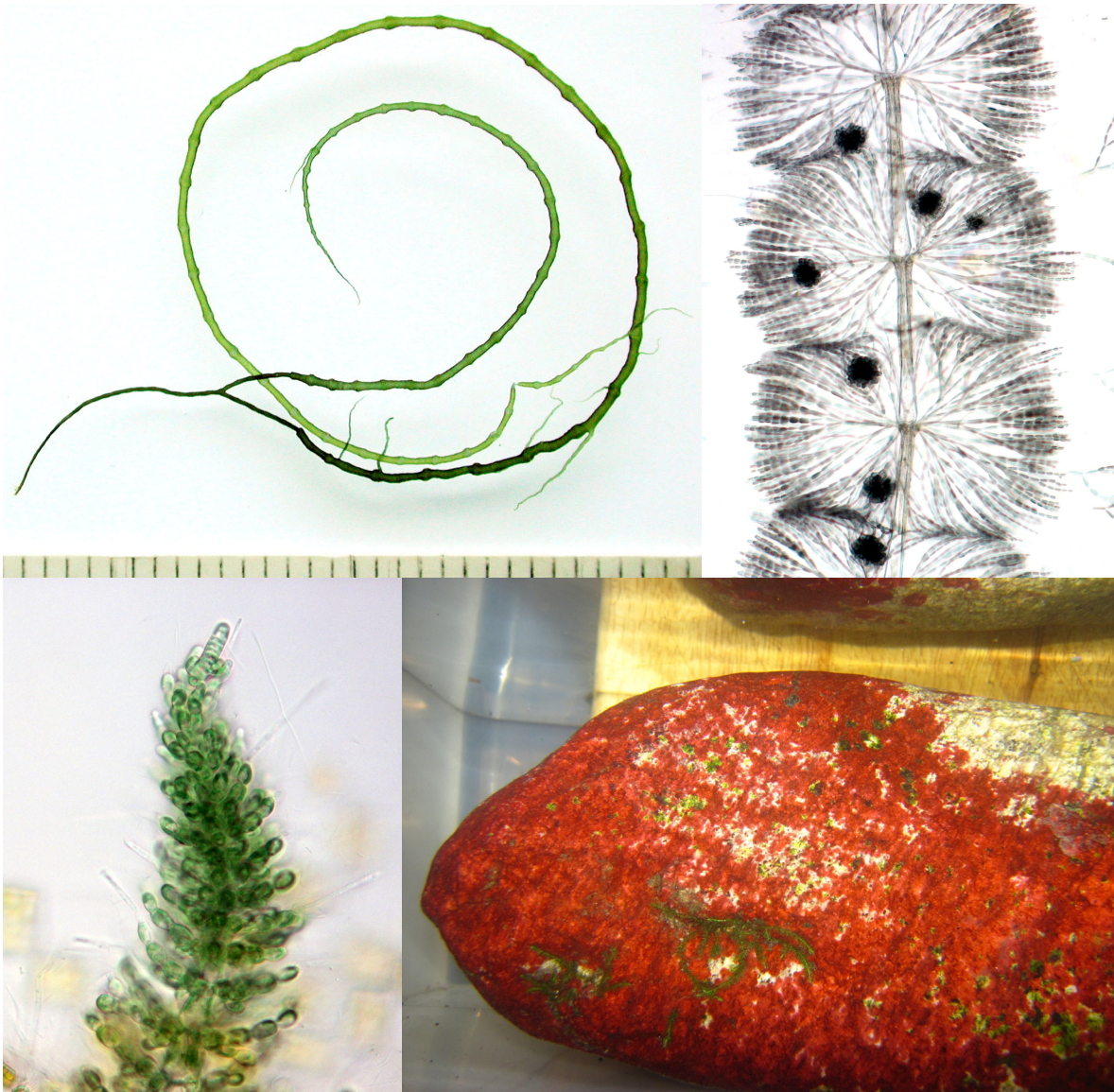




Ferskvannsrødalger i Norge Kunnskapsstatus med oversikt over arter i Norge og Norden



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Ferskvannsrødalger i Norge Kunnskapsstatus med oversikt over arter i Norge og Norden	Løpenr. (for bestilling) 6140-2011	Dato 29. mars 2011
	Prosjektnr. Undemr. O-29427	Sider Pris 84
Forfatter(e) Jan Rueness, <i>Universitetet i Oslo</i> Eli-Anne Lindstrøm, <i>NIVA</i> Maia Røst Kile, <i>NIVA</i>	Fagområde Taksonomi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Artsdatabanken	Oppdragsreferanse ADB21-09 Prosjekt 70184208
------------------------------------	--

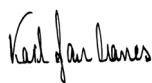
Sammendrag.

Rapporten omhandler rødalger i ferskvann, en liten gruppe sett i forhold til rødalger i marint miljø. Rapporten bygger på felt- og laboratorieundersøkelser gjort i prosjektperioden (2009-2010). Den sammenfatter tidligere kunnskap om organismegruppen i Norge og Norden, og presenterer "state of the art" når det gjelder taksonomien for de i alt ca 30 omtalte artene. Ikke alle er påvist i norsk flora, men det er rimelig å anta at de fleste vil kunne påvises i Norge ettersom flere vann og vassdrag blir undersøkt. Det er gitt en detaljert beskrivelse og dokumentasjon av de arter som er funnet i prosjektperioden. En art, *Hildenbrandia rivularis*, er ny for Norge. For to arter i slekten *Batrachospermum* (*B. gelatinosum*, *B. helminthosum*) er det gjennomført "DNA barcoding". Det er et stort behov for en kritisk revisjon av taksonomien innen enkelte grupper, bl.a. slekten *Lemanea*, og for videre undersøkelser av rødalger i ferskvann. Mange arter er spesifikke i sine krav til voksested, og kan tjene som indikatorarter. Noen er meget sjeldne. Bare videre undersøkelser kan avdekke om vi har disse sjeldne artene i Norge. Det innsamlede materiale og belegg av registrerte arter er deponert ved Universitetet i Oslo.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Ferskvann	1. Freshwater
2. Rødalger	2. Red algae
3. Taksonomi	3. Taxonomy
4. Økologi	4. Ecology



Prosjektleder



Karl Jan Aanes

Forskningsleder



Seniorrådgiver

ISBN 978-82-577-5875-2

Ferskvannsrødalger i Norge

Kunnskapsstatus over arter i Norge og Norden

Forord

Denne rapporten er et resultat av prosjektet "Ferskvannsrødalger i Norge" finansiert av Artsdatabanken under Artsprosjektet i 2010 (ADB21-09, prosjekt 70184208). Rapporten bygger på felt- og laboratorieundersøkelser gjort i prosjektperioden, men sammenfatter også tidligere kunnskaper om rødlager i Norge og Norden, og presenterer "state of the art" når det gjelder taksonomien for de i alt ca 30 arter som er omtalt. Formålet med rapporten er at den skal tjene som en plattform, som senere undersøkelser av rødalger i norske ferskvann kan bygge på. Vi mener, på bakgrunn av den erfaring og kunnskap som prosjektet har gitt, at det fremdeles er et stort behov for at undersøkelser av rødalger i ferskvann videreføres.

Jan Rueness (Prof., Biologisk Institutt, UiO) har stått for hoveddelen av det taksonomiske arbeidet og har tatt de fleste mikroskopbildene. Eli-Anne Lindstrøm har hatt ansvar for feltarbeidet og innsamling av algemateriale. Hun har også innhentet og systematisert data om rødalge-lokalitetene og om vannkvalitet. For å etablere prosjektet så Artsdatabanken det som en forutsetning at kunnskapen om denne organismegruppen videreføres til yngre krefter. I den anledning ble Maia Røst Kile knyttet til prosjektet og ansatt i en 20 % stilling ved NIVA. Hun har i prosjektperioden deltatt i alle deler av arbeidet, i laboratoriet, ved innsamling av algemateriale, og ved utarbeidelse av rapporten. Eli-Anne Lindstrøm har vært saksbehandler for prosjektet og Karl Jan Aanes (forskningsleder ved NIVA) har vært prosjektleder for Maia Røst Kiles engasjement ved NIVA.

Vi fant det mest hensiktsmessig å rapportere arbeidet vårt om rødalger i ferskvann som en felles rapport for NIVA og Universitet i Oslo og trykke den i NIVA's rapportserie.

Artsdatabanken og Artsprosjektet (ved Ingrid Salvesen) takkes for støtten vi har mottatt til undersøkelsene. Alt laboratoriearbeid har foregått ved Biologisk institutt (Universitetet i Oslo) og vi takker for bruk av laboratorier, i særdeleshet overingeniør Sissel Brubak for tilgang og hjelp på DNA-laboratoriet. Vi takker også for imøtekommenhet og tilsendte kjemidata fra kommuner, fylkenes miljøvernmyndigheter, Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune og andre. Vi takker også kolleger ved NIVA for rødalgeprøver samlet i prosjektperioden og Torulv Tjomsland for hjelp med framstilling av kart.

Oslo, 29. mars 2011

Eli-Anne Lindstrøm

Innhold

Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Rødalgenes systematiske plassering blant eukaryote organismer	8
1.2 Kort om rødalgenes reproduksjon og livssyklus, med spesiell vekt på rødalger i ferskvann.	9
1.3 Rødalgenes morfologi	11
1.3.1 Encellede	11
1.3.2 Pseudofilamenter	11
1.3.3 Uniseriate, forgrenete filamenter	11
1.3.4 Pseudoparenkymatisk, uniaksial tallustype (sentralaksetypen)	12
1.3.5 Pseudoparenkymatisk, multiaksial tallustype	12
1.3.6 Parenkymatisk tallus	12
1.4 Molekylær systematikk	12
1.5 Tidligere undersøkelser av ferskvannsrødalger i Norge og Norden	13
1.6 Belegg i norske samlinger	14
1.7 Dagens status for systematikk og artsavgrensning innen ferskvannsrødalger	16
2. Materiale og metoder	17
2.1 Feltarbeid/innsamling av prøver	17
2.2 Laboratorieanalyser	17
2.3 Materiale	17
2.4 Molekylære metoder	18
3. Ferskvannsrødalger observert i Norge og arter som er kjent fra Norden og kan forekomme i Norge	19
4. Utbredelse og økologi	63
4.1 Mangfold og utbredelse i Norge og Sverige	63
4.2 Habitat	66
4.3 Lys og temperatur	68
4.4 Sesongvariasjon	69
4.5 Vannkvalitet	69
5. Litteratur	72
Vedlegg A. DNA-sekvenser	77
Vedlegg B. Vannkjemiske data	78
Vedlegg C. Lokalteter med funn av rødalger.	80

Sammendrag

Rødalger og grønnalger er de eldste eukaryote organismer med fotosyntese. I en moderne fremstilling av fylogenen hos eukaryote organismer danner rødalgene og grønnalgene (og derav avledete moser og planter) en av hovedgruppene: Planteriket (Archaeplastidae). Rødalgene omfatter i alt ca 6000 arter hvorav bare 150 er begrenset til ferskvann. Noen få rødalger kan forekomme i både ferskvann og marine miljøer. Den systematiske inndelingen av rødalgene har gjennomgått dramatiske revisjoner de siste 40 år og særlig de siste 20 år etter at DNA-sekvensdata fra stadig flere taksa og deler av algenes genomer er kartlagt.

Rapporten omhandler rødalger i ferskvann, en liten gruppe sett i forhold til rødalger i marint miljø. Den bygger på felt- og laboratorieundersøkelser gjort i prosjektperioden, men sammenfatter også tidligere kunnskap om organismegruppen i Norge og Norden, og presenterer "state of the art" når det gjelder taksonomien for de i alt ca 30 arter som er omtalt. Ikke alle disse er påvist i norsk flora, men det er rimelig å anta at de fleste vil kunne påvises i Norge ettersom flere vann og vassdrag blir undersøkt. Hovedvekten er lagt på flercellede former. Et lite antall encellede former er nevnt, men ennå ikke påvist i Norge.

Vi gir en forholdsvis detaljert beskrivelse av organismegruppen generelt, og av de metoder og karakterer som legges til grunn for en sikker artsidentifikasjon. Det gjelder også molekylære metoder som "DNA barcoding" som er gjennomført for to av artene, *Batrachospermum helminthosum* og *B. gelatinosum*.

Det er også gitt en detaljert beskrivelse og dokumentasjon av de arter som er funnet i prosjektperioden. En art, *Hildenbrandia rivularis*, er ny for Norge. De øvrige er trolig funnet tidligere, men ikke godt dokumentert. For å dokumentere våre funn er det tatt bilder (også i mikroskop), presset planter for herbariebelegg, laget faste preparater og preservert prøver. Materialet vil bli oppbevart ved Biologisk institutt (Universitet i Oslo) inntil en god ordning for kuratering av alger ved et Botanisk museum er etablert i Norge.

Fortsatt er det stort behov for en kritisk revisjon av taksonomien innen enkelte grupper, for eksempel slekten *Lemanea*. Denne slekten vokser i rennende vann i hele Norge, men taksonomien på artsnivå er ennå ikke utredet. Vi mener, basert på vår nåværende erfaring og kunnskap, at det er stort behov for at studier av ferskvannsrødalger i Norge videreføres. Noen arter er trolig meget sjeldne og kan være kandidater for rødlisting. Mange er dessuten svært spesifikke i sine krav til habitat og vannkvalitet og kan tjene som miljøindikatorer.

Det er laget kart som viser hvor det er samlet rødalger i prosjektperioden (ca 170 lokaliteter) og hvor 13 av artene er funnet. Dette er ikke utbredelseskart, vår undersøkelse omfatter bare en liten del av norsk vassdragsnatur. I generelle trekk viser våre funn av rødalger i Norge samme mønster i forhold til utbredelse og vannkvalitet som i Sverige.

Summary

Title: Freshwater red algae in Norway. State of knowledge for Norway and the Nordic countries

Year: 2011

Author: Rueness, J., Lindstrøm, E.-A. & Kile, M.R.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5875-2

Red and green algae are the oldest eukaryote organisms with photosynthesis. In a modern presentation of the phylogeny of eukaryote organisms, the red and green algae constitute the basis for one of the main groups: The Plants (The Archaeplastidae). The red algae comprise 6000 species, of which only 150 are restricted to freshwater. A few red algae may live in both freshwater and marine environments. The systematic classification of red algae has undergone dramatic revisions over the last 40 years and particularly during the last 20 years, after DNA-sequence data from an increasing number of taxa have been analyzed.

This report treats red algae in freshwater, a small group compared to red algae in the marine environment. It is based on field- and laboratory investigations conducted during the project period. The report also includes previous knowledge about this group of organisms in Norway as well as the Nordic countries and it presents “the state of the art” concerning taxonomy for the about thirty species mentioned here. Not all have been observed in Norway, but it is reasonable to believe that most of them might be found, when more watercourses are investigated. The main emphasis is on multicellular forms. A small number of unicellular forms are mentioned, although they are so far not recorded in Norway.

We give a description of the freshwater red algae in general, and the methods and characters that are used for a reliable identification. We also describe molecular methods, such as “DNA barcoding”, that have been carried out for two of the species, *Batrachospermum gelatinosum* and *B. helminthosum*.

A detailed description and documentation of the species found during the project period is given. One species, *Hildenbrandia rivularis*, is new to Norway. The others have most likely been observed before, but are not properly documented. Specimens investigated in the present study are deposited at Department of Biology (University of Oslo) as herbarium specimens, liquid-preserved samples and permanent microscopic slides. In addition, photographic documentation of most taxa recorded are presented in the present report. The material will be archived at the University of Oslo until a satisfactory arrangement for history collection of algae has been established in Norway.

Critical revisions of the taxonomy are still needed within certain groups of red algae, amongst others the genus *Lemanea*. This genus is present in running water localities all over Norway, but the taxonomy at species level is still not resolved. Based on our present experience and knowledge, we recommend continued investigations of freshwater red algae in Norway. Some species appear to be very rare and others are specific in relation to habitat and water quality and may serve as environmental indicators.

A map shows the localities (approximately 170) where we collected red algae during the project. Other maps show where 13 of the species were found. The maps do not give the full distribution of these species in Norway. The number of records will most probably increase as more watercourses are studied. In general, our findings of red algae in Norway show a similar pattern in relation to distribution and water quality as that reported in Sweden.

1. Innledning

1.1 Rødalgenes systematiske plassering blant eukaryote organismer

Rødalger og grønnalger er de eldste eukaryote organismer med fotosyntese. Begge organismegrupper fikk fotosyntese gjennom en prosess som betegnes primær endosymbiose. Det vil si at en opprinnelig frittlevende cyanobakterie for omlag 1,5 milliard år siden ble tatt opp i cellene til en organisme uten fotosyntese (heterotrof). Gradvis mistet cyanobakterien sin autonomi og utviklet seg til kloroplaster i cellene. Andre algegrupper, som brunalger og diatomeer, fikk sine kloroplaster på tilsvarende vis gjennom sekundær endosymbiose. Det vil si ved at en organisme uten fotosyntese, tok opp i seg en encellet rødalge som gradvis ble til kloroplast.

Rødalgene inneholder de samme fotosyntesepigmenter som cyanobakterier: klorofyll a, som alle andre alger og grønne planter, og i tillegg forekommer det blå pigmentet fykocyanin og det røde fykoerythrin. Rødalgenes farge er, som navnet sier, preget av at fykoerythrinet vanligvis dominerer. Men hos mange av rødalgene i ferskvann, er det klorofyll og fykocyanin som dominerer, slik at disse algene kan ha grønn til blågrønn farge i forskjellige nyanser. Det forekommer også en rekke karotenoider som bidrar med gul-brune fargenyanser.

I en moderne fremstilling av fylogien hos eukaryote organismer, som i **(Figur 1)** fra Baldauf (2008), danner rødalgene og grønnalgene (og derav avledete moser og karplanter) en av hovedgruppene; Archaeplastida eller Planteriket. Andre store algegrupper, som for eksempel brunalger og diatomeer, finner vi innen Stramenopiles.

BALDAUF: Phylogeny and diversity of eukaryotes 265

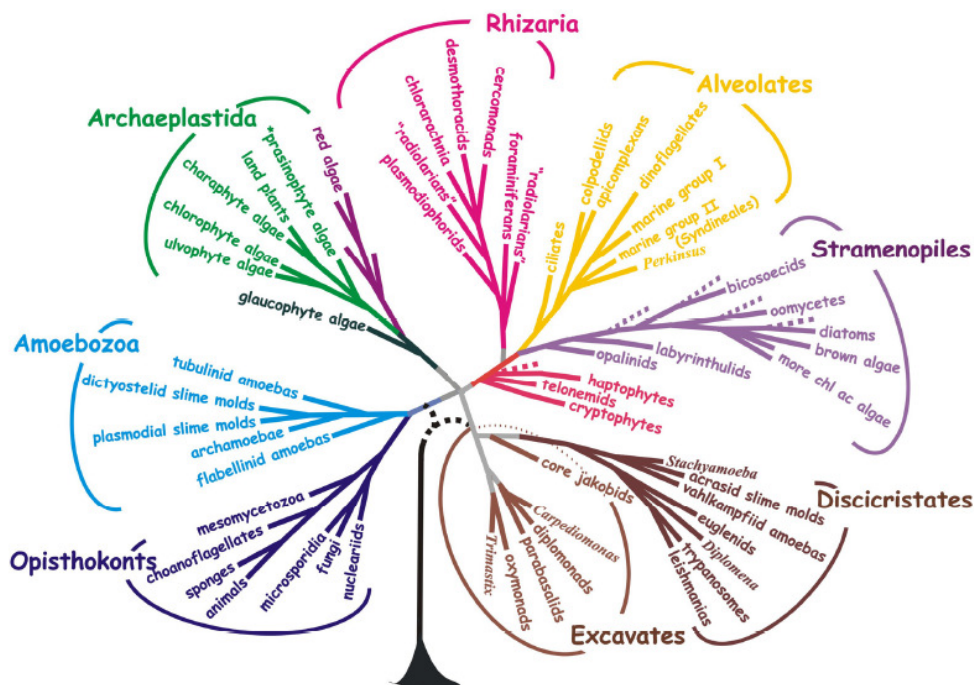


Fig. 1. A consensus phylogeny of the major groups of eukaryotes based on published molecular phylogenetic and ultrastructural data (adapted from Baldauf, 2003). Dotted lines indicate positions of major lineages of Stramenopiles known primarily from cPCR (Massana et al., 2006). The two currently proposed positions for the eukaryote root are also indicated.

Rødalgene omfatter i alt ca 6000 arter, hvorav bare ca 150 av artene er begrenset til ferskvann. Noen få arter kan forekomme i begge miljøer. Tallene som oppgis over antall arter er imidlertid langt fra sikre av grunner som er diskutert nedenfor.

Den systematiske inndelingen av rødalger har gjennomgått dramatiske revisjoner de siste 40 år, og særlig de siste 10 år etter at DNA-sekvensdata fra stadig flere taksa og deler av algenes genomer er analysert. I den tradisjonelle rødalgesystematikken (Kylin 1956) ble det regnet med to klasser og i alt 10 ordener, mens det i en moderne syntese av tilgjengelige data i dag (Verbruggen *et al.* 2010), skilles mellom hele 7 klasser. Den ene av disse klassene (Florideophyceae) har 5 underklasser, og i alt 33 ordener. En slik inflasjon av antall taksa på høyere systematisk nivå er hva en vil forvente innen en systematisk gruppe som rødalger med en evolusjonær historie på mer enn en milliard år. Ferskvanns-rødalger er representert innen flere av de 7 klassene, men de aller fleste makroskopiske artene hører til klassen Florideophyceae, underklasse Nemaliophycidae og ordenen Batrachospermales. Denne ordenen omfatter utelukkende rødalger i ferskvann.

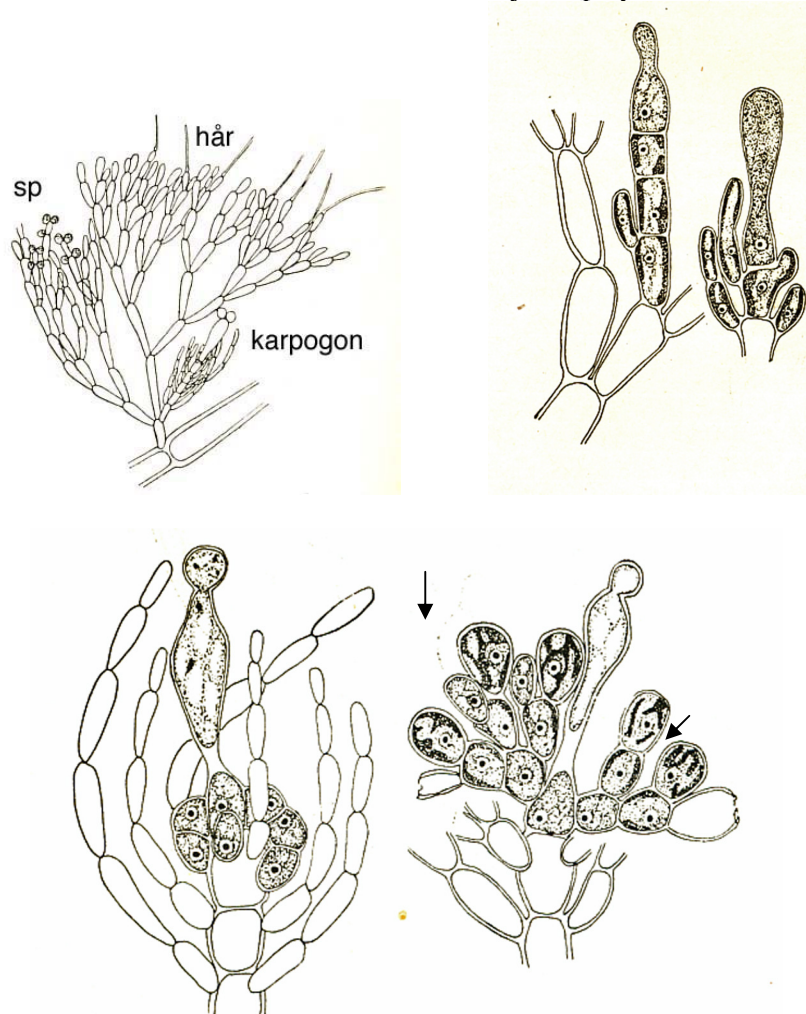
Systematikken på artsnivå (og nivåer under art: underart, varietet, form) har i likhet med systematikken på høyere systematisk nivå vært gjenstand for store endringer med tiden. De fleste artene ble beskrevet på 1700- og 1800-tallet og følger den botaniske nomenklaturkoden (ICBN), der år 1753 (førsteutgaven av Linnés: *Species Plantarum*) er satt som startpunkt. Det betyr at den eldste gyldige beskrivelse av en art etter dette året skal gis prioritet når samme art er beskrevet flere ganger under ulike navn. Artsbegrepet har endret seg mye med tiden. I den eldre litteraturen ble de ulike former innen en formvariabel art, ofte gitt rang av distinkte arter. Mens en i dag er mer klar over at formvariasjon kan være bestemt av miljøforhold, alder og årstid. Den miljøbestemte variasjonen innen arten kalles fenotypisk plastisitet. Det betyr at mange tidligere ”gode” arter er blitt overflødige med en tilsvarende oppsamling av mange synonymymer. På den annen side er det i de senere årene, med større vekt på et fylogenetisk artsbegrep, blitt klart at det er mange eksempler på kryptiske arter (sibling species). Det er arter som til tross for stor morfologisk likhet, representerer genetisk vidt atskilte arter. Slikt oppstår fordi rødalger med en relativt enkel morfologi har utviklet de samme former flere ganger gjennom såkalt konvergent utvikling.

En av de egenskaper som setter rødalgene i en særstilling er mangel på flageller (og centrioler) i alle stadier. Sporer og gameter er alltid ubevegelige. Den seksuelle formeringen hos rødalger er også svært spesialisert, og det brukes mange spesialtermer som er reservert for bruk om rødalger. Den klassiske rødalgesystematikken ble grunnlagt av tyskeren Schmitz (1889) og videreført av svensken Harald Kylin (1956). En av hjørnesteinene som denne systematikken hviler på, er variasjoner i kjønnnet formering og livssyklus. Dette er fortsatt viktige karakterer fordi det er stabile karakterer som er lite påvirket av det ytre miljø.

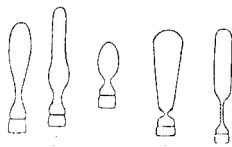
1.2 Kort om rødalgenes reproduksjon og livssyklus, med spesiell vekt på rødalger i ferskvann.

Alle rødalger med kjønnnet formering har oogami. Eggcellen kalles karpogon og er endecellen i en mer eller mindre spesialisert gren (karpogongren) De hannlige gameter kalles hos rødalger spermatier og utvikles i spermatangier (antheridier) som hver inneholder bare en spermatie. Denne er fargeløs og uten egenbevegelse, og føres passivt med vannbevegelsen til den støter på et karpogon. Karpogonet innen klassen Florideophyceae er spesielt utformet med en utdradd spiss (trichogyne) som tjener til å fange opp spermatier (**Figur 2**). Karpogongrenens plassering og karpogonets, særlig trichogynens form (**Figur 3**), er blant de viktigste systematiske karakterer som brukes for å skille arter innen slekten *Batrachospermum* (slinke).

Noen arter utvikler spermatangier og karpogoner på samme individ og er samkjønnete (monøsiske), mens andre arter har separate hann- og hunnplanter og er særkjønnete (diøsiske). Det er også eksempler på arter som har noen individer som bare utvikler det ene kjønn, og andre individer som utvikler begge kjønn, men da ofte med overvekt av det ene kjønn (polyøsiske).



Figur 2. Fra Kylin (1917). Figuren viser *Batrachospermum gelatinosum* før og etter befruktning. Arten er monøsiske (samkjønnet). Øverst til venstre ser en et kransskudd med både hannlige (sp) og hunnlige gametangier (karpogon). En ser også terminale hår som er karakteristiske for arten. De øvrige figurene viser karpogonet før og etter befruktningen frem til dannelse av karposporer (pil). På flere av figurene ser en rester av spermatier ytterst på trichogynen.



Figur 3. Trichogynens form er en viktig systematisk karakter. Den kan være, kølleformet, urneformet, ellipsoid, omvendt kjegleformet og stilket sylindrisk (etter Kylin 1912).

Etter at det har skjedd en befruktning skjer det en utvikling som er unik for rødalger. Hos andre alger vil det befruktete egg (zygoten) frigjøres fra morplanten. Hos rødalger vil den befruktete eggcellen dele seg og utvikle seg til noen diploide celletråder (gonimoblaster) som utvikles på hunnplanten som en kompakt, diploid celleklump som kalles for karposporofytt. Hos *Batrachospermum* omdannes endecellen på den korte gonimoblast-cellerrekken til et sporangium som inneholder en spore (karpospore). Hos slekten *Lemanea* omdannes hver celle i gonimoblast-cellerrekken til et karmo-

sporangium, slik at en ser en kjede av sporangier med en karpospore i hvert sporangium. Hele karposporofytten produserer derved et hundretalls karposporer som frigjøres fra morplanten. Slik kan en enkel befruktning resultere i et stort antall genetiske kopier av zygoten. Det har vært foreslått at denne ”zygoteforsterkningen” er en evolusjonær følge av rødalgenes ubevegelige spermatier.

Karposporenes videre utvikling etter at de er frigjort kan variere, avhengig av systematisk tilhørighet. Innen ordenen Batrachospermales spirer karposporene til et diploid spiringstadium (protonema) som består av uniseriate forgrenete filamenter. På disse filamentene kan det utvikles monosporer, som tjener til en ukjønnet formering av dette stadiet. På grunn av den store likheten mellom dette småvokste spiringsstadium og slekten *Audouinella* (tidligere *Chantransia*), brukes betegnelsen *Chantransia*-stadium (eller *Pseudochantransia*). Under bestemte miljøbetingelser skjer det en overgang fra det diploide spiringsstadium (*Chantransia*-fasen) til den makroskopiske, haploide gametofyttfasen (dvs *Batrachospermum* eller *Lemanea*). Dette skjer ved at en celle (kjerne) gjennomgår en meiotisk deling (somatisk meiose) slik at det dannes 4 haploide celler (kjerner). Fra en av de haploide cellene utvikles en ny gametofyttgenerasjon (haploid). De to stadiene vil da i begynnelsen ofte henge sammen.

1.3 Rødalgenes morfologi

1.3.1 Encellete

Dette er den enkleste tallusformen hos rødalger og er representert innen flere klasser. Klassen Cyanidiophyceae omfatter utelukkende encellete former som er representert i ekstremt miljø som varme kilder med surt vann. Encellete arter som kan finnes i norsk natur hører til klassen Porphyridiophyceae og slekten *Porphyridium*. Cellene danner et gelatinøst overtrekk på fuktig fjell og mur på skyggefulle steder. Det er ingen sikre angivelser av arter i denne slekten fra Norge, men *Porphyridium purpureum* (= *P. cruentum*) er oppgitt fra Sverige og Danmark.

1.3.2 Pseudofilamenter

Eneste representant for denne typen av rødalger i norske ferskvann er *Chroodactylon ornatum* (*Asterocytis ramosa*) innen klassen Stylonematophyceae (se nedenfor). Cellene henger løst sammen og danner uregelmessig forgrenete cellerekker. Cellene er ikke forbundet med en poreforbindelse (pit - connection) slik som typisk for rødalger i klassen Florideophyceae.

1.3.3 Uniseriate, forgrenete filamenter

Dette er en algetype der cellene henger sammen i enkle, forgrenete cellerekker. Det er aldri mer enn en celle i bredden (kalles monosifon eller uniseriat) og cellene er forbundet med en mikroskopisk poreforbindelse (pit-connection) som bare er synlig etter farging. Hos noen arter kan det være en differensiering i krypende og opprette cellerekker (heterotrich organisasjon). De fleste artene i denne gruppen er småvokste og sjelden mer enn 1-3 cm høye. Systematisk hører algene til klassen Florideophyceae. Formeringen skjer vanligvis med monosporer. De norske artene av denne tallustypen plasseres i ordenen Acrochaetiales og i slekten *Audouinella* (tidligere *Chantransia*). En svært sjelden art som er funnet en gang i Sverige, og som det derfor er viktig å være oppmerksom på i Norge, er *Balbiania investiens*. (se nedenfor).

Til forveksling lik arter av *Audouinella* er diploide spiringsstadier (protonema) av arter i ordenen Batrachospermales. Dette stadiet i livssyklus kalles *Chantransia*-fase (eller *Pseudochantransia*). Det er bare i noen få tilfeller at en kan si hvilken art av *Batrachospermum* eller *Lemanea* et bestemt *Chantransia*-stadium henger sammen med. Det er beskrevet mange *Chantransia*-stadier som formelt har vært klassifisert som arter i slekten *Audouinella*. Felles for alle disse er at de i motsetning til ekte *Audouinella*-arter har en blågrønn til stålgrå farge, og mangler alltid gametangier. I dagens takso-

nomiske praksis benyttes det gamle slektsnavnet *Chantransia* for disse, og artene behandles som ”form-taxa”.

1.3.4 Pseudoparenkymatisk, uniaksial tallustype (sentralaksetypen)

Pseudoparenkymatisk betyr falsk (tilsynelatende) cellelev og er den vanligste tallustypen hos rødalger. Den kan lett avledes fra den foregående ved at uniseriate, forgrenete celletråder slutter seg tett sammen til et mer eller mindre kompakt tallus. Hos uniaksiale, pseudoparenkymatiske alger, er det en hovedakse som utgjør stammen i konstruksjonen, og denne har sidegrener som igjen slutter seg tett sammen. *Batrachospermum* og *Lemanea* er typiske eksempler på denne typen.

1.3.5 Pseudoparenkymatisk, multiaksial tallustype

Denne tallustypen oppstår ved at mange uniseriate celletråder slutter seg tett sammen til et kompakt tallus, men uten å være orientert om en sentralakse. Det er bare ett eksempel blant rødalger i ferskvann, og det er den skorpeformete algen *Hildenbrandia rivularis* (se nedenfor).

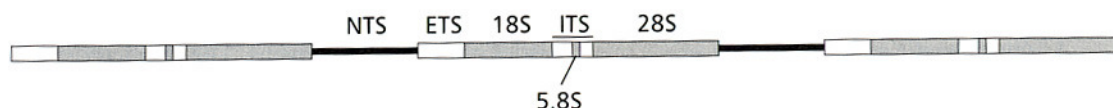
1.3.6 Parenkymatisk tallus

Når celler deler seg i flere retninger oppstår et ekte cellelev (parenkym). Dette er en sjelden tallustype hos rødalger, og det eneste eksempelet blant rødalger i ferskvann er *Bangia atropurpurea*. Utviklingen starter som en uniseriat cellerekke, der cellene etter hvert deler seg i flere retninger slik at det tilslutt oppstår kompakte celletråder med flercellet tverrsnitt.

1.4 Molekylær systematikk

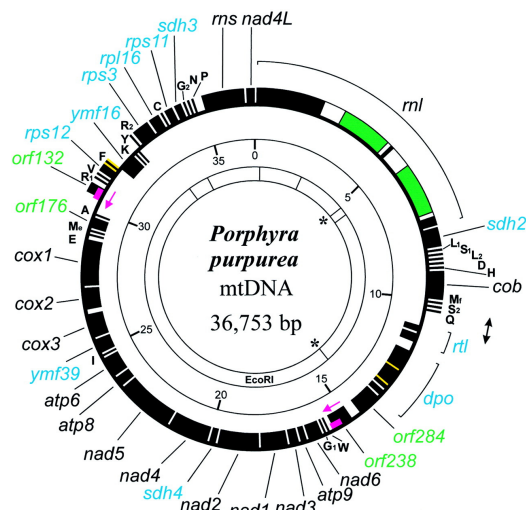
Som i all biologisk systematikk har DNA-sekvensering og fylogenetisk analyse gjennom de siste 30 årene ført til omfattende revisjoner av systematikk på alle taksonomiske nivåer fra Phylum til art. Til og med innenfor grensene av en art, har en kunnet studere genetisk differensiering som kan belyse artenes geografiske spredningshistorie (fylogeografi).

Ulike områder av algenes tre genomer (nukleært, plastidalt og mitokondrielt) blir sekvensert. Noen områder har meget lav evolusjonsrate og er best egnet for analyse av slektskapsforhold på høyere systematisk nivå. Det gjelder særlig nukleære gener som koder for ribosomalt RNA (18 S = SSU og 28 S = LSU). Hos rødalger har dessuten sekvenser av kloroplastgenet *rbcL* hatt stor betydning i rødalgesystematikken. I dag velges helst en multi-gen analyse. På artsnivå er det gener med en høyere evolusjonsrate (mutasjonsfrekvens) som benyttes. Det kan være ikke-kodene ”spacere” av ribosomale gener (ITS, **Figur 4**), den plastidale Rubisco spacer som forbinder stor og liten subenhet av Rubiscogenet (*RbcL* – *RbcS*) og den mitokondrielle ”spacer” som forbinder cytochrom c subenhet 2 og 3 (*cox 2-3* spacer). (**Figur 5**)



Figur 4. Figuren viser skjematisk organiseringen av det ribosomale cistronet med avvekslende kodende områder og spacere som tandem repeterte enheter.

Det mitokondrielle genom hos rødalgen *Porphyra* (**Figur 5**) ble fullstendig kartlagt for mer enn 10 år siden (Burger *et al.* 1999). Det har gjort det enklere å designe ”primere” som er nødvendig for å kunne sekvensere bestemte målområder av det mitokondrielle genomet som for eksempel *cox 2-3* spacer og DNA barcoding området COI (*cox 1*).



Figur 5. Det mitokondrielle genom hos røddalgen *Porphyra* etter Burger *et al.* (1999).

DNA-barcoding (strekkode)

I 2003 ble det første gang foreslått å benytte DNA sekvenser som ”taxon barcode” for identifikasjon av arter (Hebert *et al.* 2003). Det ble vist at sekvenser av det mitokondrielle cytokrom c oxidase I genet (forkortet COI eller cox1) var egnet for formålet etter utprøving på et stort antall og et bredt utvalg av fauna. For røddalger foretok Saunders (2005) en tilsvarende utprøving etter å ha designet egnete primere. Den aktuelle gensekvensen er 664 bp (basepar). Fra 2006 har metoden vært utprøvd på stadig flere røddalger, bl.a. marine røddalger som holdes i kultur ved UiO. De første COI-sekvenser fra røddalger i ferskvann ble publisert av Sherwood *et al.* (2008), og de første data fra europeisk materiale er innvunnet gjennom dette prosjektet (Rueness 2010). I de siste årene er det satset stort på å gjennomføre DNA barcoding som en del av kartleggingen av biologisk mangfold, både gjennom et stort internasjonalt program (iBOL, International Barcode of Life) med mange nasjonale noder (bl.a. det norske NorBOL). Erfaringene så langt med å benytte COI som gen for ”DNA barcoding” hos røddalger er positive, i den forstand at variasjonen innen en art i de aller fleste tilfeller er små (< 1 %), og med et klart ”barcode gap” mellom arter (ofte >5 %).

1.5 Tidligere undersøkelser av ferskvannsrøddalger i Norge og Norden

Det som er kjent om røddalger i ferskvann fra norske områder er ytterst sparsomt. Funn av enkelte arter er nevnt i eldre floristisk litteratur, men det foreligger ingen spesialstudier eller noen samlet fremstilling for denne organismegruppen. Et stort observasjonsmateriale fra ulike deler i landet er kommet i stand gjennom Norsk institutt for vannforskning sin virksomhet med observasjoner av fastsittende alger i ferskvann. Dette materiale er til dels inkludert i denne rapporten.

Sverige har en lang tradisjon i algestudier med C.A. Agardh og J.G. Agardh som to store internasjonale størrelser gjennom 1800-tallet. Harald Kylin var en like betydningsfull algeforsker i første halvdel av 1900-tallet, og en av grunnleggerne av moderne røddalgesystematikk manifestert ved hans store monografi ”Die Gattungen der Rhodophyceen”, publisert posthumt i 1956. Kylins røddalgearbeider er hovedsakelig om marine røddalger, men han publiserte en viktig studie av svenske arter av slekten *Batrachospermum* (Kylin 1912) der han beskriver 14 arter i slekten, hvorav 2 var nye for vitenskapen. Han beskriver også en ny slekt, *Sirodotia* med en art *S. suecica*. Han beskrev også reproduksjonsbiologien i detalj hos arten *B. gelatinosum* (Kylin 1917). Hovedkilden for kunnskap om ferskvannsrøddalger i Sverige er Israelson (1942). Det er et doktorarbeid som strakte seg over en tiårsperiode med innsamlinger fra store deler av landet, og der også den enkelte røddalgeartenes

forekomster blir knyttet til fysiske og kjemiske forhold i vannet. I et par mindre arbeider (Israelson 1938, 1949), blir ytterligere 3 rødalger oppgitt som nye for Sverige. Latviske Heinrichs Skuja var en internasjonal kapasitet innen ferskvannsalger med spesiell interesse for rødalger, særlig slekten *Batrachospermum*. Han arbeidet først i sitt hjemland, men flyktet til Sverige i 1944, og arbeidet senere ved Uppsala Universitet frem til sin død i 1972. Skuja bearbeidet materiale fra hele verden og skrev avhandlinger om ferskvannsrødalger i Finland og Sverige. Det fins også materiale av ferskvannsrødalger fra Norge, utlånt fra Botanisk Museum, UiO (Tøyen), som Skuja har undersøkt og gjort noen merknader til. I nyere tid er Finnlands ferskvannsrødalger blitt behandlet i flere avhandlinger av Pertti Eloranta, til dels i samarbeid med polske Janina Kwandrans. De to utga en flora (2007) over europeiske rødalger i ferskvann, med spesiell vekt på arter i finsk flora. En ny europeisk flora av de samme forfatterne er nå under utgivelse i serien ” Süßwasserflora von Mitteleuropa”.

