



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Maria Metsaorg

Loodusradade mõju taimestikule: globaalse meta-analüüsi katse

The effect of nature trails on plant diversity: an attempt of global meta-analysis

Bakalaureusetöö vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia erialal

Juhendaja: PhD Lauri Laanisto

Tartu 2016

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Maria Metsaorg		Õppekava: Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia	
Pealkiri eesti keeles: Loodusradade mõju taimestikule: globaalse meta-analüüsi katse			
Pealkiri inglise keeles: The effect of nature trails on plant diversity: an attempt of global meta-analysis			
Lehekülgi: 32	Jooniseid: 0	Tabeleid: 0	Lisaid: 2
Osakond: Botaanika osakond Uurimisvaldkond: looduskaitsebioloogia Juhendaja: PhD Lauri Laanisto Kaitsmise kuupäev: 02. juuni 2015, Tartu			
<p>Käesoleva uurimistöö põhieesmärk oli juba avaldatud teaduskirjanduse põhjal analüüsida, kuidas ja mil määral mõjutavad matkarajad ümbritseva looduse taimede liigirikkust.</p> <p>Kokku analüüsiti ligi 60 taimestikku ja seda mõjutavate tegurite alast artiklit. Inimkoormuse mõju uurimisel ilmnas, et matkaradu küllastavate turistide mõju on suurem pigem alla 1500 meetri jäävatel radadel kui kõrgmäestiku omadel. Samuti saab välja tuua, et suurem küllastajatekoormus rajal mõjutab liigirikkust enamuses uuritud kasvukohatüüpides negatiivselt ning mõju ulatub rajast ligikaudu 10-20 meetri kaugusele.</p> <p>Tulemuste põhjal võib järeldada, et matkarajad ja suur inimkoormus soosivad võõrliikide levikut. Näiteks, nende osakaal rajaäärsetel katseruutudel oli 83% ja 10 meetrit rajast eemal vaid 12%. Samuti avaldus artiklitest võõrliikide invasiivsus, mille tulemusel tõrjuti radade ääres kasvavad kohalikud liigid välja ning looduslik liigirikkus on suure inimkoormusega radadel tugevasti kahjustatud.</p> <p>Antud teema on oluline ka edaspidiseks uurimiseks, sest omab suurt looduskaitse väärtust. Käesolev töö pakub edasisteks uuringuteks sobiliku teoreetilise raamistiku, annab suuna, milliseid parameetreid oleks vaja detailsemalt uurida.</p>			
Märksõnad: inimkoormus, liigirikkus, võõrliigid, keskkond, katseruudud			
The objective of present thesis was to study the effect of hiking trails on the biodiversity of the surrounding environment based on the published scientific articles.			
<p>Alltogether 60 articles on the plant species and the factors affecting these were analyzed. When studying the effect visitor load, it was observed that the negative impact of hikers is higher in trails located below 1500 m above the sea level. Also, it was found that in most of the investigated vegetation zones the higher visitor load had a negative effect on the biodiversity and it reached approximately up to 10 m (in some cases 20 m) from the hiking trails.</p> <p>According to the results it was found that hiking trails and their high visitor load favour the distribution of non-native species. For example, their coverage in experimental</p>			

plots next to the trail was 83%, but in plots 10 m further it was only 12%. Also the invasiveness of the non-native species was observed, as the local species were outcompeted. Hence the biodiversity on the trails with high visitor load was strongly damaged.

Because of the value for nature preservation, the present research field is important for further studies. Current thesis provides suitable theoretical framework for directing the more in-depth studies in the future.

Keywords: visitor load, biodiversity, non-native species, environment, experimental plots

Sisukord

1. Sissejuhatus	5
2. Analüüsitava kirjanduse ülevaade	7
2.1 Asukoht	7
2.2 Looduskaitse seisund	8
2.3 Raja asustamise aasta	8
2.4 Raja tüüp	9
2.5 Inimkoormus	10
2.6 Raja laius	10
2.7 Raja kõrgus	11
2.8 Kasvukohatüüp	11
2.9 Välitöö metoodika	12
2.10 Taimede katvus	12
2.11 Liigirikkus	13
2.12 Liigifond	13
2.13 Kohalikud- ja võõrliigid	14
3. Materjalid ja metoodika	15
4. Tulemused ja arutelu	16
4.1 Inimkoormuse mõju	16
4.2 Raja tüüp	18
4.3 Võõrliikide mõjurid	19
4.4 Looduskaitseline seisund ja raja asutamine aasta	20
4.5 Välitöö metoodika rakendamised liigirikkuse uurimisele	20
Kokkuvõte	22
Summary	24
Kasutatud kirjandus	26
Lisad	31
Lisa 1.	31
Lisa 2.	32

