

**Forekomst av ”lynsoppen” *Therrya fuckellii* (Rehm.)
Kujala i furu på Østlandet.**

Occurrence of *Therrya fuckellii* (Rehm.) Kujala on scots pine
in the eastern part of Norway.



Institutt for naturforvaltning
Mastergradsoppgave i skog, miljø og industri
Tommy Brynthe Torp 2004

Forord

Jeg ville skrive denne oppgaven etter å ha sett på fenomenet ”lyntopp” på furu, under sommerarbeider i Nes og Veldre allmenning. I kurset ”Forstentomologi og patologi 200” ble det forelest om soppen *Therrya fuckellii*, som man har trodd har vært knyttet til slike trær. *Therrya fuckellii* har ikke noe norsk navn, men går under ”lynsoppen” for det fåtall som kjenner den. Det ble derfor naturlig å studere slekten *Therrya* i oppgaven, og se på denne i sammenheng med ”lyntopp” fenomenet. Spesielt soppenes forekomst i lyntrærne og generelle mykologiske undersøkelser på verter og substrat vil være hovedtema for oppgaven. Jeg har også prøvd å forklare hva som skjer i lyntrærne ved elektriske utladninger. Alle bilder i oppgaven er tatt av undertegnede under felt og laboratoriearbeid.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder, professor Halvor Solheim ved Skogforsk. Han har gitt meg masse gode råd og vært til uvurderlig hjelp i alle faser av arbeidet. Uten Halvor Solheims hjelp hadde ikke oppgaven blitt til. Jeg vil også takke avdelingsingeniør på Skogforsk, Olaug Olsen for den hjelpen hun har gitt under testing på mykologisk finlaboratorium. Det går også en generell takk til Norsk institutt for skogforskning for å ha stilt mykologiske laboratorium til disposisjon med egnet utstyr.

En stor takk går også til Nes og Veldre allmenninger ved almenningsbestyrer Knut Sandvold, som har stilt hele eiendommen til disposisjon for feltarbeid. I allmenningene vil jeg takke skogbruksleder Frode Schei og tidligere skogbruksleder Reidar Rishagen, som har hjulpet til med å finne egnede områder for feltarbeid. En takk går også til skogbrukssjef Vegard Aarønes i Hobøl og Spydeberg for å ha stilt egnede områder for feltarbeid til disposisjon.

Jeg vil også takke Professor, Dr. Scient. Ørjan G. Martinsen og hovedfagsstudent Filip Ferris Nicolaisen ved Fysisk institutt i Oslo for hjelp med FEM simuleringer og fysiske tester.

Jeg vil også benytte anledningen til å takke konservatorer ved nordiske museer, som velvillig har lånt ut materiale på soppene.

Til slutt går en takk til min høygravide samboer som har lest korrektur og vært kritisk til arbeidet.

Tommy Brynthe Torp NLH, mai 2004

Innhold

SAMMENDRAG.....	5
SUMMARY	7
1 INNLEDNING.....	9
1.1 LYN OG LYNSKADER.....	9
1.2 LYNSKADER/ELEKTRISKE UTLADNINGER PÅ FRØTRESTILLINGER I NORGE	9
1.3 SLEKTEN <i>Therrya</i>	10
1.4 PROBLEMSTILLING.....	10
2 INTRODUKSJON TIL SLEKTEN <i>Therrya</i>.....	11
2.1 ARTSHISTORIKK.....	11
2.2 FORSKJELLER MELLOM ARTENE.....	12
2.3 ARTSBESKRIVELSER	13
2.3.1 <i>Therrya pini</i>	13
2.3.2 <i>Therrya fuckellii</i>	16
3 LYN OG SKADER.....	19
3.1 INTRODUKSJON.....	19
3.2 HVILKE ARTER ER MEST UTSATT?	19
3.3 OM TORDENSKYER OG ELEKTRISKE UTLADNINGER.....	20
3.4 SKADER FRA LYN OG ELEKTRISKE UTLADNINGER	22
3.4.1 <i>Skadetyper</i>	22
4 MATERIALE OG METODER.....	24
4.1 STUDIEOMRÅDENE.....	24
4.2 NORDISKE MUSEUMSKOLLEKTER.....	25
4.3 SPORE OG ASCIEMÅLINGER.....	25
4.4 EGNE FUNN	27
4.4.1 <i>Lyntrær</i>	27
4.4.2 <i>Vindfall</i>	27
4.4.3 <i>Enkeltfunn</i>	27
4.4.4 <i>Geografisk utbredelse</i>	28
4.5 LABORATORIEARBEID.....	28
4.5.1 <i>Artsbestemmelse av sopp</i>	28
4.5.2 <i>Septering</i>	30
4.5.3 <i>Spore og Ascie målinger</i>	30
4.6 FYSISKE TESTER.....	31
4.6.1 <i>Resistivitet, ρ</i>	31
4.6.2 <i>FEM (Finite element method)</i>	32
5 RESULTATER.....	34
5.1 MAKROSKOPISKE UNDERSØKELSER	34
5.1.1 <i>Lyntrær</i>	34
5.1.2 <i>Vindfall</i>	35
5.1.3 <i>Andre funn av <i>T. fuckellii</i> og <i>T. pini</i></i>	35
5.1.4 <i><i>T. fuckellii</i> Vs. <i>T. pini</i> i eget materiale</i>	36
5.1.5 <i>Geografisk utbredelse av <i>Therrya</i> i Norden</i>	36
5.1.6 <i>Funn fordelt på barkfarge</i>	38
5.1.7 <i>Funn fordelt på kvistdiametre <i>T. fuckellii</i></i>	38
5.1.8 <i>Fruktlegemer</i>	39
5.1.9 <i>Vertsfordeling</i>	40
5.1.10 <i>Substratsfordeling</i>	40
5.2 MIKROSKOPISKE UNDERSØKELSER	41
5.2.1 <i>Septering</i>	41
5.2.2 <i>Spore og ascie målinger <i>T. pini</i> og <i>T. fuckellii</i></i>	42
5.2.3 <i>Ascie målinger <i>T. fuckellii</i> og <i>T. pini</i></i>	43

5.3	FYSISKE UNDERSØKELSER	45
5.3.1	<i>Beregning av resistans, R i det indre treet (kvister)</i>	45
5.3.2	<i>Beregning av resistans, R i bark</i>	46
5.3.3	<i>FEM simuleringer</i>	47
6	DISKUSJON	51
6.1	MATERIALE OG METODER	51
6.2	MAKROSKOPISKE RESULTATER	53
6.3	MIKROSKOPISKE RESULTATER	57
6.4	FYSISKE RESULTATER	61
7	KONKLUSJON	62
8	LITTERATUR OG KILDER	64
	VEDLEGG 1	I
	VEDLEGG 2	III
	VEDLEGG 3	XII

Sammendrag

I mange frørestillinger og furuskoger observerer man ofte furutrær med døde topper. Disse trærne er ikke angrepet av tyritoppsoppene *Cronartium flaccidum* og *Endocronartium pini*. Og man har ment at skadene er forårsaket av elektriske utladninger i tordenvær. I disse skadde toppene opptrer soppen *Therrya fuckellii*. Denne soppen er i norske herbarier kun belagt med seks funn, noe som kan tyde på at den vokser i en helt spesiell nisje. Hovedmålet i denne oppgaven har vært å undersøke opptreden til *T. fuckellii*. I tillegg har jeg sett på hvordan elektriske utladninger kan oppstå på furutrær.

Elektriske utladninger på furuer er noe som oppstår fra tid til annen, i Norge har vi sett flest slike trær i indre og sentrale deler av Østlandet. En elektrisk utladning er et fenomen vi tror oppstår under tordenvær. Forskjeller i elektrisk spenning mellom luft og bakke er et sentralt tema. Som følge av at disse to elektriske feltene møter hverandre vil det oppstå en utladning i treet's topp. Dette gir høy temperatur i toppen, og treet dør i toppen som følge av dette. Jeg har i oppgaven prøvd å simulere hva som skjer i en slik lyntopp ved en elektrisk utladning. Ut fra simuleringen på et lyntre ser det ut som strømtettheten i treet's topp og motstanden til bark og ved som er avgjørende for temperaturen som oppstår i treet ved utladningen.

Undersøkelsene er utført i tre områder på Østlandet. I Hedmark fylke (Nes og Veldre allmenninger, Ringsaker kommune) har jeg felt og undersøkt ni furuer skadet av elektriske utladninger. Alle greiner i hele treet ble undersøkt for soppen *T. fuckellii*.

I Østfold fylke (Spydeberg kommune) undersøkte jeg åtte vindfelte furutrær. I disse trærne ble de samme registreringene gjort som for lyntrær. I Akershus fylke (Bollerudåsen, Ås kommune) har jeg registrert forekomster av *T. fuckellii* i barblandingskog. Her kikket jeg etter forekomster av soppen i påsittende greiner, på bakken og i toppbrekk.

Både i Østfold Hedmark, og Akershus fylke ble det gjort innsamlinger av *Therrya* på andre substrater. I tillegg har jeg gått igjennom alt tilgjengelig materiale av slekten *Therrya* i Norden.

I trær skadd av elektriske utladninger ble *T. fuckellii* funnet i tilknytning til den skadde toppen. Soppen ble også funnet i nylig drepte greiner lenger ned i krona. På samme måte ble *T. fuckellii* funnet spredt i krona på nylig drepte greiner i de vindfelte furutrærne. I tillegg ble

T. fuckellii funnet på nylig døde påsittende kvister, dette gjaldt for alle de tre studieområdene. Ut fra dette ser det ut som *T. fuckellii* er en svært vanlig sopp.

Fruktlegemene til alle egne funn av *T. fuckellii* viser at modne fruktlegemer er å finne fra juni til mars. Det ser ut som at fruktlegemene blir mer modne utover høsten og vinteren, for så å synke igjen i mars måned.

Undersøkelser på substrat og verter til andre funn (ikke lyntrær) viser at tørre påsittende kvister og vindfall til furu er mest vanlige funnsted for *T. fuckellii*.

Kvistdiametre som *T. fuckellii* forekommer på er kvister fra 0,5-7 cm, det var en økning i diameterklasse 0-1,0 cm og opp til 1,1-2,0 deretter sank antall mot økende kvistdiameter.

Artsbestemmelser for både eget og nordisk materiale avdekker at *T. fuckellii* er vanligere å finne enn *T. pini*. I det totale gjennomgåtte materiale på 160 kollekter er 26 bestemt til å være *T. pini* resten er *T. fuckellii*. At begge arter forekommer på samme kvist er påvist i tre egne funn og i fem nordiske kollekter. I de nordiske kollektene er ofte flere biter av substratet i hver pose slik at det ikke helt sikkert kan sies at det er fra samme kvist.

Jeg vil i denne oppgaven konkludere med at lyntrær ikke er viktige som habitat for soppen *T. fuckellii*, dette er en nøysom sopp som tilsynelatende er å finne der det er nylig tørre og døde greiner med påsittende bark. Likevel er soppen i lyntrærne, og de må inkluderes i listen over egnede substrater. Overalt hvor jeg har sett etter soppen har jeg funnet den lett, bare egnet substrat har vært tilstede. Undersøkelser på andre substrater viser hva slags bredde denne soppen har som egnet substrat for vekst. Kvistdiametre som *T. fuckellii* vokser på må ses i sammenheng med hvilke kvister som har lettest for å dø, tykke kvister i treets topp vil ikke dø så lett som lavere kvister påvirket av selvkvisting. At begge opptrer på samme kvist i løpet av studien, er meget interessant og nytt for slekten. Til denne observasjonen må det legges til at når kvistene ofte har masse fruktlegemer, og artene er så like hverandre så må man sjekke flere fruktlegemer pr. kvist for å avdekke om begge er tilstede. I studien har jeg funnet flere *T. fuckellii* enn *T. pini*. Jeg har ikke spesifikt undersøkt dette forholdet, men både i eldre trær med grovere kvister og i yngre trær med mindre kvister ser det ut som *T. fuckellii* er vanligere enn *T. pini*.

Summary

This Master of Science thesis is based on studies at the Norwegian Agricultural University during the summer and autumn of 2003 and the spring of 2004.

In a number of seedtree stands and scots pine forests, pines with snag tops are observed. These seedtrees are not attacked by *Cronartium flaccidum* and *Endoctrionartium pini*. It is concluded that the damage on these trees are done by electrical bursts during thunderstorms. In the snag top of these trees the fungus *Therrya fuckellii* is found. In norwegian herbariums it exists only 6 specimens of the fungi, which can indicate that it is attached to a certain niche. The purpose of this thesis has been look in to occurrence of *T. fuckellii*. In addition I have also studied how electrical burst can occur scots pines.

Electrical bursts on scots pines can be seen from time to time. In Norway most of these trees have been found in eastern parts of Norway. An electrical burst is a phenomenon coming from thunderstorms. Differences between electric voltage in the air and the ground is a central part of the problem. When these electrical fields meet above ground with the tree as a conductor, the tree will be damaged from the electrical occurring burst. The result is a snag top without needles and with grayish bark. One electrical burst episode is simulated in this thesis, with one of the felled damaged trees from Ringsaker municipality.

My fieldwork has been done in three areas of eastern Norway. In Hedmark county, Ringsaker municipaltiy nine damaged scots pines from electrical bursts are felled and examined. All twigs and the stem of each tree is checked for *T. fuckellii*. In Østfold county, Spydeberg municipality eight windthrows has been checked the same way as the damaged scots pines. In Akershus county, Ås municipality I have registered occurrence of *T. fuckellii* in a scots pine forest. The fungi was found on attached twigs, twigs lying on the ground and on teared off tops. In all three countys it was made collections of *Therrya* on various substratums. All specimens of *Therrya* in nordic museums was also ordered and checked.

In trees damaged of electrical bursts *T. fuckellii* was found in connection with the snag top. The fungi was also found in recent killed twigs further down in the crown. In the same way *T. fuckellii* was also found widely spread on recent killed twigs in windthrows. In addition *T. fuckellii* was found on killed atched twigs throughout the three areas of study.

Examination of hosts and substratum shows that dead selfpruned twigs and windthrows from scots pine are the most frequent place to find *T. fuckellii*. Examination of twigdiameters shows that *T. fuckellii* occurs on twigs from 0,5-7 centimetres, but decreases with larger diameter.

Determination of own and nordic material shows that *T. fuckellii* seem to be more usual than *T. pini*. A total of 160 specimens examined, 26 showed to be *T. pini*. *Therrya pini* is in the same genus as *T. fuckellii* in external appearance they are very similar. In tree of my own specimens I have found both fungi on the same twig, which is a quite interesting case concerning the genus.

Simulation of an electrical burst in one scots pine, gave a hint of what is happening in those trees. It seems that voltage density and resistivity in the tree determines how high the temperature will be, in the top. The higher temperature, the more severe damage.

In this thesis I will conclude that pines damaged from electrical bursts do not play a important role as a niche for *T. fuckellii*. *Therrya fuckellii* is a easily satisfied fungi apparently to be found on any dead twig. The fungi is always present in damaged scots pines, and they must be included over suitable substratums. Studies of other substratums colonized by the fungus shows how common the fungus is. A lot of pine species seem to be suitable hosts, in Norway the fungi is only found on scots pine.

Revealing that both fungi can be found on the same twig is very interesting and as far I know new information on the species. This fact should be taken in mind when examining twigs that has a lot of apothecias widely spread. In the study I have found more *T. fuckellii* than *T. pini*. I have not specificly studied this matter, but in older trees with coarse twigs and in younger trees with smaller twigs seem to be more frequent.

1 Innledning

1.1 Lyn og lynskader

Lyn og torden er et fenomen som alltid er til stede i et naturlig miljø. Brooks (1925, i følge Taylor 1969) skriver at jorda opplever tusenvis av tordenvær hver dag og at 1800 lyn og torden er under utvikling til enhver tid. I en skog kan alle trær utsettes for lynskader, ikke bare de høyeste. I trær kan lynskader opptre på forskjellig måter som beskrevet av Rose (1990). Disse skadene er; katastrofale skader, ikke katastrofale og gruppedød. Lyntrærne jeg har sett på sorterer under ikke katastrofale skader. De mest vanlige artene som blir skadet av lyn er i følge Dark (1936, i følge Rose 1990); eik (*Quercus* spp), osp (*Populus* spp) og furu (*Pinus* spp). Wood (1974, i følge Taylor 1977) skriver følgende; Lightning is a direct cause of "snag top" (tørrtopp) or "Crown Die Back" in trees.

1.2 Lynskader/elektriske utladninger på frøtrestillinger i Norge

I Norge er det ofte observert at frøtrestillinger av furu (*Pinus sylvestris* L.) kan være utsatt for lynskader i form av elektriske utladninger (H. Solheim, personlig meddelelse). Lyntrær er et interessant fenomen man har sett flere steder i Norge, men det er særlig knyttet til områdene rundt Mjøsa og det indre østland (H. Solheim, personlig meddelelse). Det er ingen steder i landet som ikke har torden. Om sommeren er det i midlertidig mest i Agder, Telemark og på Østlandet. Også i disse områdene er nok enkelte steder mer utsatt enn andre Meteorologisk Institutt (2002). Typisk for disse skadene er at toppen dør, og skaden kan således ligne skader forårsaket av tyritoppsoppene, (*Cronartium flaccidum* (Alb. & Schw.) Wint.) og (*Endocronartium pini* (Pers.) Y. Hiratsuka). Tyritoppsoppene skader treets topp og den tørker ut, dette er illustrert i Aamlid et. al (1991), Figur 43 og 44. Undersøkelser av slike skadde topper har vist at tyritoppsoppene ikke er skadegjørere. Derimot har det blitt funnet en annen sopp i disse skadde toppene, *Therrya fuckellii*. (Rehm.) Kujala (H. Solheim, personlig meddelelse).

1.3 *Slekten Therrya*

I slekten *Therrya* er det i dag kjent to arter, *T. fuckellii* og *T. pini* (Alb. & Schw.) von Höhn. *Therrya pini* ble beskrevet først av De Albertini & Von Schweinitz (1805, i følge Reid & Cain 1961), mens *Therrya fuckellii* først ble beskrevet som en variant av *T. pini* Rehm (1888, i følge Reid & Cain 1961). Det har vært mye usikkerhet om disse artene opp gjennom årene. Reid & Cain (1961) foretok en grundig studie og fastslo en gang for alle, viktige forskjeller mellom artene basert på sporeform og makroskopiske forhold. Ved undersøkelser i mykologiske herbarier i Norge har det vist seg at det er svært få funn av *Therrya* i Norge. I den norske mykologiske databasen (The Mycological Database, University of Oslo 2004) var det oppgitt seks funn av *T. fuckellii* og sju funn av *T. pini*. Funnene på *T. pini* er gjort i Hedmark, Akershus, Østfold og Nordland. Funnene på *T. fuckellii* er gjort i Hedmark, Nordland, Troms, Hordaland og Telemark. Det virker ut fra dette som om soppene er godt utbredt i Norge. I nordiske herbarier var det 104 belegg på *Therrya*. I de senere år har diskusjonen rundt soppene ligget død, og først i Minter (1993a og 1993b) blir soppene tatt opp igjen. Det har vist seg at opplysninger om soppenes økologi er mangelfull, og det er ikke klarhet i eksakte habitater Minter (1993a og 1993b).

1.4 *Problemstilling*

Ut fra ovennevnte forhold har jeg formulert følgende hypotese: ”***Therrya fuckellii* er knyttet til spesielle habitater hvorav furutrær skadd av elektriske utladninger er viktig**”. Jeg har ønsket å utdype dette ved å undersøke furutrær under forskjellige forhold, og ved å gjennomgå alt tilgjengelig nordisk materiale av *T. fuckellii* og *T. pini* for å gjøre mykologiske undersøkelser.

I tillegg har jeg sett på hvilke meteorologiske og fysiske forhold som kan gi toppskader på furufrørestillinger.

2 Introduksjon til slekten *Therrya*

Slekten *Therrya* viser seg å inneholde to forskjellige arter, *Therrya pini* og *Therrya fuckellii*. Disse ble lenge ansett for å være én art Reid & Cain (1961). De nevner også en art *Coccomyces strobi* (J.) Reid & Cain, som opptrer på weymouthfuru, (*Pinus strobus* L.) i Nord-Amerika. Denne soppen har blitt ansett for å være den samme som *Therrya pini*, men denne er nå bestemt til å tilhøre slekten *Coccomyces*.

2.1 Artshistorikk

De Albertini & Von Schweinitz (1805, i følge Reid & Cain 1961) beskrev en dicomycet *Xyloma pini* som de hadde funnet på kvister av furu. Kollektet fra dette funnet eksisterer ikke lenger, men skisser av soppen underbygger dagens oppfatning av arten. Nees (1817, i følge Reid & Cain 1961), beskriver samme soppen under navnet *Hysterium valvatum*, mens Kunze & Schmidt (1817, i følge Reid & Cain 1961) gir den samme soppen navnet *Phacidium pini*. *Xyloma pini* ble nå kombinert som *Phacidium pini* (Alb. & Schw.) av Fries i (1823, i følge Reid & Cain 1961), og han legger til at soppen ble funnet på greiner av furu og einer (*Juniperus communis* L.) i Sverige. Senere gir Link (1833, i følge Reid & Cain 1961) soppen navnet *Pyrenochium pini*.

Karsten (1871) i bruk navnet *Coccomyces pini* (Alb. & Schw.) på soppen, mens Saccardo & Penzig (1882, i følge Reid & Cain 1961) kaller soppen en ny art av slekten *Pyrenomyceta* og gir den navnet *Therrya gallica*. Rehm (1888, i følge Reid & Cain 1961) fremsatte slekten *Coccophacidium* og brukte denne soppen som artstype. Nå fikk soppen navnet *Coccophacidium pini* (Alb. & Schw.) Rehm.

