



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Mairis Karus

**PUUD AVATUD MAASTIKUS, NENDE OMADUSED JA
VÄÄRTUS ELUSTIKULE**

TREES IN OPEN-LANDSCAPE, THEIR PROPERTIES AND
VALUE FOR BIODIVERSITY

Bakalaureusetöö
Metsanduse õppekava

Juhendaja: vanemteadur Raul Rosenvald, PhD

Tartu 2015

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Mairis Karus		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Puud avatud maastikus, nende omadused ja väärtus elustikule			
Lehekülgi: 52	Jooniseid: -	Tabeleid: 4	Lisasid: 1
Osakond: Metsakasvatuse osakond Uurimisvaldkond: Metsaökoloogia Juhendaja(d): Raul Rosenthal Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2015			
<p>Avatud maastikes kasvavad puudel on omadusi, mida metsapuudel pole ja mistõttupakuvad nad elustikule spetsiifilisi elupaiku. Lisaks kasvukohast tulenevale suurele valguse hulgale on avamaastike puudele iseloomulik jässakus, suur tüve läbimõõt, kaugele eemale küündivad jämedad oksad, paksem puukoor ja arvukamalt õõnsusi. Üle maailma on täheldatud avamaastike puude vananemist ja vähenemist ilma uue põlvkonna arenguta. Samuti on märgatud avamaastiku puudega seotud liigirikkuse vähenemist. Käesoleva töö eesmärgiks on koostada ülevaade uurimustöödest Euroopa avatud maastikus kasvavate puude kohta ja nende seotusest elurikkusega ning iseloomustada metsaserva- ja põllupuude kasvu, nende välimust, elujõulisust ja muid omadusi. Töös kasutatud artiklid on peamiselt kogutud internetiandmebaasidest Scopus ja ScienceDirect. Kõige enam uurimustöid avamaastikest on läbi viidud Hispaanias, Saksamaal ja Briti saartel. Elurikkust avamaastikes on seevastu rohkem uuritud Rootsis, Itaalias ja Tšehhis. Enim on Euroopas uurimusi koostatud agrometsanduslike maade, puisniitude ja –karjamaade ning metsaservade ja viljapuuaedade kohta. Puude kasvule avamaadel avaldavad mõju puude asetustihedus, täiendav väetamine ning puuliigi spetsiifilised eripärad. Avamaastike puud on olulised võtmeelupaigad, pakkudes mitmekülgeid elupaiku nii lindudele, putukatele, samblikele kui imetajatele. Elurikkuse mõttes väärtuslikumad on eeskätt vanad, jässakad, paljude õõnsustega ning muude mikro-elupaikadega avamaastikupuud. Servaalade puude kasv on väiksema naaberpuudekonkurentsi tõttu samuti parem kui metsas kasvavatel puudel, ning nende elustikuväärtust suurendavad omadused on sarnased avamaastikel kasvanud puudega. Koostatud uurimustöö kinnitab varasemaid tulemusi avamaastike puude väärtuste kohta biotoobile ning positiivset avatuse mõju puude kasvule. Edaspidised võiks keskenduda nii Euroopa avamaastike puude jätkusuutlikusele, kui ka koguda infot vähe uuritud liigiliste koosluste kohta aktiivses kasutuses olevates põllumajandusmaastikes ning metsaservades.</p>			
Märksõnad: Avamaastik, üksikpuud, liigirikkus, metsaserv			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Mairis Karus		Specialty: Forestry	
Title: Trees in open-landscape, their properties and value for biodiversity			
Pages: 52	Figures: -	Tables: 4	Appendixes: 1
Department: Department of Silviculture Field of research: Forest ecology Supervisors: Raul Rosenvald Place and date: Tartu 2015			
<p>Trees of open-landscape have properties which forest trees haven't and therefore they provide specific habitats for biota. In addition to growing place higher light conditions, characteristic for open-landscape trees is stockiness, large trunk diameter, far away stretching branches, thicker bark and numerous cavities. Around the world has been observed senescence and decrease of trees in open-landscapes without a new generation of development. Also there is noted decline in species richness, which is related with open-landscape trees. The purpose of this paper is to draw up a review of studies about trees which grow on the European open-landscapes, their relation to biodiversity and to characterize forest edge and farmland trees growth, appearance, vitality and other characteristics. Used scientific articles are mainly collected from Internet databases Scopus and ScienceDirect. Most research works of open-landscapes is conducted in Germany, Spain and the British Isles. By contrast, biodiversity of open-landscapes is more studied in Sweden, Italy and the Czech Republic. Most European studies have been drawn up of agroforestry, wooded-meadows, wooded-pastures and orchards. Tree growth is mostly influenced by density of trees, additional fertilizers and specific peculiarities of tree species. Open-landscape trees are important key habitats, offering diverse habitat availability for birds, insects, lichens and mammals. In terms of biodiversity, valuable trees are massive, with many hollows and older than forest trees. Growth of edge trees is also better than forest trees due smaller competition from neighboring trees. This research confirms earlier results, that trees in open-landscape are valuable for biodiversity and landscape openness is positive influence for tree growth. Future, could focus on both, the open-landscape trees sustainability, as well as to gather information about the little-studied and species composition of the communities in active use in the agricultural landscape and forest edges.</p>			
Keywords: Open-landscape, solitary tree, species richness, forest edges			

SISUKORD

SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	6
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	9
2.1 Avamaastiku puude terminoloogia.....	9
2.2 Kirjandusliku materjali kogumine ja analüüs	10
3. TULEMUSED	12
3.1 Uuringuobjektide ja liigirühmade jagunemine	13
3.2 Avamaastiku puude välimus, kasv ja elujõud	14
3.3 Kasvukeskkonna tegurite mõju puude kasvule avatud maastikus.....	16
3.3.1 Asetustiheduse mõju puude kasvule.....	16
3.3.2 Inimtegevuse ja fauna mõju puude kasvule.....	17
3.3.3 Taimestiku mõju puude kasvule	18
3.3.4 Servaefekti mõju puude kasvule.....	19
3.4 Avamaastiku puude elustikuväärtus	19
3.4.1 Taimestik ja seenestik.....	20
3.4.2 Linnustik.....	21
3.4.3 Imetajad	21
3.4.4 Putukad	23
3.4.5 Metsaservade elustik.....	24
4. ARUTELU	25
5. KOKKUVÕTE	29
6. VIIDATUD KIRJANDUSE LOETELU	32
TREES IN OPEN LANDSCAPE, THEIR PROPERTIES AND VALUE FOR BIODIVERSITY	40
LISAD	42

Lisa 1. Uurimustöös kasutatud allikad 43

SISSEJUHATUS

Kuigi enamus puudest kasvab metsas, siiski suur osa puudest asub ka metsast väljaspool ning sellistel puudel on oma tähtis roll ökosüsteemi toimimise jaoks. FAO (ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon) uuringute tulemusel oli metsasus maailmas 2005 aastal 30% (3,8 miljardit hektarit) kogu maismaast. Aastatel 1990-2000 muudeti 3 miljonit hektarit metsamaad aastas muul viisil majandatavaks maaks ning 1990-2005 aastatel oli metsade kadu Euroopas, koos Venemaa aladega, 0,5 miljonit ha/a (FAO ja JRC 2012). FRA (Global Forest Resources Assessments) 2010 andmetel oli metsasus maailmas suurenenud 1% võrra aastate 2005-2010 jooksul, kattes kogu maailma maismaast 4 miljardit hektarit metsamaana (Global Forest... 2010).

Viimase 300 aastaga on põllu- ja karjamaade kogupindala suurenenud 1,2 miljardile hektarile (Turner *et al.* 1990). 1999. aastal oli põllukultuuri- ja karjamaadega kogu maailma maismaast kaetud 37 % (World agriculture:...2002: 75) ning ligikaudu 6 % maailma metsadest asus avatud maastikes (FAO 2001). Asner *et al.* (2004) väite kohaselt katab kuni 25 % kogu maailma maismaast karjatamine, olles kõige ulatuslikumaks maa kasutuse viisiks. Euroopas on kõige vähem (10 %) põllumaid Soomes ja Rootsis ning kõige enam (70 %) Iirimaa ja Inglismaal (AGRI 2015). Arvatakse, et kliima soojenemise tagajärjel tekib 21. sajandi lõpuks võimalikku põllumaad juurde Venemaal (37-67%), Põhja-Hiinas (22-36%) ja USA-s (4-17%), kuid väheneb Aafrika (0,5-18%) ja Lõuna-Ameerika (1-21%) aladel. Vähenemist on oodata ka Euroopa aladele (11-17%) (Zhang, Cai 2011). Seoses üha suureneva põllumajandusliku maakasutusega väheneb aga põllumajandusmaastikus olevate puude arv tänu raadamisele (Ozolinz *et al.* 2001), intensiivsele põllumajandusele (Lindenmayer *et al.* 2012), liigsele väetamisele (Landsberg *et al.* 1990), ja mulla tihenemisele (Yates, Hobbs 1997). Hinnagu kohaselt võivad puud intensiivse põllumajanduse tagajärjel põllumajandusmaastikelt kaduda lähima 90-180 aastaga (Gibbons *et al.* 2008).

Suured vanad puud (ingl. k. *large old trees*) on üheks suurimaks ja vanimaks süsteemiks Maal (Lindenmayer *et al.* 2012), kusjuures nad on oma massiivsusega olulised võtmeelupaigad nii metsades, hõredamates metsamaastikes, savannides kui põllumajandus- ja linnamaastikes (Lindenmayer *et al.* 2014). Suurtel vanadel puudel on omadusi, mida noorem põlvkond ei suuda elustikule pakkuda (Norum 2014) nagu jässakus, suur tüve läbimõõt, kaugemale eemale küündivad jämedad oksad (Green 2009), paksem puukoor, rohkem surnud oksi võrades, arvukamalt õõnsusi (Norum 2014) ning kõveramad tüved, mis on kujunenud paremates valgustingimustes kui metsas (Gilman 2002).

Vanad (üksik)puud on puhvriks mulla hapestumise vastu (Wilson 2002), takistavad kõrbestumist ja mullaerosiooni teket (Plieninger *et al.* 2004), osalevad süsinikuringes rikastades mulda toitainetega ning pakuvad toidu-ja elupaiga valikut erinevatele lindudele ja loomadele (Lindenmayer *et al.* 2012). Põllumajandusmaadel aitavad sellised üksikpuud säilitada rohttaimestikku ning loovad omavahel rohekoridore metsloomade liikumiseks (Lindenmayer *et al.* 2012), pakuvad varju kariloomadele (Harvey, Haber 1998) või varjutaluvatele põllukultuuridele (Bentley *et al.* 2004). Avatud maastiku puud on ökosüsteemile vajalikud lülid ka peale nende hukkumist, pakkudes puhke- ja elupaigavõimalust veel aastateks. Hoolimata vanade puude tähtsusest on nende arvukus intensiivse põllu- ja metsamajandamise läbi kiirelt vähenenud, ning suur osa vanadest puudest on nüüdseks säilinud vaid jäänuk puisniitudel ja põlismetsades (Kirby *et al.* 1995).

Avatud maastikul esinev liigirikkus on tihedalt seotud maastiku heterogeensusega. Euroopas on läbi inimese maakasutuse tekkinud palju killustunud pool-looduslikke elupaiku (Bennett, Saunders 2010). Sajandite vältel on elustik siiski suutnud kohastuda mitmekesise põllumajandusmaastikuga, kuid viimastel aastakümnetel on toimunud suured arvukuse muutused paljudes tüübirühmades, näiteks avamaastiku linnustikus (Donald *et al.* 2006) ja sambliku koosluses (Berg *et al.* 1994).

Muutused liigirikkuses on tõstnud esile puude tähtsuse elustiku säilimisele suurtel avatud maastikel üle maailma. Euroopas peetakse vanu puid olulisteks elupaikadeks mitmete organismidele nii põllumajandusmaadel kui ka metsades (Berg *et al.* 1994). Mitmed putukad sõltuvad vanadest puudest kui toidu-ja elupaigast, nahkhiired ja linnud kasutavad õõnsusi pesitsemiseks (Norum 2014).

Antud uurimustöö teema on tänasel päeval aktuaalne, sest maailmas on täheldatud vanade üksikpuude arvukuse langust (Lindenmayer *et al.* 2012), ning seeläbi on ohustatud neist puudest sõltuvate liikide püsima jäämine (Lindenmayer *et al.* 2014). Töö eesmärgiks on koostada ülevaade uurimustest avatud maastikus kasvavate puude kohta ja nende seotusest elurikkusega. Iseloomustada metsaserva-ja põllupuude kasvu, nende välimust, elujõulisust ja muid omadusi. Avamaastiku puudeks loetakse käesolevas uurimustöös üksteisest eraldi asetsevaid üksikpuid või puudegruppe, mis on pikemat aega kasvanud avamaa tingimustes.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Avamaastiku puude terminoloogia

Maailmas on palju erinevat tüüpi avatud maastiku puid, siinkohal toon neist välja ainult olulisemad.

