EESTI MAAÜLIKOOL
Metsanduse ja inseneeria instituut

Randolf Palk

JUUREPESSU ESINEMINE KUUSE-KOOREÜRASKI KAHJUSTUSTEGA KUUSIKUTES

OCCURRENCE OF ROOT ROT IN SPRUCE STANDS DAMAGED BY THE SPRUCE BARK BEETLE

Bakalaureusetöö

Metsanduse õppekava

Juhendajad: teadur Argo Orumaa, *PhD*
vanemteadur, Tiia Drenkhan-Maaten, *PhD*

Tartu 2025

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö	
Randolf Palk		Metsanduse õppekava	
JUUREPESSU ESINEMINE KUUSE-KOOREÜRASKI KAHJUSTUSTEGA KUUSIKUTES			
Lehekülgi: 33	Jooniseid: 8	Tabeleid: 1	Lisasid: 4
Osakond / Õppetool: Metsakasvatuse- ja metsaökoloogia õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: B430 Metsakasvatus, metsandus, metsandustehnoloogia; täpsustus: metsapatoloogia Juhendaja(d): Argo Orumaa PhD, Tiia Drenkhan-Maaten PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2025			

Viimastel aastatel on eelkõige ilmastiku muutused mõjutanud kuuse-kooreüraski ja juurepessu intensiivsemat levikut Eesti kuusikutes, mille tagajärjel puud murduvad, heituvad või hukkuvad. Kahjustatud kuusikud paistavad juba kaugelt silma ja põhjustavad muret kuusikute tuleviku suhtes.

Käesolevas töös uuriti kas kuuse-kooreüraskiga asustatud kuused on juurepessuga nakatunud. Analüüsiti kuuse-kooreüraski kahjustusega ja juurepessuga nakatunud puude seost ning võrreldi kas üraskikoldes asuvatel ja koldest kaugemal olevatel puudel on statistiline seos juurepessu esinemisega. Uuriti kas puu diameetrist sõltub juurepessu esinemise tõenäousus.

Töö tulemustest selgus, et kuuse-kooreüraskiga ja juurepessuga nakatunud puude vahel ei ole statistiliselt olulist seost ($p=0,7983$). Lisaks selgus, et üraskikoldes asuvad puud ei ole juurepessu poolt rohkem nakatunud kui üraskikoldest kaugemal asuvad puud. Statistilise analüüsi põhjal puudub koldes ja koldest kaugemal olevatel kuuse-kooreüraskiga asustatud puudel seos juurepessu esinemisega ($p>0,05$). Sarnased tulemused leiti erinevates puutüvede diameetri klassides. Käesoleva töö tulemuste põhjal võib järeldada, et juurepessuga nakatunud kuused ei ole vastuvõtlikumad kuuse-kooreüraski rünnakule ning puud, mis kasvavad kolde sees või selle läheduses, ei ole sagedamini nakatunud juurepessuga.

Märksõnad: *Heterobasidon parviporum*, *Ips typographus*, kliimamuutused, harilik kuusk

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Randolf Palk		Forestry	
OCCURRENCE OF ROOT ROT IN SPRUCE STANDS DAMAGED BY THE SPRUCE BARK BEETLE			
Pages: 33	Figures: 8	Tables: 1	Appendixes: 4
Department/Chair: Metsakasvatuse- ja metsaökoloogia õppetool Field of research and (CERC S) code: B430 Sylviculture, forestry, forestry technology; specification: forest pathology Supervisors: Argo Orumaa PhD, Tiia Drenkhan-Maaten PhD Place of date: Tartu 2025			
In recent years, changes weather has significantly affected the spread of the spruce bark beetle and root rot in Estonian spruce forests, causing more extensive damage to spruces. As a result, the trees break and fall. Spruces damaged by the spruce bark beetle are visible to people from a distance, raising many concerns about the future of Estonian spruce forests. This study investigates whether spruces colonized by the spruce bark beetle are also infected with root rot. The relationship between trees damaged by the spruce bark beetle and those infected with root rot was analysed and compares whether there is a statistical connection between root rot and trees located within or farther from a bark beetle outbreak site. Additionally, the study examines whether the probability of root rot occurrence depends on the tree's diameter. The results of the study reveal that there is no statistically significant relationship between trees infected with the spruce bark beetle and those infected with root rot ($p=0,7983$). In addition, it appears that trees located within a beetle outbreak area are not more susceptible to root rot than trees located farther from the outbreak. Statistical analysis shows no correlation between root rot and trees based on their proximity to the outbreak area ($p>0.05$). The same results were found across different tree diameter ranges. Based on the results, it can be concluded that spruces infected with root rot are not more susceptible to the spruce bark beetle, and trees located within or near the outbreak area are not more infected with root rot.			
Keywords: *Heterobasision parviporum, Ips typhographus*, climate change, Norway spruce			

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS 4
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE 6
2.1.1. Juurepess (*Heterobasidion spp*.) 6
2.1.2. Juurepessu tõrje 7
2.2.1. Kuuse-kooreürask (*Ips typhographus*) 8
2.2.2. Kuuse-kooreüraski tõrje 10
3. MATERJAL JA METOODIKA 12
3.1. Katsealade iseloomustus 12
3.2. Välitööd 13
3.3. Laboratoorsed tööd 14
3.4. Andmetöötlus 15
4. TULEMUSED 17
5. ARUTELU 20
6. KOKKUVÕTE 22
ALLIKATE LOEND 23
LISAD 25
Lisa 1. Risttabel kuuse-kooreüraski ja juurepessuga nakatunud puude põhjal 25
Lisa 2. Mädaniku ja juurepessu esinemine proovides 26
Lisa 3. Risttabel mädanikuga puude ja juurepessuga nakatunud puude põhjal 32
Lisa 4. Lihtlitsents 33

1. SISSEJUHATUS

Juurepess (*Heterobasidion spp*) on üks kõige levinumaid ja olulisemaid juuremädaniku tekitajaid meie metsades, kahjustades eelkõige juuri ning tekitades tüvemädanikku (Voolma ja Õunap, 2000). Juurepess kuulub kandseente (*Basidiomycota*) hõimkonda ja pilvikuliste (*Russulales*) seltsi (Pluto, 2001).

Eesti metsades esineb kaks juurepessu liiki: kuuse-juurepess (*H. parviporum*), mis kahjustab eelkõige igas vanuses kuuski (*Picea abies)* ning võib esineda ka nulgudel (*Abies*) ja lehistel (*Larix*) ja männi-juurepess (*H. annosum*), mis kahjustab eelkõige harilikku mändi (*Pinus sylvestris*), aga võib esineda kadakal (*Juniperus)* ja arukasel (*Betula pendula*). Seen levib eelkõige õhu teel levivate eoste kaudu (Õunap ja Hanso, 2016).

Lisaks seenhaigustele on kuusel levinud putukkahjurid, viimastel aastatel eelkõige kuuse-kooreürask (*Ips typhographus*), mis kahjustab kuuski ja on võimeline tekitama pindalalt suuri kahjustuskoldeid kui ka metsa täielikku suremist. Kuuse-kooreüraski kahjustustele viitavad kuivanud kuused ning käigumuster koore all ja sisenemisavad tüvel. Puid asustatakse sagedamini hõredamates puistutes, metsaservades, häilude servades ja raiesmike ääres (Netherer jt, 2021).

Antud teema valis autor, kuna see tundus huvitav eelkõige patoloogia kontekstis. Antud töö uuribki üht kõige sagedasemat okaspuude juure- ja tüvemädaniku tekitavat patogeenset seent, mis kahjustab Eesti metsi, samuti analüüsitakse kuuse-kooreüraski esinemist, mis on üks kõige epideemilisemaid kahjureid tänapäeval kuusikutes.
Töö eesmärgiks on uurida, kas kuuse-kooreüraski poolt kahjustatud kuused on nakatunud juurepessuga. Analüüsiti kas üraskikoldest erinevatelt kaugustelt võetud proovides juurepessu esinemist.

Töö hüpoteesid:

1) Kuuse-kooreüraskiga kahjustunud kuuskedel esineb rohkem juurepessu kui ilma kahjustuseta kuuskedel;
2) Kuuse-kooreüraski koldes ja koldele lähemal kasvavatel kuuskedel esineb enam juurepessu.

