

AGARICA

Mykologisk tidsskrift utgitt av Norges sopp- og nyttevekstforbund

2010 Vol. 29



AGARICA

Mykologisk tidskrift utgitt av Norges sopp- og nyttevekstforbund / A mycological journal published by Agariplantus norvegicus.

Tidsskriftet AGARICA publiserer originalartikler med hovedfokus på mykofloristikk og taksonomi og tar dessuten sikte på å formidle god populærvitenskap. Ulike typer manuskript mottas, herunder regulære artikler, mindre kommentarer (notes), oversiktsartikler (reviews) eller populariserte utgaver av mer omfattende forskningsartikler. AGARICA publiserer norsk-, svensk-, dansk, og engelskspråklige bidrag. Tidsskriftet har fagfellevurdering og artiklenes endelige utforming gjøres i samarbeid mellom forfatter og redaksjonen. I utgangspunktet utkommer et årlig nummer av AGARICA (men ved større tilstrømming av artikler utkommer to).

Redaksjonskomiteen består av:

Anders K. Wollan, (redaktør)

anders.wollan@nhm.uio.no

Gro Gulden, gro.gulden@nmh.uio.no

Klaus Høiland, klaus.hoiland@bio.uio.no

Even W. Hansen, even.w.hansen@sabima.no

Gry Alfredsen, gry.alfredsen@skogoglandskap.no

Håvard Kausrud, haavarka@bio.uio.no

Jon-Otto Aarnæs, (redaksjonssekretær)

jonottoa@broadpark.no



Ønsker du å abonnere på AGARICA gå til hjemmesiden til Norges sopp- og nyttevekstforbund eller direkte til <http://www.Agarica.no>.

Norges sopp- og nyttevekstforbund
Fredrik A. Dahls vei 20, 1432 Ås
www.soppognyttevekster.no
E-post: post@soppognyttevekster.no



Forsidebilde: Kjempemusserong (*Tricholoma colossus*). Foto: Perry Larsen.

II venstre kollone denne siden fra toppen:
Sienamusserong (*Tricholoma joachimii*). Foto: Perry Larsen.

Hengekjuke, (*Postia ceriflua*). Foto: Tom H. Hofton.

Anthracobia rehmi. Foto: Hermod Karlsen.

Lycoperdon subcretaceum. Foto: M. Jeppson.

Kjære leser!

Skogen står ikke tett på Svalbard og heller ikke langs Finnmarkskysten. Likevel fins der vedboende sopper, noe som Ryvarden og Mattson og medforfattere dokumenterer i sine artikler om henholdsvis sopp på drivtømmer på Finnmarkskysten og råte og sopp i fredete bygninger på Svalbard. På Svalbard har også en gruppe studenter og lærere (Brevik m. fl.) undersøkt fungaen nedenfor en isbre og sammenlignet soppfunnene knyttet til pionerplanten harerug (*Bistorta vivipara*) i vegetasjon av forskjellig alder (70 år og 2000 år). Man blir definitivt minnet om tittelen på en prisbelønnet bok: "Er det liv, er det sopp" (Ryvarden & Høiland 1998) når man slik blir presentert for soppenes allestedsnærværelse.

Med Gaarder & Hoftons og Holtan & Larsens artikler forflytter vi oss til artsrike furuskoger på Møre. Gaarder & Hofton holder seg til furuskogene i midtre og indre deler av fylket, hvor de har funnet en vedboende funga som mht diversitet tåler sammenligning med mer kontinentale furuskoger i Fennoskandia. Holtan & Larsen har registrert jordboende sopper i mineralrike furuskoger med reliktpreg og funnet flere sjeldenheter, delvis i store mengder. Spørsmålet er hvordan intim kjennskap til fungaen kan nyttes ved verne vurderinger av skogsområder?

En helt ny framgangsmåte for å få oversikt over storsoppenes utbredelse og miljøkrav presenteres av Wollan m. fl. Man utnytter de opplysninger som fins i herbarier (mykoterker) og registreringssystemer (f. eks. i Artsdatabankens nettsted Artsobservasjoner) til å lage utbredelseskarter, ikke bare over hvor forskjellige arter allerede er registrert, men også hvor de kan forventes å vokse i landet. Slikt kan gjøres med moderne datakraft, statistikk og modelleringsprogrammer, men metodene er ennå under ut-

vikling, og artikkelen presenterer bare karter for noen få eksempelarter for å vise mulighetene. Mulighetene er interessante, men sikkert er det at resultatene aldri blir bedre enn datane som puttes inn i modellene. Jo flere og mer nøyaktige opplysninger, jo riktigere og mer anvendelige blir kartene. Med tanke på hvordan slike karter vil kunne anvendes – og vil bli brukt i for eksempel forvaltningen av norsk natur er det bare å oppfordre til fortsatte og nøyaktige registreringer, med belegg der det trengs!

Flere artikler presenterer funn av sjeldne sopparter i Norge. Fonneland og Jordal presenterer henholdsvis en sjelden og en nye hattsopp i Norge, mens Holien & Diedrich og Kristiansen & Karlsen skriver om funn av små ascomyceter som er store sjeldenheter i Europa. En av dem snylter på rotmorkel som gjerne kommer i mengder på skogbrannområder om våren. Jeppson & Larsson presenterer en helt ny røyskopp for Europa - funnet i Sør-Trøndelag!

Dette er ikke banebrytende forskning som skal presenteres på avisenes førstesider eller i verdens mest prestisjetunge mykologiske tidsskrifter. Men det er godt nok viktig kunnskap som skal formidles til fagfeller og til offentligheten og ikke forbli i 'privat eie'. Derfor er jeg glad vi har et publiseringssted som Agarica! Fra og med 2010 har tidsskriftet også fått status som fagtidsskrift i kategori 1 i det såkalte 'tellekantsystemet' hvor produksjon (artikler) belønnes med forskningsmidler til forfatterne (eller deres arbeidsplass) i universitets- og høyskolesystemet. (Kategori 2 er best, og omfatter de viktigste internasjonale tidsskriftene innen et fagområde.)

Gro Gulden

Redaktør for vol. 29 - som ønsker å takke redaksjonskomiteen og referees for helhjertet innsats!

Basidiomycetes on driftwood in Finnmark, Norway

Leif Ryvarden

Biological Institute, University of Oslo, P.O. Box 1066, Blindern, Oslo, Norway,
E-mail: leif.ryvarden@bio.uio.no

Norsk tittel: Basidiomycetes på drivved i Finnmark, Norge.

Ryvarden, L. 2010. Basidiomycetes on driftwood in Finnmark. *Agarica* 2010, vol. 29, 2-4.

KEY WORDS

Corticoid fungi, driftwood.

NØKKELOORD

Basidiomycetes, drivved.

SAMMENDRAG

Tyve vedboende arter de fleste resupinate basidiomyceter (Corticaceae *s. lato*) er rapportert fra drivved av bartrær på kysten av Finnmark. Noen av artene er funnet opptil 1000 km nord for tidligere kjente lokaliteter i landet, og deres spredningsmåte og opprinnelse er diskutert.

ABSTRACT

Twenty species of wood-inhabiting fungi, mostly corticoid ones, are reported from coniferous driftwood found on the coast of Finnmark, northernmost Norway. Some of the species are found up to 1000 km north of their previous known localities in Norway and their mode of dispersal and origin is discussed.

INTRODUCTION

Along the coast of Finnmark there are abundant driftwood of Siberian origin. During the spring thaw and flooding trees fall into the Siberian rivers and are taken down to the Arctic sea and then frozen into the ice. The

ice will slowly drift across the polar basin and down along the east coast of Greenland. When it meets the warm Gulf stream east of Canada and United States, it will melt and liberate the logs. The logs will then be taken by the Gulf Stream and transported towards northern Norway. Finally, during heavy storms they will be dislodged onto the outermost beaches of Finnmark. We do not know how long such a roundtrip may last, but we know that Fridtjof Nansen's ship "Fram" in 1903 used three years from it was frozen into the ice north of Siberia and came out east of Greenland.

It is my guess that usually any log will take at least five years from it fell into the river in the interior of Siberia until it reaches Finnmark. Normally it will then take years before they start to be degraded because of the strong impregnation during the saltwater transport. Thus, the number of logs in different stages of degradation on a beach can be considerable and offer a unique environment for wood-inhabiting fungi. Such driftwood is common also on Iceland, Svalbard and Jan Mayen (Ryvarden and Høiland 2009) and examination of logs in Iceland has shown that about 70% of them are *Abies* spp. while the rest is *Pinus* spp. (Samset 1991). This is as expected, since *Abies* is the most common tree along the arctic timberline in Siberia.

Collections from driftwood along the coast of Finnmark have previously been reported in Ryvarden (1994). Encouraged by the unexpected high number of species recorded in these investigations, it was decided to make further collecting on driftwood at Varangerhalvøya National park on the coast

of Finnmark.

Two localities with driftwood were visited: Båtsfjord, Hamningberg, Gamvikneset, VD 078-285, 12. August 2009, locality 1, and Berlevåg, Stigneset, Store Molvika, NU 610-558, 13. August 2009, locality 2. Totally 45 collections were made, and they are deposited in the Oslo Herbarium (O).

List of species

HOMOBASIDIOMYCETES

Polyporaceae

- Antrodia xantha* (Fr. : Fr) Ryvarden, loc 2.
Neolentinus lepidus (Fr. : Fr) Redhead & Ginns, loc 2.

Coniophoraceae

- Coniophora arida* (Fr.) P. Karst., loc 2.

Corticaceae

- Botryobasidium intertextum* (Schwein.) Jülich & Stalpers, loc 1.
Dacryobolus sudans (Bres.) Oberw., loc 2.
Hypoderma argillaceum (Bres.) Donk, loc 1 & 2.
H. setigerum (Fr.) Donk, loc 1.
Kneiffiella subalutacea (P. Karst.) Jülich & Stalpers, loc 1.
Litschauerella abietis (Bourdot & Galzin) Oberw., loc 1.
Melzerium udicola (Bourdot) Hauerslev, loc 1.
Peniophorella pallida (Bres.) K.H. Larss., loc 1.
P. praetermissa (P. Karst.) K.H. Larss., loc 1 & 2.
Radulomyces confluens (Fr.) M. P. Christ., loc 1.
Sistotrema coroniferum (Höhn. & Litsch.) Donk, loc 2.
Sistotrema spp., loc 1.
Tubulicrinis medius (Bourdot & Galzin) Oberw., loc 1 & 2.
T. subulatus (Bourdot & Galzin) Donk, loc 1.

- Veluticeps abietina* (Pers. : Fr.) Hjortstam & Telleria, loc 1.

HETEROBASIDIOMYCETES

- Basidioidendron caesiocinereum* (Höhn. & Litsch.) Luck-Allen, loc 2.
Ditiola radicata (Alb. & Schwein. : Fr.) Fr., loc 1.

DISCUSSION

The first immediate question is: How did the recorded species arrive at the arctic coast of Finnmark? The nearest pine forest is in the Pasvik valley, south of Kirkenes, close to the Russian border, about 100 km away as the crow flies. Almost all the species recorded above are connected to coniferous wood in their natural habitat or occur preferably on such a substrate. Thus, there is a possibility that they have spread by air currents to the coast. There is no coniferous wood to infect in between the coast and the natural pine forest, thus the gap in distribution may in principle be explained as a lack of suitable environment.

There are few reports on wood inhabiting fungi from Pasvik; one of the most comprehensive is that of Ryvarden (1971). Of the species mentioned above, 11 were also recorded in Pasvik. We may therefore accept a possibility that they have been spread from Pasvik to the coast. Further, more accurate and comprehensive collecting in Pasvik may reveal that also some of the other species may occur there and thus also may have arrived at the coast with air currents.

The other possibility is that all logs were originally infected in Siberia and have survived the long transport, partly deep-frozen in ice and partly in salt water. We know (Berglund and Jonsson 2001) that even fresh timber may be infected in their core by basidiomycetes without any trace of the infection on the surface of the log. Personally I am inclined to believe that most of the species

found on the driftwood in Finnmark have arrived this way. One argument is the occurrence of very rare species, previously only known up to 1500 km south of the localities on Varangerhalvøya. Examples are *Melzericium udicola* (known north to Røros, Sør-Trøndelag) and *Litschauerella abietis* (known from only one locality in Norway: Malvik, Sør-Trøndelag). It is quite improbable that these species should have been dispersed from such remote localities.

It would be desirable to take cores samples of recently arrived driftwood at the coast of Finnmark and examine with DNA sequencing to see whether or not they represent an agent of dispersal for wood rotting basidiomycetes.

Kosonen and Huhtinen (2008, with references to previous reports from Svalbard) reported on basidiomycetes from Svalbard where they found 23 species on rotting timber used in different, now abandoned constructions. They examined also a high number of driftwood logs, but no fungi were found on these. As the wooden constructions in Svalbard are made partly by imported timber from Scandinavia and partly by driftwood logs, it is difficult to decide whether the substrate had been infected before they reached Svalbard or became infected there. The authors are inclined to believe that air dispersal of basidiospores is responsible for at least the

major part of the infections in Svalbard. One argument is that *Peniophorella praetermissa* was found 10 times and had not previously been reported from the archipelago. Thus, it seems that some of the reported species represent a recent air dispersed introduction since a chance introduction with driftwood cannot be explained by such a number of collections.

REFERENCES

- Berglund H, Jonson BG, 2001. Predictability of plant and fungal richness of old-growth boreal forests islands. *J. Vegetation Science* 12, 857-866.
- Kosonen T, Huhtinen S, 2008. Wood-rotting basidiomycetes of Svalbard (Norway). *Karstenia* 48, 13-20.
- Ryvarden L, 1971. Studies in the Aphyllophorales of Finnmark, Northern Norway. *Re. Kevo Subarctic Res. Sta.* 8, 148-154.
- Ryvarden L, 1994. Notes on some corticoid fungi from Finnmark, Northern Norway. *Agarica* 13, 49-51.
- Ryvarden L, Høiland K, 2009. Some higher Basidiomycetes from Jan Mayen, Norway. *Agarica* 28, 50-52.
- Samset I, 1991. Naturens egen transportteknikk løste et ressursproblem. Rapport fra Skogforsk 5/91, 31 pp.

Wood-decaying fungi in protected buildings and structures on Svalbard

Johan Mattsson¹, Anne-Cathrine Flyen², and Maria Nunez¹

¹Mycoteam AS, P.O.Box 5 Blindern, N-0313 Oslo, Norway, E-mail: johan@mycoteam.no, maria@mycoteam.no

²NIKU, P.O. Box 736, Sentrum, N-0105 OSLO, Norway, E-mail: anne.flyen@niku.no

Norsk tittel: Råtesopp i fredede bygninger og bygningsmaterialer på Svalbard

Mattsson J, Flyen A-C, Nunez M, 2010. Wood-decaying fungi in protected buildings and structures on Svalbard. *Agarica* 2010 vol. 29, 5-14.

KEY WORDS

Svalbard, wood-decaying fungi, protected buildings, brown rot, *Leucogyrophana mollis*.

NØKKELOORD

Svalbard, råtesopp, fredede bygninger, brunrâte, *Leucogyrophana mollis*.

SAMMENDRAG

Svalbard har et kaldt og relativt tørt klima, men til tross for forventet ugunstige vekstforhold viser våre undersøkelser at det er relativt vanlig med råtesoppeskader i fredede bygninger og bygningsmaterialer der. Den dominerende soppen i det undersøkte materialet er brunråtesoppen *Leucogyrophana mollis*, men det er også påvist enkelte andre råtesopper. Dette skadebildet skiller seg klart fra skadebildet i fredede bygninger i Antarktis, der det ikke er påvist noen arter av brunråtesopp. Skadene er mest omfattende langs gulv og i tak samt i trematerialer som står i jordkontakt.

ABSTRACT

The Arctic Archipelago Svalbard has a cold and relatively dry climate, but in spite of the

expected adverse growing conditions for fungi, the present study shows that decay in protected buildings and building materials is relatively common. *Leucogyrophana mollis* was the dominant brown rot fungus in the investigated material, but a few other brown rot species and also soft-rot decay were found. This pattern of damage, with mainly brown rotting fungi, differs clearly from studies in protected buildings in Antarctica, where no brown rot fungi has been discovered. The observed damages on Svalbard are most extensive along floors and ceilings and in wood that is in contact with soil.

INTRODUCTION

Decay of wood caused by fungi is a normal process at least in temperate and tropic climates (Rayner and Boddy 1988). Since the fungal organisms have a minimum requirement with regard to physical conditions, *i.e.* mainly sufficient access to water and favourable temperatures (Domsch et al. 1980), the extent of biodeterioration is expected to decrease the colder the climate gets.

Spread around the coast of the islands of the Arctic Archipelago Svalbard are several trappers' cabins and buildings related to industrial activities (Fig. 1), mostly from the beginning of 20th century (Dahle et al. 2000). The buildings consist mainly of wooden materials, and they are constructed in an unsophisticated way, with the floor beams lying directly on the permafrost ground and with other wooden materials in direct contact with the soil (Fig. 2). Walls and roofs are either



Figure 1. On Svalbard there are many wooden constructions left from earlier industrial activity.

massive timber structures, often covered with wooden panel, or timber frame works with wooden panel on both sides. In some cases the exterior walls are covered by dense bitumen felt in order to prevent the wind from blowing through the walls.

On Svalbard all structures or objects of human activity from before 1946 are considered worthy of preservation and are automatically protected through The Svalbard Environmental Protection Act (2002). Thus all the buildings and structures we investigated, except for one, were protected.

In extreme cold climate, as in Arctic Canada, Svalbard and in Antarctica, few wood-decaying fungi have been found (Friesvad 2008, Blanchette et al. 2008, Kosonen and Huhtinen 2008). Several surveys have shown that the main cause of biodeterioration in Antarctica is soft rot fungi, e.g. *Cadophora* sp. and that no brown rot fungi could be found (Arenz and Blanchette 2009, Arenz et al. 2006, Held et al. 2005, Blanchette et al. 2004). Due to the cold and dry climate on Svalbard it has been generally assumed that biodeterioration followed the same pattern as in Antarctica – mainly a restricted decay caused by soft-rot fungi in direct contact

with soil (Mattsson and Flyen, 2008).

Earlier records of wood decay fungi on Svalbard include the following species identified on fruiting bodies: *Antrodia serialis*, *Columnocystis abietina*, *Cylindrobasidium evolens*, *Dacryobolus sudans*, *Dacrymyces stillatus*, *Ditola radicata*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Hyphoderma setigerum*, *Sistotrema coroniferum* and *Stereum sanguinolentum* (Gulden and Torkelsen, 1996). Substrate and other relevant information are not reported.

Kosonen and Huhtinen (2008) recorded on twenty-four species of wood-rotting basidiomycetes in 115 samples, mainly sampled from wooden debris in soil contact and from driftwood on the beaches, some of them also with fruiting bodies. The five most abundant species were *Peniophora pithya* (17% of the identified species), *Veluticeps abietina* (11%), *Antrodia serialis* (10%), *Dacryobolus sudans*, *Hyphoderma praetermissum* (both 6%), and *Leucogyrophana mollis* (as *Hypochniciellum molle*, 4%) – all brown rot fungi. Other brown rot fungi were *Antrodia xantha* and *Gloeophyllum sepiarium*. Mattsson and Flyen (2008) repor-



Figure 2. Wood in soil contact is decayed by both soft-rot and brown-rot fungi.



Figure 3. Old materials spread on the ground – a typical sight on Svalbard.

ted that in 54 samples taken from wooden constructions on Svalbard, *Leucogyrophana mollis* somewhat surprisingly occurred in 34 samples. *Coniophora puteana* was found in two samples, and one species in the family *Corticaceae* was found once. On the arctic island Jan Mayen, with somewhat similar nature and climatic conditions as in parts of Svalbard, Ryvarden and Høiland (2009) found three species of corticiaceous fungi on drift wood: *Hyphoderma argillaceum*, *Hyphoderma praetermissum*, and *Tubilicrinis sororius*.

The objectives of this investigation were to study wood-decaying fungi in the historic structures on Svalbard, to identify the most frequent decay fungi, and to discuss the reasons for the specific pattern of decay at Svalbard.

MATERIALS AND METHODS

In the period 2002-2008, we examined around 100 protected buildings and building remains around the archipelago of Svalbard. Furthermore, in 2009 a total of 24 buildings, building structures and various drift wood were investigated (Fig. 3). On Svalbard, all building materials from 1945 or earlier are protected by law as cultural heritage. Sampling is for that reason strongly regu-

lated, both by size and number. During the field work in 2009 we were restricted only to take a maximum of five samples no larger than 5 x 5 cm, and as thin as possible, from each building – without any dismantling. In addition we only got a limited amount of buildings to examine.

Among the buildings and structures that were investigated, one was a former office building in Longyearbyen that had stayed empty and unheated for several years. Also two buildings with permanent heating in Ny-Ålesund (a domestic house from around 1920 and a research station from 1960's) were examined. The other buildings were old and mostly abandoned trappers' cabins and cabins used as holiday houses, but only rarely. The building remains are to a great extent in soil contact, and generally exposed to the climate as there are no trees around. Almost all buildings and structures are located close to the ocean shore. Every one of the buildings and building remains we have examined were protected by the law except for one, because it was build after 1945.

In total, the material consists of 191 wooden samples of damaged wood and 171 'tape lifts' from wooden surfaces from all over the archipelago sampled in the period of 2002-2009. The locations where samples were taken are shown in Fig. 4. In the 'tape lift' procedure a crystal clear, stichy tape is applied to the wooden surface and the fungal structures on the surface are thus sampled for further identification. The tape need to have good properties suiting both preparation with staining agents and microscopical analyses. The samples are taken from representative areas of the damaged materials and constructions, *i.e.* where the decay is most pronounced.

The sample analyses were done with a light microscope, with up to 1000x magnification. The mycological sources used in



Figure 4. Sites where samples have been collected 2002-2009. The map is obtained from Universitetsenteret på Svalbard – UNIS, www.unis.no.

order to identify fungal structures that were found in the wooden cells and surfaces were: Hallenberg and Eriksson (1985), Harmsen (1982), Cockroft (1979), and Eriksson and Ryvarden (1976).

RESULTS

Fruiting bodies of wood decay fungi were not found. Totally 362 samples from wood were collected, of them 191 wooden samples and 171 'tape lifts'. In 109 of them we found wood-decaying fungi. The most dominating wood decaying fungus was identified as *Leucogyrophana mollis*, which was found in 92 samples (85% of the identified species). The other fungi sampled were *Antrodia serialis* (3 samples), *Coniophora puteana* (2 samples), *Gloeophyllum sepiarium* (1 sample), *Hyphoderma tenue* (1 sample) and *Sistotrema brinkmannii* (2 samples).

The damages observed were mainly on wood in soil contact, but decay also occurred in roofs and walls. *Coniophora puteana* (Fig. 5), Corticiaceae sp., *Sistro-*

trema brinkmannii, *Antrodia serialis* and *Gloeophyllum sepiarium* were found in walls and roof constructions.

Occasionally we could observe several species in one and the same sample. Eight of the samples consisted of unidentified species in the family Corticiaceae. In addition several samples were clearly deteriorated but we did not find enough characteristic fungal structures for a positive identification of the species. These samples were mainly collected from materials in contact with the ground. Soft-rot was found in 89 samples and unidentified brown rot fungi were present in 25 samples. These samples were mainly collected from wood in soil contact.

DISCUSSION

Environment conditions and establishment of growth

The climate on Svalbard is in general extremely harsh for wood-decaying fungi. To our experience with fungal growth on Svalbard, the climate is crucial in limiting wood decay. Only when the wooden structures and the microclimate offer the most optimal conditions there seems to be a risk of attack



Figure 5. Extensive decay by *Coniophora puteana* in a water damaged wall.

(Gobakken et al. 2008). This does also seem to be the conclusion from previous studies by Kosonen and Huhtinen (2008).

The external wooden surfaces are only suitable for biodeterioration to a limited extent. In addition to the extreme climate, this is due to a combination of the drying effect from the wind itself and the influence of ice-crystals blown by the wind, causing surfaces as if scrubbed, *i.e.* defibration of the wood

Name	No. of samples
<i>Leucogyrophana mollis</i>	92
Soft rot-damage	89
Unidentified brown rot	25
Corticaceae sp.	8
<i>Antrodia serialis</i>	3
<i>Coniophora puteana</i>	2
<i>Sistotrema brinkmannii</i>	2
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	1
<i>Hyphoderma tenue</i>	1

Table 1. Identified and unidentified wood-decaying species.

(Blanchette and Farrell 2002). The effect of this is a mechanical erosion of the outer wooden cells through most part of the year. For that reason, successful germination of fungal spores of slow-growing species is almost impossible on an outdoor wooden surface.

Fundamental limiting factors for fungal growth on Svalbard are suitable temperatures and water content. The temperature has to be at least above 0° C and the water content in the wood more than 20% (Mattsson 1995). Accordingly, decayed wood is found in areas with a combination of temperature above 0° C and high water content for as long periods as possible. Such conditions are mainly occurring where the wood is in contact with soil that thaws during summer.

Other typical sites where we found extensive decay were places close to leakages through roofs and in some cases areas exposed to periods of extra high relative humidity like in crawlspaces.

Even if conditions for wood-decaying fungi are marginal, we have observed that local attacks of *Coniophora puteana* can be extensive, showing that the ecological condition for growth of fungi in buildings on Svalbard occasionally can be very favourable (Fig. 5). In one case of established growth of *C. puteana*, in an unheated trapper's cabin, we could even observe a considerable growth of the same fungus after one year on a new, sterilized wood sample that had been placed in contact with the attacked wood. This shows that local contamination happens to new material and further that the development can be relatively fast.

There is a very restricted amount of natural substrates for wood-decaying fungi on Svalbard, since woody plants are restricted to dwarf willows (*Salix* spp.) and a few small bushes of dwarf birches (*Betula nana*) (Kosonen and Huhtinen 2008, Friesvad 2008). The closest natural habitat for these fungi is more than 700 km away, on mainland Norway. Accordingly, it can only be expected a very low number of spores from wood-decaying fungi on the islands and hence a very restricted risk for fungal decay of building materials. The limited number of records of brown rot fungi other than *L. mollis* in our material indicates that these fungi can have been introduced to Svalbard together with building materials that regularly are shipped from the Norwegian mainland. The frequent occurrence of *L. mollis* on Svalbard, with considerably higher numbers than on the Norwegian mainland (see Table 2, below), does in our opinion indicate that this species may have a natural occurrence in the soil on Svalbard.



Figure 6. Typical growth conditions for *Leucogyrophana mollis* in lower part of walls, close to soil.

The dominance of brown rot fungi

Blanchette et al. (2008) reported that they did not find any brown rot fungi in their material of decayed wood in Arctic Canada and damages found in Antarctica are caused by few species of soft rot fungi (Arenz and Blanchette 2009, Arenz et al. 2006, Held et al. 2005, Blanchette et al. 2004). On Svalbard, we found brown rot fungi to dominate and that the most common fungus causing decay of wood indeed was the brown rot fungus *Leucogyrophana mollis* (Figs. 6, 7).

In general there are few reports of occurrence of *L. mollis* from Svalbard and other polar regions. One reason could be that this fungus can be hard to identify without extensive knowledge and mycological experience, due to the fact that it rarely produces fruiting bodies in buildings. Kosonen and Huhtinen (2008) reported *L. mollis* from Svalbard

(as *Hypochniciellum molle*) in five of their 115 samples (=

4.3%).

Alfredsen et al. (2005) found that the most abundant genera in wooden samples from buildings in Norway (collected during 2001-2003 (n = 3434)) were *Antrodia* spp. (18.4%), closely followed by *Coniophora puteana* (16.3%) and *Serpula lacrymans* (16.0%). Furthermore, soft rot fungi (unidentified) occurred in 15.8% of the cases, species in Corticiaceae in 5.7%, *Leucogyrophana mollis* in 2.0%, and unidentified white rot fungi in 0.3% of the cases. Finally, there was a group of unidentified decay fungi in 17.0% of the samples. We found a strongly different pattern of distribution in our samples from Svalbard (Table 2).

One factor that might partly explain the successful growth for *L. mollis* on Svalbard can be its pigmented, thick-walled chlamyospores, because they probably provide resistance against UV-light, cold climate and dry periods (Fig. 8).



Figure 7. Extensive brownrot decay in upper part of wall caused by *Leucogyrophana mollis*.

Identified species	Norway (n=3434)	Svalbard (n=108)
<i>Antrodia</i> sp.	18.4%	1.3%
<i>Coniophora puteana</i>	16.3%	0.9%
Corticiaceae sp.	5.7%	3.6%
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	2.9%	0.4%
<i>Leucogyrophana mollis</i>	2.0%	41.3%
<i>Serpula lacrymans</i>	16.4%	-
<i>Sistotrema brinkmannii</i>	0.1%	0.9%

Table 2. Occurrence of wood-decaying fungi in buildings in Norway (Alfredsen et al. 2005) and Svalbard (this paper).

Building ecology and *Leucogyrophana mollis*

From his studies in Denmark, Harmsen (1982) reported findings of *L. mollis* on beams and boards of coniferous wood, mainly from moist floors, windows and studwork. The species was found in 24% of the collected samples, often together with *Coniophora puteana*.

In Norway, including the archipelago of Svalbard, mycologists at Mycoteam have recorded *L. mollis* in 328 samples from building materials during the period 2001-2009 (Alfredsen et al. 2005 and this paper). Overall, the most common habitats in buildings (of samples with information about where the samples were taken) are transitions



Figure 8. Chlamydospores of *Leucogyrophana mollis*.

between outer wall and ground (26.1 %), cellars (25.8 %), roofs (18.3 %) and wooden floors (17.5 %). We usually find the fungus growing solitarily, as is the case of all Svalbard collections, and not together with *Coniophora puteana* as observed by Harmsen (1982). However, the brown rot caused by *L. mollis* often is reminiscent of the one produced by *C. puteana*.

On Svalbard, *L. mollis* has been proven to grow in roof constructions, walls, floors and in soil contact. A common factor in all cases is that the materials have been wet, at least in periods, for a long time. Many buildings and much material here are originally from early 20th century, and since the buildings in general have been in restricted use moisture conditions have probably been stable for many years. In such materials, we often find high water content and a low to moderate temperature. Due to the fact that the examined buildings on Svalbard are constructed more or less directly on the permafrost and are only occasionally heated, a stable, high water content is clearly the dominant ecological condition for most of the decayed wooden material we found.

In mainland Norway we have observed mycelium and chlamydospores of *Leucogyrophana mollis* in experiments with buried parts of non-treated, vertical pine posts in direct contact with soil after one year of field trial (Mycoteam, unpublished). The ecological requirements for *L. mollis* are still relatively unknown, but our observations will probably help to explain occurrence and distribution of damages caused by this fungus in buildings.

Taxonomic considerations

In 1821 the Swedish mycologist Fries described the fungus *Thelephora mollis* as being membranous, reddish-ochraceous, and

growing on pine trunks. Because the species has thick-walled basidiospores that become grey-blue in Melzer's reagent, Parmasto (1967) included it in *Leucogyrophana*.

In 'building mycology' the species is known as *Leucogyrophana mollis*. A description of the fungus together with ecological observations can be found in Harmsen (1982). When fruiting bodies are missing, an important identification character is the presence of thick-walled, yellowish chlamydospores. These are produced by the vegetative mycelium, and are usually found in large amounts on the timber surface (Fig. 8). But production of chlamydospores is also common in other *Leucogyrophana* species, for example *L. subillaqueata* (Eriksson and Ryvarden 1976).

According to Index Fungorum (2010), the current name for the fungus is *Amylocorticiellum molle* (Fr.) Spirin & Zmitr. *Leucogyrophana subillaqueata* (Litsch.) Jülich, which is similar to *L. mollis* by having basidiospores with a grey Meltzer reaction, producing chlamydospores, and causing brown rot, is also included in the genus *Amylocorticiellum*. Recently however, both species have been placed in the new order Amylocorticiales, phylogenetically at the base of *Agaricales* and *Boletales* (Binder et al. 2009), but in two different genera. Since the name *Leucogyrophana mollis* is widely used in 'building mycology', we have preferred to use this name until further phylogenetic analyses place this species more accurately. The family *Coniophoraceae*, which includes the *Serpula*, *Coniophora* and *Leucogyrophana* species, has been shown to belong in *Boletales* by DNA-analyses (Binder and Hibbett 2006).

Detection of damages

Wood-decaying fungi mainly grow inside wooden materials, especially in dry and cold climates (Mattsson 1995). Under favourable

conditions the fungi can be seen on the surface, but this is not common. This fact leads to a clear need for destructive methods in order to reveal and sample fungal attacks. However, on Svalbard, all building materials from 1945 or earlier are protected by law as cultural heritage. Sampling is for that reason strongly regulated, both by size and number. For instance, during the field work in 2009 we were restricted only to take a maximum of five samples no larger than 5 x 5 cm, and as thin as possible, from each building – without any dismantling. In addition we only got a limited amount of buildings to examine. Following the protection regulations, permissions of sampling and dismantling are only given after a specific application for each building and it is hardly possible to get an extended permission during field work. Since a need for sampling and dismantling only is encountered during the actual survey, the limitations considerably reduced our possibility to investigate and reveal damages under roofing and inside walls and under floors. This is clearly not an optimal way to detect occurrence and extension of damages and variation in fungal attacks. The restrictions set by the conservations laws make it very hard to perform a comprehensive and thorough building survey of the historical buildings on Svalbard. The result is that many damages remain undiscovered. The practical impact of this is an incomplete understanding of the biodeterioration of the cultural heritage. This is unfortunate since the result can be ongoing decay and inadequate measures for their conservation. We have taken samples for further analysis from several damages and the results from this work may give new knowledge about occurring decay problems.

CONCLUSION

Biodeterioration in Arctic regions has earlier been regarded as a minor problem due to ex-

tremely low temperature and dry conditions. The maintenance and administrative handling of the cultural heritage in this region has been influenced by this opinion. However, our research has shown that the microclimate in both buildings and materials can be surprisingly favourable for biological activity. The effect of decay of building materials leads to a need for repair work and improvement of the constructions in order to prevent further development of decay. To optimize the results of building survey studies like ours, an improvement of the conditions for sampling is necessary.

Since low temperature is the main limiting factor for growth of fungi on Svalbard, it can be expected that any climate changes in direction of higher temperatures will increase the risk for biodeterioration in the wooden materials on Svalbard.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank Svalbard Environmental Protection Fund for financial support for the field work and the mycological laboratory at Mycoteam for support with analyses of all samples.

REFERENCES

- Alfredsen G, Solheim H, Jenssen KM, 2005. Evaluation of decay fungi in Norwegian buildings. International Research Group on Wood Protection, IRG/WP 05-10562.
- Arenz BE, Held BW, Jurgens JA, Farrell RL, Blanchette RA, 2006. Fungal diversity on soils and historic wood from the Ross Sea Region of Antarctica. *Soil Biology & Biochemistry* 38, 3057-3064.
- Arenz BE, Blanchette R, 2009. Investigations of fungal diversity in wooden structures and soils at historic sites on the Antarctic Peninsula. *Can. J. Microbiol.* 55, 46-56.
- Binder M, Hibbett DS, 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98(6), 971-981.
- Binder M, Larsson K-H, Matheny PB, Hibbett DS, 2009. Amylocorticiales ord. Nov. and Jaapiales ord. Nov.: Early-diverging clades of Agaricomycetidae were dominated by corticioid forms. *Mycologia*, 102(4), 2010, pp.000-000.10.3852/09-288
- Blanchette R, Farrell RL, 2002. Defibrillation of wood in the expedition huts of Antarctica: an unusual deterioration process occurring in the polar environment. *Polar Record* 38(207), 313-3223.
- Blanchette R, Held BW, Jurgens JA, 2008. Norhumberland House, Fort Conger and the Peary Huts in the Canadian High Arctic: Current condition and assessment of wood deterioration taking place. ICOMOS International Polar heritage Committee, pp. 30-37.
- Blanchette R, Held BW, Jurgens JA, McNew DL, Harrington TC, Duncan SM, Farrell RL, 2004. Wood-Destroying Soft Rot Fungi in the Historic Expedition Huts of Antarctica. *Applied and Environmental Microbiology* 70(3), 1328-1335.
- Cockcroft R, 1979. Some Wood-Destroying Basidiomycetes, Vol. 1 of a collection of monographs. The international Research Group on Wood Preservation. Papua New Guinea.
- Dahle K, Bjerck HB, Prestvold K, 2000. Kulturminneplan for Svalbard 2000-2010. Sysselmannens rapportserie 2/2000. Sysselmannen på Svalbard.
- Domsch KH, Gams W, Anderson T, 1980. Compendium of soil fungi. Academic press, London.
- Eriksson J, Ryvarden L, 1976. The Corticia-ceae of North Europe Vol. 4, 812-830.
- Friesvad, J C, 2008. Fungi in Cold Ecosystems. pp. 137-156. In R. Margesin et al (eds.): *Psychrophiles: from Biodiversity to Biotechnology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.

- Gobakken L, Mattsson J, Alfredsen G, 2008. In-service performance of wood depends upon the critical in-situ conditions. Case studies. International Research Group on Wood Protection, IRG/WP 08-20382.
- Gulden G, Torkelsen AE, 1996. A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria part 3. Fungi I. Agaricales, Gastromycetales, Aphyllophorales, Exobasidiales, Dacrymycetales and Tremellales. University of Oslo.
- Hallenberg N, Eriksson J, 1985. The Lachnocladiaceae and Coniophoraceae of North Europe. *Fungiflora*.
- Harmsen L, 1982. Trænedrydende svampe i ganvtræ. *Svampe* 5:11-58.
- Held BW, Jurgens JA, Duncan SM, Farrell RL, Blanchette RA, 2005. Assessment of fungal diversity and deterioration in a wooden structure at New Harbour, Antarctica. *Polar Biology* 2005.
- Index Fungorum, 2010, CABI Bioscience, CBS and Landcare Research, <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Cited March 8 2010.
- Kosonen T, Huhtinen S, 2008. Wood-rotting basidiomycetes of Svalbard (Norway). *Karstenia* Vo. 48 no.1, 2008. Helsinki.
- Mattsson J, 1995. Råte- og insektskader. Tilstandsanalyse og utbedringstiltak. FOK-programmets skriftserie nr. 23. Norges Forskningsråd.
- Mattsson J, Flyen A-C, 2008. Biodeterioration in buildings in Svalbard (Spitsbergen). ICOMOS International Polar heritage Committee, p. 23-29. 2008.
- Parmasto E, 1967. Corticiaceae U.R.S.S. IV. Descriptiones taxorum novarum. Combinationes novae. *Eesti NSV Tead. Akad. Toim. Biol.* 16, 385.
- Rayner ADM, Boddy L, 1988. Fungal decomposition of wood. Its biology and ecology. John Wiley & sons, Chichester.
- Ryvarden L, Høiland K, 2009. Some higher Basidiomycota from Jan Mayen, Norway. *Agarica* 2009, vol. 28. Norges sopp- og nyttevekstforbund.
- The Svalbard Environmental Protection Act, 2002. Act of 15 June 2001 No.79 Relating to the Protection of the Environment in Svalbard. The Norwegian Ministry of Environment.

Diversity of fungi associated with *Bistorta vivipara* (L.) Delarbre root systems along a local chronosequence on Svalbard

Ane Brevik¹, Jaime Moreno-Garcia¹, Joanna Wenelczyk¹, Raket Blaalid²,
Pernille Bronken Eidesen¹ and Tor Carlsen²

¹The University Centre in Svalbard, P.O. Box 156, NO-9171 Longyearbyen, Norway

²Microbial Evolution Research Group (MERG), Department of Biology, University of Oslo, P.O. Box 1066 Blindern, NO-0316 Oslo, Norway.

Corresponding author: Tor Carlsen,
tor.carlsen@bio.uio.no

Norsk tittel: Diversitet av sopp tilknyttet harerugrøtter på et breforland på Svalbard.

Brevik A, Moreno-Garcia J, Wenelczyk J, Blaalid R, Eidsen PB, Carlsen T, 2010. Diversity of fungi associated with *Bistorta vivipara* (L.) Delarbre root systems along a local chronosequence on Svalbard. *Agarica* 2010, vol. 29, 15-26.

KEY WORDS

mycorrhiza, *Bistorta vivipara*, chronosequence, Svalbard, primary succession, fungal community.

NØKKELOD

sopp, harerug, breforland, Svalbard, primærsuksesjon.

SAMMENDRAG

Harerug (*Bistorta vivipara*) er en veldig vanlig arktisk plante, og i tillegg en av få urter som kan danne ektomykorrhiza (ECM). Denne symbiosen kan være av betydning for plantens evne til å etablere seg i ugjestmilde miljøer slik som breforland i arktiske og alpine områder. Imidlertid er det ikke så godt kjent hvordan jordforholdene og tid siden deglasiasjon og kolonisering påvirker sopp-samfunnet i planterøtter. I dette studiet vil vi bidra til kunnskapen om sammensetningen av sopp-samfunn i harerugrøtter i et bre-

forland. Ti planter ble innsamlet hvorav halvparten kom fra et område som var dekket av is for 70 år siden og resten av plantene fra et område som har vært isfritt i over 2000 år. Biotiske og abiotiske variabler ble undersøkt på hvert sted. Sopp ble identifisert ved hjelp av DNA-sekvenser som ble sammenliknet med databaser av identifiserte sopp. Fire av rotsystemene ga tilstrekkelig informasjon til å kunne sammenlikne diversitet og sammensetning av sopp-samfunn i de to utvalgte suksesjonsstadiene i breforlandet.

Det ble funnet mye høyere diversitet av planter og bare litt høyere diversitet av sopp i den etablerte vegetasjonen sammenliknet med pionersamfunnet. Sopparter som antas å ha evne til å danne ECM dominerte i den etablerte vegetasjonen, mens i pionersamfunnet var det mer jevn fordeling mellom ECM-sopper og sopper med andre ernæringsstrategier. Antallet identifiserte ECM-taxa var likevel omtrent jevnt i de to vegetasjonsstadiene. Antallet observerte stilksporesopper oversteg langt antallet sekksporesopper. Resultatene passer med hypotesen om at høyere diversitet av plantesymbionter og bedre jordforhold, slik som økt karboninnhold og lavere pH, kan bidra til økt sopp-diversitet.

ABSTRACT

Bistorta vivipara is one of the most common plant species of the Arctic and is one of few herbaceous plants that form ectomycorrhiza (ECM). This ability to form ectomycorrhiza

is thought to be of importance for *B. vivipara*'s well-documented role as a pioneer plant in stressful environments, like on glacier forefronts in arctic and alpine areas. However, how time since deglaciation and plant colonization and the subsequent differences in soil properties affect the fungal community associated with roots of *e.g. B. vivipara* are not fully understood. This study aims to contribute to the understanding of the fungal community composition associated with *B. vivipara* along a local chronosequence in a glacier foreland.

In total, ten plants were collected in a pioneer vegetation site (deglaciated about 70 years ago) and a stabilized vegetation site (deglaciated at least 2000 years ago) and biotic and abiotic factors were recorded at each site. DNA-sequences were compared to National Center for Biotechnology Information (NCBI) database for identification of the fungal taxa. In four of the root systems, enough sequences were obtained to compare diversity and fungal community composition from the two vegetation succession types.

The nearly 2000 years of time laps between the two sites had, not surprisingly, led to a very high difference in the plant communities as expressed by the Shannon, Jaccard and Simpson indices. A corresponding difference, but considerably smaller, was found between the fungal communities. Fungi, mainly basidiomycetes known to form ECM, strongly dominated the stabilized vegetation. The number of identified ECM-forming taxa was, however, about the same in the two sites; 13 taxa in the pioneer site and 12 taxa in the stabilized site. In the pioneer vegetation the ECM-forming fungi did not dominate to the same degree, and the number of ascomycete and basidiomycete sequences was quite equal. The results fits the assumption that a higher number of plant hosts available for the mycobionts to colonize may give an increased fungal diversity,

but also improved soil conditions, such as a higher carbon content and lower pH may contribute to this.

INTRODUCTION

Ectomycorrhiza (ECM)-symbiosis can drastically increase a plant's uptake of water and nutrients, and it is suggested that this association is a prerequisite for pioneer plant survival (Smith and Read 2008). A fungal community that provides the necessary nutrients might not only be a prerequisite for plant survival, but also for the establishment of new species and germination of seeds and seedlings in such nutrient poor environments as on newly exposed soil on glacier forefronts (Nara and Hogetsu 2004). Pioneer plants can in this way establish themselves and subsequently facilitate growth of other plants through common mycelial networks. And the community may thus change in a stepwise manner from pioneer vegetation characterized by low plant diversity where good colonizing species are dominant, to a climax or stabilized vegetation with a stable and complex equilibrium, with higher diversity as a result of better environmental conditions. This view supports a hypothesis of low fungal diversity in early, so-called pioneer vegetation.

Whether the plant or the fungus establishes at newly exposed soil first, or if one of the symbionts is more dependent on the association than the other, is not yet fully understood. Nutrient limitations, of for example nitrogen, might not only have an impact on plant growth, but also limit development of mycelia, and affect fungal diversity in this direct way. But, as noted by Jumpponen et al. (2002), soil properties can not alone explain diversity differences within soil fungal communities. Age of the roots and low or high degree of host-specificity of the fungal symbiont are other important factors.

A model proposed by the Institute of Terrestrial Ecology in Scotland suggests that the early fungal community in primary succession is dominated by a few non-host-specific fungal species which associate with seedlings and young parts of the root systems (Deacon et al. 1983, Deacon and Fleming 2002, Jumpponen et al. 2002). At later successional stages the model assumes that there will be, through additions and replacement in older parts of the root systems, a higher amount of fungi with host-specificity. A higher degree of fungal diversity is also expected due to the higher variety of hosts available for symbiotic relationships (Jumpponen et al., 2002) and also because of more available substrate for saprotrophs and parasites.

The taxonomic diversity of fungi that form ECM in a site is highly variable, and varies with geographical and environmental conditions, such as nutrient availability, moisture, temperature, pH and chronosequence (Toljander et al. 2006). In arctic areas the harsh climate puts stress on organisms and cold adaptations of certain fungal taxa could be of importance for the plant roots associated with them. In fact, adaptations in many ECM fungi to high nutrient uptake in cold soil have been pointed out as a reason for their dominance over arbuscular mycorrhiza in the Arctic (Kytöviita 2005).

Among the fungi that usually form ECM, basidiomycetes are the most abundant (Smith and Read 2008). A dominant ectomycorrhizal fungal genus in many northern and temperate ecosystems, both in terms of species diversity and above ground biomass, is the basidiomycete genus *Cortinarius* (Pers.) Gray (Brandrud et al. 1989–1998). Many species from this genus can also survive in nutrient-poor soil, without a high organic nitrogen concentration, as is often found on glacier forelands (Arnolds 1991, Høiland 1986). Additionally, the genera *Laccaria*, *Inocybe* and *Hebeloma* are

common ECM-forming genera (Smith and Read 2008). A significant amount of Dark Septate Endophytes (DSE) has been found in arctic studies (Väre et al. 1992, Bjorbækmo 2009). This is a miscellaneous group of ascomycetous anamorphic fungi that colonize root tissues intra- and intercellularly (Jumpponen 2001), but the impact and functional role of DSE are not fully understood. Like mycorrhizal associations, DSE associations can have a negative, neutral or positive effect on host tissue nutrient concentrations (Jumpponen 2001). There is also an indication from alpine areas that this association possibly can be more important than some types of mycorrhiza in stressful environments (Smith and Read 2008, Bjorbækmo 2009).

