

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Botaanika osakond

Seente väljasuremine maastiku ja regiooni tasemel

Bioloogia ja elustiku kaitse

Riko Raheste

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Juhendajad

PhD Kadri Runnel

PhD Leho Tedersoo

TARTU 2023

Seente väljasuremine maastiku ja regiooni tasemel

Bakalaureuse töö eesmärk on kokku võtta, mida on teada seeneliikide väljasuremisest. Töös antakse ülevaade erinevatest väljasuremise definitsioonidest, senistest teadmistest globaalsel ja piirkondlikul tasemel väljasuremistest, väljasuremisalimatest seeneliikidest ja väljasuremisohu põhjustavatest teguritest. Ühtegi globaalselt välja surnud seeneliiki pole hetkel ei dokumenteeritud. Mitmed Euroopa regiooni riikide punased nimekirjad on >10 aastat vanad ning neid tuleks uuendada. Töös selgus, et kitsamate ökoloogiliste nišsidega seeneliikide väljasuremisi oli rohkem dokumenteeritud, sest väljasurnud liikide seas enamik olid keskkonnatingimuste osas nõudlikud. Seened on suuremas väljasuremisohus elupaikades ja maastikel, kus leiab aset intensiivse inimtegevus.

Märksõnad: väljasuremine, looduskaitse, regioon, ohustatus

CERCS teadusalad: B230 Mikrobioloogia, bakterioloogia, viroloogia, mükoloogia

Extinction of fungi at landscape and regional scale

The aim of the bachelor thesis is to summarize what is known about the extinction of fungal species. The study gives an overview of different definitions of extinction, current knowledge of global and regional extinctions, fungal species most prone to extinction, and factors causing the threat of extinction. No globally extinct species of fungi have been documented at the moment. Several national red lists in the European region are >10 years old and should be updated. The study revealed that there were more documented extinctions of fungal species with narrower ecological niches, because most of the extinct species were demanding in terms of environmental conditions. Species of fungi are at greater risk of extinction in habitats and landscapes where intensive human activity takes place.

Keywords: extinction, nature conservation, region, endangerment

CERCS research fields: B230 Microbiology, bacteriology, virology, mycology

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Väljasuremise definitsioonid	5
2. Mida teatakse seente globaalsest väljasuremisest?	8
3. Mida teatakse seente väljasuremisest regionaalselt?	11
3.1. Regionaalselt väljasurnud ja väljasuremisohus seente ökoloogia.....	12
3.1.1. Elupaigad	12
3.1.2. Ökoloogilised rühmad	12
3.1.3. Ohutegurid	12
3.2. Kitsamad elupaigaeelistused	14
4. Täiendavad ohutegurid.....	16
4.1. Metsatulekahjud	16
4.2. Väljasuremine peremeesliigiga	16
Arutelu	17
Kokkuvõte.....	19
Kasutatud allikad	24
Lisad.....	30

Sissejuhatus

Seeneriiki võib pidada üheks kõige mitmekesisemaks eukarüootide rühmaks. Seente ökoloogia on mitmekülgne, sest erinevate liikide esindajad võivad käituda patogeenidena ning olla sümbioosis nii taimede, teiste seentega kui ka loomadega. Seened on ka tähtsad orgaanilise aine lagundajad, tagades orgaanilise aine ringlusele biosfääris. (Dix, 2012)

Viimaste aastakümnetega on hakatud üha enam teadvustama, et seened mängivad suurt rolli süvenevate keskkonnaprobleemide lahendamisel (Nic Lughadha *et al.*, 2020). Sarnaselt loomade ja taimedega, on ka seeneliigid inimtegevusest mõjutatud. Seetõttu võivad ka seened elupaigalaikudest, maastikest ja regioonidest kaduda.

Liikide väljasuremist võib nimetada ainsaks tõendiks pöördumatu keskkonnakao kohta, mida tavainimene on laialdaselt aksepteerinud (Cavender-Bares *et al.*, 2013). Väljasuremise vältimine on looduskaitstes põhiline eesmärk, aga võrreldes selgroogsete väljasuremistega, on seente ja taimede väljasuremisohu vähe dokumenteeritud ning ülevaatlik arusaamine seente väljasuremisest puudub (Nic Lughadha *et al.*, 2020).

Kuigi seente uurimine on tõusvas trendis, on seened senini ühed vähem tuntud organismid – seni kirjeldatud liikide arv, hinnanguliselt 2,2–3,8 miljonist liigist, on ligikaudu 5% (Hawksworth, Lücking, 2017; Cheek *et al.*, 2020; Baldrian *et al.*, 2022). Suurt osa liike on raske tuvastada, sest neil ei ole meile silmaga nähtavad viljakehasid. Kuigi molekulaarsed meetodid, mis võimaldavad seente tuvastamist otse nende kasvusubstraadist osaliselt seente lahendab eelmainitud probleemid, on seente looduskaitselise seisundi hindamine jätkuvalt keeruline.

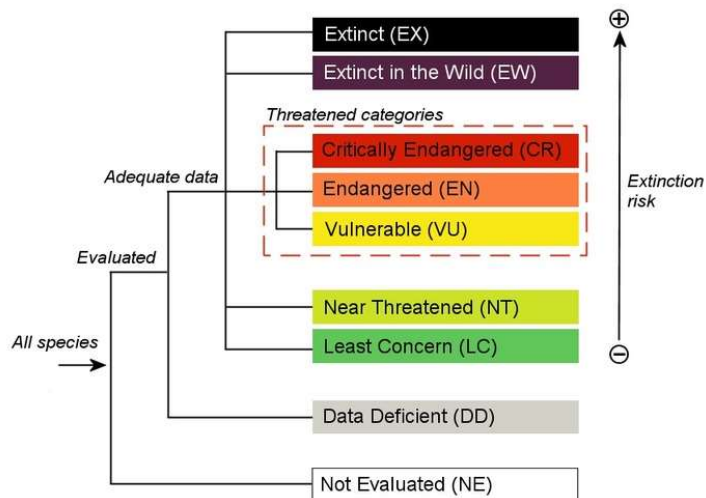
Antud bakalaureuse töö eesmärk on kokku võtta, mida on teada seente väljasuremisest globaalselt ja regionaalselt. Selleks töötati läbi Euroopa kui regiooni riikide punased nimekirjad, et saada ülevaade, mida teatakse regiooni seente väljasuremistest. Läbitöötatud liikide hulgas ei ole lihheniseerunud seeni (samblikke). Tööga otsitakse vastust järgmistele küsimustele: (1) Milliste omadustega seened on väljasuremisaltimad? (2) Millised maastiku või regiooni omadused võivad tingida suurema seente väljasuremisohu? (3) Mida on teada seente väljasuremistest ja väljasuremisohust globaalselt ja regionaalselt?

1. Väljasuremise definitsioonid

Väljasuremist võib defineerida mitut moodi, ning definitsioon sõltub aja- ja ruumiskaalast. Geoloogilises ajaskaalas on liikide väljasuremine loomulik protsess, mis juhtub inimkonna sekkumiseta, sest sellises skaalas on kõikidel liikidel eksisteerimisaeg piiratud (Swingland, 2013).

Rohkem kui 90% läbi ajaloo Maal elanud liikidest on tänaseks väljasurnud (Langley, 2019). Looduslikke tõukeid liikide väljasuremiseks on mitmeid: kliimamuutus ja sellega kaasnev veetaseme ja maastike muutused, invasiivsed võõrliigid, haigused jne (*The World Counts*, n.d.).

Viimastel aastatuhandetel on aga põhiliseks liikide väljasuremise kiirendajaks muutunud inimkond. Näiteks viitab hilise Kvaternaari väljasuremise globaalne muster sellele, et liikide väljasuremine on tihedalt seotud inimkonna laienemise geograafiaga ja evolutsiooniga ning vähemal määral kliimamuutusega (Sandom *et al.*, 2014). Inimesed on ülepüügiga, liigse jahtimisega, maastike ümberkujundamisega ja võõrliikide tutvustamisega kiirendanud looduslikku väljasuremise määra (Langley, 2019).



Joonis 1. IUCN Punase nimekirja väljasuremise 9 ohukategooriat (IUCN, 2012).

Globaalse liikide väljasuremise kohta on juhtivaks teabeallikaks 1964. aastal loodud organisatsioon “IUCN punane nimekiri” (“*IUCN Red List*”) (IUCN, 2022a). IUCN hindab liigi väljasuremisohu ning kategoriseerib liigid ohustatuse alusel üheksasse punase nimekirja kategooriasse (IUCN, 2022a) (Joonis 1). Liike ohukategooriasse määrates arvestatakse liigi suguküpsede isendite, asurkonna suuruse, leviku ulatuse ja/või asustatava pindala vähenemist (IUCN, 2012).

Ehkki IUCN punase nimekirja “väljasurnud kategooria” on väga konkreetne (liik kas on väljasurnud või ei ole), võib liigi väljasuremist olla raske kindlaks teha.

	Global	National	Subnational
Critically Imperiled	G1	N1	S1
Imperiled	G2	N2	S2
Vulnerable	G3	N3	S3
Apparently Secure	G4	N4	S4
Secure	G5	N5	S5

Joonis 2. NatureServe looduskaitsestaatuste astmed (NatureServe, 2023).

Liikide regionaalne väljasuremine hõlmab endas nende kadumist konkreetsest regioonist või biotoobist (Dennis, 2015). Kuigi IUCN raamistik on välja mõeldud liikide ohuseisundi globaalsel tasandil hindamiseks, saab punase nimekirja ohukategooriaid üle tuua ka piirkondlikule tasandile (IUCN, 2012). Riikide punases nimekirjas loetakse liiki “regionaalselt väljasurnuks” (RE) siis, kui liiki pole riigis dokumenteeritud >50 aastat (Saar *et al.*, 2019). Teiseks piirkondlikel väljasuremiste raamistikuks on NatureServe looduskaitsestaatused (NatureServe, 2023). Kuigi mõlemad raamistikud/metoodikad hindavad liikide väljasuremisohu, kasutavad nad erinevaid definitsioone. IUCN defineerib liigi väljasurnuks siis, kui puudub kahtlus, et taksoni viimane isend on surnud (IUCN, 2012). NatureServe raamistikul on väljasuremisele kaks erinevat kategooriat: eeldatavalt väljasurnud ja võib-olla väljasurnud (NatureServe, 2023). Eeldatavalt on liik “väljasurnud või

hävunud” (*extirpation*) juhul, kui liiki pole intensiivsete otsingute käigus leitud ning taasavastamise tõenäosus praktiliselt puudub ning “tõenäoliselt väljasurnud” on liik siis kui seda pole leitud 20-40 aastat ja/või põhjalikult otsitud, kuid on säilinud lootus liigi esinemisest (NatureServe, 2023). Kui liigi ohustatuse kohta on piisavalt andmeid, annab NatureServe raamistik liigi kohta ohukategooriad korraka nii globaalsel (G), riiklikul (N) kui ka piirkondlikul (S) tasandil. Nii on võimalik uuritava liigi ohustatuse hinnangut anda korraka mitmel ruumilisel skaalal (Joonis 2).

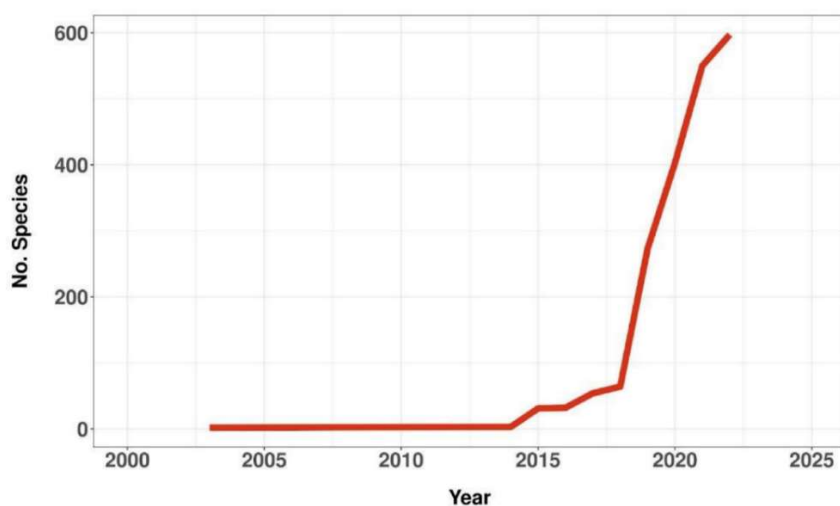
Liigi kadumine väiksematest ruumiühikutest võivad viia väljasuremiseni suuremal skaalal, sest elupaigalaikude ja maastike liikide kadumisele võib järgneda regionaalne ja globaalne väljasuremine (Brito, Fernandez, 2002). Liikide suuremal ja väiksemal ruumilisel skaalal ohustatuse eristamiseks on kasutusele võetud termin “*local extirpation*”, kus liik sureb välja lokaalselt, kuid mitte globaalselt (Nic Lughadha *et al.*, 2020).

Lisaks eeltoodutele kasutatakse teaduskirjanduses veel mitmeid väljasuremisega seotud mõisteid. Näiteks perioodilised väljasuremised lokaalpopulatsioonides, mida käsitletakse metapopulatsiooni mudelitega (Hanski, 1999) või funktsionaalne väljasuremine, mille puhul ühe liigi suurenenud arvukuse vähenemine ja suremus põhjustavad teiste liikide väljasuremist (Säterberg *et al.*, 2013). Veel peetakse liiki funktsionaalselt väljasurnuks siis kui see on muutunud nii haruldaseks, et ei suuda enam täita oma ökoloogilist rolli süsteemis (Soulé *et al.*, 2003).