1. Sissejuhatus

Peamiselt loodushariduse, tervislike eluviiside ning looduses sportimis- ja matkamisvõimaluste pakkumiseks on hakatud looma üha rohkem loodusradasid. Need võivad asuda nii selgelt piiritletud kaitsealustes piirkondades, rohkemal või vähemal määral looduslikes keskkondades (nt kaitsealad, rahvuspargid), mägedes kui ka linnaparkides. Kõige esimene rahvuspark Bogd-khaan Uul rajati juba 1778. aastal Mongoolias - üle 100 aasta varem kui Yellowstone rahvuspark (Bedford 2009).

Maailmas on turistide arv jõudsalt kasvamas (ligikaudu 4,4% igal aastal); 2014. aastal oli see 1,135 miljonit inimest. Maailma Turismiorganisatsiooni UNWTO prognooside kohaselt ulatub turistide arv 2030. aastaks 1,8 miljardini. (UNWTO 2014). Mõned matkarajad on maailmakuulsad oma erilise asukoha, raskusastme või maaliliste vaadete poolest ja nende külastamise nimel on inimesed nõus palju vaeva nägema. Radade kasutajad võivad varieeruda kord aastas loodusesse jõudvatest hobimatkaajatest kuni professionaalsete matkajate ja mägironijateni. Kuigi võib eeldada, et kogemuste suurenemisega kasvab ka loodusteadlikkus, jätab oma jalajälje loodusesse maha iga matkaja.

Ühest küljest on looduses viibimise võimaluse kasutajate aasta-aastalt suurenev hulk positiivne tendents, ent seoses sellega suurenev koormus looduskeskkonnale võib isegi loodussõbraliku käitumise korral mõjuda ümbritsevale keskkonnale, sealhulgas taimede liigirikkusele hävitavalt. Häiringute sagedus ja määr suurenevad ja keskkonnaseisund võib turistide hulga suurenemise tagajärjel oluliselt halveneda (Monz et al. 2010).

Sellest tulenevalt on oluline uurida, milline on inimkoormuse mõju loodusradasid (ehk matkaradasid - käesolevas töös on neid termineid kasutatud sünonüümidenä) ümbritsevale loodusele, täpsemalt taimekooslustele, mis on üheks kõige paremaks keskkonnaseisundi ja selles aset leidnud ja leidvate muutuste indikaatoriks (Suding *et al.* 2008). Võimalike

kriteeriumitena tulevad kõne alla muutused liigilises koosseisus, liikide arvukuses, uute võõrliikide levik ja dominantliikide käitumine jms, mis annavad aimu nii kvantitatiivsetest kui ka kvalitatiivsetest muutustest looduses. Ülemaailmselt on tehtud uurimustöid, mis käsitlevad just inimeste mõju matkaradu ümbritsevale loodusele, sealsetele ökosüsteemidele ja liigirikkusele. Siinkohal on oluline mõista, et mõned liigid on stressi suhtes taluvamad kui teised ning sageli on võõrliigid just need, mis on kõige vastupidavamad (Hill, Pickering 2006).

Eestis on 2002. ja 2006. aastal tehtud uuringud, mis kajastavad matkajate külastuskoormust ja sellest tulenevalt tekkivaid metsakahjustusi. Inimkoormuse mõju on jälgitud eelkõige populaarsust koguvatel RMK radadel, kus aastane külastajate arv on kuni 820 000 (Karoles, Maran 2008). Eestis on tehtud ka magistritöö, mis käsitleb suure külastuskoormusega radade ääres kasvavate erineva tolmllemissüsteemiga orhideeliikide viljumist ja paljunemist (Ressar 2015), mille tulemusel leiti, et vastupidiselt eeldatule, ei mõjutanud matka-, õppe- ning loodusradade suur külastuskoormus olulisel määral radade ääres kasvavate orhideeliikide viljumist ja paljunemist. Selle töö käigus uuriti vaid üksikuid loodusradu ja ainult Eestis, mistõttu ei saa antud tulemuste põhjal teha väga kaugeleulatuvaid järeldusi.