1.6 Belegg i norske samlinger

Norske vitenskapelige museer og samlinger inneholder tusenvis av belegg av makroalger fra Norge. Dessverre har ingen av universitetsmuseene personale med alger som spesialområde, og algesamlingene har stort sett blitt liggende brakk. Ingen digitale databaser finnes med unntak av Agderherbariet som har ca 2000 belegg av makroalger i digitalisert form, men bare få belegg av ferskvannsrødalger. I en katalog over makroalger ved Bergens Museum er det ført opp følgende ferskvannsrødalger med belegg fra Norge (*Batrachospermum moniliforme*, *B. vagum* og *B. municipium* (ukjent navn), *Lemanea condensata*, *L. fluviatilis*, *Lemanea* sp.)

Algerherbariet ved Botanisk Museum (UiO) inneholder en god del belegg av makroskopiske ferskvannsrødalger fra Norge, men de fleste belegg er fra utlandet. I tillegg har museet de viktigste europeiske exicaterverk, av hvilke Wittrock & Nordstedt og Areschoug er de viktigste for skandinaviske arter. De fleste funn er av gammel dato, bl.a. fra Schüblers innsamlinger fra midten av 1800-tallet, og fra M. N. Blytt enda tidligere. Også Vitenskapsmuseet i Trondheim og Tromsø Museum har algesamlinger som inneholder tallrike belegg av makroalger, inkludert noen ferskvannsrødalger. Det gjenstår å gjøre dette materialet tilgjengelig. Om ikke alle de vitenskapelige samlinger har en dedikert konservator for alger, burde det i det minste være en ”rikskonservator for alger” som kunne bringe en oversikt og tilrettelegge for aktiv innsamling og kuratering av nye og eldre belegg.

1.7 Funn gjort i regi av NIVA

I ca. 40 år har NIVA gjennomført undersøkelser av fastvoksende alger i elver, bekker og i noen grad innsjøer og funnet rødalger på mange lokaliteter. Prøvene er i alt vesentlig formalinfiksert og en stor del er lagret i en prøvesamling. Observasjoner av rødalger gjort i denne sammenheng er dels dokumentert i NIVA-rapporter og dels i notater. Resultatene er i liten grad publisert i det man betegner som ”den trykte litteratur”. NIVA-materialet er ikke forskriftmessig behandlet med tanke på dokumentasjon/belegg av rødalgefunn. Algene er ikke presset, det er ikke laget faste preparater og det er bare i liten grad laget separate prøver av rødalgene. Å tilrettelegge det gamle NIVA-materialet med tanke på forskriftmessig dokumentasjon av algene er en stor oppgave. Materialet er dessuten formalinfiksert og opp til 35 år gammelt. Man kan diskutere verdien av disse observasjonene. Som grunnlag for kuratering av en alge holder de ikke mål, men som kunnskapsgrunnlag, bl.a. for videre studier av rødalger har de verdi. Vi har i stor grad benyttet denne kunnskapen under feltarbeidet. Vi ser også at det er mulig å gå tilbake å sjekke prøver som muligens inneholder interessante/vanskelige arter.

Litteratur benyttet til identifikasjon av rødalger i denne sammenheng har vesentlig vært doktorgradsarbeidet til Israelson (1942), men også Kylin (1912) og Pascher & Schiller (1925). I de senere år er også revisjoner av slekten *Batrachospermum* (Sheath *et al.* 1994) benyttet. Etter at Eloranta og

Kwandrans (2007) publiserte sin oversikt over rødalger i Finland er denne benyttet. En gjennomgang av gamle NIVA-rapporter og notater tilsier at det er funnet følgende rødalger i ferskvann.

Audouinella hermannii (Roth) Duby (også angitt som *Chantransia hermanni* (Roth) Desv.)
Sted. Tallrike lokaliteter over hele landet, ofte som epifytt på andre rødalger da særlig *Lemanea*.

Chantransia chalybaea (Roth) Fries (også angitt som *Pseudochantransia chalybaea* (Roth) Brandt og *Audouinella chalybaea* (A. Roth) Bory)
Sted: Funnet flere steder bl.a. Storelva i Sauda, sept. 1989 og Kampåa i Nes Kommune, sept. 2008.

Chantransia pygmaea Kützing (også angitt som *Pseudochantransia pygmaea* (Kützing) Brand og *Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber Bosse)
Sted: Funnet flere steder, bl.a. Yndesdalsvassdraget, innløp Yndesdalsvatn, sept.2008 og Atnaelva ved Elgvassli, okt. 1988.

B. arcuatum. Kylin (angitt som *B. ectocarpum* Sirodot)
Sted. Losbyelva, tilløp Leira, sept. 1979. Denne er trolig også funnet på andre lokaliteter, men identifikasjonen er svært usikker. Gamle notater tyder på at dette har vært *B. ectocarpum* Sirodot sensu Israelson.

Batrachospermum boryanum Sirodot
Sted. Isielva før samløp Lomma, 11.8.1980, gjenfunnet 18.9.1981.

Batrachospermum confusum (Bory de Saint-Vincent) Hassall (angitt som *B. crouanianum* Sirodot)
Sted. Ellingsrudelva v Gamle Strømsvei, sept. 1979 og sept. 1980.
Sted. Hjördalselva, Hareid kommune, sept. 1996.

Batrachospermum gelatinosum (Linneaus) De Candolle (også angitt som *B. moniliforme* A. Roth)
Sted. Denne er funnet på tallrike lokaliteter over hele landet, vesentlig i rennende vann.

B. turfosum Bory de Saint-Vincent (først angitt som *B. vagum* (Roth) C. Agardh, senere både som *B. keratophyllum* Bory de Saint-Vincent og *B. turfosum*).
Sted. Utallige små og store vannforekomster i rennende og stillestående vann, bl.a. Tovdalsvassdraget, Mandalsvassdraget, Audnavassdraget og Vikedalsvassdraget.

B. helminthosum Bory de Saint-Vincent (angitt som *B. virgatum* Sirodot)
Sted. Isielva før samløp Lomma, 11.8.1980.
Sted: Askerelva, nedstøms utløp Semsvatn, 11.8.1981. Verifisert i juli 2009.

Sirodotia suecica Kylin
Sted. Altavassdraget, Suopatjokka før innløp Kautokeinoelva, juli-aug/sept. 1980 og 1981.
Sted: Songa i Vest Agder, 3 lokaliteter, august 1982. Verifisert i juli 2010.
Sted: Audna, utløp Ytre Øydnvatn, august 1982. Først angitt som cf. *B. globosporum* Israelson, senere tentativt som *Sirodotia* sp. Verifisert som *Sirodotia suecica* i juli 2010.

Lemanea condensata Israelson (også angitt som *L. borealis* Atkinson)
Sted. Vinstra før Gudbrandsdalslågen, august 2006.
Sted. Gudvangenelva i Sogn og Fjordane, april 2008.

Lemanea fluviatilis (Linneaus) C. Agardh
Sted. Tallrike rennende vann lokaliteter over hele landet. I NIVA-materialet er denne ikke klart atskilt fra den neste *L. fucina*.

Lemanea fucina Bory de Saint-Vincent

Sted. Noen få lokaliteter bl.a. Vallaelva før innløp Oselva, Hordaland, juli 1980 og Setninga før innløp Atnavassdraget, sept. 1996. Ikke klart atskilt fra ovenstående, *L. fluviatilis*.

Fire taksa er meget vanlige i NIVA-materialet: *Audouinella hermannii*, *Batrachospermum gelatinosum*, *B. turfosum* og *Lemanea fluviatilis*. Et par *Chantransia*-arter er også forholdsvis vanlige. De øvrige taksa er bare registrert noen få ganger.

Alle taksa oppført i listen er funnet i løpet av dette prosjektet.

1.7 Dagens status for systematikk og artsavgrensning innen ferskvannsrødalger

Kumano (2002, med et tillegg, Kumano 2010), sammenfatter data om ferskvannsrødalger fra hele verden i en omfattende monografi. De enkelte artene er stilt opp i systematisk rekkefølge, ofte med originale illustrasjoner, og artene er avgrenset basert på en moderne forståelse av hva en art er. Det betyr ofte at mange arter som tidligere ble oppfattet som atskilte arter, nå blir redusert til synonymer under andre arter. Det er også kommet til en god del nybeskrevne arter, spesielt fra regionale studier utenom Europa. Det er likevel ingen generell konsensus om arts- og slektsavgrensning innen rødalger i ferskvann. Selv om de fleste av artene opprinnelig er blitt beskrevet fra europeiske vann og vassdrag, har forskningen på feltet vært dominert de siste 30 årene av undersøkelser basert på materiale fra Nord-Amerika med R.G. Sheath og M. L. Vis som de mest sentrale forskere (se Wehr & Sheath 2003). I samme tidsrom har Orlando Necchi ledet forskningen på feltet i Brasil; S. Kumano har en tilsvarende posisjon i Japan og T.J. Entwistle i australske områder. Fra referanselisten i Kumano (2002) vil en se at de nevnte forskerne til sammen står bak mer enn 100 av de siterte avhandlinger og bøker om rødalger i ferskvann. En detaljert håndbok over nomenklaturhistorie og taksonomi for rødalgetaksa i ferskvann ble publisert av Ott (2009), mens oversiktsartikler av Sheath (1984) og Cole & Sheath (1990) gir en generell oversikt over biologi og økologi hos rødalger i ferskvann.

Basert på materiale fra Europa, gir Kwandrans & Eloranta (2010) en sammenfatning av europeiske taksa. Av i alt 180 beskrevne arter (globalt) er ca 60 funnet i Europa. Av disse igjen er mer enn en tredjedel (24 taksa) bare funnet på en enkelt eller noen få lokaliteter. Ved å sammenlikne antall arter registrert i ulike land topper Finland og Sverige listen med hhv 28 og 27 arter (Norge er ikke nevnt). Tyskland har som Sverige 27 arter, mens Østerrike, Belgia, De britiske øyer og Polen er registrert med 22 arter hver. Antall slekter i Europa er 18, de fleste med 1-2 arter, mens det er slektene *Batrachospermum* med 22 arter og *Lemanea* med 8 arter som dominerer.

Det er fortsatt mange åpne spørsmål knyttet til avgrensning av arter. Det er her molekylære metoder som "DNA barcoding" kan være til stor nytte. Morfologisk like arter kan vise seg å være vidt atskilt genetisk (kryptiske arter), og omvendt kan stor morfologisk variasjon forekomme mellom genetisk identiske individer (fenotypisk plastisitet). Molekylærgenetiske analyser av europeiske arter, og sammenlikninger med tilsvarende data av arter fra andre kontinenter, vil være nødvendig for å avklare taksonomi og nomenklatur. Analyser av DNA mangler fortsatt i europeiske undersøkelser (med unntak av det som rapporteres nedenfor). Den floristiske behandlingen av rødalger i ferskvann i Europa er basert på en videreføring av eldre floraer (Pascher & Schiller 1925, Starmach 1977, Compère 1991). Eloranta & Kwandrans (2007) og Kwandrans & Eloranta (2010) følger en konservativ linje i det eldre arter opprettholdes inntil en kritisk revisjon viser noe annet. Et mulig unntak gjelder for John, Whitton & Brook (2002): *The freshwater algal flora of the British Isles*, der rødalgene er behandlet av amerikanerne Sheath & Sherwood som går lenger i å slå sammen arter (for eksempel *Batrachospermum turfosum* og *B. keratophyllum*).

2. Materiale og metoder

2.1 Feltarbeid/innsamling av prøver

Ettersom de fleste rødalgene vokser i rennende vann ble det meste av feltundersøkelsen lagt til strykepartier i elver. Det ble brukt vannkikkert for å få oversikt over lokaliteten og algene som vokste der. De fleste rødalgene er makroskopisk synlige og ble samlet direkte i prøveglass fylt $\frac{3}{4}$ full med vann fra lokaliteten. For å få bedre oversikt over mindre former, ble stein med påvekst av alger lagt i en hvit plastbakke fylt med vann. Alle alger ble oppbevart i separate prøveglass. Ved innsamling av algemateriale ble det anvendt pinsett, skalpell og lignende. Prøvene ble oppbevart kjølig $<10\text{ }^{\circ}\text{C}$ inntil de ble undersøkt i laboratoriet. Det bør ikke gå mer enn 1 uke, maksimum 10 dager, før de bearbeides videre og de bør oppbevares i (klima)rom med tilgang til lys.

2.2 Laboratorieanalyser

Materialet ble undersøkt grundig, først i stereolupe og deretter i lysmikroskop. For å kartlegge taksonomisk viktige detaljer, bl.a. hos slekten *Batrachospermum*, ble det brukt 1000x forstørrelse og oljeimmersjon. Morfometrisk viktige data ble målt og notert. Som belegg til hver art ble det laget faste mikroskopipreparater. Til dette ble benyttet et innleiringsmedium som er godt egnet for rødalger (40 ml destillert H_2O , 10 ml Karosirup (Light Corn Syrup), 10 ml 40 % formalin og 2 ml 1 % anilinblått). Friske eksemplarer ble presset som herbariebelegg. Vi så det som viktig å dokumentere taksonomisk viktige karakterer ved hjelp av fotografering og dette ble vektlagt. Det gjaldt særlig små detaljer som bare kan sees i mikroskop med stor forstørrelse. Etter laboratorieundersøkelsen ble prøvene fiksert i en 4 % formalinløsning. En del av materialet ble tørket på silicagel til senere bruk i molekylære analyser. Til dette ble friske unge eksemplarer valgt ut, disse ble undersøkt i lupe for å se om det var epifytter eller annen forurensing på dem. Ettersom rødalgene har apikal vekst ble fortrinnsvis skuddspisser tatt ut for tørking på silicagel.

Artene er dokumentert ved foto (også i mikroskop), herbariebelegg, faste preparater og formalin-fikserte prøver. Materialet er oppbevart på Biologisk institutt (Universitet i Oslo) inntil en tilfredsstillende ordning for kuratering av alger er etablert ved et Botanisk museum i Norge.

2.3 Materiale

Lokaliteter med funn av ferskvannsrødalger samlet og bearbeidet i forbindelse med prosjektet er vist i **Vedlegg C**. Prøver fra ca 170 lokaliteter i elver og bekker, samt noen få innsjøer er undersøkt, fra Sogndalselva i sør til Namsen i nord. Lokalitetene er angitt med kode, sortert etter fylke, vassdrag og elv og stedfestet ved geodetisk posisjon i hht. kartreferanse WGS84. Høyde over havet, elvebredde, strømhastighet og lokale lysforhold er angitt for de fleste lokaliteter. Materialet representerer bare deler av norsk vassdragsnatur, Nord Norge er bl.a. ikke representert. Innenfor prosjektets rammer var det nødvendig å gjøre noen prioriteringer, disse er skissert nedenfor.

Generelt sies det at ferskvannsrødalgene trives i vann som er lite påvirket av forurensing og andre inngrep, og mange arter trives i vann med lav ledningsevne (Sheath & Hambrook 1990, Eloranta og Kwandrans 2004). Erfaring og informasjon om de enkelte arter (Israelson 1942, Sheath & Hambrook 1990, Rott *et al.* 1999a, 1999b) tyder imidlertid på at mange arter vokser i vann som etter norske forhold har høyt kalsiuminnhold og høy pH. Kalkrike vassdrag i Oslofeltet ble derfor ansett som interessante. Av samme grunn undersøkte vi Mjøsas tilløp fra øst og vest, og Randsfjordens tilløp fra det kalkrike Hadelandsfeltet i øst. Befaringer til næringsrike vassdrag i Bergensområdet og Trøndelagsfylkene ga også interessante rødalgefunn.

En målsetning var å finne flest mulig av de artene Israelson (1942), og Eloranta og Kwandrans (2007) har publisert fra henholdsvis Sverige og Finland. I forhold til det svenske materialet var to arter av særlig interesse, *Batrachospermum skujae* Geitler og *B. vogesiacum* F.G. Schultz. Disse er begge registrert i den svenske delen av grensevassdragene mellom Sverige og Norge. Derfor ble Trysil- og Ljøra-vassdraget, samt noen mindre vassdrag i området undersøkt, dessverre uten funn av disse artene.

Vi ønsket også å dokumentere funn vi var usikre på i det gamle NIVA-materialet, bl.a. funn av *Sirodotia suecica* Kylin fra lokaliteter på Sørlandet og to *Batrachospermum* arter i Askerelva og Sandviksvassdraget, *B. helminthosum* Bory de Saint-Vincent og *B. boryanum* Sirodot, vi ønsket å bekrefte. Vi har også fått algeprøver samlet i forbindelse med NIVA-prosjekter og fra BioFokus v/ K.M. Olsen.

2.4 Molekylære metoder

Algeprøver til DNA ekstraksjon må være fri for epifytter. Ettersom rødalgene har apikal vekst, vil de reneste delene av tallus finnes i de apikale (yngste) deler av algen. Et par cm lange skuddspisser fra samme individ klippes av og tørkes raskt med Linella (tørkepapir) og overføres til et prøveglass med silicagel (partikkelstørrelse 0,2-1 mm). Slik kan prøven oppbevares i flere måneder, eventuelt i fryser ved (-20 C). For ekstraksjon av DNA ble det benyttet "DNeasy™ Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany)" der produsentens anbefalinger ble fulgt. Noen anbefaler å knuse algemateriale i flytende N₂ før ekstrahering, men det ble ikke praktisert her. For å amplifisere målområdet som skal sekvenseres (her DNA barcoding-området av COI) ble det benyttet følgende primere (forward og revers), designet for rødalger av Saunders (2005). Disse er de samme som er benyttet også i andre studier av rødalger i ferskvann:

GazF1: TCAACAAATCATAAAGATATTGG

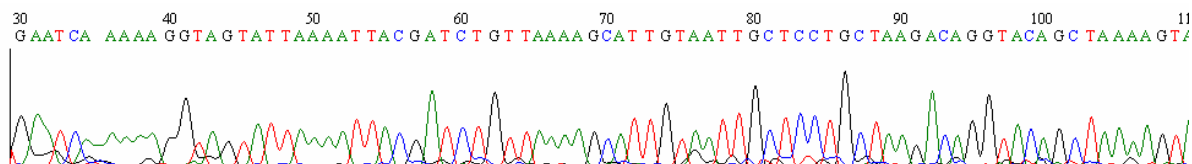
GazR1: ACTTCTGGATGTCCAAAAAYCA

Det viser seg at dette primer-settet ikke er like godt egnet for alle rødalger. Det ser bl.a. ut til at de ikke er godt egnet til arter av *Lemanea*. Det er nå designet et nytt primer-sett som skal være mer universelt egnet for alle rødalger (Gary Saunders, pers. medd. oktober 2010). Disse er som følger:

GWSFn:5'TCAACAAAYCAYAAAGATATYGG 3'

GWSRx:5'ACTTCTGGRTGICCRARAAYCA 3'

Det har ikke vært anledning til å prøve ut disse primere på vårt materiale i løpet av prosjektperioden. PCR-amplifiseringen foregikk i en Eppendorf Mastercycler® ep etter den protokoll som er anbefalt av Saunders (2005). Alle PCR produkter ble rensert ved å bruke Wizard®SV Gel and PCR Clean-UP System (Promega, Madison, WI, USA) før sekvensering i begge retninger på en Applied Biosystems 3730 DNA Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) (**Figur 6**). Sekvensene var ca 660 basepar, og ble stilt sammen ved hjelp av programet BioEdit v.7.04 (Tom Hall, Ibis Biosciences, Carlsbad, CA, USA).



Figur 6. Utsnitt av DNA COI-sekvens fra *Batrachospermum helminthosum* (R 112-1).

I tillegg til sekvensering av COI området, ble "cox2-cox3 spacer" sekvensert for enkelte av prøvene. Primere og øvrige metoder var som i Rueness (2005). Resultatene av sekvenseringen av de ulike taksa er stilt sammen i **Vedlegg A**. Publiserte sekvenser av *Batrachospermum helminthosum* og *B. gelatinosum* (Rueness 2010) er deponert i GenBak med accession nos. som oppgitt i Rueness (2010).

3. Ferskvannsrødalger observert i Norge, og arter som er kjent fra Norden og kan forekomme i Norge

Phylum: Rhodophyta
Klasse: Porphyridiophyceae
Orden: Porphyridiales
Familie: Porphyridiaceae
Slekt: *Porphyridium* Nägeli

Algene i slekten *Porphyridium* har kulerunde celler med en karakteristisk stjerneformet kloroplast med en sentral pyrenodie. Cellene holdes sammen i en gelatinøs masse og danner et overtrekk på fast substrat, ofte på skyggefulle steder med god næringstilgang. Noen få arter er beskrevet fra ferskvann, brakkevann og terrestriske lokaliteter, men ingen er med sikkerhet påvist i Norge (Klaveness 1992).

Klasse: Stylonematophyceae
Orden: Stylonematales
Familie: Phragmonemataceae
Slekt: *Kyliniella* Skuja

***Kyliniella latvica* Skuja**

Typelokalitet: Lake Usma, Latvia

Algen består av pseudofilamenter som vokser opp fra en skiveformet, pseudoparenkymatisk basis dannet av rektangulære celler. Fra denne celledivisjonen dannes det rhizoidale utvekster. De opprette trådene er ugrenet og uniseriate, og blir inntil 2-4 cm lange. Cellene inneholder flere, blålige kloroplaster uten pyrenoider. Cellene er 7,5 – 15 µm brede og 5-17 µm høye og har en tykk, gelatinøs yttervegg. Algen er kjent fra Sverige fra bare en lokalitet i Dalsland (Israelson 1938), og er rødlistet i 2010 (som DD). Arten er funnet få ganger i andre land i Europa samt i Nord-Amerika. Algen er funnet som epifytt på *Phragmites* (takkør) og annet substrat.

Ikke påvist i Norge.

Slekt: *Chroodactylon* Hansgirg

***Chroodactylon ornatum* (C. Agardh) Basson**

blå stjernetråd

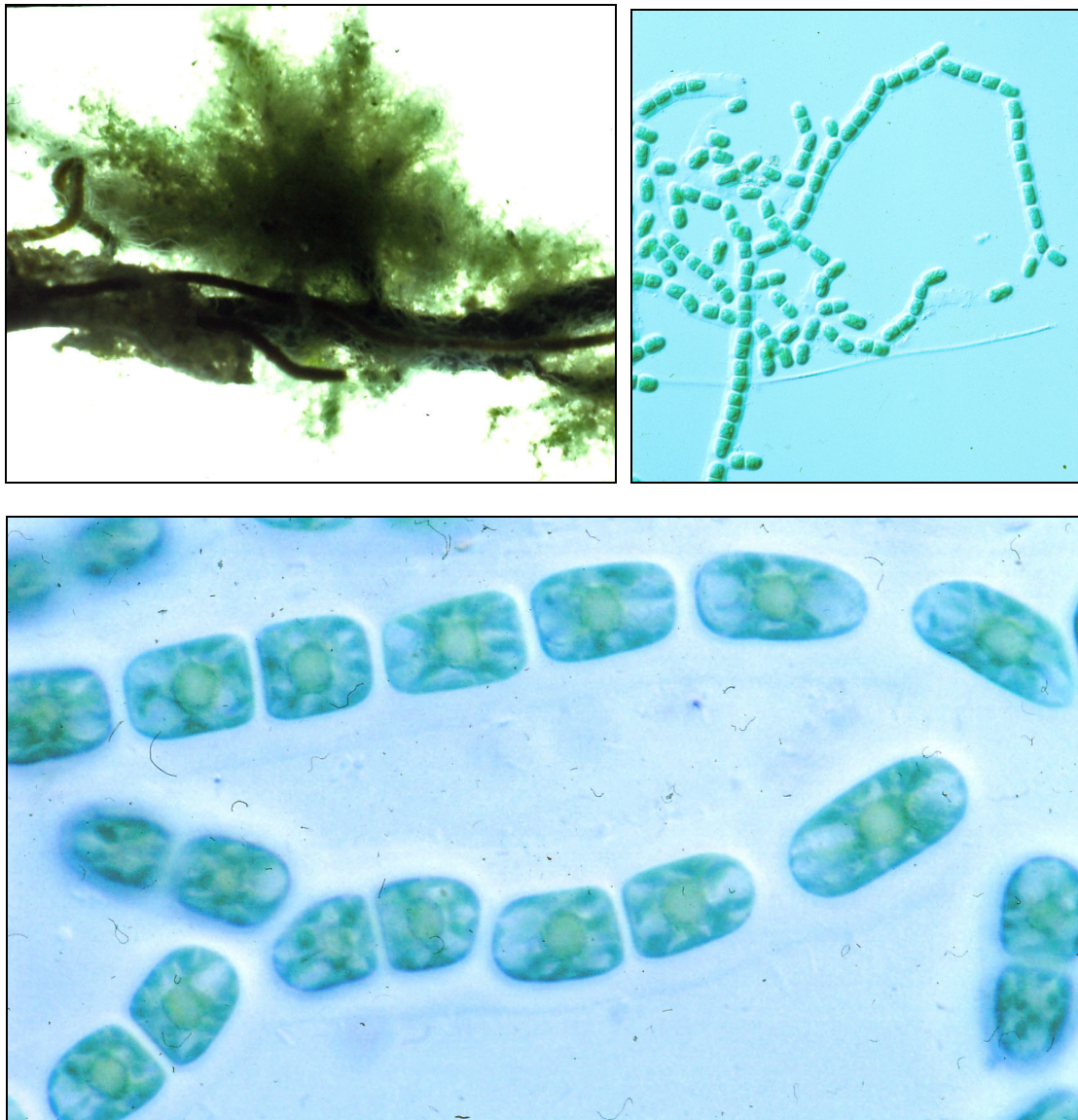
Basionym: *Conferva ornata* C. Agardh
Typelokalitet: Mälaren, Sverige

Synonymer: *Asterocytis ornata* (C. Agardh) Hamel, *Asterocytis ramosa* Thwaites (Gobi ex Schmitz)

Arten kan forekomme i marint miljø, særlig i brakkvann. Den marine formen ble beskrevet som en distinkt art (*A. ramosa*), men blir nå regnet som samme art som den som først ble beskrevet fra ferskvann, og som derfor gir det korrekte navnet, med *A. ramosa* redusert til et synonym.

Chroodactylon ornatum (= *Asterocytis ramosa*) vokser som epifytt, og den forekommer i brakkvann og enkelte ferskvannslokaliteter med høyt ioneinnhold. Et eksempel er Padderudvann i Asker kommune som får økt saltkonsentrasjon som følge av vintersalting av E18 (**Figur 7**). Her ble *C. ornatum* første gang funnet av Langangen (1993).

Algen vokser som påvekst på ferskvannsvegetasjon og kan bli inntil et par cm lang. Cellene inneholder en lobet (stjerneformet) kloroplast som har en sentral pyrenoide



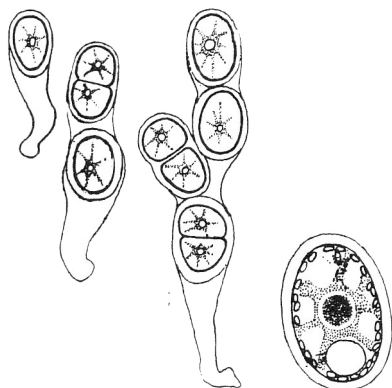
Figur 7. Øverst til venstre slik algen vokser epifyttisk på ferskvannsvegetasjon. Til høyre løst organiserte pseudofilamenter. Nederst pseudofilamenter sett med stor forstørrelse, celler med tykk cellevegg og kloroplaster med en sentral pyrenoide. Prøven er fra Padderudvann som beskrevet i Langangen (1993).

Slekt: *Chroothece* Hansgirg in Wittrock & Nordstedt***Chroothece rupestris* Hansgirg**

Typelokalitet: Böhmen, Tsjekia

Algen er kjent fra Sverige der den er rødlistet (VU, D2), (Gärdenfors 2010). Den er funnet på fuktig fjell og stein i en meget kalkrik "chara-sjø" i Abisko-området. For øvrig bare kjent fra få steder i Europa. *Chroothece rupestris* (på svensk geléskorpa), har ovale celler, 5-7 µm x 9-15 µm, som holdes sammen i en gelatinøs masse og med en geléstilk mot underlaget. Cellene har en stjerneformet kloroplast med pyrenoide, fargen er blågrønn til gulbrun (**Figur 8**).

Ikke påvist i Norge.



Figur 8. *Chroothece rupestris* Hansgirg (fra Israelson 1949)

Slekt: *Rhodospora* Geitler***Rhodospora sordida* Geitler**

Typelokalitet: Østerrike

Som foregående art er denne med i den svenske rødlista (Gärdenfors 2010) som sårbar (VU) etter D2-kriteriet. *Rhodospora sordida* har runde celler, ca 6-18µm i diameter, og inneholder tallrike små, skiveformete kloroplaster som er veggstilt i cellene og har olivengrønn til fiolett farge (**Figur 9**).

Arten ble opprinnelig beskrevet nær Salzburg i de østerrikske alper, og i Sverige som foregående art i Abisko-området (Israelson 1949). Den ble funnet på stein og fuktige klipper i 400 – 900 m høyde. Arten er nylig funnet for første gang i Nord-Amerika (Johansen *et al.* 2005).

Ikke påvist i Norge.



Figur 9. *Rhodospora sordida* Geitler, enkeltcelle (fra Israelson 1949)

Klasse: Florideophyceae
 Orden: Acrochaetiales
 Familie: Acrochaetiaceae
 Slekt: *Audouinella* Bory de Saint-Vincent

Slekten *Audouinella* ble tidligere benyttet som en samleslekt som inkluderte et stort antall arter, hovedsakelig representert i det marine miljø. En moderne revisjon av gruppen (Harper & Saunders 2002) har skilt ut de marine artene i flere slekter, mens *Audouinella* (*sensu stricto*) omfatter kun noen få småvokste arter (< 15 mm) i ferskvann. Disse er karakterisert ved at tallus består av et system av både krypende og opprette uniseriate celletråder (heterotrich organisasjon). Cellene inneholder flere båndformete kloroplaster med rødlig farge. Ukjønnnet formering skjer ved monosporer, men det er også kjent kjønnnet formering. I den forbindelsen kan en finne individer med tetrasporangier eller individer med spermatangier og med karpogon og utvikling av karposporofytter. Med en slik avgrensning av slekten *Audouinella* er det bare kjent én art i Norden: *Audouinella hermannii* (se nedenfor).

Det har lenge vært kjent at arter i ordenen Batrachospermales har en livssyklus som består av en veksling mellom en makroskopisk gametofyttfase (*Batrachospermum*, *Lemanea* o.fl.) og en sporefase som til forveksling kan se ut som *Audouinella* (kalt *Chantransia*-stadium). I følge Israelson (1942 s. 55) kan *Chantransia*-stadier til *Lemanea* lett skilles fra tilsvarende hos *Batrachospermum* ved at *Chantransia*-fasen hos *Lemanea* har brede celler (15-20 µm i diameter) og alltid mangler monosporangier.

Forskjellen mellom "ekte" *Audouinella* og *Chantransia*-stadiet er at sistnevnte har en blågrå farge og aldri tetrasporangier eller kjønnceller, men noen kan ha monosporangier. Israelson (1942) behandlet de grå-blå *Audouinella*-liknende algene som en egen slekt: *Pseudochantransia* ("genus artificiale") og skilte mellom 4 arter. Andre, som Kumano (2002), har beholdt slektnavnet *Audouinella* for disse, men behandler artene med grå-blå farge (*Chantransia*-stadier) som en separat gruppe. DNA studier, studier av ultrastruktur, og dyrkingsforsøk har dokumentert sammenhengen mellom de to faser i livssyklus (Chiasson *et al.* 2007; Zucchi & Necchi 2003 m.fl.). Det er nå klarlagt at disse algene, til tross for morfologisk likhet med *Audouinella*, ikke hører til ordenen Acrochaetiales, men til ordenen Batrachospermales. Måten dette håndteres formelt i dag (Vis *et al.* 2006, Chiasson *et al.* 2007, Kumano 2010 o.fl.) er derfor å benytte det gamle slektsnavnet *Chantransia* og behandle artene som "form taxa". I det følgende er *A. hermannii* den eneste "ekte" *Audouinella*, mens de påfølgende er *Chantransia*-stadier, uten at det kan avgjøres hvilke gametofytter de hører sammen med. For eksempel er *Chantransia pygmaea* som form-taxon knyttet til minst fem arter innen Batrachospermales etter en studie fra Hawaii (Chiasson *et al.* 2007), hvorav *Batrachospermum arcuatum* er den vanligste. I denne undersøkelsen ble variasjonsbredden innen de ulike artene/formene nedtegnet (**Tabell 1**).

Tabell 1. Nøkkel-karakterer innen slekten *Audouinella* og *Chantransia*-stadier basert på våre funn.

Takson (antall målinger av celler-monosporangier)	Cellebredde	Cellelengde	Monosporebredde	Monosporelengde	Farge
<i>Audouinella hermannii</i> (7-4)	10 µm	35-62 µm	5-8 µm	7,5-10 µm	Rødlig
<i>Chantransia chalybaea</i> (7-3)	7-12.5 µm	20-88 µm	7-11 µm	10-12 µm	Grønn-blå
<i>Chantransia pygmaea</i> (8-1)	7.5-12 µm	14-30 µm	8-10 µm	10-12 µm	Grønn-blå

Audouinella hermannii (Roth) Duby

Basionym: *Conferva hermannii* Roth

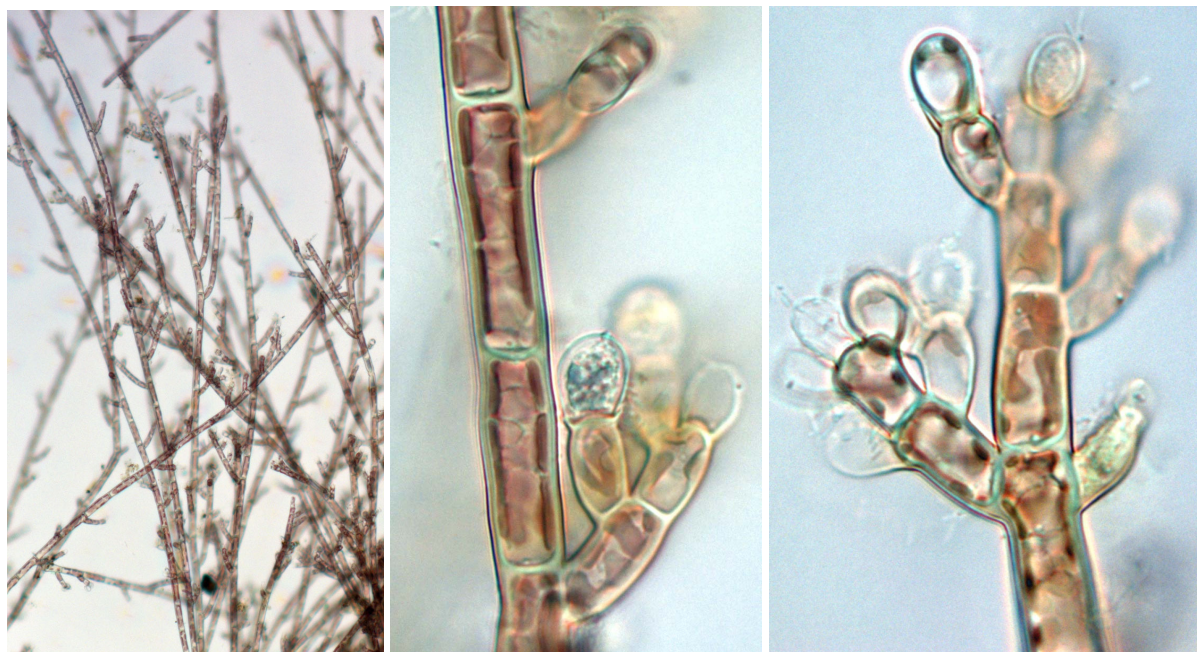
Typelokalitet: Alsace, Frankrike

Synonymer: *Chantransia violacea* Kützing, *Rhodochorton violaceum* (Kützing) Drew

Tallus kan bli opp til 15 mm langt og har en rødlig farge. Celletrådene har sidegrener som vokser i en vinkel på mer enn 25 grader. I hovedgrenene er cellene sylindriske med en diameter på (7) 9-12 (-15) og er 2,5-5 x lengre enn brede (11-16 μm og en lengde på 35-67 μm). Variasjonen i vårt materiale er i god overensstemmelse med dette (**Figur 10**). Monosporangier er som oftest rikelig til stede, og de sitter apikalt på korte sidegrenene og er ovale, 7-10 μm x 8-13 (16) (8,5-11 μm x 9-12 μm).

Tetrasporofytter og gametofytter er ikke observert. Algen finnes ofte på strømrrike steder sammen med *Lemanea fluviatilis*, og vokser ofte som epifytt på denne og på elvemose (*Fontinalis*). I Sverige gjorde Israelson (1942) ca 300 registreringer av arten og noterte at den i likhet med *Lemanea* manglet i sterkt humøst vann.

Våre funn: Oslo-Akershus, Østfold, Hedmark, Oppland, Buskerud, Hordaland, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag (**Figur 60**).



Figur 10. *Audouinella hermannii* med tydelig rødlig farge og monosporer fra Kalandselv, Hordaland (LAT K4).

Chantransia chalybaea (Roth) Fries

Basionym: *Conferva chalybaea* Roth

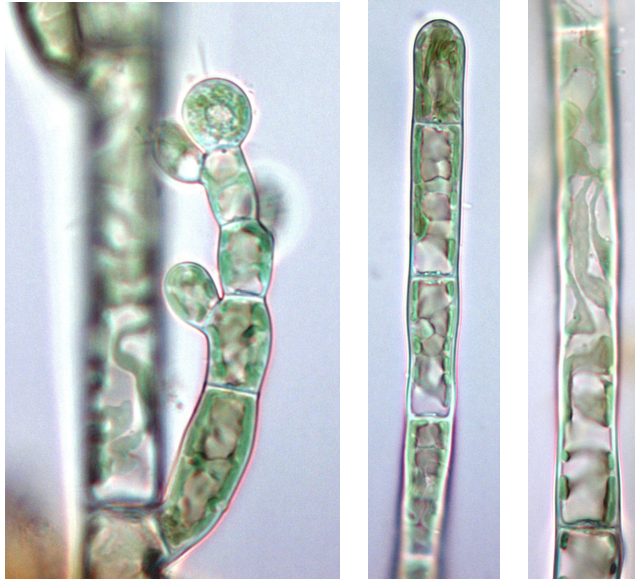
Typelokalitet: Nær Leesum, Bremen, Tyskland

Synonymer: *Ectocarpus chalybaeus* (Roth) Lyngbye, *Audouinella chalybaea* (Roth) Bory de Saint-Vincent; *Pseudochantransia chalybaea* (Roth) Brandt, *Trentopohlia aeruginosa* C. Agardh

Tallus har en grønnlig til blågrå farge og kan bli opp til 5 (-10) mm lang. Celletrådene har sidegrener som vokser i en vinkel på mindre enn 25 grader. Cellene er i hovedgrenene ca 8-12 μm brede og 3-7 (-

10) ganger lengre enn brede. Selv har vi funnet eksemplarer med stor variasjon i celledørrelse; 7-12,5 μ m x 20-88 μ m (**Figur 11**). Monosporangier utvikles i enden av korte (4-7 celler) sidegrener, og er ovale-kulerunde, ca 8-12 μ m i diameter. Algen forekommer ofte samme steder som *A. hermannii*, festet til fjell stein og mose i bekker. I følge Israelson (1942) kan man en sjelden gang se overgang fra *C. chalybaea* til *Batrachospermum*-stadiet.

Våre funn: Oslo-Akershus, Østfold, Buskerud, Oppland, Nord Trøndelag (**Figur 60**).



Figur 11. *Chantransia chalybaea* med stålblå farge og monosporer. Cellene er inntil 10 x lengre enn brede. Fra Øverlandselva, Sandviksvassdraget, Akershus (BAH Ø01).

Chantransia pygmaea Kützing

Basionym: *Chantransia pygmaea* Kützing

Typelokalitet: Schleusingen i Thübingen Walde, Tyskland

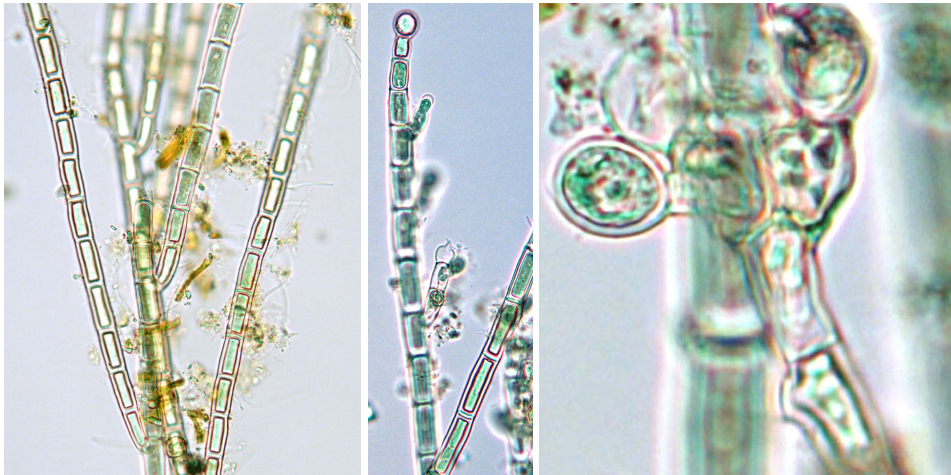
Synonymer: *Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber Bosse, *Pseudochantransia pygmaea* (Kützing) Brand, *Pseudochantransia leibleinii* (Kützing) Israelson, *Audouinella lebleinii* (Kützing) Palmer

Som nevnt under omtalen av slekten *Audouinella* er *Audouinella*-liknende arter med en blålig farge, og som tidligere ble plassert i slekten *Audouinella*, nå klassifisert som "form taxa" innen slekten *Chantransia* og er vist å inngå i livssyklus til arter i ordenen Batrachospermales. Navnet *C. pygmaea* er knyttet til former som har et tallus som er i overensstemmelse med originalbeskrivelsen, men det er ganske stor variasjon i tallus-størrelse og celledørrelser som oppgis i litteraturen fra ulike deler av verden. Algen er bl.a. nøytt undersøkt fra Brasil, og det er målinger herfra som oppgis i Kumano (2002).

