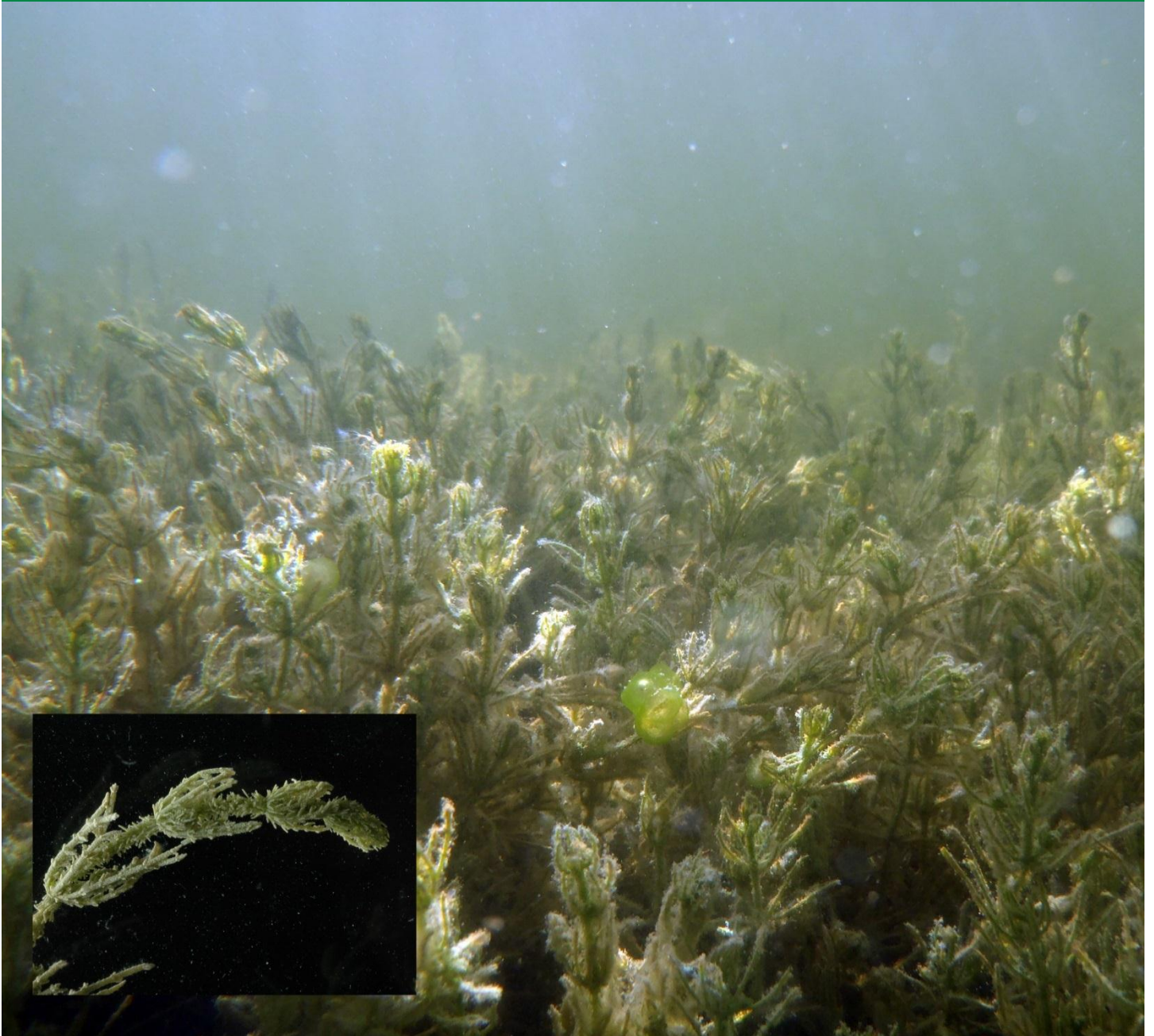




Fylkesmannen i Oppland

## MILJØVERNAVDELINGEN



Handlingsplan for kalksjøer  
Spiketjern - en Chara-sjø på Lauarplatået, Kongsberg

<p style="text-align: center;">Handlingsplan for kalksjøer Spiketjern - en Chara-sjø på Lauarplatået, Kongsberg</p>	<p><b>Rapportnr.:</b> 5/15</p>
	<p><b>Dato:</b> 19.02.2015</p>
<p><b>Forfatter(e):</b> Anders Langangen</p>	<p><b>Faggruppe:</b> Naturforvaltning</p>
<p><b>Prosjektansvarlig:</b> Ola Hegge</p>	<p><b>Område:</b> Kongsberg - Buskerud</p>
<p><b>Finansiering:</b> Direktoratet for naturforvaltning</p>	<p><b>Antall sider:</b> 51</p>
<p><b>Emneord:</b> Kalksjøer, kransalger, vannvegetasjon, økologisk status, Spiketjern, Kongsberg</p>	<p><b>ISSN-nummer:</b> 2387-211X</p> <p><b>ISBN-nummer:</b> 978-82-93078-68-5</p>
<p><b>Sammendrag:</b> Rapporten er en gjennomgang av utviklingen av Spiketjern gjennom en rekke år. Spiketjern ble undersøkt i 1976 og hadde da klare vannmasser. Ved en undersøkelse i 2013 ble det registrert kraftig vekst av grønnalger i Spiketjern, og grønnalgen dekket store deler av vannoverflaten. I 2014 var vannmassene i Spiketjern igjen klare, men bunnen hadde flere steder et sterkt overtrekk av algerester fra 2013. Det ble nå registrert puter av algevekst på vannoverflaten innimellom. Undersøkelsen er gjort i forbindelse med handlingsplan for kalksjøer. Ved kartleggingen har det vært hovedfokus på forekomster av kransalger og måling av vannkjemi.</p>	
<p><b>Referanse:</b> Langangen, A. 2014. Handlingsplan for kalksjøer. Spiketjern - en Chara-sjø på Lauarplatået, Kongsberg. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. nr. 5/15, 51 s.</p>	



## Fylkesmannen i Oppland

**Kontoradresse:**  
Storgt. 170  
2626 Lillehammer

**Postadresse:**  
Postboks 987  
2626 Lillehammer

**Elektronisk post:**  
Internett: [postmottak@fmop..no](mailto:postmottak@fmop..no)

**Telefon:** 61 26 60 00  
**Telefaks:** 61 26 61 67

## FORORD

Kartlegging av kalksjøer for å øke oversikten over, og kunnskapen om norske kalksjøer er et prioritert tiltak i Handlingsplan for kalksjøer.

Denne rapporten omhandler kartlegging og undersøkelser av Spiketjern – en chara-sjø på Lauarplataet i Kongsberg kommune. Rapporten er en beskrivelse av sjøen og dens utvikling de siste førti år. Kartleggingen er gjort i forbindelse med handlingsplan for kalksjøer.

Undersøkelsen er gjennomført og rapportert av Anders Langangen. Langangen har gjennomført undersøkelsen i sin fritid uten å ha mottatt lønn for arbeidet. Det rettes en stor takk til Langangen for hans innsats. Kostnader knyttet til reise etc. er dekket med midler fra Miljødirektoratet til arbeidet med handlingsplan for kalksjøer. Ine Cecilie J. Norum har ferdigredigert rapporten

Lillehammer, 19. februar 2014

  
Vebjørn Knarrum  
Avdelingsdirektør

  
Ola Hegge  
Seniorrådgiver

## INNHold

1.	INNLEDNING.....	1
2.	GEOLOGISKE OG GEOGRAFISKE FAKTA OM OMRÅDET RUNDT SPIKETJERN .....	2
3.	SPIKETJERN – KALKSJØ OG KRANSALGESJØ (CHARA-SJØ).....	4
3.1	KRANSALGER FUNNET I SPIKETJERN .....	5
3.2	UTVALGT NATURTYPE .....	8
4.	ABIOTISKE FAKTORER - TEMPERATUR OG NEDBØR PÅ LAUARPLATÅET.....	9
4.1	SPIKETJERN HAR ET RELATIVT LITE NEDBØRSFELT – FAKTA OM TJERNET.....	13
5.	UNDERSØKELSER AV SPIKETJERN FREM TIL OG MED 2012. ....	15
5.1.	SPIKETJERN ( <i>KONGSBERG</i> ).....	17
6.	UNDERSØKELSER AV SPIKETJERN I 2013 OG 2014.....	19
7.	DE KJEMISKE- FYSISKE MÅLINGENE OG BETYDNINGEN AV DISSE.....	36
7.1	SAMMENDRAG AV DE KJEMISKE PARAMETRENE. ....	46
8.	SAMMENDRAG.....	47
9.	LITTERATUR.....	49

## 1. INNLEDNING

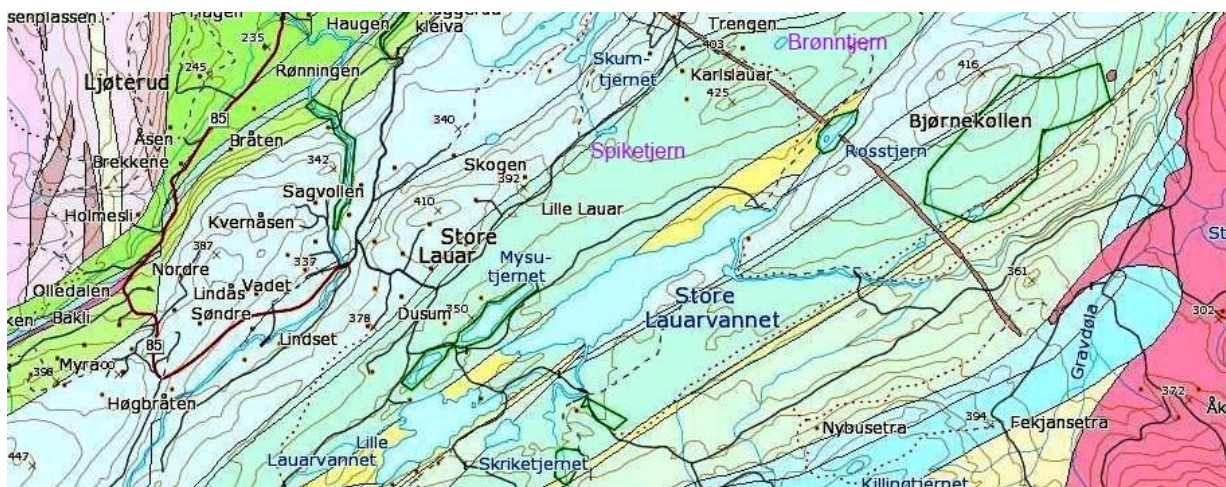
Rapporten er et forsøk på en beskrivelse av sjøen og dens utvikling de siste førti år. Hva skjer videre med tjernet?

Spiketjern ble først undersøkt i 1968, så i 1969, 1991, 1992, 2002, 2001, 2013 og i 2014. De siste årene i forbindelse med kalksjøprosjektet. Spiketjern har klare vannmasser, men i 2013 ble det registrert en sterk grønnalgevekst i tjernet. Grønnalgen dekket store deler av vannoverflaten. Algeveksten forekom derimot ikke i de to nærliggende kransalgesjøene – Mysutjernene og Rosstjern. I 2014 var vannmassene igjen klare i Spiketjern, men bunnen hadde flere steder et sterkt overtrekk av algerester fra 2013. Det ble også registrert noen puter av algevekst på overflaten, men dette var ikke dominerende.

I 1992 ble tre *Chara*-sjøer vernet på Lauerplatået, men Spiketjern og Brønntjern var ikke med da. Av disse to har Spiketjern like høy verneverdi som de tre andre som ble vernet. Ved evaluering av tiltak for kalksjøer i Buskerud i 2013 fant vi at Spiketjern var nesten helt gjenvokst med puter av trådformede grønnalger som fløt på, og dekket store deler av overflaten. Dette resulterte i en opptrapping av overvåkingen av sjøen, som det siste året (juni 2013 - juli 2014) har blitt besøkt omtrent en gang i måneden med observasjoner av utviklingen av vannkvalitet og tilstand til planteveksten som domineres av kransalger. Ved hvert besøk ble det også tatt vannprøver. De observasjonene og målingene som er gjort er forsøkt formidlet i teksten nedenfor. I Spiketjern er det funnet hele seks arter av kransalger, alle rødlistet hvorav fire truet og av disse to kritisk truet (CR). Det vil fremdeles være behov for å følge med i utviklingen av Spiketjern og algerestene etter oppblomstringen i 2013, som fortsatt delvis ligger på bunnen. Det er mulig at dette er en del av en naturlig prosess, men hvis dette viser seg å være starten på en uønsket eutrofiering bør trådalgene fjernes fra bunnen.