Käesoleva uurimistöö põhieesmärk oli juba avaldatud teaduskirjanduse põhjal analüüsida, kuidas ja mil määral mõjutavad matkarajad ümbritseva looduse taimede liigirikkust. Selleks määratleti parameetrid, mis võiksid seda seost mõjutada ehk kujundati teoreetiline raamistik. Püstitatud eesmärgist lähtuvalt koguti kokku vastav teaduskirjandus ja tekitati selle põhjal meta-andmestik. Seejärel analüüsiti saadud andmestiku põhjal, kuidas erinevad parameetrid mõjutavad loodusradade äärset taimede liigirikkust.

2. Analüüsitava kirjanduse ülevaade

Matkarajad annavad loodusturismile võimaluse toimida ja areneda. Loodust püütakse hoida huvilistele avatuna ja samaaegselt ka ökosüsteeme säilitada. Loodusrajad asuvad maailmas väga erinevates paikades, kus valitsevad erisugused tingimused ja kooslused. Selleks, et hinnata loodusrada kasutavate inimesete mõju vastava ala liigirikkusele, tuleks need jaotada tüüpidesse, klassifitseerida ja seejärel uurida eri parameetrite mõju taimestiku mitmekesisusele.

Järgnevalt käsitlen välja valitud parameetreid ja põhjendan nende olulisust käesoleva töö kontekstis.

2.1 Asukoht

Loodusraja geograafiline asukoht annab olulist taustainformatsiooni. Sellega saab kindlaks teha kliimavöötme ja bioomi, kus rada paikneb. Samuti annavad täpsed koordinaadid informatsiooni, kas matkarada mõjutab pigem mereline või mandriline kliima. Tänapäeval on geograafiliste koordinaatide põhjal võimalik mitmesugustest andmebaasidest (näiteks WorldClim, <http://www.worldclim.org/>) saada andmeid vastava asukoha detailse kliimaprofiili ja juba toimunud või toimuvate kliimamuutuste kohta.

Asukoha andmed olid vähemalt mingil määral olemas kõigis uuritud artiklites. Tihti polnud küll dokumenteeritud täpseid koordinaate (nt. Scherrer, Pickering 2006), vaid oli mainitud üksnes matkaraja ja näiteks kaitseala nimi. Arvestades, et paljud looduspargid on väga suured, on raske leida täpset kohta, kus uuringud toimusid. Matkarajad on sageli väga pikad ja läbivad

topograafiliselt mitmekesisist maastikku (Wolf et al. 2012), mistõttu on oluline teada täpseid geograafilisi andmeid raja ning sellel läbi viidud eksperimentide ja vaatluste asukoha kohta. Ilma vastava informatsioonita on keeruline uurida raja mõju ümbritsevale loodusele, kuna see sõltub väga palju kohalikest looduskeskkonna tingimustest.

Turismiga kaasnevate mõjude uurimine on rohkem levinud piirkondades, kus säilinud ulatuslike ürglooduslike piirkondade inimõjude tundlikkus tingib vajaduse arendada monitooringsüsteeme ja määratleda taluvusvõimet: Põhja- ja Lõuna-Ameerikas, Austraalias, Uus-Meremaal, Aafrikas, Arktikas ja Antarktikas (Hurt 2009).

2.2 Looduskaitse seisund

Looduskaitse seisund võimaldab hinnata antud regiooni looduskeskkonna olukorda ja inimeste juurdepääsu sellele alale. Kui tegemist on kaitse all oleva alaga, siis võib eeldada, et seal toimub regulaarselt ala jälgimine, korrastamine ja regulatsioon. Näiteks, Natura 2000 loodushoiualadega määratakse elupaigatüüpide ja liikide väärtuslikud ja esinduslikud esinemiskohad (Godefroid, Koedam 2004). Rahvusparkides kehtib tavaliselt vastav kaitsekord, mis reguleerib lubatud ja keelatud tegevuste loetelu. Seadusandluse põhjal on võimalik tuvastada, mis riigis uuritud loodusrada asub, milline on seda rada ümbritseva looduse kaitsestaatus, millised on rajale kohandatud piirangud ja regulatsioonid - need võivad riikide vahel suurel määral erineda (Teder *et al.* 2007).