Tulasne's (1865, i følge Reid & Cain 1961) beskrev en sopp funnet på furu under navnet *Phacidium pini*, som de feilaktig trodde var synonym med *Xyloma pini*, mens Fuckel (1869 og 1870) gav samme art navnet *Phacidium pini* Tul. Rehm (1888, i følge Reid & Cain 1961) mente denne nye soppen måtte være en variant av *Coccophacidium pini* som han gav navnet *Coccophacidium pini* var. *fuckellii*. Krieger legger denne varianten frem som en egen art Krieger (1891, i følge Reid & Cain 1961).

Von Höhnelt (1912) drøftet *Therrya gallica* Sacc. & Penz. og mente at denne tilhørte familien Pseudophacidiaceae og var identisk med *Coccophacidium pini* var. *fuckellii*. Og siden navnet på slekten *Therrya* er eldre enn *Coccophacidium* ble det gjeldende navnet på soppen *Therrya*

pini (Alb. & Schw.) von Höhnel. Gremmen (1955) nevner arten *Durandiella helvetica* Gremmen, som hadde karakteristiske fire celledede sporer. Gremmen trodde arten var ny, men det viste seg at dette var en *T. pini*. Vi hadde nå og gjøre med to sopper; *Therrya pini* og *Coccophacidium pini* var. *Fuckellii*. Kujala (1950) støttet Krieger's syn på at *C. pini* var. *fuckellii* var en egen art og gjorde den formelle nykombineringen *T. fuckellii* (Rehm.) Kujala. Selv etter dette har det hersket tvil om *T. fuckellii* er en egen art. Gremmen (1960a, i følge Reid & Cain 1961) skriver at det hersker tvil om *C. pini* kan skilles fra *C. pini* v. *fuckellii*. I et senere skriv (Gremmen 1960b), erkjenner han at det er to forskjellige arter *T. fuckellii* og *T. pini*.

2.2 Forskjeller mellom artene

Ved undersøkelser av både umodne og modne fruktlegemer av *T. fuckellii* samlet inn i Ontario har man ikke funnet sporer som ligner sporene til *T. pini* Reid & Cain (1961). Når sporene til *T. fuckellii* er modne, er de ganske rette og delt opp i 4-12 septa. Begge ender på sporen er utdratt i en hårnålsspiss et såkalt apiculus, Figur 2-1. Apiculus er også på de små encellede sporene som ikke er modne, som tyder på at apiculuset er en struktur som dannes tidlig i sporens utvikling Reid & Cain (1961). Sporer fra *T. pini* som er gjennomgått i det europeiske materialet er formet på en helt annen måte, de er formet som en nål og er tykkere i den ene enden Reid & Cain (1961). De er tilspisset raskere i den ene enden enn i den andre, og enten sigmoid eller litt bøyde i formen, Figur 2-2.



Figur 2-1. Moden spore *T. fuckellii* 40x, 10 septa.

Ikke i noen av kollektene undersøkt av Reid & Cain (1961) ble det funnet apiculus på sporer fra *T. pini*. *Therrya pini* har åtte sporer som ligger coilet i hvert ascus, mens *T. fuckellii* har fire sporer pr. ascus som oftest ligger parallelt.



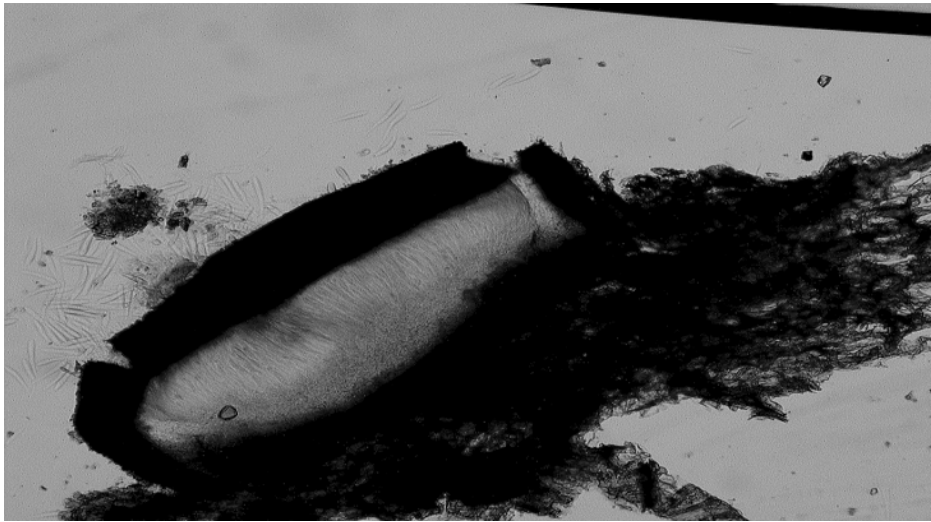
Figur 2-2. Moden spore *T. pini* 40x, 3 septa og konisk.

I et tverrsnitt er fruktlegemene fra de to soppene ganske forskjellige. *Therrya pini*, har et relativt tynt og motstandsdyktig hypothecium når det skjæres i, og under dette ligger det et godt utviklet subiculum sammensatt av svart mycelium. I motsetning til *T. pini* har *T. fuckellii* et mye tykkere hypothecium som, ofte ser ut til å falle sammen ved modenhet, og gir et luftrom under hymeniet. Dette er lett å se i lupen når man skjærer gjennom hymeniet som svikter, grunnet luftrommet under. Subiculum er en sjeldenhet eller ikke utviklet i det hele tatt hos *T. fuckellii* og hypotheciet ligger rett på barken.

2.3 Artsbeskrivelser

2.3.1 *Therrya pini*

Apotheciet er fra 1,5-3,0 mm i bredde (Reid & Cain, 1961), (Gremmen, 1960b) nevner en bredde på 1 mm og Svrček (1958, i følge Gremmen 1960) oppgir apotheciet til å være 0,5-0,8 mm. De er ofte spredt på greiner og kan vokse i klaser. De kan være runde, ovale og nedsunket i barken. De kan ofte vokse under den tynneste barken. Når fruktlegemet er modent sprekker det opp gjennom barken og bryter seg frem (Gremmen 1960b).



Figur 2-3. Tverrsnitt *T. pini* 10x.



Figur 2-4. Ascus fra *T. pini* 40x, 8 sporer i asciet.

Excipulumet (Figur 2-3) er mørkebrunt til svart i farge sterkt utviklet, og blir igjen som lober rundt apotheciet ved modenhet (Reid & Cain 1961). Reid & Cain (1961) beskriver hymeniet som gul/brunt mens Gremmen (1960b) kaller det olivengrønt og med en tykkelse på 150 μm . Hypotheciet oppgir Gremmen (1960b) til å være 60-75 μm og fargeløst. Likeledes oppgir Reid & Cain (1961), men de tilføyer at det består av uregelmessig formede celler. Subiculum er svart og sammensatt av tykkveggede brune hyfer og uregelmessig formede celler med inndratte barksegmenter i strukturen Reid & Cain (1961).

Asciene (Figur 2-4) er butte i toppen og oppgis til å være 90-135 x 12-16.5 μm , mens Gremmen (1960b) oppgir dem til å være 144-160 x 11-12 μm . Dette dreier seg kun om nyanseforskjeller. Svrček (1958, i følge Gremmen 1960b) oppgir asciene til å være 95-120 x 7,5-9 μm . Gremmen (1960b) nevner ikke hvor mange sporer asci inneholder. Både Gremmen (1960b) og Reid & Cain (1961) beskriver sporene som fargeløse eller hyaline, og Gremmen (1960b) oppgir dem til å være 76-84 x 3-4 μm mens Reid & Cain (1961) oppgir de til å være 50-80 x 2,5-4,5 μm . Svrček (1958, i følge Gremmen 1960b) oppgir sporene til å være 38-40 x 0,8-1,5 μm . Sporene gjengis å ha 1-4 septa og er sigmoide hos Gremmen (1960b), men Reid & Cain (1961) oppgir de til å ha 4-8 septa og at de ligger coilet spiralt i ascus. De oppgir også at sporen først bare er encellet og senere får 4-8 septaer. Det kan derfor hende at Gremmen (1960b) jobbet med et yngre materiale enn hva Reid & Cain (1961) gjorde.

Soppene (begge arter) er beskrevet voksende på flere furuarter og i litteraturen er disse artene satt opp som kjente verter: furu, murrayfuru (*P. murrayana* Balfour) (Kujala 1950), furu, buskfuru (*P. mugho* Turra), weymouthfuru (Gremmen 1960b), og furu, weymouthfuru (Reid & Cain 1961). Fries (1823, i følge Reid & Cain 1961) har også funnet soppen på einer. I litteraturen beskrives *T. pini* å vokse på mindre kvister av opplistede furuarter Gremmen (1960b), men også på døde påsittende kvister og kvister som har falt ned på bakken Minter (1993b). Han sier videre at kvister som soppen vokser på aldri har nåler på seg og er svært visnet. Barken er ofte rødlig og rødere hos disse kvistene enn de som ikke har soppen på seg. Å bestemme eksakt habitat for begge soppene synes vanskelig. Man kan heller ikke se bort ifra at begge artene bidrar i å selvkviste furu, som vi vet at andre sopper bidrar til hos andre trær Minter (1993b).

Om *T. pini* kan være parasittisk er også vurdert Gremmen (1960b). Köck (1910, i følge Gremmen 1960b) undersøkte barkbiter fra furu som han hadde fått tilsendt fra Bohemia, hvor det var konstatert at greiner døde gradvis inn mot stammen hvor denne soppen vokste. Köck (1910, i følge Gremmen 1960b) identifiserte soppen til å være *T. pini*, uten å gi andre detaljer på soppen, derfor er det vanskelig å være sikker på om det var *T. pini* eller *T. fuckellii* han hadde observert. Graves (1913, i følge Gremmen 1960b) hadde observert visning av bark på weymouthfuru som følge av soppen *T. pini*, hans informasjon av symptomer på kvisten var sparsomme. I følge han var soppen en tilfeldig sekundær skadegjører og parasitt som forvoldte skade på kvister som allerede var skadet av tørke, kulde og sviing fra sola. Det har vært en forveksling mellom *T. pini* og *C. strobil* i Nord-Amerika, dette må taes i betraktning i Graves' (1913, i følge Gremmen 1960b) materiale. Parasittisk opptreden er ikke forsket videre på og må betraktes som antagelser.

Therrya pini's kjente utberedelse er:

Østerrike, Tsjekkoslovakiske Republikk, Finland, Frankrike, Tyskland, Norge, Polen, Sverige, UK (England, Skottland), Ukraina. Det er gjort funn av soppen opp til 320m (Skottland) Minter (1993b).

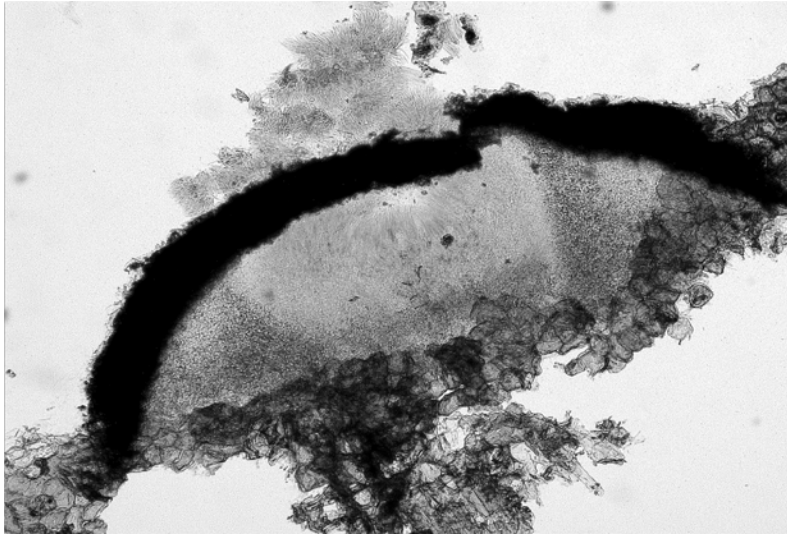
Spredning:

Med luftbårne ascosporer under høy luftfuktighet. I Nord-vest Europa er åpne acomata med ascosporer observert i august (Minter 1993b).

2.3.2 *Therrya fuckellii*

Apotheciet til *T. fuckellii* blir beskrevet til å være 1-2 mm, men i sjeldne tilfeller 4 mm Gremmen (1960b). Reid & Cain (1961) beskriver det til å være 1-3 mm i diameter. Apotheciet er svart og utvikler seg under barken Når det er modent sprekker det opp fra barken, hymeniet beskrives gulaktig omgitt av fliker etter oppsprekking Gremmen (1960b). Han beskriver også at hymeniumet skal være i størrelsesorden 150-160 µm tykt og blekfarget. Reid & Cain (1961) oppgir ingen tykkelse på hymeniet, men at det er gulaktig og noen ganger mørkebrunt i et tverrsnitt. Apotheciene kan ofte opptre i langstrakte grupper og uregelmessig på kvister (Kujala 1950). Hypotheciet inneholder to lag; et 20 µm tykt fargeløst subhymenialt og ett 40-80 µm tykt gulaktig lag som inneholder krystaller på omtrent 20 µm i diameter Gremmen (1960b). Reid & Cain (1961) beskriver hypothecium som et tykt fargeløst/hvitt lag, som blir brunt ved modenhet og består av uregelmessig formede celler. De bekrefter også at hypotheciet inneholder mange krystaller som oppløses og lager et hulrom under hymeniet ved modenhet. De beskriver ascus (Figur 2-6) til å være (105)120-157 x (10)12-15(17) µm og klubbeformet eller sylindrisk. Videre er asci bredest på midten, og butt på toppen. Ascus inneholder fire sporer. Gremmen (1960b) beskriver asci til å være 150-165 x 11,5-15,5 µm, ascosporene oppgis å være 130-140 x 5 µm fargeløse og tidlig encellede, etter hvert blir de 8-12 celledede og sigdformede. I hver ende av sporen er det et langt appendiks (apiculus). Reid & Cain (1961) oppgir ascosporen til å være 75-100 x 3,0-4,5 µm, rett eller litt kurvet med et apiculus 12-18 µm langt. Apiculuset ses også når sporen er i tidlige stadier, sporen er hyalin og encellet når den er ung og blir etter hvert 8-12 celledet. Kujala (1950) oppgir sporen til å være 62-113 x 3-4,5 µm på sine undersøkte prøver, og at den har åtte celler. *T. fuckellii* mangler i motsetning til *T. pini* subiculum, det vil si at hypotheciet hviler direkte på barken (Figur 2-5). I likhet med *T. pini* er *T. fuckellii* å finne på en mengde furuarter, Gremmen

(1960b) skriver at soppen har tykkere kvister av furu som egnet habitat, og Ziller (1957, i følge Gremmen 1960b) nevner at *Coccophacidium spp.* kunne vokse på Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) og Hemlokk (*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg). *T. fuckellii* er også funnet på Rødfuru (*P. resinosa* Aiton) Reid & Cain (1961). Aleppofuru (*Pinus halepensis* Miller) Minter (1993a). *Therrya fuckellii* blir beskrevet som svært vanlig i Finland, hvor den kun opptrer sapprophyttisk Kujala (1950).



Figur 2-5. Tverrsnitt fra *T. fuckellii* 10x, legg merke til at hypotheciet hviler rett på barken.



Figur 2-6. Ascus fra *T. fuckellii* 40x, 4 sporer i asciet.

Soppen fruktifiserer på visne og døde kvister av furu, hvor kvistene før har vært sittende på treet. Ofte finnes soppen under trær hvor det ligger døde kvister som fortsatt har barken intakt, eller på visne greiner. Det er aldri nåler på kvister som er kolonisert av soppen, barken er rødbrun og litt blek. Det er verken lav eller andre basidiomyceter på slike kvister, *T. pini* kan opptre sammen med *T. fuckellii* Minter (1993a). Han sier ikke direkte om de opptrer på samme kvist.

Therrya fuckellii's kjente utberedelse: Hviterussland, Canada (Ontario), Tsjekkkiske Republikk, Finland, Frankrike, Tyskland, Hellas, Ungarn, Italia, Nederland, Norge, Polen, Spania, Sverige, UK (England, Skottland), Ukraina, USA (Massachusetts, Michigan, New Hampshire, New York, Pennsylvania). Det er gjort funn av soppen opp til 1500m (Spania), 1000m (Italia) and 440m (Skottland) (Minter 1993a).

Spredning:

Med luftbårne ascosporer under høy luftfuktighet, ascosporer er observert i mai i England Minter (1993a).

3 Lyn og skader

3.1 Introduksjon

Brooks (1925, i følge Taylor 1969) har uttalt at jorda opplever 44000 tordenepisoder hver dag. US Department of Commerce (1966, i følge Taylor 1969) har beregnet at det er ca 100 sky til bakke utladninger hvert sekund, eller over åtte millioner sky til bakke utladninger hver dag. Hvis disse episodene fordeles likt i verden, vil tusenvis av trær slås av lyn hver dag. I et landskap eller i en skog er alle trærne utsatt for lynskader ikke bare de høyeste. Grupper av trær er også utsatt for lynskader Dolvin (1986).

3.2 Hvilke arter er mest utsatt?

Jeg har sett litt etter hvilke treslag som er mest utsatt for lynskader. I perioden 1925-1935, så Dark (1936, i følge Rose 1990) på grunner til skade på trær. Fra 1962 og frem til i dag har Forestry Commission undersøkt grunner til lynskader gjennom Disease Diagnosis Service Rose (1990). Ved å sammenligne disse arbeidene har man sett at eikearter, ospesarter og furuarter er flest ganger drept eller skadd av lyn. Dolvin (1986) nevner at treslag med tykk bark som eik og alm (*Ulmus* spp.), har en bedre evne til å tåle lynskader enn andre arter med tynn bark. Han oppgir at grunnen til dette er at elektrisk strøm vil følge den vei som har minst motstand til bakken. Trær med tynn bark, og spesielt i vått vær vil ladningen følge utenpå barken. I grovbarkedede trær vil ladningen følge bestandsdeler av veden med lite motstand i (yteved) og noen ganger i kjerneveden.

Beware the oak, it draws the stroke,

Avoid the ash, it courts the flash,

Crawl under the thorn, `twill save from harm. (O.E. Proverb)

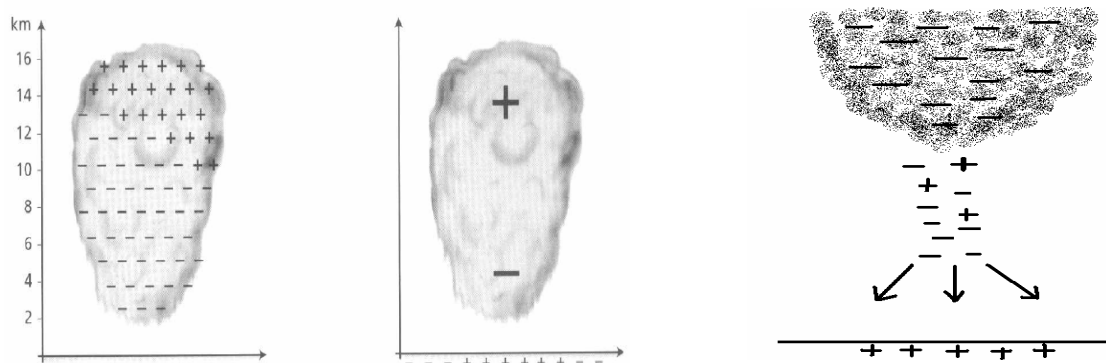
Plummer (1912, i følge Taylor 1977) mente at alle arter kan bli en bakketerminal for lynnedslag og at det største antall trær slått pr. arealenhet vil være den dominante arten.

3.3 Om tordenskyer og elektriske utladninger

Dette kapitlet er hentet fra Cappelen Fysikk, Lyn og Torden (20.2.04).

I Figur 3-1 er det illustrert en moden tordensky og ladningsfordelingen. Det er en overvekt av positive ladninger øverst og negative ladninger nederst i skyen. Ofte kan det også være en mindre mengde med positive ladninger helt i bunnen av tordenskyen. Det er ennå ikke full enighet om hvordan denne ladningsfordelingen oppstår, men mange av teoriene til fysikere antar at størrelsen på ladningsbærerne (skyen) må spille en vesentlig rolle.