## 2. GEOLOGISKE OG GEOGRAFISKE FAKTA OM OMRÅDET RUNDT SPIKETJERN

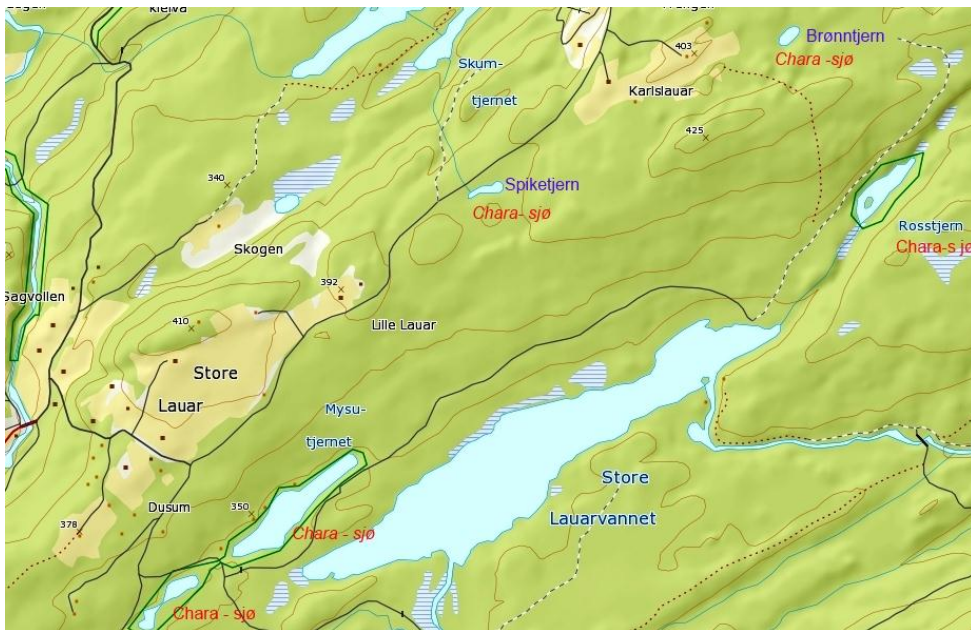
Spiketjern ligger i Kongsberg, tidligere Øvre Sandsvær kommune. Området tjernet ligger i heter Lauar og det er et markert platå nord for Skrimfjellene (Lien & Østbye 1996). Det strekker seg fra Ravalsjøen i sørvest til Heistadmoen- Vollen i nord. Høydemessig ligger platået mellom 300 og 450 meter. Geologien dominert av kalkspatmarmor og kalkstein som har gitt opphav til flere interessante kalkfenomener, karst, grotter, kalkfuruskog og kalksjøer (figur 1).



Figur 1. Utsnitt av det geologisk kartet over området (Kongsberg). Kilde: ww.ngu.no

De blå områdene på det geologiske kartet er marmor. Deler av kalksteinen er omdannet til marmor som enkelte steder er karstifisert. Det er i disse karstifiserte områdene at de best utviklete kalksjøene (*Chara*-sjøene) ligger. Det er også andre, mindre kalkholdige bergarter på Lauarplatået. Området gir av denne grunn førstehånds muligheter til å se sammenhengen mellom bergart og kalkinnholdet i vannsamlinger. Langangen (2012) har beskrevet alle tjern og sjøer i området. Området er på mange måter en naturens smeltedigel hvor viktige abiotiske faktorer som berggrunn, kalktype, morenemateriale, humusstoffer, nedbørsfelt og næringstilgang har utviklet de lokalitetene vi finner i området i dag. Spiketjern ligger på denne marmoren. Som det ses på det topografiske kartet, figur 2, ligger det tre andre tjern som ligner på Spiketjern. Lille- og Store Mysutjern og Rosstjern. Brønntjern er litt annerledes (Langangen 2012). De tre første av disse tjernene er i dag reservater, noe Spiketjern og Brønntjern ennå ikke er. En sentral del av

Lauarområdet er vist på figur 2. Her ses Spiketjern nord på kartet. Som det fremgår av kartet er det fem *Chara*-sjøene i området.



Figur 2. Utsnitt av det topografiske kartet over området (Kongsberg). Kilde: <http://norgeskart.no>

### 3. SPIKETJERN – KALKSJØ OG KRANSALGESJØ (CHARA-SJØ)

I Norge er medianverdien for kalkinnhold i ferskvannslokaliteter 1,1 mg Ca/l.

Kalksjøene er en truet naturtype i Norge (EN). I handlingsplanen for kalksjøer (Mjelde m. fl. 2010) er kalksjøene (E07) definert som sjøer med 20 mg Ca/l eller mer. Noen kalksjøer har meget klare blå til grønnfargete vannmasser som vist på figur 3.



Figur 3. Lille Mysutjern. Foto 27.11.2013. Det ligger nå is på vannet.

Kalksjøene er igjen inndelt i fire undergrupper, men når det gjelder de fem kalksjøene som er valgt over er alle kransalgesjøer eller *Chara*-sjøer (E0701). I handlingsplanen er denne sjøtypen beskrevet slik: ”*Kransalgesjøer (Chara-sjøer) (E0701)*.

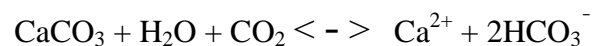
*Bunnssubstratet i disse innsjøene består av kalkmergel eller kalkgytje, og vannet har en blågrønn farge. Innsjøene er næringsfattige-middels næringsrike og har store forekomster av ulike Chara-arter, ofte dominert av de store artene (f.eks. Chara rudis) ned til 4-5 m dyp (Finnerudputten i Jevnaker (fig 4.)). Karplantefloraen er artsfattig og lite utbredt, den vanligste arten er Stuckenia filiformis, mens P. lucens er vanlig i Oppland-innsjøene. Karplantene er imidlertid dårlig undersøkt.”*





Figur 4. Finnerudputten i Jevnaker kommune er en kransalgesjø (*Chara*-sjø).

Kransalgene, representert med slekten *Chara* kan dominere kalksjøene. *Chara* er i kalksjøer ofte dekket med kalk og får av den grunn en gråaktig farge. Nye skudd er mer grønne. Ved fotosyntesen fjernes karbondioksyd og/eller hydrogenkarbonat. Det fører til at det i kalksjøer felles ut kalsiumkarbonat ved at likevekten nedenfor blir forskjøvet mot venstre.



De små kalkpartiklene som skilles ut på denne måten kan legge seg på bunnen og blande seg med snegle- og muslingskall og algerester, og danne kalkmergelbunn. De kan også avsettes på vannplanter og dekke overflatene på kransalger (inkrustering). Dette kan også være en mulig forklaring på hvorfor det er så få karplanter i kalksjøene. De kransalgene som er aktuelle i kalksjøer er beskrevet i ”*Faktaark for viktige arter av kransalger og tjønnaks*” som også er utgitt i forbindelse med handlingsplanen for kalksjøer (Langangen & Mjelde 2010).

### 3.1 KRANSALGER FUNNET I SPIKETJERN

Det er funnet hele seks rødlistede *Chara*-arter i Spiketjern, et antall som er stort i norske sjøer.

## NT (nær truet)-arter

Piggkrans (*Chara aculeolata* = *C. intermedia*)



Figur 5. Stor art. 50 cm. Stengel til 1,5 mm. Diplostik cortex. Tylakant. Monoik.

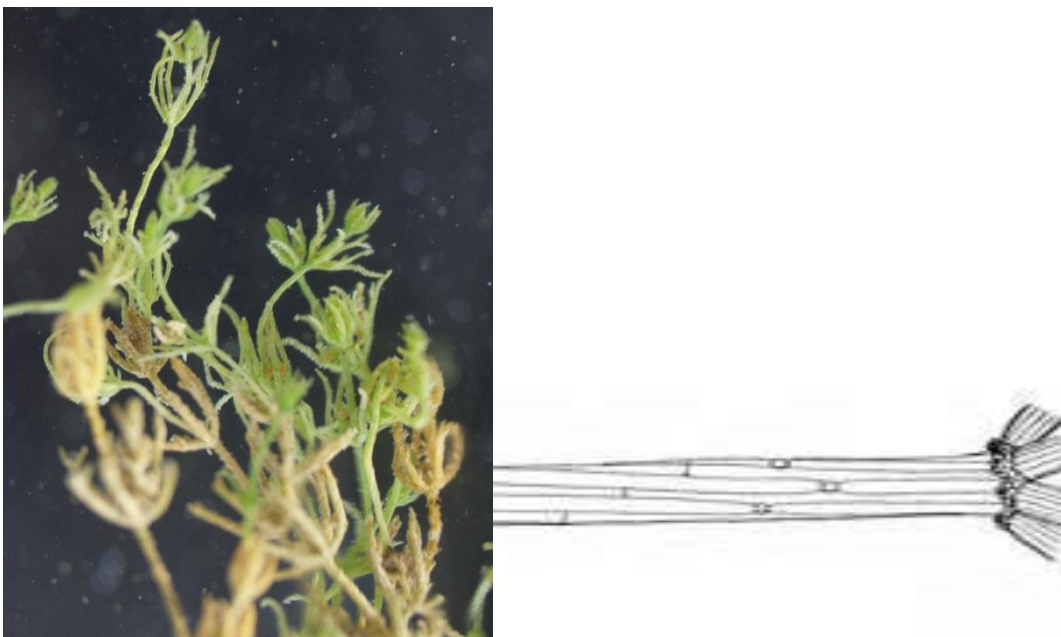
Bustkrans (*Chara aspera*)



Figur 6. Liten art. 10 cm. Stengel til 0,5. Triplostik cortex. Dioik.mm.

## VU (sårbar)- art

Gråkrans (*Chara contraria*)



Figur 7. Liten art. 20 cm. Stengel til 0,5 mm. Diplostik cortex. Tylakant. Monoik.

## EN (sterkt truet) art

Smaltaggkrans (*Chara rudis*)



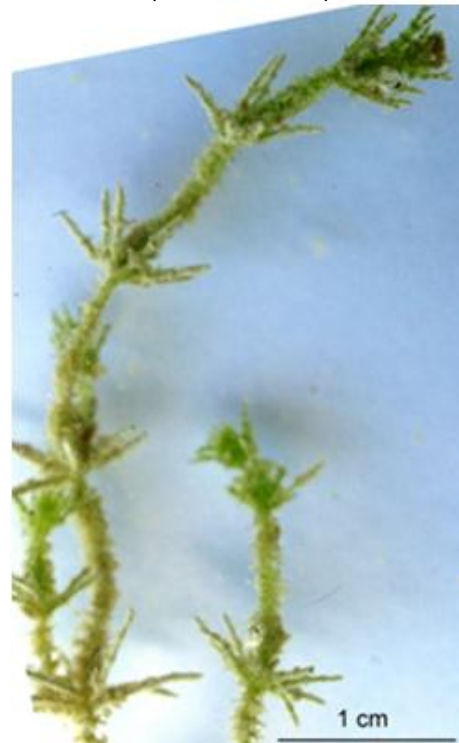
Figur 8. Stor art. 50 cm. Stengel til 1,5 mm. Diplostik cortex. Aulakant. Monoik.

## CR-(kritisk truet) arter

Rødkrans (*Chara tomentosa*)



Knippebustkrans (*Chara curta* (= *C. desmacanta*))



Figur 9. Bilde til venstre viser en stor art. 50 cm. Stengel til 2 mm. Diplostik cortex. Dioik. Rød farge. Bilde til høyre viser en mellomstor art. 10-20 cm. Stengel til 0,75 mm. Triplostik. Dioik.

## 3.2 UTVALGT NATURTYPE

I Norge er de fleste kransalgene rødlistet (Kålås m.fl. 2010). Forekomsten av arter som kan forekomme i kalksjøer, og har rødlistestatus over NT er truet, gjør at lokaliteten blir en *utvalgt naturtype*.

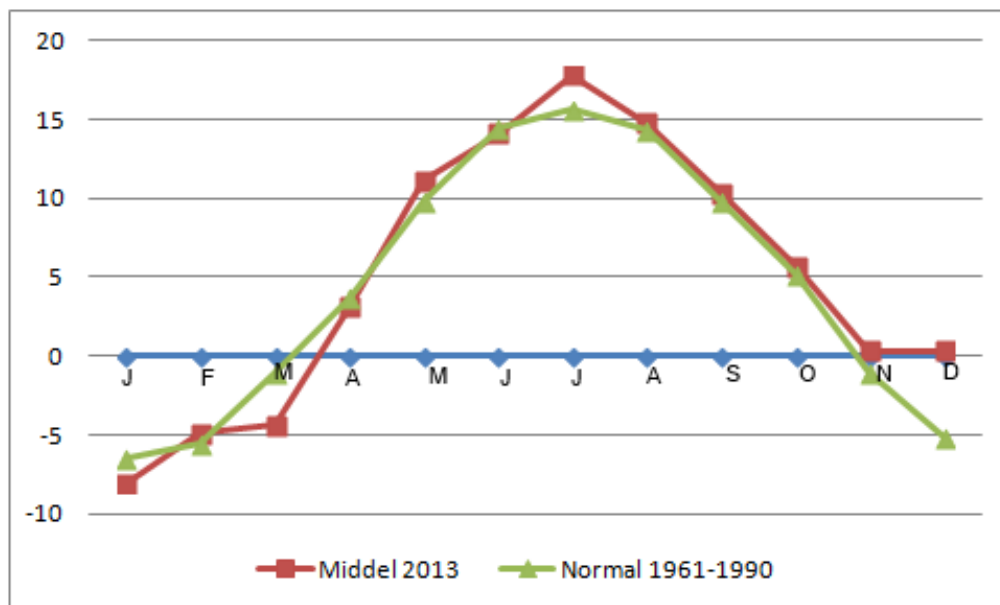
#### 4. ABIOTISKE FAKTORER - TEMPERATUR OG NEDBØR PÅ LAUARPLATÅET

Temperatur og nedbør er målt ved Kongsberg brannstasjon i Kongsberg. Målestasjonen ligger ca. 10 km rett nord for det aktuelle området. Variasjoner kan selvfølgelig forekomme mellom de to områdene. En vesentlig forskjell er høydeforskjellen på 200 meter som kan ha betydning for temperaturen. Det er sannsynligvis kaldere på Lauarplatået enn nede i Kongsberg. Både temperatur og nedbør er viktige abiotiske faktorer for våre økosystemer. Vannets høye spesifikke varmekapasitet gjør at det tar tid for vannet i en innsjø å varmes opp om våren og avkjøles om høsten. Ettersom lokalitetene her ligger i det tempererte området får vi fire årstidsavhengige vekslinger. Når det gjelder Spiketjern er dette tjernet så grunt at forholdene her blir litt avvikende. (Opplysninger her er tatt fra Økland & Økland 2006).

De to temperaturkurvene følger hverandre relativt godt. I februar – mars og resten av året ligger temperaturen i 2013 noe over normalen (tabell 1). Nedbøren er viktig, både for at vannet har et visst vannivå og som tilfører av næringssalter og humusstoffer fra nedbørsfeltet. Ved store nedbørmengder vil avrenningen til tjernet gå raskere og kontakten med berggrunnen vil også være liten. I slike tilfeller vil humusstoffer kunne bli tilført vannet.

