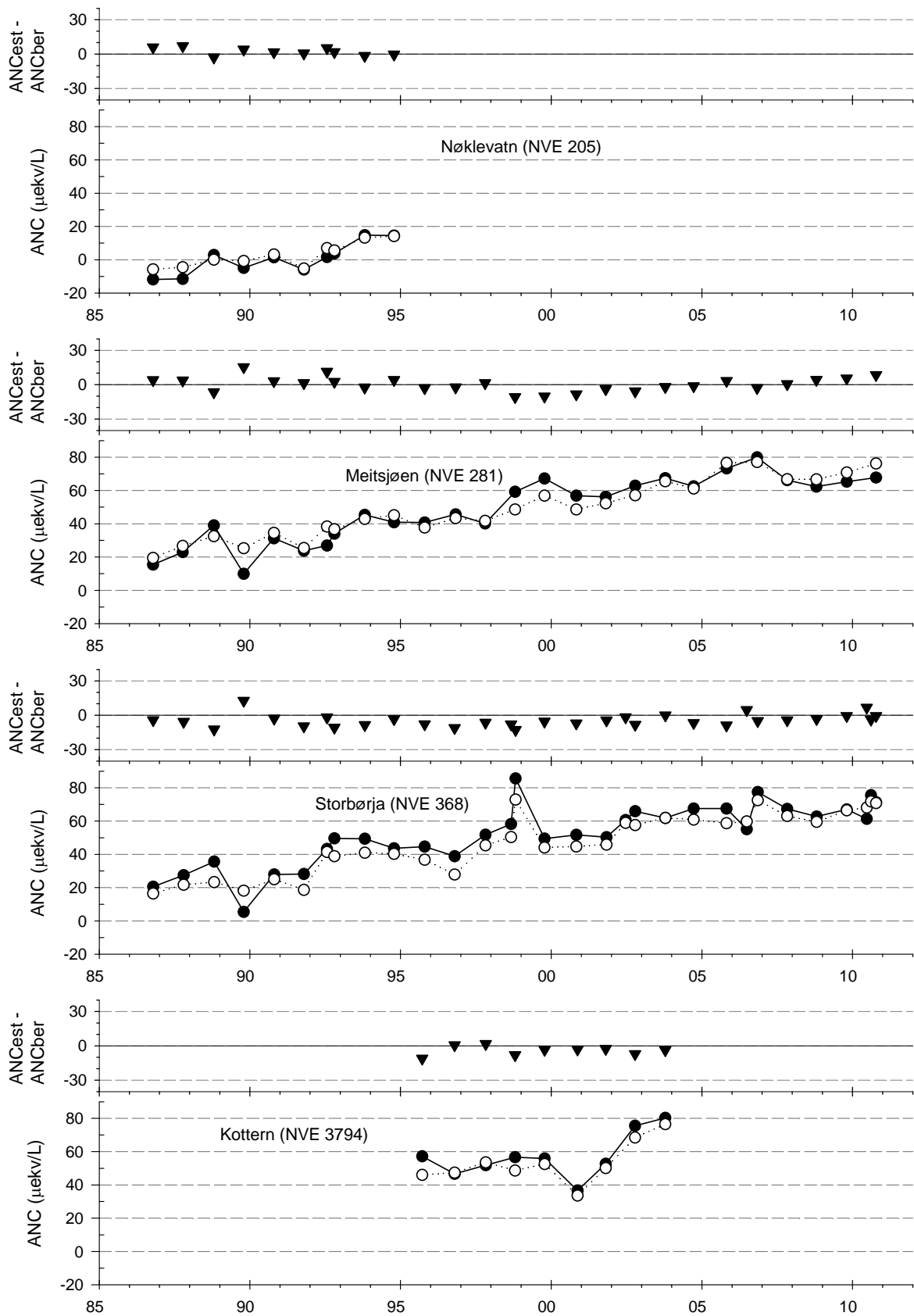
## 4.2 Justering av estimert ANC for utvikling over tid

Differansene mellom estimert (basert på Ca fra ligningene 3 og 4) og beregnet ANC for tidsseriene i både område sør og nord, viser klart at modellene underestimerer ANC i prøver av nyere dato (**Figur 5**). Det betyr at forholdet mellom parameterne som inngår i modellene endrer seg over tid, noe som gjør det nødvendig å korrigere for tidsutvikling når man skal bruke modellene til å estimere ANC i prøver fra senere år. Regresjonslinjen (**Figur 5**) skjærer x-aksen (differanse = 0) i år 1992 i område sør og i 1995 i område nord. Dersom utviklingen antas å være lineær, oppnås beste samsvar med beregnet ANC etter 1992 (sør) og 1995 (nord) ved å legge henholdsvis 1,84 og 1,25  $\mu\text{ekv/L}$  per år som har gått etter 1992 og 1995, til estimert ANC i område sør og nord.

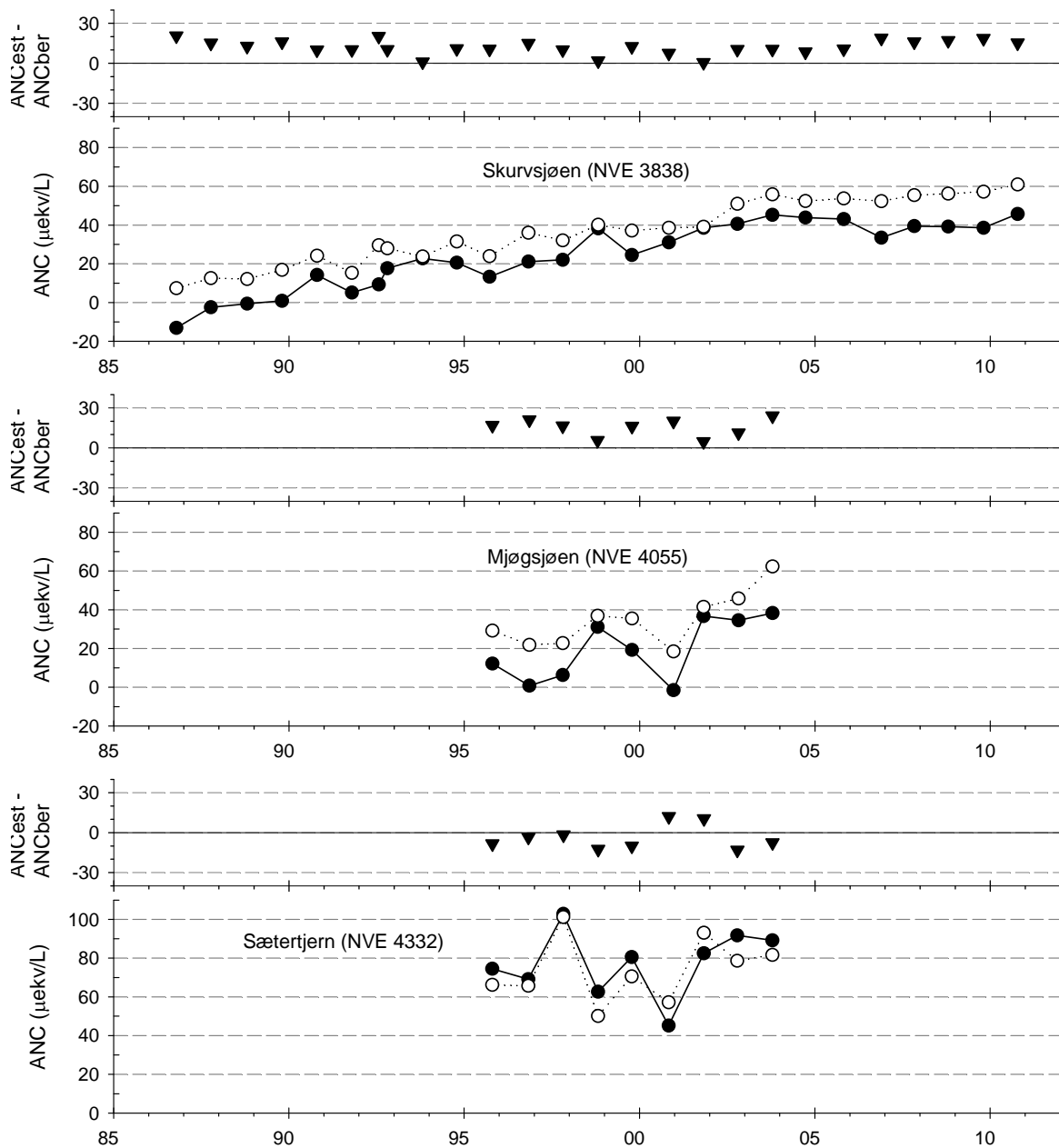


**Figur 5.** Endring over tid for differansen mellom estimert og beregnet ANC for data fra forskjellige tidsserier (7 fra sør og 6 fra nord). Stiplede linjer markerer modellens usikkerhet ( $\pm 30 \mu\text{ekv/l}$ ).

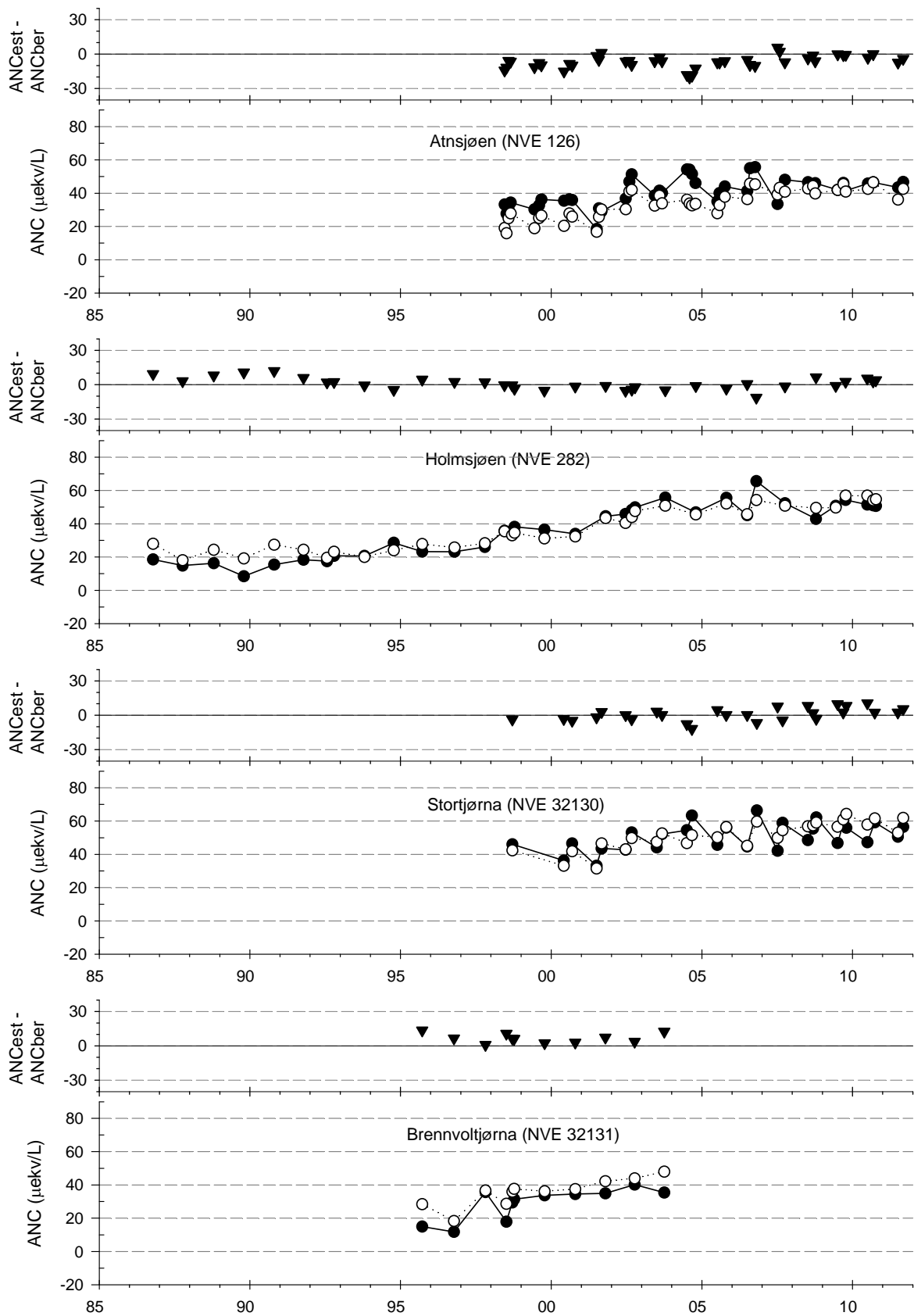
Det er 7 ukalkede innsjøer med tidsserier lengre enn 8 år i område sør og 6 i område nord. Ti av innsjøene viser godt samsvar mellom ANC basert på henholdsvis målt og estimert kalsiumkonsentrasjon når tidsutviklingen er tatt hensyn til, mens estimert ANC er systematisk noe høyere enn beregnet for 3 av innsjøene (**Figur 6** og **Figur 7**). Alle estimerte ANC-verdier ligger imidlertid innenfor en margin på  $\pm 30 \mu\text{ekv/L}$  av beregnede. De korrigerede modellene speiler også år-til-år-variasjon og positiv trend i tidsseriene.