Töö autori panustas välitöödes, labori töödes, andmetöötluses. Välitöödele kulus 3 päeva ning laboritöödele nädal aega. Andmetöölusega tegeles autor kauem, arutades vajadusel põhjalikumalt juhendajatega, et tulemused vastaksid töö ootustele ja hüpoteesidele. Kirjalikku töösse panustas autor aega rohkem, eesmärgiga leida võimalikult palju teaduslikke artikleid, mis vastaksid töö sisulistele peateemadele, eeskätt kuuse-kooreüraski ja juurepessu terminoloogiale.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1.1. Juurepess (*Heterobasidion spp*.)

Eestis on kaks juurepessu liiki: männi-juurepess (*Heterobasidion annosum*) ja kuuse-juurepess (*Heterobasidion parviporum*) (Hanso ja Hanso, 1999a). Juurepess kahjustab igas vanuses puid. Kuuskedel tekitab juurepess nii juure- kui ka tüvemädanikku ning levib iga aastaga puu tüves kõrgemale. Mändidel on juurepessu nakkus tuvastatav kändudelt, tekitades peamiselt juuremädanikku. Soomes ja Norras läbi viidud uuringute (Roll-Hanson, Roll-Hansen, 1995) põhjal ei ole kuuse-juurepess ohuks kohalikele kaseliikidele, küll aga ohustab kaske männi-juurepess (Voolma ja Õunap, 2000). Haigestunud puud hakkavad aastatega kuivama. Välised tunnused haige puu tuvastamiseks on okaste värvuse muutumine, võra hõrenemine, puude kuivamine ja vaigujooks tüvel. Juhul kui puistus esineb kadakat, on juuremädaniku tuvastamise tunnuseks kadakate massiline kuivamine (Himma, 2018).

Männi- ja kuuse-juurepessu on morfoloogiliste tunnuste põhjal keeruline eristada. Kuuse-juurepessu viljakehal on pooride tihedus väiksem kui männi-juurepessul (Hanso ja Hanso, 1999a). Värskel viljakehal on hümenofoor kreemikas ja valge, vanemas eas kollakaspruun. Seene viljakeha kasvab kuusel eelkõige juurte peal, kännul (Joonis 1) ja männil juurekaelal (Ostrosina ja Garbelotto, 2008). Juurepessust tingitud mädaniku tõttu tekib eelkõige kuusel tormimurdu- ja heidet (Laas, 2004).

Optimaalne temperatuur juurepessu kasvamiseks on 22 ℃ - 28 ℃ vahel ning eosed levivad väga intensiivselt perioodil kui ööpäeva keskmine ületab +5 ℃ (Hanso ja Hanso, 1999b). Juurepess on enam levinud intensiivselt majandatud metsades, eriti siis kui raieid teostatakse soojadel aastaaegadel (Wahlman, 2024). Juurepessul on globaalselt negatiivne mõju okaspuudele nii ökoloogiliselt, sest see põhjustab okaspuude mädanemist/suremist, kui ka majanduslikult, sest väheneb raiel saadava kvaliteetse puidu hulka (Ostrosina ja Garbelotto, 2008).

Juurepessu levitavad ka putukad, nagu männikärsakas ja juureüraskid. Nuorteva ja Laine (1972) demonstreerisid, et elujõulised juurepessu hüüfid või koniidid kandusid edasi hariliku männikärsaka (*Hylobius abietes*) ekskrementide kaudu. Kuna

männikärsakad talvituvad juurepessu poolt nakatunud puudest, siis kannavad nad seene hüüfe edasi ja levitavad neid väljaheitega teistesse taimedesse (Drenkhan jt, 2013).

Joonis 1. Juurepessu viljakeha hariliku kuuse kännul (autori foto).

2.1.2. Juurepessu tõrje

Kui puistu on juba juurepessust nakatunud, siis on tõrje teostamine väheefektiivne, seega oleks parim meetod juurepessu leviku ennetamine. Kuid bioloogiline tõrje põhineb teisel saprotroofsel seenel, hiidkoorikul (*Phlebiopsis gigantea* Jülich), mille baasil valmistatakse biotõrje preparaati ROTSTOP®. Preparaati kasutatakse kändude töötlemiseks juurepessu tõrjel okaspuumetsades harvendus- ja lageraiel (Kenigsvalde jt, 2017). Kändude töötlemiseks tuleb katta kännud 1 mm paksuse ühtlase suspensiooni kihiga. Preparaati tuleb kändudele harvendus- ja lõppraie järgselt pritsida vegetatsiooni perioodil, kui õhutemperatuur on üle +5 ºC (Peri, 2023). Soovitatav on kasutada preparaati juba temperatuuril alates +1 °C (Drenkhan jt, 2022). Juurepessu leviku ennetamiseks on hea viis segametsade rajamine/kasvatamine aladel, kus on kuuse-

juurepessu oht või puistu on eelmises metsapõlves olnud tugevalt juurepessu poolt nakatunud (Sibul, 2006).

2.2.1. Kuuse-kooreürask (*Ips typhographus*)

Kuuse-kooreürask (*I. typhographus*) on Eestis kuusel üks suuremat kahju tekitav üraskiliik. Putukas on 4-5,5 mm pikkune (Joonis 2). Kuuse-kooreürask kahjustab peamiselt kuuske vanuses 50-60 aastat. Kooreürask asustab nii lamavaid tüvesid, värsket metsamaterjali kui ka seisvaid nõrgestatud (sageli väliselt terveid) puid. Putukas eelistab hõredamates puistutes, metsa ja häilude servades ning raielankide äärtes kasvavaid kuuski (Voolma ja Õunap, 2000), kuid võib asustada ka püstisi elujõulisi puid. Vastuvõtlikumad kuuse-kooreüraskile on haiged, stressis ja vanemad puud, kui on seda noored ja elujõulised kuused (Hlásny jt, 2020). Kuuse-kooreürask on väga laialt levinud ka teistes Euroopa riikides, põhjustades olulist majanduslikku kahju (Tanin jt, 2021).

Kuuse-kooreüraski levik on olnud viimastel aastatel kasvutrendis, mis on põhjustatud peamiselt kliimamuutustest tingitud põudadest ja kõrgematest keskmistest õhutemperatuuridest (Hlásny jt, 2019). Kliimamuutused on põhjustanud kuumade ja kuivade perioodide sagedust ja suurendades puude vastuvõtlikkust erinevatele abiootilistele ja biootilistele stressiteguritele. Seega, hariliku kuuse vastupanuvõime kuuse-kooreüraski rünnakutele on vähenenud (Netherer jt, 2021). Üraskite levik võib suureneda lisaks äärmuslikele ilmaoludele ka mõõdukate ilmade tõttu keskmistel õhutemperatuuridel (Jönsson jt, 2007). Keskkonnaagentuuri andmete põhjal on viimastel aastatel soojemaks läinud eeskätt kevad-talvine periood (Keskkonnaagentuur, 2024), mis on piisav selleks, et üraskitel oleks soodsamad tingimused paljunemiseks (Orumaaa, Ait, 2022).

Joonis 2. Kuuse-kooreüraski mardikas (Foto: Kristjan Ait)

Kuuse-kooreürask eelistab talvituda pinnases ning väljub sealt siis kui õhutemperatuur on tõusnud keskmiselt +15 ℃ (Õunap ja Hanso, 2016). Kuuse-kooreüraski lendlus algab reeglina mai algul, kui keskmine õhutemperatuur on püsinud 10-20 ℃ juures ning mulla pealiskiht on soojenenud vähemalt 10 ℃. Optimaalseim temperatuur kuuse-kooreüraski lendluseks on 22-26 ℃ (Wermelinger, 2004). Eelkõige sõltubki kuuse-kooreüraski lendlus kevadistest õhutemperatuuridest. Kuuse-kooreüraski emakäikude pikkus on 6-15 cm (Õunap ja Hanso, 2016). Nende käikude servadesse munetakse munad. Esimene emakäik kulgeb peamiselt paarituskojast ülespoole ja teised vastassuunas (Joonis 3). Munadest koorunud valkja keha ja pruunika peaga vastsed kaevandavad emakäiguga risti vastsekäigud (Joonis 3.). Käigu lõppu närivad vastsed laiendi – nukuhälli, kus nad nukkuvad (Õunap ja Hanso, 2016). Noormardikad kooruvad harilikult juuni lõpus, vahel veidi varem. Käesoleval sajandil on üraskil reeglina arenenud kaks põlvkonda (Wermelinger, 2004). Üsna tavapäraseks on kujunenud kahe põlvkonna väljaarenemine aastas ja sarnane olukord on olnud ka mujal Euroopas (Hlasny jt, 2020). Kuigi, sõltuvalt aastast, teise põlvkonna üraskite puhul ei

arene mardikad alati välja, sest koore alla jäänud nukud/noormardikad võivad hukkuda talviste külmade tagajärjel (Orumaa ja Ait, 2022).