I Sverige fant Israelson at hovedgrenene har celler som er 10-12 (-14) μ m brede og 11-30 (-40) μ m lange. Tallus danner halvkuleformete eller noe flate puter som blir 1-2 mm høye og består av tett sammenpakkete grener der sidegrenene danner en relativt spiss vinkel (<25 grader). Cellene i hovedgrenene er 10-12 μ m brede og 10-30 (40) μ m lange. Monosporangier utvikles i enden av 3-6 celler lange smågrener, og sporangiene er runde-ovale, 9-11 μ m brede og 10-13 μ m lange. Variasjonen i vårt materiale er i god overensstemmelse med dette (**Figur 12**). Israelson (1942) skilte mellom *Pseudochantransia leibleinii* (Kützing) Israelson og *C. pygmaea*. Disse to taksa er nå

synonymisert, og ble først og fremst skilt på grunn av bredere celler i hovedgrenene hos *P. leibleinii* (13-25 µm).

Våre funn: Oslo-Akershus, Østfold, Hedmark, Vest Agder, Sogn og Fjordane, Sør Trøndelag (**Figur 60**).



Figur 12. *Chantransia pygmaea* med brunlig-olivengrønn farge og monosporer. Cellene er 1-3 x lengre enn brede. Fra Øverlandselva, Sandviksvassdraget, Akershus (BAH Ø01).

Chantransia serpens (Israelson) comb.nov.

Svensk: kryppysling

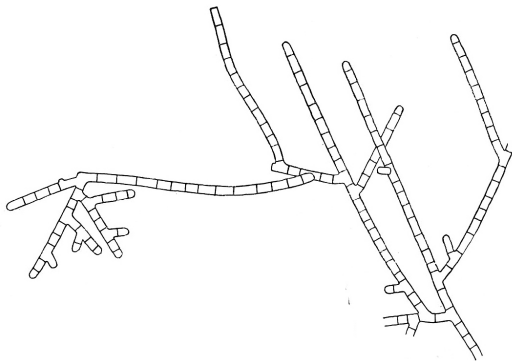
Basionym: *Pseudochantransia serpens* Israelson

Typelokalitet: Öster-Vontjärn, Jämtland, Sverige.

Synonym: *Audouinella serpens* (Israelson) Sheath

Arten blir inntil 5 mm lang og har blågrønn farge. Celletrådene er uregelmessig grenet med sidegrener i nesten rett vinkel og celletrådene danner et nettverk på bunnen av innsjøer ned til flere meters (10 m) dyp. Cellene er sylindriske, 16-18 µm brede og 30-60 (90) µm lange (**Figur 13**). Sporangier er ukjent. Algen er foreløpig bare kjent fra få lokaliteter i Sverige, og er i den svenske rødlista (2010) registrert som sårbar (VU) etter D2 kriteriet.

Ikke påvist i Norge.



Figur 13. *Chantransia serpens* fra Israelson (1942).

Orden: Balbianiales
Familie: Balbaniaceae
Slekt: *Balbiana* Sirodot

***Balbiana investiens* (Lenormand ex Kützing) Sirodot**

Basionym: *Chantransia intestines* Lenormand ex Kützing

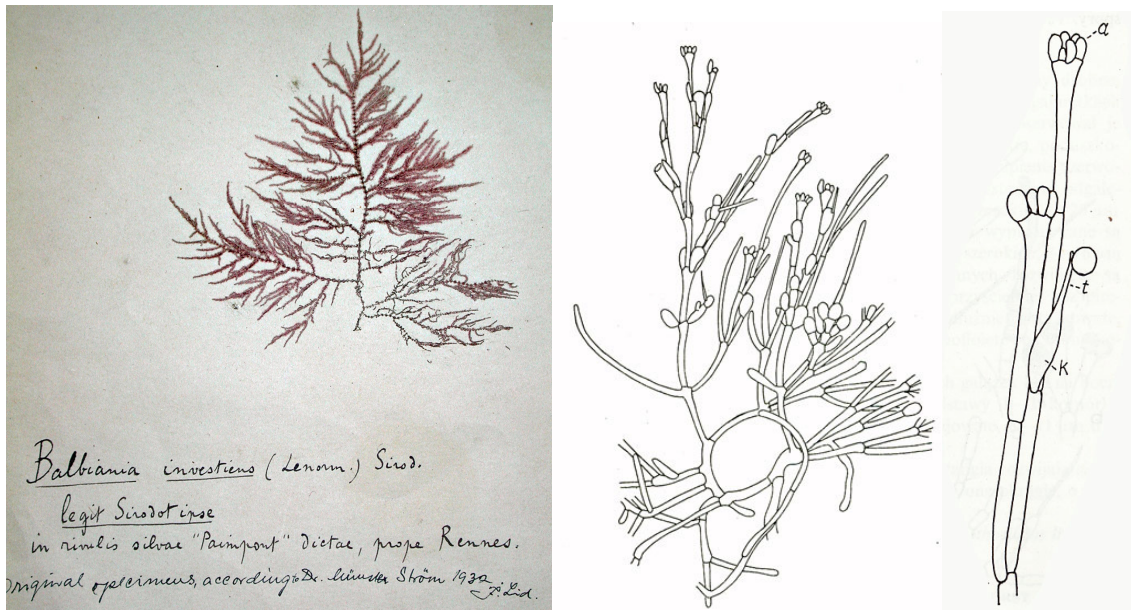
Typelokalitet Cornwall, UK

Synonymer: *Audouinella investiens* (Lenormand ex Kützing) Kylin, *Rhodochorton investiens* (Lenormand ex Kützing) Swale & Belcher *Batrachospermum rubrum* Hassall.

Cellene er spesielt langstrakte og smale (3-5 μm x 30 -90 μm) og inneholder en eller noen få smale, båndformete kloroplaster som er noe spiralformet og uten pyrenoider. Eksemplaret fra Botanisk Museum, Tøyen, er samlet av Sirodot (**Figur 14**). *Balbiana investiens* er utelukkende funnet som epifytt på *Batrachospermum gelatinosum* og *B. helminthosum*. Epifytten gir vertsalgen en intens rødlig purpur farge. Ved mikroskopering ser en at *Balbiana* består av uniseriate, forgrenete filamenter som har både krypende og opprette cellerekker. I enden av korte grener dannes flere monosporangier som er eggformet og 7-9 x 15 – 18 μm . Algen er bare funnet på en lokalitet i Sverige (Kronborg 1992) og er rødlistet i kategori DD i den svenske rødlisten. I Europa er algen funnet få ganger på De britiske øyer og på kontinentet (Frankrike, Tyskland, Portugal). Algens livssyklus og systematikk har vært studert i kultur og ved molekylære analyser (Leukart & Knappe 1995; Sheath & Müller 1999), det førte til å plassere slekten *Balbiana* i en distinkt orden sammen med den amerikanske slekten *Rhododraparnaldia*.

Algen er monøsisk og kan ha monosporangier i tillegg til gametangier. Grupper av spermatangier sitter terminalt på noen langstrakte celler. Karpogonet er ovalt med en langstrakt trichogyne. Monosporangiene sitter vanligvis enkeltvis. Denne arten skiller ut i en egen orden Balbianiales. Algen er lett å identifisere ved at den alltid vokser som epifytt på *Batrachospermum* der den danner krypende og opprette uniseriate tråder, med spesielt langstrakte celler. *Audouinella* og *Balbiana* har rød farge, og innen begge slekter finner en kjønnnet formering i tillegg til ukjønnnet formering ved monosporer.

Ikke påvist i Norge.



Figur 14. Eksemplar fra Botanisk Museum, Tøyen, samlet av Sirodot. *Balbiana investiens* er utelukkende funnet som epifytt på *Batrachospermum gelatinosum* og *B. helminthosum*. Epifytten gir vertsalgen en intens rødlig-purpur farge. Ved mikroskopering ser en at *Balbiana* består av uniseriate, forgrenete filamenter med både krypende og opprette cellerrekker (etter Sirodot).

Orden: Batrachospermales
 Familie: Batrachospermaceae
 Slekt: *Batrachospermum* Roth

Slekten *Batrachospermum* har kosmopolitisk utbredelse og er den desidert mest artsrike av rødalgene i ferskvann. I alt 285 arter (og varieteter) er listet i AlgaeBase (<http://www.algaebase.org>), hvorav ca 90 arter er ført opp som taksonomisk gyldige taksa. Slik slekten tradisjonelt har vært avgrenset, kan den lett identifiseres til slekt, mens bestemmelse av arter har vært notorisk vanskelig og krever detaljert mikroskopi med stor forstørrelse. Artene innen slekten har lenge blitt gruppert innen ulike seksjoner (Sirodot 1884), og i en nylig publisert syntese basert på tilgjengelige morfologiske og molekylære data (Entwisle *et al.* 2009) støttes en inndeling i seksjoner (ca 10 seksjoner), mens noen arter skiller ut i en separat slekt (*Kumanoa*). Karakteristisk for slekten *Batrachospermum* (i vid forstand), er et tallus som har en myk, gelatinøs konsistens og som i Skandinavia blir inntil 20 cm høyt og er rikt grenet. Med det blotte øye ser en at algen består av leddete avsnitt, omtrent som perler på en snor. Det har gitt grunn til det norske navnet perleslinke (svensk: pärlbandsalg, latinsk: Batrachofrosk, sperma-frø).

Anatomisk er tallus av uniaksial type. Det betyr at det i hele algens lengde er en sentralakse som består av langstrakte celler (aksialceller). Fra øvre ende av hver aksialcelle dannes det en krans av 4-6 periaksialceller, som hver gir opphav til uniseriate, forgrenete kortskudd (primære kransgrener). Fra periaksialcellene dannes det ofte også barkcellerekker som etter hvert dekker sentralaksen. Barkcellene kan være regelmessig sylindriske og alle av samme form (regulær barkkledning) eller barkcellene kan være irregulær der det i tillegg til regelmessige sylindriske barkceller også fins barkceller som er uregelmessig oppblåst ("heterocortication"). Fra barkcellerekkene kan det også dannes kortskudd (sekundære kransskudd eller fasikler), slik at mellomrommet mellom de primære kransskudd også er dekket av små, grenete skudd. Tendensen til å utvikle sekundære grenknipper (fasikler) varierer mellom artene og brukes som en systematisk karakter. Utvikling av hyaline hår i enden av kransskuddene forekommer i varierende grad og har vært brukt som en systematisk karakter. For eksempel forekommer det regelmessig hos *B. gelatinosum*. Men det er også mulig at forekomst av hår kan være miljøbestemt. Nøkkelkarakterer for *Batrachospermum*-artene er målt og nedtegnet (**Tabell 2**).

Tabell 2. Oversikt over nøkkelkarakterer innen *Batrachospermum*-artene observert i Norge med utgangspunkt i våre funn

Takson (antall målinger)	krans diam. (µm)	kransgren lengde (celler)	karpo-sporofytt/kransgren-diameter	antall karpo-sporofytter per krans	karpo-sporofytt diam. (µm)	karpogon diam. (µm)	karpogon lengde (µm)	karpo-sporangium lengde x bredde (µm)	spermatie Diam. (µm)	kvalitative karakterer
<i>B. arcuatum</i> (1)	550-750	17-18	0,44	0-1	125	7-10	30	12,5-15 x 10-12	3-5	d
<i>B. boryanum</i> (6)	300-900	7-16	0,67-1,14	opp til 7	50-150	7-12	18-42	8-10x7	6	d (m), ir, sf
<i>B. confusum</i> (5)	400-940	10-17	0,26-0,43	opp til 7	75-80	6-8	20-32	10x7	5-7,5	ir, m (d), sf, h
<i>B. gelatinosum</i> (43)	300-1000	6-16	0,17-1,0	1-4 (12)	50-150	5-11	18-60	7,5-17x6-10	3-8	h, rc, m, sf
<i>B. helminthosum</i> (5)	350-730	8-12	0	1	375	7-8	40-55	15x8	6	d, ,sf
<i>B. turfosum</i> (8)	225-450	3-9				10-11	37,5-46		5-5,5	h, rc, m, sf, ms

Kvalitative karakterer. d: diøsisisk, m: monøsisisk, ir: irregulære barkceller, sf: sekundære fasikler, h: hår, rc: regulære barkceller, ms: monosporangier

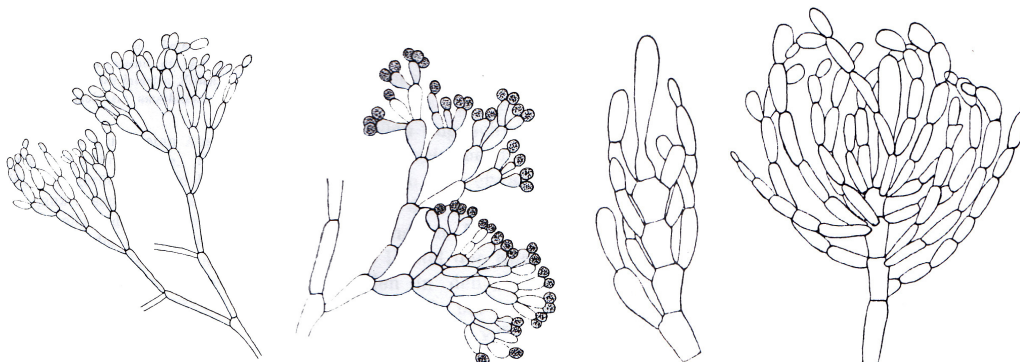
Artsystematikken er i vesentlig grad basert på utformingen og fordelingen av hannlige og hunnlige kjønnsceller, og utviklingen etter befruktningen. Hos noen arter er det atskilte hann- og hunnplanter (diøsiske arter), andre er monøsiske. Dette er imidlertid ikke helt konsekvent hos alle arter, da det også finnes arter som i samme populasjon kan ha både monøsiske og diøsiske individer. Denne typen betegnes polyøsiske. Hos noen få arter finnes det i tillegg til kjønnsceller også monosporangier som tjener en ukjønnet formering (*B. turfosum*, *B. skujae*).

***Batrachospermum arcuatum* Kylin**

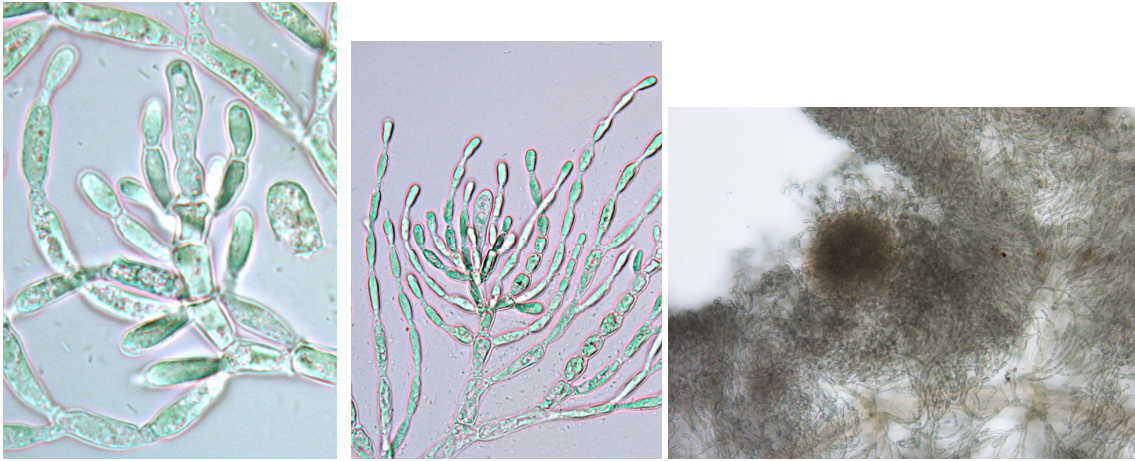
Typelokalitet: Hör, Skåne, Sverige

Synonym: *B. ectocarpum* Sirodot *sensu* Israelson

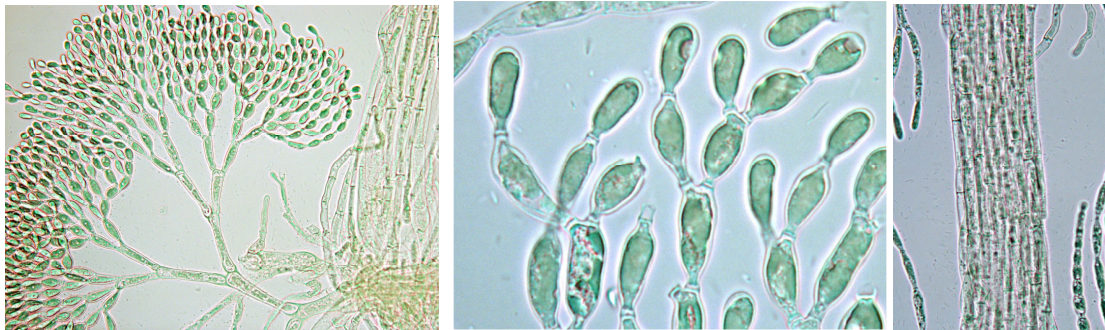
Algen ble opprinnelig beskrevet av Kylin (1912, s. 22) fra Sverige og ble beskrevet som sterkt gelatinøs, rikt allsidig grenet og med grålig farge med stikk av brunt. Algen blir 5-10 cm lang, og kransskuddene er som regel atskilt og avrundet. Sekundære kransgrener mangler eller er meget sjelden til stede. Hår mangler ifølge Kylin, og arten er diøsiske. Trichogynen er kølleformet, og karposporofyttene er relativt små og kuleformet og dannes typisk i den ytre del av kransskuddene, noen til og med utenfor (**Figur 15**). Kylin nevner selv at arten har likhetstrekk med den monøsiske arten *B. ectocarpum* Sirodot. Israelson (1942), som senere analyserte Kyilins *B. arcuatum*, konkluderte med å redusere *B. arcuatum* til et synonym under *B. ectocarpum* Sirodot (*B. ectocarpum* Sirodot har imidlertid vist seg å være et illegitimt navn etter nomenklaturreglene). Vis *et al.* (1995) analyserte på nytt Kyilins typemateriale og sammenliknet det med typemateriale av andre nærstående arter (inkludert *B. confusum*, *B. boryanum*, *B. anatinum* og *B. ectocarpum*). De kom fram til at *B. arcuatum* var en "god" art, og gir den en revidert beskrivelse, mens *B. ectocarpum* ble synonymisert under *B. anatinum* (i dag *B. confusum* f. *anatinum*, se nedenfor). Vis *et al.* (1995) oppgir følgende mål: kransdiameter 428-727 μ m, 1-3 karposporofytter per krans med diameter 92-129 μ m. Karposporangier 10-15 μ m høye og 7-12 μ m brede, og karpogon 6-12 μ m i diameter og 28-39 μ m langt. Barkledning består kun av regulære, sylindriske celler, en karakter som ikke ble benyttet av Kylin og Israelson. Israelson (1942) oppgir mål som avviker noe fra dette: kransdiameter oppgis til 700-1500 μ m, kransgrener er 10-20 celler høye. De basale celler er langstrakt sylindriske, men av og til med litt oppsvullete ender, 8-18 μ m brede og 25-80 μ m lange. Målene på karpogon og karposporer ligger innenfor de oppgitte verdier i Vis *et al.* (1995). Vi har ett funn av *B. arcuatum* (**Figur 16** til **Figur 19**), mål på nøkkelkarakterer er vist i **Tabell 2**.



Figur 15. *Batrachospermum arcuatum*. Fra venstre: primær kransgren, kransgren med terminale spermatangier, ungt karpogon med svakt kølleformet trichogyne og senere stadium med involukralsgrener som omslutter karpogonet (originalillustrasjoner fra Kylin 1912).



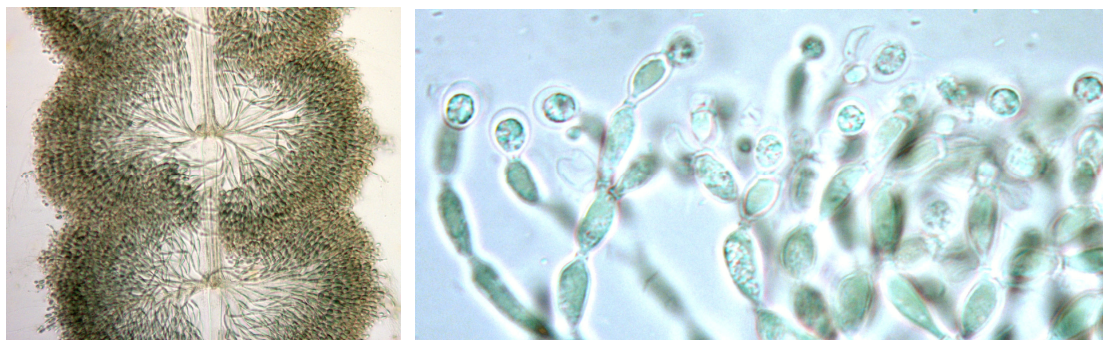
Figur 16. *B. arcuatum*. Hunnplante med karpogongren og karpogon. Til høyre karposporofytt, diameter varierer, ca 100-150 μm . Hoffselva, Oslo (BOS HOF).



Figur 17. *B. arcuatum*. Kransskudd inntil 20 celler høye, de basale celler langstrakt, sylindriske, men av og til med litt oppsvullete ender, 8-18 μm brede og 25-80 μm lange. I de terminale deler av kransskuddene går ofte smågrenene ut flere til samme side. De midtre cellene er ellipsoide (fusiforme), mens de apikale ofte er litt oppsvullet i enden og tydelig avsmalnende mot cellen under. Kransskuddene er karakteristisk buet i de terminale deler. Til høyre hovedakse med barkcellerekker av sylindriske celler. Hoffselva, Oslo (BOS HOF).



Figur 18. *B. arcuatum*. Kransskudd. Til høyre fra Israelson (1942, Pl. 3b, som *B. ectocarpum*)



Figur 19. *B. arcuatum*. Hannplante med spermatangier. Hoffselva, Oslo (BOS HOF).

B. arcuatum er med tiden registrert over store deler av kloden, fra Alaska til Mexico og fra Hawaii til Kina og Japan, forruten flere steder i Europa. I en nylig publisert undersøkelse (Vis *et al.* 2010) blir materiale fra alle disse fjerne områdene sammenliknet morfologisk og på basis av DNA sekvenser (cox2-3 spacer, rbcL). Som en kunne vente er det betydelig variasjon innen arten, både morfologisk og i de genetiske data. Det antydes at det kan eksistere kryptiske arter innen dette komplekset. Det ble funnet følgende variasjon i morfologiske karakterer: Kransene varierer fra 345-1330 μm i diameter med 8-20 celler i de primære kransgrenene. Det er 1-6 karposporofytter pr krans. Karposprofyttene kan til tider forekomme utenfor kransen. Disse har en diameter på 60-144 μm . Karposporene er 6-19 μm lange og 4-12 μm brede. Karpogonet varierer fra 15-68 μm langt og 4-10 μm bredt, mens spermatangiene som regel sitter 1-2 terminalt og har en diameter på 4-9 μm . En populasjon (i Kina) hadde monøsiske individer. Dessverre var det ingen nordeuropeiske prøver med i undersøkelsen (den nærmeste var fra Bulgaria). *B. arcuatum* er ikke med sikkerhet tidligere kjent fra Norge. *B. arcuatum* er ikke med på artslisten som Kwandrans *et al.* (2002) satt opp for Sverige. Men det skyldes at den feilaktig er ført opp som *B. anatinum* (se nedenfor). Men *B. arcuatum* er med i DYNTAXA (svensk taxonomisk database, ArtDatabanken).

Våre funn: Hoffselva, Oslo (**Figur 62**).

***Batrachospermum boryanum* Sirodot**

svensk: nordlig pärlbandsalg

Typelokalitet: Nær Bourg-des-Comptes, sør for Rennes, Frankrike

Synonymer: *B. ectocarpoideum* Skuja ex L.H. Flint

Arten er beskrevet som diøsisk, men Israelson (1942 s. 40) fant i sjeldne tilfeller også monøsiske individer i Sverige, og betegner arten som polyøsisk. Tallus er 1-8 cm (10) langt, med sterkt gelatinøs konsistens og med grålig til gul-brun farge (**Figur 20**). Hovedgrenene er 600-1100 (1200) μm tykke. Det har vært påpekt som karakteristisk for arten at sidegrenene har noe innrullede grenspisser (Sheath & Burkholder 1983).

Primære kransgrener er 9-14 (20) celler høye, og forgrenet med relativt vide grenvinkler. Proksimale celler er sylindriske (20-80 μm lange) og litt utvidet i enden (8-14 μm brede), mens de distale cellene i kransgrenen er sylindrisk-tønneformet og litt smalere (**Figur 21**). Sekundære kransgrener forekommer også, men blir vanligvis ikke så høye som de primære kransgrener. Hovedaksen er dekket av irregulær bark (heterocortical). I tillegg til sylindriske celler forekommer celler som har en uregelmessig form og er oppsvulget (**Figur 23**).

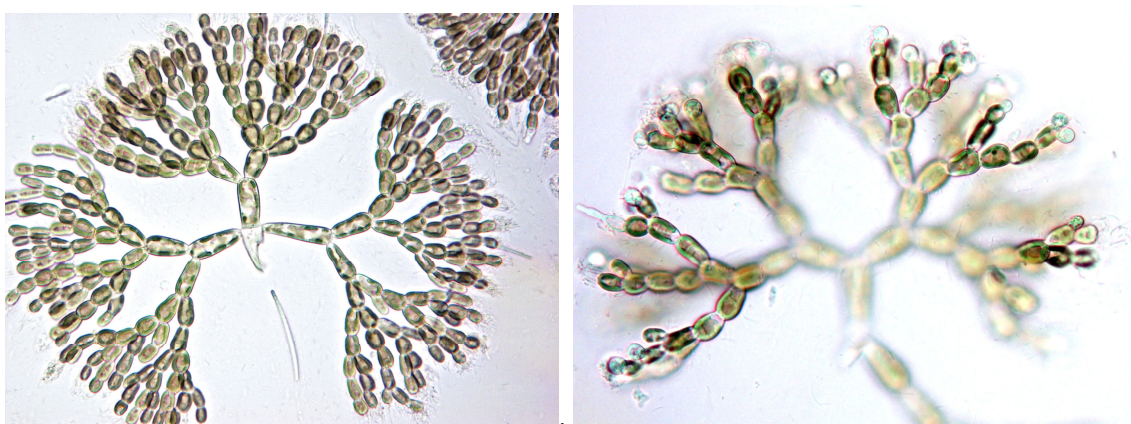
Karpogongrener utvikles ofte nederst på kransgrener og skiller seg lite ut fra vegetative celler.

Karpogonet er relativt kort (ca 15-30 μm langt) med en trichogyne som er ovalt-klubbformet (ca 6-10

µm bred). Involukralkgrener er vanligvis få og korte (**Figur 22**). Tallrike globulære karposporofytter (120-160 (200) µm i diameter) utvikler seg i den ytre del av kransskuddene. Karposporangiene er ovale, 7-11 µm brede og inntil 14 µm lange (**Figur 22**).

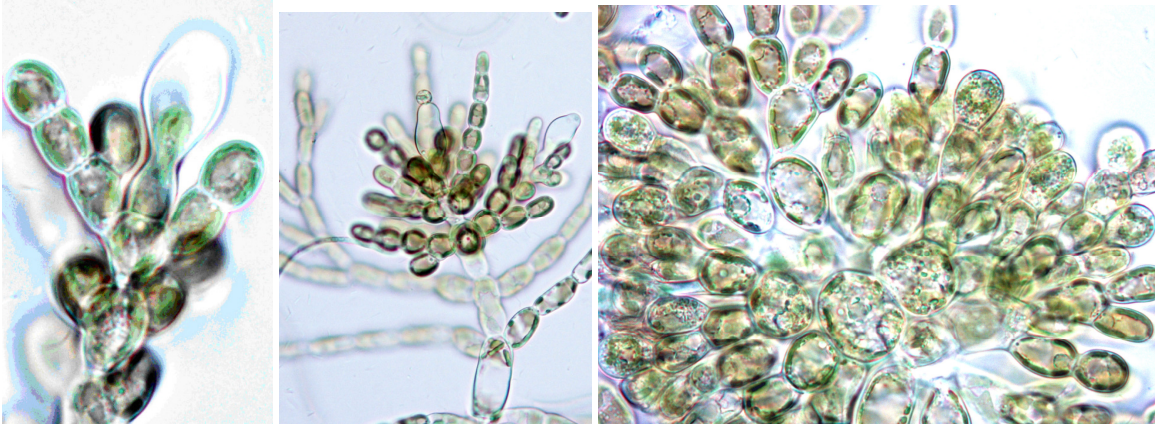


Figur 20. *Batrachospermum boreanum* fra Lømsenvatn, v Følling (PSN FØL). Hannplante (venstre) og hunnplante.

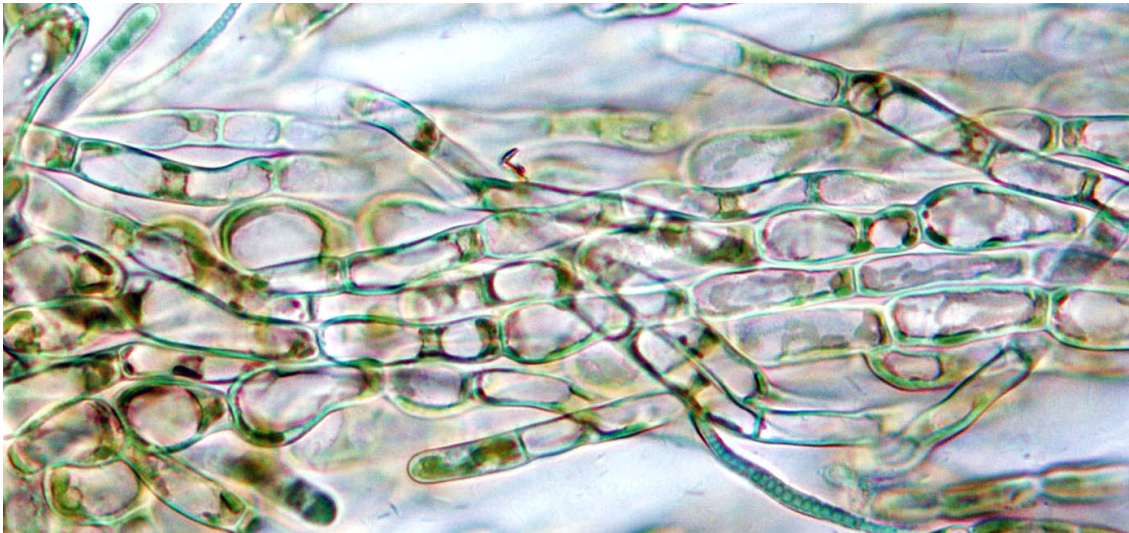


Figur 21. *B. boryanum*. Primære kransskudd, til høyre med terminale spermatangier.

B. boryanum kan forveksles med *B. confusum* (se nedenfor) som begge har irregulær bark. Tradisjonelt har de to artene vært skilt ved å være h.h.v. diøsiske og monøsiske. Men både Israelson (1942) og Sheath & Burkholder (1983) fant at en liten prosent (2 %) av *B. boryanum* var monøsiske. Også i vårt materiale ble det registrert monøsiske individer av *B. boryanum*. Det er interessant at det er beskrevet arter som står nær både *B. boryanum* og *B. confusum*, og som i dag er redusert til synonymer under den ene eller den andre av de to artene. Kylin (1912) beskrev *B. distensum* som en ny art, men Israelson (1942) gav den ny status som varietet: *B. boryanum* var. *distensum* (Kylin) Israelson. Vis *et al.* (1995) derimot plasserer *B. distensum* som et synonym under *B. confusum*. Israelson og Kylin legger vekt på kransgrenenes celleform, mens Vis *et al.* (1995) vektlegger at *B. distensum*, i likhet med *B. confusum*, er monøsiske og har spermatangier utviklet på involukralkgrenene.



Figur 22. *B. boryanum*. Hunnplante med karpogongrener. I midten to karpogon, det ene med en spermatie festet til enden av trichogonen. Til høyre del av karposporofytt med gonimoblastfilamenter som ender i karposporangier.



Figur 23. *B. boryanum*. Utsnitt av barkkledning på hovedaksen som viser regulære og irregulære barkceller

Våre funn: Oslo-Akershus, Oppland, Buskerud, Hordaland, Sør-Trøndelag (**Figur 62**).

***Batrachospermum confusum* (Bory de Saint-Vincent) Hassall**

Basionym: *B. ludibundum* var. *confusum* Bory de Saint-Vincent

Typelokalitet: nær Fougères, Bretagne, Frankrike

Synonymer: *B. crouanianum* Sirodot, *B. alpestre* Shuttleworth ex Hassall, *B. helminthosum* Sirodot, *B. setigerum* Rabenhorst, *B. distensum* Kylin (omdiskutert, se nedenfor), *B. fruticosum* K.M.Drew

Arten er beskrevet som monøsisk, men Israelson (1942) fant i sjeldne tilfeller også diøsiske individer i Sverige. Tallus er 3-10 cm langt, sterkt gelatinøst og med grålig til olivenbrun farge. Hovedgrenene er 600-1100 (1500) μm tykke. Sentralaksen er dekket av irregulær bark i likhet med det en finner hos *B. boryanum* (**Figur 26**). Primære kransgrener er 10-20 celler høye. De proksimale cellene er langstrakt sylindriske, 6-9 μm brede og 4-10 (16) ganger lengre enn brede. De distale cellene er ovale, nesten globulære, og like brede som cellene i de midtre deler av kransskuddene. I følge Israelson er forskjeller i kransskuddenes utforming og cellestørrelser den beste karakteren til å skille mellom *B.*

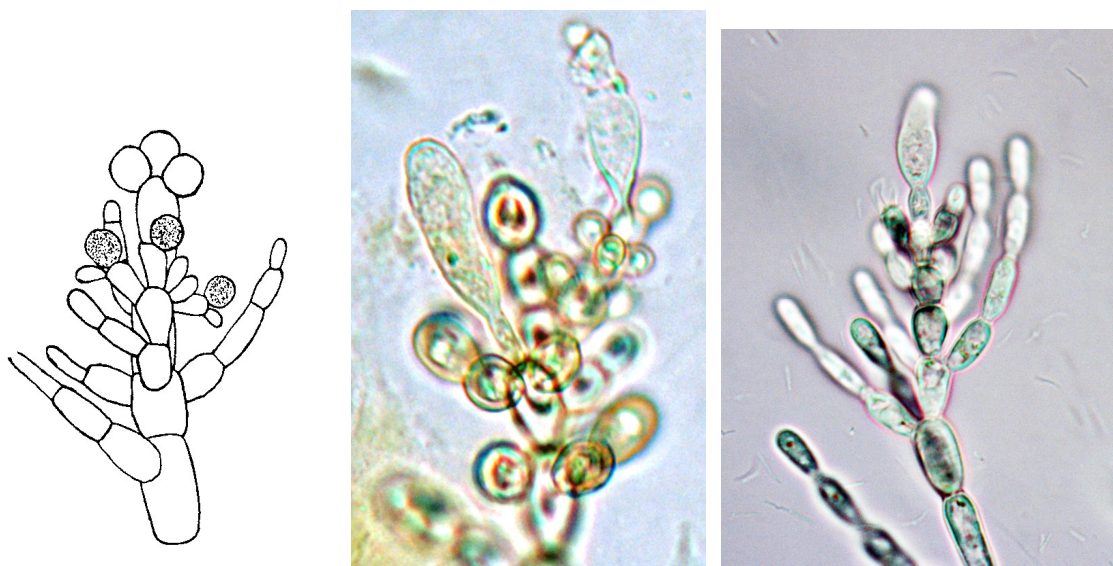
boryanum og *B. confusum* (Figur 24). Også Kylin (1912 s. 28) pekte på forskjeller i kransgrenenes morfologi da han beskrev *B. distensum* som en ny art fra Sverige, og sammenliknet med *B. confusum* (som *B. helminthosum* Sirodot). Han pekte på at grenkransenes basalceller hos *B. distensum* var 4-6 ganger lengre enn brede, mens de var 6-12 x lengre hos *B. confusum*. Ut fra dette tyder mye på at Israelson (1942) hadde rett når han inkluderte *B. distensum* under *B. boryanum* (*B. boryanum* var *distensum* (Kylin) Israelson) og ikke under *B. confusum* slik som foresått av Vis *et al.* (1995).

Batrachospermum confusum utvikler spermatangier (5-7 μm) terminalt på primære og sekundære kransgrener, men også på involukralsgrener som dannes fra karpogongrenen. Karpogonet er inntil 40 μm langt og er elipsoid-sylindrisk eller svakt køllefremet (Figur 25).

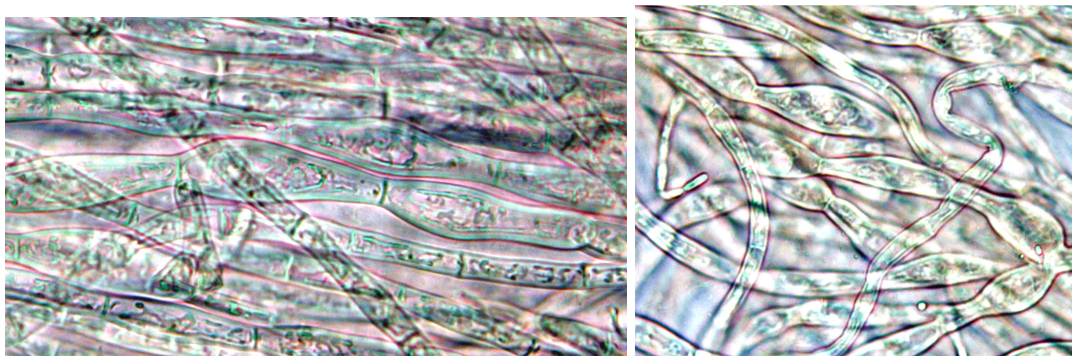
Det dannes tallrike karposporofytter (ofte >10) i hver krans, ca 70-100 (130) μm i diameter. Karpogongrenene er ovale 8-13 μm lange og 6-11 μm brede. Israelson (1942 s. 37) oppgir arten (som *B. helminthosum* Sirodot) fra en bekk nær Buruen i Ytre Rendal (Hedemark). Han fant dels rene hannplanter, dels monøsiske individer.



Figur 24. Fotografier fra Israelson (1942, Plate III) av *Batrachospermum boreanum* og *B. confusum* (som *B. crouanianum*). Til høyre kransgren av *B. distensum* fra originalbeskrivelsen til Kylin (1912).



Figur 25. *B. confusum*. Karpogongren med spermatangier utviklet terminalt på involukralsgrener og rester av tre spermatier på trichogynen (fra Kylin 1912, som *B. helminthosum* Sirodot), tilsvarende fra Hjørungdalselva (NHA HJØ) i midten og Mikkelsbekken, Leiravassdraget (BLE MIK) til høyre.



Figur 26. *B. confusum*. Detaljer av barkkledning fra nedre del av hovedakse med løst organiserte barkcellerekker med sylindriske og irregulære celler. Mikkelsbekken, Leiravassdraget (BLE MIK)

Våre funn: Oslo-Akershus, Hedmark, Hordaland, Møre og Romsdal (**Figur 62**).

***Batrachospermum confusum* f. *anatinum* (Sirodot) S.A.Stewart & M.L.Vis**

Basionym: *B. anatinum* Sirodot

Typelokalitet: Vau-de-Meu elva, nær Montfort, Frankrike

Synonymer: *B. ectocarpum* Sirodot *sensu* Stewart & Vis (2007)

Batrachospermum anatinum Sirodot (også kjent under det illegitime navnet *B. ectocarpum* Sirodot) har vært betraktet som en distinkt art inntil Stewart & Vis (2007) nylig forslo å redusere arten til en form av *B. confusum*. Begge taksa er monøsiske og har irregulær bark. Karakteren som ble brukt for å skille de to taksa var at *B. confusum* har spermatangier på involukralfrener, mens *B. anatinum* ikke har det. Molekylærgenetiske data viste at DNA sekvenser (*rbcl*) fra *B. confusum* og *B. anatinum* var nær identiske. De molekylærgenetiske data ga støtte for å tillegge barkkledning (regulær *versus* irregulær) større systematisk betydning enn plasseringen av spermatangier. DNA-data fra *B. boryanum* viser at denne arten står genetisk nær *B. confusum*. Bare fremtidige studier der typematerialet eller topotyper (materiale fra typelokalitetene) blir analysert, kan avklare den taksonomiske situasjonen.