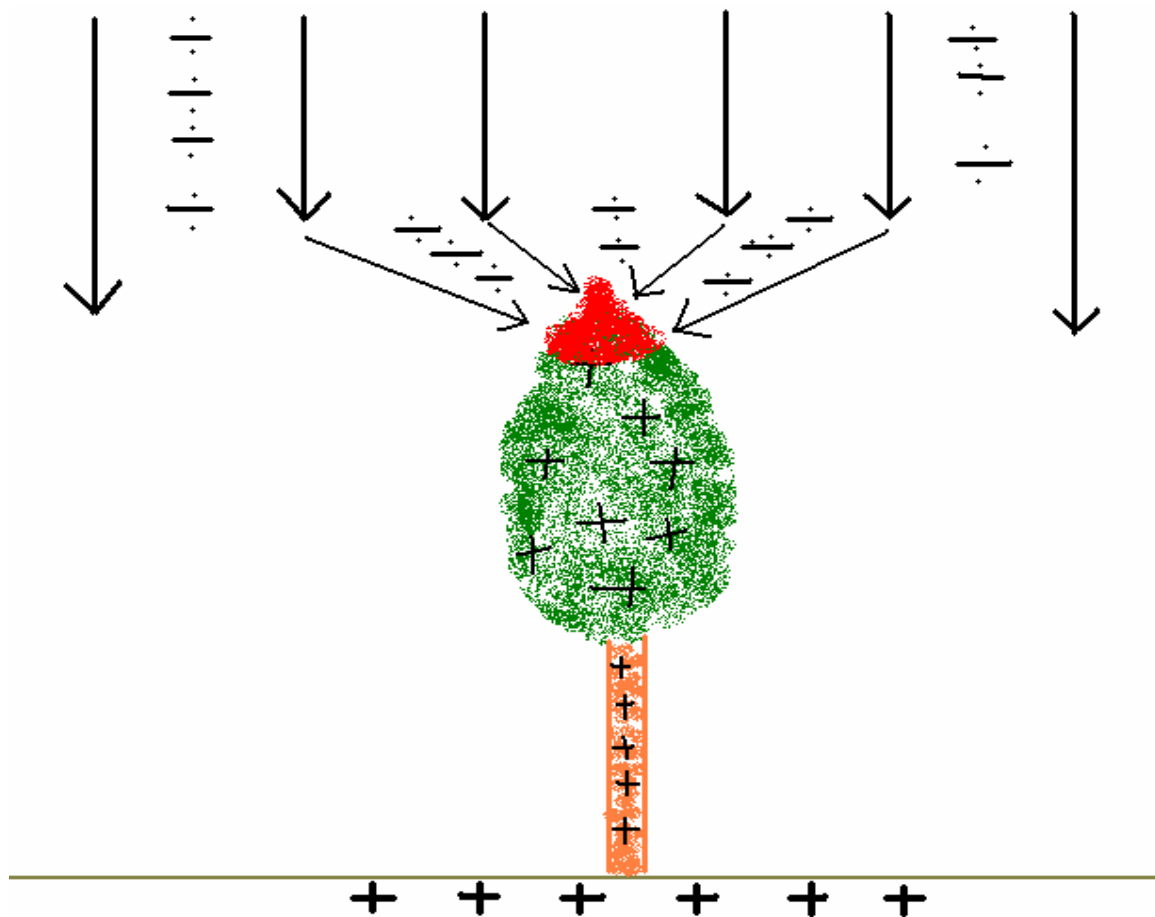
En tordensky blir dannet med utgangspunkt i et område med fuktig luft nær bakken. I starten av dannelsen av en tordensky kan vi observere en kraftig oppadgående luftstrøm omtrent som i en pipe, der mer og mer fuktig luft blir sugd opp fra områder langs bakken. Luftstrømmen kan ha en fart på opptil 30-40 km/h. På veien oppover vil deler av den fuktige lufta kondensere og danne skyer. Ofte blir det dannet regndråper, og av til hagl. Når regndråpene og hagl begynner å falle mot bakken, drar de med seg noe av luften omkring, og dermed starter en nedadgående luftstrøm i tordenskyen mot bakken. En ferdigformet tordensky har kraftige luftstrømmer både oppover og nedover inne i seg. Dette skaper ladningsfordelingen som vist til venstre i Figur 3-1. Betingelsen for lyn er nå tilstede samtidig som regn og eventuelt hagl faller ut av de nedre deler av skyen.



Figur 3-1. Tordenskyer og ladningsfordeling.

Tordenskyen kan nå kalles en ladningsdipol, den har to ladninger \pm , og induserer en ladningsforskyvning i bakken under skyen. Ladningsfordelingene i skyen og i bakken kan sette opp en spenning på 10^7 V/m og et elektrisk felt på 10^4 V/m. Nær selve skyen og eventuelle utstikkspunkter på bakken som trær er feltet spesielt sterkt. Vi kan betrakte bakken og atmosfæren som deler av en kjempestor, elektrisk krets. I denne kretsen fungerer

tordenvær som en generator som leverer negative ladninger til bakken, og positive til øvre deler av atmosfæren, ionosfæren. Tordenvær vil i gjennomsnitt gi en elektrisk strøm på 2000 Ampere som går hele tiden. Utladningstrømmer på om lag 1 Ampere har en målt direkte fra trær som står under en tordensky. Strømmen "lekker" ut i lufta fra blader og nåler i trærne. Slike jevne usynlige elektriske punktuladninger gir det største bidraget til strømmen mellom bakke og atmosfæren.



Figur 3-2. Tenkt dannelse av elektriske utladninger på et furutre.

I Figur 3-2 er det en tenkt situasjon som oppstår når negativt ladet luft siger ned mot bakken. Man regner med at det elektriske feltet i luften er homogent, og dermed har lik strømtetthet i hele feltet. Jeg antar videre at bakken har et tilsvarende elektrisk felt som er positivt ladd. En vanlig oppfatning er at ved regn så vil treet grunnet overflatevann på barken, og via yteveden lede elektrisk strøm godt. Dermed kan man regne med at trær som står solitært på en flate har samme ladning som bakken de står i. I grovbarkede trær vil veien med minst motstand for

elektrisk strøm være gjennom yteved eller i noen tilfeller kjerneveden Dolvin (1986). Trærne får en større strømtetthet enn hva bakken har, fordi den trekker ladning fra hele flaten opp mot den negativt ladde luften over treet. I treet's topp vil strømtettheten være stor, fordi strømmen samles opp her, som i en kapasitator. Et levende tre kan ses på som en vertikal elektrisk leder til bakken. Ulik en metallisk leder, så har denne mye større elektrisk motstand. Forskjeller mellom tynn og tykkbarkedede trær ser ut til å være slik: På utsiden av et tynnbarket tre vil overflatevann fra regn danne en ekstern elektrisk leder mot bakken. Når barken er tykk trengs det mer tid og mer vann til å danne en slik leder, og når lynet slår ned i et slikt tre vil det følge vann så langt det går, for så å gå inn i yteved og følge denne ned til bakken. Treet's topp vil se ut som å være bortblåst av dynamitt Malan (1963). Dette er beskrivelse på hva som skjer ved en direktetreffer av lyn, i mitt tilfelle med lyntrær vil det foregå som følger: Når den negativt ladde skyen vil komme nær nok vil vi få en usynlig punktutladning som nevnt i forrige avsnitt. Hva som egentlig skjer i en slik punktutladning vet vi lite om. Vi regner med at oppstår høy temperatur, slik at treet dør i toppens deler som er involvert i utladningen. Vi tror at det spesielt går utover de greiner i toppen som søker oppover, dette vil innebære toppen og de tre til fem neste greinkransene (F. Nicolaisen, personlig meddelelse).

3.4 Skader fra lyn og elektriske utladninger

3.4.1 Skadetyper

1. Katastrofale skader

Katastrofale skader er ofte lette å identifisere. En kan se striper og flak av bark er revet av, og lynet har ofte laget store sår inn til yteveden. Noen ganger er det også en stor fure i selve veden. Vanligvis er slike sår smale med en vidde på 2-15 cm. Ofte vil sårene være spiralformede ned langs stammen og kan gå ned til overflaterøtter. Sjelden kan store irregulære barkbiter være kastet av stammen noen meter unna, ved omfattende skader kan treet deles og splintres. Trær med katastrofale skader dør umiddelbart eller innen noen få måneder. Større røtter kan også dø umiddelbart, selv om røttene ofte er de siste som dør i et tre Rose (1990). Laterale røtter kan rives av som følge av sjokket og gi indirekte skader som tørke, inngang av patogene sopper og næringsmangel.

2. Ikke katastrofale skader

I mange tilfeller viser ikke trærne noen umiddelbare tegn eller distinktive skader etter nedslag, men vil gradvis få en "die-back" i krona eller lyntopp. De vil etter hvert starte og dø i toppen og deretter bre seg gradvis nedover. Så lenge det tar mange måneder før dette symptomet oppstår, vil skaden kunne minne om rotskader Rose (1990). En bedre diagnostisk måte å identifisere slike skader på vil være funn av død barkstripe nedover stammen. Denne finnes ved å skjære i barken rundt treet. Kvister langs denne stripen vil ofte dø, og avdekker dermed hvor den går.

Hvis veksten hos treet fortsetter etter et nedslag vil det ofte avsettes en årring med abnorme, store, uregelmessige eller mørke celler. Disse cellene avsettes umiddelbart etter nedslaget Rose (1990). Den mørke årringen kan ofte ses med det blotte øyet i et rent snitt, men ofte vil det trenge et mikroskop hvor snitt fra mikrotom kan studeres.

Lyntrærne hører også under denne gruppen. Ofte står lyntrærne på utsatte plasser i terrenget. Dette vil si at de ofte står solitært og oppe på en høyde hvor man skulle tro at det har hatt en medvirkende årsak til skaden.

Lyntrærne er lette å få øye på, spesielt så lenge etter skaden at nålene er blitt brune og tilslutt faller av. I alle trærne jeg har sett på, er nålene falt av. På disse trærne er alle greiner og kvister i toppen inntakt, og har ingen synlige skader på stammen nedover i treet. Toppen er ofte grå i farge, og bærer preg av å være tørket inn. Den gråe barken har ofte store vertikale sprekker og store barkflak kan rives av. Noen topper er på under en halv meter mens andre kan være opp mot tre meter lange. Det virker som at treet etter skaden vil fortsette å tørke seg nedover i stammen.

3. Gruppedød

Lyn skader ofte eller dreper grupper av trær i plantasjer eller hekker. Ofte vil de sentrale trærne i lynet ha katastrofale skader, eller skader som beskrevet ovenfor. Vanligvis vil trær i grensen av gruppen dø saktere enn de mot midten, antagelig grunnet størrelsen på skaden som er påført. Ved å se etter skadede årringer vil man kunne identifisere om skaden har oppstått på samme tid. Størrelsen på slike grupper kan variere fra flere hundre trær som dekker flere ha og ned til 3-4 trær som står tett Rose (1990).

4 Materiale og metoder

Feltarbeidet er utført i tre områder, I tillegg til at det er gjort en del tilfeldige innsamlinger fra enn steder enn studieområdene.

4.1 Studieområdene

Mitt første studieområde ble lagt til Nes og Veldre allmenninger i Ringsaker kommune. Allmenningene ligger øst for Brumunddal sentrum, opp mot Ringsakerfjellet, i ei bygd som heter Brumund. Feltarbeidet har blitt utført sommeren 2003. Innsamlinger i Nes og Veldre er basert på et kartsøk i programmet Pan 2.21 (elektronisk skogbruksplan). Det ble lagt et kriterium på furuskog i H. kl (hogstklasse) II med mer enn 1 m³ pr. daa. I slike områder regnet jeg med å finne mye kvistrester fra slutthogster og eventuelle nedfallskvister fra frøfuru. Alle enkeltfunn er et resultat av registreringer her, noen funn er dog fra sluttede bestand i H. kl III. Alle ni felte lyntrær er også tatt fra Nes og Veldre allmenninger. For å finne lyntrær kontaktet jeg skogbruksleder i Nes og Veldre allmenning, Frode Schei og hans forgjenger Reidar Rishagen på forsommeren. Jeg fikk oversikt over alle områder hvor det stod furu skadet av elektriske utladninger.

Det andre studieområdet var i Østfold i kommunene Hobøl og Spydeberg. Her ble tre felter tynnet i 2001 (Spydeberg kommune) og fem felter var avvirket høsten 2003 (ett i Hobøl og fire i Spydeberg). Feltet i Hobøl lå ved Tisbjørnrud gård og feltene i Spydeberg lå ved Mørk Søndre gård. På disse feltene gikk jeg gjennom hogstavfall, kvister på bakken, påsittende kvister og de åtte vindfallene. Feltene i Hobøl og Spydeberg ble funnet ved hjelp av skogbrukslederen i kommunen, og her var jeg interessert i å se på nyhoggede felter hvor det hadde vært tynnet furu. Feltene ble undersøkt i perioden oktober 03 til januar 04.

Det tredje studieområdet lå i Ås. Her tok jeg for meg Bollerudåsen på Solberg (Nordby), det var ikke hogget i dette området så jeg registrerte sporadisk i furuskogen. Jeg registrerte i flersjiktet barblandingsskog. Dette var sluttede bestand, i motsetning til Østfold hvor det var tynnet og utført frøtrehogst. I Ås ble det derfor å konsentrere seg om påsittende tørrkvister, toppbrekk og nedfallskvist, registreringene ble utført i januar 04.

I tillegg til de tre utvalgte studieområdene ble det innsamlet spredte enkeltfunn av *Therrya*. Dette ble gjort på turer til områder hvor jeg så etter soppen, og fant den lett. Både Halvor Solheim og Olaug Olsen har bidratt til sporadiske funn av denne type.

4.2 Nordiske museumskollekter

Jeg ville også studere alt kjent materiale på *Therrya* i Norden, fordi det var lite belegg i norske herbarier. Jeg fikk kollektorer fra universiteter og botaniske museer i Norge, Sverige, Finland og Danmark, dette gav meg 104 nye kollektorer å jobbe med. Blant disse kunne jeg også se på materialet som Reid & Cain (1961) og Kujala (1950) har basert sitt arbeid på. Jeg har også fått tilsendt materiale fra D.W. Minter som har jobbet med soppene og skrevet om dem i Minter (1993a og 1993b). Gjennomgående er det tilsendte materialet gammelt, og det er flere funn som er fra 19. århundre. Det eldste kjente funn i Norden er en *T. fuckellii* fra 31.5.1859 i fra Ulvila (Finland). Det nyeste er en *T. fuckellii* fra 8.8.2000 funnet i Kangasala (Finland). Felles for materialet er at det er skjørt og vanskelig å jobbe med, i tillegg skal det behandles pent og ikke ødelegges ved bestemmelse. Metode for bestemmelse av disse kollektene er den samme som hos egne kollektorer, men prøvene har dog ikke ligget fuktig over natten de har blitt oppfuktet rett før bestemmelse. Jeg har gått igjennom alle kollektorer og bestemt de. Dette har vært viktig da mange av bestemmelsene er gjort før slekten *Therrya* ble splittet i to arter. Gjennomgang av det nordiske materialet har vært morsomt, lærerikt og motiverende arbeid. Jeg har kunnet gå kjente mykologer etter i sømmene, noe som avdekket en del feilbestemmelser, noe jeg har bekreftet med sikre observasjoner av sporer. Se Vedlegg 2 for alle artsbestemmelser.

4.3 Spore og asciemålinger

I det egne materialet på *T. fuckellii* plukket jeg ut 10 kollektorer:

- Hobøl, Østfold. 14.12.2003. Tommy B Torp
- Hobøl, Østfold. 14.12.2003. Tommy B Torp
- Hobøl, Østfold. 14.12.2003. Tommy B Torp
- Spydeberg, Østfold. 14.12.2003. Tommy B Torp
- Trysil (flyplass), Hedmark.28.2.2004. Halvor Solheim

- Engerdal (Drevsjø), Hedmark. 28.2.2004. Halvor Solheim.
- Hurdal (Hurdalssjøen Hotell), Akershus. 30.3.2004. Halvor Solheim.
- Ringsaker (Nes og Veldre allmenning). 8.7.2003. Tommy B Torp
- Ringsaker (Nes og Veldre allmenning). 8.7.2003. Tommy B Torp
- Ringsaker (Nes og Veldre allmenning). 8.7.2003. Tommy B Torp

I det nordiske museumskollekter på *T. fuckellii* plukket jeg ut 10 kollekker:

- Tammela. 20.10.1869. leg. & det. P. A. Karsten. (Mus Bot. Univ., Helsinki)
- Elimä. 28.8.1910. leg. & det. C. G. Tigersted. (Herbarium Musei Fennici)
- Utsjoki, Kevo. 21.8.1965. leg. & det. A. Nannfeldt. (Mus Bot. Univ., Helsinki)
- Ulriksdal. 25.2.1922. (Mus. Bot., Stockholm)
- Østergötland, Gryt. 29.7.1958. leg. & det. A. Nannfeldt. (Herb. Mus. Bot. Uppsalensis)
- Østergötland, Skedevi. 16.9.1864. leg. & det. H. v. Post. (Mus. Bot., Stockholm)
- Södermanland, Storängen. 22.3.1920. leg. & det. T. Vestergren. (Mus. Bot., Stockholm)
- Ulriksdal. 04.1912. leg. & det. T. Vestergren. (Mus. Bot., Stockholm)
- Umeå. 3.1905. leg. & det. J. Wengel (Mus. Bot., Stockholm)
- Nordland, Hemnes. 9.1925. leg. & det. J. S. Juul. (Herb. Univ., Osloensis)

I det nordiske museumskollekter på *T. pini* plukket jeg ut 10 kollekker:

- Oppland, Gjøvik. 31.5.1988. leg. & det. D. W. Minter. (Int. Mycol. Inst.)
- Elimä. 28.8.1910. leg. & det. C. G. Tigerstedt. (Mus Bot. Univ., Helsinki)
- Østergötland, Gryt. 29.7.1958. leg. & det. A. Nannfeldt. (Mus. Bot., Stockholm)
- Uppland, Uggelviken. 7.9.1911. leg. & det. I Holmgren. (Mus. Bot., Stockholm)
- Utsjoki, Kevo. 21.8.1965. leg. & det. A. Nannfeldt. (Mus. Bot. Univ., Helsinki)
- Helsinki, Laultasaari. 31.3.1946. leg. & det. V. Kujala. (Mus. Bot. Univ., Helsinki)
- Jylland, Ry. 22.5.1983. leg. & det. H. F. Göttsche. (Mus. Bot. Copenh.)
- Sjælland, Rude. 5. 1931. leg. & det. C. A. Jørgensen. (Mus. Bot. Copenh.)
- Sjælland, Rude. 5. 1931. leg. & det. C. A. Jørgensen. (Mus. Bot. Copenh.)
- Bornholm, Almindingen. 5. 1931. leg. & det. C. A. Jørgensen. (Mus. Bot. Copenh.)

4.4 Egne funn

4.4.1 Lyntrær.

Ni lyntrær ble felt og undersøkt i juli 2003, på disse trærne ble høyde og høyde opp til skadested registrert.

Alle treets greiner ble gjennomgått for registrering av *T. fuckellii*, både levende og døde. Forekomster av *T. fuckellii* i treet ble sammenlignet mot skadegrensen i hvert tre. Treets skadested er definert som stedet hvor lyntoppen stopper i treet. Ovenfor skadegrensen er ofte barken borte, eller så er den tørket inn. Ved mer diffuse skadestedsgrenser ble det skåret i barken for å finne stedet. Da så jeg etter tørkeskader i kambiet eller hvor vanntransporten i treet opphørte, dette kunne lett identifiseres ved å rive av barken og kambiet. Det ble tatt med prøver av sopp fra alle hogde trær tilbestemmelse på laboratoriet. Disse registreringene ble notert på registreringsskjemaet med illustrasjoner fra hvert tre (Vedlegg 3).

4.4.2 Vindfall

Under registreringer i Østfold, fant jeg flere vindfelte furuer i Hobøl og Spydeberg fra tynningshogster høsten 2003, åtte av disse trærne ble gjennomgått nøye på utkikk etter forekomster av *T. fuckellii*. Metoden er den samme som beskrevet for lynfuruer.

4.4.3 Enkeltfunn

Enkeltfunn er funn av soppene i alle tre studieområder, enkeltfunn er funn av soppene som ikke er gjort på verken lyntrær eller vindfall.

I studieområdene gikk jeg etter trær med skader, hvor jeg kunne finne døde kvister og hele døde greiner. Jeg oppsøkte også kvister på bakken hvor barken fortsatt var på, dette fordi kvister uten bark ikke er egnet for sopp. Påsittende tørrkvister etter selvkvisting ble også oppsøkt, spesielt i h. kl III. Hvis jeg kom over kvisthauger etter manuell hogst ble også disse gjennomgått nøye. På hvert enkeltfunn ble det notert ned opplysninger i henhold til registreringsskjemaet. Ved å måle barktykkelse ved hvert funn har jeg fått et inntrykk av hva slags bark soppene vokser på. Jeg har gjennom perioden for feltarbeid juni til mars, registrert

om soppens fruktlegemer er modne eller umodne. Dette fordi vi vet lite om soppens biologi generelt. Fruktlegemer som har hatt oppsprukket apothecier ved funndato, er registrert som modne. Fruktlegemer er betraktet som umodne når apotheciet har vært lukket. En prøve av hvert funn ble tatt med til senere bestemmelse. I egne funn har jeg notert ned hva slags farge barken som soppene vokser på har. Det er i litteraturen beskrevet at soppene vokser på rødbrun bark Minter (1993a & 1993b). På hvert funn av soppene ble det registrert diameter på kvistene, for å kunne avdekke om det er noe mønster i hvilke kvisttykkelser soppene har som preferanse.

Jeg har tatt alt fra 1-4 funn pr. lokalitet avhengig av hvilken kvalitet funnene har hatt.

4.4.4 Geografisk utbredelse

Jeg har sett på geografisk spredning av begge soppene i hele Norden. Jeg har ved hjelp av etikettdata fra alle tilsendte nordiske kollektorer plottet dem inn på kart. Noen kollektorer har dessverre mangelfull informasjon, og har vært vanskelige å lese grunnet dårlig og gammel håndskrift. Egne funn fra Norge er også plottet inn på samme kartet. Jeg har brukt et veiviserprogram som heter "Route 66" til dette arbeidet. Programmet fungerte på den måte at man kunne skrive inn stedsnavn og utføre et søk i kartbasen. Søket viste kartutsnitt med ansøkte stedsnavn fra etikettene. Dette programmet har vært til stor hjelp i arbeidet med utberedelse. Kartet som funnene er illustrert på er også hentet fra "Route 66".

4.5 Laboratoriearbeid

4.5.1 Artsbestemmelse av sopp

Generelt

Alle innsamlede prøver av sopp på kvister og bark må legges i en fuktig pose over natten, dette for at soppene skal fuktet tilstrekkelig opp slik at den lar seg skjære i fine skiver. Ved å bruke lupe kunne modne og umodne fruktlegemer, plukkes ut for bestemmelse i mikroskopet. De modne fruktlegemene brukes fortrinnsvis til bestemmelse, er det ikke modne fruktlegemer på kollektet velges en umoden.