Antud töös käsitletakse eelkõige seeneliikide globaalset ja regionaalset väljasuremist vastavalt IUCN definitsioonile.

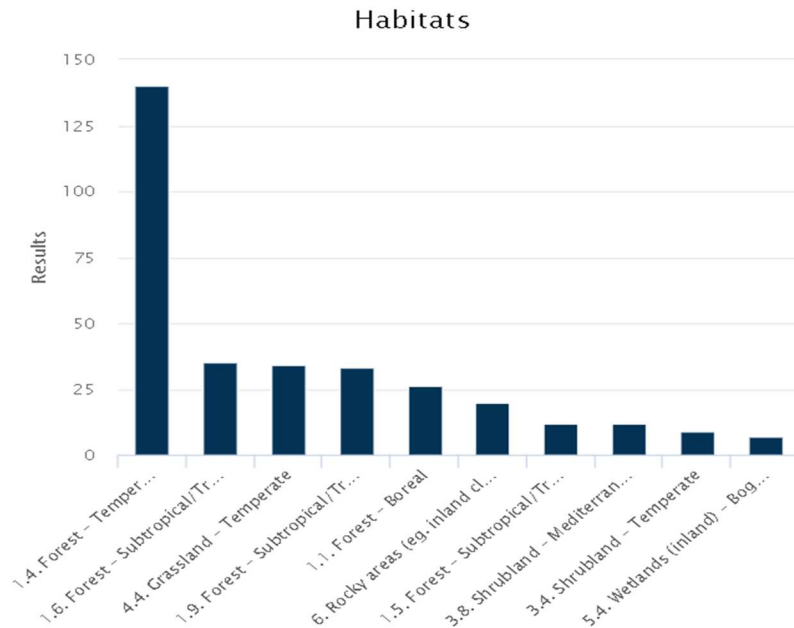
2. Mida teatakse seente globaalsest väljasuremisest?

Antud hetkel pole teada ühtegi globaalselt välja surnud (EX) seeneliiki. IUCNi punase nimekirja 2022 a. versioonis on esitatud 597 seeneliigi ohuhinnangud, millest ligi 50% on hinnatud ohustatuks (Mueller *et al.*, 2022). 2022-2 värskenduses lisati punasesse nimekirja 33 liiki ning hetkel on ohuhinnang antud 625 seeneliigile (IUCN, 2022b). See on aluseks esimesele ülemaailmsele ülevaatele seente väljasuremisohu ja väljasuremisohu põhjustavate tegurite kohta (Mueller *et al.*, 2022). Vähene seeneliikide esindatus IUCN punases nimekirjas on põhjendatav sellega, et jõupingutused hakkasid kiirenema alles 2015. aastal ning enamik liike lisandus viimase kolme-nelja aasta jooksul (Mueller *et al.*, 2022) (Joonis 3). Seetõttu on seeneliikide väljasuremiste uurimine värske teadus. Tänapäeval on olemas piisavalt andmeid ohustatud seente elupaikade ning ohutegurite kohta, mis annab kaudse ülevaate, miks liigid võisid regioonides välja surra.



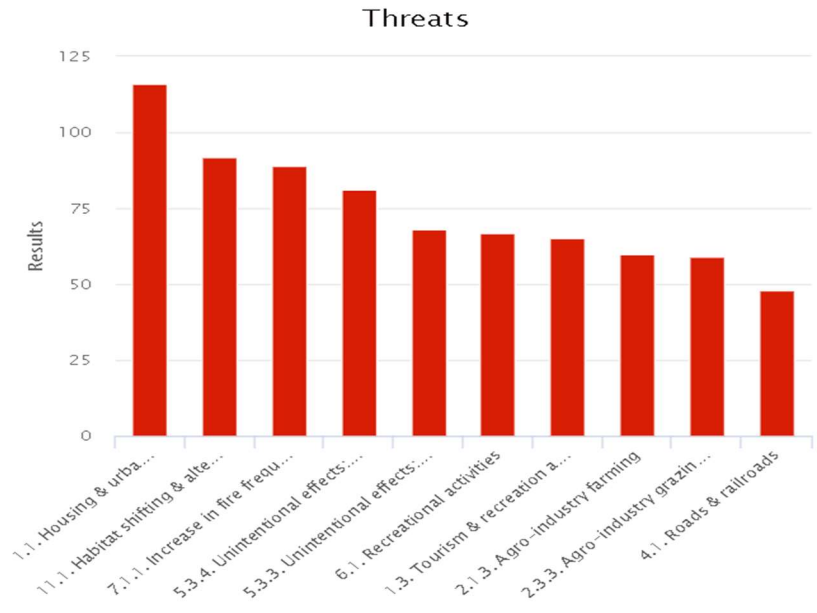
Joonis 3. IUCN punasesse nimekirja kantud seeneliikide arv aastast 2003, kui hinnati esimest kahte samblikku (Mueller *et al.*, 2022).

Joonisel 4 on välja toodud IUCN globaalselt ohustatud seeneliikide jaotumine peamistesse elupaikadesse. Suure osa IUCN väljasuremisohus seente elupaikadest on erinevates metsatüüpides ning enim liike asub parasvöötme metsades. Mitmekümnete ohustatud seeneliikide elupaigaks on erinevad rohumaad ja kivised alad. Vähem on liike, mille elupaigaks on märgalad ja võsamaad/põõsastikud. (Joonis 4)



Joonis 4. IUCN punase nimekirja ohustatud seeneliikide elupaigad (koostatud IUCN punase nimekirja “ohustatud kategooriate” (CR, EN, VU) 288 liigi põhjal) (IUCN, 2022b).

Joonisel 5 on välja toodud IUCN globaalselt ohustatud seeneliikide peamised ohutegurid. Kolm suurimat ohutegurit on elamu- ja äripindade arendus/ehitus, elupaikade nihkumine ja muutmine ja tulekahjude sageduse ja intensiivsuse tõus. Vähemal määral ohustavad seeneliike põllumajandustegevused nagu karjakasvatus, karjatamine, ning põlluharimine ja meelelahutusest ning sellega seotud alade tegevused. (Joonis 5)



Joonis 5. IUCN punase nimekirja ohustatud seeneliikide ohutegurid (koostatud IUCN punase nimekirja “ohustatud kategooriate” (CR, EN, VU) 288 liigi põhjal) (IUCN, 2022b).

3. Mida teatakse seente väljasuremisest regionaalselt?

Et saada ülevaade sellest, mida teatakse seente regionaalsest väljasuremisest koostati siinse bakalaureusetöö raames ülevaade kümnes Euroopa riigis väljasurnud seeneliikidest (Lisa 1). Käsitleti järgnevaid Euroopa riike: Armeenia (Nanagulian, Senn-Irlet, 2002), Austria (Dämon, Krisai-Greilhuber, 2017), Eesti (Saar *et al.*, 2019), Norra (Henriksen, Hilmo, 2015), Rootsi (Eide *et al.*, 2020), Saksamaa (Matzke-Hajek *et al.*, 2016), Slovakkia (Lizoň, 2001), Soome (Hyvärinen *et al.*, 2019), Taani (Moeslund *et al.*, 2019) ja Tšehhi (Holec, Beran, 2006). Keskenduti regionaalselt väljasurnud (RE) liikidele. Enim kirjeldatud väljasurnud seeneliike oli Tšehhis ja Austrias. Kuigi Tšehhi punanes nimekirjas oli 84 väljasurnud (?EX) seeneliiki (Holec, Beran, 2006), oli nende seas palju selliseid, mille väljasuremine tuvastati vaid selle põhjal, et liiki oli Tšehhi territooriumilt tuvastatud vaid korra, eelmisel sajandil.

Praegu on riiklikud punased nimekirjad umbes 40 riigis, kuid mõned riiklikud nimekirjad kasutavad rangelt IUCNi punase nimekirja kriteeriume ning teised kasutavad alternatiivseid süsteeme (Mueller *et al.*, 2022). Mitmed Euroopa regiooni riikide punased nimekirjad on >10 aastat vanad ning neid tuleks uuendada.

Liikide kasvukohad, ökoloogiad ja väljasuremise tegurid koondati veebilehtedelt artfakta.se (SLU Artdatabanken, 2023), laji.fi (Suomen Lajitietokeskus, 2023), *The Global Fungal Red List Initiative* (IUCN, n.d.) ja eol.org (EOL, 2023). Liikide funktsionaalsed strateegiad tuvastati *FungalTraits*'i andmestikust (Pölme *et al.*, 2020). Liikide nimetamisel kasutati eElurikkus.ee (eElurikkus, 2023) ja gbif.org (GBIF, 2023) taksonoomiat. Kõik teised allikad on vastavalt viidatud (Lisa 1).

Kokkuvõttest ilmnes, et osa liike olid välja surnud rohkem kui ühes riigis. Näiteks on limatünnik (*Sarcosoma globosum*) välja surnud nii Slovakkias, Saksamaal, Tšehhis ja Austrias. Limatünnik on ohustatud ka Eestis (Saar *et al.*, 2019). Kahes erinevas riigis olid välja surnud veel *Poronia punctata*, *Chlorophyllum agaricoides* ja *Acanthophysellum fennicum*. Kõik need liigid on saprotroofid ning nende väljasuremise põhjuseks peetakse elupaikade muutust ja kadumist. (Lisa 1)

Eriti sageli esines Euroopa liikide punastes nimekirjades järgmiste seeneperekondade liike: *Hydnellum* (5), *Typhula* (4), *Geastrum* (4), *Arrhenia* (3), *Clavaria* (3) ja *Dermoloma* (3).

3.1. Regionaalselt väljasurnud ja väljasuremisohus seente ökoloogia

3.1.1. Elupaigad

Kümnes Euroopa riigis oli suurim osa väljasurnud liike seotud erinevate metsaelupaikadega, sh nii niisked kui kuivad metsad (ligikaudu 70% liikidest) (Lisa 1). Leht- ja okasmetsi eelistavaid liike oli arvuliselt umbkaudselt sama palju. Liike, mille elupaik oli loopealsetel, karjamaadel, stepirohumaadel ja avatud rohumaadel oli küll vähem, kuid ikkagi arvestatavas koguses (ligikaudu 20% liikidest). Kõige vähem oli selliseid väljasurnud liike, mille elupaik oli märgaladel nagu lamminiitudel ning -metsades, soodes ja rabades (5% liikidest). Samas domineerisid käsitletud riikide hulgas Põhjamaad, mille domineerivaks bioomiks on boreaalsed okasmetsad. Sellest tulenevalt domineerivad Põhjamaade tingimused ka ülevaates esitatud seeneliikide elupaikade hulgas kerge kallakus. Töös käsitletud riikide punastes nimekirjades olid väljasuremise põhjused harva mainitud. Lisaks oli 20. sajandil välja surnud liikide elupaikade ja ökoloogia kohta keeruline leida andmeid. (Lisa 1)

3.1.2. Ökoloogilised rühmad

Enamus (72% liikidest) väljasurnud seeneliike olid saprotroofid (orgaanilise aine nagu taimede ning kõdupuidu ja mullastikus asuva puidu- ja taimejääkide lagundajad). Kõdupuiduna on mõeldud seisvad ning lamavaid surnud puutüvesid ja ka oksasid ning maapinnale kukkunud risu. Näiteks on puidu saprotroof *Terana coerulea* (Taani). Teine suur rühm regioonis väljasurnud seeneliike olid ektomükoriisa moodustajad (20-21% liikidest), sh oli rohkem väljasuremisi tuvastatud sellistel liikidel, mis moodustavad ektomükoriisat okaspuudega, kui sellistel, mis moodustavad ektomükoriisat lehtpuudega. Näiteks olid ektomükoriisamoodustaja seened *Hebeloma pseudoamarescens* (Taani) ja *Thelephora atrocitrina* (Tšehhi). Vähem oli taimepatogeene ning parasiteerivaid liike (8% liikidest). Näiteks oli ristikuid parasiteeriv liik *Uromyces minor* (Norra). (Lisa 1)

3.1.3. Ohutegurid

Suurim seeneliikide väljasuremise põhjus oli metsandus s.t lageraied ja kõdupuidu eemaldamine (21% liikidest, väljasuremistegur puudus 66% liikidest) (Lisa 1), mis vastab ka väljasurnud liikide elupaigaeelistustele. Suur arv metsaliike, tuues näitena Fennoskandia metsad, on ohustatud või kahaneva arvukusega just intensiivse metsade majandamise tõttu (Lindblad, 1998). Võrreldes

looduslähedaste metsadega, on majandatavates metsades väiksem kõdupuidu hulk ja mitmekesisus (Blaser *et al.*, 2013). Sajandeid kestnud loodusmaastiku vaesumise võib tuua peamiseks põhjuseks, miks kindel osa torikseentest Eestis 20. sajandil regionaalselt välja surid ning miks teised torikseened piirduvad üksikute vanade kasvukohtadega (Parmasto, 2004). Uurides surnud puidul elavaid seeni, on järeldatud, et suurt seeneliikide mitmekesisust toetab suur substraadi mitmekesisus (Blaser *et al.*, 2013). Soomes on surnud puidust sõltuvate seeneliikide osakaaluks hinnatud umbes 20–25% (Siitonen, 2001) ning eeldatakse, et 40% Soome ohustatud liikidest on sõltuvad vanadest metsadest (Penttilä *et al.*, 2004). Ökoloogilise koosluse, nagu mets või märgala, pindala vähenemisega järgneb sealsete liikide suurenenud väljasuremisohu või väljasuremine (Nic Lughadha *et al.*, 2020). Näiteks surid metsanduse tõttu välja seeneliigid *Acanthophysellum fennicum* (Soome) ja labürintjas korgik (*Antrodia heteromorpha*, Eesti) (Lisa 1).