Põllumajandusmaastikele on iseloomulikud loodusliku päritoluga üksikpuud (*scattered trees, isolated trees*), mis suurendavad antud maastike esteetilisi väärtusi (Lumsden, Bennett 2005), ning metsaservad (*forest edges*) mis on üleminekualadeks kahe suhteliselt sarnaste homogeensete ökosüsteemide vahel (Matlack, Litvaitis 1999: 210).

Prantsusmaal on levinud põllusaagi kasvatamine istanduse puude all (*agroforestry, agro-silviculture, silvoarable system*) nii, et see ei segaks nende põlluharimisega seotud töid. Sarnane seal levinud koosmajandamise viis on kariloomade karjatamine istanduse puude all (*silvopasture*) (Balandier, Dupraz 1998) ning Pürenee poolsaarel nimetatakse vanade üksikpuudega põllumajandusmaad, mida majandatakse vääriselupaigana praeguste ja tulevaste liikide säilimiseks ja saagi kasvatamiseks *dehesa*-ks (Ramirez-Hernandez *et al.* 2014). Kuna eesti keeles puudega koos põllumajandamisviisi tähistav termin puudub, otsustasin teksti selguse huvides kasutada oma tekstis ingliskeelsete terminite asemel „agrometsa” terminit (aga ei pretendeeri sellega lõplikult paikapandud terminile).

Puiskarjamaad (*wooded pastures*) on peamiselt Skandinaavia maades pikaajalise karjatamise mõjul kujunenud rohumaa-alad, kus puid on väga hõredalt või väikeste gruppidega (Paal 2007: 208). Looduslikult sarnanev puiskarjamaale on puisniit (*wooded meadow*). Puisniidu erinevuseks on majandamisviis, mis väljendub ala niitmises, rehitsemises, karjatamises ja puude hooldamises (Paal 2007: 144). Veel on inimese abil kujunenud Euroopa maastiku ilmestama vanad viljapuu aiad (*orchards*), kus peamiselt kasvavad õuna-, kirsi-, ploomi-, pirnipuud (Horak *et al.* 2013) ja kastanid (Spada *et al.* 2008).

Woodland-iks kutsutakse hõreda tihedusega metsa-alasid Euroopas, kus domineerivaks on valdavalt üks puuliik ja puude vahel laiub rohttaimestik (Spada *et al.* 2008). Sellistes tingimustes kasvavaid puid nimetatakse avamaapuudeks (*open-grown trees*), olles naaberpuude konkurentsita kasvanud ja igasuguse inimtegevuse mõjuta puud (Hasenauer 1997). Seetõttu on nad kasvult lühikesed, jämeda tüve ja peaaegu horisontaalsete pikalt välja sirutuvate okste ning kuplitaoliste võradega puud (Green 2009).

Euroopas on laialdaselt levinud ka küttepuidu- ja võsa kasvatamine põllumaal (*coppice forest*), mille toodangut kasutatakse energia tootmiseks (Suchomel *et al.* 2012).

Lisaks, Austraalias kasutatakse ka terminit koplipuud (*paddock trees*), mis on väikesed puude grupid, üksikpuud või kunagise metsamaa jäänukpuud intensiivselt majandataval karjamaal (Gibbons, Boak 2002).

2.2 Kirjandusliku materjali kogumine ja analüüs

Kirjandusliku ülevaate koostamiseks avamaastiku puudest ja nende biotoopidest kasutasin internetiandmebaase. Artikli otsingud jaotasin kaheks osaks: 1) avatud maastiku ja metsaserva puude omadused ning 2) avamaastiku puudega seotud elustik.

Otsingu märksõnadena leidsid kasutust: „open landscape”, „wooded meadows”, „wooded pastures”, „woodland”, „forest plantations”, „agricultural landscape”, „agroforestry”, „agro-silviculture”, „silvoarable system”, „scattered trees”, „remnant trees”, „residual trees”, „retention trees”, „open-grown trees”, „forest ecotone”, „forest edges”, „habitat trees”, „biodiversity trees”. Otsingud teostasid peamiselt Scopus’i ja ScienceDirect’i andmebaasides, lisaks kasutasin asjakohase kirjanduse leidmiseks Google otsingumootorit.

Artikli töös kasutamiseks seatud nõueteks olid järgmised tingimused:

- Uuritavaks regiooniks on Euroopa alad
- Uuritavad objektid on metsaservad, üksikpuud ja üksikpuude grupid, mis on pikemat aega kasvanud avatud kasvutingimustes

- Artiklid kajastavad eespool defineeritud (vt. punkti 2.1. Avamaastiku puude terminoloogia) avatud maastikus kasvavate puude seoseid elurikkuse ja nende puude spetsiifiliste omaduste vahel
- Kirjeldavad majandustegevuste mõju metsaservade ja avamaastiku puudele ja nendega seotud elustikule

3. TULEMUSED

Uurimustöö koostamiseks vaatasin läbi 118 teadusartiklit, millest uurimustöö koostamiseks vastas metoodikas püstitatud tingimustele 35 artiklit (vt. lisa 1): 14 kirjeldasid puude kasvu avamaal, 17 puude seotust liigirikkusega, 3 puude kasvu metsaservades ning 1 servapuude väärtust elurikkusele (vt. tabel 1).

Tabel 1. Teadusartiklite jagunemine riikide ja uuringuobjektide järgi

Riik	Avamaastiku ¹ elustik	Avamaastiku ¹ puude kasv	Kokku avamaastiku ¹ uurimuste arv
Hispaania	1	5	6
Briti saared	1	3	4
Saksamaa		4	4
Itaalia	3		3
Rootsi	3		3
Tšehhi	3		3
Prantsusmaa		2	2
Rumeenia	2		2
Eesti	2		2
Slovakkia	1		1
Šveits	1		1
	Metsaservade ² elustik	Metsaserva ² puude kasv	Kokku metsaservade ² uurimuste arv
Prantsusmaa	1		1
Rootsi		1	1
Tšehhi		1	1
Poola		1	1
KOKKU	18	17	35

Märkused: ¹avamaastike all mõeldakse agrometsasid, puisniite ja –karjamaid, viljapuuaeda, põllumajandusmaastike, üksikpuudega põllumaid, metsastatud põllumaid.

²Metsaservade liigitusse on koondatud nii metsaservasid käsitlevad artiklid kui üks ranniku äärne metsaserv.

3.1 Uuringuobjektide ja liigirühmade jagunemine

Uuritud kirjandusliku materjali saab jagada mitmeks erinevaks uuringuobjektiks. Maakasutuse tüübid (vt. tabel 2) olid varieeruvad agrometsanduslikest põllumajandusmaastikest, võsametsadest kuni majandustegevusest puutumatute puisniitude ja viljapuuaiadeni. Eraldi uuritavaks tüübirühmaks olid avamaastiku üleminekuvald metsamaaks, ehk metsaservad.

Tabel 2. Uuringute arvud Euroopas enamlevinud puudega avamaastiku tüüpides

Maakasutuse tüüp	Artiklite arv
Agrometsad (<i>agroforestry, silvopastures</i>)	11
Puisniidud ja –karjamaad (<i>wooded-meadows, wooded-pastures</i>)	6
Metsaservad (<i>forest edges</i>)	4
Viljapuuaiad (<i>orchards</i>)	4
Põllumajanduslikud maastikud (<i>agricultural landscapes</i>)	2
Hõredad metsa-alad (<i>woodland, open-grazed forest</i>)	4
Võsametsad (<i>coppice forest</i>)	2
Metsastatud põllumaad (<i>afforestation, reforestation</i>)	2

Teise jaotusena saab välja tuua artiklites domineerinud puuliigid perekondade järgi (vt. tabel 3). Esindatud oli nii okaspuu- kui lehtpuuliike, sõltumata nende kasvupaiga maakasutusest.

Tabel 3. Uuringute arvud Euroopa avamaastikel esinevate puuliikide kohta

Puude perekonnad	Arvukus
<i>Quercus</i>	19
Viljapuud (Fruit trees: <i>Prunus, Cerasus, Malus, Pyrus, Sorbus</i>)	12
<i>Acer</i>	8
<i>Fraxinus</i>	6
<i>Pinus</i>	6
<i>Alnus</i>	5
<i>Castanea</i>	4
<i>Fagus</i>	3
<i>Betula</i>	3

<i>Carpinus</i>	2
<i>Pseudotsuga</i>	2
<i>Picea</i>	2
<i>Populus</i>	1
<i>Eucalyptus</i>	1
<i>Larix</i>	1
<i>Tilia</i>	1
<i>Ulmus</i>	1
<i>Crataegus</i>	1

Viimase jaotusena saab esitada metsaservade ja avamaastike puudega seotud liigirühmad nagu „taimestik”, „linnustik”, „imetajad” ja „putukad” (vt. tabel 4).

Tabel 4. Uuritud liigirühmad Euroopa erinevat tüüpi avamaastike puudega seotud elustiku uuringutes

Maakasutuse tüüp	Liigirikkus
Agrometsad (<i>agroforestry, silvopasture</i>)	ämblikud, jooksiklased, saproksüülsed mardikad, sirelased, nahkhiired, linnud
Puisniidud ja –karjamaad (<i>wooded-meadows, wooded-pastures</i>)	jooksiklased, samblikud, linnud (rähnid, värvulised)
Viljapuuaiad (<i>orchards</i>)	heintaimed, liblikad, saproksüülsed mardikad, mesilased, herilased, teod, nahkhiired, linnud
Metsastatud põllumaad (<i>afforestation, reforestation</i>)	(sõnniku)mardikad
Põllumajanduslikud maastikud (<i>agricultural landscapes</i>)	nahkhiired
Metsaservad (<i>forest edges</i>)	linnud
Hõredad metsa-alad (<i>open-grazed forest, woodland</i>)	seened, samblikud, mardikad, sipelgad, mesilased, herilased, linnud (rähnid)

3.2 Avamaastiku puude välimus, kasv ja elujõud

Avamaastiku puud on erinevad metsapuudest nii välimuse, kujunemise aja, kui ka elurikkuse poolest. Kui avatult kasvanud puu on välimuselt jässakas, suure tüvediametri, ja laiuvatest okstest ümara võraga, siis tihedas metsas kasvanud puud iseloomustab enamasti sihvakas tüvi, alumiste okste kuivamine ja laasumine ning kitsas võra (Green 2009). Avatud maastikupuude kasvamist mõjutab nii kasvukoha majandustegevus, varjus

üles kasvamine, kevadiste võrsete kahjustamine lindude poolt, kui ka inimkahjustused ja loodusmõjutused (Balandier, Dupraz 1998).

Puude elujõulisust saab mõõta kas diameetrikasvu, lehepinnaindeksi või elujõulisuse („vigor“ – puidu produktsioon lehepinna ühiku kohta) suurenemise abil (Christiansen *et al.* 1987). Kuna puude elujõulisus pärast puistu hõrendamist harvendusraietel või valikraietel (nt. Dobbertin 2005, Fettig *et al.* 2007) suureneb, viitab see ka pidevalt avatud tingimustes olevate puude potentsiaalselt heale elujõulisusele. Avatud maastikus kasvavatele puudele on teiste puude konkurents nõrk või puudub täiesti, seetõttu võib nende puude elujõulisus olla suurem kui metsapuudel (Kouki *et al.* 1997).

Konkreetseid uurimusi avatud keskkonna mõjust sealsete puude elujõulisusele on väga vähe. Siiski on leitud, et tänu valgusega kohastunud võrale on säilikuudena säilitatud varasemalt metsaservades asuvad puud elujõulisema võraga kui varasemalt metsa sisekeskkonnas asunud puud (Rosenvald 2014). Tänu tugevamale võrastikule (ja soodsatele keskkonnatingimustele) on leitud ka varasemalt metsaservades kasvanud saarepuud (*Fraxinus excelsior*) olevat vastupidavamad saaresurma (*Hymenoscyphus fraxineus*) kahjustusele võrreldes metsa sisekeskkonnas asunud saartega (Rosenvald *et al.* 2014). Samas on Gotlandi saarel täheldatud puisniidu (avatud keskkonnas kasvanud) saarte nõrgemat vastupanuvõimet saaresurmale võrreldes metsas asuvate saarepuudega (Jönsson, Thor 2012), kuid seal võib osaliselt põhjuseks olla puude nudimine (ingl. k. *pollarding*), mille tagajärjel tekkinud noored võrsed on tundlikumad saaresurma kahjustustele.