Artsbestemmelse av sopp

Modne fruktlegemer

Med et apikalt snitt (langs kvisten) skjæres fruktlegemet ut av barken med barberblad. Med hjelp av lupen deles fruktlegemet i to, og et tynt tverrsnitt skjæres ut. Det er viktig at skiven er tynn, tykkelser fra 0,3-0,5 mm er best egnet. Deretter legges snittet på et objektglass og tilføres en dråpe 50 % melkesyre, ønskes det mer kontrast på snittet kan melkesyren byttes ut med en dråpe cottonblue. Jeg brukte 10-40x forstørrelse. For å kunne se apiculus godt er også 40x forstørrelse en nødvendighet. Når man jobber med modne fruktlegemer er det lett å skille *T. fuckellii* og *T. pini* fra hverandre. Det første jeg så etter var en fri spore, hvis denne sporen har apiculus i hver ende er det *T. fuckellii*. Ses ikke frie sporer må man se etter hvor mange sporer som finnes i hvert asci. Disse to kriteriene er nok til å fastsette hvilken art vi har med å gjøre.

Umodne fruktlegemer

Med hjelp av lupen skjæres fruktlegemet ut med et apikalt snitt fra barberbladet. Jeg valgte det største umodne fruktlegemet prøven hadde. Også selve tverrsnittet fra dette skjæres ut på samme måte som det modne, men her er det spesielt viktig at det er bark under fruktlegemet. Hvis det ikke er bark under selve soppen blir det vanskelig å se om subiculum er tilstede under hypothecium. Prøven påføres melkesyre eller cottonblue. De umodne sporene er encellede og asciet er kanskje ikke utviklet godt nok. Slike prøver må derfor bestemmes ut fra andre kriterier. Reid & Cain (1961), *T. fuckellii* skal ha et tykkere hypothecium enn *T. pini*, dette ses lett i snittet, og ligger under hymeniet. I Hymeniet er det ofte bare parafyser og lite utviklede ascier som ses i bunn av disse. I umodne fruktlegemer av *T. fuckellii* finnes det en del krystaller. Disse er lokalisert i hypothecium og hymenium, men de kan også finnes opp mot det tykke excipulumet. Krystallene har forskjellig form de kan være firkantede, kubiske eller formet som et parallelogram. En annen ting jeg brukte for å skille artene fra hverandre er at *T. fuckellii* mangler helt subiculum og hypotheciet hviler rett på barkens overflate. I tillegg er *T. fuckellii*'s excipulum en del tykkere enn *T.pini*'s, da særlig rett over hymeniet. Når det ikke er sporer å finne i umodne fruktlegemer, blir soppen bestemt ut fra kriteriene ovenfor.

4.5.2 Septering

I alle prøver undersøkt med mikroskop har jeg registrert antall septa i sporer der dette har vært mulig. Sporene må være modne og helst frie, dvs. at de må være ute av asciet. Jeg benyttet 40x forstørrelse i mikroskopet. Ofte kan det være vanskelig å telle eksakt antall septa, spesielt gjelder dette for *T. pini* hvor skilleveggene i sporen ofte er hyaline og vanskelige å se.

4.5.3 Spore og Asciamålinger

I hvert av mine 10 kollekt fra musemer og egne funn foretok jeg 20 målinger på sporer, og 20 på ascier. Dette har gitt meg 200 målinger å basere mine tall på fra hver del.

De ønskede prøver fra Norden og eget materiale ble funnet frem, og lagt i bløtt slik at fruktlegemene skulle bli lettere å jobbe med. Dette gjør at modne fruktlegemer tar til seg vann og blir lettere å skjære i, og de modne blir ofte litt geleaktige. Fra undersøkte kollekt ble det tatt ut 3 prøver på samme objektglass, for å være sikker på å få med frie sporer og ascier. Er det flere kvister/barkbiter i prøven så taes det prøver fra flere. Fordi *T. fuckellii* har lange apiculuser blir det meningsløst å måle dem i asciet, da de ikke kan rettes ut i sin fulle lengde. Prøvene tilsettes en dråpe 50 % melkesyre. Med 10x i mikroskopet forstørrelse plukkes egnede prøver ut for henholdsvis spore og ascie målinger ut, dette skjer ikke alltid i samme snitt fordi noen ganger er det bare frie ascier et snitt og i et annet snitt ligger det mest frie sporer. Jeg nytter 40x forstørrelse ved måling av lengder og bredder, da er sporene og asciene lette å se, og man har mer kontroll ved målingen. Spesielt ved måling av *T. fuckellii* er dette viktig hvor det er et langt og tynt apiculus. Bredden på både spore og asci måles alltid på tykkeste del. Dette fordi bredden vil variere over både spore og asci. Spesielt hos *T. pini* er sporen tykkere i den ene enden (konisk), sporer fra *T. fuckellii* har jevnt over lik tykkelse/sylindrisk. Lengdemålinger er greie å utføre når dette tatt i betraktning, men her skal man huske at *T. pini* sporer ofte er coilet, bøyde eller sigmoid formet. Måleskalaen ble derfor lagt slik at lengden ble avlest fra sporespiss til sporespiss. Med måleskalaen telles antall streker sporen dekker, og strekene leses av i et diagram for brukt forstørrelse og oppgis i μm . Alle ascier som måles må ha synlige sporer i seg, dette for at ikke umodne ascier skal måles som kan ha kortere lengder og bredder enn de modne. Det måles heller ikke ascier som er brukket eller deformert, ofte er de brukket ved sporenes lengder inne i ascus og kan derfor ikke måles på.

4.6 Fysiske tester

For resistivitetstesting (motstand) fant jeg en nedblåst furu på Ås, fra denne tok jeg kvister. Jeg tok bare kvister fra treets topp, hvor diametre på kvistene varierte fra 0,5-1,5 cm. Greinene bar ikke preg av å være inntørket selv om treet hadde ligget nedblåst i to måneder på vinteren.

For testing av resistivitet tok jeg ut tre greiner;

1. 5 mm i diameter og lengde 20cm
2. 9 mm i diameter og lengde 40cm
3. 12 mm i diameter og lengde 35cm

For testing av resistivitet i bark tok vi ut 3 prøver fra kvister;

1. Areal 40 mm²
2. Areal 95 mm²
3. Areal 70 mm²

4.6.1 Resistivitet, ρ .

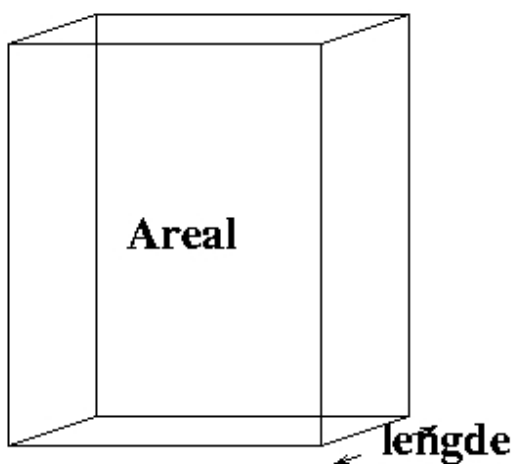
Kvistene ble satt i bøtte vann over natten for å trekke opp vann og med dette gi dem en tilnærmet likt vanninnhold som ved høsten. Dette gjorde jeg fordi materialet var vindfelt og fra vinteren. Jeg antok at vanninnholdet i greinen er viktig for elektrisk ledningsevne, og motstand i greina.

På bioimpedanslaboratoriet på fysisk institutt på Blindern ble testingen utført. Testen på resistivitet ble utført ved at hver ende av greina uten sidekvister ble satt ned i et bad med saltløsning, hvor det ble det satt ned en elektrode i hvert bad (Figur 4-1). Elektrodene gikk inn til et måleinstrument hvor $M\Omega$ (ohmsk motstand) ble avlest.

For testing på bark ble det skåret ut barkbiter (Figur 4-2). Disse måtte passe til to elektroder med gel, vi la barkbiten på en av elektrodene og la den andre oppå uten at elektrodene hadde fysisk kontakt med hverandre. Med samme måleinstrument ble $M\Omega$ avlest.

Beregning av resistans, R i det indre treet (kvister) og bark

Figur 4-1. Betragtninger av grein til måling.



Figur 4-2. Betragtninger av en barkbit til måling.

For strøm som går gjennom et objekt, har vi for ensartede objekter;

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

der rho er resistiviteten (materialkonstant), l, lengden, og A, Arealet.

Vi målte resistansen mellom endeflatene, lengden og arealet på tre kvister og tre barkbiter for å finne resistiviteten for furu.

4.6.2 FEM (Finite element method)

Undersøkelser med FEM på furutrær ble gjort av hovedfagsstudent Filip Ferris Nicolaisen ved fysisk institutt på Blindern.

Med Finite element metoden kan man med et uendelig antall frihetsgrader i et diskret system av elementer med nodepunkter, løse fysiske problemer. Løsningen blir redusert til et diskret

antall ligninger, hvor de ukjente verdiene i nodepunktene finnes. I mitt tilfelle var treet bygd opp av nodepunkter hvor verdier i greiner og treetopp ble funnet. Metoden ble oppfunnet av Argyris, Turner og Clough i 1950. Etter at datamaskinene ble kraftigere og raskere, ble FEM et kraftig verktøy til analyser i alle greiner av fysikken. I FEM-lab dataprogrammet legges et nett rundt treet, nettet har masker med fire noder. Nettene blir mer og mer finmaskede jo nærmere treet de kommer. Simuleringen min er foretatt i en såkalt steady-state, det vil si at vi antar at denne løsningen tar form når alt balanserer hverandre.

Betraktninger ved simuleringen;

a) Uniform ledningsevne og varmeeffekt

Termisk og elektrisk ledningsevne er antatt å være den samme overalt i hhv treet og i luften rundt. Disse er materialegenskaper som er avhengig av vanninnholdet og trykket. For å gjøre det enda mer komplisert er de avhengige av temperaturen og elektrisk strøm. I luften får vi en såkalt Corona-effekt som gjør at vi får en markant økning i strømtettheten som igjen øker temperaturen.

b) Null konveksjon

Vi har regnet som om luften står stille rundt treet.

c) Barken

Vi har regnet som om barken er 2 mm tykk og med samme ledningsevne rundt hele treet.

I tillegg har vi brukt følgende materialverdier (Tabell 4-1).

Tabell 4-1. Materialverdier for FEM simulering i FEM-lab.

Verdi	Luft	Tre	Bark
Termisk ledningsevne	$0,0026 \text{ cal cm}^{-1} \text{ sek}^{-1} \text{ grad}^{-1}$	0,13	
Tetthet	0,001293	0,54	
Varmekapasitet	1046	2000	
Elektrisk Ledningsevne*	1e-18	0,0029	0,01555

*(Satt til 1e-12 for å få et resultat, 1e-18 regnes som 0 i beregninger)

5 Resultater

Mykologiske undersøkelser

5.1 Makroskopiske undersøkelser

5.1.1 Lyntrær

I hvert felte lyntre ble det utført registreringer som kommer frem i Tabell 5-1. Det er registrert trehøyde (**a**), og treets skadegrense (**b**). Funn av *Therrya fuckellii* i tabellen med **fet** skrift er funn som ligger over eller på skadestedsgrensen, det vil si at de er i tilknytning til lyntoppen. Funn markert i kursiv ligger under skadestedet, og er funnet på døde greiner. Alle funnene i lyntoppen var av *T. fuckellii*. I lyntre nummer tre, seks, og åtte mangler barken i lyntoppen fordi skaden er gammel, derfor er der ikke registrert sopp i disse toppene. I tre nummer tre og åtte ble allikevel soppen funnet ved skadestedsgrensen. Ut i fra Tabell 5-1 ser man at det finnes også mye *T. fuckellii* langt unna lyntoppen, som på døde greiner i nedre deler av krona.

Tabell 5-1. Data fra lyntrær, a= trehøyde/m og b= treets skadestedsgrense/m

Data fra hvert lyntre					Funn i trær, antall meter fra rota.							
Lyntre	Sted	Art	a	b	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1	Leikh.	T.fuck.	17	15	13	16						
2	Leikh.	T.fuck.	19	17,3	17,3							
3	Leikh.	T.fuck.	19	17	6	10	12	13	14	17		
4	Leikh.	T.fuck.	19	17	4,5	5,7	9,4	11,7	12,2	13,4	15,8	16
5	Leikh.	T.fuck.	14,5	12	13	13,5	13,7	14				
6	Leikh.	T.fuck.	12,6	12,2	4,3	8,8						
7	Tomsv.	T.fuck.	17,3	16,8	10,2	11,8	14,5	15	15,5	17		
8	Tomsv.	T.fuck.	18	16,3	14,3	14,7	15,6	16	16,3			
9	Nerhusv.	T.fuck.	19,7	18,7	5,2	7,2	8,1	14,5	18,7			

5.1.2 Vindfall

I alle gjennomgåtte vindfall ble det utført registreringer som fremgår av Tabell 5-2. Det er registrert trehøyde (**a**), og tallene oppgitt i kursiv er funn i treet. I to av trærne nummer tre og fire står det *T. spp* oppgitt som art, dette er fordi sporer ikke kunne finnes i prøven fordi fruktlegemet var for gammelt. Ved å sammenligne enkeltfunn og trehøyde ser man hvordan soppene opptrer i treet.

Tabell 5-2. Data fra 8 gjennomgåtte vindfall a= trehøyde/m

Data fra hvert vindfall				Funn i trær, antall meter fra rota.		
Vindfall	Sted	Art	a	1.	2.	3.
1	Mørk	<i>T.fuck.</i>	22	8		
2	Mørk	<i>T.fuck.</i>	21	6	10	
3	Mørk	<i>T. spp</i>	23	15	16	
4	Espenes	<i>T. spp</i>	15	10	11	
5	Mørk	<i>T.fuck.</i>	18	12		
6	Mørk	<i>T.fuck.</i>	22	15	17	19
7	Mørk	<i>T.fuck.</i>	22	10	11	13
8	Mørk	<i>T.fuck.</i>	27	15	16	

5.1.3 Andre funn av *T. fuckellii* og *T. pini*

Jeg har gjort mange funn av *Therrya* utenom både lyntrær og vindfall. Jeg har funnet soppene i:

- Sør-Trøndelag fylke, Trondheim kommune.
- Akershus fylke, Hurdal og Ås kommune.
- Øst-Agder fylke, Arendal kommune.
- Hedmark fylke, Pihlske sameie og Ringsaker, Engerdal og Trysil kommune.
- Østfold fylke, Hobøl og Spydeberg kommune.

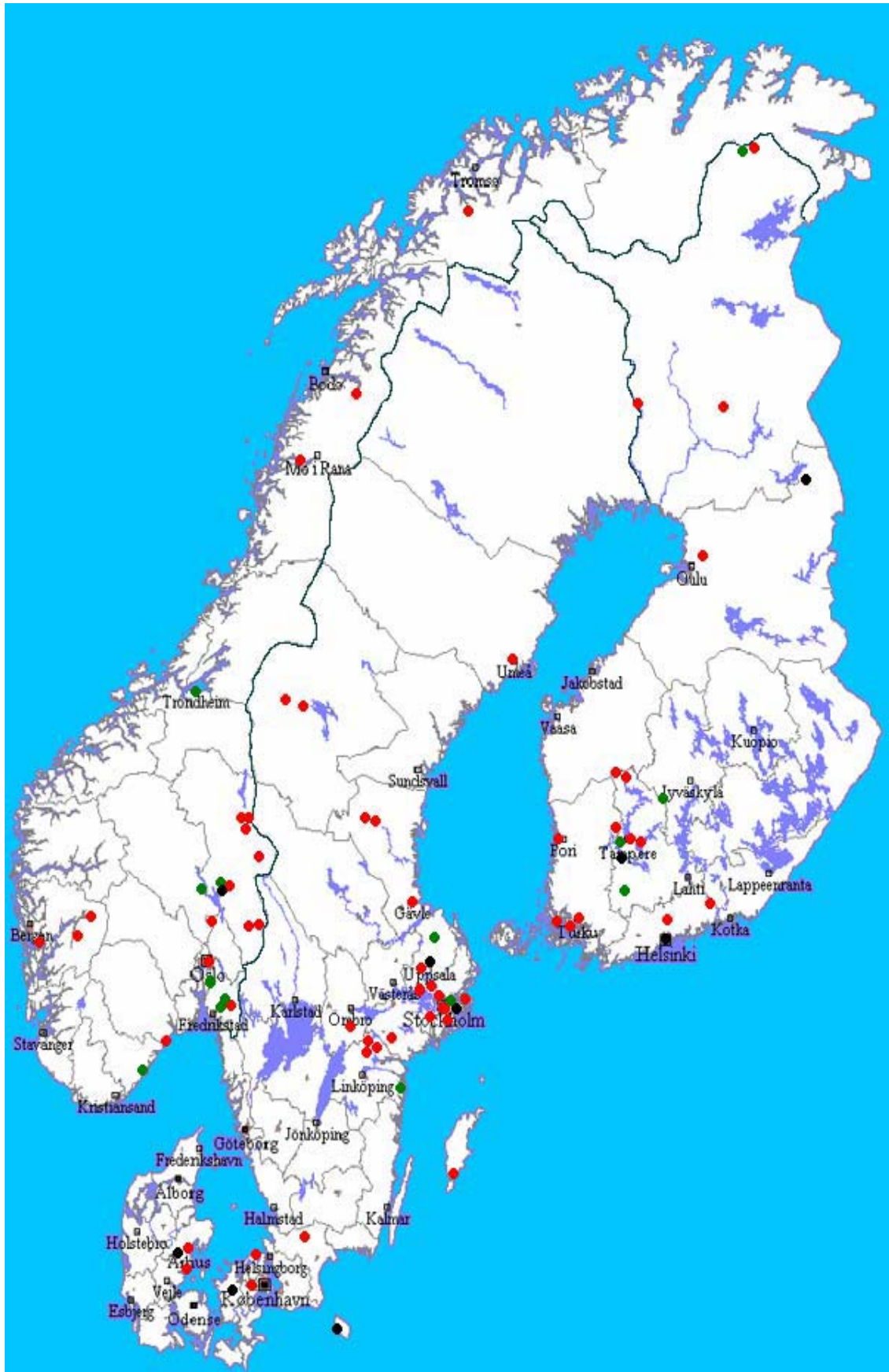
Alle ovennevnte funn er inkludert i eget materiale.

5.1.4 *T. fuckellii* Vs. *T. pini* i eget materiale

I Vedlegg 2 er artsbestemmelsene i eget materiale lagt frem. Av 76 egne funn er fire funn ikke bestemt, dette skyldes fravær av sporer. Av de 72 resterende funnene er det sju *T. pini* og 65 *T. fuckellii*.

5.1.5 Geografisk utbredelse av *Therrya* i Norden

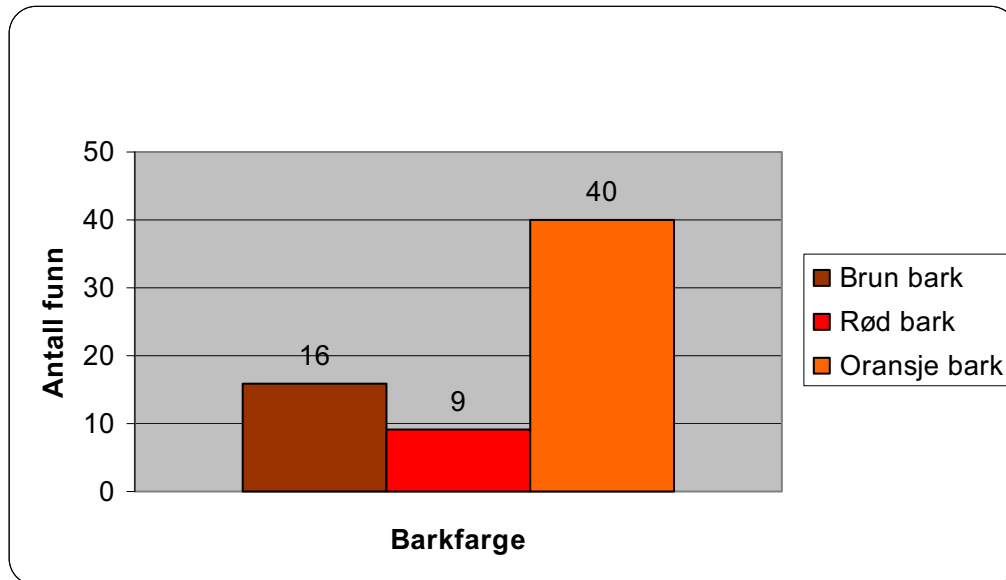
I Figur 5-1 (neste side), har jeg laget et utbredelseskart for soppene i Norden. I de nordiske herbarier var det 104 belegg på *Therrya*, av disse 104 kollekt er det 19 *T. pini* og 69 *T. fuckellii*. Av de 16 resterende kollekter er to bestemt til å være *C. strobi*, de andre kunne ikke sikkert bestemmes. I fem av de nordiske kollektene har jeg funnet både *T. pini* og *T. fuckellii* i samme kollekt, i tre av mine egne kollekter har jeg funnet begge arter, og da på samme kvist. For de nordiske kollektene er det usikkert om de er fra samme kvist da det ofte var flere prøver i kollektposene.



Figur 5-1. Kjent utbredelse av *T. fuckellii*, røde punkter, *T. pini*, sorte punkter og hvor begge opptrer på samme lokalitet, grønne punkter.

5.1.6 Funn fordelt på barkfarge

Jeg har delt inn i tre farger, selv om det fins overgangsformer, spesielt for brun og oransje farge. I Figur 5-2 er flest funn gjort på oransje bark, deretter kommer brun og så rød.

