

# Biologisk mangfoldighed i sjællandske løvskove – vedboende svampe

Jørn Kofod<sup>1</sup> og Erik Rald †.

Svampe, der har specialiseret sig i nedbrydning af dødt ved, udgør en artsrig gruppe. Alene i Danmark vurderes det, at der er omkring 1000 arter af storsvampe, som er primært vedboende, og langt de fleste af dem må formodes at være aktive vednedbrydere, der spiller en væsentlig rolle i skovens økosystem (Heilmann-Clausen & Christensen 2000).

En meta-analyse af 120 individuelle sammenligninger af skove i Europa viser, at artsrigdommen af svampe i urørt skov er højere end i forstligt drevet skov (Bergés et al. 2010). Antallet af arter er afhængig af skovens kontinuitet, mængden af dødt ved og store træer. Den store forskel i artsrigdommen mellem urørt skov og forstligt

drevet skov falder med tiden efter ophør af skovdriften. Det indikerer en gradvis genopretning af biodiversiteten (Bergés et al. 2010). Artsantallet af svampe pr. træ stiger betydeligt med øget størrelse på træerne, derfor giver store træer den største biodiversitet. Tillige stiger forekomsten af rødlistede arter med øget diameter på træerne. Det gælder blandt andet for arten Løv-tjærepeposvamp (*Ichnoderma resinotum*) (Heilmann-Clausen & Christensen 2004). Dødt ved i forskellige nedbrydningsstadier har stor betydning for diversiteten af vedboende svampe og en række rødlistede arter er knyttet til dødt ved i skov (Heilmann-Clausen & Christensen, 2004). Store træstammer af dødt ved giver en lang nedbrydningsstid, ofte mere end 35 år, alt efter

træarten. Det giver mulighed for, at mange forskellige svampearter kan kolonisere træstammerne successivt, efterhånden som substratet bliver mere anvendeligt. Mange svampe er meget specifikke i deres substratvalg, derfor har variation af træarterne betydning for, hvilke svampearter der kan gro på det døde ved. Fugtighedsforhold har også væsentlig betydning for forekomsten af svampe, fordi dødt ved i det sene nedbrydningsstadium kan holde på vandet og give gunstige forhold for svampene.

Formålet med denne undersøgelse er at studere biodiversitetsmønstre inden for vedboende svampe i forskellige typer bøgeskove på Sjælland. De forskellige typer af bøgeskove karakteriseres som naturskove

## Summary

### Wood inhabiting fungi in managed and unmanaged forests

We studied wood inhabiting fungi in unmanaged and managed forests (selection cutting or clear-cut) in Zealand, Denmark. This was done using a linetranssect method (50 x 10 m) in 7 different forest areas with both unmanaged and managed stands. Fungi diversity was assessed in the field and was done a single time in the period between the 16<sup>th</sup> October and the 8<sup>th</sup> November 2015.

From 130 different transects; 70 in unmanaged stands, 48 in clear-cut stands, and 12 in selection cutting stands, a total of 134 fungi species were found from 1144 individual observations. The average number of species per transect in the different areas varied greatly from  $2.6 \pm 1.9$  to  $18.5 \pm 6.2$ . Species richness was significantly higher in transects in unmanaged stands compared to clear-cut and selection cutting stands.

The mean number of red-listed species was seven in the unmanaged stands, one in the clearcut stands, and one in the selection cutting stands. Only the red-list species *Plicatura crispata* was observed in the clear-cut stands, and the species has been observed commonly in the recent years, and is therefore expected to be removed in the next version of the Danish red-list. There were only seven red-listed species in the 70 transects

in the unmanaged stands significantly lower number than at a previous survey in 1993. This may be due to an unstable population but may also be related to the design and timing of the present survey late in autumn and only once and in fixed plots.

The study shows the largest amount of dead wood in the unmanaged forests but also large variation in the amount of dead wood ( $m^3$  per ha) of unmanaged stands, which vary from  $43 m^3/ha$  to  $282 m^3/ha$ . The Natura 2000 forest types requires  $45 m^3/ha$  deadwood, if it is characterized as "favorable conservation status". This requirement was generally observed in the unmanaged stands.

The study indicates a correlation between the onset of *Fomes formentarius* and Red List species of fungi in unmanaged forest.

We found insignificantly larger amount of Polypores in Unmanaged forests in accordance with their status as good indicator of the amount of deadwood. In unmanaged forests, the continuous formation of dead wood ensures dead wood in various stages of decomposition, which is necessary for the rare fungi to colonize the area.

**Keywords:** Danish redlist species, dead wood, Polypores, beech, mixed deciduous forests

<sup>1</sup> Jørn Kofod. E-mail: jko@tdcadsl.dk



Foto 1 Børstehåret Savbladhat (*Lentinellus ursinus*). Foto: Tobias Bøllingtoft.

(urørt skov) og kulturskove, hvor der udføres to driftsformer; plukhugst og forstlig drevne skove (renafdrift).

Et andet formål med svampeundersøgelsen er at undersøge mulige sammenhænge mellem mængden af dødt ved og antallet af vedboende svampearter.

#### METODER OG MATERIALER

Fra 7 skovområder på Sjælland med urørt og forstligt drevne bevoksninger (Møller 2017), blev der oprettet i alt 130 transekter (69 i urørt og 60 i drevet skov) á 10 x 50 m

fra kvadratnettes hjørnepunkter og i en tilfældig retning (se Kepfer-Rojas m.fl. 2017, for detaljer). Transekterne er rektangulære felter med en længde på 50 m og en bredde på 10 meter. Svampe blev registreret i transekterne i perioden fra d. 16. oktober til 8. november 2015. Der blev gennemført én registrering pr. transekt. Vi registrerede svampe på såvel levende træer som døde træer, herunder træstubbe, stammer, grene og kviste i skovbunden. Vi arbejdede efter linje transekt metoden for registrering af vedboende svampe på bøg (Warren & Olsen, 1964). Denne omfatter hatsvampe, bugsvampe, poresvampe, barksvampe med pigge eller årer og stomatiske kernevampe.