Tähtsuset järgmine tegur oli põllumajandus ja karjakasvatus, täpsemalt, põllumajanduse intensiivistumine ja laienemine ning sellest tingitud kasvav nitrifikatsioon, karjatamise vähenemine ja karjamaade kinnikasvamine (8% liikidest) (Lisa 1). Seened on põllumajanduslikus pinnases mikroobse biomassi põhikomponent ning seente füsioloogiline aktiivsus omab kriitilist rolli mulla toimimisel ja taimede kasvatamisel (Kalbitz *et al.*, 2000). Võrreldes pestitsiididega, mida põllumajanduses tihti kasutatakse, on teatud fungitsiididel ja fumigantidel/gaasmürkidel mullaseentele mõju märkimisväärne (Wainwright, 1978). Intensiivne ja läbimõtlematu põllukultuuride kasvatus vähendab mullastikus seente liigirikkust, millel on omakorda negatiivne mõju taimedele vajalike toitainete kättesaadavusele (van der Wal *et al.*, 2006; Domínguez *et al.*, 2009). Läbimõeldud ning jätkusuutlikud põllumajandusviisid on vajalikud, sest külvikord, mis hõlmab mitmeaastaseid karjamaid ning ühte põllukultuuri aastas, soodustab seente mitmekesisust ja teisi mullastikule kasulikke liike (Silvestro *et al.*, 2018). Näiteks surid põllumajanduse tõttu välja seeneliigid karkseen (*Battarrea phalloides*, Armeenia) ja Bloxami punalehik (*Entoloma bloxamii*, Tšehhi) (Lisa 1).

Lisaks oli väikesel hulgal väljasurnud seeneliikidest mainitud peamiseks ohuteguriks keskkonna saastumus (3% liikidest) (Lisa 1). Sarnaselt taimedega võivad seenekooslused olla häiritud, kui pinnas reostub kemikaalidega või muutub eutroofseks (Newbound *et al.*, 2010). Linnakeskkond on sageli rikastatud inimtekkeliste allikate keemiliste ainetega. Kuigi mulla hapestumine on looduslik ja järkjärguline protsess võib neid protsesse kiirendada saasteainete ladestumine, tehes

keeruliseks looduslike protsesside ja inimtegevuse mõju eristamise (Arnolds, 1991). Rühling ja Söderström (1990) uuringus tuli välja, et Rootsis oli liigirikkus ja seente arvukus negatiivses korrelatsioonis reostusega, kus põhilised pinnase saasteained olid arseen, vask, kaadmium, plii ja tsink. Arnolds'i (1991) andmed näitavad, et 20 aasta jooksul toimus viljakehade arvukuse kümnekordne vähenemine ja ektomükoriisa seeneliikide rikkuse poole võrra vähenemine. Paljude Madalmaade ektomükoriisaseente vähenemine oli korrelatsioonis õhusaaste üldise mustriga - mida tugevam õhusaaste, seda suurem ektomükoriisaseente vähenemine, mis viitab põhjuslikule ehk kausaalsele seosele (Arnolds, 1988). Näiteks suri saastatuse tõttu välja seeneliik *Tulostoma moravecii* (Austria) (Lisa 1).

Teiseks ohuteguriks, mis oli mainitud vaid väikesel hulgal seeneliikidest oli kliimamuutused (2% liikidest) (Lisa 1). Mitmed uuringud on näidanud, et kliimamuutuste mõjud, nagu mulla soojenemine, CO₂ suurenenud kontsentratsioon atmosfääris või põuastress, avaldavad kaudselt toimet ka taimedega seotud seentele (Baon *et al.*, 1994; Sanders *et al.*, 1998; Augé, 2001). Kliimamuutustega muutuvad seentele seni sobivad elupaigad kõlbmatuks ning toimub elupaikade nihkumine. Looby ja Treseder (2018) jälgisid, kuidas troopilise mägise pilvemetsa mullaseened reageerivad kuivematele ja soojematele tingimustele ning leidsid, et seente arvukus ja mitmekesisus suurenes, aga seenekooslused nihkusid. Näiteks surid kliimamuutuste tagajärjel välja seeneliigid *Vuilleminia macrospora* (Tšehhi) ja *Scotomyces subviolaceus* (Tšehhi) (Lisa 1).

3.2. Kitsamad elupaigaeelistused

Seeneliike saab sarnaselt loomadele ja taimedele ökoloogiliste nõudmiste alusel jaotada kaheks – generalistid ja spetsialistid. Kahte erineva ökoloogiliste nõudmistega gruppi eristatakse nišside alusel. Spetsialistide ökoloogilised nišid on kitsamad kui generalistidel, seetõttu on spetsialistid ressursidega tunduvalt nõudlikumad (Moor *et al.*, 2021). Seened võivad spetsialiseeruda näiteks mullastiku, (mikro)kliima ja biotiliste ressursidega seotud tingimustele (Bebber, Chaloner, 2022).

Seeneliikide seas, mis Euroopa riikides olid regionaalselt välja surnud, olid mitmed liigid elupaigaspetsialistid. Näiteks oli väljasurnud liikides seas selliseid, kelle elupaigaks sobis ainult lubjarikas muld. Lubjalembelisi liike, nagu harilik lambaseenik (*Albatrellus ovinus*, Taani) oli ligikaudu 25 (18% liikidest). Leidus ka liike, kes olid spetsialiseerunud teistele

mullastikutingimustele, põlenud substraadile, kindlale peremeesliigile või -perekonnale, kindlale kõdupuidu tüübile, puutumata vanadele metsadele ja kindlale niiskusastmele/tasemele. Üldiselt mullastikutingimuste osas nõudlike liike, näiteks karkseen (*Battarea phalloides*, Armeenia) ja limatünnik (*Sarcosoma globosum*, Slovakkia, Saksamaa, Tšehhi, Austria), oli ligikaudu 30 (21% liikidest). Põlenud substraati eelistas 6 liiki (4% liikidest), sealhulgas *Naucoria amarescens* (Austria). Paljud liigid, näiteks koorik-vahakorgik (*Diplomitoporus crustulinus*, Eesti) ja pruunkollane nääts (*Junghuhnia luteoalba*, Tšehhi), vajasisid substraadiks erinevates kõduastmetes lamavat lagupuitu või kindlat elus puuliiki, et mükoriisat moodustada. (Lisa 1)

Kitsalt kindlale elupaigale spetsialiseerunud seentel on suurem võimalus välja surra, sest kvaliteetseid elukohapaiku, mis selliseid nõudmisi täidaks, on looduses vähem. 2013. aasta Fennoskandia puiduseente uuringus selgus, et ohustatud elupaigaspetsialistidest seeneliikide elupaigalaikude sidusus on mitmel ruumilisel skaalal halb. Seevastu generalistid, kes ei kuulu punasesse nimekirja, esinesid suurema tõenäosusega majandatavates killustatud elupaigalaikudes kui hea ühendusega looduslikes metsades. Spetsialiste esineb rohkem hästi ühendatud, suletud ja ressursirikastes looduslikes metsades ning nende elupaikade taastamiseks on vaja poollooduslikke ja looduslikke metsi kaitsta ning majandatavaid metsi taastada (Norden *et al.*, 2013).

4. Täiendavad ohutegurid

4.1. Metsatulekahjud

Tulekahju metsatulekahjude kujul on üks laialtlevinuid ja potentsiaalselt suurima hävinguga häireid metsaökosüsteemides (Cairney, Bastias, 2007). Tulekahju võib mullastiku keskkonda mõjutada nii otseselt kui ka kaudselt, sellised mõjud võivad muutuda sõltuvalt tule raskusastmest ja temperatuurist (Neary *et al.*, 1999). Eeldatakse, et metsatulekahjude sagedus tõuseb põhjaboreaalises vööndis, sest kestva kliimamuutuse tagajärjel õhutemperatuur tõuseb, millele järgnevad sagedasemad kuivaperioodid (Ali *et al.*, 2012). Sagedasemate tulekahjudega kaasneb suur häiring nii maapealsele kui ka mullastiku keskkonnale. Tulekahjuga kaasnev mullastiku pH muutus võib soodustada bakterite kasvu, mille tulemusena võib seente biomass väheneda (Köster *et al.*, 2014). Ektomükoriisa häving metsatulekahjus sõltub tule intensiivsusest (Dahlberg *et al.* 2001).

4.2. Väljasuremine peremeesliigiga

Koos väljasuremist defineeritakse kui ühe liigi kadumist teise liigi kadumisel (Koh *et al.*, 2004). Kõrge peremeesspetsiifilisusega liikide heaolu on tugevamalt seotud peremehe omaga (Poulin, Keeney, 2008). Mõned seeneliigid on peremehespetsiifilisemad kui teised (Zhou, Hyde, 2001), neid leidub nii saprotroofsete, patogeensete kui ka ektomükoriisa seenerühmade seas. Paljud seened on taimedele kohustuslikud biotroofid, seetõttu kindlate taimeliikide väljasuremisel on tõenäoliselt oluline mõju seeneliikide kadumisele (May *et al.*, 2019). Kui peremeesorganism sureb elupaigas välja, kannatab sellega ka peremehespetsiifiline liik. Näiteks Tšehhis väljasurnud tömp tõlvhariku (*Clavariadelphus truncatus*) väljasuremise põhjuseks oli nulu kadumisega seotud taandumine (Lisa 1).

Arutelu

Seente väljasuremisi on dokumenteeritud vähe ning võrreldes teiste elustikurühmadega on vähe teada ka potentsiaalsetest teguritest, mis võivad väljasuremiseni viia. Ühtpidi võib põhjuseks olla see, et seente väljasuremist on püütud hinnata samade kriteeriumite alusel nagu taimede ja loomade väljasuremist (Dahlberg, Mueller, 2011). See aga on keeruline, sest seened on teistsugused organismid. Seen ei ole ühtne organism, vaid klonaalne koloniaalorganism, mille kasv ja areng on iteratiivsed protsessid, mille käigus lisatakse olemasolevasse struktuuri samm-sammult "mooduleid" (IUCN, 2022c). Sellistel organismidel on keeruline määrata küpsete isendite arvu (ohustamise hindamise keskne mõõdik): mütseeli ulatust on raske hinnata ning iga viljakehaleiu põhjal eeldatakse umbkaudselt küpsete isendite arvu. Näiteks võib iga elupaigalaiku (nt lamatüvi) lugeda 1-10 küpseks isendiks (IUCN, 2022c).

Seente väljasuremise hindamine on keeruline ka seetõttu, et nad võivad sageli pikalt elada peiduliselt substraadi sees või soikeseisundis levistena. Võib eeldada, toetudes mitmetele seente eoste ja mütseeli pikaalisuse ja ellujäämise uuringutele, et väiksematel ruumilistel skaaladel on mitmed seeneliigid looduses kohapeal olemas, kuid pole suutelised samamoodi funktsionaalselt edasi elama. Näiteks on leitud, et ektomükoriisa *Rhizopogon* perekonna kolme liigi eosed jäid rohumaa tingimustes elujõuliseks 15 aastaks (Shemesh *et al.*, 2023). Uurides ektomükoriisa seenemütseeli, mis on peremeestaimest lahti ühendatud, eluiga ja funktsionaalsust leiti, et ektomükoriisa maatriksiväline mütseel säilitas kõrget elujõulisuse taset ning võimet luua sümbioose uute taimedega 5 kuud pärast võrsetest lahti ühendamist (Pepe *et al.*, 2018).

Samas lähtub siinses töös tehtud kokkuvõtetest siiski, et väljasuremisi on dokumenteeritud teatud elupaikasad asustavaid ja ökoloogiliste omadustega liikide puhul. Kitsamate ökoloogiliste nišsidega seeneliikide väljasuremisi oli rohkem dokumenteeritud. Lisaks oli rohkem väljasuremisi dokumenteeritud liikide puhul, kes asustasid metsasid ja erinevaid rohumaid ning olid eluviisilt saprotroofid ning mükoriissed. Suurimateks ohuteguriteks olid metsandus ja põllumajandus, vähem mõjutas liike saastatus ja kliimamuutused. Seega võib järeldada, et seeneliigid on suuremas väljasuremisohus maastikel ja regioonides, kus inimtegevuse tagajärjel on elupaiku muudetud või hävitatud.

Võrreldes Muelleri jt (2022) artikliga, milles anti ülevaade seeneliikide globaalsest väljasuremisohust, on kümnes Euroopa riigis väljasurnud seeneliikide ökoloogia, ökoloogilised rühmad ning ohutegurid suures plaanis sarnased. Seega üldiselt on globaalses väljasuremisohus samasuguste omadustega seeneliigid, nagu ka need, kelle puhul Euroopas juba väljasuremine on dokumenteeritud.