Se neste side for figurtekst

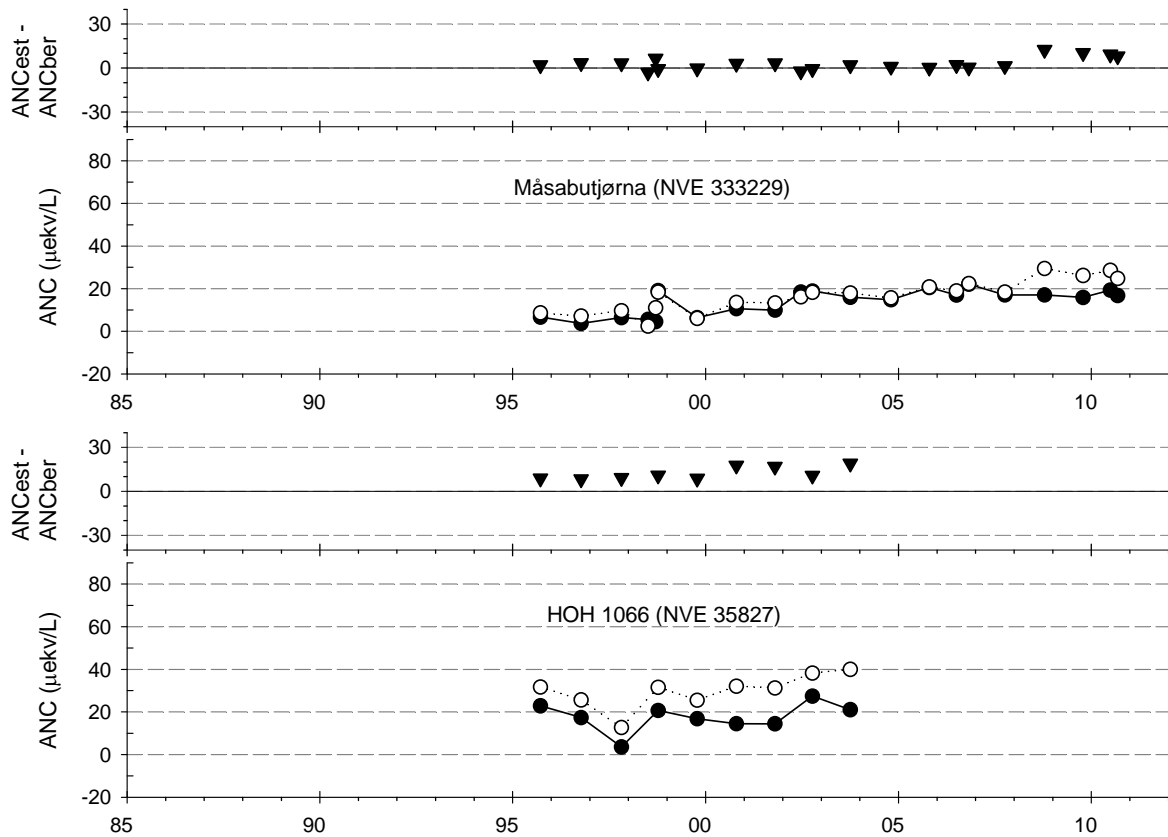


**Figur 6.** ANC estimert med modellert Ca (ligning 3) og med tillegg på  $1,84 \mu ekv/L$  per år etter 1992 (åpne sirkler), og ANC beregnet med målte Ca-konsentrasjoner (fylte sirkler). Fylte trekantner viser differansen mellom disse. Innsjøene ligger i område sør.



Se neste side for figurtekst.

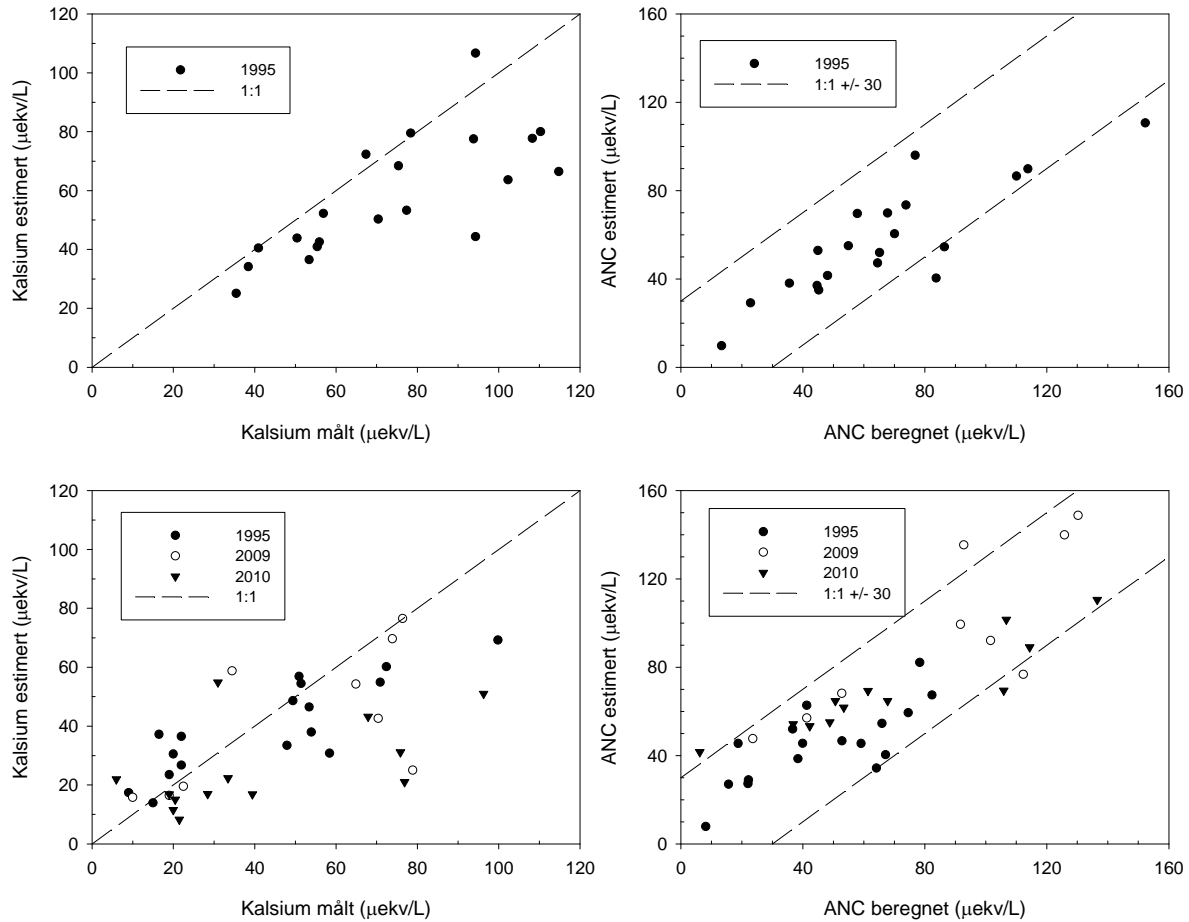




**Figur 7.** ANC estimert med modellert Ca (ligning 3) og med tillegg på 1,25  $\mu\text{ekv/L}$  per år etter 1995 (åpne sirkler), og ANC beregnet med målte Ca-konsentrasjoner (fylte sirkler). Fylte trekanter viser differansen mellom disse. Innsjøene ligger i område nord.

### 4.3 Samsvar mellom modeller og data fra enkeltår

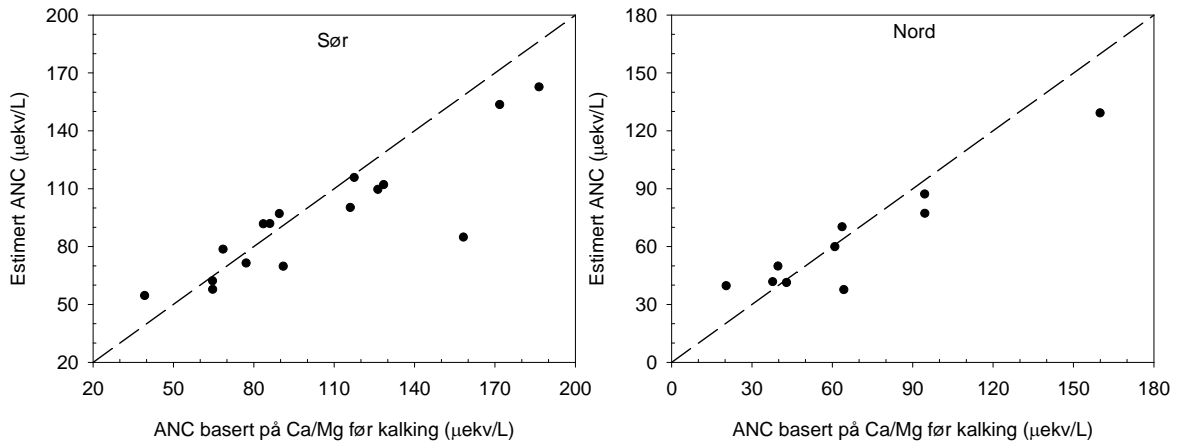
Det er ikke veldig godt samsvar mellom estimert og målt kalsiumkonsentrasjon i ukalkede innsjøer med data fra enkeltårene 1995, 2009 og 2010 (for de to sistnevnte årene er det kun innsjøer fra Engerdal). Når estimert ANC korrigeres for tidsutvikling, havner likevel de aller fleste innsjøene innenfor usikkerhetsmarginen på  $\pm 30 \mu\text{ekv/L}$  (**Figur 8**).



**Figur 8.** Målt og estimert kalsiumkonsentrasjon for ukalkede innsjøer med prøver fra ulike år, og samsvar mellom ANC basert på henholdsvis målt og estimert kalsiumkonsentrasjon. Estimert ANC er korrigert for tidsutvikling (se forrige avsnitt). De to øverste panelene er for område sør og de to nederste for område nord.

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

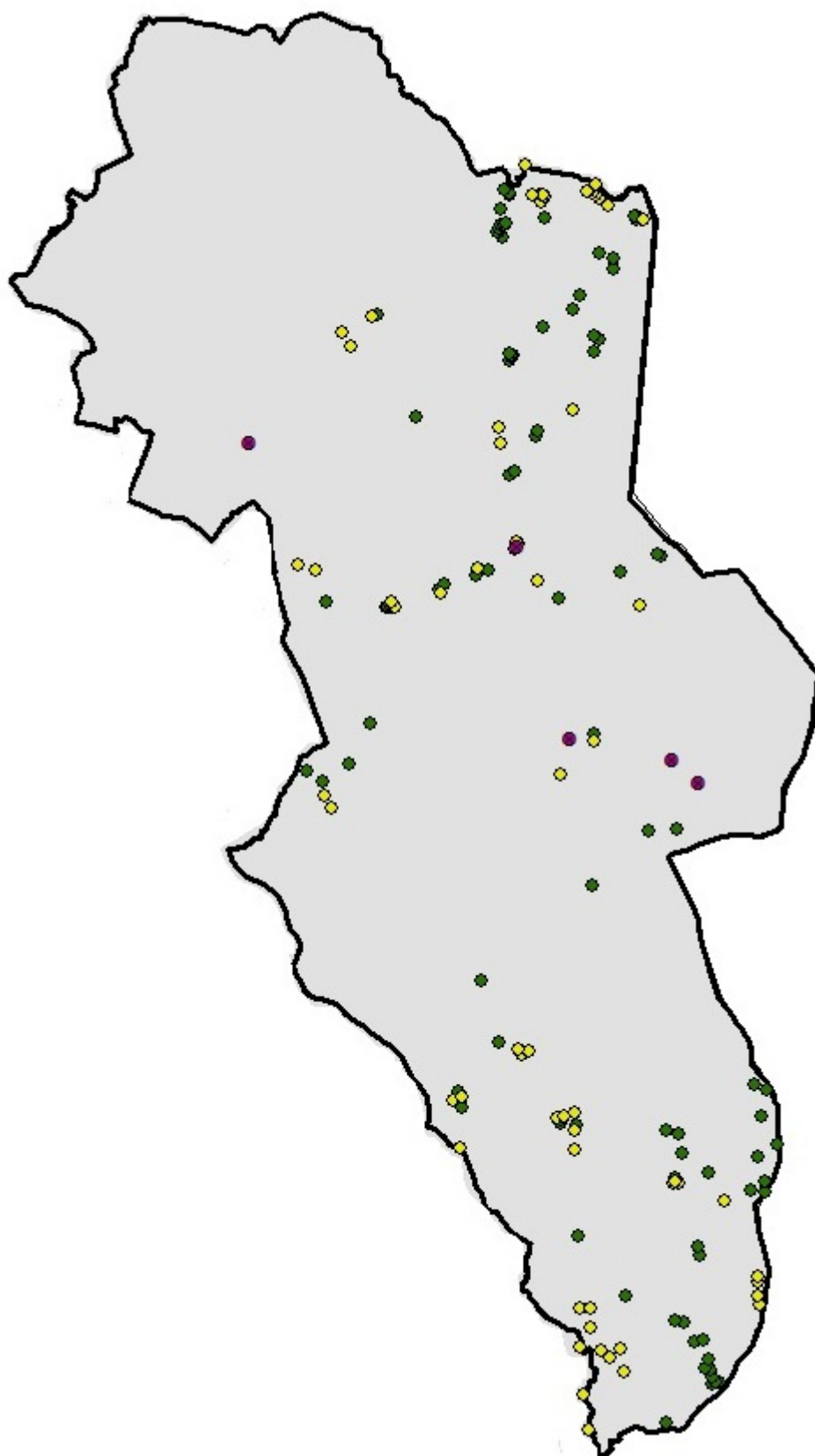
I tilfeller der det foreligger data fra før kalking, er det mulig å estimere «ukalket» kalsiumkonsentrasjon basert på Ca/Mg-forholdet før kalking av den aktuelle innsjøen. Tidsseriene tyder nemlig på at Ca/Mg-forholdet har vært relativt stabilt. Videre må man anta at magnesiumkonsentrasjonen er upåvirket av kalking. Ved å sette kalsium estimert på denne måten inn i ligning 1 får man altså en alternativ måte å estimere ANC på. Av de 158 kalkede innsjøene til vurdering, inngår 26 (16 i område sør og 10 i område nord) i datasettet fra 1988 som ble innhentet før kalking ble iverksatt. Det er relativt godt samsvar mellom ANC estimert med utgangspunkt i Ca/Mg-forholdet før kalking og ANC estimert ut fra de regionale modellene for kalsium og korrigert for tidsutvikling (**Figur 9**). Dette er en ytterligere indikasjon på at sistnevnte metode fungerer tilfredsstillende.