2.3 Raja asustamise aasta

Raja vanus on aasta, millal uuritav matkarada rajati ja külastajatele avati, on oluline aspekt, sest vanema raja puhul on inimeste poolt tehtud muutused olnud pikaajalisemad ja tihti ka püsivamad. Samas on vanemad rajad sageli tuntumad ja tänu sellele on ka nende külastatavus

kordades suurem; kuigi teisalt võib raja tuntus raja külastajaid distsiplineerida loodussäästlikumale käitumisele.

2.4 Raja tüüp

Raja tüübist - kas tegemist on kõvakattelise rajaga, kruusa või liivaga pinnatud teerajaga, laudteega jne - sõltub inimeste liikumistrajektor (Pickering *et al.* 2010). Loodusrajad võib jagada kaheks: A) need, mis on aja jooksul kujunenud või rajatud looduskeskkonna sisse ja kus pinnakatet kas pole üldse või on selle mõju raja kujunemisele marginaalne - maastikku läbivad teerajad jms; B) need, mille loomisel on kasutatud pinnakatet või muid ehitusmaterjale ja mis eristuvad selgepiirilisel ülejäänud maastikust - kõvakattega rajad, laudteed märgaladel jms.

Looduslikud ja muu keskkonnaga kokku sulanduvad rajad pigem kahjustavad liigirikkust, sest inimesed kalduvad kergemalt rajalt kõrvale ja põhjustavad tallamisega suuri kahjusid nii taimepealsetele kui ka juurtele (Li *et al.* 2004). Raja tüübi mõju liigirikkusele saab kõige paremini tuvastada juhul, kui samas pargis on erinevate tüüpidega radu ning siis saab võrrelda teisi tegureid (liigirikkus, raja laius, võõrliigid) eespool mainituga. Puidust kattega rada (laudtee) vähendab inimeste kõrvalekaldumist ja hoiab ära raja tahtmatu laienemise. Samuti sõltub raja tüübist, kas seal matkatakse jalgsi või kasutatakse liikumiseks näiteks jalgrattaid või hobust - ning sellelgi on oluline mõju loodusraja äärsele taimkattele (Pickering *et al.* 2010).

Enim kasutatavad puhkekohad Eestis on liivmuldadel paiknevad sambliku, kanarbiku ning pohla kasvukohatüübi nõmme- ja palumetsad. Samas on just liivmullad, eriti luidetel ja ürgorgude veerugudel paiknevatel aladel, erosiooni suhtes kõige tundlikumad (Karoles, Maran 2008). Märgalasid läbivatel laudteedel tehtud uurimus näitas, et raja inimkoormus ei mõjuta olulisel määral nende ääres kasvavate orhideede paljunemist ja viljumist (Ressar 2015).

2.5 Inimkoormus

Inimkoormus on matkarada mingi aja jooksul läbivate turistide/matkajate arv. Inimkoormuse hindamiseks on mitmeid erinevaid võimalusi (Cessford, Muhar 2003). Näiteks jälgimise meetodi puhul tuleb lugeda inimesi mingi aja jooksul ja siis arvestada nende andmete põhjal aastane inimkoormus. See on suhteliselt ebatäpne, sest aasta lõikes on turistide hulk enamasti väga varieeruv ja paljudes loodusparkides sõltub külastusaeg turismihoojast, ilmastikuoludest, majanduslikust olukorrast jms. Samuti on inimkoormust mõõtvate andmete kogumiseks võimalik püstitada raja algusesse kaamera. Ringsetel radadel see toimib, aga edasi-tagasi käimisega rajal peaks olema salvestusvahend ka raja lõpus, sest tihti keeratakse varem tagasi ning raja lõpus oleks sellisel juhul inimkoormus tunduvalt väiksem (Bright 1986). Suurema inimkoormusega rajal ja selle ääres on tavaliselt liigid, mis on inimese poolt levitatavad ja tallamiskindlad ehk inimõju sallivad (Lucas-Borja *et al.* 2011). Loodusparkides, kus müüakse sissepääsuks pileteid, annab piletite müügiarv hea ettekujutuse inimeste arvust. GPS jälgimine ja külastajate poolt ankeetide täitmine on viimase aja uuemad lähenemised inimseire tegemiseks loodusradadel (Wolf *et al.* 2012).