Joonis 3. Kuuse-kooreüraski käigumustrid hariliku kuuse koorel (autori foto).

2.2.2. Kuuse-kooreüraski tõrje

Kuuse-kooreüraski tõrje on vajalik, et vähendada putuka poolt tekitavaid kahjustusi. Üks olulisemaid võtteid on teostada kooreüraski tõrjeks sanitaarraiet. See tähendab eelkõige asustatud, nõrgestatud ja tuuleheite puude ning lamapuidu eemaldamist, kui nukud ja noormardikad on veel koore all (Wahlman, 2024). Sanitaarraie korral on

mõistlik jätta puhvertsoon, kus üraski poolt asustatud puud eemaldatakse, et peatada haiguspuhangu edasine laienemine (Hlásny jt, 2019). Lisaks on ka võimalus piirata üraskite levikut spetsiaalselt selleks metsa jäetavate püünispuudega, mille eesmärk on vähenda üraskite asustustihedust ja seetõttu ka haiguspuhangute ohtu (Faccoli ja Stergulc, 2007). Püünispuudeks valitakse puud, mis on vigastatud ja kasvus teistele liikidele alla jäänud ning asuvad kahjustuskolde läheduses. Püünispuud tuleb langetada kevadel. Püünispuudena saab kasutada ka hilissügist ning talvist tormimurdu- ja heidet (Õunap, Hanso 2016). Üldjuhul sõltub püünispuude arv sellest, mida suuremad olid eelneval aastal üraski kahjustused (Wermelinger, 2004).

Oluline on kuuse-kooreüraski seirel kasutada feromoonpüüniseid, mis võimaldavad hinnata putukate arvukust (Wermelinger, 2004), kuid oluline on jälgida, et püünised oleksid korrektselt paigaldatud. Püünis peab jääma kasvavatest puudest vähemalt 10-15 meetri kaugusele (Õunap ja Hanso 2016).

3. MATERJAL JA METOODIKA

3.1. Katsealade iseloomustus

Bakalaureusetöö proovialad on osa RMK projekti „Talvise sanitaarraie ja püünispuude kasutamise otstarbekus kuuse-kooreüraski kahjustuste ohjamisel ning hariliku kuuse koore all talvituvate üraskite seisund“ katsealadest.

Valiti puistud, kus enamus üraskikahjustusi olid tekkinud 2023. aasta suvel. Kuused olid proovide kogumise ajaks värskelt surnud (I põlvkonna puud) või suremas ning nende puhul oli tegemist kuuse-kooreüraski II põlvkonna puudega (okkad olid veel sügisel kuni kevad-talveni rohelised aga koor oli puudel lahti) (Tabel 1).

Tabel 1. Ülevaade töös analüüsitud proovialadest

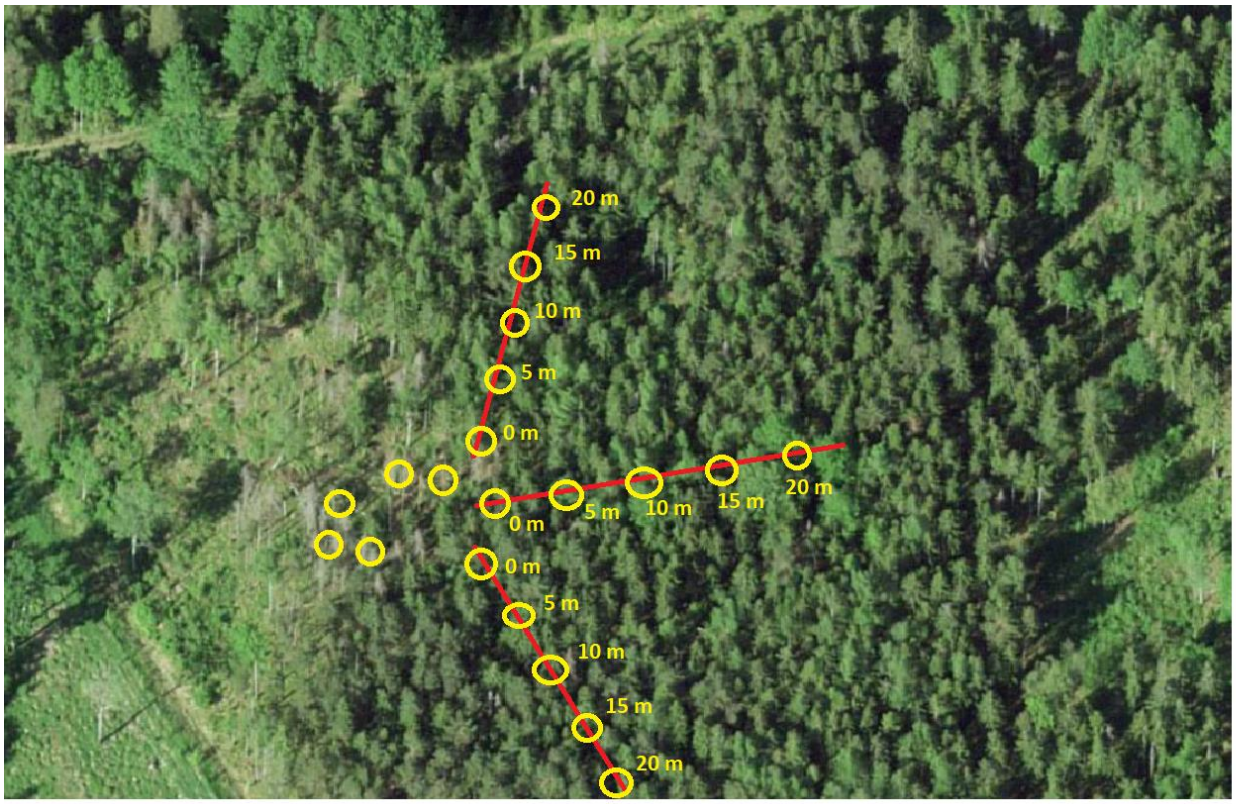
Prooviala	Maakond	Kvartal	Eraldis	Puistu koosseis	Vanus (a)	Pindala (ha)
Kärksaare	Valgamaa	VL098	15	83 KU, 10 KS, 5 MA, 2HB	64	1,13
Kärksaare	Valgamaa	VL104	10	92 KU, 4 KS, 2 PN, 1 MA, 1 HB	57	1,06
Kärksaare	Valgamaa	VL096	13	75 KU, 19 MA, 6 KS	64	2,56
Urvaste	Võrumaa	EV084	4	98 KU, 2 KS	41	2,44
Urvaste	Võrumaa	SP022	13	97 KU, 2 KS, 1 MA	46	2,47
Urvaste	Võrumaa	SP023	7	95 KU, 5 KS	45	2,96
Kassinurme	Jõgevamaa	PN202	7	80 KU, 15 KS, 5 MA	48	0,96
Kassinurme	Jõgevamaa	PN227	6	76 KU, 20 KS, 2 HB, 2 LM	60	3,43
Kassinurme	Jõgevamaa	PN245	2	90 KU, 6 KS, 3 MA, 1 HB	65	3,61
Rõuge	Võrumaa	RG098	17	97 KU, 3 MA	59	0,74
Rõuge	Võrumaa	RG132	3	95 KU, 5 MA	65	3,21
Rõuge	Võrumaa	RG151	4	83 KU, 13 MA, 4 KS	67	4,51
Jeti	Valgamaa	VL325	23	75 KU, 25 KS	58	1,49
Jeti	Valgamaa	VL367	16	65 KU, 35 KS	49	2,09
Jeti	Valgamaa	VL350	13	98 KU, 1 KS, 1 MA	45	1,21

3.2. Välitööd

Välitööd teostati 2023. aasta sügisel. Juurepessu esinemise tuvastamiseks kuuse-kooreüraski poolt asustatud puudel koguti juurdekasvupuuriga kõikide proovialade peale kokku 245 proovi. Proovialasid oli kokku 15 (Tabel 1). Proovide arv oli igal proovialal erinev. Koldest võeti proovid 5-lt surnud puult ning siis erinevatest suundadest transektides (Joonis 4). Proovide kogumisel desinfitseeriti kindaid 96%-lise piirituses ja töövahendeid piirituses ja gaasilambi leegis, et vältida proovide vahelist ristsaastumist. Iga puiduproov asetati eraldi kilekotti ning viidi laborisse.