Suureks probleemiks on siiski seniste seente globaalset ja regionaalset väljasuremist puudutavate andmete geograafiline kallutatus. Hetkel on seeneliikide väljasuremist dokumenteeritud ja ohustatust hinnatud kõige rohkem Põhja-Ameerikas, teatud Lõuna-Ameerika piirkondades (Patagonia, Atlandi ookeani rannikuala ja põhjapoolsed mägised metsad) ja Lääne-Euroopas. Mitmetes riikides ja biogeograafilistel aladel, kus eeldatavasti on palju endeemseid ning ohustatud seeneliike, on andmeid liikide väljasuremise või ohustatuse kohta kas vähesel määral või üldse mitte. Näiteks on vähe teada seeneliikidest Kagu-Aasias ja allpool Saharat asuvas Aafrikas. Väljasuremiste paremaks arusaamaks oleks vaja rohkem andmeid ka teistest maailmajagudest. (Mueller *et al.*, 2022)

Kokkuvõte

Seened on ökoloogiliselt mitmekülgsed organismid ning seeneriik on üks mitmekesisem eukarüootide rühm. Seentel kui orgaanilise aine lagundajatel on tähtis roll biosfääri aineringluses. Kuigi liikide väljasuremine on looduslik protsess, on inimtegevuse mõjude suurenemisel liikide väljasuremised tähtsamaks probleemiks muutunud. Töö eesmärgiks oli kokku võtta, mida on teada seente (va samblikud) väljasuremisest globaalselt ja regionaalselt. Selleks töötati läbi erialane kirjandus ning koondati info Euroopa riikides väljasurnud seeneliikide kohta.

Töö esimeses osas kirjeldatakse erinevaid väljasuremise definitsioone ning kuidas definitsioonid võivad erineda sõltuvalt aja- ja ruumiskaalast. Suurim väljasuremiste teabeallikas IUCN punane nimekiri hindab liikide väljasuremisohu üheksa kategooriaga nii globaalsel kui ka piirkondlikul tasandil. Väljasuremisohu hinnanguid saab anda ka NatureServe raamistikuga, mis annab liigi ohuhinnangu globaalsel, riiklikul ja piirkondlikul tasandil.

Töö teises osas antakse ülevaade, kui palju teatakse väljasuremisest globaalselt. Ühtegi globaalselt välja surnud seeneliiki pole hetkel dokumenteeritud. Välja on toodud hetkel IUCNi punases nimekirjas olevate seeneliikide arv ning nende ohustatuse põhjused. Kolm suurimat seeneliikide ohutegurit on elamu- ja äripindade arendus ning ehitus, elupaikade nihkumine ning muutmine ja tulekahjude sageduse ja intensiivsuse tõus. Suurimateks elupaikadeks on parasvöötme metsad, erinevad rohumaad ja kivised alad.

Töö kolmandas osas anti ülevaade väljasuremisest regionaalselt. Kirjeldatakse uuritud Euroopa regiooni riikide nimekirja, nende valimise põhjuseid ning, millistest allikatest ning kui palju seeneliikide kohta informatsiooni leiti. Kolmanda osa põhirõhk oli Euroopa regioonis valitud riikide väljasurnud liikide suurima osakaaluga kasvukohtade, ökoloogiate ja väljasuremise tegurite kirjeldus. Suurim osa väljasurnud liikide elukohad asusid erinevates metsatüüpides ja erinevatel rohumaadel ning vähem kasvasid liigid märgaladel. Enim seeneliike oli saprotroofse ja mükoriisse eluviisiga ning vähem liike olid eluviisilt parasiidid. Suurimateks põhjusteks olid metsandus ja põllumajandus. Väiksema mõjuga ohutegurid olid kliimamuutus ja keskkonna saastumus. Toodi välja seeneliigid, mis olid rohkem kui ühes riigis regionaalselt väljasurnud ning seeneliikide perekonnad, mis olid regioonis enim väljasurnud. Kirjeldati ka ökoloogiliste nõudmiste alusel

jaotunud generalistide ja spetsialistide erinevused ning toodi välja antud töös enim esinenud ökoloogilisi nišše.

Neljandas osas kirjutati seeneliikide täiendavate väljasuremisohu põhjustavate ohutegurite taustainfot. Peatükis kirjeldati, kuidas ohustavad seeneliike metsatulekahjud ja peremeesliigi väljasuremine.

Töös selgus, et kitsamate ökonišsidega liigid on väljasuremisaltimad, sest väljasurnud liikide seas enamik olid keskkonnatingimuste osas nõudlikud. Seeneliigid on suuremas väljasuremisohus elupaikades ja maastikel, kus inimtegevuse tõttu leiab aset elupaikade kadumine ja muutumine.

SUMMARY

Fungi are ecologically diverse organisms, and the kingdom of fungi is one of the most diverse groups of eukaryotes. Fungi, as decomposers of organic matter, play an important role in the circulation of matter in the biosphere. Although species extinction is a natural process, it has become a more important problem as the effects of human activity increase. The aim of this thesis was to summarize what is known about the extinction of fungi (except lichens) globally and regionally. For this purpose, specialized literature was studied and information about extinct fungal species in European countries was collected.

The first part of the thesis describes the different definitions of extinction and how the definitions can differ depending on the temporal and spatial scales. The IUCN Red List, the largest source of information on extinctions, assesses the extinction risk of species using nine categories at both global and regional levels. Extinction risk assessments can also be given by using the NatureServe framework, which provides an assessment at global, national and regional levels.

The second part provides an overview of how much is known about extinction globally. No globally extinct fungal species have been currently documented. The number of fungal species currently on the IUCN Red List and the reasons for their danger are presented. The three biggest threats to fungal species are residential and commercial development/construction, habitat shifting and alteration, and increased fire frequency and intensity. The biggest habitats are temperate forests, various grasslands and rocky areas.

In the third part, an overview of regional extinction is given. The list of countries in the European region, the reasons for their selection, and from which sources and how much information was found about fungal species are described. The main emphasis of the third part was to describe the habitats, ecologies and factors of extinction of the extinct species in the European region. The habitats of most of the extinct species were in various forest types and various grasslands, fewer species grew in wetlands. Most fungal species were saprotrophic and mycorrhizal, fewer species were parasitic. The biggest drivers of extinction were forestry and agriculture. Climate change and environmental pollution had a lower impact. Fungal species that were regionally extinct in more than one country and the genera of fungal species that were most extinct in the region were pointed out. The difference between generalists and specialists, distributed on the basis of ecological

requirements, was also described, and the ecological niches which occurred frequently were presented.

In the fourth part, background information on the additional risk factors of the extinction of fungal species was given. The chapter described how fungal species are threatened by forest fires and the extinction of the host species.

It turned out that species with narrower niches are more prone to extinction, because most of the extinct species were demanding in terms of environmental conditions. Fungal species are at greater risk of extinction in habitat patches and landscapes where habitats are being destroyed and altered due to human activity.

Tänuavaldused

Täna juhendajat Kadri Runnelit, kelle head nõuanded ning mõtted olid suureks abiks töö valmimisel ja vormistamisel. Täna ka juhendajat Leho Tedersood.

Kasutatud allikad

- Ali, A. A., Blarquez, O., Girardin, M. P., Hély, C., Tinquaut, F., El Guellab, A., Valsecchi, V., Terrier, A., Bremond, L., Genries, A., *et al.* (2012). Control of the multimillennial wildfire size in boreal North America by spring climatic conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (51): 20966–20970.
- Antonín, V., Noordeloos, M. 1996. *Gymnopus herinkii* spec. Nov.: A critical review of the complex of *Agaricus porreus* and *A. prasioemus*. *Czech Mycol*, 48: 309–313.
- Arnolds, E. 1988. The changing macromycete flora in the Netherlands. *Transactions of the British Mycological Society*, 90 (3): 391–406.
- Arnolds, E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 35 (2–3): 209–244.
- Augé, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11 (1): 3–42.
- Baldrian, P., Větrovský, T., Lepinay, C., Kohout, P. 2022. High-throughput sequencing view on the magnitude of global fungal diversity. *Fungal Diversity*, 114 (1): 539–547.
- Baon, J. B., Smith, S. E., Alston, A. M. 1994. Phosphorus uptake and growth of barley as affected by soil temperature and mycorrhizal infection. *Journal of Plant Nutrition*, 17(2–3): 479–492.
- Bebber, D. P., Chaloner, T. M. 2022. Specialists, generalists and the shape of the ecological niche in fungi. *The New Phytologist*, 234 (2): 345.
- Binion, D. E., Stephenson, S. L., Roody, W. C., Burdsall, H., Vasilyeva, L., Miller, O., *et al.* 2008. *Macrofungi Associated with Oaks of Eastern North America*. West Virginia University Press.
- Blaser, S., Prati, D., Senn-Irlet, B., Fischer, M. 2013. Effects of forest management on the diversity of deadwood-inhabiting fungi in Central European forests. *Forest Ecology and Management*, 304: 42–48.
- Brandrud, T.-E. 2015. *Tricholoma acerbum*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015: E.T76265852A76266227*.
- Brito, D., Fernandez, F. A. S. 2002. Patch relative importance to metapopulation viability: The neotropical marsupial *Micoureus demerarae* as a case study. *Animal Conservation Forum*, 5 (1): 45–51.
- Cairney, J. W., Bastias, B. A. 2007. Influences of fire on forest soil fungal communities. *Canadian Journal of Forest Research*, 37 (2): 207–215.

- Cavender-Bares, J., Heffernan, J., King, E., Polasky, S., Balvanera, P., Clark, W. C. 2013. Sustainability and Biodiversity. Academic Press. In S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*, (2): 71–84.
- Nic Lughadha, E., Cheek, M., Kirk, P., Lindon, H., Carretero, J., Looney, B., Douglas, B., Haelewaters, D., Gaya, E., Llewellyn, T., *et al.* 2020. New scientific discoveries: Plants and fungi. *Plants, People, Planet*, 2 (5): 371–388.
- Dahlberg, A. 2015. *Sarcosoma globosum*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015: E.T58515314A58515381*.
- Dahlberg, A., Mueller, G. M. 2011. Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species. *Fungal Ecology*, 4 (2): 147–162.
- Dahlberg, A., Schimmel, J., Taylor, A. F. S., Johannesson, H. 2001. Post-fire legacy of ectomycorrhizal fungal communities in the Swedish boreal forest in relation to fire severity and logging intensity. *Biological Conservation*, 100 (2): 151–161.
- Dahlberg, A., von Bonsdorff, T., Brandrud, T.-E. 2019. *Boletopsis grisea*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019: E.T58521185A58521192*.
- Dämon, W., Krisai-Greilhuber, I. 2017. *Die Pilze Österreichs: Verzeichnis und Rote Liste 2016: Teil [1]. Makromyzeten*.
- Dennis, R. L. H. 2015. A Decade of the Resource-Based Habitat Paradigm: The Semantics of Habitat Loss. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier.
- Dix, N. J. 2012. *Fungal ecology*. Springer Science & Business Media.
- Domínguez, G. F., Diovisalvi, N. V., Studdert, G. A., Monterubbianesi, M. G. 2009. Soil organic C and N fractions under continuous cropping with contrasting tillage systems on mollisols of the southeastern Pampas. *Soil and Tillage Research*, 102 (1): 93–100.
- Eide, W., Ahrné, K., Bjelke, U., Nordström, S., Ottosson, E., Sandström, J., Sundberg, S. 2020. *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer: Rödlistade arter i Sverige 2020*.
- Ghobad-Nejhad, M., Nilsson, R. H., Hallenberg, N. 2010. Phylogeny and taxonomy of the genus *Vuilleminia* (Basidiomycota) based on molecular and morphological evidence, with new insights into Corticiales. *Taxon*, 59 (5): 1519–1534.
- Hagara, L. 2015. *Ottova encyklopédia húb*. Ottovo Nakladatelství, sro.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation ecology*. Oxford University Press.
- Hawksworth, D., Lücking, R. 2017. *Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species*. *Microbiol. Spectr.* 5 (4): 5-4.
- Henriksen, S., Hilmo, O. 2015. Norsk rødliste for arter 2015. *Artsdatabanken, Norge*, 6: 493–504.

- Hoffman, G. R. 1966. Ecological studies of *Funaria hygrometrica* Hedw. In eastern Washington and northern Idaho. *Ecological Monographs*, 36 (2): 157–180.
- Holec, J., Beran, M. 2006. Red list of fungi (macromycetes) of the Czech Republic. *Příroda*, 24: 1–282.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A., Liukko, U.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus-Punainen kirja 2019/The 2019 Red List of Finnish Species. *Ympäristöministeriö & Suomen Ympäristökeskus/Ministry of the Environment & Finnish Environment Institute, Helsinki*.
- Iršénaitė, R. 2019. *Sarcodontia crocea*. *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- IUCN. 2012. IUCN-i punase nimestiku kategooriad ja kriteeriumid: versioon 3.1. Teine väljaanne. Gland, Šveits, ja Cambridge, Ühendkuningriik: IUCN. iv + 32lk.
- Kalamees, K. 2004. *Palaearctic Lyophyllaceae (Tricholomatales) in Northern and Eastern Europa and Asia*. Institute of Zoology and Botany.
- Kalbitz, K., Solinger, S., Park, J.-H., Michalzik, B., Matzner, E. 2000. Controls on the dynamics of dissolved organic matter in soils: A review. *Soil Science*, 165 (4): 277–304.
- Kautmanová, I., Matouš, J., Tomšovský, M., Koukol, O. 2016. Redescription and epitypification of *Clavaria atrofusca* Velen. *Czech Mycology*, 68 (1): 67–77.
- Klofac, W. *et al.* 2013. A world-wide key to the genus *Suillus*. *Österreichische Zeitschrift Für Pilzkund*, 22: 211–278.
- Koh, L. P., Dunn, R. R., Sodhi, N. S., Colwell, R. K., Proctor, H. C., Smith, V. S. (2004). Species coextinctions and the biodiversity crisis. *Science*, 305 (5690): 1632–1634.
- Köster, K., Berninger, F., Lindén, A., Köster, E., Pumpanen, J. (2014). Recovery in fungal biomass is related to decrease in soil organic matter turnover time in a boreal fire chronosequence. *Geoderma*, 235: 74–82.
- Krisai-Greilhuber, I. 2019. *Catathelasma imperiale*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019: E.T147158431A147715294*.
- Legon, N. 2012. Fungal Portraits No. 50 *Lindtneria trachyspora*. *Field Mycology*, 13 (2): 39–42.
- Lindblad, I. 1998. Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: Relations to forest management and substrate quality. *Nordic Journal of Botany*, 18 (2): 243–255.
- Lizoň, P. 2001. Red list of Slovak fungi. *Catathelasma*, 2: 25–33.
- Looby, C. I., Treseder, K. K. 2018. Shifts in soil fungi and extracellular enzyme activity with simulated climate change in a tropical montane cloud forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 117: 87–96.