Udeladt er barksvampe uden ydre kendetegn og non-stromatiske kernesvampe. Til bestemmelse af disse kræves specialviden. Svampene blev primært bestemt i felten ud fra makroskopiske karakterer (inklusive lup, og ved efterfølgende konsultation af bestemmelsesværker). Vi førte lister i felten over de vedboende svampe, som vi fandt i hver enkel transekt. Vi noterede den træslægt, som den pågældende svamp voksede på. En del ikke umiddelbart bestemmelige fund blev hjemtaget til grundigere bestemmelse og mikroskopisk analyse. Danmarks Svampeatlas er anvendt som en metode til bestemmelsen af svampefundene. Data er indtastet i Svampeatlas og i Tabel 3 bagerst i artiklen.

Fotodokumentation af sjældne svampe blev foretaget i felten (billeder 1-5, frugtleget).

Tabel 1. Tabel over lokaliteter med fund af antal svampearter, antal registreringer, antal arter pr. transekt, beregning af biodiversitet (Shannon diversitet - eksponentiel), registeret mængde dødt ved og antal poresvampe pr lokalitet. Antal arter pr. transekt og Shannon er angivet med standardafvigelsen.

*The investigated forests, type of forest management, number of species and specimens, number of transects and species per transect, Shannon diversity (exponential), dead wood and number of polypores.*

Lokalitet	Driftsform	Antal arter	Antal registreringer	Antal transekter	Arter pr. transekt	Shannon diversitet eksponentiel	Mængde dødt ved m <sup>3</sup> /ha	Antal poresvampe pr. transekt
Farum Lillevang_B	Renafdrift	45	75	4	18 ± 2,2	18,1 ± 1,8	na	5,3
Jonstrup Vang_B	Renafdrift	25	42	5	7,4 ± 2,9	7,7 ± 2,5	10	1,4
Næsbyholm	Renafdrift	35	66	21	2,6 ± 1,9	8,1 ± 8,3	5	0,3
Nørreskov_B	Renafdrift	27	42	5	8 ± 4,1	7,6 ± 3,6	22	2
Strøgårdsvang	Renafdrift	42	110	13	7,6 ± 2,8	8,1 ± 3,3	na	1,4
Bredvig Mose_B	Plukhugst	24	30	4	7,5 ± 5,7	8,1 ± 5,4	59	2
Rådmandshave_CD	Plukhugst	32	51	8	5,9 ± 2,6	5,8 ± 2,6	21	3
Bredvig Mose_A	Urørt	43	86	9	9,3 ± 5,6	12,2 ± 7,5	130	3
Farum Lillevang_A	Urørt	44	77	4	18,5 ± 6,2	18,8 ± 5,5	72	3,3
Jonstrup Vang_A	Urørt	38	50	5	10 ± 6,4	9,1 ± 5,6	75	3
Nørreskov_A	Urørt	38	69	5	12,8 ± 4,5	12,6 ± 4	142	2,6
Rådmandshave_AB	Urørt	35	69	7	9 ± 4,5	9,2 ± 4,1	43	3,9
Strødam_1	Urørt	43	99	10	10,3 ± 4,8	12,3 ± 7,8	85	2
Strødam_2	Urørt	45	94	8	10,5 ± 5,9	10,5 ± 5,6	282	1,1
Suserup Skov_A	Urørt	59	184	22	7,8 ± 4,9	9,3 ± 7,1	124	2,3

Rødliste arter	Dansk navn	Rødlistekategori	Forstlig drevet					Pluk-hugst		Urørt skov						
			Farum Lillevang_B	Jonstrup Vang_B	Næsbyholm	Nørreskov_B	Strøgårdsvang	Bredvig Mose_B	Rådmandshave_CD	Bredvig Mose_A	Farum Lillevang_A	Jonstrup Vang_A	Nørreskov_A	Rådmandshave_AB	Strødam_1	Strødam_2
<i>Flammulaster muricata</i>	Pigget grynskælhat	EN								1						
<i>Hericium coralloides</i>	Koralpigsvamp	NT							1					1*		1*
<i>Ischnoderma resinosum</i>	Løv-tjæreporesvamp	EN						1			2					2
<i>Lentinellus ursinus</i>	Børstehåret Savbladhat	EN							1*							1
<i>Plicatura crispa</i>	Krusblad	NT	1	1	1	2				2		2	2	2	1	1
<i>Pluteus umbrosus</i>	Skygge-skærmhat	NT							1			1				1
<i>Polyporus badius</i>	Kastaniebrun stilkpore-svamp	NT														1

Data er bearbejdet med henblik på at op-gøre mangfoldigheden af arter i skovom-råderne med de tre driftsformer intensiv hugst (renafdrift), plukhugst og urørt skov. Feltarbejdet med registrering af svampe blev udført af cand.scient. Jørn Kofod, cand. mag. Tobias Bollingtoft og cand. scient. Erik Rald.

Forskelle mellem antallet af arter per transekt mellem driftstyperne blev testet med en model, der tager højde for prøvetagningsstørrelse og områdernes indbyrdes forskelle. Analysen er lavet i statistikprogrammet R (R Core Team, 2013) med funktionen 'lme4' (Bates et al. 2014). Shannons diversitet er udregnet som det gennemsnitlige antal effektive arter pr. transekt ved hjælp af programmet EstimateS (Colwell, 2013), og er estimeret ud fra den frekvensvise fordeling (presence/absence) af svampearter i transekterne for hver lokalitet. Estimatet er angivet med standardafvigelsen. I begge analyser er ubestemte (sp.) arter udeladt.

## RESULTATER

### Biodiversitet

Der blev i alt registreret 134 forskellige svampearter (inklusive Honningsvamp sp.) fra 1144 registreringer af svampe-frugt-

Tabel 2. Oversigt over fund af rødlistede arter med angivelse af navn, driftsform, rødlistekategori og skovområde i 2015. Rødliste kategori: RE (Forsvundet), CR (Kritisk truet), EN (Moderat truet), VU (Sårbar), LC (Ikke truet), NT (Næsten truet), NE (Ikke bedømt) – hentet fra Wind & Pihl (2004). Koralpigsvamp (*Hericium coralloides*) er også registreret i Strødam\_2 og Suserup udenfor transekterne. (\*)

*Red listed fungal species and the number of observations in relation to forest and management type. From left the intensively managed forests, selectively managed forests and unmanaged forests. The red list categories EN=moderate threatened, NT=near to threatened. \* indicates that the species was also found outside the transects.*

legemer i de 130 transekter. Antallet af arter pr. transekt er stærkt varierende mellem lokaliteterne med  $2,6 \pm 1,9$  i Næsbyholm og  $18,5 \pm 6,2$  i Farum Lillevang\_A (Tabel 1).