Proove koguti 2023. aasta üraskikoldest erinevates suundades transektidelt 5m intervallidega kuni 20 meetri kaugusele. Eesmärk oli proove koguda neljast erinevast suunast aga kuna sobivaid puid (kuuski) ei olnud ümberringi siis võeti proovid üldjuhul kolmes suunas, harva ka kahes suunas (Joonis 4).
Proove võeti järgnevalt: 2023. aasta kahjustustega puud üraskikolde seest. Juhul kui 2023. aasta kahjustusega puid polnud siis võeti ka 2022. aasta kahjustustega puudelt proove.

- 0 m – kolde servas esimene elus puu
- 5 m – 5 meetri kauguselt kolde servast elus puu
- 10 m – 10 meetri kauguselt kolde servast elus puu
- 15 m – 15 meetri kauguselt kolde servast elus puu
- 20 m – 20 meetri kauguselt kolde servast elus puu.



Joonis 4. Transektid üraskikoldest erinevate suundades.

Üldiselt koguti proovid koldest kolmes suunas, sest enamasti teistes suundades kuuske ei kasvanud (joonis 4).

3.3. Laboratoorsed tööd

Kogutud puidu juurdekasvuproovid pandi toatemperatuuril niiskelt kilekotti inkubeerima 7-10 päevaks, seejärel kogutud proove mikroskopeeriti. Juurepessu esinemist hinnati seene konidiaalse staadiumi (*Oedocephalum lineatum*) väljakasvamise põhjal (Joonis 5). Molekulaarselt juurepessu esinemist proovidest ei määratud.

Joonis 5. Juurepessu konidiaalne staadium (*Oedocephalum lineatum*) (Foto: Katrin Jürimaa).

3.4. Andmetöötlus

Andmetöötlus viidi läbi MS Exceli programmis. Andmete analüüsimiseks kasutati risttabelit (*Pivot*' tabel) ning analüüsiti elusate ja surnud puude (sh surnud puudel kõik kooreüraski põlvkonnad) ja juurepessu esinemise kogusummasid (Lisa 1). Arvutati juurepessu hulk (tk) ja protsent (%) elusatel ja surnud puudel ning võrreldi juurepessu esinemist puude diameetrite põhjal. Märgiti välitööde käigus mädanike esinemine puiduproovidel (Lisa 2) ja arvutati välja juurepessu osakaal (%) mädanikega puudel. Mädaniku esinemine tehti kindlaks proovide visuaalse vaatlemise põhjal.

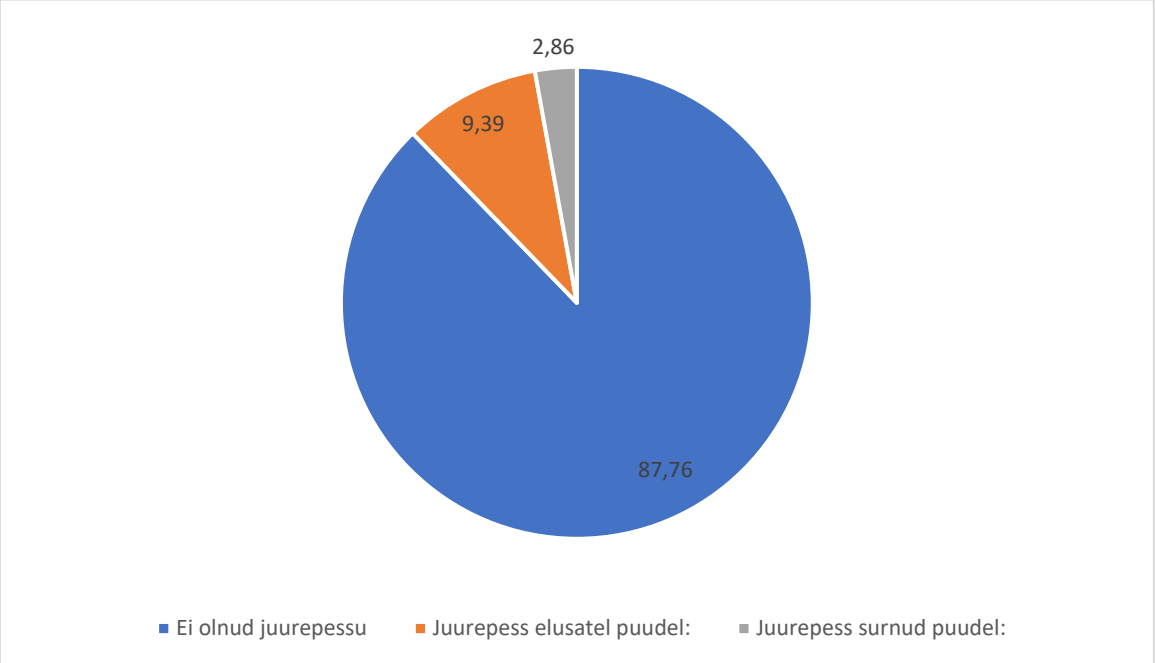
Juurepessu ja kuuse-kooreüraski esinemise vahelist seost analüüsiti R Studios Hii-ruut testi abil ning leiti juurepessu ja kooreüraski seos puude kauguste põhjal alates üraskikoldest 0m kuni koldest 22 m kaugusele. Selleks koostati segamudel (lineaarne regressioonimudel) kasutades glm funktsiooni. Glm funktsiooni kasutati iga kauguse vahemiku põhjal (kaugus 0, 1-5, 6-10, 11-15, 16-22) ja iga diameetri vahemiku põhjal

(diameeter 10-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-41). Mõlema meetodi (hii-ruut testi ja lineaarse regressioonanalüüsi) puhul loeti seosed statistiliselt oluliseks kui $p<0,05$.

4. TULEMUSED

Käesolevas bakalaureusetöös analüüsiti juurepessu esinemist kuuse-kooreüraski kolletes ning erinevates suundades paiknevatel transektidel.