Batrachospermum anatinum er registret med ett funn av Kylin i Sverige (Moheda, Småland). Alle individer var rent hunnlige, uten spermatangier og karposporofytter. Israelson vurderte senere Kylin's funn, og hevdet at det like gjerne kunne dreie seg om *B. boryanum*. Selv fant ikke Israelson noe materiale som han førte til *B. anatinum*. Derimot refererer både Kylin (1912) og Israelson (1942) til en rekke funn som er ført til *B. ectocarpum* Sirodot. Dette er som nevnt et navn som ikke er gyldig etter nomenklaturreglene, og Vis *et al.* (1995), som undersøkte typematerialet, førte *B. ectocarpum* som et synonym under *B. anatinum*. Dette blir fulgt av Kumano (2002) og Eloranta & Kwandras (2007). Men det er viktig å være oppmerksom på at de svenske funnene av *B. ectocarpum* refererer til en annen fortolkning av Sirodots originalbeskrivelse. Israelson (1942 s. 32, 35) brukte navnet *B. ectocarpum* om den arten som Kylin hadde beskrevet som *B. arcuatum* Kylin, og han refererer til mer enn 70 funn. Det blir derfor feil når det i den svenske artslisten (Kwandras *et al.* 2002) oppgis 77 funn for *B. anatinum*, mens *B. arcuatum* ikke nevnes. Forholdet er det motsatte, de 77 funn er av *B. arcuatum*. I vårt materiale har vi noen prøver som ble klassifisert som *B. anatinum*. Disse var monøsiske hadde irregulær bark og manglet spermatangier på involukralfrener. Kransgrenenes form og cellestørrelser viser størst likhet med *B. boryanum*.

Batrachospermum gelatinosum (Linnaeus) De Candolle

norsk navn: perleslinke, svensk: pärlbandsalg

Basionym: *Conferva gelatinosa* Linnaeus

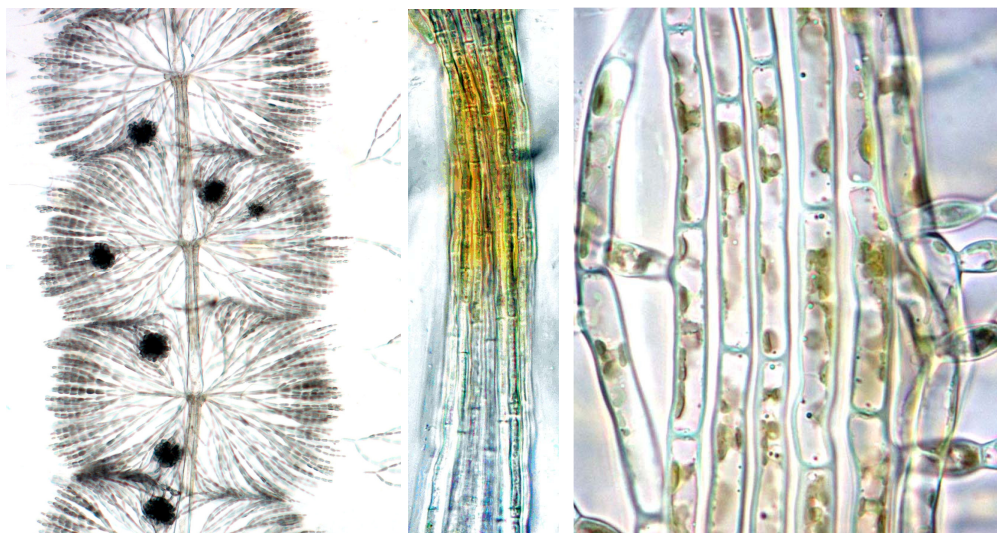
Typelokalitet: Nord Europa (uspesifisert)

Synonymer: Synonymer: *B. moniliforme* A. Roth, *B. pyramidale* Sirodot, *B. pygmaeum* Sirodot

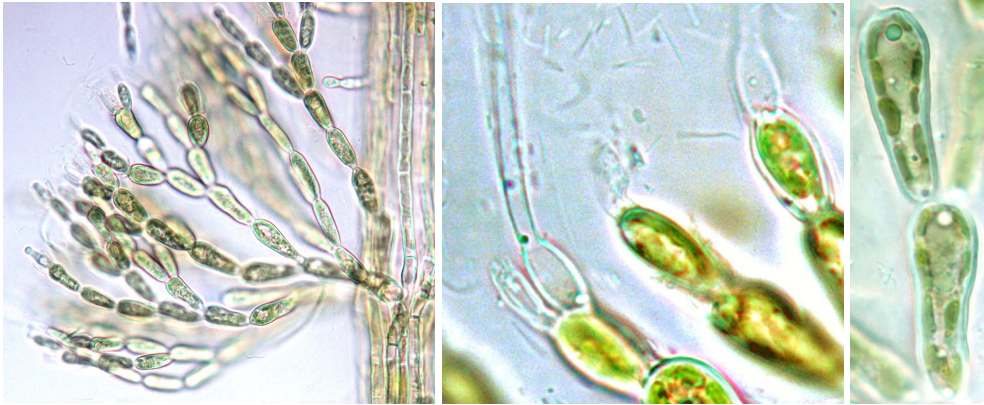
Algen er 3-10 (20) cm, mer eller mindre gelatinøs og med en grålig farge med stikk av brunt eller gult. Kransdiameteren er ca 300-800 (1000) μm og hovedaksen er dekket av barkcellerekker som kun består av sylindriske celler (regulær bark) (**Figur 27**). De primære kransgrenene er 8-16 (20) celler høye. Sekundære kransgrenener er til stede i varierende grad og med varierende høyde. Terminale celler på kransgrenene ender ofte i et hyalint hår (**Figur 28**).

Arten er monøsisk og spermatangiene utvikles rikelig ytterst på kransgrenene (ca 5-7 μm i diameter). Karpogongrener dannes fra kransgrenene og karpogonet er noe variabelt i form og lengde, vanligvis ca 20-40 μm høyt med en trichogyne som er klubbformet til urneformet (**Figur 29**). Det utvikles flere runde karposporofytter i hver krans (antall 1-12) med en diameter som varierer (50-150 μm). Karposporangiene er ovale og ca 6-10 μm brede og 10-15 μm lange.

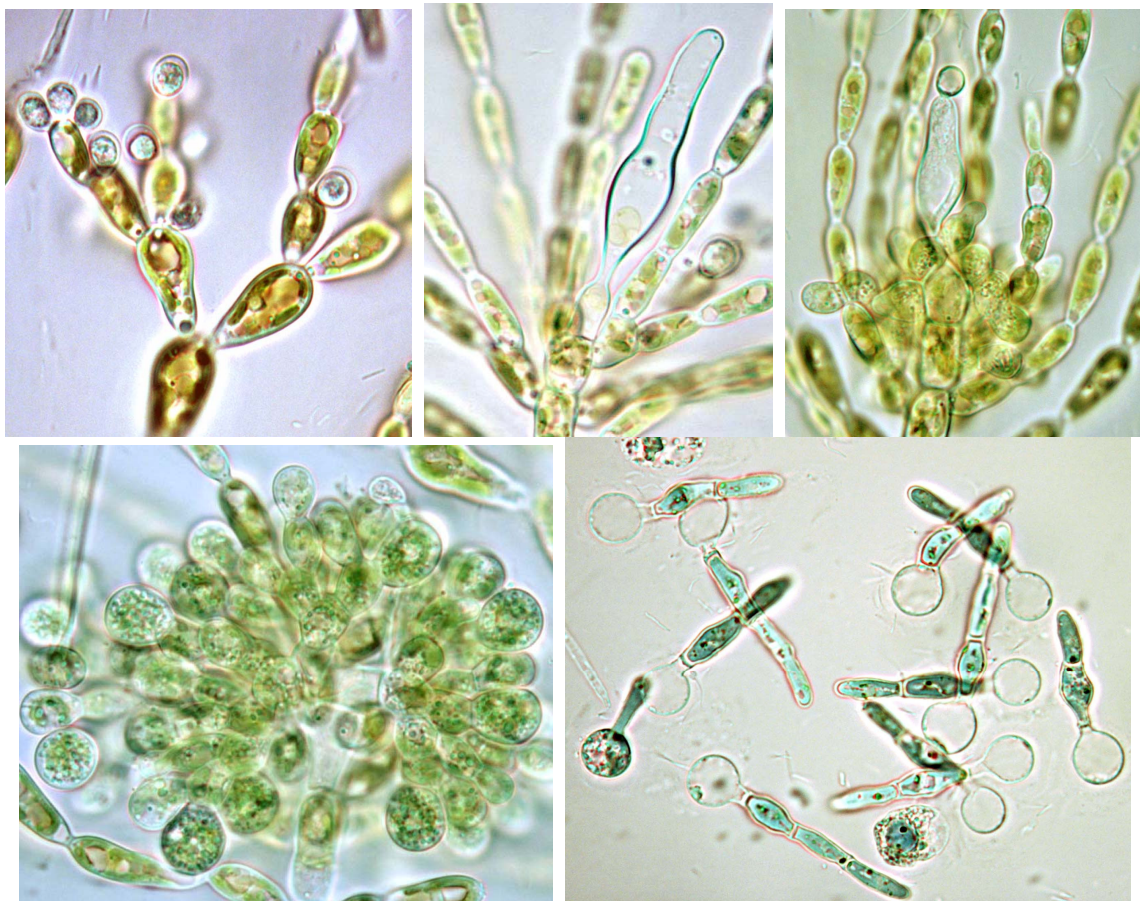
Batrachospermum gelatinosum er regnet som den vanligste arten i slekten i Skandinavia med mer enn 700 registreringer i Sverige (Israelson 1942, Kwandrans *et al.* 2002) over hele landet. Også i Norge (inkludert våre undersøkelser) er arten den hyppigst registrerte. Arten har vid geografisk utbredelse og er rapportert de fleste land i Europa, fra USA, Kina og Japan, men trolig begrenset til den nordlige halvkule (House *et al.* 2010). Det er stor morfologisk variasjon innen arten. Israelson (1942) skilte ut to former: f. *pyramidale* (Sirodot) Israelson og f. *densum* (Sirodot) Israelson. En nylig publisert undersøkelse fra det nordamerikanske kontinent (House *et al.* 2010) analyserte et stort materiale (193 individer) fra vidt atskilte populasjoner både med hensyn til morfologisk variasjon og DNA-variasjon (COI). Undersøkelsen konkluderer med at dette er en art som er relativt homogen genetisk, men ganske variabel i morfologi.



Figur 27. *Batrachospermum gelatinosum* Kransskudd med karposporofytter. Barkcellerekker av regelmessig sylindriske celler



Figur 28. *B. gelatinosum*. Kransskudd, venstre. Terminale hyaline hår på kransskudd, i midten. Celler i kransgrener med kloroplaster, høyre.



Figur 29. *B. gelatinosum*. Kjønnnet formering. Øverst til venstre spermatangier utviklet ytterst på kransgrener, parvis eller enkeltvis. Resten av bildene viser karpogon og utvikling av karposporofytt som en følge av befruktingen. Nederst til høyre spiring av karposporer. Spiringsmønsteret med at sporens innhold går over i en uniseriat spiringstråd er karakteristisk for Batrachospermales. Spiringstråden utvikler seg videre til et *Chantransia*-stadium.

Molekylære analyser: DNA ble ekstrahert fra materiale samlet fra Åroselva i Buskerud (FDI UGJ) 21/5-2010, og "DNA barcode"-området (COI, 664 bp) ble sekvensert. Av tilgjengelige sekvenser av arten foreligger det kun en sekvens fra Nova Scotia (GenBank EU628669). Denne avviker med 10 bp fra den norske prøven. I en nylig publisert undersøkelse (House *et al.* 2010) er et stort materiale fra Nord-Amerika analysert, og ytterligere 3 individer fra Europa (UK 2, Frankrike1) er blitt sekvensert

for det samme genområdet. Disse sekvensene er gjort tilgjengelige (Dr Morgan Vis, personlig meddelelse) og viser at den norske prøven skiller seg i 3 basepar (0.45 %) både fra den franske og fra de britiske prøvene, mens forskjellene mellom den dominerende haplotypen i Nord-Amerika og norsk, fransk og britisk materiale er henholdsvis 10 bp, 8 bp og 7 bp. Sekvensen fra den norske prøven er nå deponert i GenBank som no. HQ412539 (Rueness, 2010, se også appendiks).

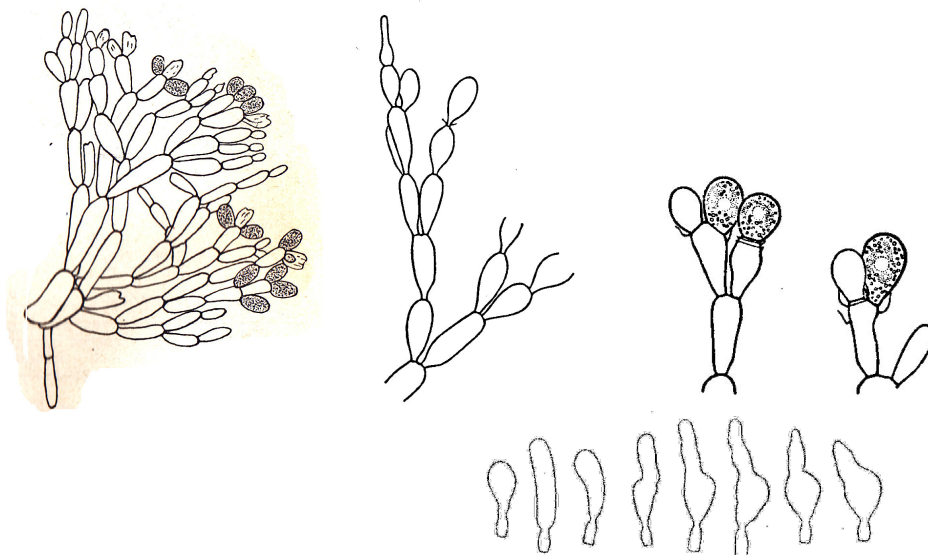
Våre funn: Oslo-Akershus, Østfold, Hedmark, Buskerud, Hordaland, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag (**Figur 59**). I den trykte litteraturen om ferskvannsalger i Norge nevnes arten av Wille (1901 s. 22) fra Brevikstranden ved Kragerø, og Lyngbye (1819 p. 187) oppgir arten som vanlig i Norge.

Batrachospermum skujae Geitler

Typelokalitet : Quellbach, sør for Gresten, Niederdonau, Østerrike

Synonymer: *B. moniliforme* var. *pulcherrimum* (Bory de Saint-Vincent) Kützing, *B. sporulans* Sirodot

I originalbeskrivelsen oppgir Geitler (1944) talluslenger på inntil 15 (20) cm og maksimal tykkelse 1400 μm , mens det fra Skandinavia oppgis lengder på 1-6 cm og kransdiameter 700-1000 μm . Tallus er gelatinøst og har en grålig farge med stikk av oliven eller brunt. Sentralaksen er dekket av regulær bark av sylindriske celler. Kransgrenene er 10-16 celler høye. De proximale cellene er 5-8 μm brede og 30-60 μm lange. Celleformen er karakteristisk avsmalnende mot basis (Geitler 1944). Hår kan forekomme terminalt på kransgrenene, men kan også mangle. Sekundære kransskudd er mer eller mindre vanlige og får samme høyde som primære kransskudd. Monosporangier, som er karakteristisk for arten, og i følge Eloranta & Kwadrans (2007) alltid til stede, dannes enkeltvis eller i par terminalt på kransgrenene, 7-10 μm brede og 8-13 μm lange (**Figur 30**). Arten er monøsisk, men spermatangier og karpogon er sjelden til stede, og karpoporofytter utvikles bare unntaksvis. Hvis de kommer til utvikling, dannes det flere (1-6) per grenkrans, og de har en diameter som er ca 70-150 μm . Trichogynen er klubbe-urneformet, og karpogonet blir vanligvis ca 40 μm langt, ubefruktede karpogon kan i følge Geitler bli "monstrøse" og inntil 60 μm lange. Karpoporangiene er ovale og inntil 10-11 μm brede og 12-14 μm lange.



Figur 30. Primær kransgren med terminale, ovale monosporangier, enkeltvis eller i par. (fra Kylin som *B. sporulans*). Resten av figurene (fra Geitler 1944) viser kransgren med karakteristisk form på cellene, monosporangier og nederst ulike former på karpogonet.

Borge (1911) gjorde et interessant og godt dokumentert funn av denne arten i Kolbukta på Svalbard i august 1908. Han anga den ved synonymet *B. sporulans* Sirodot. Borge sendte prøver til Kylin som sier: "Die Exemplare sind sporentragend; einige Sporangien schon entleert; Karpogonäste keineswegs selten; die Trichogynen oft unregelmässig entiwkelt; trotz eifriges Suchens habe ich keine Gonimoblasten gesehen. Die Individuen stimmen gut mit den Exemplaren übereins, die ich von dieser Art aus Schweden besitze."

Arten er ikke observert i vårt materiale fra Norge, men i Sverige er det mer enn 80 registreringer (Israelson 1942, Kwandrans *et al.* 2002).

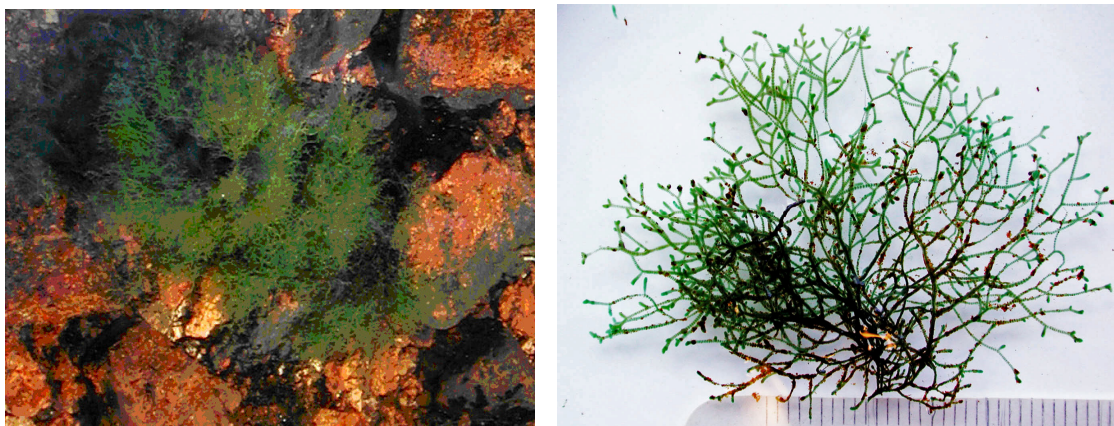
***Batrachospermum turfosum* Bory de Saint-Vincent**

norsk navn: myrslinke, svensk: torvgravsalg

Typelokalitet: Dax (Aquitaine), Frankrike (lectotypifisert av Compère 1991)

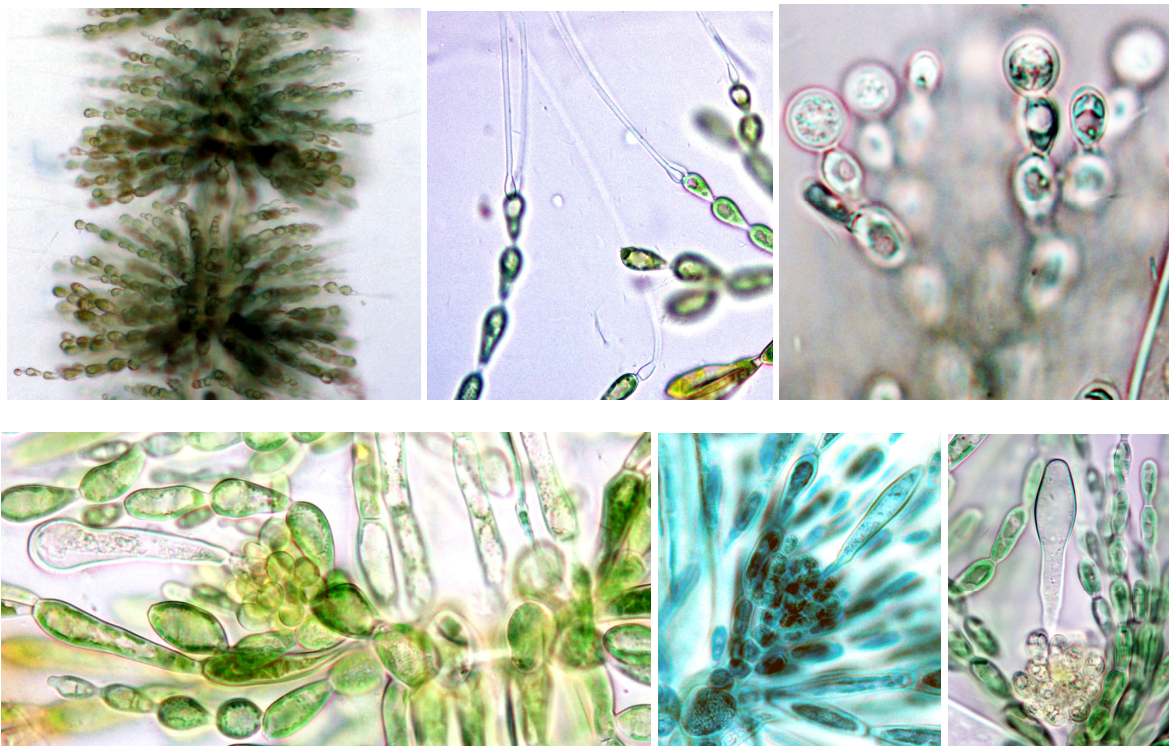
Synonymer: *Batrachospermum vagum* (Roth) C. Agardh; *Batrachospermum moniliforme* var. *vagum* Roth; *B. keratophytum* Bory de Saint-Vincent (diskutert nedenfor).

Dette er trolig den vanligste arten i slekten *Batrachospermum* i Norge ved siden av *B. gelatinosum*. Algen har vanligvis en grønn-blågrønn-olivengrønn farge og blir inntil 15-20 cm lang med runde grener som ender i avrundete skuddspisser. Kransgrenene er atskilt i de yngre deler (skuddspissene), men det utvikles raskt tett med sekundære kransgrener i eldre deler, og tallus blir her mørkere, med en fastere konsistens og sammenhengende kransskudd. Voksestedet er oftest i mindre bekker og vannansamlinger med humøst vann (**Figur 31**).



Figur 31. *Batrachospermum turfosum*. Fra rolig parti av bekk gjennom skogen, juni 2010 ved Fagervann, Maridalen Oslo (BAU FAG).

Diameter på hovedskuddene er 300-700 μm (-1000) (**Figur 32**). Primære kransskudd er lite grenet og er 6-12 celler høye med ovale celler. Nærmest hovedaksen er cellene 7-15 μm brede og 20-60 μm lange, mens de terminale cellene blir smalere og kortere. Sekundære kransskudd kommer raskt til utvikling og bli like høye som de primære. Terminale hår forekommer i varierende grad. Hårene er typisk noe oppsvulget ved basis. Arten er monøsisk, men gametangier kan ofte mangle og karpoporofytter er aldri rapportert hos arten i Skandinavia. Derimot forekommer ofte monosporangier. Disse utvikles enkeltvis eller i par ytterst på primære og sekundære kransgrener og er 7.5-10 μm brede og 9-14 μm lange. Hvis spermatangier er til stede, er disse globulære, 5-7 μm i diameter, og dannes 2-3 sammen på enden av kransgrener. Karpogonet er 30-60 μm langt med en omvendt kjegleformet-klubbeformet trichogyne. Karpogongrenen utvikles fra en periaksialcelle eller fra en av de basale celler av de primære kransgrener, og består av 3-14 korte celler; de øverste av disse har korte sidegrener (involutralgrener) som består av 2-5 avrundete celler (**Figur 32**).



Figur 32. *B. turfosum*. Øverst: Detalj av to kransskudd. Terminale, hyaline hår forekommer i varierende grad. Lengst til høyre, monosporangier. Nederst: Karpogongren, korte involukralgrener og kølleformet trichogyne. Karpogongren utvikles fra en periaksialcelle eller fra en av de basale cellene av primære kransgrener.

Batrachospermum turfosum og *B. keratophytum* ble opprinnelig beskrevet som to distinkte arter av Bory de St-Vincent (1808 s. 327 og s. 328), mens Compère (1991 a) synonymiserte de to. Sheath *et al.* (1994) opprettholdt et skille mellom disse to artene etter å ha gitt en modifisert beskrivelse av dem: *B. turfosum* Bory de St-Vincent *emend.* Sheath, Vis et Cole og *B. keratophytum* Bory de St-Vincent *emend.* Sheath, Vis et Cole. Etter dette ble de to taksa skilt ved at *B. turfosum* har monosporangier, og hvis gametangier utvikles, så mangler spermatangier på involukralgrenene. Hos *B. keratophytum* derimot, mangler monosporangier, og spermatangier utvikles på involukralgrenene og det dannes én karposporofytt per krans, nær sentralaksen. Necchi (1990) skilte i tillegg *B. turfosum* fra *B. keratophytum* på basis av antall celler i kransgrenene, hhv 8-13 celler versus 3-8 celler, mens Sheath *et al.* (1994) fant ved undersøkelser av typemateriale at denne karakteren var overlappende, og oppgir hhv 5-8 og 6-10 celler. I en senere undersøkelse av en populasjon fra Newfoundland synonymiserte (Müller *et al.* 1997) de to taksa. Dette var basert på at det i samme populasjon fantes individer med monosporangier (vanligst juni-september) og individer uten monosporangier, men med karpogoner, spermatangier og utvikling av karposporofytter (vanligst mars-april). Gametangier og monosporangier var aldri på samme individ, og spermatangiene utviklet seg bare på involukralgrener (noe som ble antatt å øke sannsynligheten for befruktning). Analyser av DNA-sekvenser (ITS) viste at forskjellene mellom de to individtypene var minimal (0.009 %). Senere har den taksonomiske praksis variert med hensyn til å skille de to taksa på artsnivå eller ikke. Kumano (2002), Eloranta & Kwadrans (2007) opprettholder å skille de to artene *sensu* Sheath, Vis et Cole (1994). Begge "arter" vokser i samme type miljø: relativt stillestående så vel som hurtigstrømmende, svakt surt og humøst vann.

Ytterligere undersøkelser kreves for å avgjøre spørsmålene omkring *B. turfosum*/*B. keratophytum*. Dersom det dreier seg om bare en art (hvilket vi heller til), har *B. turfosum* prioritet som navn. Basert

på den trykte litteraturen, er det bare én art til stede i Skandinavia, og den er i overensstemmelse med *B. turfosum* ettersom monosporangier finnes og karposporofytter ikke er oppgitt. Når likevel både *B. turfosum* og *B. keratophytum* er tatt med i den svenske check-listen (Tolstoy & Willén 1997), må det bero på en misforståelse eller på upubliserte opplysninger. Misforståelsen kan ha oppstått fordi betegnelsen som er brukt på arten i eldre svensk litteratur (Kylin 1912, Cedergren 1926, 1938, Israelson 1942) har vært *B. vagum* var. *keratophytum*, og er i overensstemmelse med *B. turfosum* sensu Sheath, Vis et Cole, og ikke med *B. keratophytum* sensu Sheath, Vis et Cole (1994). Dette er korrekt reflektert i Kwandrans *et al.* (2002) der *B. turfosum* er ført opp med 126 funn fra Sverige, mens *B. keraophytum* ikke er registrert med funn. Nylig ble *B. keratophytum* oppgitt som ny art for Ukraina (Vis & Kapustin 2009). Materialet viste en kombinasjon av karakterer som dels er i overensstemmelse med *B. turfosum* (ikke spermatangier på involukrallgrener, ikke utviklet karposporofytt), dels med *B. keratophytum* (ingen monosporangier). Det siste ble mest vektlagt, og artsnavnet *B. keratophytum* benyttet inntil en sikker avklaring av taksonomien til de to taksa foreligger.

Wille (1901 s. 22) oppgir arten fra: Bolkesjø, Ås, Frognerstertjern. Lyngbye (1819 s.188, Tab. 64) oppgir arten fra Næs jernverk ved Tvedestrand, Aust-Agder. Strøm (1926) fant denne algen på Finse 1200 moh. Han sendte den til Kylin som identifiserte den til *B. vagum*. Strøm (1924) omtaler også denne arten i generelle vendinger på et tidligere tidspunkt ” I Skandinavia med særlig kunnskap om Norge, i stille bukter i innsjøer og i mindre pytter, myrgrøfter og lignende, finner man *B. vagum*.

Våre funn: Oslo-Akershus, Vest agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane. Denne algen er svært vanlig i Norge, mer vanlig enn denne undersøkelsen gir inntrykk av (lokaliteter med svakt surt, humøst vann er under-representert (**Figur 62**).

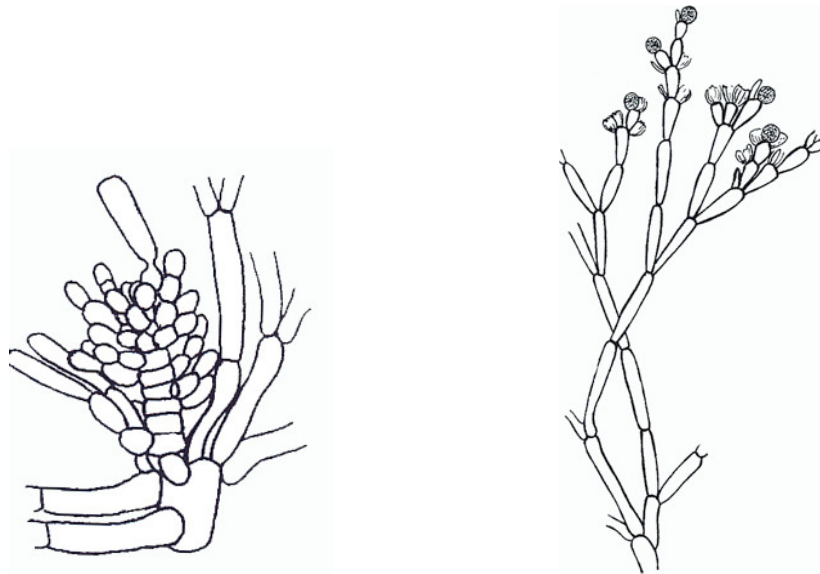
***Batrachospermum vogesiacum* F.G. Schultz ex Skuja**

Typelokalitet: Laugerie-Haute, Dordogne, Frankrike

Synonym: *Batrachospermum vagum* var. *flagelliforme* Sirodot

Arten hører til samme seksjon innen *Batrachospermum*-slekten som foregående art (sectio *turfosa*), og er monøsisk, med en karpogongren som utvikles fra en periaksialcelle eller en annen celle nær sentralaksen. Kumano (2002) plasserer arten i sectio *virescentia* som arten nedenfor *B. helminthosum*. Det dannes kun én globulær karposporofytt *per* krans, nær hovedaksen, ca 100-300 µm i diameter. Karposporangiene er ovale, ca 7-10 µm brede og 13-20 µm lange. Monosporangier mangler. Algen skiller seg fra foregående ved å være mindre, 2-10 cm og 340-700 µm i diameter. Ifølge Israelson kan *B. vogesiacum* lettere forveksles med *B. gelatinosum* enn med *B. turfosum*. Fargen er grålig til brunlig oliven, men kan også være grønnlig. Kransgrenene er 6-11 celler høye, og cellene er sylindriske-ovale, 5-9 µm brede og 25-60 lange proximalt og beholder omtrent samme cellebredde helt til de distale cellene. Sekundære kransgrener utvikles, men ikke i så stor grad som hos *B. turfosum*, slik at kransene er distinkte og løper ikke så tett sammen som hos *B. turfosum*. Arten er monøsisk, med globulære spermatangier, 5-8 µm i diameter, i enden av kransgrener. Karpogongrenen består av 4-8 korte celler, og utvikler seg fra en periaksialcelle. Det er tallrike, korte involukrallgrener. Karpogonet er 20-40 µm langt, med en trichogyne som er sylindrisk eller svakt konisk, 7-9 µm bred (**Figur 33**).

Algen er oppgitt fra et fåtall (7) lokaliteter i Sverige, men er ikke inkludert i den finske floraen (Eloranta & Kwandrans 2007). Algen er ikke påvist i Norge.



Figur 33. *Batrachospermum vogesiacum*. Originaler fra Sirodot (som *B. vagum* var *flagelliforme*), kopiert fra Kumano (2002), karpogongren (venstre) og kransgren med terminale spermatangier (høyre)

***Batrachospermum helminthosum* Bory de Saint-Vincent**

Typelokalitet: nær Fougères, Frankrike

Synonymer: *Batrachospermum virgatum* Sirodot; *Batrachospermum testarum* Sirodot

non: *Batrachospermum helminthosum* Sirodot

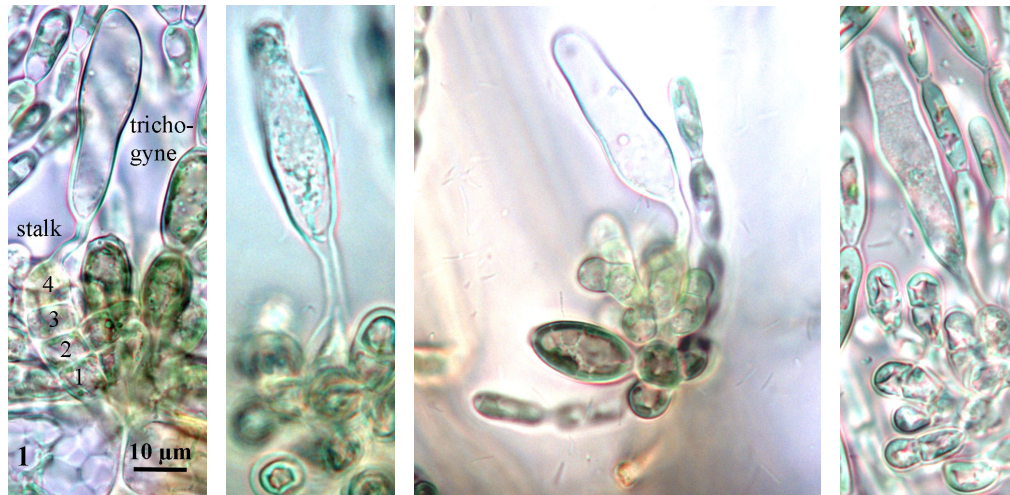
Algen har typisk en mørk grønn farge med en brunlig hovedakse i eldre deler (**Figur 34**). Denne delen av hovedaksen er dekket av barkcellerekker som består av sylindriske celler. Tallus er rikt grenet og 2-7 cm langt og med en myk, gelatinøs konsistens. Primære kransgrener er 6-15 (20) celler høye, sekundære kransgrener forekommer sjelden, og er da ikke så høye som de primære. Kransgrenenes nederste (proksimale) celler er ovale og langstrakte, 6-9 μm x 20-35 (60) μm .



Figur 34. *Batrachospermum helminthosum*. Til høyre med karpoporofytter inn mot hovedaksen.

Karakteristisk for arten er karpogonet som blir inntil 60 μm langt og har en trichogyne som er sylindrisk eller svakt klubbeformet, og med en stilkformet del ned mot karpogonbuken (**Figur 35**). Ingen andre skandinaviske *Batrachospermum*-arter har noe liknende. Algen oppgis å være polyøsisisk.

Det betyr at en kan finne individer som for eksempel er rent hannlige, og ha rikelig med spermatangier, og andre individer som kan være begge kjønn, men da ofte med få spermatangier. Skillet mellom diøsisk og monøsisk er derfor ikke helt skarpt hos denne arten (de to artene som er ført opp som synonymer, *B. virgatum* og *B. testale*, ble tidligere skilt ved å være henholdsvis monøsisk og diøsisk).

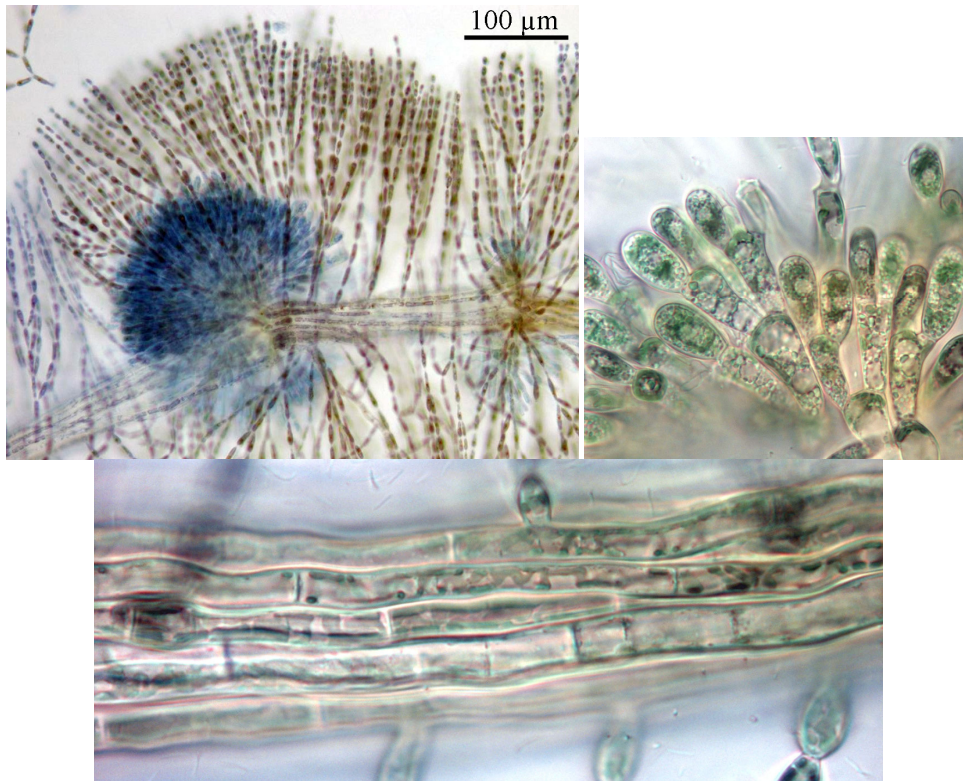


Figur 35. *B. helminthosum*. Fire ulike karpogon som viser noe av variasjonen i trichogynens form, alle med stilket del mellom trichogyne og karpogonbuk.

Karpogongrenen utvikles fra en basallcelle av de primære kransgrener, og består av et lite antall (4-11) celler. Det utvikles etter befruktningen en stor karposporofytt inntil sentralaksen, ca 200-400 µm i diameter. Karposporangiene er ovale og bredest i den distale enden, ca 8-12 µm brede og 12-28 µm lange (**Figur 36**).

Molekylære analyser: DNA ble ekstrahert fra i alt 4 individer, og sekvensert for "DNA barcode-området" (COI, 664 bp). Alle individer var identiske (men det ene individet fra Mikkelsbekken, kunne bare sammenliknes over 602 bp). Det foreligger ingen tilgjengelige data som gjør det mulig å sammenlikne med materiale fra andre deler av Europa. Men det foreligger et stort materiale fra Nord-Amerika (House *et al.* 2008). Innen Nord-Amerika er det stor variasjon (16 ulike haplotyper som skiller seg inntil 44 bp.) i COI-sekvenser i et komplisert mønster som ennå ikke er oppklart. Det norske materiale skiller seg fra den nærmeste amerikanske haplotypen med helle 53 bp (8 %). Dette viser at det innen arten *B. helminthosum* trolig eksisterer kryptiske arter som ennå ikke er avdekket. Det som gjenstår er først og fremst å sekvensere materiale fra resten av Europa, og særlig fra typelokaliteten i Frankrike. Resultatene av de molekylære analyser er publisert av Rueness (2010) og sekvensene deponert i GenBank (HQ 412540-HQ412543). Dersom fremtidig forskning skulle vise at *B. virgatum* og *B. testale* feilaktig er synonymisert under *B. helminthosum*, så er det norske materiale i best overensstemmelse med *B. testale* ved å være diøsisk og ha en kortcellet karpogongren.

Våre funn: Algen ble med sikkerhet først dokumentert i norsk flora gjennom denne undersøkelsen (Kile *et al.* 2010). Den ble funnet i Askerelva (BAS SEM) i slutten av juli 2009, med fertile hann- og hunnplanter. Senere ble algen også samlet fra andre vassdrag i sydlige Norge (**Figur 62**).



Figur 36. *B. helminthosum*. Øverst: Fire ulike karpogon som viser noe av variasjonen i trichogynens form, alle med stilket del mellom trichogyne og karpogonbuk. Midten: Detalj av hannlig individ med spermatangier, til venstre. Kransskudd med karpoporofytt, til høyre. Nederst: Gonimoblastcellerekker som ender i karpoporangier, til venstre. Barkcellerekker av sylindriske celler som dekker hovedaksen, til høyre.