Puude vanuse suurenemisega kaasnevad elustiku jaoks olulised tunnused, nagu võimalike elupaikade arvukuse tõus. Näiteks hariliku ebatsuuga (*Pseudotsuga menziesii*) väärtus metsa ökosüsteemis tõuseb 100 aasta vanuses (Rose *et al.* 2001) ning hariliku tamme (*Quercus robur*) väärtus karjamaal alates 200. eluaastast (Ranius *et al.* 2009). Puude vananedes nende elujõud väheneb.

Puude vananemine on aga tüüpiline paljudes piirkondades avamaastiku puude puhul, samal ajal aga uusi puid samadesse maastikke (piisavalt) juurde ei teki (Gibbons *et al.* 2008). Näiteks 15 % Rootsi Hördaleni 400 aastat vanast tammikust võib aga hävida 25-30 aasta jooksul, kõrge vanuse ja puuduliku uuenduse tõttu, ning 9 puud (14 % kogu tammikust)

sureb juba 10 aastaga. Sellise tempo juures kaob vana tamme populatsioon täielikult 75 aastaga, enne kui uus põlvkond oleks võimeline taas elupaiku pakkuma (Forbes *et al.* 2004; Lindenmayer *et al.* 2014).

Peale puude surma säilivad puude tüved avatud kasvutingimustes veel aastakümneid. Hariliku pöõgi (*Fagus sylvatica*) 1 m läbimõõduga tüve lagunemiseks võib Euroopa aladel kuluda 30-40 aastat ning hariliku tamme (*Quercus robur*) lõplikuks kadumiseks 50-100 aastat (Green 2009). Metsa niisketes tingimustes on aga surnud puude säilimise aeg isegi lühem (Lindenmayer *et al.* 2014; Green 2009).

3.3 Kasvukeskkonna tegurite mõju puude kasvule avatud maastikus

Avatud maastikel mõjutavad puude kasvu rasked tingimused, nagu kõrgus merepinnast, lumikate, tugev tuul, toitainete vähesus või vee raske kättesaadavus (Balandier, Dupraz 1998). Näiteks Rootsis asuva Hördaleni tammiku puudest olid 15 % tuulest mõjutatud ning 14 % kannatasid mulla tihenemise käes, põhjustatuna eelkõige jalgradadest võraaluses alas (Forbes *et al.* 2004). Raskematest tingimustest olenemata kasvavad puud enamasti kõige paremini põllumajandusmaadel, kus on tavaliselt kõrgem mullaviljakus, kaitse tuule ja külma eest ning vee kättesaadavus on hea (Balandier, Dupraz 1998).

3.3.1 Asetustiheduse mõju puude kasvule

Puistu tihedusel on kõige suurem mõju puude kasvule (Hein *et al.* 2008). Seetõttu rakendatakse agrometsades hõredat puude asetustihedust, mis peaks minimaliseerima puude omavahelist konkurentsi ning seeläbi parandama puude tüvediaametri ja võra kasvu (Cabanettes *et al.* 1999; Balandier, Dupraz 1998).

Ka Cabanettes *et al.* (1999) tehtud põllumaale istutatud puude ja metsa kontrollpuude kasvu võrdlev katse tõestas, et punase tamme (*Quercus rubra*) diameetrikasv on positiivses korrelatsioonis puude asetuse tihedusega maastikul. Diameetri juurdekasv väiksema seadu juures oli puude 15. eluaastaks kahekordne. Samas mõjutas esimestel

aastatel põllupuude kasvu puud ümbritsev rohttaimestik, mistõttu oli diameetrikasv pärsitud kuni 7. kasvuaastani.

Lisaks istutustihedusele, on puude kasv sõltuv ka puuliigist, näiteks agrometsamaale eri tihedusega istutatud punase lepa (*Alnus rubra*) ja mägivahtrate (*Acer pseudoplatanus*) juurdekasvu võrdlus näitas, et punase lepa kõrguse ja tüvediametri kasv oli mõlema istutustiheduse (400 ja 2500 puud/ha⁻¹) korral suurem kui mägivahtral. Mägivahtrate diameetri kasv oli parem suuremate tiheduste (400 ja 2500 puud/ha⁻¹), kui 100 puud/ha⁻¹ juures (Teklehaimanot *et al.* 2002). Punase lepa ja mägivahtra puudu tihedusele selline seadu suuri erinevusi ei põhjastanud, kuid mägivahtra puit osutus võrdluses siiski tihedamaks (punane lepp: $0.47 \pm 0.005 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; mägivaher: $0.64 \pm 0.005 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) (Mmolotsi, Teklehaimanot 2006). Seevastu, hariliku ebatsuuga (*Pseudotsuga menziesii*), kiirja männi (*Pinus radiata*), merimänni (*Pinus pinaster*), punase tamme (*Quercus rubra*), sookase (*Betula pendula*) ja hariliku kastanipuu (*Castanea sativa*) tüvediametri kasvule mõjusid positiivsemalt väiksemad asetustihedused (100 ja 200 puud/ha⁻¹), kui 1200, 2000 ja 2500 puud/ha⁻¹ (Hein *et al.* 2008; Rozados-Lorenzo *et al.* 2007), kuid kõrguskasvule need tihedused mõju ei avaldanud (Cabanettes *et al.* 1999; Rozados-Lorenzo *et al.* 2007).

Lisaks kõrguse- ja tüvediametrikasvule, on istutustihedusel mõju ka puude oksakasvule. Erineva asetustihedusega hariliku kuuse (*Picea abies*) kasvukohtades tehtud okste loendusest selgus, et oksti on vähim puistu tiheduse 700 puud/ha⁻¹ juures, võrrelduna avamaa tingimustes (350 puud/ha⁻¹) kasvanud ning metsas (1600 puud/ha⁻¹) kasvanud kuuskedega. Enim oksti puu kohta loendati avamaastiku kuuskedelt (Mäkinen, Hein 2006). Suureneva asetustiheduse juures täheldati ka okste läbimõõdu vähenemist, puude võra lühenemist ja kitsenemist (Mäkinen, Hein 2006; Hein *et al.* 2008).

3.3.2 Inimtegevuse ja fauna mõju puude kasvule

Inimeste elutegevus avaldab puude kasvule pigem positiivset mõju. Näiteks erinevad väetised võivad suurendada tüvediametri kasvu. Selline seos leiti metsastatud põllumaal, kus üle 100 aasta kasvanud kivitammede (*Quercus petraea*) keskmine aastarõnga laius tuli mõõtmisel 0,3 mm suurem kui metsas kasvanud puudel. Erinevuse põhjuseks oli sealse

mulla keemiline koostis, mis oli toitainete rikkam tänu minevikus kasutatud põllumajandusväetistele. Samuti olid avamaa tingimustes kasvanud puud kujunenud muutlikele ilmastikuoludele vastupidavamaks (von Oheimb *et al.* 2014).

Sarnane mõju puude kasvule põllumajandusmaastikel leiti põllumaade täiendava väetamise korral reoveesetetega. Täiendav väetamine andis 3 aasta jooksul puudele kõige enam diameetri (2,03 cm) ja kõrguse (87,1 cm) juurdekasvu võrrelduna väetamata alaga (diameeter 1,69 cm; kõrgus 73,2 cm). Kõige enam mõjus puude diameetri kasvule reoveesetete ja kaaliumiga koos väetamine (diameeter 5,01 cm; kõrgus 172,3 cm), ning puude kõrguskasv (168,9 cm) oli suurem mineraalsete väetiste kasutamise korral võrrelduna kontroll puudega (147,9 cm) (Lopez- Diaz *et al.* 2009).

Vastupidiselt mineraal- ja reovee väetistele kahjustavad Euroopas veelindude väljaheidet puude elujõulisust. Mereäärsetele metsadele on sel viisil kahjulikud kormoranide (*Phalacrocorax carbo sinensis*) ja hallhaigrute (*Ardea cinerea*) kolooniad. Mere ääres kasvavate 180 aastaste kolonialähedaste mändide alune muld oli tugevasti N, P, K elementide rikas ja nitrifitseerunud, mis võib põhjustada muldade sooldumist ja seeläbi ebasoodsa kasvukoha kujunemist (Ligeza, Smal 2003; Garcia *et al.* 2011). Kahlajate pesitsuspaikades oli korgi tamme (*Quercus suber*) alune mulla soolsus varieeruv 75 kordselt, olles ülemistes mullakihtides suurem. Pesitsusaja lõpuks täheldati võra tiheduse langust kümne kordselt (Garcia *et al.* 2011).

3.3.3 Taimestiku mõju puude kasvule

Kõrges ja tihedas rohus kasvamisel on noorte puude elujõulisusele negatiivne mõju, lisaks valguse konkurentsile toimub siis ka võistlus kasvukoha toitainetele. Sellise tulemuse andis hariliku keraheina (*Dactylis glomerata*) niidul kasvavate kiirja männi (*Pinus radiata*) ja arukase (*Betula pubescens*) kasvu muutuste võrdlus. Hariliku keraheinaga koos kasvanud puude keskmine kõrgus ja diameeter oli suurem kui karjamaa raiheinas (*Lolium perenne*) kasvanud puudel. Nii 2500 kui 833 puud/ha⁻¹ juures oli mändide kõrguskasv vastavalt 46 % ja 32 % suurem, ning tüvediametri kasv mõlemal asetustihedusel 64% suurem kui kasepuudel (Fernandez-Nunez *et al.* 2014).

3.3.4 Servaefekti mõju puude kasvule

Servapuud on metsapuudest suurema kasvuga paremate valgustingimuste, toitainete külluse ja konkurentsi puudumise tõttu (Gehlhausen *et al.* 2000). Tšehhi jõeäärsetes metsaservades läbi viidud mõõtmised näitasid, et sealsed puud asuvad tihedamalt ja on suurema puidumahuga, kui sügavamal metsas kasvanud puud. Metsaservade mõju puude kasvule ulatus varieeruvalt 4-18 m metsa sisse (Šalek *et al.* 2013). Siiski erinevad mikrokliimaatilised tunnused (ja nendest sõltuvalt puude omadused) muutuvad erinevalt seoses kaugusega metsaservast. Näiteks suhteline õhuniiskus on mõjutatud metsaservast laias vööndis, samal ajal valgus ja mullaniiskus on mõjutatud ainult kitsas tsoonis metsaservast (Gehlhausen *et al.* 2000). Mida kontrastsem on metsaserv (nt. avatud ala on suurem), seda suuremad on ka mõjud puude omadustele (Pfister *et al.* 2008). Veel on leitud, et männipuistutes olevatest puudest on metsaserva puud kõige elujõulisemad (Kouki *et al.* 1997) ning metsaserv mõjutab võrastiku suurust, nii oli metsaservas kasvava hariliku kuuse (*Picea abies*) oksa keskmine diameeter suurem, oksad algasid madalamalt ja neid oli rohkem kui metsapuudel (Pfister *et al.* 2008).

3.4 Avamaastiku puude elustikuväärtus

Avamaastiku puudega on seotud palju liike. Käsitletud uurimustes leiti lausa, et tihedas metsas elutseb arvuliselt ja taksonoomiliselt vähem liike, kui avatud elupaikades. Tšehhimaa tammedelt (*Quercus*) loendati kokku 78 liiki saproksüülseid seeni, 36 liiki samblikuid, 153 liiki mardikaid ja 32 liiki kiletiivalisi, kes sõltuvad surnud puidu olemasolust (Horak *et al.* 2014). Rootsis asuv Hördaleni tammik (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) on hinnatud kõige elupaiga rohkeimaks elupaigatüübiks, pakkudes õõnsusi, erinevates astmetes lagupuitu ja kuivanud puid. Sealne keskmine üle 15 cm suuruse läbimõõduga võraõõnsuste arv ühel puul oli 1,3 ning 5-15 cm läbimõõduga oksaaukude arv puul 2,6 (Forbes *et al.* 2004).

3.4.1 Taimestik ja seenestik

Õhulämmastikku juurte ja lehtedega siduvad puud, rikastavad mulda toitainetega (Ruess et al. 1996), seeläbi suureneb ka puude all kasvavate taimede lämmastiku sisaldus. 10 aastat karjamaal kasvanud punaste leppade (*Alnus rubra*) juuremügarate ja puude aluste muldade võrdlused näitasid mõlemad kõrgenenud lämmastiku sisaldust (Teklehaimanot, Mmolotsi 2007). Seepärast on agrometsanduses selliseid puid kasutada odavam ja keskkonnahoidlikum kui kasutada tööstuslike väetiseid (Giller, Wilson 1991; Teklehaimanot, Martin 1999).