- Matzke-Hajek, G., Hofbauer, N., Ludwig, G. 2016. *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 8: Pilze (Teil 1) – Grosspilze*. 70 (8).
- May, T. W., Cooper, J. A., Dahlberg, A., Furci, G., Minter, D. W., Mueller, G. M., Pouliot, A., Yang, Z., *et al.* 2019. *Recognition of the discipline of conservation mycology. Conservation Biology*, 33: 733-736.
- Moeslund, J. E., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Bell, N., Bruun, L., Bygebjerg, R., Carl, H., Damgaard, J., Dylmer, E., Elmeros, M., *et al.* 2019. Den danske Rødliste. *Aarhus Universitet, DCE–Nationalt Center for Miljø Og Energi*.
- Mueller, G. M., Cunha, K. M., May, T. W., Allen, J. L., Westrip, J. R., Canteiro, C., Costa-Rezende, D. H., Drechsler-Santos, E. R., Vasco-Palacios, A. M., Ainsworth, A. M., *et al.* 2022. What do the first 597 global fungal Red List assessments tell us about the threat status of fungi? *Diversity*, 14 (9): 736.
- Nanagulian, S., Senn-Irlet, B. 2002. Some dates about distribution and conservation of threatened mushrooms in Armenia.
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., DeBano, L. F., Ffolliott, P. F. 1999. Fire effects on belowground sustainability: A review and synthesis. *Forest Ecology and Management*, 122 (1–2): 51–71.
- Newbound, M., McCarthy, M. A., Lebel, T. 2010. Fungi and the urban environment: A review. *Landscape and Urban Planning*, 96 (3): 138–145.
- Parmasto, E. 2004. *Distribution Maps of Estonian Fungi: Pore fungi*. Institute of Zoology and Botany, Estonian Academy of Sciences. 3.
- Penttilä, R., Siitonen, J., Kuusinen, M. 2004. Polypore diversity in managed and old-growth boreal *Picea abies* forests in southern Finland. *Biological Conservation*, 117 (3): 271–283.
- Pepe, A., Giovannetti, M., Sbrana, C. 2018. Lifespan and functionality of mycorrhizal fungal mycelium are uncoupled from host plant lifespan. *Scientific Reports*, 8 (1): 10235.
- Perini, C., Gonçalves, S., C. 2019. *Rubroboletus dupainii*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019: E.T70402507A70402516*.
- Persiani, A., M., Ainsworth, A., M. 2020. *Poronia punctata*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020: E.T58517228A185715679*.
- Pölme, S., Abarenkov, K., Henrik Nilsson, R., Lindahl, B. D., Clemmensen, K. E., Kausrud, H., Nguyen, N., Kjøller, R., Bates, S. T., Baldrian, P., *et al.* 2020. FungalTraits: A user-friendly traits database of fungi and fungus-like stramenopiles. *Fungal Diversity*, 105: 1–16.
- Poulin, R., Keeney, D. B. 2008. Host specificity under molecular and experimental scrutiny. *Trends in Parasitology*, 24 (1): 24–28.

- Rühling, Å., Söderström, B. 1990. Changes in fruitbody production of mycorrhizal and litter decomposing macromycetes in heavy metal polluted coniferous forests in North Sweden. *Water, Air, and Soil Pollution*, 49: 375–387.
- Saar, I., Oja, J., Põldmaa, K., Pärtel, K., Zettur, I., Kõljalg, U. 2019. Red List of Estonian Fungi–2019 update. *Folia Cryptogamica Estonica*, 56: 117–126.
- Saccardo, P. A. 1888. *Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum*. typis Seminarii, 6.
- Sánchez-García, M., Adamčíková, K., Moreau, P.-A., Vizzini, A., Jančovičová, S., Kiran, M., Caboň, M., Matheny, P. B., Adamčík, S. 2021. The genus *Dermoloma* is more diverse than expected and forms a monophyletic lineage in the Tricholomataceae. *Mycological Progress*, 20: 11–25.
- Sanders, I., Streitwolf-Engel, R., Van der Heijden, M., Boller, T., Wiemken, A. 1998. Increased allocation to external hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi under CO₂ enrichment. *Oecologia*, 496–503.
- Sandom, C., Faurby, S., Sandel, B., Svenning, J.-C. 2014. Global late Quaternary megafauna extinctions linked to humans, not climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281 (1787): 20133254.
- Säterberg, T., Sellman, S., Ebenman, B. 2013. High frequency of functional extinctions in ecological networks. *Nature*, 499 (7459): 468–470.
- Shemesh, H., Bruns, T. D., Peay, K. G., Kennedy, P. G., Nguyen, N. H. 2023. Changing balance between dormancy and mortality determines the trajectory of ectomycorrhizal fungal spore longevity over a 15-yr burial experiment. *New Phytologist*, 238 (1): 11–15.
- Shiryayev, A. 2009. Diversity and distribution of clavarioid fungi in Estonia. *Folia Cryptogamica Estonica*, 45: 65–80.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*, 11–41.
- Silvestro, L. B., Biganzoli, F., Stenglein, S. A., Forján, H., Manso, L., Moreno, M. V. (2018). Mixed cropping regimes promote the soil fungal community under zero tillage. *Antonie van Leeuwenhoek*, 111 (7): 1055–1064.
- Soulé, M. E., Estes, J. A., Berger, J., Del Rio, C. M. (2003). Ecological effectiveness: Conservation goals for interactive species. *Conservation Biology*, 17 (5): 1238–1250.
- Swingland, I. R. 2013. Biodiversity, Definition of. In S. A. Levin (Ed.), *Academic Press, Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*, (2): 399–410.
- van der Wal, A., van Veen, J. A., Smant, W., Boschker, H. T., Bloem, J., Kardol, P., van der Putten, W. H., de Boer, W. 2006. Fungal biomass development in a chronosequence of land abandonment. *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (1): 51–60.

- Wainwright, M. 1978. A review of the effects of pesticides on microbial activity in soils. *Journal of Soil Science*, 29 (3): 287–298.
- Zhou, D., Hyde, K. D. 2001. Host-specificity, host-exclusivity, and host-recurrence in saprobic fungi. *Mycological Research*, 105 (12): 1449–1457.

Kasutatud internetiallikad

- eElurikkus. 2023. Kasutatud 24.05.2023. <https://elurikkus.ee/>
- EOL (*Encyclopedia of Life*). 2023. Kasutatud 16.05.2023. <https://eol.org/>
- GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*). n.d. Kasutatud 16.05.2023. <https://www.gbif.org/>
- IUCN. 2022a. *IUCN Red List of Threatened Species*. Kasutatud 16.01.2023. <https://www.iucn.org/resources/conservation-tool/iucn-red-list-threatened-species>
- IUCN. 2022b. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2*. Kasutatud 16.01.2023. <https://www.iucnredlist.org/en>
- IUCN. n.d. *IUCN Red List. The Global Fungal Red List Initiative*. Kasutatud 24.05.2023. https://redlist.info/iucn/species_list/
- IUCN. 2022c. *IUCN Standards and Petitions Committee. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1*. <https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- Langley, L. 2019. *What is extinction? The answer is complicated*. Animals. Kasutatud 14.05.2023. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/extinction-wild-endangered-species>
- NatureServe. 2023. *NatureServe Network Biodiversity Location Data accessed through NatureServe Explorer*. Kasutatud 16.01.2023. <https://explorer.natureserve.org/AboutTheData/DataTypes/ConservationStatusCategories>
- SLU Artdatabanken. 2023. *Artbestämning - Artfakta från SLU Artdatabanken*. Kasutatud 16.05.2023. <https://artfakta.se/>
- Suomen Lajitietokeskus. (2023). (Kasutatud 16.05.2023). <https://laji.fi/>
- The World Counts*. n.d. *Why Do Species Become Extinct?* Kasutatud 16.01.2023. <https://www.theworldcounts.com/stories/why-do-species-become-extinct>

Lisad

Lisa 1. Antud töö Euroopa riikide regionaalselt väljasurnud liigid.

Hõimkond	Liik	Liik täielik	Kasvukoht	Ökoloogia	Ökoloogiline rühm	Riik	Väljasuremise tegurid
Basidiomycota	<i>Acanthophysium fennicum</i>	<i>Acanthophysellum fennicum</i> (Laurila) Bernicchia & Gorjón	OM	Surnud ja surevatel kuuse oksaraagudel ja okstel	puidu saprotroof	Rootsi, Soome	Lagupuidu vähenemine - elupaikade kadu ja kvaliteedi muutused.
Basidiomycota	<i>Aleurodiscus lividoeruleus</i>	<i>Acanthophysellum lividoeruleum</i> (P. Karst.) Parmasto, 1967	LM	Mädanenud puidul või rohhtaimel soojemates piirkondades, kuivemates lehtmetsades ja võsades	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Agaricus deyllii</i>	<i>Agaricus depauperatus</i> (F.H. Möller) Pilát, 1951	OM, LM	Peamiselt okasmetsades, vähem lehtmetsades. Eelistab lubjarikast pinnast.	pinnase/mullastiku saprotroof	Tšehhi	

Basidiomycota	<i>Albatrellus ovinus</i>	<i>Albatrellus ovinus</i> (Schaeff.) Kotl. & Pouzar, 1957	PM, NM	Liivane pinnas, lubjarikas muld. Mükoriisa okaspuudega.	ektomükoriisa	Taani	
Basidiomycota	<i>Amaurodon viridis</i>	<i>Amaurodon viridis</i> (Alb. & Schwein.) J. Schröt., 1888	MM, P, A	Lagundab pigem okaspuude lamavat lagupuitu	risu saprotroof	Soome	Lagupuidu vähenemine.
Basidiomycota	<i>Anomoporia myceliosa</i>	<i>Anomoloma myceliosum</i> (Peck) Niemelä & K.H. Larss., 2007	OM	Okaspuude surnud puidul.	puidu saprotroof	Tšehhi	Lagupuidu vähenemine.
Basidiomycota	<i>Antrodia heteromorpha</i>	<i>Antrodia heteromorpha</i> (Fr.) Donk, 1966	KM, OM	Kännud ja lamavad kuusetüved, männil harvemini. Tekitab pruuni mädanikku	puidu saprotroof	Eesti	Elupaikade kadu metsanduse tagajärjel.
Basidiomycota	<i>Antrodiella beschidica</i>	<i>Antrodiella semisupina</i> (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden, 1980	OM	Okaspuude surnud puidul.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Arcangeliella volemoides</i>	<i>Arcangeliella volemoides</i> K. Mader & A. Mader 1993			ektomükoriisa	Austria	
Basidiomycota	<i>Arrhenia chlorocyanea</i>	<i>Arrhenia chlorocyanea</i> (Pat.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys, 2002	AR		brüofil, risu saprotroof	Austria	

Basidiomycota	<i>Arrhenia fissa</i>	<i>Arrhenia fissa</i> (Leyss.) Redhead, 1984	Kserotermilistes elupaikades	Kuivades ja soojades kohtades sammaldel.	brüofiil, risu saprotroof, parasiit	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Arrhenia retiruga</i>	<i>Arrhenia retiruga</i> (Bull.) Redhead, 1984	PMM, M	Elus sammaldel, harvemini murul ja okstel, elav parasiit. Eelistab sood, rohumaad ja metsa.	brüofiil, risu saprotroof, parasiit	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Asterophora lycoperdoides</i>	<i>Asterophora lycoperdoides</i> (Bull.) Ditmar, 1809	M	Parasiteerib pilvikuid (Kalamees, 2004).	mükoparasiit	Armeenia	
Basidiomycota	<i>Asterostroma ochroleucum</i>	<i>Asterostroma cervicolor</i> (Berk. & M.A. Curtis) Massee, 1889	SM, LA	Okas- ja lehtpuude lamapuidul, aga ka surnud ürtidel ja mulla peal. Ka niisketes hoonetes ja keldrites.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Athelopsis subinconspicua</i>	<i>Athelopsis subinconspicua</i> (Litsch.) Jülich, 1975	SM, LA	Lamavatel kuuse- ja männitüvedel ning okstel. Väga harva elus tüvel.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Cytidiella albomellea</i>	<i>Auriculariopsis albomellea</i> (Bondartsev) Kotl., 1988	SM, OM, LM	Surnud, kuivanud, püsivatel okstel.	puidu saprotroof	Tšehhi	