***Batrachospermum atrum* (Hudson) Harvey**

Basionym: *Conferva atra* Hudson

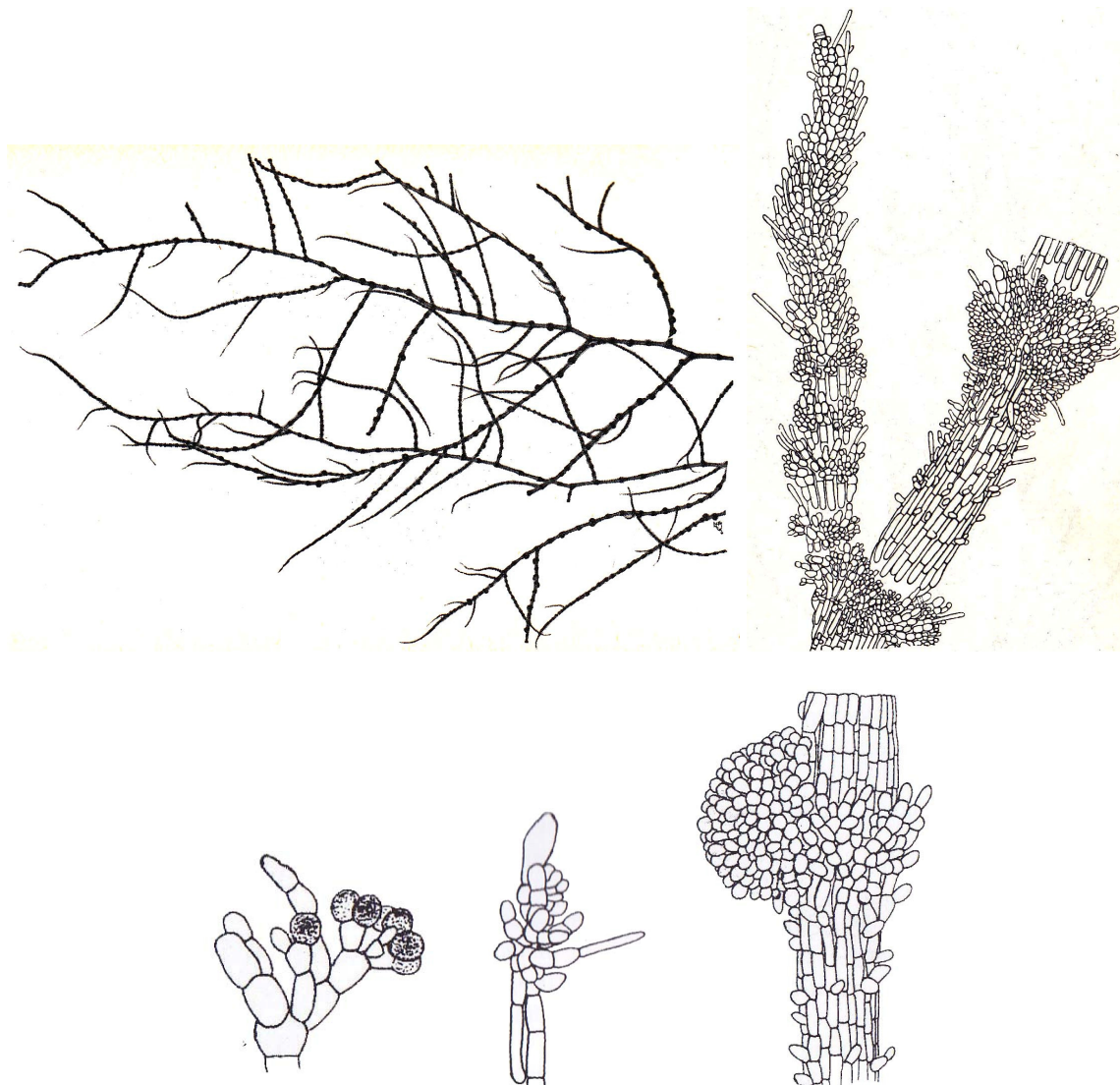
Typelokalitet: Wales

Synonymer: *Batrachospermum dillenii* Sirodot; *B. gallaei* Sirodot

Algen er 2-5 (13) cm og rikt grenet med runde skudd som er avsmalnende mot skuddspissene der toppcellene er tydelige i mikroskop. Fargen varierer avhengig av voksestedet og kan være mørkt grønn til oliven og bli nærmest rustrød i humøst vann. Hovedaksen blir ca 100 µm tykk.

Kransgrenene hos denne arten er svært redusert og er bare 3-6 celler høye og lite grenet, vanligvis noe bøyd oppover. Sekundære kransgrener er tallrike og er kortere enn primære kransgrener. Overflatisk kan algen minne om (og har vært forvekslet med) *Sirodotia* ved at kortskuddene har et mer eller mindre trekantet omriss (obkonisk) for hvert segment langs hovedaksen. Arten er oppgitt til å være polyøsisisk, men iflg Israelson (1942) er algen som regel monøsisisk i Sverige. De to artene som er ført opp som synonymer ble opprinnelig skilt bl.a. ved at *B. dillenii* er diøsisisk, mens *B. gallaei* er monøsisisk. En kort karpogongren utvikler seg inntil hovedaksen, og det dannes en vorteformet-halvkuleformet karpoporofytt som er ca 100-150 µm bred og 50-100 µm høy. Karpogonet blir 15-25 µm langt med en urne-klubbeformet trichogyne (**Figur 37**). Arten er trolig sjelden, men oppgitt fra noen funn i Sverige og et par funn i Finland (Eloranta & Kwadrans 2002). Overfladisk sett kan algen minne om *Sirodotia suecica* ved at sentralaksen løper ut i skuddspissene slik at aksialcellene er lett synlige.

Ikke påvist i Norge.



Figur 37. *Batrachospermum atrum*. Øverst: Tallus, skuddspiss, kransgrener og barkcellerrekker (fra Sirodot, som *B. dillenii*). Under: Spermatangier, karpogongren og karposporofytt (fra Sirodot som *B. gallaei*).

Slekt: *Kumanoa* Entwisle, Vis, Chiasson, Necchi et Sherwood

Slekten ble nylig opprettet som følge av en taksonomisk syntese basert på all kunnskap om arter som tidligere hadde vært innordnet i slekten *Batrachospermum* (Vis *et al.* 2009). Molekylære analyser basert på *rbcL* og *SSU* viste at arter som tidligere var gruppert innen seksjonene *Hybrida* og *Contorta* dannet en naturlig gruppering innen de fylogenetiske trær, og var klart avgrenset fra andre seksjoner innen *Batrachospermum*. På denne bakgrunn ble det foreslått å skille disse ut i en ny slekt *Kumanoa* (Vis *et al.* 2009). I alt 15 arter ble plassert i den nye slekten, de fleste av disse er beskrevet fra andre kontinenter enn det europeiske, og en nybeskrevet art er inkludert (fra fransk Guiana). To arter med kjent forekomst fra Skandinavia ble overført i den nye slekten. Et karakteristisk trekk er at karpogongrenen er snodd eller bøyd, og har celler som er klart differensiert fra vegetative celler.

Kumanoa virgato-decaisneanum (Sirodot) Entwisle, Vis, Chiasson, Necchi et Sherwood

Svensk: sydlig pärlbandsalg

Basionym: *Batrachospermum virgato-decaisneanum* Sirodot

Typelokalitet: Bretagne, Frankrike

Algen er kjent fra to tidligere funn i Sverige, men regnes nå som utdødd her og er derfor rødlistet i kategorien RE. De to kjente lokalitetene er i Skåne og ble innsamlet i 1832 og i 1868. Eksemplarene ble undersøkt av Israelson (1938). Arten er også kjent fra ett eldre funn (1871) i Finland (Eloranta & Kwandrans 2007), og fra Frankrike. For øvrig er den rapportert fra Japan, Australia, Brasil og USA.

Ikke påvist i Norge.

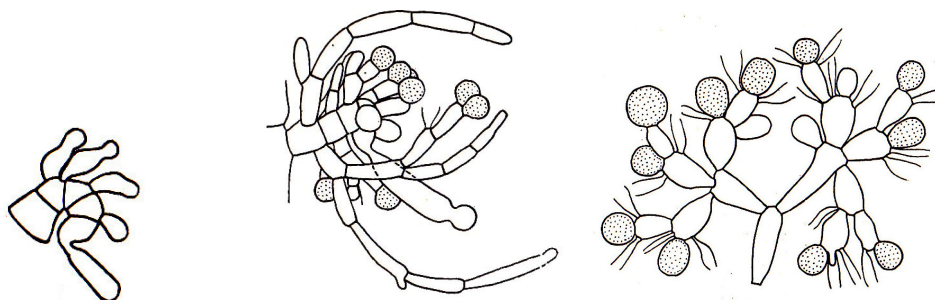
Kumanoa globospora (Israelson) Entwisle, Vis, Chiasson, Necchi et Sherwood

Basionym: *Batrachospermum globosporum* Israelson

Typelokalitet: Åsgarn sjø, Dalarna, Sverige

Algen er bare kjent fra fire funn i Sverige tilbake på 1940-tallet. I den svenske rødlisten er den satt til DD på grunn av kunnskapsbrist. Arten er ikke funnet i Finland, og heller ikke i Norge. Etter originalbeskrivelsen blir tallus inntil 7 cm, er rikt grenet med butte skuddspisser og har en grønn farge med blålig anstrøk. Arten er monøsisk. Karpogongrenen utvikles fra kransgrenenes basalceller og består av 3-7 skiveformete celler som danner en markert bue (**Figur 38**). Karposporofytter utvikles inntil sentralaksen, enkeltvis eller i par, og er halvkuleformet, 160-350 µm i diameter. Gonimoblastgrenene er nokså løst aggregert, og ender i kulerunde karposporangier som er ca 8-13 µm i diameter.

Ikke påvist i Norge.



Figur 38. *Kumanoa globospora* (*Batrachospermum globosporum* hos Israelson). Til venstre: ung, krumbøyd karpogongren med korte involukralgrener. I midten: karpogongren i utvokst tilstand med terminale spermatangier på involukralgrener, og til høyre gonimoblast-grener med terminale, kulerunde karposporangier (fra Israelson 1942).

Slekt: *Tuomeya* Harvey

Artene i denne slekten har en uniaksial oppbygning som *Batrachospermum* og *Lemanea*, men sentralaksen er dekket av 2-3 lag med barkcellerekker. Kransgrenene, dannet fra 6 periaksialceller, slutter seg tett sammen og overflaten danner derved en sammenhengende bark. Dette gir et mer eller mindre kompakt, grenet tallus, med en fast, bruskaktig konsistens. Fylogenetiske analyser plasserer slekten nær *Batrachospermum* (Entwistle *et al.* 2009).

Tuomeya americana (Kützing) Papenfuss

Basionym: *Baileya americana* Kützing

Synonym: *Tuomeya fluviatilis* (Harvey) Harvey

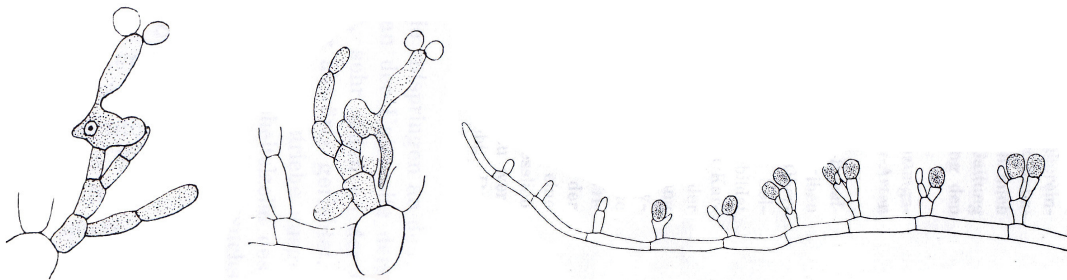
Typelocalitet: nær Frederickburg, Virginia, USA

Algen er forgrenet, 2-5 cm lang og ca 2 mm i diameter. Algen er kjent fra spredte lokaliteter i Nord-Amerika, men ble rapportert for første gang i Europa (Finland) av Kwandrans & Eloranta (1994). Noen få funn er kjent fra Finland, men ingen ellers i Europa.

Ikke påvist i Norge.

Slekt: *Sirodotia* Kylin

Slekten ble skilt ut fra *Batrachospermum* først og fremst på grunn av karpogonets utforming. Hos *Batrachospermum*-arter er karpogonet symmetrisk om midtaksen, mens det hos *Sirodotia* er asymmetrisk. Karpogonbuen buler mer eller mindre ut til den ene siden. Hos *Sirodotia* dannes det etter befruktningen et enkelt gonimoblast-filament som kan grene seg og fordele seg over et større område langs hovedaksen. Fra korte sidegrener dannes det karposporangier, enkeltvis eller i par. Derfor blir det ingen kompakt og lett synlig karposporofytt hos *Sirodotia*, slik som hos *Batrachospermum* (Figur 39).



Figur 39. *Sirodotia*, utvikling etter befruktningen. Karpogongren med asymmetrisk karpogon. Rester av to spermatier synlige på trichogynen. Dannelse av gonimoblastfilament (sporogen tråd, 2n) som en utposning fra karpogonbuen. Gonimoblastfilament med korte sidegrener og produksjon av karposporer (fra Kylin 1912).

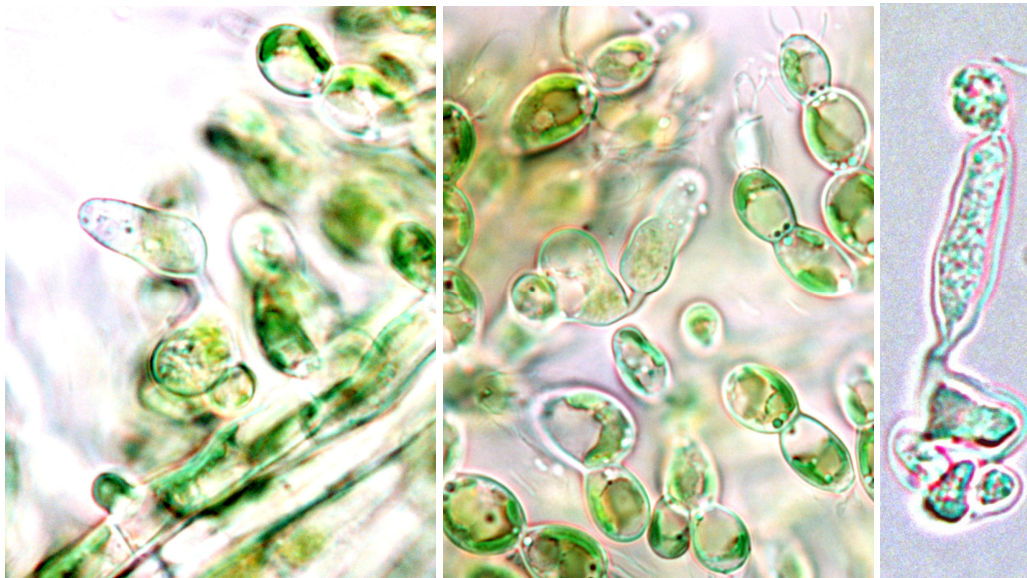
Sirodotia suecica Kylin

Typelokalitet: Osby, Skåne, Sverige

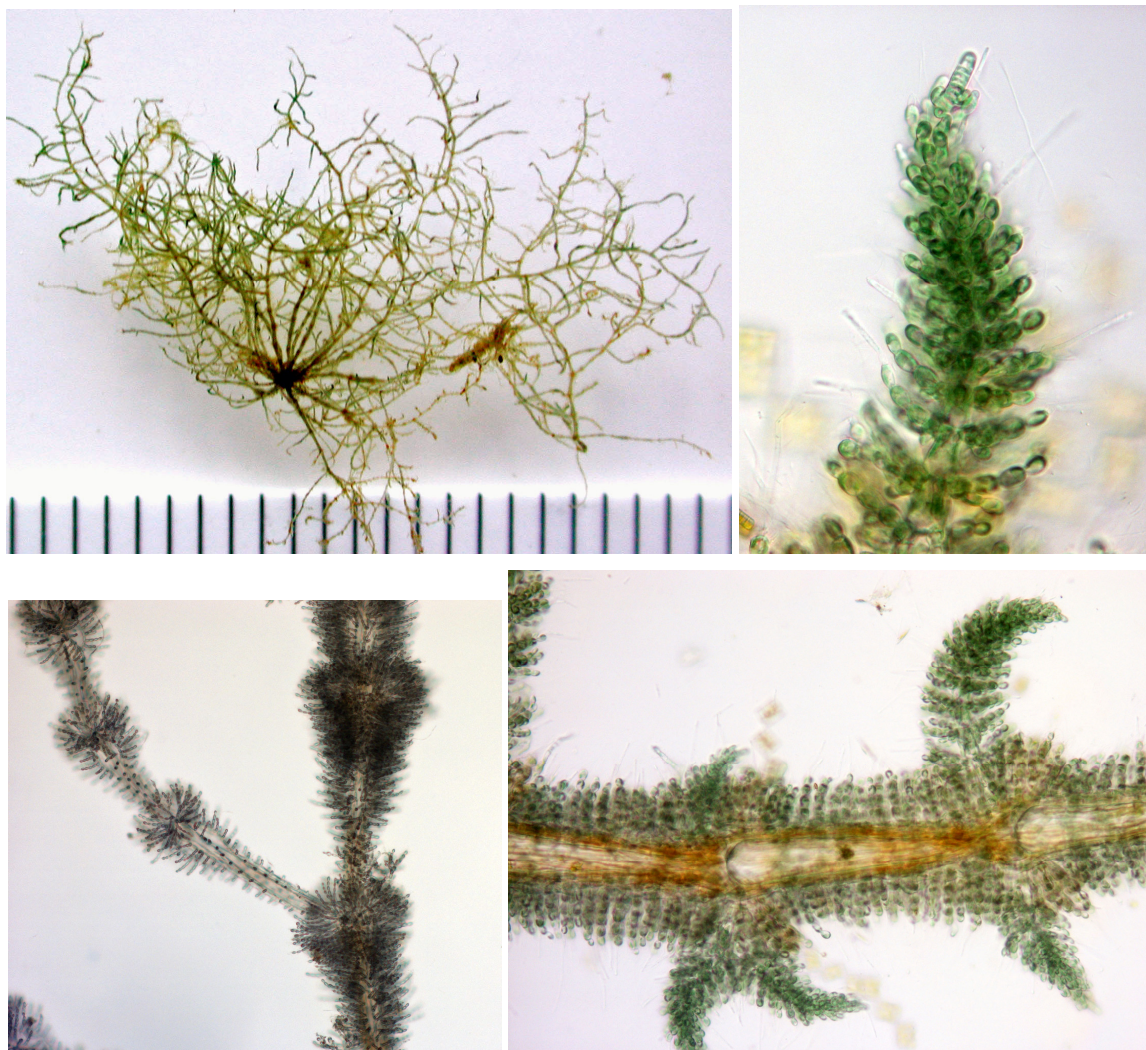
Synonymer: *Sirodotia acuminata* Skuja, *Sirodotia fennica* Skuja, *Sirodotia tenuissima* (Collins) Skuja ex Flint

Tallus 3-8 cm, rikt grenet og med grønnlig-blågrønn farge (**Figur 41**). Hovedskuddene blir 200-300 (500) μm i diameter. Sidegrenene er avsmalnende mot spissen. Sentralaksen er 45-80 μm bred, og dekket med barkcellerekker og har ofte en gulbrun farge. Primære kransgrener har sidegrener og er 7-8 (10) celler høye. Sekundære kransgrener kommer raskt til utvikling, og disse er ofte ugrenet og noe kortere. Kransskuddene er atskilt i yngre deler, men vil etter hvert løpe sammen og får et trekantet omriss (obkonisk). Arten er monøsisk. Spermatangier utvikles ytterst på primære og sekundære kransgrener. Karpogongrener utvikles fra kransgrenenes basalceller. Karpogonet er asymmetrisk ved basis, og trichogynen er oval-sylindrisk og kort stilket (**Figur 40**). Karposporangier forekommer spredt i grupper på 2 eller enkeltvis, er 6-8 μm brede og 8-12 μm høye.

Algen er en av de vanligst registrerte *Batrachospermum*-liknende alger i Sverige (etter *B. gelatinosum*). Eloranta & Kwandrans (2007) opprettholder *Sirodotia tenuissima* (Collins) Skuja som en distinkt art, og refererer til noen få funn i Finland. Vis & Sheath (1999) slår arten sammen med *S. suecica*.



Figur 40. *Sirodotia suecica*. Detaljer av karpogon med asymmetrisk basis. Prøver fra Vesteråa, Namsenvassdraget (PNA VES1), Utløp Øvre Øydnvatn, Audnavassdraget (JAR ØØY), Sogndalselva ved Nodeland (JAM 220).



Figur 41. *S. suecica*. . Øverst: habitus og detalj av skuddspiss som viser at sentralaksen løper helt ut i skuddspissen. Nederst: primære og sekundære kransgrener som ofte danner et trekantet omriss.

Våre funn: Det er ingen tidligere publiserte funn av *S. suecica* fra Norge, men flere funn i denne undersøkelsen tyder på at arten kan være forholdsvis vanlig også i Norge (**Figur 62**).

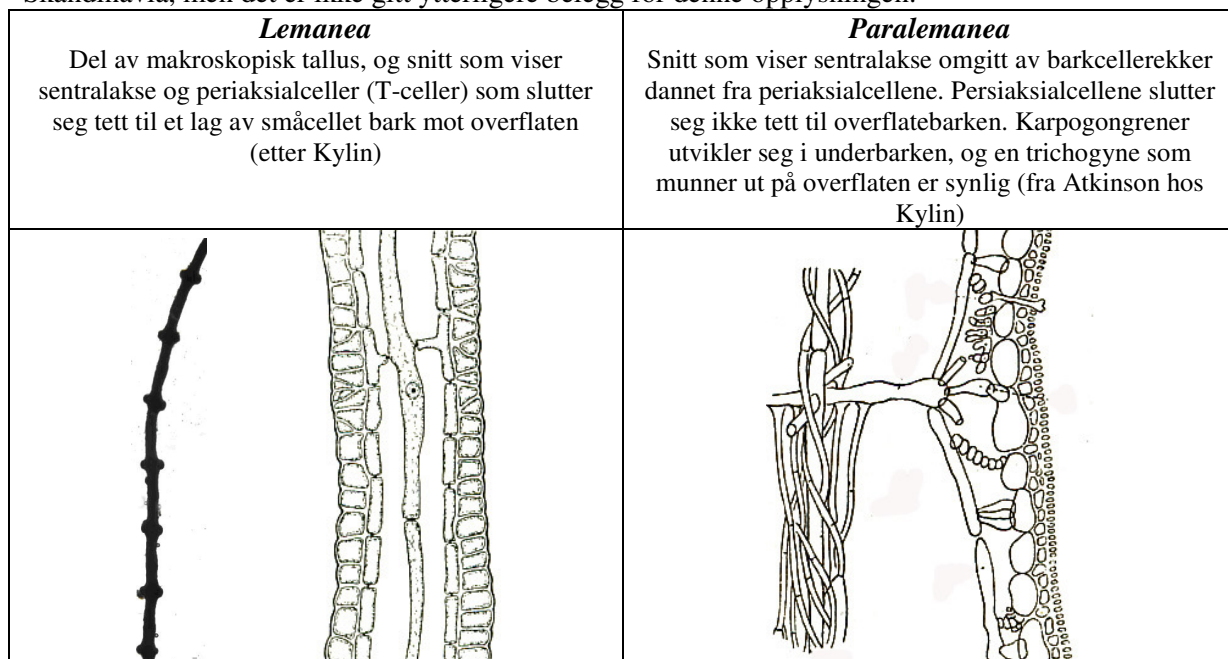
Familie: Lemnaceae
Slekt: *Lemanea* Bory de Saint-Vincent

Norsk: strømtråd; svensk: strømtråd

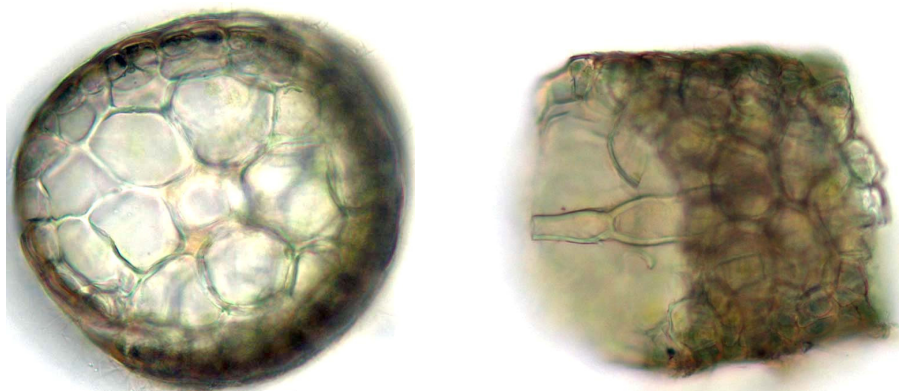
Synonym: *Sacheria* Sirodot

Tallus har i likhet med *Batrachospermum* en uniaksial oppbygning. Det vil si at det gjennom hele algens lengde er en uniseriat sentralakse som består av langstrakte celler (aksialceller). Fra hver aksialcelle dannes det 4 periaksialceller i en krans (**Figur 42**). Disse periaksialcellene har en spesiell utforming og kan få form av en T eller L sett fra siden, og de betegnes ofte for T-celler (eller radialceller, "ray cells"). Fra disse dannes det korte cellerækker som på overflaten slutter seg sammen med tilsvarende celler fra tilgrensende aksialceller. På den måten blir overflaten dekket av et tynt, sammenhengende lag av små barkceller, og tallus blir etter hvert hult (**Figur 44**). Med jevne mellomrom dannes det små forhøyninger (knuter, nodes). På disse forhøyningene dannes grupper av spermatangier som små topper (papiller) (**Figur 42, Figur 46**). Antall spermatangiepapiller som dannes på hver node varierer (3-7), og brukes som en karakter for å skille mellom arter. Karpogongrener utvikler seg fra celler i underbarken og består av 3-4 celler (5-10 celler hos *Paralemanea*). Karpogonet har en trichogyne som når ut til tallusoverflaten (se **Figur 42** av *Paralemanea*). Etter befruktningen dannes det gonimoblast-cellerækker inn mot algens indre hulrom, og hver celle omdannes til et karposporangium slik at disse danner en kjede av sporangier (**Figur 44**). Tallrike karposporer fyller etter hvert opp algens indre, og er synlig som mørke partier i gjennomfallende lys (**Figur 46**). Karposporene frigjøres etter hvert som algen går i oppløsning, og spirer til et diploid *chantransia*-stadium. Dette er lite grenet, kortlivet, og danner aldri monosporangier slik som *chantransia*-stadiet hos *Batrachospermum*.

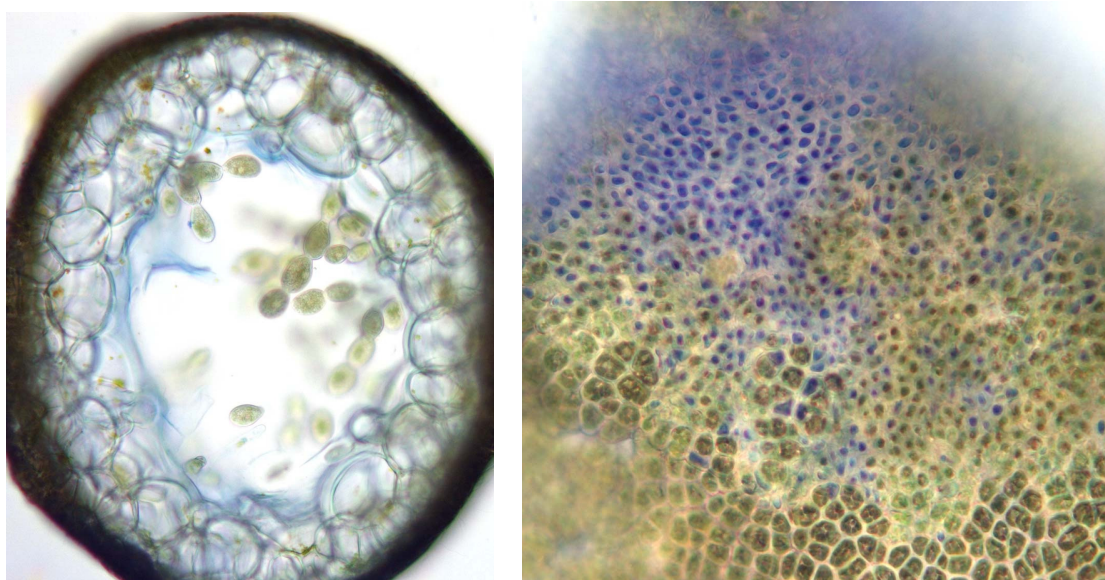
Slekten *Paralemanea* skiller seg fra *Lemanea* ved at det fra periaksialcellene dannes barkcellerækker som snor seg løst omkring sentralaksen (**Figur 42**). Det gjør det lett å skille disse slektene mikroskopisk. Foreløpig er ingen arter av slekten *Paralemanea* påvist i Norden. I Israelson (1942 s.16) blir Strøm (1924) sitert på at både *Lemanea* (= *Paralemanea*) og *Sacheria* (= *Lemanea*) forekommer i Skandinavia, men det er ikke gitt ytterligere belegg for denne opplysningen.



Figur 42. Morfologiske karakterer som skiller slektene *Lemanea* og *Paralemanea*.



Figur 43. *Lemanea* med fertile skudd >3 cm, prøve fra Hordaland juni 2009. Tverrsnitt fra nederste del av tallus før det blir hult. Til høyre sett fra siden, til venstre vises sentralaksen.



Figur 44. *Lemanea* med fertile skudd >3 cm, prøve fra Hordaland juni 2009. Venstre: tverrsnitt med karposporangier som dannes i kjeder. Høyre: spermatangier (små celler) og vegetative celler på tallusoverflaten.

Artsavgrensning innen slekten *Lemanea*

Det er ingen konsensus blant ekspertene om hvor mange arter det er, og hvilke kriterier som best legges til grunn for å skille mellom arter. Dessverre mangler fortsatt molekylære analyser av europeisk materiale av *Lemanea*-arter, og en revisjon basert på moderne metoder er påkrevd. På det nord-amerikanske kontinent regnes det nå med 3 arter etter en kritisk revisjon av Vis & Sheath (1992) basert på morfometrisk analyse. Den ene arten (*L. borealis*) er ustilket og småvokst (<0.4 mm bred og 1-3 cm lang), og sjelden grenet. De to andre er stilket og mer eller mindre grenet. *L. fluviatilis*, er ugrenet eller med < 4 grener per plante hos 50 % av individene i en populasjon og *L. fucina* var. *parva*, har tilsvarende > 4 grener.

I Sverige behandlet Israelson (1942) slekten *Lemanea* meget inngående og kom fram til at det kunne skilles ut to arter, *L. fluviatilis* og *L. condensata*. Alle prøver med en tallus-størrelse fra ca 3-30 cm kunne føres til den formvariable arten *Lemanea fluviatilis*. Mange av formene som ble funnet, viste likhet med det som tidligere var beskrevet (av Sirodot og andre) som distinkte arter, men Israelson kommer til følgende konklusjon (s.19): "It would not occasion any serious difficulty to pick out in the

Swedish material forms closely corresponding to most of the "species" of Sirodot, but I find no reason why they should not be regarded as mere modifications of one and the same species, *L. fluviatilis*". I alt er det ca 300 registreringer av denne arten i Sverige, og ingen registreringer av bl.a., *L. mamillosa* Kützing, *L. fucina* Bory og *L. rigida* Sirodot et De Toni fram til 2002. De to siste artene og ytterligere en ny art, *L. borealis*, ble da lagt til listen over svenske arter etter et kurs ledet av spesialistene Kwandrans og Eloranta i august 1999 (Kwandrans *et al.* 2002). Man kan diskutere om disse artene representerer en reell tilvekst til Sveriges flora, eller om det bare reflekterer ulike oppfatninger om artsavgrensning.

Lemanea condensata, som Israelson (1942) beskrev som ny for vitenskapen, blir i likhet med *L. borealis* ikke mer enn ca 3 cm i fullt utvokst og fertil tilstand. *L. borealis* ble opprinnelig beskrevet fra Newfoundland i Nord-Amerika (Atkinson 1904). Senere forkastet Atkinson (1931) *L. borealis* og inkluderte den som en varietet under *L. rigida*. Dette kan være årsaken til at Israelson ikke vurderte *L. borealis* da han fant kortvokste *Lemanea*-planter i Sverige. *L. borealis* ble for første gang registrert fra 3 lokaliteter i Finland som ny for Europa (Eloranta & Kwandrans 2002), og senere fra et par steder i Sverige (Kwandrans *et al.* 2002). Noen klar beskrivelse av forskjellene mellom *L. borealis* og *L. condensata* ble ikke gitt. I floraen til Eloranta & Kwandrans (2007) er de eneste forskjellene som fremgår av beskrivelsene av de to artene at fertile planter av *L. condensata* har "timeglassform" på internodier i de midtre deler av tallus, og arten blir oppgitt å forekomme i alpine elver. *L. borealis* skal angivelig ha en mer sylindrisk form på internodier i de midtre deler av tallus, og skal vokse i små lavlandselver. Til det siste er å bemerke at av de ca 30 lokaliteter som Israelson (1942) oppgir i Sverige, var også noen i lavlandet (Värmland).

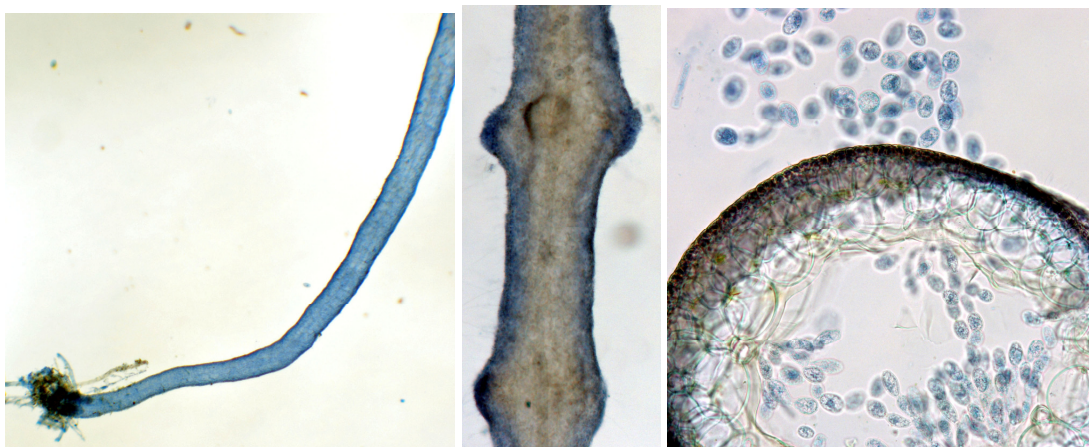
En kan trygt si at det er stort behov for kritisk revisjon av slekten *Lemanea* i Norden. Den følgende behandlingen av arter i Norge er derfor tentativ. Nedenfor gir vi en sammenstilling av beskrivelsene for de to kortvokste artene *L. borealis* og *L. condensata* (Tabell 3) og vi vurderer norske funn i sammenheng med disse (Figur 46, Figur 47). Det resterende materialet hører trolig til *fluviatilis-fucina* komplekset, se nedenfor.

Tabell 3. Sammenlikning av morfologiske karakterer hos *Lemanea condensata* Israelson (Typelokalitet: Östmark, Värmland, Sverige) og *Lemanea borealis* G.F. Atkinson (Typelokalitet: Bay of Island, Newfoundland)

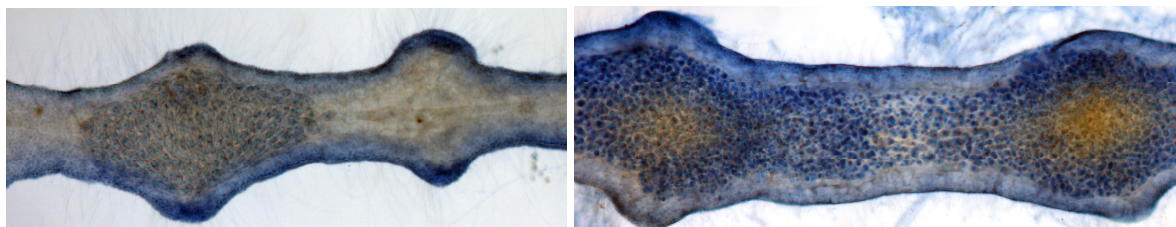
	<i>Lemanea condensata</i>	<i>Lemanea borealis</i>
lengde	1-2(3) cm	0,6-4 cm
midlere diameter	238 µm (220-350)	250 µm
nodal diam./internodie diam	1.5	1.8
antall spermatangie-papiller	ca 3	2-5
spermatangie-papiller	mer eller mindre fremtredende	"patches"
karposporer	utvikles i noder og internodier	utvikles i noder og internodier
internodielengde	320-830 µm, 1,5-3,5 x lengre enn brede i midtre tallus	
internodieform	innsvingt (timeglassformet) i midtre del, mer sylindrisk proximalt	vanligvis sylindrisk
forgrening	ugrenet	ugrenet eller lite grenet
voksemåte	vokser i knipper, buet	vokser i knipper
basal del av tallus	ustilket, ikke eller gradvis avsmalnende, lengde av steril del ikke oppgitt	ustilket, gradvis avsmalnende steril del 0,5-1 cm
<i>Chantransia</i> -cellebredde	18-25 µm, 3-4 x lengre enn bred	18-25 µm, 25-45 µm lange
monosporangier	mangler	fins iflg Kumano (2002)
farge	mørk (svart)-brun-oliven	oliven-brun

Beskrivelse av det norske *Lemanea*-materialet som er ustilket, ugrenet og <3 cm i fertil tilstand

Algen har en relativt lang, steril basis som gradvis går over til fertil del (**Figur 46, Figur 46**). Ved basis ser en rester av *chantransia*-fasen. Vanligvis er det 3 spermatangiepapiller som er mer eller mindre fremtredende. Tverrsnitt til høyre viser karposporangier i kjede innvendig i tallus og frigjorte karposporer på utsiden av tallus. Internodiene er mer eller mindre innsvingt (timeglassformet), og karposporer utvikles etter hvert sammenhengende gjennom nodier og internodier. Blåfargen er ikke naturlig, men skyldes metylblått fra prepareringsteknikken. Diameter i internodiesonen er 100-280 μm , i nodiesonen 220-350 μm og internodielengden er 320- 830 μm .



Figur 45. Kortvokste *Lemanea*-planter med lang steril basis, 3 spermatangiepapiller, og til høyre snitt av skudd som viser karposporer i kjede og frigjorte karposporer utenfor skuddet. Øyavatn, Bjøra, Nord Trøndelag (PNA BØY).



Figur 46. Kortvokste *Lemanea*-planter med typiske internodier, karposporer sees inne i skuddet. Øyavatn, Bjøra, Nord Trøndelag (PNA BØY).



Figur 47. Kortvokste *Lemanea*-planter med typisk knippevekst. Formalifisert materiale.

Det norske materialet har typisk vekst i knipper (**Figur 47**). Unge eksemplarer er myke og gjerne lys grågule, som planten til venstre fra Bjøravassdraget i Nord Trøndelag (PNA BBY). Senere blir

plantene stivere og mørkere, her illustrert ved prøver fra tilløp til Randsfjorden (ERA VANB) og Kaupangerelva i Sogn og Fjordane (MSO KAU1).

Konklusjon: I vårt materiale av småvokst, fertil *Lemanea*, kan vi ikke skille ut mer enn én art, og vi finner at det er god overensstemmelse mellom det norske materialet og Israelsons beskrivelse av *L. condensata*. De få europeiske angivelser av *L. borealis* gir ikke tilstrekkelig dokumentasjon (morfometrisk, genetisk, økologisk) for hva som skiller denne arten fra *L. condensata*, og vi velger derfor å avvente videre studier før *L. borealis* aksepteres som en ny art i norsk algeflora. En aktuell forskningsoppgave vil være å analysere (molekylært, morfologisk) om det faktisk kan dreie seg om en og samme art.

Av andre europeiske taksa som kan likne *L. condensata* og *L. borealis* er *Lemanea incurvata* Bory de Saint-Vincent (1808, s. 181, Pl. 21, figs a-c). Denne arten blir noe større (2-6 cm), men kan likne makroskopisk og er karakteristisk buet og vokser i knipper. Typematerialet er så vidt vi kan se ikke analysert, og arten er ikke tatt med i Kumano (2002) eller i AlgaeBase. *Lemanea torulosa* (Roth) C. Agardh viser også overflatisk likhet, men er større (3-10 cm) og ble av Sheath & Sherwood overført til slekten *Paralemanea* som *Paralemanea torulosa* (Roth) Sheath et Sherwood, og den skiller seg derfor anatomisk fra *Lemanea*. Arten er kjent fra flere funn i Belgia (Compère 1991) i tillegg til *Paralemanea catenata* (Kützing) Vis & Sheath som blir inntil 30 cm lang og kan vokse blandet med *L. fluviatilis*.

Våre funn: spredt i hele det undersøkte område (**Figur 62**).

Systematisering av det norske *Lemanea*-materialet som er >3 cm i fertil tilstand

Vi har systematisert vårt materiale etter vanlig anvendte morfologiske karakterer, stilk i basal del av tallus og grad av forgrening. Vi fant at begge typer er representert, den som likner *L. fluviatilis* og den som likner *L. fucin*. Deretter gir vi en kort beskrivelse av begge arter basert på opplysninger i litteraturen og illustrerer begge arter med eksempler hentet fra det norske materialet.

Tabell 4. *Lemanea*-planter systematisert etter vanlig anvendte morfologiske karakterer.

Gruppe (antall)	Prøver samlet i tidsrom	Skuddlengde (maks-min)	Stilk	Grener	Vokser i knipper/puter	Farge
A (16)	6.juni–8.sept.	9,4 (5-20)	2	1	0(1), 1(6), 2(8)	Oliven, lys grønn, gulgrønn, frisk lys grønn, brungrønn
B (10)	31.mai-4. sept.	8,5 (4-20)	1	1	1(2), 2(6)	Mange farger i grønt og brunt, blågrønt
C (12)	21.mai–27.juli	11,8 (5-25)	1	2(7) 3(5)	1(4), 2(5)	Mørk grønn, blågrønn, mørk blågrønn, brunlig, svartgrønn
D (4)	7.mai –8.juni	16,7 (12-20)	0	3	1(1), 2(3)	Mørk brunlig, mørk brungrønn
E (6)	31.mai–28.juli	2,8 (1,5-5)	0	1	0(1), 1(1), 2(4)	Frisk lys grønn, lys gulgrønn

Stilk. (skuddets utformning v. basis). 0: ingen skudd stilket, 1: skudd m stilk funnet, 2: mange skudd stilket

Grener. 0: ingen grener observert, 1: sparsomt grenet, bare primære grener, 2: mange skudd grenet, 3: mange skudd grenet, noen er rikt grenet og sekundære grener observert

Knippevekst. (skuddene vokser i knipper/puter på underlaget). 0: ingen knippevekst observert, 1: knipper observert, 2: alle planter vokser i knipper

Farge. Stort sett angitt i felt, ingen systematisk bruk av betegnelser

Materialet kan deles i fem grupper, A til E (**Tabell 4**). Gruppe E skilte seg klart ut, dette er unge delvis sterile planter med korte skudd, >5 cm. Ingen markante stilker ble observert, forgreningen var sparsom og alle hadde lys gulgrønn til frisk grønn farge.