Antallet af arter pr. transekt var overordnet set signifikant højere i de urørte bevoksninger sammenlignet med bevoksninger med renafdrift ( $P > 0.001$ ) og plukhugst ( $P = 0.034$ ), men ingen forskel blev fundet mellem renafdrift og plukhugst (Figur 1). Både den urørte og den forstligt drevne del i Farum Lillevang havde et højt antal arter pr. transekt sammenlignet med resten af lokaliteterne (Tabel 1) og afviger dermed fra det generelle mønster med flest arter i de urørte skove. Der blev ikke fundet nogen signifikant forskel på artssammensætningen i den urørte og forstligt drevne del i Farum Lillevang (PERMANOVA:  $F = 1.4$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.19$ ).

### Sjældne og rødlistede artsfund

Vi fandt få sjældne rødlistede arter ved vores besøg på de enkelte lokaliteter i forhold til dem, som blev beskrevet fra undersøgelsen i 1995 (Møller 1997). En oversigt over rødlistede artsfund fra undersøgelsen i 2015 kan ses i Tabel 2.

**Krusblad** (*Plicatura crispa*) blev registreret i 10 ud af 15 lokaliteter. Krusblad i Danmark har været betragtet som uddød men er nu veletableret og under rivende udvikling. Årsagerne bag artens forsvinden og genindvandring i Danmark er ukendte (Svampeatlas 2017). Alle steder den er blevet registreret er den tilsyneladende stabil. Det formodes at Krusblad vil ændre status i rødlisten ved næste revision. Det vurderes, at den ikke er egnet som indikator for skovens naturkvalitet, fordi den findes i både forstlig skov med renafdrift og urørt skov.

**Løv-tjæreporesvamp** (*Ischnoderma resinosa*) (Foto 2) er tilknyttet store faldne løvtræsstammer og højstubbe fortrinsvis af bøg, og den synes at være snævert tilknyttet længe urørte naturskovsmiljøer. Løv-tjæreporesvamp er vidt udbredt i Europa mod nord til Danmark og Skåne. Den er tilknyttet gamle naturskove og anses på europæisk plan som indikator for særligt værdifulde naturskove af bøg med høj dødvedskontinuitet (Heilmann-Clausen & Christensen 2004). Løv-tjæreporesvampen er tilsyneladende under spredning. Den er fundet på 298 lokaliteter i Jylland og på Fyn, Sjælland, Lolland samt Bornholm. Arten blev ikke registreret i Rådmandshave\_CD i 1995.

**Skygge-skærmhat** (*Pluteus umbrosus*) (Foto 3) er vidt udbredt i de tempererede dele af den nordlige halvkugle, men er generelt sjælden i Europa. Arten anses på europæisk plan som indikator for særligt værdifulde naturskove af bøg med høj dødvedskontinuitet (Heilmann-Clausen & Christensen 2004). Den blev registreret i Nørreskov\_A i 1995 og 2015 og i Bredvig Mose i 2015, men ikke registreret i 1995 fra Bredvig Mose.

**Pigget grynskælhat** (*Flammulaster muricata*) vokser på stammer af løvtræer især bøg. Den er sjælden i Danmark og kendes kun fra få urørte naturskove i Jylland, på Sjælland og Møn. I alt er der angivet 41 fund af svampen (Svampeatlas 2017). Arten er ikke fundet i undersøgelsen i 1995.

**Skærmagtig Rødblad** (*Entoloma pluteisimilis*) (Foto 4) er en vedboende Rødblad-art, som er en ny art for Danmark. Den blev opdaget inden for få dage både i Suserup og i Grib Skov. Den blev beskrevet som ny for videnskaben i 2004, fra Spanien

(Noordeloos 2004) og er siden fundet i Ungarn, Italien og Nordtyskland (Bøllingtoft & Heilmann-Clausen 2016). Svampen blev først fundet i et område af Gribskov, der har bøgetræer helt tilbage fra 1778. Den er netop kendetegnet ved at vokse på råddent træ i naturlige skove, så det er bemærkelsesværdigt, at nogle af vores få urørte skovområder i Danmark nu huser sådan en sjælden art.

#### Artssammensætning

Den polære ordination viser, at Tøndersvamp (*Fomes fomentarius*) og de rød-

listede arter ofte forekommer samtidig på lokaliteterne (Figur 2). Tøndersvampen, som findes på stammer, høje stubbe og tykke grene af løvtræer især bøg og birk, er særligt hyppig i udlevede bevoksninger af birk og bøg, hvor træerne er ved at nå deres maksimale alder. Tøndersvampen indgår som en indikatorart til overvågningen af skovhabitattyper (Rune m.fl. 2007).

#### Dødt ved

Mængden af dødt ved er korreleret med antallet af svampearter pr. transekt (Figur 3). Korrelationen er signifikant ( $P < 0,0001$ )



Foto 2. *Ischnoderma resinosa* fra Rådmandshave. Foto: Tobias Bøllingtoft.

Foto 3. Skygge-skærmhat (*Pluteus umbrosus*) Foto: Tobias Bøllingtoft.

Foto 4. Skærmagtig Rødblad (*Entoloma pluteisimilis*). Foto: Tobias Bøllingtoft.

Foto 5. Korallpigsvamp (*Hericium coralloides*). Foto: Jørn Kofod.

og beskrives bedst med en mætningskurve med formlen:

$$\frac{N_{max}}{1 + a \cdot \exp(-k \cdot DW)}$$

Hvor  $N_{max} = 15,3 (\pm 1.95)$ ,  $a = 1,31 (\pm 0.32)$ ,  $k = 0.00765 (\pm 0.00391)$  og  $DW =$  mængden af dødt ved ( $m^3/ha$ ) pr transekt ( $10 \times 50$  m), gennemsnit  $\pm$  standard error i parentes.

#### Poresvampe som indikatorer

I forbindelse med skovkortlægningen anvendes poresvampe som en generel indikator for dødt ved. Denne undersøgelse viser, at antallet af poresvampe i forstlig drevet skov ligger gennemsnitligt på 2 pr. transekt, og et tilsvarende antal for skove, hvor der foretages plukhugst. I urørt skov ligger det gennemsnitlige antal på ca. 3 pr. transekt. Der er altså et større antal poresvampe i den urørte skov, hvor der findes mest dødt ved under nedbrydning (Ejrnæs et al. 2014). Antallet af poresvampe er en brugbar indikator til at kortlægge skove med dødt ved, men denne undersøgelse viser også, at forskellene i poresvampe mellem de tre driftsformer ikke er signifikant forskellige.