Bistorta vivipara (Polygonaceae) is unlike most other herbs able to form ectomycorrhiza, and can be found at a range of different localities in Asia, Europe and North-America. It is often among the first herbs that colonize newly exposed soil, and its unique ability to form ECM-associations can be part of the explanation (Mühlmann and Peintner 2008). Little is known about the diversity of fungi in association with *B. vivipara* on Svalbard and the Arctic in general. However, earlier studies indicate a certain dependence of other ECM plant species being present for *B. vivipara* to form ECM (Väre et al. 1992, Mühlmann et al. 2007). In a previous study from Svalbard there was found no ECM fungi associated with *B. vivipara* and it was suggested it could be due to a lack of other ECM-plants in the close surroundings (Väre et al. 1992).

The present study was accomplished as part of a student training program. Its main aim is to investigate the root-associated fungal community composition in *B. vivipara* on Svalbard along a chronosequence, using two sites on a glacier forefront, a pioneer vegetation site and a stabilized vegetation site.

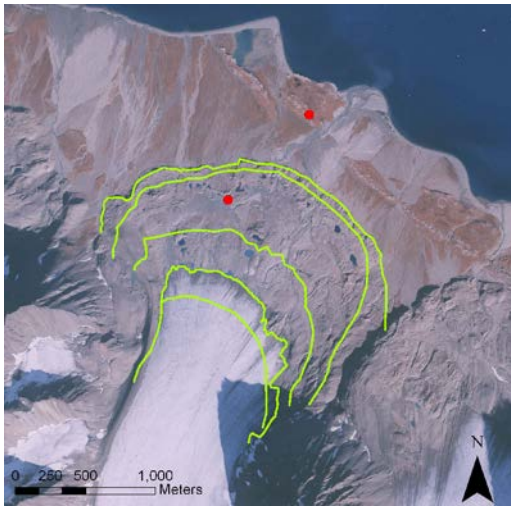


Figure 1. Map of Midtre Lovénbreen glacier succession (own observations, Moreau et al. 2005). Sample localities are plotted (red dots).

MATERIALS AND METHODS

Study site

The roots and soil samples were collected the 5th of August 2009 in front of the glacier Midtre Lovénbreen in Svalbard (N 78°54; E 12°05). It is a land-terminating glacier on the south shore of Kongsfjorden, and it extends from 50 to 650 meters above sea level. The glacier has retreated 800 m during the past 100 years and exposed an extensive area covered by moraine substrates (Fig. 1). The young moraine is characterized by the presence of pioneer plants in small abundance, such as *Salix polaris* Wahlenb. and *Saxifraga oppositifolia* L. (Moreau et al. 2005). Tundra outside the Little Ice Age limit (LIA-limit; Fig. 1) is considered as stabilized vegetation type for this part of Svalbard. This mature vegetation community is 8000-9000 years old (Forman 1990). *Dryas octopetala* L., another ECM forming plant, is the dominating plant species in the area (Elvebakk 1997). There were two sampling sites: pioneer vegetation on the moraine (site 3) and stabilized vegetation on the moraine front (site 2). In each site, a random transect

was chosen, and five random plants of *Bistorta* on the transect were marked and subsequently sampled. In a 0.25 m² plot surrounding the root system, proximity to other ECM plants was estimated, in addition to identification of fungal fruiting bodies. The marked plants with their complete root systems were then carefully dug up with surrounding soil. The roots were later washed in fresh water to remove soil and roots from other plants, and subsequently rinsed in distilled water, before they were transferred to 1.5 ml tubes containing 600 µl CTAB isolation buffer. Samples were kept in a -20°C freezer until further analyses.

At each site, four soil core samples were collected. The soil samples were dried, and divided in two. One part was used to evaluate organic content by loss on ignition; the other was used to measure pH by dissolving the dried soil 1:2 with distilled water and using a pH-meter (Portable labTM, Mettler Toledo, with the InLab 482 pH Sensor Module). Soil moisture was evaluated *in situ* using four different categories in accordance with Raup (1969): 1) *low* (dry, no feeling of dampness to the fingers), 2) *medium* (moist, wetting the fingers when handled, soil stick to the fingers), 3) *high* (wet, water can be squeezed from the soil), and 4) *very high* (wet, water is freely dripping from soil sample). Vegetation analyses were done at each site by using point frames (50 x 50 cm) with a total of 25 hits. In total, eight point frames were used at each location.

Molecular methods

Before DNA extraction, root systems were crushed using tungsten carbamide beads. DNA was extracted from all root system with a 2% CTAB miniprep method (Murray and Thompson 1980) using the modified protocol published by Gardes and Bruns (1993). DNA purification was performed with the

E.Z.N.A. Blood Kit (E.Z.N.A.[®] Blood DNA Kit; Omega Bio-Tek, Doraville, GA) according to the manufacturer's protocol. Polymerase chain reaction (PCR) was performed for the nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region using fungus specific primers ITS1F and ITS4 (White et al. 1990, Gardes and Bruns 1993). Reaction volume was 25 μ L: 16.5 μ L of 10 \times diluted template DNA and 8.5 μ L reaction mix (2.5 μ L EXT buffer, 2.5 μ L dNTPs (2mM), 1.5 μ L ITS1F primer (5 μ M), 1.5 μ L ITS4 primer (5 μ M), and 0.5 μ L DyNAzyme EXT). Amplification was performed in the following conditions: 4 min at 94°C, followed by 35 cycles of 25 s at 94°C, 30 s at 52°C and 2 min at 72°C, followed by the final extension step for 10 min at 72°C before storage at 4°C. Sequences were separated by cloning. TOPO TA Cloning kit (Invitrogen Corporation, Carlsbad, CA) was used. Clones were grown in Luria-Bertani (LB) media with ampicillin (50 μ g/ml). PCR reaction for cloned fragments were performed using universal primers T7 and M13R and bacterial suspension as a template. Amplification conditions were as follows: 5 min at 94°C followed by 30 cycles of 30 s at 94°C, 45 s at 52°C and 1.5 min at 72°C, followed by 7 min at 72°C before storage at 4°C. Cloned DNA fragments were sequenced with primer M13R and then electrophoresis was performed on an ABI 3730 sequencer (Applied Biosystems, Foster City).

Data analyses

All sequences were examined manually using Sequence Scanner v 1.0 (Applied Biosystems). BioEdit Sequence Alignment Editor v.7.0.5 (Hall 1999) was used for alignment and vector trimming. All sequences were subjected to BLASTn searches and identified to genus level if possible. Operational Taxonomic Units (OTUs) were constructed by clustering sequences with a 97%

sequence similarity.

The mean of four soil samples for pH and carbon content for each site were calculated and compared using a Student's t-test. Estimates of species richness and diversity were calculated with Shannon index and Simpson index in the program PAST 1.94b (Hammer 2001). Jaccard similarity coefficient for sites comparison was calculated.

RESULTS

The sampling-plots

In the pioneer vegetation, *S. polaris* was the only ECM plant present (in all 0.25 m² squares), together with other individuals of *B. vivipara* (in 4 of 5 squares). In the stabilized vegetation site the ECM forming plants *D. octopetala*, *S. polaris* and other individuals of *B. vivipara* were observed in all squares. The number of *B. vivipara* was significantly higher in the stabilized vegetation, with more than ten individuals in each square, compared to the pioneer vegetation where the number of additional *B. vivipara* present in each square ranged from 0-10. There were not found any fungal fruiting bodies in the stabilized vegetation as opposed to eight fruiting bodies, all of EMC-forming genera, found on the pioneer vegetation site. Identified fruiting bodies here were *Cortinarius* sp., *Laccaria* sp. and *Inocybe* sp. (Table 1).

The means of soil pH values were 6.3 in the stabilized site and 6.1 in the pioneer

Plant number	Fructing bodies identified
3.1	<i>Inocybe</i> sp.
3.2	<i>Laccaria</i> sp. & <i>Cortinarius</i> sp.
3.3	None found
3.4	<i>Laccaria</i> sp.
3.5	<i>Cortinarius</i> sp. & 2 species of <i>Inocybe</i>

Table 1. Fungal fruiting bodies identified in plots (0.25 m²) in the pioneer vegetation.

site, with a significant difference between them ($p < 0.05$; Student t-test). There was also a significant difference ($p < 0.05$; Student t-test) between the means of organic soil content (% loss on ignition): stabilized site 24.2%, pioneer site 4.7%). The moisture analyses did not show any difference between the sites, the category obtained was '2' (moist) in both sites.

Vegetation analyses showed few species present in the pioneer vegetation site with six higher plant species identified, and a dominance of cryptogamic crust and bare rocks. The two latter groups were estimated to make up 50% and 30% of the cover respectively, while 3.5% of the cover was different kind of mosses and 6% was exposed soil. A high number of *S. polaris* (10%) was observed. In the stabilized vegetation site the plant community was both denser and more diverse. The number of species present was 50% higher than that found in the pioneer vegetation, and a significantly smaller area was covered by cryptogamic crust and rocks (24.5% and 0% respectively). A high abundance of *D. octopetala*, *S. polaris* and *B. vivipara* (20.5%, 12.5% and 14.0%, respectively) was observed, along with the presence of five graminoid species and five other vascular plant species. The stabilized vegetation site had thus higher plant diversity than the pioneer vegetation. The Shannon index and the Simpson index for the pioneer site and the stabilized site were 0.892/0.472 and 2.341/0.935, respectively.

Analyses of root-systems

A total of 144 ITS sequences were obtained, 105 from five plants from pioneer vegetation site and 39 from three plants from stabilized vegetation site (Table 2; Genbank nr GU817063 - GU817206). Some cloning reactions produced very few colonies, and some colonies did not produce high quality sequences. These were discarded from

further analyses. The sequences represented 38 OTUs. Most of these OTUs (33) occurred only in one root system. All detected sequences are presented in Table 2.

Well known ectomycorrhizal fungi were detected in all plant root systems and dominated over other types of fungi in the stabilized vegetation; 63.5% of the 144 sequences belonged to Basidiomycota and 36.5% to Ascomycota. Basidiomycetes strongly dominated in the stabilized vegetation site (92.7%), while in the pioneer vegetation site numbers of genotypes belonging to basidiomycetes and ascomycetes were very similar (51.9% and 48.1%, respectively, Fig. 2A).

The most commonly detected genus was *Cortinarius* (34.7% of the sequences), followed by *Sebacina* (11.8%), *Peziza* (8.3%), *Hebeloma* (6.9%) and *Alternaria* (6.9%, although only in one root system). As shown in figure 2B, the genera *Cortinarius*, *Peziza* and *Alternaria* were the most abundant in the pioneer vegetation site, while *Sebacina* and *Hebeloma* dominated in the stabilized vegetation site (Table 2). In the stabilized vegetation site, *Cortinarius* was also numerous. However, it should be noted that in the genera *Hebeloma*, *Telephora*, *Laccaria*, *Cortinarius*, *Inocybe* and *Sebacina* more than one OTU was identified (see Table 2). Three of the *Cortinarius* OTUs were detected in plants situated close to each other.

Biodiversity indices

Only the root systems with a high number of detected fungal sequences were suitable for further comparison and analyses using the Jaccard similarity coefficient, the Simpson index and the Shannon index. Thus the indices were calculated for three root systems from the pioneer vegetation site and for only one root system from the stabilized vegetation site. The Simpson index, which repre-

OTU	Ecology	Plant number							
		3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	2.3	2.4	2.5
<i>Acremonium</i> Link	Saprotroph	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> Nees	Saprotroph/pathogen	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cadophora</i> Lagerb.& Melin	DSE	0	0	0	0	0	0	2	0
Coniochaetaceae		0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cortinarius</i> 1 (Pers.) Gray	ECM	0	2	8	0	9	0	0	0
<i>Cortinarius</i> 2	ECM	0	4	1	0	0	0	0	0
<i>Cortinarius</i> 3	ECM	0	2	6	1	9	0	3	0
<i>Cortinarius</i> 4	ECM	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Cortinarius</i> 5	ECM	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Geopora</i> Harkn.	ECM	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hebeloma</i> 1 (Fr.) P. Kumm.	ECM	0	0	0	0	0	0	9	0
<i>Hebeloma</i> 2	ECM	0	0	0	0	0	0	1	0
Helotiales		0	0	0	0	0	0	1	0
Hypocreales		3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inocybe</i> 1 (Fr.) Fr.	ECM	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Inocybe</i> 2	ECM	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Laccaria</i> 1 Berk. & Broome	ECM	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Laccaria</i> 2	ECM	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Laccaria</i> 3	ECM	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lecythophora</i> sp.	Saprotroph	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Leptodontidium</i> de Hoog	DSE	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monodictys</i> S. Hughes	Saprotroph	7	0	0	0	0	0	0	0
Nectriaceae		2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peziza</i> Dill. ex Fr.	Saprotroph/ECM	0	0	8	0	4	0	0	0
Pleosporaceae		1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pulvinula</i> Boud.	ECM	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Schizothecium</i> Corda	Saprotroph	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Sebacina</i> 1 Tul. & C. Tul.	ECM	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Sebacina</i> 2	ECM	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sebacina</i> 3	ECM	0	0	0	0	0	3	0	4
<i>Sebacina</i> 4	ECM	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Sebacina</i> 5	ECM	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sebacina</i> 6	ECM	0	0	0	0	1	0	0	0
Sordariaceae		0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Tetracladium</i> De Wild.		0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Thelephora</i> 1 Ehrh. ex Willd.	ECM	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thelephora</i> 2	ECM	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tomentella</i> Pers. ex Pat.	ECM	0	0	0	0	0	0	2	0
Uncultured environmental		0	0	2	0	0	0	0	0

Table 2. Number of genotypes belonging to different OTUs detected in two analysed sites: pioneer vegetation site (plants 3.1-3.5) and stabilized vegetation site (plants 2.3-2.5). Light grey cells represent shared OTUs between plants and dark grey cells represent shared OTUs between sites.

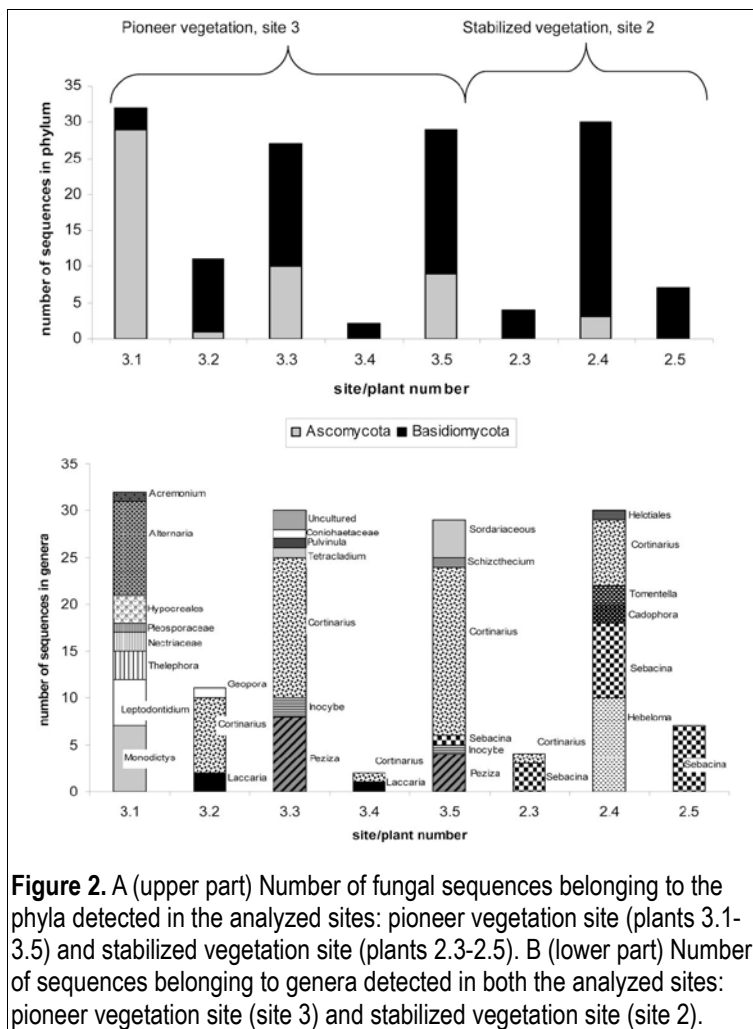


Figure 2. A (upper part) Number of fungal sequences belonging to the phyla detected in the analyzed sites: pioneer vegetation site (plants 3.1-3.5) and stabilized vegetation site (plants 2.3-2.5). B (lower part) Number of sequences belonging to genera detected in both the analyzed sites: pioneer vegetation site (site 3) and stabilized vegetation site (site 2).

sents a probability of drawing two different species if you draw two random individuals, was very similar for all root systems. The highest value was found in a root from the stabilized vegetation site (0.85). The Shannon index-values, which will increase with number of species and the evenness of these species, were more variable, but did reach the highest value (2.14) for the only plant analyzed from the stabilized vegetation. The mean for the pioneer vegetation was 1.78. However, the difference between the sites was not significant. The Jaccard similarity

coefficient, which is a measure of community composition similarity between the sites, was low (0.02).

DISCUSSION

Community composition

The Jaccard similarity coefficient was low and indicates a significant difference between the fungal community compositions. This could be a result of different ecology and preferences of fungal taxa (Toljander, 2006). In pioneer vegetation, competition may be low, whilst in stabilized sites, more plant species and better soil conditions could provide a higher number of appropriate habitats for specialized fungi to colonize. Basidiomycetes were predominant in the stabilized vegetation site, but this dominance is not as apparent in the pioneer vegetation site

where this group constitutes 51.9% of all detected sequences. The most dominant genus in the pioneer vegetation site was *Cortinarius*. This is consistent with earlier studies who points out this genus as the dominant ectomycorrhizal fungal group in northern ecosystems (Brandrud et al. 1989–1998), and also how they can show a preference for oligotrophic soil (Arnolds 1991, Hoiland 1986). In the stabilized vegetation *Sebacina* was more common than *Cortinarius*. The *Sebacina* genus belongs to Tremellaceae (Basidiomycota) and this heterobasidio-

mycete has also previously been found associated with plant roots on Svalbard (Bjorbækmo 2009), but no fruiting bodies of *Sebacina* have yet been recorded from Svalbard (Gulden & Torkelsen 1996). Only recently members of the genus have been acknowledged as ectomycorrhizal and their fruiting bodies are mostly rather inconspicuous (Weiss et al. 2004). Earlier studies on occurrence of fungal fruiting bodies indicate that species in *Cortinariaceae* (*Inocybe* spp. and *Cortinarius* spp.) and *Tricholomataceae* (*Laccaria* spp.) are common in primary successional glacier forefronts (Jumpponen 1999, 2002), and they were all present in our pioneer vegetation site. Fungi from *Telephoraceae* were identified as well, as did also Jumpponen et al. (1999, 2002) in their study of pioneer vegetation on a moraine in Washington State, USA.

A dominance of basidiomycetes can be a result of them being represented by an extensive fungal biomass in the samples (e.g., ECM mantles of *Cortinarius*, *Inocybe*, *Tomentella* and *Hebeloma*). Ascomycetes often form a smaller amount of fungal biomass than basidiomycetes on plant roots, hence their detectability during PCR amplification could consequently be reduced (Bjorbækmo 2009). Besides, some of the *Cortinarius* sequences were obtained from plants situated close to each other which can imply that they origin from the same fungal individual. This is also seen in the low values for the Shannon index for the pioneer vegetation (mean 1.78). It usually lies between 1.5 and 3.5 for ecological data and rarely exceeds 4.0 (May 1975). Low values could also indicate that many of the detected sequences originate from the same individual.

Fungi commonly referred to as DSE were found in both sites. The genera were *Cadophora* (stabilized vegetation site) and *Leptodontium* (pioneer vegetation site). The small number of sequences can neither

confirm nor invalidate suspicions of DSE-importance in stressful environments, because a sample size this small are too susceptible to chance variations. *Tetracladium* was found in one of the plants from the pioneer vegetation site. This genus belongs to a group of fungi commonly called Hyphomycetes, and are anamorphic ascomycetes that can co-occur with ectomycorrhiza (Carlsen 2002, Bjorbækmo 2009). In plant 3.1 from the pioneer site, we found sequences referable to *Monodictys*. This anamorphic ascomycete have been found associated with roots (Kwaśna 2002), but have not been observed previously in cold environments like Svalbard. In one plant, ten sequences of an *Alternaria* were identified; this is a cosmopolitan phytopathogenic genus (Haouala et al. 2008). The host plant differed in fungal composition from the other plants in the same site, but this could be a result of various factors, e.g., microhabitat variation.

Other taxa identified in our study are not commonly reported in studies of fungal diversity in arctic regions. These were *Pulvinula*, *Geopora*, *Coniochaetaceae* and *Acremonium*, whereof e.g., *Pulvinula* and *Geopora* are well-known ectomycorrhizal genera (Amicucci et al. 2001, Fujimura et al. 2005). The fact that they have not often been reported from the Arctic, does not necessarily imply that they are uncommon, and fruiting bodies of *Geopora* have been reported from Svalbard (Elvebakk et al. 1996). Studies on belowground fungal community composition from such environments are still few, and findings of previously unrecorded taxa for the Arctic stress the need to do further research in this field.

Diversity differences

The Simpson and Shannon index values for the DNA sequences are higher for the stabilized vegetation than for the pioneer vegetation site. Even though the difference is not

distinctive, there is also a higher fungal diversity associated with root systems from the stabilized vegetation site than those from the pioneer vegetation site. This is consistent with Jumpponen et al. (2002) and Deacon et al. (1983) who hypothesized that for primary successional sites fungal species diversity should be relatively low. Since communities in stabilized vegetation are expected to consist of more plant species it would mean more hosts available for fungal colonization. Based on the significant difference in plant diversity between our two sites, both according to the Shannon and the Simpson-index, it is clear that this can be the normal case.

Other ECM plant species were observed in close proximity to all collected roots.

To determine whether this is a prerequisite for the plant species survival or degree of ECM-association is outside the scope of this study. But it could confirm suspicions of dependence, postulated by several authors (Väre et al. 1992, Mühlmann et al. 2007). The fact that the fungal diversity was higher in the stabilized vegetation site, where carbon content was higher and the pH more alkaline, was also in accordance with the assumption of how changes in soil conditions can affect the vegetation and fungi occurrence (Toljander 2006). However, one should remember the importance of microhabitat variations within sites, and how they too can influence the fungal composition.

The number of OTUs identified in the root systems was much higher than the number of species identified using fruiting body morphology. Investigations based on fruiting bodies during a single visit do, according to these results, not reflect the true fungal species diversity; several studies have shown a great divergence between species identified on below-ground sequences and fruiting bodies in the same permanent plots (e.g. Jonsson et al. 1999, Kõljalg et al. 2000). Some groups do not form conspicuous fruiting bodies, as

most species belonging to Telephorales and *Sebacina* (Kõljalg et al. 2000, Weiss et al. 2004). Because of this, comparative studies based on fruiting bodies are likely to have overestimated the importance of some genera and underestimated others.

Methodology

An obvious drawback of this study is the low number of analyzed root systems. Only three root systems from the pioneer vegetation site and one from the stabilized vegetation site could be used for diversity comparisons, due to low level of clones produced and unsuccessful amplification of sequences. The site comparisons can therefore not offer a comprehensive description of the fungal community in the studied sites; for this a larger sample size is needed. Likewise, soil conditions measurements could be done more thoroughly by measuring content of important nutrients, such as nitrogen. It should also be taken into consideration that a 97% similarity cut-off that is often used in these kinds of studies does not reflect species, and may vary between fungal groups.

REFERENCES

- Amicucci A, Zambonelli A, Guidi C, Stocchi V, 2001. Morphological and molecular characterisation of *Pulvinula constelation* ectomycorrhizae. FEMS Microbiology Letters 194, 121-125.
- Arnolds E, 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. Agric. Ecosyst. Environ. 35, 209-244.
- Bjorbækmo MF, 2009. The fungal community associated with roots of alpine and arctic *Dryas octopetala* along a latitudinal gradient. Department of Biology. University of Oslo. Cand. scient Thesis, 37 pp.
- Brandrud TE, Lindström H, Marklund H, Melot J, Muskos S, 1989–1998. Cortinarius Flora Photographica I–IV. Cortinarius HB, Matfors.

- Carlsen TA, 2002. Molecular diversity of food endophytes in alpine *Bistorta vivipara*-*Kobresia myosuroides* plant community. Department of Biology. University of Oslo. Cand. scient Thesis, 53 pp.
- Deacon JW, Fleming LV, 1992. Interactions of ectomycorrhizal fungi. In Allen MF (eds) Mycorrhizal functioning : an integrative plant-fungal process. Chapman and Hall, New York, pp. 249-300.
- Deacon JW, Donaldson SJ, Last, FT, 1983. Sequences and interactions of mycorrhizal fungi on birch. *Plant soil* 71, 257-262.
- Elvebakk A, 1997. Tundra diversity and ecological characteristics of Svalbard, in: Wielgolaski F (Ed.), *Ecosystems of the world*, vol. 3. Oxford Elsevier Chap. 15, pp. 347-359.
- Forman SL 1990. Post-glacial relative sea-level history of northwestern Spitsbergen, Svalbard. *Georgina Society of America Bulletin* 102, 1580–1590.
- Fujimura KE, Smith JE, Horton TR, Weber NS, Spatafora JW, 2005. Pezizalean mycorrhizas and sporocarps in ponderosa pine (*Pinus ponderosa*) after prescribed fires in eastern Oregon, USA. *Mycorrhiza* 15, 79-86.
- Gardes M, Bruns TD, 1993. It's Primers with Enhanced Specificity for Basidiomycetes - Application to the Identification of Mycorrhizae and Rusts. *Molecular Ecology* 2, 113-118.
- Hall TA, 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 95-98.
- Hammer Ø, Harper DA, Ryan PD, 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4, 9.
- Haoula R, Hawala S, El-Ayeb A, Khanfir R, Boughmani N, 2008. Aqueous and organic extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. inhibit the mycelia growth of fungi. *Journal of Environmental Sciences* 20, 1453–1457.
- Høiland K, 1986. Storsoppfloraens reaksjon overfor forsuring, med spesiell vekt på mykorrhizasoppene. Undersøkelse foretatt i Norsk institutt for skogforsknings forsøksfelter i Åmli, Aust-Agder. Rep. T-67 1, Ministry of Environment, pp. 1-62.
- Jonsson L, Dahlberg A, Nilsson M-C, Zackrisson O, Kårén O, 1999. Ectomycorrhizal fungal communities in late-successional Swedish boreal forests, and their composition following wildfire. *Molecular Ecology* 8, 205-215.
- Jumpponen A, Trappe JM, Cazares E, 1999. Ectomycorrhizal fungi in Lyman Lake Basin: a comparison between primary and secondary successional sites. *Mycologia* 91: 575–582.
- Jumpponen A, 2001. Dark septate endophytes – are they mycorrhizal? *Mycorrhiza* 11, 207-211.
- Jumpponen A, Trappe JM, Cazares E, 2002. Occurrence of ectomycorrhizal fungi on a receding glacier forefront. *Mycorrhiza* 12, 43–49.
- Kõljalg U, Dahlberg A, Taylor AFS, Larsson E, Hallenberg N, Stenlid J, Larsson K-H, Fransson PM, Kårén O, Jonsson L, 2000. Diversity and abundance of resupinate theleporoid fungi as ectomycorrhizal symbionts in Swedish boreal forests. *Molecular Ecology* 9, 1985-1996.
- Kytöviita MM, 2005. Asymmetric symbiont adaptation to arctic conditions could explain why high arctic plants are non-mycorrhizal. *FEMS Microbiol Ecology* 53(1), 27-32.
- Kwaśna H, 2002. Changes in Microfungal Communities in Roots of *Quercus robur* Stumps and their Possible Effect on Colonization by *Armillaria*. *Journal of Phytopathology* 150, 403 – 411.

- May RM, 1975. Patterns of species abundance and diversity, in: Ecology and Evolution of Communities, Cody JM MLD (Ed.), Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Moreau M, Laffly D, Joly D, Brossard T, 2005. Analysis of plant colonization on an arctic moraine since the end of the Little Ice Age using remotely sensed data and a Bayesian approach. Remote Sensing of Environment 99, 244 – 253.
- Mühlmann O, Bacher M, Peintner, 2007. *Polygonum viviparum* mycobionts on an alpine primary successional glacier forefront. Mycorrhiza 18, 87-95.
- Mühlmann O, Peintner U, 2008. Ectomycorrhiza of *Kobresia myosuroides* at a primary successional glacier forefront. Mycorrhiza 18, 355-362.
- Murray MG, Thompson WF, 1980. Rapid Isolation of High Molecular-Weight Plant DNA. Nucleic Acids Research 8, 4321-4325.
- Nara K, Hogetsu T, 2004. Ectomycorrhizal fungi on established shrubs facilitate subsequent seedling establishment of successional plant species. Ecology 85(6), 1700-1707.
- Raup HM, 1969. The relation of the vascular flora to some factors of site in the Mester Vig district, northeast Greenland. Meddelelser om Grønland 5. Copenhagen: Kommissionen for videnskabelige undersøgelser i Grønland/C. A. Reitzels forlag.
- Smith SE, Read DJ, 2008. Mycorrhizal symbiosis. UK, London, Academic Press.
- Toljander JF, Eberhardt U, Toljander YK, Paul LR, Taylor AFS, 2006. Species composition of an ectomycorrhizal fungal community along a local nutrient gradient in a boreal forest. New Phytologist 170, 873-884.
- Väre H, Vestberg M, Euroala S, 1992. Mycorrhiza and root associated fungi in Spitsbergen. Mycorrhiza 1, 93-104.
- Weiss M, Selosse MA, Rexer KH, Urban A, Oberwinkler F, 2004. Sebaciales: a hitherto overlooked cosm of heterobasidiomycetes with a broad mycorrhizal potential. Mycological Research 108, 1003–10.
- White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J, 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ (Eds.), PCR protocols: a guide to methods and applications. Academic Press. San Diego, CA, USA, 315-322.

Jordboende storsopper som kvalitetsindikator på unike furuskoger på Vestlandet

Dag Holtan¹ og Perry Larsen²

¹Postboks 3, NO-6249, Ørskog, E-post: dholtan@broadpark.no

²Reiakvam, NO-6260, Skodje, E-post: perrygl@online.no

English title: Terricolous macromycetes as indicators of unique pine forests in western Norway.

Holtan D, Larsen P, 2010. Jordboende storsopper som kvalitetsindikator på unike furuskoger på Vestlandet. *Agarica* 2010, vol. 29, 27-44.

KEY WORDS

Conservation value, mineral-rich pine forests, terricolous macromycetes, western Norway.

NØKKELORD

Indikatorverdi, jordboende storsopper, mineralrike furuskoger, Møre og Romsdal, Storfjorden.

ABSTRACT

The sun exposed and mineral-rich pine forests in the central to inner parts of Storfjorden area in Møre og Romsdal county, SW Norway, have been mapped with regard to the occurrence of macromycetes, mainly those forming ectomycorrhiza, for ten consecutive years (2000-2009). Over 40 species currently on the Norwegian Red List have been registered in these pine forests (both terricolous and wood inhabiting) with a total number of findings close to 1000. Twelve of these show a high accumulation of populations that may be significant also in a Northern European context. In addition, a number of more common pine forest species have a high finding frequency, and several of these species probably have important national and internat-



Figur 1. Grov angivelse av artikkelens fokusområde, med enkelte kommuner og aktuelle stedsnavn angitt.

Coarse delimitation of the article's focal area, with some municipalities and localities named.

ional occurrences in Storfjorden. The composition of this funga may provide quality criteria for relict and unique pine forest ecosystems. A system for evaluation of conservation value, based on our registrations, is proposed for the mineral-rich pine forests of western Norway. This system can be implemented as a supplement to other evaluation criteria when prioritizing areas for conservation.

It seems apparent that the number and quantity of rare species are among the best known for this nature type in Northern Europe. This is probably due to the combination

of old forest parameters such as long term continuity in terms of living, old and semi-dead trees and abiotic elements such as favourable exposure and topography, relatively warm summers and mild winters, steady precipitation, and bed-rocks rich in relatively easily soluble minerals. Pine forests like these, which stretch for 25 km through steep and sunny slopes, are very important for red listed fungi in an international perspective, and are valuable in relation to research and teaching as well.

SAMMENDRAG

De soleksponerte og mineralrike furuskogene i midtre til indre deler av Storfjorden på Sunnmøre i Møre og Romsdal har blitt kartlagt med hensyn til forekomst av sjeldne sopper i 10 år på rad (2000-2009). Selv om det har blitt skrevet flere publikasjoner om enkeltarter eller slekter, har det foreløpig ikke blitt gjort noe forsøk på å presentere og kvalitetsbedømme skogene i en større sam-

menheng. Det synes nå klart at både artsutvalget, og ikke minst mengdene av mange sjeldne arter, er blant det beste som er kjent for denne naturtypen i Nord-Europa. Dette skyldes trolig kombinasjoner av gammel-skogsparametre som langvarig kontinuitet med hensyn til levende, gamle og også delvis døde trær av furu, og naturgitte faktorer som gunstig eksponisjon og topografi, forholdsvis varme somrer og milde vintre, jevnt med nedbør, samtidig som gneisberggrunnen må være rik på relativt lettøselige mineraler. Furuskogene, som strekker seg ca 25 km gjennom bratte og solrike lier, er svært viktige for fungaen internasjonalt, også i forhold til forskning og undervisning.

I løpet av disse 10 sesongene er det etter gjeldende 2006-rødliste (Brandrud et al. 2006) registrert 40 rødlistede furuskogstilknyttede sopparter (marklevende og vedboende), med i alt nærmere 1000 funn. Av disse viser 12 arter en sterk opphopning, med betydelige forekomster i en nordeuropeisk



Figur 2. Kart over det undersøkte området, med lokaliteter som er inne i Naturbase (<http://www.naturbase.no>) vist i grønt. De røde prikkene er lokaliteter med nye data og store naturfaglige kvaliteter.

Map showing the investigated area; nature types in Naturbase (<http://www.naturbase.no>) shown in green. Red dots indicate new locations with high nature qualities.



Figur 3. Opphopningen av rødlistearter slik den ser ut i Gislink (<http://www.gislink.no>). Tallene er artspoeng etter tabell 3. *Accumulation of red list species as seen in Gislink (<http://www.gislink.no>). The numbers are "species points" in relation to table 3.*

sammenheng. I tillegg har en del vanligere furuskogsarter en høy funnfrekvens, og trolig har flere av disse viktige nasjonale eller internasjonale populasjoner i Storfjorden.

INNLEDNING

Etter at den første rødlistede soppen (blåfotstorpigg, *Sarcodon glaucopus*) i dette kartleggingsprosjektet ble funnet 7. september 2000, har det gradvis bygd seg opp en erkjennelse av at de mineralrike furuskogene i Storfjorden på nordre Sunnmøre (Fig. 1, kommunene Stordal, Stranda og Norddal i Møre og Romsdal) er levested for mange sjeldne sopper på grunn av bestemte miljøforhold. År for år er det derfor blitt brukt stadig mer tid i håp om å avsløre flere av fjordens hemmeligheter. Mineralrike furuskoger i Møre og Romsdal er oppsummert av Gaarder et al. (2005) og Holtan (2006). For Vestlandet er det også publisert artikler i *Agarica* om sjeldne storpiggssopper (Holtan og Gaarder 2006) og skogvokssopper (Gaarder et al. 2007). Mange lokaliteter i dette området ligger inne i Naturbase (<http://www.naturbase.no>), grunnet tidligere kartlegging og verdisetting. En ekstra inspirasjon til en bredere presentasjon av furuskogene i Stor-

fjorden kom da den svenske mykologen og økologen Johan Nitare besøkte området 22. og 23. september 2009. Av ham fikk vi en sterk oppfordring om å "gi skogene et ansikt". I denne artikkelen forsøker vi å oppsummere kunnskapen om fungaen og bidra til en forklaring på hvorfor disse furuskogene er særlig artsrike og verdifulle.

Forekomst av flere arter svært sjeldne mykorrhizasopper i de undersøkte furuskogene i området på Sunnmøre kan indikere et visst reliktpreg hos disse. Mykorrhizasopper har hovedmengden av sin biomasse i jorda og danner bare fruktlegemer under spesielle klimatiske betingelser. Derfor kan mange mykorrhizasopper indikere skogs kvaliteter som er viktige ved bedømmelse av naturverdier, så som jordsmonnsforhold og spesielle klimatiske forhold. Kunnskap om dette kan være viktig å benytte som supplement til andre vurderingskriterier for å foreta en rangering og prioritering av skogenes verneverdi. Vi har derfor utviklet et system for å vurdere



Figur 4. Gammel furuskog ved bygda Ovrå. *Old pine forest at the village of Ovrå. Photo: Perry Larsen.*

disse furuskogene ut fra forekomst av spesielle mykorrhizasopper på den enkelte lokalitet. De respektive artene er gitt ”signalart-poeng”, i tråd med en modell som er utviklet i Sverige for urterike kalkbarskoger (Nitare 2008).

MATERIALE

Funnet av rødlistearten blåfotstorpigg i delområdet Lauvvikane i Stranda kommune i september 2000 skjedde ved en ren tilfeldighet, da en av forfatterne var ute på leting etter matsopp, uten noen særlig kompetanse om andre sopper enn de som kan spises. Det gikk en tid før vi fikk svar på hva vi hadde funnet, slik at noe videre kartlegging ikke ble gjort før i 2001 og utover. Lauvvikane ble prioritert i første omgang, men etter hvert ble søkeområdet utvidet, samtidig som vår kompetanse gradvis økte. På denne måten ble vi klar over stadig nye ”hotspots”, og i den grad tiden har tillatt det, er disse systematisk gjennomløst årlig (Fig. 2). For alt areal som er tilgjengelig til fots har vi nå betydelige data om forekomst av sjeldne og rødlistede sopper (Fig. 3). Fra 2003 er de fleste interessante funn registrert ved hjelp av håndholdt GPS.

Feltarbeidet har vært målrettet i den forstand at det har vært et bevisst søk etter kravfulle og sjeldne arter, med de begrensninger det har vært i kunnskapsnivå, tid til rådighet, soppesongens kvalitet samt topografiske utfordringer. Vi har med andre ord ikke forsøkt å få et representativt bilde av funngaen, men å fange opp bredden for de antatt mest interessante artene.

Tallangivelsene for de hyppigst forekommende artene er til dels anslått skjønsmessig (minimumstall), ikke minst ut fra at det fremdeles er en jobb å gjøre i forhold til videre kartlegging. Begrepet ”funn” brukes her synonymt med delforekomster (funn av fruktlegemer minst 50 m fra hverandre) og er ikke det samme som antall myceler.

METODER

Begreper

Signalartbegrepet brukes ofte synonymt med indikatorart. Med en signalart forstår vi en art som signaliserer høye naturverdier (Løv-dal et al. 2002, Nitare 2000). På grunn av visse krav til miljøet finnes slike arter helst på lokaliteter med kombinasjoner av bestemte miljøforhold, for eksempel i forhold til berggrunn, lokalklima eller trekontinuitet. Arten gir dermed god informasjon om miljøet den forekommer i.

Kontinuitet er et nøkkelbegrep med hensyn til beskrivelse og forståelse av arts-mangfold og naturforhold i all natur, også i furuskogene som behandles her. Dette kan kort sagt beskrives som at det har vært stabil tilgang på bestemte miljøfaktorer/-egenskaper over lang tid. For skog tenker man særlig på faktorer som kontinuitet i kronesjikt (at et areal har hatt lukket skog i lang tid), kontinuitet i tredekke (rot- og marksjikt, dvs. at det har stått skog på stedet i lang tid), og kontinuitet i død ved av ulike treslag og i ulike dimensjoner og nedbrytningsstadier (Gaarder et al. 2008, Haugset et al. 1996, Hofton 2003, Hofton et al. 2007, Løv-dal et al. 2002).

Verdisettingskriterier

For å kunne skille trivielle furuskoger fra unike og relikrtartede skoger, har forekomst av enkelte mykorrhizasopper vist seg å være en verdifull parameter. Nitare (2008) har nylig satt fram et forslag til verdisseting av lokaliteter i kalkbarskog i Sverige, med et poengsystem for ulike karplanter og mykorrhizasopper. I Norge har man en tid hatt et lignende system for jordbrukets kulturlandskap (Jordal og Gaarder 1993), og noe tilsvarende ble i sin tid utviklet for sopp og lav i granskog på Østlandet av Siste Sjanse (Bredesen et al. 1994, 1997). For ulike økosystemer i furuskog er et lignende system ikke tidligere presentert. Vi foreslår derfor et slikt system for mineralrike furuskoger,

basert på de erfaringene vi har samlet oss på Sunnmøre (se Tabell 2 side 39).

Tanken er at poengsummene skal identifisere hotspots eller lokaliteter som ved første øyenkast kanskje ikke virker så spesielle. Dette verktøyet vil etter noen års kartlegging kunne gi sammenlignbare resultater med hensyn til bedømming av både naturverdi og for eksempel verneverdi av furuskoger på Vestlandet. Viktige kriterier for utarbeiding av ulike poengsum for de ulike mykorrhizaartene i furuskog vil være følgende (flere kriterier kan diskuteres):

- 1) Kalkskogsarter vektet høyere enn de som prefererer sur berggrunn.
- 2) Gammelskogsarter vektet høyere enn de som er mer frekvente i yngre skog.
- 3) Arter med tyngdepunkt i rikere vegetasjonstyper vektet høyere enn slike som ofte finnes i for eksempel blåbærskog.
- 4) Selv om rødlisten er dynamisk, er det underliggende kunnskapsgrunnlaget i dag såpass stort at omfattende endringer trolig i mindre grad er aktuelt. Det er derfor fornuftig også å bruke rødlistekategori som verdisettingskriterium. Truede (CR, EN) og sårbare (VU) arter vektet derfor høyere enn nær truede arter (NT). For arter med datamangel (DD) er det vanskelig å gjøre en generell vekting; for disse må nøyere vurderinger gjøres.
- 5) Feltefaring er viktig – og erfaringsmessig ser man at både ikke-rødlistede arter eller arter som har falt ut av rødlisten likevel kan være gode signalarter. I Storfjorden vil dette gjelde bl.a. for kjempemusserong og gullkremle.

Vi foreslår vektingen 1, 2, 5 og 15 poeng (Tabell 2), akkurat som hos Nitare (2008). Ved bedømmelse av et område doubler Nitare poengsummen for arter med høyest poengsum dersom de har to eller flere delforekomster innen samme lokalitet, og han doubler

dessuten poengsummen for arter med nest høyest poengsum ved tre eller flere delforekomster. Dette virker fornuftig og bidrar i noen grad til å vekte ”oppnopning” av de sjeldneste artene.

UNDERSØKELSESONOMRÅDET

Topografi

Topografien på landskapsnivå er stedvis dramatisk, med høye og ofte svært bratte fjellsider som stuper rett ned i fjorden. To dype kløfter skjærer seg inn i fjellsidene, i nord ved Ådalen og midt i undersøkelsesområdet ved Steigjelet. I en grov skala er variasjonen i topografien likevel middels høy, eksempelvis ved en nokså ens eksponering mot sør og vest.

Berggrunn

Berggrunnen i området som helhet er oppgitt å være ikke inndelte gneiser, med mindre forekomster (kropper) av andre, vanligvis harde og sure bergarter (Tveten et al. 1998). Dette er nok noe unyansert, og mer kalkholdige bergarter er påvist gjennom både tunneldriving og observert i felt. Også i forbindelse med boring av private brønner har det stedvis vært problemer med løst, kalkholdig fjell (Nils E. Linge pers. medd.).

Vegetasjonsgeografi

De nordre, ytre delene av området hører etter Moen (1998) til klart oseanisk vegetasjonssesjon (O2), de sørlige og indre delene til svakt oseanisk (O1). Arealet under ca 300 m o.h. føres til boreonemoral vegetasjonssone (BN), og samsvarer i praksis med det høydeintervallet vi har kartlagt i.

Natur- og vegetasjonstyper

Inndeling av naturtyper for lokalitetene som ligger inne i Naturbase følger DN-håndbok nr. 13 (Direktoratet for naturforvaltning 2006), da de er kartlagte før den nye naturtypeinndelingen etter Halvorsen et al. (2008).

De fleste sopplokaltetene våre er vurdert å høre til typen F03 kalkskog, undertype F0301 tørr kalkfurskog. Vegetasjonstypene som har vist seg å være viktige for sjeldne eller rødlistede mykorrhizasopper i området vårt er følgende, i henhold til vegetasjonstypeoversikten hos Fremstad (1997):

- 1) Knausskog (A6) er utbredt særlig i de bratteste, mest soleksponte og samtidig minst tilgjengelige delene av fjorden (A6b, varmekjær utforming). Furu er dominerende treslag, med innslag av hengebjørk (*Betula pendula*), bergasal (*Sorbus rupicola*) og rognasal (*S. intermedia*). Røsslyng (*Calluna vulgaris*) og krekling (*Empetrum nigrum*) dominerer vanligvis i det lavere busksjiktet. I lavreliggende områder er det ofte store mengder melbær (*Arctostaphylos uva-ursi*).
- 2) Lågurtskog (B1) har en stor utbredelse i fjorden og er svært viktig i forhold til forekomst av mange rødlistede sopper (både marklevende og vedboende). Skogen forekommer på både rasvifter (mineralrik forvittringsjord) og i bratte lier som ikke kan sies å være spesielt preget av ras (tynt humusdekke bygd opp av mineralrik jord og dødt organisk materiale). Særlig interessante er de sesongfuktige utformingene, og disse har ofte et høyt antall av mer kravfulle karplanter, både vestlige arter og sørøstlige (jf. Fægri 1960, Fægri og Danielsen 1996). Vegetasjonstypen har gjerne mye hassel (*Corylus avellana*) eller andre lauvtrær.
- 3) Kalklågurtskog (B2) er den klart viktigste vegetasjonstypen med hensyn til forekomst av marklevende, rødlistede storsopper. Den er

mest frekvent i de bratteste liene, og karakteristisk er et tynt humusdekke med generelt få karplanter.

- 4) Olivinskog er med i den nye naturtypeinndelingen (Halvorsen et al. 2008), hvor det er skilt ut fire typer "ultramafisk skogsmark". I DN- håndboka er den ført til utformingen F0305 serpentinfurskog. Skogen kjennetegnes ved spesielt høy pH (rundt 9). Bergarter som inneholder > 90 % olivin kalles dunitter, og består av olivinmineralet forsteritt, som kjemisk sett i hovedsak består av magnesium og silisium. I tillegg forekommer mineralene antigoritt (serpentin), aktinolitt, enstatitt, kromitt, magnesiumkloritt, magnetitt, talk og tremolitt. I industrisammenheng brukes samlebetegnelsen olivin. Magnesium, silisium og jern er de viktigste bestanddelene (Holtan 2008). Olivinskogene er vanligvis nokså homogene furskoger, og har sin hovedutbredelse globalt på Sunnmøre og i Nordfjord. En lang rekke kalkskogstilknyttede mykorrhizasopper, flere av dem svært sjeldne, har vist seg å ha viktige forekomster i disse skogene, også i en internasjonal sammenheng (se artsomtalene under, jf. Gaarder et al. 2007, Holtan 2008, Holtan og Gaarder 2006).