For de øvrige gruppene var det en gradvis overgang fra gruppe A der alle 16 planter var utpreget stilket (2) og sparsomt grenet (1) til gruppe D der alle 4 planter ble vurdert som ikke stilket (0) og rikt grenet (3). Gruppe B og C var overgangstyper, begge hadde mange planter med stilkete skudd, men dette var ikke like utpreget som i gruppe A. I tillegg økte grad av forgrening, særlig i gruppe C der 7 planter ble vurdert som tydelig grenet (2) og 5 som rikt grenet (3). Det var også en gradvis endring i fargen (levende eksemplarer) fra overveiende lys gulgrønne og olivengrønne i gruppe A til mørkere mer blågrønne eller brunlige i gruppe C og D. Skuddlengden så ikke ut til å skille gruppene, bortsett fra gruppe D der maksimal skuddlengde var >12 cm i de 4 eksemplarene. I de øvrige gruppene (A, B, C) varierte maksimal skuddlengde fra 4-5 cm til 20-25 cm. Gjennomsnitt for maksimal skuddlengde varierte fra 8,5 cm i gruppe B til 11,8 cm i gruppe C. Et noe overraskende utfall av analysen var at planter i gruppe A og i noen grad gruppe B vokste i vann med god, gjerne nokså næringsfattig vannkvalitet, mens planter i gruppe C og D vokste i mer næringsrikt gjerne noe forurenset vann. Basert på vårt materiale er det fristende å spekulere på om vannkvaliteten innvirker på *Lemanea* plantens utforming og farge. Farge blir av de fleste ansett som en variabel karakter uten systematisk betydning, men kan allikevel påvirkes av miljøet, i dette tilfellet vannkvaliteten.

Oppsummering:

- **Gruppe A** svarer i grove trekk til beskrivelsen av *Lemanea fluviatilis* (**Figur 48**). Skuddene er overveiende stilket ved basis og plantene er sparsomt grenet. Det er verdt å merke seg at alle planter som hadde mange skudd med tydelig stilk (2) også ble vurdert som sparsomt grenet (1). Plantene i gruppe A er alle lys grønne, gulgrønne eller olivengrønne, men ikke blågrønne (**Figur 49**). Alle vokser på lokaliteter med god til moderat god vannkvalitet.
- **Gruppe B** er en overgangsgruppe, forgreningen er som i gruppe A, sparsom (1), men plantene er ikke like utpreget stilket. Gruppe B er heterogen.
- **Gruppe C** har fellestrekk med *L. fucina*. Skuddene er i liten grad stilket (1), men stilk er observert i alle prøver. Forgreningen er rikere (2, 3) enn i gruppe A og B. Fargen er karakteristisk, nærmest blågrønn og til dels svært mørk (**Figur 50**). Ved formalinfiksering mister de vanligvis den friske blågrønne fargen og blir brunlige. Alle planter vokste i noe næringsrikt vann.
- **Gruppe D** har også fellestrekk med *L. fucina*, men det er vanskelig å finne skudd med stilket basis (0). Skuddene er jevnt over rikt genet (2, 3) (**Figur 53, Figur 54**). Alle planter vokste i næringsrikt vann.

Våre funn: I hele det undersøkte område (**Figur 61**).

Lemanea fluviatilis (Linnaeus) C. Agardh

Norsk: strømtråd, svensk: strømtråd

Basionym: *Conferva fluviatilis* Linnaeus

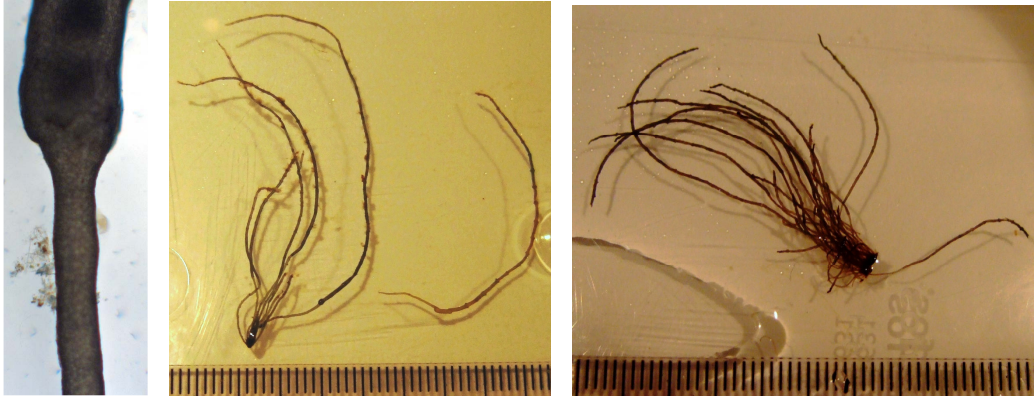
Typelokalitet: Europa, uspesifisert. (Linné henviser til beskrivelse og illustrasjon i Dillenius 1741).

Vis & Sheath (1992 s. 174) velger i mangel av annet et autentisk eksemplar av *Sacheria fluviatilis* Sirodot, fra Ruisseau de Beaufort, Frankrike.

Synonymer: *Chantransia fluviatilis* (Linnaeus) De Candolle; *Sacheria fluviatilis* (Linnaeus) Sirodot

I henhold til Vis & Sheath (1992), skal *L. fluviatilis* være lite grenet, mindre enn 50 % av individene har fire primære grener per populasjon. Lengden av skuddene angis til 3-30 cm og basal del skal være tydelig stilket. I følge Israelson (1942), som ikke skiller mellom *fluviatilis* og *fucina*, er fertile skudd 5-30 cm lange, uregelmessig og vanligvis sparsomt forgrenet, eller noen ganger rikt genet. Skuddene er ofte bøyet og gradvis avsmalnende mot basis, eller ofte plutselig innsnevret til en stilk. Fargen er brunsvart, oliven grønn eller blåfiolett. Spermatangiepapillene, vanligvis 3-4, er mer eller mindre

utpreget i yngre eksemplarer, i eldre eksemplarer mer uregelmessig og sammenflytende. Internodiosonen er sylindrisk, svakt konkav eller hos eldre eksemplarer noe bredere mot midten. Karposporofyttene utvikles både i nodie- og internodiosonen. Eloranta og Kwandrans (2007) betegner også *L. fluviatilis* som sparsomt grenet, med stilket basal del, og lengden skal være 6-30 cm.



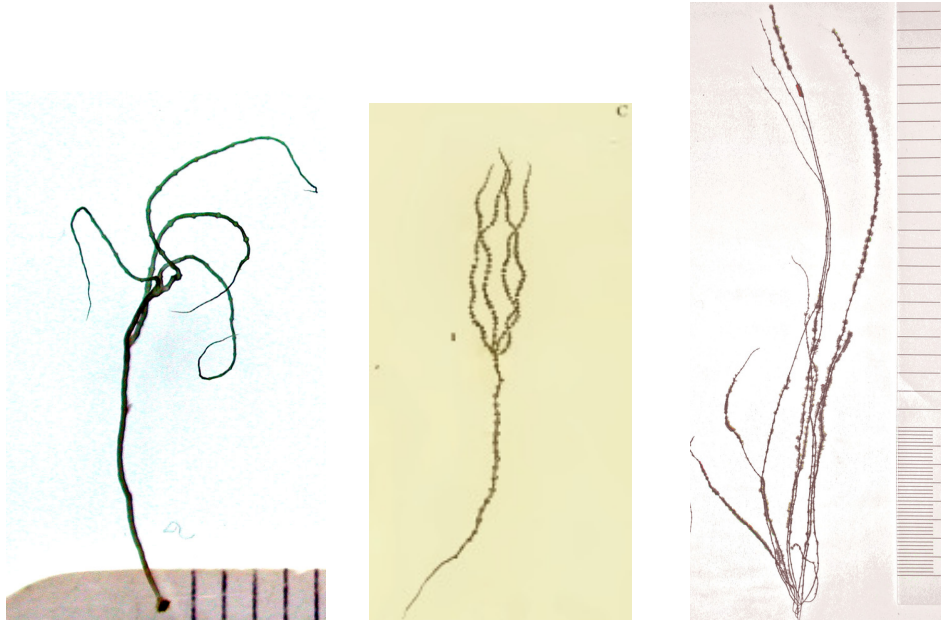
Figur 48. *Lemanea* med lite forgrening og en markert innsnevring fra fertil del av tallus til en steril stilk (Gruppe A). Midten: Elta før innløp Trysil-elva (DTR ELT). Høyre: Vestre Grøna, Trysilvassdraget (DTR VGRØ). Formalinfiksert materiale, fargen er mørkere og brunere enn i levende materiale.



Figur 49. *Lemanea*. Lite grenede planter med frisk gulgrønn farge (Gruppe A). Venstre: Oselva v Søfteland, Hordaland (LAT S03). Høyre: Ljøra ved Skåret, Hedmark (DBS SKÅ).



Figur 50. *Lemanea*, unge grenede individer, mange med stilk (Gruppe C). Hoffselva, Oslo (BOS HOF).



Figur 51. *Lemanea*. Til venstre: lite individ med terminale grener som trolig kan forklares som regenerasjon etter mekanisk skade av apeks. Denne formen er svært lik eksemplaret som er avbildet (i midtten) som var. *ramosa* i Lyngbye (1819 tab. 29 C, som *Nodularia fluviatilis* var. *ramosa* og oppgitt av Lyngbye fra bekker nær Arendal). Til høyre: utvokste grenede individer med epifyttisk *Audouinella hermannii*, gruppe C. Øverlandselva (BAU Ø01).

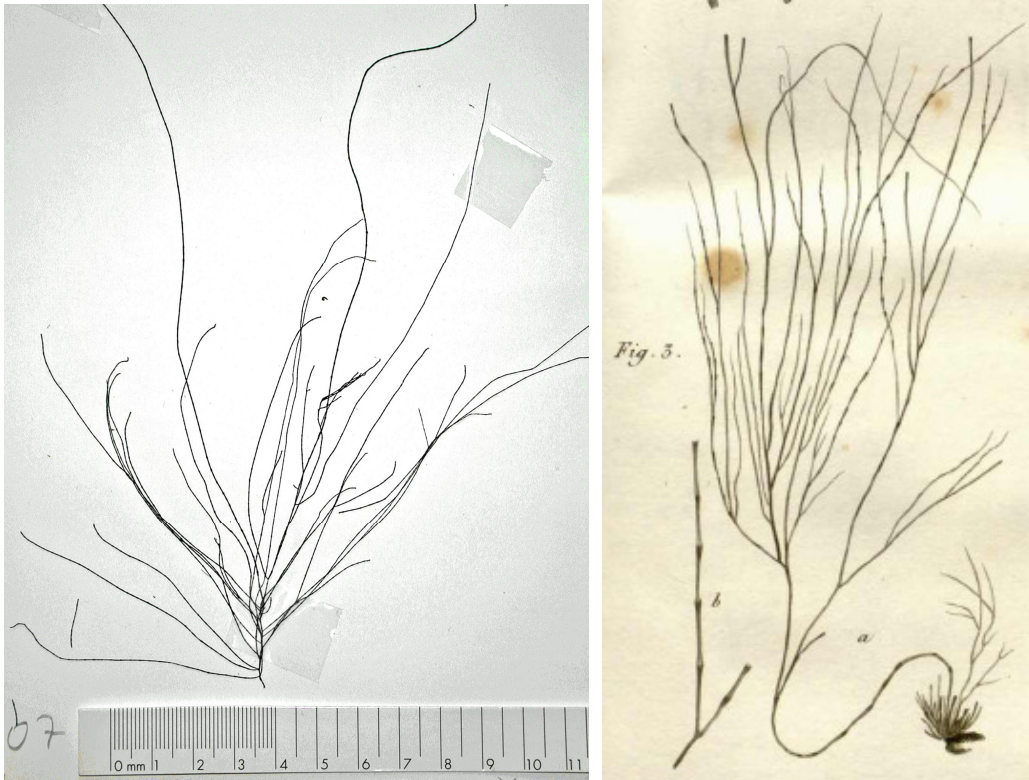
Lemanea fucina Bory de Saint-Vincent

Svensk: stor strømtråd

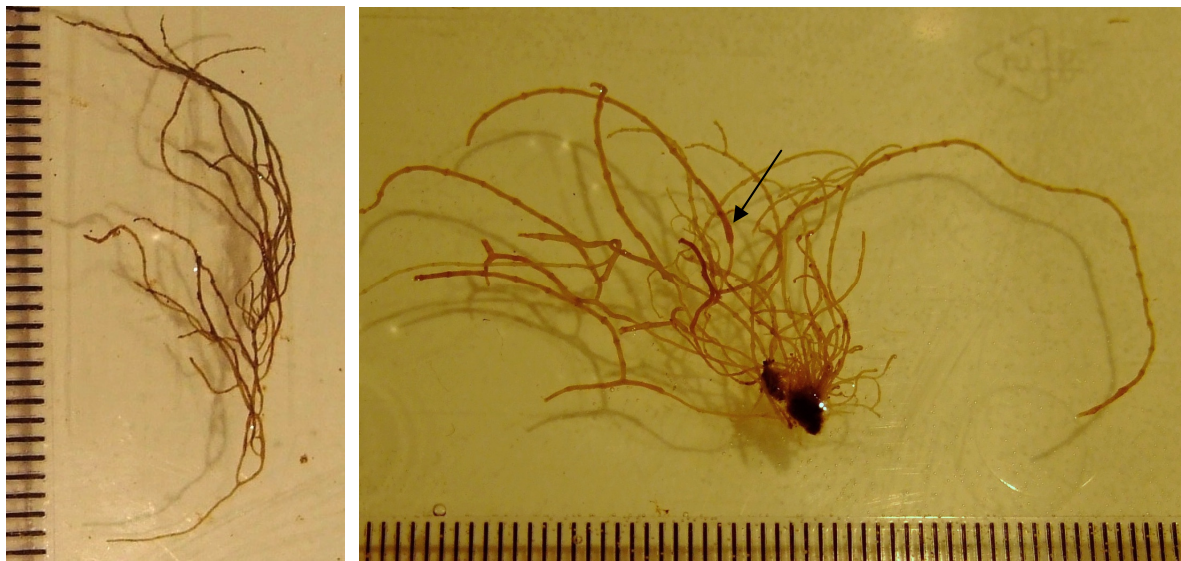
Typelokalitet: bekk i området Fougère–Vitré, Bretagne, Frankrike

Synonymer: *Sacheria fucina* (Bory de Saint-Vincent) Sirodot; *Lemanea mamillosa* var. *fucina* Kützing

Det er motstridende oppfatning av de morfologiske karakterer som vanligvis brukes for å karakterisere *L. fucina* og skille den fra *L. fluviatilis*. I henhold til originalbeskrivelsen (Bory de Saint-Vincent 1808) skal *L. fucina* ha mange lange grener. Hele tallus er vanligvis minst 23 cm, noen blir inntil 50 cm. Ved basis er tallus avlangt sub-sylindrisk. Compère (1991 a) skiller de to taxa ved at *L. fluviatilis* har en markert innsnevring ved overgang til en stilkformet del, mens *L. fucina* er gradvis avsmalnende mot basis. I en studie av familien *Lemaneaceae* (Vis & Sheath 1992) der bl.a. typemateriale av *L. fucina* er med, oppgir de at den er rikt grenet, og at noen eksemplarer er stilket (gruppe B, tab. 3, s. 173). Senere, i den britiske algefloraen (Sheath & Vis 2003) angir de at tallus skal være typisk stilket. De sier også at mer enn 50 % av plantene i populasjonen er grenet og at det er mer enn 4 primære og sekundære grener per plante. Dette virker forvirrende i forhold til Eloranta og Kwandrans (2007) som sier at både *fluviatilis* og *fucina* skal være sparsomt grenet og at *fluviatilis* skal være stilket, mens *fucina* skal være gradvis avsmalnende mot basis. Atkinson (1890) virker også forvirrende i sin omtale av de to artene, han oppga *fluviatilis* som gradvis avsmalnende og *fucina* som stilket. Det varierer også hvilke farger som anses å være mest typisk for de to artene. Følger man originalbeskrivelsen til Bory de Saint-Vincent (1808) og senere studier av Vis & Sheath (1992) er grad av forgrening den viktigste karakter som skiller de to artene. Karakteren stilket/ustilket er uklart definert og brukt i ulike betydninger i litteraturen. Det er åpenbart at bare ny forskning kan validere karakterene som legges til grunn, og gjennom det avgjøre spørsmålet om artsavgrensning i dette tilfellet.



Figur 52. Tydelig grenet *Lemanea*. Venstre: Presset eksemplar fra Vallaelva, Hordaland (LAT S07), er svært lik originalillustrasjonen av *L. fucina* i Bory de Saint-Vincent (1808, Pl. 21, fig 3 a) til høyre.



Figur 53. Rikt grenede *Lemanea* -planter, stilk ikke utpreget men kan sees enkelte steder (Gruppe C og D). Venstre: Utløp Gjellumvatn, Buskerud (FDI UGJ). Høyre: Vallaelva, Hordaland (LAT S07). Formalinfiksert materiale.



Figur 54. Rikt grenede planter med mørk farge (Gruppe C). Venstre: Nestunelva før innløp Nestunvatn, Hordaland (LAT NES1). Høyre: Utløp Gjellumvatn, Buskerud (FDI UGJ). Materialet fra Gjellumvatn er formalinfisert og har mistet sin mørk grønne farge.

Underklasse: Hildenbrandiophycidae
Orden: Hildenbrandiales
Familie: Hildenbrandiaceae
Slekt: *Hildenbrandia* Nardo

***Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J.Agardh**

Basionym: *Erythroclathrus rivularis* Liebmann

Typelokalitet: Kongens Møller, Sjælland, Danmark

Synonymer: *Cruoria rivularis* (Liebmann) Areschoug

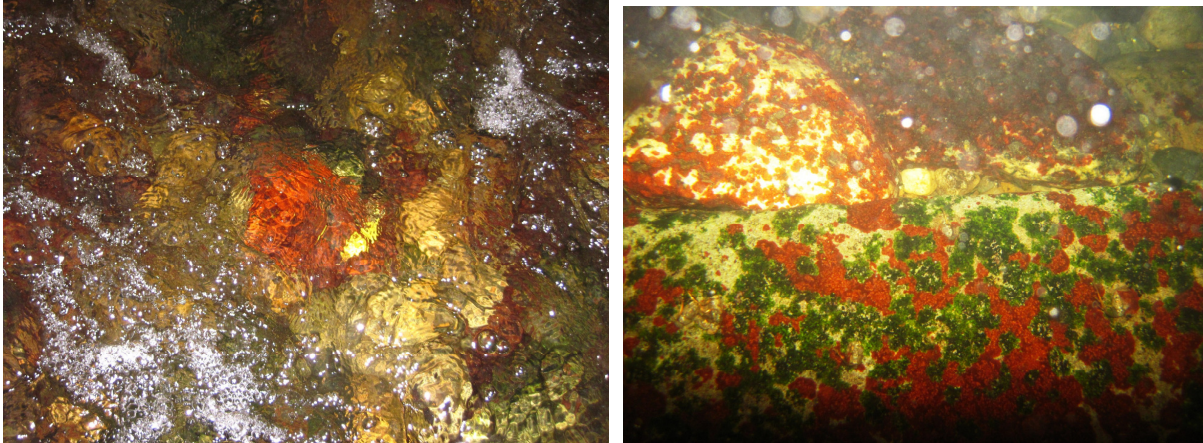
Hildenbrandia rivularis er den eneste ferskvannsarten i sin slekt i Skandinavia, mens *H. rubra* (Sommerfelt) Meneghini er en av våre vanligste arter langs kysten. *H. rivularis* danner runde flekker som kan vokse inn i hverandre og danne massive røde skorper på stein og annet fast underlag (**Figur 55, Figur 56**). Skorpen er bygget opp av et basalt lag radiært orienterte celler (**Figur 56**), opp fra disse vokser tettpakkede cellerrekker, filamenter. Hvert filament består av 6-10 noe kantede celler. Filamentet er ugrenet eller dikotomt grenet (**Figur 57**). Cellene i vårt materiale var noe mindre i nedre del av filamentet (bredde 5-8 µm – høyde 5-7 µm) enn i øvre (bredde 6-8 µm – høyde 9-10 µm). I det svenske materialet fant Israelson (1942) nesten isodiametriske celler med diameter 4-12 µm, og det var 7-10 (15) celler i filamentet. Basert på et stort materiale fra Europa fant Sherwood og Sheath (2003) at midlere celledimensjoner var 5,5-6,6 µm og midlere filamethøyde 55 µm.

I USA er en annen *Hildenbrandia* utbredt, *H. angolensis* Welwitsch ex W. West & G.S. West. Denne er svært lik *H. rivularis*, men kjennetegnes ved mindre dimensjoner, midlere cellemål er 3,5-5,0 µm og filamethøyden er 44,4 µm. Denne er nå også observert i Spania (Ros *et al.* 1997). Gentiske og morfometriske analyser av det europeiske *H. rivularis* materialet viser at dette er homogent både hva morfologi og genetisk variasjon angår (Sherwood *et al.* 2002, Sherwood & Sheath 2003). *H. rivularis* representerer en utviklingslinje som er distinkt forskjellig fra *H. rubra*, og støtter derved ikke en tidligere hypotese om at ferskvannsarten er resultatet av at den marine arten har tilpasset seg og invadert ferskvannshabitater (Sherwood *et al.* 2002).

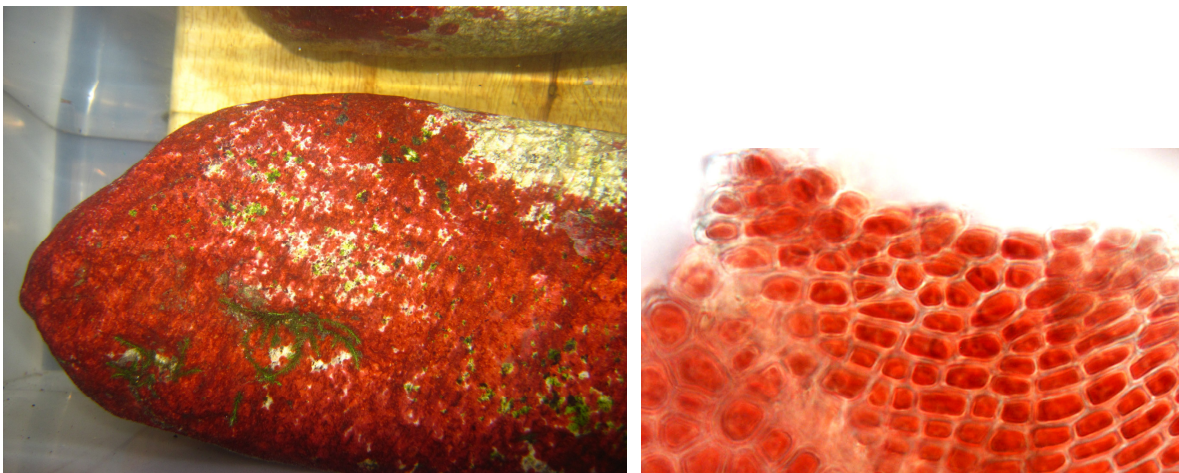
H. rivularis er lett å kjenne både i felt og ved undersøkelser i laboratoriet. Det kan imidlertid nevnes at vi på en av lokalitetene fant noen bitte små lys røde flekker som ved nærmere undersøkelse viste seg å være *H. rivularis*. Disse var blekere i fargen og ikke så regelmessige i formen som på steder den var godt utviklet. I en slik dårlig utviklet tilstand, kan *H. rivularis* muligens likne på den nylig beskrevne, *H. cuprea* (Hansgirg) Caisová & Kopecký (Caisová & Kopecký 2006, 2008). Denne (tidligere identifisert som blågrønnalgen *Pleurocapsa cuprea* Hansgirg) likner *H. rivularis* og kan være uregelmessig i formen og blek i fargen.

H. rivularis har ikke kjønnnet formering, men formeres vegetativt ved "gemmae", tette ansamlinger av celler som dannes i små fordypninger på tallusoverflaten, senere frigjøres de og vokser opp til nye planter. Det er beskrevet kjønnnet formering hos *H. rivularis*, men dette ble tilbakevist av Sherwood og Sheath (2000b). De marine artene har ikke kjønnnet formering, men utvikler tverrdelte tetrasporangier i konseptakler. Kjønnplanter er ukjent.

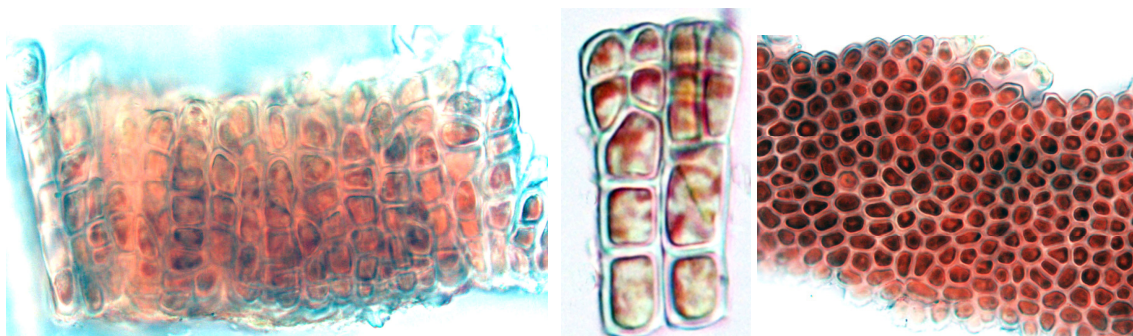
Våre funn: *H. rivularis* ble etter alt å dømme funnet for første gang i Norge i september 2010, i fire mindre elver som renner inn i Randsfjorden fra det kalkrike Hadelandsfeltet i øst (**Figur 62**).



Figur 55. *Hildenbrandia rivularis* i Sløvikelva på Hadeland (ERA SLØ), fotografert over og under vann.



Figur 56. I godt utviklet tilstand kan *H. rivularis* danne massive lysende røde skorper, fargen er mest utpreget når algen er under vann. Høyre, celler i randsonen som danner radiære cellerekker.



Figur 57. *H. rivularis*. Filamenter av tettpakkede cellerekker, detalj av cellerække med dikotom forgrening, overflateceller.

Klasse: Bangiophyceae
Orden: Bangiales
Familie: Bangiaceae
Slekt: *Bangia* Lyngbye

Tallus består av tykke ugrenete tråder som starter som en uniseriate cellerække, men der cellene etter hvert deler seg i flere retninger og gir opphav til et multiseriat, parenkymatisk trådformet tallus som blir flere cm langt.

***Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh**

Basionym: *Conferva atropurpurea* Roth

Typelokalitet: nær Bremen, Tyskland

Synonym: *Bangiadulcis atropurpurea* (Roth) W.A. Nelson

I likhet med situasjonen i slekten *Hildenbrandia* fins det en vanlig marin art og en mindre vanlig art som forekommer i ferskvann (**Figur 58**). En tid trodde man at den marine arten og arten i ferskvann sto nær hverandre systematisk, og det ble foreslått at det kunne dreie seg om former (økotyper) av samme art. Molekylærgenetiske analyser har vist at *Hildenbrandia rivularis* er klart atskilt fra marine arter (Sherwood *et al.* 2002), og *Bangia atropurpurea*, til tross for morfologisk likhet, er så distinkt genetisk forskjellig fra den marine *B. fuscopurpurea* at det ble foreslått å opprette en egen slekt for ferskvannarten: *Bangiadulcis atropurpurea* (Roth) W.A. Nelson (Nelson 2007).

Nomenklaturspørsmålene er imidlertid ennå ikke avklart, bl.a. fordi *Bangia* er blant *nomina generica conservanda*, og typifisert nettopp ved *Bangia atropurpurea* (Silva & Nelson 2008). Det er ingen sikre angivelser av *B. atropurpurea* i Norge. Angivelser av *Bangia atrovirens* i den eldste algelitteraturen fra Norge dreier seg om cyanobakterien *Stigonema*.



Figur 58. Fotografiet viser den marine arten, *B. fuscopurpurea* som er morfologisk lik arten i ferskvann

Ikke påvist i Norge.

4. Utbredelse og økologi

4.1 Mangfold og utbredelse i Norge og Sverige

I NIVAs database for fastsittende alger er det registrert rødalger på litt under 50 prosent av alle undersøkte lokaliteter og vanligvis bare en til to taksa per lokalitet. I disse undersøkelsene har ikke prøvetakingen vært spesielt fokusert på rødalger. Det har vi imidlertid gjort i dette prosjektet. Vi har oppsøkt elver med litt spesiell vannkvalitet, blant annet dem som i norsk målestokk er kalkrike og lokaliteter der vi har funnet rødalger tidligere. Vi har dessuten oppsøkt strykpartier i mindre bekker og elver og gjerne litt skyggefulle steder (se nedenfor om habitater som er typiske for rødalger). Vi fant rødalger på ca 80 prosent av alle lokaliteter vi besøkte. Dette tilsier at dersom man foretar målrettede søk er det mulig å finne rødalger svært mange steder og mange har dessuten stor forekomst. En liste over lokaliteter med funn av rødalger er presentert (**5. Vedlegg C**). Lokalitetene er stedfestet ved UTM koordinater (geodetisk datum). Dette danner grunnlag for kart som viser hvor vi har samlet rødalger og hvor vi har funnet noen av artene (**Figur 59** til **Figur 62**). Vi minner om at dette ikke er utbredelseskart, de viser kun funn på det meget begrensede antall lokaliteter vi har undersøkt.

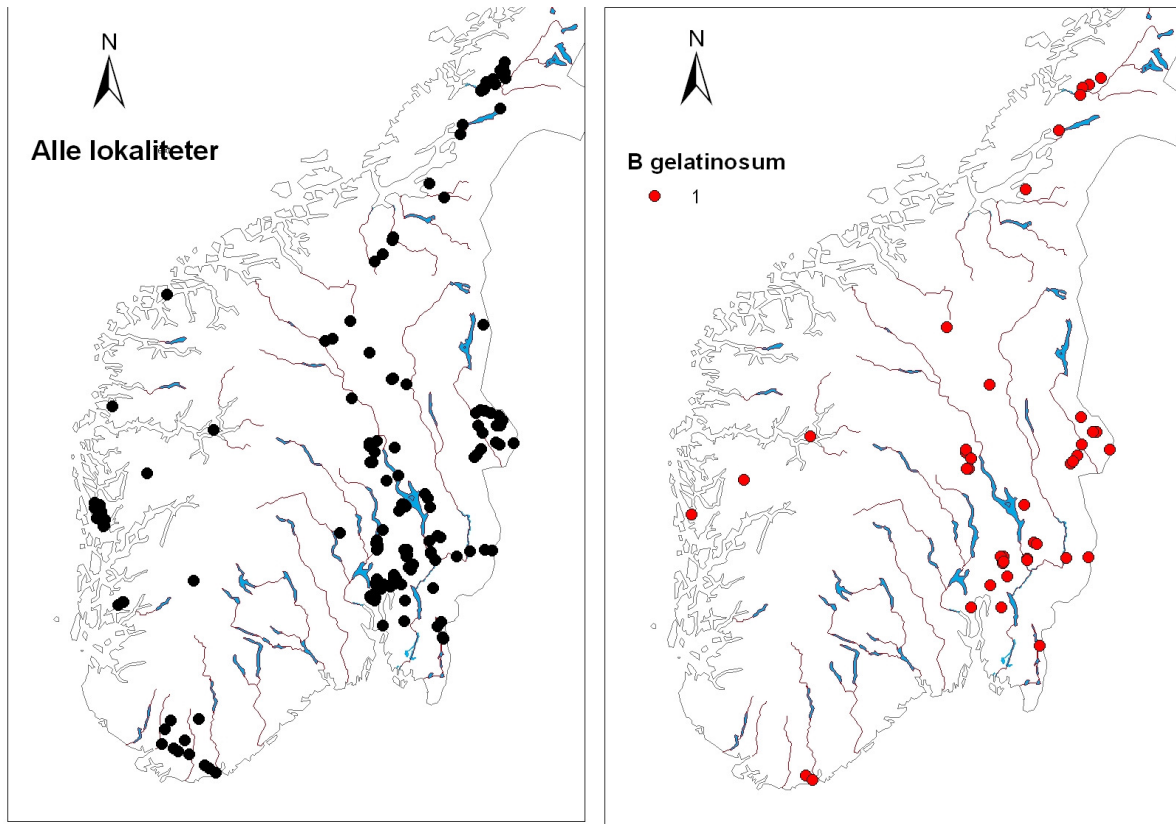
I sin doktoravhandling samlet Israelson (1942) rødalger på 2300 lokaliteter (vesentlig elver) fordelt over hele Sverige. Dette arbeidet gir et godt utgangspunkt for å vurdere hvilke arter vi kan vente å finne i Norge og under hvilke miljøforhold de finnes. Israelson fant at artsmangfoldet var størst i lavlandet, under 200 moh, her fant han 17 taksa. Fra 200 moh avtok antall taksa til 6 ved tregrensen. Over tregrensen var det raskt avtak i mangfoldet og han fant bare to taksa på 1200 moh., *Lemanea condensata* og *Audouinella (Chantransia) hermannii*. Dette var det høyeste nivå han fant representanter for ferskvanns Floridophyceae i Sverige. En norsk undersøkelse (Strøm 1926) gir informasjon om enda en art som vokser i fjellet, *Batrachospermum turfosum (vagum)*. Den ble funnet på Finse 1200 moh. I vår undersøkelse, som for en stor del ble lagt til lavlandsvassdrag, var vi ikke høyere enn 1000 moh. Der fant vi *L. condensata* og *B. gelatinosum*. At det er størst mangfold av rødalger i lavlandet ble også dokumentert av Johansson (1982). I en undersøkelse av 500 rennende vann lokaliteter i Jämtland etablerte Johansson en referansekurve for høyde over havet basert på samtlige stasjoner. Hun sammenliknet høydefordelingen av vanlige alger med referansekurven og fant at rødalgene lå klart under denne.

Bortsett fra i høyfjellet fant Israelson rødalger i hele Sverige, og mengdemessig sett var de like godt utviklet i sydlige som nordlige deler av landet. Noen arter ble funnet i hele Sverige: *B. gelatinosum (B. moniliforme)*, *B. turfosum (B. vagum)*, *B. skujae (B. sporulans)*, *Audouinella (Chantransia) hermannii*, *Lemanea fluviatilis*, *Chantransia (Pseudochantransia) chalybaea* og *Sirodotia suecica*. Vår undersøkelse strakte seg fra Sørlandet til Nord Trøndelag, og vi fant 6 av disse 7 artene i hele det undersøkte område, (**Figur 59** til **Figur 62**). Et bemerkelsesverdig unntak er *B. skujae*, som Israelson fant på mer enn 80 lokaliteter spredt i hele Sverige. Vi har ikke funnet denne algen i Norge verken i forbindelse med denne undersøkelsen eller tidligere. I henhold til Israelson er *B. skujae* best utviklet tidlig på året, fra mai til juli, men den er også funnet senere i august/september, så tidspunkt for prøvetaking burde ikke være grunnen til at vi ikke har funnet den.

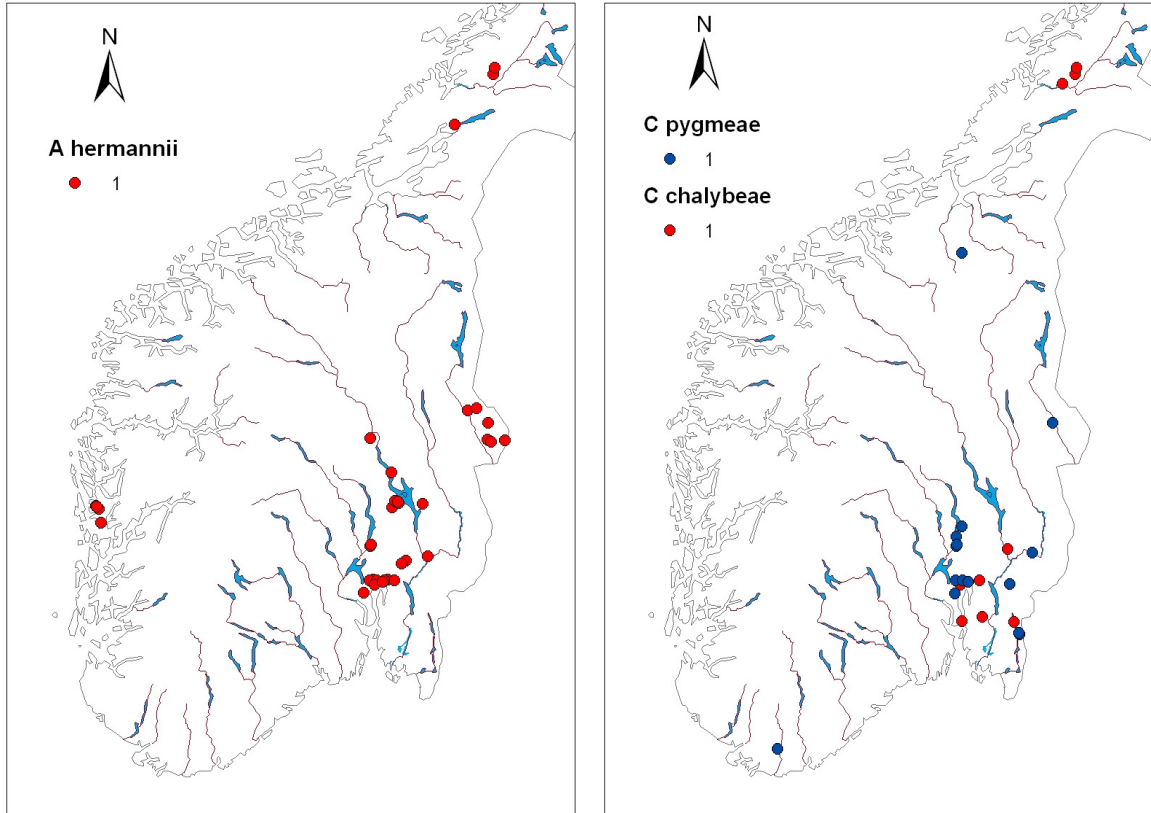
Israelson fant at følgende arter hadde definitivt sydlig utbredelse i Sverige; *Batrachospermum atrum*, *B. arcuatum (B. ectocarpum Sirodot sensu Israelson)*, *B. helminthosum (B. virgatum)* og *Hildenbrandia rivularis*. Dette stemmer godt med våre observasjoner, vi fant *B. helminthosum* og *B. arcuatum* og på henholdsvis 7 og 11 lokalitet i Oslo/Akershus/Østfold (**Figur 61**, **Figur 62**). *H. rivularis* fant vi i et lite område på Hadeland, (**Figur 62**). *B. atrum*, som er lett kjennelige ved morfologiske karaktertrekk, har vi ikke observert i Norge. Israelson konkluderte forøvrig med at i

Sverige har sydlige provinser større mangfold av rødalger enn nordlige. Norges beliggenhet og lange utstrekning i nord-/sydgående retning gjør det til et interessant område for å studere nordgrensen til en del rødalger i Europa. Hvor langt nord kan vi finne de artene Israelson karakteriserte som sydlige og finnes *B. atrum* i Norge?

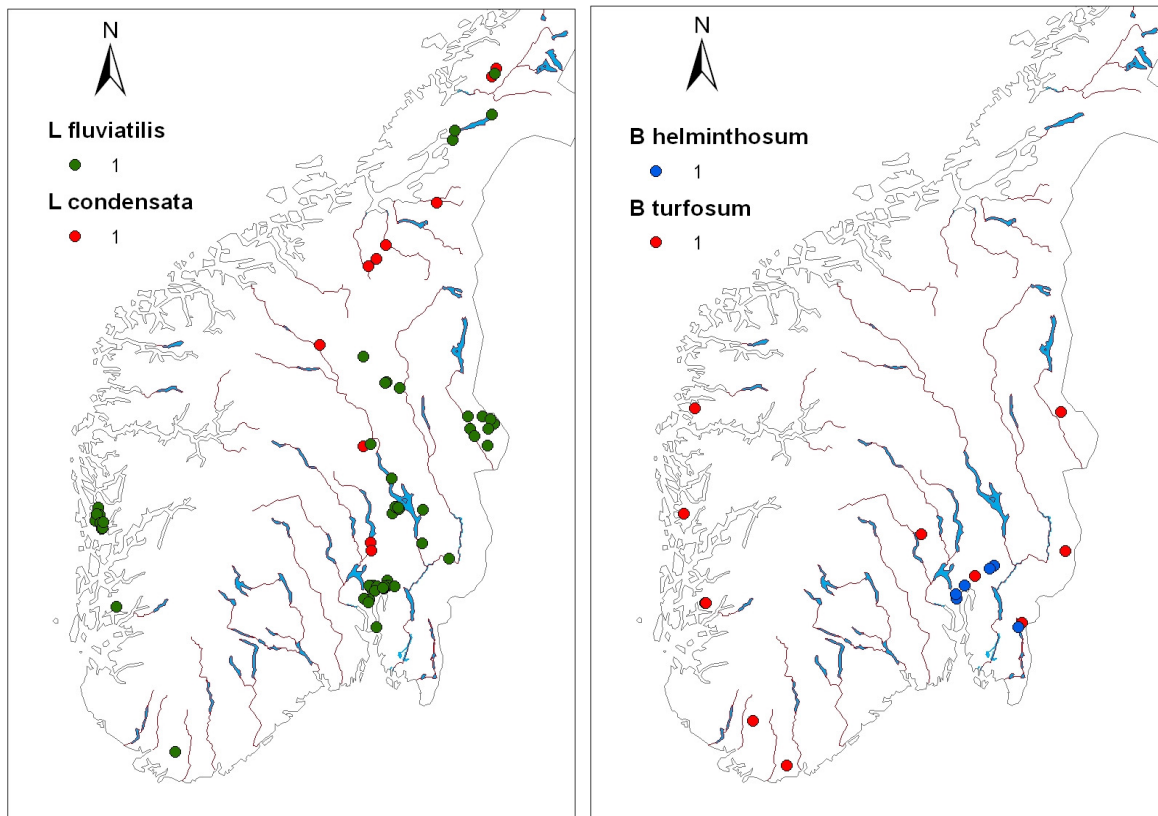
Israelson fant flere sjeldne arter. En av dem burde være av interesse for undersøkelser i Norge, *B. vogesiacum*. Den har nordvestlig forekomst i Sverige og en naturlig utvidelse av utbredelsen ville være østlige grensevassdrag i Norge. En befaring til Trysil- og Ljørvassdragene med sidevassdrag i 2010 ga så langt ingen funn av denne sjeldne algen. De seks rødalgene som er angitt i Rødlistade arter i Sverige 2010 (Gärdenfors 2010) bør man også være oppmerksom på. At *Tuomeya ameriacna* er funnet på noen lokaliteter i Finland, men ellers ikke i Europa (Eloranta & Kwadrans 2007) kan også anspore til målrettede søk i etter denne algen.



