



EESTI MAAÜLIKOO

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Metsakasvatuse osakond

Mari-Liis Seegel

METSA MAJANDAMISE MÕJU PUISTU KAHJUSTUSTE ESINEMISELE

THE INFLUNCE OF FOREST MANAGEMENT ON RISK OF DAMAGE

Bakalaureusetöö

Loodusvarade kasutamine ja kaitse erialal

Juhendaja: Vanemteadur Raul Rosenvald, PhD.

Tartu 2017

EestiMaaülikool		Bakalaureusetöölühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Mari-Liis Seegel		Õppekava: Loodusvarade kasutamine ja kaitse	
Pealkiri: Metsa majandamise mõju puistu kahjustuste esinemisele			
Lehekülgi: 28	Jooniseid: 0	Tabeleid: 0	Lisasid: 0
Osakond: Metsakasvatuse osakond Uurimisvaldkond: Metsakasvatus Juhendaja(d): Raul Rosenvald Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2017			
<p>Maailmas valdav osa metsadest on majandatavad – umbes 85%. Majandamisviisid on loodud selleks, et puistu seisundit ja kasvu parandada ning saada metsast maksimaalne kasum. Raied mõjutavad aga kogu metsaökosüsteemi. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli teada saada, kuidas metsade majandamine mõjutab metsakahjustuste tekkimist ja kas on ka võimalusi neid vältida. Selleks uuriti erinevaid kirjandusallikaid, mis seostusid metsade majandamise ning tuule-, putuka-, ja seenkahjustustega. Kirjanduse põhjal võib väita, et raied mõjuvad puistule pigem negatiivselt ja nende käigus või järgselt tekivad tingimused nii tuule-, putuka- kui ka seenkahjustuste tekkeks. Kahjustused tekivad eriti siis, kui raie tehakse liiga intensiivselt ja suure ulatusega. Harvendusraie puhul tekivad puistus tuule- ja seenkahjustused ja putukakahjustused tekivad nii raie kui ka tuulekahjustuste kaasabil. Nende kahjustuste vältimiseks soovitatakse raieid mitte väga intensiivselt teha. Seenkahjustuste puhul teha raied talvisel ajal. Putukakahjustustega nakatunud puud koheselt metsast eemaldada. Metsa uuendamisel jälgida liigi tunnuseid ja sobivust puistusse. Tööst järeldades võib kokkuvõtvalt öelda, et metsade majandamisega kaasnevad negatiivsed tegurid ning metsi majandades peaks nendega kindlasti arvestama.</p>			
Märksõnad: Raie, seenkahjustused, tuulekahjustused, putukakahjustused			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Mari-Liis Seegel		Specialty: Natural Resources Management	
Title: The influence of forest management on risk of damage			
Pages: 28	Figures: 0	Tables: 0	Appendixes: 0
Department: Department of Silviculture Field of research: Silviculture Supervisors: Raul Rosenvald Place and date: Tartu 2017			
<p>Most of the world's forest is managed- about 85%. Management patterns are made to help stand growth and improve forest maximum profit. Felling impact all forest ecosystem. The aim of this bachelor's thesis is to find out how forest managing affects damage to forests and if it's possible to avoid it. Following study uses global research which is associated with forest management and wind-, insect- and fungus damage. In literary source we can say that felling impacts stand more negatively, in that operation appears new conditions for wind, insect, and for fungus damage. The damage occurs most if the felling is done very intensive and high volume. In stand the thinning will occur wind- and fungus damage, insect damage happens with felling and wind damage. To prevent these damages, literature recommends not to cut very oftenly. For fungus damage literature recommends to do cutting in the winter. Insect damage trees straight away to remove from the forest. To renew the forest definitely need look what species and characteristic and if it fits in to the stand. In this bachelor's thesis we can conclude that in forest management occurs negative factors and when managing forest we should reckon herewith.</p>			
Keywords: Felling, Fungus damage, wind damage, insect damage			

Sisukord

Sissejuhatus.....	5
Materjal ja meetodika	7
1. Tuulekahjustustest.....	8
1.2 Tuulekahjustused ja raied	9
1.2 Tuulekahjustused ja metsa uuendamine.....	11
1.3 Metsamaastiku mõju tuulekahjustustele	12
2. Putukakahjustusest.....	14
2.1 Putukakahjustused ja raied.....	15
2.2 Putukakahjustused ja metsa uuendamine	16
3. Seenkahjustustest	17
3.1 Seenkahjustused ja raied	18
3.2 Seenkahjustused ja metsa uuendamine	19
Kokkuvõte.....	20
Summary	22
Tänuavaldused	23
Kasutatud kirjandus	24

Sissejuhatus

Valdav osa maailma metsadest – umbes 85% - on majandatavad metsad. Maailma metsadest 55% majandatakse säästva metsandus eesmärgi silmas pidades – suurendades ökoloogilisi-, majanduslikke-, ja kultuurilisi väärtuseid. Kaitstavaid metsi on kokku 11% ja intensiivselt majandatavaid istandikke 4% maailma metsadest (Lindermayer et al. 2012). Ka Eestis on enamuse metsadest majandatavad. Kokku on majandatavaid metsi ligikaudu 75% ning hoiu- ja kaitsemetsasid 26% (Adermann 2012). Metsades toimuvast majanduslikust tegevusest sõltub aga nende sanitaarne seisund (Etverk 2003, Jacktel et al. 2009).

Metsade majandamine sisaldab võimalusi, kuidas metsa ja puid kaitstakse ning võimaldada metsasaaduste ja kõrvalkasutuse paremat kättesaadavust (Dhungana 2012). Metsade majandamine hõlmab mitmeid meetodeid. Kõige olulisemateks majandamisviisideks on erinevate raieviiside kasutamine – valgustus-, harvendus-, lage-, turbe-, valik-või sanitaarraie. Metsa uuendamine toimub kas looduslik teel ehk on looduslik uuenemine, külvi teel või istutamisega. Oluline majandusviis on metsaparandus, milleks põhiline on kuivendus. Varasemalt ka väetamine, mis nüüdseks on Eestis keelatud (Erametsakeskus 2017). Kõik majandamisviisid on mõeldud eesmärgiga parandada puistu seisundit ja kasvu. Majandamisel on veel eesmärgiks täiustada metsa keskkondlikku-, ühiskondlikku- ja majanduslikku väärtust (Pitts 2016). Siiski sageli kaasnevad metsade majandamisega ka suurenenud seente- ja putukakahjustused või tuulekahjustused. Kas aga selliseid kahjustusi saaks ka vähendada või vältida? Selleks, et säilitada puidu tootmise valdkonna toimimine ja mitmekesine ökosüsteem, peavad metsakasvatajad mõistma erinevate metsakasvatamisviiside mõjusid (Remm ja Lõhmus 2016).