				On leitud männilt, tammelt ja sarapuult.			
Basidiomycota	<i>Battarea phalloides</i>	<i>Battarrea phalloides</i> (Dicks.) Pers., 1801	S, STM, avatud LA	Liivasel või harvemini savisel või lubjarikkal pinnasel, millel on vähe maapealset taimestikkupH neutraalne kuni aluseline. Tugevalt termofiilne.	mulla saprotroof	Armeenia	Põllumajanduse intensiivistumine, karjatamise vähenemine.
Basidiomycota	<i>Boletopsis grisea</i>	<i>Boletopsis grisea</i> (Peck) Bondartsev & Singer, 1941	Vanad MM	Ektomükoriisa männiga. Eelistus põlenud pinnasele.	ektomükoriisa	Taani	Männimetsade metsandamine; õhusaaste ja eutrofeerumine lämmastikuga; väetiste kasutamine puidutootmise suurendamiseks (Dahlberg <i>et al.</i> , 2019).
Basidiomycota	<i>Boreostereum radiatum</i>	<i>Boreostereum radiatum</i> (Peck) Parmasto, 1968	OM	Mahalangenud okaspuutüvedel.	puidu saprotroof	Tšehhi	

Ascomycota	<i>Boubovia luteola</i>	<i>Boubovia luteola</i> (Velen.) Svrček	M	Mädanevate lehtede all metsahuumusel. Arvatakse, et kasvab huumuses väljaheidete jäämustega. Tšehhi leid asus savise pinnasega mergli ja lubjakivi aluspõhjal.	pinnase/mullastiku saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Calvatia candida</i>	<i>Calvatia candida</i> (Rostk.) Hollós, 1902			pinnase/mullastiku saprotroof	Austria	
Basidiomycota	<i>Calvatia fragilis</i>	<i>Calvatia fragilis</i> (Vittad.) Morgan	Kuivad KAM, MÄ	Kuiva ja termofiilse taimestiku piirkonnas. Armastab pöuda ja valgust.	mulla saprotroof	Tšehhi	Kariloomade karjatamise lõpetamise tõttu.
Basidiomycota	<i>Catathelasma imperiale</i>	<i>Catathelasma imperiale</i> (Fr.) Singer	Mägised OM	Küpsed, hästi arenenud ja häirimatud metsad. Neutraalsed kuni aluselised mullad,	Ektomükoriisa	Eesti	Elupaikade kadu ja kvaliteedi muutused, eutrofeerumine (Krisai-

				mille N sisaldus on väike			Greilhuber, 2019).
Basidiomycota	<i>Ceraceomyces cystidiatus</i>	<i>Ceraceomyces cystidiatus</i> (J.Erikss. & Hjortstam) Hjortstam	OM, SM	Tugevalt söestunud kuuse, männi ja kase mahalangenud tüvedel.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Endoptychum agaricoides</i>	<i>Chlorophyllum agaricoides</i> (Czern.) Vellinga, 2002	PMM, LS, AR	Hõreda kserotermilise taimeistikuga liivastel muldadel, mõnikord akaatsia all või mändide servades. Armastab põuda.	risu saprotroof	Tšehhi, Rootsi	Metsaraie tõttu elupaikade vähenemine ja halvenemine. Karjatamise vähenemine, lõppemine.
Basidiomycota	<i>Clavaria atrofusca</i>	<i>Clavaria atrofusca</i> Velen., 1939	Värsked ja kuivad MS	Põlengukohtadel või maapinnal tammepuude all rohus. Eelistatud elukohad poollooduslikud rohumaad ja karjamaad, tõenäoliselt happelised, kuna ükski	risu saprotroof	Tšehhi	Metsandus, ehitus ja maaarendus.

				teadaolevatest leiukohtadest ei asu lubjakivil (Kautmanová <i>et al.</i> , 2016).			
Basidiomycota	<i>Clavaria fumosa</i>	<i>Clavaria fumosa</i> Pers., 1796	PMM, LM, erinevad R	Kõrgemal paiknevates okas- ja segametsades või niitudel.	risu saprotroof	Tšehhi	Metsade raiumine ja niitude kuivatamine.
Basidiomycota	<i>Clavaria zollingeri</i>	<i>Clavaria zollingeri</i> Lév., 1846	värsked ja kuivad MS, PMM, N	Maapinnal metsasaludes, kus domineerivad lehtpuud, samuti kuivanud põldudel ja niitudel.	risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Clavariadelphus truncatus</i>	<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Quél.) Donk	OM	Maapinnal okaspuude, eriti kuuskede all. Eelistab lubjakivist aluspõhja, üldiselt rohkem mägistel aladel.	risu saprotroof / mükoriisa	Tšehhi	Selle taandumine on peamiselt seotud nulu kadumisega.
Basidiomycota	<i>Coltricia montagnei</i>	<i>Coltricia montagnei</i> (Fr.) Murrill, 1920			Ektomükoriisa	Tšehhi	

Basidiomycota	<i>Conocybe ambigua</i>	<i>Conocybe ambigua</i> Watling, 1980	LM, OM, LA, PMM, puistunud R	Niiskel pinnasel muru, sambla ja lehtede vahel, rohtses alusmetsas.	risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Conocybe coprophila</i>	<i>Conocybe coprophila</i> (Kühner) Kühner, 1935	N, LN, metsa KAM	Vanemad lehma ja hobuse väljaheidet.	risu saprotroof	Tšehhi	Avatud alade sulgemine, keemilised kahjulikud mõjud, muutused põllumaal.
Basidiomycota	<i>Coprinellus pyrghanthes</i>	<i>Coprinellus pyrghanthes</i> (Romagn.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo, 2001			pinnase/mullastiku saprotroof	Austria	
Basidiomycota	<i>Cotylidia pannosa</i>	<i>Cotylidia pannosa</i> (Sowerby) D.A. Reid, 1965	LM, SM	Rikkalikul ja savisel pinnasel, tihti koos pöökidega, kuuskedega ja mändidega.	risu saprotroof / sammalde sümbiondid	Taani	
Basidiomycota	<i>Pholiota funariophila</i>	<i>Crassisporium funariophilum</i> (M.M. Moser) Matheny, P.-A. Moreau & Vizzini, 2014	M	Põlenud põllumaadel. Kasvab koos hariliku hellikuga	puidu saprotroof / risu saprotroof	Austria	

				<i>(Funaria hygrometrica)</i> , mis kasvab samuti põlenud pinnasel (Hoffman, 1966).			
Basidiomycota	<i>Crustodontia chrysocreas</i>	<i>Crustodontia chrysocreas</i> (Berk. & M.A. Curtis) Hjortstam & Ryvarden, 2005	LM	Lehtpuudel. Tekitab valgemädanikku. Pantroopilise levikuga (Binion et al., 2008).	puidu saprotroof	Austria	
Basidiomycota	<i>Dermoloma coryleti</i>	<i>Dermoloma coryleti</i> Singer & Cléménçon 1972		<i>Dermoloma</i> perekonna seeni leidub tavaliselt rohumaaadel, eelistavad puutumatud kaitseväärtusega alasid (Sánchez-García et al., 2021).		Austria	
Basidiomycota	<i>Dermoloma emilii-dlouhyi</i>	<i>Dermoloma emiliae-dlouhyi</i> Svrček, 1966	MN	Sammaldunud metsaniitudel, maapinnal sambla sees.	pinnase/mullastiku saprotroof	Tšehhi	

Basidiomycota	<i>Dermoloma pragensis</i>	<i>Dermoloma pseudocuneifolium</i> var. <i>pragensis</i> Kubika ex Bon, 1986	PMM, P, KAM	Maapinnal rohus ja sammaldes. Eelistab lubjast pinnast.	mulla saprotroof	Tšehhi	Metsa majandamise tegevused, maastiku kurnamine.
Basidiomycota	<i>Vararia dura</i>	<i>Dichostereum durum</i> (Bourdot & Galzin) Pilát, 1926	LM	Lehtpuudel.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Diplomitoporus crustulinus</i>	<i>Diplomitoporus crustulinus</i> (Bres.) Domanski	OM, SM	Kuuse, harvem kase ja männi lamavatel ja seisvatel tüvedel. Vähe mõjutatud või puutumata kuusemetsas, eelistatavalt raba(lähedane) kuusemetsas	puidu saprotroof	Eesti	Elupaikade kadu metsanduse tagajärjel.
Basidiomycota	<i>Entoloma bloxamii</i>	<i>Entoloma bloxamii</i> (Berk.) Sacc	Kuiv lubjarikas R, AR, LM	Ekstensiivsete põllumajandusmeetoditega niitudel ja karjamaadel.	mulla saprotroof	Tšehhi	Seda ohustavad väetamine ja intensiivne põlluharimine.

Basidiomycota	<i>Hapalopilus salmonicolor</i>	<i>Erastia salmonicolor</i> (Berk. & M.A. Curtis) Niemelä & Kinnunen, 2005	OM	Enamasti männipuidul aga ka kuusepuidul. Põhjustab valgemädanikku	puidu saprotroof	Tšehhi	Laguneva puidu vähenemine, vanade metsade vähenemine.
Basidiomycota	<i>Conocybe plicatella</i>	<i>Galerella plicatella</i> (Peck) Singer, 1951		Kserotermilise metsaniidu mullal.	risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Galerina salicicola</i>	<i>Galerina salicicola</i> P.D. Orton, 1960			puidu saprotroof	Austria	
Basidiomycota	<i>Galeropsis desertorum</i>	<i>Galeropsis desertorum</i> Velen. & Dvořák	S, PK	Liivasel või serpentiinsel pinnasel steppides.	mulla saprotroof	Tšehhi	Selle kadumise põhjustas ilmselt karjatamise lõpetamine stepil.
Basidiomycota	<i>Geastrum berkeleyi</i>	<i>Geastrum berkeleyi</i> Masee, 1889	SM, SAM, I	Aluselisel, lubjarikkal, hea äravooluga mullal.	risu saprotroof	Taani	
Basidiomycota	<i>Geastrum pseudolimbatum</i>	<i>Geastrum coronatum</i> Pers., 1801	LS, AR, kuivad ja lubjarikkad R	Steppide liivmuldadel või termofiilse taimestiku piirkonnas tardkivimite	risu saprotroof	Tšehhi	Karjatamise lõppemine koos järgneva taaskasvamisega.

				murenemisel tekkinud muldadel.			
Basidiomycota	<i>Geastrum fornicatum</i>	<i>Geastrum fornicatum</i> (Huds.) Hook., 1821	OM, SM	Tihti jugapuu all.	risu saprotroof	Taani	
Basidiomycota	<i>Geastrum saccatum</i>	<i>Geastrum saccatum</i> Fr., 1829	LS, kuivad lubjarikkad R, puistunud R, PÕS	Liivasel või savisel pinnasel puittaimede all termofiilse taimestiku piirkonnas.	risu saprotroof	Tšehhi	Karjatamise lõppemine koos järgneva taaskasvamisega.
Basidiomycota	<i>Gerronema favrei</i>	<i>Gerronema favrei</i> Watling 1983			puidu saprotroof	Austria	
Basidiomycota	<i>Gymnopilus fulgens</i>	<i>Gymnopilus fulgens</i> (J. Favre & Maire) Singer, 1951	MA	Soo- või turbamullas, Euroopas tuntud madalsoost kuni subalpiini staadiumini. Eelistab lubjavaeseid soobiootoope ja soostunud lehtmetsi.	puidu saprotroof	Tšehhi	

Basidiomycota	<i>Gymnopus herinkii</i>	<i>Gymnopus herinkii</i> Antonín & Noordel.	LM, SM	Mädanenud lehtedel ja toorhuumusel leht- ja segametsades, eriti pöõgi all, harvem metsaservadel termofiilses taimestikus männi, hariliku kukerpuu, kreegipuu ja koerkibuvitsa all, nii lubjarikkal kui happelisel pinnasel (Antonín & Noordeloos, 1996).	risu saprotroof	Tšehhi	
Ascomycota	<i>Discina leucoxantha</i>	<i>Gyromitra leucoxantha</i> (Bres.) Harmaja, 1969	OM, SM	Mägedes lehise ja kuuse all, mädanenud puidu ja kändude läheduses	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Haasiella venustissima</i>	<i>Haasiella venustissima</i> (Fr.) Kotl. & Pouzar, 1966	LP, LM	Lehtpuude, peamiselt hariliku saare või leedrite väikestel okstel	puidu saprotroof	Tšehhi	Seda ohustab peamiselt selle biotoopide degradeerumine,

				(harvemini tüvedel). Leidub tavaliselt looduslikus ja looduslähedases taimestikus suurte või väikeste jõgede ääres loopealsetes metsades või ojade külgedel.			märgalade kuivendamine ja inimeste poolt muutmine ning põllumajanduses t tingitud maastiku kasvav nitrifikatsioon.
Basidiomycota	<i>Hebeloma fusisporum</i>	<i>Hebeloma fusisporum</i> Gröger & Zschiesch., 1981	LM, PÕS, TLM	Niiskel pinnasel. Kasvab lepametsades/lepa oodes, sookasemetsades. Esineb koos lepa, kase ja pajuga.	ektomükoriisa	Austria	
Basidiomycota	<i>Hebeloma pseudoamarescens</i>	<i>Hebeloma pseudoamarescens</i> (Kühner & Romagn.) P. Collin, 1988	OM	Metsamaastik, eelistatud põlenud pinnasega	ektomükoriisa	Taani	
Basidiomycota	<i>Hemimycena epichloe</i>	<i>Hemimycena epichloe</i> (Kühner) Singer	MA (Malysheva et al. 2009)	Kõdunevatel kõrrelistel.	risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Hemimycena subtilis</i>	<i>Hemimycena subtilis</i> (Velen.) Antonín	MA	Märgaladel kõdunevatel	risu saprotroof	Tšehhi	

				taimejäänustel (nt. tarnadel), aga ka kōdunevatel tammelehtedel.			
Ascomycota	<i>Hiemsia pseudoampezzana</i>	<i>Hiemsia pseudoampezzana</i> (Svrček) Svrček	Samblalised lubjakivid	Hariliku lõhistanuka (<i>Schistidium brunnescens/apocarpum</i>) puistutes puude varjutatud lubjakivirahnuudel.	sambla-sümbiont	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Camarophyllopsis foetens</i>	<i>Hodophilus foetens</i> (W. Phillips) Birkebak & Adamčík, 2016	Kuivad NI, PÕ, N	Enamasti huumusel leht-, vähem segaja okasmetsades, samuti parkides. Eelistab lubjarikkaid muldi.	mulla saprotroof	Tšehhi	Metsandus, avatud alade hävitamine.
Basidiomycota	<i>Hydnellum cumulatum</i>	<i>Hydnellum cumulatum</i> K.A. Harrison, 1964	OM	Okaspuudega mükoriisa moodustaja. Rootsis leidub ainult värskel samblasel pinnasel vanemates lubja-okaspuumetsades.	ektomükoriisa	Tšehhi	Metsandus, lagendike raie.