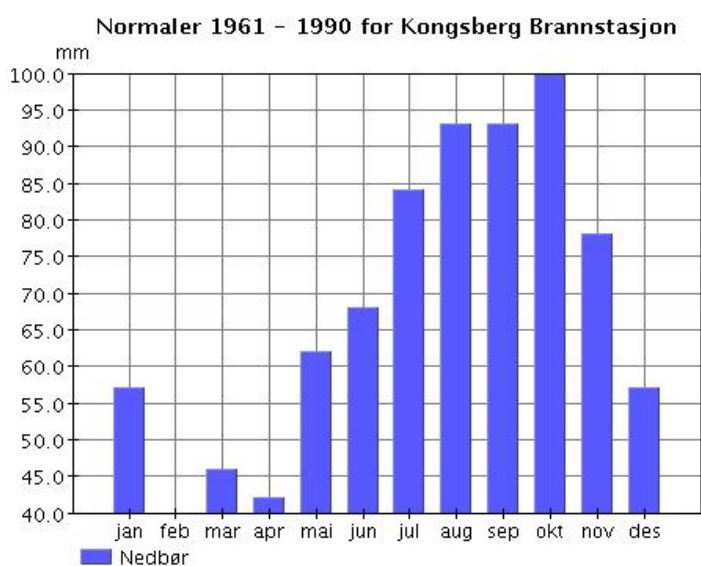
Tabell 1. Temperaturmålingene ved Kongsberg brannstasjon: månedsmidler i 2013 og månedsnormaler 1961-1990 (eKlima).

Måned	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Middel 2013	-8,1	-4,9	-4,4	3,2	11,1	14,1	17,8	14,8	10,3	5,7	0,3	0,3
Normal 1961-1990	-6,5	-5,5	-1,0	3,7	9,8	14,5	15,6	14,3	9,8	5,2	-1,0	-5,2



Figur 10. Månedsmidler (rød graf) og månedsnormaler for perioden 1961-1990 (grønn graf) for lufttemperatur ved Kongsberg brannstasjon (st. nr. 28380). Enhet på den loddrette aksen er °C.

Nedenfor er det vist normalverdier for nedbør i perioden 2011 – 2013 ved Kongsberg brannstasjon (Stasjon nr. 28380). Målestasjonen ligger nede i Lågendalen og det er et par hundre meter i høydeforskjell. Dette gjør nok at det er en del forskjell både på temperatur og nedbør gjennom året. Normalverdiene for nedbør på Kongsberg er vist på figur 11. Det går klart frem av denne (figur 11) at det faller mye nedbør fra midtsommer og ut i oktober.

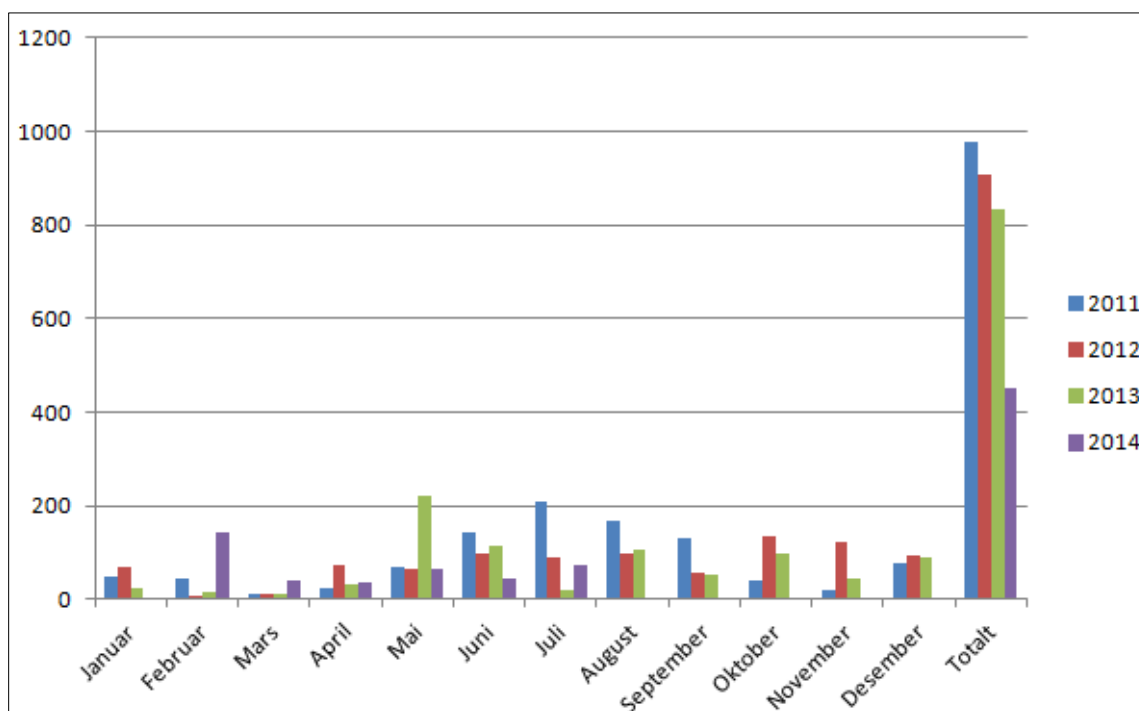


Figur 11. Normalnedbør for perioden 1961-1990 målt på Kongsberg brannstasjon. (eKlima – meteorologisk institutt).

Den faktiske nedbøren i tiden 2011-2014 (til juli) viser klart at nedbøren i denne tidsperioden for mange av månedene ligger over normalen (tab 2 og figur 12).

Tabell 2. Nedbør for hver måned i 2011-2014 i Kongsberg

Nedbør for hver måned i 2011-2014 (juli), Kongsberg. Målt i mm. (eKlima)												
	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
2011	48,1	45,6	12,6	24,0	67,8	142,5	207,3	165,2	130,8	38,9	17,4	77,1
2012	69,4	4,8	11,5	73,8	64,7	95,5	87	97,1	54,7	135,2	122,8	91,2
2013	23,7	16,8	12,6	32,9	222,5	115,0	19,1	104,9	53,6	97,3	45,8	88,7
2014	-	140,9	38,8	33,7	62,6	41,7	70,6	-	-	-	-	-



Figur 12. Grafisk fremstilling av nedbøren i Kongsberg fra 2011 til juli 2014.

Den grafiske fremstillingen av nedbøren på Kongsberg i årene 2011-2014 (tab 2, figur 12) viser at det er ganske mye nedbør i tiden mai til oktober. I 2011 var det mye nedbør i sommermånedene. I 2013 var det ekstra mye nedbør i mai og juni. I 2014 var det ekstra mye nedbør i februar. Hvert år har det vært dager med ekstra mye nedbør og tabell 3 viser dager i mai og juni 2011-2014 med nedbør over 12 mm. Nedbøren som faller i dette tidsrommet har betydning for sjøens biologiske utvikling.

Tabell 3. Datoer med nedbør over 12 mm i mai - juni 2011- 2014 (Data fra eKlima)

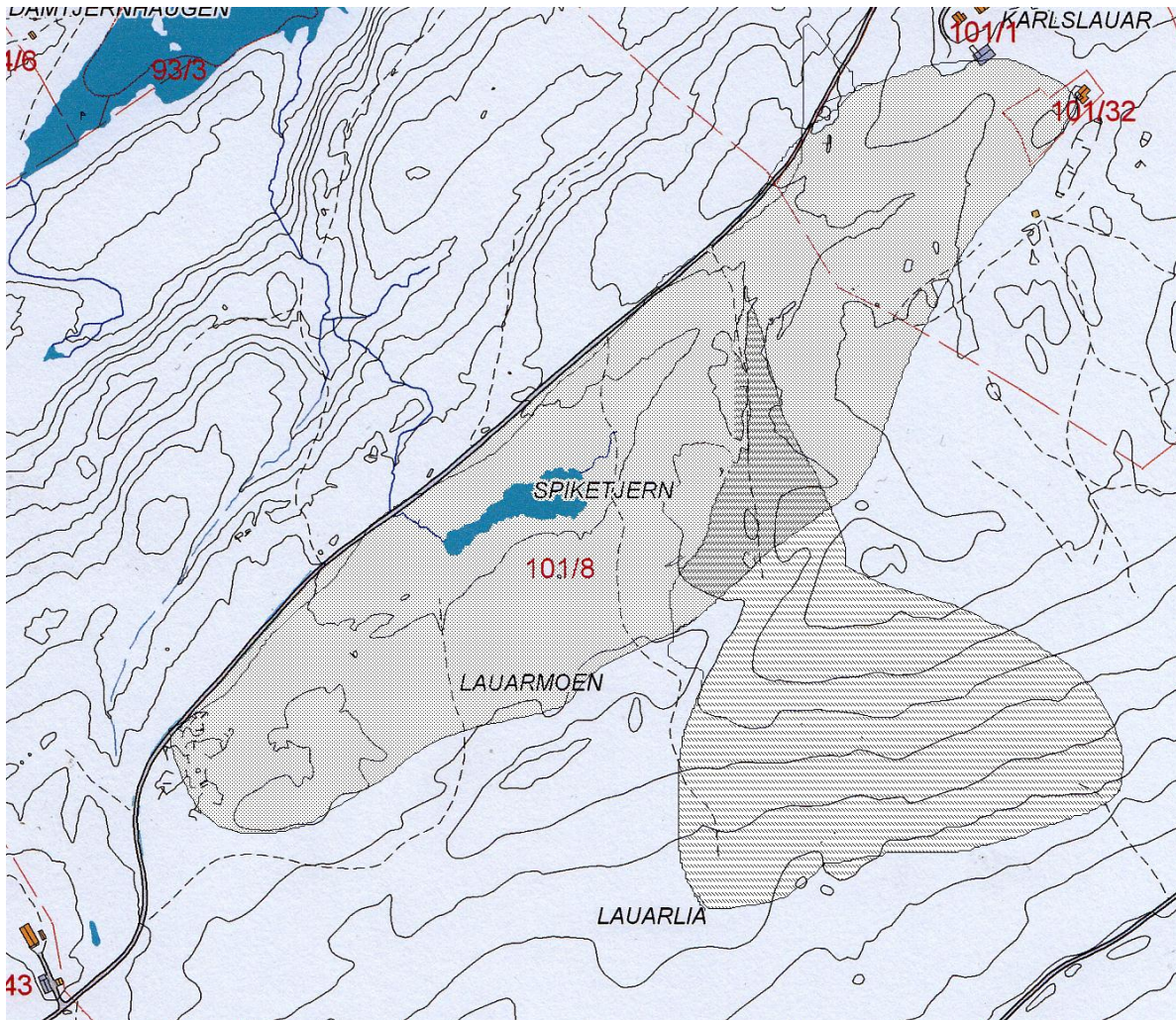
Dato 2011	15.5.	27.5.	10.6.	11.6.11	18.6.	Totalt Mai-juni	Normal mai-juni	Årsnedbør	% mai-juni av årsnedbør
Nedbør mm	12,4	13,7	16,5	12,5	23,0	210,3	130	977,3	21,5
Dato 2012	17.5.	17.6.							
Nedbør mm	17,6	12,7				160,2	130	907,7	17,6
Dato 2013	12.5.	16-17.5.	22-23.5.	30.5.	22,27,30.6				
Nedbør mm	13,5	60,3	61,5	31,0	70,0	337,5	130	832,9	40,5
Dato 2014	7.5.	6.6	27,6						
Nedbør mm	21,7	15,2	13,7			104,3	130	452,8	23,0

I mai 2013 var hele nedbørsmengden 222,5 mm, og av dette kom 166,3 mm i løpet av seks dager. Tilsvarende var nedbørsmengden i juni 2013 115 mm, hvorav 70 mm kom i løpet av fire dager (Total nedbørsmengde for mai - juni 2013 er 337,5 mm). Dette kan ha hatt betydning for den kraftige veksten av trådformede grønnalger.



#### 4.1 SPIKETJERN HAR ET RELATIVT LITE NEDBØRSFELT – FAKTA OM TJERNET.

Nedbørsfeltet er det området rundt et tjern som fanger opp vannet som renner ut i tjernet. Det kan være diffus markavrenning eller bekker og elver (Økland & Økland 2006). Figur 13 viser et kart hvor nedbørsfeltet er gråfarget. Det skraverte feltet som ligger nord- sør er et større hogstfelt. Nedbørsfeltet har et areal på rundt 130 dekar.



Figur 13. Nedbørsfeltet til Spiketjern og hogstfelt (linjert).

Spiketjern ligger som en liten perle inne i dette nedbørsfeltet. Figur 14 viser et flyfoto over området ([www.norgeskart.no/](http://www.norgeskart.no/) norgesbilder). Tjernet ligger i en senkning og er orientert mot sørvest- nordøst. Det er formet som en kile, smal i sørvestre del hvor det er ca. 13 meter bredt, bredere i nordøstre del hvor bredden er 46 meter. Tjernet er 130 meter langt, har et areal på 3,4 dekar og ligger 373 meter over havet.



Figur 14. Flyfoto som viser Spiketjern med deler av det store hogstfeltet til høyre (norgeskart).

## 5. UNDERSØKELSER AV SPIKETJERN FREM TIL OG MED 2012.

Store- og Lille Mysutjern og Rosstjern ble naturreservater i 1992. Spiketjern og Brønntjern ble ikke vernet på det tidspunktet. Langangen (1994) foreslo i et brev til Fylkesmannen i Buskerud at: ”Jeg ser det som svært positivt at man nå har fått vernet *Chara*-sjøene, Store og Lille Mysutjern og Rosstjern. Etter min oppfatning bør man også arbeide for at Spiketjern og Skriketjern får samme status.”

Lokaliteten (Spiketjern) ble undersøkt første gang 13.7.1968 i forbindelse med hovedfagsoppgave i botanikk- ”*Characeer i Sør-Norge*” (Langangen 1970). Langangen (1970) skrev bl.a. ”Characeer dekker hele bunnen og danner karakteristiske puter. Prøver av alger fra 1 m. Det var ikke characeer nærmest land. Høyere planter er spredte individer av takrør (*Phragmites australis*), bukkeblad (*Menyanthes trifoliata*) og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*)”.