Siiski puude võra alused on sobivaks kasvukohaks pigem varju lembelistele taimedele. Kiirja männi (*Pinus radiata*) võrade alt loendati 5 aastat pärast külvi kokku 36 liiki taimi ning arukaskede (*Betula pubescens*) võrade alt 40 liiki. Esimestel aastatel niidule külvatud (40%) liikidest ei olnud uurimuse lõpuks alles enam ühtki, kuid viimase aasta lõpuks oli puu varjus kasvamisega kohanenud ~ 27 % kohalikest alustaimestiku liikidest (Fernandez - Nunez et al. 2014). Samamoodi, vanade viljapuude võrade alt on kasvamas leitud mitmeid taimeliike nagu *Aquilegia vulgaris*, *Cephalanthera longifolia*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis* sp., *Gymnadenia conopsea*, *Lilium martagon*, *Listera ovata*, *Melampyrum barbatum* ja *Platanthera bifolia* (Špulerova et al. 2015).

Puude tüvedel kasvab palju epifüütsetele samblikele, kuid samblike liigirikkus on puuliigiti erinev. Gotlandi ja Eesti puisniitudelt loendati kokku 246 liiki epifüütseid samblike, millest 157 liiki leiti Eestist. Ühel puul kasvas varieeruvalt null kuni 52 samblikuliiki. Gotlandil leitud samblikest kuulus 32 liiki punasesse raamatuse ning enim kasvas neid põldjalakatel (*Ulmus minor*) ja harilikel saartel (*Fraxinus excelsior*). Seevastu Eestis leiti 12 ohustatud nimistusse kuuluvat samblikuliiki harilikelt tammedelt (*Quercus robur*) ja saarepuudelt. Eestis loendatud samblike liigid kasvasid peamiselt tammedel (Thor et al. 2010; Leppik et al. 2011). Gotlandil kasvas rohkem liike aga saarepuudel, tammedel ja põldjalakatel. Ühise joonena leiti, et puude diameetri suurenemisega suureneb ka neil kasvavate samblike liigikus ning, et lehtpuud on puisniitudel samblikele olulisteks võtmeelupaikadeks (Thor et al. 2010). Liigiline varieeruvus Eesti puisniidul oli tingitud kõige enam puu liigist (*Betula* spp., *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*) ja puukoore pH-st (10·3%), millele järgnesid geograafilised asukohad (8·8%), sambliku kasvukohad puul (6·9%) ja kasvukohatingimused nagu maastiku avatus ja valgustingimused (6·5%). Lisaks 21 liigi

kasv oli mõjutatud võra avatusest (Leppik *et al.* 2011; Horak *et al.* 2014) või alusvõsa rohkusest puu läheduses ning 14 liigi kasv sõltus puu tüvediametrist. Puukoore välispinna omadused oli määravaks 8 sambliku liigile (Leppik *et al.* 2011).

3.4.2 Linnustik

Puudega avamaastikud pakuvad värvulistele kõige varieeruvamaid pesitsusvõimalusi korraga nii maapinnal, põõsastes, puu võrades kui puu õõnsustes. Selle tulemusel on puiskarjamaad liigirikkamad (32 liiki) kui metsad (14 liiki) ja lagedad põllumaad (4 liiki) (Hartel *et al.* 2014). Rähnid toituvad seemnetest, erinevatest metsaputukatest nii elusal kui surnud puidul, ning vajavad suuri puid ja avatust pesa rajamiseks (Angelstam, Mikusinski 1994), mistõttu on nad metsas toimuvatele muutustele vastuvõtlikumad. Seepärast on puiskarjamaad rähnidele ja ka värvulistele sobivateks elupaikadeks (Dorresteijn *et al.* 2013; Hartel *et al.* 2014).

Puude tihedus, võrastiku avatus ning puude liigiline koosseis mõjutab enim linnustiku mitmekesisust puiskarjamaal (Hartel *et al.* 2014), kusjuures suuremad alad mõjuvad liigikusele negatiivselt (Horak *et al.* 2013). Ka Briti saartel tehtud uuring näitab, et puude olemasolu (ja metsastamine) põllumaaadel on linnustikule positiivse mõjuga. Kõige enam hallrästaid (*Turdus pilaris*) loendati mägivahtra (*Acer pseudoplatanus*) puudega põllumaaadel (100 puud/ha⁻¹) ja metsades (2500 puud/ha⁻¹). Hallrästad kasutasid metsaalasid pigem puhkamiseks ja heinamaid toitumiseks. Hallvareseid (*Corvus corone*) leiti rohkem lagedatelt ja hõredama istutusega (100 puud/ha⁻¹) põldudelt, kui tihedamatelt (400 ja 2500 puud/ha⁻¹) aladelt (Mcadam *et al.* 2007).

3.4.3 Imetajad

Viljapuuaiad (Obrist *et al.* 2011), jõgede ja järvede kaldad, rohumaad, karjamaad, poollooduslikud metsamaad ja segaistandikud on nahkhiirte eelistatud toitumispaikadeks, ning nende majandamisel tuleb säilitada või luua tingimused putukate populatsiooni suurendamiseks (Vaughan *et al.* 1997). Nahkhiirte elupaiga valikut mõjutab liigile omane

manööverduvõime. Halvema manööverdusvõimega liigid eelistavad elupaigana hooldatavaid viljapuuaeda (Obrist *et al.* 2011).

Hariliku kastanipuu (*Castanea sativa*) aiast loendati 30 ööga kokku 1904 liiki nahkhiiri. Arvukus ja öine aktiivsus oli suurim majandatavas kastaniaias (1449 liiki). Seevastu mahajäetud kastaniaiast loendati kokku 108 liiki nahkhiiri ning 10 ööl puudus nende tegevus üldse. Arvukaim liik mõlemas elupaigatüübis oli kääbus-nahkhiir (*Pipistrellus pipistrellus*, 73,1 %), järgnesid pargi-nahkhiir (*Pipistrellus nathusii*, 7,8 %), alpi nahkhiir (*Hypsugo savii*, 7,8 %) ja vahemere nahkhiir (*Pipistrellus kuhlii*, 7,4 %) (Obrist *et al.* 2011).

Paljud nahkhiired eelistavad elamiseks hoopis metsasid, mis asuvad avatud maastike läheduses. Eestis loendati uurimuse jooksul metsa-aladelt kokku 10 liiki nahkhiiri ja üksikpuudelt 8 liiki. Levinuim liik loendus aladel oli põhja-nahkhiir (*Eptesicus nilssonii*) ja pargi-nahkhiir (*Pipistrellus nathusii*). Kõige aktiivsem lend oli metsa-aladel ja alleedes ning väikseim üksikpuude läheduses (Kalda *et al.* 2015).

Suur osa Euroopa nahkhiirtest kasutab avamaastiku puid maamärkidena orienteerumisel puhke- ja toitumiskohtade vahel (Agnelli *et al.* 2006: 9). Puhkepaigana sobivad elusad puud, millel vähem kui 50% surnud oksid. Vähem eelistatakse täiesti surnud puid (Spada *et al.* 2008). Puid õõnsusi kasutatakse puhkepaigana, poegimiseks ja nende kasvatamiseks (Spada *et al.* 2008) ning vähemal määral talvitumiseks (Agnelli *et al.* 2006: 11). Nahkhiired puhkavad õõnsuses üksi või väikese grupina ning kasutavad keskmiselt $1,9 \pm 1,3$ (vahemik 1-5) puhkepaika 10 päeva jooksul. Õõnsusi vahetatakse sagedasti. Iga õõnsus oli hõivatud keskmiselt $2,6 \pm 3,7$ (vahemik 1-17) päeva, seejuures õõnsuste vaheliseks keskmiseks kauguseks leiti 465 ± 524 m (vahemik 31-1749 m). Kõige enam kasutati puhkamiseks mehaanilisi vigastusi (40% kogu õõnbimiskohtadest), järgnes lahtine puukoor (27%), puu õõnsused (20%) ja rähni toksitud augud (13%) (Spada *et al.* 2008).

3.4.4 Putukad

Sõnniku mardikate (ingl. k. *dung beetles*) ja jooksiklaste (ingl. k. *ground beetles*) liigirikkus ja arvukus sõltub sesoonsusest, elupaigast ja mardika liigist. Isendite arvukus oli kõige suurem hariliku pöögi (*Fagus sylvatica*) metsas, kuid liigirikkus oli arvukam metsastatud põllumaal (26 liiki). Põllumaa oli liigirohke (Tocco *et al.* 2013; Horak *et al.* 2014), sest esimestel suvekuudel pakkus see mardikatele elutegevuseks vajalikku päikesesoojust. Kõige vähem liike ja väikseim arvukus oli puhmastega (*Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*) põllul ja kase pioneer metsas (*Betula alba*) (Tocco *et al.* 2013).

Põllumaade metsastamisega toob kaasa negatiivse mõju sõnniku mardikate elupaikade säilimisele (Tocco *et al.* 2013; Negro *et al.* 2013), kuid agrometsanduslik (400 puud/ha⁻¹) maakasutus soosib ämblikute populatsiooni kasvu positiivsemalt kui metsa- või heinamaa. Kõige mitmekülgsem ämblikute liigirikkus on siiski esindatud metsas (2500 puud/ha⁻¹), olles suurim puude läheduses, kuid isendite arvukus oli suurem kaugemal puudest (Mcadam *et al.* 2007).

Kõige vähem on viljapuuaiade ümbritsevatest maastikumuutustest mõjustatud mesilased ja herilased (Horak *et al.* 2013). Vanad viljapuuaiad on olulised elupaigad aga liblikatele (*Lepidoptera*) ja surulastele (*Sphingidae*) (Špulerova *et al.* 2015; Obrist *et al.* 2011; Horak *et al.* 2013), maismaatigudele (Horak *et al.* 2013) ning saproksüülsetele putukatele (Horak 2014).

Saproksüülsete putukate liigilist mitmekesisust viljapuuaias mõjutab viljapuude vanuseline koosseis ning võrastiku avatus. Enamik saproksüülseid liike asusuid vanal surnud puidul (65 liiki) ja värskel surnud puidul (35 liiki). Uuringutega leiti, et võrastiku avatuse suurenemisega suureneb ka liigiline koosseis (Horak 2014; Horak *et al.* 2013). Kõige liigirikkamad perekonnad viljapuuaiades olid *Curculionidae*, *Cerambycidae*, *Anobiidae* ja *Staphylinidae*.

Pürenee tammede (*Quercus pyrenaica*) ja iilekstammedega (*Quercus rotundifolia*) agrometsamaal mõjutas saproksüülide arvukust valitsev puuliik ja alusvõsa olemasolu. Agrometsast loendati 16 liiki sirelasi (*Syrpidae*) ja 136 liiki saproksüülseid mardikaid,

millest 7 kuulub Euroopa Punasesse Raamatusse. Pürenee tammelt, kuigi neid esines uuringualal kõige vähem, leiti mardika liike rohkem. Selle põhjuseks arvati puu õõnsuste mahu (võimalike elupaikade) erinevus, mis pürenee tammel oli suurem (0.057 m³). Seevastu sirelaste liigirikkus oli suurim iilekstammedel (õõnsuste maht: 0.014 m³). Puude kasvusageduse ja mardikate ning sirelaste rohkuse vahel seost ei leitud. Väheste põõsaste esinemise korral oli mardikate liigikus suurem ja sirelasi leiti rohkem suureneva põõsaste arvuga (Ramirez-Hernandez *et al.* 2014).

3.4.5 Metsaservade elustik

Metsaservades asuvad puud on üldiselt suurema diameetriga (kuid madalamad) ja suurema võrastikuga kui metsapuud, ning kuna nendega on seotud rohkesti mikroelupaiku, rõhutatakse nende suurt tähtsust elustiku kaitsel (Šalek *et al.* 2013; Ouin *et al.* 2015; Pfister *et al.* 2008; Ries, Sisk 2010). Prantsusmaal, metsaserva alalt ulatusega 100 x 2,5 meetrit loendati kokku 617 võimalikku mikroelupaika ja metsa siseselt alalt vaid 415. Enim elupaigavõimalusi pakkusid magus kirsipuu (*Prunus avium*) ja põldjalakas (*Ulmus minor*) (Ouin *et al.* 2015).

Paljud linnud asuvad avatud maastikest talveperioodiks ümber metsaservadesse (McAdam *et al.* 2007).

4. ARUTELU

Käesoleva uurimustöö eesmärk oli välja selgitada kui palju on Euroopa alade kohta tehtud uuringuid, mis kajastaksid avamaastiku puude väärtust nende kasvukohale ja biotoobile.