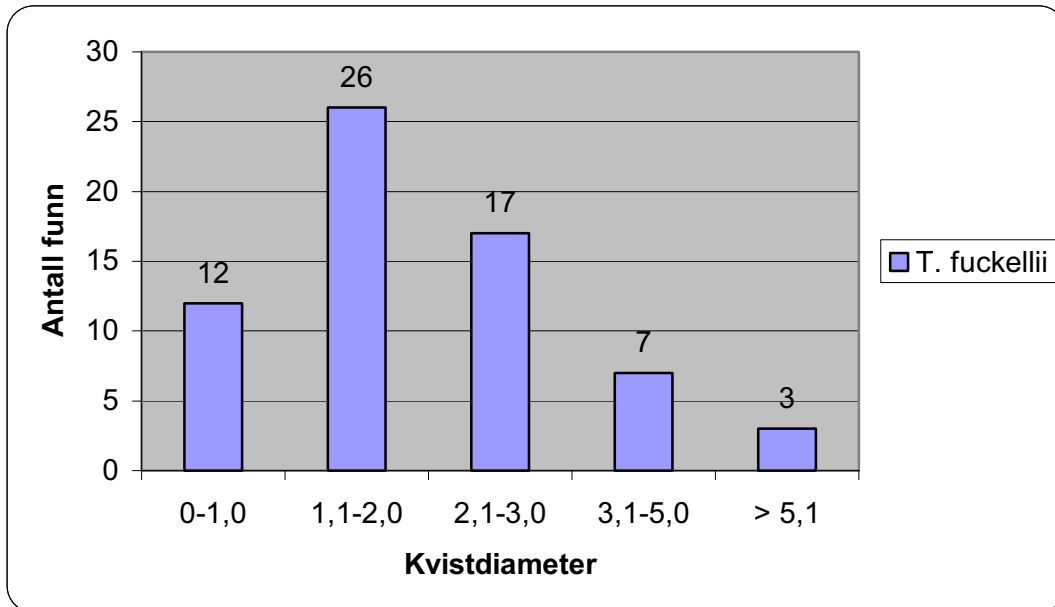


Figur 5-2. Fordeling av egne *T. fuckellii* på barkfarge n=65.

Jeg registrerte også hvordan funnene fordelte seg på barktykkelser, funn av *T. fuckellii* fordelte seg på barktykkelser fra 0,3-1,5 mm uten at dette viste noen interessant fordeling.

5.1.7 Funn fordelt på kvistdiametre *T. fuckellii*

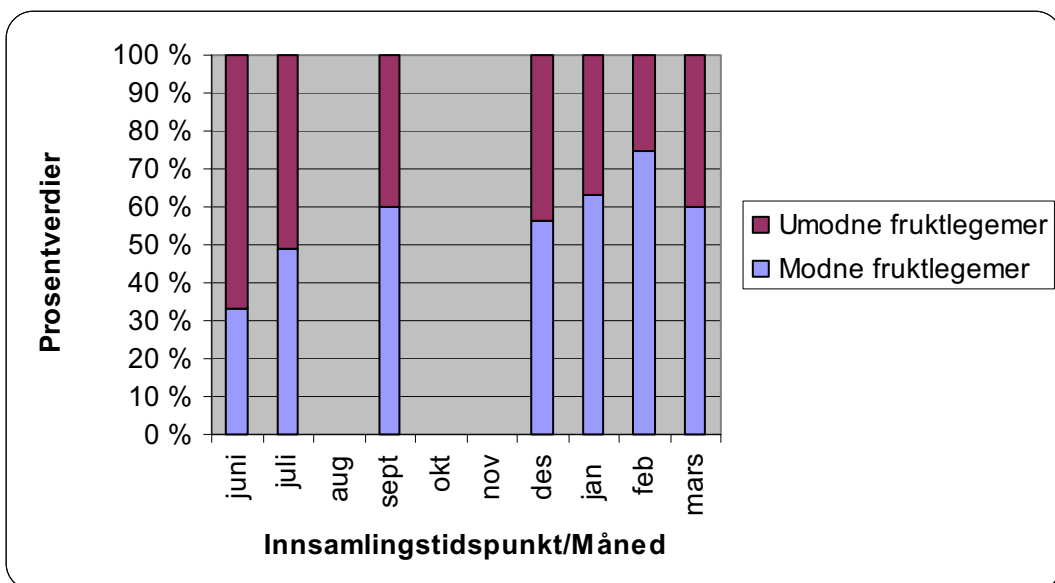
I Figur 5-3 ser vi hvordan funn av soppen fordeler seg på kvistdiametre. *Therrya fuckellii* ser ut til å synke på økende kvistdiameter, selv om den øker fra diameterklasse 0-1,0 cm og opp til klassen 1,1-2,0 cm. Funn av *T. pini* på kvister ble også registrert, flest funn av *T. pini* er gjort på kvister fra 0-1,0 cm, frekvensen sank utover i diameterklassene med bare ett funn i klassen 3,1-5,0 cm.



Figur 5-3. Fordeling av egne *T. fuckellii* n=65 fordelt på kvistdiameter.

5.1.8 Fruktlegemer

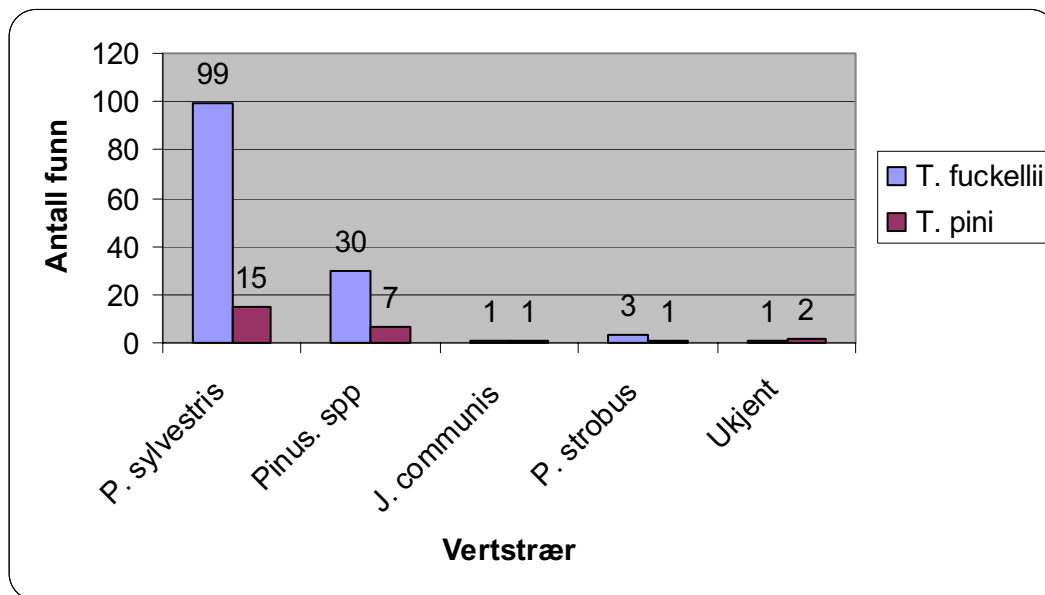
I Figur 5-4 er modenheten til fruktlegemene fremstilt som stolper. Vi ser at det er funnet modne fruktlegemer i hele perioden, men andelen modne har økt jevnt utover høsten og vinteren. Det ser ut som andel modne synker igjen i mars måned.



Figur 5-4. Forholdet mellom modne og umodne fruktlegemer av *T. fuckellii*. over perioden juni-mars, n=65.

5.1.9 Vertsfordeling

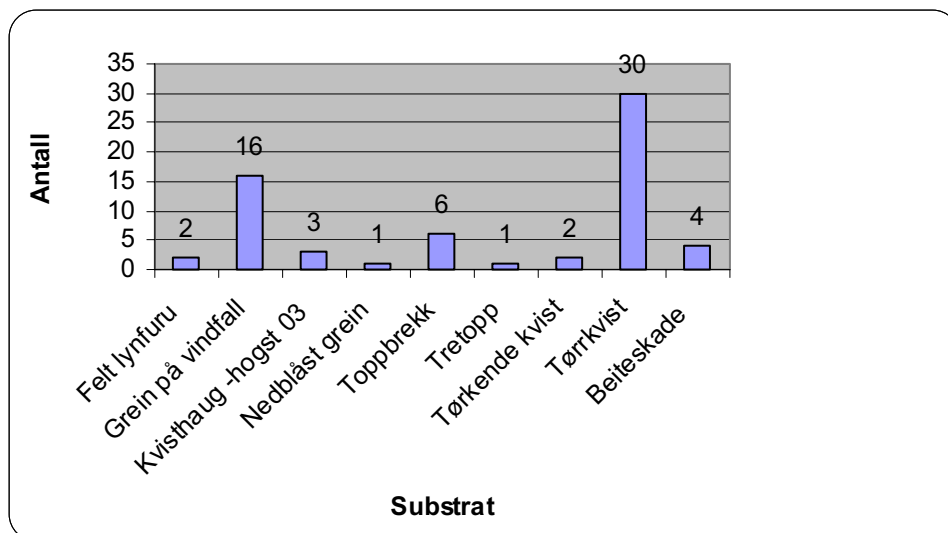
I Figur 5-5 ser vi hvordan alle nordiske og egne funn er fordelt på vertstrær, og furu har den største andelen funn. Jeg har i egne studier kun sett etter soppene på furu. Funn på *Pinus. spp* er funn hvor etikettdata har vært ufullstendig og hvor det bare er oppgitt *Pinus* som habitat.



Figur 5-5. Vertsfordeling til eget og nordisk materiale, n=160.

5.1.10 Substratsfordeling

I Figur 5-6 er det presentert eget materiale fordelt på hvilket substrat de har vokst på. Vanligste funnsted for *T. fuckellii* er på tørrkvister, deretter greiner på vindfall og til slutt toppbrekk. Funnene på lynfuruer er to toppede trær utført av e-verket hvor toppene lå igjen på bakken, og er ikke hugget av meg. *T. pini* er ikke fremstilt i figuren, men de sju funnene var fordelt slik; fem er funnet på tørrkvist og to på toppbrekk.



Figur 5-6. Eget materiale av *T. fuckellii* fordelt på substrat, n=65.

5.2 Mikroskopiske undersøkelser

Generelt

De mikroskopiske undersøkelsene er utført for å kunne avdekke forskjeller i septering til sporene fra begge sopper. Septering blir brukt til å underbygge artsbestemmelser av soppene. Både *T. fuckellii* og *T. pini* viser forskjeller hva angår lengde og bredde til ascus og sporer, dette har jeg undersøkt med mikroskopiske studier.

5.2.1 Septering

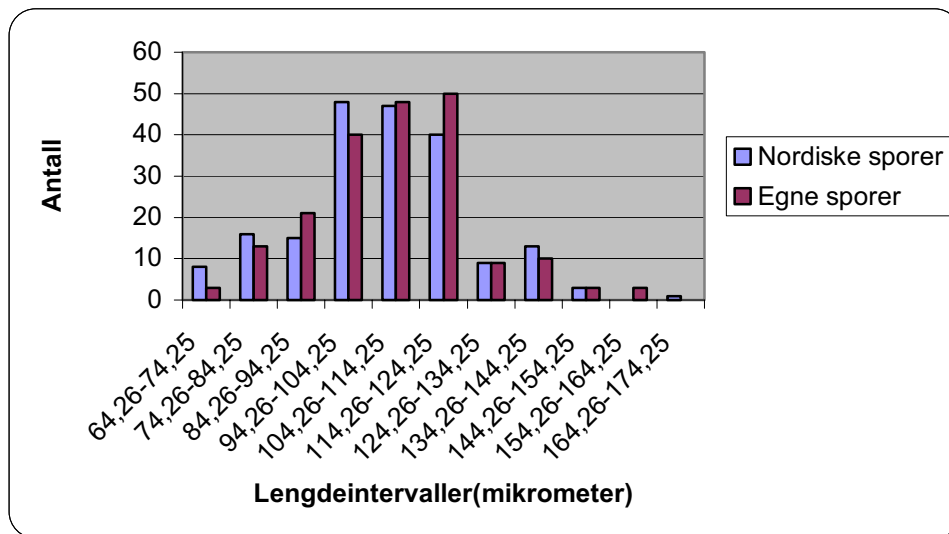
I Tabell 5-3 har jeg fremstilt hvordan septering har variert mellom *T. pini* og *T. fuckellii*. *T. fuckellii* er delt opp i egne og nordiske kollektorer. Beklageligvis har funn av *T. pini* vært sparsomt i egen studie. Gjennomsnittsverdier for septering ligger på 10 septa for eget og Nordisk *T. fuckellii*, for *T. pini* ligger septering på fem i gjennomsnitt.

Tabell 5-3. Antall septa hos *T. pini*(n=8) og eget *T. fuckellii*(n=44) og Nordisk *T. fuckellii*(n=38).

Materiale	Antall septeringer											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Gjennomsnitt
Eget <i>T. fuckellii</i>					2	6	11	10	11	2	2	10
Nordisk <i>T. fuckellii</i>				1		7	10	11	8	1		10
<i>T. pini</i>	2	3	1	1	1							5

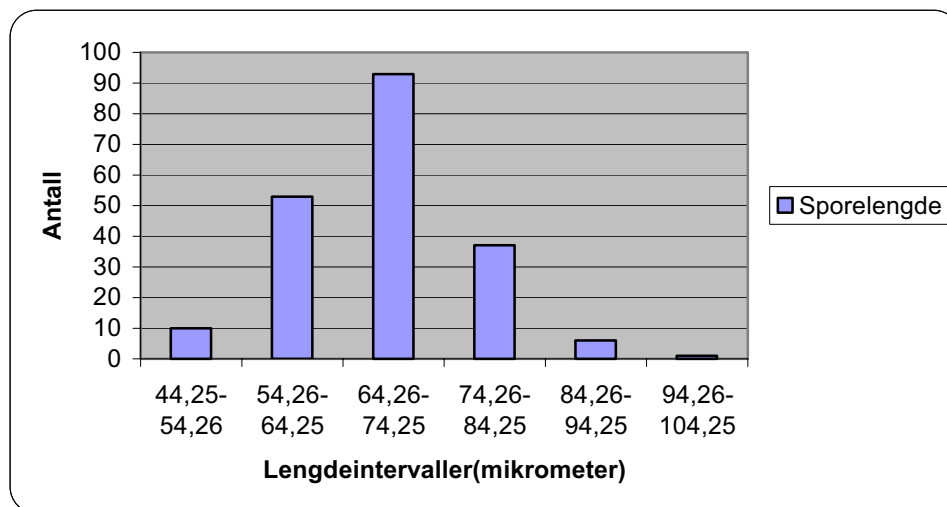
5.2.2 Spore og ascie målinger *T. pini* og *T. fuckellii*

Mine målinger for eget og nordisk materiale fremgår i Figur 5-7. Ascosporen til eget *T. fuckellii* ligger i størrelsesorden 64,5-155 μm x 2,25-4,5 μm , **109,7 μm** og **4,1 μm** er gjennomsnittverdier for de 200 målingene. Ascosporen til nordiske *T. fuckellii* er nokså like eget materiale 67,5-146,25 μm x 3,37-4,7 μm . Gjennomsnittsverdier for de 200 målingene. **107,9** og **4,2 μm** .

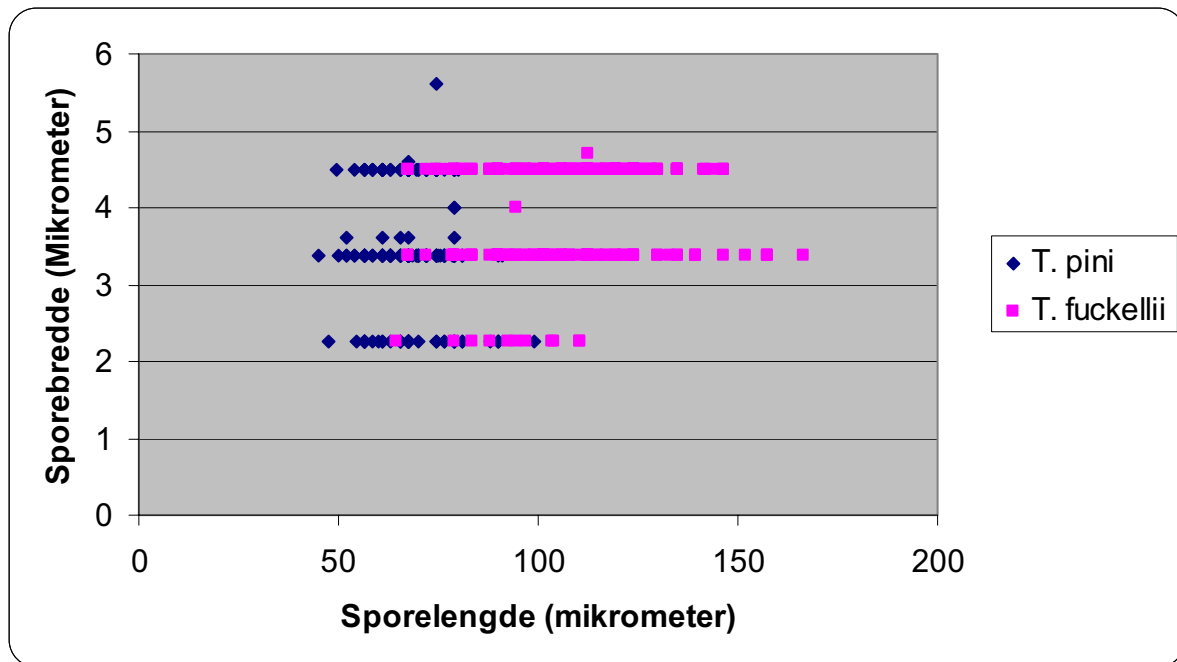


Figur 5-7. Stolpediagram med samtlige sporelengder i lengdeklasser eget (n=200) og Nordisk (n=200).

Mine målinger på det nordiske materialet for *T. pini* fremgår i Figur 5-8. Jeg har fått disse målene, 47,25-99 μm x 2,25-5,6 μm . Gjennomsnittsverdier for de 200 målingene. **68,2** og **3,4 μm** .



Figur 5-8. Stolpediagram med samtlige sporelengder i lengdeklasser n=200.

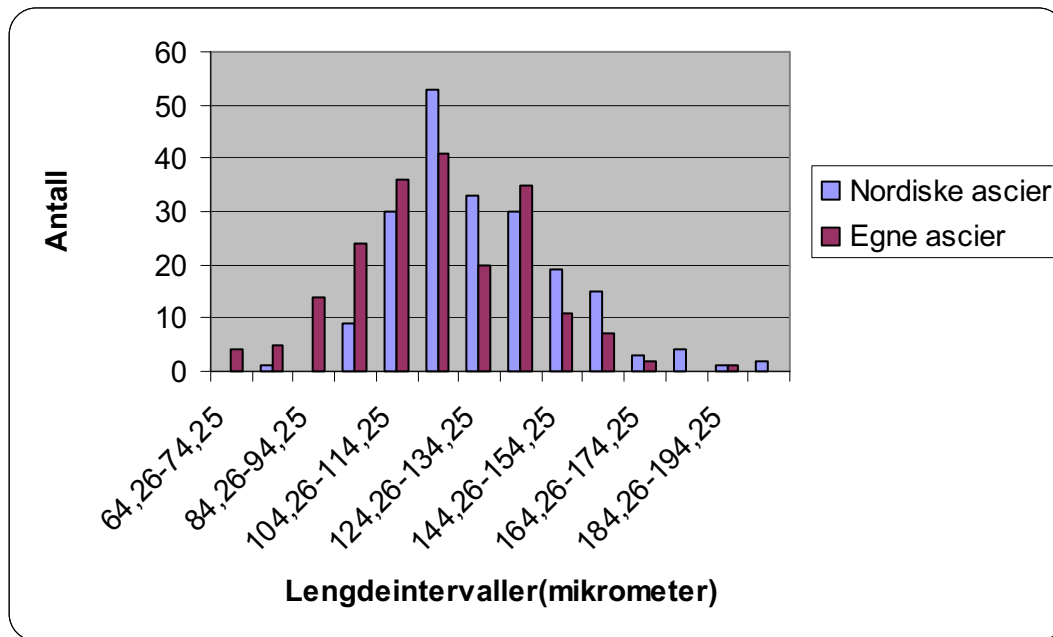


Figur 5-9. Sporelengder og bredder fra *T. fuckellii* n=400 og *T. pini* n=200.

Ut fra Figur 5-9 kommer det frem at sporelengder for *T. fuckellii* og *T. pini* er vesentlig forskjellige. Sporelengder mellom eget og nordisk *T. fuckellii* viser liten forskjell og er fremstilt sammen.