Langangen har senere undersøkt Spiketjern flere ganger. Blant annet den 28.9.1969, men tok da bare vannprøve. Det ble dessverre ikke tatt bilder på disse to besøkene. Artene som ble samlet da var *Chara aspera*, *C. contraria*, *C. rudis* og *C. aculeolata*.

Tabell 4. De kjemisk/fysiske målingene i Spiketjern var slik (de behandles mer senere):

Dato	pH	Farge	Kalsium	dH	Klorid	Ledningsevne
13.7.1968	8,3	10	-	7,3	1,7	200
28.9.1969	7,8	10	58	8,2	1,2	250

Den 1.7.1971 og 15.5.1976 (figur 15) har Langangen fotografier av Spiketjern som viser en godt utviklet *Chara*-sjø med meget klart vann og nesten helt uten karplanter i vannet.



Figur 15. Spiketjern, foto 15.5.1976 mot østsiden.

Neste besøk var 17.8.1991 og deretter 2.5.1992: "Meget klart blått vann. Kransalgene var så vidt begynt å spire. Vannstanden var meget høy". Tjernet ble undersøkt flere ganger senere i 1992, men bare for å samle kransalger.

Spiketjern ble også fotografert i juni 2002 som viser en *Chara*-sjø med helt klart vann (figur 16).



Figur 16. Spiketjern juni 2002. Mot sørøstsiden.

Neste besøk var først den 10.9.2011 hvor målet var å beskrive Spiketjern som en kalksjø i kalksjøprosjektet. Beskrivelsen finnes i Langangen (2012a). Inventering av kalksjøer i Ringerike og Kongsberg kommuner i Buskerud fylke.

### 5.1. SPIKETJERN (KONGSBERG)

Status: *Chara*-sjø (E0701)(A)

Spiketjern ligger delvis på fossilrik kalkstein (marmor) og leirskifer/leirstein. Spiketjern renner ut i Skumtjern og har selv et lite nedslagsfelt som ligger på kalk. Rundt tjernet er det kalkfuruskog. Spiketjern er en meget godt utviklet *Chara*-sjø. Vannmassene er meget klare, blågrønne og ikke mer enn 1-1,5 m dyp. Bunnen består av gulgrå kalkgytje. Langs det meste av vannet er det en relativ fast kant med lyngplanter og småtrær, furu og trollhegg. På bunnen ligger det en god del tømmerstokker.

Det er lite vegetasjon høyere planter i Spiketjern, for det meste starr og takrør (*Phragmites australis*). Det er spredte eksemplarer av takrør rundt mye av vannet og i sørvestenden, som er relativt smal danner denne arten en ganske stor, spredt bestand. Det er kransalgene som dominerer bunnen på Spiketjern. I østdenden, den brede delen er det ganske tett med kransalger, et område med røde planter peker seg ut og viser seg å være *Chara tomentosa*, som er en ny art for dette området. Den ble ikke observert i 1968/69. Innerst ved land vokser det også andre store arter som er *Chara aculeolata* og *C. rudis*. Her er det også tuer med *Chara contraria*. Lenger ute i vannet er det tett med en liten art, *Chara aspera*. I sørvestenden av tjernet er det et lite myrområde. I takrørskogen her er det ganske tett med *Chara aculeolata/C. rudis* på bunnen. Bunnen er her løs til halvhard gulgrå kalkgytje. Grønnalgen *Spirogyra* og mosen stormakkrose (*Scorpidium scorpioides*) ble også funnet.

Spiketjern er i dag ikke vernet. Tjernet har meget høye verneverdier både som typelokalitet for kransalger, og i tillegg er den utrydningstruede rødkrans (*Chara tomentosa*) funnet i tjernet. *Chara aspera* hadde små individer, enkeltpigget med bulbiller. *Chara tomentosa* hadde helt røde individer. Jeg fant bare hunnplanter, Dette funnet må undersøkes nærmere ved en annen anledning. *Chara rudis* hadde stort sett små individer nærmere land. De var fertile. *Chara aculeolata* var opp til 30 cm lang, fertil. *Chara contraria* var sterkt inkrustert og fertil.

Naturtype og vegetasjonstype: Spiketjern er en godt utviklet *Chara*-sjø (E0701) med kransalgevegetasjon som dominerende innslag. Vegetasjonen av høyere planter er svakt utviklet, bortsett fra takrør finnes spredt mer eller mindre belte hele tjernet. Som vegetasjonstype kan den karakteriseres som P5a, Smaltaggkrans utforming (*Chara rudis*).

Påvirkningsfaktorer: Spiketjern er i dag, i motsetning til flere andre *Chara*-sjøer ikke naturreservat. Aktiviteter som kan tenkes å påvirke tjernet kan være flatehogst (P1Sf). Tjernet synes i dag å være lite påvirket av uheldige aktiviteter.

Verdivurdering: Dette er en godt utviklet kalksjø med meget høyt kalkinnhold (E07), men også relativt høyt fargetall. Tjernet har rik vegetasjon av hele fem arter kransalger, hvorav tre er rødlistet, *Chara aspera* (NT), *Chara contraria* (VU), *Chara rudis* (VU), *Chara aculeolata* (NT) og *Chara tomentosa* (CR). Den siste er kritisk truet. At en kransalgessjø har hele fem ulike kransalgearter er ikke vanlig i Norge.

Spiketjern tilfredsstillende også kravene til *utvalgt naturtype* ved at det har truede kransalger og kalkgyttje/kalkmorgelbunn. Spiketjern er en intakt *Chara*-sjø (E0701) med svært høy verneverdi, og med kransalger som dominerende innslag og den verdisettes her som svært viktig (A). Fra undersøkelsen 10.9.2011

Tabell 5. Kjemisk/Fysiske målinger fra 10.9. 2011.

Lok.	pH	Farge	Kalsium	Tot- P	Tot- N	Ledningsevne
Spiketjern	7,70	18	104,1	<0,002	0,48	360

Denne rapporten danner så grunnlaget for utarbeidelse av en tiltaksplan for kalksjøene i de tre fylkene Telemark, Vestfold og Buskerud (Tronhus 2013). Jeg skal komme tilbake til denne nedenfor.



Figur 17. Spiketjern tatt 10.9.2011, furustokk med vekst av kransalger rundt



Figur 18. Spiketjern tatt 10.9.2011, østenden



Figur 19. Spiketjern tatt 10.9.2011, vestenden med takrør.

## 6. UNDERSØKELSER AV SPIKETJERN I 2013 OG 2014.

I samarbeid med kalksjøprosjektet og Fylkesmannen i Telemark skal det utarbeides en tiltaksplan for kalksjøer i Vestfold, Buskerud og Telemark. Dette arbeidet vil være basert på rapporter til kalksjøprosjektet (Langangen 2012 a, b, 2013, 2014). Steinar Tronhus, Fylkesmannen i Telemark gjorde et utvalg av de mest verdifulle lokalitetene og feltarbeidet ble gjort i løpet av 2013 sammen med undertegnede. Første feltdag var mandag 17. juni med besøk på Lauarplatået med Mysutjernene, Rosstjern og Spiketjern. Spiketjern skilte seg nå sterkt ut ved å ha en kraftig vekst av trådformede grønnalger som dekket mye av tjernets overflate. Dette ses av figur 20 og figur 21 nedenfor. Det første fra østsiden og det andre fra vestenden.



Figur 20. Spiketjern 17.6.2013, fra øst mot vest



Figur 21. Spiketjern 17.6.2013, del på vestsiden.

Dette var en overraskende endring i sjøen. Det var ikke slik i de andre kransalgesjøene - Mysutjernene og Rosstjern. Dette var i utgangspunktet årsaken til at Spiketjern ble fulgt gjennom resten av 2013 og frem til sommeren 2014, finansiert av Fylkesmannen i Oppland. Vannet ble undersøkt på følgende tidspunkt i 2013: 17.6, 29.6, 10.7, 25.7, 8.9, 3.10 og 27.11 og i 2014: 27.1, 4.3, 16.4, 19.5, 18.6 og 18.7. På noen av turene ble det bare tatt vannprøve, mens situasjonen ble beskrevet på andre turer. Den 8.9.13 og 18.7.14 ble tjernet undersøkt med båt. Nedenfor kommet en beskrivelse av de ulike undersøkelsesdagene, i tillegg illustreres dette med fotografier.

29.6.2013

Det regnet denne dagen. I mai og juni falt det hele 337,5 med mer nedbør og to dager før, den 27.6 falt det 30,0 mm nedbør. Dette har hatt klar betydning for hva som har blitt tilført av vann til tjernet.

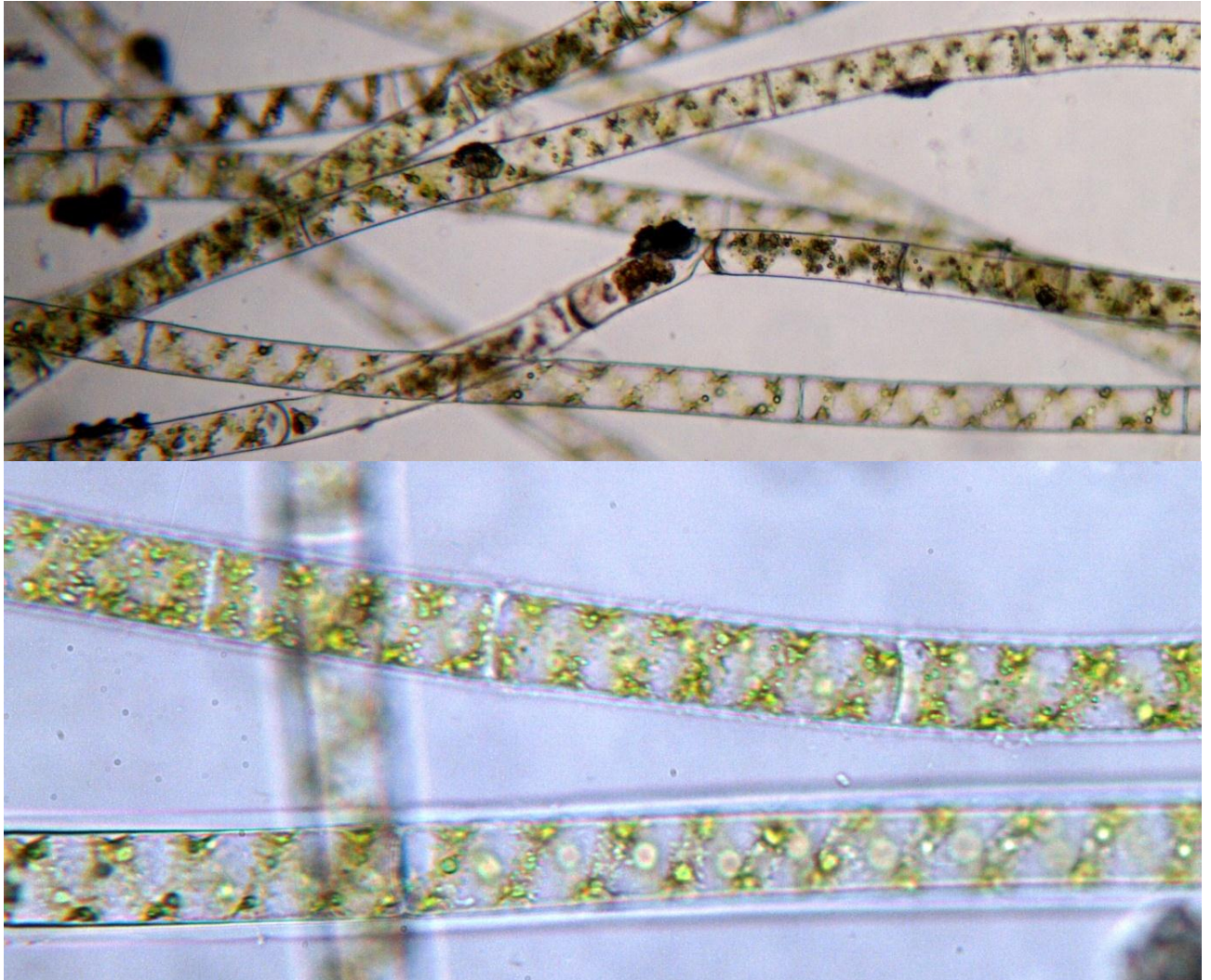


Figur 22. I den smale delen er det fortsatt algebelegg 29.06.13.

I motsetning til forrige besøk hadde vannet nå mye færre flytende flak av trådformede grønnalger. Flakene er ikke borte, men ligger nå på bunnen og dekker store deler av den. Det er fortsatt noen flytende flak i diverse viker i tjernet. Dette kan ses på bildet over som er fra midtre del av tjernet. Det er mye kransalger på bunnen langs kanten og utover i det grunne vannet. De ligger på bunnen og virker døde. Det fantes enkelte eksemplarer av grønne, levende kransalger langs kanten på østsiden. Det ble bare samlet *Chara tomentosa* og *C. rudis*. Nedbørsfeltet ble i tillegg gått opp, så godt det lot seg gjøre. Det kan virke som at noe av vannet som renner ut i tjernet kommer fra kilder. De trådformete algemattene domineres helt av slekten *Spirogyra*.



Inne i mellom disse er det litt *Mougeotia* og *Oedogonium*. *Spirogyra* var steril og er vist på de to neste fotografiene. Disse algene hører til gruppen Zygnemetales eller på norsk koblingsalgene.



Figur 23. Koblingsalgen *Spirogyra*. Bredde ca. 30-40  $\mu\text{m}$ . Foto 29.6.13

Spiketjern er omgitt av kalkfuruskog (VU) og på kalkbenker øst for Spiketjern i området mot det store hogstfeltet der (figur 13 og 14) er det overraskende mye orkidéer, deriblant brudespore og flueblomst.



Figur 24. Bestand med brudespore (*Gymnadenia conopsea*). Foto 29.6.13.