Figur 5. Furugråkjuke (*Boletopsis grisea*) er en av mange sjeldne arter i Storfjorden med en god bestand. *Boletopsis grisea* is one of many rare species with a strong population in Storfjorden. Photo: Perry Larsen.



Figur 6. Kjempeusserong (*Tricholoma colossus*) er utbredt i Storfjorden, med minst 150 funn.

Giant Knight is common in Storfjorden, with at least 150 findings. Photo: Perry Larsen.

Skogshistorie

Samlet sett kan storparten av området beskrives som gammel, plukkhogstpåvirket naturskog. De ekstensive og forsiktige hogstinn-grepene ligger langt tilbake i tid og har dessuten vært lite intensive, slik at store deler av området har beholdt viktige egenskaper som høy tetthet og kontinuitet i gamle trær, rot- og marksjikt, samt til en viss grad også død ved av spinklere til middels grove dimensjoner. Det er imidlertid ikke snakk om urskogs-nære miljøer, bl.a. er det dårlig kontinuitet i grove læger, og tettheten av læger er i det hele tatt ikke spesielt stor.

I furuskogene i Storfjorden blir vi mange steder slått av det faktum at vi vandrer i en skog bestående av overveiende biologisk gamle trær (Fig. 4). Gammel skog har etter hvert blitt sjelden i Norge og Europa, og nesten 25 km med sammenhengende gammel-skog er svært uvanlig, ikke minst når det gjelder lavlandsfuruskog. En viktig grunn til at skogene har fått lov til å bli så gamle, er at i det minste deler av området ikke ble gjenstand for en gjennomhogst under den såkalte hollendertiden (fra ca 1500 til ca 1850, hvor hollenderne var en ledende skipsfartsnasjon

med behov for store mengder tømmer – også mange norske skoger ble hogd ut i denne perioden). At sunnmøringen den gangen så på furuskogene i ”Strandasjøen” som en ressurs som kunne komme godt med i dårlige tider, framfor det umiddelbare kommersielle potensialet, er en meget viktig delårsak til at man i nåtid har disse kontinuitetsskogene over et så vidt areal. Ikke minst forteller dette oss at det måtte være gode levevilkår i fjorden. Man trengte ikke å selge, og plukkhogde det man hadde bruk for privat. Samtidig er mye av området det man i dag kaller

for ”nullområder” i en kommersiell driftsammenheng, noe som både kan tilskrives en vanskelig topografi samt at rasfaren mange steder er stor. Større rasulykker er ikke noe ukjent fenomen i fjorden, også innenfor det beskrevne området, og da kan kanskje skogen like godt få stå.

FUNGAEN I FURUSKOGENE I STORFJORDEN

Av rødlistede sopper knyttet til furuskogen i Storfjorden er det så langt dokumentert 40 arter. Av disse er åtte sterkt truede (EN). Rødlistede mykorrhizasopper framgår i Tabell 1 (side 38). I tillegg til disse er det funnet en lang rekke gode signalarter (indikatorarter) og andre arter knyttet til primært gammel furuskog. Nedenfor følger en kortfattet presentasjon av disse. Nåværende rødlistestatus står i parentes (etter Brandrud et al. 2006).

- 1) Fåresopper (*Albatrellus*): Både franskbrødsopp (*A. confluens*) og furufåresopp (*A. subrubescens*) (NT, nær truet) er vanlige til meget vanlige innenfor området.

- Begge ser ut til å vokse både i rikere og i mer fattige vegetasjonstyper, og påfallende ofte vokser de sammen. For furufåresopp er vi nå oppe i rundt 150 funn, mens franskbrødsoppen ser ut til å være om lag halvannen gang mer frekvent. Storfjorden er et regionalt viktig kjerneområde for furufåresopp.
- 2) Gråkjuker (*Boletopsis*): Furugråkjuke (*B. grisea*) (VU, sårbar) ble funnet i Storfjorden første gang 20.09.2003. Lenge så det ut til at den var mindre vanlig, men etter et par gode sesonger og grundigere undersøkelser er vi nå oppe i over 30 funn. Storfjorden alene har dermed flere funn enn det som er kjent nasjonalt utenfor Møre (etter Den Norske Soppdatabasen, NSD 2009). Arten vokser både i nesten vegetasjonsløs, men rik lågurtskog (Fig. 5) og blant melbær i knauskog.
 - 3) Søtpiggssopper (*Bankera*): Både lurvesøtpigg (*B. fuligineoalba*) (NT) og knippe-søtpigg (*B. violascens*) (NT) er funnet, sistnevnte riktignok bare med ett funn i september 2009 (det. Johan Nitare). Denne granskogsarten er sjelden i furuskog. Når det gjelder lurvesøtpigg, er den en av karakterartene i furuskogene i Storfjorden, med minst 30 funn, og storområdet er et regionalt viktig kjerneområde for denne. Den vokser oftest i rikere vegetasjonstyper.
 - 4) Brunpiggssopper (*Hydnellum*): Vanligst i Storfjorden og mest utbredt i denne slekten er rustbrunpigg (*H. ferrugineum*), med beltebrunpigg (*H. conrescens*), skarp rustbrunpigg (*H. peckii*), oransjebrunpigg (*H. aurantiacum*) og blå brunpigg (*H. caeruleum*) i nedadgående rekkefølge etter funnfrekvens. Bare skogen er noenlunde gammel ser disse ut til å trives i mange ulike vegetasjonstyper. Oransjebrunpigg og blå brunpigg ser ut til å være middels gode signalarter. Mest interessant er funnene av flammebrunpigg (*H. aurantile*) (VU), som vi har fire funn av på to lokaliteter. Både nasjonalt og i Norden er dette en sjelden og god signalart som vokser i de mest baserike utformingene av lågurtskog.
 - 5) Sølvpiggsopper (*Phellodon*): Beltesølvpigg (*P. tomentosus*) er enkelte år svært tallrik (eksempelvis i 2009), og har ingen stor signalverdi. Svarthvit sølvpigg (*P. melaleucus*) hadde relativt gode forekomster i 2009, men er ikke spesielt vanlig. Både den og svartsølvpigg (*P. niger*) (NT) er middels gode til gode signalarter, med flest funn i lågurtskog, men svartsølvpigg har vi bare 3-4 funn av i fjorden.
 - 6) Storpiggssopper (*Sarcodon*): Furuskjellpigg (*S. squamosus*) er suverent den vanligste og mest utbredte av artene i denne slekten i Norden, med anslagsvis hundrevis av delforekomster i Storfjorden i gode sesonger. Den har ingen spesiell verdi som signalart. Mest interessant i et internasjonalt perspektiv er de store forekomstene av glatt storpigg (*S. leucopus*) (NT). For denne har vi nå minst 150 funn, hvilket er en betydelig opphopning i Norden og Europa. Arten er vanlig også i kalkfuruskoger på Østlandet. På den annen side er den også kjent fra Island (Hallgrímsson 1963) og bør nå kanskje regnes som vestlig, i motsetning til hva Gulden og Hanssen (1992) og Nitare (2006) peker på. (Johan Nitare fortalte at denne arten muligens inneholder et stoff som minner om penicillin, slik at den på sikt kan vise seg å være interessant også i en medisinsk sammenheng). Når det gjelder de ”vanskelige” artene blåfotstorpigg (*S. glaucopus*) (VU) og besk storpigg (*S. scabrosus*) (VU), slet vi litt med bestemmelsene, og det er påfallende at Nitare på stedet (22.09.2009) ombestemte en tidligere antatt blåfotstorpigg til en sikker besk storpigg (Fig. 7 i Holtan og

Gaarder 2006 er dermed feil art, og skal være besk storpig. Fra tre tidligere funn av en av disse hoppet vi plutselig opp til 14 i 2009, 12 av disse er besk storpig, og to er blåfotstorpig. Storfjorden har dermed en viktig, nasjonal konsentrasjon av besk storpig. De rødlistede storpig-soppene er generelt gode signalarter, med en overvekt av funn i rike vegetasjonstyper, selv om funndata for besk storpig nasjonalt er noe sprikende.

- 7) Korallsopper (*Ramaria*): Dette er en stor og vanskelig gruppe. Det eneste vi er helt sikre på så langt er at rødtuppsopp (*R. botrytis*) (NT) i gode år er svært tallrik, både i furuskogene og edellauvskogene, med minst 200 delforekomster så langt. Det samme gjelder for spekteret av de rød-gule og gule artene, som eksempelvis i 2007 var oppe med hundrevis av delforekomster, helt klart over 500. Her snakker vi nok om flere ulike arter, og uansett hva man artsmessig finner ut av framover, er dette ofte gode signalarter for både gammelskog og rikere skogsmiljøer. For øvrig har vi et antatt sikkert funn av blodflekk-orallsopp (*R. sanguinea*) (NT). I 2009 ble vi i tillegg klar over at svensk korallsopp (*R. suecica*) er relativt utbredt i området i rik lågurtskog (vokser på strø).

- 8) Skogvokssopper (*Hygrophorus*): Om disse artene er det tidligere publisert noe i Gaarder et al. (2007). Mest interessant er selvsagt de mange funnene av de truede (EN) og sjeldne artene blå-grå vokssopp (*H. atramentosus*) og fagervokssopp (*H. calophyllus*), hvor vi i Storfjorden alene nå har over 30 funn av disse to. Dette er en svært viktig konsentrasjon i

en internasjonal sammenheng. Signalverdien deres er vesentlig bedre enn for de vanligere artene gul furuvokssopp (*H. gliocyclus*) (NT) og gulskivevokssopp (*H. melizeus*) (også vanlig i granskog), selv om også disse indikerer spesielle og verdifulle furuskogsmiljøer i ulik grad. Artene er generelt mest frekvente i vekselfuktig lågurtskog.

- 9) Kantareller og trompetsopper (*Cantharellus* og *Craterellus*): Ikke overraskende er det stedvise masseforekomster av en svak til middels god signalart som gul trompetkantarell (*Craterellus lutescens*) i vekselfuktig lågurtskog m.v. Mer overraskende er det kanskje at vi i 2009 også fant blek kantarell (*Cantharellus pallens*) og svart trompetsopp (*Craterellus cornucopioides*) i homogen, rik furulågurtskog, uten lauvtrær i nærheten.
- 10) *Porphyrellus*: Falsk brunskrubbe (*P. porphyrosporus*) (NT) er vanligvis assosiert med rike hasselkratt i kystnære strøk, og er temmelig utbredt i denne naturtypen i Møre og Romsdal som også ellers på Vestlandet. I 2009 ble det gjort to funn i homogen furuskog av lågurtutforming,



Figur 7. Lakrismusserong (*Tricholoma apium*) er en god signalart for gammelskog. Scented Knight is an good indicator for old forests. Photo: Perry Larsen.



Figur 8. Sienamusserong (*Tricholoma joachimii*) er nå funnet i sju ulike delområder, med i alt 20 funn.

With a total of 20 findings, Tricholoma joachimii now is found in seven different locations. Photo: Perry Larsen.

hvor det ene fruktlegetet overraskende nok vokste direkte på berg under et overheng. Tallmaterialet er beskjedent, og det er vanskelig å si noe bastant om signalverdi, selv om det kan se ut som om arten generelt er mindre kravfull i lauvskog enn furuskog.

- 11) Knippesopper (*Lyophyllum*): Mest interessant er de store forekomstene av liten sotgråhatt (*L. semitale*), som enkelte år er oppe med flere hundre delforekomster. Den vokser nesten alltid i de mest soleksponerte utformingene av lågurtskogen, oftest i gammel skog. Middels god signalverdi for denne, mens kalksotgråhatt (*L. deliberatum*) både er vesentlig sjeldnere og trolig har bedre signalverdi (bare ett funn).
- 12) Musseronger (*Tricholoma*): Svartspettet musserong (*T. atosquamosum*) (NT) er mest utbredt i rike hasselkratt, men vi har ett funn fra kjerneområdet i furuskogsdelen av Lauvvikane, Stranda (kan være forskjellige arter). Signalverdien er trolig god, mens vi for en art som besk kastanjemusserong (*T. batschii*) (NT) er mer usikre (bare ett funn). Det samme gjelder

nasjonalt for ustripet kastanjemusserong (*T. stans*), men de få funnene vi har er i vekselfuktig lågurtskog (vanskelig å skille fra *T. pessundatum*). Mer interessant er funnene av kjempemusserong (*T. colossus*). Denne vokser gjennom hele storområdet (Fig. 6), og vi antar at det til nå er snakk om over 150 delforekomster. Dette er en god signalart i tillegg til at den er en av karakterartene her, og forekomstene kan kanskje være av nasjonal til nordisk, kanskje også av europeisk verdi.

Lenge trodde vi at lakrismusserong (*T. apium*) (NT) var reelt sjelden, men det var før sesongen 2009. Dette året poppet den opp "overalt", slik at vi nå er oppe i minst 20 funn av denne gammelskogsarten (Fig. 7), som også kan vokse i litt surere miljøer. For lakrismusserongen kan vi dermed snakke om en viktig, nasjonal konsentrasjon, mens det for den sjeldne sienamusserongen (*T. joachimii*) (EN) (Fig. 8) er en fortekost av internasjonal verdi. På lokaliteten Ytreid-Vika ved Fjørå har vi fra 2007 tolv delforekomster (jf. NSD 2009). I 2009 ble det i tillegg gjort åtte funn fra fem nye lokaliteter, slik at vi nå er oppe i totalt 20 funn/delforekomster. Nordgrensen ble i 2009 overtatt av Rottåsberga i Tingvoll (Geir Gaarder pers. medd.). Det vil heller ikke overraske om den dukker opp i flere gamle furuskoger vestpå med tilsvarende miljøforhold, også i ytre fjordstrøk (hvor vi har et kystfunn i gammel lågurtfuruskog i Haram kommune).

- 13) Slørsopper (*Cortinarius*): Her er det i hovedsak artene i underslekt *Phlegma-cium* som er av interesse, da disse oftest

har størst verdi som signalarter (jf. Gaarder et al. 2005, Nitare 2005), men også andre underslekter er aktuelle. Besk slørsopp (*C. caesiostramineus*) er tydelig sjelden vestpå, og det var først i 2009 at vi fant den i Storfjorden, i tørr lågurtskog. Kystslørsopp (*C. cinereoviolaceus*) har vi ett funn av, men nasjonalt er den også funnet i granskog, slik at den trolig har noe sprikende økologi. Praktslørsopp (*C. cumatilis*) regnes som en granskogsart, men det er likevel enkelte funn i furuskogene i Storfjorden (hasselrik furuskog). Duftslørsopp (*C. percomis*) er kanskje blitt litt oversett, men ser ut til å være relativt frekvent i lågurtskog. Når det gjelder tvillingslørsopp (*Cortinarius barbarorum*) (NT) synes den foreløpig å vokse litt spredt, og denne fungerer godt som signalart for rikere miljøer. Slank bananslørsopp (*C. mussivus*) (NT) er på sin side en av karakterartene i fjorden, og selv om vi ikke har godt tallmateriale for den, er det klart at den i gode år kan være ganske tallrik på enkeltlokaliteter, med konsentrasjon både i mineralrik furuskog og i olivinskoger (jf. Holtan 2008). De mest tallrike av de mer interessante artene, og relativt gode signalarter, er likevel svovelslørsopp (*C. sulfurinus*) og kopperrød slørsopp (*C. cupreorufus*) (NT), som begge i enkeltår kan opptre med trolig et par hundre delforekomster hver eller mer. Vanlig i enkelte år, og middels gode signalarter, er gyllenbrun slørsopp (*C. elegantior*) og fibret slørsopp (*C. glaucopus*). Gullslørsopp (*C. aureofulvus*) (NT) og grynslørsopp (*C. papulosus*) er begge sjeldne, med rundt fire-fem funn av hver, og funnstedene er gjerne tørre og rike lågurtskoger. Også disse er funnet i olivinskog (Holtan 2008). Da slørsopper er en vanskelig slekt, er det sannsynlig at det forekommer flere interessante arter enn de vi har greid å påvise.

14) Risker og kremeler (*Lactarius, Russula*): Blant riskene er vi litt usikre på om vi har noen egentlig gode signalarter, men det kan se ut som om fururiske (*L. musteus*) har forholdsvis mange forekomster i sandig, litt fattigere furuskog. Kremlene er litt bedre representerte i så måte, og eksempelvis er drueblå kremle (*R. azurea*) (NT) en mindre vanlig art som i hovedsak påtreffes i rik lågurtskog, av og til også i hasselrik furuskog. Nevnes må også pukkelkremle (*R. coerulea*), som er en generell karakterart for furuskogene vestpå, men den har ingen stor signalverdi (vokser like gjerne i blåbærskog som i rik lågurtskog). Den tidligere rødlistearten gullkremle (*R. aurea*) har en vid utbredelse i flere skogtyper, men er likevel en relativt brukbar signalart. Rosenfotkremle (*R. roseipes*) (NT) ser ut til å være reelt sjelden, med bare et par funn (vokser også i olivinskog), men som kalkskogsart har den trolig god signalverdi.

ARTSMANGFOLD OG VERDISSETTING

På grunnlag av våre erfaringer fra furuskogene i Storfjorden, og litt kjennskap til forekomst ellers i Norge og Europa, foreslår vi verdisetting for artene slik som angitt i Tabell 2 (side 39). Enkelte arter i denne tabellen er ikke nevnt i artsoversikten over fra skogene i Storfjorden, men er hentet fra arbeidet til Gaarder et al. (2005), også fra Møre og Romsdal, idet mye tyder på at de har en viss signalverdi. I tillegg er tatt med noen arter som er kjent fra mineralrik furuskog ellers i Møre og Romsdal. Poengsummene er de samme som Nitare (2008) opererer med, men kan selvsagt diskuteres eller evalueres etter en tid.

DISKUSJON

For å teste metoden med poengsummer har vi tatt for oss lokalitetene i Storfjorden som ligger inne i Naturbase og regnet ut hvor

Vitenskapelig navn	Norsk navn	RL	Antall	Vitenskapelig navn	Norsk navn	RL	Antall
<i>Albatrellus subrubescens</i>	furufåresopp	NT	150+	<i>H. gliocyclus</i>	gul furuvokssopp	NT	3
<i>Bankera fuligineoalba</i>	lurvesøtpigg	NT	35+	<i>Phellodon niger</i>	svartsølvpigg	NT	4
<i>B. violascens</i>	knippesøtpigg	NT	1	<i>Ramaria botrytis</i>	rødtupsopp	NT	100+
<i>Boletopsis grisea</i>	furugråkjuke	VU	35+	<i>R. sanguinea</i>	blodfleck-korallsopp	NT	1
<i>Cortinarius aureofulvus</i>	gullslørsopp	NT	4	<i>Russula azurea</i>	drueblå kremle	NT	5+
<i>C. barbarorum</i>	tvillingslørsopp	NT	10+	<i>R. roseipes</i>	rosenfotkremle	NT	2
<i>C. cupreorufus</i>	kopperrød slørsopp	NT	100+	<i>Sarcodon glaucopus</i>	blåfotstorpigg	VU	1 – 2
<i>C. mussivus</i>	slank bananslørsopp	NT	30+	<i>S. leucopus</i>	glatt storpigg	NT	150+
<i>Hydnellum auratile</i>	flammebrunpigg	VU	4	<i>S. scabrosus</i>	besk storpigg	VU	12
<i>Hygrocybe russocoriacea</i>	russelørvokssopp	NT	1	<i>Tricholoma apium</i>	lakrismusserong	NT	20+
<i>H. splendidissima</i>	rød honningvokssopp	NT	1	<i>T. atroscamosum</i>	svartspettet musserong	NT	1
<i>Hygrophorus atramentosus</i>	blågrå vokssopp	EN	15+	<i>T. batschii</i>	besk kastanje-musserong	NT	1
<i>H. calophyllus</i>	fagervokssopp	EN	20+	<i>T. joachimii</i>	sienamusserong	EN	20

Tabell 1. Forekomst og antall delforekomster (dels skjønsmessig) for rødlistede storsopper. RL= kategori på rødlisten (Brandrud et al. 2006). DD= datamangel, NT= nær truet, VU= sårbar, EN= sterkt truet.

Occurrence and number of populations (partly estimations) of red listed macromycetes. RL = category in the current Norwegian Red list for fungi (Brandrud et al. 2006). DD = Data deficient, NT = Near threatened, VU = Vulnerable, EN = Endangered.

høye poengsummer de enkelte får etter vår verdiskala (Tabell 3). Summene ligger mellom 221 og 109, med Ansok desidert høyest og Linge og Fjørå på de følgende plasser. Dette er også lokaliteter som har de høyeste antallet truede arter (EN), og de er alle lokaliteter hvor flere sjeldne arter opptrer. Siden det er blitt et godt samsvar mellom vurderinger foretatt etter anerkjente andre kriterier og verdisseting ut fra funngaen, anser vi den foreslåtte verdissetingen som fornuftig. Men med større kunnskaper om soppforekomstene på Nordvestlandet er det sannsynlig at

verdier for enkelte arter bør justeres.

Selv om et verdisset for storsopper kan være et verdifullt hjelpemiddel ved verne vurderinger, spesielt fordi det kan fange opp forhold som ikke tas i betraktning ved andre former for verne vurdering, er det verd å merke seg at den synlige delen av en lokalites funga (fruktlegemene) varierer sterkt fra år til år, og gjennom året, slik at inventeringer kan være nødvendig gjennom flere år, med flere besøk årlig, for å få et dekkende bilde. I tabell 3 kommer dette tydelig fram for de to nederste lokalitetene som vi anser som

<i>Vitenskapelig navn</i>	Norsk navn	P.	<i>Vitenskapelig navn</i>	Norsk navn	P.
<i>Albatrellus confluens</i>	franskbrødsopp	1	<i>Porphyrellus porphyrosporus</i>	falsk brunskrubbe	2
<i>Cortinarius glaucopus</i>	fibret slørsopp	1	<i>Ramaria botrytis</i>	rødtuppsopp	2
<i>Craterellus lutescens</i>	gul trompet- kantarell	1	<i>R. cf. flavescens.</i>	(de store, gule korallsoppene)	2
<i>Hydnellum ferrugineum</i>	rustbrunpigg	1	<i>Russula aurea</i>	gullkremle	2
<i>H. peckii</i>	skarp rustbrunpigg	1	<i>R. azurea</i>	drueblå kremle	2
<i>Phellodon tomentosus</i>	beltesølvpigg	1	<i>T. focale</i>	teglrød kragemusserong	2
<i>Russula coerulea</i>	pukkelkremle	1	<i>T. fucatum</i>	røykmusserong	2
<i>Sarcodon squamosus</i>	furuskjellpigg	1	<i>T. stans</i>	ustripet kastanjemusserong	2
<i>Tricholoma equestre</i>	riddermusserong	1	<i>T. sudum</i>	brunhvit musserong	2
<i>Albatrellus subrubescens</i>	furufåresopp	2	<i>Boletopsis grisea</i>	furugråkjuke	5
<i>Amanita phalloides</i>	grønn fluesopp	2	<i>Cortinarius aureofulvus</i>	gullslørsopp	5
<i>Bankera fuligineoalba</i>	lurvesøtpigg	2	<i>C. barbarorum</i>	tvillingslørsopp	5
<i>B. violascens</i>	knippesøtpigg	2	<i>C. caesiostramineus</i>	besk slørsopp	5
<i>Cortinarius cinereoviolaceus</i>	kystslørsopp	2	<i>C. cupreorufus</i>	kopperrød slørsopp	5
<i>C. cumatilis</i>	praktslørsopp	2	<i>Phellodon niger</i>	svart sølvpigg	5
<i>C. elegantior</i>	gyllenbrun slørsopp	2	<i>Ramaria sanguinea</i>	blodflekkorall- sopp	5
<i>C. mussivus</i>	slank bananslørsopp	2	<i>R. cf. eosanguinea</i>	(de gulrøde korallsoppene)	5
<i>C. papulosus</i>	grynslørsopp	2	<i>Russula roseipes</i>	rosenfotkremle	5
<i>C. sulfurinus</i>	svovelslørsopp	2	<i>Sarcodon glaucopus</i>	blåfotstorpigg	5
<i>Hydnellum aurantiacum</i>	oransjebrunpigg	2	<i>S. leucopus</i>	glatt storpigg	5
<i>H. caeruleum</i>	blå brunpigg	2	<i>S. scabrosus</i>	besk storpigg	5
<i>H. conrescens</i>	beltebrunpigg	2	<i>Tricholoma apium</i>	lakrismusserong	5
<i>Hygrophorus agathosmus</i>	duftvokssopp	2	<i>T. atosquamosum</i>	svartspettet musserong	5
<i>H. gliocyclus</i>	gul furuvokssopp	2	<i>T. colossus</i>	kjempe- musserong	5
<i>H. karstenii/ melizeus</i>	gulskivevokssopp	2	<i>Hydnellum auratile</i>	flammebrunpigg	15
<i>Lactarius musteus</i>	fururiske	2	<i>Hygrophorus atramentosus</i>	blågrå vokssopp	15
<i>Phellodon melaleucus</i>	svarthvit sølvpigg	2	<i>H. calophyllus</i>	fagervokssopp	15
<i>Porphyrellus porphyrosporus</i>	falsk brunskrubbe	2	<i>Sarcodon fuligineoviolaceus</i>	blekkstorpigg	15
<i>Ramaria botrytis</i>	rødtuppsopp	2	<i>Tricholoma joachimii</i>	sienamusserong	15

Tabell 2. Forslag til verdipoeng, P, (signalartpoeng) for storsopper i mineralrike furuskoger i Møre og Romsdal.

Proposal for value points, P, (signal species values) for macromycetes occurring in mineral rich pine forests in Møre og Romsdal county.

Naturbasenr.	Lokalitetsnavn	Poeng	EN
BN00008315	Ansok	221	4
BN00008316	Lauvvikane – Ovrå	149	3
BN00008393	Lauvvikane	162	3
BN00008410	Linge	147	5
BN00038813	Liabygda	109	2
BN00038814	Fjørå: Vikane	112	1
BN00038815	Vika: Ytterli	145	3
BN00038816	Fjørå: Nerhus	160	6
BN00038817	Lingåsen	146	2
	Liabygda: Brauta	61	1
	Ovråneset	83	2

Tabell 3. Signalartpoeng for kartlagte lokaliteter (se Fig. 3). Antall arter i rødlistekategorien EN (sterkt truet) er vist i kolonnen EN. Naturbasenr. refererer til lokalitetens ID-nummer i www.naturbase.no.

Signal species values for mapped localities (see Fig. 3). Number of species in the Red list category EN (endangered) is shown in the last column.

verneverdige, men som bare har oppnådd lave poengsummer. Disse to har vi besøkt bare en gang.

Nedenfor drøftes hvordan det store artsmangfoldet av sjeldne sopper på visse steder i Storfjorden kan forklares.

Berggrunn, topografi og klima

Mange mykorrhizasopper viser seg å foretrekke mineralrik jord, med god tilgang på lettforvitrelige bergarter. Dette er det rikelig av flere steder på Vestlandet, og bl.a. is- og steinsprang ser ut til å forhindre akkumulering av et tykt strødekke. En sørlig til vestlig eksponering, med mange bratte og godt soleksponerte lier (Fig. 9), sørger også for en rask omsetning av strø, med forholdsvis rask omdanning til mer eller mindre mineralrik jord. Med unntak av rasvifter er humusdekket oftest tynt, med rask

oppbløting ved nedbør og like rask uttørring i tørkeperioder. Rasviftene består på sin side for en stor del av sterkt forvitret og svært næringsrik mineraljord. Et relativt vintermildt og sommervarmt klima, med jevne nedbørmengder, sørger i tillegg for at det skapes vilkår for et stort antall kravfulle karplanter knyttet både til det sørøstlige elementet og til kystelementet (jf. Fægri 1960, Fægri og Danielsen 1996). Det samme ser ut til å gjelde for sopper. Over steinurer og svaberg blir det magasinert godt med varme året rundt, slik at lokalklimaet her er vesentlig bedre enn hva forholdene på landskapsnivå skulle tilsi. Det er også interessant at det på nivået småskalatopografi lokaliseres hundrevis av sesongoverrislede berg og småbekker, noe som skaper artsrike, vekselfuktige miljøer. Slike steder er overrepresenterte med hensyn til både artsutvalg og sjeldne arter, og er sammen med kvaliteter knyttet til kontinuitet, berggrunn, topografi og lokalklima en viktig medvirkende årsak til den unike sammen-setningen av arter samt mengden av disse.



Figur 9. Delområdet mellom Liabygda og ferjeleiet ved Grovaneset, med kompakt, gammel furuskog. *Old pine forests in the subarea between Liabygda and the ferry pier at Grovaneset. Photo: Perry Larsen.*

Skogshistorie og mykorrhizasopper

Mykorrhizasopper er helt avhengige av vertstrærne de lever i symbiose med. Arter som har vansker med å spre eller etablere seg kan ha kommet sammen med trærne samtidig som de vandret inn etter siste istid. Furu-skoger med innslag av mange sjeldne arter kan derfor indikere økosystemer av reliktkarakter. Nitare (pers. medd.) mener (sitat) ”att tallskogarna i Storfjorden med innslag av hassel på tunn och mineralrik rasmark representerar en mycket gammal och ursprunglig skogstyp (ekosystem) som numera inte återfinns på andra håll i Nordeuropa. Tall-hassel-skogarna var en vanlig skogstyp under så kallat Boreal och tlantisk tid (ca 7500-3000 år f. Kr, jf. Berglund 1968). De mykorrhizasvampar som följde med tallen och hasseln i expansionen norrut under denna tid kan ha överlevt i dessa rasmarker under årtusenden och då utgöra så kallade relikter. Kontinuitetsskogar av denna typ med en ansamling av hotade arter är därför av högsta skyddsvärde i ett internationellt perspektiv”.

I en biologisk sammenheng er det selvsagt viktig med lang kontinuitet for tresjiktet, men i forhold til forekomst av markboende gammelskogsarter er kontinuitet i rotsjiktet for de respektive vertstrærne vel så viktig. Kontinuitet i rotsjiktet er trolig en viktig delårsak til det brede utvalget og den sterke konsentrasjonen for en del arter. Fordi ett og samme mycel ofte kan ha mykorrhiza med flere trær samtidig vil forsiktig hogst (plukkhogst) i noen tilfeller kunne være akseptabelt, og nesten uansett hvor utligjengelige lokalitetene er, ser vi at det gjennom århundrene har vært plukkhogd. Disse skogene har primært blitt brukt til eget formål (bygging av hus m.v.). Innenfor området er det få og små eksempler på flatehogster, det samme gjelder granplantasjer. Gran viser heller ingen tegn til spredning i tørrere partier. Som følge av kontinuiteten er det stedvis et brukbart utviklet innslag av sjeldne, ved-

boende arter, selv om det ikke finnes like mye død ved (liggende og stående) overalt. Det er nok generelt svak dødvedkontinuitet de siste 3-400 år. Det er fullt mulig at mange av de marklevende soppene innvandret sammen med furua (og hasselen) etter siste istid, altså for 8000 år eller lenger siden. Samtidig er det overveiende sannsynlig at mycelene for flere soppforekomster er vesentlig eldre enn alderen for de eldste trærne, da mycel i prinsippet kan ha ubegrenset alder (jf. Nitare 2006).

Hvor sjeldne er furuskogene i Storfjorden?

Som nevnt ovenfor har vi i Møre og Romsdal etter hvert mye data om sopp i mineralrike furuskoger fra særlig Nordmøre og Sunnmøre (jf. Gaarder et al. 2005). Rottåsberga i Tingvoll på Møre og ca 20 km sørøstover i Sunndalsfjorden har et lignende miljø som i Storfjorden, hvor Rottåsberga oppnår 150 signalartpoeng etter vårt system. Mange av de samme artene og kvalitetene nevnt ovenfor opptrer også her, men topografien er om mulig enda vanskeligere enn i Storfjorden, slik at området foreløpig ikke er tilfredsstillende undersøkt. Lenger sør, i Nordfjord i Sogn og Fjordane, er det begrenset med slike furuskoger, og flere undersøkte forekomster har virket fattige og lite egnet for kravfulle, marklevende sopper. Lokaliteter med et ganske rikt mangfold finnes, men dekker forholdsvis små arealer sammenlignet med Storfjorden, og hittil er ikke de mest eksklusive artene påvist her. I indre Sogn er det derimot store arealer med tørre og potensielt interessante furuskoger, vesentlig større enn i Storfjorden. Disse er foreløpig gjennomgående dårlig undersøkt. Mindre områder som ligger på rik berggrunn (fyllitt) er sjekket enkelte år i Lustrafjorden og ser ut til å kunne måle seg med lokalitetene i Storfjorden. De største furuskogsområdene ligger på fattigere berggrunn (særlig anortositt), og

sporadiske undersøkelser indikerer at flere interessante forekomster av marklevende sopper knyttet til furu opptrer, men at de mest eksklusive artene ser ut til å mangle, og at store arealer har for det meste få og trivielle arter (Geir Gaarder pers. medd.). En av forfatterne (DH) har nylig gjennomført kartlegging av naturtyper i Hordaland, i Hardangerkommunene Granvin, Jondal, Kvam, Odda og Ulvik (Holtan 2007, 2009a, b, 2010a, b). Furuskogene i Hardanger har vært sterkt utnyttet over lang tid, noe som særlig skyldes de lange båtbyggertradisjonene. Det er derfor vanskelig å finne intakt gammel-skog. En soleksponert, svært bratt lokalitet ytterst i Osafjorden i Ulvik virker litt lovende, med funn av enkelte gode signalarter på karplantesiden. I hovedsak virker de undersøkte furuskogene i indre Hardanger likevel fattige, med mye skinn røsslyngskog (knausskog). Vestlandsfjordene er imidlertid store og ofte vanskelig tilgjengelige, og det ville være feil å avskrive dem som potensielt gode sopplokaliteter uten mer målrettede feltundersøkelser.

”Fjordfuruskogene” på Nordvestlandet lar seg samtidig vanskelig sammenligne med kalkfuruskogene østpå. Store økologiske forskjeller som følge av forskjeller i klima, treslagssammensetning, topografi, historikk og berggrunn medfører at man bør se på dem som forskjellige utforminger av samme naturtype. Dette gjelder spesielt de lavereliggende kalkskogene på kambrosilurområdene i Oslofeltet. Tom Hellig Hofton (pers. medd.) kan likevel opplyse om at det finnes mineralrike furuskoger i bratte, soleksponerte lier en del steder i dalførene i Telemark, Buskerud, Oppland og Hedmark, også i høyereliggende strøk, med funn av en del rødlistede mykorrhizasopper. Blant annet ble det høsten 2009 funnet både glattstorpigg og besk storpigg i Sjodalen (Vågå, Oppland) på 900-950 m o.h., sammen med flere delfore-

komster av furufåresopp og ”taigaartene” *Hydnellum gracilipes* og *Phellodon secretus*, men også arter som vassbelteriske (*Lactarius aquizonatus*) og kopperrød slørsopp er funnet i slike miljøer. Liknende er også påvist i Tinn (Telemark) og Sigdal (Buskerud). Disse brattlendte furuskogene synes foreløpig tilsynelatende å vise mer slektskap med tilsvarende skoger på Vestlandet enn med de mer ”klassiske” kalkskogene på sørlige Østlandet, men de er foreløpig dårlig undersøkt for sopper, og framtida får vise hvor disse best skal ”plasseres”.

En interessant kommentar fra Nitare under besøket hans i Storfjorden 22. og 23. september 2009 var for øvrig en umiddelbar sammenlikning med deler av artsinventaret i kalkfuruskogene på Gotland. Likheter kan skyldes kombinasjon av et marint klima, med milde vintre, og mineralrike furuskoger med lang trekontinuitet. I Sverige er Gotland kjerneområdet for glatt storpigg, og Sveriges eneste kjente forekomst av sienamusserong er på øya. Disse to artene er nå godt dokumenterte fra Storfjorden, slik at man må overveie om de må regnes som vestlige arter, og ikke østlige, slik som tidligere antatt. Nitare hadde heller aldri sett disse to artene voksende sammen med furufåresopp, furugråkjuke og lakrismusserong, og disse vasser man jo bokstavelig talt i i Storfjorden. Nevner man i tillegg de tette konsentrasjonene av sjeldenheter som furufiltkjuke (*Inonotus triqueter*, minst 12 funn), blågrå vokssopp, fagervokssopp, mengdene av kjempemusserong og *Ramaria*-arter, samt et stedvis godt utviklet mangfold og mengde av vedboende resupinate arter (som ikke er tatt med i dette arbeidet), synes det mer og mer klart at Storfjorden har unike kvaliteter også i en internasjonal sammenheng, både hva gjelder arter, arealstørrelse og kontinuitet. I alle fall er dette storområdet foreløpig den mest verdifulle, mineralrike furuskogen som hittil er dokumentert på Vestlandet, sammen med

Rottåsberga i Tingvoll. I tillegg kan det være av de mest verdifulle i Norden/Nord-Europa.

TAKK

Geir Gaarder, Tom Hellik Hofton, John Bjarne Jordal og Johan Nitare takkes for kommentarer til manuskriptet samt gode innspill. Vi må også rette en takk til de fagfolkene som i alle disse årene tålmodig har hjulpet oss med å artsbestemme, konfirmere eller ombestemme mange av funnene våre. Dette gjelder Tor Erik Brandrud, Gro Gulden, Even W. Hanssen, Even Høgholen og Leif Ryvarden.

REFERANSER

- Berglund BE, 1968. Vegetationsutvecklingen i Norden efter istiden. Sveriges natur. Svenska naturskyddsföreningens Årsbok 1968, 31-52.
- Brandrud TE, Bendiksen E, Hofton TH, Høiland K, Jordal JB, 2006. Sopp, i: Kålås JA, Viken Å, Bakken T. (red.), Norsk Rødliste 2006 (2006 Norwegian Red List). Artsdatabanken, Norway.
- Bredesen B, Røsok Ø, Aanderaa R, Gaarder G., Økland R, Haugan R, 1994. Vurdering av indikatorarter for kontinuitet, granskog i Øst-Norge. NOA-rapport 1994-1, 123s.
- Bredesen B, Haugan R, Aanderaa R, Lindblad I, Økland B, Røsok Ø, 1997. Vedlevende sopp som indikatorarter på kontinuitet i østnorske granskoger. Blyttia 54, 131-140.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN), 2006. Kartlevving av naturtyper – Verdisetting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13 2. utgave 2006 (oppdatert 2007).
- Fremstad E, 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12, 279 s.
- Fægri K, 1960. The coast plants, i: Fægri K, Gjærevoll O, Lid J, Nordhagen R (Eds), Maps of distribution of Norwegian plants, I. University of Bergen., 134 s. + 54 pl.
- Fægri K, Danielsen A, 1996. Maps of distribution of Norwegian vascular plants. Volume III. The southeastern element. Fagbokforlaget, Bergen. 129 pp. + maps.
- Gaarder G., Hofton TH, Blindheim T, 2008. Naturfaglige registreringer av bekkekløfter i Hedmark, Oppland og Sør-Trøndelag i 2007. Biofokus-rapport 2008-31.
- Gaarder G., Holtan D, Larsen P, 2007. Slekten skogvokssopper *Hygrophorus* på Nord-Vestlandet. Agarica vol. 27, 47-57.
- Gaarder G, Holtan D, Jordal JB, Larsen P, Oldervik F, 2005. Marklevende sopper i hasselrike skoger og mineralrike furuskoger i Møre og Romsdal. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, areal- og miljøvernnavdelinga. Rapport 3 – 2005, 101 s. inkl. kart og bilder.
- Gulden G, Hanssen EW, 1992. Distribution and ecology of stipitate hydneaceous fungi in Norway, with special reference to the question of decline. Sommerfeltia 13, 1-58.
- Hallgrímsson H 1963. Islenzkir broddsveppir. Flóra 1, 142.144.
- Halvorsen R., Andersen T, Blom HH, Elvebakk A, Elven R, Erikstad L, Gaarder G, Moen A, Mortensen PB, Norderhaug A, Nygaard K, Thorsnes T, Ødegaard F, Mjelde M, Norderhaug KM, 2008. Inndeling av økosystem-hovedtyper i grunntyper (bunn- og marktyper). Naturtyper i Norge Bakgrunnsdokument 5, 1-80.
- Haugset T, Alfredsen G, Lie MH, 1996. Nøkkelbiotoper og artsmangfold i skog. Siste Sjanse, Oslo.
- Hofton TH, 2003. Trillemarka-Rollagsfjell: en sammenstilling av registreringer med hovedvekt på biologiske verdier. Siste Sjanse - rapport 2003-5.
- Hofton TH, Blindheim T, Klepsland J, Reiso S, Heggland A, Abel K, Brandrud TE, Fjeldstad H, 2007. Naturfaglige registreringer i forbindelse med vern av skog på Statskog SFs eiendommer. Del 3 Årsrap-

- port for registreringer i HE og Midt-Norge sør for Saltfjellet 2006. – NINA Rapport 268, 185 s inkl. Vedlegg.
- Holtan D, 2006. Unike skoger. Forslag til vern. Norges Naturvernforbund. Rapport nr 5/2006, 1-154.
- Holtan D, 2007. Kartlegging og verdisetting av naturtyper i Jondal. – Jondal kommune og Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 2/2007, 1-41. ISBN: 978-82-8060-058-5.
- Holtan D, 2008. Olivinskogene i Norge – en oppsummering av status og verdi. Rapport 2008:06. Møre og Romsdal fylke, areal- og miljøvernavdelinga, 54 s. ISBN 978-82-7430-161-0.
- Holtan D, 2009a. Kartlegging og verdisetting av naturtyper i Kvam. Kvam herad og Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvern-avdelinga. MVA- rapport 1/2009, 1-106. ISBN 978-82-8060-065-3.
- Holtan D, 2009b. Kartlegging og verdisetting av naturtyper i Odda. Odda kommune og Fylkesmannen i Hordaland. MVA-rapport 7/2009, 91 s. ISBN 978-82-8060-070-7.
- Holtan D, 2010a. Supplerande kartlegging av naturtyper i Granvin herad. Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 2/2010, 79 s. ISBN-978-82-8060-074-5.
- Holtan D, 2010b. Supplerande kartlegging av naturtyper i Ulvik herad. – Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 3/2010, 87 s. ISBN: 978-82-8060-075-2.
- Holtan D, Gaarder G, 2006. Sjeldne stor-piggsopper (*Sarcodon*) på Vestlandet. *Agarica* 26, 105-117.
- Jordal JB, Gaarder G, 1993. Soppfloraen i en del ugjødsle beitemarker og naturenger i Møre og Romsdal og Trøndelag. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, miljøvern-avdelinga. Rapport nr 9.
- Løvdal I, Heggland A, Gaarder G, Røsok Ø, Hjermand D, Blindheim T, 2002. Siste Sjanse metoden: en systematisk gjennomgang av prinsipper og faglig begrunnelse. Siste Sjanse rapport 2002-11.
- Moen A, 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss.
- Naturbase, Direktoratet for naturforvaltning, <http://www.naturbase.no>
- Nitare J, 2005. Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsen forlag. 2. Utgave.
- Nitare J, 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av rödlistade fjälltaggsvampar (*Sarcodon*). Rapport 5609. Naturvårdsverket.
- Nitare J, 2008. Gräddfingersvamp (*Ramaria lacteobrunnescens*) funnen för första gången i Nordeuropa i en uppländsk kalkbarrskog. *Svensk Mykologisk Tidskrift* 29: 16-25.
- Norsk Soppdatabase, NSD 2010. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Sitert 2009.
- Tveten E, Lutro O, Thorsnes T, 1998. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart ÅLESUND, M 1:250 000. Norges geologiske undersøking.

Vedboende sopp på furu i midtre og indre deler av Møre og Romsdal

Geir Gaarder¹ og Tom HELLIK Hofton²

¹Miljøfaglig Utredning AS, NO-6630 Tingvoll, Norge, E-post: gaarder@mfu.no

²BioFokus, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo, Norge, E-post: tom@biofokus.no

English title: Wood-inhabiting fungi on *Pinus sylvestris* in middle and inner districts of Møre og Romsdal County, West Norway.

Gaarder G, Hofton TH, 2010. Vedboende sopp på furu i midtre og indre deler av Møre og Romsdal. *Agarica* 2010, vol. 29, 45-60.

NØKKELOORD

Furu, Møre og Romsdal, rødlistearter, utbredelsesmønstre, vedboende sopp.

KEY WORDS

Distribution patterns, Møre and Romsdal, *Pinus sylvestris*, red-listed species, wood-inhabiting fungi.

ABSTRACT

This paper presents knowledge about the wood-inhabiting fungi on Scots pine (*Pinus sylvestris*) in middle and inner districts of Møre og Romsdal County. The connection between fungal diversity, forestry and geographical distribution is emphasized. The species diversity seems clearly higher than in coastal areas further south in W Norway, but cannot match the pine forests of inner parts of SE Norway or in north-eastern parts of Fennoscandia. On the other hand, several species that were earlier presumed to have a clearly eastern distribution, have turned out to be frequent also in the old pine forests of the more oceanic western Norway. Thirty-seven red listed wood-inhabiting species associated mainly with pine in Norway have been found in Møre og Romsdal County, and some of them have nationally important

populations in this region. The data are, for now, considered too sparse to form a basis for an indicator species list including indicator values for the different species. Several species, however, exhibit an ecology and/or nested distribution that clearly point to them being suitable indicator species of old-growth pine forests in the region.

SAMMENDRAG

I denne artikkelen presenteres kunnskap om fungaen av saprotrofiske og dels parasittiske arter på furu i midtre og indre deler av Møre og Romsdal. Det er lagt vekt på å belyse sammenhengen mellom diversitet, skogpåvirkning og utbredelsestrek. Selv om antall arter og populasjonsstørrelser ikke kan måle seg med furuskogene på Indre Østlandet og nordøstover i Fennoscandia, virker diversiteten vesentlig høyere enn lenger sør på Vestlandet. Samtidig synes flere tidligere antatt østlige arter å forekomme frekvent også i gamle furuskoger i de mer oseaniske delene av Vestlandet. Trettisju rødlistearter med hovedtilknytning til bartrær er funnet på furu i fylket, og flere av dem har nasjonalt viktige populasjoner i regionen. Datagrunnlaget vurderes fremdeles som for tynt til å presentere en liste over de ulike artenes indikatorverdi, men flere viser en økologi og/eller klumping av utbredelse som peker i retning av at de er gode signalarter for gammel og lite påvirket furuskog i regionen.

INNLEDNING

Hittil er det publisert lite om vedboende sopp på furu på Vestlandet. Litt kommer fram av

generell sopplitteratur (som Ryvarden og Gilbertson 1993, 1994, Ryvarden et al. 2002). Samtidig gir Norsk Soppdatabase (NMD 2010), samt i økende grad artsobservasjonene som ligger i Artskart til Artsdatabanken (2010a), en til enhver tid oppdatert oversikt over kjent utbredelse. Mer detaljerte studier som tar for seg artsrikdom og økologi har det vært få av, men et par undersøkelser er gjort i indre Sogn: Oldervik (2005) kartla arter på furu i Vettismorki i Årdal og Støverud (1981) tok hovedfagsoppgave på vedboende sopp i Luster.