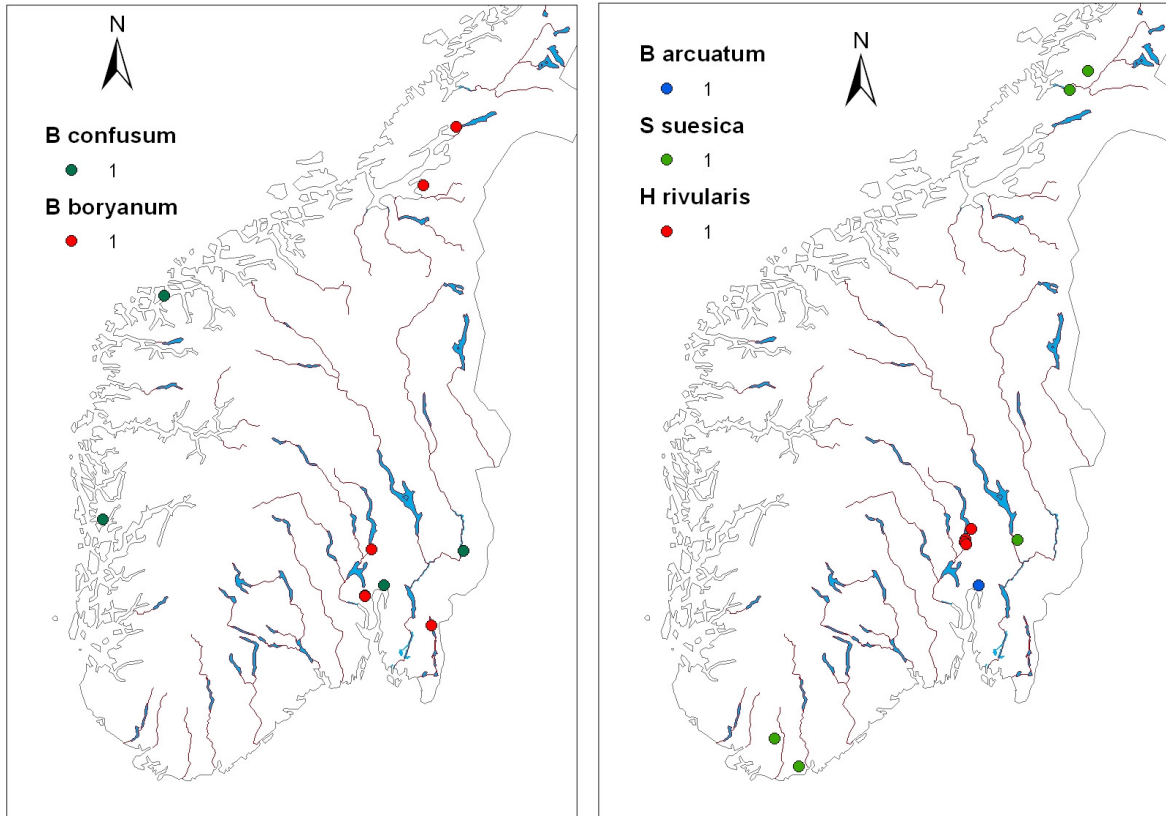
Figur 59. Venstre: lokaliteter med funn av rødalger. Høyre: funn av *Batrachospermum gelatinosum*.



Figur 60. Venstre: funn av *Audouinella hermannii*. Høyre: funn av *Chantransia pygmaea* og *C. chalybaea*.



Figur 61. Venstre: funn av *Lemanea fluviatilis* (i hht. Israelson 1942) og *L. condensata*. Høyre: funn av *Batrachospermum helminthosum* og *B. turfosum*.



Figur 62. Venstre: funn av *B. confusum* og *B. boryanum*. Høyre: funn av *Batrachospermum arcuatum*, *Sirodotia suecica* og *Hildenbrandia rivularis*.

4.2 Habitat

I ferskvann finner man de fleste rødalger i rennende vann, i elver, bekker og utspring av kilder (**Figur 63**). Noen få, bl.a. *B. turfosum*, *B. gelatinosum* og *H. rivularis*, trives også i innsjøer, da fortrinnsvis der vannet er i bevegelse, gjerne i bølgeslagsonen i større innsjøer (Skujja 1938, Israelson 1942, Sheath 2003). *Compsopogon*, en varmekjær alge med hovedutbredelse i tropiske områder, er vanlig i stillestående dammer (Sheath 1984). Slekten har mange arter. *C. hookeri* forekommer også i Frankrike og Tyskland. Kremer (1984) beskriver tyske forekomster i en sidegren til Rhinen, der tallus er hestetagliknende og kan bli 2-3 m lang, en av de lengste rødalger. De fleste rødalger viser stor variasjon i forhold til strømhastighet, men området for midlere strømhastighet er ganske smalt, fra ca 30 til 60 cm sek⁻¹ (Sheath & Hambrook 1990). Det ser ut til at rødalgene har utviklet ulike mekanismer tilpasset et liv i rennende vann. Tester for å sjekke stress og brekkasje under forskjellig strømhastighet viser at små dusker (*Audouinella* og *chantransia*-stadier) tåler mindre strømhastighet enn gelatinøse filamenter (*Batrachospermum*), mens tette tråder som *Lemanea* og *Tuomeya* tåler høyest strømhastighet før de brekker/slites av (Sheath & Hambrook 1990).

For fastsittende alger har livet i rennende vann mange fordeler; - bare organismer som lever på lokaliteten (er festet til underlaget) vil klare seg, andre organismer transporteres vekk av vannstrømmen - materiale i transport i elva (slam, grus og lignende) vil ikke sedimentere og dekke/forstyrre algene - vannstrømmen bidrar til at det ikke oppstår et lokalt kjemisk miljø rundt algene med akkumulering av metabolske stoffer m.m. - vannstrømmen bidrar til stadig tilførsel av nytt vann med næringsinnhold typisk for lokaliteten, det vil ikke oppstå lokal næringsbegrensning – det vil

alltid være oksygen i rennende noe turbulent vann - vannstrømmen vil bryte ned diffusjonsgradienten på overflaten av algene.

Det kan se ut til at rødalgene klarer å ut nytte de fordeler rennende vann kan by på (Sheath & Hambrook 1990). Positive effekter av rennende vann er observert i ulike aspekter, herunder fordelingen av artene i ulike segmenter av en elv (e.g. Thirb & Benson-Evans 1985, Traaen & Lindstrøm 1982). Forsøk har vist at mange rødalger bruker CO₂ som karbonkilde under oppbygging av organisk materiale (Raven *et al.* 1994, McFarlane & Raven 1985). For dem som lever i vann med pH 7 eller lavere er dette ikke et problem, de vil alltid ha tilgang på CO₂. For dem som lever i vann med høyere pH kan det oppstå mangel på CO₂. Dette kan forklare hvorfor *Lemanea* svært ofte finnes i strømharde områder, i sprøytonen på større stein. Her er vannet turbulent og det vil blandes inn mye fri CO₂ i vannet (Sheath & Hambrook 1990). Rødalgenes behov for høyt innhold av oksygen i vannet vil også bli tilfredstilt i turbulent vann (Sheath 1984). Som et ledd i formeringsprosessen er turbulente områder med virvelstrømmer også viktige. Her vil rødalgenes ubevegelige spermatier virvles rundt og sjansen for å treffe på en trikogyne vil øke.



Figur 63. Typiske lokaliteter for *Batrachospermum turfosum* (LAT MYRN) øvre venstre, *Lemanea fluviatilis* (LAT S03) øvre høyre, *B. confusum* (LAT S13) nedre venstre og *Hildenbrandia rivularis* (ERA SLØ) nedre høyre.

Rødalgene vokser på fast underlag, svært ofte på stein, men også på røtter, planter og noen som epifytter på andre rødalger. Noen finnes også på objekter i bevegelse så som snegler og enkelte copepoder (Sheath & Hambrook 1990). Noen få arter finnes på jord og lignende.

Selv om de færreste rødalgene tåler å bli tørrlagt vokser de fleste på grunt vann, gjerne på mindre enn 1 m dyp. *B. turfusun* kan finnes ned til 2 m dyp, og *H. rivularis* er observert ned til 80 m dyp i enkelte innsjøer (Skuja 1938). Så store dyp kan forklares ved at steiner er frosset inn i is og fraktet ut på større dyp. Noe liknende ses hos arktiske alger. Noen chantransia-stadier er også observert på flere meters dyp (Israelson 1942). De flerårige og tørkeresistente chantransia-stadiene sørger for overlevelse i perioder med lav vannstand (Sheath 2003), se nedenfor om sesongvariasjon. Enkelte rødalger tåler tørrlegging i perioder, det gjelder bl.a. slekten *Lemanea*. *B. turfusun* skiller seg fra de øvrige *Batrachospermum*-artene ved at gametofyttstadiet er flerårig (Sheath 2003). Det er de basale deler som overvintrer og i Norge kan disse observeres i tørrlagt tilstand i vinterhalvåret.

4.3 Lys og temperatur

Lys og temperatur er viktige faktorer som regulerer forekomst og vekst av rødalger i ferskvann (Sheath & Hambrook 1990, Sheath 2003). Rødalgene har jevnt over lave metningsnivåer for innkommende lys. En studie av Kremer i 1983, gjengitt i Sheath (1984), viste at *Compsogon* er tilpasset høyere lysintensitet enn *Lemanea*, som igjen er tilpasset høyere lysintensitet enn *Batrachospermum*, mens *Hildenbrandia* oppnådde metningspunktet for innkommende lys ved lavest lysintensitet. Samtidig som mange har lave lysmetningspunkt, viser mange positiv reaksjon på økende lys. Kremer konkluderte med at geografiske mønstre for rødalger i elver i mange tilfeller skyldes fotosyntetisk reaksjon på temperaturen. Den varmekjære slekten *Compsogon* har for eksempel maksimal fotosyntese ved 30-35 C°. Fordi mange rødalger er varmekjære er det trolig grunnen til at mangfold av rødalger jevnt over er størst i tempererte og tropiske strøk.

Det er mange individuelle reaksjoner på lys og temperatur. *Hildenbrandia* er lite lyskrevende og vokser vanligvis bare på skyggefulle steder (Israelson 1942), men rapporteres likevel helst fra klart vann (Kann 1978, Eloranta & Kwadrans 2007). Den trives forøvrig best i varmt vann i følge Sheath og Hambrook (1990). *A. hermannii* ser ut til å klare seg i et vidt spekter av lysforhold, men ser ut til å utvikles best på steder med god lystilgang (Israelson 1942). Lokalt i en elv vokser arter i slekten *Batrachospermum* vanligvis på noe skyggefulle steder, men det rapporteres likevel fra elver i Rhode Island og andre steder i Nord Amerika at *Batrachospermum* har maksimal vekst og forekomst i vinterhalvåret når kantvegetasjonen har felt bladene sine (Sheath & Hambrook 1990). I våre undersøkelser fant vi vanligvis *Batrachospermum* i mindre elver på noe skyggefulle steder, mens *Lemanea* ofte var best utviklet der lysinnstrålingen ikke ble hemmet av kantvegetasjon eller liknende (**Figur 63**). En av årsakene til at man finner rødalger på skyggefulle steder er at det er mindre konkurranse fra andre alger (Sheath 1984).

Betydningen av lys og temperatur kan illustreres ved et eksempel fra Altavassdraget i Finmark. Som en forundersøkelse til den forestående regulering av Altavassdraget ble det fastsittende algesamfunnet undersøkt på 11 lokaliteter sist i juni og sist i august i 1980 og 1981. (Traaen *et al.* 1983). Mengde av makroskopisk synlige alger ble vurdert som dekningsprosent av vanddekket tilgjengelig elveleie. Sommeren 1980 var tørr og varm med middeltemperatur i juni 3,5 grader over normalen og svært lite nedbør hele sommeren, mens 1981 var kald og fuktig. Total varmesum for året, basert på månedsmidler, var 300 døgngrader høyere i 1980 enn i 1981. Tidlig i vekstperioden var det ikke stor forskjell på de to årene. Fordelt på alle 11 lokaliteter dekket *B. gelatinosum* 0,45 % av elveleiet i 1980 og 0,2 % i 1981. I 1980 ble dekningsprosent per lokalitet av *B. gelatinosum* redusert fra 0,45 i juni til 0,2 i august, mens dekningsprosenten økte fra 0,2 til 5,5 i løpet av samme tidsrom i 1981. Det vil si at det var mer enn 27 ganger så mye *B. gelatinosum* i Altavassdraget i august 1981 som i august 1980. Det var ikke store forskjeller på vannkjemiske forhold de to årene og det er nærliggende å tolke forskjellene i dekningsprosent som et resultat av klimaforskjeller de to årene. Sannsynligvis har lysklima hatt vel så stor betydning som temperaturen. Så langt nord er det sol 24 timer i døgnet i sommerhalvåret og det er lite trær som skygger for innkommende lys. Under slike forhold kan man tenke seg at *Batrachospermum* vil trives best i overskyet vær, altså i 1981.

4.4 Sesongvariasjon

I ferskvann har rødalger i ordenen *Batrachospermales* vanligvis flerårige vegetative chantransia-stadier. Som en generell regel kan man si at det fertile stadiet, gametofytten, har begrenset levetid og at dette vanligvis vokser direkte på chantransia-stadiet (somatisk meiose gir opphav til gametofytten). Chantransia-stadiet har monosporangier (unntatt *Lemanea*, se under livssyklus). Dette er typisk for ferskvannsrødalger, men også noen få marine rødalger har tilsvarende heteromorf livssyklus (*Nemaliales*, *Bonnemaisoniales*). Det gjør at de ikke er avhengige av at det dannes tetrasporer ved meiotisk celledeling som så transporteres ut i vannet for å gi opphav til en ny gametofytt generasjon (Sheath 1984). For rødalger som lever i rennende vann er dette en fordel ettersom de ikke har bevegelige stadier/sporer. Derved unngår de at vannstrømmen transporterer dem stadig lenger ned i elva, de fortsetter å vokse på det fastsittende chantransia-stadiet. Chantransia-stadiet regnes som mer robust enn gametofyttgenerasjonen og tåler bl.a. tørrlegging i perioder (Sheath 1984).

Det ser ut til å være stor variasjon i tidspunkt for utvikling av gametofyttgenerasjonen. I Nord Amerika rapporterer Sheath og Hambrook (1990) at *Batrachospermum* er best utviklet i vinterhalvåret, gjerne i den tiden kantvegetasjonen langs elvebreddene er uten blader. Sheath og Hambrook relaterer sine funn til lysinnstrålingen som øker betydelig etter at kantvegetasjonen har felt bladene. Dette stemmer dårlig med Kylin og Israelsons observasjoner i Sverige (Kylin 1912, Israelson 1942). De fant maksimal forekomst av slektene *Audouinella*, *Batrachospermum*, *Sirodotia* og *Lemanea* i sommerhalvåret. Observasjoner i Norge tyder også på at sommerhalvåret er tidspunkt for maksimal forekomst av gametofyttgenerasjonen. Det kan imidlertid være store regionale forskjeller. Lavlandselver på Sør- og Vestlandet kan være åpne hele året og vekstperioden starter gjerne tidlig i februar/mars, mens elver i fjellet gjerne er is-/snølagte til langt ut i mai. I de sistnevnte opptrer desstuen kraftige vårflokker som spylor vekk store deler av algeveksten og forsinker vekstperioden ytterligere. I Norge er det store forskjeller i lysklima fra syd til nord, med vanlig døgnvariasjon i syd og lange perioder med mørke døgnnet rundt i nord. Generelt ser det ut til at *Lemanea* har størst forekomst tidlig på året, mens *Batrachospermum* gjerne utvikles noe senere. Det er også forskjeller på når de ulike *Batrachospermum*-artene er best utviklet (Israelson 1942). *B. turfosum* ser enkelte steder ut til å være til stede året rundt, det samme gjelder *H. rivularis* i følge Israelson.

4.5 Vannkvalitet

I litteraturen er det sprikende informasjon om hva slags vannkvalitet de ulike rødalgene trives med, det gjelder særlig næringsinnhold (Sheath & Hambrook 1990, Eloranta & Kwadrans 2004). Dette kan skyldes flere forhold. Artsavgrensningen er vanskelig og det kan være ulike oppfatninger innen ulike miljøer om hvilke arter man har. Dette har resultert i mange synonymer og skiftende betegnelser på en og samme art. Mange er dessuten vanskelige å identifisere og kan være feil identifisert.

De fleste undersøkelser av rødalger i forhold vannkvalitet benytter dessuten relative begreper som grad av trofi/saprobitet og lignende (Sládeček 1973, Rott et al. 1999a, 1999b, Eloranta & Kwadrans 2004). Vi velger i stedet å presentere forekomst av noen arter i forhold til noen vannkjemiske variable (**Figur 64**). Data er hentet fra en rekke undersøkelser, se liste som viser grunnlagsdata (**5.Vedlegg B.**)

Et forhold må nevnes for å sette dataene i riktig sammenheng. Sett i europeisk sammenheng er norske vannforekomster karakterisert ved lave konsentrasjoner av oppløste ioner i vannet. Årsaken til dette er en kombinasjon av at berggrunnen i Norge er forvittringsresistent og avgir lite ioner, samtidig med at det er lite løsmasser og tynne jordsmonn (Henriksen et al. 1998). Foregs Geochemical Atlas (www.gtk.fi/publ/foregsatlas/maps/_table.php) gir data om kalsiuminnholdet i overflatevann fra mange europeiske land. I Frankrike der mange av rødalgene opprinnelig ble beskrevet av Sirodot, er middelveidien for kalsium 63,8 mg Ca/l (n=119), tilsvarende data for Norge er 4 mg Ca/l (n=58). I en regional undersøkelse av 1500 statistisk utvalgte norske innsjøer (Skjelkvåle et al. 1996) var

kalsiuminnholdet enda lavere, gjennomsnitt for de 1500 innsjøene var 1,1 mg Ca/l. Dette har både betydning for hvilke arter man kan vente og finne i Norge og hvor vanlige de er.

I forbindelse med innføringen av Vanddirektivet er norske elver og innsjøer delt i seks typer i forhold til kalsiuminnhold og farge (Solheim et al. 2008) (**Tabell 5**). Alle de ni artene presentert i figuren nedenfor hører til i den humøse vanntypen, >30 mg Pt/l, se fargeverdier nederst i (**Figur 64**). For *Hildenbrandia* har vi ikke data for farge, men data for TOC (total organisk karbon) er 5,8 mg C/l og tilsier at fargeverdiene er godt over 30 mg Pt/L (**Vedlegg B**). Seks av de ni artene hører dessuten til i den kalkrike vanntypen og har middelverdi for kalk godt over 4 mg/l. Det betyr at storparten av de artene vi fant hører til i den humøse kalkrike typen, en vanntype som ikke er svært vanlig i Norge. Selv om, *B. turfosum* og *S. suecica* hører til i kalkfattige (<1 mg Ca/l) og *B. gelatinosum* i moderat kalkfattige (1-4 mg Ca/l) vanntyper, befinner de seg også i den humøse vanntypen. Dette stemmer med andre observasjoner som finner at rødalgene trives i noe brunt, humøst vann (Skuja, 1938, Sheath 1984, Eloranta & Kwandrans 2004). Dette vil ventelig prege det kjemiske datagrunnlaget vi får når vi samler rødalger i Norge, det vil være preget av lokaliteter med relativt sett høye verdier for farge.

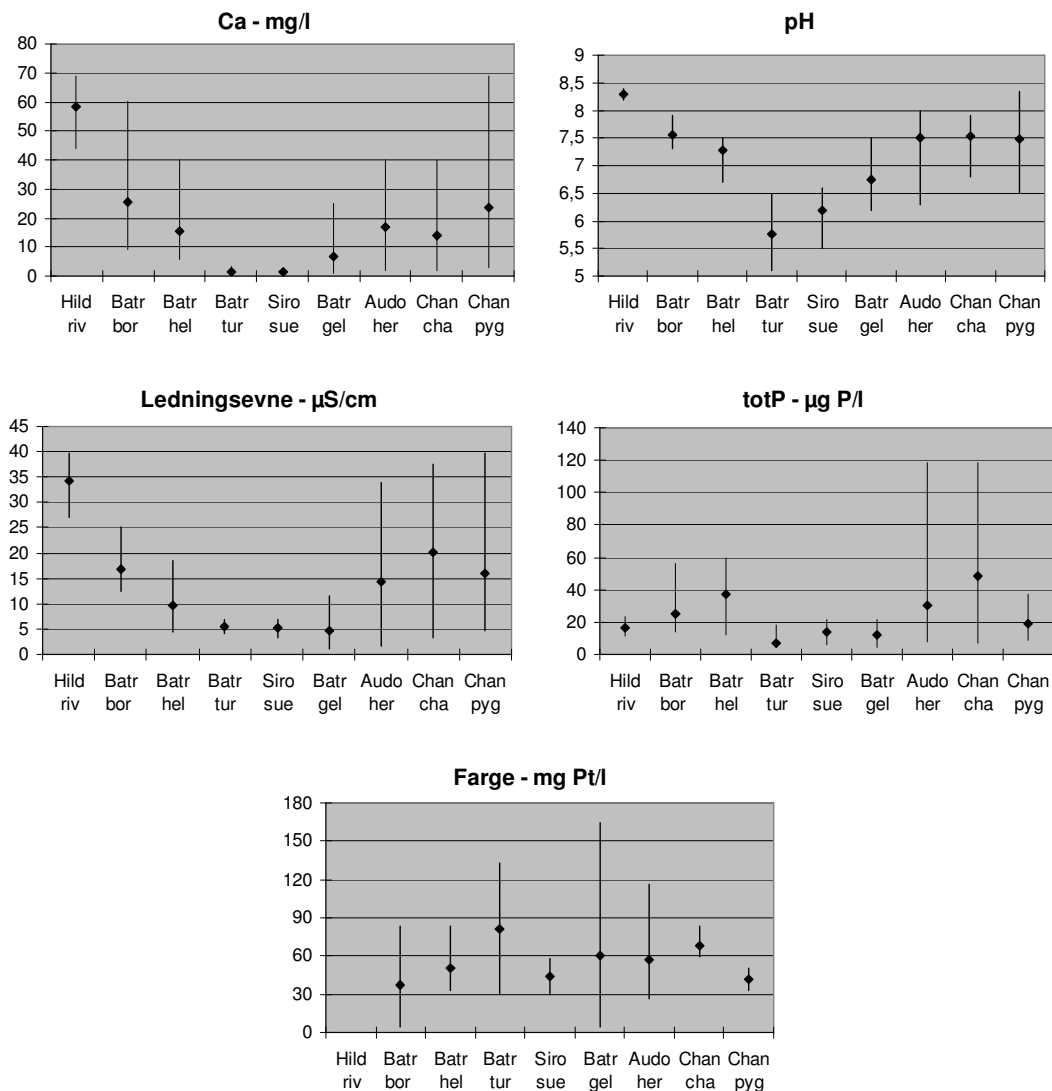
Tabell 5. Elver og innsjøer i Norge, typifisert etter innhold av kalsium og farge (Solheim et al. 2008).

Elve- og innsjøtyper	Kalsium mg/l	Farge – mg Pt/l
Kalkfattige klare	<1	< 30
Moderat kalkfattige klare	1–4	< 30
Kalkrike klare	>4	< 30
Kalkfattige humøse	<1	> 30
Moderat kalkfattige humøse	1–4	> 30
Kalkrike humøse	>4	> 30

Israelsons undersøkelse av rødalger i Sverige er av interesse også i vannkjemisk sammenheng. Han konkretiserte vannkjemiske forhold ved å relatere sine funn av rødalger til to store undersøkelser av Eriksson i 1929 og Lohammar i 1938 (Israelson 1942, s 63-69). I forhold til ledningsevne fant han tre grupper. Gruppe 1 er begrenset til lokaliteter rike på elektrolytter: *H. rivularis*, *Batrachospermum atrum*, *B. helminthosum* (*virgatum*), gruppe 2 finnes i vann med vidt forskjellig ledningsevne: *B. gelatinosum* (*moniliforme*), *Lemanea fluviatilis*, *Audouinella* (*Chantransia*) *hermannii*, *Chantransia* (*Pseudochantransia*) *pygmaea* og *C. chalybaea*. Gruppe 3 finnes bare på lokaliteter med lavt elektrolyttinnhold: *B. turfosum* (*vagum*), *B. pyramidale* (nå ført til *B. gelatinosum*) og *Sirodotia suecica*. Israelson fant dessuten god korrelasjon mellom ledningsevne og kalsium, de ga den samme gruppering av algene. Israelson mente at *B. boryanum* var spesiell, den så ut til å være særlig avhengig av høyt kalkinnhold i vannet.

Våre data viser samme gruppering av algene som Israelson. Bortsett fra *B. atrum* og *L. fluviatilis* er alle ovenfor nevnte alger med i (**Figur 64**). *L. fluviatilis* har vi med vilje ikke tatt med da vi er usikre på hvilke arter vi har i Norge og *B. atrum* har vi ikke funnet. Israelsons gruppe 1: *H. rivularis*, *B. helminthosum* skiller seg ut ved å forekomme i vann med høyt kalsiuminnhold, høy pH og høy ledningsevne. Vi er også tilbøyelig til å inkludere *B. boryanum* i denne gruppen. Vi kan ikke se at den skiller seg ut i forhold til de andre artene i gruppen. Vi fant, akkurat som Israelson, at gruppe 2: *B. gelatinosum*, *A. hermannii*, *C. chalybaea* og *C. pygmaea*, viser større spredning, det gjelder særlig ledningsevne. Det kan ha sammenheng med at to arter, *A. hermannii* og *C. chalybaea*, kan forekomme i vann med høyt næringsinnhold, og dermed også høy ledningsevne, se totP i (**Figur 64**). Data fra Schneider og Lindstrøm (2011) tyder på at også *C. pygmaea* forekommer i vann med høyt næringsinnhold. *B. gelatinosum* befinner seg i grenseområdet mellom gruppe 2 og 3. I vårt materiale ser *B. gelatinosum* ut til å ligge nærmere den elektrolytt og næringsfattige gruppe 3 enn hva Israelson fant. Her kan det være nyttig å minne om at Israelson anså *B. pyramidale* som en egen art som han inkluderte i gruppe 3, men at denne nå er innlemmet i *B. gelatinosum*. Gruppe 3, *B. turfosum* og *S.*

suecica, er klart definert. Dette er alger som forekommer i vann med lavt kalsiuminnhold, lav pH og lavt elektrolyttinnhold. Det kan nevnes at vi i vårt materiale aldri fant arter i gruppe 1 og 3 på samme lokalitet.



Figur 64. Forekomst av 9 rødalger i forhold til 5 vannkjemiske variable (høy, lav og middelerdi).

Hild riv (*Hildenbrandia rivularis*), Batr bor (*Batrachospermum boryanum*), Batr hel (*B. helminthosum*), Batr gel (*B. gelatinosum*), Batr tur (*B. turfosum*), Siro sue (*Sirodotia suecica*), Auto her (*Audouinella hermannii*), Chan cha (*Chantransia chalybaea*), Chan pyg (*C. pygmaea*).

Hildenbrandia rivularis ble observert og dokumentert for første gang i Norge i forbindelse med dette prosjektet. Den ble funnet i et område der vannet, sett med norske øyne, har eksepsjonelt høyt innhold av kalsium og elektrolytter (**Figur 64**). *H. rivularis* forekommer spredt i hele Europa, men sjelden på mange lokaliteter innen et større område. En årsak kan være at den har spesielle krav til vannkvalitet, det ser bl.a. ut til at den bare vokser i vann med kalsiuminnhold over 20-30 mg per liter (bl.a. Kann 1978, Schaumburg *et al.* 2004). Dette har konsekvenser for hvor man kan vente og finne *H. rivularis* i Norge, det er bare få og gjerne små områder som har så høyt kalsiuminnhold.

5. Litteratur

- Areschoug, J.E. 1861-1879. *Algae Scandinavicae Exsiccatae*. Fasc. 1-11. Upsaliae.
- Atkinson, G.F. 1890. Monograph of the Lemnaceae of the United States. *Annals of Botany* 4:177-229.
- Atkinson, G.F. 1904. A new *Lemanea* from Newfoundland. *Torrey* 4: 26
- Atkinson, G.F. 1931. Notes on the genus *Lemanea* in North America. *Bot. Gaz.* 92: 225-242.
- Baldauf, S.L. 2008. An overview of the phylogeny and diversity of eukaryotes. *Journal of Systematics and Evolution* 46 (3): 263–273.
- Borge 1911. Die Süßwasserflora Spitzbergens. *Videnskapselskapets Skrifter. I Mat-Naturv. Klasse* 1911 (11). 40 sider.
- Bory de Saint-Vincent, J.B. 1808. Mémoire sur le genre *Lemanea* de la famille des Conferves. *Ann. Mus. Hist. Nat.* 12 : 177-190.
- Burger, G., Saint-Louis, D., Gray, M.W. & Lang, B.F 1999. Complete sequence of the mitochondrial DNA of the red alga *Porphyra purpurea*: Cyanobacterial introns, and shared ancestry of red and green algae. *The Plant Cell* 11: 1675-1694
- Caisová, L. 2006. *Pleurocapsa cuprea*, originally described as blue-green alga, is a eukaryotic alga similar to the species *Hildenbrandia rivularis* (Rhodophyta). *Czech Phycology* 6: 60-76.
- Caisová, L. & Kopecký, J. 2008. Relation of *Pleurocapsa cuprea* Hansgirg to the genus *Hildenbrandia* (Rhodophyta). *Phycologia* 47: 404-415.
- Cedergren, G.R. 1926. Beiträge zur Kenntnis des Süßwasseralgen in Schweden. II. Die Algen aus Bergslagen und Wästerdalarne. *Bot. Notiser* 79: 289-318.
- Cedergren, G.R. 1938. Reofila eller det rinnande vattnets algsamhällen. *Svensk Bot. Tidskrift* 32 (2): 362-373.
- Chiasson, W.B., Johanson, K.G., Sherwood, A.R. & Vis M.L. 2007. Phylogenetic affinities of the form taxon *Chantransia pygmaea* (Rhodophyta) specimens from the Hawaiian Islands. *Phycologia* 46 (3): 257-262.
- Cole, K.M. & Sheath, R.G.(eds) 1990. *Biology of the red algae*. Cambridge University Press, 517 s.
- Compère, P. 1991. Taxonomic and nomenclatural notes on some taxa of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyceae). *Belg. J. Bot.* 124: 21-26.
- Compère, P. 1991 a. *Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. Rhodophytes.*- Jardin botanique Nationale de Belgique, Meise. 55 s.
- Eloranta, P. & Kwandrans J. 2002. Notes on some interesting freshwater Rhodophyta from Finland. *Algological Studies* 105: 95-109.
- Eloranta, P. & Kwandrans, J. 2004. Indicator value of freshwater red algae in running waters for water quality assessment. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 33(1): 47-54.
- Eloranta, P. & Kwandrans J. 2007. *Freshwater red algae (Rhodophyta). Identification guide to European taxa, particularly to those in Finland.* *Norrinia* 15: 1-103.
- Entwistle, T.J., Vis, M.L., Chiasson, W.B., Necchi, O. & Sherwood, A.R. 2009. Systematics of the Batrachospermales (Rhodophyta) – a synthesis. *Journal of Phycology* 45: 704-715.
- Geitler, L. 1944. Ein neues einheimisches *Batrachospermum* sowie Beobachtungen an anderen inheimischen *Batrachospermum*-Arten. *Wiener Bot. Zeitschrift* 93: 127-137.
- Gärdenfors, U. (ed.) 2010. *Rödlistade arter i Sverige 2010*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala. 590 sider.
- Harper, J.T. & Saunders, G.W. 2002. A re-classification of the Acrochaetiales based on molecular and morphological data, and establishment of the Colaconematales, ord. nov. *British Phycological Journal* 37: 463-475.
- Hebert, P.D.N., Cysinska, A., Ball, S.L. & deWard, J.R. 2003. Biological identification through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B. Biological Sciences* 270: 313-321.
- Henriksen A., Skjelkvåle, B. L, Mannio, J., Wilander, A., Harriman, R., Curtis, C., Jensen, J. P.,

- Fjeld, E. & Moiseenko, T. 1998. Northern European Lake Survey, 1995 - Finland, Norway, Sweden, Denmark, Russian Kola, Russian Karelia, Scotland and Wales. *Ambio* 27(2): 80-91.
- House, D.L., Sherwood, A.R. & Vis, M.L. 2008. Comparison of three organelle markers for phylogeographic inference in *Batrachospermum helminthosum* (Batrachospermales, Rhodophyta) from North America. *Phycological Research* 56: 69-75.
- House, D.L., Vandenbroek, A.M. & Vis, M.L. 2010. Intraspecific genetic variation of *Batrachospermum gelatinosum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in eastern North America. *Phycologia* 49 (5): 501-507.
- Israelson, G. 1938. Svenska batrachospermacéer i J. G. Agardhs algerbarium. *Bot. Notiser* 91: 34-36.
- Israelson, G. 1942. The freshwater Floridæa of Sweden. Studies on their taxonomy, ecology, and distribution. *Symbolae Botanicae Upsaliensis* 6 (1): 1-134.
- Israelson, G. 1949. Two freshwater Protofloridae new to Sweden. *Botaniska Notiser* 1949 no. 4: 366-376.
- Johansen, J.R., Fucikova, K., Fitzpatrick, M.H. & Lowe, R.L. 2005. The red alga genus *Rhodospira* (Bangiophyceae, Rhodophyta): first report from North America (Note). *Journal of Phycology* 41: 1281-1283.
- Johansson, C. 1982. Attached algal vegetation in running waters of Jämtland. *Acta Phytogeographica Suecica* 71, Uppsala, Sweden. 83 sider.
- John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J.(eds). 2002. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University press, Cambridge, U.K. 702 s.
- Kann, E. 1978. Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. *Arch. Hydrobiol.* 53(4): 405-643.
- Kile, M.R., Lindström, E-A. & J. Rueness 2009. Rødalgeslekten *Batrachospermum* i Norge: *B. helminthosum* en lite påaktet art. (Poster), Algesymposium, Norsk institutt for vannforskning, Klaveness, D. 1992. Ferskvannsalgene i Norge: en forskningsoppgave for "leg og lærd". *Blyttia* 50: 121-140.
- Kremer, B. 1984. Rotalgen in Fließwässern. *Natur und Museum* 114 (5): 135-144.
- Kronborg, L. 1992. Studies on the ecology and host specificity of *Balbiania investiens* (Rhodophyceae). *Nordic Journal of Botany* 12: 537-540.
- Kumano, S. 2002. *Freshwater red algae of the world*. Biopress Ltd., Bristol, England. 375 s.
- Kumano, S. 2010. Taxonomic revisions of freshwater Rhodophyta in recent years. S. 113-125 in: Seckbach, J. Chapman, D.J. (eds) *Red algae in the genomic age*. Springer.
- Kwandrans, J., Eloranta, P. & Bengtsson, R. 2002. Sötvattensrødalger i Sverige – en översikt och ett nyfynd. *Svensk Bot. Tidskrift* 96 (6): 274-280.
- Kwandrans, J. & Eloranta P. 1994. *Tuomeya americana* a freshwater red alga new to Europe. *Algological Studies* 74: 27-33.
- Kwandrans, J. & Eloranta, P. 2010. Diversity of freshwater red algae in Europe. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. 39 (1): 161-169.
- Kylin, H. 1912. Studien über die schwedischen Arten der Gattungen *Batrachospermum* Roth und *Sirodotia* nov.gen. *Nova Acta Regiae Soc. Scient. Ups.* Ser 4, (3): 1-40.
- Kylin, H. 1917. Über die Entwicklungsgeschichte von *Batrachospermum moniliforme*. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 34: 257-271.
- Kylin, H. 1956. *Die Gattungen der Rhodophyceen*. Lund, Gleerup, 673 s.
- Leukart, P. & Knappe, J. 1995. Observations on *Balbiania investiens* (Rhodophyta) from two new locations in Germany and from laboratory culture. *Nova Hedwigia* 60: 527-532.
- Langangen, A. 1993. Ferskvannsformen av *Asterocytis ornata* funnet i Norge. *Blyttia* 51 (1): 25-28.
- Lynghby, H.C. 1819. *Tentamen hydrophytologiae danicae*. Hafniae, 248 s. 70 Pl.
- McFarlane, J.J. & Raven, J.A. 1985. External and internal CO₂ transport in *Lemanea*: interactions with the kinetics of ribulose biphosphate carboxylase. *J. Exp. Bot.* 36: 610-622.
- Muller, K.M., Vis, M.L., Chiasson, W.B, Whittick, A. & Sheath, R.G. 1997. Phenology of a *Batrachospermum* population in a boreal pond and its implications for the systematics of section *Turfosa* (Batrachospermales, Rhodophyta). *Phycologia* 36: 68-75.

- Necchi, O. 1990. Revision of the genus *Batrachospermum* Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brasil. *Bibl. Phycol.* 84: 1-201.
- Nelson, W.A. 2007. *Bangiadulcis* gen. nov.: an new genus for freshwater filamentous Bangiales (Rhodophyta). *Taxon* 56(3): 883-886.
- Ott, F.D. 2009. *Handbook of the taxonomic names associated with the non-marine Rhodophycophyta*. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 969 s.
- Pascher, A. & Schiller, J. 1925. Rhodophyta (Rhodophyceen). s.134-206 in: *Die Süßwasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*. Heft 11, Pascher, A. Schiller, J. & Migula, W. (eds.). Jena.
- Raven, J.A., Johnstone, A.M., Newman, J.R. & Scrimgeour, C.M. 1994. Inorganic carbon acquisition by aquatic photolithotrophs of the Dighty Burn, UK.: uses and natural limitations of natural abundance measurements of carbon isotopes. *New Phytologist* 127: 271-286.
- Ros, M.D., López Jiménez, E. & Aboal, M. 1997. Primera cita de *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch ex W. West & G.S. West (Hildenbrandiaceae, Rhodophyceae), para la flora algal epicontinental española. *Anales Jard. Bot. Madrid* 55: 458-460.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. & Pipp, E. 1999a. Indikatorlisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. *Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster*. 73 sider.
- Rott, E., Pfister, P., Van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N. & Ortler, K. 1999b. Indikatorslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. *Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster*. 248 sider.
- Rueness, J. 2005. Life history and molecular sequences of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta), a new introduction to European waters. *Phycologia* 44 (1): 120-128
- Rueness, J. 2010. DNA barcoding of select freshwater and marine red algae (Rhodophyta). *Cryptogamie (Algologie)* 31 (4): 377-386.
- Saunders, G.W. 2005. Applying DNA barcoding to red macroalgae: a preliminary appraisal holds promise for future applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society. London. B* (2005), 360: 1879-1888.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Foerster, J., Gutowski, A., Hofmann, G., Meilinger, P., Schneider, S. & Schmedtje, U. 2004. Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive. *Limnologica* 34 (4): 283-301.
- Schmitz, F. 1889. Systematische Übersicht der bisher bekannten Gattungen der Florideen. *Flora* 72: 435-456.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A. 2009. Bioindication in Norwegian rivers using non diatomaceous benthic algae: the Acidification Index Periphyton (AIP). *Ecological Indicators* 9: 1206–1211.
- Schneider, S. & E.-A. Lindstrøm, 2011. The periphyton index of trophic status PIT: A new eutrophication metric based on nondiatomaceous benthic algae in Nordic rivers (in press).
- Sheath, R.G. 1984. The biology of freshwater red algae. In: Round, F. E. & Chapman, D.J. (eds) *Progress in Phycological Research* 3: 89-157. Biopress, Bristol, U.K.
- Sheath, R.G. & Burholder, J.A.M. 1983. Morphometry of *Batrachospermum* populations intermediate between *B. boryanum* and *B. ectocarpum* (Rhodophyta). *Journal of Phycology*. 19: 324-331.
- Sheath, R.G. & Hambrook, J.A. 1990. Freshwater ecology. In: Cole, K.M. & Sheath, R.G. (eds.) *Biology of red algae*: 423-453. Cambridge University Press, New York.
- Sheath, R.G. & Müller, K.M. 1999. Systematic status and phylogenetic relationships of the freshwater genus *Balbiania* (Rhodophyta). *Journal of Phycology* 35: 855-864.
- Sheath, R.G. & Sherwood, A.R. 2002. Phylum Rhodophyta (Red Algae). S. 123-143 in: John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J.(eds). 2002. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University press, Cambridge, U.K. 702 s.
- Sheath, R.G., Vis, M.L. & Cole, K.M. 1994. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 6. Section Turfosa. *Journal of Phycology* 30: 872-884.