Figur 25. Flueblomst (*Ophrys insectifera*)(NT). (foto 1.6.2014).

10.7.2013

Det er fortsatt mye flytende trådformede grønnalger i tjernet. Som før ligger det også tykke lag med slike alger over og på bunnen. Det har nå blitt liv i kransalgene. *Chara tomentosa* har litt vekst og nye skudd er røde. Den var svakt fertil med små oogonier. *Chara rudis* ser relativt død ut, men det var mye av den oppover i vestlig retning. *Chara aculeolata* var svakt fertil. Fortsatt er det *Spirogyra* som dominerer. Det ble også funnet noe *Zygnema* og *Mougeotia*.



Figur 26. Spiketjern mot øst til høyre.

25.7.2013

Det var lite nedbør i juli måned. Det falt 3,0 mm nedbør natt til undersøkelsesdagen. Vann var tydelig brunfarget, men ettersom det er grunt har det mindre betydning for fotosyntesen. Bunnen er nå dekket av et lag av rester etter de trådformede grønnalgene som dekket overflaten tidligere. Det ble nå funnet en ny trådformet grønnalge, *Cladophora* i små mengder. De har sunket ned og danner et organisk sjikt over kalkmergel/gytje bunnen. På de dypeste partiene i tjernet har kransalgene begynt å vokse. Dette gjelder også kolonier langs nordsiden, men her er de mer dekket av algelaget, men nye skudd har begynt å trenge gjennom dette. Langs nordsiden er det også mye vekst av grønnalgen *Chaetophora incrassata* som er vist på figur 27. Den danner uregelmessige, geleaktige kolonier, store klumper på flere cm i høyden.



Figur 27. Grønnalgen *Chaetophora incrassata*.

Det er fortsatt små flak av de trådformede algene rundt hele vannet.

Flere steder i Spiketjern er det felt furuer ut i vannet. Langs stammene på slike er det ofte god vekst av kransalgen *Chara rudis* og *Chara contraria*. *Chara contraria* er sterkt inkrustert og rikt fertil, men de har ennå ikke kommet så langt. *Chara rudis* er svakt fertil.

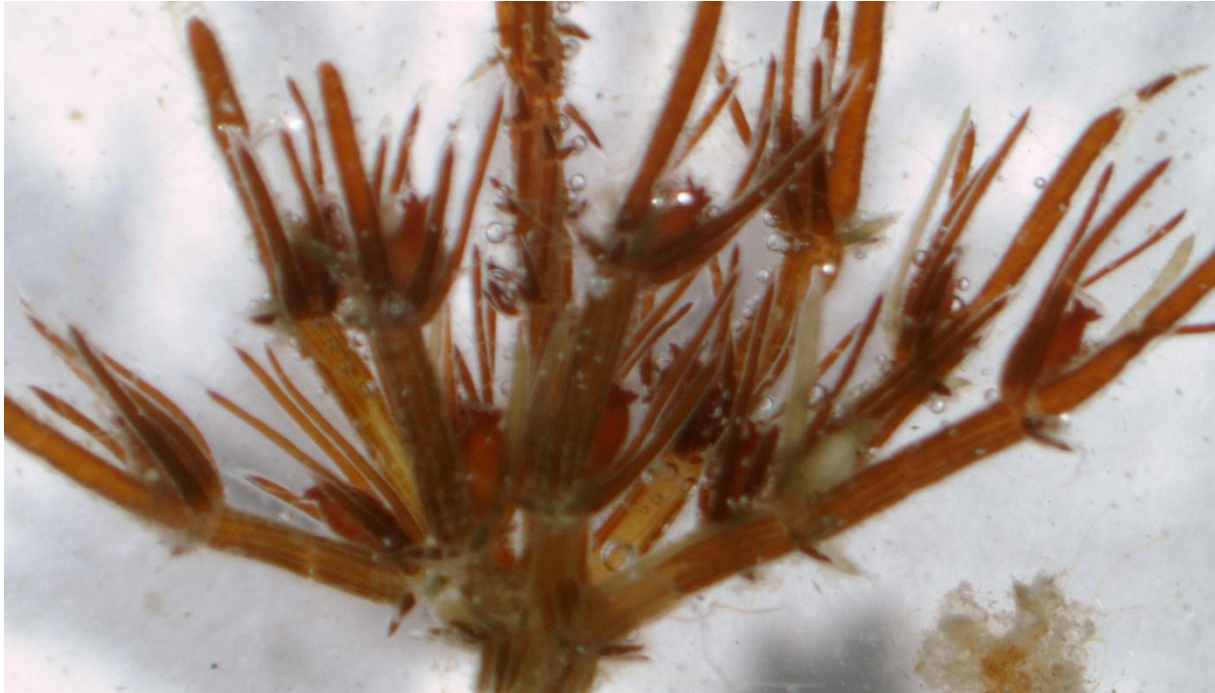


Figur 28. Det er god vekst av kransalger rundt trestammer som ligger ute i vannet.



Figur 29. Fortsatt puter med trådformede alger (*Spirogyra*) i vannet. Her rundt hvit vannlilje. Her er bunnen kalkrik, svart jord.

*Chara aspera* vokser bl.a. langs sørbredden og i vestre del, i det smale partiet der. De stikker hodene så vidt over bunnen. Algene er små, bare 5 cm lange, de er sterkt inkrustert og er sterile. Dette er ganske vanlig for denne arten. Den har runde, hvite bulbiller på rhizoidene som kan spre planten. Det er mindre med rester etter trådalgene her og derfor er også veksten av kransalger bedre.



Figur 30. *Chara tomentosa*. Krans med oogonier.

*Chara tomentosa* synes å vokse godt i overgangen mellom den smale delen og den brede delen i øst. Det kan henge sammen med at det er noe dypere vann her. Bunnen er kalkmergel. Over er det et bilde av en krans hos en hunnplante av *Chara tomentosa* med oogonier. Planten er tydelig rød. *Chara aculeolata* som også ble funnet spredt rundt vannet har store, flotte individer som er svakt fertile.

8.9.2013

I august var det en del nedbør, men nå i september var vannstanden i Spiketjern lav. Det ble nå brukt båt. I den brede nordøstre delen er det mye kransalger, store kolonier av *Chara tomentosa* i østre del og *Chara rudis*/*C. aculeolata* i midten av vannet, ned til 1-1,2 meter dyp (dette fremgår av figur 31 og figur 32). *Chara aculeolata* har lange internodier og korte kransgrener. Noen individer er begynnende fertil på de øverste kransene men den er kommet kort. På lavere kranser er det sorte oosporer fra forrige år.



Figur 31. I østre del er det dypere vann og god vekst av kransalger.



Figur 32. Spiketjern

Inne i mellom er det mye *Chara aspera* som vokser spredt og danner tette bestander på bunnen både mellom *Chara tomentosa* og *Chara rudis*. Det er mye fertil *Chara tomentosa* på dypeste delene, ellers synes den å være steril. Ellers er det flere

steder store tydelig røde kolonier med døde *Chara tomentosa*. Her ble det også funnet en bestand av kransalger som skilte seg ut fra de andre. De viste seg å være Knippebustkrans (*Chara curta*). I den smale tarmen er det mye åpen takrørskog på 30-40 cm dyp. Her er det spredte *Chara aspera* og noen steder lokale små tepper med arten. Langs kantene og langs stokker som ligger på bunnen er det tett med store *Chara*.



Figur 33. Nedsunkne matter av trådalger.

I søndre del er deler av bunnen i øst dekket med nedsunkne matter av trådformede grønnalger, slik som bildet over viser. Algelaget har lagt seg over kransalgene som er råtne under dette laget. Noen steder stikker det opp nye skudd. Bunn sedimentet er kalkmergel som er dekket over av et lag (0,5 m) med kalkgytje. Den er stedvis brun til rød. I nord og vest er det svart gytjebunn.

3.10.2013

Deler av bunnen var fortsatt dekket av tykke lag med rester etter de trådformede algene. Noen observasjoner av kransalger er:  
*Chara tomentosa* har nesten modne oosporer.  
*Chara aspera* er steril men har bulbiller.  
*Chara aculeolata* er sterkt inkrustert. Den er rikt fertil og med masse modne, sorte oosporer. Figur 34 viser hvordan denne arten har vokst opp gjennom lag av trådalgene.



Figur 34. Nye skudd av kransalger stikker opp gjennom lag av trådalger som ligger på bunnen.

Hos *Spirogyra* er innholdet i cellene i ferd med å løses opp. Det ble også funnet *Mougeotia* og *Oedogonium*. Figur 35 er fra nordsiden og det fremgår ikke her tydelig at Spiketjern fremdeles er sterkt påvirket av masser av trådformede alger. Det har nå også dukket opp grå, åpne partier uten algedekke.



Figur 35. Spiketjern fra nord mot det dypere partiet i øst.

27.11.2013

Spiketjern har nå 8-10 cm tykt islag. Islaget er krystallklart (figur 36) og man kan nå se rester etter de trådformete algene. Her ses også grå områder med kalkmergelbunn. Kransalger var synlig gjennom isen. Nedenfor er det et fotografi av en koloni med *Chara tomentosa*.





Figur 36. Isen ligger nå på Spiketjern.



Figur 37. *Chara tomentosa* (rød) på bunnen under is.

27.1.2014

Spiketjern lå nå under et snødekke på 30-40 cm. Det ble borret hull i isen og tatt en vannprøve. I skogen var det opp til 1 meter dyp snø.



Figur 38. I slutten av januar 2014 var vannet dekket av is og snø.

4.3.2014

I skogen var det nå 50-70 cm dyp snø. Vannet er nå åpent ved innløpet og ved utløpet. Dessuten er det mindre åpne partier langs kantene og midt ute på isen. Det var nå vanskelig å ta vannprøven i selve vannet, ettersom det var to islag. Vannprøven ble tatt over det nedre islaget og her var det sannsynligvis mye smeltevann. I ettertid ser jeg at vannprøven burde vært tatt i utløpsbekken.



Figur 39. I mars 2014 hadde snøen så vidt begynt å smelte.

16.4.2014

I april var det ikke lenger is på vannet, men fortsatt en del snø i terrenget. Som det ses av figur 40 var det ikke så mye snø rundt vannet. Fortsatt ligger det lag med rester av koblingsalger over bunnen. Vannmassene er meget klare.



Figur 40. I april 2014 var det ikke lenger is på vannet og det meste av snøen hadde smeltet. Den smale vestlige delen av tjernet.

10.5.2014



Figur 41. Spiketjern fra sørøstsiden.

Vannmassene er meget klare, men på bunnen er det flere steder et svakt overtrekk av algerester fra fjoråret. Det begynner så vidt å komme frem enkelte kransalger og ute i de dypeste partiene i østenden ser det ut til å være mer sammenhengende kolonier. Det er nå masse blåveis og hvitveis i det samme området.



Figur 42. Blåveis (*Hepatica nobilis*) fra området ved Spiketjern.

1.6.2014

Vannmassene er relativt klare men det er et skjær av gul- brun farge i dem. Langs den nordøstre delen av vannet er det relativt mye rester etter trådformede alger fra fjoråret. Det er flere steder langs land rundt vannet hvor det er slik. Små puter av disse algene blandet med furupollen flyter rundt i vannflaten, men de er ikke på noen måte dominerende. I vestenden ved utløpet er det tettere med slike puter, slik det ses av figur 43. Det er god vekst av *Chara tomentosa* som har kommet relativt kort som nye skudd på gamle planter. De er fortsatt sterile. Ellers vokser kransalgene spredt, men ser ut til å danne tette bestander på det større dype området i øst. *Chara aculeolata* og *C. aspera* var også sterile. *Chara contraria* hadde nå både oogonier og antheridier i et tidlig stadium. I algeputene dominerte *Spirogyra*. Dessuten var det

også *Mougeotia* i mindre mengder. Flueblomsten var i full blomst på åpne bergrygger i kalkfurskogen.



Figur 43. Spiketjern fra vestenden. Det er nå små puter av koblingsalger (*Spirogyra*) og furupollen på vannflaten.

18.6.2014



Figur 44. Spiketjern fra nordsiden mot den østre vide delen. Her ser man kransalgerne spredt på bunnen.

Nå er det lite med puter av trådalger, bare spredte små forekomster i vestenden. Vannet er ganske klart men vannstanden er lav. Det ser nå ut til at veksten av

kransalger er kommet godt i gang, med *Chara aculeolata*/*C. rudis* særlig i østre del og med større adskilte bestander av *Chara tomentosa*. Denne siste synes nå å være godt utviklet. På grunnere vann er det mye spredte *Chara aspera* som stikker hodene opp gjennom kalkmergelen/gytjen. I den smale vestre delen er det spredte takrør som ennå ikke har kommet så langt. Inne ved land er det spredte flaskestarr og bukkeblad og den siste er i en større bestand på østsiden. Det er lite med kransalger innerst ved land, noen spredte kolonier med *Chara contraria*. De trådformede algeputene har sunket ned på bunnen men det synes som at det er mindre nå, enn tidligere. *Chara tomentosa* har opp til 15 cm lange individer som nå er svakt fertile. Jeg fant bare hunnplanter. *Chara aculeolata* har individer opp til 20 cm lange. De er rikt fertile, men har ennå ikke kommet så langt. De har noe påvekst av andre alger. *Chara contraria* har individer opp til 10 cm lange. De er sterkt inkrusterte og svært rikt fertile. *Chara aspera* har individer på 4-5 cm som er sterile. Godt utviklede individer med bulbiller.

16.7.2014



Figur 45. Spiketjern fra østenden. I forgrunnen bukkeblad. Vannet er nå ganske klart. En grissen bestand av takrør fyller den smale sørvestenden.