RMK puhkealadel käib aastas kuni 820 000 matkajat. Suurima külastuskoormusega alad on aastaid olnud Peipsi põhjaranniku puhkeala Ida-Virumaal, Nõva puhkeala, mille põhiobjektid asuvad Nõva–Peraküla piirkonnas Läänemaal, Pärnu- Ikla puhkeala (põhiobjektid Kabli–Ikla rannikualal Pärnumaal), Vääna-Jõesuu ja Taevaskoja–Kiidjärve (Karoles, Maran 2008).

2.6 Raja laius

Raja laius sõltub suuresti rajakatte materjalist ja inimkoormusest. Raja laius peaks olema piisav, et matkajad saaksid seda mugavalt kasutada, kuid siiski arvestama minimaalse mõjuga loodusele. Paljud rekreatsioonitegevused nagu hobu-, jalgratta- ja mootorsõidukimatkad vajavad aga laiemat teed ning mõjutavad ümbritsevat loodust palju rohkem kui jalgsimatkajad.

Oluline on leida tasakaal looduskeskkonna säilitamise ja rekreatsioonitegevuste vahel (Cole 1995).

2.7 Raja kõrgus

Raja kõrguse (merepinnast) teadmine võimaldab kindlaks määrata erinevatel kõrgustel asetsevate taimepopulatsioonide vastupidavust inimõjutustele ning hinnata, millise kasutuskormusega loodusradasid oleks antud piirkonda kõige sobilikum rajada. Kindlasti sõltub raja kõrgusest ka selle külastajate arv, kuna teatud kõrgustest alates kasutavad radu pigem mägironijad ja tõsised matkajad, kes lähevad rajale kindla eesmärgi ja plaaniga. Raja kõrgus ainuüksi ei anna informatsiooni sealsete tingimuste kohta, sest erinevates kliimavöötmes võib samal kõrgusel olla väga erinev kliima, ilmastikuolud ja liigirikkus. Kuid üldises plaanis peaks raja kõrgus siiski viitama vastava looduskeskkonna eripäradele - näiteks kõrgel mägedes asuvad alpikooslused on palju vastuvõtlikumad ja hapramad väliste teguritele, sealhulgas inimõjudele.

2.8 Kasvukohatüüp

Kasvukohatüüp on üks olulisemaid loodusrada ümbritsevat loodust kirjeldavaid parameetreid. Selle järgi saab hinnata, millise loodusliku kooslusega on tegemist ning millised liigid on stressitaluvamad või -kindlamad. Erinevates kasvukohatüüpides valitsevad erilaadsed ökosüsteemiprotsessid; kasvukohatüüp ja sellest tingitud liigifond määrab paljuski kohaliku koosluse liigirikkuse (Zobel 1997). Samuti määrab kasvukohatüüp selle, kui palju suudab vastav kooslus taluda häiringut ja mis tüüpi need häiringud võivad olla (Ricklefs 1987). Teatud kasvukohatüüpides elavad loomad, kelle sigimisperioodid määravad selle, kas mingil perioodil üldse saab või tohib seda kasvukohatüüpi läbivat loodusrada kasutada - näiteks erinevate loomade ja lindude pulmamängude ajal võib see olla inimesele ohtlik.

2.9 Välitöö metoodika

Looduse liigirikkuse, võõrliikide esinemise ja liikide määramisega seotud välitööde metoodikaid on väga mitmeid. Levinuimaks on nn. katseruutude või -alade rajamine kohtadesse, kus saab kõige adekvaatsemalt kirjeldada antud regioonis/rajal/raja vahetus läheduses esinevate taimede olukorda. Katseruudud rajatakse tavaliselt rajaga risti paiknevate transektidena, raja mõlemale poole ja üksteisest kindlate vahemaade kaugusele. Lisaks kogutakse andmeid sageli ka otse rajalt (McDougall, Wright 2004). Oluline on siinkohal üles märkida nii ala suurused, mis töös valitakse kui ka täpsed kaugused rajast. Katsekohtade suurused erinevates loodusparkides valiti just sealse kasvukoha tüübi ja uuritavate liikide järgi (Lucas-Borja *et al.* 2011).