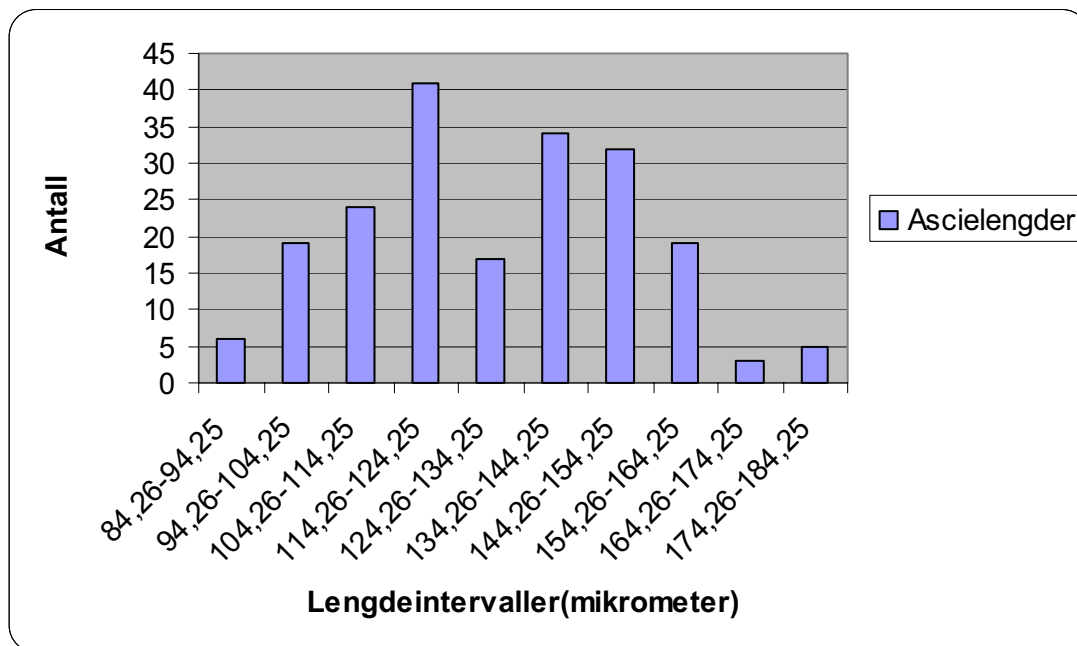
5.2.3 Asciamålinger *T. fuckellii* og *T. pini*.

I Figur 5-10 er lengder på egne og nordiske asci fremstilt som stolper. Typisk mål for egne målinger ligger i størrelsesorden 67,5-191,25 x 6,75-18 μm. Gjennomsnitt for målingene er på **119,6** og **12,7** μm. Typiske mål for nordiske målinger ligger i størrelsesorden 78,75-202,5 x 11,25-18 μm. Ascience har et gjennomsnitt på **130,4** og **13,7** μm.



Figur 5-10. Stolpediagram med samtlige ascielengder i lengdeklasser eget (n=200) og Nordisk (n=200).

Mine målinger på ascier til *T. pini* foreligger i Figur 5-11, ut fra stolpediagrammet ligger lengden på ascierne mellom 90-180 μm . Typisk mål for mine målinger ligger i størrelsesorden 90-180 x 11,25-15,75 μm . Gjennomsnitt for målingene er på **130,3** og **12,9** μm .



Figur 5-11. Stolpediagram med samtlige ascierlengder i lengdeklasser n=200..

5.3 Fysiske undersøkelser

5.3.1 Beregning av resistans, R i det indre treet (kvister)

Vi har $A = \varphi * r^2$

Kvistprøve 1:

Radius = 8 mm.

L = 0,4 m

R = 1.13e6 Ohm

Resistivitet = 568 Ohm m

Kvistprøve 2:

Radius = 6 mm.

A = 1.131e(-4) m²

L = 0,35 m

R = 1.13e6 Ohm

Resistivitet = 365 Ohm m

Kvistprøve 3:

A = 7.85e(-5) m²

L = 0.2 m

R = 0.5e6 Ohm

Resistivitet = 196 Ohm m

Midlere resistivitet = **340 Ohm/m**

5.3.2 Beregning av resistans, R i bark

For barken har vi to kvadratiske stykker og ett sirkulært.

Barkprøve 1:

$$R = 2.48 \text{ kOhm}$$

$$A = 40 \text{ mm}^2$$

$$\text{Resistivitet} = 50 \text{ Ohm m}$$

Barkprøve 2:

$$R = 2.2 \text{ kOhm}$$

$$A = \pi \cdot (11/2)^2 \text{ mm}^2 \text{ (sirkulært stykke)}$$

$$\text{Resistivitet} = 104 \text{ Ohm m}$$

Barkprøve 3:

$$R = 3.7 \text{ kOhm}$$

$$A = 70 \text{ mm}^2$$

$$\text{Resistivitet} = 129 \text{ Ohm m}$$

$$\text{Midlere resistivitet} = \mathbf{94.3 \text{ Ohm/m}}$$

Verdiene fra testing på kvister og bark ble brukt som parametere i FEM simuleringen på lyntre nummer fire. Trelengde = 19 meter og lyntopp = 2 meter.

5.3.3 FEM simuleringer

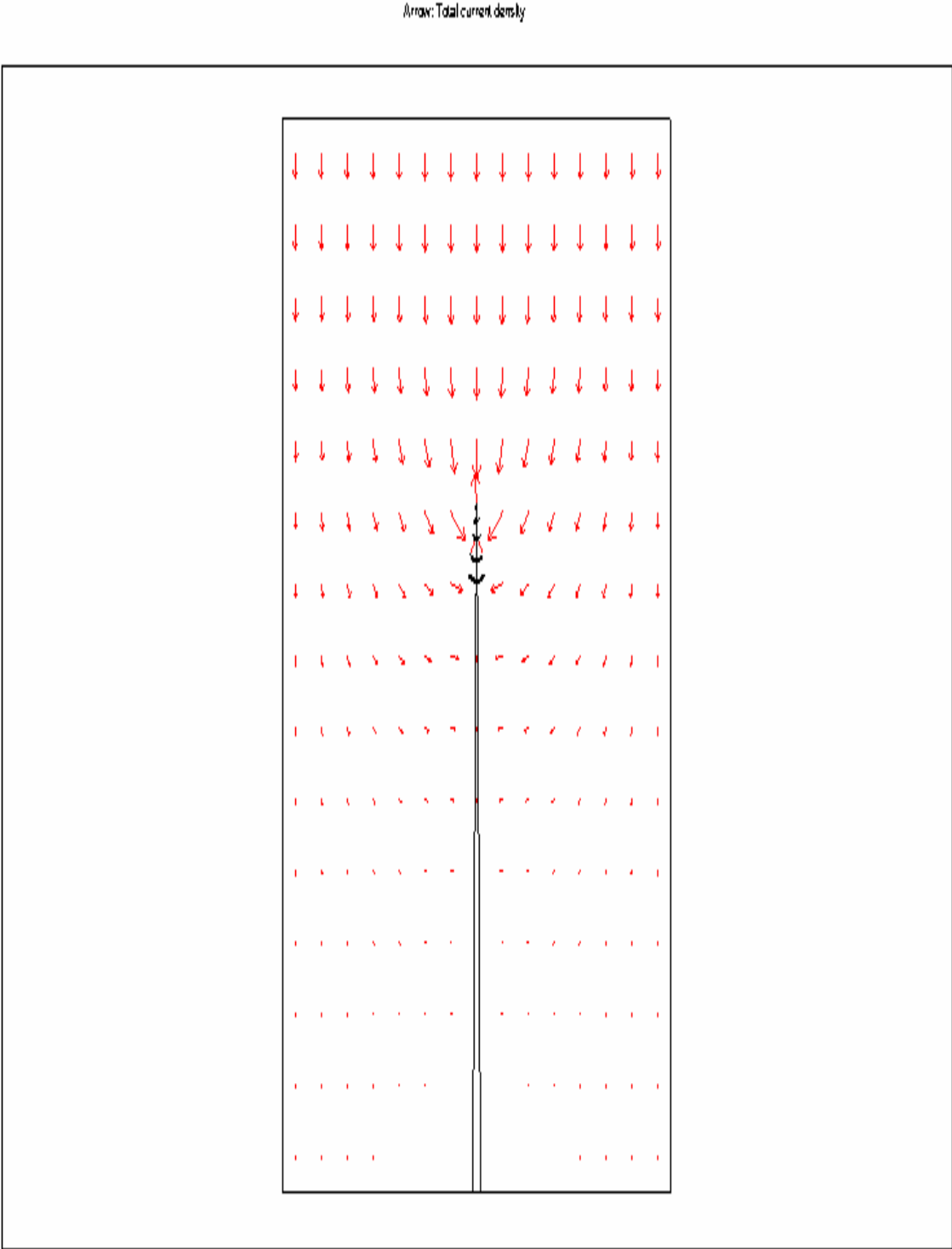
Figurene som presenteres i denne delen er hentet ut fra FEM-lab programmet som vi har kjørt simuleringen i.

Strømtetthet

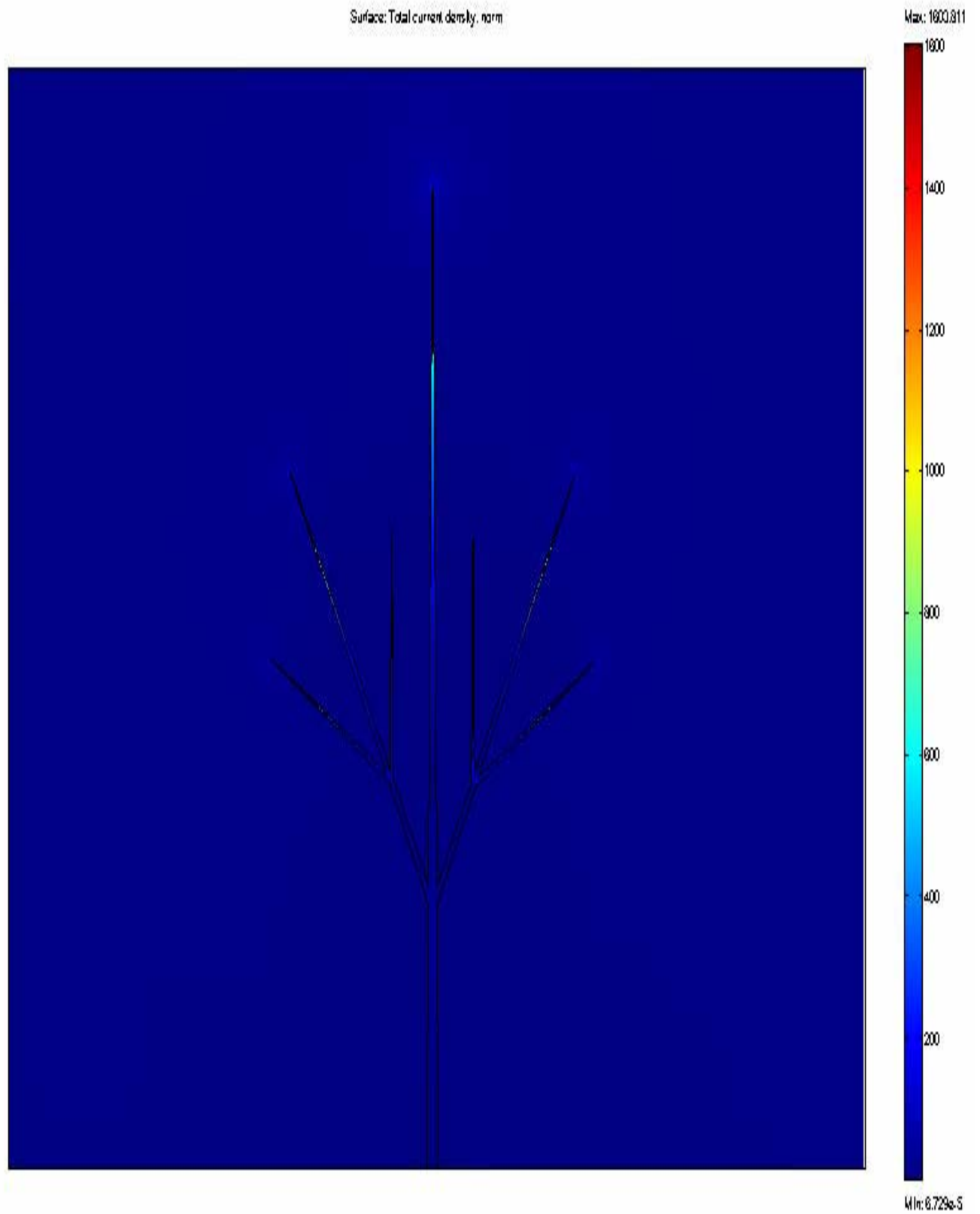
Strømtettheten som oppstår i treet velger jeg å presentere i to forskjellige figurer.

I Figur 5-12 er strømtettheten som oppstår i treet ved utladninger er fordelt som vektorplott. Pilenes lengde indikerer mengde strøm som går inn i treet. Pilene peker på minste motstands vei. I de perifere delene av plottet går strømmen til bakken og ned mot bakken, grunnet minste motstands vei.

I Figur 5-13 er det fremstilt et strømtetthetsplott hvor strømmen vil søke mot de spisseste delene i treet, noe som innebærer tretoppen. Fargeforskjeller indikerer forskjeller i strømtetthet. I toppskuddet ser vi fra at strømtettheten i toppen er mellom 600-800 Ampere. Også i luften rundt endeknoppene til skuddene ses en økning i strømtetthet i forhold til luften ellers i luften.



Figur 5-12. Strømtetthet som vektorplott.

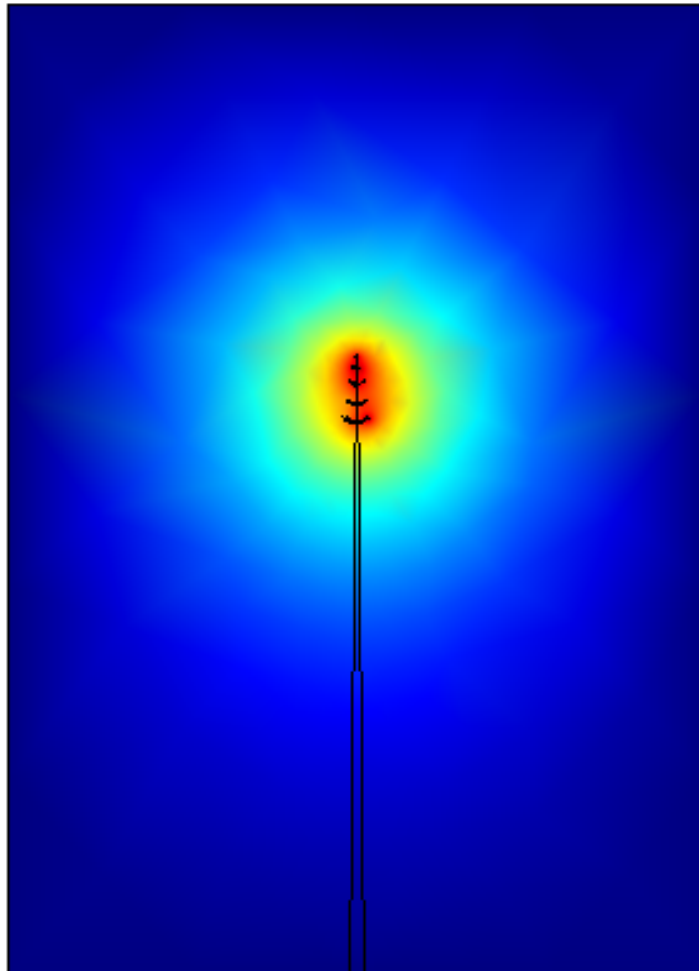


Figur 5-13. Strømtetthetsplott (Ampere) i toppen på 4. lyntre.

Temperatur

I Figur 5-14 er temperaturfordelingen som oppstår i treet er fremstilt. Det er ingen skalering på fargene til figuren, denne valgte jeg å utelate grunnet følgende; Vi fikk under simuleringen 273 K i hele treet med marginale forskjeller, grunnen til dette er fordi temperaturledningsevnen ble for god under simulering av treet. Fordelingen av temperaturen i treet fremgår likevel fint og at denne er størst i toppen på to meter vises godt.

Surface: Temperature



Figur 5-14. Temperaturfordeling i toppen på 2 meter under en utladning.

6 Diskusjon

6.1 Materiale og metoder.

Ved registrering av farge på barken hvor soppene vokser, synes jeg det har vært litt vanskelig å klassifisere fargene. Fargen som blir registrert ved funn er veldig individuelt, i enkelte tilfeller er det ofte kun snakk om nyanseforskjeller

Modenheten til fruktlegemene ble registrert på et tidlig tidspunkt i studien, før jeg visste så mye om soppene som jeg gjør i dag. Dette kan ha medført at jeg kan ha betraktet umodne fruktlegemer som modne. I mange funn har jeg registrert modne fruktlegemer når de hadde begynt å sprekke opp, jeg vet i dag at dette ikke er fullmodne former, men allikevel mer modne enn de lukkede formene. Det er ikke utenkelig at de fruktlegemer som hadde begynt å sprekke opp ville åpne seg mer med fuktig vær. Jeg bestemte også modenhetsgrad til det nordiske materialet. Fant jeg modne sporer i kollektet, antok jeg kollektet for å være modent. Fant jeg ikke modne sporer ble kollektet antatt umodent. Deretter ble disse kollektene sammenlignet med funndato oppgitt på kollektet. Da man ikke vet hvordan disse fruktlegemene er behandlet etter at de er innsamlet så syntes jeg at resultatene ble noe usikre å presentere. Når det gjelder vertsfordelingen til soppene så er disse basert på egne og nordiske funn. Det er ingen usikkerhet ved eget materiale i denne sammenheng, men det stiller seg noe usikkerhet til det nordiske. Denne usikkerheten går på at jeg har lagt inn opplysninger fra etikettdata utfylt av andre, hvor det i en del tilfeller ikke er oppgitt fullstendige artsnavn og substrater.

Ved artsbestemmelse av soppene må det også taes et par ting i betraktning. De modne fruktlegemene er lette å bestemme ut i fra følgende kriterier;

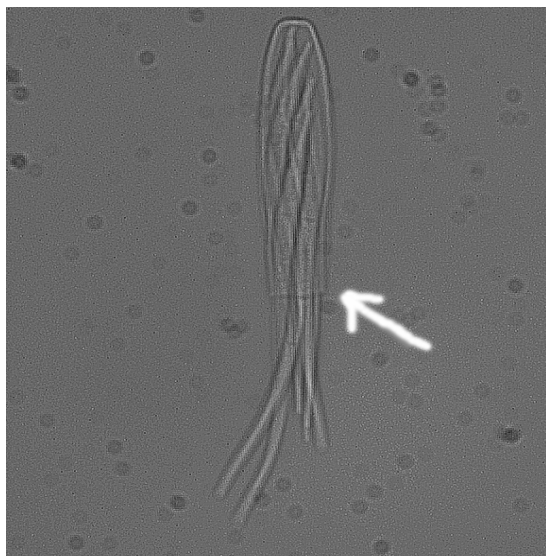
- antall sporer i asci
- sporeform og størrelse samt septering

Når materialet kun inneholder umodne fruktlegemer blir artsbestemmelsen vanskeligere. Det viktigste kriteriet er da, i følge Reid & Cain (1961); "*Therrya fuckellii* is very similar in external appearance to *T. pini*, from which it may be distinguished by the size, shape and septation of its ascospores, and by the absence of a blackened lower wall to the ascoma in vertical section". Egne erfaringer er i midlertidig at bestemmelse basert på dette medfører en viss usikkerhet. Noen ganger har jeg hatt modne fruktlegemer foran meg og vært "sikker" på at dette har vært *T. fuckellii*, men mikroskopering har avdekket at jeg har hatt med *T. pini* å

gjøre. Et annet problem ved artsbestemmelsen kan også være at i enkelte tilfeller opptrer begge arter på samme kvist.

Når det gjelder å bestemme hvor mange septa sporene har, så må et par forhold taes med i betraktning. I sporene til *T. pini* er det ikke alltid like lett å se alle septa og noen ganger ser det ikke ut som om de har noen. Enkelte skillevegger kan også være falske og vanskelige å se (H. Solheim, personlig meddelelse). Hos *T. fuckellii* er septa meget lette å se, men tett inntil apiculuset er ikke septa lett å se fordi det blir tynt. Dette kan ha gjort at mine tall kan mangle ett til to antall septa. Alle septa er telt opp på frie sporer.

Målinger på sporer og asci er gjort i 40x forstørrelse. Generelt er sporene fra begge arter lette og måle på. *T. fuckellii*'s lange og tynne apiculus kan ofte være så tynne at det kan være vanskelig å se helt nøyaktig hvor det stopper. Sporene til *T. pini* er ofte coilet eller bøyde og jeg har målt lengde på sporen fra spiss til spiss. Breddemålinger er alltid gjort på sporens tykkeste del, dette gjelder spesielt for *T. pini* hvor sporen er tykkere i den ene enden enn i den andre. I tilgjengelige publikasjoner står det ikke at de har tatt hensyn til dette ved måling av bredde. For ascier var bredden enkel å måle, disse er større og ses lettere. Lengdemåling skulle vise seg å være noe mer vanskelig, fordi mange asci er brukket i den nedre delen. Bruddet kom ofte der sporenes lengde inne i ascuset stoppet eller lenger oppe (Figur 6-1).



Figur 6-1. Mikroskopbilde av ascus 40x til *T. pini* som er brukket, og hvor nedre del mangler. Pilen peker på selve bruddet.

Jeg målte ca 20 ascier før jeg ble klar over dette forholdet. Dette førte til at jeg bare målte frie asci som var hele, og asci som jeg kunne se sittende sammen i hymeniet. Generelt for alle mikroskopiske målinger var at det virket som om modenheten til de undersøkte prøvene kan

være en grunn til spredningen mellom lengde og bredde, og lengden spesielt. Jeg regner med at jeg har sett på mange modenhetsfaser og dette har også gjort at jeg har fått med meg mange typiske lengder og bredder i løpet av at soppene modnes.

6.2 Makroskopiske resultater

I studien på lyntrær ville jeg sjekke hvordan *T. fuckellii* opptrer i slike trær, og hvor viktige de er som habitat for soppen. I kun ett tre er alle funn av sopp høyere enn treet skadegrense. At det var så mange funn i toppen på dette treet var på grunn av at barken fortsatt satt på uten å være for mye nedbrutt av vær og vind. Det har i studien sett ut som at soppen etablerer seg på død bark i tidlige faser. I gamle lyntopper hvor barken er borte, finnes følgelig ingen sopp. I de andre undersøkte trærne er det gjort mange funn lenger ned i krona. Funnene i disse trærne er gjort på tørre og døde kvister, men på alle de trærne er bare ett funn registrert på selve skadegrensen. Funnene på skadegrensen hvor treet tørker seg nedover, forteller oss at soppen er avhengig av tørkende og død bark.