Käesoleva töö eesmärk on anda ülevaadet avaldatud uurimustest, mis kirjeldavad metsade majandamisega kaasnevat metsakahjustusi ja kirjeldada nende vältimise ja leevendamise võimalusi.

Töö võib jagada kolmeks osaks. Esimeses käsitletakse tuulekahjustusi ning selle seoseid metsade majandamisega. Lisaks ka metsa maastiku mõju tuulekahjustustele. Teises osas kirjeldatakse putukakahjustusi ja majandatavaid võtteid. Kuna putukakahjustajatest on üraskid enim levinud, siis keskendutakse enim üraskitele. Kolmandas osas kirjeldatakse seenkahjustusi ning eelkõige juurepessu. Iga kahjustuse teema algab üldisest kirjeldusest kahjustuse kohta. Raiete teema lõpus tuuakse välja ka võimalused, kuidas metsa majandada nii, et see kahjustaks puistut võimalikult vähe.

Materjal ja metoodika

Ülevaate saamiseks metsade majandamise mõjust puistu kahjustustele, kasutati internetiandmebaasidest leitavaid artikleid. Inglisekeelseid artikleid otsiti peamiselt andmebaasist Scopus. Otsimisel kasutati erinevaid märksõnu, näiteks „stand management” ja sellele lisati täpsustavaid märksõnu vastavalt uuritavale alale. Lisaks kasutati Google andmebaasi, kus otsiti ka erinevate teiste märksõnadega vastseid. Näiteks „clear-cutting and wind damage”. Kuna eesmärk oli materjali leida ka Eesti olude kohta, siis Google andmebaasis otsiti ka eestikeelsete märksõnade järgi. Käsitlusel oli ka paar raamatut ning kuulamisel üks videolindistus.

Tänapäeval on materjali olemasolu internetis väga hea, seega materjali oli analüüsiks piisavalt ja otsimisel probleeme ei tekkinud. Vastseid otsiti Eesti, Euroopa ja ka Ameerika kohta. Kõige enam oli erinevaid artikleid tuulekahjustuste kohta, kuid enamasti oli paljude artiklite sisu ja tulemused samad. Kõige vähem leidus materjali seenkahjustuste kohta. Autor lähtus artiklite valimisel seostatusest töö valdkonnaga ja samal teemal materjali kättesaadavusest.

1. Tuulekahjustustest

Tuule poolt põhjustatud kahjustused, mis viivad üldjuhul puu surmani on tuuleheide (*puude heitmine koos juurtega*) või tuulemurd (*puu murdumine*) (Scott 2005). Tuult nimetatakse üheks suurimaks metsakahjustusi põhjustavaks teguriks boreaalsetes metsades ja ka mujal. Tuul põhjustab ulatuslikke kahjustusi igal aastal. Kahjustused võivad osutuda veel suuremaks, kui talvel on lisaks tuulele ka lumi (Blennow ja Sallnas 2002). Kuigi puude tuulekahjustused on alati olnud looduslikuks nähtuseks metsas, (Walter ja Maguire 2004) on kahjustused eriti suured olnud majandatud metsades, kus tuul põhjustab lisaks ka suurt majanduslikku kahju (Cucchi et al. 2005).

Suurimat kahju tekitavad tormid. Näiteks Soomes on hiljutisematest tormidest tähelepanuväärsemad 2001. aastal toimunud tormid Pyry ja Janika. Nendes kahes tormis sai kahjustada 7 miljonit m³ puitu (Zubizaretta- Gerendiain et al. 2012). Ka Eestis on suuri torme olnud. Üks suurimaid, 1967. aasta torm, mis hävitas suures ulatuses metsa. Tormi tagajärjel hävinud ja vigastatud puude maht hõlmas umbes 2,5% kogu metsade tagavarast (Kallis 2010). Peale selle tormi on veel suurematest tormidest märkimisväärsed 1923.aastal, mil hävis 92 500 tm puitu, 1943.aastal hävis 500 000 tm ning 1969.aastal 0,4 miljonit tm puitu (Etverk 2003). Viimane torm oli aga 2005. aasta jaanuaris ja ka sel korral mõjus suur tuul väga laastavalt (Kamenik 2015). Euroopas üldiselt on 53% kahjustuste korral põhjustajaks olnud just tuuled ning suured tormid (Nillson et al. 2004). Leedus on avastatud, et lausa 60% puude suremuse põhjustajaks on tuulekahjustused (Ozolincius et al. 2005).

Kuigi ka talvisel ajal on toimunud küllaltki palju torme, mille käigus puud on kahjustada saanud, siiski talvel on pinnas üldjuhul külmunud ning see omakorda annab puudele parema vastupanuvõime tuulte suhtes. Külmunud pinnas seega vähendab puude tuuleheite riski. Suuremat kahju tekitavad aga tuuled ajal, mil pinnas on sulanud, eriti just sügisese perioodil (Suvanto et al. 2016).

Tuul on metsaökosüsteemi toimimiseks vajalik - soodustab õhuvahetust ja seda ka pinnases, levitab väga hästi erinevate liikide seemneid, teatud määral takistab kahjulike putukate levikut ning aitab taimedel hingata. Kahjustusteks ei pea olema suur torm. Juba väikene tuul võib lehtedele tekitada mehaanilisi vigastusi, okstele ja ka latvadele mõjub tuul halvasti ja selle tulemusel võivad puude ladvad hõredaks jääda ning kasv peatuda. Tuule tõttu võivad puud oma kasvult jääda teinekord väga madalaks (Kosenkranius 1943).

Tuule kahjustused sõltuvad paljudest asjaoludest. Eelkõige aga puu vanusest, liigist, diameetri ja kõrguse vahekorrast, juurestikust, viimase raie ajast ja liigist ning maapinnast (Coates 1997). Laiemas pildis varieeruvad kahjustused ka regiooniti. Erinevas paigas on isemoodi kliima ja topograafilised tingimused, mis tuule tingimusi mõjutavad (Zeng et al. 2004).

1.2 Tuulekahjustused ja raied

Tormide tagajärjel tekkinud massiliste kahjustuste kohta väidetakse, et suure ulatutusega kahjustused saavad olla tekkinud vaid metsade majandamise kaasmõjul (Zubizarreta-Gerendiain et al. 2012). Ka Eesti kohta on märgitud, et alates 90ndate teisest poolest on tuulekahjustusi süvendanud metsade liigne hõrendamine ja seda nii hooldus-, valik- kui ka turberaietega (Etverk 2003).