Nå er det lite synlige puter av trådalger i overflaten, men fortsatt ligger det rester etter disse på bunnen flere steder. Vannet er svakt brunlig men ganske klart. Veksten av kransalger virker nå relativt god. I de dypere områdene i øst er kransalgene sterkt

bevokst med trådalger. Dette gjelder langs hele nordøstre del av vannet. De forskjellige artene:

*Chara aculeolata/C. rudis*, de store grønne artene vokser i tydelige grupper. *C. aculeolata* har ekstra mye påvekst av *Spirogyra*, *Zygnema* og *Oedogonium*. De er fertile med nye oogonier/antheridier og delvis modne, sorte oosporer. Piggcellene er ganske lange. Opp til 20 cm lange individer. *Chara rudis* har store, kraftige eksemplarer med relativt "glatte" stengler, som gir algen et noe elegant utseende. Piggcellene tiltrykt i furer. Rikt fertile eksemplarer med mange modre oosporer. Opp til 30 cm lange individer.

*Chara tomentosa* har nå flotte individer. Jeg fant både hann- og hunnplanter som begge var rikelig fertile. Piggcellene spisse og relativt smale ikke oppsvulmet som er mer typisk for denne arten. Opp til 25 cm lange individer.

*Chara contraria* var opp til 10 cm lange. Godt utviklet, sterkt inkrustert og rikt fertil.

*Chara aspera* hadde også godt utviklede individer opp til 4-5 cm lange. Sterile.

*Chara curta* dannet mindre, tydelig adskilte bestander mellom andre kransalger. De skiller seg ved å danne høyere, tettere bestander. Arten var opp til 15 cm lang og sterkt inkrustert. Rikelig fertile, både hann og hunnplanter. Meget tett med piggceller. Generelt kan det sies at veksten av kransalger nå var god, til tross for at mye av kransalgene på de dypere stedene var overvokst av trådalger.

## 7. DE KJEMISKE- FYSISKE MÅLINGENE OG BETYDNINGEN AV DISSE.

De kjemiske og fysiske målingene som er gjort i Spiketjern er vist i tabell 6 (måleenhetene kommer senere). De forskjellige faktorene vil bli gjennomgått og vurdert nedenfor. Vannprøvene er tatt på 10-20 cm dyp. pH og ledningsevne er målt av meg. Det samme gjelder målingene i 1968 og 1969. De kjemiske analysene er i 2012 gjort av Trondheim analysecenter og i 2011 og 2013-14 av Eurofins.

Tabell 6. De kjemiske og fysiske målingene som er gjort i Spiketjern

DATO	KALSIUM	KLORID	FARGE	JERN	KARBON	AMMONIUM	TOT-N	NITRAT	FOSFAT	TOT-P	SULFAT	pH	uS/cm
13.07.1968	-	1,7	10	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	200
28.09.1969	58,0	1,2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	7,8	250
11.09.2011	104,1	-	18	-	-	-	480	-	-	-	-	7,7	360
17.06.2013	50,3	-	13	4,1	7,3	12	300	<15	1,9	8,6	4,67	-	-
29.06.2013	69,4	-	25	5,9	6,8	21	670	510	<1,5	5,2	3,62	-	-
10.07. 2013	66,5	4,68	13	11,4	-	25	470	230	<1,5	5,6	4,91	-	-
25.07. 2013	38,1	4,82	21	13,9	-	72	710	<15	<1,5	5,4	-	7,8	190
08.09.2013	58,8	-	12	-	9,4	28	470	<15	<1,5	5,8	-	8,2	280
03.10.2013	97,4	-	11	-	4,6	94	830	540	<1,5	2,5	-	8,2	390
26.11.2013	52,6	3,77	23	44,4	5,6	350	800	130	11,2	18,1	5,48	7,4	270
27.01.2014	50,0	-	27	<10	-	48	390	180	3,0	11	-	7,4	240
04.03.2014	19,0	-	54	9,2	-	150	500	330	<2,0	9,7	-	6,6	90
16.04.2014	63,0	-	8	1,5	-	<5	900	720	<2,0	8,4	-	7,8	300
10.05.2014	65,0	-	11	2,4	-	17	560	390	<2,0	4,5	-	8,0	290
01.06.2014	48,0	-	15	3,9	-	30	470	<5	2,2	9,5	-	8,6	230
18.06.2014	40,0	-	17	5,2	-	53	670	<5	3,7	8,8	-	8,4	200
16.07.2014	39,0	-	18	4,6	-	15	850	13	<2,0	12	-	8,6	170

### KALSIUM Ca<sup>2+</sup> - mg/l

*Kalsium er et nødvendig næringsstoff for vannplanter og alger i ferskvann. Dyr har også behov for kalsium. Kalkutfelling på grunt vann kan omforme miljøet rent fysisk. Finfordelt kalsiumkarbonat i vannet kan fjerne fosfat og humusstoffer ved adsorpsjon. Kalsium er et dynamisk ion. Kilde: Delvis fra Økland & Økland 2006.*

Tabell 7 over målte kalsiumverdier og datoer for prøvene.

<b>28.9.1969</b>	<b>11.9.2011</b>	<b>17.6.2013</b>	<b>29.6.2013</b>	<b>10.7.2013</b>	<b>25.7.2013</b>	<b>8.9.2013</b>	<b>3.10.2013</b>
58,0	104,1	50,3	69,4	66,5	38,1	58,8	97,4
<b>26.11.13</b>	<b>27.1.2014</b>	<b>4.3.2014</b>	<b>16.4.2014</b>	<b>10.5.2014</b>	<b>1.6.2014</b>	<b>18.6.2014</b>	<b>16.7.2014</b>
52,6	50,0	19,0	63,0	65,0	48,0	40,0	39,0

Ifølge handlingsplanen for kalksjøer er kalksjøer definert som vannlokaliteter som inneholder 20 mgCa/l eller mer. Spiketjern har meget høye kalsiumverdier. Det er slik



at kalkinnholdet varierer med konsentrasjon av ionet i vann og ved store nedbørsmengder er det å forvente at kalkinnholdet synker og øker ved fordampning. Dette stemmer ikke helt med de målte kalkmengdene og nedbøren i Kongsberg. Det er mulig at det her kan være lokale forskjeller. Den høye målingen i 2011 er litt spesiell ettersom det denne sommeren falt mye nedbør. På den andre siden kan dette muligens forklares ved at det vil være variasjon i vannets kalkinnhold som en følge av hvor mye kalk som felles ut eller løses opp. Målingene viser at det er en sammenheng med kalkinnholdet og ledningsevnen, noe som tyder på at målingene er riktige.

I kalksjøer finnes det meste av karbonet som hydrogenkarbonat, og det er denne formen for karbon som kransalgene bruker i fotosyntesen. Dette gjør at det frigjøres hydroksid- ioner slik at det felles ut kalsiumkarbonat på planter og dyr i vannet. Noe av årsaken til at få karplanter klarer seg i kalksjøene er kalkutfellingen på bladene som kan gjøre det vanskelig for dem å holde seg oppe. Dette er enklere hos kransalgene som ikke har store overflater.

#### KLORID Cl<sup>-</sup> - mg/l

*Klorid i vann kommer som regel fra berggrunnen eller blir tilført i nedbør. Inngår i vevsvæske og er sammen med natrium og kalium viktig i ionebytte - mekanismer. Ionet er også med på å opprettholde osmotisk trykk. Vann kan inndeles i ferskvann, brakkvann og sjøvann etter kloridinnholdet. Delvis fra Økland & Økland 2006.*

Tabell 8 over målte kloridverdier og datoer for prøvene.

13.7.168	28.9.1969	10.7.2013	25.7.2013	26.11.2013
1,70	1,20	4,68	4,82	3,77

Kloridinnholdet i Spiketjern er meget lavt noe som betyr at vannet i tjernet er ferskvann. Det er interessant at kloridinnholdet i tjernet har økt ganske mye fra 1968/69 til 2013. Den mest sannsynlige forklaringen på dette er et kloridinnholdet i nedbøren har økt.

## FARGE - Pt -mg/l

Vannprøvenes farge måles best ved å sammenligne med standardiserte fargeskalaer. Til dette brukes ulike konsentrasjoner av platina-salt (Pt-skalaen). Skalaen har verdier 0 – 250 mg Pt/l. En slik fargeskala fra "vann uten synlig farge" til "tydelig brunt vann" er ofte brukt som utgangspunkt for å bedømme vannets humusinnhold. Dette gjør det også mulig å bedømme graden av dystrofi. Etter Økland & Økland 2006.

Tabell 9 over målte fargeverdier og datoer for prøvene.

13.7.1968	28.9.1969	17.6.2013	29.6.2013	10.7.2013	25.7.2013	8.9.2013	3.10.2013
10	10	13	25	13	21	12	11
26.11.13	27.1.2014	4.3.2014	16.4.2014	10.5.2014	1.6.2014	18.6.2014	16.7.2014
23	27	54	8	11	15	17	18

Fargetallet for ferskvann måles mot en standard fargeskala målt mot kjente konsentrasjoner av et platinasalt (mgPt/l). Fargeskalaen spenner fra "fargeløst" vann til "sterkt brunfarget" vann. Fargetallet er et mål for humusinnholdet i vannet, selv om humus kan være tilstede uten å gi farge (sure vann) (Økland & Økland 2006). Det er også slik at brunfargen på humuspartiklene forsterkes ved økende pH. Dette kan ha betydning for å vurdere dette i kalksjøer. Det er ellers sammenheng mellom innhold av organiske stoffer (mg C/l) og vannfargen (mg Pt/l).

Tabell 10. Inndelingen etter vannfarge

<b>Oligohumøse sjøer</b>	<b>&lt; 15 mgPt/l</b>
<b>Mesohumøse sjøer</b>	<b>15 - 45 mgPt/l</b>
<b>Polyhumøse sjøer</b>	<b>&gt; 45 mgPt/l</b>

I kalksjøprosjektet er vann med fargetall over 30 regnet som humusrike sjøer. Vannfargen i Spiketjern varierer mye, men variasjonen er nær knyttet til nedbør. Før 29.6.13 kom det mye nedbør både i mai og juni måned og i dagene lokaliteten ble undersøkt. I juli var det lite nedbør, men 25.7.13 var det litt nedbør i Kongsberg, men denne kan ha vært lokalt kraftigere fordi vannet da var tydelig brunfarget. Dette betyr at Spiketjern ligger både i den oligohumøse og den mesohumøse delen alt avhengig av nedbør. Det som er interessant er at vannfargen på ny får lave verdier en stund etter regnskyll. Det er også interessant at vannfargen har forholdsvis høy verdi i november, noe som kan ha sammenheng med den høye jernverdien og utover vinteren 2014. Det siste kan ha sammenheng med stor nedbør i desember 2013 og februar 2014. Utover våren 2014 har vannet vært klart med svakt brunfarget.

I felt, hvor vannfargen vurderes på avstand har Spiketjern som oftest helt klart vann med grønt – lysebrunt skjær. Generelt kan det ses at måleresultatene viser en økning i humøsiteten, men den varierer avhengig av avrenning fra omgivelsene. Vannfargen utgjør ikke noe problem for vegetasjonen i Spiketjern ettersom tjernet er så grunt.

#### TOT- Fe (JERN) $\mu\text{g Fe/l}$

*Jern deltar i respirasjonsprosesser hos planter og dyr. I kalksjøer kan jern være et minimumsstoff for planter. I innsjøvann med lite oppløst organiske stoffer og med oksygen til stede vil jerninnholdet være i området 0-200  $\mu\text{g/l}$ . Suspensjoner av  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  utgjør hovedmengden ( i pH området 5-8,  $K_{sp} \sim 10^{-36}$ ). Delvis etter Økland & Økland 2006.*

Tabell 11 over målte verdier for tot- Fe (svart skrift) og datoer for prøvene (svart skrift).

17.6. 2013	29.6. 2013	10.7. 2013	25.7. 2013	26.11. 2013	27.1. 2014	4.3. 2014	16.4. 2014	10.5. 2014	1.6. 2014	18.6. 2014	16.7. 2014
4,1	5,9	11,4	13,9	44,4	<10	9,2	1,5	2,4	3,9	5,2	4,6

Jern er et mikronæringsstoff for planter og dyr. I kalksjøer kan jern være et begrensende mineral fordi det binder seg til kalkpartiklene i vannet og dermed vanskelig å ta opp av planter. I Sverige fant Forsberg (1965) at tot-Fe varierte mellom 30- 388  $\mu\text{g/l}$  og at snittet lå under 100  $\mu\text{g/l}$ . Da blir de målte verdiene i Spiketjern meget lave. Verdien fra november er relativt høy og kan gi vannet farge. Som det ses av tabellen er jerninnholdet lavt om sommeren.

#### KARBON (TOC) $\text{mg C/l}$

*Totalt organisk karbon er innholdet av karbon i løste stoffer og partikler. Det tar også med organisk stoff som er produsert i innsjøene (autoktont materiala), både løste forbindelser og levende og døsd plankton. Derfor kan det være høye verdier i landbruksområder med eutrofe innsjøer som har mye total fosfor i vannmassene. Etter Økland & Økland 2006.*

Tabell 12 over målte verdier for karbon (TOC) (svart skrift) og datoer for prøvene (svart skrift).

17.6.13	29.6.2013	8.9.2013	3.10.2013	26.11.2013
7,3	6,8	9,4	4,6	5,6

TOC er et mål for organisk stoff i en innsjø. TOC er medvirkende til å sette brunfarge på vannet når verdiene av denne er over 2- 3  $\text{mg/l}$ . På Østlandet er målte gjennomsnittlige verdier (medianer) 4,2  $\text{mg C/l}$  (Økland & Økland 2006). De verdiene som er målt i Spiketjern er derfor forholdsvis høye, noe som kan ha sammenheng med den kraftige oppblomstringen av trådformede alger. Sommeren 2014 var det

fortsatt mye algerester på bunnen av tjernet. Dødt organisk materiale er utgangspunktet for nedbryterkjedene i ferskvann.

Tot- N, AMMONIUM, NITRAT – alle µg/l
Tot- P og FOSFAT PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - alle µg/l

**Tot-N** – alt bundet nitrogen i vannet, både uorganisk og organisk.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - ammonium er et sluttprodukt når heterotrofe bakterier bryter ned nitrogenholdig organisk stoff.