Vindfall har blitt gjennomgått på samme måte og har blitt en kontroll i forhold til lyntrær. Hos vindfallene er alle funn gjort på døde og tørre kvister, disse trærne har ikke hatt noen ytre skader som vi finner hos lyntrærne. Alle funn på vindfall ligger godt spredt i treet fulle lengde og krone. I tre nummer tre, fire, fem og seks er funnene høyere i treet enn hos de andre trærne. Dette skyldes at disse trærne har hatt flere døde kvister i krona. Når man sammenligner funn av *T. fuckellii* mot trehøyde og skadegrenser for vindfall og lyntrær, ser man noen forskjeller. De fleste funn på lyntrær er høyere i treet enn på funn fra vindfall. Dette må forklares ut fra at lyntrærne har med sin skade og tørking nedover i krona flere døde greiner enn friske trær, og har derfor mer egnet substrat for soppen. Funnene på vindfall startet i de nedre deler av krona hvor selvkvisting har spilt en rolle som substrat for soppen.

Andre funn i eget materiale og i det nordiske materialet viser at soppene opptrer på andre substrater enn bare i lyntrær og vindfall. Det som er felles for andre funn, funn i lyntrær og vindfall er at alle funn er gjort på tørre greiner og kvister som fremdeles har barken inntakt. Når man leter etter soppene er de tilsynelatende å finne overalt, og *T. fuckellii* virker svært vanlig i Norge. I eget materiale har jeg funnet mange flere *T. fuckellii* (65) enn *T. pini* (7). I det nordiske materialet er fordelingen *T. fuckellii* (69), *T. pini* (19) og (2) *C. strobi*.

De to funnene av *C. strobi* er interessante, de er funnet i Norden og på einer. *Coccomyces strobi* har fått sitt navn på grunn av at den vokser oftest på weymouthfuru. Den likevel funnet på noen andre furuarter. *Coccomyces strobi* er antatt å være en Nord-amerikansk art. I følge Minter (1997b) er den kun funnet på weymouthfuru i Europa, og da i Ungarn. At soppen nå er funnet på einer må være en interessant iakttakelse, kanskje dette er en egen underart?

Det kan virke ut i fra artsfordelingen i eget og nordisk materiale at *T. fuckellii* er mer vanlig enn *T. pini*. Det er forbundet en viss usikkerhet til disse tallene, vel å merke de artsbestemmelsene som er gjort på umodent materiale. Et annet interessant funn jeg har gjort, er at jeg har funnet både *T. pini* og *T. fuckellii* på samme kollekt i fem nordiske og tre egne funn. I de tre egne funnene er de funnet på samme kvist. Denne observasjonen er såpass interessant at ved bestemmelser på kvister bør det sjekkes mange fruktlegemer for eventuelt å avdekke om begge opptrer på samme kvisten. I egen studie kunne dette vært gjort grundigere, men det utlånte materialet måtte jeg være forsiktig med og valgte derfor ikke å skjære i alle fruktlegemer.

Funndata fra begge soppene viser at begge er tilsynelatende vanlige og utbredt i hele Norden. Ut fra kartet så er soppene funnet fra Bornholm i Sør til Utsjoki i Nord. Funn hvor begge soppene er funnet på samme lokalitet er også spredt fra Utsjoki og til sørlige byer som Arendal og Linköping. Begge sopper på samme funnsted, er det ikke registrert i Danmark. Grunnen til det tror jeg er for at man ikke har sett etter begge, jeg ser ingen annen grunn til at ikke begge soppene opptrer sammen her da de gjør det ellers i Norden. Jeg vil ikke si at kartet er fullkomment til å vise total utberedelse av soppene, dette er det flere grunner til:

Det er en større konsentrasjon av funn i sørlige deler av Norden, det kan være flere mulige grunner til dette. Jeg har en følelse av at funnene som er gjort ligger samlet rundt de vitenskaplige institusjonene, hvor ekspertisen har hatt sitt virke. De har gjort sine funn i nærområdet, og ved sporadiske turer til andre lokaliteter hvor de også har funnet soppene. Flere av mine funn er også gjort ved turer i annet ærend, men hvor jeg har sett etter soppene og funnet dem lett. Minter (1993a) oppgir at *T. Fuckellii* er å finne i følgende nordiske land; Finland, Norge, og Sverige. Til denne listen må det legges til Danmark etter å ha sett på belegg i danske museer. Minter (1993b) oppgir samme land for *T. pini*, men her må også Danmark legges til. Minter har undersøkt 47 funn av *T. pini* og 99 funn av *T. fuckellii* (1993a

og 1993b). Reid & Cain (1961) nevner ikke utbredelsen til soppene, men de har sett på svenske kollekter av begge arter.

Mine funn fordelt på barkfarge viser at *T. fuckellii* oftest vokste på oransje bark (40 funn), på rød bark (9 funn) og brun (16 funn). Dette passer bra med tidligere publiserte arbeider; Kujala (1950) oppgir at *T. fuckellii* vokser på lysebrune kvister, mens Minter (1993a) oppgir at de vokser på karakteristiske rødbrune kvister. Kujala (1950) hadde sett på sju prøver på både *T. pini* og *T. fuckellii*. Minter (1993a og 1993b) har basert sin oppfatning på 146 funn. Minter's rødbrune kvister er antagelig ikke ulikt mine funn på oransje kvister. Mine ni funn på røde kvister er ikke oppsiktsvekkende, grunnet nyanseforskjeller. Grunnen til denne fargen kan være at barken er litt forskjellig i aldersfaser og vil gi andre farger ved tørking enn eldre kvister. Den røde barken har blitt funnet på de mindre kvister under feltarbeidet.

Jeg registrerte under feltarbeidet alle barktykkelser som *T. fuckellii* vokste på, funnene oppsummeres slik; 1-1,5cm (35) deretter 0,3-0,5cm (27), tilslutt 0,6-0,8cm (10). Dette er ikke et viktig resultat.

Funn på fordelt kvistdiametre viser flest at funn av *T. pini* er gjort på kvister fra 0,4-1,0 cm og *T. fuckellii* 1,1-2,0 cm. Jeg har ikke funn av *T. pini* på kvister større enn fem cm og for *T. fuckellii* sju cm. *Therrya pini* er tilsynelatende å finne på mindre kvister enn *T. fuckellii*. Det viser seg at funnene for begge sopper sank med økende kvistdiameter, grunnen til dette er sammensatt. Jeg tror at større kvister på treet har vanskeligere for å dø og tørke ut enn mindre kvister. En annen observasjon jeg har gjort som er interessant er at soppene er i stor grad er å finne på greiner som er døde av selvtynning (tørrkvister). Dette har stor betydning for hvilke greiner soppen blir funnet på, og følgelig kvistdiameteren. For meg ser det ut som at alle kvister på treet som av en eller annen årsak skulle dø uavhengig av kvistdiameter, vil være et egnet substrat for soppen. Funn jeg har gjort på stammetopper av furu viser også at soppen kan vokse her. Gremmen (1950) oppgir at *T. pini* er på finne på de mindre kvistene hos furu, og at *T. fuckellii* er å finne på tykkere kvister av furu. Gremmen (1950) oppgir ikke størrelsen på disse kvistene, så det må betraktes som relativt. Mine resultater gir også samme inntrykk av soppene, og hvilke kvistdiametre de ofte finnes på.

Fruktlegemene jeg har undersøkt viser at det er mulig å finne umodne og modne fruktlegemer i hele studieperioden juni-mars. De viser også at andel modne fruktlegemer ser ut til å ha økt utover i studieperioden. I juni var 30 % av funnene modne, og i februar og mars var henholdsvis 75 og 60 % modne. Det kan se ut som at soppene modnes i løpet av høsten og

vinteren. Minter (1993a) skriver for *T. fuckellii*; "Ascomata containing ascospores have been observed in England in May". Han gir ikke opplysninger om hvor han har dette fra. Ved registrering av enkeltfunn i felt har jeg noen ganger sett et mønster i soppenes opptreden på kvister. Noen ganger har *T. fuckellii* vokst på oversiden av kvistene. Dette gjelder for 5 funn i Ringsaker på toppbrekk og vindfall der hvor soppene ble funnet på greinens overside mot lyset. Det virket som at hvis et tre felles og blir liggende, vil soppene opptre på greiner mot lyset.

Vertfordelingen til soppene viser at soppene i Norden stort sett er å finne på furu. I eget arbeid er soppene kun funnet på furu, men jeg har ikke sett etter den på andre arter heller.

Det er også en betydelig andel funn registrert på *Pinus spp* uten at art er oppgitt på etikettdata. De fire funnene på weymouthfuru er fra Danmark, tre *T. fuckellii* og én *T. pini*. To kollektorer er funnet på einer, én *T. pini* fra Finland, og én *T. fuckellii* fra Sverige. Fuckel (1869 og 1870) skriver at *T. pini* vokser på tørre greiner av furu og einer, men dette må betraktes som et lite antall i den store sammenhengen, da mine funn har to av 162 som kommer fra einer. En grunn til at furu har vært en såpass kjent vert at man bare har sett etter soppene der. At *T. fuckellii* også kan vokse på einer har jeg verifisert med sikker artsbestemmelse på sporer, *T. pini* kollektet er bestemt ut i fra umodne kriterier da sporer ikke var å finne i prøvene tatt derfra.

Substratet, som *T. fuckellii* er blitt funnet på i egen studie har variert veldig. Gjennomgående for funnene er at de alltid er gjort på materiale som er dødt. En del kvister har hatt nåler på, men disse har vært brune og sittet på nedblåste kvister og felte trær. Funn på heltre (16) har vært vindfall, to år gamle felte trær (elgfôr), toppede lynfuruer hvor soppene har blitt funnet i lyntoppen eller på tørre greiner. Flest funn (35) er gjort på tørrkvister som har vært påsittende som følge av selvkvisting i tette furubestand, og løse kvister funnet på bakken. Sju funn er gjort på toppbrekk hvor nåler fortsatt har vært påsittende, uten at jeg eksakt har kunnet si datoen for når dette har skjedd. Funnene som ble gjort på elgfôret er interessante fordi jeg vet at disse trærne ble felt vinteren 2001, innen sommeren 2003 var det masse *T. fuckellii* på disse trærne. Jeg har også funnet soppene i kvisthauger fra hogst i Hobøl 2003, om soppene var på disse greinene før hogst er det ikke lett å si noe om, men det er ikke utenkelig at de har kommet etterpå. Fire funn fra Ringsaker er gjort på furu skadet av elgbeiting, dette er også funn som forsterker oppfatningen av at soppene etablerer seg på greiner som tørker ut og dør uansett årsak. *Therrya pini* ble funnet på følgende substrat; fem påsittende tørrkvister, to toppbrekk. Minter (1993a) skriver at begge artene er meget vanlige på en spesiell kategori av

døde kvister på bakken, hvor nålene aldri sitter på, og kvistene er skjøre. Vanligvis har ikke kvistene lav eller råtesopper på seg, og har ikke blitt angrepet av vedspisende insekter. Begge arter kan også finnes på tørrkvister, som ikke har falt av (Minter 1993a). Det som skrives i denne publikasjonen passer ganske bra med egne observasjoner, men jeg har flere funn av soppen på tørrkvister som ikke har falt av, enn det Minter (1993a) gir uttrykk for at de har. Jeg kan heller ikke helt se den spesielle kategorien kvister som Minter (1993a) snakker om, på meg virker det som om alle løse kvister på bakken er egnet substrat. Jeg har også to funn av *T. fuckellii* på greiner hvor jeg måtte ta av laven for å finne frem til fruktlegemene. Vedspisende insekter har jeg funnet på flere kvister, dette kan for eksempel ha vært en stor margborer (*Tomicus piniperda* L.). Et annet interessant funn var at jeg fant nematoder i flere fruktlegemer på en kvist fra Bollerudåsen i Ås kommune. Disse nematodene spiste av soppens hypothecium og hymenium og var ikke å se før prøven kom i mikroskopet. Minter (1993b) nevner i Disease notes for *T. pini* at soppen kan som arten *Colpoma quercinum* (Fr.) Wallr. på eik, være med å tørke ut og bidra til selvkvisting hos furu. Dette har jeg ikke studert nøye selv, men jeg har to funn av soppen på tørkende kvist; ett fra Mørk i Østfold (*Therrya* spp.), i ett fra Ringsaker, (*T. fuckellii*). Dette er en interessant antagelse som skulle vært sett på mer nøye. Det er flere som har vært inne på dette med parasittisk oppførsel av *T. pini*. Tidligere omtalte (Graves 1913 i følge Reid & Cain 1961) og Gremmen (1955), hvor han på buskfuru hadde funnet lysebrune topper hvor alle nålene var borte. Han så etter soppen furuas knopp og greintørkesopp (*Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet), som antatt var grunnen til avdøing. Istedenfor fant han *T. pini*. Dette ble ikke undersøkt videre, men er en interessant iaktakelse som bør følges videre opp. Det kan virke som om begge soppene er med i selvkvisting av furu noe som er interessant rent skogskjøtselsmessig.

6.3 Mikroskopiske resultater

Septeringen til sporer fra begge arter er studert der dette har vært mulig, der hvor man har hatt frie sporer, og hvor sporene har hatt tydelige skillevegger. For *T. fuckellii* i nordisk og eget materiale har jeg fått et gjennomsnitt på 10 septa. For *T. pini* har jeg fått ett gjennomsnitt på fem. Spredningen i antall septa vil jeg begrunne med hvilken modenhet sporene har hatt, men også at antall septa vil variere fra spore til spore. Reid & Cain (1961) oppgir at *T. pini* har fra fire-åtte septa. Denne påstanden har de etter å ha gjennomgått åtte europeiske kollekter av soppen. For *T. fuckellii* oppgir de 8-12 septa, etter gjennomgang av 18 kollekter. Mine

målinger for begge arter er sammenlignbare med Reid & Cain (1961). Minter (1993b) oppgir uten å legge til grunn sine målinger på sporer, at *T. pini* har tre og noen ganger sju septa, mens *T. fuckellii* har sju og noen ganger 11 septa. Disse målingene passer også bra med mine. Gremmen (1955) oppgir at *T. pini* har tre septa, i (1960b) endrer han dette til en-fire septa, og *T. fuckellii* oppgis å ha 8-12 septa. Gremmen (1960b) oppgir ikke hvor han har sine tall i fra. Fuckel (1869 og 1870) oppgir at *T. pini* har tre septa.

Jeg har sammenstilt typiske mål på spore og ascier fra tidligere publikasjoner og eget materiale i Tabell 6-1. Under forfattere har jeg også oppgitt hvor mange prøver som de har basert sine tall på. Gremmen (1960b) oppgir ikke antall prøver han har sett på.

Tabell 6-1. Fremstilling av typiske spore og ascusstørrelser fra *T. fuckellii* i tidligere arbeider og egne funn.

Forfattere	<i>Therrya fuckellii</i>	
	Spore/ μm	Asci/ μm
Kujala, 1950 (7 prøver)	85-153 x 3-4,5	ikke oppgitt
Gremmen, 1960b	130-140 x 5	150-165 x 11,5-15,5
Reid & Cain, 1961(7 prøver)	(64,5)75-100(110) x 3,0-4,5(5,5)	(105)120-157 x (10)12 -15(17)
Minter, 1993 (99 prøver?)	65-110 x 3-4,5	105-160 x 10-17
Torp, 2004 eget (200 prøver)	(108,7)64,5-157,5 x (4,1)2,2-4,5	(119,6)67,5-191,2 x (12,7)6,7-18
Torp, 2004 nordisk (200 prøver)	(107,9)67,5-146,2 x (4,2)3,3-4,7	(130,4)78,75-202,5 x (13,7)11,2-18

Spore og asciemålinger av eget *T. fuckellii* viste at sporens lengde ligger i størrelsesorden 64,5-157,5 x 2,2-4,5 μm . Gjennomsnittet ligger på 108,7 og 4,1 μm for henholdsvis lengde og bredde. En måling viste en spore med 199.25 μm lengde. Jeg lurer på om dette er en feil avlesning på lengden. Denne sporen er fra 200 målinger på materiale fra Trysil flyplass, og gjennomsnitt for alle funn i Trysil uten denne observasjonen lå på lengden 104,2 μm . Det virker også som at det normalt at asciene har forskjellige lengder og bredder når de sitter sammen i hymeniet. Spredingen til mitt eget materiale kan begrunnes ut i fra hvor modne fruktlegemene har vært. Jeg vil anta at de fullmodne vil være lengre og bredere enn de som er ikke fullt så modne. I en del prøver har jeg sett at asci har åpnet seg i toppen med en slags luke, disse sporene som har kommet ut her vil jeg anta er fullmodne. Jeg har ved prøvetaking kanskje smurt ascier utover objektglasset, og spredd enkelte lite modne sporer. Ut fra

opplysningene i Tabell 6-1, synes jeg at Gremmen (1960b) har kommet dårligst ut med sine lengdemålinger. De er generelt lengre enn andres målinger og viser ikke godt nok sporens spredning på lengder. Her er det mulig å tro at han bare har målt modne sporer. Både Kujala (1950), Reid & Cain (1961), og Minter (1993a) har verdier som er meget like mine egne. Det er litt påfallende at hvis Minter (1993a og 1993b) har gjort studier på 47 og 99 prøver for begge arter, har fått samme tall som Reid & Cain (1961). De har ikke sett på samme prøver. Mitt lengste mål på sporen 157.5 μm , er ikke å finne hos de andre. Jeg har 200 målinger fra antatt ulik modenhet og mener at resultatet likevel er godt og veltalende for arten. Disse målene er innenfor størrelser som de andre har oppgitt, selv om jeg har registrert sporebredde hos *T. fuckellii* helt ned til 2,25 μm . Egne målinger for *T. pini* er sparsomme, jeg har kun klart å måle tre sporer og ascier, og de er utelatt fra diskusjon og resultatdel.

Ascier til eget materiale viser at asci ligger i størrelsesorden 67,5-191,2 x 6,7-18 μm . Gjennomsnitt på lengder og bredde ligger på henholdsvis 119,6 og 12,7 μm . Alle mål oppgitt i litteraturen passer bra i forhold til hverandre, men jeg har også registrert ascielengder helt nede i 67,5 μm . Disse er fra fire målinger i et materiale fra Ringsaker. Jeg vil tro at disse asci har vært lite modne, da 112,5 μm er lengste asci herfra. Kollektet fra Ringsaker merker seg ut som eneste kollekt hvor sporene er lengre enn ascier. Dette er i grunn ikke så pussig, fordi sporene øker sin fulle lengde betraktelig når de kommer ut av asci og får strekt ut apiculuset.

Det nordiske materialet på *T. fuckellii* sporer er såpass likt mitt eget med 67,5-146,2 x 3,3-4,7 μm . Gjennomsnitt lengde er 107,9 mot 108,7 og bredde 4,2 mot 4,1 μm , og jeg antar derfor ingen forskjeller mellom *T. fuckellii* i Norden og Norge. Ascierne til det nordiske materialet er lengre enn eget. Typiske mål for disse er 78,7-202,5 x 11,2-18 μm . Gjennomsnitt lengde 130,4 mot 119,6 og bredde 13,7 mot 12,7 μm . Gjennomsnittlig lengde til det nordiske materialet ligger 10,8 μm , over det eget materiale. At jeg har fått såpass stor forskjell på lengde, mener jeg har med at det nordiske materialet har vært mer modent enn mitt. Kollektene har blitt samlet inn og ligget mange år i romtemperatur, og fått modnet seg skikkelig. Egne materialer er bestemt raskt etter at det er samlet inn.

Jeg har sammenstilt typiske mål på spore og ascier til *T. pini* fra tidligere publikasjoner og eget materiale i Tabell 6-2.

Tabell 6-2. Fremstilling av typiske spore og ascie størrelser i tidligere arbeider og egne funn.

Forfattere	<i>Therrya pini</i>	
	Spore/ μm	Asci/ μm
Kujala, 1950 (7 prøver)	50-90 x 2,7-3,5	ikke oppgitt
Gremmen, 1960b	76-84(88) x 3-4	144-160(170) x 11-12(15)
Reid & Cain, 1961(7 prøver)	50-80 x 2,5-4,5	90-135 x 12-16,5
Minter, 1993 (47 prøver?)	50-80 x 2,5-4,5	90-135 x 12-16,6
Torp, 2004 eget (3 prøver)	67,5-104,4 x 2,2-3,6	90-133 x 10,8-11,2
Torp, 2004 nordisk (200 prøver)	(68,2)45-99 x (3,4)2,2-5,6	(130,3)90-180 x (12,9)11,2-15,75

Spore og asciemålinger på nordisk *T. pini* viste at sporen ligger i størrelsesorden 45-99 x 2,2-5,6 μm . Gjennomsnittet ligger på 68,2 og 3,4 μm for henholdsvis lengde og bredde. Spredningen som vi har sett på dette materialet kommer nok også fra forskjellige modenhetsforhold i prøvene. I forhold til mine målinger er tidligere publisert materiale godt forenelig. Jeg har registrert bredere sporer enn de andre, min bredeste spore 5,6 μm er fra Finland. Jeg har konsekvent ved måling av bredder målt på bredeste sted på sporer og ascier, dette kan være grunnen til at jeg har fått såpass spredning på bredde. Mine tall er ut i fra 200 målinger som jeg mener er godt og veltalende for arten.