#### DISKUSSION

Et tilbagevendende problem med at registrere svampe er, at det må foretages på baggrund af frugtleger, hvis forekomst bortset fra de flerårige, er stærk svingende fra år til år. Det betyder, at der kun registreres frugtleger, mens resten af hovedmassen af organismen, myceliet, findes skjult i det substrat svampen vokser på. De fleste svampe er kortlevede. Frugtleget af en typisk lille hatsvamp vil holde ca. en uge, en stor op til to uger og kun særlige arter som f.eks. poresvampe kan holde 1-2 måneder eller er flerårige.

Svamperegistrering kræver en omfattende feltindsats, der involverer flere besøg i flere forskellige år, hvis man skal have et rimeligt komplet billede. Vi har fået et øjebliksbil-



lade af en økologisk svampegruppe, som i et ellers temmelig dårligt svampeår pga. vandmangel var fremme i et nogenlunde antal netop i vores undersøgelsesperiode fra d. 16. oktober til d. 8. november 2015. Beregning af biodiversitet kræver årelange studier med mange hyppige besøg på et sted for at beregne en troværdig biodiversitet. Men undervejs gennem årene kan man risikere, at arter forsvinder, og der kommer nye arter til lokaliteten.

Der er imidlertid også problemer, når sammenhæng mellem ved og svampe skal undersøges. For svampene er ved ikke bare ved, der er stor forskel på, hvor egnet veddet er for de enkelte arter, afhængigt af træernes alder, og selvfølgelig også træslægt. Lige efter at et større træ er faldet, vil der være mange frugtleger, der udgøres af få arter, og efterhånden som årene går, vil der komme flere, og i vid udstrækning også andre arter.

Værtsspecifikke svampe kan være meget selektive i valg af værtstræ og vedkvalitet. Generelt er der givetvis tale om en tilpasning til den specielle vedkemi, der er karakteristisk for hver enkelt træart, bestemt bl.a. ud fra forekomsten af hemicellulose,

garvestoffer og harpiksstoffer. Der kan også være tale om en tilpasning til særlige, artsspecifikke forhold, der gælder i det levende træ. I hvert fald er værtsspecificitet og -selektivitet særlig udbredt blandt biotrofe parasitter, dvs. arter der danner kerneråd, og endofytter - arter der inficerer træet, mens det endnu er i live.

Forskellen mellem lokaliteterne beror især på de sjældne arter, hvis forekomst og registrering i høj grad kan bero på tilfældigheder, fordi transekterne ikke nødvendigvis dækker de gode steder med sjældne arter. Til næste år er det sikkert nogle helt andre arter, som vil kunne findes.

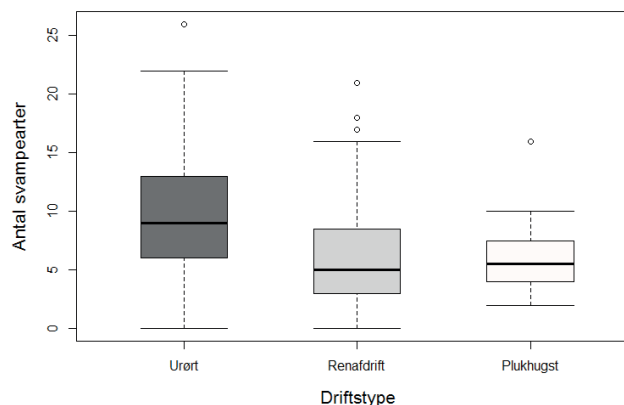
En ulempe ved anvendelse af linje transekt metoden er, at man ikke får en dækkende undersøgelse, f.eks. fandt vi Korallpigsvamp (*Hericium coralloides*; foto 5) i Strødam og Suserup Skov udenfor transekterne. Metoden sikrer ikke, at man får alle de gode steder med, hvor de rødlistede svampearter findes, og den bør suppleres med en gennemgang af områderne for rødlistearter.

Shannon diversitet indeks er det mest kendte indeks til beregning af biodiversitet, idet det tager højde for både artsantallet

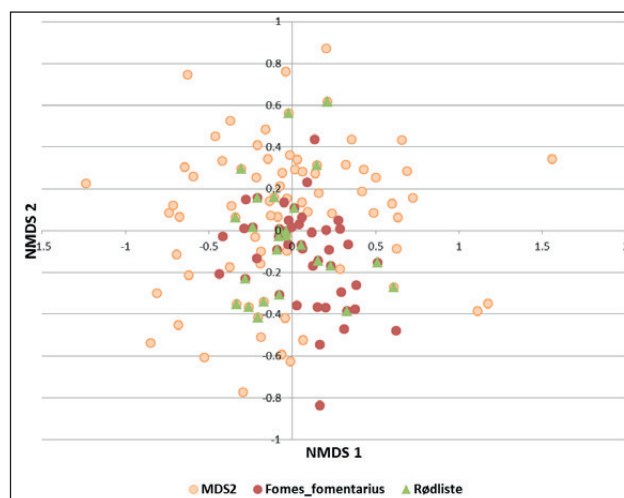
og artsfordelingen på en gang. Det højeste Shannon diversitet indeks fandt vi i Farum Lillevang\_A og Farum Lillevang\_B, hvor der er fundet hhv. 45 og 44 arter i de 4 transekter, som er udlagt i de to lokaliteter. Det skal bemærkes, at Farum Lillevang\_B er forstligt drevet, og derfor kunne man forvente et færre antal arter. Også i Bredvig Mose\_B forventede vi meget lav diversitet, da der udføres plukhugst og skoven er drænet med grøfter og har en meget lav mængde dødt ved ( $2 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Det betyder, at nedbør hurtigt bliver ledt bort, så svampene får svært ved at etablere frugtlegermer. På trods af de vanskelige forhold blev der registreret 24 svampearter i 4 transekter.

Der er registreret 59 forskellige svampearter i Suserup Skov, og dermed har skoven den største diversitet af alle undersøgte skovområder, hvis der ikke tages højde for, at antallet af transekter også er højest i Suserup. Suserup Skov er den ældste urorte skov i forsøget, og den har en høj mængde dødt ved pr. ha ( $124 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), og der bliver kontinuert tilført dødt ved. Det medfører, at der findes dødt ved i forskellige nedbrydningsstadier. Derudover skal det nævnes, at der er forskellige træarter, som bøg, hyld, eg, ask, ahorn og kirsebær. Variationen i antal træarter har også betydning for hvilke svampe der vil kolonisere området. Nogle svampe er generalister og kan vokse på flere træarter, mens andre er meget specifikke med hvilken træart, der kan koloniseres. Således vil en blandingskov indeholde flere forskellige svampearter end en skov med kun én træart.