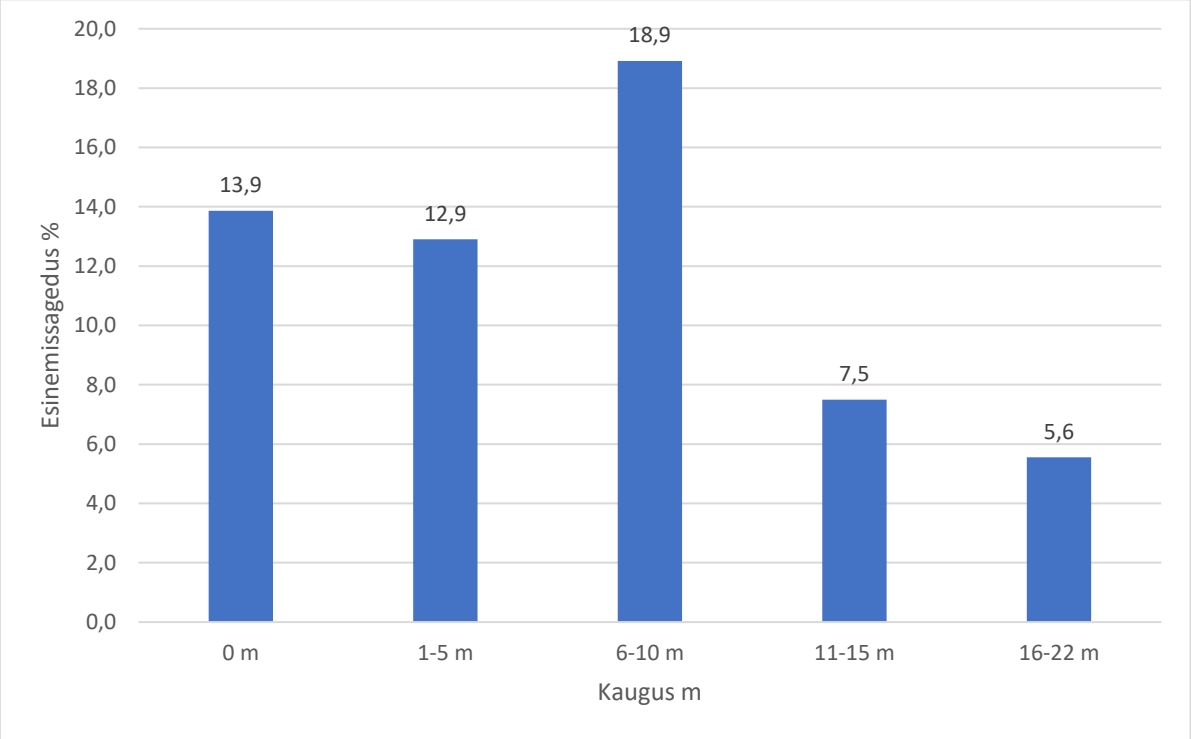
Tulemused nii üraskikolde kui ka transektide arvestuses kokku näitasid, et kuuse-kooreüraski poolt asustatud kuuskedel ei tuvastatud rohkem juurepessu nakkust, kui elusatelt kuuskedelt. Elusatel (kuuse-kooreüraski kahjustuseta) puudel esines juurepessu 9,39 % ja surnud (kuuse-kooreüraski poolt asustatud) puudel 2,86 %. Juurepessu ei tuvastatud 87,76 % puudel (Joonis 6).
Juurepessu esinemist kuuse-kooreüraski kahjustustega puudes uuriti hii-ruut testiga koldest kui ka transektidest. Selgus, et juurepessu esinemise ja kuuse-kooreüraski kahjustuse vahel ei esine statistiliselt usaldusväärset seost (p=0,7983).



Joonis 6. Juurepessu esinemine elusatel, surnutel ja puude %, millel ei olnud juurepessu.

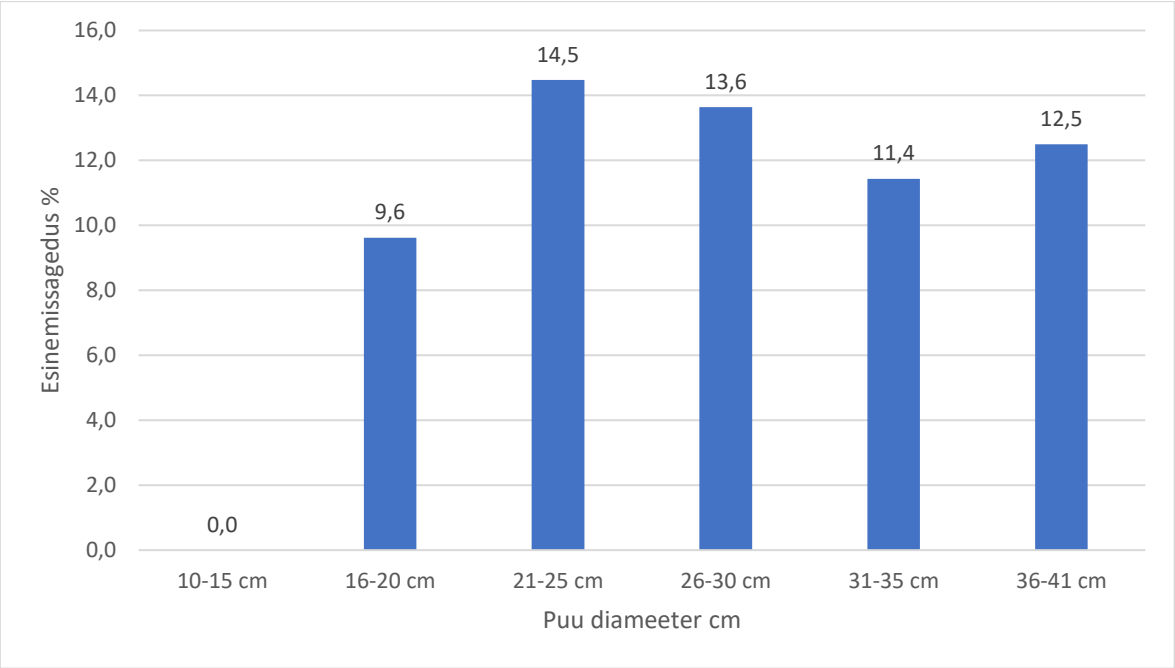
Analüüsides juurepesu nakkust üraskikoldest erinevatel kaugustel olevatel puudel, selgus, et juurepessu poolt on enam nakatunud 6-10 m kaugusel olevad puud (18,9 %) (Joonis 7). Kõige vähem olid puud juurepessu poolt nakatunud 16-22 meetri kaugusel koldest (5,6 %) (Joonis 7).

Kuuse-kooreüraski ja juurepessu vahelist seost analüüsiti glm funktsiooniga, et välja selgitada kas juurepessu esinemissageduse ja puude vaheliste kauguste vahel esineb seos. Tulemustest selgus, et puudub statistiline seos juurepessu esinemise ja kuuse-kooreüraski kolde kauguste vahel (kaugus 0 m – p=0,237; 1-5 m – p=0,808; 6-10 m – p=0,834; 11-15 m – p=0,997; 16-22 m – p=0,442).



Joonis 7. Juurepessu esinemine üraskikoldes ja üraskikoldest erinevatel kaugustel.

Analüüsiti ka juurepessu ja puu diameetri vahelist seost. Kõige rohkem oli juurepessu tuvastatud puudel läbimõõduga 21-25 cm (Joonis 8). Statistilise analüüsi põhjal olulist usaldusväärsust ei leitud (diameeter 10-15 cm – p=1; 16-20 cm – p=0,263; 21-25 cm – p=0,844; 26-30 cm – p=0,415; 31-35 cm – p=0,783; 36-41 cm – p=0,538).



Joonis 8. Juurepessu esinemine erineva diameetriga puudel.

Visuaalselt tuvastati mädaniku esinemine 31 ja laboratoorselt juurepessu esinemine 30 puiduproovil, puiduproove millel esinesid nii mädanik kui ka juurepess oli 22 tk (Lisa 3) ning leiti, et 70,97 % mädanikuga puudest tuvastati juurepessu esinemine ja 29,03 % mädanikuga puudest ei esinenud juurepessu.

5. ARUTELU

Hariliku kuuse kahjustuste osakaal on viimastel aastatel järsult tõusnud eeskätt kliimamuutuste tõttu, mis soodustavad kuuse-kooreüraski kiiremat levikut. Põhjuseks on kuumade ja kuivade ilmade sagenemine ja tänu sellele on kuused kuuse-kooreüraskile järjest enam vastuvõtlikud (Netherer jt, 2021), samuti mõjutab juurepessu levikut järjest enam kliimasoojenemine (Sibul, 2006). Lisaks sellele on veel mitmeid tegureid, eeskätt sage harvedusraiete teostamine. Samuti on olulised eelnevad kahjustused puistus– peamiselt juurepessu esinemine (Aosaar jt, 2020).

Autori poolt koostatud bakalaureusetöös uuriti viielt erinevalt alalt kogutud proovide tulemuste põhjal juurepessu esinemist ning võimalikku seost kuuse-kooreüraskiga. Töös analüüsitud andmetest selgus, et ei esine seost kuuse-kooreüraski ja juurepessu esinemise vahel ($p=0,7983$), küll aga leiti statistiline seos kuuse-kooreüraski ja juurepessu vahel Wahlman jt (2024) Soomes läbi viidud uuringus ($p<0,05$). Samas uuringus (Wahlman jt, 2024) jagati kahte gruppi üraski poolt kahjustatud puud (elusad ja surnud). Tulemused näitasid, et surnud puude puhul oli juurepessu esinemine selgelt suurem kui seda elusatel puudel. See viitas sellele, et juurepessuga nakatunud puud on rohkem vastuvõtlikumad kuuse-kooreüraskile (Wahlman jt, 2024). Martin Marga poolt tehtud uurimistöös (2024) selgus kuuse-kooreüraski ja kuuse-juurepessu puhul esines nõrk, kuid statistiliselt mitteoluline seos ($p=0,1487$) (Marga, 2024).