Turberaietest kasutatakse aegjärkset raiet kõige rohkem. Samas on seal ka kõige suuremad tuulekahjustused (Kosenkranius1943). Aegjärkse raie puhul raiutakse puistus ühtlaselt rinnet harvendades kogu raielangi ulatuses kahe või ka kolme raiejärguga (Laas 2012). Aegjärkset raiet teostati 1967. aasta tormile eelnevatel aastatel ning nendes metsades olid tuulekahjustused suuremad (Rebane 1970). Selle tormi kahjustuste likvideerimine kestis 2-3 aastat ja mõjutas negatiivselt mitmeid raiekavasid (Etverk 2003).

Harvendusraiel on samuti negatiivne mõju tuulekahjustustel. Näiteks Pyry tormi puhul Soomes said kahjustada enim just need puistud, kus oli teostatud harvendus. Harvendusraie järgselt on kahjustustele tõenäosus suur, sest tekitatakse suured muutused tuule koormusele ning puud pole sellise muutusega harjunud (Zubizarreta-Gerendiain et al. 2012). Samuti on tuulekahjustust uuritud Rootsis. Uuriti mitmeid kahjustatuid alasid ning selgus, et tuulekahjustused esinesid jällegi rohkem seal, kus varasemalt oli tehtud harvendust (Valinger

ja Pettersson 1996). Saksamaal läbiviidud uuringus võrreldi samuti harvendatud jaharvendamata alasid. Kuigi sealsete tulemuste põhjal saab öelda, et kahjustuste risk oli suurem harvendamata metsades, siis tulemusena jõuti siiski seisukohale, et harvenduse mõju on suurim kohe peale selle teostamist. Aastate jooksul puud kohastuvad ja kahjustuste risk enam nii suur ei ole (Zhu et al. 2003).

Puistutes, kus on enne tugevat harvendust ka eelnevalt nõrgalt harvendatud, on tuulekahjustuste esinemise risk tunduvat väiksem. Nii selgus Ameerika uuringutes, kus küpses puistus harvendatud aladel oli tuulekahjustused suuremad. Eriti, kui >30% puude mahust oli ühtlaselt, tugevalt ja järsku harvendatud ning seetõttu tuul pääses kergelt läbi puistu (Walter ja Maguire 2004). Seda seetõttu, et harvenduse mõju on suurim juhtudel, mil korraga harvendatakse liiga suur osa ja tekitatakse tuulele parem läbipääs (Zeng et al. 2004).

Lageraied suurendavad samuti tuule kiirust ja tuule kahjustused lageraie servadesse jäävatel puistutel võivad olla väga ulatuslikud (Zeng et al. 2004). Lageraie on väga levinud raieviis. Seda tehakse näiteks, kui on vaja metsa uuendada, eemaldada puid, mis on kahjustatud putukate, mõne haiguspuhangu, tuule või ka tulekahju poolt (Idahoforests 2017). Lagedal maastikul pole puudel ühtegi kaitset, mis neid tuulte eest kaitseks. Ameerikas on umbes 93% puistu kahjustustest tingitud lageraiest. Kahjustused on avastatud lageraie järgselt avanenud servades (Ruth ja Yoder 1953). Samas on ka leitud, et lageraie põhjustab vaid siis ohtu, kui jätta alles jäänud puud tuule eest kaitseta. Seetõttu ka Ameerikas esineb juba veidi vähem tuulekahjustusi lageraie tõttu, sest ohuks on vaid alad raiutud ja alles jäetud alade vahel (Alexander 1967). Soome katsetes võrreldi kolme ala. Ühes polnud üldse metsa majandatud, teises oli veidi harvendatud ja kolmandas tehtud lageraie. Lageraie tõttu avanenud servades esines vaid 7% rohkem tuulekahjustusi kui kahel teisel alal. Kõige kriitilisem hetk on vahetult peale lageraiet (Zeng et al. 2004).

Uuendusraiel säilitatakse osa puid säilikpuudena. Tuul ja tormid mõjutavad ka neid. Säilikpuude hukkumine tuulte tõttu on väga problemaatiline. Ühest Eestis tehtud säilikpuude säilivusega seotud tööst selgus, et kogu säilikpuude suremuse põhjustest 90% hõlmasid tuulekahjustused (Rosensvald 2008).

Talvel võib ka lumi ja jääde põhjustada puudele kahjustusi, eriti kui kaasneb ka tugev tuul. On märgatud, et kahjustused on tugevamad eelnevalt hooldusraietega hõrendatud puistutes ja eriti kui välja on raiutud üle 20% tagavarast (Etverk 2003).

Meetmeid, kuidas raiete mõju tuulekahjustustele vähendada on mitmeid. Kõige olulisemaks on, et metsa ei tohiks liiga tugevalt harvendada. Trasse ja sihte ei soovitata üldse raiuda, sest see vähendab tormikindlust oluliselt. Uuendusraiate puhul tuleks alustada tuulealusest servast (Õunap 2012). Harvendusraiet soovitatakse tuulekindluse jaoks teha paarkümmend aastat enne turberaiet (Kosenkranius 1943). Veel parem on, kui harvendusraiet teha korduvalt ja mitte väga intensiivselt (Harris 1989). Turberaiete puhul on oluline tuulepoolsete metsaservade tuulekindlus. Tuulepoolsed metsaservad on tuultega juba harjunud ja tuul neile ohtu ei valmista. Seega võiks kõik sellised metsaservad jätta raiumata (Foster 1988) või teha seal raiet väga vähesel määral (Schabak 1935). Samuti tuleb tuulepoolsed servad üsna noores eas harvendada, et tekiks pikk võra ja tugev juurestik ning väheneks diameetri ja kõrguse omavaheline suhe (Saar 1943). Tuulekindlate liikide kasutamine metsaservades toimib tuulekaitsena (Lohmander ja Helles 1987). Metsa servades tuleb vältida surnuid puid ja ka vanemaid puid ning eelistada nooremaid, kellel on tuultega kohastumiseks suuremad eelised. Nooremad puud on tihtipeale lihtsalt tuulekindlamad. Lageraie alad võimalusel jätta võimalikult väikesed ning peale raiet mets koheselt uuendada (Ruth ja Yoder 1953).