Euroopa maade kohta on nii põhjalike omavaheliste seostega uurimusi tehtud vähe. Kõige enam oli avamaade liigirikkuse ja puude vahelist seost uuritud Itaalias (3), Rootsis (3) ja Tsehhis (3), kus peamiselt oli kirjeldatud vanu viljapuuaeda, puiskarjamaid või metsastatud põllumaid. Üldiselt oli liigirikkuse uurimusi tehtud puisniitudel- ja karjamaadel (Forbes *et al.* 2004; Leppik *et al.* 2011; Dorresteijn *et al.* 2013; Thor *et al.* 2010) ning viljapuuaedades (Spada *et al.* 2008; Horak *et al.* 2013; Horak 2014), vähem uuritud oli agrometsade ning intensiivses kasutuses olevate põllumaade elurikkust (Tocco *et al.* 2013; Kalda *et al.* 2015; Mcadam *et al.* 2007).

Selle põhjuseks võib pidada puiskarjamaade ja –niitude, kui ajalooliste pool-looduslike elupaikade, kiiret vähenemist traditsiooniliste hooldusvõtete puudumise ja kõrge vanuse tõttu (Eriksson *et al.* 2002) ning viljapuuaedade, mis on jõudmas samuti oma eluea lõppu, rohkusest Euroopas (Bailey *et al.* 2010).

Võrreldes Euroopaga on palju uurimusi tehtud Austraalia põllumajandusmaastike kohta, kus on kirjeldatud avamaa puude arvukuse langust maastikelt (Lindenmayer *et al.* 2012; Fischer *et al.* 2010; Ozolins *et al.* 2001), puude ökoloogilise väärtuse tõusu seoses vanuse suurenemisega (Gibbons, Lindenmayer 2002: 122), põllumajandusest tulenevaid kahjulikke mõjusid puude eksistentsile (Ozolins *et al.* 2001; Fischer *et al.* 2010) ning elulist vajadust avamaastikul elavatele liikidele (Fischer *et al.* 2010; Manning *et al.* 2006; Gibbons *et al.* 2008; Ozolins *et al.* 2001; Lumsden, Bennett 2005). Sealse suure arvulise uurituse põhjus võib olla tingitud suurest põllumaa osakaalust riigis ning mure, et keskkonda koormava intensiivse põllumajanduse jätkumisel kaovad avamaa puud lähima 100 aasta jooksul (Gibbons *et al.* 2008). Selle tagajärjel omakorda halveneksid mulla omadused (Curruthers *et al.* 2004), ning väheneks avamaastiku elustik (Lumsden, Bennett 2005; Cutten, Hodder 2002; Collard 2002).

Antud uurimustöös kujunes avamaa puude tähtsamateks omadusteks kõrge eluiga, massiivsus ja elujõulisus, mida sobib kirjeldama ka üks tulemusi, mille kohaselt on perekond *Quercus* kõige enim avamaastikel esindatud puuliik. Uurimustöödest selgub, et vanemad puud on mitmekesisemate omadustega kui noorem põlvkond. Selle põhjuseks võib kindlasti pidada puude pika elu jooksul saavutatud jämedaid tüvesid ning laiuvat võra, mis annavad puudele suuremat massi ja pakuvad rohkem elupaiga võimalusi (Green 2009) ning suurendavad puudele esteetilist ning bioloogilist väärtust. Vanematele puudele oli iseloomulikum õõnsuste rohkus, lahtine puukoor, lagupuit, kuivanud oksad ja oksamurrud ning fakt, et puud säilivad veel pikka aega peale nende surma (Rose *et al.* 2001; Ranius *et al.* 2009; Lindenmayer *et al.* 2014).

Liigirikkust kirjeldavatest uurimustööde tulemustest selgus, et avamaa puud on olulised elupaigad paljudele liigirühmadele, nagu linnud, putukad, samblikud ja imetajad, ning vanade puude kadumisega väheneks liigiline mitmekesisus avamaastikel (Horak *et al.* 2014; Hartel *et al.* 2014; Horak 2014; Thor *et al.* 2010). Kasutatud kirjandusest aga ei selgu, kas ja kui palju on konkreetseid liike Euroopas, kes elavadki vaid avamaastikel, ning jääksid peale puude kadumist hävimisohtu, või häviksidki.

Käesoleva uurimustöö põhjal võib siiski väita, et vanade avamaastiku puude hävimise korral oleks enim mõjutatud epifüütsed samblikud ja putukad, kelle populatsioonid häviksid koos puudega; muutuks alustaimestik, ning linnustiku ja pisi-imetajate arv väheneks, sest nende pesitsuspaigad kaovad. Avamaastikul säiliksivad vaid liigid, kes saaksid elada noorematel puudel või võsastikus, või kes ei ole puudest nii otseselt sõltuvad. Seetõttu on vanade puude põlvkonna säilitamine äärmiselt oluline.

Koostatud töö tulemustest võib üldistada, et saproksüülseid putukaid leidub palju vanades viljapuuadades ja vanadel tammedel. Sealne liigirikkus ja arvukus võib oleneda kõrgest vana surnud puidu osakaalust, mida saproksüülseid putukad vajavad paljunemiseks (Horak 2014; Horak *et al.* 2013). Vastupidiselt viljapuuadadele on lagedad põllumaad sobivaks elupaigaks sõnnikumardikatele (Tocco *et al.* 2013), sest nemad eelistavad päikesesoojusele rohkem avatuid elupaiku.

Linnustiku uurimustöödest saab järeldada, et teatud linnuliigid on võrdlemisi paikse eluviisiga, ning neile ei sobi suurte vahemaade läbimine (Horak *et al.* 2013). Seetõttu on

oluline puude ja põõsaste tihedus suurematel avatud maastikel (Mcadam *et al.* 2007; Horak *et al.* 2013). Kui puud avamaastikelt kaovad, võib see mõjutada lindude pesitsemist ja toitumist, sest sellega kaoks nende pesapaigad ning toidulauast suur osa putukaid. Avamaastikele jääksid alles või lisanduksid juurde liigid, kes on kohastunud elama avamaal.

Nahkhiired on seevastu puudest palju enam sõltuvad kui linnud, vajades puu õõnsusi puhkamiseks, poegimiseks ja talvitumiseks, mida tõestas oma uurimustööga ka Spada *et al.* (2008). Paljud nahkhiire liigid kasutavad puid ka maamärkidena maastikul orienteerumisel (Agnelli *et al.* 2006: 9). Nii võib järeldada, et peale avamaapuude hävimist ja uue põlvkonna mitte rajamist kaob see liigirühm maastikelt pea täielikult. Avamaastikel kohtaks nahkhiiri seejärel vaid toidu otsingutel (Vaughan *et al.* 1997).

Teadusartikleid, mis kirjeldaksid Euroopa metsaservade liigirikkust, antud töö koostamiseks ei leitud. Leidus vaid üks uurimustöö, mis kirjeldas metsa servades kasvavate puude võimalike mikroelupaikate arvukust (Ouin *et al.* 2015). Vähesed teadustööde olemasolu põhjusteks võib olla antud uurimisobjekti vähene uuritus nii huvi puudumisel kui vajadusel, või on olemasolevad servaalade uurimused keskendunud teistsuguste teadmiste saamisele. Seetõttu, kuna tegemist on tähtsa elustikusüsteemiga, peaks seda Euroopas rohkem uurima.

Teine eesmärk oli koostada ülevaade avamaa puudele iseloomulikest omadustest ning leida mis ja kuidas mõjutab nende kasvus muutusi. Avamaapuude kasvu uurimustest jääb aga silma, et üldiselt on Euroopas uuritud kasvumuutusi peamiselt asetustiheduse abil agrometsanduslikel maadel, ning tähelepanu on suunatud tüvediametri kasvule (Balandier, Dupraz 1998; Fernandez-Nunez *et al.* 2014; Mmolotsi, Teklehaimanot 2006; Teklehaimanot *et al.* 2002; Cabanettes *et al.* 1999; Rozados-Lorenzo *et al.* 2007). See on ka mõistetav, sest õige istutustiheduse juures võimaldab selline koostootmine saada suuremat majanduslikku kasu, kui eraldi asuvad metsa- ja põllumaad (Dupraz *et al.* 1996), lisaks hoiab selline tootmine bioloogilist mitmekesisust, luues toidu- ja elupaiku (Tews *et al.* 2004; Ramirez-Hernandez *et al.* 2014). Tulemus, et puude kasv on avamaastikel ja põllumajandusmaadel parem, oli aimatav, sest avamaal on puude omavaheline konkurents mulla toitainetele väiksem, valgusele on suurem ligipääs kui tihedas puistus kasvades (Mäkinen, Hein 2006; Hein *et al.* 2008; Balandier, Dupraz 1998), ning endised põllumaad

võivad olla toitainete rikkamad tänu põlluväetiste jääkidele mullas (von Oheimb *et al.* 2014).

Uurimustöid, mis kirjeldaksid metsaserva puude omadusi või kasvumuutuseid Euroopas esines vähe (3 artiklit). See võib olla tingitud nii valdkonna alauuritusest kui antud uurimustöö eripärast, mille tähelepanu ei ole suunatud raiesmike servaaladele (millest uurimustöid oleks kindlasti rohkem), vaid pikemat aega avatuna olnud maastike äärsetele aladele. Saadud tulemuste põhjal võib siiski üldistada, et metsaserva puud on elujõulisemad ja suurema kasvuga, mis on tingitud samuti väiksemast konkurentsist toitainetele ja valgustingimustele (Gehlhausen *et al.* 2000; Kouki *et al.* 1997; Pfister *et al.* 2008).

5. KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimustöö eesmärk oli koostada ülevaade uurimustöödest Euroopa avatud maastikes kasvavate puude kohta ja nende seotusest elurikkusega. Iseloomustada metsaserva- ja põllupuude kasvu, nende välimust, elujõulisust ja muid omadusi.

Ülevaate koostamiseks avamaa puude omadustest, väärtustest ning seostest elurikkusega vaatasin läbi 118 teadusartiklit, millest metoodikas püstitatud tingimustele uurimustöö koostamiseks sobis 35 artiklit. Teadusartiklitest 14 kirjeldasid puude kasvumuutuseid avamaal, 17 artiklit keeskendusi avamaapuude ja liigirikkuse omavahelistele seostele ning 3 artiklit kirjeldasid metsaserva puude kasvu ja 1 elupaiga võimalusi metsaserva puudel.

Kõige enam uurimustöid Euroopa avamaastikest oli tehtud Hispaanias (6 artiklit) ning Saksamaal (4 artiklit) ja Briti saartel (4 artiklit). Neile järgnesid Itaalia, Rootsi ja Tšehhi (3 artiklit), Rumeenia, Prantsusmaa ja Eesti (2 artiklit) ning Slovakkia ja Šveits (1 artikkel). Kasvukeskkonna tegurite mõjusid puude kasvule oli kõige enam uuritud Hispaanias (5 artiklit), Saksamaal (4 artiklit) ja Briti saartel (3 artiklit), kuid elurikkuse uurimustöid oli rohkem tehtud Itaalias, Rootsis ja Tšehhis (3 artiklit). Servaeefekti mõjusid puude kasvule ja elurikkusele oli kirjeldatud Prantsusmaal, Rootsis, Poolas ja Tšehhis (1 artikkel) (vt. tabel 1).

Kõige levinumaks puudega asustatud maakasutuse tüübiks, mille omadusi on Euroopas uuritud, on agrometsandus, mida oli käsitletud lausa 11 artiklis. Populaarsuselt teiseks maakasutuse tüübiks tulid pool-looduslikud puisniidud ja –karjamaad (6 artiklit), millele järgnesid metsaservad (4 artiklit) ja viljapuuaiad (4 artiklit) (vt. tabel 2). Liigirikkus nendes maakasutuse tüüpides oli erinev (vt. tabel 4). Puisniitudele ja -karjamaadele, avamaa puudele (ingl. k. *open-grazed trees, woodland*), agrometsadele ja viljapuuaedadele oli iseloomulik suur varieeruvus putukate, linnustiku ja samblikute liigirühmades. Erinevused tulenesid liigirühmadele omastest nõuetest elupaigale. Teiste maakasutustüüpide elustiku uurimused olid väheselt esindatud.

Euroopa avatud maastikel kasvab kõige rohkem *Quercus*'e perekonnast liike (loendatud 19 korral) ning arvuliselt teisel kohal on viljapuu liigid (loendatud 12 korral). Suure osakaaluga perekond on *Acer* (loendatud 8 korral), *Fraxinus*, *Pinus* (loendatud 6 korral) ja *Alnus* (loendatud 5 korral). Neile järgnevad perekonnad *Castanea* (loendatud 4 korral), *Fagus*, *Betula* (loendatud 3 korral), *Carpinus*, *Pseudotsuga*, *Picea* (loendatud 2 korral) ning üksikult kasvas avamaastikel perekond *Populus*, *Eucalyptus*, *Larix*, *Tilia*, *Ulmus* ja *Crataegus* (loendatud 1 korral) (vt. tabel 3).