- Sherwood, A.R. & Sheath, R.G. 2000. Biogeography and systematics of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in Europe: inference from morphometrics and rbcL and 18S rRNA gene sequence analyses. *Eur. J. Phycol.* 35: 143-153.
- Sherwood, A.R. & Sheath, R.G. 2000b. Microscopic analyses and seasonality of gemma production in the freshwater red alga *Hildenbrandia angolensis* (Hildenbrandiales, Rhodophyta). *Phycological Research* 48: 241-248.
- Sherwood, A.R. & Sheath, R.G. 2003. Systematics of the Hildenbrandiales (Rhodophyta): gene sequence and morphometric analyses of global collections. *Journal of Phycology* 39: 409-422.
- Sherwood, A.R., Shea, T. & Sheath, R.G. 2002. European freshwater *Hildenbrandia* (Hildenbrandiales, Rhodophyta) has not been derived from multiple invasions from marine habitats. *Phycologia* 4.1: 87-95.
- Sherwood, A. R., Vis, M.L., Entwisle, T. J, Necchi, O. & Presting, G.G. 2008 – Contrasting intra versus interspecies DNA sequence variation for representatives of the Batrachospermales (Rhodophyta): insights from a DNA barcoding approach. *Phycological Research* 56: 269-279.
- Simić, S. 2007. Morphological and ecological characteristics of rare and endangered species *Lemanea fluviatilis* (Linnè) C.Ag. (Lemaneaceae, Rhodophyta) on new localities in Serbia. *Kragujevac J. Sci.* 29: 97-106.
- Silva, P.C. & Nelson, W.A. 2008. History of the typification of conserved and rejected names, including an account of the typification of *Bangia* Lyngb. (Bangiaceae, Rhodophyta). *Taxon* 57(4): 1351-1354.
- Sirodot, S. 1884. *Les Batrachospermes. Organisation, fonctions, développement, classification*. G. Masson (éditeur), Libraire de l'Académie de Médecine, Paris, 299 s.
- Skjekvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse av 1500 norske innsjøer. *Norsk Institutt for Vannforskning*, 3168-1997. 73 sider.
- Skuja, H. Comments on fresh-water Rhodophyceae. *Bot. Rev.* 4: 665-676.
- Sládeček, V. 1973. System of Water Quality from the Biological Point of View. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 7: 1-218.
- Solheim, A.L., Berge, D., Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H., Skarbøvik, E., Eggestad, H.O. & Engebretsen, A. 2008. Environmental objectives and class boundaries for physico-chemical parameters in lakes and rivers, including turbid rivers in catchments with clay sediments, and suitability criteria for drinking water, bathing water and irrigation. *Norsk institutt for vannforskning (NIVA)*, rapport 5708-2008. 79 sider.
- Starmach, K. 1977. Phaeophyta-Brunatnice, Rhodophyta-Krasnorosty (with keys for the identification og fresh water brown- and red-algae mentioned in the volume). Tom 14 in : *Flora Slodkowodna Polski* (Starmach, K. & Sieminska, J. eds.). Warszawa, Krakow, 445 s.
- Stewart, S.A. & Vis, M.L. 2007. Investigation of two species complexes in *Batrachospermum* section *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta). *Phycologia* 46 (4): 380-385.
- Strøm, K.M. 1924. Undersøkelser over ferskvandsalgers og -planktonets økologi og geografiske utbredelse. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* 62: 1- 25.
- Strøm, K.M. 1926. Norwegian mountain algae. An account of the biology, ecology and distribution of the algae and pelagic invertebrates in the region surrounding the mountain crossing of the Bergen railway. *Skr. norske Vidensk.Akad. I. Mat.-Nat. Kl.* 1926 (6): 1- 263.
- Thirb, H.H. & Benson-Evans, K. 1985. The effect of water temperature, current velocity and suspended solids on the distribution, growth and seasonality of *Lemanea fluviatilis* (C. Ag.), Rhodophyta in the River Usk and other South Wales rivers. *Hydrobiologia* 127: 63-78.
- Tolstoy, A. & Willen T, (editors). 1997. Preliminär checklista över makroalger i Sverige. Artdatabanken, Uppsala, 127 s.
-

- Traaen, T.S., Pytte, A.R., Brettum, P., Heggberget, T.G., Huru, H., Jensen, A., Johanessen, M., Kaasa, H., Lien, L., Lindstrøm, E.-A., Mjelde, M., Rørslett, B., Aagaard, K. 1983. Undersøkelse av Alta-Kautokeinovassdraget 1980-82. *Norsk institutt for vannforskning (NIVA)*, rapport 1459-1883. 117 sider.
- Traaen, T.S. & Lindstrøm, E.-A. 1983. Influence of current velocity on periphyton distribution. In: Wetzel, R.G. (ed.) *Periphyton of Freshwater Ecosystems*: 97-99. The Hague, Junk.
- Verbruggen, H., Maggs, C.A., Saunders, G.W., Le Gall, L., Yoon, H.S. & De Clerck, O. 2010. Data mining approach identifies research priorities and data requirements for resolving the red algal tree of life. *BMC Evolutionary Biology* 2010, 10:16.
- Vis, M.L. & Kapustin, D.A. 2009. *Batrachospermum keratophytum* Bory emend. Sheath, Vis et Cole, a new freshwater red algal species for Ukraine. *Algologia* 19 (2): 226-229.
- Vis, M.L. & Sheath, R.G. 1999. A molecular investigation of the systematic relationships of *Sirodotia* species (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. *Phycologia* 38: 261-266.
- Vis, M.L. & Sheath, R.G. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Lemnaceae in North America. *Phycologia* 31 (2): 164-197.
- Vis, M.L., Sheath, R.G. & Entwisle, T.J. 1995. Morphometric analysis of *Batrachospermum* section *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) type specimens. *Journal of phycology* 30: 35-55.
- Vis, M.L. Sheath, R.G. & Cole, K.M. 1996. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America .8b. Section *Batrachospermum*: Previously described species excluding *Batrachospermum gelatinosum*. *European journal of phycology* 31 (2): 189-199.
- Vis, M.L., Entwisle, T.J., West, J.A. & Ott, F.D. 2006. *Ptilothamnion richardsii* is a chantransia stage of *Batrachospermum*. *European Journal of Phycology* 41: 125-130.
- Vis, M.L., Feng, J., Chiasson, W.B., Xie, S.-L., Stancheva, R., Entwisle, T.J., Chou, J.-Y. & Wang, W.-L. 2010. Investigation of the molecular and morphological variability in *Batrachospermum arcuatum* (Batrachospermales, Rhodophyta) from geographically distant locations. *Phycologia* 49 (6): 545-553.
- Wehr, J.D & Sheath, R.G. (eds). 2003. *The freshwater algae of North America: Ecology and classification*. Academic Press.
- Wille, N. 1901. Algologische Notizen VII. Zur Verbreitung der Süßwasseralgen im südlichen Norwegen. *Nyt Mag. Naturv.* 39: 1-22.
- Wittrock, V.B. & Nordstedt, O. 1877-1903. *Exsiccatae Algae Dulcis Exsiccatae Praecipue Scandinavicae*. Fasc. 1-35, Ups., Stockh., Lundae.
- Zucchi, M.R. & Necchi, O. 2003. Blue-greenish acrochaetioid algae in freshwater habitats are "Chantransia" stages of Batrachospermales *sensu lato* (Rhodophyta). *Cryptogamie (Algologie)* 24 (2): 17-31.

Vedlegg A. DNA-sekvenser

Batrachospermum helminthosum, DNA sekvens av barcoding-området (COI), 664 bp

AACTTTGACTTAATTTTTGGTACTTTTTTCAGGAGTATTAGGTGGATGTATGTCTATTTTAATTTCGTA
TGGAATTATCACAACCAGGTAATCATCTATTATTAGGTAATCATCAAGTATACAATGTATTAATTAC
AGCTCACGGTTTTCTAATGGTTTTTTTTATGGTTATGCCTATACTCATAGGAGGTTTTGGTAATTGAT
TACTTCCAATCATGATTGGAAGTCCTGATATGGCTTTTCCACGACTAAATAATATAAGCTTTTGATT
GCTTCCTCCTTCCTTATGTTTATTGTTAGCTTCAGCACTCGTTGAAGTTGGTGC GGGAACAGGTTGA
ACTGTTTATCCTCCTTTAAGTTCTATACAAAGTCATTTCAGGGGGCGCTGTAGATTTAGCAATATTTA
GTTTACACTTAGCAGGAGCATCTTCTATTTTAGGTGCTGTTAATTTTATTTCTACAATAATTAATATG
CGAAATCCTGGTCAAAGTATGTACCGAATGCCACTTTTTGTTTGGTCCATTTTTATTACTGCTTTTAT
ACTACTTTTAGCTGTACCTGTCTTAGCAGGAGCAATTACAATGCTTTTAAACAGATCGTAATTTTAAT
ACTACCTTTTTTGATTCATCAGGTGGAGGTGATCCGCTTCTTTATCAACACTTATTT

Batrachospermum gelatinosum, DNA sekvens av barcoding-området (COI), 664 bp

TACTTTATATTTAATTTTTGGTACTTTTTCTGGAGTACTTGGTGGTTGTATGTCACCTTTTAATTAGAA
TGGAATTAATGCAGCCTGGTAACCACTTCTTGTGGGTAATCATCAATTGTACAATGTTTTAATAAC
TGCACATGCATTTTTAATGATTTTTTTTTATGGTTATGCCTATCTTAATTGGGGGTTTTGGTAACTGGT
TGGTGCCAATTATGATCGGAAGTCCTGATATGGCATTTCCTCGTCTTAATAATATCAGTTTTTTGGTT
ACTTCCACCTTCCTTATGCTTATTATTAGCTTCATCGCTTGTGAAGTCGGAGCAGGAACAGGTTGA
ACAGTATACCCACCTCTTAGCGCCATACAAAGTCATTCTGGAGGTTCTGTTGATTTAGCTATATTTA
GTCTTCATTTAGCCGGAGCTGCGTCAATTTTAGGAGCAATAAATTTTATTTCTACAATAATTAATAT
GCGAAACCTGGACAAAGTATGTATAGAATGCCTTTATTTGTATGGTCTATTTTCATAACCGCTTTT
TTACTACTTTTATCTGTTCCAGTTTTTAGCAGGAGCTATTACAATGCTTTTAAACAGATCGGAACCTTA
ATACAGCCTTTTTTGATCCATCTGGCGGAGGTGACCCTATTCTTTATCAACACTTATTC

Vedlegg B. Vannkjemiske data

Audouinella hermannii - 32 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3-N	NH4-N	Fe	TOC
	FTU	mg Pt/l	µS/cm		mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	mg/l	µg N/l	µg/l	µg/l	mg C/l
kjemi obs.	15	15	23	23	22	10	20	22	5	14	10	4	17
middel	3,4	56,9	14,3	7,5	17,1	19,2	30,0	1008,0	9,5	735,6	46,4	0,6	6,0
max	9,8	116,0	37,6	8,0	48,0	54,0	118,0	2500,0	15,0	2330,0	304,0	1,3	12,5
min	0,9	26,0	1,6	6,3	1,8	2,0	7,8	197,0	6,0	8,0	0,6	0,1	3,1
st.dev.	2,6	21,7	10,6	0,5	13,4	20,5	29,7	719,0	3,6	832,3	91,8	0,5	2,5

Chantransia chalybaea - 12 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	5	3	6	6	4	5	7	6	1	2	4	1	5
middel	3,9	67,7	20,2	7,5	14,1	23,9	48,8	1071,5	15,0	374,5	93,9	0,6	7,0
max	5,9	83,0	37,6	7,9	24,0	54,0	118,0	1517,0		677,0	304,0		15,0
min	1,5	59,0	3,3	6,8	2,0	2,5	9,1	275,0		72,0	0,6		3,4
st.dev.	1,9		11,7	0,4	10,7	22,0	40,6	460,5			142,1		4,7

Chantransia pygmaea - 17 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	4	5	10	10	9	2	10	6	3	3	3	1	5
middel	2,5	97,0	16,0	7,5	23,8	11,5	19,1	978,8	19,7	1000,0	7,6	0,1	5,6
max	5,9	165,0	39,7	8,3	69,1	14,0	37,4	1620,0	23,4	1300,0	14,0		6,5
min	0,9	33,0	4,8	6,5	2,9	9,0	9,0	152,0	15,0	600,0	0,6		4,0
st.dev.	2,3	56,2	10,9	0,6	22,7		8,3	587,6			6,7		1,0

Batrachospermum boryanum - 6 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	3	4	3	3	5	0	5	2	2	2	0	1	0
middel	2,3	37,5	17,0	7,6	25,3		24,7	705,0	13,7	711,0		0,1	
max	3,1	83,0	25,0	7,9	60,0		56,0	1300,0	16,9	785,0			
min	0,9	4,0	12,4	7,3	9,0		13,6	110,0	10,5	637,0			
st.dev.		33,4			19,9		17,6						

Batrachospermum gelatinosum - 43 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	7	10	11	12	12	1	13	9	2	8	1	2	4
middel	2,4	60,5	4,7	6,7	6,5	2,0	11,9	525,7	9,6	212,1	14,0	0,3	3,4
max	4,5	165,0	11,7	7,5	25,0		22,0	1310,0	10,5	566,0		0,6	5,1
min	0,9	4,0	1,2	6,0	1,0		3,0	2,7	8,7	3,0		0,1	1,3
st.dev.	1,4	48,8	3,1	0,4	7,5		6,2	483,1		239,3			1,6

Batrachospermum helminthosum - 7 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	5	5	6	6	6	1	5	2	4	4	1	3	2
middel	3,8	50,8	9,7	7,3	15,4	14,0	37,1	932,0	8,8	329,0	0,6	0,6	5,5
max	9,8	83,0	18,5	7,5	40,0		60,0	1130,0	15,0	600,0		1,3	6,5
min	0,7	33,0	4,3	6,7	6,0		12,0	734,0	4,9	209,0		0,1	4,4
st.dev.	3,9	20,7	5,5	0,3	13,2		21,2		4,4	183,2			

Vedlegg B forts. Vannkjemiske data fra lokaliteter der rødalger ble funnet, kilde se nederst i Appendiks.*Batrachospermum turfosum* - 11 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3-	NH4-N	Fe	TOC
	FTU	mg Pt/l	µS/cm		mg/l	µg P/l	µg P/l	µg N/l	mg/l	µg N/l	µg/l	µg/l	mg C/l
kjemi obs.	1	2	2	3	2	0	2	2	0	1	0	0	1
middel	0,9	81,5	5,6	6,3	2,4		20,0	315,5		7,0			9,0
max		133,0	7,0	6,5	3,3		22,0	400,0					
min		30,0	4,2	6,0	1,5		18,0	231,0					
st.dev.													

Hildenbrandia rivularis - 4 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N1	Fe	TOC
kjemi obs.	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3	0	0	3
middel			34,2	8,3	58,1		16,7	1640,0	22,0	1200,0			5,8
max			39,7	8,4	69,1		23,0	1690,0	23,4	1300,0			6,4
min			27,0	8,2	43,7		11,0	1610,0	20,6	1100,0			5,3
st.dev.													

Lemanea med fertile skudd <3 cm, cfr. *L. condensata* - 11 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	3	3	4	5	5	0	5	5	1	5	0	0	2
middel	1,8	50,3	12,3	7,1	16,5		8,5	471,0	20,6	276,4			4,9
max	2,4	61,0	39,7	8,3	69,1		16,0	1620,0		1100,0			6,4
min	1,1	32,0	2,7	6,2	0,9		4,3	2,8		52,0			3,4
st.dev.			18,3	0,8	29,6		4,5	650,9		460,9			

Lemanea med fertile skudd >3 cm, cfr. *L. fluviatilis* - 52 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	16	18	29	35	32	11	31	27	6	22	11	4	23
middel	2,6	48,2	11,7	7,2	14,4	15,9	20,6	826,2	10,6	572,6	47,1	0,2	4,6
max	5,9	83,0	37,6	8,0	40,0	54,0	118,0	2500,0	15,0	2330,0	304,0	0,6	9,6
min	1,0	26,0	0,9	5,8	0,7	2,0	3,0	2,8	6,0	30,0	0,6	0,1	1,0
st.dev.	1,6	15,4	9,9	0,6	12,6	17,6	24,9	715,4	4,0	702,8	87,7	0,3	2,7

Sirodotia suecica - 5 funn

	TURB	Farge	Kond	pH	Ca	PO4	totP	totN	SO4	NO3-N	NH4-N	Fe	TOC
kjemi obs.	2	2	2	3	2	0	2	3	0	2	0	0	1
middel	1,4	44,0	5,2	6,2	1,5		14,1	341,3		103,5			3,5
max	1,8	58,0	7,0	6,6	1,6		22,0	400,0		155,0			
min	0,9	30,0	3,4	5,5	1,3		6,2	258,0		52,0			
st.dev.													

Data hentet fra: Fylkesmannens Miljøvern avdeling i Nord Trøndelag, Sør Trøndelag og Buskerud, fra Bærum kommune, Asker kommune, Bergen kommune, Vann- og Avløpsetaten i Oslo og Kanalmuseet i Haldensvassdraget. Det er også hentet kjemidata fra en lang rekke NIVA-rapporter.

Vedlegg C. Lokalteter med funn av rødalger

Strømtall (strømhastighet): 0=stillestående, 1=langsomt flytende, 2=moderat strøm, 3=rasek strøm, 4=stri strøm, 5= fossende
Lystall (lysmengde på lokaliteten): 1= godt lys, åpent, 1=delevis skygge, 3= lokalt mye skygge

Lok -kode	Fylke	Vassdrag	Elv	Stasjon	WGS84	Øst	Nord	hoh	Elve- bredde	Strøm- tall	Lystall
BAH BÆR	Akershus	Sandviksvassdraget	Lomma	oppstrøms Bærums verk	33	248930	6653579	110	8	3	1
BAH GUR	Akershus	Sandviksvassdraget	Lomma	v Guriby	33	245953	6658125	190	5	2	2
BAH ISI	Akershus	Sandviksvassdraget	Isielva	oppstrøms Isi	33	245143	6652783	60	15	3	2
BAH ORG	Akershus	Sandviksvassdraget	Orgselva	Orgselva før innløp Isielva	33	246708	6650562	60	1	3	1
BAH S01	Akershus	Sandviksvassdraget	Isielva	Bjørnum sag	33	244497	6653714	180	10	3	2
BAH Ø01	Akershus	Sandviksvassdraget	Øverlandselva	v Haga	33	253062	6653181	110	3	3	1,5
BAH Ø02	Akershus	Sandviksvassdraget	Øverlandselva	v Blomsterroken	33	250872	6648734	15	4	3	2
BAS DRE	Akershus	Askerelva	Drengsrudbekken	utløp Nedre Drengsrudvatn	33	242435	6640851	180	1	2	1
BAS OBO	Akershus	Askerelva	Askerelva	oppstrøms Bondi bru	33	244377	6639891	95	5	3	3
BAS SEM	Akershus	Askerelva	Askerelva	v Sem bruk	33	243630	6643699	130	4	2	2
BAU DAU	Oslo	Maridalsvassdr	Dausjøbekken	v Bemtsberg	33	265353	6658724	155			2
BAU FAG	Oslo	Maridalsvassdr	Fagervann	"Bekk i område"	33	263157	6662337				
BAU S01	Oslo	Maridalsvassdr	Skjærjøelva	v kraftverk	33	263032	6658614	150	8	3	1
BGL TJÆ	Akershus	Glommavassdraget	bekkk v Tjærebråten	v Rv.181	33	298547	6696613	145	2	3	3
BLE GJØ	Akershus	Leira	Gjermåa	øvre Gjermåa v Hellen	33	279848	6667929	135	12	3	1
BLE KVE	Akershus	Leira	Kverndøla	bru før innløp Leira	33	276378	6687792	220	3	3	1
BLE L12	Akershus	Leira	Leira	Skrevevmyra, L12	33	273628	6687242	290	15	3	1
BLE L2	Akershus	Leira	Leira	Krokfoss, L2	33	282319	6672659	110	8	4	2
BLE MIK	Akershus	Leira	Mikkelsbekken	bru oppstr Eikeberg	33	277529	6669674	155	3	2	2
BLE ROT	Akershus	Leira	Rotna	bru v stadion, RO	33	275528	6681187	195	10	3	1
BLE STO	Akershus	Leira	Storholtbekken	vei v Eskerud	33	276378	6682635	210	<1	2	3
BOS AKE	Oslo	Oslovassdragene	Akerselva	v Nydalen	33	263554	6653380	110	15	3	2
BOS ALN	Oslo	Oslovassdragene	Alnaelva	v Grorud	33	270336	6652739	150	10	2	2
BOS FRO	Oslo	Oslovassdragene	Frognerelva	nedsstrøms nedre Frognerdam	33	259680	6650761	20	5	3	3
BOS FRØ1	Oslo	Oslovassdragene	Frønsbekken	v Kvernstien	33	260487	6652336	60	6	2	2
BOS FRØ2	Oslo	Oslovassdragene	Frønsbekken	før saml Gaustadbekk	33	260428	6652722	50	4	3	2
BOS HOF	Oslo	Oslovassdragene	Hoffselva	nedsstrøms Hoffsdammen	33	258492	6651389	20	4	2	1
BOS MAK	Oslo	Oslovassdragene	Malkrellbekken	nedstr Ring ³ , før saml Hoffselva	33	258413	6651416	25	<1	2	2

Vedlegg C forts. Lokaltiteter med funn av rødalger i prosjektperioden.... (tengforklaring se første side i Vedlegg C)

Lok -kode	Fylke	Vassdrag	Elv	Stasjon	WGS84	Øst	Nord	hoh	Elve bredde	Strømt all	Lys tall
BHA FIN	Akershus	Haldensvassdraget	Finstadbekken	ved Aurskog	33	302363	6648906				
CHA BRA	Østfold	Haldensvassdraget	Branseelva	v Sletta 16_8	33	312472	6598315				
CHA ENG	Østfold	Haldensvassdraget	Engerelva	v Rv 21	33	311569	6599570				
CHA FOL	Østfold	Haldensvassdraget	bekk	nordøst for Folkenborg 31_9	33	306584	6610577				
CHA RIS	Østfold	Haldensvassdraget	Risnelva	v Kroksund	33	310001	6615334				
CMO FOS	Østfold	Morsavassdragene	Fossbekken	st lagt etter skjønn	33	273785	6616191				
CMO NOR	Østfold	Morsavassdragene	Norengbekken		33						
CMO SOR	Østfold	Morsavassdragene	Svartoren	Svartoren	33	10,72378	59,4361				
CMO VEI2	Østfold	Morsavassdragene	Veidalsbekken2		33	274512	6636330				
CNA KA1	Akershus	Kampåa i Nes	Kampåa	Fjell bru, KA1	33	299825	6685520	195	12	2,5	2
CNA KA2	Akershus	Kampåa i Nes	Kampåa	Kampåa sag, KA2	33	299840	6684093	180	8	3,5	2
CNA KA5	Akershus	Kampåa i Nes	Kampåa	Mobekk, KA5	33	300248	6684177	175	5	2	1
CNA KA6	Akershus	Kampåa i Nes	Kampåa	Fosserud, KA6	33	304297	6677388	150	15	3,5	1
DAN A03	Hedmark	Glommavassdraget	Atna	Atna v Elgvassli	33	238510	6885365	750	10	3	1
DAN A05	Hedmark	Glommavassdraget	Atna	Atna før saml. Setninga	33	262079	6859618	522	2,5	3,5	1
DAN A06	Hedmark	Glommavassdraget	Atna	Setninga før saml. Atna	33	260936	6858857	525	15	3,5	1
DAN A11	Hedmark	Glommavassdraget	Atna	Atna v Solbakken	33	275557	6853140	380	50	3,5	1
DAN GRA	Hedmark	Glommavassdraget	Grautåa	v Brenntjernsberget Rv202	33	354053	6687626	170	2	2	3
DAN LØK	Hedmark	Glommavassdraget	innløp til Råsen	v Løkker inn i Råsen	33	306456	6701522	140	2	2	2
DAN MO2	Hedmark	Mjøsa, tilløp	Moelva	Fossen	33	267361	6761795	130	7	3,5	2
DAN NUG	Hedmark	Glommavassdraget	Nuggum	utløp Nuggum v Rv205	33	339188	6685723	135	6	3	1
DAN ODV	Hedmark	Glommavassdraget	Glomma	innløp v. Odals verk, v Rv2	33	325495	6681196	110	2	3	1
DAN SAN	Hedmark	Glommavassdraget	Sandbekken	innløp Storsjøen	33	309460	6699956	115	3	2	1
DAN SV10	Hedmark	Mjøsa, tilløp	Starrelva	st2	33	296837	6739007	160	2	1	1
DAN SV11	Hedmark	Mjøsa, tilløp	Fosselva	Tilløp Starrelva	33	299264	6730336	170	3,5	3	1
DAN SV4	Hedmark	Mjøsa, tilløp	Svartelva	v Ilseng bru)	33	294266	6743410	155	10	3	1
DBS BRÅ	Hedmark	Ljørvassdraget	Bergåa	v Bråtafallet	33	371183	6817355	545	8	4	1
DBS DRE	Hedmark	Ljørvassdraget	Drevja	bekk fra Ljøra	33	359811	6824676	600	12	3	1
DBS SBD	Hedmark	Ljørvassdraget	Drevja	Liten sidebekk	33	369579	6811794	650	1,5	2	1
DBS SKÅ	Hedmark	Ljørvassdraget	Ljøra	v Skåret	33	367746	6821730	460	10	3	1
DBS SOM	Hedmark	Ljørvassdraget	Drevja	Smolbekken, innløp Drevja	33	365786	6811900	650	3	2	1
DBS VOL	Hedmark	Ljørvassdraget	sidebekk til Ljøra	v Voll	33	382447	6794586	420	6	3	1
DPE RØA	Hedmark	Femundsmarka	Røavassdraget	Innløp Røa fra Styggstjø	33	352220	6913498				
DTR BEK	Hedmark	Trysilvassdraget	bekk fra syd	v Rv25	33	343727	6780222	480	1	2	3
DTR ELT	Hedmark	Trysilvassdraget	Elta	sideelv til Trysilelva	33	347392	6812394	320	8	4	1
DTR ENG	Hedmark	Trysilvassdraget	Engeråa	utløp Engern	33	345193	6824391	330	2,5	3	1

Vedlegg C forts. Lokaltiteter med funn av røddalger i prosjektperioden. (tengfoklaring se første side i Vedlegg C)

Lok-kode	Fylke	Vassdrag	Elv	Stasjon	WGS84	Øst	Nord	hoh	Elve bredde	Strømt all	Lys tall
DTR FLE	Hedmark	Trysilvassdraget	Flena	hovedelva	33	353456	6826794	450	4	2	1
DTR GRØ	Hedmark	Trysilvassdraget	Grøna	v Rv 25	33	350343	6788266	445	4	2	2
DTR HUN	Hedmark	Trysilvassdraget	Hundselbekken	sidebakk til Trysielelva	33	351391	6804389	330	2	2	2
DTR LIN	Hedmark	Trysilvassdraget	Bekk	syd for avkjøring til Linna og Øyermoen	33	361241	6686750	320	1,5	2	2
DTR RØA	Hedmark	Trysilvassdraget	Røa	sidebakk til Trysielelva	33	349227	6827495	300	3	2	1
DTR SVA	Hedmark	Trysilvassdraget	Svarbekken	Grambolia v. Rv25	33	345525	6782873	320	1,5	2	3
DTR TRØ	Hedmark	Trysilvassdraget	Trøpøsta	sideelv til Trysielelva	33	354723	6799647	400	1,5	2	3
DTR VAR	Hedmark	Trysilvassdraget	Varåa	v Rv25	33	298547	6696613	380	5	3	2
DTR VGRØ	Hedmark	Trysilvassdraget	Vestre Grøna	v Rv25	33	364971	6795330	350	3	2	2
DTR ØGRØ	Hedmark	Trysilvassdraget	Østre Grøna	v Rv25	33	368595	6793199	350	5	2	1
EAI GAT	Oppland	Gudbrandsdalslågen	Gausa	Auga, tilløp Gausa	33	238907	6791335	300	5	2	2
EAI GAA	Oppland	Gudbrandsdalslågen	Gausa	sideelv v Aulestad	33	246420	6796449	250	3	3	2
EAI JØ4	Oppland	Mjøsa, tilløp	Jøra	v Forset, før samløp Gausa	33	239071	6794387	270	15	3	1
EAI NE1	Oppland	Mjøsa, tilløp	Nevla	rasstepass på vei til Nordseter	33	263945	6789829	750	2	3	2
EAI RI13	Oppland	Mjøsa, tilløp	Rinda	v Berg	33	243694	6785870	320	4	2	2
EAI ST10	Oppland	Mjøsa, tilløp	Stokkelva	før Nordenga fra Rv249	33	256077	6756865	312	8	3	1
EAI TVE	Oppland	Gudbrandsdalslågen	Tverrbekken	Dombås oppstrøms togbane	33	194203	6896588	720	6	4	2
EAI VII0	Oppland	Mjøsa, tilløp	Vismunda	v Storlondammen og Rv250	33	241836	6775611	660	5	2	1
EAI VII1	Oppland	Mjøsa, tilløp	Vismunda	andre kryssning av Vismunda på Rv250 fra øst	33	239620	6775298	790	3	2	2
EAI VIN	Oppland	Gudbrandsdalslågen	Vinstra	v sideveg, før innløp Lågen	33	220896	6839408	230	15	3	1
EAI KVI	Oppland	Mjøsa, tilløp	Lena	v Kvikstad	33	268239	6726684	200	15	3	1
EAI OLE	Oppland	Mjøsa, tilløp	Lena	oppstrøms Lena sentrum	33	271267	6732936	230	20	2	1
EAI SKR	Oppland	Mjøsa, tilløp	Lena	v Skreia	33	274781	6731083	150	25	2	1
EAI VEN	Oppland	Mjøsa, tilløp	Lena	v Vennevoll	33	273958	6732576	170	20	3	1
ERA GRY	Oppland	Randsfjorden, tilløp	tilløp v Grymyr	v Rv 240	33	246456	6697277	150	2	2	1
ERA S-G	Oppland	Randsfjorden, tilløp	tilløp fra øst	Sløvika - Grymyr v Rv 240	33	245482	6694483	145	2	3	2
ERA SLØ	Oppland	Randsfjorden, tilløp	Sløvikelva	v Rv 240	33	246625	6691987	150	5	3	3
ERA VAN	Oppland	Randsfjorden, tilløp	tilløp v Vang	v Rv 240	33	246117	6687502	150	5	3	2
ERA VANB	Oppland	Randsfjorden, tilløp	nord for Vang	v kryss Rv 240 og Rv 35	33	247132	6688602	145	3	3	2
ERA VIG	Oppland	Randsfjorden, tilløp	Vigga	Brandbu, v Rv 240	33	252252	6707225	180	8	3	3

Vedlegg C forts. Lokaltiteter med funn av røddalger i prosjektperioden. (tengfoklaring se første side i Vedlegg C)

Lok-kode	Fylke	Vassdrag	Elv	Stasjon	WGS84	Øst	Nord	hoh	Elve bredde	Strømt all	Lys tall
FBH A1	Buskerud	Sokna	Langtjern innsjø	Langtjern littoral	33	209620	6704595	518	innsjø		2
FDI IUL	Buskerud	Dikemarkvassdraget	Ulvenvatn	Innløp	33	239440	6640425	182	3	3	2
FDI PAD	Buskerud	Dikemarkvassdraget	Padderudvatn	Littoral ved E18	33	239621	6640796	188	0	0	1
FDI UGJ	Buskerud	Dikemarkvassdraget	Åroselva	Utl. Gjellumv. for innl. Skittelva	33	243748	6636587	99	3	3	1
FDI UPA	Buskerud	Dikemarkvassdraget	Padderudvatn	Utløp	33	239504	6640584	185	2	2	2
FDI UVE	Buskerud	Dikemarkvassdraget	Verkenselva	Utløp Verkensvatn ved bru	33	240466	6638611	179	4	3	3
FHU EKR	Buskerud	Hurumlandet	Ekraelva	50 m. oppstr. utløp Filvet molo	33	252274	6611680	2	4	3	2
HSK KIET	Telemark	Skienassdraget	Tokke-Vinje	Kjela innløp Tveitenvatn, st.16	33	63527	6656463	1015			
JAM 220	Vest Agder	Sogndalselva	Sogndalselva	v Nodeland	33	78650	6468728	10	12	2	2
JAM GJE	Vest Agder	Sogndalselva	Sogndalselva	utl. Birkelandsv. v Gjervoldstad	33	74229	6471560	30	4	2	1
JA0 EGS	Vest Agder	Mandalsvassdraget	Egsåni	oppstrøms kalkdoserer	33	68730	6517960	330	5	3	1
JAR LON	Vest Agder	Audnavassdraget	Logåna	nedstrøms siliakatdoserer							
JAR ØØY	Vest Agder	Audnavassdraget	Audna	utløp Øvre Øydnavatn, oppstrøms kalkdoserer	33	58705	6482737	60	3	2	2
JAS GYSN	Vest Agder	Lygnavassdraget	Lygna	Gysland nedstrøms kalkdoserer	33	54738	6496556	150	8	4	1
JAS ROS	Vest Agder	Lygnavassdraget	Lygna	Rossevatn, oppstrøms	33	43677	6488351	105	15	3	1
JAU 461	Vest Agder	Kvina	liten bekk	bekk ved Rv. 461 mot Kvina	33	40576	6516528	370	10	4	1
JAU GAL	Vest Agder	Kvina	Kvina	innløp Galdalsvatn	33	47973	6485405	170	1	3	2
JAU KVI	Vest Agder	Kvina	tilløp til Kvina	Kvina sentrum	33	34820	6507332	260	8	3	1
JKR VÅG	Vest Agder	Kristiansand	liten bekk	v. Vågsbygd og Rv. 265	33	31291	6493159	15	1	3	1
KVI 12	Rogaland	Vikedalselva	bekk fra Røyrvatn	nedstrøms foss	33	85035	6464125	150	2	2	3
KVI 17	Rogaland	Vikedalselva	Vikedalselva	v Ørnes	33	-7836	6635049	190	4	3	2
KVI RØY	Rogaland	Vikedalselva	Røyrvatn	ved hytte, i littoralen	33	-12289	6632491	60	8		1
LAT HAU	Hordaland	Bergensvassdrag	Mjøllendalselva	nedstrøms Årstad	33	-6855	6634999	231	innsjø		1
LAT F1	Hordaland	Fyllingsdalsvassdraget	Ortuvatn	innløp Orutvatn	33	-30505	6732346	15	1	2	3
LAT F3	Hordaland	Fyllingsdalsvassdraget	Sælenvatn	utløp Sælenvatn	33	-34612	6729319	33	7	2	2
LAT G3	Hordaland	Gravdalsvassdraget	Gravdalsvatn	utløp Gravdalsvatn	33	-35239	6729302	130	5	2	3
LAT K4	Hordaland	Kalandsvassdraget	Kalandselv	utløp til Fanafford	33	-35547	6734445	5	4	3	3
LAT MYRN	Hordaland	Nestunvassdraget	Myrdalsvatn	innløp fra nord	33	-33194	6719503	10	5	3	3
LAT MYRØ	Hordaland	Nestunvassdraget	Myrdalsvatn	innløp fra øst	33	-28868	6725793	75	5	2	1
LAT NES1	Hordaland	Nestunvassdraget	Nestunelva	innløp fra øst	33	-28868	6725071	75	0,5	2	2
LAT NES2	Hordaland	Nestunvassdraget	Nestunelva	bro i Nestun sentrum	33	-31599	6726147	14	10	3	2
LAT NES3	Hordaland	Nestunvassdraget	Nestunelva	v Saundalen	33	-30905	6726997	25	4	2	2
LAT NES4	Hordaland	Nestunvassdraget	Myrvatn	utløpsbekk	33	-31644	6727865	20	4	1	2
LAT S03	Hordaland	Oselvassdraget	Oselva	bekk fra Uglebråtet	33	-30833	6727644	38	1	3	3
LAT S07	Hordaland	Oselvassdraget	Vallaelva	nedstr. nedre bro fra nord	33	-27910	6716835	3	15	3	1
LAT S08	Hordaland	Oselvassdraget	Oselva	nedst. samløp Vallaelva	33	-26978	6711318	20	3	3	2
						-27048	6711245	5	15	3	2

Vedlegg C forts. Lokalteter med funn av rødalger i prosjektperioden..... (tengforklaring se første side i Vedlegg C)

Lok-kode	Fylke	Vassdrag	Elv	Stasjon	WGS84	Øst	Nord	hoh	Elve bredde	Strømtall	Lys tall
LAT S09	Hordaland	Oselvvassdraget	Vallaelva	oppstr. bro	33	-26138	6711571	60	8	3	1
LAT S13	Hordaland	Oselvvassdraget	Innl. Gåssandvatn	bru v. Gåssand gård	33	-25563	6717799	40	4	3	2
LAU TEI	Hordaland	Vossoassdraget	Teigdalselvi	kjemi st 6 kfr. kalking	33	17077	6764525	65	5	3	2
MGU GUD	Sogn og Fjordane	Flekke-Guddal	Flekke-Guddal	referansest.	33	-18000	6831116	120	8	3	1
MKA KA2	Sogn og Fjordane	Kaupanger	Kaupangelvi	før utløp i fjorden	33	83101	6808015	15	4	3	1
NHA HJØ	Møre og Romsdal	Hjørungdalselva	Hjørungdalselva	før innløp i Hjørungdalsvatn	33	36848	6943497	20			
OAC B10	Sør-Trøndelag	Gaula	Sokna	v Støren	33	261566	6997880	75	12	3	1
OAC GAR	Sør-Trøndelag	Gaula	Sokna	v Garli	33	251686	6983638	395	8	4	1
OAC SOK	Sør-Trøndelag	Gaula	Gaula	nedstrøms innløp Sokna	33	262019	7000676	74	20	3	1
OAD SKE	Sør-Trøndelag	Orkla	Orkla	v Skjeppehaug	33	243780	6976773	230	12	4,5	1
OAF FOK	Sør-Trøndelag	Driva	Innløp Vålåsjøen	Fokstugu	33	201733	6899443	990	4	4	1
OAF GÁV	Sør-Trøndelag	Driva	bekk fra Gávålia	oppstrøms samløp Svone	33	219964	6917006	940	1	3	1
OAF SVO	Sør-Trøndelag	Driva	Svone	oppstrøms samløp Stropia	33	219741	6916989	920	10	4	1
OÅS YUG	Sør-Trøndelag?	Åsenfjord	Fættenfjordelva	utløp til Fættenfjord ved E6	33	298720	7054980	4	2	2	3
PNA BBG	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	Byna v Grønli	33	373936	7166090	142	2	2	3
PNA BBY	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	Byna, innløp Bjøra	33	371410	7169400	65	3	2	2
PNA BEI	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	tilløp Eidsvatn fra øst, Galgløfta	33	362236	7159661	8	1	2	3
PNA BGR	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	tilløp ved Grungstad	33	369500	7168020	16	5	2	1
PNA BGV	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	tilløp Grungstadvatn fra øst	33	370658	7164900	20	2	2	2
PNA BOH	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	oppstrøms Høylandet	33	371930	7171360	60	7	2	1
PNA BSK	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	v Skogmo camping	33	355410	7156760	45	6	3	1
PNA BØY	Nord-Trøndelag	Namsen	Bjøra	bekk nedstrøms utløp Øyavatn	33	373740	7176386	65	6	3	1
PNA GLØ	Nord-Trøndelag	Namsen	Namsen	Grønmlifjell, Gløshaugen	33	374500	7160360	75	2	2	3
PNA MEL	Nord-Trøndelag	Namsen	Melhusbekken	før innløp i Namsen	33	357170	7154670	35	<1	2	3
PNA OPP1	Nord-Trøndelag	Namsen	Oppdalselva	kote 50m, vegbru v liten innsjø	33	352711	7149574	50	4	2	2
PNA OPP2	Nord-Trøndelag	Namsen	Oppdalselva	kote 60m, v. Fossum gård	33	353444	7149364	60	1	2	3
PNA VES1	Nord-Trøndelag	Namsen	Vesteråa	før innløp Oppdalselva	33	350847	7149413	15	10	2	1
PNA VES2	Nord-Trøndelag	Namsen	Vesteråa	øvre deler	33	349900	7148002	35	4	2	1
PSE BRU	Nord-Trøndelag	Steinkjerelva	Steinkjerelva	Byaelva v nedre bru	33	329149	7103865	4	>20	3	1
PSN FØL	Nord-Trøndelag	Suåsa	Lømsenvatn	innløp Lømsen v Følling/E6	33	331414	7113376	38	3	2	2
PSN SNÁ	Nord-Trøndelag	Suåsa	Suåsavatn	Innl. Bruvollrelva v minikraftverk	33	369165	7129702	50	5	4	1
PST BÆR	Nord-Trøndelag	Stjørdalselva	Stjørdalselva	Sørklimoen/Lille Bærtum camp.	33	313056	7040373	20	>20	4	1

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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