1.2 Tuulekahjustused ja metsa uuendamine

Peale raiet tuleb mets uuendada. See toimub kas istutamisega, külvamisega või hoopis looduslikul teel (Sepp 2011). Uuendusel on puuliigi valik tuulekindlusele väga oluline. Põhja-Ameerika lääneosas on uuendusel levinud liik harilik ebatsuuga (*Pseudotsugamenziesii*), sest ta saavutab küllaltki kiiresti oma kõrge kasvu ja on sirge vormiga. Samuti on tal puidu omadused kõrged ja tuuled ei valmista talle seal ohtu (Walter ja Maguire 2004). Statistilised analüüsid näitavad, et okaspuud on palju vastuvõtlikumad tuulekahjustustele, kui seda on lehtpuud. Näiteks Kanadas on kuusk (*Picea*) ja pappel (*Populus*) kõige väiksema tuulekindlusega. Nulg (*Abies*), mänd (*Pinus*), pöök (*Fagus*) ja tamm (*Quercus*) on seevastu tuulekindlamad (Gardiner et al. 2013). Eestis on kuusk tuule suhtes kõige tundlikum ja eriti kui kuuse juured on pinnalähedased (Etverk 2003). Uurimuste käigus on selgunud, et segametsa tuulekindlus on pigem suur ning seetõttu on igati hea raietel alles jätta ja uuendusel panna ka lehtpuid. Näiteks kuusikute turberaiel lisaks kuusele jätta ka kask tuulekindluse suurendamiseks. Üldiselt on nii, et kui teha turberaieid, siis võrreldes kuusega on mänd tuulekindlam. (Kaar 1970). Vastupidi Rootsis aga arvatakse, et nende tuulekindlus

ei erine oluliselt ja võib kasutada mõlemat liiki (Holgen ja Hanell 2006). Samuti on seal arvatud, et kui kuuse juured on terved, siis ei ole ta männi tuulekindlusest erinev (Lohmander ja Helles 1987). Soome katsed jällegi on näidanud, et kask (*Betula*) on kõige vastuvõtlikum tuulele ning harilik kuusk (*Piceaabies*) ja harilik mänd (*Pinus sylvestris*) mitte nii väga (Zeng et al. 2004). Üsna sarnane on olukord ka Leedus. Ka seal esineb kasel kõige sagedamini tuulekahjustusi ning lisaks ka haaval (*Populus*), lausa 90% rohkem võrrelduna teiste liikidega. Kõige vähem esineb kahjustusi Leedus harilikul männil (Ozolincius et al. 2005).

Uuendusel mängib olulist rolli ka kasvukohatüüp ja selle olemus. Puuliigi valimisel tuleb arvestada, millisesse kasvukohatüüpi teda panna saab. Suuremad tuulekahjustused tekivad puudel viljakamates (Tuiskvere 1973) ja märgades kasvukohatüüpides. Näiteks kuusk tuulekindlana märga kasvukohatüüpi ei sobi üldse (Kaar 1970). Rebase järgi suureneb tuulekindlus peale aegjärgset raiet kuusikutes enim näiteks jänese kapsa-, mustika- ja sinilille kasvukohatüübis. Männikutes aga jänese kapsa-, pohla-, ja karusambla kasvukohatüübis (1970).

1.3 Metsamaastiku mõju tuulekahjustustele

Metsa asetusel ja maastikul on tuulekahjustustel ja puude suremusel suur roll. Avatud maastikus on suurem tuule kiirus ja tuulekahjustused tekivad kergemini. Suuremate gruppidega asetsevad puud on tuulele kindlamad kui üksikud puud avatud puistus. Suured avatud alad on märgitud ka naaberalade tuulekahjustuste põhjusteks (Wilson 2004). Tüüpiliselt on nii, et puud, mis kasvavad püsivatel servadel nagu põllud ja järved on vähemtundlikud kahjustustele kui seda on alles loodud servad (Zubizarreta-Gerendiain et al. 2012).

Tuule tegevust puistus mõjutavad ka metsa servade omadused. Puistu servas on puudel rohkem oksid kui keset puistut. Oksad aga kaitsevad puid tuulte eest. Seega on hea, kui sellised puud asetsevad servades. Eriti heaks tuule takistajaks on suurte okstega kuuse puistud. Tiheda liitusega puistud on tuulekindlad vaid juhul, kui nende serv on tuultega harjunud. Vastasel juhul pääseb tuul puistu keskele ja tekitab ulatuslikke kahjustusi (Kosenkranius 1943).

Samuti mõjutavad lageraied servades tuulekahjustusi. Värsked lageraied suurendavad tuule kiirust metsa servades, mille tõttu on kahjustuste esinemine ja ulatus suurem. On ka märgitud, et väiksemad raiesmikud ei suurenda oluliselt tuule kiirust ja sell mõju. Servades on eriti vastuvõtlikud tuule kahjustustele vanemad puistud (Zeng et al. 2004).

2. Putukakahjustusest

Putukatel on metsa ökosüsteemis väga suur roll. Nad moodustavad suure osa bioloogilisest mitmekesisusest ja mõjutavad praktiliselt kõiki protsesse ja kasutusalasid. Suur osa okasmetsadest aga hukkub putukate tõttu (Fettig et al. 2007). Putukad võivad kahjustada eri vanuses metsa. Ohtu põhjustavad nii taimlatele, noorendikele, kesk- ja vanemaealistele puistutele. Vigastavad nad puu erinevaid osi, näiteks juuri, võrseid, pungid, lehti, okkaid, nad elavad tüvede ja okste koore all või puidus, viljades või seemnetes. On putukaid, kes eelistavad pesitseda vaid ühes liigis, aga ka neid kelle elupaik varieerub (Voolma 1997).

Kõige rohkem on hädas oldud üraskitega (*Scolytinae*). Sagedasem neist kuuse-kooreürask (*Ips typographus*) (Etverk 2003). Eestis on kõik üraskid seotud puiduga. Üraskid on tundlikud elupaiga ja toidu suhtes. Nad asustavad vaid kindlaid puuliike ja kindlaid puuosasid. Tänu sellele ei asuta üks üraski põlvkond kunagi mitut puud. Eelistavad eelkõige vigastatud puid. Kuigi üraski käigud võivad olla väga omapärased ja ilusad, tuleb arvestada, et see on siiski puidule kahjulik (Etverk 2003).

Üraskid tekivad üldjuhul peale suuremat tormirüüstet. Näiteks peale 1967. aasta tormi järgnes veel suur lumetorm ning peale seda oli üraskite levik suurenenud lausa 600 korda. Suured üraskikahjustused on aset leidnud veel aastatel 1923, 1938 ja 1943 ning alati on sellele eelnenud torm (Etverk 2003).

Peale üraski on ka teisi putukakahjureid. Okkaid kahjustavad näiteks mitmed vaksikud (*Geometridae*), lehti ja pungid mähkurid (*Tortricidae*). Siklased (*Cerambycidae*), pihklased (*Myxini*) ja ka näiteks puiduvaablased (*Siricidae*) on tüvedele kahju tekitavad (Voolma 1997).

Metsade majandamine mõjutab putukate tegutsemist. Mõnda liiki positiivses suunas, aga mõndaka negatiivselt. Muutused, mis soodustavad putukate populatsiooni võivad viia puidu kasvu vähenemisele või hoopiski suremusele. Samas on ka putukaid, kes suudavad põua ajal stimuleerida vee- ja toitainete voogusid ja aitavad puul ellu jääda (Schowalter 2007).