Üha suureneva intensiivse põllumajandustootmisega on suured vanad puud sattunud hävimisohtu ning suur osa puudest võib kaduda maastikelt lähima 100 aasta jooksul. Suurtel vanadel puudel on aga omadusi mida noorem põlvkond ei suuda elukeskkonnale pakkuda ning seetõttu kaasnevad puude hävimisega ümberkorraldused ka liigirikkuses.

Avamaa puud on välimuselt jässakad, suure tüvediametriga, ja laiuvatest okstest ümara võraga. Vanadel põllumajandusmaadel on neile omane kõrge vanus ning üle 100 aasta vanuselt ökoloogilise väärtuse tõus, mis jätkub ligi 40 - 100 aastat peale puu elujõu kadumist.

Puistu tihedusel on kõige suurem mõju puude kasvule. Mitmed asetustiheduse mõõtmised näitasid, et hõredama seadu juures on puude tüve- ja oksadiameetri kasv suurem, mis tuleneb puudulikust konkurentsist valgusele ja toitainetele. Samuti konkurents heinataimedega pärsib noorte puude elujõulisust. Lisaks tihedusele, sõltus juurdekasv puu liigist ning puu kasvukoha maakasutusest. Endisele põllumaale istutatud noorte puude kasv oli suurem põhjustatuna põllumajandusväetiste jääkidele mullas. Samuti suurendas puude kasvu täiendav väetamine reoveesetetega ja mineraalväetistega. Paraku puude elujõulisust kahjustavaks on mereäärsetes metsa servades puudel pesitsevate kormoranide (*Phalacrocorax carbo sinensis*) ja hallhaigrute (*Ardea cinerea*) väljaheited, mis põhjustavad muldade sooldumist ja seeläbi ebasoodsa kasvukoha kujunemist.

Metsaservades kasvavatele puudele on iseloomulik suurem tüvediameter ja võrastik kui metsa sisestel puudel. Servapuude suurem kasv on tingitud parematest valgustingimustest, toitainete küllusest ja konkurentsi puudumisest.

Avamaastiku puudel on tähtis roll elurikkuse hoidmisel ja loomisel. Positiivseks, nii mulla viljakusele kui puude ja nende läheduses kasvavatele rohtataimedele, osutus punase lepa (*A. rubra*) puude kasvatamine endisel põllumaal. Puuvõrade varjus saavad kasvada mitmed

rohttaimed ning tüved on kasvukohaks epifüütsetele samblikele. Puude liik, vanus ja tüvediameter on samblike liigirikkusele olulisdeks mõjutajateks, samuti kasvukoha avatus, ning selliseid tingimusi pakuvad kõige paremini puisniidud ja –karjamaad.

Avamaastikud pakuvad lindudele kõige varieeruvamaid pesitsusvõimalusi korruga nii maapinnal, põõsastes, puu võrades kui puu õõnsustes, ning on selle tulemusel liigirikkamad kui metsad ja lagedad põllumaad. Puude tihedus, võrastiku avatus ning puude liigiline koosseis mõjutab enim linnustiku mitmekesisust avamaastikel ning suured lagedad alad mõjuvad lindude arvukusele negatiivselt.

Paljud nahkhiired eelistavad elamiseks metsasid, mis asuvad avatud maastike läheduses. Avamaastikel mõjutab nahkhiirte elupaiga valikut liigile omane manööverduvõime. Halvema manööverduvõimega liigid eelistavad elupaigana hooldatavaid viljapuuaeda. Suurtel avamaastikel kasutatakse puid maamärkidena orienteerumisel puhke- ja toitumispakade vahel. Puude kõige olulisem funktsioon nahkhiirte elutegevusele on puhke-, talvitumis- ja poegimispakade pakkumine.

Putuka liigiline mitmekesisus on avamaastikel suur. Agrometsad on sobivaks elupaigaks sõnniku mardikatele, pakkudes esimestel suvekuudel mardikate elutegevuseks vajalikku päikesesoojust, kui ka piisavalt varju. Seevastu, põllumaade tihedalt metsastamisega hävinevad sõnniku mardikate elupaigad. Agrometsa maakasutusel on positiivne mõju ka ämblikute populatsiooni kasvule ja liigirikkusele. Saproksüülsete putukate arvukust mõjutavad oluliselt õõnsuste mahutavused, mis puuliigiti on erinevad ning alusvõsa olemasolu. Väheste põõsaste esinemise korral oli saproksüülsete mardikate liigikus suurem ja sirelasi (*Syrpidae*) leiti rohkem suureneva põõsaste arvuga. Viljapuu aedades mõjutab saproksüülsete putukate liigilist mitmekesisust viljapuude vanuseline koosseis ning võrastiku avatus. Saproksüülised liigid asusustavad olenevalt liigist kas vana surnud puitu või värsket surnud puitu. Võrastiku avatuse suurenemisel on positiivne mõju putukate liigilisele mitmekesisusele.

Palju uurimusi majandustegevusest väljas olevatest maastikutüüpidest, nagu puisniidud ja –karjamaad, vanad viljapuuaiad. Edaspidised uuringud võiksid rohkem analüüsida Euroopa põllumajanduslikus kasutuses olevate üksikpuude seisundit ja jätkusuutlikust ning nendega seotud ökosüsteeme. Samuti metsaservade puude kasvu ja sealset elurikkust.

6. VIIDATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. **Agnelli, P., Martinoli, A., Patriarca, E., Russo, D., Scaravelli, D., Genovesi, P.** (2006). Guidelines for bat monitoring: methods for the study and conservation of bats in Italy. *sine loco*: Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica. 107 lk.
2. Agricultural landscapes: over half of Europe's territory maintained by farmers. (2015). *Sine loco*: European Commission AGRI. [WWW] http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/en/terr_en/report.htm
3. **Angelstam, P., Mikusinski, G.** (1994). Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemiboreal forest - a review. – *Annales Zoologici Fennici*. Vol. 31, No. 1, lk. 157-172.
4. **Asner, G. P., Elmore, A. J., Olander, L. P., Martin, R. E., Harris, A. T.** (2004). Grazing systems, ecosystems responses, and global change. - *Annu. Rev. Environ. Resour.* Vol. 29, lk. 261–299.
5. **Bailey, D., Schmidt-Entling, M., Eberhart, P., Herrmann, J. D., Hofer, G., Kormann, U., Herzog, F.** (2010). Effects of habitat amount and isolation on biodiversity in fragmented traditional orchards. - *Journal of Applied Ecology*. Vol. 47, lk. 1003–1013.
6. **Balandier, P., Dupraz, C.** (1998). Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in france. - *Agroforestry Systems*. Vol. 43, lk. 151-167.
7. **Bennett, A. F., Saunders, D. A.** (2010). Habitat Fragmentation and Landscape Change. Oxford: Oxford University Press. 88-106 lk.
8. **Bentley, J. W., Boa, E., Stonehouse, J.** (2004). Neighbor Trees: Shade, Intercropping, and Cacao in Ecuador. - *Human Ecology*. Vol. 32, No. 2, lk. 241-270.
9. **Berg, A., Ehnström, B., Gustafsson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M., Weslien, J.** (1994). Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations. - *Conservation Biology*. Vol. 8, lk. 718–731.
10. **Cabanettes, A., Auclair, D., Imam, W.** (1999). Diameter and height growth curves for widely-spaced trees in European agroforestry. - *Agroforestry Systems*. Vol. 43, lk. 169-181.
11. **Christiansen, E., Waring, R.H., Berryman, A.A.** (1987). Resistance of conifers to bark beetle attack: Searching for general relationships. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 22 (1-2), lk. 89-106.
12. **Collard, S.** (2002). Initial changes to woodland bird communities in response to the clearance

- of scattered eucalypt trees. – *Australian Biologist*. Vol. 13
13. **Curruthers, S., Bickerton, H., Carpenter, G., Brook, A., Hodder, M.** (2004). A Landscape Approach to Determine the Ecological Value of Paddock Trees: Summary Report Years 1 and 2. Adelaide: Department of Water, Land and Biodiversity Conservation. 82 lk.
 14. **Cutten, J.L., Hodder, M.W.** (2002). Scattered Tree Clearance Assessment in South Australia: Streamlining, Guidelines for Assessment, and Rural Industry Extension. Adelaide : Department of Water, Land and Biodiversity Conservation. 210 lk.
 15. **Dobbertin, M.** (2005). Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. - *European Journal of Forest Research*. Vol. 124 (4), lk. 319-333.
 16. **Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J., van Bommel, F.P.J.** (2006). Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. - *Agric. Ecosyst. Environ.* Vol. 116, lk. 189–196.
 17. **Dorresteijn, I., Hartel, T., Hanspach, J., von Wehrden, H., Fischer, J.** (2013). The Conservation Value of Traditional Rural Landscapes: The Case of Woodpeckers in Transylvania, Romania. - *PLoS ONE*. Vol. 8, No. 6, lk. 1-7.
 18. **Dupraz, C., Lagacherie, M., Liagre, F., Cabannes, B.** (1996). Des systèmes agroforestiers pour le Languedoc-Roussillon. Impact sur les exploitations agricoles et aspects environnementaux. Montpellier: Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et de l'Alimentation. 418 lk.
 19. **Eriksson, O., Cousins, S. A. O., Bruun, H. H.** (2002). Land-use history and fragmentation of traditionally managed grasslands in Scandinavia. - *Journal of Vegetation Science*. Vol. 13, lk. 743–748.
 20. **Fernández-Núñez, E., Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera-Losada, M.R.** (2014). Silvopastoral systems established with *Pinus radiata* D. Don and *Betula pubescens* Ehrh.: Tree growth, understorey biomass and vascular plant biodiversity. – *Forestry*. Vol. 87 (4), lk. 512-524.
 21. **Fettig, C. J., Klepzig, K. D., Billings, R. F., Munson, A. S., Nebeker, T.E., Negrón, J. F., 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 Ecology and Management*. Vol. 238 (1–3), lk. 24-53.
 22. **Fischer, J., Zerger, A., Gibbons, P., Stott, J., Law, B.S.** (2010). Tree decline and the future of Australian farmland biodiversity. - *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 107 (45), lk. 19597-19602.
 23. **Forbes, V., Fay, L., Lindholm, M., Rose, B.** (2004). Hördalen Veteran Oak Survey & Arboricultural Management Plan. Halmstad: Länsstyrelsen i Hallands Län. 36 lk.
 24. **Garcia, L. V., Ramo, C., Aponte, C., Moreno, A., Dominguez, M. T., Gomez-Aparicio,**

- L., Redondo, R., Maranon, T.** (2011). Protected wading bird species threaten relict centenarian cork oaks in a Mediterranean Biosphere Reserve: A conservation management conflict. - *Biological Conservation*. Vol. 144, lk. 764-771.
25. **Gehlhausen, S.M., Schwartz, M.W., Augspurger, C.K.** (2000). Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. - *Plant Ecology*. Vol. 147 (1), lk. 21-35.
26. **Gibbons, P., Boak, M.** (2002). The value of paddock trees for regional conservation in an agricultural landscape. - *Ecological Management and Restoration*. Vol. 3 (3), lk. 205-210.
27. **Gibbons, P., Lindenmayer, D.** (2002). *Tree Hollows and Wildlife Conservation in Australia*. Collingwood: Csiro Publishing. 211 lk.
28. **Gibbons, P., Lindenmayer, D. B., Fischer, J.** (2008). The future of scattered trees in agricultural landscapes. - *Conservation Biology*. Vol. 22, lk. 1309–1319.
29. **Giller, K. E., Wilson, K. J.** (1991). *Nitrogen fixation in tropical cropping systems*. Wallingford: CAB International. 244 lk.
30. **Gilman, E. F.** (2002). *An Illustrated Guide to Pruning*. (2. tr.). Albany: Delmar Cengage Learning. 330 lk.
31. Global forest land-use change 1990–2005. (2012). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and European Commission Joint Research Centre. [WWW] <http://www.fao.org/docrep/017/i31110e/i31110e.pdf> (10. 04. 2015).
32. Global Forest Resources Assessment 2010: Main Report. (2010). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [WWW] <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf> (10. 04. 2015).
33. **Green, T.** (2010). The importance of open-grown trees-from acorn to ancient. - *British Wildlife*. Vol. 21 (5), lk. 334-388.
34. **Hartel, T., Hanspach, J., Abson, D.J., Máthé, O., Moga, C.I., Fischer, J.** (2014). Bird communities in traditional wood-pastures with changing management in Eastern Europe. - *Basic and Applied Ecology*. Vol. 15 (5), lk. 385-395.
35. **Harvey, C.A., Haber, W.A.** (1998). Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. - *Agroforestry Systems*. Vol. 44 (1), lk. 37-68.
36. **Hasenauer, H.** (1997). Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 96 (3), lk. 197-206.
37. **Hein, S., Weiskittel, A.R., Kohnle, U.** (2008). Effect of wide spacing on tree growth, branch and sapwood properties of young Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] in south-western Germany. - *European Journal of Forest Research*. Vol. 127 (6), lk. 481-493.
38. **Horak, J.** (2014). Fragmented habitats of traditional fruit orchards are important for dead wood-dependent beetles associated with open canopy deciduous woodlands. - *Naturwissenschaften*. Vol. 101 (6), lk. 499-504.