				Metsal on tavaliselt selge mulje varasemast metsakarjatamisest. Šotimaal ja Hollandis leidub seeni aga happelisel ja lahjal liivasel pinnasel männi all.			
Basidiomycota	<i>Sarcodon fennicus</i>	<i>Hydnellum fennicum</i> (P.Karst.) E.Larss., K.H.Larss. & Kõljalg, 2019	OM	Mägised okasmetsad. Boreomontaanne liik	ektomükoriisa	Austria	
Basidiomycota	<i>Hydnellum mirabile</i>	<i>Hydnellum mirabile</i> (Fr.) P. Karst., 1879	Vanad OM	Paksu ja kinnise samblakattega okasmetsades. Sageli on viljakehad sügavalt samblasse mattunud.	ektomükoriisa	Tšehhi	Metsandus, lagendike raie.
Basidiomycota	<i>Hydnellum scabrosum</i>	<i>Hydnellum scabrosum</i> (Fr.) E.Larss., K.H.Larss. & Kõljalg, 2019	SM, OM	Eelistab happelist mulda	ektomükoriisa	Taani	

Basidiomycota	<i>Sarcodon versipellis</i>	<i>Hydnellum versipelle</i> (Fr.) E.Larss., K.H.Larss. & Kõljalg, 2019	OM, OM KAM	Sammaldunud, vanemas okasmetsas, kuuse all lubjarikkal substraadil.	ektomükoriisa	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Hygrocybe spadicea</i>	<i>Hygrocybe spadicea</i> (Scop.) P. Karst., 1879	PMM	Avatud ja kuivad rohumaad, sageli kuivadel ja lubjarikastel karjamaadel ning rohtsetel nõlvadel	mulla saprotroof	Eesti	Niitudel karjatamise lõppemisel kinnikasvamise. Negatiivsed on ka väetiste kasutamine ja metsastamine.
Basidiomycota	<i>Hygrophorus calophyllus</i>	<i>Hygrophorus camarophyllus</i> (Alb. & Schwein.) Dumée, Grandjean & Maire, 1912	OM	Moodustab männiga mükoriisat. Kirjanduses on kirjeldatud leide ka kuuse alt. Eelistab neutraalset või aluselist lubjarikast mulda.	ektomükoriisa	Tšehhi	Metsade uuendamine ja majandamine, Vanade metsade vähenemine.
Basidiomycota	<i>Hygrophorus purpurascens</i>	<i>Hygrophorus purpurascens</i> (Alb. & Schwein.) Fr., 1838	Vanemad OM, MS	Männi ja kuuse all, pigem mägedes ja mäe jalamil.	ektomükoriisa	Tšehhi	Metsade majandamise tegevused,

							puuliikide seoste muutused metsades.
Basidiomycota	<i>Hysterangium calcareum</i>	<i>Hysterangium calcareum</i> R. Hesse, 1891			ektomükoriisa	Austria	
Basidiomycota	<i>Hysterangium coriaceum</i>	<i>Hysterangium coriaceum</i> R. Hesse, 1891	LM, OM, SM	Eelistab lubjarikast mulda ning esineb tihti kuuse ja sarapuuga. Kasvab maa all. Trüffel.	ektomükoriisa	Austria	
Basidiomycota	<i>Inonotopsis subiculosa</i>	<i>Inonotopsis subiculosa</i> (Peck) Parmasto, 1973	OM, SM	Erinevatel okaspuudel, kuid võib esineda ka kasel. Põhjustab valgemädanikku.	puidu saprotroof	Eesti	Metsanduse tagajärjel elupaikade muutused ja kadu.
Basidiomycota	<i>Junghuhnia luteoalba</i>	<i>Junghuhnia luteoalba</i> (P. Karst.) Ryvarden, 1972	Kuivad N, LM, OM	Tavaliselt väga lagununud puidul, sageli lamavatel ja surnud männi okstel, vanemas või keskeas metsas. Valge mädaniku tekitaja.	puidu saprotroof	Tšehhi	

Basidiomycota	<i>Kavinia alboviridis</i>	<i>Kavinia alboviridis</i> (Morgan) Gilb. & Budington, 1970	KM, OM, SM	Lehtpuude, mõnikord okaspuude tugevalt lagunenud tüvedel ja kändudel. Võimalik, et liik kuulub tegelikult mullafloora hulka ega ole eelkõige puidumädanik.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Lactarius resimus</i>	<i>Lactarius resimus</i> (Fr.) Fr., 1838	SM	Mükoriisa kaskede ja mändidega, keskmise niiskusega ürdirikkad nõmmemetsad	ektomükoriisa	Taani	
Basidiomycota	<i>Lentaria byssiseda</i>	<i>Lentaria byssiseda</i> Corner, 1950	SM, OM, LM, puistunud R	Puidul, risul ja puukoorel. Okasmetsades kasvab meelsasti okastel, okstel ja kändidel kuuskede all, aga ka elusate kuuskede koorel. Lehtmetsades	puidu saprotroof / risu saprotroof	Tšehhi	

				esineb langenud okstel või tüvedel, aga ka koorel ning eelistab kindlaid lehtpuid. Eelistab mädapuitu.			
Basidiomycota	<i>Lentaria epichnoa</i>	<i>Lentaria epichnoa</i> (Fr.) Corner, 1950	SM, LM, RM	Esineb igat tüüpi leht- ja segametsades, aga ka okasmetsas, kus esineb vaid aegajalt lehtpuid. Leidub peamiselt varjulistes ja niisketes kohtades, kus on ohtralt surnud puitu.	puidu saprotroof / risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Lentinellus auricula</i>	<i>Lentinellus vulpinus</i> (Sowerby) Kühner & Maire, 1934	LM	Lehtpuude surnud puidul (pöök, sarvik). Rootsist leitud mädaneva kase kännult.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Lenzites warnieri</i>	<i>Lenzites warnieri</i> Durieu & Mont., 1860	LM, LAM	Lehtpuude surnud puidul, eelistab sooja ja niisket	puidu saprotroof	Tšehhi	

				kasvukohta. Põhjustab valgemädanikku.			
Basidiomycota	<i>Leucopaxillus gentianeus</i>	<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Quel.) Kotl.	Rannikute lähedal LL	Esineb koos kuuse ja nuluga	risu saprotroof	Taani	Metsamajandamise uued meetmed, ehitus.
Ascomycota	<i>Octospora alpestris</i>	<i>Leucoscypha alpestris</i> (Sommerf.) Eckblad, 1968	LM, OM	Kasvab tetraploodoni (<i>Tetraplodon spp.</i>) samblaliikide lehekurdudes.	sambla-sümbiont	Austria	
Basidiomycota	<i>Lindtneria trachyspora</i>	<i>Lindtneria trachyspora</i> (Bourdot & Galzin) Pilát, 1938	Värsked ja kuivad MS	Lagundab pigem varist kui puid, pole peremehespetsiifile (Legon, 2012).	puidu saprotroof	Soome	Ehitus, lagupuidu vähenemine.
Basidiomycota	<i>Lycoperdon caudatum</i>	<i>Lycoperdon caudatum</i> J. Schröt., 1889	SM	Leht- või okaspuude all, eelistab puidukõdukihti	risu saprotroof	Taani	Niitude jm avatud elupaikade kinnikasvamine, turbakuivendus.
Basidiomycota	<i>Lyophyllum amariuscolum</i>	<i>Lyophyllum amariuscolum</i> Clémençon, 1982			ektomükoriisa	Austria	

Basidiomycota	<i>Lyophyllum transforme</i>	<i>Lyophyllum transforme</i> (Britzelm.) Singer	SM	Eelistab rikkalikku pinnast.	mulla saprotroof	Taani	Metsamajanduslik tegevus, metsakoosluse puuliigilise koosseisu muutused.
Basidiomycota	<i>Marasmiellus candidus</i>	<i>Marasmiellus candidus</i> (Bolton) Singer	LM, LLM	Mahalangenud lehtpuude okstel ning leherisul.	risu saprotroof	Austria	
Basidiomycota	<i>Merulicium fusisporum</i>	<i>Merulicium fusisporum</i> (Romell) J. Erikss. & Ryvardeen, 1976	LM, KM	Kasvab okasmetsades, eelistatavalt kuusemetsade lamavatel, kuivanud okstel ja okastel. Eelistab niisket pinnast.	puidu saprotroof / risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Naucoria amarescens</i>	<i>Naucoria amarescens</i> Quél., 1883	LM, OM	Põlenud põllumaadel jt pinnastel.	ektomükoriisa	Austria	
Ascomycota	<i>Peziza saliciphila</i>	<i>Peziza saliciphila</i> Svrček	MA	Kõduneval pajupuidul.	pinnase/mullastiku saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Ramaria ochracea</i>	<i>Phaeoclavulina ochracea</i> (Bres.) Giachini, 2011		Kõduneval lehtpuul, nt. põök,	risu saprotroof	Tšehhi	

				erakordselt akaatsia.			
Basidiomycota	<i>Hymenochaete crocata</i>	<i>Phellinus crocatus</i> (Fr.) Ryvarden	LM, SM	Mõne lehtpuu surnud okstel, veel võsa- ja hõredates metsades. Armastab põuda.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Phellinus viticola</i>	<i>Phellinus viticola</i> (Schwein.) Donk, 1966	OM, SM	Okaspuude, eriti kuuse surnud puidul, eelistab mägist maastikku	puidu saprotroof	Eesti	Elupaikade kadu metsanduse tagajärjel.
Basidiomycota	<i>Phlebia albida</i>	<i>Phlebia albida</i> H. Post	LM, OM, TLM	Lehtpuude lamavatel okstel ja tüvedel, eriti väljaspool metsa. Lepa, kase, sarapuu, pöögi, tamme, paju ja pihlaka lamavad oksad. Harva männil ja kuusel.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Phlebia coccineofulva</i>	<i>Phlebia coccineofulva</i> Schwein., 1832	LM, SM	Lopsakates metsades lehtpuude (lepp, pappel, haab, kask, saar) surnud	puidu saprotroof	Austria	

				tüvedel. Põhjustab valgemädanikku.			
Ascomycota	<i>Poronia punctata</i>	<i>Poronia punctata</i> (L.) Fr., 1849	KUM	Vajab kindlat mikrokliimat, et kabjaliste jt suurte herbivoorida väljaheitel viljuda	saprotoof	Norra, Tšehhi	Karjatamise ja poollooduslike koosluste vähenemisest tulev elupaikade kadu (Persiani, Ainsworth, 2020).
Basidiomycota	<i>Porostereum spadiceum</i>	<i>Porostereum spadiceum</i> (Pers.) Hjortstam & Ryvarden, 1990	LM	Tamme jt lehtpuude surnud palkidel ja okstel	puidu saprotoof	Taani	
Basidiomycota	<i>Porpoloma elytroides</i>	<i>Porpoloma elytroides</i> (Scop.) Singer, 1973			ektomükoriisa	Austria	
Basidiomycota	<i>Pseudoinonotus dryadeus</i>	<i>Pseudoinonotus dryadeus</i> (Pers.) T. Wagner & M. Fisch., 2001	LM	Kasvab peaaegu alati tammedel, vahepeal ka teistel lehtpuudel; tekitab valgemädanikku	puidu saprotoof	Eesti	Vanade tammede raiumisel elupaikade kadu.
Ascomycota	<i>Pseudoplectania sphagnophila</i>	<i>Pseudoplectania sphagnophila</i> (Pers.) Kreisel, 1962	Lubjarikkad ja avatud SB	Kesksoos, rikastes soo- ja soometsades elusturbal	risu saprotoof	Tšehhi	

				turbasammalde (<i>Sphagnum spp.</i>) närbunud osadel.			
Basidiomycota	<i>Pseudotomentella atrofusca</i>	<i>Pseudotomentella atrofusca</i> M.J.Larsen	LM, OM	Mahalangenud tüvedel, okstel ja rusudel, enamasti okaspuudel, eriti mändidel.	saprotroof, aga Tšehhi punases nimekirjas oli kirjas ektomükoriisa	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Ramaria gracilis</i>	<i>Ramaria gracilis</i> (Pers.) Quél., 1888	LM, OM, PÕS	Okaspuude all ja okasmetsades koos põõgiga künklikest aladest kuni mäetasandikuni. Mustika kuusemets, pohlamets, heinamaa ja haavamets. Samblakattes puude all.	risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Ramaria suecica</i>	<i>Ramaria suecica</i> (Fr.) Donk, 1933	LM, OM	Okaspuumetsade ja mägistes okaspuumetsade okastel. Eelistab	risu saprotroof	Tšehhi	

				samblaga kaetud maapinda.			
Basidiomycota	<i>Clavulinopsis biformis</i>	<i>Ramariopsis biformis</i> (G.F. Atk.) R.H. Petersen, 1964	LP, SM	Ürdirikastes metsades ja loopealsetel koos kuuse, männi, kadakaga, tammega jt puuliikidega, kasvab leherisu peal (Shiryayev, 2009).	risu saprotoof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Clavulinopsis subtilis</i>	<i>Ramariopsis subtilis</i> (Pers.) R.H. Petersen, 1978	LM, LP, R	Poollooduslikul ja looduslikul lubjarikkal karjamaal, pooleldi kinnises lehtmetsas lubjarikkal savil. Sageli palja mulla ja hõrenenud põllukihiga pindadel.	risu saprotoof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Rhodophana stangliana</i>	<i>Rhodophana stangliana</i> (Bresinsky & Pfaff) Vizzini, 2014	Teised šampinjonilaadsed	Parasiteerib šampinjonilaadsetel .	pinnase /mullastiku saprotoof	Taani	