2.1 Putukakahjustused ja raied

Kuna raied muudavad puistud tormihellaks ning tormid vallandavad üraskite esinemist, siis võib öelda, et raied kutsuvad putukakahjustusi rohkem esile. Vigastatud puud on üraskitele heaks elupaigaks (Schowalter 2007).

Putukate tegevusele on kõik raietüübid soosivad, eriti aga lageraie ja harvendus. Nendega tekitatakse elu- ja tegevuspaika juurde (Klapwijk et al. 2016). Noorte puude tüvekahjurina on tuntuim männikärsakas (*Hylobius*). Väga soodsad on neile lageraielangid ning tüvekahjuridarenevad kiiresti paigas, kus raiestikud on kõrvuti (Sibul 2006). Harvendatud metsades on putukate, eriti üraskite kahjustused ja populatsioon väga suur. Nii selgus näiteks Soomes, kus tehtud uuringu järgselt selgus, et harvendatud puistus olid hiljem tekkinud üraskikahjustused (Toivanen et al. 2009). Ka Ameerikas leidis harvenduse järgselt puistus üraskite ja nende kahjustuste esinemist (Egan et al. 2010). Veel selgub Ameerikas, et üraskikahjustus tekib isegi peale üksikute puude eemaldamist (Donaldson ja Seybold). Samuti levivad üraskid ka häilude servades (Voolma 2002).

Üraskikahjustused tekivad eelkõige peale tormi, mil puud on nõrgestatud. See selgub ka Poolas tehtud uuringus, kus üraskikahjustusi ja ka teisi putukaid leidis eelkõige tormi aladel ja lageraielankidel ja nende lähistel. Selles uuringus aga selgus ka, et Poolas oli üraskite poolt hukkunud puude arv suurem majandamata metsades, kus polnud raieid teostatud. Majandatud ja mitte majandatud alad on sageli kõrvuti ning see annab negatiivset mõju mittemajandatud metsadest ümbritsevatele majandatud aladega metsadele. Nii levivad kooreüraskid majandatud metsadesse kaitsealadelt (Havašova et al. 2017). Ameerikas selgub, et üraskid levivad pigem ajal, mis puul on stress või tabanud haigus. Üraskid tunnetavad ära, kui puu on nõrk ja sellised puud sobivad neile hästi (Lemonick 2013). Raied valmistavad siis ohtu, kui selle tagajärjel võimenduvad ka tormikahjustused (Eriksson et al. 2007).

Ungaris hakkas lageraie ja turberaie järgselt pöögil tekkima väga palju lehekahjureid. Siiski on seal märgatud, et mida intensiivsem on raie, seda ulatuslikum on ka putukakahjustused (Mangels et al. 2015).

Üraskite ja ka teiste putukate puhul on olulisemaks metsamajanduslikuks võtteks sanitaarraie ehk tormimurdudest tekkinud puude eemaldamine, mis on üraskitele saadav aretusmaterjal (Havašova et al. 2017). Eemaldama peaks sellised puud koheselt, hiljemalt mõne kuu jooksul. Hiljem pole üraskite mõttes enam nende puude eemaldamisest väga suurt kasu (Eriksson et al. 2007). Veel tuleks kooreüraskitest nakatunud puud eemaldada. Nii on võimalik nende levikut peatada. Nakatunud puud tuleks eemaldada kohe pärast nakatumist, et vältida järglaste tekkimist (Havašova et al. 2017). Ka püünispuud aitavad üraskite vastu. Jättes need metsa, hakkavad üraskid tegutsema ja peale seda need puud kas koorida või metsast eemaldada (Voolma 1997).

2.2 Putukakahjustused ja metsa uuendamine

Metsa uuendamine mõjutab metsa bioloogilist mitmekesisust. Putukate koha pealt on märgitud, et puhtpuistud on on sagedamini kannatanud herbivooride tegevuse all kui seda on segapuistud (Mangels et al. 2014). Näiteks putukate kahjustused olid tammel ja lepal väiksemad monokultuurides, samas kasel oli suurem (Mangels et al. 2015). Noortel puistutel leidub vähem putukaid, kui küpsetes puistutes. Seega putukakahjustuste koha peal on oluline, et puistu saaks uuendatud (Johansson et al. 2016). On märgitud, et kui puud istutada väga tihedalt, siis on putukakahjustuste risk suurem (Klapwijk et al. 2016).

Üraskite koha pealt on kõige rohkem ohustatud kuusk. Seega uuendamisel kuusega võiks arvestada, et hiljem võib üraskite teema olla problemaatiline (Toivanen et al. 2009). Männile võivad ohuks saada männikärsakad, kes võivad raestikele istutatud või seal kasvavate puude koore täielikult ära hävitada. Hariliku männikärsaka rüüsted tekivad peamiselt värsketele, eriti pohla ja mustika metsakasvukohatüüpidele (Sibul 2006).

3. Seenkahjustustest

Seenkahjustajatest kõige märkimisväärsem ja levinum meie metsades on juurepess (Heterobasidion). Juurepessu tõttu mädaneb ja suureb igal aastal suur hulk puid (Hanso ja Drenkhan 2005). Juurepess levib peamiselt kuusel ja männil, aga ka paljudel teistel liikidel. Männil kahjustab peamiselt juuri ning tekitab puude kuivamist ja pidurdab kasvu. Juurtest kõrgemale mädanik männi puhul üldjuhul ei ulatu. Kuuse puhul ulatub ta ka kõrgemale ning samuti põhjustab puude kuivamist. Kuna kuusel on pinnalähedane juurestik, siis juurepessu nakatunud puud hukkuvad hoopis tuuleheite tõttu (Õunap ja Hanso 2016).

Juurepessu esinemine sõltub puistu tingimustest ja inimtegevusest metsas. Puistus, kus pole inimõju on juurepessu kahjustused peaaegu olematud. Suuremad kahjustused ilmnevad majandatud metsades. Olukorras, kus lisaks metsade majandamisele on ka looduslikud tingimused juurepessul olemas, on kahjustused tingimata suured (Hanso ja Hanso 2015).

Kuigi juurepessu nimetatakse üheks levinumaks haigustekitajaks, siis Eesti metsades võideldakse temaga siiski võrdlemisi vähe. Üheks põhjuseks võib olla see, et kui kuusik on nakatunud, siis ei pruugi tunnused veel pikka aega näha olla (Aitsam 2014). Seenhaigused põhjustavad siiski puule stressi ja puid ei pruugi enam nii palju juurde kasvada (Kangur 2015).

Juurepess on levima hakanud alates sellest ajast, kui kasutusele võeti saag. Saaga hakkas inimene tekitama kändusid ja sellega juurepessule head levimisvõimalused (Hanso ja Drenkhan 2005).

Peale juurepessu on ka loomulikult teisi seeni, mis metsa kahjustavad. Näiteks haavataelik, kes valmistab haava puudele suurt ohtu (Vares 2015).