Käesolevas bakalaureusetöös analüüsiti ka kuuse-kooreüraski ja juurepessu võimalikku seost arvestades üraski koldes ja koldest eemal kasvavate puude erinevate kaugustega. Glm funktsiooniga selgusid statistiliselt mitteolulised seosed kõikide kauguste vahemike vahel ($p>0,05$).

Käesoleva töö autori poolt analüüsiti juurepessu esinemise seost puu diameetriga, kuid puudus statistiliselt usaldusväärne seos kõikide diameetri vahemike vahel ($p>0,05$), kuid kõige enam juurepessu tuvastati puudel läbimõõduga 21-25 cm. Wahlman jt (2024) töös võrreldi juurepessu ning kuuse-kooreüraski seost puude rinnasdiameetritega ning mõlemal puhul oli statistiline seos olemas ($p<0,05$). Soomes teostatud uuringud ja sealsed tulemused (Wahlman jt, 2024) erinesid selgelt käesoleva töö autori poolt saadud tulemustest.

Käesoleva töö autor analüüsis ka visuaalse mädaniku ja juurepessu esinemise vahelist seost ning selgus, et ligikaudu 71 % mädanikuga puudel tuvastati juurepessu esinemine. Voolma ja Õunap (2000) andmetel on juurepess nii juure- kui ka tüvemädaniku tekitaja (Voolma ja Õunap, 2000). Laas (2004) andmetel on hariliku kuuse südamemädanik tingitud juurepessust ja võib ulatuda tüves üsna kõrgele ning mädanikust kahjustatud juurte tõttu on kuusk vastuvõtlik eelkõige tormiheitele (Laas, 2004).

Käesoleva töö tulemustest saab järeldada, et bakalaureusetöös läbi viidud uuringu tulemused ei kattu mitmete teiste uuringute tulemustega, kuid mõlema liigi (juurepess ja kuuse-kooreürask) mõju kliimamuutuste tõttu tõenäoliselt suureneb ja võib mõjutada kuusikute tervislikku seisundit tulevikus senisest veelgi negatiivsemas suunas.

6. KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida, kas kuuse-kooreüraski poolt kahjustatud kuused üraski nakkus koldes ja koldest erinevates suundades on nakatunud juurepessuga. Antud uuring oli vajalik, kuna tegemist on kahe intensiivseima kuuski kahjustavate liigiga hariliku kuuse puistutes.

Välitööde käigus koguti puursüdamike proove viielt uurimisalalt (Jeti, Kärksaar, Jõgeva, Urvaste ja Rõuge) mitmest üraskikoldest. Proove võeti nii kuuse-kooreüraskiga nakatunud kuuskedelt kui ka nakatumata kuuskedelt kolde servast 2-4 erinevas suunas kuni 20 meetri kauguselt koldest. Ainult 2-4 suunas võeti seetõttu, kuna ümbruses puudus sobiv puistu ehk esines erinevaid puuliike kolde ümbruses ning puhtkuusikuid esines vaid mõnes suunas. Laboris uuriti mikroskoobi all juurepessu konidiaalse staadiumi väljaarenemist ning selle põhjal järeldati kas proov oli nakatunud juurepessu. Seejärel analüüsiti võimalikke seoseid juurepessu ja kuuse-kooreüraski esinemise vahel kasutades andmetöötlus programme Excel ja R Studio.

Tulemustest selgus, et juurepessu ja kuuse-kooreüraski esinemise vahel ei ole statistiliselt olulist seost ($p>0,7983$) ning käesoleva töö tulemuste põhjal kuuse-kooreüraskiga nakatunud puudel ei tuvastatud oluliselt enam juurepessu esinemist. Puudus statistiliselt usaldusväärne seos juurepessu ja kuuse-kooreüraski esinemise vahel ($p>0,05$) arvestades puude kaugusi üraskikoldest. Samuti leiti, et puu diameetril ei ole statistiliselt olulist seost ($p>0,05$) juurepessu esinemisele.

Bakalaureusetöö tulemuste põhjal ei leidnud püstitatud hüpoteesid kinnitust ning kahe liigi esinemise vahel seost ei tuvastatud.

Kokkuvõtteks, juurepess ja kuuse-kooreürask on iga aastaga Eesti kuusikutes järjest sagedamini esinevad, seega tuleb ka tulevikus nendele kahele liigile järjest enam tähelepanu pöörata ja jätkata seiret ning teostada vajalikke uuringuid, et Eesti metsad ja eeskätt Eesti kuusikud oleksid jätkusuutlikud.

ALLIKATE LOEND

1. **Aosaar, J., Drenkhan, T., Adamson, K., Aun, K., Becker, H., Buht, M., Drenkhan, R., Fjodorov, M., Jürimaa, K., Morozov, G., Pihlak, L., Piiskop, K., Riit, T., Varik, M., Väär, R., Uri, M., Uri, V.** (2020). The effect of stump harvesting on tree growth and the infection of root rot in young Norway spruce stands in hemiboreal Estonia. Forest Ecology and Management 475.118425.
2. **Bendz-Hellgren, M., Stenlid, J. 1997**. Decreased volume growth of Picea abies in response to Heterobasidion annosum infection. – Can. J. For. Res., 27, 1519–1524
3. **Drenkhan, T., Sibul, I., Kasanen, R., Vainio, E. (2013)**. Viruses of *Heterobasidion parviporum* persist within their fungal host during passage through the alimentary tract of *Hylobius abietis*. Forest Pathology. 317−323.
4. **Drenkhan, T., Põldmaa, K., Drenkhan, R., Maaten, T., Adamson, K., Tedersoo, L. jt.** (2022). RMK lepinguline projekt 2019 - 2021: Biotõrje efektiivsus ja antagonistlike seente kasutamine juurepessu tõrjes hariliku kuuse puistutes ning erinevate taimetüüpide nakatumine viljakates kasvukohatüüpides. Tartu: Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut.
5. **Faccoli, M., Stergulc, F.** (2007). Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (*Coleoptera Curculionidae Scolytinae*). Department of Environmental Agronomy and Crop Sciences, Agripolis, Viale dell'Università, Department of Plant Protection, University of Udine, 309
6. **Hanso, S., Hanso, M.** (1999a). Andmeid juuremädanike tekitajate kohta Eesti metsadest. – Metsanduslikud uurimused XXXI. 141-161.
7. **Hanso, S., Hanso, M.** (1999b). Juurepessu levimisest Eesti metsades – Metsanduslikud uurimused XXXI. Tartu, Eesti Põllumajandusülikool. 162-172.
8. **Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri, H.** (2019). Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. From Science to Policy 8. European Forest Institute
9. **Hlasny, T., Zimova, S., Merganicova, K., Stepanek, P., Modlinger, R., Turani, M.** (2020). Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. Forest Ecology and Management.
10. **Himma, M. (2018)**. Kliimasoojenemine sunnib metsaraiet vaatama teise pilguga. Novaator. [Võrgumaterjal] Available at: https://novaator.err.ee/874670/kliimasoojenemine-sunnib-metsaraietvaatama-teise-pilguga. (10.03.2025)
11. **Kenigsvalde, K., Brauners, I., Zaluma, A. Jansons, J., Gaitniaks, T.** (2017). Biological protection of conifers against *heterobasidion* infection – interaction between root-rot fungus and *phlebiopsis gigantea*. Research for rural development, 2017. Vol 1. pp. 69-75.
12. **Keskkonnaagentuur.** (2024). Keskkonnaülevaade – mets. [Võrgumaterjal] https://keskkonnaportaal.ee/et/keskkonnaulevaade/keskkonnaulevaade-mets. (30.04.2025)
13. **Jönsson, A, M., Harding, S., Bärring, L., Ravn, H, P.** (2007). Impact of climate change on the population dynamics of *Ips typographus* in southern Sweden. Agricultural and Forest Meteorology 146 (2007). 70–81
14. **Laas, E.** (2004). Okaspuud, Tartu. 91-100
15. **Marga, M.** (2024). Kuuse-juurepessu esinemise mõju kuuse-kooreüraski kahjustustele viljakates kuusikutes. Tartu, Eesti Maaülikool, Metsandus- ja Inseneeriainstituut