Det har utvilsomt vært alminnelig antatt, men sjelden offisielt uttrykt, at skogene på Vestlandet har en mindre artsrik og interessant funnga av vedboende sopp enn mer kontinentale regioner. Tidligere har meget hard utnyttelse av skogene i landsdelen gjennom mange hundre år ført til både lave konsentrasjoner og dårlig kontinuitet i dødt trevirke over store områder, noe som har påvirket den vedboende fungaen negativt. Mange vedboende sopper ser samtidig ut til å ha et klimatisk betinget, kontinentalt mønster i utbredelsen, og de vil derfor naturlig være sjeldne eller mangle i oseaniske strøk. Lave sommertemperaturer og mye nedbør kan gi lange perioder med vannmetning og tilhørende problemer med oksygenmangel for vedboende sopp, og kan være en av flere bakenforliggende årsaker til dette (se f.eks. Ryvarden 1998).

I noen grad har ulike kartlegginger av vedboende sopp på Vestlandet og i Midt-Norge de siste 20 årene vist at en slik hypotese holder stikk. Det er slående forskjeller i artsrikdommen når en sammenlikner de oseaniske granskogene i Midt-Norge med granskogene på Østlandet, noe som kom klart fram under vernekartlegginger av skog på statsgrunn (Hofton et al. 2006, Hofton et al. 2007), og som også er vist av Høiland og Bendiksen (1997). I Rogaland og Hordaland, samt midtre og ytre strøk nord til og med

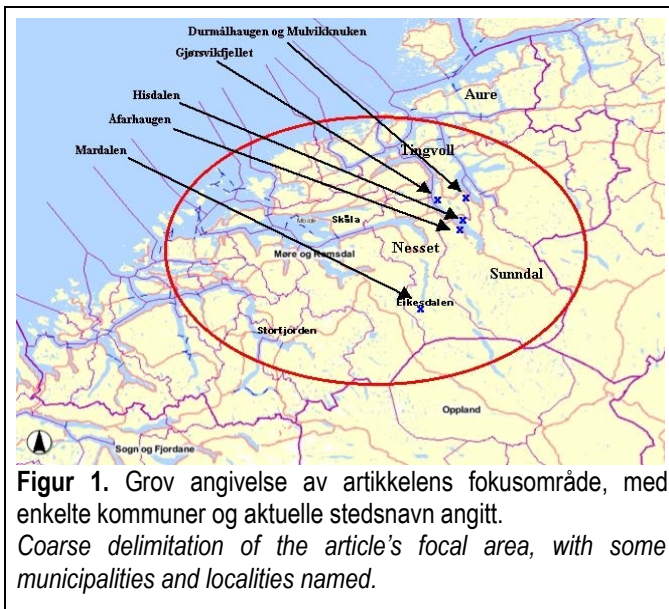
Romsdal, er det blitt gjort få interessante funn, ikke minst sammenlignet med hva som er påvist i regionen i samme periode blant marklevende sopp, lav og moser. Dette er samtidig de delene av Vestlandet der utnyttingen av skogene har vært hardest og der store deler ligger i klart oseanisk eller sterkt oseanisk vegetasjonsseksjon (Moen 1998).

Derimot viser undersøkelser i indre strøk av Sogn (Brandrud et al. 2001, Hofton 2003a) og Møre og Romsdal (bl.a. Eikesdalen i Nesset (Husby 2007, Jordal og Læssøe 2009)) og på flere lokaliteter i Sunndal (se bl.a. Blindheim et al. 2009)), at det i enkelte indre distrikter kan være en svært rik funnga av vedboende arter i rike lauvskogsmiljøer. Også i ytre strøk, som på ytre Nordmøre, har grundige studier av furuskogene i Aure utført av Finn G. Oldervik (pers. medd.), vist en forbausende stor diversitet av barksopper, inkludert flere nasjonalt og internasjonalt sjeldne arter.

I denne artikkelen fokuserer vi på funngaen av vedboende sopp (primært kjuker og barksopp) på furu i midtre og indre deler av Møre og Romsdal (figur 1). Formålet er dels å sammenligne med tilsvarende funnga i Aure kommune, andre deler av Vestlandet, samt Østlandet, for å få fram et bilde av utbredelsemønstre og disse mønstrenes sammenheng med naturgitte faktorer og menneskelig påvirkning av skogmiljøene. I tillegg presenteres enkelte vurderinger av artenes økologi og signalverdi for biologisk verdifulle gammelskogsmiljøer. Materialet er mer heterogent og sparsomt enn det som Finn G. Oldervik har for Aure, men indikerer likevel interessante trender og mønstre.

MATERIALE OG METODER

Geografisk er hovedvekten lagt på midtre og indre strøk i Møre og Romsdal (Fig. 1). Innenfor dette området har både artikkelforfatterne og Dag Holtan, John Bjarne Jordal, Perry Larsen og Finn G. Oldervik gjort



sprede innsamlinger av vedboende sopp over en periode på nærmere 20 år, med størst aktivitet etter årtusenskiftet. Dette har dels foregått innenfor ulike typer oppdragsregistreringer, både tilknyttet kommunal naturtypekartlegging, nøkkelbiotopundersøkelser i skog, skogvern, bekkeløftundersøkelser og konsekvensutredninger (f. eks. Gaarder et al. 1997, Jordal 2004, Blindheim et al. 2009). Av ubetalte fritidsundersøkelser bør særlig kartleggingen av fungaen i Storfjorden på Sunnmøre utført av Dag Holtan og Perry Larsen (se bl.a. Holtan 2006, Holtan og Larsen 2010) trekkes fram. I tillegg kommer kartlegginger foretatt i regi av soppforeningen Risken under deres høstsamlinger i Eikedalen i Nettet.

Innsamlingsmetodikk har hatt en ganske tilfeldig karakter. Mest kartleggingsinnsats har det vært i gammel furuskog som innehar dødt trevirke i ulike nedbrytningsstadier (figur 2), men også mer påvirkede skoger med lite død ved og dårligere variasjon i nedbrytningsstadier er blitt undersøkt. Særlig er poresopper og barksopper registrert, men i liten grad de mest uanselige barksoppene, for

eksempel slektene *Athelia*, *Botryobasidium* og *Tomentella*. Søket har vært spesielt rettet mot middels til sterkt nedbrutte læger og da ikke minst på undersiden av slike (der det har vært mulig å komme til). Ferske og lite nedbrutte læger er litt mindre vektlagt (først og fremst fordi slike elementer gjennom egen og andres erfaring har vist seg å ha svært få interessante/sjeldne arter). Eget materiale er dels bestemt av artikkelforfatterne, men mye av materialet har Even Høgholen (Løten), gått igjennom, dels også Leif Ryvarden (Universitetet i Oslo). Hittil er det gjort flere hundre innsamlinger av barksopper og

poresopper på furu i midtre og indre deler av fylket. I tillegg kommer et betydelig antall observasjoner av vanlige, lett kjennelige arter i felt, der det vanligvis ikke er tatt belegg og heller ikke innlagt i databasene som ubelagte observasjoner.

Nomenklatur følger i hovedsak Artsnavnebasen til Artsdatabanken (2010b) både for norske og vitenskapelige navn. Rødlistekategorier følger Brandrud et al. (2006), der DD = datamangel, NT = nær truet, VU = sårbar og EN = sterkt truet.

RESULTATER OG DISKUSJON

1. Økologiske trekk

Erfaringene bekrefter i stor grad tidligere kunnskap om artenes substrattilhørighet og habitatkrav, og det er ikke observert vesentlige forskjeller fra andre deler av landet mht dette.

Mens egne og andres erfaringer fra de humide granskogene i Trøndelag og eikeskogene sørover på Vestlandet er at flere arter viser tilpasninger for å unngå høy vannmetning (søker opp fra bakken på læger som



Figur 2. Gammel furuskog i Mardalen: På sørsiden av Mardalen i Eikesdalen finnes et større parti gammel furuskog, med gamle, dels meget kraftige trær og en del grov død ved, også noe i sterkt nedbrutte stadier. Dette representerer samtidig en vestnorsk skogstype som er unik i Nord-Europa, der furu opptrer i blanding med ulike lauvtrær som osp, alm og hassel på rik mark. Foto: Tom H. Hofton.

Old-growth pine forest in Mardalen: S of Mardalen in the valley of Eikesdalen, we find a larger area of old-growth pine forest, with old, often very big trees and dead logs, partly as big, rather strongly decayed logs. This type of forest, a mixed forest with pine and different deciduous trees like aspen, elm and hazel, on nutrient rich soil is also unique in northern Europe. Photo: Tom H. Hofton.

henger oppe i lufta eller inn i hulrom), så er ikke dette like tydelig for artene på furu. Tørketilpassede/-tolerante arter som rutetømmersopp (*Antrodia xantha*) og blodkjuke (*Gloeoporus taxicola*) vokser i regionen iblant på stående død furu i tillegg til læger, men dette er vanlig også i andre distrikter. På den andre siden er det flere arter som i mer kontinentale strøk ser ut til å preferere lokalt fuktige steder i terrenget, som ikke viser lignende lokaløkologiske preferanser i vår region. Nitare (2005) oppgir dette for både flekkhvitkjuke (*Antrodia albobrunnea*), svartsoneskjuka (*Phellinus nigrolimitatus*) og tyrikjuka (*Skeletocutis lenis*), og en slik tilpasning ses også svært tydelig i furuskoger bl.a. i indre Troms, Hedmark og Buskerud (TH Hofton egne erfaringer). I Møre og Romsdal, som generelt har fuktige, oseaniske skoger, kan det snarere være at en del arter foretrekker noe tørrere habitater (men bl.a. tyrikjuka ser ut til å foretrekke fuktige stokker også i oseaniske strøk).

Det later heller ikke til å være klare forskjeller i artenes tilknytning til bestemte nedbrytningsstadier eller dimensjoner av substratet, sammenlignet med mer kontinentale skoger. Gulrandkjuka (*Phaelous schwei-*

nitii) og furustokk-kjuka (*Phellinus pini*) vokser omtrent utelukkende på levende trær, furufiltkjuka (*Onnia triquetra*) opptrer som rotparasitt på levende trær og etterfølgende nedbryter, mens fruktlegemer av rødrandkjuka (*Fomitopsis pinicola*) opptrer dels på levende men mest på nylig døde trær, og gullkjuka (*Skeletocutis amorpha*), fiolkjuka (*Trichaptum abietinum*) og tannet fiolkjuka (*T. fuscoviolaceum*) opptrer som pionerarter på nylig døde trær (læger, sjelden på gadd og høgstubber). De tre sistnevnte ses helst på trær der barken delvis sitter igjen, mens rutetømmersopp vil ha harde barkløse stokker. På litt eldre og gjerne noe grovere stokker kommer arter som furumelkekjuka (*Postia leucomallella*) og blygkjuka (*Oligoporus sericeomollis*) inn. For morkne, gjerne litt fuktige stokker er tyrikjuka en typisk art, og på sterkt nedbrutte læger der veden har falt fra hverandre dukker bl.a. strengekjuka (*Porpomyces mucidus*) og mykkjukaerter *Trechispora spp.* opp.

Furu er kjent for å ha et stort mangfold av spesialiserte, vedboende sopper knyttet til seine nedbrytningsstadier, og da særlig trær som har vokst langsomt og fått mye malmved (såkalte ”kelo-trær”) (figur 3)



Figur 3. Kelogadd, Durmålhaugen: En gammel, tydelig vridd furugadd i ei nord-østvendt fjordli på Durmålhaugen, i indre deler av Tingvoll kommune. Det virker sannsynlig at treet må ha vært godt over 250 år gammelt når det døde, og det må ha stått slik i mange ti-år etter den tid. Med unntak av noen sjeldne, gjenstående trær benyttet som grensemerker, så vitner slike furugadder alltid om furuskoger som har vært uvanlig lite påvirket i lang tid. Foto: Geir Gaarder.

Kelo-snag, Durmålhaugen: An old, clearly twisted pine snag standing in a north-easterly exposed fjord-hillside at Durmålhaugen, inner part of Tingvoll municipality. The tree must have been well over 250 years of age when it died, and has clearly remained standing for many decades after death. Except for some few, remaining snags functioning as property boundary markers, these pine snags always tell a tale of pine forests with unusually low human impact for a long time. Photo: Geir Gaarder.

(jf. bl.a. Renvall 1995). Dette ser også ut til å gjelde for midtre og indre deler av Møre og Romsdal. På gamle furulæger, som samtidig er grove, er flekkhvitkjuke og svartsonekjuke sjeldne karakterarter i distriktet. Noen funn er også gjort av den vakkert rødbrune tyri-voksskinn (*Phlebia serialis*) på slike læger. I hulrom på slike stokker kan flere *Postia*-arter opptre, som den sjeldne hengekjuke (*P. ceriflua*) (figur 4) og den vanligere puslekantkjuke (*P. parva*). På mindre vedstykker kan flere spennende barksopper vokse, gjerne på vedskier fra gamle kelo-stubber (dvs. naturlige stubber fra grove, gamle og seintvoksende furutrær), slike som taigapiggskinn (*Odonticum romellii*) og luggskinn (*Physodontia hundellii*).

Det er kjent at flere mykorrhizasopper på Vestlandet opptre sammen med andre treslag enn det som er vanlig på Østlandet eller sørover i Europa. Arter som lever med

eik eller bøk vokser på Vestlandet sammen med hassel og/eller lind, mens typiske granarter vokser sammen med furu (Gaarder et al. 2005). Tilsvarende kan ikke sies å være like tydelig for vedboende arter. Riktignok er det flere eksempler på vanlige granarter som er funnet på furu på Vestlandet, som pigbrodd-sopp (*Asterodon ferruginosus*), tjærekjuke (*Ischnoderma benzoinum*), hyllekjuke (*Phellinus viticola*) og svartsonekjuke, og de sjeldne rosettkjuke (*Postia balsamea*), blomsterkjuke (*P. floriformis*) og dråpekjuke (*P. guttulata*). Alle disse virker likevel sjeldne på Vestlandet, med en tydelig østlig utbredelse, og noe markert skifte i substratvalg er det ikke snakk om, da de også finnes (mer eller mindre sjeldent) på furu i andre regioner.

2. Geografiske utbredelsesmønstre

Det noe sparsomme materialet gir dårlig grunnlag for sikre konklusjoner, men flere



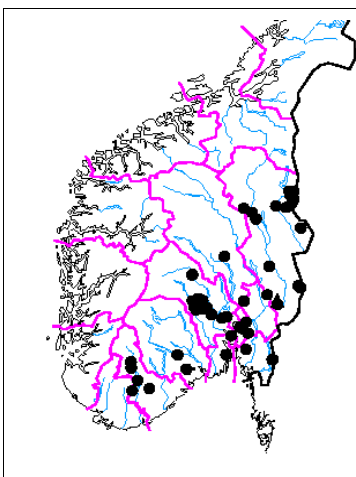
Figur 4. Hengekjuke, *Postia ceriflua*, Mardalen: Hengekjuke er en av de sjeldne kjukene som vokser i furuskogene i Møre og Romsdal. En av de rikeste norske populasjonene av denne EN-arten finnes i den gamle furuskogen på sørsiden av Mardalen i Eikesdalen (Neset kommune). Her er den sett gjentatte ganger siden den først ble påvist i 2006. Den fruktifiserer gjerne inni hulrom på gamle, råtne furulæger. Foto: Tom H. Hofton.

Postia ceriflua, Mardalen: This is one of the rare polypores found in the pine forests of Møre og Romsdal. One of the most important Norwegian populations of this endangered species is situated in the old-growth pine forest on the S-side of Mardalen in the valley of Eikesdalen (Neset municipality). Here, it is observed a number of times after it was first discovered here in 2006. Typically, the species fruitifies in cavities of old, rotten pine logs. Photo: Tom H. Hofton.

ganske klare trekk foreligger. Det er i første rekke snakk om øst-vest-gradienter i utbredelse, sannsynligvis relatert til en oseanitetsfaktor (som har betydning for stokkenes vannmetning), og de relativt brå klimatiske gradientene i øst-vest retning i landsdelen er med på å tydeliggjøre dette. Vanskeligere er det å se nord-sør-gradienter, noe som kanskje heller ikke kan forventes tatt i betraktning at de klimatiske nord-syd gradientene er svake

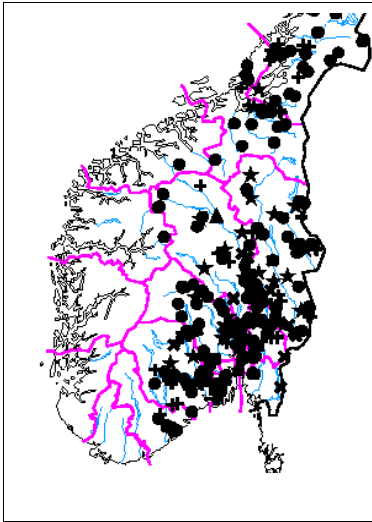
og avstanden mellom lokalitetene er liten.

Interessant og litt overraskende er mangelen på tydelige høydegradienter i funnmassen. Mange interessante arter er funnet i fjellskog, dvs. nordboreal sone, men det er også flere gode lokaliteter som ligger i sørboreal sone, og det er så langt ikke grunnlag for å påstå at noen arter spesifikt hører hjemme i den ene eller andre sonen, selv om det nok er sannsynlig at enkelte arter ved



Figur 5. Kjent utbredelse av okerporekjuke (*Junghuhnia luteoalba*) i Sør-Norge (NSD 2010) (arten er også påvist i Finnmark). Arten når tydeligvis ikke over til Vestlandet eller Trøndelag. Et eksempel på en vedboende sopp knyttet til død furu som viser en tydelig østlig utbredelse i Norge (arten er også relativt frekvent på gran på Østlandet).

Known distribution of Junghuhnia luteoalba in South Norway (NMD 2010) (the species is also found in Finnmark). The species does not seem to occur in western or central Norway. This is an example of a wood-inhabiting fungus living on dead Pinus sylvestris that clearly has an eastern distribution in Norway (it is also relatively frequent on Picea abies in eastern Norway).



Figur 6. Kjent utbredelse til hyllekjuke (*Phellinus viticola*) i Sør-Norge (NSD 2010). Arten er relativt vanlig på Østlandet og i Trøndelag, men sjelden på Vestlandet. Der er den så langt bare funnet innerst i Sogn (Vettismorki i Årdal), øverst i Romsdalen, i Eikesdalen og lengst inn i Sunndal. Arten er tydeligvis svært sjelden selv i de indre fjordstrøkene på Møre, selv om det tilsynelatende burde være mye egnet substrat for arten der.

Known distribution of Phellinus viticola in South Norway (NMD 2010). The species is quite common in eastern and central Norway, but rare in western Norway. There it has so far been found only in the inner parts of Sogn (Vettismorki in Årdal municipality), in the upper part of Romsdalen, in Eikesdalen and the inner parts of Sunndalen. The species is apparently very rare in the inner fjord districts of Møre, even though suitable substrates are common also there.

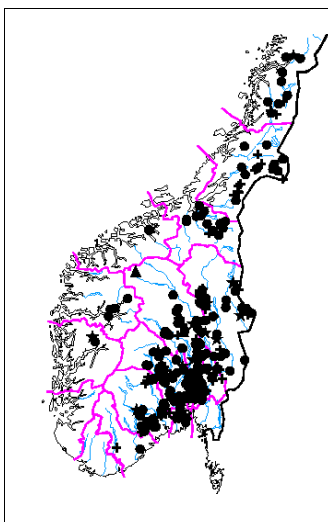
grundigere analyser vil vise slike trekk. En bakenforliggende faktor til dette manglende mønsteret kan være at det i dette distriktet også finnes saktevoksende kelo-trær på lavere høydenivåer, slik at spesialiserte arter knyttet til slike substrater "følger med" ned i lavlandet (bl.a. helt ut på kysten i Aure-distriktet). Flere funn av enkelte arter i høyereliggende skog kan like gjerne skyldes høyere frekvens av gammelskog og kontinuitet i dødt trevirke der, som at artene er særlig tilpasset slik skog. Svært lang og omfattende hogstpåvirkning gjør det generelt vanskelig å få en god forståelse av klimatisk betingede utbredelsestrekk for mange vedboende sopp, ikke minst furuskogsarter. Arter som tilsynelatende er knyttet til fjellskog, kan like gjerne være begrenset til slike områder fordi det er her passende naturskogs kvaliteter fortsatt finnes, snarere enn biogeografiske trekk, dvs. at flere arter snarere er 'naturskogsarter' enn 'taiga-arter' (se bl.a. Hofton 2003b, Heggland et al. 2005).

Betrakter man forekomst i Norge kan det skilles mellom ulike nivåer i øst-vest-gradienten. Den første gruppa utgjøres av klart østlige arter som ikke ser ut til å finnes vestpå. Dette gjelder sannsynligvis arter som langkjuke (*Gloeophyllum protractum*) og

Sistotrema alboluteum. Okerporekjuke (*Junghuhnia luteoalba*) er et annet godt eksempel på en art som illustrerer mønsteret godt (Fig. 5). Dette er arter som i Norge hovedsakelig er knyttet til svakt kontinental vegetasjonsseksjon (C1) og overgangsseksjonen (OC), og som dels også går litt inn i østlige deler av svakt oseanisk seksjon (O1), men ikke i klart oseanisk seksjon (O2).

Noen arter er funnet vest for Langfjellene (som utgjør skillet mellom Øst-Norge og Vest-Norge), innerst i fjordene og i dalførene på Vestlandet, men har en tydelig kontinental trend i sin utbredelse. I praksis snakker en om arter som går ut i svakt oseanisk vegetasjonsseksjon, men som ser ut til å sky et mer oseanisk klima. Litt interessant er at flere av disse artene kanskje heller vokser på gran på Østlandet og i Midt-Norge, slik som kjøttkjuke (*Leptoporus mollis*) og hyllekjuke (Fig. 6) (selv om hyllekjuke kan opptre spredt på furu også i enkelte distrikter på Østlandet).

Det er vanskeligere å skille ut arter som opptre i fjordstrøkene, men mangler ute på kysten. Piggbroddsopp er tilsynelatende en slik art (Fig. 7). Frynsekjuke (*Anomoloma myceliosum*) (Fig. 8) viser en enda klarere tendens, men er såpass sjelden at den er



Figur 7. Kjent utbredelse til piggbroddsopp (*Asterodon ferruginosus*) i Sør-Norge (NSD. 2010), inkludert et nytt funn fra Tingvoll høsten 2009. Arten er utbredt og ganske vanlig på Østlandet og i Trøndelag, men finnes bare inne i fjordene på Vestlandet og ser ut til å mangle helt ut mot kysten. Arten opptrer på flere ulike treslag (men mest på gran) og er heller ingen eksklusiv furuarter på Vestlandet. Funnene i Hardanger er gjort på gran, mens den i indre Sogn er påvist både på furu og osp. Funnet på Tingvoll er fra furu.

Known distribution of Asterodon ferruginosus in South Norway (NMD 2010), including a new find from Tingvoll 2009. The species is widely distributed and quite common in eastern and central Norway, but in western Norway it is restricted to the inner fjord districts, and it seems to be absent from the coastal areas. The species grows on different hosts, but mostly

mindre egnet til å vise et mønster. Svartsonekjuke har enkelte kystnære funn i Aure, men virker noe sjeldnere der enn lenger inn (Fig. 9) (men antall funn er få og dårlig egnet til å finne noe klart mønster).

Dernest kommer arter med en tydelig vid utbredelse, uten noen tydelig østlig tendens. Flere vanlige arter hører hjemme i denne gruppa, som rødrandkjuke og rutetømmersopp, selv om førstnevnte på europeisk nivå har en østlig tendens. Trolig mer overraskende for mange er at også flekkhvitkjuke tilhører denne gruppa (Fig. 10). Flere kilder

har oppgitt denne som en relativt kontinental art, se for eksempel Larsson (1997), Ryvarden (1993) og Ryvarden og Gilbertson (1993). Den er for øvrig også påvist ganske mange ganger i fuktig furuskog i Midt-Norge bl.a. ved skogkartlegginger på statsgrunn (Hofton et al. 2006, Hofton et al. 2007).

I den siste gruppa finner vi arter som viser en vestlig utbredelse og som er sjeldne eller mangler lengre øst. Her er dataene fra kystkommunen Aure utvilsomt bedre egnet enn materialet fra midtre og indre strøk av Møre til å få fram slike trekk. Der er det da

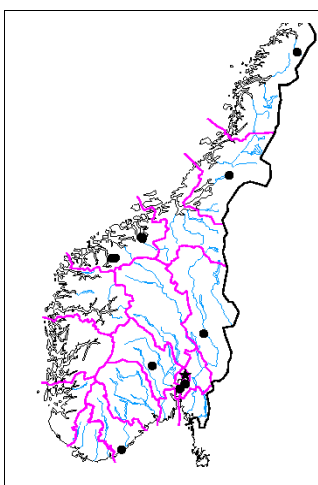
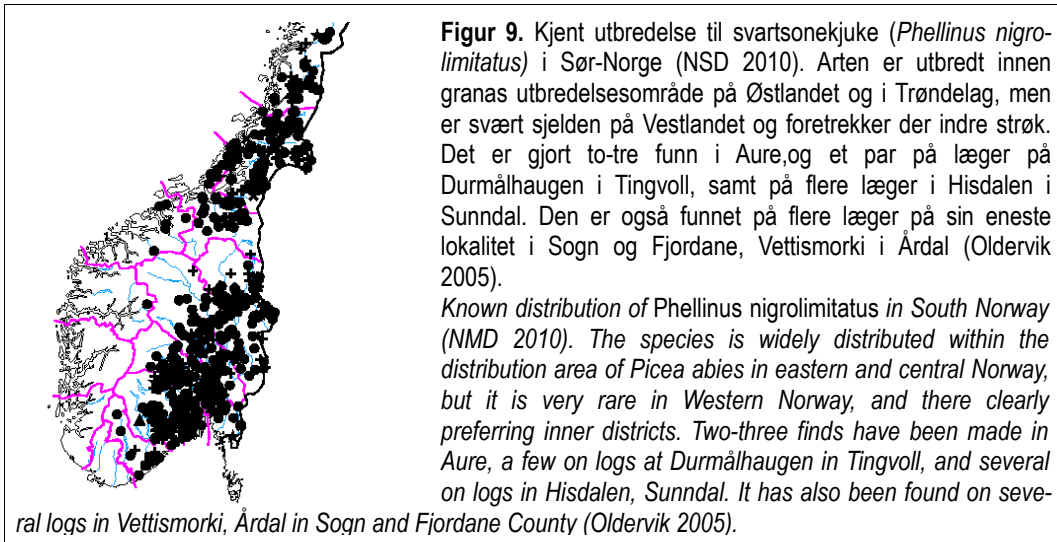


Figure 8. Kjent utbredelse til frynsekjuke (*Anomoloma myceliosum*) i Norge (NSD 2010) og Dag Holtan, pers. medd.). I Møre og Romsdal er det snakk om minst ti funn over en strekning på noen kilometer i Norddal kommune og to funn noen kilometer fra hverandre i Sunndal kommune. De resterende ti norske funnene er gjort på sørlige Østlandet og i Midt-Norge.

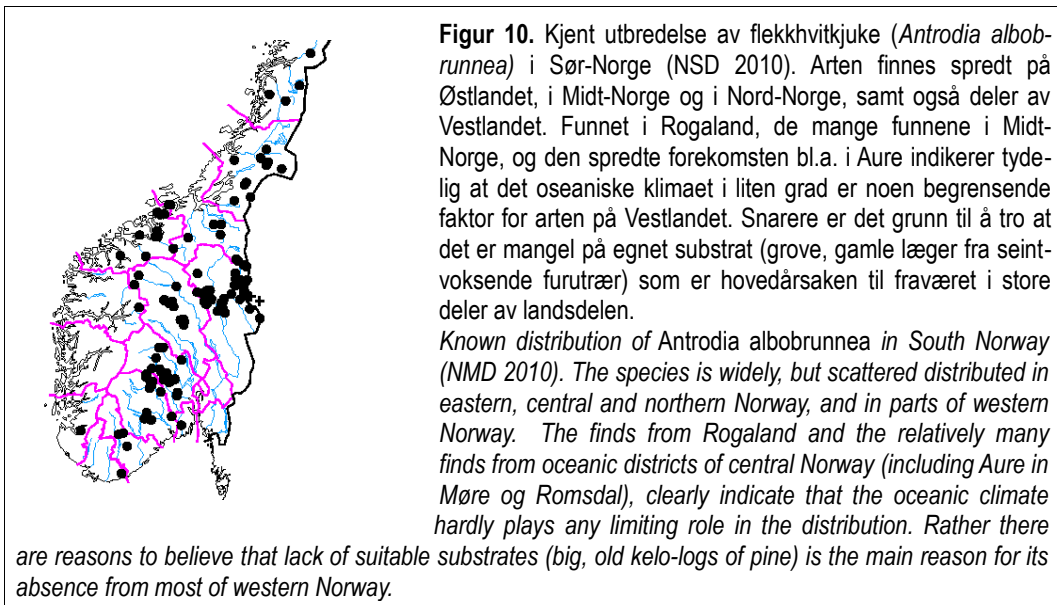
Known distribution of Anomoloma myceliosum in Norway (NMD 2010) and Dag Holtan, pers. comm.). In Møre and Romsdal the species has been found at least ten times along a restricted stretch of a few kilometres in Norddal municipality, and two finds a few kilometres apart in Sunndal municipality. The other ten Norwegian finds are from southern southeast Norway and central Norway.

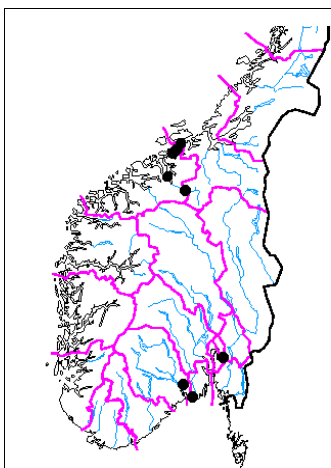


også funnet enkelte barksoppar nye for Norge og Europa, noe som tyder på at de har en slik utbredelse (Finn G. Oldervik pers. medd.). Blomkålsopp (*Sparassis crispa*) er en annen furuarter som viser en kystbundet tendens, men den er mer å betrakte som sørlig enn vestlig (den finnes også mange steder i boreonemoral og sørboreal sone sør på Østlandet). Flere arter viser seg å være vanligere

på Møre sammenlignet med mer kontinentale områder, slik som luggskinn og tyrikjuka. En art som hittil har vist en tydelig vestlig, oseanisk utbredelse i norsk sammenheng (men som også er kjent fra Sørvest-Sverige og Kaukasus, jf. Larsson 1997) er ruteknotte-skin (Hyphodontia halonata) (Fig. 11).

En interessant tendens sammenlignet med de mer oseaniske skogene i Aure er





Figur 11. Kjent utbredelse til rutekorteskinn (*Hyphodontia halonata*) i Sør-Norge (NSD 2010) og fire nyere funn fra Østlandet og Sør-Trøndelag (Ryvarden et al. (2002), egne obs.). Arten har i Norge et klart tyngdepunkt på Nordmøre, med noen få funn på sørlige del av Østlandet samt ett funn også fra Dividalen i Troms i følge Kristiansen (2005). Hittil er den funnet åtte ganger på Nordmøre, med fire lokaliteter i Aure og en i Sunndal (Hisdalen). I Sverige er den kjent fra fem lokaliteter i Sørvest-Sverige, mens den hittil ikke er påvist i Finland (Kotiranta et al. 2009). Dette er med andre ord ingen nordlig eller nordøstlig art, men heller en art med (sub)oseanisk hovedutbredelse.

Known distribution of Hyphodontia halonata in S Norway, including four new localities in eastern Norway and Sør-Trøndelag (NMD 2010, Ryvarden et al. 2002, own obs.). The species

exhibits a clear concentration in northern parts of Møre, with a few additional localities in SE Norway (it is also known from one find in Dividalen in Troms County, N Norway (Kristiansen 2005)). A total of eight finds have been made in Møre og Romsdal so far, at four sites in Aure and one in Sunndal (Hisdalen). In Sweden the species is known from five localities in the south-western part of the country, while it is unknown in Finland (Kotiranta et al. 2009). Clearly, this is by no means a northern or north-eastern species, but rather a species with a (sub)oceanic main distribution.

forholdet mellom poresopper og barksopper. Flere av de sjeldne poresoppene ser ut til å ha et tyngdepunkt i midtre og indre strøk av fylket, mens det derimot er gjort relativt sett flere interessante funn av barksopp i Aure-distriktet enn lengre inn. Det kan med andre ord være større grunn til å vie barksopper økende oppmerksomhet desto mer oseanisk klimaet er, mens poresopp tilsvarende blir gradvis mindre interessante. På den annen side er det viktig å være klar over at også kontinentale furuskoger har et stort antall interessante barksopper.

3. Påvirkningsgrad og kontinuitet

Nesten alle lokalitetene med flere forekomster av kravfulle og rødlistede sopper på furulæger i undersøkelsesområdet er karakterisert av gammel, fleraldret furuskog. Det har trolig vært svært lite hogst de siste 100 år de fleste aktuelle stedene, og lokalitetene ser ut til å ha unngått de harde dimensjonshogstene som gikk over det aller meste av furuskogen i landsdelen i tiårene rundt 1900. Selv om det

ikke er sjekket litteraturkilder over lokal skogshistorie, så tyder skogstrukturen for viktige lokaliteter som Durmålhaugen og Gjørsvikfjellet i Tingvoll kommune, Mulviknukuken og Åfarhaugen i Sunndal kommune, Mardalen i Nesset kommune, samt lokaliteter rundt Skåla i Molde og i Storfjorden (kommunene Norddal og Stranda), på langvarig liten påvirkningsgrad. Hisdalen i Sunndal skiller seg noe ut ved å ha hatt en større uthogst for rundt 100 år siden. Trolig var det imidlertid uvanlig urskogsnære forhold før dette. Ola Almskår (pers. medd.) fortalte at det var store mengder gadd å se i liene der en del tiår tilbake, trær som gradvis har falt ned og fortsatt byr på gode betingelser for ulike dødvedarter. Slik sett illustrerer dette den lange forsinkelsen mange vedboende furusopper har mht miljøendringer, siden de vokser på svært 'langlevde' substrater. Disse artene kan forekomme på en lokalitet i mange tiår etter et inngrep fordi soppene lever på substrater som har opphav i tidligere skoggenerasjoner, men som ikke nydannes



Figur 12. Kelohøgstubbe på Durmålhaugen: Denne gamle høgstubben viser hvordan dannelse av de gamle vedskiene som kan være så viktige for mange sjeldne og truede barksopp skjer. Det er snakk om en langsom og gradvis prosess, med stadig nydannelser av vedstykker på bakken, noe som kan gi en uvanlig langvarig, kontinuerlig tilgang på substrat for soppene også der disse elementene er sjeldne og sparsomme i skoglandskapet. Innhakk i stubben på høyre side skyldes antagelig øksehogg for lang tid tilbake, og kanskje har treet vært planlagt utnyttet i sin tid, men der endelig avvirkning ble utsatt av ukjente årsaker. Foto: Geir Gaarder.

Kelo snag-stump at Durmålhaugen: This old snag-stump demonstrates how fragments of wood important for many rare and threatened corticoid fungi are formed. The process is slow and gradual, with pieces of wood continuously falling off the snag to the ground, creating a long, continuous supply of substrate for fungi also in localities where such substrates are rare. The scar on the right

side of the stump is probably due to an axe-cut a long time ago, and maybe the tree was planned to be cut down, but then the operation was postponed for reasons unknown. Photo: Geir Gaarder.

lengre (kontinuitetsbrudd som ennå ikke har fått effekt på forekomsten av arter på lokaliteten). Mer tilfeldige funn av naturskogsarter er også gjort, for eksempel av sigd-sporeknorteskinn (*Hyphodontia curvispora*) i det som tydelig har vært en hardt gjennomhogd og nå bare er ordinær (om enn relativt produktiv) eldre furuskog ved Strupstad på Tingvoll. Arten ble her funnet på en morken, middels grov, under 30 år gammel furulåg dannet fra et tre som neppe kan ha blitt mye over 100 år gammelt.

Et karakteristisk trekk ved disse relativt lite påvirkede skogene er innslaget av gamle, grove og hule høgstubber (keloelementer, figur 12). Det er ofte bare noen få slike høgstubber innenfor hver lokalitet, men nesten alltid er det en rik funnga av vedboende arter på lokaliteter der de opptrer. Ikke minst kan mange sjeldne barksopper vokse på vedskiene som gradvis faller av disse stubbene. I de fleste skogene på Vestlandet har så godt som alle furutrær enten blitt utnyttet til tøm-

mer eller ved. Disse høgstubbene vitner derimot om en skog der hogsten ikke har vært mer omfattende enn at selv grove furutrær har fått stå, blitt svært gamle og etter hvert døde, samt at heller ikke furugadden har blitt tatt ut til ved. Råteangrep eller andre kvalitetsforringelser kan ha gjort dem mindre interessante som skurtømmer, og generelt god tilgang på ved har ført til at folk heller ikke har tatt seg bryet med å utnytte dem til ved.

Et annet karakteristisk trekk ved de fleste lokalitetene er den fleraldrete strukturen der det ikke minst er innslag av en del virkelig gamle (antatt godt over 300 år) og gjerne grove, levende furutrær. Disse har gjerne en del grove, døde greiner med meget tette årringer, som gradvis faller av og under sakte nedbrytning på marka vil være egnet substrat for en del vedboende sopparter, også rødlistearter.

Mange av de interessante soppfunnene er gjort på typiske substrater som er kjent for

å ha et rikt artsmangfold av vedsopp, dvs. middels til grove læger i midlere til seine nedbrytningsstadier. Det er likevel god grunn til å merke seg de ovenfor nevnte trekkene ved de mest interessante skogsmiljøene, siden det kan være arbeidskrevende å inventere lokaliteter grundig, samt at en kanskje ikke alltid får undersøkt dem på et ideelt tidspunkt av året (selv om enkelte arter er flerårige, er de fleste ettårige og lar seg i første rekke observere og bestemme en periode om høsten og forvinteren).

4. Rødlisterarter og signalarter

Selv om få lokaliteter i Møre og Romsdal har mer enn 2-5 rødlistede vedboende sopp som vokser på furu, begynner det samlet sett å bli ei betydelig liste over slike rødlistearter i fylket. Hittil er 37 rødlistearter (iflg. Brandrud et al. 2006) med norsk hovedtilknytning til bartrær funnet på furu i fylket (Tabell 1). Tallet vil utvilsomt øke i framtida, både som følge av grundigere undersøkelser, og som følge av at flere av de sjeldneste artene ikke var kjent her til lands og dermed heller ikke vurdert ved forrige rødlistegjennomgang (foruten enkelte barksopper i Aure gjelder dette i det minste den vedboende kølesoppen *Artomyces cristatus*, se Hofton og Gaarder (2009)).

Nylig har artskomplekset rundt *Hapalopilus salmonicolor* og *Oligoporus* (= *Postia*) *hibernicus* blitt revidert (Niemelä et al. 2005, Renvall 2005), og er i dag splittet i flere arter. Disse ble i 2006 fortsatt behandlet som coll-arter på rødlista. De fåtallige funnene av *Hapalopilus salmonicolor* coll. i Møre og Romsdal viser seg da i første rekke å tilhøre oransjekjuka (*Hapalopilus aurantiacus*) - den vanligste arten i komplekset. Men i Eikesdalen er også den sjeldnere *Hapalopilus ochraceolateritius* funnet. De noe mer tallrike funnene av *Oligoporus hibernicus* coll. tilhører for en stor del utvilsomt puslekantkjuka *Postia parva*, men det

er også et dokumentert funn av den sjeldne taigakantkjuka *Postia perdelicata* (Norrdal kommune), og i Eikesdalen er kremkjuka *Postia hibernica* (= *Oligoporus septentrionalis*) funnet.

Det er også angitt noen barskogsarter på furu i fylket som vi inntil videre anser som usikkert dokumentert/bestemt, og der materialet må kontrolleres nærmere. Det gjelder krittkjuka (*Antrodia crassa*) (CR), taigasnyltekjuka (*Antrodiella pallasii*) (VU), solkjuka (*Diplomitoporus flavescens*) (EN), furupiggmusling (*Irpiconodon pendulus*) (NT) og bølgekjuka (*Spongiporus undosus*) (VU). I tillegg kommer enkelte hovedsakelig løv-tretilknyttede arter som er funnet med strøforekomster på furu: almeknorteskinn (*Hyphodontia pruni*) (NT), grønnlig narrepiggssopp (*Kavinia alboviridis*) (NT), vedkorallsopp (*Lentaria byssiseda*) (NT) og vedalgekølle (*Multiclavula mucida*) (NT)).

Signalverdien til ulike vedboende sopper på furu, dvs. deres indikatorverdi på biologisk verdifulle skogsmiljøer, har hittil vært lite behandlet i Norge (Ryvarden 1998 har en kort liste, og Hofton (2004) har laget en upublisert liste). For flere andre økologiske grupper av sopper er det tidligere publisert slike oversikter, også for vedboende arter, men da på gran (se for eksempel Haugset et al. 1996). I Finland er det derimot laget oversikt over sopper på furu som viser sterk tilknytning til gammel naturskog, fordelt på to grupper ("urskogsarter" og "naturskogsarter") (Niemelä 2005) og svenskene har forsøkt å vurdere de fleste av sine arter med sikte på om de indikerer høye naturverdier (Hallingbäck og Aronsson 1998), uten at artenes signalverdi er mer presist angitt.

Materialet fra midtre og indre deler av Møre må betraktes som noe for spinkelt til å gjøre tilsvarende vurdering og signalverdisetting for denne regionen. Egne og andres erfaringsbaserte inntrykk er likevel at det er klare forskjeller mellom de ulike artenes

Tabell 1. Kjente rød-listede saprotrofe og parasittiske sopp knyttet til furu i Møre og Romsdal, basert på Brandrud et al. (2006) samt funn-opplysninger i Norsk SoppDatabase (NSD 2010), supplert med egne upubliserte data og informasjon fra Dag Holtan og Finn G. Oldervik.

Red-listed saprobic and parasitic wood-inhabiting fungi on Pinus sylvestris found in Møre and Romsdal County, based on Brandrud et al. (2006) and data from Norwegian Mycological Database (NMD 2010), supplemented by own unpublished data and data from Dag Holtan and Finn G. Oldervik.

Norsk navn	Vitenskapelig navn	Status	Ant. funn
frynsekjuka	<i>Anomoloma myceliosum</i>	EN	Ca 12
	<i>Anomoporia kamschatica</i>	NT	1
flekkhvitkjuka	<i>Antrodia albobrunnea</i>	NT	M in 17
stankhvitkjuka	<i>Antrodia sitchensis</i>	EN	1
månepigg	<i>Athelopsis lunata</i>	DD	1
spindelkjuka	<i>Byssoporia mollicula</i>	NT	8
furuplett	<i>Chaetodermella luna</i>	NT	18
hornskinn	<i>Crustoderma corneum</i>	NT	11
sørgevoksskinn	<i>Crustoderma tristis</i>	DD	2
oransjekjuka	<i>Hapalopilus salmonicolor coll.</i>	NT	4
	<i>Gloeodontia subasperispora</i>	NT	6
sigdsporeknorteskinn	<i>Hyphodontia curvispora</i>	VU	3
ruteknorteskinn	<i>Hyphodontia halonata</i>	DD	8
taigapiggskinn	<i>Odonticium romellii</i>	NT	7
rosettkjuka	<i>Postia balsamea</i>	EN	1
blomsterkjuka	<i>Postia floriformis</i>	EN	1
dråpekjuka	<i>Postia guttulata</i>	VU	Ca 5
filtkjuka	<i>Onnia tomentosa</i>	NT	Ca 10
furufiltkjuka	<i>Onnia triquetra</i>	EN	10 – 12
svartsoneskjuka	<i>Phellinus nigrolimitatus</i>	NT	Ca 12
vannvoksskinn	<i>Phlebia firma</i>	DD	1
	<i>Phlebia georgica</i>	DD	2
tyrivoksskinn	<i>Phlebia serialis</i>	NT	6
grantråds-kinn	<i>Phlebiella subflavidogrisea</i>	DD	7
luggskinn	<i>Physodontia lundellii</i>	VU	14
hengeskjuka	<i>Postia ceriflua</i>	EN	6
	<i>Postia hibernica coll.</i>	NT	16
laterittkjuka	<i>Postia lateritia</i>	VU	21
barpiggebevre	<i>Protodontia piceicola</i>	DD	1
tynnkjuka	<i>Skeletocutis albocrema</i>	DD	1
kilekjuka	<i>Skeletocutis kuehneri</i>	NT	5
tyrikkjuka	<i>Skeletocutis lenis</i>	NT	Ca 50
hinnekjuka	<i>Skeletocutis papyracea</i>	DD	4
taigakjuka	<i>Skeletocutis stellae</i>	VU	2 – 3
snømykkjuka	<i>Trechispora candidissima</i>	DD	1
kelonålehinne	<i>Tubulicrinis hirtellus</i>	DD	2
	<i>Tubulicrinis inornatus</i>	DD	1
Totalt antall		37	273

signalverdi også hos oss. Mens noen dukker opp hist og her og mer eller mindre frekvent i skoger som har vært preget av til dels hard påvirkning tidligere og samtidig har små

mengder dødt trevirke, virker andre i første rekke knyttet til de eldste furuskogene som samtidig har innslag av grove, gamle læger og/eller spredte kelostubber.

Av de 20 artene som signaliserer gammel furuskog i Finland (Niemelä 2005) er så langt minst 15 arter funnet i Møre og Romsdal, og av "urskogsarter" minst seks av 13 angitte arter (Tabell 2).

Sannsynligvis bør ei liste over signalarter på Nordvestlandet endres litt i forhold til den finske lista. Enkelte arter, som taigapiggskinn og svartsonekjuka, virker mer kravfulle her, og bør trolig få økt sin signalverdi til å betegnes som knyttet til furuskog med urskogssegenskaper, mens tyrikjuka og hornskinn virker litt mindre kravfulle og bør trolig reduseres til bare å betraktes som naturskogsarter. For øvrig kan det være aktuelt å legge til flere arter. Uansett er det klart at utvalget av signalarter i fylket er såpass stort at det er grunnlag for å lage ei liste også her, når datamaterialet blir bedre. Samtidig er det hittil lite som tyder på store avvik i vurderingene av signalverdi sammenlignet med Finland, slik at det også er relevant å bygge på erfaringer fra andre deler av Norden.