Ascier til det nordiske materialet *T. pini* lå i størrelsesorden 90-180 x 11,25-15,75 μm . Gjennomsnitt for målingene på lengde er 130,3 μm og for bredde 12,9 μm . I tallene fra tidligere publikasjoner passer tallene til Minter (1993b) og Reid & Cain (1961) best med mine funn, da de også har sporer som er nede på 90 μm i lengde. Det er ingen andre som har registrert asciebredde på 11,2 μm , slik jeg har gjort.

Det er ikke lett å finne noen forskjell mellom lengder på asci til nordisk *T. pini* og *T. fuckellii*, disse har i gjennomsnitt henholdsvis 130,4 og 130,3 μm . For bredden er gjennomsnittet 13,7 og 12,9. I det egne materialet på *T. fuckellii* er gjennomsnittet 119,6 og 12,7 μm .

6.4 Fysiske resultater

Jeg har forklart hva som skjer i lyntrærne med avansert fysikk og meteorologi. På Blindern testet vi motstand i både bark og greiner, for å prøve å gjøre FEM simuleringene så reelle som mulig. Materialverdier til simuleringene på luft er oppgitt fra meteorologisk institutt. Det dukket opp problemer ved simuleringen, så det ble ikke tid til å simulere alle de hogde lyntrærne. Det viste seg å være en omfattende jobb å sette sammen et tre slik at det fungerte til simulering. Treet måtte bygges opp av flere deler, og så "limes" sammen slik at det i simuleringen ble betraktet som ett helt objekt. På det lyntreet jeg har simulert er bare lyntoppen på to meter tegnet inn. I dette objektet ble data fra målinger på resistivitet lagt inn for bark og ved. Dette gav to lag inne i treet med ulik resistivitet, ett for ved og ett for bark. Jeg er ikke fornøyd med de resultater som FEM simuleringen har gitt, de er ikke gode nok og forblir kun en pekepinn på fenomenet. Spesielt var det å få en pekepinn på temperaturen som oppstår i treet jeg var ute etter, her har jeg bare fanget opp fordelingen av temperaturen. Lyntre nummer fire som jeg har simulert på hadde en lyntopp på to meter, dette ble lagt inn i FEM simuleringen. Det er ikke lett å forutsi hvor lang denne toppen var da skaden oppstod, da jeg antar at treet har fortsatt og tørke seg nedover. Hadde ikke modelleringen av treet tatt så lang tid ville jeg også ha sett på andre forhold rundt fenomenet;

- Hvordan ville simuleringen blitt med flere trær på en flate?
- Hvilken rolle spiller forskjellige høyder på trær inn, blir noen mer skadet som følge av større trehøyde?
- Hvilken rolle spiller mikrotopografien på stedet?

Strømtettheten som oppstår i treet vil variere med dimensjoner til treet (toppen). Dette vil si at små dimensjoner gir større strømtetthet. Dette medfører at strømtettheten i de små greinene i toppen vil være høyere enn nedover i treet. Temperaturen som oppstår i treet har vært vanskelig å finne, fordi jeg ikke fant gode nok materialeverdier til testing. Temperaturen vil være en funksjon av strømtetthet, resistivitet (motstand) og termisk ledningsevne til luft og tre. Å finne brukbare verdier for disse parametrene har vært vanskelig. Temperaturledningsevnen til treet var så god at vi har fått 273 K i hele treet med marginale forskjeller som ikke oppfattes i figuren. Fordelingen til denne temperaturen viser likevel at den er størst i trets topp. Temperaturen som oppstår i treet som følge av høy strømtetthet og motstand i veden, "koker" toppen, dette vil drepe nåler og kambielaget.

7 Konklusjon

Jeg har i undersøkelsene mine på lyntrær ikke funnet noen sammenheng mellom *Therrya fuckellii* og lyntrærne som viktig habitat. Den er å finne i alle lyntrærne, men det ser ut til å være tørre kvister som er avgjørende for om habitatet er tilstrekkelig. Undersøkte vindfall viste at soppene er å finne på tørre kvister i trærnes fulle utstrekning, uten at det var vesentlige forskjeller fra lyntrærne. Andre funn av *T. fuckellii*, ikke i verken lyntrær eller vindfall underbygger påstanden over, at lyntrærne ikke kan være viktige som habitat. Overalt hvor jeg har lett etter soppene på tørre og døde greiner er den blitt funnet, ingen egne eller nordiske funn er gjort på levende materiale. Fordelt på substrat er tørre kvister som resultat av selvkvisting den mest hyppige, deretter kommer greiner på vindfall og toppbrekk. *Therrya fuckellii* og *T. pini* vil også være å finne på kvister som ligger på bakken, hvor barken fortsatt er påsittende.

Funn av *T. fuckellii* synker med økende kvistdiameter, dette gjelder begge arter. Det ser ut som funn av *T. pini* er mer frekvent på mindre kvister enn *T. fuckellii*.

Vertsfordelingen til soppene viser at flere furuarter er aktuelle verter. I Norge er de kun registrert på furu, men også kontortafuru og einer (Finland og Sverige) samt weymouthfuru (Danmark).

Undersøkelser rundt soppens biologi viser at vi kan vente å finne modne fruktlegemer hele året. Det ser ut som om frekvensen på modne fruktlegemer øker utover høsten og de første vintermånedene, for så og falle mot våren igjen. Et interessant funn er at i tre av de egne kollektene har jeg klart å finne begge arter på samme kvist. Dette er en interessant iaktakelse, og er så vidt meg bekjent ikke rapportert i noe annet arbeid. Dette beviser at begge soppene kan opptre på samme substrat og ved siden av hverandre. Da det viser seg å være slik, vil jeg si at den beste og sikreste måten å artsbestemme på vil være med sikre observasjoner av sporen, og helst sjekke flere fruktlegemer pr. kvist, slik at man fanger opp eventuelle forekomster av begge arter.

I eget materiale har jeg funnet mye mindre *T. pini* enn *T. fuckellii*, dette kan tyde på at *T. pini* ikke er så vanlig i Norge som *T. fuckellii*. Denne påstanden bør sjekkes opp nærmere, med dette for øye når kartlegger soppene på kvister.

Geografisk utbredelse i Norge viser at soppene vil være å finne der det er furu, og hvor det letes etter soppene, ja overalt. Dette tror jeg også vil gjelde også for Norden generelt.

Jeg vil etter studien av slekten *Therrya* foreslå et annet norsk navn. På forelesning i emnet Forstentomologi og patologi (FEP 200) fikk jeg høre om soppfamilien under navnet "Lynsoppen". Dette navnet synes jeg ikke er helt passende fordi den ikke har noe med lyn å gjøre, og foreslår et nytt norsk navn;

Furuas tørrkvistsopp

Det ser ut som strømtetthet som oppstår i treet og motstanden til veden og barken er avgjørende for skaden som oppstår. Jeg antar at høy strømtetthet og motstanden i treet bark vil resultere i høy temperatur i treet topp. Videre ser det ut som temperaturen blir så høy at treet dør i toppen, at det nærmest talt "koker". I skjøtselssammenheng tror jeg ikke at det vil være noen føringer jeg kan gi for at slike skader ikke skal oppstå. Det ser ut som skaden oppstår ganske uavhengig av treantall og flatestørrelse. Slike skader vil ikke være noe økonomisk stort tap for frørestillinger. Trærne vil på tross av skaden fortsatt kunne gi frø til kommende generasjoner.

8 Litteratur og kilder

Aamlid, D., Solheim, H. & Venn, K. 1991. Skogskader Veiledning i overvåking av skogskader. Norsk institutt for skogforskning, Ås: 28.

Cappelen Fysikk. Lyn og Torden.

http://rstnett.cappelen.no/autoimages/274_torden_og_lyn.pdf [sett 20.2.04]

Dolwin, J.A. 1986. Lightning and trees. APF Newsletter, mars: 17-24.

Fuckel, L. 1869-70. Symbolae Mycologicae. Beiträge zur kenntnis der Rheinischen Pilze. Jahrbücher des Nassauischen Vereinis für Naturkunde, vol. XXIII og XXIV: 263.

Gremmen, J. 1960b. Conifer Inhabiting Fungi I. Nova Hedwigia, vol. II, 4: 547-553.

Gremmen, J. 1955. New and noteworthy discomycetous fungi on coniferous hosts from Switzerland. Sydowia, vol. IX: 434-435.

Karsten, P. A. 1871. Mycologia Fennica. Kännedom af Finlands natur och folk, vol. 19: 254.

Kujala, V. 1950. Communicationes Instistuti Forestalis Fenniae, vol. 38.4: 48-49.

Malan, D.J., Sutton, Sir Graham. 1963. Physics of Lightning: 171s.

Meteorologisk Institutt. 2002; http://met.no/met/met_lex/q_u/torden.html [sett 15.2.04]

Minter, D. W. 1993a. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria. No. 1297. *THERRYA fuckellii*: <http://pest.cabweb.org/Descriptions/Descriptions/IMI/IMI1297.HTM> [sett 15.2.03]

Minter, D. W. 1993b. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria. No. 1298. *Therrya pini*:

<http://pest.cabweb.org/Descriptions/Descriptions/IMI/IMI1298.HTM>

[sett 15.2.03]

Minter, D. W. 1997b. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria. No. 1292. *COCCMYCES*

strobi: <http://pest.cabweb.org/Descriptions/Descriptions/IMI/IMI1292.HTM>

[sett 25.5.04]

Reid, J., Cain, R.F. 1961. The Genus *Therrya*. Can. J. of Botany, vol. 39: 1117-1129.

Rose, D.R. 1990. Lightning and damage to trees I Britain. Arboricultural Advisory & Information Service: 3s.

Route 66. 1992-1996. Geographic mapping systems B.V. Ver. 1.8.

Taylor, A.R. 1977. Lightning and Trees. U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 831-849.

Taylor, A.R. 1969. Lightning Effects on The Forest Complex. U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 127-150.

Universitetet i Oslo. 2000. Botanisk og plantefysiologisk leksikon.

<http://biologi.uio.no/plfys/haa/leks/> [sett 5.5.04]

Universitetet i Oslo. 2004. The Mycological Database. <http://www.nhm.uio.no/botanisk/bot-mus/sopp/soppdb.htm> [sett 15.1.04].

Von Höhnell, F. Reprint 1967. Fragmente Zur Mykologi, vol. XII-XXIV: 62.

Vedlegg 1

Sentrale begreper

Definisjon av sentrale begreper

Mykologiske

Ascus;

(gr. *Ascus* – sekk) – Et sekkformet hulrom av sopphyfer hos sekksporesopp (Ascomyceter) hvor meiosen foregår og som vanligvis inneholder åtte ascosporer UIO (2004).

Apiculus;

Et vedheng, eller utdratt spiss i begge ender på sporene til *T. fuckellii*.

Excipulum;

Fruktlegemets øvre lag, over hymeniet. Mørkebrunt til svart i farge, har ofte tynne barkbiter festet til seg, etter at soppen har brutt gjennom det tynne barklaget. Består av mycelium.

Hymenium;

(gr. *Hymen* – membran, hinne, skinn) – Sporedannende vev hos sekksporesoppene eller stilksporesoppene. Mellom de sporedannende organer kan det være haploide sterile celler kalt parafyser UIO (2004).

Hypothecium;

Et lag under hymeniet, inneholder ofte krystaller når fruktlegemet er umodent. Vil med modenhet løses opp og gir et luftrom under hymenium.

Septa;

Celler i sporene, som oppstår av cellevegger.

Subiculum;

Det underste laget i fruktlegemet som ligger an mot barken ligner excipulum i farge, og består også av mycelium.

Forstlige

Lyntrær/lynfuru;

Egen definisjon på furuer som er skadet av elektriske utladninger som følge av tordenskyer og lynaktivitet, skaden er en følge av elektriske spenningsforskjeller mellom bakke og luft.

Lyntopp;

Den skadede toppen i lyntreet 0,3-3 m lang, uttørket og ofte grå i farge.

Vedlegg 2
Artsbestemmelser
eget og nordisk Materiale

Funn nr.	oppnav	Sted	Dag	Måned	År	Art	Habitat	Ant. sporer	Spore/ μ m	Asci/ μ m	subiculum	krystaller	sporeform	septas
1	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	101,25X11,25			rett	8
2	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	6	2003	<i>T.pini</i>	<i>P.sylvestris</i>				tilstede			
3	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	120X4,5	157,5X13,5			rett	12
4	Hedmark, Ringsaker	Dempeni	3	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	90X11,25			rett	11
5	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>							
6	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	6	2003	<i>T.pini</i>	<i>P.sylvestris</i>							
7	Hedmark, Ringsaker	Neråsvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		
8	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	135X13,5			rett	7
9	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		
10	Hedmark, Ringsaker	Nerhusvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		
11	Hedmark, Ringsaker	Tomsvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		
12	Hedmark, Ringsaker	Tomsvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4					rett	
13	Hedmark, Ringsaker	Tomsvegen	3	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	101,25X11,25			rett	11
14	Hedmark, Ringsaker	Tomsvegen	6	6	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	140X13,5			rett	11
15	Hedmark, Ringsaker	Tomsvegen	10	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	101,25X4,5	157,5X15,75			rett	10
16	Hedmark, Ringsaker	Bergundhaugen	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	135X15,75			rett	11
17	Hedmark, Ringsaker	Bergundhaugen	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,6	135X13,5			rett	9
18	Hedmark, Ringsaker	Bergundhaugen	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	101,25X13,5			rett	10
19	Hedmark, Ringsaker	Grustaket	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>	4	112,5X4,5	157,5X13,5			rett	8
20	Hedmark, Ringsaker	Dempeni	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		
21	Hedmark, Ringsaker	Dempenivolden	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		
22	Hedmark, Ringsaker	Dempenivolden	16	7	2003	<i>T.fuckellii</i>	<i>P.sylvestris</i>				mangler	mye		

42	Østfold, Hobøl	Hobøl	14	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	122X4,5	101,25X11,25		rett	10
43	Østfold, Hobøl	Hobøl	14	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	
44	Østfold, Spydeberg	Mørk	14	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	
45	Østfold, Spydeberg	Mørk	14	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	122X4,5	115X13,5		rett	9
46	Østfold, Spydeberg	Mørk	14	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	112,5X4,5	90X13,5		rett	8
47	Østfold, Spydeberg	Mørk	19	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	112,5X4,5	101,25X13,5		rett	10
48	Østfold, Spydeberg	Mørk	19	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	101,25X4,5	140X13,5		rett	8
49	Østfold, Spydeberg	Mørk	19	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	
50	Østfold, Spydeberg	Mørk	19	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	112,5X4,5	122X13,5		rett	9
51	Østfold, Spydeberg	Mørk	19	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4		122X13,5		rett	11
52	Østfold, Spydeberg	Mørk	19	12	2003	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	
53	Østfold, Spydeberg	Mørk	20	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	
54	Østfold, Spydeberg	Mørk	20	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	
55	Østfold, Spydeberg	Mørk	20	1	2004		<i>P. sylvestris</i>						
56	Østfold, Spydeberg	Mørk	20	1	2004		<i>P. sylvestris</i>						
57	Østfold, Spydeberg	Mørk	20	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	101,25X4,5	122X15,75		rett	10
58	Østfold, Spydeberg	Espenes	20	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4		135X15,75		rett	11
59	Akershus, Ås	Ås	17	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4		135X13,5		rett	10
60	Akershus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	112,5X4,5	135x15,75		rett	11
61	Akershus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	122X4,5	115X13,5		rett	9
62	Akerhus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004		<i>P. sylvestris</i>						
63	Akerhus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004	<i>T. pini</i>	<i>P. sylvestris</i>	8	90X2,25	122X11,25		sigmoid	3
64	Akerhus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>				mangler	mye	

65	Akerhus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004	<i>T. pini</i>	<i>P. sylvestris</i>	8					sigmoid	
66	Akerhus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>							
67	Akerhus, Ås	Bollerudåsen	17	1	2004		<i>P. sylvestris</i>	4	112,5X4,5	90X11,25			rett	8
68	Akerhus, Ås	Nordby	23	2	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	112,5X4,6	157,5X13,5			rett	11
69	Akerhus, Ås	sandvollen	23	2	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4					rett	10
70	Hedmark, Ringsaker	Pihiske sameie, Kvarstadseter	28	2	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4		160X15,75			rett	12
71	Hedmark, Trysil	Flyplass	28	2	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	120X4,5	120X13,5			rett	7
72	Hedmark, Engerdal	Hylleråsen	28	2	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4		90X13,5			rett	10
73	Hedmark, Engerdal	Drevsjø	28	2	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	120X4,5	157,5X13,5			rett	8
74	Akerhus, Hurdal	Hurdalssjøen hotell	3	3	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	135X4,5	157,5X13,5			rett	9
75	Trondheim	Kristiansten Festning	21	3	2004	<i>T. fuckellii</i>	<i>P. sylvestris</i>	4	118,3X4,5	136,5X15,75			rett	
76	Arendal	Borås Gård	18	3	2004	<i>T. pini</i>	<i>P. sylvestris</i>	8	104,4X3,6	133,2X10,8			sigmoid	4

Opphav	Stedsangivelse	Dag	Måned	År	Art	Ant. Spor	Spore/ μ	Asci/ μ	subiculum	krystaller	sporeform	Habitat	septa
Herbarium Uppsaliensis	Uppland, Uppsala	10	3	1884	<i>T. pini</i>		77,5X3,1				bøyd	<i>P. sylvestris</i>	
Herbarium Uppsaliensis	Uppland, Stockholm			1912	<i>T. fuckellii</i>						bøyd	<i>P. sylvestris</i>	
Herbarium Uppsaliensis	Södermanland, Södertälje, Näset	30	8	1949	<i>T. fuckellii</i>				mangler			<i>P. sylvestris</i>	
Herbarium Uppsaliensis	Östergötland, Gryt	29	7	1958	<i>T. fuckellii</i>	4	139,5X6,2	139,5X21			rett	<i>P. sylvestris</i>	11
Herbarium Uppsaliensis	Gästrikland, Gävle, Tolforsskogen	5	7	1953	<i>T. fuckellii</i>						rett	<i>P. sylvestris</i>	10
Herb. Univ. Ouloensis	Tammela, Mustiala	30	5	1872	<i>T. fuckellii</i>				mangler			<i>P. sylvestris</i>	
Herb. Musei Fennici	Utsjoki, Kevo	21	8	1965	<i>T. fuckellii</i>	4	93X3,1				rett	<i>P. sylvestris</i>	10
Herbarium Uppsaliensis	Gotland, Hemse, oxarfve å	4	8	1897	<i>T. fuckellii</i>				mangler	mye		<i>P. spp</i>	
Herbarium Uppsaliensis	Hälsingland, Färila, Skyte	20	8	1956	<i>T. fuckellii</i>		124X6,2				rett	<i>P. sylvestris</i>	10
Herbarium Uppsaliensis	Uppland, Alsike, Morgastugan	15	7	1974	<i>T. pini</i>							<i>P. spp</i>	
Herbarium Uppsaliensis	Börje, Svinnskinnskogen, Herrhagen	15	7	1974	<i>T. fuckellii</i>				mangler	mye	rett	<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Jämtland, Åre, Enafors	30	9	1963	<i>T. fuckellii</i>				mangler	mye		<i>P. sylvestris</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Danmark	27	7	1899	<i>T. fuckellii</i>				mangler	mye		<i>P. strobilus</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Danmark	25	6	1897	<i>T. pini</i>				tilstede			<i>P. strobilus</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Danmark	30	5	1884	<i>T. fuckellii</i>							<i>P. strobilus</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Sjæll, Hornbekk	7	10	1893	<i>T. fuckellii</i>				mangler			<i>P. strobilus</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Danmark				<i>T. fuckellii</i>				mangler	mye		<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Sjæll. Rude skov		5	1931	<i>T. pini</i>	8	56,25X4,5	112,5X13,5			sigmoid	<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Sjæll. Rude skov		5	1931	<i>T. pini</i>	8	67,5X2,25	78,75X13,5			sigmoid	<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Sjæll. Rude skov		5	1931	<i>T. pini</i>	8	56,25X4,5	112,5X13,5			sigmoid	<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Sjæll. Rude skov		4	1931	<i>T. pini</i>	8	56,25X2,25	90X13,5			sigmoid	<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Bornholm, Almindingen		5	1931	<i>T. pini</i>	8	67,5X2,25	90X15,75			sigmoid	<i>P. spp</i>	
Bot. Mus. Copenh.	Jylland, Ry, Sønderskov	22	5	1983	<i>T. pini</i>		77,5X6,2				sigmoid	<i>P. sylvestris</i>	5
C.A.B	Oppland, Gjøvik, Honne	31	5	1988	<i>T. fuckellii</i>	4					rett	<i>P. sylvestris</i>	10
Herb. Univ. Ouloensis	Kuusamo, Posio, Livojärvi	26	9	1976	<i>T. pini</i>							<i>P. sylvestris</i>	
Herb. Univ. Ouloensis	Tampere, Nirva	24	10	1976	<i>T. fuckellii</i>	4		101,25X9	mangler	mye	rett	<i>P. spp</i>	10
Herb. Univ. Ouloensis	Tiroi, Ötztaler Alpen	24	8	1969	<i>T. fuckellii</i>							<i>P. spp</i>	
Herb. Musei. Kuopioensis	Kuopio		11	1905								<i>P. spp</i>	

Vedlegg 3

Registreringskjema

Funn nr:	Funnsted:	Bestand:
Rute/høyde:	Helling:	Bilde:
Funndato:	Hogstdato:	
Art: Therrya		
Habitat:		
<u>Detaljer om soppen:</u>		
Barktykkelse:		
Andre forhold:		
Forekomst på løs kvist:		
<u>Detaljer:</u>		
Forekomst i trær:		
<u>Detaljer:</u>		
<u>Avstand fra skadested:</u>		