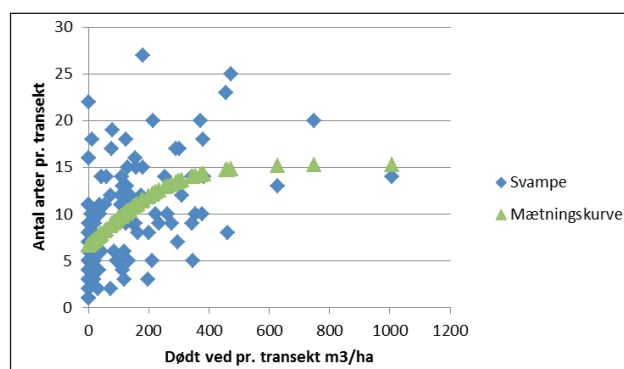
Vi fandt Aske-Bæltekugle (*Daldinia concentrica*), som er velkendt fra Bredvig Mose, men i 2015 var den tilstede i forbløfende mængder, i alt blev den fundet på 4 ud af 14 undersøgte transekter. Derimod observerede vi den ikke på de andre lokaliteter, selvom der er store mængder af dødt asketræ flere steder som følge af de senere års angreb af Asketoptørre-Stilkskive (*Hymenoscyphus fraxineus*). Aske-Bæltekugle vokser næsten udelukkende på ask, men er også fundet på værttræet poppel (*Popu-*



Figur 1. Antal svampearter pr. transekt i de forskellige driftstyper. Boxplot med minimum, maksimum, median, 25 % kvartil og 75 % kvartil. *The number of fungal species per transect in the three forest management types, from left unmanaged forests, intensively managed forests with clearcut and selective managed forests. Boxplot with min, max and median, 25 and 75 % quantile.*



Figur 2. NMDS ordination af arts-sammensætningen i transekterne, specifikt er Tøndersvamp (*Fomes fomentarius*) og de rødlistede svampearter fremhævet. *NMDS ordination of species composition in the transects. The red dots are Fomes fomentarius and the green dots the red listed species.*



Figur 3. Korrelation mellem mængden af dødt ved og antal svampearter. Grafen viser at der er en korrelation mellem mængden af dødt ved og antallet af registrerede svampe pr. transekt. *Correlation between dead wood ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) and fungal species per transect.*

lus). Vi fandt Hassel-læderskive (*Encoelia furfuracea*) på dødt ved af Rød-El (*Alnus glutinosa*) i Bredvig Mose\_A (urørt skov), hvilket er en sjældenhed, fordi den normalt kun gror på hassel (*Corylus*).

I den urørte skov på den mest artsrige lokalitet, Farum Lillevang\_A, blev der registreret 44 arter i 4 transekter (2000 m<sup>2</sup>), mens der blev registreret 59 arter i 22 transekter (11000 m<sup>2</sup>) i Suserup Skov. Forskellen i registrerede antal arter kan ikke skyldes forskellen i mængden af dødt ved, da den var størst i Suserup, men veddets nedbrydningsgrad, lokale abiotiske miljøfaktorer samt at der kun blev foretaget én måling i svampesæsonen, kan være mulige forklaringer.

I skove med renafdrift ligger medianværdien for artsantal pr. transekt på 5 og i skove med plukhugst ligger medianværdien for artsantal pr. transekt på 5.5, mens medianværdien for antal arter pr. transekt i urørt skov ligger på 8.5. Grunden til at antallet af svampearter i transekterne i skove med renafdrift og plukhugst er forholdsvis højt kan skyldes, at nogle svampe ikke er så specifikke med hensyn til kvaliteten og mængden af dødt ved. Der vil ofte være mange stubbe og rester af grene, selvom mængden af dødt ved pr. ha er lille, (Kepfer-Rojas m.fl. 2017). Det understreges af, at de rødlistede svampe næsten udelukkende blev fundet i urørt skov med meget dødt ved i forskellige nedbrydningsstadier.

#### Tidligere undersøgelser

I 1995 blev der fundet 17 rødlistede arter i tilknytning til store stammer af især bøg på fugtige steder i modsætning til 7 arter fra 2015. Det skal tilføjes, at undersøgelsen i 1995 ikke blev udført systematisk efter linje transekt metoden. Derimod blev undersøgelsen udført som en generel undersøgelse af området med interessant svampeflora i tilknytning til døde stammer af især bøg på fugtige steder og 3 besøg på lokaliteterne.

De 15 lokaliteter er tidligere undersøgt for svampe i vidt forskelligt omfang. Strødam

er en velundersøgt lokalitet takket være Thomas Læssøes mangeårige arbejde, og i Suserup Skov har Jacob Heilmann-Clausen og Morten Christensen gjort omfattende studier. Der er stor forskel på de lange artslistes fra disse lokaliteter, som er registreret i Danmarks svampeatlas, og de få arter, vi fandt (www.svampeatlas.dk). Det skal understreges, at kun Suserup Skov kan sammenlignes med data fra Danmarks svampeatlas, idet denne lokalitet er den eneste, hvor forsøgsområdet dækker hele lokaliteten. Stiftelsen Sorø Akademi, der bl.a. ejer Suserup Skov, har samlet litteratur om Suserup Skov (Stiftelsen Sorø Akademi). Henning Knudsen undersøgte forsøgsområder i 1995, ikke med henblik på specielt vedboende svampe, men på sjældnere svampe generelt (Knudsen 1997).

Knudsen registrerede rødlistede arter uden brug af prøveflader, mens man i nærværende undersøgelse holdt sig til de udlagte transekter og registrerede alle arter inden for protokollen. Der burde være brugt et par mandetimer på at gennemse forsøgsområderne for områder med optimale betingelser for svampe til udarbejdelse af en supplerende artsliste.