For øvrig viser flere av de mest interessante og sjeldne artene en til dels påfallende nasjonal konsentrasjon til regionen. Ruteknorteskinn og svartsonekjuka er allerede nevnte eksempler. Markert er dette også for frynsekjuka (*Anoloma myceliosum*) (Fig. 8) og furufiltkjuka (*Onnia triquetra*). Furu-filtkjuka har hele 12-14 kjente funn fra Storfjorden (Dag Holtan pers. medd.) og bare ett sikkert for øvrig i Norge (Hole i Buskerud). Sammen med *Artomyces cristatus* er dette en av de mest spesielle og interessante av furuvedsoppene som er påvist i fylket. Det virker ganske tydelig at furufiltkjuka må ha et økologisk optimum i fjordliene på nordvestlandet, da den er meget sjeldne i resten av Norden. Også hengekjuka (*Postia ceriflua*) viser noe av den samme tendensen, men nasjonal konsentrasjon av funn er hittil ikke like høye for denne arten som for enkelte andre.

Foruten å indikere gamle og lite påvirkede furuskoger, er enkelte av disse artene også gode eksempler på at furuskogene i fjord- og dalstrøk på Vestlandet kan inneha særegne biologiske kvaliteter knyttet til død ved som ikke nødvendigvis finnes i mer kontinentale furuskoger.

Naturskogsarter	
	<i>Anomoporia kamschatica</i>
furuplett	<i>Chaetodermella luna</i>
blodkjuka	<i>Meruliopsis taxicola</i>
taigapiggskinn	<i>Odonticum romellii</i>
blygjuka	<i>Oligoporus sericeomollis</i>
gulrandkjuka	<i>Phaeolus schweinitzii</i>
svartsonekjuka	<i>Phellinus nigrolimitatus</i>
furustokkjuka	<i>Phellinus pini</i>
hyllekjuka	<i>Phellinus viticola</i>
krittveksskinn	<i>Phlebia cretacea</i>
tyrivoksskinn	<i>Phlebia serialis</i>
laterittkjuka	<i>Postia lateritia</i>
furumjølkekjuka	<i>Postia leucomallella</i>
	<i>Sistotremastrum suecicum</i>
blomkålsopp	<i>Sparassis crispa</i>

Urskogsarter	
flekkihvitkjuka	<i>Antrodia albobrunnea</i>
sigdsporeknorteskinn	<i>Hyphodontia curvispora</i>
hornskinn	<i>Crustoderma corneum</i>
puslekantkjuka	<i>Postia parva</i>
tyrikjuka	<i>Skeletocutis lenis</i>
taigakjuka	<i>Skeletocutis stellae</i>

Tabell 2. Vedboende sopp som signaliserer gammel furuskog (fordelt på "naturskogsarter" og "urskogsarter") i Finland i følge Niemelä (2005), og som hittil er sikkert påvist i Møre og Romsdal. *Wood-inhabiting fungi indicating old-growth Pinus sylvestris forests (divided into "old-growth species" and "virgin forest species") in Finland according to Niemelä (2005), which with certainty have been documented from Møre og Romsdal County.*

TAKK

Takk til Finn G. Oldervik for faglige innspill til manuskriptet, inspirasjon og informasjon om den vedboende fungaen i Aure. Takk også til Even Høgholen og Leif Ryvarden for hjelp med bestemmelser av innsamlet materiale, samt til Dag Holtan bl.a. for bruk av bilde.

REFERANSER

- Artsdatabanken, 2010a. Artskart. [Http://artskart.artsdatabanken.no/](http://artskart.artsdatabanken.no/). Sitert 1. mars 2010.
- Artsdatabanken, 2010b. Artsnavnebasen, SLU, Uppsala. <http://www2.artsdatabanken.no/artsnavn>. Sitert 1. mars 2010.
- Blindheim T, Gaarder G, Hofton TH, Klepsland JT, Reiso S, 2009. Naturfaglige registreringer av bekkeklofter i Buskerud, Telemark, Aust-Agder, Vest-Agder og Møre og Romsdal 2008. BioFokus - rapport 2009-28.
- Brandrud TE, Gulden G, Timmermann V, Wollan AK, 2001. Storsopper i kommunene Leikanger, Luster og Sogndal registrert under XV Nordiske mykologiske kongress Sogndal 7-12 september 2000. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, rapport nr. 3-2001. 60 s.
- Brandrud TE, Bendiksen E, Hofton TH, Høiland K, Jordal JB, 2006. Sopp Fungi, i: Kålås JA, Viken Å, Bakken T (Eds), Norsk Rødliste 2006 – 2006 Norwegian Red List. Artsdatabanken, Norway.
- Gaarder G, Hansen M, Lindblad I, 1997. Nøkkelbiotoper i skog i Tingvoll kommune. Miljøfaglig Utredning, rapport 1997:6, 42 s. + vedlegg.
- Gaarder G, Holtan D, Jordal JB, Larsen P, Oldervik FG, 2005. Marklevende sopper i hasselrike skoger og mineralrike furuskoger i Møre og Romsdal. Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Rapport 2005:03, 1-101.
- Hallingbäck T, Aronsson G, 1998. Ekologisk katalog över storsvampar och myxomyceter. Artdatabanken, SLU, Uppsala. 2nd revised and extended printing.
- Haugset T, Alfredsen G, Lie M, 1996. Nøkkelbiotoper og artsmangfold i skog. Siste Sjanse, Oslo.
- Heggland A, Blindheim T, Gaarder G, Framstad E, Abel K, Bendiksen E, Brandrud TE, Hofton TH, Reiso S, Svalastog D, Sverdrup-Thygeson A, 2005. Årsrapport for registreringer utført i 2004. - NINA Rapport 44, 210 s.
- Hofton TH, 2003a. Biologiske verdier i Drægnismorki-Yttrismorki, Luster kommune, Sogn og Fjordane. Siste Sjanse - notat 2003-10.
- Hofton TH, 2003b. Trillemarka-Rollagsfjell: en sammenstilling av registreringer med hovedvekt på biologiske verdier. Siste Sjanse - rapport 2003-5.
- Hofton TH, 2004. Signalarter vedboende sopp i noen skogtyper. Siste Sjanse - notat, upublisert.
- Hofton TH, Framstad E, Gaarder G, Brandrud TE, Klepsland J, Reiso S, Abel K, Bendiksen E, Heggland A, Sverdrup-Thygeson A, Svalastog D, Fjeldstad H, Hassel K, Blindheim T, 2006. Naturfaglige registreringer i forbindelse med vern av skog på Statskog SFs eiendommer. Del 2 Årsrapport for registreringer i Midt-Norge 2005. - NINA Rapport 151, 257 s.
- Hofton TH, Blindheim T, Klepsland J, Reiso S, Heggland A, Abel K, Brandrud TE, Fjeldstad H, 2007. Naturfaglige registreringer i forbindelse med vern av skog på Statskog SFs eiendommer. Del 3 Årsrapport for registreringer i Hedmark og Midt-Norge sør for Saltfjellet 2006. - NINA Rapport 268, 185 s + vedlegg.
- Hofton TH, Gaarder G, 2009. *Artomyces cristatus* – en vedboende køllesopp ny for Norge. Agarica 28, 14-21.

- Holtan D, 2006. Unike skoger – Forslag til vern. – Norges Naturvernforbund, skogutvalget. Rapport 2006–5.
- Holtan D, Larsen P, 2010. Jordboende sopper som kvalitetsindikator på unike furuskoger. *Agarica* 29, 27-44.
- Husby M, 2007. Rapport frå kurs i vedbunde sopp i Eikesdalen 23.-25. september 2006. Kursleiar: Leif Ryvarden. Risken - Molde og omegn soppforening.
- Høiland K, Bendiksen E, 1997. Biodiversity of wood-inhabiting fungi in Sør-Trøndelag County, Central Norway. *Nord. J. Bot.* 16, 643-659.
- Jordal JB, 2004. Et gløtt inn i Sunndalsnaturen – en kartlegging av viktige naturtyper i Sunndal kommune. Rapport, 262 s.
- Jordal JB, Læssøe T, 2009. Rapport fra Riskens soppkurs i Eikesdalen 25.-28.09.2008. Risken. Rapport, 52 s.
- Kotiranta H, Saarenoksa R, Kytövuori I, 2009. Aphylloroid fungi of Finland. A check-list with ecology, distribution, and threat categories. *Norrlinia* 19, 1-223.
- Kristiansen G, 2005. Vedboende sopp i furuskog, i: Elvebakk A (Ed), Sjeldne artar hovudsakeleg knytta til gammelskog i og utafor Øvre Dividalen nasjonalpark. Rapport til Fylkesmannen i Troms.
- Larsson K-H, 1997. Rödlistade svampar i Sverige. Artfakta. ArtDatabanken, SLU, Uppsala, 547 s.
- Moen A, 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Statens kartverk.
- Niemelä T, Kinnunen J, Larsson K-H, Schigel DS, Larsson E, 2005. Genus revisions and new combinations of some North European polypores. *Karstenia* 45, 75-80.
- Nitare J, 2005. Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsens förlag. Tredje upplag.
- Niemelä T, 2005. Polypores, lignicolous fungi. *Norrlinia* 13, 1-320.
- NMD/NSD-The Norwegian Mycological Database, 2010. Natural History Museum, University of Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/nxd/sopp/>. Cited March 2010.
- Oldervik FG, 2005. Biologiske undersøkingar i Utladalen landskapsvernområde. Vedboende sopp på furu på Vettismorki. Lav og mose i edellauvskog i Utladalen. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane Rapport nr. 4 – 2005, 47 s.
- Renvall P, 1995. Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia* 35(1).
- Renvall P, 2005. Taxonomy of the *Oligoporus hibernicus* complex (Basidiomycota), with the new species *O. parvus*. *Karstenia* 45, 91-102.
- Ryvarden L, 1993. Distribution of aphylloroid fungi in the Taiga region of Fennoscandia, in: Pegler DN, Boddy L, Ing B, Krik PM (Eds), *Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation*. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 71-76.
- Ryvarden L, 1998. Vedboende sopp. Betydning, økologi og utbredelse. HINT. Kompendium, 89 s.
- Ryvarden L, Gilbertson RL, 1993. European polypores. Part 1. *Fungiflora*, Oslo.
- Ryvarden L, Gilbertson RL, 1994. European polypores. Part 2. *Fungiflora*, Oslo.
- Ryvarden L, Stokland J, Larsson K-H, 2002. A critical checklist of corticoid and poroid fungi of Norway. *Fungiflora*, Oslo.
- Støverud JH, 1981. Vedboende sopp (Aphyllorales, Homobasidiomycetes) i Luster kommune. Upubl. hovedfagsoppgave, Universitet i Oslo.

Prediksjonsmodellering av storsoppers utbredelse i Norge, basert på herbariemateriale – potensiale og begrensninger

Anders K. Wollan^{1*}, Vegar Bakkestuen¹, Håvard Kauserud² og Gro Gulden¹

¹Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, P.O. Boks 1172 Blindern, N-0318 Oslo, og ²

Biologisk institutt, Universitetet i Oslo, P.O. Boks 1066 Blindern, N-0316 Oslo

*E-post/ E-mail: anders.wollan@nhm.uio.no

English title: Prediction modelling of macro fungi in Norway, based on museum data – potential and limitations. *Agarica* 2010, vol. 29, 61-78.

NØKKELELORD

Prediksjonsmodellering, Maxent, storsopper, museumsdata, Norge

KEYWORDS

Species distribution modelling, Maxent, macro fungi, museum data, Norway

SAMMENDRAG

Ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (NHM) har vi testet ut metodiske aspekter ved prediksjonsmodellering (Species Distribution Modelling, SDM) basert på materiale i mykologiske samlinger, og forsøkt å besvare spørsmål om storsoppers utbredelse og miljømessige preferanser. Studiematerialet består av 83 arter av storsopper fra norske universitetsmykoteke, og et sett av 76 (81) miljøvariable brukt som forklaringsparametre. Vi har brukt lineære regresjonsmodeller (GLM) for å velge ut forklaringsvariabler til bruk i prediksjonsmodelleringen og Maximum Entropy modellering (Maxent) som prediksjonsverktøy.

Hovedmålene med arbeidet er å 1) utforske hva vi kan si om utbredelsen av norske storsopper på regional skala på bakgrunn av eksisterende data og 2), belyse metode-messige aspekter ved modellering av arters nisjer og potensielle utbredelser ut fra forekomstdata (typisk samlingsdata og nettbaserte registreringer) og 3) vurdere hvor mye

suksessen for metoden og framgangsmåten er betinget av arters spesielle utbredelse og økologi.

1) Modelleringen bekreftet etablert kunnskap om at i første rekke temperatur- og deretter fuktighetsforhold er styrende faktorer for utbredelsen av storsopp i Norge på regional skala.

2) Vår erfaring er at vi basert på rene forekomstdata fra samlinger/registreringer og med dagens sett av abiotiske forklaringsvariable kan produsere økologiske nisjemodeller med relativt høy forklaringsprosent og lage tilsynelatende gode kart over arters potensielle utbredelse på en regional skala, selv med et begrenset antall kollektorer. Ved å inkludere edafiske og biotiske forklaringsvariabler, vil modellene kunne bli mer presise og robuste. Resultatene må imidlertid tolkes med edruelighet, og til det kreves god artskunnskap og metodeforståelse. Veien fra forskning til forvaltning er kort for prediksjonsmodeller, noe som forsterker kravet til metodeforståelse og artskunnskap.

3) Artenes utbredelse og økologi er avgjørende for hvor ”godt” de lar seg modellere på regional skala. Artenes forekomstrråder lar seg lettere kontrastere mot områder med fravær jo mer ekstreme krav artene har til de klimatiske forholdene vi har i Norge og jo lenger ut på ytterkantene av de klimatiske gradientene de trives i. Jo mindre den registrerte utbredelsen er i forhold til det totale studieområdet, desto mer vil imidlertid også

innslaget av (pseudo-)fravær fra geografisk og økologisk fjerne ruter bidra til å kontrastere forekomst mot fravær i Maxent, og overtilpasse prediksjonene til de registrerte forekomstene. Disse to forholdene kan trekke i samme retning, siden arter med mest kritiske krav til regionale klimatiske gradienter også har en tendens til å ha snevrest utbredelse (i Norge).

Predikasjonskart med grunnlagsdata er presentert for fire utvalgte arter (grønn fluesopp, stubbeflathatt, rosenkjuke og taigaseig-sopp) som eksempel på slike kart for potensielle utbredelser.

ABSTRACT

At the Natural History Museum, University of Oslo (NHM) we have tested methodological aspects of prediction modelling (Species Distribution Modelling, SDM) based on museum data, and tried to answer questions regarding Norwegian distribution of macro fungi and their environmental preferences. The study is based on collections of 83 species of macro fungi deposited in the Norwegian University herbaria and a total of 76 (81) explanatory variables. General linear regression models (GLM) were used to preselect variables for the subsequent prediction modelling, using Maximum Entropy modelling (Maxent).

The main aims of the study are: 1) to investigate aspects of the regional distribution of Norwegian macro fungi and 2), explore methodological aspects of prediction modelling from museum data (presence) and 3) evaluate to which extent the quality of the results obtained are dependent on the life history, distribution and ecological preferences of the respective species.

1) The results confirmed the established knowledge that temperature conditions, followed by humidity, are the main factors governing the distribution of macro fungi in

Norway at a regional scale.

2) Our results show that GLM and Maxent are both able to explain and predict distributions of species from abiotic environmental variables at the intermediate biogeographic resolution of 5×5 km, without requiring very high numbers of specimens recorded. For species with a well known and restricted distribution the two methods both give seemingly very good results. Including edaphic and biotic explanatory variables would further strengthen the explanatory power of the models. Caution is required when evaluating the results though, combined with good knowledge of the method as well as the species. Prediction modelling can easily be applied in conservation biology, further enhancing the demand for caution and knowledge.

3) The life history biology and the ecological preferences of the species are decisive for how precise the species can be modelled at a regional scale. The more extreme preferences the species have got for climatic conditions in Norway, and the further toward the end of the climatic gradients they appear, the more precise it is possible to draw the line between presence and absence. Precision is easily artificially enhanced for these species though, since they tend to have relatively small areas of known distribution compared to the entire study area. This relative large difference leads to a high proportion of (pseudo-)absences from grid cells that are geographically and ecologically far from any realistic distribution of the species, thus contrasting presences from absences in an unrealistic way and thereby over fitting the prediction models and giving artificially high AUC's. These to effects tend to appear in parallel, since species with the most extreme ecological preferences also tend to have the smallest distributions, calling for awareness when using the models.

Maps showing predicted distributions, together with the data behind the modelling, are presented as examples for four selected species in the material (viz. *Amanita phalloides*, *Gymnopus fusipes*, *Fomitopsis rosea* and *Marasmius siccus*).

INNLEDNING

De eldste beleggene av storsopp i norske offentlige samlinger stammer fra siste halvdel av attenhundretallet. Utforskingen av Norges funga henger vesentlig etter den botaniske, både av historiske årsaker og på grunn av soppenes arts mangfold og fruktlegemenes ofte efemere karakter, men har skutt fart de siste 50 årene. Flere faktorer har bidratt til den akselererte utforskingen av Norges funga: ideen om soppgeografiske elementer (Eckblad 1981, Gulden et al. 1996, Brandrud et al. 2001), kartleggingsprosjektet (nettadresse se referanser), registreringsprosjekter (biomangfoldregistreringer med mer), og nå nylig Artsobservasjoner (nettadresse se referanser). Utviklingen av nye statistiske metoder og raske datamaskiner har gitt muligheter til å bruke samlingsmateriale og nettbaserte registreringer til å få svar på gamle spørsmål om utbredelse og økologi, til å stille nye og/eller mer presise spørsmål – og til å generere svar som kan anvendes til forvaltning av naturmangfold, som for eksempel:

Hva styrer utbredelsen av Norges funga på en regional skala? I hvor stor grad har grupper av sopp med røft sammenfallende utbredelse likheter i krav til dominerende økologiske miljøparametere? Er utbredelsesmønstrene vi kan iaktta på enkelt genererte kart så sammenfallende at vi med rette kan snakke om soppgeografiske elementer? Kan prediksjonsmodellering (SDM), dvs. modellering av arters sannsynlighet for forekomst som baserer seg på registrerte funndata og utvalgte miljøparametere, gi troverdige svar på spørsmål om storsoppers utbred-

else? Er det forskjeller i arters ”egnethet” for modellering? Har vi god nok kjennskap til arters utbredelse og gode nok datasett over mulige forklaringsvariabler (miljøparametre) til at spørsmålene lar seg besvare? Og – sist men ikke minst – kan svarene eventuelt brukes til noe? Vår undersøkelse behandler noen av disse spørsmålene. Hovedmålene med arbeidet er å 1) utforske hva vi kan si om utbredelsen av norske storsopper på regional skala på bakgrunn av eksisterende data og 2) belyse metodemessige aspekter ved modellering av arters potensielle utbredelser, og 3) vurdere hvor mye en suksess for metoden/ framgangsmåten er betinget av arter som har spesiell (og ikke mer triviell) biologi og økologi. Siden slik predikering ennå er nybrottsarbeid har vi i denne artikkelen begrenset oss til å presentere resultater i form av kart kun for et lite utvalg av de soppene vi har arbeidet med.

Metodeutviklingen

Metodeutviklingen innen Geografiske informasjonssystemer (GIS), prediksjonsmodellering og muligheten for å kjøre statistiske analyser av store datasett (av koordinatfestet informasjon om forekomst sammen med geografisk angitte verdier for økologiske faktorer, (forklaringsvariabler) er nøkkelen som åpner opp for en forsiktig tilnærming til svar på de ovennevnte spørsmålene. For en innføring i metodene vi har brukt, dvs. prinsippene, mulighetene og problemene, se publikasjonen ”Prediksjonsmodellering som verktøy for kartlegging, overvåking og forvaltning av biologisk mangfold: anvendelse, utviklingspotensiale og utfordringer” (Stokland et al. 2008).

De fleste artsdatasett som er tilgjengelige for modellering er samlingsdata supplert med forekomstdata fra nettbaserte registreringsverktøy (GBIF og Artsobservasjoner.no), men i dette arbeidet har vi bare benyttet samlingsdata. Slike data er kun regi-

streringer av forekomst og ikke av fravær (Zaniewski et al. 2002), og holder følgelig ikke den standard man normalt krever for data til statistiske analyser i økologiske studier (Hirzel & Guisan 2002; Graham et al. 2004). Siden slike data uansett er eneste tilgjengelig omfattende kilde til utbredelsesdata, er det utviklet metoder som gjør det mulig å bruke rene forekomstdata til slike prediksjonsmodelleringer som vi ønsker å gjøre (e.g. Hirzel et al. 2002, 2006, Reutter et al. 2003, Engler et al. 2004). Spesielt Maximum Entropy modellering (Maxent; Phillips et al. 2006), men også andre modeller, fungerer på rene forekomstdata. For en oversikt og en sammenligning av metodene, se tabell 1 i Stokland et al. (2008). For en kritikk av forskjellige aspekter ved modelleringene se Lobo et al. (2008) og Jiménez-Valverde et al. (2008). Status er at det på den ene side er utviklet nyttige metoder for prediksjonsmodellering (Species Distribution Modelling, SDM), men at det gjenstår mye i utviklingen av datasettene for forklaringsvariabler/miljødata, samt på å kvalitetssikre benyttede forekomstdata (mht identifisering og stedfesting) og på å øke økologisk teori og metodeforståelse. Det er publisert atskillige artikler med sammenligninger av forskjellige metoder for prediksjonsmodellering (SDM), se f.eks Elith et al. (2006) og nå nylig om problemene knyttet til pseudofravær (ikke-verifiserte fravær) (VanDerWal et al. 2009, Phillips et al. 2009, Mateo et al. 2010), et av de mest kritiske aspektene ved metodene (se diskusjon side 65 om stubbeflathatt). I mangel av gode evalueringsdata (uavhengige) er det imidlertid ikke mulig å komme helt i mål med disse sammenligningene, og konkludere med hva som er beste metode eller beste praksis. Manglende avklaring om metodenes bruk og begrensning tilsier en stor grad av forsiktighet ved tolkning av resultatene.

Naturforvaltning

Forvaltningens behov er også i endring og har i dag sterkt fokus på 'kunnskapsbasert forvaltning' for vern av biomangfold/naturmangfold/naturtyper og vi har fått et sterkere lovverk i form av den nye naturmangfoldloven (Ot.prp. nr. 52. 2009). I tillegg til å vite hva vi har av naturmangfold er det essensielt å vite hvor våre rødlistede arter og verneverdige/truede naturtyper faktisk finnes, slik at man får optimal effekt av overvåkingsinnsats og vern. Her er prediksjonsmodellering, med de mulighetene dette gir til å si noe om arters sannsynlige leveområder og naturtypers sannsynlige forekomst, i nåtid så vel som under fremtidige klimatiske betingelser (Bakkestuen et al. 2009), på vei inn som nytt verktøy for forvaltningen (Sverdrup-Thygeson et al. 2009).

Samlingsmateriale

Samlingsmateriale er en stor ressurs for prediksjonsmodellering, spesielt for organisme-grupper med en så skjult livsførsel som storsopper har. Storsoppene kan ikke registreres på en enkelt eller noen få registreringsturer, og store samlinger generert gjennom tid er dermed av uvurderlig forvaltningsmessig verdi. Men gode modeller og prediksjoner krever også både kvalitetssikrede forekomstdata (mht identifisering og stedfesting) og økologisk relevante forklaringsvariable, på en hensiktsmessig skala. Sist men ikke minst kreves det en utstrakt feltvalidering i etterkant for å forbedre både prediksjoner og datagrunnlaget.

MATERIALE OG METODE

Norge fremstår som et særdeles godt egnet område for mykogeografiske studier på en regional skala med vår varierte topografi og markerte klimatiske og økologiske gradienter. Landet har dessuten relativt omfattende samlinger og registreringssystemer for mange arter av storsopper, og miljødata som for-

klaringsvariabler er gjort tilgjengelige i omfattende arbeider (Bakkestuen et al. 2008).

Forekomstdata

Dette studiet er basert på et samlingsmateriale av fruktlegemer av 83 godt kjente arter av storsopper med forskjellig økologi og tydelig forskjellige utbredelser i landet (Wollan 2007). For artsliste, se under nettbaserte vedlegg på Agaricas hjemmeside (Nettvedlegg 1). Totalt 10735 belegg fra de fire norske universitetsherbariene ble revidert og inkludert i analyse materialet. Belegg som ikke var koordinatfestet fikk tilordnet UTM-koordinater (WGS84) ved bruk av Kartverkets program Norgesglasset (Røed 2002) (nettadresse se referanser) basert på den originale lokalitetsbeskrivelsen. Belegg av artene ble registrert som "forekomst" i en 5 km x 5 km rute for Norge, totalt 14972 ruter, mens mangel på kollekt av en art fra en gitt rute ble betraktet som "fravær" (pseudofravær). Navnsettingen følger den som er benyttet i samlingen (mykoteket) i Oslo (nettadresse, se referanser).

Et begrenset utvalg arter med ulike typer utbredelse (Tabell 1) ble valgt som grunnlag for en diskusjon av punktene listet i sammendraget. Grønn fluesopp (*Amanita phalloides*) har en kystnær utbredelse i Sør-Norge, med funn som strekker seg inn i landet ved Oslo og til indre fjordstrøk på Vestlandet hvor den har en global nordgrense. Disse nordligste forekomstene har blitt tilskrevet kombinasjonen av lang

vekstsosong (oseanisk innflytelse) og relativt høye sommertemperaturer (Brandrud et al. 2001, Gulden et al. 2001). Grønn fluesopp vokser i skoger og parker, primært med eik (*Quercus*) og bøk (*Fagus*) (Knudsen og Vesterholt 2008), men finnes helt i nordgrensen av sitt utbredelsesområdet også knyttet til hassel (*Corylus*) i rike hassel-bjørkeskoger (Brandrud et al. 2001). Stubbeflathatt (*Gymnopus fusipes*) har sin kjente utbredelse i Norge begrenset til den sørligste kyststripen, et område med relativt varme somre, og finnes stort sett på røtter av gamle eiker (Knudsen og Vesterholt 2008), men den følger ikke eika til dennes nordgrense. I følge Brandrud et al. (2000) er stubbeflathatt tilsynelatende avhengig av eikeskog av lang kontinuitet. Rosenkjuke (*Fomitopsis rosea*) har både i Norge og Europa forøvrig en østlig, kontinental utbredelse og følger gran (*Picea*), og den er i tillegg kjent fra bygninger og gruveganger (Ryvarden et al. 1993). Rosenkjuke regnes som en indikator for gammelskog (Håpnes et al. 1993; Nitare 2000) og er grundig søkt etter, slik at utbredelsen kan antas være relativt godt kjent. Taigaseigsopp (*Marasmius siccus*) betraktes som vanlig i Europa av Philips (2006) men er på rødlista i Norge som NT (Brandrud et al. 2006), med kun 19

Taxon	N	#	Ern.	Vert/substrat	RLK	Utbr.
<i>Amanita phalloides</i>	116	74	EM	I blandingsskog, spesielt med <i>Quercus</i> , <i>Fagus</i> og <i>Corylus</i>		beg
<i>Gymnopus fusipes</i>	23	12	sapr	På røtter/ved basis av <i>Quercus</i> ev <i>Fagus</i>	VU	beg
<i>Fomitopsis rosea</i>	303	185	sapr	På døde bartrær, spesielt <i>Picea</i> og <i>Pinus</i> , samt på hardvedarter	NT	int
<i>Marasmius siccus</i>	28	19	sapr	På kvist og nåler i ganske fuktig skog	NT	int

Tabell 1. Utvalgte arter med ulike typer utbredelse. **Taxon:** Vitenskapelig navn ihht Norsk Soppdatabase (NSD). **N:** Antall kollekt. **#:** Antall ruter med kollekt. **Ern:** Ernæring; Saprotrofisk (sapr) eller ektomykorrhiza (EM). **RLK:** rødlistekategori ihht Brandrud et al. 2006. **Utbr.:** Utbredelse: begrenset, intermedært, Vidt utbredt/spredt (ingen av eksempelartene).

Tabell 2. Resultater fra GLM og Maxent for de utvalgte artene med andel variasjon forklart (Var F) ved GLM og arealet under kurven (AUC) for Maxent modellene. For hver art listes forklaringsvariablene inkludert i GLM, med F-verdi og signifikansnivå: ***P < 0.001; **P < 0.01; *P < 0.05; P < 0.1. Fra Maxent-analysene (basert på variablene fra artenes respektive GLM modeller, minus kovariable), angis modellens AUC. For variablene oppgis relative verdier, (deres relative betydning), ranking, og kurvens form/respons. AUC er et måltall for hvor korrekt modellen predikerer på tilfeldige testdatasett hvor forekomst er korrekt predikert som forekomst (sensitivitet) og fravær korrekt som fravær (spesifisitet). *Relative verdier* for variablene i modellen (kalkulert ved Jackknife-prosedyre i Maxent) viser variablenes relative innflytelse på modellens prediksjonsevne (AUC verdi). *Kurve* (response curves) henviser til forklaringsparameterens effekt på Maxent-prediksjonen (+, rising;), decreasing; irr, irregular), gitt at alle andre variable holdes konstante på respektive gjennomsnittsverdier. For en komplett liste over forklaringsvariablene brukt i GLM og Maxent, se nettedlegg 2 og 3. For Jackknife test over variablenes betydning og figurer av responskurvene, se nettedlegg 7.

Taxa og inkluderte variable	GLM			Maxent			
	F-verdi	P-verdi	Var F %	AUC	Rel verdi	Rank	Kurve
<i>Amanita phalloides</i>			41,57	0,981			
(Intercept)	-24,7	***					
T-May	1,46	***			1,8	1	rising exp
Elev – RelRef	0,00891	***			0,7	4	rising
DistCoast	-1,84E-004	***			0,9	3	decreasing (with neg)
Rad-Oct	0,0067E	***			1,1	2	rising
T-Mai x Elev – RelRef	-6,91E-004	***					
<i>Gymnopus fusipes</i>			59,79	0,997			
(Intercept)	-52,894464	***					
Rad-Jul	0,00545	*			3,8	1	rising
T-Mar	2,277	**			2,3	3	rising plateau
Rad-Oct	0,0132	*			3,4	2	rising
<i>Fomitopsis rosea</i>			34,82	0,964			
(Intercept)	-4,70E+001	***					
Rad-Jul	5,14E-003	***			1,1	1	rising
DistOcean	3,03E-005	***			0,3	7	rising
Forest	1,58E-007	***			0,8	3	bimodal
SlopeTerrVar	7,67E-002				0,3	8	irregular rising
GlacDep	-4,77E-003				0,1	9	decreasing irr
P-Des	8,63E-002	***			0,8	4	treshold_decreasing (with neg)
T-Apr	7,09E+000	***			0,4	5	treshold rising
Rad-Oct	1,37E-002	***			1	2	rising
DistCoast	2,60E-004	***			0,4	6	decreasing_irr (with neg)
Rad-Jul x T Apr	-1,34E-003	***					
Rad-Jul x DistCoast	-6,04E-008	***					
P-Des x Rad Oct	-1,02E-004	***					
P-Des x DistCoast	3,79E-007	***					
GlacDep x Rad Oct	-7,44E-006	***					
Rad-Jul x GlacDep	2,34E-006	**					
SlopeTerrVar x GlacDep	1,45E-004	**					

Fortsettelse tabell 2.

Taxa og inkluderte variable	GLM			Maxent			
	F-verdi	P-verdi	Var F %	AUC	Rel verdi	Rank	Kurve
<i>Marasmius siccus</i>			39,34	0,977			
(Intercept)	-3.966e+01	**					
P-Aug	1.811e-01	*			1	1	decreasing (with neg)
SlopeTerrVar	4.495e-01	***			0,4	3	rising plateau
Forest	1.425e-07				0,4	4	decreasing (with neg)
MisArea GeoRich	8.711e-07	*					
Runoff Preccorr	1.775e-02	*			0,8	2	decreasing (with neg)
P-Aug x Runoff Preccorr	-3.520e-04	**					

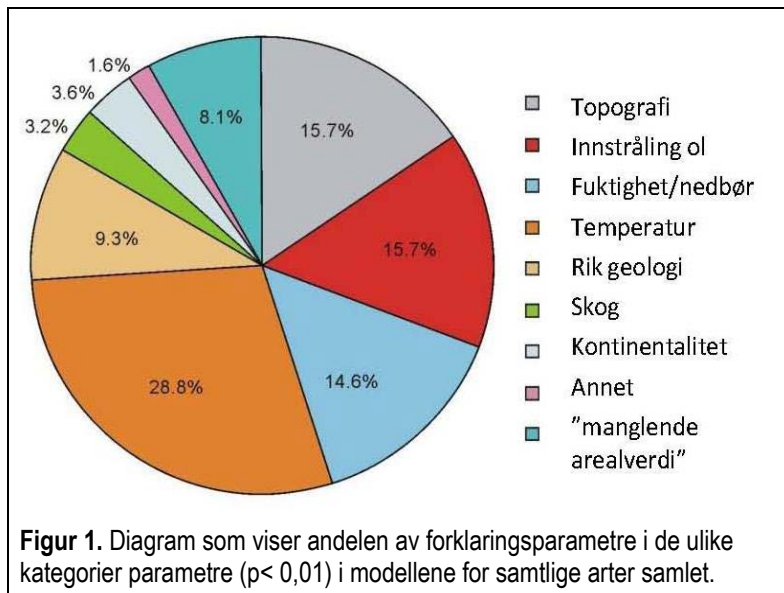
kollekter, hvorav flere fra samme lokaliteter (Norsk Soppdatabase, NSD, 2004). Funnene er primært fra deltaer og flommarksskoger med or (*Alnus*) i indre østlige strøk i Sør-Norge og i Troms og Finnmark, men taiga-seigsopp finnes også i heiaktig vegetasjon og i rike subalpiner bjørkeskoger (Knudsen og Vesterholt 2008).

Forklaringsvariabler

Et sett av 76 forklaringsvariabler (miljøvariabler) (Nettvedlegg 2) ble registrert med verdier for de samme rutene ut fra forarbeider utført av Bakkestuen (2008). Forklaringsparametre av typen menneskeskapt struk-

turer, slik som nærhet til vei ble tidlig forkastet, primært fordi de ikke antas å være av betydning for artenes potensielle nisje eller utbredelse (som modelleringen etterligner), men kun for den realiserte nisjen, og sekundært siden de hovedsakelig sier noe om hvor mykologer oftest har vært (skjev sampling). I mangel av godt dokumentert kunnskap om hvilke faktorer som styrer de forskjellige storsoppenes utbredelse, både generelt og for de undersøkte arter, ble det valgt å ta med alle tilgjengelige forklaringsvariabler i modelleringen av artenes nisjer og potensielle utbredelser. Biotiske og edafiske variabler (som treslag, substrattypen, jordvariabler) var

dessverre ikke tilgjengelig. Forklaringsparametrene ble kategorisert i ulike grupper, hhv. 'Topografiske', 'Energi', 'Fuktighet', 'Temperatur', 'Rikhet', 'Skog', 'Kontinentalitet', 'Annet' og 'Manglende areal' (Wollan 2007). Kategorien 'Temperatur' er begrenset til månedlige og årlige gjennomsnittstemperaturer, mens den beslektede kategorien



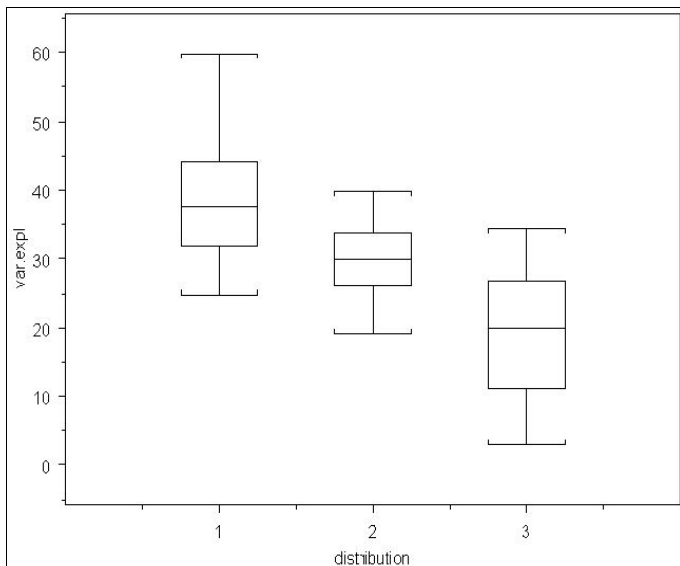
‘Energi’ inkluderer avledede parametre som vekstsesongens lengde, gunstigheten av terrengposisjonen osv, i tillegg til estimert innstråling. Kategorien ‘Manglende areal’ representerer ruter hvor grense til sjø eller naboland gjør at senterpunktet i ruten ikke har noen verdi for gitte forklaringsparametre (her bør datagrunnlaget forbedres med ekstrapolerte verdier). For datagrunnlag, kalkuleringer og referanser til forklaringsvariablene, se nettvedlegg 3.

Statistiske analysemetoder – en totrinnsprosedyre for prediksjonsmodelleringen

Vi utførte GLM analyser (McCullagh & Nelder, 1989, Myers et al. 2002, Venables & Ripley 2002, Crawley 2005) for alle artene, og brukte modellene til å preselektere (forhåndsvelge) hvilke av forklaringsvariablene som skulle inngå i prediksjonsmodelleringen for de respektive artene. Prediksjonskart over potensiell utbredelse ble således modellert etter en totrinnsprosedyre, hvor de forklaringsvariablene (miljøvariablene) med høyest forklaringsprosent (*F-verdi*, fraction of variation explained) fra GLM ble brukt som input i Maxent Maximum Entropy modellering (Maxent, Phillips et al. 2006) for å lage prediksjonskart. Denne totrinnsprosedyren, og den reduksjon i forklaringsvariablene som den medfører, ble brukt for å unngå overtilpasning av modellen til forekomstdataene (et vanlig problem ved prediksjonsmodellering dersom man inkluderer

for mange forklaringsvariabler, ofte mange som ikke hver for seg gir et uavhengig, signifikant bidrag til å forklare variasjonen i dataene (Wollan et al. 2008)).

GLM ble valgt siden dette er et fleksibelt modelleringsverktøy, velegnet for å håndtere binomiale (forekomst/fravær) responsvariabler og ulike typer forklaringsvariabler. Som prediksjonsverktøy brukte vi



Figur 2. Boxplot over andel variasjon forklart i GLM-modellene versus artenes ”utbredelsesmønstre”, klassifisert etter ’ekspertvurdering’ basert på utbredelseskart (nettvedlegg 6):

- 1; begrenset/ samlet
- 2; intermediært
- 3; vidt utbredt/spredt

Coefficients:	Value	Std.
(Intercept)	48.9402	2.5232
n.squares	0.0340	0.0162
distribution	-11.1590	1.3208

Error	t value	Pr(> t)
19.3960	0.0000	
2.0921	0.0396	
-8.4490	0.0000	

Multiple R Squared 0.5091
P-value < 0.001

Maxent da metoden fungerer på rene forekomstdata, er hyppig brukt og for øvrig har lav brukerterskel (dog omvendt proporsjonal med forståelsesterskelen). Maxent bruker miljødataene som forklaringsvariabler til å predikere en relativ sannsynlighet for forekomst/habitategnethet for en gitt art, ved å evaluere forskjellige kombinasjoner av variablene og deres interaksjoner. Basert på prinsippet om maksimum entropi (Jaynes, 1982) finner Maxent den sannsynlighetsfordelingen for forekomst for arten som maksimerer entropien, det vil si er nærmest en uniform fordeling, innen visse forutsetninger (constraints), dette for å unngå overtilpasning. Den forventede verdien (true mean values) for artens sannsynlighet for forekomst i forhold til de respektive forklaringsparameterne skal være så nær empirisk gjennomsnitt som mulig uten overtilpasning (Phillips et al. 2006). Maxent evaluerer automatisk sin egen prediksjon ved å teste mot et (mindre) utvalg fra datasettet, og oppgir et tall for AUC (area under the curve), som kvantifiserer hvor godt prediksjonsmodellen gjengir korrekt både forekomst (sensitivitet) og fravær (spesifisitet). AUC = 1 er en perfekt modell, 0,9 er utmerket, 0,9-0,7 anses moderat anvendbart. AUC < 0,7 er dårlig i følge Pearce & Ferrier (2000) mens 0,5 tilsvarer tilfeldig predikering av forekomst og fravær. AUC-verdiene for de utvalgte artene er angitt i tabell 2.

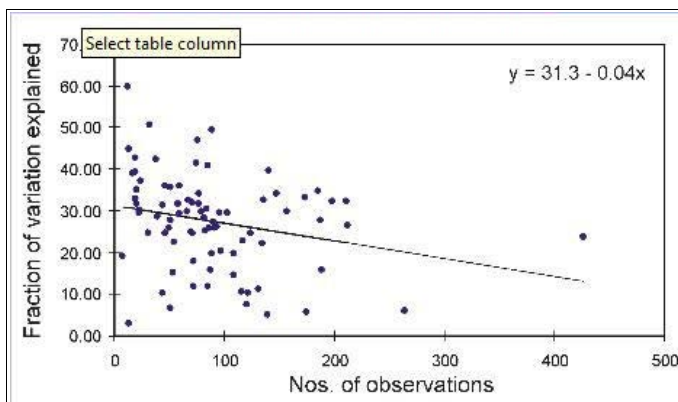
De statistiske analysene ble gjort i R (R software package version 2.2.0 for Windows (R Development Core team, 2006), i automatiserte skript (Ruden 2006) (Nettvedlegg 4).

RESULTATER OG DISKUSJON

Kategorier av forklaringsvariable fra GLM-analysene

GLM-analysene ga forklaringsverdier for de forskjellige artene som varierte fra 3% til 60% (se nedenfor). Gjennom GLM analysene valgte vi først de variablene som best forklarer de ulike artenes utbredelse og som senere skulle gå inn i prediksjonsmodelleringen for de ulike artene. Forklaringsvariable fra de to beslektede kategoriene *temperatur* og *innstråling* utgjorde henholdsvis 28,6% og 15,7% (totalt 44,5%) av alle variablene som var inkludert i de 83 artenes GLM-modeller, og var tilnærmet alle positivt korrelert med forekomst. Variabler relatert til topografi, nedbør/fuktighet og geologi utgjorde henholdsvis 15,7%, 14,6% og 9,3% av variablene inkludert i de 83 artenes GLM-modeller, uten samme dominerende konsekvens i retning på korrelasjonen med forekomst (figur 1).

Dominansen av forklaringsvariable knyttet til temperatur og innstråling og til nedbør, stemmer overens med de to viktigste bioklimatiske gradientene i Norge (Bakkestuen et al. 2008), og med Moens inndeling (Moen 1999) av Norge i vegetasjonssoner



Figur 3. Lineær regresjon over forholdet mellom andel variasjon forklart i GLM-modellene versus artenes "vanlighet" (antall grid-ruter med forekomst). (F=0.023). R Square 0.0528P-value 0.040322474.

(nord-sør og hoh) og –seksjoner (kontinentalitet). Varme er en forutsetning for alle fysiologiske prosesser. Overvekten av variabler knyttet til temperatur og innstråling i vårt materiale forsterkes formodentlig av at Norge for mange av artenes vedkommende er i nordre – og kaldeste – del av utbredelsesområdet, for eksempel grønn fluesopp (Brandrud et al. 2001), samt at nedbør i liten grad kan anses å være en minimumsfaktor for overlevelse for storsopper i Norge. Geologiske forhold er sterkt inne som forklaringsvariabel i modellene, selv med kun en grov skala på geologisk rikhet. Dette virker plausibelt, siden flere av artene er kalkkrevende. Variabler knyttet til topografi kan antas å bli enda viktigere på småskala (Bakk-estuen 2009) og slår antagelig sterkt ut også på regional skala pga en rent statistisk kobling mellom stor topografisk variasjon og sannsynligheten for å finne egnet habitat for en gitt art i en gitt 5 km x 5 km rute.

Andel variasjon forklart ved GLM

Hvor mye av variasjonen i forekomst (som prosent av null deviance) som ble forklart av miljøparameterne i GLM-modellene for de 83 artene varierte fra 3% til 60%, med et gjennomsnitt på 27.7% (Nettvedlegg 5). Ni arter hadde modeller som forklarte mer enn 40% av variasjonen og seks arter mindre enn 10%. Høyest andel variasjon forklart fant vi hos artene stubbeflathatt (60%), kremlevoksopp (*Hygrophorus russula*) (52%) og gul slimvokssopp (*Hygrocybe vitellina*) (45%), alle tre sjeldne i Norge og med begrenset og konsentrert utbredelse (registrert i hhv 12, 32 og 13 ruter). Også vårfagerhatt (*Calocybe gambosa*) og panterfluesopp (*Amanita pantherina*), med begrenset utbredelse men lokalt vanlige (registrert i hhv 88 and 75 ruter), viste høy andel variasjon forklart (hhv 50% og 47%). Arter med lav andel variasjon forklart (< 10%) inkluderte vanlige og vidt utbredte arter, som beitesjampinjong (*Agaricus*

campestris) og rimsopp (*Cortinarius caperatus*) (registrert i hhv 139 og 264 ruter) og dessuten sjeldne arter med spredt utbredelse, som eggegul vokssopp (*Hygrocybe citrinopallida*) (registrert i 13 ruter) og med kun 3% andel variasjon forklart. En ytterligere årsak til lav forklaringsprosent kan være at det skjuler seg artskomplekser bak våre analyserte arter, og at det innen artskompleksene finnes ”arter” med ulike miljøkrav. Variasjon forklart for de fire utvalgte artene kan ses i tabell 2.

For å sjekke bakgrunnen og sammenhengen for den store variasjonen i forklaringsprosenter gjorde vi regresjonsanalyser som illustrerer forholdet mellom andel variasjon forklart i GLM-modellene og artenes ”utbredelsemønster” og deres ”vanlighet”). Artenes utbredelsemønstre ble kategorisert som begrenset, intermedært, eller vidt utbredt/spredt, etter ekspertvurdering basert på vanlige utbredelseskart (Nettvedlegg 6). Med artens vanlighet menes dens hyppighet av forekomster, her målt i antall gridruter med forekomst. Andel variasjon forklart var signifikant relatert til hvor konsentrert artenes utbredelse er, med lav forklaringsprosent for vidt utbredte arter (gjennomsnittlig 19,55%) og høy forklaringsprosent for arter med konsentrert utbredelse (gjennomsnittlig 38,49%), figur 2. Den var signifikant negativt korrelert til artenes ”vanlighet”, figur 3 ($F=0,023$ og $p<0,05$).

De positive korrelasjonene mellom andel variasjon forklart i GLM-modellene i vårt datasett og hvor konsentrert artenes utbredelse er (figur 2), kan forstås ut fra økologisk tenkning. En art med begrenset/samlet utbredelse i Norge vil typisk være på sin geografiske yttergrense og sin økologiske tålegrense, og vil ha sin utbredelse bestemt av hovedgradientene, og de vil ha en relativt klar grense for sin utbredelse både geografisk og mht verdier på forklaringsvariablene. En art som forekommer vidt utbredt, eller spredt

her og der, vil også ha sin ytterste ramme for utbredelse satt av de dominerende økologiske gradienter, men siden disse er relativt lite begrensede i disse tilfellene vil i tillegg lokale faktorer som substrat, utbredelse av mykorrhizapartnere, verter etc. – bli relativt sterkt forklarende. Det er imidlertid ikke snakk om at enkelte arter per se er uegnet for modellering, men et spørsmål om tilgjengelige forklaringsvariable, skala, presisjon på forekomstdataene, datakraft til å kjøre analyser og artskjennskap.