I oksygenrikt vann er det lite ammonium. Planter foretrekker ammonium fremfor nitrat. Hvis uorganisk nitrogen er brukt opp, kan alger ta opp organisk bundet nitrogen. I noen innsjøer kan økende nitrogemengder gi uønsket algevekst. Dette kan brukes til å klassifisere innsjøtyper sammen med fosformengden (se nedenfor).

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrat) - i aerobt miljø oksideres ammonium til nitrat. Vesentlig etter Økland & Økland 2006

**Tot-P**- all bundet fosfor i vannet, både uorganisk og organisk. Mengden av total fosfor brukes ofte som økologisk rettesnor for en innsjøes produktivitet (se tabell nedenfor).

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (ortofosfat) – i vanlig innsjøvann finnes oftest under 5% av den totale fosformengden som løst PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Det er bare denne løste ortofosfaten (reaktivt fosfor) som er klar til opptak hos planter. Dvs at ca. 95% av fosforet er bundet (ikke reaktivt fosfor). Etter Økland & Økland 2006.

Næringsalter av nitrogen og fosfor er svært viktige og behandles derfor her sammen.

Tabell 13. Nitrogen i form av tot- N og fosfor i form av tot-P har blitt brukt til inndeling av vann etter trofegrad (Forsberg & Rydberg 1980).

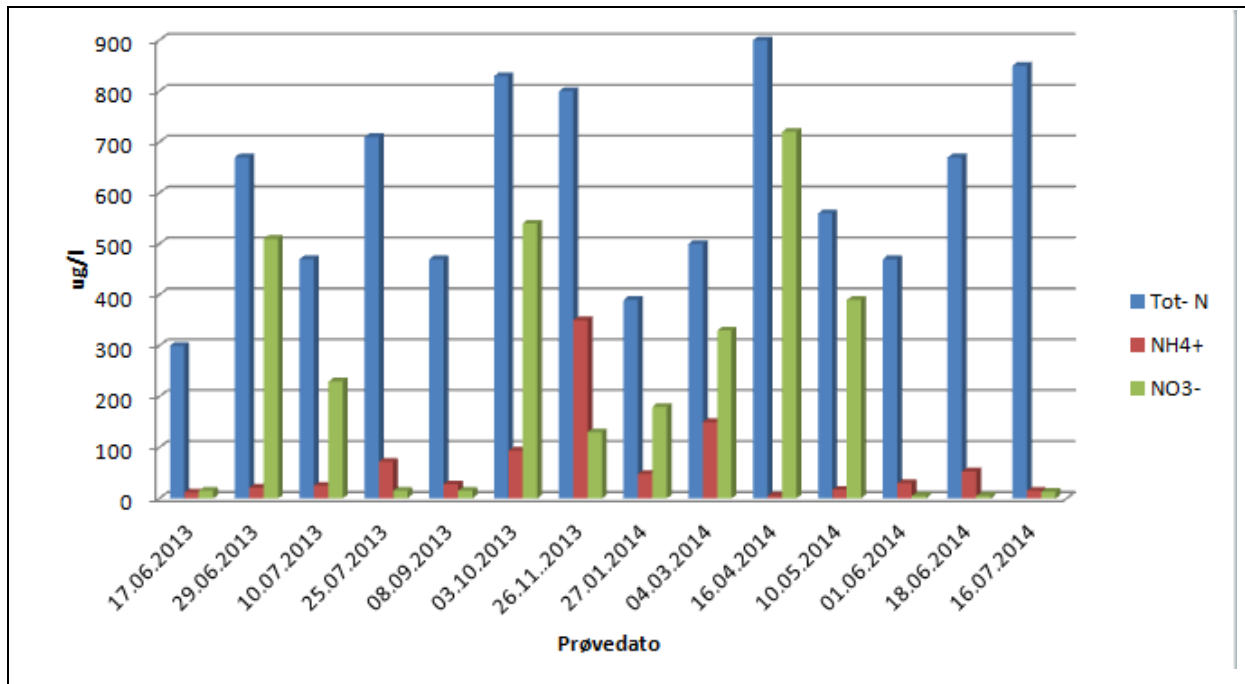
Innsjøtype	Tot N (µg/l)	Tot P (µg/l)
Oligotrof	< 400	< 15
Mesotrof	400 – 600	15-25
Eutrof	600- 1500	25-100
Hypereutrof	>1500	>100

## Nitrogen

Ifølge tabellen (bare målinger fra 2013- 14 et tatt med) over varierer trofigraden i Spiketjern fra oligotroft til eutroft når nitrogen brukes som faktor.

Tabell 14. Målte verdier for nitrogenforbindelsene og datoer for prøvene.

Nitrogen	17.6.2013	29.6.2013	10.7.2013	25.7.2013	8.9.2013	3.10.2013	26.11.2013
Tot- N	300	670	470	710	470	830	800
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	12	21	25	72	28	94	350
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<15	510	230	<15	<15	540	130
Nitrogen	27.1.2014	4.3.2014	16.4.2014	10.5.2014	1.6.2014	18.6.2014	16.7.2014
Tot- N	390	500	900	560	470	670	850
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	48	150	< 5	17	30	53	15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	180	330	720	390	< 5	< 5	13



Figur 47. Målte nitrogenmengder i Spiketjern 17.6.13-16.7.14. På grafen er mindre enn tegnene (<) (i tabellen) ikke brukt. Enhet på den loddrette aksens er µg/l.

Som det ses av tabell 47 varierer nitrogeninnholdet ganske mye gjennom det året observasjonene er gjort. Det er ikke uten videre enkelt å forklare denne store variasjonen. I Spiketjern som ligger ganske isolert til, men med tidligere gårdsdrift i øst og tidligere hogstfelt i nedslagsfeltet er det naturlig å lete etter en forklaring her. Et høyt innhold av nitrogenforbindelser har ofte sin forklaring i tilførsel fra landbruksområder. Det er også naturlig å se om det er noen sammenheng mellom nedbør og nitrogen og fosfor verdiene. Nitrogen- og fosforholdige forbindelser i er med i nedbøren (vi har ikke kontroll på dette) eller vaskes med fra nedbørsfeltet. Ved større nedbørmengder som kommer i løpet av kort tid vil det grunne vannet i Spiketjern nok virvle opp bunnesedimentene. I bunnesedimentene er det både nitrogen og fosforforbindelser som kommer ut i vannet. I Kalven, som er en annen velutviklet kransalgese, men betydelig dypere enn Spiketjern er dette påvist (Mjelde et al. 2012). Generelt er det slik at vannet har høyere nitratverdier om våren enn senere i sesongen når dette ionet forbrukes. I mai og juni 2013 falt det svært mye nedbør – totalt 337,5 med mer eller hele 40,5% av årsnedbøren. I løpet dagene 15-16 mai 2013 falt det 60,3 mm og en uke senere 61,5 mm. Dette må kalles styrtregn og det har utvilsomt påvirket tjernet. Ved store nedbørmengder får man samtidig også en fortykningseffekt. En økning i nitrogenmengden på bunnen av Spiketjern, som er en klar, grunn sjø vil føre til oppblomstring av trådformede

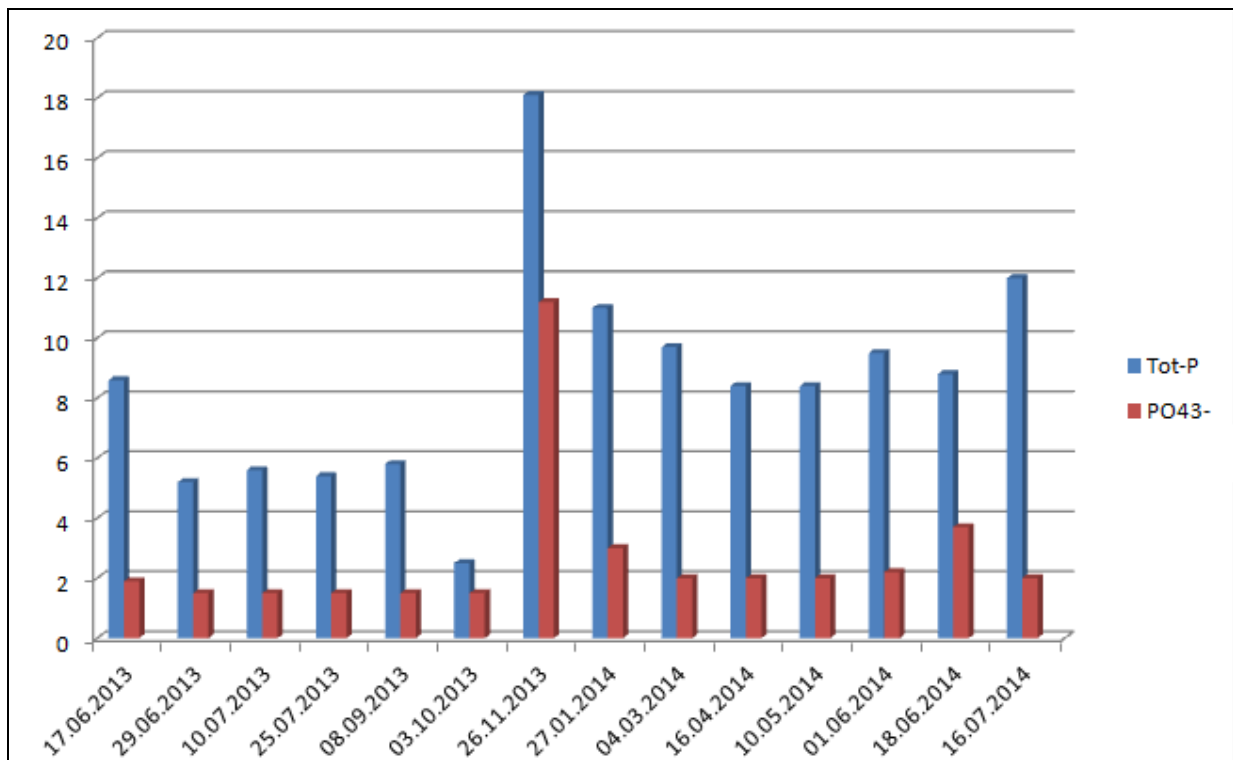
grønnalger, noe som nettopp ble observert juni 2013. En oppblomstring av disse algene burde da føre til lavere konsentrasjoner av disse saltene, noe som også passer til observasjonene (17.6.2013). Neste måling (29.6) faller sammen med hele 70 mm nedbør på tre dager, med påfølgende fordobling av tot-N og en voldsom økning i nitratmengden. Nitratet brukes så opp i løpet av sommeren, men øker igjen voldsomt i begynnelsen av oktober, kanskje allerede i siste halvdel av september da det meste av nedbøren i denne måneden falt. Det har nå også blitt mer ammonium. Den siste målingen i 2013 (26.11) viser sterkt økning i ammonium og minking i nitrat. Dette kan skyldes nedbrytning av de trådformede algene som ligger på bunnen av bakterier. Det midle innholdet av ammonium er likevel lavt. Tjernet er nå islagt. Tjernet er nå islagt og det kommer etter hvert et tykt snølag over isen. Forholdene i vannet blir nå svært forandret. Frem til mars øker både ammonium og nitratmengdene. I februar 2014 falt det svært mye nedbør som snø, og etter hvert som denne smeltet økte tot-N mengden og nitratmengden. Dette fortsatte utover i april, da vannet igjen var isfritt. I mai har vi en liten økning i ammonium og nedgang i nitratmengden. Dette har sannsynligvis sammenheng med at veksten av kransalger og eventuelt andre alger har kommet i gang igjen. Samtidig har det vært ganske mye nedbør i begynnelsen av mai og juni. Dette har ført til økt tilførsel av nitrogensalter til vannet (tot-N). At nitratmengden har gått ned må skyldes er vesentlig bedring i veksten av kransalger.

## **Fosfor**

Tabell 15 viser rene oligotrofe forhold i Spiketjern når fosfor brukes som faktor.

Tabell 15. Målte verdier for fosforforbindelsene og datoer for prøvene.

<b>Fosfor</b>	<b>17.6.2013</b>	<b>29.6.2013</b>	<b>10.7.2013</b>	<b>25.7.2013</b>	<b>8.9.2013</b>	<b>3.10.2013</b>	<b>26.11.2013</b>
Tot-P	8,6	5,2	5,6	5,4	5,8	2,5	18,1
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1,9	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	11,2
<b>Fosfor</b>	<b>27.1.2014</b>	<b>4.3.2014</b>	<b>16.4.2014</b>	<b>10.5.2014</b>	<b>1.6.2014</b>	<b>18.6.2014</b>	<b>16.7.2014</b>
Tot-P	11,0	9,7	8,4	8,4	9,5	8,8	12
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,2	3,7	<2,0



Figur 48. Målte fosformengder i Spiketjern 17.6.13-16.7.14. På grafen er mindre enn tegnene (<) ikke brukt. Enhet på den loddrette aksen er µg/l.

Verdiene av tot-P er meget lave i 2013 men øker mye i november og holder seg noe høyere utover våren og sommeren 2014. Det som er interessant i november 2013 er også den høye verdien av fosfat som nå sannsynligvis frigjøres. Ifølge Forsberg (1965) har kransalg sjøer i gjennomsnitt 15 µg P/l (tot-P). Fosfatkonsentrasjonene er ellers meget lave. I kalksjøer kan fosfat felles med CaCO<sub>3</sub>, absorbert eller inkludert i apatitt som kan dannes under fotosyntesen. Kransalgene kan ta opp næringsalter av fosfor og nitrogen i overflatedeler (nitrat) og også fra rhizoidene som er nede i sedimentet (ammonium). Undersøkelser viser at nitratinholdet i vann kan være viktig for forekomsten av kransalger. Hvis fosfatinholdet er lavt og nitratinholdet er høyt kan fosfat begrense veksten og forbruket av nitrat. Det vil da være lite fosfor og mye nitrogen i vannet. Det er meget sannsynlig at fosfat har begrenset veksten mer eller mindre i hele vekstsesongen.