**Figur 9.** Estimert «ukalket» ANC korrigert for tidsutvikling mot ANC basert på Ca/Mg-forholdet i innsjøen før kalking.

#### 4.5 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 95 av de 158 vurderte innsjøene er estimert ukalket ANC og ANCoaa mer enn 30 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. Det er usikkert om kalking kan avsluttes i de resterende 63 innsjøene. Det er ingen innsjøer hvor det med sikkerhet kan sies at kalking må fortsette. Alle de kalkede innsjøene oppfylte de etterprøvbare kjemiske kriteriene som ble definert i utviklingen av modellen. For de fleste innsjøer i nærheten av dem som ble utelukket på grunn av høyt Ca/Mg-forhold, er det usikkert om kalking må fortsette (**Figur 10**). Merk imidlertid at for én av innsjøene (Aursjøen, 33610) ble konklusjonen «stans kalking» selv om den ligger i nærheten av en innsjø med høyt Ca/Mg-forhold.



**Figur 10.** Vurdering av fortsatt kalkingsbehov for 158 kalkede innsjøer i Hedmark. Grønn sirkel: kalking kan avsluttes. Gul sirkel: usikkert om kalking kan avsluttes. Lilla sirkel med kryss: Innsjøer som ble utelukket fra modelldatasettet på grunn av høyt Ca/Mg-forhold.

## 5. Diskusjon

### 5.1 Metodens usikkerhet

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

- 1) Referansesjøenes representativitet: Geologien i fylket er heterogen. Vi forsøkte å ta hensyn til dette ved å definere områder basert på berggrunn. Datasettet som modellene bygger på, inneholder dessuten resultater fra et stort antall innsjøer. Det kan likevel ikke utelukkes at forholdene i nedbørfeltet til enkelte kalkede innsjøer er så avvikende at modellene vil fungerer dårlig.
- 2) Gamle referansedata: Ideelt sett hadde det vært best å basere modellene på referansedata som er yngre enn 23 år, men slike eksisterer ikke i stort nok omfang. Tidsseriene og enkeltdata fra ukalkede innsjøer viste at modellene fungerer dårligere nå enn i 1988, sannsynligvis som følge av at forholdet mellom ionene har endret seg. For å kompensere for dette, ble estimat av «ukalket» ANC korrigert på bakgrunn av observert utvikling i 13 innsjøer med tidsserier. Flere av de kalkede innsjøene ligger langt unna nærmeste innsjøer med tidsserie. Tidsutviklingen gjør dessuten at framgangsmåten som er brukt i denne rapporten, har begrenset holdbarhet.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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 60 prosent av innsjøene. Det samsvarer godt med den observerte nedgangen i sur nedbør over de siste tiårene. Det er også rimelig at resultatene ligger nærmere resultatene for Buskerud (Garmo og Austnes, 2011) og Oslo og Akershus (Garmo m.fl., 2011) enn resultatene for fylker lenger sør og vest i landet (Austnes og Kroglund, 2010; Austnes, 2011; Austnes og Kroglund, 2011), hvor belastningen fra sur nedbør generelt har vært høyere.

I innsjøene som er vurdert til at kalking kan avsluttes, kan dette startes umiddelbart. Ved all avvikling av kalking er det imidlertid viktig med god oppfølging i etterkant. Dette gjelder også når det anses som sikkert å avslutte kalkingen. En slik oppfølging bør foregå over tid, fordi effekten av kalkingen 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 kalkingen. Ved tidligere overdosering kan man forvente en motsatt effekt.

De kalkede innsjøene bør altså følges opp i flere år før man kan konkludere med at det var trygt å avslutte kalkingen. 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 kalkingen. Fordelen med at kalkingseffekten avtar over forholdsvis lang tid er at man har mulighet til å gjenoppta kalkingen 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 (flere av referanseinnsjøene i 1988 ble som nevnt i avsnitt 4.5 kalket i etterkant). Dersom kalking av innsjøer i kategorien «usikker» avsluttes, bør det følges opp med årlig vannprøvetaking.

### **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 modellenes usikkerhet i tolkning av resultatet. Det er også viktig å følge opp om korrigeringen av estimert ANC med 1,84 og 1,25  $\mu\text{ekv/L}$  per år for henholdsvis område sør og nord fortsetter å gi godt samsvar for tidsseriene.

Modellene (inkludert tidskorreksjon) som er utviklet i forbindelse med dette arbeidet kan som nevnt benyttes 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 Hedmark er vurdert ved å sammenligne grenseverdiene for ANC i klassifiseringsveilederen til vannforskriften med estimater for hva ANC ville ha vært uten kalking. Estimatenes er basert på statistiske modeller for «ukalket» kalsiumkonsentrasjon og observert utvikling i 13 ukalkede innsjøer med tidsserier. Det er ikke vurdert om andre naturlige eller menneskeskapt 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 158 kalkede innsjøer. Kalking kan avsluttes i 95 av disse. For resten av innsjøene er det usikkert om «ukalket» ANC vil havne over eller under grenseverdien for ANC. Ingen 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. Norsk institutt for vannforskning, 33 s.

Austnes, K. og F. Kroglund, (2010). Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Vest-Agder. Norsk institutt for vannforskning, 30 s.

Austnes, K. og F. Kroglund, (2011). Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Sogn og Fjordane. Norsk institutt for vannforskning, 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.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet, (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. Norsk institutt for vannforskning, 35 s.

Garmo, Ø. A. og K. Austnes, (2011). Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Buskerud. Norsk institutt for vannforskning, 78 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. Norsk institutt for vannforskning, 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. Norsk institutt for vannforskning, 33 s.
- Hindar, A. og L. B. Skancke, (2008). Vannkjemisk utvikling i innsjøer etter avsluttet kalking. Norsk institutt for vannforskning, 34 s.
- Klif, (2011a). Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Atmosfærisk tilførsel. Rapport 1099/2011. Statlig program for forurensningsovervåking. Klima- og forurensningsdirektoratet, 218 s
- Klif, (2011b). Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2010. Rapport 1094/2009. Statlig program for forurensningsovervåking. Klima- og forurensningsdirektoratet, 160 s.
- Kroglund, F., (2007). Metode for å beregne en "naturlig" vannkvalitet i kalka innsjøer i Aust-Agder. Norsk institutt for vannforskning, 61 s.
- Lien, L., G. G. Raddum, A. Fjellheim og A. Henriksen, (1996). A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *Science of the Total Environment* 177: 173-193.
- 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.
- Rognerud, S., (1992) Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark fylke. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Rapport 4/92. Miljøvernavdelinge, Fylkesmannen i Hedmark, 30 s.
- 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., A. Henriksen, B. Faafeng, E. Fjeld, T. S. Traaen, L. Lien, E. Lydersen og A. K. Buan, (1996). Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 677/96. Statens forurensningstilsyn, 73 s.

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 i modell- og valideringsdatasettet for område sør (data fra innsjøundersøkelse i 1988).*

NVE-Nr	Navn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune-Nr
121	Rasasjøane	637607	6713820	246	417
122	Nugguren	669660	6690914	150	402
123	Bureien	678330	6686601	212	402
124	Skasen	682773	6700348	266	402
156	Frysjøen	675400	6704107	205	423
157	Namsjøen	673224	6712751	198	423
158	Hukusjøen	661908	6710215	177	425
159	Halsjøen	680240	6753109	299	426
160	Stor Bronken	643674	6736333	367	415
182	Vermunden	684967	6733782	215	425
193	Geitholmsjøen	634540	6734657	311	415
235	Nøklevatn	653957	6708805	424	418
236	Ottsjøen	629132	6705052	369	418
237	Vålmangen	651698	6721492	351	426
238	Eidsmangen	649388	6721906	386	426
281	Meitsjøen	655742	6697815	358	423
348	Røgden	692964	6703693	280	423
349	Rotbergsjøen	694614	6712346	330	423
358	Utgardssjøen	688710	6658958	127	402
359	Møkeren	687164	6676566	174	402
360	Varaldsjøen	692076	6670690	203	402
362	Søre Bellingen	682881	6659312	182	420
363	N Bellingen	682057	6663018	196	420
369	Søre Øyungen	679088	6666501	194	420
370	S Hørsjøen	688685	6666875	228	402
3653	Nordre Bølsjøen	668332	6750069	388	426
3674	Nordre Fløgen	665130	6745058	313	426
3687	Søndre Fløgen	664690	6743325	326	426
3691	Gjersjøen	675364	6742638	296	425
3698	Holtsjøen	660201	6741632	300	426
3816	Sørmsjøen	680322	6719298	317	425
3838	Skurvsjøen	646081	6716685	432	418
3865	Bergsjøen	628919	6713897	366	417
3866	Rotnesjøen	683705	6712265	260	423
3984	Helgen	688583	6700277	243	423
4041	Tennungen	634712	6693509	298	418
4076	Tollreien	683454	6688458	220	402
4203	Bæreia	664792	6672951	231	402
4222	Høljøren	657293	6670289	327	419
4286	Breidsjøen	657211	6666042	321	419
4336	Nygårdstjernet	661052	6663211	332	419
33688	Rysjøen	676356	6775060	535	428
33691	Ryssjøen	639243	6774571	286	427
33693	Håsjøen	662208	6773924	450	428

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

NVE-Nr	Navn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune-Nr	Årsak
118	Mjøsa	591874	6752912	123	417	Ca > 2.33
120	Storsjøen	644817	6695989	132	419	Ca > 2.33
153	Dølisjøen	653875	6686929	170	419	Ca > 2.33
162	Ossjøen	652740	6794476	436	429	Ca/Mg > 6.24
192	Harasjøen	632860	6725104	280	417	Ca > 2.33
239	Gjesåssjøen	663045	6731461	176	425	Ca > 2.33
253	Rokosjøen	633112	6742070	215	415	Ca > 2.33
353	Skjervangen	661664	6644817	176	420	Ca > 2.33
364	Sigernessjøen	669179	6668990	182	402	Ca > 2.33
367	Nessjøen	679919	6654468	132	420	Ca > 2.33
3073	Stangnessjøen	670684	6650281	148	420	Ca > 2.33
3614	Bergesjøen	650475	6764360	322	427	Ca > 2.33
3627	Lisjøen	653452	6757795	316	427	Ca > 2.33
3716	Sørsåssjøen	653334	6739300	209	426	Ca > 2.33
3739	Våletjernet	621221	6732387	218	417	Ca > 2.33
3748	Grasåstjernet	684640	6730420	318	425	Ca > 2.33
3757	Baksjøen	664166	6728871	199	425	Ca > 2.33
3996	Kalsjøen	695537	6698107	381	423	Ca > 2.33
4211	Føskersjøen	668167	6672064	185	402	Ca > 2.33
4220	Grønsjøen	654723	6671714	341	419	Ca > 2.33
33632	Langsjøen	688528	6789727	486	428	Ca > 2.33
33634	Flekksjøen	674921	6789950	436	428	Ca/Mg > 6.24
33652	Vestsjøen	680633	6784715	388	428	Ca/Mg > 6.24
33663	Tørrbergsjøen	668863	6782107	466	428	Ca > 2.33

**Tabell A.3.** Oversikt over ukalkede innsjøer som er brukt i modell- og valideringsdatasettet for område nord (data fra innsjøundersøkelse i 1988).

<b>NVE-Nr</b>	<b>Navn</b>	<b>UTM E32 (m)</b>	<b>UTM N32 (m)</b>	<b>Hoh (m)</b>	<b>Kommune-Nr</b>
126	Atnsjøen	561973	6861063	701	430
194	Brumundsjøen	614222	6767879	633	412
242	Møklebysjøen	602402	6800432	989	430
257	Sjusjøen	592026	6780506	808	412
282	Holmsjøen	641189	6783497	559	429
285	Kroksjøen	592067	6785315	882	412
290	Nordre Rensjøen	626531	6839645	802	432
1341	Vonsjøen	670658	6908042	788	434
1345	Storjyltingen	661916	6878229	682	434
1346	Rønsjøen	664883	6900805	888	434
1348	Femunden	652952	6917127	662	434
1349	Nedre Roasten	659908	6914824	720	434
1354	Sølensjøen	635202	6870837	688	432
1363	Arasjøen	635756	6877347	690	432
1364	Flensjøen	643108	6920137	780	441
32119	Breidsjøen	563316	6875197	951	438
32125	Veslesølnsjøen	569775	6874165	1052	438
32126	Storbekktjørna	606067	6874066	900	432
32130	Stortjørna	592210	6873751	868	438
32146	Kvislåtjørna	575694	6871900	1241	438
32263	Hamntjørna	564774	6855961	773	430
32436	Trytjørna	593274	6832673	896	430
32754	Skollsjøen	599237	6802407	1055	430
32763	Helgetjerna	600483	6802191	1048	430
32764	Lille Skollsjøen	597694	6802003	1050	430
32765	Helgetjerna	600475	6801636	1048	430
32826	Lille Møklebysjøen	601895	6797637	1020	430
32879	Himmelsjøen	606075	6793563	909	430
32937	Øyungen	604249	6789341	886	412
32962	Aksjøen	595160	6787597	836	412
33020	Store Ljosvatnet	599133	6782206	800	412
33264	Nordre Missjøen	627073	6873904	867	432
33265	Svalsjøen	644156	6873572	661	434
33308	Nordre Ørsjøen	637354	6862716	854	432
33309	Øversjøen	627687	6862671	797	432
33316	Søre Missjøen	623905	6860519	686	432
33384	Osdalsjøen	641645	6838555	759	432
33424	Gransjøen	620030	6831846	690	432
33443	Ryensjøen	648070	6827983	860	432
33445	Gløtsjøen	665779	6827269	823	428
33601	Storhovden	615020	6796721	750	430
33642	Munksjøen	662299	6787191	570	428
33725	Rødbutjørna	639487	6867938	690	432
34830	Dørålstjørnin	545420	6876757	1011	439
34834	Elgevatnet	548791	6876098	965	439
35835	Revlingsjøane	659162	6900953	870	434
35866	Spekesjøen	617066	6893372	824	432
35873	Volsjøen	654417	6891335	820	434
35899	Neksjøen	618473	6886391	919	432
35913	Skorsjøen	602867	6883369	914	432
35930	Litle Sølensjøen	632268	6880423	702	432
35949	Stråsjøen	564366	6878309	929	438



**Tabell A.4.** Oversikt over ukalkede innsjøer som pga. vannkjemiske kriterier ble fjernet fra modell- og valideringsdatasettet for område nord.