Basidiomycota	<i>Rubroboletus dupainii</i>	<i>Rubroboletus dupainii</i> (Boudier) Kuan Zhao et Zhu L. Yang, 2014	LM, LLM	Kasvab koos pöögilistega. Eelistab termofiilseid lehtpuumetsi, kus domineerib tamm, sageli vanas kasvukohas. Mõnikord eelistab lagedamaid alasid.	ektomükoriisa	Austria	Kliimamuutuste tõttu eeldatav elupaikade nihkumine. Metsade majandamine, täpsemalt lageraie. Raie tagajärjel endiste põliste tammemetsade asendumine okaspuudega. (Perini & Gonçalves, 2019)
Basidiomycota	<i>Sarcodontia crocea</i>	<i>Sarcodontia crocea</i> (Schwein.) Kotl., 1953	LM, A	Eelistab kasvukohana vanemaid roosõieliste sugukonda kuuluvaid puid.	puidu saprotroof	Eesti	Puuviljaaedade vanade puude raiumine, kaasaegne viljapuude kasvatamise viisid (Iršénaitė, 2019).

Basidiomycota	<i>Spongipellis pachyodon</i>	<i>Sarcodontia pachyodon</i> (Pers.) Spirin, 2001	MEM, LA	Parasiit tammel jt lehtpuudel	puidu saprotroof/taimepatogeen	Rootsi	Elupaikade kadu ja kvaliteedi muutused.
Ascomycota	<i>Sarcosoma globosum</i>	<i>Sarcosoma globosum</i> (Schmidel) Rehm	OM	Eelistab vanakasvulisi kuusemetsi. Toitainerikkal ja niiskel pinnasel	risu saprotroof	Slovakkia, Saksamaa, Tšehhi, Austria	Metsade raiumise tõttu elupaikade muutumine ja kadumine, eelkõige vanade metsade lageraie (Dahlberg, 2015).
Basidiomycota	<i>Oliveonia subviolacea</i>	<i>Scotomyces subviolaceus</i> (Peck) Jülich	OM, LM	Kuuskede kõduneval puidul.	puidu saprotroof	Tšehhi	Eeldatakse, et kliima kontinentaliseerimise tagajärjel.
Basidiomycota	<i>Sistotrema heteronemum</i>	<i>Sistotrema heteronemum</i> (J. Erikss.) Å. Strid, 1975	OM, SM	Okas- ja lehtpuude kõduneval puidul, sõnajalgade jäänustel, vähem aedade mullal.	risu saprotroof	Tšehhi	
Ascomycota	<i>Sphaerosoma fuscescens</i>	<i>Sphaerosoma fuscescens</i> Klotzsch, 1839			Ektomükoriisa	Saksamaa	

Basidiomycota	<i>Steccherinum aridum</i>	<i>Steccherinum aridum</i> Svrček, 1973	LM	Surnud, langenud okstel ja langenud lehtpuude tüvedel. Liigi ökoloogiast on vähe teada.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Steccherinum robustius</i>	<i>Steccherinum robustius</i> (J. Erikss. & S. Lundell) J. Erikss., 1958	LM, LLM	Iseloomulik savimuldadel kinnistele jalakasaludele, kus kasvab surnud, risustunud või veel seisvatel jalakatel, harvem teistel lehtpuudel. Vajab pidevat ligipääsu kinnistes puistutes surnud puudele ning ei kasva avatud või poolavatud keskkondades.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Suillus roseoporus</i>	<i>Suillus roseoporus</i> (Smotl.) Pilát & Dermek		Seostatakse lehisega, paljudesse riikidesse sisse toodud istanduste	ektomükoriisa	Austria	

				kaudu (Klofac <i>et al.</i> , 2013).			
Basidiomycota	<i>Terana caerulea</i>	<i>Terana caerulea</i> (Lam.) Kuntze, 1891	LM	Soojad, niisked lehtpuude langenud palgid ja oksad	puidu saprotroof	Taani	
Basidiomycota	<i>Cejpomyces terrigenus</i>	<i>Thanatephorus terrigenus</i> (Bres.) G. Langer, 1994	OM, LM	Detriidil. Roots on liiki leitud okasmetsades surnud puidult ja lehtmetsades mädanenud sõnajalavartel.	risu saprotroof	Tšehhi	Eeldatakse, et seda võis ohustada maaarendus ja ehitus
Basidiomycota	<i>Thelephora atrocitrina</i>	<i>Thelephora atrocitrina</i> Quél., 1875	LM	Kserotermiliste tamme-valgepöõgi salude maapealsel lubjakivisubstraadil	ektomükoriisa	Tšehhi	
Ascomycota	<i>Cordyceps capitata</i>	<i>Tolypocladium capitatum</i> (Holmsk.) Quandt, Kepler & Spatafora, 2014	OM, SM	Kasvab hirvepähklide (<i>Elaphomyces spp.</i>) maa-alustel viljakehadel.	(looma)parasiit, leheendofüüt	Tšehhi	Metsade majandamine.

Basidiomycota	<i>Tomentella griseoumbrina</i>	<i>Tomentella griseoumbrina</i> Litsch., 1936	OM, LM	Okaspuudel, harvemini lehtpuudel.	Saproroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Tremellodendropsis tuberosa</i>	<i>Tremellodendropsis tuberosa</i> (Grev.) D.A. Crawford, 1954	HLM, LN, LLM, P, AR	Enamasti paljal savipinnasel. Lehtniitudel kasvab ta eelistatavalt sarapuupõõsaste aluse ümber, kus taimestik on madal või puudub. Tõenäoliselt lubjalembeline. Kasvukohad on sageli väga rikkad teiste haruldaste mullaseente poolest.	ektomükoriisa	Tšehhi	
Ascomycota	<i>Podostroma alutaceum</i>	<i>Trichoderma alutaceum</i> Jaklitsch, 2011	LM, TLM, SM, OM	Kõduneval puidul ja lehtpuude koorel, maapinnal lebatatel kõdunenud okstel. Leiukirjete ning herbaariumikollekt	puidu saproroof / risu saproroof	Tšehhi	

				sioonides on substraatidena märgitud kase-, tamme-, sarapuu- ja pöögioksad.			
Basidiomycota	<i>Tricholoma acerbum</i>	<i>Tricholoma acerbum</i> (Bull.) Vent.	Mägisemad LM	Lubjarikastel muldadel. Esineb koos tammeliikidega	ektomükoriisa	Eesti	Elupaikade kadu metsanduse ja muutunud maakasutuse tõttu (Brandrud, 2015).
Basidiomycota	<i>Tricholoma radotinese</i>	<i>Tricholoma radotinese</i> Pilát et Charvát ex Veselský et Kuthan	OM	Kuuse ja männi all lubjarikkal substraadil.	ektomükoriisa	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Tubulicrinis globisporus</i>	<i>Tubulicrinis globisporus</i> K.H. Larss. & Hjortstam, 1978	LM, OM, MM	Okasmetsades, pigem männimetsades lamavate tüvede lagunenuid puidul.	puidu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Tulostoma armillatum</i> Bres. 1904	<i>Tulostoma armillatum</i> Bres. 1905		Varjulistes kuivades kasvukohtades (Hagara, 2015).	pinnase/mullastiku saprotroof	Austria	

Basidiomycota	<i>Tulostoma moravecii</i>	<i>Tulostoma moravecii</i> Pouzar	LS, LL, SHM, I	Hea ühendusega rohus kserotermilises kivistepis lubjakivisubstraadil . Armastab põuda.	mulla saprotroof	Tšehhi	Karjatamise vähenemisega, inimeste risustamise ja toitainete sadestumise suurenemine. Elupaikade kadumine ja muutumine.
Basidiomycota	<i>Tulostoma pulchellum</i>	<i>Tulostoma pulchellum</i> Sacc., 1890		Hõreda kserotermilise taimestikuga savisel või liivasel pinnasel. Armastab põuda.	pinnase/mullastiku saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Typhula euphorbiae</i>	<i>Typhula euphorbiae</i> (Fuckel) Fr., 1874		Tarna surnud vartel. Kirjanduse andmetel võib kasvada ka kõdunevatel pähkilehtedel.	taimepatogeen / risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Typhula quisquiliaris</i>	<i>Typhula quisquiliaris</i> (Fr.) Henn., 1896	LM, OM, PMM	Tšehhis kirjeldatud peaaegu eranditult ahtalehise	taimepatogeen / risu saprotroof	Tšehhi	

				põdrakanepi surnud vartel. Rootsi andmetel ka teiste närtsinud pajulille perekonna liikmete varred (<i>Epilobium spp.</i>) ja kilpjalal (<i>Pteridium aquilium</i>).			
Basidiomycota	<i>Typhula sclerotioides</i>	<i>Typhula sclerotioides</i> (Pers.) Fr., 1838	P, A, värsked ja kuivad MS	Surnud subalpiini taimejäänustel nt. mägi-soosalatil (<i>Cicerbita alpina</i>). Harvemini madalamatel kõrgustel.	taimepatogeen / risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Typhula variabilis</i>	<i>Typhula variabilis</i> Riess, 1850	P, A, KP	Taimevartel ja murulehtedel.	taimepatogeen / risu saprotroof	Tšehhi	
Basidiomycota	<i>Uromyces minor</i>	<i>Uromyces minor</i> J. Schröt., 1887	Kivised ja madalad MÄ	Parasiteerib ristikutel.	taimepatogeen	Norra	
Basidiomycota	<i>Ustilago bullata</i>	<i>Ustilago bullata</i> Berk., 1855	KUM	Oligofaag, parasiteerib kõrrelisi.	taimepatogeen	Norra	

Basidiomycota	<i>Dendrothele macrospora</i>	<i>Vuilleminia macrospora</i> (Bres.) Hjortstam, 1987	LM	Erinevate lehtpuude mädanenud okstel, termofiilse taimestiku piirkondades. Tšehhis leiti lubjakivinõlvadel. Soojanõudlik.	puidu saprotroof	Tšehhi	Kadus ilmselt kliimamuutuste tõttu.
Basidiomycota	<i>Vuilleminia megalospora</i>	<i>Vuilleminia megalospora</i> Bres., 1926	LM	Pöõgi ja tamme okstel (Ghobad-Nejhad et al., 2010).	puidu saprotroof	Tšehhi	
Ascomycota	<i>Wynnella silvicola</i>	<i>Wynnella silvicola</i> (Beck) Nannf., 1966	OM	Lubjarikkal pinnasel mägimetsades, väga harva madalamal. Eelistab okaspuitu lubjarikkal pinnasel (Saccardo, 1888).	ektomükoriisa	Tšehhi	
Ascomycota	<i>Xylaria digitata</i>	<i>Xylaria digitata</i> (L.) Grev., 1825	LSM	Pigem lepupuudel.	puidu/risu saprotroof	Taani	

Ascomycota	<i>Chaenocarpus setosus</i>	<i>Xylaria setosa</i> (Leys.) Traverso	PMM, MEM	Surnud puidul.	risu saprotroof/Puidus een	Rootsi	Elupaikade kadu ja kvaliteedi muutused.
------------	-----------------------------	--	-------------	----------------	----------------------------------	--------	---

Legend: A-aed; AR-avatud rohumaad; HLM-heitlehine lehtmets; I-istandus KAM-karjamaa; KM-kuusemets; KP-kultuurpõllud; KUM-kultuurmaastik; LALinnastunud ala; LAM-lammimets; LIV-liivased alad; LL-liivaluited; LLM-laiialehine lehtmets; LM-lehtmets; LN-lehtniidud; LP-loopealsed; LS-liivastepid; LSM-lammi segamets; M-mets; MA-märgalad; MEM-metsamaastik; MM-männimets; MN-metsaniidud; MS-metsasalu; MÄ-mäestik; N-nõmmed; NI-niidud; NM-nõmmemets; OM-okasmets; P-park; PK-poolkõrbed; PM-palumets; PMM-põllumajandusmaastik; PN-puitunud niidud; PÕ-põllud; PÕS-põõsastik; R-rohumaad; RM-rabamets; S-stepp; SAM - salumetsad; SB-soo biotoobid; SHM-stepi heinamaad; SK-stepikõrb; SM-segamets; STM-stepimetsad; TLM-triviaalne lehtmets.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Riko Raheste,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Seente väljasuremine maastiku ja regiooni tasemel”,

mille juhendajad on Kadri Runnel ja Leho Tedersoo,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Riko Raheste
25.05.2023