Eksempelartenes GLM modeller

GLM modellen for eksempelarten grønn fluesopp finner variablene høy temperatur i mai (T-May), stort relativt relieff (Elev-RelRef), kort avstand til kysten (DistCoast), og høy innstråling i oktober (Rad-Oct) som de best egnede for å estimere potensielle utbredelse, samt interaksjonstermen (T-May: Elev-RelRef), se tabell 2. Det negative fortegnet på interaksjonsleddet tilsier at dette er en korreksjon som moderer en felles positiv effekt av hovedfaktorene. GLM modellen til stubbeflathatt inneholder kun temperatur (T-Mar) og to energivariabler (Rad-Jul og Rad-Oct). Rosenkjuke var den av artene i hele undersøkelsen som fikk flest forklaringsvariable inkludert i sin modell, hele ni stykker pluss åtte interaksjonsledd: Innstråling i juli (Rad-Jul, med høyest *F*-verdi), deretter avstand til havet, og variabelen skog, alle positivt korrelert til forekomst. Videre i listen ser vi at også forklaringsvariable knyttet til temperatur, innstråling, og kontinentalitet dominerer. Taigaseigsopp får sin utbredelse modellert med variablene nedbør i august (neg) (-P-aug) og terrengvariabelen SlopeTerrVar, som beskriver graden av den generelle helningsvinkelen på terrenget som viktigste variable.

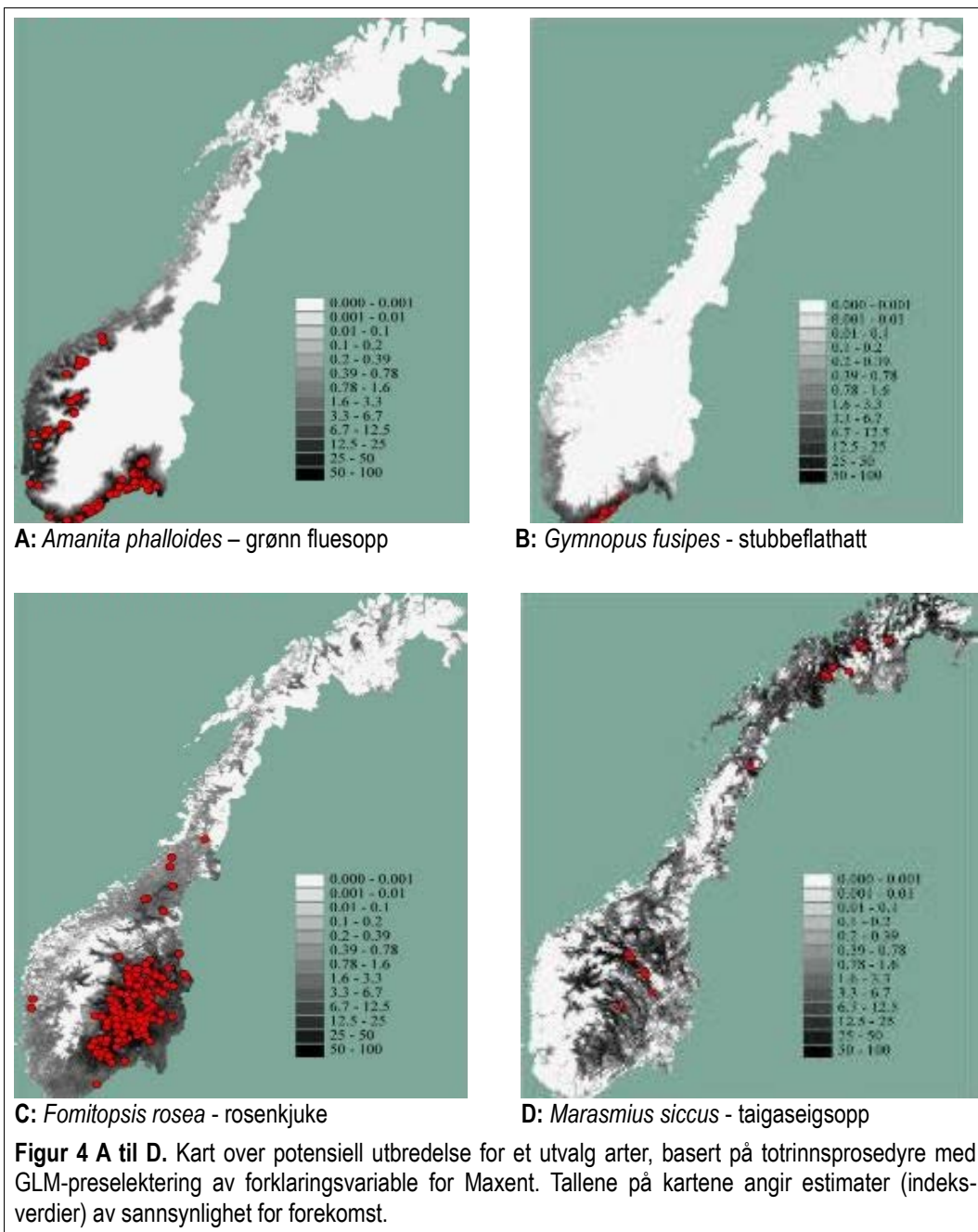
Fra Maxent-analysene (basert på variablene fra artenes respektive GLM modeller, minus kovariable), angis model-

lens AUC. For variablene oppgis relative verdier, (deres relative betydning), ranking, og kurvens form/respons. *AUC* er et måltall for hvor korrekt modellen predikerer på tilfeldige testdatasett hvor forekomst er korrekt predikert som forekomst (sensitivitet) og fravær korrekt som fravær (spesifisitet). *Relative verdier* for variablene i modellen (kalkulert ved Jackknife-prosedyre i Maxent) viser variablenes relative innflytelse på modellens prediksjonsevne (*AUC* verdi). *Kurve* (response curves) henviser til forklaringsparameterens effekt på Maxent-prediksjonen (+, rising;), decreasing; irr, irregular), gitt at alle andre variable holdes konstante på respektive gjennomsnittsverdier.

For en komplett liste over forklaringsvariablene brukt i GLM og Maxent, se nettvedlegg 2 og 3. For Jackknife test over variablenes betydning og figurer av responskurvene, se nettvedlegg 7.

Den negative korrelasjonen mellom andel variasjon forklart og ”vanlighet” i vårt datasett (figur 3) er formodentlig ikke økologisk betinget, men en ren statistisk effekt. Jo mindre vanlig en art er, jo mer begrenset/samlet utbredelse vil den oftest ha, og derfor bedre kunne modelleres på en regional skala, for eksempel stubbeflathatt. For vanlige arter er det gjerne omvendt, da disse er vidt utbredte, og dermed vanskelig å kontrastere skarpt til områder hvor de ikke forekommer, som beitesjampinjong og rimsopp. Arter som finnes tilnærmet over hele Norge bør derfor heller modelleres for et større område (eksempelvis Europa), slik at man får kontrast til områder hvor arten ikke forekommer.

Eksempelartenes GLM'er (tabell 2) er i varierende grad lette å forklare ut fra artenes livshistorie, økologi og kjente utbredelse. Modellen for grønn fluesopp har temperaturen i mai, i begynnelsen av vekstsesongen, som viktigste faktor og virker troverdig for en art som er på nordgrensen av sitt utbredelsesområde, og som formodentlig har veks-



tsesongens lengde som en utbredelsesbegrensende faktor, siden den ikke følger eika lenger nord eller inn i landet. Høy innstråling i oktober virker også positivt inn på vekst-

sesongens lengde. Stort relativt relieff kan antas å ha indirekte betydning, ved å øke sannsynligheten for lokalt varme voksesteder og generelt gi temperaturforhold som er

fysiologisk gunstig for arten. Nærhet til kysten virker på samme vis ved å øke sannsynlighet for lang vekstsesong og fravær av vedvarende frost. For stubbeflathatt gjenspeiler sannsynligvis temperatur- og innstrålingsvariablene i GLM modellen artens avhengighet av en lang vekstsesong og høye temperaturer, i overensstemmelse med dens kontinentale og mediterrane utbredelse i Europa (Antonín and Noordeloos 1997). GLM modellen til rosenkjuke, dominert av variable for innstråling (positivt korrelert), vinternedbør (negativt korrelert) og avstand til kysten, og med innstråling på sommeren som den viktigste variabelen, virker troverdig for en kontinental art. Det høye antall forklaringsvariabler inkludert kan muligens henge sammen med at artens utbredelsesområde hverken er i ytterkanten av noen av de to økologiske hovedgradientene i Norge, eller spesielt lite/begrenset, og at det dermed ikke kan defineres godt ved én eller få dominerende forklaringsvariabler. Ut fra hovedhabitatet til taigaseigsopp i Norge, flommarksskoger og deltaer, kan modellen med nedbør i august (negativt korrelert) som viktigste variabel, antas å gjenspeile behovet for å unngå oversvømmelser. Terrengform-variabelen og avrennings-variabelen i modellen har neppe direkte betydning for artens forekomst på en regional skala, annet en at den sier noe om sannsynligheten for å finne elvesystemer med hensiktsmessig fall og massetransportpotensiale til å danne elvesletter/egnet habitat.

Maxent-analysene

For eksempelartene faller hoveddelen av den registrerte utbredelsen innenfor 50% -100% intervallet av estimerte indeksverdier for potensiell utbredelse i maxent-prediksjonskartene (figur 4 A-D). Prediksjonene har gjennomgående svært høye AUC-verdier, fra 0,997 (stubbeflathatt) til 0,964 (rosenkjuke), og variabelen som ble valgt først i GLM

(høyest F-verdi), var også beste prediktor for de fire eksempelartene i Maxent-modellene (tabell 2).

Prediksjonskartene som modellering- en resulterte i viser svært varierende sammenfall mellom kjent utbredelse og predikert utbredelse, slik som illustrert ved eksempelartene. Her er sammenfallet svært presist for stubbeflathatt, moderat presist for grønn fluesopp, og noe mindre presist for taigaseigsopp og svært upresist for rosenkjuke (fig. 4 A-D). For stubbeflathatt omkranser prediksjonskartets grense for høyeste indeksverdi for potensiell utbredelse (100% - 50%, markert svart) de registrerte funnene ganske presist, med kun to funn i områder av lavere predikert indeksverdi (hhv 50% -24% og < 24%). Prediksjonskartet for grønn fluesopp viser stor grad av sammenfall mellom registrert og predikert utbredelse, men med to markerte luker i registrert utbredelse sør på vestkysten. Taigaseigsopp har sine to hovedutbredelsesområder grovt innsirklet av en sone med indeksverdi på 50–100%, med relativt store områder hvor arten ikke er observert. Høye indeksverdier følger for øvrig de store dalene og vassdragene. Prediksjonskartet til den vidt utbredte rosenkjuke dekker et stort område av de regionale økologiske hovedgradientene, og viser begrenset grad av sammenfall mellom registrert og predikert utbredelse.

Det svært presist tilpassede prediksjonskartet for stubbeflathatt (figur 4 B) og den svært høye AUC-verdien (tabell 2), er økologisk tillitsvekkende, men metodemessig suspekt. Tillitsvekkende siden arten er kjent kun fra den sørligste og mest sommervarme del av Norge og har sommervarmen (juni-temp) inne som mest forklarende variabel i GLM, og da har sitt habitat i enden av en norsk temperaturgradient. Arten er også relativt stor og lett gjenkjennelig, slik at sannsynligheten for at registrert forekomst gir et godt bilde av reell forekomst er høy. Det suspekete skyldes den svært begrensede

utbredelsen, og at hele Norge er brukt som sammenligningsgrunnlag for Maxent-analysen, slik at fravær (pseudofravær) velges tilfeldig fra fraværstruter over hele landet, inklusive høyfjellsområder og nordlige strøk, langt utenfor realistiske habitater for arten. Slik blir AUC-verdien kunstig høy ved at kontrasten mellom forekomst og fravær blåses opp pga inkludering av urealistiske fraværdata, og kartet overtilpasses de forekomstdataene modellen bygges på (Lobo et al. 2008, Wollan et al. 2008). Videre er mangelen på eik som forklaringsvariabel opplagt en begrensende faktor for presisjonen og påliteligheten til analysene. En modellering på mindre skala, med snevrere begrenset totalområde og med eik inkludert som forklaringsvariabel ville både ut fra metode-messige og økologiske betraktninger gi en prediksjon av bedre kvalitet. Hensikten med prediksjonen og tenkt bruk av kartet må tas i betraktning når man vurderer i hvor stor grad man skal stole på kart over potensiell utbredelse (se boks, side 75: Vit hvorfor du modellerer; => Kjenn dine metoder; => Kjenn din art; => bruk relevante forklaringsvariable på en hensiktsmessig skala).

Prediksjonskartet for grønn fluesopp bygger på et økologisk forståelig utvalg preselekterte forklaringsvariable (se ovenfor) og gir et tillitsvekkende inntrykk (=> Presel-ekter dine forklaringsvariable, og du skal unngå overtilpasning). Lukene i kjent utbredelse i forhold til potensiell kan meget vel bli lukket gitt bedre leting (=> Gjør feltvalidering og kalibrer modellen). De samme anmerkninger som for stubbeflathatt kan gjøres gjeldende også her, men i mindre grad, siden forholdet mellom registrert forekomstområde og det totale området er mye høyere for grønn fluesopp.

Taigaseigsopp vil med sine få funn og spredte utbredelse være ekstremt utsatt for skjevheter i datainnsamlingen, og man bør derfor være ekstra forsiktig med å avskrive

andre typer habitat enn de der arten primært er funnet. Med dette forbehold, gjør den distinkte økologiske preferansen for fuktig flommarksskog og elvedeltaer kartets romslige innsirkling av de registrerte forekomstene med en sone med indeksverdi på 50–100% allikevel troverdig. Et målrettet søk etter arten i disse områdene (tilsvarende som for grønn fluesopp) vil med stor sannsynlighet føre til funn også her (=>Gjør feltvalidering og kalibrer modellen).

Misforholdet mellom registrert og predikert utbredelse for rosenkjuke, sammen med lav andel variasjon forklart ved GLM og lav AUC, gjør kartet lite troverdig, selv om variablene valgt i GLM er økologisk sett logiske for en kontinental art. Artens vide utbredelse i forhold til de regionale klimatiske gradienter fører naturlig til at utbredelsen er vanskelig kontrasterbar mot fravær, og er kanskje største årsak til lav presisjon på prediksjon basert på regionale forklaringsvariable. Siden arten er avhengig av død ved av gran i gammelskog, er det sannsynlig at mangel på relevante forklaringsvariable på en lokal skala, slik som substrat, sterkt begrenser presisjonen på prediksjonen. Her er skalaen på 5x5 km også for grov til å fange opp forekomster av arten i små lommer av egnet habitat. Et annet bidrag til det dårlige resultatet er antagelig at vi har inkludert samtlige registreringer av arten i materialet, også de kystfunnene som er gjort i gruver og i hus (tiltransportert trevirke). Inkludering av andre, lokale, forklaringsvariable, spesielt substratet død ved av gran, mindre skala, samt fjerning av økologisk misvisende registreringer, ville antagelig gi en vesentlig bedre prediksjon (=> bruk relevante forklaringsvariable på en hensiktsmessig skala).

KONKLUSJONER

Etter vårt skjønn er prediksjonsmodellering et nyttig verktøy både for forskning og forvaltning, men en må imidlertid være opp-

merksom på de forutsetninger modelleringen bygger på, og anvende prediksjonskart med varsomhet (se boks). Et metodisk problem vi ikke kommer utenom når det gjelder storsopper er at vi hittil bare har kunnet registrere forekomst av fruktlegemer, og ikke selve mycelet. Artene kan dermed meget vel ha en videre utbredelse enn den registrerte, men uten å danne fruktlegemer under de rådende klimatiske forhold. Videre forbedringer av metodenes potensiale avhenger først og fremst av tilgang til flere og mer detaljerte datasett over forklaringsvariabler, spesielt over biotiske faktorer og geologi og jordsmonn.

REFERANSER

- Antonín V & Noordeloos ME. (1997). A monograph of *Marasmius*, *Collybia* and related genera in Europe, part 2: *Collybia*, *Gymnopus*, *Rhodocollybia*, *Crinipellis*, *Chaetocalatus*, and additions to *Marasmiellus*. *Ibid.* 17, 256 pp.
- Bakkestuen, V., Erikstad, L. & Økland, R. (2008) Step-less models for regional environmental variation in Norway. *Journal of Biogeography*, 35, 1906-1922.
- Bakkestuen, V. (2009) *GIS as a tool for studying temporal and spatial patterns in Norwegian ecosystems across disciplines and scales*. Dr. Philos. avhandling, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
- Bakkestuen, V., Erikstad, L. & Halvorsen, R. (2009) *Klimaendringer og Norges vegetasjon. Hvordan påvirkes vegetasjonsmodeller av ulike klimascenarier?* NINA Rapport 524. 24.s, Oslo.
- Brandrud, T. E. Dahl, T. H. & Fonneland, I. L. (2000) Sørlandssopper. *Blekksoppen*, 80, 12-21.
- Brandrud, T. E., Gulden, G., Timmermann, V. & Wollan, A. K. (2001) Storsopper i kommunene leikanger. Luster og Sogndal registrert under den XV Nordiske mykologiske kongress Sogndal 7-12 september 2000. *Fylkesmannen I Sogn og Fjordane rapport*, 3, 1-60.
- Brandrud T. E., Bendiksen E, Hofton TH, Høiland K, Jordal JB, 2006. Sopp, i: Kålås JA, Viken Å, Bakken T (Red.), Norsk Rødliste 2006 (2006 Norwegian Red List). Artsdatabanken, Norway.
- Crawley, M. J. (2005) *Statistics: An introduction using R*. John Wiley, Chichester.
- Eckblad, F-E. (1981) *Soppgeografi*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Elith, J. C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. McC., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K. S., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M. S. & Zimmermann, N. E. (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129-151.
- Engler, R., Guisan, A. & Rechsteiner, L. (2004) An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology*, 41, 263-274.
- Graham, C. H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C. & Peterson, T. (2004) New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 497-503.
- Gulden, G., Brandrud, T. E. & Timmermann, V. (2001) Fungaen i indre strøk på Vestlandet – slik den XV. Nordiske Mykologiske Kongressen (XV NMC) registrerte den. *Blekksoppen*, 84, 32-42 (in Norwegian).

- Hirzel, A. H. & Guisan, A. (2002) Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling? *Ecological Modelling*, **157**, 331-341.
- Hirzel, A. H., Hausser, J. & Perrin, N. (2002) Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, **83**, 2027–2036.
- Hirzel, A. H., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, C. & Guisan, A. (2006) Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling*, **199**, 261-280.
- Håpnes, A., Haugan, R., Bredeesen, B., Rindén, H. (1993). *Siste sjanse, en håndbok om skogøkologi og indikatorarter*, Siste sjanse, Oslo.
- Jaynes, E. T. (1982) On the rationale of maximum entropy methods. *Proceedings of Institute of Electrical and Electronics Engineers*, **70**, 939-952.
- Jiménes-Valverde A., Lobo, J. M. & Hortal, J. (2008) Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, **14**, 885–890
- Knudsen, H. & Vesterholt, J. (eds.), (2008) *Funga Nordica. Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera*. Nordsvamp, Copenhagen.
- Lobo, J. B. (2008) More complex distribution models or more representative data? *Biodiversity Informatics*, **5**, 15-19.
- Lobo, J. M., Jiménez-Valverde, A., & Real, R. (2008) AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, **17**, 145-151.
- Mateo, R. G., Croat, T. B., Felicísimo, Á. M. & Muñoz, J. (2010) Profile or group discriminative techniques? Generating reliable species distribution models using pseudo-absences and target-group absences from natural history collections. *Diversity and Distributions*, **16**, 84-94.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989) *Generalized linear models*, 2nd edn. Chapman & Hall, London.
- Moen, A. (1999) *Vegetation. National atlas of Norway*. Norwegian Mapping Authority, Hønefoss (in Norwegian).
- Meyer, D., Leisch, F., Hothorn, F. & Hornik, K. (2002) StatDataML: An XML format for statistical data. *Compstat 2002 - Proceedings in computational statistics* (ed. by W. Härdle and B. Rönz) pp. 545-550. Physika Verlag, Heidelberg.
- Nitare, J. (ed.), (2000) *Signalarter*. Skogstyre-sens Förlag, Jönköping.
- Ot.prp. nr. 52 (2008-2009) Om lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven). Tilråding fra Miljøvern-departementet av 3. april 2009, godkjent i statsråd samme dag.
- Pearce, J. & Ferrier, S. (2000) Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*, **133**, 225-245.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**, 231–259.
- Phillips, S. J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C. H., Lehmann, A., Leathwick, J & Ferrier, S. (2009) Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications*, **19(1)**, 181–197.
- R Development Core Team (2006) *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Available at: <http://www.R-project.org> (last accessed 29 march 2010).
- Reutter, B.A., Helfer, V., Hirzel, A. H. & Vogel, P. (2003) Modelling habitat-suitability using museum collections: an example with three sympatric *Apodemus* species from the Alps. *Journal of Biogeo-*

- graphy*, **30**, 581-590.
- Ruden, T.A., (2006) Script, sopp080205.R. USIT, University of Oslo. Available at: http://www.bioportal.uio.no/onlinemat/online_material.php (last accessed 29 march 2010).
- Ryvarden, L & Gilbertson, R. L. (1993) *European Polypores Part 1*, Fungiflora, Oslo.
- Røed, E. (ed.) (2002) Electronic reachable maps of Norway. Norwegian Mapping Authority, Hønefoss. Available at: <http://ngis2.statkart.no/norgesglasset/default.html> (last accessed 29 march 2010).
- Stokland, J., Bakkestuen, V., Bekkby, T., Rinde, E., Skarpås, O., Thygeson, A. S., Yoccoz, N. G. og Økland, R. H. (2008) *Prediksjonsmodellering som verktøy for kartlegging, overvåking og forvaltning av biologisk mangfold: anvendelse, utviklingspotensiale og utfordringer*. Naturhistorisk museum (Oslo), publikasjon 1, Oslo.
- Sverdrup-Thygeson et al. (2009) Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Arealer for Rødlistearter – Kartlegging og Overvåking (ARKO). Faglig fremdriftsrapport for 2009. NINA Rapport 528.
- VanderWal, J., Shoo, L. P., Graham, C. & Williams, S. E. (2009) selecting pseudo-absence data for presence-only distribution modelling: How far should you stray from what you know? *Ecological Modelling* **220**, 589-594.
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern applied statistics with S*. Springer-Verlag, New York.
- Wollan, A. K. (2007) A mycogeographical study of Norwegian macrofungi based on GLM analyses of herbarium data. Cand. scient. oppgave, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
- Wollan, A. K., Bakkestuen, V., Kauserud, H., Gulden, G. og Halvorsen, R. (2008) Modelling and predicting fungal distribution patterns using herbarium data. *Journal of Biogeography*, **35**, 2298-2310.
- Zaniewski, A. E., Lehmann, A. & Overton, J. McC. (2002) Predicting species distribution using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecological Modelling*, **157**, 261-280.

Nettadresser:

Kartleggingsprosjektet:

<http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/kartlegging/index.htm>

Artsobservasjoner:

<http://www.artsobservasjoner.no/>

Norgesglasset:

(<http://ngis2.statkart.no/norgesglasset/default.html>)

Mykoteket i Oslo: <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/index.html>

Prediksjonsbudene

Første bud: Vit hvorfor du modellerer

Er målet økologisk forståelse velger man prediktorvariabler av presumptivt direkte betydning for artens fitness, mens hvis målet er et best mulig kart over realisert nisje, som hjelp til å finne individer av arten, kan man forsvare å stappe inn alt som øker sannsynligheten for funn. Er målet å bidra til en fornuftig forvaltning av leveområder for arter vil det være et avveiningsspørsmål mellom de to ekstremer.

Andre bud: Kjenn din(e) metode(r)

Artens relative utbredelse i forhold til totalt studieområde påvirker modellen i kraft av forholdet mellom forekomst og fravær etter modellens tilgjengelige utvalg/mengde av ruter for fravær (= pseudofravær).

Tredje bud: Kjenn din art

Artens relative utbredelse i forhold til totalt studieområde samt den registrerte utbredelsens karakter, dvs. gradert fra konsentrert til spredt, påvirker begge resultatet av modellene.

Fjerde bud: Bruk relevante forklaringsvariable på en hensiktsmessig skala

Bruk artskunnskap (tredje bud igjen) til å velge mest mulig økologisk relevante forklaringsvariable, og ideelt sett på en skala som gjengir de faktiske variasjonene i variabelen.

Femte bud: Preselekt dine forklaringsvariable, og du skal unngå overtilpasning

Kjør korrelasjonsanalyse på forklaringsparametrene, preselekt ved GLM eller bruk kompositvariable som gjenspeiler økologiske gradienter (PCA Norge, Bakkestuen et al. 2007), og du unngår en hovedkilde til overtilpasning.

Sjette bud: Gjør feltvalidering og kalibrer modellen

Som for orienteringskart, er heller ikke modeller og prediksjonskart (SDM) ferdige uten synfaring. Indeksverdier bør oversettes til sannsynligheter, og nye funn registreres for å forbedre datagrunnlaget for modelleringen.

Syvende bud: Ikke overselg resultatet

Ufullstendig avklaring om metodenes bruk og begrensning tilsier en viss grad av forsiktighet ved tolkning av resultatene.

Gullskjellet slørsopp - *Cortinarius humicola* (Quél.) Maire – gjenfunnet i Norge etter 24 år

Inger-Lise Fonneland

Mellomveien 11, 4870 Fevik, E-mail: ingerlisefonneland@online.no

Inger-Lise Fonneland, 2010. Gullskjellet slørsopp – *Cortinarius humicola* (Quél.) Maire - gjenfunnet i Norge etter 24 år. *Agarica* 2010, vol. 29, 79-81

English title: *Cortinarius humicola* (Quél.) Maire recollected in Norway after 24 years.

NØKKELOORD

Gullskjellet slørsopp, eik-/ lindeskog, kalkrikt, rødlistearter, artsmangfold.

KEY WORDS

Cortinarius humicola, quercus-/tilia wood,

calcareous, redlist species, diversity.

ABSTRACT

The second find in Norway of *Cortinarius humicola* (Quél.) Maire, in the red list category critically endangered (CR), is reported on, and so is its finding place, ecology and Scandinavian occurrence.

SAMMENDRAG

Det andre funn i Norge av gullskjellet slørsopp (*Cortinarius humicola* (Quél.) Maire) med rødlistestatus CR kritisk truet, er kort beskrevet, samt funnsted og økologi.



Figur 1. *Cortinarius humicola* på voksestedet.

Cortinarius humicola on its finding place Photo: Inger-Lise Fonneland.

Utbredelse, rødlistestatus og økologi for arten i de andre skandinaviske land nevnes også.

INNLEDNING

Gullskjellet slørsopp – *Cortinarius humicola* (Quél.) Maire er en slørsopp som er blitt ført til underslekten *Leprocycbe*. Den ble funnet første gang i Norge i 1985 i Kragerø av Tor Erik og Kristin Brandrud på en eikelokalitet med rikt jordsmonn (Norsk soppdatabase, NSD). Funnet besto av et enkelt fruktlegeme. Siden har arten ikke vært sett i Norge, til tross for sitt nokså iøynefallende utseende og mykologers bevisste leting. Ved første øyekast kan den minne om en skjellsopp (*Pholiota*).

Den 29.08.2009 fant undertegnede seks eksemplarer av noe som jeg håpefullt mistenkte for å være *Cortinarius humicola*. På vei hjem var tankene innom mulige forvekslingsarter, spesielt skjellsopper, hvis det mikroskopiske bildet skulle vise seg ikke å passe. Sporene viste seg imidlertid å være finvortete, og *Cortinarius humicola* ble bekreftet av Tor Erik Brandrud neste morgen på grunnlag av foto sendt i mail. Et par små eksemplarer ble også tatt med til XIX Nordiske Mykologiske Kongress i Steinkjer dagen etter, for ytterligere bekreftelse.

Funndata

Cortinarius humicola, Aust-Agder fylke, Arendal kommune, Vigeland, MK 72,78, leg./det. Inger-Lise Fonneland, conf. TE Brandrud. Belegget oppbevares i O (Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo). Seks fruktlegemer vokste nær hverandre i en liten gruppe. Foto fra voksestedet, fig. 1.

Hatt: 2–4,5 cm, gulbrun, puklet, sterkt skjullet. **Skiver:**

Gulhvite til lysbrune. **Fot:** 3–6 cm, tykkest på midten, noe rotforlenget, gulbrun, lysere øverst, sterkt skjullet, bortsett fra helt oppunder hatten. **Slør:** Gulbrunt / okerbrunt. **Sporer:** 7,5–9 x 5,5–6 µm, fint vortet, ellipsoide

Lokalitetsbeskrivelse

Bratt, vestvendt, gammel eik-/lindeskog med bl.a. blåveis (*Hepatica nobilis*), myske (*Galium odoratum*), sanikkel (*Sanicula europaea*) og hvit skogfrue (*Cephalanthera longifolia*) i nærheten. Akkurat på voksestedet var det lite karplanter, mest dødt løv. Eik er det dominerende treslaget, dernest lind, dessuten hassel i nærheten; bøk finnes ikke. Skogen fremstår som svært urørt, sannsynligvis på grunn av sin utilgjengelighet. Ca 30 rødlistede sopparter og flere såkalte 'sørlandssopper' (Brandrud et al. 2000) er funnet på et relativt lite område her de siste 20 år. Lokaliteten har vært besøkt av undertegnede flere ganger hvert år.

Soppsesongen 2009

Soppfloraen eksploderte i mangfold allerede i august. Det var spesielt de rike edelløvskogene som slo til, lokaliteter som huser de såkalte 'sørlandssopper'. Dessverre varte det store mangfoldet bare til litt over midten av



Figur 2. *Cortinarius humicola*, sporer. I-LF 2009 – 109.

Cortinarius humicola.

Spores from stipe surface; ovoid-ellipsoid, finely to moderately verrucose, somewhat dextrinoid, 8,0 – 9,5 x 5,3 – 5,8µm. Microscoped 24.2.2010. Del. Katriina Bendiksen 24.01.2010.

september, men mange sjeldne arter rakk å bli funnet / gjenfunnet i løpet av de ukene, bl.a. ble sinoberslørsopp (*Cortinarius cinna-barinus*) gjenfunnet på denne lokaliteten etter 13 år.

Utbredelse, rødlistekategorier og økologi

Utbredelse

Cortinarius humicola angis som sjelden til svært sjelden i Europa (Bendiksen et al. 1997, Brandrud et al. 1994), det samme fremgår av Funga Nordica (2008): "very rare in temp.-hemib." og DMU, Danmarks Miljøundersøgelser 2008: "Vidt udbredt men sjælden i Europas bøgeskove". Den er kjent fra 14 lokaliteter i Danmark, men siden 1990 er den bare gjenfunnet på 4 av disse. Tilbakegangen antas å skyldes gjødsling og mer effektiv skogdrift (DMU, Danmarks Miljøundersøgelser 2008).

I Sverige er det syv kjente lokaliteter i 2005 (ArtDatabanken, SLU 2005). Tilbakegang er angitt som vanskelig å bedømme, men på en del gamle lokaliteter i Skåne er det ukjent om arten fremdeles finnes.

Rødlistestatus

I Norge har *Cortinarius humicola* rødlistestatus CR – kritisk truet, i Danmark EN – sterkt truet, i Sverige VU - sårbar.

Økologi

Cortinarius humicola danner vanligvis mykorrhiza med bøk på kalkrik grunn i eldre skoger (DMU, Danmarks Miljøundersøgelser 2008, ArtDatabanken, SLU 2005), ofte på rikere mark (Funga Nordica og *Cortinarius* Flora Photographica), men ikke nødvendigvis (Bendiksen et al 1997). Arten er også angitt for eik-/hasselokaliteter og agnbøk. (ArtDatabanken, SLU 2005). I Sverige er den bare funnet på kalkrik mark, men sies i Frankrike å være mindre avhengig av pH. (ArtDatabanken, SLU 2005). På Vigeland finnes ikke bøk, men med blåveis i nærheten

må man regne med kalk i en eller annen form. Begge de norske funnene er gjort på rikere mark i bratt lågurt eikeskog.

TAKK

Tor Erik Brandrud takkes for bekreftelse av funnet, og Katriina Bendiksen for tegning av sporer.

REFERANSER

- ArtDatabanken 2005. Faktablad: *Cortinarius humicola* – fjällig spindling. Förf. Stig Jacobsson 1997.
- Bendiksen E, Høiland K, Brandrud TE, Jordal JB 1997. Truete og sårbare sopparter i Norge; en kommentert rødliste. Fungiflora, Oslo.
- Brandrud TE, Dahl, TH, Fonneland, I-L 2000. Sørlandssopper. Bleksoppen 28 (nr. 80), 12-21.
- Brandrud, TE, Lindström, H, Marklund, H, Melot, J & Muskos, S 1994. *Cortinarius*, Flora Photographica. Blad C17. *Cortinarius* HB, Härnösand.
- DMU (Danmarks Miljøundersøgelser) – B-FDC – Den danske rødliste: Rødlistedata for arten *Cortinarius humicola*. 2008. Rødlistevurdert av Jacob Heilmann-Clausen. <http://www.artdata.slu.se/rodlista/Faktablad/corthumi.pdf>.
- Niskanen T, Kytövuori I, Høiland K 2008. *Cortinarius* subgen. *Cortinarius* i Knudsen H, Vesterholt J (Eds.): Funga Nordica s. 662-680, Nordsvamp, København.
- Norsk soppdatabase, NSD 2010. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Sitert 2010.

Entoloma scabiosum (Fr.) Quél. new to Norway

John Bjarne Jordal

Auragata 3, 6600 Sunndalsøra, Norway, E-mail: john.bjarne.jordal@sunndals.net

Norsk tittel: *Entoloma scabiosum* (Fr.) Quél., en ny rødskivesopp i Norge.

Jordal JB, 2010. *Entoloma scabiosum* (Fr.) Quél. new to Norway. *Agarica* 2010, vol. 29, 83-86.

KEY WORDS

Entoloma scabiosum, deciduous forest, distribution, Norway.

NØKKELOORD

Entoloma scabiosum, edellauvskog, rødskivesopp, Rogaland, Norge.

SAMMENDRAG

Entoloma scabiosum ble funnet som ny for Norge i Vindafjord kommune i Rogaland fylke i 2008. Dette er en rødskivesopp som i Skandinavia fra før er kjent fra i Danmark og sørlige deler av Sverige. Artens økologi på funnstedet beskrives.

ABSTRACT

Entoloma scabiosum was discovered as new to Norway in Vindafjord municipality, Rogaland county in 2008. Previously, this species is only known from Denmark and southern Sweden in Scandinavia. The new locality seems to be the northernmost in Europe. The habitat is described.

INTRODUCTION

The genus *Entoloma* has nearly 350 known species in Europe, and new species are frequently described (Noordeloos 1992, 2004). Many of them resemble

each other macroscopically, and also microscopically the differences are sometimes small. One of the more striking species, *E. scabiosum* (Fr.) Quél., was found in SW Norway in 2008. The species and locality is described here, together with information on distribution and ecology in other countries. The field work was part of a project collecting data on important areas for nature management in the county of Rogaland, a task performed for the county management authorities (Fylkesmannen i Rogaland).

Material studied

Norway: Rogaland county: Vindafjord municipality: above Heggen by Ølensvåg, in deciduous forest, UTM (WGS84) zone 32V: LM 2114 1298, alt. 240 m, 07.09.2008, leg. Lars Dalen and John Bjarne Jordal, det. John Bjarne Jordal.

Description

Entoloma scabiosum belongs to the subgenus *Trichophilus*, which encompasses medium large fungi with a fibrillose or squamulose



Figure 1. *Entoloma scabiosum*, cap and stipe. Photo: J. B. Jordal.

cap, often reminding of an *Inocybe*.

Entoloma scabiosum has a strongly fibrillose or squamulose cap surface where brownish squamules (fibrils with uplifted tips) are contrasting with the pale coloured context between them. Only one basidiocarp was found. The cap was 4 cm broad. The lamellae were medium crowded, deeply emarginate to almost free, brown with a pinkish tinge from the spores. The stem was not in a good state, but it was fibrillose and striate with brown fibrils on a paler background, gradually broadened towards the base. No special smell was noted. The spores were heterodiametrical, 4-7-angled, $7-9 \times 6-7 \mu\text{m}$, which is somewhat smaller than in related species of subgenus *Trichophilus*. The lamella edge was heterogenous, the basidia were mixed with striking, large, lecithiform to tibiiform cheilocystidia, where the capitulum often was mucronate. Clamps were not seen (further description: see Kits van Waveren 1976 and Noordeloos 1992). The similarity with *E. jubatum* and relatives is only superficial. *Entoloma scabiosum* is easily distinguished on the coarsely fibrillose to squamulose cap, and the cheilocystidia are also diagnostic.

Description of the locality

The locality is a steep, south faced deciduous forest dominated by *Corylus avellana*, mixed with *Fraxinus excelsior*, *Prunus padus* and *Alnus glutinosa*. *Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Betula* spp. and *Acer pseudoplatanus* are also present, but more scattered. The climate in the region is warm, but also clearly oceanic with mild winters and much rainfall. The field layer contains ferns (e.g. *Dryopteris* spp. and

Polystichum braunii), tall herbs and low herbs. The site where *E. scabiosum* was found was an open soil spot near the base of a steep rock surface. The spot had a low herb vegetation with species like *Anemone nemorosa*, *Conopodium majus*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis* and *Viola riviniana*. Further description of the locality is available from Naturbase (2010).

DISTRIBUTION AND ECOLOGY

The only known locality for *E. scabiosum* in Norway so far is shown in Fig. 3. In Denmark the species is known from 14 localities (Foreningen til Svampekundskabens Fremme 2010a, 2010b). In Sweden three localities are known in the southernmost part of the country (Jacobsson 2002). Further it is known from the Netherlands, Germany and Switzerland (Noordeloos 1992). Search on the Internet reveals that the species has been found in several European countries. In Great Britain there are 26 localities north to Edinburgh (British Mycological Society 2010). The new locality in Norway is the northernmost in



Figure 2. *Entoloma scabiosum* was found in a steep area just above the centre of the picture. This is a deciduous forest with *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior* and *Alnus glutinosa*. Photo: J. B. Jordal.

Scandinavia according to available information, and it is also more northern than all known sites in Great Britain. This suggests that *E. scabiosum* is a primarily southern species in Europe; the new locality could be the northernmost in Europe.

The habitat is described by different authors as deciduous forests with *Quercus*, *Fagus*, *Fraxinus* etc. on humus soil. Several records are made on calcareous soil, and the soil may also be described as moist (Noorde-loos 1992, Jacobsson 2002, Foreningen til Svampekundskabens Fremme 2010a, British Mycological Society 2010).

THREATS AND MANAGEMENT

E. scabiosum may be threatened by e.g. forestry activities like clearcutting, building of new roads, establishment of coniferous plantations, and disturbance by off-road vehicles. Known localities should be protected against such influence (Jacobsson 2002). The species is included in red list of countries like Sweden (Gärderfors 2005; category data deficient), Denmark (Danmarks miljøundersøgelser 2008; category data deficient) and Germany (Deutsche Gesellschaft für Mykologie 1992; category vulnerable). *Entoloma scabiosum* will also be a possible candidate to the 2010 red list of Norway.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank Lars Dalen for advice, local knowledge and for accompanying me during the field work in Vindafjord. The management authorities of Rogaland (Fylkesmannen i Rogaland) are thanked for financing the field work.

REFERENCES

British Mycological Society, 2010. The GB checklist of fungi - species data, <http://www.fieldmycology.net/GBCHKLST/gbsyns.asp?intGBNum=5228>. Cited 08.03.2010.

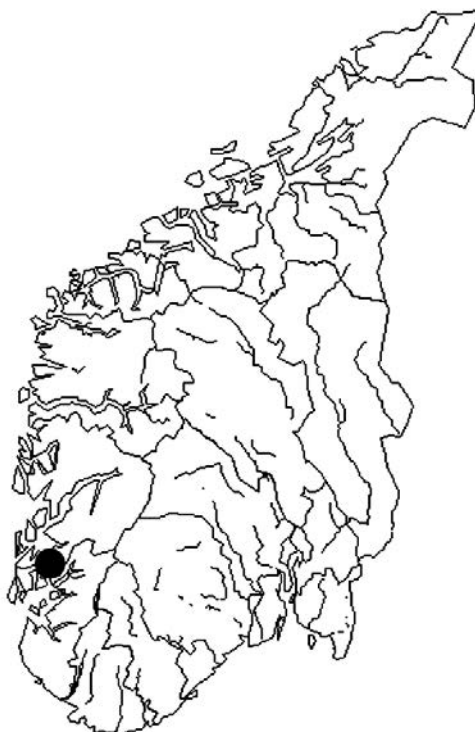


Figure 3. Map of S Norway showing the new locality of *Entoloma scabiosum* in northern part of Rogaland county, SW Norway.

- Danmarks miljøundersøgelser, 2008. Trævlet rødblad *Entoloma scabiosum* (Fr.: Fr.) Quél., in: The Danish Red Data Book. Available via DMU, http://www2.dmu.dk/1_om_dmu/2_tvaer-funk/3_fdc_bio/projekter/redlist/data.asp?ID=4746&gruppeID=90. Cited 08.03.2008.
- Deutsche Gesellschaft für Mykologie, 1992. Rote Liste der gefährdeten Großpilze in Deutschland. Deutsche Gesellschaft für Mykologie e. V., Naturschutzbund Deutschland e.V. IHW-Verlag, Eching.
- Foreningen til Svampekundskabens Fremme, 2010a. Rødlistede svampearter i Danmark - fund og registreringer - Redlisted fungi of Denmark. <http://130.225.211.158/mycosoc/roddatasearch.htm>. Cited 08.03.2010.

- Foreningen til Svampekundskabens Fremme, 2010b. Danmarks svampeatlas - Atlas of Danish fungi. <http://www.svampe.dk/atlas/soegrecord.php>. Cited 08.03.2010.
- Gärdenfors U, 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005. ArtDatabanken, Uppsala.
- Jacobsson S, 2002. *Entoloma scabiosum*, striprödling. Fact sheet, in: ArtDatabanken, Swedish Species Information Centre, SLU, Available via ArtDatabanken. http://www.artdata.slu.se/rodlista/Faktablad/ent_scab.PDF. Cited 08.03.2010.
- Kits van Waveren E, 1976. Redescription of *Rhodophyllus scabiosus* (Fr.) Quél. Persoonia 8, 459-467.
- Naturbase, 2010. Database on areas important for nature management. Available via Naturbase. Data on the described locality (in Norwegian). <http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/asp/faktaark.asp?iid=BN00049384>. Cited 08.03.2010.
- Noordeloos ME, 1992. *Entoloma* s.l. Fungi Europaei 5. Saronno, Italia, 760 pp.
- Noordeloos ME, 2004. *Entoloma* s.l. supplemento. Fungi Europei vol. 5a. Edizioni Candusso, Italia. 761-1378.
- The Norwegian Mycological Database, NMD 2010. Natural History Museum, University of Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Cited 08.03.2010.

Lycoperdon subcretaceum – a puffball new to Europe found in Norway

Mikael Jeppson¹ and Ellen Larsson²

¹L. Håjumsgatan 4, SE-461 35 Trollhättan, Sweden, E-mail: jeppson@svampar.se

²Plant and Environmental Sciences, University of Gothenburg, Box 461, SE-40530 Göteborg, Sweden, E-mail: ellen.larsson@dpes.gu.se

Norsk tittel: *Lycoperdon subcretaceum* - en ny røysopp i Europa funnet i Norge. slekten *Lycoperdon*.

Jeppson M, Larsson E, 2010. *Lycoperdon subcretaceum* – a puffball new to Europe found in Norway. *Agarica* 2010, vol. 29, 87-92.

KEY WORDS

Arctic-alpine puffballs, Norway, ITS, LSU, morphology.

NØKKELOD

Arktisk-alpine røysopper, Norge, ITS, LSU, morfologi.

SAMMENDRAG

Røysoppen *Lycoperdon subcretaceum* rapporteres som ny for Norge og Europa. Soppen ble innsamlet høsten 2009 i Sør-Trøndelag fylke i Midt-Norge. Et morfologisk studium av materialet viste likheter med den amerikanske arten *Calvatia subcretacea* Zeller (syn. *Handkea subcretacea* (Zeller) Kreisel). Materialet ble sekvensert med hensyn på ITS og LSU. ITS2-regionen ble sammenliknet med sekvenser som deponeres i GenBank ved hjelp av søk med BLAST. Et 100 %-ig treff ble påvist med en amerikansk sekvens av *Handkea subcretacea*. Det norske materialet, som stemmer morfologisk godt med originalbeskrivelsen av *Calvatia subcretacea*, er beskrevet og illustrert med foto *in situ*. På grunnlag av morfologiske og molekylære data foreslås en overføring av *Calvatia subcretacea* til

ABSTRACT

The puffball *Lycoperdon subcretaceum* is reported new to Norway and Europe. The material was collected in 2009 in the county of Sør-Trøndelag in Central Norway. A morphological study of the collected sample indicated affinity with the North American species *Calvatia subcretacea* Zeller (syn. *Handkea subcretacea* (Zeller) Kreisel). Sequencing of the complete ITS and partial LSU of the Norwegian collection was performed. The ITS2 region was compared with sequences deposited at GenBank using BLAST search. A 100% match was obtained with an American sequence of *Handkea subcretacea*. The morphology of the Norwegian sample fits the original description of *Calvatia subcretacea* and the collection is described and illustrated. Based on the results from the molecular phylogenetic analyses and morphological characteristics a transfer of *Calvatia subcretacea* to the genus *Lycoperdon* is suggested and the new combination *Lycoperdon subcretaceum* (Zeller) Jeppson & E. Larss., *comb. nov.* is proposed.

INTRODUCTION

In 1947 S. M. Zeller described *Calvatia subcretacea* from Mt. Hood in Hood River County in Oregon, USA. It was subsequently reported from alpine regions in the adjacent states of Idaho, Washington and California. Zeller and Smith (1964) gave an illustrated description of it and Miller (1979) provided a

colour photo of immature specimens and reported its occurrence in spring, summer and autumn among needles and duff in coniferous forests at high elevations in the Rocky Mountains, the Pacific North West and the Pacific South West (USA). Based on micro-morphological characters of the capillitium Kreisel (1989) transferred *C. subcretacea* to the new genus *Handkea*.

In the autumn of 2009 a puffball morphologically matching the North American taxon *Calvatia (Handkea) subcretacea* was found in the county of Sør-Trøndelag in Norway. A subsequent molecular analysis showed that the Norwegian sample was identical with North American samples of *Handkea subcretacea* recently submitted to GenBank. By taking into account both morphological and molecular characters we are thus convinced that the Norwegian material is identical with the North American *Calvatia subcretacea*. Since this species is new to Norway and to Europe an illustrated description is provided along with some brief notes on the habitat in which it was found.