NVE-Nr	Navn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune-Nr	Årsak
125	Storsjøen	623209	6815553	251	432	Ca > 2.0
163	Lomnessjøen	614891	6850638	256	432	Ca > 2.0
164	Finnstadsjøen	606232	6891881	516	432	Ca > 2.0
196	Næra	591660	6766591	339	412	Ca > 2.0
198	Sør-Mesna	592007	6774320	520	412	Ca > 2.0
241	Harrsjøen	606674	6860281	676	432	Ca > 2.0
284	Veksen	625248	6828580	660	432	Ca > 2.0
1340	Vurrsjøen	663595	6864413	663	434	Ca > 2.0
1343	Gutulisjøen	664304	6880980	692	434	Ca > 2.0
1344	Fjellgutusjøen	661397	6886589	734	434	Ca > 2.0
1347	Isteren	645077	6879463	645	434	Ca > 2.0
1351	Engeren	660659	6834782	472	434	Ca > 2.0
1352	Lille Engeren	655588	6852600	548	434	Ca > 2.0
1353	Sennsjøen	655754	6832108	520	428	Ca > 2.0
1355	Galtsjøen	644028	6865021	643	434	Ca > 2.0
1356	Langsjøen	635199	6895327	709	436	Ca > 2.0
1358	Siksjøen	635760	6913873	708	441	Ca > 2.0
1362	Hyllsjøen	661993	6842229	802	434	Ca > 2.0
32253	Gråsjøen	582361	6859089	914	430	Ca/Mg > 11.9
32260	Finnsjøen	570929	6855874	877	430	Ca > 2.0
32270	Langtjørna	564029	6855275	771	430	Ca > 2.0
32303	Kivsjøene	604407	6851939	807	432	Ca > 2.0
32316	Setningsjøen	565826	6849531	757	430	Ca > 2.0
32386	Bjørsjøen	592773	6841955	647	430	Ca > 2.0
32493	Negardssjøen	599776	6823038	876	430	Ca > 2.0
33287	Drevsjøen	658454	6865938	668	434	Ca > 2.0
33311	Skardstjørna	632146	6862245	1202	432	NO3-N > 270
33355	Fuggsjøen	620186	6851108	698	432	Mg > 0.47
33401	Osdalssjøen	640810	6836437	777	432	Ca/Mg > 11.9
33416	Drevsjøen	677890	6833106	737	428	Ca > 2.0
33421	Mjølsjøen	669656	6831426	884	428	Ca > 2.0
33436	Søre Valsjøen	621751	6829710	586	432	Ca > 2.0
33449	Andtjørna	621831	6826630	556	432	Ca > 2.0
33492	Eltsjøen	659129	6819617	596	428	Ca > 2.0
33502	Flensjøen	674698	6818068	643	428	Mg > 0.47
33535	Svarttjørnane	677873	6812064	630	428	SO4 > 5.25
33540	Nordre Slemsjøen	640006	6809698	465	429	Ca > 2.0
33546	Nordre Grønsjøen	678442	6808678	624	428	Ca > 2.0
33564	Nordre Fuglsjøen	674754	6806032	432	428	Ca > 2.0
33574	Søndre Grønsjøen	681726	6804006	584	428	Mg > 0.47
33581	Ørsjøen	679365	6802654	615	428	Ca > 2.0
33600	Veslkolosjøen	679515	6798249	488	428	Ca > 2.0
33603	Gjetsjøen	685896	6797690	535	428	Ca > 2.0
33608	Storkolosjøen	680825	6796674	460	428	Ca > 2.0
33611	Søndre Ulvsjøen	660931	6795264	521	428	Ca > 2.0
33612	Flersjøa	703412	6794732	423	428	Ca > 2.0
33614	Runddalssjøen	630634	6794713	332	429	Ca > 2.0
33619	Blanksjøen	702219	6793792	423	428	Ca > 2.0
33629	Deisjøen	637848	6791713	391	429	Ca > 2.0
33678	Rundsjøen	697512	6778342	392	428	Ca > 2.0
33682	Langsjøen	630800	6776407	353	429	Ca > 2.0
35823	Rausjøen	615221	6902568	1072	436	Mg > 0.47
35867	Rørtjørna	603929	6893470	535	437	Ca > 2.0
35880	Søre Rivtjørna	598693	6889606	716	437	Ca > 2.0
35943	Drevsjøen	624195	6878763	987	432	Mg > 0.47

**Tabell A.5. Oversikt over innsjøer med tidsserier.**

NVE-nr	Navn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune-nr	Tidsrom	Område
235	Nøklevatn	653748	6708893	424	425	1986-1994	Sør
281	Meitsjøen	655593	6697847	357	423	1986-2010	Sør
368	Storbørja	661698	6665539	301	402	1986-2010	Sør
3794	Kottern	692600	6722354	480	425	1995-2003	Sør
3838	Skurvsjøen	646098	6716457	428	418	1986-2010	Sør
4055	Mjøgsjøen	656923	6691388	489	419	1995-2003	Sør
4332	Sætertjern	691842	6663120	252	402	1995-2003	Sør
126	Atnsjøen	561247	6860817	701	430	1998-2011	Nord
282	Holmsjøen	641076	6783148	559	429	1986-2010	Nord
32130	Stortjørna	592150	6873612	868	434	1998-2011	Nord
32131	Brennvoltjørna	593547	6873733	866	438	1995-2003	Nord
33329	Måsabutjørna	615021	6856311	751	432	1995-2010	Nord
35827	HOH 1066	611006	6902321	1066	436	1995-2003	Nord

**Tabell A.6. Oversikt over innsjøer med data som er brukt til sekundær validering av modell.**

NVE-nr	Navn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune-nr	Dato	Område
235	Nøklevatn	653748	6708893	424	425	20.10.1995	Sør
237	Vålmangen	651878	6720824	351	426	21.09.1995	Sør
371	N Hørsjøen	687789	6668958	228	402	20.10.1995	Sør
3661	Steinsjøen	677035	6747813	293	425	20.09.1995	Sør
3687	Søndre Fløgen	664682	6742977	326	426	21.09.1995	Sør
3698	Holtsjøen	660011	6741545	300	426	21.09.1995	Sør
3736	Vesl-Bronken	643819	6732090	414	426	21.09.1995	Sør
3834	Kalbråtåsjøen	682731	6717379	277	425	20.09.1995	Sør
3921	Langtjernet	687828	6707270	332	423	20.10.1995	Sør
3934	Geittjerna	641162	6706335	354	418	20.10.1995	Sør
3964	Storfløyta	659287	6703435	341	423	20.10.1995	Sør
4041	Tennungen	634712	6693411	298	418	20.10.1995	Sør
4076	Tollreien	683446	6688257	220	402	20.10.1995	Sør
4099	Kjerketjerna	688805	6685005	318	402	20.10.1995	Sør
4100	Gjøralsjøen	658020	6684800	230	419	20.10.1995	Sør
4112	Fjellsjøen	680862	6683307	384	402	20.10.1995	Sør
4146	Store Emten	693137	6680248	300	402	20.10.1995	Sør
4187	Meldisjøen	650382	6675608	217	419	20.10.1995	Sør
4267	Svartbørja	661807	6666572	301	419	20.10.1995	Sør
33691	Ryssjøen	639210	6774268	286	427	28.09.1995	Sør
194	Brumundsjøen	614173	6767579	633	403	20.09.1995	Nord
1348	Femunden	649867	6896132	662	434	03.12.1995	Nord
1354	Sølsjøen	636395	6869700	688	432	20.09.1995	Nord
1363	Arasjøen	635564	6876935	699	432	20.09.1995	Nord
3618	Kveåsjøen	618069	6762538	628	403	20.09.1995	Nord
32121	Søre Klettsjøen	564568	6874001	947	438	20.09.1995	Nord
32251	Gråttjørna	582996	6859381	935	430	20.09.1995	Nord
33265	Svalsjøen	644046	6873302	661	434	20.09.1995	Nord
33273	Skjervagen	666884	6869850	667	434	20.09.1995	Nord
33424	Stortjørna	619948	6831659	690	432	20.09.1995	Nord
33453	Fiskebekktjørna	650120	6825117	815	428	20.09.1995	Nord
33722	Gitsjøen (Yksnsjøen)	624020	6765982	597	427	20.09.1995	Nord
33723	Ørtjernet	614215	6766054	634	412	13.11.1995	Nord
35719	Abbortjørna	663005	6912115	739	434	20.09.1995	Nord

NVE-nr	Navn	UTM E32 (m)	UTM N32 (m)	Hoh (m)	Kommune -nr	Dato	Område
35948	Mistertjønnna	618339	6878290	962	432	20.09.1995	Nord
66713	Storfisktjønnan, nedre	665263	6913516	751	434	20.09.1995	Nord
1345	Storjyltingen	661916	6878229	682	434	01.10.2010	Nord
33238	Tolgesjøen	656517	6878042	680	434	01.10.2010	Nord
33266	Glen(Jyltings m.m	663193	6873603	684	434	01.10.2010	Nord
33266	Glen, Jyltingsmarka	663193	6873603	684	434	25.09.2009	Nord
33305	Abbortjørna	656994	6863433	678	434	29.09.2010	Nord
33354	Stormyrtjørna	641660	6851694	671	434	29.09.2010	Nord
33407	Skjørvertjørna	649301	6834942	1039	434	01.10.2010	Nord
35682	Øvre Storfisktjønnna	666105	6913176	758	434	25.09.2009	Nord
35682	Øvre Storfisktjørna	666105	6913176	758	434	01.10.2010	Nord
35719	Abbortjønnna	663086	6912349	739	434	25.09.2009	Nord
35719	Abbortjørna	663086	6912349	739	434	01.10.2010	Nord
35725	Midtrørstjernet	666170	6912183	776	434	01.10.2010	Nord
35764	Grantjønnna	663329	6909484	775	434	25.09.2009	Nord
35774	Halvkoitjønnna	664830	6908685	796	434	25.09.2009	Nord
35896	Hammarsjøen	659818	6886642	758	434	25.09.2009	Nord
35898	Storsj.(Elgådalen	659075	6886364	767	434	11.10.2010	Nord
35900	Flåtetjern	654641	6886241	884	434	25.09.2009	Nord
35908	Skogtjørna	655506	6884391	805	434	25.09.2009	Nord
35924	Krokåsjøen	656020	6881541	780	434	25.09.2009	Nord
35933	Store Holmtjørna	639251	6879908	661	434	01.10.2010	Nord
35944	Rørsjøen	654439	6878463	687	434	01.10.2010	Nord
35945	Navnløs Søməkvolvet	641162	6878727	649	434	25.09.2009	Nord
140944	Abbortjerna	639642	6878341	655	434	01.10.2010	Nord