3.1 Seenkahjustused ja raied

Juurepess nakatab värsked kännud ning juurkontaktide kaudu levib kändudel edasi elusatele puudele. Kuna raietest jäävad alles kännud, siis on kõik raied negatiivse mõjuga. Suur mõju on sellel, millal raiet teostatakse. Eriti suurt ohtu põhjustavad kännud, mis on tekkinud suvisest hooldus- või valikraietest (Õunap ja Hanso 2016). Hooldusraiete käigus vigastatakse tihti ka juuri ning juurepess levib juurte kaudu (Aruste 2008). Kuigi talviseid raieid soositakse rohkem, siis osa metsakasvatajaid soovivad raiuda ka suvel, kuna siis on puudel puudel ja põõsastel lehed ja saab paremini otsustada, millised puud on terved ning millised jätta alles ja millised raiuda (Hansen 2014).

Suuremad juurepessu kahjustused on korduvalt raiutud puistus. Seda tõestab ka uuring Eestis, kus harvendamata puistutes juurepessu nakkust ei esinenud, kuid mida intensiivsemalt oli tehtud harvendusraiet, seda suurem oli juurepessu levik ja kahjustused (Hanso ja Hanso 2015). On ka arvamus, et valgustus- ja harvendusraie käigus nakatuvad kännud harvem juurepessu kui lageraie kännud. Varase raie korral aga juurepess väga hoogsalt ei levi (Hanso ja Hanso 2015). Nii selgub ka Rootsi katsest. Sel puhul oli võrdluses kolm kuuse kultuuri. Harvendus tehti neile väga varajases eas. Samadest kultuuridest võeti 25 aastat hiljem proovid ning selgus, et 450-st puust oli nakatunud vaid 3 puud (Brandtberg et al. 1996).

Juurepessu nakatuvad üldjuhul suuremad kännud. See tuli välja ka Norra uuringutest, mille käigus kände uuriti. Selgus, et juurepessu olid nakatunud vaid need kännud, mis olid üle 3cm läbimõõduga (Solheim ja Borje 1997). Norras on uuritud ka valgustusraie mõjust. Alati peale valgustusraiet on juurepessu levik suurenenud (Gunulf et al. 2012).

Juurepessu päris eemaldada pole võimalik. Eelkõige saab teda ennetada. Raiete puhul tuleks need alati teha talvel, sest siis juurepess nii hoogsalt ei levi. Suviste raiete puhul peaks kännud vastava preparaadiga töötlemata. Kändude nakatumist peaks vältima ja ennetama. Juhul, kui juurepessu levik on juba väga tugev ja kaugemale arenenud, siis ei pea kohe tingimata neid nakatunud puid raiuma hakkama. Vastasel juhul võib juurepess veel kaugemale

süveneda ja ka terved puud nakatada. Sellises olukorras saab lõppraie teha varem sanitaarlageraiana. Raieid tehes, peaks vältima vigastuste tekitamist (Õunap ja Hanso 2016).

3.2 Seenkahjustused ja metsa uuendamine

Juurepess ohustab eelkõige nooremaid puistuid. Vanemates puistutes ta nii hoogsalt ei levi. Selle põhjuseks on see, et noores eas pole juured veel omavahel ühendunud ja juurepess ei saa nende kaudu edasi levida (Hanso ja Hanso 2015).

Soomes levib juurepess eriti harilikul kuusel ja harilikul männil (Lilja et al. 2010). Ka Eestis levib ta põhiliselt okaspuudel – harilikul männil, harilikul kuusel ja ka kadakal (Drenkhan 2011).

Metsa uuendamise koha pealt on antud nõuandeid, kuidas juurepessu vähendada. Vältida tuleks liiga tihedate kuuse- ja männikultuuride istutamist, sest tihedates kultuurides on juured omavahel seotud soodustavad juurepessu levikut. Juurepessu oht on suur okaspuude istutamisel mittemetsamaale, näiteks endistele põllumaadele. Uuendamisel tuleks võimalusel eelistada looduslikku uuenemist ning segapuistu kujunemist. Äärmisel juhul ka külvamist. Lageraiete järel on heaks viisiks peapuuliik välja vahetada, sest sellega saab tõrjuda juurepessu (Õunap ja Hanso 2016).

Kokkuvõte

Käesolev töö annab ülevaate kolmest põhilisest metsakahjustusest – tuule-, putuka-, ja seenkahjustused ning nende tekkimise seosest metsade majandamisega. Artiklite otsimise ja läbi töötamise põhjal võib öelda, et antud teemat on piisavalt uuritud ja katseid tehtud. Samas seenkahjustuste seost metsade majandamisega saaks kindlasti veel rohkem uurida ja materjali avaldada.

Töö käigus selgus, et üldjuhul on raietel negatiivne mõju. Raietega seoses – kas siis selle ajal või järgselt – tekib väga palju metsakahjustusi. Eriti mõjutab harvendusraie, mis on näiteks tuulekahjustuste tekkimisel üks olulisemaid aspekte. Tuulekahjustused on tekkinud just majandatud metsades ning mida intensiivsemalt on puistut harvendatud, seda suuremad on olnud tuulekahjustused. Tuulekahjustused on suured ka lagelaie järgselt tekkinud servades. Siin puhul kõige kahjulikumaks on aegjärgne raie ja seda eriti kuusele.

Kuna tuulekahjustuste järgselt on puistu nõrgestatud, siis on omakorda putukatel hea levida ja kahjustusi tekitada. Lage- ja harvendusraie soosivad putukate tegutsemist metsas ja sel moel ka putukakahjustuste tekkimist. Samas tuli ka välja, et teatud puhkudel võivad üraseki kahjustused majandamata metsades olla hoopis suuremad kui seda on majandatud metsades. Putukakahjustusi leidub enim puhtpuistutes ja kuuse seas.

Seenekahjustuste puhul keskenduti juurepessule ning juurepessu puhul on kõik raietüübid negatiivse mõjuga. Kuna raiete järgselt jääb palju kändusid ja värsket materjali metsa, siis juurepess saab kergesti levida. Juurepessu levik sõltub suuresti kännu suurusest. Samas levib ta hästi ka juurekontaktide abil edasi.

Erinevate artiklite ja uuringute põhjal võib järeldada, et kuigi metsade majandamine mõjub metsakahjustustele negatiivselt ja soosib nende levikut, siis õigete võtete ja majandamisega on võimalik tuule-, putuka- ja seenkahjustusi vältida.

Tuulekahjustuste korral esmatähtis on, et harvendust teha väiksema intensiivsusega ja pigem teha puistu noores eas. Metsa uuendamisel okaspuudega tuleb arvestada, et nad on vastuvõtlikumad tuultele kui on lehtpuud.