MATERIAL AND METHODS

For studies of morphological characters under light microscope, samples of mature gleba were mounted in lactophenol-Cotton blue and heated to boiling. Spore measurements are exclusive of ornamentation. Microcharacters of the peridium were studied in Melzer's reagent. The material is deposited in herbarium GB, Department of Plant and Environmental Sciences, of Gothenburg.



Figure 1. *Lycoperdon subcretaceum* (Zeller) Jeppson & E. Larss. Basidiocarps in different stages of development. Norway, Sør-Trøndelag, Tydal, Stugudal, 2009-09-07, leg. L. Nagy & M. Jeppson, det. M. Jeppson (MJ 9032, GB). Photo: M. Jeppson.

Molecular methods

DNA was extracted and PCR and sequencing of the complete ITS and partial LSU were performed as described in Larsson and Jeppson (2008). The ITS2 region of the puffball found in Sør-Trøndelag was compared with sequences deposited in GenBank using BLAST search (Altschul et al. 1997). One sequence with 100% match was downloaded, *Handkea subcretacea* EU833658.

The sequences were aligned together with a subset of the data set used in Larsson and Jeppson (2008) using MAFFT (Kato et al. 2002). Heuristic searches for most parsimonious trees were performed using PAUP* (Swofford 2003) as described in Larsson and Jeppson (2008).

Studied material

Norway, Sør-Trøndelag, Tydal, Stugudal, alt. approx. 900 m ± 100 m, UTM(WG84) 32V PQ 426 734, 2009.09.07, leg. L. Nagy and M. Jeppson, det. M. Jeppson (MJ 9032, GB).



Figure 2. *Lycoperdon subcretaceum* (Zeller) Jeppson & E. Larss. Almost mature basidiocarp with an exposed, slightly furfuraceous endoperidium. Norway, Sør-Trøndelag, Tydal, Stugudal, 2009-09-07, leg. L. Nagy & M. Jeppson, det. M. Jeppson (MJ 9032, GB). Photo: M. Jeppson.

DESCRIPTION OF THE NORWEGIAN COLLECTION (Figs. 1-3)

Young basidiocarps off-white to pale greyish with small and dense groups of brownish spines (0.2-1.2 mm). Mature basidiocarps subglobose to slightly pyriform, 2-5 cm in diameter. Exoperidium at maturity flaking off to expose a pale greyish to pale brown, initially finely tomentose, later smooth endoperidium. Apical pore wide and irregular. Mature gleba yellowish brown, subgleba reduced (subcellular) or lacking.

Capillitium of *Lycoperdon*-type, moderately ramified, fragile, 2-7 µm in diameter. Capillitial walls medium thick to thick (0.7-1.2 µm) with abundant large irregular pores and scars. No septa in capillitium observed. Spores sphaerical (3.5 -)4.0-4.5(- 5.0) µm, finely warted. The exoperidial spines are constructed of hyaline to yellowish-brown sphaerocysts, 15-25 x 10-20 µm. The

furfuraceous surface of the endoperidium is constructed of badly preserved, ± hyaline to slightly brownish sphaerocysts, 50-60 µm in diameter.

TAXONOMIC POSITION

Kresiel (1989) transferred *Calvatia subcretacea* into his new genus *Handkea*. The main character used to separate *Handkea* from *Calvatia* was the presence of irregular, slit-like scars in the walls of the mature capillitium. However, recent molecular studies (Bates 2004, Gube 2009, Larsson and Jeppson 2008) have indicated that the genus *Handkea* is polyphyletic as its members appear at different positions within the genus *Lycoperdon*. Hence Larsson and Jeppson (2008) included *Handkea excipuliformis* and *H. utrififormis* in *Lycoperdon* (as *Lycoperdon excipuliforme* and *L. utrifforme*).

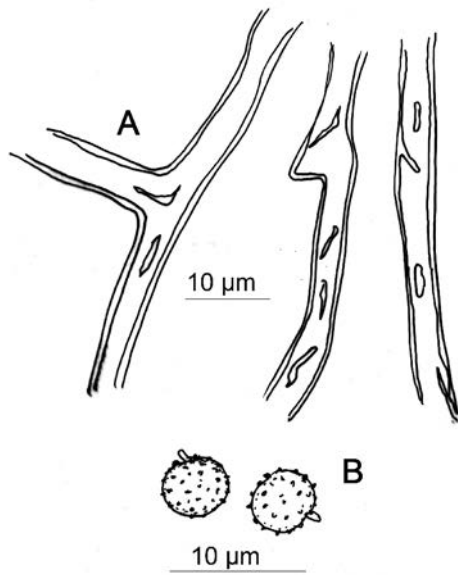


Figure 3. *Lycoperdon subcretaceum* (Zeller) Jeppson & E. Larss. Micromorphological features. A. Details of capillitium. B. Spores. (MJ 9032, GB). Del. M. Jeppson.

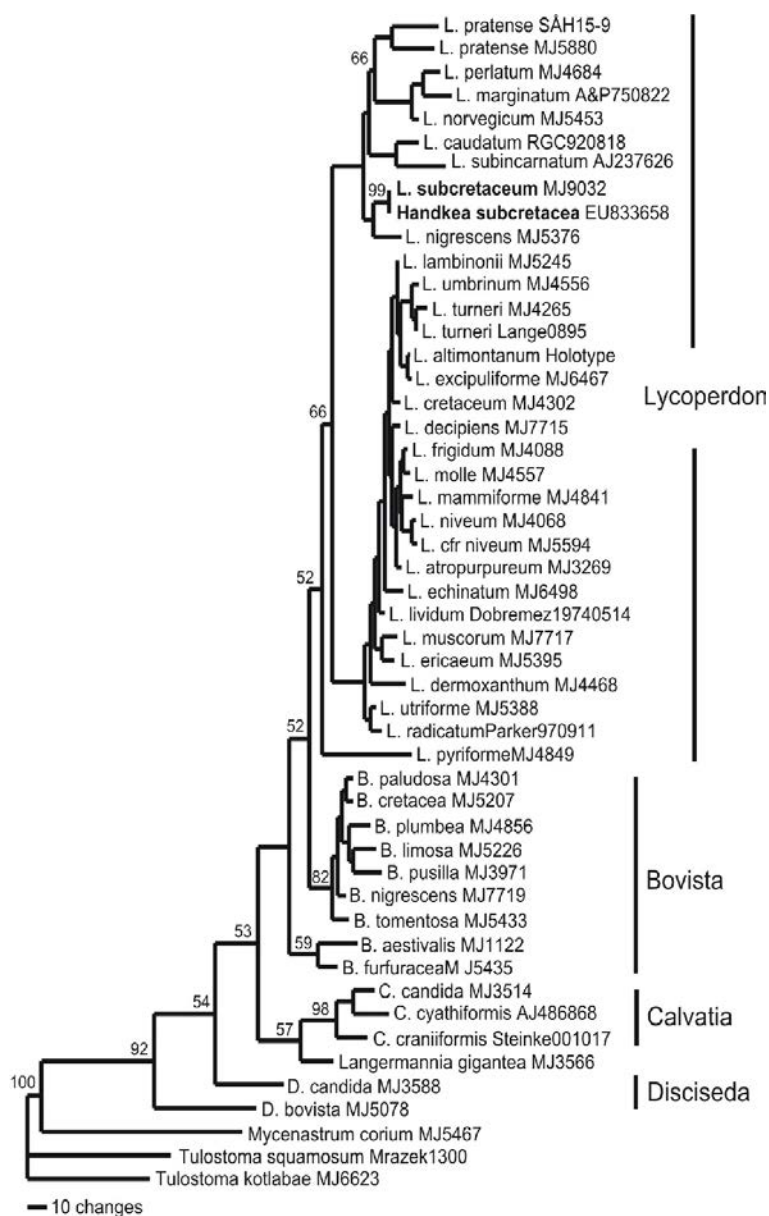


Figure 4. One of the equally most parsimonious trees obtained from the maximum parsimony analysis showing the position of *Lycoperdon subcretaceum*. Bootstrap values are indicated on branches.

In the present phylogenetic analyses the sequences of *Calvatia (Handkea) subcretacea* cluster with support in the *Lycoperdon* clade rather distant from the

Calvatia clade. It shows affinity to *L. nigrescens*, but the relationship is not supported (Fig. 4).

A transfer to the genus *Lycoperdon* is thus proposed:

Lycoperdon subcretaceum (Zeller) Jeppson & E. Larss. comb. nov.

[basonym *Calvatia subcretacea* Zeller, *Mycologia* 39, 298 (1947); syn. *Handkea subcretacea* (Zeller) Kreisel, *Nova Hedwigia* 48(3–4), 288 (1989)]. MB518045.

Larsson and Jeppson (2008) concluded that *Lycoperdon nigrescens* took a somewhat ambiguous position in the *Lycoperdon* clade, but tentatively placed it in subgenus *Utraria*. This subgenus covers a majority of the European *Lycoperdon* species. In the present dataset *Lycoperdon nigrescens* and *L. subcretaceum* cluster outside the subgenus *Utraria* and appear within the *Lycoperdon* 1 clade of Larsson and Jeppson (2008), suggesting a phylogenetic relationship with the subgenera *Lycoperdon*, *Vascellum* and *Morganella*.

The traditional distinguishing characters between the genera *Lycoperdon* and



Figure 5. The locality for *Lycoperdon subcretaceum* in Stugudal, Tydal, Sør-Trøndelag (C. Norway). Photo: M. Jeppson.

Calvatia were the total rupture of the peridium (at least the apical part) at maturity and generally larger basidiocarps in *Calvatia* as opposed to the more or less well defined pore and smaller basidiocarps in *Lycoperdon*. Recent studies (Bates 2004, Larsson and Jeppson 2008, Gube 2009) have indicated that also the genus *Calvatia* in a traditional sense is polyphyletic, and its members could be classified in *Calvatia s. str.*, *Langermannia* and *Lycoperdon*.

ECOLOGY AND DISTRIBUTION

The Norwegian sample consisted of eleven basidiocarps in all stages of development growing among grasses and mosses at the margin of a subalpine to alpine *Betula* forest on more or less acidic soil in the timberline zone at approx. 900 m a.s.l., close to a major road (Fig. 5). The surrounding area is characterized by alpine heath vegetation grazed by reindeer (*Rangifer tarandus*). In North America *Calvatia subcretacea* is recorded from high altitudes (6000 - 8500 ft = 1800 -

2600 m) in the states of California, Oregon, Idaho and Washington (Zeller 1947, Zeller and Smith 1964). According to (Miller 1979) it is abundant in central Idaho and eastern Washington, especially under Engelmann spruce (*Picea engelmannii*) which together with *Pinus spp.* and hemlock (*Tsuga mertensiana*) form the timberline.

OCCURRENCE

Two arctic-alpine puffball species formerly attributed to *Calvatia* are widespread in the mountainous regions of Fennoscandia: *Lycoperdon cretaceum* and *L. turneri*. Both are provided with a lacunar subgleba and a wide apical opening at maturity. The former has a thick, white exoperidium flaking off to expose a plumbeous grey, smooth and shiny endoperidium. The latter, *Lycoperdon turneri* has a thinner, more persistent exoperidium, which only partially falls off from the brownish, smooth endoperidium.

Lycoperdon subcretaceum, also with a wide apical opening at maturity, is easily

distinguished from these by the rather finely ornamented exoperidium with dark spines (colours as in young stages of *L. nigrescens*) and the reduced or lacking subgleba. Its exoperidium tends to fall off in flakes somewhat as in *L. cretaceum*, but the endoperidium is much paler and slightly furfuraceous in *L. subcretaceum*. In the mature gleba of *L. subcretaceum* the capillitium is provided with numerous irregular slit-like scars found neither in *L. cretaceum* nor in *L. turneri*.

Lange (1990) studied the genus *Calvatia* in arctic-subarctic regions (Greenland, Iceland and Svalbard) and recognized seven taxa with true arctic-alpine distributions: *C. cretacea*, *C. arctica*, *C. bellii*, *C. horrida*, *C. turneri*, *C. connivens* and *C. septentrionalis*. *Lycoperdon subcretaceum* is a clearly distinct taxon and except for *C. cretacea* and *C. turneri* (now both in *Lycoperdon*) none of Lange's species have so far been recorded from Fennoscandia. It can however be assumed that *Lycoperdon subcretaceum* hitherto has been overlooked in Fennoscandia. Dedicated search activities will prove necessary to clarify its European distribution.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to the Swedish species initiative, Artdatabanken, SLU, Uppsala and to Kapten Carl Stenholm's Fund for financial support.

REFERENCES

- Altschul SF, Madden TL, Schaffer AA, Zhang J, Zhang Z, Miller W, Lipman DJ, 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research* 25, 3389–3402.
- Bates ST, 2004. The Arizona members of the Geastraceae and the Lycoperdaceae (Basidiomycota, Fungi). Thesis Arizona State University, <http://www.azfungi.org/stbates/STBThesis1.pdf>.
- Gube M, 2009. Ontogeny and phylogeny of gasteroid members of Agaricaceae (Basidiomycetes). Thesis Friedrich-Schiller-Universität, Jena, http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?Idn=999990691&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=999990691.pdf.
- Katoh K, Misawa K, Kuma K, Miyata T, 2002. MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on Fourier transform. *Nucleic Acids Research* 30, 3059–3066.
- Kreisel H, 1989. Studies in the *Calvatia* complex (Basidiomycetes). *Nova Hedwigia* 48(3-4), 28-296.
- Lange M, 1990. Arctic Gasteromycetes II. *Calvatia* in Greenland, Svalbard and Iceland. *Nord. J. Bot.* 9, 525-546.
- Larsson E, Jeppson M, 2008. Phylogenetic relationships among species and genera of Lycoperdaceae based on ITS and LSU sequence data from north European taxa. *Mycol. Res.* 112, 4-22.
- Miller OK jr, 1979. *Mushrooms of North America*. E. P. Dutton, New York.
- Swofford DL, 2003. PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Zeller SM, 1947. More notes on Gasteromycetes. *Mycologia* 39, 282-312.
- Zeller SM, Smith AH, 1964. The Genus *Calvatia* in North America. *Lloydia* 27(3), 147-186.

Xerotrema megalospora – a remarkable ascomycete new to Scandinavia

Håkon Holien¹, Paul Diederich²

¹Faculty of Agriculture and Information Technology, Nord-Trøndelag University College, Serviceboks 2501, N-7729 Steinkjer, NORWAY. E-mail: hakon.holien@hint.no

²Musée national d'histoire naturelle, 25 rue Munster, L-2160 Luxembourg, LUXEMBOURG. E-mail: paul.diederich@education.lu

Norsk tittel: *Xerotrema megalospora* – en bemerkelsesverdig sekksporesopp ny for Skandinavia.

lосpora fits into a biogeographical element known as the Trøndelag phytogeographic element.

English title: Håkon Holien, Paul Diederich, 2010. *Xerotrema megalospora* – a remarkable ascomycete new to Scandinavia. *Agarica* 2010, vol. 29, 93-95.

SAMMENDRAG

Xerotrema megalospora er en sjelden sekksporesopp som vokser på død ved av bartrær og lauvtrær. Arten ble funnet for første gang i Skandinavia på en avbarket høg stubbe av gran i sumpskog i Trøndelag på senhøsten 2009. Ellers i Europa er arten bare registrert fra Skottland og Irland. Utenfor Europa er den bare kjent fra vestlige Nord-Amerika. *Xerotrema megalospora* ser ut til å tilhøre et biogeografisk element kalt Trøndelagselementet.

KEYWORDS

Decaying wood, distribution, Scandinavia, Trøndelag phytogeographic element, *Xerotrema megalospora*

NØKKELOORD

Død ved, Skandinavia, Trøndelagselementet, utbredelse, *Xerotrema megalospora*

ABSTRACT

Xerotrema megalospora is a rare ascomycete growing on wood of coniferous and deciduous trees. The species was found new to Scandinavia on a decorticated snag of *Picea abies* in Trøndelag, Central Norway, in late autumn 2009. Elsewhere in Europe it has been recorded only from Scotland and Ireland. Outside Europe it is known only from western North America. *Xerotrema megalospora*



Figure 1. *Xerotrema megalospora*. Habitus showing mature apothecia and associated green algal crust (Holien 12566).



Figure 2. Entirely closed young apothecium.

INTRODUCTION

The genus *Xerotrema* was introduced by Sherwood & Coppins (1980) to accommodate a single species, *Xerotrema megalospora*, in the family *Odontotremataceae*, which is similar to *Odontotrema* in appearance, but differing by monosporous asci with very large muriform ascospores. It was thought to be a monotypic genus until recently when another species, *Xerotrema quercicola*, was described (Coppins & Aptroot 2008). At present the genus consists of two species worldwide. They both grow on wood of coniferous or deciduous trees.

THE SPECIES

Xerotrema megalospora Sherwood & Coppins is characterized by black, urceolate (pitcher-like), cleistohymenial apothecia 0.3–0.6 mm diam., with a distinctly dentate margin and coarse radial striations on the outside and with a brownish disc (Fig. 1). Young apothecia are entirely closed (cleistohymenial), Fig. 2. The excipulum is brownish or with a greenish tinge, the inner lateral layer is covered by periphyses, and the lower part reacts blue-violet in KI_3 (Lugol's reagent) after pre-treatment with 5% KOH, see Fig. 3. The asci are monosporous with a very large muriform ascospore, 90–150 x 35–40 μm ,

see also Sherwood and Coppins (1980) and Sanderson and Hawksworth (2009). The ascospores do not give a blue reaction with KI_3 , contrarily to *Xerotrema quercicola*, see Coppins and Aptroot (2008).

The Norwegian specimen was growing on a decorticated and rather well decomposed snag of *Picea abies* in swampy Norway spruce forest close to an ombrotrophic mire. The species covered a large part of the trunk with lots of apothecia, which were surrounded by a well developed associated greenish algal crust (Fig. 1) consisting of *Trentepohlia* algae. According to Sanderson and Hawksworth (2009) the nature of the association between *Xerotrema megalospora* and the algae is not quite clear.

Xerotrema megalospora is here reported as new to Scandinavia. Elsewhere in Europe the species is known only from Scotland and Ireland where it is regarded as rare by Sanderson and Hawksworth (2009). According to Coppins and Aptroot (2008) *X. megalospora* is not uncommon on dry, standing decorticate trunks of *Pinus* in the native pinewoods of the Scottish Highlands. Outside Europe the species is known only from western North America (Oregon) where it has been found on decorticate wood of shrubby *Arctostaphylos* (Sherwood and Coppins 1980). The species therefore fits into a biogeographic element comprising oceanic species of both lichenized and non-lichenized fungi with a western European - western North American disjunction including, e.g., *Arthothelium norvegicum*, *Biatora hypophaea*, *Cavernularia hultenii* and *Rinodina disjuncta* (Holien and Tønsberg 1996, Printzen and Tønsberg 1999, Tønsberg and Williams 2006) and *Dactylospora aeruginosa* (Ihlen et al. 2004). This biogeographic element has been treated as the Trondelag phytogeographic element, see Holien and Tønsberg (1996).



Figure 3. Section of apothecium in KI_3 showing large muriform ascospores and the blue-violet reaction in the lower part of the excipulum (Lugol just penetrating the upper hymenium and the lateral excipulum).

Specimen examined: Norway, Nord-Trøndelag, Steinkjer, between Okstadmyra nature reserve and river Døla, UTM: PR 2921 9546, 63°57.73'N, 11°38.33'E, alt. ca. 90 m, 15.10.2009, H. Holien 12566 (TRH and herb. Diederich).

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author wishes to thank the County Governor of Nord-Trøndelag for financial support of the field work.

REFERENCES

Coppins BJ, Aptroot A, 2008. New species and new combinations in The Lichens of the British Isles. *Lichenologist* 40, 363-374.
Holien H, Tønsberg T, 1996. Boreal regnskog – habitatet for Trøndelagselementets lavflora. *Blyttia* 54, 157-177.

Ihlen PG, Holien H, Tønsberg T, 2004. Two new species of *Dactylospora* (*Dactylosporaceae*, Lecanorales), with a key to the known species in Scandinavia. *Bryologist* 107, 357-362.

Printzen C, Tønsberg T, 1999. The lichen genus *Biatora* in northwestern North America. *Bryologist* 102, 692-713.

Sanderson NA, Hawksworth DL, 2009. *Xerotrema* Sherwood & Coppins (1980), in: Smith CW, Aptroot A, Coppins BJ, Fletcher A, Gilbert OL, James PW, Wolseley PA (Eds.), *The lichens of Great Britain and Ireland*. British Lichen Society, London, p. 972.

Sherwood MA, Coppins BJ, 1980. *Xerotrema*, a new genus of odontotremoid fungi from Scotland. *Notes, Royal bot. Gdns, Edinburgh* 38, 367-371.

Tønsberg T, Williams C, 2006. *Arthothelium norvegicum* in North America. *Evansia* 23, 80-81.

Continue from page 117

Guide for authors

References in the list:

Reference to an article in a journal:

Gulden G, Bendiksen E, Brandrud TE, 1977. A new agaric, *Squamanita fimbriata* sp. nov., and a first find of *S. odorata* in Norway. Norwegian Journal of Botany 24, 155-158.

Reference to a book:

Bendiksen E, Høiland K, Brandrud TE, Jordal JB, 1998. Truede og sårbare sopparter i Norge – en kommentert rødliste. Fungiflora, Oslo.

Reference to a chapter in a book:

Læssøe T, 2008. *Squamanita* Imbach, in: Knudsen H, Vesterholt J (Eds.), Funga Nordica. Nordsvamp, Copenhagen, pp. 516-518.

Supplementary material, i.e. data/information not included in the manuscript, but of importance for a full documentation, should be referred to in the text as *Online documentation no. 1, 2, 3...* and in References as follows: Wollan AK, Bakkestuen V, Kause-rud H, Gulden G, 2010. Predikasjonsmodellering av soppers i.e. present article followed by: Online documentation, available at <http://www.Agarica.no>.

The Norwegian Mycological Database is referred to in the text as follows:

Norwegian Mycological Database, NMD (2010) and in References as: Norwegian Mycological Database, NMD, 2010. Natural History Museum, University of Oslo, Norway, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Cited 15. March 2010.

Artsobservasjoner and other net sites are referred to with addresses:

e.g. Artsobservasjoner 2010, page name, <http://www.artsobservasjoner.no/>. Cited 15. April 2010.

Online documents or articles:

(Normal citation of author(s) and title), 2010. Name of the page. followed by: Available via: the net address. Cited 15. April 2010.

Copyright

The content of articles submitted to Agarica should not have been previously published, but Agarica can agree to presentations of an articles' content in other connections. If excerpts (pictures, tables etc.) from copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and also credit the source(s) in the article. Agarica does not claim any copyright to illustrations.

Submission

Manuscripts should be mailed to the editor or to a member of the editing board as attachments to an email (or to a digital postbox when such has been erected). Tables and illustrations should always be mailed separately. A mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript.

Proofs and reprints

The corresponding author will receive a pdf-file of the article shortly before the printing process begins. The author should then contact Jon-Otto Aarnæs (jonottoa@broadpark.no) as soon as possible in order to make any necessary corrections. After this, only some minor adjustments in the layout may take place.

The authors will receive a copy of the volume of Agarica soon as the volume has been published.

Anthracobia rehmi Brumm. (Pezizales, Ascomycota) en ny pyrofil diskomycet for Skandinavia

Roy Kristiansen¹ og Hermod O. Karlsen²

¹Postboks 32, NO-1650 Sellebakk, E-post: mykosof@online.no

²Herregårdsveien 11, NO-1634 Gamle Fredrikstad, E-post: hermod.karlsen@gmail.no

English title: *Anthracobia rehmi* Brumm. (Pezizales, Ascomycota), a new pyrophilous discomycete in Scandinavia. *Agarica* 2010, vol. 29, 97-100.

Kristiansen, R, Karlsen, H, 2010. *Anthracobia rehmi* Brumm. (Pezizales, Ascomycota) en ny pyrofil diskomycet for Skandinavia.

NØKKEWORD

Anthracobia rehmi, pyrofile askomyceter, brannfleksopper, Østfold.

KEY WORDS

Anthracobia rehmi, Ascomycota, Pezizales, pyrophilous ascomycetes, fireplace fungi

ABSTRACT

The extremely rare pyrophilous discomycete *Anthracobia rehmi* Brumm. have been found in the summer 2009 on two large fireplaces in two municipalities in the county of Østfold, Southeast Norway. The species occurs on a very specific substrate, namely on the hymenium or on rhizoides of *Rhizina undulata* Fr. Also the ascospores are very characteristically fusoid, very different from other species of the genus *Anthracobia*. In each place approximately 100 fruitbodies of *Rhizina undulata* were examined, but only three were infected by *A. rehmi*. *Anthracobia rehmi* is previously only known from two findings in Germany. Accordingly, the Norwegian findings are new to Scandinavia. Photographs and illustrations are provided.

SAMMENDRAG

Den meget sjeldne pyrofile diskomyceten *Anthracobia rehmi* Brumm. ble funnet på to skogbrannområder i Råde og Halden kommuner i Østfold sommeren 2009. Arten vokser på et meget spesielt substrat, nemlig i hymeniet eller på rhizoidene til rotmorkel (*Rhizina undulata*). Dessuten har arten karakteristiske fusoidesporer, som ingen andre i slekten *Anthracobia* har. Rundt 100 fruktlegemer av rotmorkel ble funnet på hvert sted, men bare tre var infisert av *A. rehmi*. *Anthracobia rehmi* var tidligere bare kjent fra to lokaliteter i Tyskland. Følgelig er de norske funnene nye for Skandinavia.

INNLEDNING

På et skogbrannområde i Råde i Østfold, som oppsto juni 2008, ble det både i 2008 og i 2009 funnet flere operkulate diskomyceter (orden Pezizales) og en av de mest utbredte i 2008 var gulbrunt bålbeget (*Geopyxis carbonaria*), mens 2009 bl.a. oppviste store mengder rotmorkel (*Rhizina undulata*).

Brannområdet ligger i grensen mellom Råde og Fredrikstad kommuner på forholdsvis skrinne bergknauser med furu og noe gran ca. 50-70 m o. h. Det anslås at ca 600-700 dekar skog gikk tapt under brannen.

Den første innledende befaringen ble gjort i september 2008 av RK og Øyvind Weholt, og følgende begersopper som alle er obligate på brent mark (pyrofile), ble identifisert:



Figur 1. *Anthracobia rehmii*. Fruktlegemer av rotmorkel (*Rhizina undulata*) in situ med små eksemplarer av *A. rehmii* på venstre rotmorkel. Foto: Hermod Karlsen.

Ascocarps of *Rhizina undulata* in situ with small fruting bodies of *A. rehmii* on the left *R. undulata*. Photo: Hermod Karlsen.

gulbrunt bålbege (*Geopyxis carbonaria* (Alb. & Schwein.) Sacc. - i tusenvis

kullbege (*Plicaria trachycarpa* (Curr.) Boud.) - sparsomt

fiolett brannbegersopp (*Peziza lobulata* (Velen.) Svrček - sparsomt

brun brannbegersopp (*Peziza echinospora* P. Karst.) - uvanlig

klyngebrannbege (*Anthracobia melaloma* (Alb. & Schwein. : Fr.) Arnould - vanlig

rotmorkel (*Rhizina undulata* Fr.) - sporadisk
Trichophaea abundans (P. Karst.) Boud. - meget sjelden

I tillegg kommer de to obligate skivesoppene bålskjellsopp (*Pholiota highlandensis* (Peck) A.H. Sm. & Hesler) og eggsporet bålgråhatt (*Lyophyllum atratum* (Fr. : Fr.) Singer).

Våren 2009 fant vi glattsporet kullbege (*Plicaria endocarpoides* (Berk.) Rifai) og igjen store mengder gulbrunt bålbege, men langt fra slike mengder som i 2008. Opptreden av store populasjoner av gulbrunt bålbege er ikke ulikt det Vrålstad (1996) skriver om i sin cand.scient-oppgave fra Maridalen utenfor Oslo. Også på dette brannfeltet oppviste gulbrunt bålbege store fargevariasjoner og abnorm størrelse på apotheciene, 3-3,5 cm

i diameter!

Under et besøk i juli 2009, hvor det var store mengder rotmorkel, fant HK et ganske overmodent eksemplar av rotmorkel (*Rhizina undulata*) som ved nærmere ettersyn var dekket av en liten begersopp i hymeniet (fig. 1 og 2) - et ganske merkelig fenomen, d.v.s. en operkulat på en operkulat begersopp! Dette er et fenomen vi aldri har sett eller hørt om tidligere.

En påfølgende mikroskopering (av RK) ga straks en ganske overbevisende diagnose:

Anthracobia rehmii Brumm., en art som tidligere bare er kjent fra to lokaliteter i Tyskland, funnet 1891 og 1983 (Brummelen 1984), og helt i overensstemmelse med de karakterer van Brummelen beskriver (*loc.cit.*), nemlig at soppen vokser i hymeniet eller på rhizoidene hos rotmorkel, på brent mark, og med helt distinkte sporer. Funnet i Råde ble behørig omtalt i media (Lågbu 2009).

Slekten *Anthracobia* Boud. omfatter syv arter (Hohmeyer & Schnackertz 1986), hvorav fire er kjent i Skandinavia (Dissing et al. 2000), alle er obligate på brente områder. Det er nå fem. *Anthracobia* hører til den store familien Pyronemataceae, og nærstående slekter er *Trichophaea*, *Sphaerosporella* og *Scutellinia* (kransøye) i henhold til fylogenetiske analyser (Perry et al. 2007).

BESKRIVELSE

Anthracobia rehmii Brumm. Fig. 1 og 2.
Lachnea brunneola Rehm, Rabenh. Kryptog. Fl. (Pilze) 3: 1048. 1895, not *Lachnea brunneola* (Desm.) Gill., Champ. France Discomycetes, 67, 1880. Holotype: Gr.- Winterberg, Saxonia, Germany, end of VIII.1891 (S).

Apothecier opptrer i kolonier eller tett sammenvokste (fig. 2), stilkløse med en bred basis, fullt utviklede opp til 4 mm i diameter,



Figur 2. *Anthracobia rehmi*. Fruktlegerer i hymeniet på rotmorkel. Bildebredde ca 5 cm. Foto: Hermod Karlsen.
Anthracobia rehmi. Ascocarps on the hymenium of *Rhizina undulata*. Field of view ca 5 cm. Photo: Hermod Karlsen.

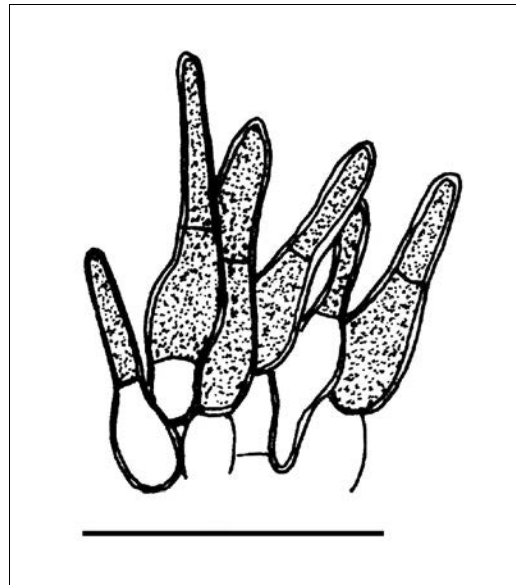
2-3 mm høye, først nesten kuleformete og lukkete, deretter mer begerformete og til slutt skålførmete, oker, blekbrune, oransje til brune, kjøttfulle. Utsiden er dekket av tuster med mørkebrune, korte hår. Kanten er innrullet i begynnelsen og tett besatt med vertikale rader av brune hår. Hår av tre forskjellige typer: kanthår avflatete, korte 1-3 cellede, mørkebrune, 30- 50 x 15- 20 µm; sidehår (fig. 3) 2-4 cellede, mørkebrune, 45- 60 x 15-18 µm, ender i en butt spiss og opptrer i rader eller nek sammen med tykkveggede celler; ved basis opptrer mange lange, vridde, septerte, hyaline, rhizoide hår. **Hymenium** 250-300 µm tykt. Asci sylindrisk-klubbeformede, smalere mot basis, 200-220 x 16-18 µm, 8-sporete. **Sporer** (fig. 4) fusiforme, noe inekvilaterale, 27-33 x 10-12 µm, glatte, med to oljedråper. I melkesyre farget med Cotton blue sees deBary-bobler hos modne sporer. **Parafyser** filiforme, sjelden forgrenete, septerte, lyst brunlige, bare 2-3 µm tykke, litt fortykket i

toppen til ca 4 µm.

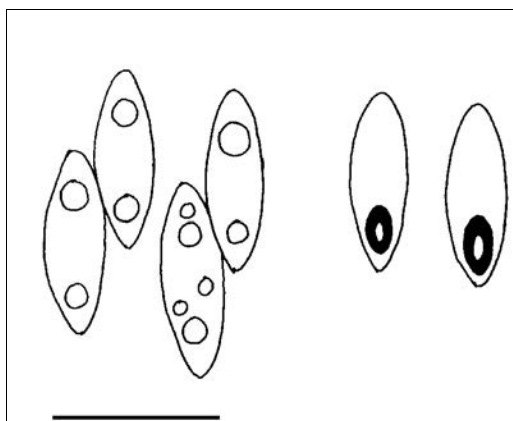
Undersøkt materiale

Østfold: Råde: Jerndalsfjellet, ca. 700 m etter avkjøring til Storemyrveien, 32 V PL 0329, 7449, ca 50-70 m o.h., 24.07. 2009, leg. Hermod Karlsen; *ibid.*, 31.07. 2009, leg. Hermod Karlsen; *ibid.* 12.08.2009, leg. Roy Kristiansen. Over hundre eksemplarer av rotmorkel ble undersøkt hvorav bare tre med *A. rehmi*, de fleste fruktlegerene små med umodne sporer. På et eksemplar ble det talt ca 60 apothecier av *A. rehmi*.

Østfold, Halden: Revoddan, mellom jernbanelinjen og Iddefjord, steinet terreng med furu, noe eik, osp, einer, bjørk og mye tvaremore, av sopp bare bålblekksopp, bålskjellsopp og



Figur 3. *Anthracobia rehmi*. Hår på utsiden av fruktlegeret. Skala 50 mikron.
Anthracobia rehmi. Hairs on the receptacle of the Ascocarps. Scale 50 micron.



Figur 4. *Anthracobia rehmi*. Sporer. Til høyere i vann med oljedråper. Til venstre i Cotton blue med deBary boble. Skala 25 mikron.

Anthracobia rehmi. Ascospores in water to the left with guttules. To the right in Cotton blue with deBary bubble. Scale 25 micron.

brente løpekuler (*Elaphomyces* sp.), 02.08.2009, på tre nærliggende steder, 32 V PL 3419,5548, PL 3419, 5547 og PL 3419, 5546, ca 50 m o.h., leg. Inger Kristoffersen og Eva Weme, 105 eksemplarer av rotmorkel ble tatt opp og undersøkt hvorav bare tre med *A. rehmi*, de fleste fruktlegemene små med umodne sporer. Noen få eksemplarer ble funnet på brent løpekule.

Kommentarer

Anthracobia rehmi skilles lett fra de andre *Anthracobia*-artene ved sine guttuler, fusoid sporer, korte butte hår som opptrer i rader eller nek, og ved sitt uvanlige habitat eller substrat, nemlig i hymeniet og på rhizoidene hos rotmorkelen (*Rhizina undulata*).

Både Gro Gulden og Tor Erik Brandrud ble umiddelbart varslet om funnet i Råde og begge dro ut i felt for å undersøke sine skogbrannområder, henholdsvis på Konnerud i Drammen og i Froland i Aust-Agder. GG saumfarte over hundre eksemplarer av rotmorkel uten å finne den aktuelle arten. Ei heller TEB var heldig.

Dr. J. van Brummelen (nå pensjonert fra Rijkherbariet i Leiden), som er opphavet til artens navn, (Brummelen 1984) sier i en e-post (*pers. medd.* 31.08.09 til RK) "This species might also be found in herbaria under another name". *Lachnea brunneola* Rehm, som arten tidligere het, er et senere homonym for *L. brunneola* (Desm.) Gill. og derfor ikke legitimt for vår art, som van Brummelen derfor ga navnet *Anthracobia rehmi*.

Denne lille uanseelige begersoppen synes å være meget sjelden basert på de funn og observasjoner som hittil er gjort på dens uvanlige voksested. Funn av store populasjoner av rotmorkel vil åpenbart gi størst sjanser for å finne den uvanlige parasitten.

TAKK

En takk til Eva Weme i Halden for bilder og observasjonsdata fra lokaliteten i Halden.

REFERANSER

- van Brummelen J, 1984. Notes on cup-fungi – 2. *Persoonia* 12, 327-334.
- Dissing H, Eckblad F-E, Lange M, 2000. Pezizales Bessey. I Hansen L, Knudsen H (Eds) *Nordic Macromycetes* vol. 1. Nord-svamp, Copenhagen pp. 55-127.
- Hohmeyer HH, Schnackerz H, 1986. The genus *Anthracobia*. *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* III, 427-438.
- Lågbu Ø, 2009. Sopprensasjon etter skogbrann. *Fredrikstad blad* (121 årg.) tirsdag 18. aug., p. 6-7.
- Perry BA, Hansen K, Pfister DH, 2007. A phylogenetic overview of the family Pyronemataceae (Ascomycota, Pezizales). *Mycological research* 111, 549-571.
- Vrålstad T, 1996. Et morfotaksonomisk og molekylær-økologisk studium av *Geopyxis carbonaria*. Hovedoppgave for cand. scientgraden, Universitetet i Oslo, 77 pp.

Notes on vernal cupfungi (Pezizales) in Norway

Roy Kristiansen

P.O. Box 32, NO-1650 Sellebakk, Norway, E-mail: mykosof@online.no

Norsk tittel: Notat om vårbeggersopper (Pezizales) i Norge

Kristiansen R, 2010. Notes on vernal cupfungi (Pezizales) in Norway. *Agarica* 2010, vol 29, 101-108.

KEY WORDS

Vernal cup fungi, Pezizales, sarcoscyphaceous species, Norway, Østfold.

NØKKELOORD

Vårbeggersopper, Pezizales, sarcoscyphaceer, Norge, Østfold.

SAMMENDRAG

Denne artikkelen omhandler nye observasjoner og registreringer av vårsopper, vesentlig sarcoscyphaceer, gjort i Norge i senere tid. Den omfatter tolv arter fordelt på åtte slekter og tre familier. Forfatteren beskriver noen uregistrerte funn og diskuterer taksonomiske forhold basert på utviklingen innen fylogenetiske analyser, og har spesiell fokus på den lille diskomyceten *Desmazierella acicola* som vokser på døde nåler av furu. Arten er nå endelig plassert i en nyopprettet familie Chorioactidaceae. Et kart viser utbredelsen av arten i Norge. Forfatteren spekulerer i om flere sarcoscyphaceer kan finnes i Norge.

ABSTRACT

This note deals with new observations and records of vernal cup fungi (Pezizales) in Norway, mainly sarcoscyphaceous species. The author presents some unrecorded collections and discusses taxonomic issues based on recent development in phylogenetic analyses. Twelve species distributed among

eight genera and three families are treated. Special attention is given to the features of the small discomycete *Desmazierella acicola* that grows on dead needles of pine and recently has found its place in the new family Chorioactidaceae. A distribution map of the species in Norway is provided. The author speculates in potential finds in Norway of other sarcoscyphaceous fungi.

INTRODUCTION

There are few vernal cup fungi in the families Sarcoscyphaceae and Sarcosomataceae (Pezizales) in Norway. One of the most exciting surprises in spring 2009 was the rediscovery of the extremely rare (at least in Norway) *Sarcosoma globosum*, the first finding in 72 years, but still only the third in Norway. It was found at Prestmoen, Ringesrike, SE Norway (Nilsen 2009).

Eckblad (1957) summarized the sarcoscyphaceous species in Norway, but about 50 years ago it was very few findings of such fungi in our country. For instance, the small *Desmazierella acicola*, growing on dead needles of *Pinus sylvestris* was unknown in Norway, and at that time only known from one locality in Denmark in Scandinavia. Over the years I have made observations of sarcoscyphaceous fungi in Norway (Kristiansen 1983, 1984, 1990). In the last three decades, however, the number of findings has increased since more mushroom-pickers are aware of the vernal funga.

Progress in molecular biology with phylogenetic analyses have resulted in changes in taxonomy. One of the most 'revolutionary' changes in recent time is the erection of a new family, segregated from

Sarcosomataceae, *namely* Chorioactidaceae (Pfister et al. 2008), to include the four genera *Chorioactis*, *Wolfina*, *Neournula* and *Desmazierella*. Only the latter occurs in Norway.

On this background I feel tempted to refresh the knowledge of these fungi in Norway and to present some new observations, primarily from the county of Østfold in SE Norway. In the following, bear in mind that all sarcoscyphaceous fungi develop slowly (in spring, or for some species possibly the preceding autumn), and that even fully expanded ascocarps may have asci with immature ascospores. This may cause problems with identification of critical species. The nomenclature follows Index fungorum. Some collections reported on are kept in my private herbarium (RK), others in the herbaria of University of Oslo (O) and University of Tromsø (TROM).

Microstoma protracta

The distribution of this very nice vernal fungus in Norway was shown by Schumacher

(1979), with 5 collections from river banks and 27 collections from other locations. Additional finds have been reported later, and a recent distribution map now indicates a clearly eastern distribution of this species in S Norway continuing northwards as far as Troms in N Norway (map and more than 70 records are available from the Norwegian Mycological Database). In the county of Østfold *M. protracta* is recorded only once, in 1955 (Eckblad 1957).

An unregistered collection of mine from an alpine site may be the highest elevation record for this species. This was found in Oppland: Vågå, Bessheim, close to Bessvatn, 1300 m asl, among *Pulsatilla vernalis*, *Juniperus communis*, *Betula nana*, heather, lichens and mosses. 15.06.1986, *leg. & det.* RK.

Spooner (2002) regarded both *M. protracta* and the next species *Pithya vulgaris* as extinct in Britain.

Pithya vulgaris* and *Pithya cupressina

Figs. 1-2

These small, but conspicuous orange yellow discomycetes are quite rare in Norway. Most collections were done 40 to 60 years ago, mainly on dead twigs and branches of cultivated *Juniperus* spp. in the counties of Akershus and Sør-Trøndelag (Norwegian Mycological Database); one collection was made on dead needles of spruce. Typically the apothecia are turbinate and sessile, with

Sarcoscyphaceae Legal ex Eckblad 1968	Abundance
<i>Microstoma protracta</i> (Fr.) Kanouse	uncommon
<i>Pithya vulgaris</i> Fuckel	rare
<i>Pithya cupressina</i> Fuckel	rare
<i>Sarcoscypha austriaca</i> (O. Beck ex Sacc.) Boud.	common
<i>Sarcoscypha coccinea</i> (Jacq.) Sacc. <i>s.str.</i>	rare?
Sarcosomataceae Kobayasi	
<i>Plectania melastoma</i> (Sowerby) Fuckel	very rare
<i>Pseudoplectania nigrella</i> (Pers.: Fr.) P. Karst.	very common
<i>Pseudoplectania sphagnophila</i> (Pers.: Fr.) Kreisel	rare
<i>Sarcosoma globosum</i> (Schmidel. : Fr.) Rehm	extremely rare
<i>Urnula hiemalis</i> Nannf.	rare
Chorioactidaceae Pfister	
<i>Desmazierella acicola</i> Lib.	occasional

Table 1. The sarcoscyphaceous fungi in Norway.



Figure 1. *Pithya vulgaris*, Norway: Hvaler, Asmaløy, RK 90.01. Apothecia ca 5 mm, on needles of *Pinus sylvestris*. Photo: R. Kristiansen.

an orange yellow to pale orange hymenium in a whitish yellow pruinose receptacle. The asci are cylindrical with eight spherical/globose smooth ascospores, 11-14 μm wide, each with one large central guttule.

Several authors (e.g. Benkert 2008, Dissing et al. 2000, Nannfeldt 1949, Otani 1980, Spooner 2002) distinguish two species, viz., *P. cupressina* growing on *Cupressaceae* and *P. vulgaris* on dead needles of *Picea* and *Pinus*, which apparently can be recognized by the size of the apothecium and the ascospores, see table 2, based on Benkert (2008). Further, *P. vulgaris* does not produce an anamorph while *P. cupressina* does: *Molliardiomyces cupressina* Paden (Paden 1984).

On the other hand, I have found one collection on dead needles of *Pinus sylvestris* (Kristiansen 1990) which had rather small apothecia (6 mm). However, in spite of the small size Harrington and Potter (1997) retained the name *P. vulgaris* for it in their phylogenetic analyses (Genbank no.66008, voucher culture mh # 210).

I have two more collections of *Pithya*,

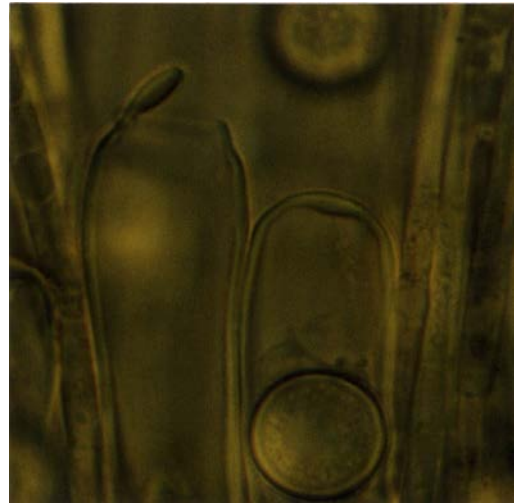


Figure 2. *Pithya vulgaris*, Norway: Hvaler, Asmaløy, RK 90.01. Distinct operculum at apex of ascus and part of ascus with ascospore. Field of view 50 μm . Photo: R. Kristiansen.

not yet recorded: *P. vulgaris* - Troms: Lervik/Lauvik, Brekkskum gård, on dead needles of introduced spruce (*Picea abies*), leg. R. Elven, 23.05.1976 (TROM).

P. cupressina - Aust-Agder: Kristiansand, Augland i Vågsbygd, on dead branches of *Juniperus virginianus* in a garden, leg. & det. Tore Torjesen, 10.04.1999, (Herb. RK). The material has small ascospores and apothecia, and matches this species.

Talgø and Stensvand (2003) found *P. cupressina* on *Juniperus x media* at Ås in Akershus county in autumn 2001.

***Sarcoscypha austriaca* and *S. coccinea* s. str.**

Baral (1984) distinguished between *Sarcoscypha austriaca* and *S. coccinea*, and this was accepted by Dissing et al. (2000). Microscopical differences relate to incrustat-

Species	Apothecium size	Ascospore size	Substrate
<i>Pithya cupressina</i>	2-5 mm	(9-)10-12 (-12.5) μm	<i>Cupressaceae</i>
<i>Pithya vulgaris</i>	10-15 mm	12-15 μm	<i>Pinaceae</i>

Table 2.

ion of the hairs and ascospore characteristics. Both species occur in Norway, but *S. austriaca* seems to be the more common.

According to Baral (1984), and more modified by Harrington (1990), it seems that *S. austriaca* have a more montan distribution, and most frequently appears on dead sticks from *Alnus*, *Acer*, and *Salix*, while *S. coccinea* is more restricted to deciduous forests with *Fagus*, *Ulmus*, *Quercus*, and Rosaceae, at less than 500 m altitude.