## Vedlegg B. Oversikt over kalkede innsjøer

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

Forening	Navn	NVE-nr	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg N/l	Tot-N µg/l	TOC mg C/l	AlR µg/l	Al/I µg/l	LAI µg/l	Farge mg Pt/l
Skasen fiskelag	Skasen	124	28.11.	6.08	1.87	0.068	1.52	0.39	1.19	0.36	1.29	2.02	105	315	5.9	34	19	15	44.9
Sør-Odal kommune	Dølisjøen	153	21.11.	6.35	3.19	0.125	3.39	0.74	1.50	0.91	2.01	2.34	135	530	14.7	68	48	20	145
Helge Krogh	Søkkundsjøene	165	2.10.	6.81	1.58	0.149	2.84	0.12	0.37	0.12	0.21	0.77	1	147	2.4	15	<5	10	15.5
Mo jeger- og fiskerforening	Nøklevatnet	235	8.11.	5.62	1.40	0.049	1.21	0.21	0.79	0.21	0.90	0.91	62	470	11.6	69	55	14	132
Sand jeger- og fiskerforening	Ottisjøen	236	14.11.	6.85	2.30	0.156	3.40	0.31	0.79	0.21	0.85	1.65	65	260	5.2	18	13	5	36.8
Løten kommune	Rokosjøen	253	5.10.	6.46	2.58	0.130	3.40	0.73	1.20	0.65	1.38	1.45	67	495	18.5	78	72	6	160
Andrå utmarkslag	Veksen	284	21.9.	6.98	1.81	0.150	2.56	0.47	0.63	0.22	0.36	0.88	8	190	5.8	5	<5	0	49.5
Grue kommune	Røgden	348	28.9.	6.01	1.69	0.069	1.53	0.34	1.09	0.38	0.92	1.58	67	425	9.3	38	35	3	86.3
Grue kommune	Rotbergsjøen	349	28.9.	6.08	1.47	0.067	1.49	0.30	0.89	0.36	0.76	1.10	37	290	9.7	30	29	1	95.6
Åsnes kommune	Fallsjøen	350	11.11.	6.04	1.78	0.065	1.46	0.28	0.93	0.28	0.80	1.10	43	370	9.7	45	45	0	113
Grue kommune	Nøklevatnet	351	28.9.	6.68	1.88	0.107	2.50	0.38	0.91	0.24	0.86	1.30	40	290	8.9	20	19	1	78.2
Eidskog kommune	Mangen	354	4.11.	6.81	2.78	0.161	4.08	0.45	1.29	0.26	1.48	1.47	78	405	13.6	78	73	5	130
Eidskog kommune	Søre Bellingen	362	26.10.	6.94	3.43	0.207	4.68	0.57	1.48	0.50	1.66	1.85	98	350	8.8	38	31	7	70
Eidskog kommune	Nordre Bellingen	363	26.10.	6.94	3.28	0.198	4.53	0.53	1.42	0.49	1.70	1.88	110	360	9.5	40	34	6	71.6
Eidskog kommune	Holmsjøen	365	27.10.	6.78	2.83	0.156	3.62	0.53	1.39	0.31	1.76	1.64	36	385	10	24	20	4	72
Eidskog kommune	Søre Øyungen	369	26.10.	6.58	2.68	0.126	3.33	0.54	1.45	0.46	1.73	1.63	73	395	13.6	61	56	5	125
Os fjellstyre	Flensjøen	1364	24.11.	6.26	1.62	0.139	2.88	0.11	0.54	0.20	0.42	0.68	15	143	3.6	24	12	12	32.1
Eidskog jeger- og fiskerforening	Vintertjern	3046	16.11.	6.48	3.04	0.152	3.58	0.48	1.78	0.56	2.02	1.58	98	590	17.4	66	47	19	182
Eidskog kommune	Notjern	3053	27.10.	5.46	2.08	0.054	1.36	0.47	1.59	0.46	1.55	1.06	2	365	19.6	194	167	27	179
Eidskog kommune	Østre Stråtjern	3054	27.10.	6.68	3.40	0.213	5.17	0.60	1.67	0.43	1.65	1.35	30	500	19.2	103	90	13	210
Eidskog kommune	Vestre Stråtjern	3056	27.10.	6.81	3.55	0.250	6.27	0.54	1.42	0.31	1.25	1.02	20	460	21.8	106	93	13	228
Eidskog kommune	Langsjølungen	3122	4.11.	6.68	2.71	0.149	4.30	0.41	1.33	0.24	1.43	1.32	37	430	18.7	111	99	12	199
Sørskogsbygdaf og f	Rensjøen	3619	22.9.	6.38	1.84	0.102	2.88	0.33	0.64	0.31	0.78	0.93	37	355	14.5	38	34	4	156
Romedal og Vallset j og f	Holmjetnet	3760	3.10.	6.87	2.39	0.182	4.08	0.26	0.87	0.36	0.81	1.05	5	270	8.7	12	12	0	70

Forening	Navn	NVE- nr	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol /l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg N/l	Tot- N µg/l	TOC mg C/l	A/R µg/l	A/I/I µg/l	LAI µg/l	Farge mg Pt/l
Romedal og Vallsett j og f	Lille Gransjøen	3767	3.10.	6.72	2.54	0.193	5.47	0.31	0.70	0.19	0.71	0.56	25	310	17.4	32	28	4	178
Romedal og Vallsett j og f	Hølsjøen	3770	3.10.	6.71	2.14	0.154	4.15	0.23	0.65	0.26	0.65	0.78	33	325	12.9	36	33	3	142
Romedal og Vallsett j og f	Gransjøen	3775	3.10.	6.57	2.32	0.166	4.80	0.28	0.69	0.19	0.71	0.72	17	325	17.4	43	38	5	183
Åsnes kommune	Breidsjøen	3820	21.11.	5.49	1.47	0.048	1.04	0.27	0.98	0.22	0.81	1.10	34	310	12.3	80	74	6	141
Stange j og f	Litteresjøen	3836	7.11.	6.87	3.23	0.251	5.50	0.40	0.92	0.38	1.06	1.08	23	455	12.5	54	49	5	151
Stange j og f	Knukksjøen	3850	7.11.	6.57	2.56	0.136	3.49	0.34	0.91	0.20	0.97	1.31	37	370	12.2	70	62	8	128
Stange j og f	Gransjøen	3855	7.11.	6.81	3.39	0.241	6.27	0.42	0.90	0.39	1.18	0.98	78	505	16.7	80	72	8	200
Stange j og f	Bergsjøen	3865	7.11.	6.65	2.47	0.125	3.31	0.35	0.92	0.30	1.10	1.63	90	350	8.9	57	50	7	85.1
Hof Vestre j og f	Veste Fagervatn	3874	26.10.	6.66	2.75	0.216	5.12	0.37	0.81	0.19	0.96	0.61	23	365	14	33	28	5	145
Hof Vestre j og f	Gransjøen	3879	26.10.	6.86	3.29	0.279	6.69	0.28	0.84	0.15	0.79	0.94	22	320	12.9	34	28	6	140
Mo j og f	Tannsjøen	3880	8.11.	5.55	1.63	0.054	1.52	0.29	0.91	0.25	0.94	0.98	26	525	15.7	100	87	13	162
Hof Vestre j og f	Veste Tannsjøen	3887	26.10.	6.25	2.42	0.157	3.73	0.42	1.03	0.31	1.02	0.91	35	415	13.5	49	42	7	147
Mo j og f	Aurtjernet	3896	8.11.	7.01	2.82	0.224	4.56	0.42	0.97	0.24	0.85	1.08	26	290	7.9	22	17	5	74.3
Hof Vestre j og f	Ljustjernet	3900	26.10.	6.88	2.51	0.190	4.50	0.27	0.78	0.22	0.78	1.07	26	385	8.9	20	18	2	87.1
Grue j og f	Sornen	3908	15.9.	6.01	2.03	0.090	1.98	0.46	1.29	0.32	1.05	1.31	2	415	16.1	150	127	23	119
Grue j og f	Hestjernet	3916	15.9.	5.55	2.03	0.074	1.86	0.44	1.33	0.29	1.10	0.92	9	490	21.6	220	179	41	188
Bredesen og Opset skog	Søndre Bakksjøen	3935	1.11.	6.25	1.83	0.094	2.64	0.33	0.94	0.29	0.92	0.87	32	350	14.5	37	35	2	140
Mo j og f	Hørningen	3953	8.11.	6.95	3.11	0.250	6.31	0.30	0.89	0.23	0.82	0.84	37	325	15.9	57	50	7	171
Grue j og f	Geittjernet	3960	15.9.	6.09	2.30	0.090	2.19	0.49	1.63	0.34	1.60	1.82	19	360	14.8	103	92	11	128
Grue j og f	Langjernet	3995	15.9.	6.35	1.91	0.108	2.43	0.29	0.96	0.24	0.96	0.89	11	525	12.6	34	31	3	116
Grue kommune	Kalsjøen	3996	28.9.	6.65	1.83	0.104	2.28	0.34	0.93	0.26	0.89	1.51	20	290	7.7	38	35	3	53.8
Grue j og f	Mellernjernet	3999	15.9.	6.01	1.80	0.085	1.99	0.27	0.97	0.37	0.90	0.95	57	560	15.3	73	67	6	166
Grue j og f	Slompa	4001	15.9.	5.34	1.70	0.054	1.44	0.19	0.93	0.46	0.88	0.84	7	600	16.5	38	37	1	162
Grue j og f	Sarvjernet	4002	15.9.	5.28	1.75	0.055	1.54	0.27	0.95	0.25	0.88	0.75	<1	495	20.2	89	79	10	220
Grue kommune	Kjerkesjøen	4013	28.9.	6.71	1.95	0.116	2.69	0.35	0.91	0.24	0.86	1.33	36	275	9.4	34	30	4	77.8
Græsberget utmarkslag	Steinsvatnet	4044	28.9.	6.99	2.51	0.183	4.84	0.28	0.83	0.19	0.83	1.06	18	310	12.4	28	24	4	108
Hokåsen utmarkslag	Fjellsjøen	4112	29.11.	6.33	2.85	0.202	4.44	0.58	0.94	0.36	1.15	2.06	44	320	3.9	17	6	11	21.7
Hokåsen utmarkslag	Trosjøen	4132	29.11.	6.20	2.18	0.120	3.42	0.48	1.05	0.25	1.10	1.39	60	360	11.8	55	46	9	126
Kongsvinger j og f	Snusjern	4175	16.9.	4.72	2.02	0.020	1.03	0.26	0.89	0.19	0.81	0.56	<1	390	20.9	64	58	6	226
Kongsvinger j og f	Svartj. (Larbk)	4189	16.9.	5.75	1.69	0.076	1.98	0.31	0.97	0.23	0.96	0.98	3	400	14.8	59	55	4	157

Forening	Navn	NVE- nr	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol /l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg N/l	Tot- N µg/l	TOC mg C/l	A/R µg/l	A/I/I µg/l	LAI µg/l	Farge mg Pt/l
Kongsvinger kommune	Bæreaia	4203	19.11.	6.80	2.67	0.146	3.00	0.45	1.35	0.40	1.63	1.93	43	255	6.5	29	8	21	43
Kongsvinger j og f	Holmijern	4212	16.9.	5.58	1.77	0.078	2.57	0.23	0.85	0.25	0.91	0.44	<1	425	20	49	45	4	254
Sør-Odal kommune	Høljøren	4222	21.11.	6.25	2.11	0.095	3.07	0.36	1.10	0.22	1.22	1.25	58	390	15.4	76	67	9	170
Kongsvinger j og f	Abbortj. (Larbk)	4236	16.9.	4.70	2.34	0.019	1.16	0.34	1.12	0.49	1.02	1.02	2	415	24.8	120	98	22	272
Gallerud og Sander utmarkslag	Skårillen	4237	21.11.	6.18	2.24	0.113	3.25	0.36	1.09	0.20	1.30	1.42	50	350	13.2	37	29	8	130
Eidskog kommune	Baksjøen II	4273	8.12.	6.47	3.61	0.237	6.47	0.53	1.58	0.38	1.8	1.2	51	415	19.3	72	66	6	202
Sør-Odal kommune	Breidsjøen	4286	21.11.	6.49	2.05	0.109	2.90	0.31	0.98	0.16	1.16	1.16	51	350	10.4	31	26	5	104
Eidskog kommune	Baksjøen	4335	8.11.	6.47	2.45	0.122	2.75	0.48	1.36	0.31	1.29	1.81	48	360	11.1	63	54	9	114
Sør-Odal kommune	Nettmangen	4347	21.11.	6.60	2.71	0.153	4.64	0.48	1.26	0.24	1.46	1.28	48	420	17.9	77	62	15	199
Eidskog kommune	Store Skjølungen	4354	8.11.	6.70	2.75	0.187	5.08	0.41	1.09	0.15	1.08	0.89	34	375	17.8	70	62	8	204
Eidskog kommune	Store Bøten	4359	8.11.	6.73	2.70	0.160	4.44	0.42	1.15	0.18	1.23	1.26	50	385	15.6	69	59	10	164
Eidskog kommune	Steineia	4374	8.11.	6.04	2.02	0.076	2.16	0.43	1.19	0.16	1.36	1.07	34	410	16.5	108	100	8	174
Eidskog kommune	Vålvath	4401	1.11.	6.51	2.56	0.113	2.68	0.48	1.39	0.37	1.67	1.81	83	420	10.6	59	53	6	101
Eidskog kommune	Damijern	4403	1.11.	6.54	2.55	0.114	2.66	0.47	1.39	0.36	1.67	1.80	79	410	10.6	58	52	6	97.9
Eidskog kommune	Busjøen	4407	8.11.	6.67	2.56	0.160	4.31	0.40	1.10	0.15	1.11	0.94	36	385	17.9	72	67	5	199
Vinjevegen fiskeområde	Trytjøerna	32436	20.9.	7.09	1.77	0.173	3.41	0.09	0.45	0.28	0.24	0.64	<1	112	2.7	12	9	3	34.1
Vinjevegen fiskeområde	Fåfengtjøerna	32439	20.9.	7.29	2.95	0.293	6.60	0.12	0.36	0.26	0.27	0.44	2	220	6.6	32	25	7	70.4
Tittilsjøen sameige	Tittilsjøen	32481	3.11.	6.97	1.58	0.147	2.71	0.14	0.40	0.18	0.18	0.80	3	155	2.7	<5	<5	0	18.6
Ringsaker jakt- og fiskeområde	Øyungen	32937	4.11.	6.78	1.57	0.130	2.63	0.21	0.67	0.10	0.26	1.04	1	165	4.3	12	11	1	53.4
Ringsaker jakt- og fiskeområde	Aksjøen	32962	4.11.	6.44	1.33	0.088	2.05	0.21	0.56	0.07	0.53	1.02	1	215	6.2	<5	<5	0	72.4
Ringsakerjakt- og fiskeområde	Nøkkelåstjern	32991	4.11.	6.21	1.20	0.078	1.94	0.14	0.47	0.06	0.41	0.88	1	190	7	6	6	0	72.4
Ringsakerjakt- og fiskeområde	Grunna	33020	4.11.	6.58	1.49	0.108	2.79	0.14	0.48	0.08	0.57	0.59	<1	245	7.8	<5	<5	0	83.2
Ringsakerjakt- og fiskeområde	Store Ljøsvatn	33055	4.11.	6.56	1.82	0.106	2.79	0.26	0.56	0.17	1.51	0.62	59	365	6.6	<5	<5	0	72
Engerdal fjellstyre	Kroketjern	33284	11.10.	7.10	1.96	0.183	4.22	0.17	0.38	0.20	0.26	0.30	1	345	9.1	19	19	0	79.7*
Østagerenda jakt- og fiskeforening	Skånsjøen	33293	26.11.	6.17	1.35	0.094	0.98	0.17	1.22	0.20	0.53	1.42	<1	90	1.9	6	<5	1	24
Sernund Lombnæs	N. Ørsjøen	33308	1.10.	7.22	2.37	0.229	4.59	0.08	0.30	0.22	0.19	0.55	<1	135	2.7	24	13	11	26.3
Engerdal fjellstyre	Nordre Holljøerna	33310	29.9.	7.05	1.88	0.172	2.67	0.22	0.65	0.27	0.35	0.55	2	185	3.5	20	14	6	
Engerdal fjellstyre	Søndre Holljøerna	33315	10.10.	6.99	1.63	0.145	3.06	0.20	0.47	0.27	0.27	0.32	7	335	8	10	9	1	77*
Sernund Lombnæs	S. Ørsjøen	33319	1.10.	7.02	1.75	0.169	3.21	0.06	0.31	0.28	0.22	0.56	2	155	2.9	29	21	8	24.8