#### KONKLUSIONER

Undersøgelsen viser, at der er signifikant flere svampearter pr. transekt i urørt skov sammenlignet med plukhugst drevet skov og skov med renafdrift. Dette kan bl.a. tilskrives manglen på egnet dødt ved. Undersøgelsen viser, at der er stor variation i mængden af dødt ved (m<sup>3</sup> pr. ha) i urørt skov, varierende fra 43 m<sup>3</sup>/ha til 282 m<sup>3</sup>/ha. I Natura 2000-skovtyper kræves der 45 m<sup>3</sup>/ha dødt ved, hvis det skal have en "gunstig bevaringsstatus". Dette krav kan generelt overholdes i de urørte naturskove.

– I forstligt drevet skov med renafdrift mangler de rødlistede svampearter bortset fra Krusblad (*Plicatura crispa*), som er meget udbredt de senere år, og derfor forventes at blive taget af rødlisten ved næste revision.

- Der blev kun fundet 7 rødlistede arter i 70 transekter i urørt skov, hvilket tyder på at populationerne er meget variable. Om det kan relateres til, at flere af populationerne af de rødlistede arter er truet, kan vi ikke konkludere ud fra nærværende studie.
- Undersøgelsen viser, at der er en sammenhæng mellem forekomst af Tøndersvampe og rødlistede svampearter i urørt skov
- Vi fandt at mængden af poresvampe i urørt skov er størst. Poresvampe er relateret til dødt ved og det er vigtigt, at der i de urørte skove sker en kontinuerlig tilførsel af dødt ved i forskellige nedbrydningsstadier, som er nødvendig for at sjældne svampe kan kolonisere området.

#### TAK

15. Junifonden takkes for støtte til at denne undersøgelse kunne gennemføres. Samtidig vil vi takke Professor Inger Kappel Schmidt, seniorforsker Vivian Kvist Johannsen, postdoc Sebastian Kepfer Rojas og ph.d. studerende David Bille Byriel for støtte og opmuntring til at afrapportere registreringerne. En særlig tak til cand. scient. Torben Riis-Nielsen for databearbejdning og værdifuld vejledning. Tak til Thomas Læssøe og Jacob Heilmann-Clausen for bestemmelse i Danmarks Svampeatlas.

#### CITERET LITTERATUR

- Bates D, Maechler M, Bolker B & Walker S 2014. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version, 1(7).
- Bergès, L. et al. 2010. Does biodiversity differ between managed and unmanaged forests? A meta-analysis on species richness in Europe. *Conservation Biology* 24: 101-112.
- Bøllingtoft T, Heilmann-Clausen J 2016. Skærmhatagtig Rødblåd (*Entoloma pluteisimilis*) ny for Danmark – to steder på to dage. – *Svampe* 73: 22-23.

- Colwell RK 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Ejrnæs R, Petersen AH, Bladt J, Bruun HH, Moeslund JE, Wiberg-Larsen P & Rahbek C (2014). Biodiversitetskort for Danmark. Udviklet i samarbejde mellem Center for Makroøkologi, Evolution og Klima på Københavns Universitet og Institut for Bioscience ved Aarhus Universitet. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 96 s. Videnskabelig rapport fra DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, (112).
- Heilmann-Clausen J & Christensen M 2004. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *For. Ecol. Manage.* 201: 105–117.
- Heilmann-Clausen J & Christensen M, 2000. Introduktion til vedboende svampe. *Svampe* 41.
- Kepfer-Rojas S, Riis-Nielsen T, Schmidt IK, Byriel DB, Justesen MJ, Nielsen AO, Alban M, Johannsen VK 2017. Struktur med betydning for biodiversiteten i urørt og førstligt drevet skov. *Flora og Fauna* 123 (2-4).
- Knudsen H 1997. *Svampe. I: Møller PF. Biologisk mangfoldighed i dansk natur-skov: en sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) p121-123.*
- Møller PF 1997. *Biologisk mangfoldighed i dansk natur-skov: en sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS). 184 pp.*
- Møller PF 2017. *Biologisk mangfoldighed i naturskov - en sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove. Projektets baggrund og formål. Flora & Fauna. 123 (2-4).*
- R Core Team (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from <http://www.R-project.org/>.
- Rune F, Aude E & Heilmann-Clausen J 2007. 25 danske indikator-arter (svampe, mosser og laver) til overvågning af skovhabitat-typer (NOVANA). – Upubliceret rapport, Skov & Landskab og DMU, 26 sider.
- Stiftelsen Sorø Akademi. <http://www.stiftsor.dk/skovbrug/suserup-skov/litteratur-om-suserup-skov/>
- Svampeatlas.dk – database over danske svampefund. Foreningen til svampekundskabens fremme. Administreret af Frøslev T, Heilmann-Clausen J, Lange C, Læssøe T, Petersen JH, Søchting U, Jeppesen TS, Vesterholt J†. online [www.svampeatlas.dk](http://www.svampeatlas.dk) (10.1.2017).
- Warren WG & Olsen PF 1964. A line intersect technique for assessing logging waste. – *For. Sci.* 10: 267–276.
- Wind P, Pihl S 2004. The Danish Red List. The National Environmental Research Institute, University of Aarhus, available from [redlist.dmu.dk](http://redlist.dmu.dk) (last updated April 2010).

## SUPPLERENDE MATERIALE

Tabel 3. Oversigt over lokaliteter, driftsform (almen hugst, plukhugst og urørt skov) samt summen af antal arter, herunder antal poresvampe og antal arter pr. transekt.

Latinsk navn	Dansk navn	Almen hugst					Pluk hugst	Urørt skov							sum	Poresvampe		
		Farum Lillevang_B	Jonstrup Yang_B	Næsbyholm	Nørreskov_B	Strogårdsvang	Bredvig Mose_B	Rådmandshave_CD	Bredvig Mose_A	Farum Lillevang_A	Jonstrup Yang_A	Nørreskov_A	Rådmandshave_AB	Strodam_1	Strodam_2		Suserup Skov	FUND
<i>Annulohypoxylon cohaerens</i>	Sammenflydende kulbær	1			1	1				1	1	3		1	2	1	12	
<i>Annulohypoxylon multiforme</i>	Foranderlig kulbær						2										2	
<i>Antrodiella serpula</i>	Gulrandet elastikporesvamp													1		1	2	1
<i>Armillaria</i> sp.	Honningsvamp sp.	3	5	2	2	8	3	3	6	3	3	5	6	6	7	3	65	
<i>Ascocoryne cylichnium</i>	Stor sejskive			1		1					1	1		1		3	8	
<i>Ascocoryne sarcoides</i>	Rødlilla sejskive				1								2	2			5	
<i>Ascodichaena rugosa</i>	(tom)			6		3		1								7	17	
<i>Athelia arachnoidea</i>	Randet barkhinde													1			1	
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Almindelig judasøre									2						4	6	
<i>Bisporella citrina</i>	Almindelig gulskive			1													1	