16. **Netherer, S., Kandasamy, D., Jirosova, A., Kalinova, B., Schebeck, M., Schlyter, F.** (2021). Interactions among Norway spruce, the bark beetle *Ips typographus* and its fungal symbionts in times of drought. Journal of Pest Science (2021) 94:591–614
17. **Nuorteva, M., Laine, L.** (1972). Lebensf€ahige Diasporen des Wurzelschwamms (Fomes annosus (Fr.) Cooke) in den Exkrementen von Hylobius abietis L. (Col., Curculionidae). Ann. Entomol. Fennici 38, 119–121.
18. **Orumaa, A., Ait, K.** (2022). Kuuse-kooreürask kui metsa tervise indikaator. Sinu Mets: 6-7 lk
19. **Ostrosina, W., Garbelotto, M. (2008).** *Heterobasidion occidentale* sp. nov. and *Heterobasidion irregulare* nom. nov.: A disposition of North American *Heterobasidion* biological species. Fungal biology 114 (2010) 16–25
20. **Peri, L.** (2023). Eesti päritolu hiidkooriku (*Phlebiopsis gigantea*) tüvede sobivuse hindamine juurepessu (*Heterobasidion spp.*) biotõrjel. Tartu, Eesti Maaülikool, Metsandus- ja Inseneeriainstituut
21. **Pluto, F.** (2001). *Heterobasidion* Bref., 1888. eElurikkus. [Võrgumaterjal] Available at: https://elurikkus.ee/bie-hub/species/124437#classification (05.03.2025).
22. **Roll-Hansen, F., Roll-Hansen, H.** (1995). On diseases and pathogens on forest trees in Norway 1966 – 1975, part I. – Communications of Norwegian Forest Research Institute 479, 63 p.
23. **Sibul, I.** (2006). Metsakahjustused ja nende ennetamine.
24. **Tanin, S. M., Kandasamy, T., Krokene, P.** (2021). Fungal Interactions and Host Tree Preferences in the Spruce Bark Beetle *Ips typhographus*
25. **Voolma, K., Õunap, H.** (2000). Metsa-kaitse, Metsakahjustused ja nende vältimine. Tartu, Maaelu arengu instituut. 19-20
26. **Wahlman, W.** (2024). The effect of *Heterobasidion* root rot on *Ips typographus* infestation risk on Norway spruce. Master's program of Forest sciences. University of Helsinki.
27. **Wahlman, W., Kasanen, R., Lappalainen, L., Honkaniemi, J.** (2024). Root rot increases the vulnerability of Norway spruce trees to *Ips typographus* infestation. Forest Ecology and Management.
28. **Wermelinger, B.** (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. Forest Ecology and Management. Volume 202, Issues 1-3. 67 – 82
29. **Õunap, H., Hanso, M.** (2016). Olulisemad metsakahjustused ja nende vältimine. Erametsakeskus.

LISAD

Lisa 1. Risttabel kuuse-kooreüraski ja juurepessuga nakatunud puude põhjal

Loendus kogusummast Proovi nr	**Juurepessu väärtused**		
Üraski väärtused	0	1	Kogusumma
0	156	23	179
1	59	7	66
Kogusumma	215	30	245

Lisa 2. Mädaniku ja juurepessu esinemine proovides

Jrk nr	Proovi nr	Mädanik	Juurepess
1	KÄ-KO-T1-0	EI	EI
2	KÄ-KO-T1-5	EI	EI
3	KÄ-KO-T1-10	EI	EI
4	KÄ-KO-T1-15	EI	EI
5	KÄ-KO-T1-20	EI	EI
6	KÄ-KO-T2-0	EI	EI
7	KÄ-KO-T2-5	EI	EI
8	KÄ-KO-T2-10	EI	EI
9	KÄ-KO-T2-15	EI	EI
10	KÄ-KO-X1	EI	EI
11	KÄ-KO-X2	EI	EI
12	KÄ-KO-X3	EI	EI
13	KÄ-KO-X4	EI	EI
14	KÄ-KO-X5	EI	EI
15	KÄ-TA-T1-0	EI	EI
16	KÄ-TA-T1-5	EI	EI
17	KÄ-TA-T1-10	EI	EI
18	KÄ-TA-T1-15	EI	EI
19	KÄ-TA-T2-0	EI	EI
20	KÄ-TA-T2-5	EI	EI
21	KÄ-TA-T2-10	EI	EI
22	KÄ-TA-T2-15	EI	EI
23	KÄ-TA-T2-20	EI	EI
24	KÄ-TA-X1	EI	EI
25	KÄ-TA-X2	EI	EI
26	KÄ-TA-X3	EI	EI
27	KÄ-TA-X4	EI	EI
28	KÄ-TA-X5	EI	EI
29	KÄ-KE-T1-0	EI	EI
30	KÄ-KE-T1-5	JAH	JAH
31	KÄ-KE-T1-10	EI	EI
32	KÄ-KE-T1-15	JAH	JAH
33	KÄ-KE-T1-20	EI	EI
34	KÄ-KE-T2-0	EI	EI
35	KÄ-KE-T2-5	EI	EI
36	KÄ-KE-T2-10	EI	EI
37	KÄ-KE-T2-15	EI	EI
38	KÄ-KE-T2-20	EI	EI
39	KÄ-KE-T3-0	EI	EI
40	KÄ-KE-T3-5	EI	EI
41	KÄ-KE-T3-10	JAH	EI
42	KÄ-KE-T3-15	JAH	EI

43	KÄ-KE-T3-20	EI	EI
44	KÄ-KE-X1	EI	EI
45	KÄ-KE-X2	EI	EI
46	KÄ-KE-X3	EI	EI
47	KÄ-KE-X4	EI	EI
48	KÄ-KE-X5	EI	EI
49	UR-KE-X1	EI	EI
50	UR-KE-X2	EI	EI
51	UR-KE-T1-0	EI	EI
52	UR-KE-T1-5	EI	EI
53	UR-KE-T1-10	EI	EI
54	UR-KE-T1-15	EI	EI
55	UR-KE-T1-20	EI	EI
56	UR-KE-T2-0	EI	EI
57	UR-KE-T2-5	EI	EI
58	UR-KE-T2-10	EI	EI
59	UR-KE-T2-15	EI	EI
60	UR-KE-T2-20	EI	EI
61	UR-KE-T3-0	EI	EI
62	UR-KE-T3-5	EI	EI
63	UR-KE-T3-10	JAH	EI
64	UR-KE-T3-15	EI	EI
65	UR-KE-T3-20	EI	EI
66	UR-TA-T1-0	EI	EI
67	UR-TA-T1-5	EI	EI
68	UR-TA-T1-10	EI	EI
69	UR-TA-T1-15	EI	EI
70	UR-TA-X1	EI	EI
71	UR-TA-X2	EI	EI
72	UR-TA-T2-0	EI	EI
73	UR-TA-T2-5	EI	EI
74	UR-TA-T2-10	EI	EI
75	UR-TA-T2-15	EI	EI
76	UR-TA-T2-T20	EI	EI
77	UR-TA-T3-0	EI	EI
78	UR-TA-T3-10	EI	EI
79	UR-TA-T3-15	EI	EI
80	UR-TA-T3-20	EI	EI
81	UR-TA-X3	EI	EI
82	UR-KO-X1	EI	EI
83	UR-KO-T1-0	EI	EI
84	UR-KO-T1-5	EI	EI
85	UR-KO-T1-10	EI	EI
86	UR-KO-T1-15	EI	EI
87	UR-KO-T1-20	EI	EI
88	UR-KO-T2-0	EI	EI