Forening	Navn	NVE- nr	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol /l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg N/l	Tot- N µg/l	TOC mg C/l	A/R µg/l	A/I/I µg/l	LAI µg/l	Farge mg Pt/l
Engerdal fjellstyre	Vikbu fj. (Ø og V)	33348	10.10.	7.00	1.65	0.144	1.86	0.77	0.51	0.37	0.46	0.54	1	310	5.1	<5	<5	0	46.1
Engerdal fjellstyre	Elveseterfj.ørn	33353	29.9.	7.23	2.81	0.26	4.86	0.24	0.47	0.27	0.37	0.65	<1	275	4.9	12	7	5	
Rendalen fjellstyre	Osdalsfj.ørn	33391	4.10.	7.47	4.62	0.474	10.60	0.20	0.37	0.27	0.22	0.51	6	210	5.5	22	13	9	53
Rendalen fjellstyre	Storfiskfj.ørn	33394	4.10.	6.88	1.39	0.131	2.72	0.08	0.32	0.31	0.24	0.56	2	155	4.8	34	29	5	46.1
Rendalen fjellstyre	S. Osdalsfj.ørn	33401	4.10.	6.66	1.08	0.095	1.96	0.09	0.36	0.28	0.25	0.57	7	185	4.9	18	17	1	44.9
Engeren j og f	Petterfj.ørn	33404	2.10.	7.29	3.03	0.306	6.62	0.12	0.39	0.10	0.27	0.32	1	245	6.4	22	15	7	67.3
Engeren j og f	Prestfj.ørn	33409	2.10.	6.99	2.04	0.204	4.15	0.10	0.43	0.09	0.19	0.50	1	170	3.8	8	<5	3	30.2
Andrål utmarkslag	Gransjøen	33420	21.9.	7.05	2.16	0.200	4.16	0.14	0.45	0.22	0.23	1.06	1	122	3.2	25	19	6	31.3
Andrål utmarkslag	Villsjøen	33425	21.9.	7.15	1.94	0.185	3.62	0.15	0.50	0.27	0.22	0.94	1	120	2.9	14	11	3	33.7
Engeren j og f	Trefj.ørn	33430	2.10.	7.15	3.09	0.284	6.25	0.40	0.71	0.11	0.43	0.71	5	220	9.5	5	<5	0	96.8
Andrål utmarkslag	Grøsj.ørn	33434	21.9.	6.84	1.30	0.117	2.42	0.18	0.41	0.15	0.20	0.58	2	205	5.6	<5	<5	0	55.7
Rendalen fjellstyre	Ryensjøen	33439	4.10.	7.02	1.52	0.146	2.92	0.11	0.26	0.31	0.26	0.75	8	195	2.4	12	5	7	10.4
Andrål utmarkslag	Storfj.ørn	33446	21.9.	6.95	1.48	0.122	2.34	0.16	0.51	0.21	0.40	0.99	3	190	3.6	15	11	4	15.9
Andrål utmarkslag	Letj.ørn	33450	21.9.	7.02	1.93	0.164	3.17	0.15	0.72	0.36	0.42	1.03	1	255	4.8	11	8	3	32.5
Trysil fellesforening for jakt og fiske	Fiskebekk f.ørn	33453	10.10.	7.01	1.78	0.165	3.37	0.27	0.51	0.31	0.26	0.60	<1	195	5.7	19	16	3	71.6
Koppang sportsfiskeres forening	Revfj.ørn	33461	20.9.	6.57	1.41	0.120	2.58	0.15	0.43	0.22	0.25	0.43	2	315	7.8	12	9	3	71.6
Engeren j og f	Fiskfj.ørn	33467	2.10.	6.94	2.38	0.210	5.51	0.23	0.34	0.10	0.30	0.36	7	295	14.5	6	<5	1	163
Koppang sportsfiskeres forening	Langfj.ørn	33468	20.9.	6.78	1.58	0.150	2.32	0.42	0.67	0.30	0.24	0.80	<1	143	2.8	5	<5	0	20.9
Koppang sportsfiskeres forening	Svartfj.ørn	33471	20.9.	6.66	1.15	0.106	2.10	0.14	0.28	0.16	0.16	0.38	<1	270	5.9	17	14	3	40.6
Koppang sportsfiskeres forening	Øvre Nestfj.ørn	33472	20.9.	6.70	1.36	0.122	2.19	0.18	0.54	0.24	0.27	0.69	<1	165	4.1	<5	<5	0	36.4
Koppang sportsfiskeres forening	Nestfj.ørn	33474	20.9.	6.37	1.15	0.089	1.44	0.23	0.59	0.28	0.30	0.71	<1	170	5.6	23	20	3	45.7
Koppang sportsfiskeres forening	Brennkroktfj.ørn	33476	20.9.	6.72	1.21	0.112	2.01	0.17	0.48	0.24	0.21	0.65	2	155	3.7	6	<5	1	29.8
Ulvsvassdragets grunneierforening	Aursjøen	33610	5.10.	7.16	2.12	0.181	3.76	0.23	0.63	0.37	0.44	1.31	14	132	3.1	12	<5	7	28.3
Ulvsvassdragets grunneierforening	Baksjøen	33617	5.10.	6.96	1.98	0.165	3.65	0.23	0.58	0.40	0.46	1.12	2	150	5.5	31	25	6	52.2
Oseensjøen jakt- og fiskeforening	Ulvsvjøen	33643	5.10.	6.54	1.72	0.114	3.36	0.24	0.58	0.29	0.47	0.78	15	335	13.7	26	27	-1	149

Forening	Navn	NVE- nr	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol /l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg N/l	Tot- N µg/l	TOC mg C/l	A/R µg/l	A/H µg/l	LAI µg/l	Farge mg Pt/l
Rysjøen grunnetlag	Rysjøen	33688	12.10.	6.93	2.81	0.210	6.04	0.36	0.67	0.51	0.72	0.71	40	445	18.6	50	49	1	222
Rysjøen grunnetlag	Hølesjøen	33690	12.10.	6.90	2.50	0.182	4.92	0.46	0.65	0.37	0.75	0.58	19	325	17.1	27	22	5	193
Engerdal fjellstyre	Svarttjørna	33651	10.10.	6.86	1.60	0.129	2.63	0.14	0.75	0.40	0.54	0.54	<1	215	6.9	18	15	3	69.3
Engerdal fjellstyre	Røvetjørmåne	33673	1.10.	6.75	1.07	0.098	1.21	0.08	0.54	0.26	0.35	0.54	1	165	2.1	19	15	4	
Engerdal fjellstyre	Hoh/773	33674	10.10.	7.09	1.64	0.150	2.80	0.12	0.59	0.30	0.42	0.62	1	200	3.1	12	9	3	23.2
Engerdal fjellstyre	HOH776	33675	1.10.	6.91	1.4	0.124	1.87	0.08	0.45	0.14	0.54	0.52	2	275	3.5	12	7	5	
Os fjellstyre	Nordre Rotjern	33678	23.10.	7.00	2.64	0.224	5.44	0.24	0.40	0.09	0.35	0.32	4	250	8.1	33	26	7	70.8
Engerdal fjellstyre	Abbotjørna	33684	1.10.	6.59	1.08	0.09	1.14	0.09	0.61	0.27	0.43	0.57	2	215	3.1	15	14	1	
Os fjellstyre	Stortjern	33688	23.10.	7.19	3.12	0.298	5.44	0.67	0.73	0.36	0.65	0.97	<1	295	3.2	12	<5	7	10.1
Os fjellstyre	Søndre Rotjern	33689	23.10.	6.96	2.22	0.181	3.59	0.80	0.55	0.20	0.52	1.37	5	235	5.8	24	14	10	42.2
Os fjellstyre	Raudtjørna	33691	24.1.1.	6.54	2.68	0.268	5.59	0.08	0.42	0.13	0.28	0.46	4	128	3.4	71	35	36	27.9
Os fjellstyre	Korsjørna	33696	23.10.	6.86	1.21	0.120	2.22	0.06	0.44	0.17	0.38	0.54	22	108	1.1	34	21	13	5.8
Os fjellstyre	Tvillingtjørmåne	33701	23.10.	6.78	1.20	0.118	2.12	0.06	0.44	0.17	0.36	0.54	24	89	1.1	38	23	15	5
Engerdal fjellstyre	Skogtjørna	33704	1.10.	6.7	0.98	0.088	0.97	0.09	0.6	0.25	0.36	0.54	<1	107	2	17	13	4	
Os fjellstyre	Bufern	33718	23.10.	7.01	2.00	0.192	4.43	0.11	0.40	0.15	0.32	0.35	1	205	6.5	73	56	17	64.2
Engerdal fjellstyre	Korsjørna	33729	10.10.	6.53	0.76	0.064	0.76	0.07	0.58	0.25	0.35	0.65	1	112	2.5	26	21	5	28.6*
Os fjellstyre	Rundtjørna	33749	23.10.	7.15	3.35	0.319	7.57	0.32	0.42	0.08	0.33	0.27	10	305	8.7	24	14	10	89.8
Engerdal fjellstyre	Kratfjørmåne	33763	11.10.	6.77	0.92	0.085	1.03	0.10	0.59	0.20	0.33	0.58	3	124	1.8	32	26	6	8.9
Engerdal fjellstyre	Rundtjørna	33769	11.10.	6.81	1.00	0.091	1.26	0.11	0.60	0.21	0.36	0.60	4	134	1.9	29	21	8	8.9
Engerdal fjellstyre	Stortjørna	33773	1.10.	6.83	1.28	0.123	1.57	0.11	0.61	0.18	0.33	0.37	5	220	2.6	16	11	5	
Os fjellstyre	Rundtjørna	33777	23.10.	6.85	2.21	0.171	4.44	0.21	0.54	0.11	0.33	0.37	1	245	11.6	64	55	9	130
Engerdal fjellstyre	Tittjørna	33778	11.10.	6.90	1.15	0.106	1.52	0.13	0.61	0.21	0.38	0.57	2	160	2.1	21	14	7	8.9
Engerdal fjellstyre	Vonsjøtjørna	33779	1.10.	6.6	0.95	0.085	0.91	0.11	0.56	0.18	0.33	0.51	14	142	2	17	14	3	
Os fjellstyre	Gruvetjørmåne	33791	23.10.	7.02	2.04	0.195	4.30	0.22	0.35	0.11	0.24	0.56	15	215	5.2	52	33	19	43.7
Os fjellstyre	Gruvetjørmåne	33792	23.10.	7.19	2.57	0.255	5.43	0.20	0.39	0.14	0.23	0.58	1	170	3.8	36	14	22	24.4
Os fjellstyre	Brattfältjørna	33795	22.10.	7.14	2.67	0.266	5.46	0.21	0.55	0.24	0.29	0.65	1	145	2.8	23	6	17	17.4
Os fjellstyre	Godtjørna	33807	22.10.	7.19	3.14	0.315	6.46	0.26	0.60	0.34	0.31	0.48	1	170	3.3	13	<5	8	23.6
Os fjellstyre	Steintjern	33812	22.10.	6.68	1.24	0.116	1.70	0.20	0.66	0.26	0.28	0.69	<1	96	2.2	16	8	8	16.3
Os fjellstyre	Sætertjørna	33817	22.10.	7.27	3.16	0.316	6.53	0.20	0.59	0.27	0.28	0.60	<1	147	2.7	17	<5	12	18.2
Engerdal fjellstyre	Revilingsjøene	33835	1.10.	6.8	1.13	0.102	1	0.14	0.69	0.15	0.25	0.77	<1	108	1.3	8	6	2	
Engerdal fjellstyre	Storsteintjørmåne	33856	1.10.	6.66	0.99	0.078	0.81	0.14	0.54	0.12	0.24	0.96	81	132	0.74	6	<5	1	