39. **Horak, J., Peltanova, A., Podavkova, A., Safarova, L., Bogusch, P., Romportl, D., Zasadil, P.** (2013). Biodiversity responses to land use in traditional fruit orchards of a rural agricultural landscape. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 178, lk. 71-77.
40. **Horak, J., Vodka, S., Kout, J., Halda, J.P., Bogusch, P., Pech, P.** (2014). Biodiversity of most dead wood-dependent organisms in thermophilic temperate oak woodlands thrives on diversity of open landscape structures. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 315, lk. 80-85.
41. **Jönsson, M.T., Thor, G.** (2012). Estimating Coextinction Risks from Epidemic Tree Death: Affiliate Lichen Communities among Diseased Host Tree Populations of *Fraxinus excelsior*. - *PLoS ONE*. Vol. 7 (9), art. no. e45701.
42. **Kalda, O., Kalda, R., Liira, J.** (2015). Multi-scale ecology of insectivorous bats in agricultural landscapes. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 199, lk. 105-113.
43. **Kirby, K.J., Thomas, R.C., Key, R.S., McLean, I.F.G., Hodgetts, N.** (1995) Pasture-woodland and its conservation in Britain. - *Biological Journal of the Linnean Society*. Vol. 56, lk. 135–153.
44. **Kouki, J., McCullough, D.G., Marshall, L.D.** (1997). Effect of forest stand and edge characteristics on the vulnerability of jack pine stands to jack pine budworm (*Choristoneura pinus pinus*) damage. – *Canadian Journal of Forest Research*. Vol. 27 (11), lk. 1765-1772.
45. **Landsberg J., Morse J. and Khanna P.** (1990). Tree dieback and insect dynamics in remnants of native woodlands on farms. - *Proceedings of the Ecological Society of Australia*. Vol. 16, lk. 149–165.
46. **Leppik, E., Jürriado, I., Liira, J.** (2011). Changes in stand structure due to the cessation of traditional land use in wooded meadows impoverish epiphytic lichen communities. – *Lichenologist*. Vol. 43 (3), lk. 257-274.
47. **Ligeza, S., Smal, H.** (2003). Accumulation of nutrients in soils affected by perennial colonies of piscivorous birds with reference to biogeochemical cycles of elements. - *Chemosphere*. Vol. 52, No. 3, lk. 595-602.
48. **Lindenmayer, D. B., Laurance, W. F., Franklin, J.F.** (2012). Global Decline in Large Old Trees. - *Science*. Vol. 338, lk. 1305-1306.
49. **Lindenmayer, D.B., Laurance, W.F., Franklin, J.F., Likens, G.E., Banks, S.C., Blanchard, W., Gibbons, P., Ikin, K., Blair, D., Mcburney, L., Manning, A.D., Stein, J.A.R.** (2014). New policies for old trees: Averting a global crisis in a keystone ecological structure. - *Conservation Letters*. Vol. 7 (1), lk. 61-69.
50. **López-Díaz, M. L., Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera-Losada, M. R.** (2009). Influence of pasture botanical composition and fertilization treatments on tree growth. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 257 (4), lk. 1363-1372.
51. **Lumsden, L.F., Bennett, A.F.** (2005). Scattered trees in rural landscapes: Foraging habitat

- for insectivorous bats in south-eastern Australia. - *Biological Conservation*. Vol. 122, No. 2, lk. 205-222.
52. **Mäkinen, H., Hein, S.** (2006). Effect of wide spacing on increment and branch properties of young Norway spruce. - *European Journal of Forest Research*. Vol. 125 (3), lk. 239-248.
 53. **Manning, A. D., Fischer, J., Lindenmayer, D. B.** (2006). Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. – *Biol. Conserv.* Vol. 132, lk. 311–321.
 54. **Matlack, G.R., Litvaitis, J.A.** (1999). Forest edges. - *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. /Koost. L. Malcolm, J. R. Hunter. Cambridge University Press. Cambridge: The Press Syndicate Of The University Of Cambridge, lk 211–233.
 55. **Mcadam, J.H., Sibbald, A.R., Teklehaimanot, Z., Eason, W.R.** (2007). Developing silvopastoral systems and their effects on diversity of fauna. - *Agroforestry Systems*. Vol. 70 (1), lk. 81-89.
 56. **Mmolotsi, R.M., Teklehaimanot, Z.** (2006). The effect of initial tree-planting density on timber and wood-fuel properties of red alder and sycamore. - *Canadian Journal of Forest Research*. Vol. 36 (6), lk. 1475-1483.
 57. **Negro, M., Rocca, C.L., Ronzani, S., Rolando, A., Palestrini, C.** (2013). Management tradeoff between endangered species and biodiversity conservation: The case of *Carabus olympiae* (Coleoptera: *Carabidae*) and carabid diversity in north-western Italian Alps. - *Biological Conservation*. Vol. 157, lk. 255-265.
 58. **Norum, E.** (2014). Hollow oaks are full of life. – *Natural Science*. [e-ajakiri] <http://sciencenordic.com/hollow-oaks-are-full-life> (14.05.2015).
 59. **Obrist, M.K., Rathey, E., Bontadina, F., Martinoli, A., Conedera, M., Christe, P., Moretti, M.** (2011). Response of bat species to sylvo-pastoral abandonment. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 261 (3), lk. 789-798.
 60. **Ouin, A., Cabanettes, A., Andrieu, E., Deconchat, M., Roume, A., Vigan, M., Larrieu, L.** (2015). Comparison of tree microhabitat abundance and diversity in the edges and interior of small temperate woodlands. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 340, lk. 31-39.
 61. **Ozolins, A., Brack, C., Freudenberg, D.** (2001). Abundance and decline of isolated trees in the agricultural landscapes of Central New South Wales. - *Pacific Conservation Biology*. Vol. 7, lk. 195–203.
 62. **Paal, J.** (2007). Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. (2.tr.). Tallinn: Auratrükk. 308 lk.
 63. **Pfister, O., Nilsson, U., Gemmel, P.** (2008). Influence of gaps on some selected tree characteristics of edge trees in Norway spruce plantations. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 255 (7), lk. 2643-2649.
 64. **Plieninger, T., Pulido, F. J., Schaich, H.** (2004). Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. - *Journal*

- of Arid Environments*. Vol. 57, lk. 345–364.
65. **Ramírez-Hernández, A., Micó, E., Marcos-García, M.Á., Brustel, H., Galante, E.** (2014). The "dehesa", a key ecosystem in maintaining the diversity of Mediterranean saproxylic insects (Coleoptera and Diptera: Syrphidae). - *Biodiversity and Conservation*. Vol. 23 (8), lk. 2069-2086.
 66. **Ranius, T., Niklasson, M., Berg, N.** (2009). Development of tree hollows in Pedunculate Oak (*Quercus robur*). - *Forest Ecology and Management*. Vol. 257(1), lk. 303–310.
 67. **Ries, L., Sisk, T.D.** (2010). What is an edge species? The implications of sensitivity to habitat edges. – *Oikos*. Vol. 119, lk. 1636–1642.
 68. **Rose, C., Marcot, B. G., Mellen, T. K., Ohmann, J.L., Waddell, K., Lindley, D. L., Schreiber, B.** (2001). Decaying wood in Pacific Northwest forests: concepts and tools for habitat management. Corvallis: Oregon State University Press. 580–623 lk.
 69. **Rosenvald, R.** (2014). Dynamics of retention trees and their potential value for wildlife. Twelve-year long study from Estonia. Transactions of the Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences. No. 40. 128 lk.
 70. **Rosenvald, R., Lõhmus, A., Drenkhan R.** (2014). Stress mediates the dieback caused by *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in the European ash (*Fraxinus excelsior*). Transactions of the Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences. No. 40. 76 lk.
 71. **Rozados-Lorenzo, M.J., González-Hernández, M.P., Silva-Pando, F.J.** (2007). Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. - *Agroforestry Systems*. Vol. 70 (1), lk. 53-62.
 72. **Ruess R. W., van Cleve, K., Yarie, J., Viereck, L.A.** (1996). Contribution of fine root production and turnover to the carbon and N cycling in taiga forests of the Alaskan interior. – *Can. J. For. Res.* Vol. 26, lk. 1326–1336.
 73. **Šálek, L., Zahradník, D., Marušák, R., Jeřábková, L., Merganič, J.** (2013). Forest edges in managed riparian forests in the eastern part of the Czech Republic. - *Forest Ecology and Management*. Vol. 305, lk. 1-10.
 74. **Spada, M., Szentkuti, S., Zambelli, N., Mattei-Roesli, M., Moretti, M., Bontadina, F., Arlettaz, R., Tosi, G., Martinoli, A.** (2008). Roost selection by non-breeding Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in montane woodlands: Implications for habitat management.-*Acta Chiropterologica*. Vol. 10, No. 1, lk. 81-88.
 75. **Špulerová, J., Piscová, V., Gerhátová, K., Bača, A., Kalivoda, H., Kanka, R.** (2015). Orchards as traces of traditional agricultural landscape in Slovakia. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 199, lk. e67-e76.
 76. **Suchomel, C., Pyttel, P., Becker, G., Bauhus, J.** (2012). Biomass equations for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in aged coppiced forests

- in southwest Germany. - *Biomass and Bioenergy*. Vol. 46, lk. 722-730.
77. **Teklehaimanot, Z., Martin, R.** (1999). Diurnal and season patterns of nitrogenase activity of red alder in comparison with white clover in silvopastoral agroforestry systems.- *Biol Fertil Soils*. Vol. 28, lk. 267–270.
 78. **Teklehaimanot, Z., Jones, M., Sinclair, F.L.** (2002). Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in a silvopastoral system in North Wales, UK. - *Agroforestry Systems*. Vol. 56 (1), lk. 47-55.
 79. **Teklehaimanot, Z., Mmolotsi, R.M.** (2007). Contribution of red alder to soil nitrogen input in a silvopastoral system. - *Biology and Fertility of Soils*. Vol. 43 (6), lk. 843-848.
 80. **Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielborger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M., Jeltsch, F.** (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. - *Journal of Biogeography*. Vol. 31, lk. 79–92.
 81. **Thor, G., Johansson, P., Jönsson, M.T.** (2010). Lichen diversity and red-listed lichen species relationships with tree species and diameter in wooded meadows. - *Biodiversity and Conservation*. Vol. 19 (8), lk. 2307-2328.
 82. **Tocco, C., Negro, M., Rolando, A., Palestrini, C.** (2013). Does natural reforestation represent a potential threat to dung beetle diversity in the Alps? - *Journal of Insect Conservation*. Vol. 17 (1), lk. 207-217.
 83. **Turner, B.L., Clark, W. C., Kates, R. W., Richards, J.F., Mathews, J. T., Meyer, W.B.** (1990). *The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*. New York: Cambridge Univ. Press, 713 lk.
 84. **Vaughan, N., Jones, G., Harris, S.** (1997). Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. - *Journal of Applied Ecology*. Vol. 34, No. 3, lk. 716-730.
 85. **von Oheimb, G., Härdtle, W., Eckstein, D., Engelke, H-H., Hehnke, T., Wagner, B., Fichtner, A.** (2014). Does Forest Continuity Enhance the Resilience of Trees to Environmental Change? - *PLoS ONE*. Vol. 9(12), lk. 1-18.
 86. **Wilson, B.** (2002). Influence of scattered paddock trees on surface soil properties: a study of the Northern Tablelands of NSW. - *Ecological Management and Restoration* Vol. 3, lk. 211–219.
 87. World agriculture: towards 2015/2030: Summary report. (2002). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [WWW] <http://www.fao.org/3/a-y3557e.pdf> (10. 04. 2015).
 88. **Yates C. J., Hobbs R. J.** (1997). Temperate eucalypt woodlands: a review of their status, processes threatening their persistence and techniques for restoration. - *Australian Journal of Botany*. Vol. 45, lk. 949–973.
 89. **Zhang, X., Cai, X.** (2011). Climate change impacts on global agricultural land availability. -

Environmental Research Letters. Vol. 6, lk. 1-8.