89	UR-KO-T2-5	EI	EI
90	UR-KO-T2-10	EI	EI
91	UR-KO-T2-15	EI	EI
92	UR-KO-T2-20	EI	EI
93	UR-KO-X2	EI	EI
94	UR-KO-X3	EI	JAH
95	JÕ-KO-T1-0	EI	EI
96	JÕ-KO-T1-5	EI	EI
97	JÕ-KO-T1-10	EI	EI
98	JÕ-KO-T1-15	EI	EI
99	JÕ-KO-T1-20	EI	EI
100	JÕ-KO-T2-0	JAH	JAH
101	JÕ-KO-T2-5	JAH	JAH
102	JÕ-KO-T2-10	EI	EI
103	JÕ-KO-T2-15	JAH	JAH
104	JÕ-KO-T2-20	JAH	JAH
105	JÕ-KO-X1	JAH	JAH
106	JÕ-KO-X2	JAH	JAH
107	JÕ-KO-X3	JAH	JAH
108	JÕ-KO-X4	EI	EI
109	JÕ-KO-X5	JAH	JAH
110	JÕ-KO-T3-0	EI	JAH
111	JÕ-KO-T3-5	JAH	JAH
112	JÕ-KO-T3-10	EI	EI
113	JÕ-KO-T3-15	EI	EI
114	JÕ-KO-T3-20	EI	EI
115	JÕ-KE-T1-0	EI	JAH
116	JÕ-KE-T1-5	EI	EI
117	JÕ-KE-T1-10	EI	EI
118	JÕ-KE-T1-15	EI	EI
119	JÕ-KE-T2-0	JAH	JAH
120	JÕ-KE-T2-5	EI	EI
121	JÕ-KE-T2-10	JAH	EI
122	JÕ-KE-T2-15	EI	EI
123	JÕ-KE-T2-20	EI	EI
124	JÕ-KE-X1	EI	EI
125	JÕ-KE-X2	EI	EI
126	JÕ-KE-X3	EI	EI
127	JÕ-KE-X4	EI	EI
128	JÕ-KE-X5	EI	EI
129	JÕ-TA-T1-0	EI	EI
130	JÕ-TA-T1-5	EI	EI
131	JÕ-TA-T1-10	EI	EI
132	JÕ-TA-T1-15	EI	EI
133	JÕ-TA-T1-20	EI	EI
134	JÕ-TA-T2-0	EI	EI

135	JÕ-TA-T2-5	EI	EI
136	JÕ-TA-T2-10	EI	EI
137	JÕ-TA-T2-15	EI	EI
138	JÕ-TA-T2-20	EI	EI
139	JÕ-TA-X1	EI	EI
140	JÕ-TA-X2	EI	EI
141	RÕ-KO-T1-0	JAH	JAH
142	RÕ-KO-T1-5	JAH	EI
143	RÕ-KO-T1-10	JAH	JAH
144	RÕ-KO-T1-15	EI	EI
145	RÕ-KO-T1-20	EI	EI
146	RÕ-KO-T2-0	JAH	JAH
147	RÕ-KO-T2-5	JAH	JAH
148	RÕ-KO-T2-10	JAH	JAH
149	RÕ-KO-T2-15	EI	EI
150	RÕ-KO-T2-20	EI	EI
151	RÕ-KO-T3-0	JAH	EI
152	RÕ-KO-T3-5	EI	EI
153	RÕ-KO-T3-10	EI	EI
154	RÕ-KO-T3-15	JAH	JAH
155	RÕ-KO-X1	EI	EI
156	RÕ-KO-X2	JAH	JAH
157	RÕ-KO-X3	EI	EI
158	RÕ-KO-X4	EI	EI
159	RÕ-KO-X5	EI	EI
160	RÕ-TA-T1-0	EI	EI
161	RÕ-TA-T1-5	JAH	EI
162	RÕ-TA-T1-10	EI	EI
163	RÕ-TA-T1-15	EI	EI
164	RÕ-TA-T1-20	EI	EI
165	RÕ-TA-T2-0	EI	EI
166	RÕ-TA-T2-5	EI	EI
167	RÕ-TA-T2-10	JAH	JAH
168	RÕ-TA-T2-15	EI	EI
169	RÕ-TA-T3-0	EI	EI
170	RÕ-TA-T3-5	JAH	JAH
171	RÕ-TA-T3-10	EI	JAH
172	RÕ-TA-T3-15	EI	EI
173	RÕ-TA-T3-20	EI	EI
174	RÕ-TA-X1	EI	EI
175	RÕ-TA-X2	EI	EI
176	RÕ-TA-X3	EI	EI
177	RÕ-TA-X4	EI	EI
178	RÕ-TA-X5	EI	EI
179	RÕ-KE-T1-0	EI	EI
180	RÕ-KE-T1-5	JAH	EI

181	RÕ-KE-T1-10	EI	EI
182	RÕ-KE-T1-15	EI	EI
183	RÕ-KE-T1-20	EI	JAH
184	RÕ-KE-T2-0	EI	EI
185	RÕ-KE-T2-5	EI	EI
186	RÕ-KE-T2-10	EI	EI
187	RÕ-KE-T2-15	EI	EI
188	RÕ-KE-T2-20	EI	EI
189	RÕ-KE-T3-0	EI	JAH
190	RÕ-KE-T3-5	EI	EI
191	RÕ-KE-T3-10	EI	EI
192	RÕ-KE-T3-15	EI	EI
193	RÕ-KE-T3-20	EI	EI
194	RÕ-KE-X1	EI	EI
195	RÕ-KE-X2	EI	EI
196	RÕ-KE-X3	EI	EI
197	RÕ-KE-X4	EI	EI
198	RÕ-KE-X5	EI	EI
199	JE-KO-T1-0	EI	EI
200	JE-KO-T1-5	EI	EI
201	JE-KO-T1-10	EI	EI
202	JE-KO-T1-15	EI	EI
203	JE-KO-T1-20	EI	EI
204	JE-KO-T2-0	EI	EI
205	JE-KO-T2-5	EI	EI
206	JE-KO-T2-10	EI	EI
207	JE-KO-T2-15	EI	EI
208	JE-KO-X1	EI	EI
209	JE-KO-X2	EI	EI
210	JE-KO-X3	EI	EI
211	JE-KO-X4	EI	JAH
212	JE-KO-T3-0	EI	EI
213	JE-KO-T3-5	EI	EI
214	JE-KO-T3-10	EI	EI
215	JE-KO-T3-15	EI	EI
216	JE-KO-T4-0	EI	JAH
217	JE-KO-T4-5	JAH	JAH
218	JE-KE-X1	JAH	EI
219	JE-KE-X2	EI	EI
220	JE-KE-X3	EI	EI
221	JE-KE-X4	EI	EI
222	JE-KE-X5	EI	EI
223	JE-KE-X6	EI	EI
224	JE-KE-X7	EI	EI
225	JE-KE-T1-0	EI	EI
226	JE-KE-T1-5	EI	EI

227	JE-KE-T1-10	EI	EI
228	JE-KE-T1-15	EI	EI
229	JE-KE-T1-20	EI	EI
230	JE-KE-T2-0	EI	EI
231	JE-TA-T1-0	EI	EI
232	JE-TA-T1-5	EI	EI
233	JE-TA-T1-10	EI	EI
234	JE-TA-T1-15	EI	EI
235	JE-TA-T1-20	EI	EI
236	JE-TA-T2-0	EI	EI
237	JE-TA-T2-5	EI	EI
238	JE-TA-T2-10	EI	EI
239	JE-TA-T2-15	EI	EI
240	JE-TA-T2-20	EI	EI
241	JE-TA-X1	EI	EI
242	JE-TA-X2	EI	EI
243	JE-TA-X3	EI	EI
244	JE-TA-X4	EI	EI
245	JE-TA-X5	EI	EI
	Proove kokku: 245	**Positiivseid proove: 31**	**Positiivseid proove: 30**

Lisa 3. Risttabel mädanikuga puude ja juurepessuga nakatunud puude põhjal

Loendus kogusummast Proovi nr	**Juurepessu väärtused**		
Mädaniku väärtused	0	1	Kogusumma
0	206	8	214
1	9	22	31
Kogusumma	215	30	245

Lisa 4. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Randolf Palk,

sünniaeg 04.08.2000,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Juurepessu esinemine kuuse-kooreüraski kahjustustega kuusikutes

mille juhendaja(d) on Argo Orumaa ja Tiia Drenkhan-Maaten.

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digitaalarhiivi EMU DSpace lisamiseks ja

1.3. Creative Commonsi litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates lõputööd reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2. olen teadlik, et lihtlitsentsiga antavad õigused jäävad alles ka mulle;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor; R. Palk (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)

Tartu, 21.05.2025

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Juhendaja(d) (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)