Forening	Navn	NVE-nr	Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg N/l	Tot-N µg/l	TOC mg C/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	LAl µg/l	Farge mg Pt/l
Østtjølen fiskesamele	Skarvjørna	35889	28.11.	6.76	2.95	0.291	5.49	0.15	0.64	0.21	0.35	0.57	<1	170	1.8	27	<5	22	6.6
Østtjølen fiskesamele	Langklettjørna	35894	28.11.	6.75	3.12	0.301	5.83	0.17	0.57	0.35	0.40	0.62	3	245	2.4	28	<5	23	7.7
Engerdal fjellstyre	Jonaasjørna	35905	8.10.	6.93	1.42	0.128	2.22	0.24	0.50	0.29	0.42	0.26	<1	490	6.1	<5	<5	0	31.3*
Fomåsfjellets utmarkslag	Skorsjøen	35913	17.9.	6.90	1.67	0.154	2.71	0.11	0.62	0.37	0.41	0.71	<1	400	3.5	8	7	1	35.6
Engerdal fjellstyre	Høgåsøen	35920	10.10.	7.27	2.36	0.216	4.33	0.29	0.63	0.23	0.50	0.83	2	220	4.1	14	8	6	31
Engerdal fjellstyre	Stortjørna	35923	1.10.	7.08	2.16	0.178	2.96	0.36	0.77	0.17	0.32	1.43	2	123	3.6	49	37	12	
Fomåsfjellets utmarkslag	Brenneggjø.	35931	13.10.	6.90	1.45	0.132	2.86	0.09	0.42	0.17	0.26	0.79	1	200	3.9	55	47	8	20.1
Engerdal fjellstyre	Åstjørna	35938	1.10.	7.24	3.21	0.291	5.72	0.18	0.71	0.27	0.49	0.55	2	325	8.7	48	38	10	
Engerdal fjellstyre	Langtjørna	35940	11.10.	6.92	1.16	0.107	1.58	0.15	0.62	0.21	0.38	0.59	3	160	2.1	19	13	6	13.5*
Engerdal fjellstyre	Øvre Pulljørn	80593	11.10.	7.02	1.61	0.147	2.27	0.19	0.67	0.51	0.37	0.83	<1	150	1.6	<5	<5	0	14.3*
Engerdal fjellstyre	Nedre Pulljørn	80594	1.10.	7.34	3.09	0.3	4.89	0.21	0.67	0.37	0.3	0.71	<1	155	2.4	<5	<5	0	
Engerdal fjellstyre	Østerjørn	80596	1.10.	7.4	3.5	0.341	6.18	0.3	0.65	0.33	0.45	0.34	<1	315	5.3	10	<5	5	
Engerdal fjellstyre	Rundjørn	80601	11.10.	7.59	5.06	0.509	10.10	0.27	0.63	0.62	0.43	0.69	<1	225	1.7	10	<5	5	5.8
Engerdal fjellstyre	Nyrøstvolljørn	80602	1.10.	7.13	2.13	0.198	2.95	0.15	0.83	0.24	0.51	0.5	2	240	3.7	42	32	10	
Engerdal fjellstyre	Brenhammertjørn	80603	1.10.	7.38	3.42	0.322	5.09	0.42	0.64	0.21	0.34	1.18	<1	160	2.5	17	6	11	
Engerdal fjellstyre	Klettloken	80604	11.10.	7.40	2.81	0.283	5.11	0.25	0.95	0.15	0.29	0.60	<1	122	2.6	34	19	15	26.3
Os fjellstyre	Olavsjørn	80613	23.10.	7.02	2.49	0.243	4.77	0.27	0.71	0.28	0.33	0.61	2	160	3.3	16	<5	11	23.2
Os fjellstyre	Krabbtjørna	80614	24.11.	6.62	3.91	0.363	4.76	2.25	0.60	0.21	0.44	1.23	26	255	8.1	18	<5	13	80.5
Koppang sportsfiskeres forening	Vakkertjørna	11307 2	20.9.	6.76	1.45	0.136	2.17	0.37	0.49	0.21	0.23	0.65	<1	215	4.2	8	7	1	31

\*Ufiltrert prøve

Al/R = Reaktivt Al (tilnærmet mål for totalt monomert Al)

Al/I = Ikke-labilt Al (tilnærmet mål for organisk monomert Al)

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

Tabell B.2. viser typifisering og vurdering av hver enkelt kalket innsjø. Oppgitt Ca-konsentrasjon og ANC er "ukalket", dvs. basert på modellert 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\*":. Vurderingen er gjort kun basert på "ukalkede" ANC-verdier.

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

Identifikasjon	Typifisering										Vurdering				
	Grunnlag					Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn		
	NVE-nr	UTME.32	UTM N32	Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus	Nr	G/M ANC	ANC	ANCoaa	Prøve fra	Konklusjon
Skasen	124	682905	6699414	266	0.7	5.9	Skog	<1	>5	6	35	79	59	28.11.2011	S
Døllisjøen	153	654359	6685656	170	1.7	14.7	Lavland	1-4	>10	3	40	154	104	21.11.2011	S
Søkkundsjøene	165	609025	6797686	884	0.6	2.4	Fjell	<1	2-5	11	25	57	49	02.10.2011	S
Nøkkvatnet	235	653748	6708893	424	0.2	11.6	Skog	<1	>10	6	35	55	15	08.11.2011	U
Ottisjøen	236	628848	6704968	369	0.5	5.2	Skog	<1	>5	6	35	62	45	14.11.2011	U
Rokosjøen	253	633304	6741620	215	1.4	18.5	Skog	1-4	>10	9	40	163	100	05.10.2011	S
Veksen	284	625118	6828233	660	1.3	5.8	Skog	1-4	>5	9	40	129	109	21.09.2011	S
Røgden	348	693750	6703130	280	0.7	9.3	Skog	<1	>5	6	35	92	60	28.09.2011	S
Rotbergsjøen	349	694482	6712006	331	0.6	9.7	Skog	<1	>5	6	35	92	59	28.09.2011	S
Fallsjøen	350	695829	6717456	370	0.5	9.7	Skog	<1	>5	6	35	83	50	11.11.2011	S
Nøkkvatnet	351	695284	6695449	352	0.5	8.9	Skog	<1	>5	6	35	85	54	28.09.2011	S
Mangen	354	655606	6651018	194	0.4	13.6	Lavland	1-4	>10	3	40	78	32	04.11.2011	U*
Søre Bellingen	362	683137	6658743	182	0.9	8.8	Lavland	1-4	>5	3	40	112	82	26.10.2011	S

Identifikasjon				Typifisering						Vurdering					
Navn	NVE-nr	UTME32	UTM N32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			Nr	G/M	ANC	ANCoaa
Nordre Bellingen	363	681983	6662714	196	0.8	9.5	Lavland	1-4	>5	3	40	100	68	26.10.2011	S
Holmsjøen	365	673798	6644725	173	0.7	10	Lavland	1-4	>5	3	40	96	62	27.10.2011	S
Søre Øyungen	369	677663	6666809	194	0.8	13.6	Lavland	1-4	>10	3	40	110	63	26.10.2011	S
Flensjøen	1364	643108	6920137	780	0.4	3.6	Skog	<1	2-5	5	25	50	38	24.11.2011	U
Vintertjern	3046	683860	6654609	207	0.8	17.4	Skog	<1	>10	6	35	110	51	16.11.2011	S
Notjern	3053	685437	6653527	172	0.8	19.6	Lavland	1-4	>10	3	40	129	63	27.10.2011	S
Østre Stråltjern	3054	684573	6653546	180	0.9	19.2	Lavland	1-4	>10	3	40	135	70	27.10.2011	S
Vestre Stråltjern	3056	683782	6653211	183	0.6	21.8	Lavland	1-4	>10	3	40	122	48	27.10.2011	S
Langsjølungen	3122	656955	6643237	227	0.4	18.7	Skog	<1	>10	6	35	84	20	04.11.2011	U*
Rensjøen	3619	657750	6762200	540	0.7	14.5	Skog	<1	>10	6	35	88	39	22.09.2011	S
Holmtjernet	3760	636959	6728164	466	0.7	8.7	Skog	<1	>5	6	35	94	65	03.10.2011	S
Lille Gransjøen	3767	641345	6726692	543	0.3	17.4	Skog	<1	>10	6	35	80	20	03.10.2011	U*
Holsjøen	3770	643515	6726045	531	0.4	12.9	Skog	<1	>10	6	35	72	28	03.10.2011	U*
Gransjøen	3775	642047	6725491	526	0.4	17.4	Skog	<1	>10	6	35	76	17	03.10.2011	U*
Breidsjøen	3820	693261	6718696	386	0.4	12.3	Skog	<1	>10	6	35	80	38	21.11.2011	S
Litleresjøen	3836	628095	6717415	472	0.8	12.5	Skog	<1	>10	6	35	103	61	07.11.2011	S
Knuksjøen	3850	629074	6716070	443	0.5	12.2	Skog	<1	>10	6	35	77	35	07.11.2011	U*
Gransjøen	3855	627208	6715268	422	0.6	16.7	Skog	<1	>10	6	35	91	34	07.11.2011	U*
Bergsjøen	3865	628868	6713669	366	0.6	8.9	Skog	<1	>5	6	35	70	40	07.11.2011	S
Vesle Fagervatn	3874	653783	6712676	456	0.3	14	Skog	<1	>10	6	35	83	35	26.10.2011	U*
Gransjøen	3879	651506	6711684	435	0.3	12.9	Skog	<1	>10	6	35	72	28	26.10.2011	U*
Tannsjøen	3880	649900	6711598	408	0.5	15.7	Skog	<1	>10	6	35	80	27	08.11.2011	U*
Vesle Tannsjøen	3887	650638	6711132	412	0.6	13.5	Skog	<1	>10	6	35	103	57	26.10.2011	S
Aurtjernet	3896	650566	6710153	404	0.6	7.9	Skog	<1	>5	6	35	99	73	08.11.2011	S
Ljustjernet	3900	654244	6709836	427	0.4	8.9	Skog	<1	>5	6	35	73	42	26.10.2011	S
Sormen	3908	673814	6708778	268	0.8	16.1	Skog	<1	>10	6	35	123	68	15.09.2011	S
Hesttjernet	3916	676617	6708141	285	0.7	21.6	Skog	<1	>10	6	35	119	46	15.09.2011	S
Søndre Baksjøen	3935	698049	6705876	374	0.5	14.5	Skog	<1	>10	6	35	89	40	01.11.2011	S
Hørningen	3953	653854	6704641	393	0.3	15.9	Skog	<1	>10	6	35	79	25	08.11.2011	U*
Geitjernet	3960	677260	6703613	253	1.0	14.8	Skog	1-4	>10	9	40	120	70	15.09.2011	S
Langtjernet	3995	675829	6698181	367	0.4	12.6	Skog	<1	>10	6	35	82	39	15.09.2011	S

Identifikasjon				Typifisering					Vurdering						
Navn	NVE-nr	UTME32	UTM N32	Grunnlag			Kategori		Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon	
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk			Humus	ANC			ANCoaa
Kalsjøen	3996	695239	6697762	381	0.6	7.7	Skog	<1	>5	6	35	85	59	28.09.2011	S
Mellemjøret	3999	675534	6697538	367	0.4	15.3	Skog	<1	>10	6	35	83	31	15.09.2011	U*
Slompa	4001	675291	6697211	362	0.6	16.5	Skog	<1	>10	6	35	92	36	15.09.2011	U*
Sarvtjøret	4002	676553	6697100	363	0.4	20.2	Skog	<1	>10	6	35	85	17	15.09.2011	U*
Kjerkesjøen	4013	692488	6695645	316	0.5	9.4	Skog	<1	>5	6	35	82	50	28.09.2011	S
Steinsvatnet	4044	686505	6693207	354	0.4	12.4	Skog	<1	>10	6	35	71	29	28.09.2011	U*
Fjellsjøen	4112	680862	6683307	384	1.0	3.9	Skog	1-4	2-5	8	30	106	93	29.11.2011	S
Trøsjøen	4132	681164	6681552	358	0.5	11.8	Skog	<1	>10	6	35	91	50	29.11.2011	S
Snuustjern	4175	693937	6676642	357	0.2	20.9	Skog	<1	>10	6	35	76	5	16.09.2011	U*
Svartj. (Larbk)	4189	693660	6675777	350	0.4	14.8	Skog	<1	>10	6	35	82	32	16.09.2011	U*
Bæreia	4203	664888	6672627	231	0.9	6.5	Skog	<1	>5	6	35	97	75	19.11.2011	S
Holmjern	4212	694036	6672695	348	0.2	20	Skog	<1	>10	6	35	74	6	16.09.2011	U*
Hølljøren	4222	657202	6669933	327	0.3	15.4	Skog	<1	>10	6	35	71	19	21.11.2011	U*
Abbotj. (Larbk)	4236	694324	6670502	289	0.8	24.8	Skog	<1	>10	6	35	113	29	16.09.2011	U*
Skårillen	4237	655055	6669922	343	0.4	13.2	Skog	<1	>10	6	35	68	23	21.11.2011	U*
Baksjøen II	4273	675565	6667128	197	0.7	19.3	Lavland	1-4	>10	3	40	113	47	08.12.2011	S
Breidsjøen	4286	657207	6665741	321	0.2	10.4	Skog	<1	>10	6	35	58	22	21.11.2011	U
Baksjøen	4335	679873	6662605	203	0.7	11.1	Skog	<1	>10	6	35	101	63	08.11.2011	S
Nettmangen	4347	654971	6661186	201	0.5	17.9	Skog	<1	>10	6	35	89	28	21.11.2011	U*
Store Skjøelungen	4354	663603	6661047	286	0.2	17.8	Skog	<1	>10	6	35	81	21	08.11.2011	U*
Store Børen	4359	659471	6660596	247	0.3	15.6	Skog	<1	>10	6	35	77	24	08.11.2011	U*
Steineia	4374	661410	6659133	273	0.3	16.5	Skog	<1	>10	6	35	79	23	08.11.2011	U*
Välvatn	4401	682330	6656839	239	0.7	10.6	Skog	<1	>10	6	35	88	52	01.11.2011	S
Damtjern	4403	683272	6656493	238	0.7	10.6	Skog	<1	>10	6	35	87	51	01.11.2011	S
Busjøen	4407	664555	6656037	252	0.2	17.9	Skog	<1	>10	6	35	78	17	08.11.2011	U*
Trytjørna	32436	593197	6832509	896	0.1	2.7	Fjell	<1	2-5	11	25	42	33	20.09.2011	U
Fåfengjørna	32439	596953	6831324	814	0.2	6.6	Fjell	<1	2-5	11	25	46	24	20.09.2011	U
Tittilsjøen	32481	599435	6824536	893	0.5	2.7	Fjell	<1	2-5	11	25	58	49	03.11.2011	S
Øyungen	32937	604163	6789076	886	0.9	4.3	Fjell	<1	2-5	11	25	87	73	04.11.2011	S
Aksjøen	32962	595082	6787273	836	1.0	6.2	Fjell	1-4	2-5	13	30	77	56	04.11.2011	S
Nøkkelstjern	32991	598479	6785019	808	0.8	7	Fjell	<1	2-5	11	25	64	40	04.11.2011	S