This beautiful bright red cup fungus is not rare in Norway, but not common in the county of Østfold.

There are only seven records of *S. austriaca* in the Norwegian Mycological Database from Østfold, and the first find was done by Gro Gulden in 1973 at Visterflo, Sarpsborg. I have additional records from Alby and Rambergbukta on Jeløya, Moss from 1985 (Herb. RK). In 1998 I succeeded to find a new locality, much further south in the county, in the Hvaler archipelago south of Fredrikstad. It was, however, only a single apothecium growing on a buried stick on a shadowy roadside, beneath *Rosa canina*, *Juniperus communis*, *Alnus incana*, and *Ulmus glabra*, close to the sea. A rich collection was collected the next year in the same spot. But, regrettably, in fall 1999 the spot was completely destroyed. A pristine environment had been ruined by the construction of a tap water and sewage system.

Østfold, Hvaler, Asmaløy, Håbu. 10.05.1998; ibid. 2.04.1999, (Herb. RK).

Another location was reported and pictured by Steinar Myhr at www.samfoto.no from a swampy *Alnus* forest (Arekilen), Kirkøy, Hvaler, Østfold, May 2000.

The latest finding was done by Øyvind Weholt in an ex military field in Gansrød, Fredrikstad 23.04.2010 (32VPL 1402, 6257).



Figure 3. *Desmazierella acicola* in situ on needles of *Pinus sylvestris*. Norway: Hvaler, Spjærøy, RK 95.40. Largest apothecium 4 mm. Photo:R. Kristiansen.

THE NEW FAMILY CHORIOACTIDACEAE Pfister

Desmazierella acicola

Figs. 3-4

This peculiar, rather inconspicuous small dark brown hairy vernal fungus (Fig. 3) was first found in Norway 1965 (Eckblad 1968) near Horten, Vestfold. Additional findings were later done at several locations in Østfold, especially in the Hvaler archipelago.

The genus has been placed in the family Sarcosomataceae by many authors, but Eckblad (*loc. cit.*) pointed out that "the genus is an aberrant element in any family". Melendez-Howell et al. (1998) found that the species has asci of the *Sarcoscypha* type, and hence should be placed in the family Sarcoscyphaceae. However, phylogenetic analyses by Landvik et al. (1997) and Harrington et al. (1999) indicated that *D. acicola* has an aberrant position, and that the genus is not closely related to either Sarcosomataceae or Sarcoscyphaceae. Furthermore, morphological characteristics supported its placement outside these two families. The anamorph *Verticicladium trifidum* Preuss is

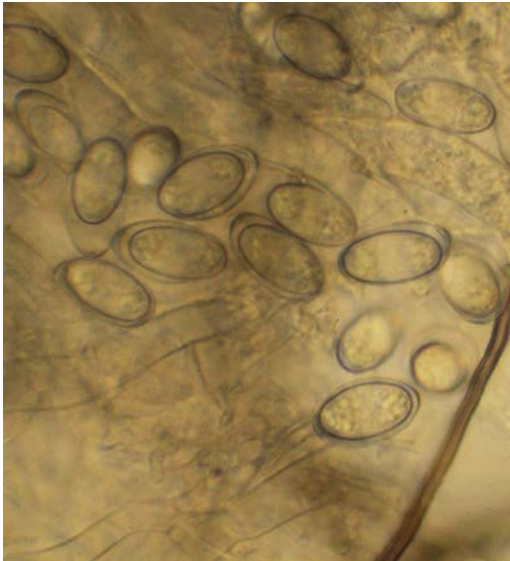


Figure 4. Mature ascospores of *Desmazierella acicola*, Norway: Hvaler, Spjærøy, RK 95.40. Note the partly loose perisporium. Spore size ca. 25 μm . Photo: R. Kristiansen.

described and illustrated by Ellis (1971), and this is more common than the teleomorph.

The phylogenetic studies by Harrington et al. (1999) showed that the genera *Chorioactis*, *Neournula*, *Wolfina* and *Desmazierella* formed a separate clade, although they are macroscopically very different from each other. *Desmazierella acicola* is a small (less than 5 mm diameter), sessile, plane, dark brown discomycete, while, on the opposite side, *Chorioactis geaster* is a large fungus up to 15 cm diameter somewhat similar to an earth star! The two more cupulate species, *Neournula pouchetti* and *Wolfina aurantiopsis*, are 4-5 cm in diameter. However, the microscopical features are similar for all these species, and based on strong support by combining results from sequencing of several genes, together with distinct morphological and cytological characters Pfister et al. (2008) erected a new family, Chorioactidaceae, for the *Chorioactis* clade. Ten of my collections from Norway

were included in their investigation. They were all collected from the end of March to the middle of May.

Korf and Zhuang (1991) focused on the large variation of the ascospore size in *D. acicola*, quoting "ascospore size reported in the literature varies greatly among investigators", which was verified and supported in more detail by Benkert (1991). Very probably most ascospores in the range 15-17 x 8-10 μm were not measured on fully mature ascospores, e.g. in Galan and Raitviir (1995) and Dennis (1978). My own measurements are in the range 20.7-24.9 x 10.4-12.4 μm ; all within the range of Benkert (1991).

Benkert (1991) was the first to observe the unusual behaviour of the ascospores of this species during their maturity, namely when fully mature their perisporium (the outer wall) becomes slippery and may fall off, and leave an empty, ovaloid cocoon, some even with polar appendages, (Fig. 4).

The distribution of *D. acicola* in Norway is, so far, restricted to findings along the east and west side of the Oslofjord (Fig. 5). My observations are that *D. acicola* develops approximately one year after the branches of pine are cut, and that the fungus appears, often gregariously, on hidden needles resting on the ground where they keep wet for several weeks.

One collection by Eckblad 1965 (O) from Akershus, Asker was growing on a needle of a dead spruce, while *D. acicola* normally grows on pine! At that time *D. piceicola*, which grow on needles of spruce, was not described (Huhtinen and Mäkinen 1984). I examined this collection in February 2010 in the hope that this might be the second record ever of *D. piceicola*, but it turned out to be only *D. acicola*, which, however, means that *D. acicola* also grows on needles of spruce.

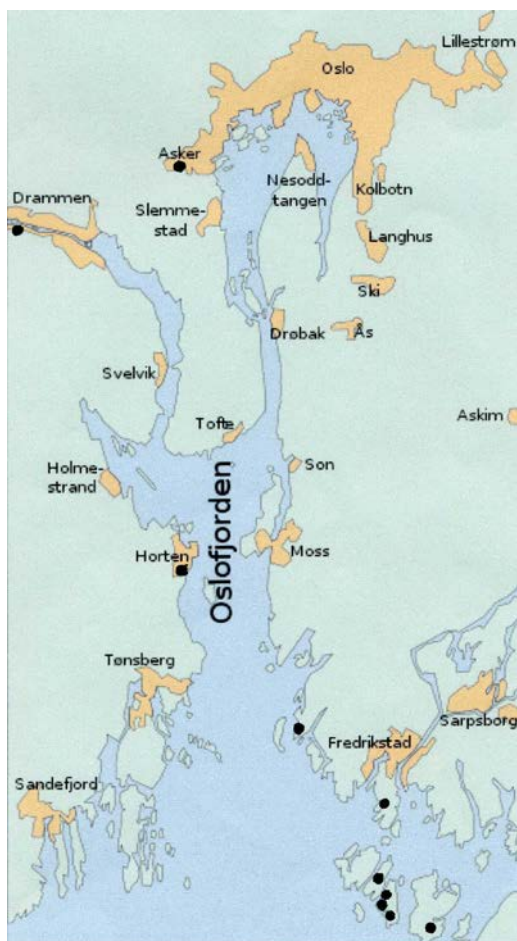


Figure 5. Distribution of *Desmazierella acicola* in Norway. Data from The Norwegian Mycological Database (NMD) and collections of the author.

COMMENTS

Can we expect to find other sarcoscyphaceous fungi in Norway? The chances are probably small, but there are a few possible candidates although many genera in these families are tropical or subtropical. The following species have been found in Europe, but some appear to have only a southern distribution here.

Sarcoscyphaceae

Pseudopithyella minuscula (Boud. & Torrend) Seaver, found on dead twigs of Cupressaceae, is morphologically similar to *Pithya cupressina*, but with very different microscopical characters.

Sarcosomataceae

Pseudoplectania melaena (Pers. : Fr.) Sacc. (syn. *P. vogesiaca* (Pers.) Seav.) is lignicole and grows among mosses on fallen dead trees of spruce. Macroscopically it is similar to *P. nigrella*, but has larger apothecia and different microscopical characters. Found in Sweden and other places in Europe.

Urnula craterium (Schwein. : Fr.) Fr.

This has a rather different habitus than the related *U. hiemale*, with a very distinct stipe. It is lignicolous and grows on buried dead sticks of preferably *Corylus avellana*. It is known from several locations in Sweden and Finland (Dissing et al. 2000, Mörner 1930, Nannfeldt 1949, Ryman 1979).

Donadinia helvelloides (Donadini, Berthet & Astier) Bellem. & Mel.-Howell (syn. *Urnula helvelloides* Donadini, Berthet & Astier). This is only known from France; it is lignicolous and grows on dead buried sticks of *Taxus baccata*.

Chorioactidaceae

Neournula pouchetii (Berthet & Rioussset) Paden

Grows on leaf litter of *Thuja* sp., *Tsuga* sp., *Pinus* sp., *Abies* sp. Occurs in France, Italy, Spain and western North America.

Desmazierella piceicola Huhtinen & Mäkinen, grows on dead needles of spruce (*Picea abies*). This has been found only once in Finland (Huhtinen and Mäkinen 1984), in autumn, but may well be found in the spring. Norway should indeed be a potential place considering our large spruce forests. It is

easily distinguished microscopically from *D. acicola* by the large fusoid ascospores with longitudinal, low ridges.

Karstenellaceae Harmaja

This family does not belong to the sarcoscyphaceous fungi, but is included here because its only known species could well be found in Norway in stands of *Corylus avellana*.

Karstenella vernalis Harmaja was first found in Finland in 1967 in the hemiboreal zone. Its taxonomic position was questionable for a long time, whether it belonged to the Pezizales or not, but Hansen et al. (2008) finally proved by phylogenetic analyses that it is an operculate discomycete of Pezizales with its own family and monotypic genus, based on a second finding of the species in New Mexico, USA!

It is a rather strange, inconspicuous fungus that reminds of a resupinate fungus (see photo in Hansen et al. 2008). It looks like a very thin membranous layer of brownish red to pinkish salmon colour, up to ca 1 cm, on rotting and decaying twigs of *Corylus avellana* and other kinds of litter among *Populus tremula*, *Tilia cordata* and the herb *Aegopodium podagraria*, on calcareous soil in Finland (Harmaja 1969). It was found in May-June (late spring). In New Mexico it was collected in late summer at ca 2300 m elevation, on damp soil under snowberry and herbaceous plants; not surprising since the blooming is much later at that altitude, although further south.

The disjunct Finnish-American distribution is very surprising, but the species is likely overlooked, and may have a much wider distribution (Hansen et al. 2008). Who will be the first to find it in Norway? Watch out for it!

ACKNOWLEDGEMENT

Gro Gulden very kindly significantly improved my text.

REFERENCES

- Baral H, 1984. Taxonomische und Ökologische studien über *Sarcoscypha coccinea* agg. Zinnoberrote Kelchbecherlinge (Kurzfassung). Zeitschrift für Mykologie 50, 117-145.
- Benkert D, 1991. Bemerkenswerte Ascomyceten der DDR.12. Sarcoscyphaceae und Sarcosomataceae (Pezizales). Gleditschia 19, 173-201.
- Benkert D, 2008. *Pithya cupressina* und *P. vulgaris* (Pezizales)- identisch oder nicht? Mycologia Bavarica 10, 55-62.
- Dennis, RWG, 1978. British ascomycetes. J.Cramer, Vaduz. 586 pp.
- Dissing H Eckblad F-E, Lange M, 2000. Pezizales Bessey, in: Hansen L, Knudsen H, (Eds.), Nordic Macromycetes, volume 1, Nordsvamp, Copenhagen 2000.
- Eckblad F-E, 1957. Norges sarcoscyphaceer. Blyttia 15, 2-12.
- Eckblad F-E, 1968. The genera of the operculate discomycetes: a re-evaluation of their taxonomy, phylogeny and nomenclature. Norwegian journal of botany 15, 1-191.
- Ellis ME, 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CABI.
- Galán R, Raitviir A, 1995. *Desmazierella acicola* Libert in Spain. Rivista Micologia 38, 39-44.
- Hansen K, Weber NS, Landvik S, 2008. Phylogenetic relationship and distribution of *Karstenella* (Pezizomycetes). Karstenia 48, 13-19.
- Harmaja H, 1969. *Karstenella vernalis* Harmaja, a new genus and species of discomycetes from Finland. Karstenia 9, 20-22.

- Harrington FA, 1990. Sarcoscypha in North America (Pezizales, Sarcoscyphaceae). Mycotaxon 38, 417-458.
- Harrington FA, Potter D, 1997. Phylogenetic relationships within *Sarcoscypha* based upon nucleotide sequences of the internal transcribed spacer of nuclear ribosomal DNA. Mycologia 89, 258-267.
- Harrington FA Pfister DH Potter D, Donoghue MJ, 1999. Phylogenetic studies within the Pezizales I. 18S rRNA sequence data and classification. Mycologia 91, 41-50.
- Huhtinen S, Mäkinen Y, 1984. Finnish records of discomycetes: a new species in the monotypic genus *Desmazierella* (Pezizales). Mycotaxon 20, 551-557.
- Korf RP, Zhuang W-y, 1991. A preliminary discomycete flora of Macaronesia: part 11. Sarcoscyphineae. Mycotaxon 40, 1-11.
- Kristiansen R, 1983. Vårbeggersopper – en etterlysning. Agarica 4 (7), 37-47
- Kristiansen R, 1984. Vårbeggersopper – nok en gang. Agarica 5 (9), 39-41.
- Kristiansen R, 1990. Oransje greinbeger (*Pithya vulgaris*) og myrvårbeger (*Pseudoplectania sphagnophila*) i Østfold. Agarica 10/11 (19/20), 49-58.
- Landvik S, Egger KN, Schumacher T, 1997. Towards a subordinal classification of the Pezizales (Ascomycota): phylogenetic analyses of SSU rDNA sequences. Nordic J Bot. 17, 403-418.
- Meléndez-Howell LM Couté A Mascarell G, Bellemere, 1998. Ultrastructure des ascques et des ascospores de *Desmazierella acicola* (Sarcoscyphaceae, Pezizales, Ascomycetes). Intéret systématique et biologique, Mycotaxon 68, 53-74.
- Mörner C Th, 1930. Discomyceten *Urnula craterium* (Schw.) Fr. – en för Sverige ny storsvamp. Svensk botanisk tidskrift 24, 301-310.
- Nannfeldt JA, 1949. Contributions to the mycoflora of Sweden. Svensk botanisk tidskrift 43, 468-484.
- Nilsen T Spolén, 2009. Svartgubbe *Sarcosoma globosum* gjenfunnet ved Prestmoen på Ringerike. Sopp og nyttevekster 5 (3), 40-41.
- Norwegian Mycological Database, NMD, 2010 Natural History Museum, University of Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Cited Mars 2010.
- Otani Y, 1980. Sarcoscyphineae of Japan. Transactions of the mycological society of Japan 21, 149-179 (in Japanese).
- Paden JW, 1984. A new Hyphomycetes with teleomorphs in the Sarcoscyphaceae (Pezizales, Sarcoscyphineae). Canadian journal of botany 62, 211-218.
- Pfister DH, Slater C, Hansen K, 2008. Chorioactidaceae: a new family in the Pezizales (Ascomycota) with four genera. Mycological Research 112, 513-527
- Ryman G, 1979. Svensk vår- och försommarsvampar inom Pezizales. Svensk botanisk tidskrift 72, 327-339.
- Schumacher T, 1979. Operculate discomycetes (Pezizales) on river banks in Norway. Norwegian journal of botany 25, 207-220.
- Spooner B, 2002. The larger cup fungi in Britain. Part 4. Sarcoscyphaceae and Sarcosomataceae. Field mycology 3, 9-14.
- Talgø V, Stensvand A, 2003. *Pithya cupressina* (oransje greinbeger). Grønn kunnskap 7 (nr. 101T), 1-2. (electronic at www.planteforsk.no).

Nye Cand. scient- og Doktorgradsarbeider i mykologi

Marit F. Markussen Bjorbækmo

Mastergradsoppgave ved: Biologisk institutt, Microbial Evolution Research Group (MERC), Universitetet i Oslo.

Veiledere: Håvard Kausrud, Tor Carlsen, Trude Vrålstad, Klaus Høiland og Trond Schumacher.

Soppsamfunn assosiert med røtter av den arktisk-alpine reinrosa (*Dryas octopetala*) langs en nord-syd gradient.

(The fungal community associated with roots of alpine and arctic *Dryas octopetala* along a latitudinal gradient).

BAKGRUNN OG MÅL

Landområdet som er dekket av arktisk og alpin vegetasjon utgjør ca. 11 millioner km², altså er utberedelsesområdet sammenlignbart med det boreale barskogsområdet. I de fleste områder i den arktiske og alpine sone er det færre enn ti plantearter som utgjør 90% av plantebiomassen (Chapin og Körner 1995).

De fleste planter lever i symbiose med mykorrhizasopp. Denne symbiosen betraktes som fordelaktig, spesielt for planter i næringsstressede situasjoner (Smith og Read 2008). Mykorrhiza kan derfor tenkes å være spesielt gunstig for planter i arktiske økosystemer hvor det er lav næringstilgang, vekstsesongen er kort, og hvor vanninnholdet og temperaturen i jordsmonnet er lav.

Sammenlignet med den lave diversiteten av plantearter i arktiske og alpine samfunn er artsrikheten og heterogeniteten i rot-assosierte soppsamfunn svært høy (Gardes og Dahlberg 1996). Kunnskap om artssammensetningen i rot-assosierte soppsamfunn er viktig på grunn av effekten de har på planteproduktivitet og økosystemfunksjon.

Den langlevde dvergbusken *Dryas octopetala* (Rosaceae) er økologisk sett spesielt betydningsfull i arktiske og alpine

områder hvor den er en viktig bestanddel av vegetasjonsdekket (Smith og Read 2008). Denne vedaktige planten er kjent for å danne ektomykorrhiza.

Utgangspunktet for dette studiet var at relativt få molekylære undersøkelser av soppdiversitet i arktiske og alpine områder har blitt utført.

Hovedmålene med studiet var å undersøke og beskrive soppsamfunnene som er assosiert med *D. octopetala*, og å analysere variasjonen i soppsamfunnene langs en breddegradsgradient fra sør-Norge (Langøya ved Langesund i Telemark kommune), langs alpine områder i Norge (Finse og Tromsø), til høy-arktiske Svalbard (Longyearbyen og Ny-Ålesund). Følgende spørsmål ble stilt: 1) Minker diversiteten av rotassosierte sopp med økende breddegrad, slik tilfellet er for mange andre organismegrupper? 2) Er sopp-sammensetningen i arktiske områder forskjellig fra sydligere områder?

METODER

Totalt ble 26 planter innsamlet fra de 5 hovedlokalitetene Langøya, Finse, Tromsø, Longyearbyen og Ny-Ålesund. For å karakterisere soppsamfunnene i rotprøvene anvendte vi molekylære metoder. Områder av kjerne-DNA kalt internal transcribed spacer (ITS) ble anvendt som en soppspesifikk DNA markør. Tjuefire klonede ITS-fragmenter ble samlet fra hvert rotsystem og DNA-sekvensenes taksonomiske tilhørighet ble undersøkt ved å kjøre DNA-homologi søk mot databasene UNITE og GenBank. I tillegg laget vi vår egen referansesekvens-database fra fruklegemer samlet i felt, og fra sopphebariet ved Naturhistoriske museer (NHM).

RESULTATER

Resultatene viser at diversiteten av rotasso-

sierte sopp hos *D. octopetala* i alpine og arktiske områder er høy. Totalt ble 138 operasjonelle taksonomiske enheter (OTU 'er"/arter") oppdaget, hvorav 76 tilhørte Basidiomycota, 59 Ascomycota, 2 Zygomycota og 1 Glomeromycota. Velkjente ekto-mykorrhizadannende soppfamilier som *Cenococcum*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe* and *Tomentella* forekom hyppig i prøvene.

Asymptotiske akkumulasjonskurver og forekomsten av et høyt antall singletons (dvs. OTU'er som kun ble oppdaget 1 gang i prøvene), indikerer at diversiteten av rotasosierte sopp er enda høyere enn det som ble funnet i denne undersøkelsen, og at mange sopparter forble uoppdaget. Totalt sett var den romlige heterogeniteten høy, men det ble observert en svak geografisk struktur i rot-systemenes OTU-sammensetning.

Et interessant funn som bør undersøkes nærmere, er at vi i denne undersøkelsen ikke fant tegn til minkende soppdiversitet med økende breddegrad. Et funn som står i kontrast til observasjoner av diversitet hos en rekke andre organismegrupper, som planter, marine invertebrater og pattedyr.

REFERANSER:

- Chapin FS, Körner CH, 1995. Patterns, causes, changes, and consequences of biodiversity in arctic and alpine ecosystems, in: Chapin FS, CH Körner (Eds), Arctic and alpine biodiversity. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Ecological Studies 113, 313-320.
- Gardes M, Dahlberg A, 1996. Mycorrhizal diversity in arctic and alpine tundra: An open question. New Phytologist 133, 147-157.
- Smith SE, Read DJ, 2008. Mycorrhizal symbiosis. UK, London, Academic Press.

Kristian Seierstad

Mastergradsoppgave ved: Biologisk institutt, Microbial Evolution Research Group (MERG), Universitetet i Oslo.

Veiledere: Håvard Kausrud, Tor Carlsen og Glenn Peter Sætre.

A phylogeographic survey of a circum-boreal polypore indicates introgression among ecologically differentiated lineages.

(En fylogeografisk undersøkelse av en sirkumpolær kjuke indikerer genoverføring mellom økologisk forskjellige evolusjonære linjer).

Grunnlaget for min masteroppgave var en fylogeografisk undersøkelse av blodkjuke (*Gloeoporus taxicola*), en saprotrof poresopp assosiert med flere ulike nåletrær. Tohundre-ogtrettititre individer av blodkjuke fra hele utbredelsesområdet på den nordlige halvkule ble sekvensert for å undersøke dens fylogeografi sett i lys av substrataffinitet. Arbeidet var en videreføring av en undersøkelse som Kausrud et al. (2007) hadde gjort på arten i Norge. Der kom det fram at arten bestod av to ulike genetiske linjer; én assosiert med furu i kystnære strøk og én med gran i høyere liggende strøk i innlandet, samt hybrider mellom disse.

Resultatene fra min undersøkelse indikerer at det finnes to hovedlinjer av *Gloeoporus taxicola* på den nordlige halvkule og at det foregår noe hybridisering mellom dem. Den ene linjen ser ut til å bestå av to undergrupper som hyppig rekombinerer og har utbredelse i de nordlige boreale skoger fra Canada gjennom taigaen til Norge og sør til Alpene. Denne evolusjonære linjen er assosiert med flere ulike nåletrær og er også funnet på løvtrær. Den andre linjen lever nesten utelukkende på furu og har en ren europeisk utbredelse fra Bulgaria til Finland. Forskjellen mellom de to hovedgruppene kan være et resultat av isolasjon i kaldere klimaperioder

og kontakt i varmere perioder.

Fordelingen av linjene på henholdsvis furu og gran i Finland ble sammenlignet med Norge, men det samme mønstret ble ikke observert. Den klare fordelingen mellom de to linjene på furu og gran forekom ikke i Finland. Der var den linjen som går på gran i Norge også høyfrekvent på furu. Mer differensiering av de genetiske linjene i Norge enn i Finland kan muligens forklares ved at det har vært mer genflyt mellom linjene i Finland.

REFERANSER

Kauserud H, Hofton TH, Sætre G-P, 2007.

Pronounced ecological separation between two closely related lineages of the polyporous fungus *Gloeoporus taxicola*. *Mycological Research*, 111, 778-786.

Lone R. Gobakken

Philosophiae Doctor (PhD) Thesis 2009: 32. from Dept. of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway. ISBN: 978-82-575-0900-2.

Surface mould growth on painted and unpainted wood; – influencing factors, modelling and aesthetic service life.

(Svertesopp på malt og umalt tre; - påvirkende faktorer, modellering og estetisk levetid).

Svertesoppvekst på utendørs, malte trefasader er et uønsket element og oppleves som et stadig økende problem. Svertesopp er blitt et betydelig vedlikeholdsproblem og forårsaker fasader med kortere estetisk levetid. Levetiden for tre og trebaserte produkter er avhengig av mange faktorer, og på malte flater vil svertesoppvekst bl.a. være direkte påvirk-

et av det underliggende trematerialet, type og mengde fungicid i malingsfilmen, samt selve malingsformuleringen. Svertesoppvekst på malte flater kan utvikle seg raskt ved variasjoner i de klimatiske faktorene.

Hovedmålet med dr.gradsarbeidet var å opparbeide grundig og spesifikk kunnskap om ulike faktorer som påvirker svertesoppvekst på malt og umalt trekledning i et uten-dørsmiljø. I arbeidet ble modifiserte tresubstrater vektlagt, siden den type materiale er lite undersøkt med hensyn på svertesoppvekst. Modifisert tre er kjemisk, biologisk eller fysisk behandlet for å oppnå en forbedring av en ønsket egenskap som for eksempel økt resistens mot råtesopp. Modifisert tre skal ikke være giftig for miljøet under hele levetiden og ei heller i sluttfasen.

Paneler bestående av ulike kombinasjoner av tresubstrat og overflatebehandling ble eksponert i 4 år i Bogesund (Sverige). Grad av svertesoppvekst på overflaten av panelene ble funnet å variere med tid og type overflatebehandlingssystem. Kjerneved av lerk, kobberimpregnert furu og kjerneved av furu hadde minst påvekst av svertesopp blant tresubstratene. Av de modifiserte tresubstratene hadde furfurylert furu minst svertesoppvekst, og acetylert furu hadde mest. Svertesopparten *Aureobasidium pullulans* (deBary) Arnaud var den dominerende svertesopparten på alle tresubstratene. Et lite stigningstall for vekstkurven for svertesoppdekning i begynnelsen av eksponeringsperioden ga en forsinkelse i utviklingen av svertesopp. Ekstrapolerte verdier for år 6–12 indikerte en lengre estetisk levetid for paneler med lavt stigningstall i starten av vekstkurven. Acetylert furu som tresubstrat og osp som treslag hadde lavest motstandsevne mot svertesopp sammenliknet med henholdsvis andre tresubstrater og treslag.

Kledningsbord av gran ble påført seks modellmalinger formulert slik at de skulle inneha følgende fysiske overflatestrukturer:

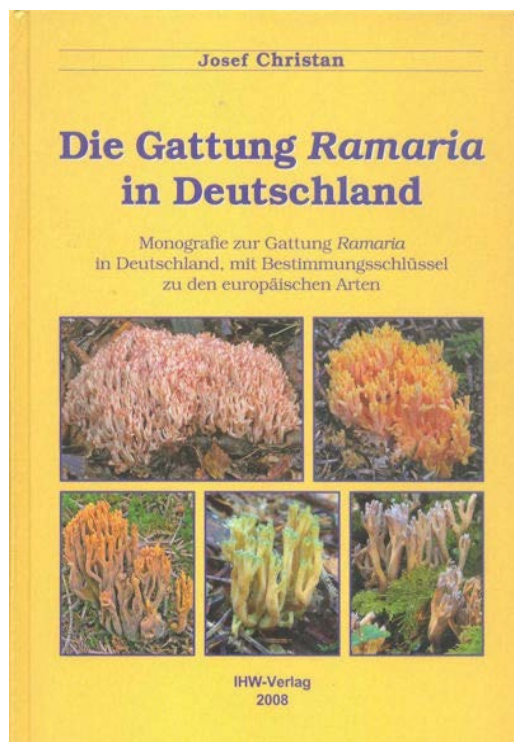
blank, matt, myk, hard, hydrofob og en film med porer/luftblærer. Etter utendørs eksponering ble grad av svertesopp funnet å variere med tid og type modellmaling, mens temperatur, relativ luftfuktighet og nedbør ikke hadde noen innvirkning. Hard modellmaling hadde klart mer svertesoppvekst enn de andre modellmalingene, mens myk modellmaling hadde minst påvekst. Videre ble åtte tresubstrater i kombinasjon med fire overflatebehandlinger eksponert utendørs i 3 år. Grad av svertesopp varierte i dette studiet med tid, overflatebehandling, tresubstrat, temperatur og relativ luftfuktighet. Tid og overflatebehandling ble funnet å bidra mest til variasjonen. Umalte paneler og paneler malt med løsemiddeltynnet maling uten fungicid hadde mer svertesoppvekst enn paneler malt med vanntynnet maling uten fungicid. Umalt, olje/kobber-impregnert furu

var mer motstandsdyktig mot svertesopp enn andre umalte tresubstrater. Malt, ubehandlet furu og malt, acetylerert furu hadde mer påvekst av svertesopp enn alle andre malte tresubstrater.

God kunnskap om hvilke faktorer som bidrar til svertesoppvekst og hvor mye hver faktor bidrar i ulike situasjoner, er nødvendig for å få frem realistiske levetidsdata. Statistiske modeller som er utviklet i dr.graden kan benyttes i arbeidet med å utvikle realistiske scenarier for bruk av tre-og trebaserte produkter i bygg ved et endret klima. Videre må man fokusere på nødvendige tiltak for en best mulig klimatilpassing av byggeri. Dokumentert kunnskap om materialers egenskaper under ulike klimatiskeforhold vil da bli svært avgjørende.

Josef Christan. Die Gattung *Ramaria* in Deutschland. Monographie zur Gattung *Ramaria* in Deutschland, mit Bestimmungsschlüssel zu den europäischen Arten.

IHW-Verlag, Eching 2008. 352 s. ISBN 978-3-930167-71-5 Pris € 98.



Josef Maria Christan har i over 20 år arbeidet med *Ramaria* (korallsopper). Han forteller selv i boka at det begynte i 1987 med noen funn han sendte til den sveitsiske *Ramaria*-eksperten Erwin Schild. Tatt i betraktning at Christan ikke arbeider med mykologi til daglig, er det et imponerende verk han har laget.

Ramaria har lenge vært en slekt som få mykologer har våget seg inn på, innfløkt og til dels dårlig forstått. Noe av problemet i klassiske morfologiske studier har vært de fargeforandringene som fruktlegemene gjennomgår under sporemodningen. En

vakker rødrosa korallsopp ender opp som brungul akkurat som så mange andre. Vi har hatt klassiske verk som engelskmannen E.J.H. Corner sin monografi fra 1950 og amerikaneren R.H. Petersen sine bidrag fra 1970- og 80-tallet.

Christan har tidlig forstått at han måtte gå i dybden for å forstå denne slekta. Det har betydd grundige tpestudier, inklusive studier av gamle plansjeverk (ikonografier). Femti sider først i boka er derfor viet slike plansjer helt tilbake til Tournefort (1694) og fram til Bresadola (1932). Han har videre forstått at man må se på et bredt spekter av morfologiske karakterer, både makro- og mikroskopisk. Trettito sider i boka er viet ulike karakterer. Her gis grundig beskrivelse av karakterer Christan regner som viktige slik som rhizinomorfer, mycel og basalmycel, hvor vidt mycelet er geléfisert eller ikke, og hvorvidt krystaller forekommer eller ikke. Krystallenes form er også viktige.

Den systematiske plasseringa til slekta *Ramaria* presenteres, og her er Christan stort sett på høyden og refererer nyere DNA-studier og fylogenetisk plassering. Det nære slektskapet med *Gomphus* (slekta til fiolgubbe) vises.

Christan foretar en inndeling av slekta *Ramaria* som på mange måter bygger på Corner og Petersen sine arbeider, men som inneholder fire underslekter – *Ramaria*, *Lentoramaria*, *Echinoramaria* og *Asteroramaria*. Sistnevnte opprettet av Christan og Hahn i 2005. Disse er igjen delt i seksjoner.

Sekstito sider i boka er viet nøkler, både på tysk og engelsk. Det sammen med at de omfatter alle europeiske arter (og uavklarte artskompleks), gjør dem tilgjengelige for et stort publikum. Nøklene som er utarbeidet sammen med Christoph

Hahn, er av to typer, én som går direkte til art og én som går via underslekter og seksjoner. Nøklene virker gjennomarbeidete og ryddige.

Artsomtalen (alle arter som er kjent fra Tyskland) utgjør en stor del av boka (115 s.). Disse er oversiktlig satt opp med en nomenklatorisk innledning, ryddig makro- og mikroskopisk beskrivelse, et fyldig avsnitt med diverse merknader og et kort resymé på engelsk. Omtalene er videre utstyrt med fargefotos av fruktlegemer og gode strektegninger av sporer. Det finnes også elektronmikroskop-foto av sporer og krystaller og sammenligningsdiagrammer over sporestørrelser, men dette er plassert til slutt i boka sammen med et kapittel om materialet som er studert. Det fører til litt mer blading i boka, men er ikke generende. I alt omtales 57 taksa, ti av disse er på underarts-/varietetsnivå. Artsutvalget er absolutt relevant for norske forhold.

Økologien er omtalt først i den makroskopiske beskrivelsen av hver art. Her er vi framme ved noe av det jeg synes er svakest i boka (uten at det av den grunn skal kalles

svakt!). Jeg hadde ønsket meg noe fyldigere økologiske beskrivelser og noe mindre skjematisk. Stort sett er de av typen ”under eik og bøk... samt gran” eller bare ”under eik og bøk”. Men for noen arter er de heldigvis litt fyldigere. Det er også et innledende kapittel om økologi, fruktifiseringstidspunkt og utbredelse (i Tyskland), men det er bare på tre sider.

Mange av *Ramaria*-artene ses på som viktige signalarter for verdifulle skogtyper, og det er derfor viktig å forstå deres taksonomi og utbredelse i Norge. Det norske Artsprosjektet har akkurat gitt støtte til et arbeid for å studere slekta mer inngående i Norge, noe som skjer samtidig med at mye av det norske materialet er gensekvensert hos Ilkka Kytövuori med medarbeidere i Finland. Det skjer derfor heldigvis en del for å bedre forståelsen av *Ramaria* i våre skoger og her danner Christans monografi et meget verdifullt fundament. Boka er et solid stykke arbeid som varmt kan anbefales.

Moss 25.2.2010
Even Woldstad Hanssen

GUIDE FOR FORFATTERE

Tidsskriftet AGARICA publiserer originalartikler innen alle ulike aspekter av mykologi, med hovedfokus på mykofloristikk og taksonomi og tar dessuten sikte på å formidle god populærvitenskap. Ulike typer manus mottas, herunder regulære artikler, mindre kommentarer (notes), oversiktsartikler (reviews) eller populariserte utgaver av mer omfattende forskningsartikler. AGARICA publiserer norsk-, svensk-, dansk- og engelskspråklige bidrag. I utgangspunktet utkommer ett årlig nummer av AGARICA.

Manuskriptet

Manuskripter skrives i Word- eller Open Officeformat (.doc, .docx, .odt) med valgfrie typer og typestørrelser. Hvis manuskriptet skrives på Mac-maskiner må filendelser tilpasses da redaksjonen benytter pc. Manuskripter kan være på et nordisk språk (norsk, svensk, dansk) eller engelsk. **Bruk artiklene i dette nummeret som mal både for oppsett, tekstdisponering og litteraturreferanser.** Manuskriptene vil bli sendt til fagfelleevaluering og artikkelens endelige utforming vil gjøres i samarbeid mellom forfatter(e) og redaksjonen.

Formatering og layout

Redaksjonen gjør all formatering og layout (overskrifter, kursivering, fet skrift osv.) slik at det blir en enhetlig stil gjennom hele heftet. Forfattere behøver derfor ikke bruke tid på formatering og layout. Skulle det være spesielle ønsker om en viss layout så kontakt redaksjonen. Anvisninger om hvor figurer og tabeller skal plasseres i teksten marker med f.eks rød skrift.

Adresser, Tittel, Sammendrag, Abstract, Nøkkelord

Det skal oppgis postadresser til alle forfatter(ene); dersom det er flere forfattere angis også hvem som er korresponderende forfatter og dennes e-postadresse. Alle artikler skal ha tittel både på et nordisk språk og på engelsk. Inntil fem nøkkelord/Key words oppgis i alfabetisk rekkefølge. Det skal også skrives et Sammendrag på norsk/nordisk og et Abstract på engelsk. Redaksjonen kan være behjelpelige med oversettelse og språkgransking.

Tabeller

Tabeller skrives i Word eller Excel, nummereres og sendes som separat dokument. Bokstavstørrelse 10 og maksimal sidestørrelse 14 x 19cm (ikke A-4 format). Større tabeller enn dette må deles opp på flere sider/tabeller. Det skal henvises til tabellene i teksten. Tabellene skal alltid ha forklarende tekst øverst, helst også på engelsk i nordiskspråklige artikler. Fil med tabeller sendes separat; filnavnet må inneholde forfatters navn.

Illustrasjoner

Digitale bilder bør ha en oppløsning på 300-600 dpi. Filene bør ikke være større enn 5 MB. Overlat bildejusteringer til redaksjonen i størst mulig grad og send helst originalene. Figurer skal ha tekst både på nordisk og engelsk i nordiskspråklige artikler og figurtekstene henges på i slutten av manuskriptet. Figurer og bilder sendes separat, helst som jpg-filer. Filnavnet må inneholde forfatters navn.

Navn på arter

Kilden for vitenskapelige navn bør oppgis i teksten, f.eks. Norsk soppdatabase eller Index Fungorum. Det er valgfritt å benytte norsk eller vitenskapelig navn på en art. Første gang angis både vitenskapelig og norsk navn (om slikt fins). Autornavn angis bare der det synes nødvendig og bare ved første gangs omtale av en art – helst ikke i overskriften.

Funnopplysninger

Opplysninger om funn kan med fordel oppgis på følgende måte: Fylke: Kommune: Lokalitet, UTM-kode, økologiske data, funndato, finner, funnnummer, bestemmer, herbarium (ikke alle data er alltid tilgjengelige, men få med så mye som mulig!).

Litteraturopplysninger

Litteraturlista skal bare inneholde litteratur som det er referert til i teksten. Eksempelene nedenfor belyser de hyppigst forekommende situasjonene, men det lønner seg i tillegg å bruke litteraturlistene i tidligere volum som mal.

I teksten refereres slik:

ifølge Stensrud og Schumacher (2005) eller

som støttes av tidligere informasjon (Stensrud et al. 2004, Stensrud og Schumacher 2005).

Når det refereres til en publikasjon med mer enn to forfattere, refereres kun til første forfatter etterfulgt av 'et al.' (og årstall).

I litteraturlista (Referanser/References) refereres arbeidene slik:

Tidsskriftartikkel:

Gulden G, Bendiksen E, Brandrud TE, 1977. A new agaric, *Squamanita fimbriata* sp. nov., and a first find of *S. odorata* in Norway. Norwegian Journal of Botany 24, 155-158.

Bok:

Bendiksen E, Høiland K, Brandrud TE, Jordal JB, 1998. Truede og sårbare sopparter i Norge – en kommentert rødliste. Fungiflora, Oslo.

Kapittel eller selvstendig artikkel i en bok:

Læssøe T, 2008. *Squamanita* Imbach, in: Knudsen H, Vesterholt J (Eds.), Funga Nordica. Nordsvamp, Copenhagen, 516-518. (er forfatters artikkel skrevet på nordisk skrives: Knudsen H, Vesterholt J (Red.))

Supplerende datamateriale til en artikkel:

I teksten henvises slik: Nettvedlegg 1 eller Online documentation 1 – og i litteraturlista:

Wollan AK, Bakkestuen V, Kausrud H, Gulden G, 2010. Predikasjonsmodellering av storsoppers utbredelse i Norge, basert på herbariemateriale [dvs. forfatterne og tittelen på den aktuelle artikkelen]. Tilgjengelig via/available at [http://www. Agarica.no](http://www.Agarica.no). Dato.

Norske Soppdatabase skal ha følgende henvisning i teksten: ... i følge Norsk Soppdatabase (NSD 2010) eller i engelsk tekst ...according to the Norwegian Mycological Database (NMD 2010).....

I litteraturlista: Norsk Soppdatabase, NSD, 2010. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Sitert 15. mars 2010.

I References: Norwegian Mycological Database, NMD, 2010. Natural History Museum, University of Oslo, Norway, <http://www.nhm.uio.no/botanisk/sopp/>. Cited 15. March 2010.

Artsobservasjoner (Artskart, Artsdatabanken, Norgesglasset og andre nettadresser) refereres slik: Artsobservasjoner, 2010, eventuelt navn på side, <http://www.artsobservasjoner.no/>. Sitert 15. mars 2010.

Publikasjoner på Internett og Online dokumenter: (Normal angivelse av forfattere, tittel og årstall etterfulgt av: Tilgjengelig via/Available via nettadresse. Sitert/Cited 15. April 2010.

Copyright

Agarica forutsetter at en artikkel ikke er tenkt eller er publisert et annet sted. Agarica kan samtykke i at innhold presenteres i andre sammenhenger hvis forfatteren skulle ønske dette. Agarica påberoper seg ikke copyrightrettigheter til bilder/figurer. Forfatter må dokumentere at eventuell bruk av copyright-belagt materiale, slik som kart og illustrasjoner er godkjent av copyrighteier og det må henvises til kilden i teksten.

Innsending

Manuskriptet sendes til redaktøren eller til et medlem i redaksjonskomiteen som vedlegg til e-post (eller til elektronisk postkasse når slik er opprettet). Illustrasjoner og tabeller skal alltid sendes separat, i egne mailer. Korresponderende forfatter vil motta mail fra redaktøren om at manuskriptet er mottatt.

Korrektur og særtrykk

Førsteforfatter vil motta en pdf-fil innen artikkelen går i trykken. Forfatteren bør da snarest ta kontakt med Jon-Otto Aarnæs (jonottoa@broadpark.no) hvis det må gjøres korreksjoner. Mindre justeringer i layout kan forekomme derefter.

Samtlige forfattere vil motta et eksemplar av det aktuelle bindet av Agarica så snart det foreligger.

GUIDE FOR AUTHORS

Scope

Agarica is an international journal owned by the Norwegian mycological society - 'Agariplantus norvegicus'. Its objective is to provide a forum for articles within all fields of mycology, including fungal diversity, ecology, evolution, mycogeography, environmental aspects and taxonomy. Review articles and high quality popularizations within such fields of mycology are also welcomed. Agarica accepts articles in English and the Nordic languages (Norwegian, Swedish, Danish). In all cases, articles must be written in a style accessible to both scientists and amateurs. In principle there will be one volume of Agarica per year.

The manuscript

Use Word or Open Office format (.doc, .docx, .odt) and type and size of letters as you prefer. If you use a Mac you have to make sure that the file endings are compatible with a pc (used by the editor). **Use articles in a previous volume as models for text disposition and literature references.** All articles will be peer-reviewed and the final form of the article will be in cooperation with the editor.

Formatting and layout

The editorial board will do all the formatting and the layout (headings, bold types, italics etc.) in order to obtain a uniform style throughout the volume – so don't spend time on this. If you have special wishes or views on this, please contact us. You should mark in the text, with f. inst. red letters, where figures and tables are best fitted in.

Addresses, Key words

Post addresses to all the authors should be given and, in addition, an email address to the corresponding author. Indicate up to five Key words in alphabetical order.

Tables

Write tables in Words or Excel. Maximum size is 14 x 19 cm (*i.e.* not an A-4 size); larger tables have to be split on more pages. Use 10 points letters. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Tables should always have

an explanatory text as heading. Mail tables as separate files (or together with illustrations), always with the authors' name indicated.

Illustrations

Illustrations should be mailed as separate files. For digital pictures and figures a resolution of 300-600 dpi is needed and they should preferably be mailed as .jpg files. They ought not to be larger than 5 MB. The author's name must be included in the file name. Legends should be included in the manuscript, at the end. Let the editorial board do most of the image adjustments and send preferably non-adjusted originals.

Names for species

The source for scientific names (*e.g.* Index Fungorum, the Norwegian Mycological Database) should be referred to in the text. Name(s) of author(s) should be given only at the first mention of the species (not in the heading).

Data referring to finds/collections of specimens

Information on finds should preferably be given in the following way: Country: County: Municipality, Locality, UTMcode or degrees of latitude/longitude, ecological data, date, name of finder (*leg.*) and determinator (*det.*), herbarium (according to Index Herbariorum). Not all data may be present, but inform about as much as possible.

Literature

The reference list (References) shall only include articles referred to in the manuscript. The examples given below cover only the most common situations – the best way to assemble a correct list is to compare with an already printed list in Agarica.

Citations in the text:

.....according to Stensrud and Schumacher (2005), or as previously stated (Stensrud et al. 2004). References to articles with more than two authors are cited with the first author's name followed by *et al.* (and year).

Continue on page 96

Innholdsfortegnelse AGARICA vol. 29

- 2 **Basidiomycetes on driftwood in Finnmark, Norway**
Leif Ryvarden
- 5 **Wood-decaying fungi in protected buildings and structures on Svalbard**
Johan Mattsson, Anne-Cathrine Flyen, and Maria Nunez
- 15 **Diversity of fungi associated with *Bistorta vivipara* (L.) Delarbre root systems along a local chronosequence on Svalbard**
Ane Brevik, Jaime Moreno-Garcia, Joanna Wenelczyk, Raket Blaalid, Pernille Bronken Eidesen and Tor Carlsen
- 27 **Jordboende storsopper som kvalitetsindikator på unike furuskoger på Vestlandet**
Dag Holtan og Perry Larsen
- 45 **Vedboende sopp på furu i midtre og indre deler av Møre og Romsdal**
Geir Gaarder og Tom Hellik Hofton
- 61 **Prediksjonsmodellering av storsoppers utbredelse i Norge, basert på herbariemateriale – potensiale og begrensninger**
Anders K. Wollan, Vegar Bakkestuen, Håvard Kauserud og Gro Gulden
- 79 **Gullskjellet slørsopp - *Cortinarius humicola* (Quél.) Maire – gjenfunnet i Norge etter 24 år**
Inger-Lise Fonneland
- 83 ***Entoloma scabiosum* (Fr.) Quél. new to Norway**
John Bjarne Jordal
- 87 ***Lycoperdon subcretaceum* – a puffball new to Europe found in Norway**
Mikael Jeppson and Ellen Larsson
- 93 ***Xerotrema megalospora* – a remarkable ascomycete new to Scandinavia**
Håkon Holien, Paul Diederich
- 97 ***Anthracobia rehmii* Brumm. (Pezizales, Ascomycota) en ny pyrofil diskomycet for Skandinavia**
Roy Kristiansen og Hermod O. Karlsen
- 101 **Notes on vernal cupfungi (Pezizales) in Norway**
Roy Kristiansen
- 109 **Nye Cand. Scient- og Doktorgradsarbeider i mykologi**
- 113 **Bokanmeldelse**