Putukakahjustusi saab vältida põhiliselt sanitaarraiega. Metsa uuendamisel pigem luua segapuistuid, sest puhtpuistud on putukakahjustustele vastuvõtlikumad.

Seenkahjustusi päris eemaldada ei ole võimalik. Leevendada saab, tehes raieid talvel. Suvel levib ta hoogsamalt ning sel puhul kännud vastava preparaadiga töödelda. Uuendada lasta pigem looduslikult ning eelistada segapuistuid. Puud istutada hõredamalt, vastasel juhul levib juurepess juurte kaudu edasi.

Summary

This study gives an overview about three main forest damage – wind, insect and fungus damage and also why they occur. Searching articles and working through them we can say that it has been researched enough. At the same time fungus damage in the forest management can still investigate further and publish more material.

At the research it cleared out that usually cutting has a negative impact. In connection with cutting, as with the time or after that, happens forest damage. Thinning helps the most to make wind damage. Wind damage is most in the stands where has been thinned intensively, the more intensively stands has been thinned the greatest is the wind damage. Wind damage happens with clear-cut edges. In this case the most damage is done by shelterwood cutting and especially for Spruce.

Because after wind damage the stand is weakened, then insect is good to spread their spore and diseases. Clear cut and thinning, favor insect act in the forest and this way insect damage. It cleared out that some reasons borers damage can be higher in non-managed forest than managed forest. Insect damage can find most in pure stands and spruce.

With fungus damage they focused on root rot but every root rot is negative impact. Because after cutting there will be a lot of stumps and fresh material in the woods then root rot is easy to come. Root rot depends mostly how big is the stump. Also it spreads fast by root contacts.

In various articles and studies show that forest management is negative for wood and it favours various forest damage, then with the right action and management it is possible to avoid wind, insect and fungus damage. Wind damage the main reason to focus on is to do thinning at minimum intensity also it should be done when stand is young. Forest renewing should consider with conifers that they are more sensitive than deciduous trees. Insect damage can be avoided by sanitary cutting. Forest renewing should more be mixed stands because mixed stands are more capable for insect damage.

Fungus is the most difficult to keep away. It cant be eliminated but it can be relieve by doing the cutting in the winter. In the summer time the stumps should work with special formulation. To renew the forest it should be done naturally and preferred is mixed stands. Trees should be planted thinly other wise root rot will start to spread by roots.

Tänuavaldused

Töö valmis tänu juhendaja Raul Rosenvaldi nõuannetele.

Kasutatud kirjandus

- Adermann, V. 2012. Eesti metsad 2010. – Keskkonnateabe Keskus. 1-159.
- Aitsam, V. 2014. Juurepessusaab tõrjuda. - Sinu Mets. Nr 35. 6-7.
- Alexander, R. 1967. Windfall after clearcutting on Fool Creek. - U. S. Department of Agriculture. 1-12.
- Aruste, K. (31.07.2008). Juurepess rikub kuuse puidu. – Maaleht. Lk 8.
- Blennow, K., Sallnas, O. 2004. WINDA-a system of models for assessing the probability of wind damage to forest stands within a landscape. – Ecological Modelling. 175: 87-99.
- Brandtberg, P. O., Johansson, M., Seeger, P. 1996. Effects of season and urea treatment on infection of stumps of Picea abies by Heterobasidion annosum in stands on former arable land. – Scand. J. For. Res. 11 (3): 261–268.
- Coates, K.D. 1997. Windthrow damage 2 years after partial cutting at the Date Creek silvicultural systems study in the Interior Cedar–Hemlock forests of northwestern British Columbia. - British Columbia Forest Service. 27: 1695–1701.
- Donaldson, S., Seybold, S.J. Thinning and sanitation : Tools for the management of bark beetles in the lake tahoe basin. Univesity of Nevada. 1-4.
- Drenkhan, T.(25.06. 2011). Pritsigajuurepessuvastu. – Maaleht.
- Dhungana, H.P. 2012. What is forest management? – Forestry. 2: 1-9.
- Egan, J.M., Jacobi, W.R., Negron, J.F., Smith, S.L., Cluck, D.R. 2010. Forest thinning and subsequent bark beetle-caused mortality in Northeastern California . Forest Ecology and Management. 260(10): 1832-1842.
- Eriksson, M., Neuvonen, S., Roininen, H. 2007. Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *Ips typographus* in Finland. - Scandinavian Journal of Forest Research. 22: 516-523.
- Etverk, I. 2003. 20.sajandEestimetsades. – EestiMetsaselts. 193 lk.
- Fettig, C.J., Klepzig, K.D., Billings, R.F., Munson, A.S., Nebeker, T.E., Negrón, J.F., and Nowak, J.T. (2007) The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States.- Forest Ecological Management. 238: 24-53.
- Foster, D.R. 1988. Species and Stand Response to Catastrophic Wind in Central New England, U.S.A. – Journal of Ecology. 76: 135-151.

Gardiner, B., Scuck, A., Schelhaas, M-J., Orazlo, C., Blennow, K., Nicoll, B. 2013. Living with storm damage to forests. – European Forest Institute.

Gunulf, A., Mc Carthy, R., Rönnerberg, J. 2012. Control Efficacy of Stump Treatment and Influence of Stump Height on Natural Spore Infection by *Heterobasidion* spp. of Precommercial Thinning Stumps of Norway Spruce and Birch. - *Silva Fennica* 46: 655-665.

Hansen, R. 2014. Metsatöödeoteajaltasubarupidada. – *Sinu Mets.* Nr 35. Lk 4-5.

Hanso, M., Drenkhan, T. 2005. Seenegaseenevastu. – *EestiLoodus.* Nr 1.

Hanso, S., Hanso, M. 2015. JuurepessulevimisestEestimetsades. –*Metsanduslikuduurimused XXXI*, 162–172.

Harris, A.S. 1999. Wind in the forests of southeast Alaska and guides for reducing damage.-*General Technical Report.* 63 p.

Havašova, M., Ferencik, J., Jakus, R. 2017. Interactions between windthrow, bark beetles and forest management in the Tatra national parks. – *Forest Ecology and Management.* 391: 349-361.

Holgen, P., Hanell, B. 2006. Effects of stand structure and density on windthrow in *Piceaabies*-dominated shelterwoods in Sweden. *Hydrology and Management of Forested Wetlands.* - *Proceeding of the International Conference.* 41-49.

Idahoforest. 2017. Why are some forests clear cut? 1p.

Johansson, T., Hjalten, J., Olsson, J., Dynesius, M., Roberge, J.M. 2016. Long-term effects of clear-cutting on epigaeic beetle assemblages in boreal forests. - *Forest Ecology and Management.* 359: 65-73.

Kaar, E. 1970. Tormikahjustusedloometsades. – *Metsanduslikuduurimused.* 8: 162-168.