Identifikasjon				Typifisering						Vurdering						
Navn	NVE-nr	UTME32	UTM N32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis			Bakgrunn	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			Nr	G/M	ANC		
Grunna	33020	599089	6781918	800	0.7	7.8	Skog	<1	>5	6	35	60	33	04.11.2011	U	
Store Ljøsvam	33055	600528	6779192	818	0.8	6.6	Fjell	<1	2-5	11	25	51	29	04.11.2011	U	
Kroketjern	33284	653487	6866445	698	0.4	9.1	Skog	<1	>5	6	35	64	33	11.10.2011	U	
Skånsjøen	33293	619130	6865015	796	0.7	1.9	Skog	<1	<2	4	20	85	79	26.11.2011	S	
N. Ørsjøen	33308	637242	6862506	854	0.2	2.7	Fjell	<1	2-5	11	25	40	31	01.10.2011	U	
Nordre Holtjørna	33310	645562	6861869	667	0.5	3.5	Skog	<1	2-5	5	25	75	63	29.09.2010	S	
Søndre Holtjørna	33315	645155	6860611	666	0.4	8	Skog	<1	>5	6	35	68	41	10.10.2011	S	
S. Ørsjøen	33319	637490	6859020	815	0.0	2.9	Fjell	<1	2-5	11	25	30	21	01.10.2011	U	
Vikbu fj. (Ø og V)	33348	640696	6852981	656	1.7	5.1	Skog	1-4	>5	9	40	176	159	10.10.2011	S	
Elvesetertjern	33353	639270	6852080	614	0.6	4.9	Skog	<1	2-5	5	25	70	54	29.09.2010	S	
Osdalstjørna	33391	641065	6837695	773	0.4	5.5	Skog	<1	>5	6	35	64	45	04.10.2011	U	
Storfiskstjørna	33394	641526	6837244	771	0.0	4.8	Skog	<1	2-5	5	25	32	16	04.10.2011	U	
S. Osdalsjøen	33401	640753	6836194	777	0.1	4.9	Skog	<1	2-5	5	25	38	21	04.10.2011	U	
Pettertjørna	33404	672045	6834993	940	0.5	6.4	Fjell	<1	2-5	11	25	60	39	02.10.2011	S	
Presttjørna	33409	672731	6834512	944	0.5	3.8	Fjell	<1	2-5	11	25	60	47	02.10.2011	S	
Gransjøen	33420	632421	6832002	894	0.5	3.2	Fjell	<1	2-5	11	25	54	43	21.09.2011	U	
Villsjøen	33425	634992	6831295	904	0.4	2.9	Fjell	<1	2-5	11	25	56	46	21.09.2011	S	
Trefjerdingsstj.	33430	663761	6830947	789	1.3	9.5	Skog	1-4	>5	9	40	126	93	02.10.2011	S	
Grøsjøen	33434	631956	6830110	875	0.6	5.6	Fjell	<1	2-5	11	25	70	51	21.09.2011	S	
Ryensjøen	33439	645575	6829144	850	0.2	2.4	Fjell	<1	2-5	11	25	34	26	04.10.2011	U	
Stortjørna	33446	624059	6827056	724	0.6	3.6	Skog	<1	2-5	5	25	57	45	21.09.2011	S	
Letjenna	33450	624252	6826308	687	0.2	4.8	Skog	<1	2-5	5	25	52	36	21.09.2011	U	
Fiskebekktjørna	33453	650120	6825117	815	0.5	5.7	Fjell	<1	2-5	11	25	80	61	10.10.2011	S	
Revttjørna	33461	613492	6824548	733	0.4	7.8	Skog	<1	>5	6	35	59	33	20.09.2011	U	
Fisktjern	33467	667833	6823626	733	0.8	14.5	Skog	<1	>10	6	35	80	31	02.10.2011	U*	
Langtjern	33468	613508	6823493	721	1.0	2.8	Skog	1-4	2-5	8	30	119	109	20.09.2011	S	
Svartjørna	33471	614211	6823423	754	0.4	5.9	Skog	<1	>5	6	35	58	38	20.09.2011	U	
Øvre Nestjern	33472	612813	6823451	733	0.5	4.1	Skog	<1	2-5	5	25	67	53	20.09.2011	S	
Nestjørna	33474	612299	6823285	665	0.5	5.6	Skog	<1	>5	6	35	75	56	20.09.2011	S	
Brennkroktjørna	33476	613360	6823217	731	0.4	3.7	Skog	<1	2-5	5	25	64	51	20.09.2011	S	
Aursjøen	33610	657859	6795440	712	0.5	3.1	Skog	<1	2-5	5	25	61	51	05.10.2011	S	

Identifikasjon				Typifisering					Vurdering						
Navn	NVE-nr	UTME32	UTM N32	Grunnlag			Kategori		Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon	
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk			Humus	ANC			ANCoaa
Bakstjøen	33617	657850	6793892	639	0.4	5.5	Skog	<1	>5	6	35	59	40	05.10.2011	U
Ulvsjøen	33643	650719	6786642	650	0.5	13.7	Skog	<1	>10	6	35	70	24	05.10.2011	U*
Rysjøen	33688	676130	6774900	535	0.9	18.6	Skog	<1	>10	6	35	116	53	12.10.2011	S
Hølljesjøen	33690	670083	6774425	522	0.8	17.1	Skog	<1	>10	6	35	119	61	12.10.2011	S
Svarttjøerna	35651	658249	6915981	725	0.0	6.9	Skog	<1	>5	6	35	49	25	10.10.2011	U
Røvelttjøernane	35673	656246	6914369	774	0.1	2.1	Skog	<1	2-5	5	25	41	34	01.10.2010	U
Hoh773	35674	656846	6914360	773	0.2	3.1	Skog	<1	2-5	5	25	48	37	10.10.2011	U
HOH776	35675	657696	6914150	776	0.4	3.5	Skog	<1	2-5	5	25	41	29	01.10.2010	U
Nordre Rotjern	35678	639364	6914098	886	0.8	8.1	Fjell	<1	2-5	11	25	85	57	23.10.2011	S
Abbotjøerna	35684	658215	6913498	775	0.1	3.1	Skog	<1	2-5	5	25	43	33	01.10.2010	U
Stortjøern	35688	645975	6913755	956	1.6	3.2	Fjell	1-4	2-5	13	30	157	146	23.10.2011	S
Søndre Rotjern	35689	639527	6913706	878	2.4	5.8	Fjell	1-4	2-5	13	30	190	170	23.10.2011	S
Raudtjøerna	35691	644664	6913487	950	0.4	3.4	Fjell	<1	2-5	11	25	50	38	24.11.2011	U
Korstjøerna	35696	646799	6913435	935	0.3	1.1	Fjell	<1	<2	10	20	39	35	23.10.2011	U
Tvillingtjøernane	35701	647359	6913405	920	0.3	1.1	Fjell	<1	<2	10	20	39	35	23.10.2011	U
Skogtjøerna	35704	658945	6912981	764	0.2	2	Skog	<1	2-5	5	25	47	40	01.10.2010	U
Butjøern	35718	646300	6912105	950	0.4	6.5	Fjell	<1	2-5	11	25	53	31	23.10.2011	U
Korstjøerna	35729	661197	6911473	762	0.2	2.5	Skog	<1	2-5	5	25	42	34	10.10.2011	U
Rundtjøerna	35749	637521	6910515	853	1.0	8.7	Fjell	1-4	2-5	13	30	104	74	23.10.2011	S
Kratlittjøernane	35763	666788	6909094	805	0.3	1.8	Fjell	<1	<2	10	20	54	48	11.10.2011	S
Rundtjøerna	35769	667389	6908851	804	0.3	1.9	Fjell	<1	<2	10	20	55	48	11.10.2011	S
Stortjøerna	35773	667325	6908362	802	0.3	2.6	Fjell	<1	2-5	11	25	58	49	01.10.2010	S
Rundtjøerna	35777	647231	6908425	874	0.7	11.6	Fjell	<1	>10	11	25	83	44	23.10.2011	S
Tittjøerna	35778	668355	6908153	801	0.4	2.1	Fjell	<1	2-5	11	25	59	52	11.10.2011	S
Vonsjøtjøerna	35779	668905	6908202	795	0.4	2	Skog	<1	2-5	5	25	55	48	01.10.2010	U
Gruvetjøernane	35791	638511	6907350	942	0.8	5.2	Fjell	<1	2-5	11	25	77	60	23.10.2011	S
Gruvetjøernane	35792	638159	6907177	940	0.7	3.8	Fjell	<1	2-5	11	25	74	61	23.10.2011	S
Brattfalltjøerna	35795	637615	6907157	938	0.5	2.8	Fjell	<1	2-5	11	25	73	64	22.10.2011	S
Godtjøerna	35807	637081	6906136	948	0.4	3.3	Fjell	<1	2-5	11	25	79	68	22.10.2011	S
Steintjern	35812	636650	6905615	952	0.5	2.2	Fjell	<1	2-5	11	25	74	67	22.10.2011	S
Sætertjøerna	35817	637788	6904443	968	0.4	2.7	Fjell	<1	2-5	11	25	71	62	22.10.2011	S

Identifikasjon				Typifisering						Vurdering					
Navn	NVE-nr	UTM E.32	UTM N.32	Grunnlag			Kategori			Type	Grense	Basis		Bakgrunn	Konklusjon
				Hoh	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)	Høyde	Kalk	Humus			Nr	ANC		
Revlingsjøane	35835	659050	6900727	870	0.6	1.3	Fjell	<1	<1	<2	10	70	66	01.10.2010	S
Storsteinsjømane	35856	662103	6897484	957	0.7	0.74	Fjell	<1	<1	<2	10	59	57	01.10.2010	S
Skarvjørna	35889	610588	6887493	974	0.4	1.8	Fjell	<1	<1	<2	10	66	60	28.11.2011	S
Langklettjørna	35894	609533	6886905	986	0.2	2.4	Fjell	<1	<1	2-5	11	54	46	28.11.2011	U
Jonastjørna	35905	646781	6884701	704	0.4	6.1	Skog	<1	<1	>5	6	73	52	08.10.2011	S
Skorsjøen	35913	602772	6883323	914	0.0	3.5	Fjell	<1	<1	2-5	11	41	29	17.09.2011	U
Høgåstjern	35920	658162	6882901	781	0.8	4.1	Skog	<1	<1	2-5	5	87	73	10.10.2011	S
Stortjørna	35923	659087	6882032	763	1.3	3.6	Skog	1-4	2-5	2-5	8	112	100	01.10.2010	S
Brennegstj.	35931	604583	6880305	927	0.4	3.9	Fjell	<1	<1	2-5	11	47	34	13.10.2011	U
Åstjørna	35938	658018	6879148	790	0.4	8.7	Skog	<1	<1	>5	6	65	36	01.10.2010	S
Langjørna	35940	639497	6878763	659	0.4	2.1	Skog	<1	<1	2-5	5	63	56	11.10.2011	S
Øvre Pulltjern	80593	640028	6878024	660	0.0	1.6	Skog	<1	<1	<2	4	50	45	11.10.2011	S
Nedre Pulltjern	80594	640325	6878326	660	0.3	2.4	Skog	<1	<1	2-5	5	67	58	01.10.2010	S
Østertjern	80596	640018	6878377	660	0.5	5.3	Skog	<1	<1	>5	6	86	68	01.10.2010	S
Rundtjern	80601	639510	6877423	676	0.0	1.7	Skog	<1	<1	<2	4	57	51	11.10.2011	S
Nyrøstvolltjern	80602	653358	6888463	896	0.3	3.7	Fjell	<1	<1	2-5	11	66	54	01.10.2010	S
Brenhammertjern	80603	654807	6891618	849	1.3	2.5	Fjell	1-4	2-5	2-5	13	118	109	01.10.2010	S
Klettloken	80604	662347	6899767	972	0.8	2.6	Fjell	<1	<1	2-5	11	106	97	11.10.2011	S
Olavstjern	80613	637192	6905409	956	0.6	3.3	Fjell	<1	<1	2-5	11	89	78	23.10.2011	S
Krabbtjørna	80614	638440	6914803	873	6.1	8.1	Fjell	1-4	2-5	2-5	13	501	473	24.11.2011	S
Vakkertjørna	113072	613841	6823741	748	1.0	4.2	Skog	1-4	2-5	2-5	8	108	94	20.09.2011	S

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)