TREES IN OPEN-LANDSCAPE, THEIR PROPERTIES AND VALUE FOR BIODIVERSITY

Resume

The aim of this study was to draw up a review of the articles about properties of open-landscape trees, their relation to biodiversity and characterize growth of the trees, their appearance, vitality and other characteristics. To make a review, I looked through 118 scientific articles, only 36 of them were suited to methodology terms.

Around the world has been noticed senescence and decrease of trees in open-landscapes without a new generation of development. Also is noted decline in species richness on open-landscapes, which is associated with loss of trees in large plain landscapes.

Most of the open-landscape researches was carried out in Spain, Germany and the British Isles. The effects of environmental factors in the growth of the trees was the most studied also in Spain, Germany and the British Isles, but species richness was most observed in Italy, Sweden and Czech Republic.

Most studied land-use types in Europe is agroforestry, wooded-meadows and wooded-pastures, forest edges and orchards. The main tree species in study cites were *Quercus* species and fruit trees.

Tree growth in open-landscape was mostly affected by density of trees, competitive plants, tree species and the type of land use. Tree growth were also bigger with additional fertilizers. Growth of the forest edge trees is also better due lower competition to light and soil.

Open-landscape are important habitats for many different species. They provide nesting places for birds on the ground, bushes, tree crowns and in tree cavities. Many bat species use trees for roosting, hibernating and for giving birth. Different kind of insects are

dependent of dead-wood and rotting wood. Some insect species, like dung beetles, needs more openness to their vital activity.

To sum up, trees are very important for the biota of open landscapes. Therefore, further studies could more widely research about sustainability and species richness of trees on active use of agricultural landscape and forest edges in Europe.

LISAD

Lisa 1. Uurimustöös kasutatud allikad

Nr	Autor	Aasta	Riik	Pealkiri	Maakasutuse tüüp	Puu liik	Puudega seotud liigirikkus	Puude kasvu omadused
1	Balandier, P., Dupraz, C.	1998	Prantsusmaa	Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France	Agromets	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Juglans</i> spp., <i>Liriodendron tulipifera</i> , <i>Paulownia</i> spp., <i>Populus</i> spp., <i>Prunus avium</i> , <i>Pyrus communis</i> , <i>Quercus</i> spp., <i>Sorbus</i> spp.		Istutustiheduse mõju, keskkonnategurite mõju puudele
2	von Oheimb et al.	2014	Saksamaa	Does Forest Continuity Enhance the Resilience of Trees to Environmental Change?	Metsastatud põllumaa	<i>Quercus petraea</i>		Aastarõngalaiuste erinevused puudel, kliima mõjud
3	Fernández-Núñez et al.	2014	Hispaania	Silvopastoral systems established with <i>Pinus radiata</i> D. Don and <i>Betula pubescens</i> Ehrh.: tree growth, understory biomass and vascular plant biodiversity	Agromets	<i>Pinus radiata</i> , <i>Betula pubescens</i>		Istutustiheduse mõju kasvule, konkurents heintaimedega toitainetele ja heintaimede vaheldumine varjus kasvamisega

4	Mmolotsi, R. M., Teklehaima not, Z.	2006	Inglismaa, Wales	The effect of initial tree-planting density on timber and wood-fuel properties of red alder and sycamore	Agromets	<i>Alnus rubra, Acer pseudoplatanus</i>		Istutustiheduse mõju puidutihedusele
5	Mäkinen, H., Hein, S.	2006	Saksamaa	Effect of wide spacing on increment and branch properties of young Norway spruce	Avatult kasvanud puu	<i>Picea abies</i>		Istutustiheduse mõju, oksamõõtmised
6	Hein et al.	2008	Saksamaa	Effect of wide spacing on tree growth, branch and sapwood properties of young Douglas-fir [<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco] in south-western Germany	Metsastatud põllumaa	<i>Pseudotsuga menziesii</i>		Istutustiheduse mõju kasvule
7	Teklehaima not, Z., Jones, M., Sinclair, F.L.	2002	Inglismaa, Wales	Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in a silvopastoral system in North Wales, UK	Agromets	<i>Acer pseudoplatanus, Alnus rubra</i>		Istutustiheduse mõju
8	Cabanettes et al.	1999	Prantsusmaa	Diameter and height growth curves for widely-spaced trees in European agroforestry	Agromets	<i>Quercus rubra, Acer pseudoplatanus, Prunus avium, Fraxinus excelsior, Juglans nigra</i>		Puude istutustihedus mõju diameetri kasvule

9	Teklehaima not, Z., Mmolotsi, R. M.	2007	Inglismaa	Contribution of red alder to soil nitrogen input in a silvopastoral system	Agromets	<i>Alnus rubra</i>		Lepapuude lämmastiku mõju kasvule
10	Suchomel et al.	2012	Saksamaa	Biomass equations for sessile oak (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) and hornbeam (<i>Carpinus betulus</i> L.) in aged coppiced forests in southwest Germany	Võsamets	<i>Quercus petraea, Carpinus betulus</i>		Istutustiheduse mõju puidu omadustele
11	Rozados-Lorenzo, M. J., Gonzalez-Hernandez, M. P., Silva-Pando, F. J.	2007	Hispaania	Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system	Agromets	<i>Pinus radiata, Pinus pinaster, Pseudotsuga menziesii, Quercus rubra, Betula alba, Castanea sativa</i>		Istutustiheduse mõju
12	Lopez-Diaz et al.	2009	Hispaania	Influence of pasture botanical composition and fertilization treatments on tree growth	Agromets			Taimede ja väetamise mõju puude kasvule
13	Lindenmayer et al.	2012	Hispaania	Global Decline in Large Old Trees	Põllumajanduslik maastik	<i>Eucalyptus regnans</i>	Vanade suurte puude ökoloogiline roll, õõnsustega elupaigad	Vanade puude välja suremine

14	Garcia et al.	2011	Hispaania	Protected wading bird species threaten relict centenarian cork oaks in a Mediterranean Biosphere Reserve: A conservation management conflict	Hõre mets	<i>Quercus suber</i>	<i>Ciconia ciconia, Platalea leucorodia, Ardea cinerea, Egretta garzetta, Bubulcus ibis, Ardeola ralloides, Nycticorax nycticorax</i>	Pesitsevate lindude mõju võrakasvule ja uuendusele
15	Horak et al.	2014	Tšehhi	Biodiversity of most dead wood-dependent organisms in thermophilic temperate oak woodlands thrives on diversity of open landscape structures	Hõre mets	<i>Quercus sp.</i>	Seened, samblikud, mardikad, sipelgad, mesilased, herilased	
16	Tocco et al.	2013	Itaalia	Does natural reforestation represent a potential threat to dung beetle diversity in the Alps?	Metsastatud põllumaa	<i>Fagus sylvatica</i>	Sõnnikumardikad	
17	Forbes et al.	2004	Rootsi	Hördalen Veteran Oak Survey & Arboricultural Management Plan	Puiskarjamaa	<i>Quercus robur, Quercus petraea</i>	Suure elustiku väärtusega; vana ja pakub palju elupaigavõimalusi	Puude kasvu takistab tallamine ja tuul

18	Spada et al.	2008	Itaalia	Roost selection by non-breeding Leisler's bats (<i>Nyctalus leisleri</i>) in montane woodlands: implications for habitat management	Viljapuu	<i>Castanea sativa</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Alnus viridis</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Pinus wallichiana</i>	<i>Nyctalus leisleri</i>	
19	Hartel et al.	2014	Rumeenia	Bird communities in traditional wood-pastures with changing management in Eastern Europe	Puisniit	<i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Pyrus communis</i> , <i>P. Pyraeaster</i>	Linnud (värvulised)	
20	Angelstam, P., Mikusinski, G.	1994	Rootsi	Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemiboreal forest - a review	Hõre mets	Lehtpuud	Rähnid	
21	Horak et al.	2013	Tšehhi	Biodiversity responses to land use in traditional fruit orchards of arural agricultural landscape	Viljapuu	Viljapuu	Linnud, mesilased, herilased, mardikad, liblikad, maateod, rohttaimed	
22	Leppik et al.	2011	Eesti	Changes in stand structure due to the cessation of traditional land use in wooded meadows impoverish epiphytic lichen communities	Puisniit	<i>Betula</i> spp., <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Quercus robur</i>	Samblike kasv	

23	Horak, J.	2014	Tšehhi	Fragmented habitats of traditional fruit orchards are important for dead wood-dependent beetles associated with open canopy deciduous woodlands	Viljapuuad	Viljapuud	Surnud puidust sõltuvad saproksüülsed liigid: <i>Curculionidae</i> , incl. <i>Scolytinae</i> , <i>Cerambycidae</i> , <i>Anobiidae</i> , <i>Staphylinidae</i>	
24	Kalda et al.	2015	Eesti	Multi-scale ecology of insectivorous bats in agricultural landscapes	Põllumajanduslik maastik	Lehtpuud	Nahkhiired	
25	Mcadam, J. H., Sibbald, A. R. Z. Teklehaimanot, W. R. Eason	2007	Briti saared	Developing silvopastoral systems and their effects on diversity of fauna	Agromets	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Larix eurolepis</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Alnus rubra</i>	Ämblikud, jooksiklased, linnud	
26	Ramirez-Hernandez et al.	2014	Hispaania	The “dehesa”, a key ecosystem in maintaining the diversity of Mediterranean saproxylic insects (Coleoptera and Diptera: Syrphidae)	Agromets	<i>Quercus pyrenaica</i> , <i>Q. rotundifolia</i>	Saproksüülsed mardikad, sirelased (<i>Diptera</i>)	Kunagise laasimise tulemusena on tammedel rohkem õõnsusi kujunenud
27	Špulerova et al. Henrik Kalivoda, Róbert Kanka	2015	Slovakkia	Orchards as traces of traditional agricultural landscape in Slovakia	Viljapuuad	<i>Prunus</i> sp., <i>Malus domestica</i> , <i>Pyrus communis</i> , <i>Juglans nigra</i> , <i>Cerasus</i> sp.	Mõned heintaimed ja liblikad	

28	Dorresteijn et al.	2013	Rumeenia	The Conservation Value of Traditional Rural Landscapes: The Case of Woodpeckers in Transylvania, Romania	Puiskarjamaa	<i>Quercus robur</i> , <i>Q. Petrea</i> , viljapuud	Rähnid: <i>Dendrocopos major</i> , <i>D. medius</i> , <i>D. minor</i> , <i>Picus viridis</i> , <i>P. canus</i> , <i>Dryocopus martius</i>	
29	Thor et al.	2010	Rootsi	Lichen diversity and red-listed lichen species relationships with tree species and diameter in wooded meadows	Puisniit	<i>Ulmus minor</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>	Samblikud	
30	Negro et al.	2013	Itaalia	Management tradeoff between endangered species and biodiversity conservation: The case of <i>Carabus olympiae</i> (Coleoptera: Carabidae) and carabid diversity in north western Italian Alps	Puiskarjamaa	<i>Fagus</i> sp.	Jooksiklased	
31	Obrist et al.	2011	Šveits	Response of bat species to sylvo-pastoral abandonment	Agromets	<i>Castanea sativa</i>	Nahkhiired	
32	Ouin et al.	2015	Prantsusmaa	Comparison of tree microhabitat abundance and diversity in the edges and interior of small temperate woodlands	Metsaserv	<i>Q. pubescens</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Crataegus monogyna</i>	Elupaikade loendus	

33	Pfister et al.	2008	Rootsi	Influence of gaps on some selected tree characteristics of edge trees in Norway spruce plantations	Metsaserv	<i>Picea abies</i>		Servaeefekti mõju puude kasvule
34	Šalek et al.	2013	Tšehhi	Forest edges in managed riparian forests in the eastern part of the Czech Republic	Metsaserv	<i>Quercus robur, Fraxinus excelsior, Tilia cordata, Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Acer campestre</i>		Puude kasvumõõtmete erinevused metsas ja põllul
35	Ligeza, S., Smal, H.	2003	Poola	Accumulation of nutrients in soils affected by perennial colonies of piscivorous birds with reference to biogeochemical cycles of elements	Ranniku alad	<i>Pinus sp.</i>	<i>Phalacrocorax carbo sinensis, Ardea cinerea</i>	NPK kogus mullas, kaudselt põhjustab sooldumise ja puude kehva kasvu

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

Mina,

Mairis Karus,

(isikukood 49105182236)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Puud avatud maastikus, nende omadused ja väärtus elustikule,

mille juhendaja on vanemteadur Raul Rosenvald,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 26.05.2015

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)