Latinsk navn	Dansk navn	Almen hugst					Pluk hugst		Urørt skov							sum	Poresvampe	
		Farum Lillevang_B	Jonstrup Vang_B	Næsbyholm	Nørreskov_B	Strøgårdsvang	Bredvig Mose_B	Rådmandshave_CD	Bredvig Mose_A	Farum Lillevang_A	Jonstrup Vang_A	Nørreskov_A	Rådmandshave_AB	Strødam_1	Strødam_2	Suserup Skov		FUND
Bjerkandera adusta	Sveden sodporesvamp	1				1	1	2	3	1	1		2			2	14	1
Bulgaria inquinans	Afsmittende topsvamp										1		1				2	
Byssocorticium atrovirens	Blå førnehinde	2	1		1	1											5	
Calocera cornea	Liden guldgaffel	1	1		1	1				1							5	
Ceriporia excelsa	(tom)								1								1	
Cerocorticium confluens	Glat naftalinskind									1							1	
Chlorociboria aeruginascens	Almindelig grønskive							1								2	3	
Chondrostereum purpureum	Purpur-lædersvamp					1	1		1		1		2				6	
Coniophora puteana	Gul tømmer svamp														1		1	
Coprinellus micaceus	Glimmer-blækhat	2		2			1		3	1	1		1		3		14	
Crepidotus cesatii	Almindelig muslingesvamp				1			1									2	
Crepidotus mollis	Blød muslingesvamp			1					1				2				4	
Cylindrobasidium laeve	Sprækkehinde			1													1	
Dacrymyces stillatus	Almindelig tåresvamp	1								1			2		1		5	
Daedaleopsis confragosa	Rødrende læderporesvamp							1	1								2	1
Daldinia concentrica	Aske-bæltekugle						1		3								4	
Datronia mollis	Blød begporesvamp								1		1			1			3	1
Dendrothele acerina	Navr-barkskind											2					2	
Diatrype disciformis	Kant-kulskorpe	1		4		4		1	2	1	2		1	1	8		25	
Diatrype stigma	(tom)													1	1		2	
Encoelia furfuracea	Hassel-læderskive								1								1	
Eutypa spinosa	Grov kulskorpe	2			1		1	3	2		1		2	1	10		23	
Exidia nucleata	Klar bævretop										1			1	1		3	
Exidia pithya	Gran-bævretop	1															1	
Exidia plana	Almindelig bævretop	1	1						1	1	1	1	1				8	
Fistulina hepatica	Oksetunge														2		2	1
Flammulaster carpophilus	Bøge-grynskælhat													1			1	
Flammulaster muricata	Pigget grynskælhat									1							1	
Fomes fomentarius	Tøndersvamp	2			1	3		3	4	3	2	4	4	3	2	15	46	1
Fomitopsis pinicola	Randbæltet hovporesvamp				1			1			1	1		1			5	1
Fuscoporia ferrea	Skorpe-ildporesvamp															1	1	1
Galerina marginata	Randbæltet hjelmhat			1		3		2	2	2		2	2	2	2	2	20	
Ganoderma applanatum	Flad lakporesvamp							2	2	1		2		1	1	1	10	1
Gloeophyllum sepiarium	Fyrre-korkhat	1															1	1
Gymnopilus penetrans	Plettet flammehat					4											4	
Hericium coralloides	Koralpigsvamp								1								1	
Hymenochaete rubiginosa	Stiv ruslædersvamp	1				1		2			1		1			4	10	
Hymenoscyphus fraxineus	Asketoptørre-stilkskive													4			4	
Hyphodontia paradoxa	Hvid tandsvamp	2								1	1	1				1	6	
Hyphodontia sambuci	Hyldehinde															2	2	
Hypholoma fasciculare	Knippe-svovlhat	3	1	3	3	8		1	2	2	3	4	1	2	3	2	38	
Hypholoma lateritium	Tegl rød svovlhat		1		1												2	
Hypholoma tuberosum	Knippe-svovlhat													1			1	