Kamenik, J. 2015. Võimsastjaanuaritormismöödubkümmeaastat. – *Eesti Loodus.* Nr1. Lk 18-24.

Kallis, A. 2010. Eestiilm on kurijakaval. – *EestiLoodus.* Nr 3.

Kangur, M. 2015. Soojenevклиimakahjustabmetsi juba praegu. – *Novaator.*

Klapwijk, M.J., Bylund, H., Schroeder, M., Björkman, C. 2016. Forest management and natural biocontrol of insect pests. – *Oxford Academic Forestry.* 89 (3): 253-262.

Kosenkranius, H. 1943. Aegjärgulistestraietest. – *Eesti Mets.* Nr 2. 39-43.

Kosenkranius, H. 1943. Tormikahjustusedmetsasjanendevältiminenüüdisaegsekirjandusevalgustusel. – *Eesti Mets.* Nr 4. 91-93.

Laas, E. 2012. Hajaliraiumisegaturberaie. – *Eesti Mets.* Nr 3.

- Lemonick, M.D. 2013. Why Bark Beetles are Chewing Through U.S. Forests. – *Climate Central*. 1-11.
- Lilja, A., Poteri, M., Petäistö, R.-L., Rikala, R., Kurkela, T. & Kasanen, R. 2010. Fungal diseases in forest nurseries in Finland. - *Silva Fennica* 44(3): 525–545.
- Lohmander, P., Helles, F. 1987. Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. - *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2: 227–238.
- Mangels J., Blüthgen N., Frank K., Grassein F., Hilpert A., Mody K. 2015. Tree Species Composition and Harvest Intensity Affect Herbivore Density and Leaf Damage on Beech, *Fagus sylvatica* in Different Landscape Contexts. – *PloS one*.10: 1-18.
- Nilsson, C., Stjernquist, E., Barring, L., Schlyter, P., Jönsson, A.M., Samuelsson, H. 2004. Recorded storm damage in Swedish forest 1901 – 2000. – *Forest Ecology and Management*. 199: 165-173.
- Ozolinzius, R., Miksys, ., Stakenas, V. 2005. Growth- independent mortality of Lithuanian forest tree species – *Scandinavian Journal of Forest Research*. 20: 153-160.
- Valinger, E., Pettersson, N. 1996. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. – *Forestry*. 69(1): 1-8.
- Pitts, M. 2016. The importance of forest management. – *Healthy forest healthy communities*. 1-20.
- Rebane, H. 1970. 1967. a tormikahjustused Eesti NSV turberaielankidel. – *Metsanduslikuduurimused* .8: 162-168.
- Remm, L., Lõhmus, A. 2016. Semi-naturally managed forests support diverse land snail assemblages in Estonia. - *Forest Ecology and Management*. 363: 159-168.
- Roht, U. 2003. Harilikebatsuuga on perspektiivikaspuuliik. – *Eesti Mets*. Nr 4.
- Rosenvald, R. 2008. Säilikpuudsuurendavadeluküllust. – *Eesti Mets*. Nr 1.
- Ruth, R. H., Yoder, R.H. 1953. Reducing wind damage in the forests of the Oregon Coast Range. - U. S. Department of Agriculture. lk1-30.
- Saar. E. 1943. Märkmeidpüsivmetsamajandusest. - *Eesti Mets*. Nr 2, lk 47-39.
- Schabak, E. 1935. Kuuseajalangiraiumisest. - *Eesti Mets*. Nr 2, lk 48-50.
- Schaback, E. 1931. Talumetsadekorraldamisest. – *Eesti Mets*. Nr 9, lk 257-261.
- Schowalter, T.D. 2007. Insect Herbivore Responses to Management Practices in Conifer Forests in North America. – *Journal of sustainable forestry*.26: 204-222.
- Scott, Robyn E. 2005. Modelling windthrow risk in coastal variable retention using tree, neighbourhood, and stand attributes. – The University of British Columbia.

- Sepp, A. (29.09.2011). Kuidaskasvabuusmets?. Viirpalu, K. Videolindistus. Põlva
- Sibul, I. 2006. Metsakahjustusedjanende ennetamine. Tartu: 19lk.
- Solheim, H., Borje, E. 1997. Infection of *Heterobasidion annosum* stumps in precommercial thinning stands of Norway spruce and surface coating with urea. Ninth International Conference on Root and Butt Rots. 14 lk.
- Suvanto, S., Henttonen, H.M., Nöjd, P., Mäkinen, H. 2016. Forest susceptibility to storm damage is affected by similar factors regardless of storm type: Comparison of thunder storms and autumn extra-tropical cyclones in Finland. - *Forest Ecology and Management*. 381: 17-28.
- Zeng, H., Peltola, H., Talkkari, A., Venäläinen, A., Strandman, H., Kellomäki, S., Wang, K. 2004. Influence of clear-cutting on the risk of wind damage at forest edges. – *Forest Ecology and Management*. 203: 77-88.
- Zhu, J., Matsuzaki, T., Li, F., Yutaka, G. 2003. Assessment of Effects of Thinning on Wind Damage in *Pinus thunbergii* Plantations. – *Journal of Forestry Research* 14(1): 1-8.
- Zubizarreta-Gerendiain, A., Pellikka, P., Garcia-Gonzalo, J., Ikonen, V.P., Peltola, H. 2012. Factors affecting wind and snow damage of individual trees in a small management unit in Finland: Assessment based on inventoried damage and mechanistic modelling. - *Silva Fennica*. 46(2): 181–196.
- Tuiskvere, B. 1973. Turberaietest. - *Eesti MetsameesEksiilis*. 11-16.
- Tullus, H. 2002. KasvalikraiedjapüsimetsadsobivadEestisse? – *Eesti Mets*. Nr 3.
- Vares, T. (06.01.2015). Haavapuidust nii- janaapidi. – *HiiuLeht*.
- Voolma, K. 2002. Vaidosaüraskitest on metsakahjurid. – *Eesti Mets*. Nr 5.
- Voolma, K. 1997. Üraskid: Kasmetsakahjuridvõiosakelooduseliigrikkusest? 1lk.
- Õunap, H., Hanso, M. 2016. Olulisemadmetsakahjustusedjanendevältimine. – *Erametsakeskus*. 42lk.
- Õunap, H. 2012. OlulisematestmetsakahjustustestEestis. – *Keskkonnateabekeskus*.
- Walter, Scott T., Maguire Chris C. 2004. Conifer response to three silvicultural treatments in the Oregon Coast Range foothills. - *NRC Research Press*. 34: 1967-1978.
- Wilson, J. 2004. Vulnerability to wind damage in managed landscapes of the coastal Pacific Northwest. - *Forest Ecology and Management*. 191: 341-351.