*Spirogyra*, som har dominert Spiketjern gjennom hele 2013 finnes som normalt inventar i kalksjøer, men oppblomstring av denne og nærstående trådalger er ikke vanlig i de fineste kransalg sjøene, som alle på Lauerplatået er. Dette skyldes at veksten normalt i slike sjøer er begrenset av tilgangen på næringsalter av de som er nevnt her. *Spirogyra* er ofte brukt som indikator på næringsrike sjøer (eutrofe sjøer)

hvor det er overskudd av fosfor og nitrogen. I Spiketjern har forholdene vært slik i 2013, og veksten av *Spirogyra* har eksplodert, sannsynligvis i siste del av mai frem mot 17.6.13, da jeg besøkte lokaliteten og fant den nesten helt gjenvokst med trådformede alger.

Fortsatt i november 2013 var det masse rester etter trådformede alger på bunnen. Utover i sesongen var det slik at de ulike kransalgene igjen etablerte seg med vekst, men dette kom sent i gang i forhold til "normale" forhold. Utover våren og sommeren 2014 er det fortsatt mye rester etter koblingsalgene, men det ser ut til at det minker noe utover i sesongen. Kransalgene kommer også og den 16.7.14 er tilstanden til alle kransalgeartene relativt god, men i de dypeste partiene har artene som vokser der mye påvekst av koblingsalger. Nitratmengde faller på grunn av planteveksten.

Sammendrag: Til tross for den store variasjonen gjennom året kommer vi gjennom året til verdier av både nitrogensaltene og fosforsaltene. Det fremgår av målingene at det er fosfat som begrenser veksten i Spiketjern.

#### SULFAT $\text{SO}_4^{2-}$ mg/l

Mesteparten av svovelet i innsjøer er bundet til sulfat, med konsentrasjoner på rundt 1-10 mg/l. Kilden er berggrunn eller luftforurensninger. Ved anaerobe forhold i sedimentene kan bakterier oksidere sulfatet slik at det dannes hydrogensulfid. Kalksjøene er for basiske til at det feller jern. Svovel er et viktig element i flere biologiske molekyler.

Tabell 16 over målte verdier for sulfat og datoer for prøvene.

17.6.13	29.6.2013	10.7.2013	26.11.2013
4,67	3,62	4,91	5,48

Svovel tilføres ferskvann gjennom luften eller stammer fra sulfider i kalkrike bergarter. Det meste av svovelet i vann er bundet i sulfat, som normalt har verdier mellom 1-10 mg/l. Svovel er viktig i proteiner. Planter bruker sulfat som svovelkilde.



## pH

pH-verdien er et mål på vannets innhold av hydrogenioner (H<sup>+</sup>) og angis på en logaritmisk skala fra 0-14. En pH-verdi på 7 indikerer nøytralt vann, mens pH-verdier under 7 er surt og pH-verdier over 7 er basisk. Fra NRV/NRA.

Tabell 17 over målte pH verdier og datoer for prøvene.

<b>13.7.1968</b>	<b>28.9.1969</b>	<b>10.9.2011</b>	<b>25.7.2013</b>	<b>8.9.2013</b>	<b>3.10.2013</b>	<b>26.11.2013</b>
8,3	7,8	7,7	7,8	8,2	8,2	7,4
<b>27.1.2014</b>	<b>4.3.2014</b>	<b>16.4.2014</b>	<b>19.5.2014</b>	<b>1.6.2014</b>	<b>18.6.2014</b>	<b>16.7.2014</b>
7,4	6,6	7,8	8,0	8,6	8,4	8,6

pH er målt med Hellige komparometer. Alle målte verdier av pH viser at vannet er alkalisk, noe som har sammenheng med hydrogenkarbonationet som gir basiske løsninger. Slikt vann har stor bufferkapasitet. Standard kransalg sjøene til Forsberg (1965) har pH på 8,0. Fortynning av vannmassene etter nedbør kan gi lavere pH. Dette er for eksempel tilfelle vinteren 2013/14. pH kan også variere som følge av fotosyntese, i og med at karbondioksid fjernes fra vannet.

## LEDNINGSEVNE $\mu\text{S/cm}$

Konduktiviteten måles i mS/m. Vannets konduktivitet (også kalt ledningsevne) er et mål på det totale saltinnholdet i vannet. F. eks vil kalsium og magnesium bidra til konduktivitetsverdien. Fra NRV/NRA.

Tabell 18 oversikt over målte verdier for ledningsevne og datoer for prøvene.

<b>13.7.1968</b>	<b>28.9.1969</b>	<b>10.9.2011</b>	<b>25.7.2013</b>	<b>8.9.2013</b>	<b>3.10.2013</b>	<b>26.11.2013</b>
200	250	360	190	280	390	270
<b>27.1.2014</b>	<b>4.3.2014</b>	<b>16.4.2014</b>	<b>10.5.2014</b>	<b>1.6.2014</b>	<b>18.6.2014</b>	<b>16.7.2014</b>
240	90	300	290	230	200	170

Ledningsevnen er målt med et Milwaukee, SM 301 EC meter, range 0-1990  $\mu\text{S/cm}$  og Martini EC 60 Meter, range 0- 20 mS/cm. Ledningsevnen er et mål for ioneinnholdet i vannet. Ifølge Forsberg (1965) har kransalg sjøene i Sverige en gjennomsnittlig ledningsevne på 350. Spiketjern variere mye i forhold til dette, noe som også har med fortynningsgrader å gjøre, for eksempel mye nedbør eller ved langvarig tørke. De målte verdiene for ledningsevne viser at Spiketjern er elektrolyttrikt.

## 7.1 SAMMENDRAG AV DE KJEMISKE PARAMETRENE.

Tabell 19. De kjemiske parametrene i Spiketjern

<b>Parameter</b>	<b>Spredning (antall målinger)</b>	<b>Middel</b>	<b>Forsberg 1965</b>
Kalsium mg/l	19,0 – 104,1 (14)	54	62
Klorid mg/l	1,2 - 4.82 (5)	3,2	11
Farge Pt mg/l	8 - 54 (14)	16	35
Tot – Fe µg/l	1,5 - 44.4 (10)	9	100
Karbon (TOC)	4.6 - 9.4 (5)	6,7	-
Tot-N µg/l	300 – 900 (12)	613	550
Ammonium µg/l	5- 350 (12)	66	-
Nitrat µg/l	5-720 (12)	221	-
Tot-P µg/l	2,5-18,1 (12)	8,5	15
Fosfat µg/l	1,5-11,2 (12)	2,7	1
Sulfat mg/l	3,62-5,48 (4)	4,6	55
pH	6,6 – 8,6 (14)	ca. 8,0	8,0
Ledningsevne µS/cm	90-390 (14)	247	350

Som man ser av sammendraget over har Spiketjern mye likhet med Forsbergs "average" kransalgesjø. Enkelte av faktorene er det mindre av i Spiketjern og noen er det mer av. Spiketjern er en flott *Chara*-sjø eller kransalgesjø.

## 8. SAMMENDRAG

Gjennom året er det stor variasjon i konsentrasjonen av både fosfor- og nitrogensaltene. Men når det ses i årsmiddel er det godt samsvar med Forsberg (1965) "average" kransalgesjøer (tabell 20). De målingene som er gjort viser også at det må være fosfatkonsentrasjonen som begrenser veksten av kransalger i Spiketjern. I 2013 ble de biologiske forholdene endret i Spiketjern i forhold til hva jeg har sett her tidligere. Tjernet var ved det første besøket fylt med matter av den trådformede grønnalgen *Spirogyra* som dominerende (koblingsalger). I forkant av dette var det denne våren store nedbørmengder i mai og juni. Dette kan ha tilført tjernet mye fosfor og nitrat fra omgivelsene. Forhøyet fosfat- og nitratinnhold har gitt gode vekstforhold for *Spirogyra* som normalt begrenses i kalksjøer på grunn av lavt innhold av disse næringssaltene. På observasjonsdagen er målingene av disse relativt lave ettersom de er brukt av algene. Gjennom hele vekstsesongen har disse algene mer eller mindre dominert tjernet ettersom de etter hvert har blitt liggende på bunnen. Kransalgens vekstsesong har blitt påvirket av denne algedominansen i retning av at kransalgene først har kommet i gang senere.

De flytende algeflakene som først ble observert sank etter hvert ned i vannet, noe helt til bunnen som ble dekket av disse. Ellers var det hele sommeren flak av algene i flere av vikene. Det er overraskende at nedbrytningen av algerestene tar så lang tid. I november lå de under is og nedbrytningen har sikkert fortsatt. Det var fortsatt rester etter trådalgene våren 2014 og utover sommeren men det var ingen tvil om at det etter hvert ble mindre av dette. Kransalgene skrantet utover høsten 2013 og tidlig vår i 2014. Men etter hvert kom kransalgene i gang og på den siste observasjonsdagen 17.7.2014 var forholdene ganske bra. Alle artene var nå fruktifiserende, bortsett fra *Chara aspera* som sjelden er det. I løpet av året ble det målt ganske stor spredning i de fleste målte parametrene. Denne variasjonen har ulike forklaringer – nedbør og fordampning som påvirker konsentrasjonene, luftforurensninger og tilførsel av humus og mineraler fra nedslagsfeltet, vekst av trådalger som har kommet ut av "kontroll" av en eller annen grunn osv. Mye av denne store variasjonen har også sammenheng med at Spiketjern er meget grunt, og av den grunn svært interessant, og det er egentlig merkelig at det har "bevart" formen og ikke har vokst helt igjen. Dette skyldes høyst sannsynlig vannets høye innhold av kalk som gjør leveforholdene for mange

organismer vanskelig. Organismer som kransalger klarer seg i slike miljøer. Med hele seks rødlistede arter har Spiketjern svært høy verdi.

Det kan godt tenkes at slike oppblomstringer av koblingsalger (*Spirogyra*) som jeg fant i Spiketjern i 2013 er noe som skjer regelmessig i slike grunne kransalgesjøer, men det foreligger ingen kjente observasjoner av noe slikt. Det er også koblingsalger i de tre andre kransalgesjøene på Lauar – platået, men det er heller ikke kjent slik oppblomstring i noen av disse heller. Dette må bety at noe riktig galt skjedde med "kontrollmekanismene" i Spiketjern dette året. Det er grunn til å anta at årsaken var stor tilførsel av næringssalter på et ugunstig tidspunkt våren 2013. Dette ga kraftig vekst av *Spirogyra*, så kraftig at store deler av tjernets vannoverflate ble dekket av matter med denne algen. Disse mattene skygger selvfølgelig for kransalgevegetasjonen på bunnen. Dette har påvirket veksten for flere av kransalgene, som delvis døde, og som når jeg prøvde å samle dem, gikk i oppløsning. Etter hvert sank algeteppene ned på bunnen og ble liggende som et porøst teppe på bunnen. Heldigvis dukket det etter hvert kransalger opp gjennom dette teppet og kransalgene fikk etablere seg i de dypeste partiene i tjernet. Etter hvert dannet de her store sammenhengende tepper av kransalger, så kransalgene er på ingen måte utryddet men bare hemmet i utviklingen. Det er mulig at alt dette ordner seg gjennom naturlige prosesser. Etter observasjonene i 2014 ser dette ut til å være tilfellet. Hvis det ikke er slik bør trådalgene fjernes fra bunnen, ved at de pumpes opp. Jeg mener at det er grunn til å følge utviklingen av Spiketjern fortsatt i noen år.

## 9. LITTERATUR.

- Forsberg, C. 1965. Environmental condition of Swedish charophytes. *Symb. Bot. Ups.* XVIII(4): 1-67
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjeseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken.
- Langangen, A. 1970. Characeer i Sør- Norge. Hovedfagsoppgave i botanikk. UiO.
- Langangen, A. 1992. Kransalgene på Lauar. Norges kransalger, Hefte 2. Oslo. 23 s. Ny utgave i 2004.
- Langangen, A. 2010. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. *Blyttia* 68: 17-46.
- Langangen, A. 2012a. Inventering av kalksjøer i Ringerike og Kongsberg kommuner i Buskerud fylke. Handlingsplan for kalksjøer. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. 3/12. 63 s.
- Langangen, A. 2012b. Inventering av sjøer på kalkområder i Nedre Eiker, Øvre Eiker, Kongsberg, Drammen, Modum og Lier kommuner i Buskerud fylke. (Rapport 16/12 til Fylkesmannen i Oppland, kalksjøprosjektet). 98 sider
- Langangen, A. 2013. Inventering av sjøer på kalkområder i Skien – Langesund området og Fen-feltet, Telemark (Rapport til Fylkesmannen i Oppland, kalksjøprosjektet). 72 sider.
- Langangen, A. 2014. Undersøkelse av noen innsjøer i Vestfold fylke (Rapport til Fylkesmannen i Oppland, kalksjøprosjektet) 50 sider.
- Langangen, A. & Mjelde, M. 2010. Handlingsplan for kalksjøer. Faktaark for viktige arter av kransalger og tjønnaks. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. nr. 3/10, 39.s.
- Lien, A.M., Østbye, K. & Østbye, E. 1996. Grottemarflo- et krepsdyr som har tilpasset seg grotteliv. *Skrimområdets historiekrønike*. Hefte nr. 10. s. 1-17.
- Mjelde, M., Langangen, A., Bækken, T., Pedersen, T. & Gausemel, S. 2010. Handlingsplan for kalksjøer. Veileder for inventering i kalksjøer. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapp. Nr. 4/10, 19 s.

Mjelde, M., Langangen, A. & Edvardsen, H. 2012. Utredning av miljøkrav for kransalger og tjønnaks i kalksjøer. NIVA rapport L. nr. 6450-2012.

Tronhus, S. 2013. Tiltaksplan for kalksjøer. Tiltaksutredning av utvalgte kalksjølokaliteter i Buskerud, Telemark og Vestfold fylker. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen.

Økland, J. & Økland, K.A. 2006. Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø. 2. utgave. Forlaget Vett & Viten. 201 s.