Latinsk navn	Dansk navn	Almen hugst					Pluk hugst		Urørt skov							sum	Poresvampe	
		Farum Lillevang_B	Jonstrup Vang_B	Næsbyholm	Nørreskov_B	Strøgårdsvang	Bredvig Mose_B	Rådmandshave_CD	Bredvig Mose_A	Farum Lillevang_A	Jonstrup Vang_A	Nørreskov_A	Rådmandshave_AB	Strødam_1	Strødam_2	Suserup Skov		FUND
<i>Hypomyces aurantius</i>	Almindelig snylteskorpe	1															1	
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	Kuljordbær	4	3	1	1	2		2	3	2	2		5	4	7		36	
<i>Hypoxylon macrocarpum</i>	Skorpe-kulbær						1								1		2	
<i>Ischnoderma resinosum</i>	Løv-tjæreporesvamp							1		2					2		5	1
<i>Kretzschmaria deusta</i>	Stor kulsvamp	1	1	3	2	5		1	2	2	2		1	1	3		24	
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>	Foranderlig skælhat	3	2	1		7			1		2						16	
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Svovlporesvamp														1		1	1
<i>Laxitextum bicolor</i>	Tvefarvet lædersvamp					1											1	
<i>Lentinellus cochleatus</i>	Anis-savbladlæderhat					1											1	
<i>Lenzites betulina</i>	Birke-læderporesvamp							1									1	1
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	Pære-støvbold			5	2	1		4		3	1	3	1	3	2	4	29	
<i>Lentinellus ursinus</i>	Børstehåret Savbladhat								1									
<i>Macrotyphula fistulosa</i>	Pibet rørkølle							1	1								2	
<i>Marasmius rotula</i>	Hjul-bruskhat	1		1						1	1	1			4		9	
<i>Megacollybia platyphylla</i>	Bredbladet væbnerhat					1		1					2	1			5	
<i>Mensularia nodulosa</i>	Bøge-spejlporesvamp				2	1							2		4		9	1
<i>Mensularia radiata</i>	Elle-spejlporesvamp							1	4				2				7	1
<i>Meripilus giganteus</i>	Kæmpeporesvamp					1		1		1			1	1			6	1
<i>Meruliopsis corium</i>	Læder-åresvamp						1	1	1				1				4	
<i>Mycena crocata</i>	Gulmælket huesvamp	2	2		1	3		1	4	4	1	3	2	4	4	6	37	
<i>Mycena galericulata</i>	Toppet huesvamp	2	2	1	3	2		2	4	2	1	1	2	4	5	3	34	
<i>Mycena galopus</i>	Hvidmælket huesvamp						1										1	
<i>Mycena haematopus</i>	Blødende huesvamp	2				1		3	2	1		1	4	3	4		21	
<i>Mycena inclinata</i>	Nikkende huesvamp									1				2	2		5	
<i>Mycena renatii</i>	Smuk huesvamp														2		2	
<i>Mycena sanguinolenta</i>	Rødmælket huesvamp	1	1				1			1							4	
<i>Mycena speirea</i>	Kvist-huesvamp										1	1					2	
<i>Mycena vitilis</i>	Blankstokket huesvamp		1	1		2		1	2	2	1	2		2	6		20	
<i>Mycetinis alliaceus</i>	Stor løghat	4	4	4	5	8	1	1	3	4	2	5	2	9	8	13	73	
<i>Nectria cinnabarina</i>	Almindelig cinnobersvamp	1	2	4		1	1		2				1	1	3		16	
<i>Oudemansiella mucida</i>	Porcelænschat	1			1				3	4	1	2		5	2	1	20	
<i>Panellus stipticus</i>	Kliddet epaulethat			1													1	
<i>Peniophora incarnata</i>	Laksefarvet voksskind	1															1	
<i>Peniophora quercina</i>	Ege-voksskind	1	1							1							3	
<i>Peziza varia (sensu lato)</i>	Ved-bægersvamp								1		1			2	2		6	
<i>Phlebia radiata</i>	Stråle-åresvamp	1						1		1		1		1			5	
<i>Phlebia rufa</i>	Ege-åresvamp	1															1	
<i>Phlebia tremellosa</i>	Bævrende åresvamp		1	2	1				1				1				6	
<i>Pholiota adiposa</i>	Højtsiddende skælhat									2							2	
<i>Pholiota squarrosa</i>	Krumskællet skælhat								1	1							2	
<i>Physisporinus sanguinolentus</i>	Blod-skorpeporesvamp	1								1						1	3	1
<i>Physisporinus vitreus</i>	Mastesvamp			1										1			2	

Latinsk navn	Dansk navn	Almen hugst					Pluk hugst		Urørt skov							sum	Poresvampe	
		Farum Lillevang_B	Jonstrup Vang_B	Næsbyholm	Nørreskov_B	Strøgårdsvang	Bredvig Mose_B	Rådmandshave_CD	Bredvig Mose_A	Farum Lillevang_A	Jonstrup Vang_A	Nørreskov_A	Rådmandshave_AB	Strødam_1	Strødam_2	Suserup Skov		FUND
Piptoporus betulinus	Birkeporesvamp						1	1								2	1	
Pleurotus dryinus	Korkagtig østershat												1			1		
Pleurotus ostreatus	Almindelig østershat				1		1		3	1	1		2	1		10	1	
Plicatura crispa	Krusblad	1		1	1	2			2		2	2	2	1	1	15		
Pluteus cervinus	Sodfarvet skærmhat			1		2		2	1	1	1		3	3	5	19		
Pluteus salicinus	Stiv skærmhat					1				1				1		3		
Pluteus umbrosus	Skygge-skærmhat							1		1					1	3		
Polyporus badius	Kastaniebrun stilkporesvamp														1	1	1	
Polyporus brumalis	Vinter-stilkporesvamp						1									1	1	
Polyporus leptoccephalus	Foranderlig stilkporesvamp		2									1			1	4	1	
Postia alni	Blegblå kødporesvamp	3				2		2		1		2			1	11	1	
Psathyrella piluliformis	Lysstokket mørkhat							1								1		
Psathyrella piluliformis	Lysstokket mørkhat	2	1			5		2		1			1	1		13		
Pseudoclitocybe cyathiformis	Almindelig bægertraghat												1		1	2		
Ramaria stricta	Rank koralsvamp	2									1		1	3		7		
Rutstroemia firma	Gren-brunskive														1	1		
Sarcomyxa serotina	Gummihat									1		2				3		
Schizophyllum commune	Kløvblad		1				2		1	1	1	1	1	1		9		
Scutellinia scutellata	Frynset skjoldbæger					1					1				1	3		
Scytinostroma portentosum	Naftalinskorpe														3	3		
Skeletocutis nivea	Stor krystalporesvamp	3		2		1	1	2	5	1		6	2		5	28	1	
Steccherinum ochraceum	Almindelig skønpig	1		1												2		
Stereum hirsutum	Håret lædersvamp	2		1	2			1	2	1	2	1	5	1	5	23		
Stereum rugosum	Rynket lædersvamp	1	1			1		1		1		3				8		
Stereum subtomentosum	Smuk lædersvamp	2	1							1	1		1	1	1	8		
Trametes gibbosa	Puklet læderporesvamp				2											2	1	
Trametes hirsuta	Håret læderporesvamp		1			1	1	1		1		3		1		9	1	
Trametes versicolor	Broget læderporesvamp	2	2	3	2	3	2	1	1	1	1	2	1		1	22	1	
Tremella foliacea	Kruset bærvsvamp											1				1		
Tremella mesenterica	Gul bærvsvamp			1	1	1		1				2	1	1	1	9		
Trichaptum abietinum	Almindelig violporesvamp					1										1	1	
Tubaria conspersa	Bleg fnughat	1														1		
Tubaria furfuracea	Kliddet fnughat						2									2		
Vuillemina comedens	Almindelig barksprænger						1							1		2		
Xerula radicata	Almindelig pælerodshat							1					2			3		
Xylaria hypoxylon	Grenet stødsvamp	2	3	5	1	12	1	4		3	2	4	3	5	6	9	60	
Xylaria longipes	Slank stødsvamp			1			1						1			1	4	
Xylaria polymorpha	Kølle-stødsvamp									2						2		
Hovedtotal, antal fund		75	42	66	42	110	30	51	86	77	50	69	99	94	184	1144	27	
Antal transekter		4	5	21	5	13	4	8	9	4	5	5	7	10	8	22		
Antal arter		45	25	35	27	42	24	32	43	44	38	38	35	43	45	59		