2.10 Taimede katvus

Taimede katvus (%) annab informatsiooni, kui palju rada ja inimkoormus mõjutavad või on juba mõjutanud kasvukoha taimestikku. Suure inimkoormuse korral ei ole rajal taimede katvus suur või puuduvad seal taimed sootuks, ent taimeliikide konsentratsioon kasvab järkjärgult rajast eemaldudes. Vähese turistide külastatavusega radadel võib olla taimede katvus rajal küllaltki kõrge, aga sellegipoolest ei ole see enamasti võrreldav rajast eemal oleva liigirikkusega (Lucas-Borja *et al.* 2011). Taimede katvust mõjutab kindlasti ka kasvuperiood (Kutiel *et al.* 1999). Paljud üheaastased liigid on silmaga märgatavad ainult vähesel ajal aastast, samuti sõltub katvus kasvukohatüübi eripäradest - näiteks poolkõrbetes ja kõrbetes ilmuvad taimed sageli välja üksnes pärast harvaesinevaid sademeid ja muul ajal ei pruugi olla loodusraja äärset taimede liigirikkust üldse võimalik hinnata.

2.11 Liigirikkus

Liigirikkkuse informatsiooni kogutakse katseruutude ja vaatlustega ning see näitab kindla raja või koha liigirikkkust ruumiüksuse kohta. Need andmed ei kajasta kogu ala võimalikku liikide arvu ehk kohalikku liigifondi (Zobel 1997), mis võimaldab mingi konkreetse paiga liigirikkkust teiste paikadega võrreldavasse konteksti asetada (Laanisto, Hutchings 2015). Liigirikkkuse informatsioon annab põhilise arusaamise raja mõjust ökosüsteemile ja sealsele taimestikule. Nendes andmetes on kajastatud nii võõrliikide kui dominantliikide arvu (Lucas-Borja *et al.* 2011).

Liigirikkkuse andmed annavad hea ülevaate sellest, millised liigid on stressitaluvad ja millised eelistavad ilma inimõjutusteta kasvamist. Kõigis artiklites on andmeid käsitletud erinevalt ja paljudes on liigiinfo uuritavate parameetrite hulgast üldse välja jäetud. Sellisel juhul ei saa liigirikkkuse andmeid omavahel väga hästi võrrelda, sest erinevates kasvukohatüüpides võib ka ilma inimõjutusteta olla liigifond väga erineva suurusega. Näiteks niitudel on taimede liigifond võrreldes märgalade taimede liigifondiga enamasti kuni kümneid kordi suurem (Zobel *et al.* 1998).

Radadel esinevaid endeemseid liike oli kirjeldatud mitmetes artiklites ning nende esinemine põhjustas ka radade puhul suurema looduskaitse jälgimise ja hoiuala kehtestamise (Scherrer, Pickering 2006).

2.12 Liigifond

Uuritava ala liigifondi võib defineerida nende liikide kogumina, mis saavad uuritavale alale levida ja on võimelised antud keskkonnas idanema ja kasvama. Teiste sõnadega, liigifond on nimekiri liikidest, mida võib uurimisalalt leida, kui vaatlused toimuvad piisavalt pika aja vältel (Pärtel 15.05.16). Artiklites on harva ära mainitud ala liigifond. Eeldatakse, et liigifondi saab määrata katsekohtade tulemuste järgi (Hill, Pickering 2006). Flinders Ranges ja Vulkathunha-

Gammon Ranges looduspargis on 6 biokliimaatilist ala, 1233 kohalikku liiki, 200 liiki, mis on looduskaitse all kui ohustatud liigid ja 14 endeemilist taksonit (Wolf, Croft 2014).

2.13 Kohalikud- ja võõrliigid

Kohalikke liike tahetakse hoida, aga tihti tõrjuvad võõrliigid, mis on konkurentsivõimelisemad ja inimõju suhtes tolerantsemad, põlised liigid välja. Paljudes artiklites on autorid keskendunud just võõrliikide osakaalu uurimisele taimestikus, nende asetusele raja suhtes ja kontsentratsioonile (Dickens *et al.* 2005). Kohalike liikide ja võõrliikide suhet on oluline uurida, sest see annab märku, kui kaugele on inimõju tegelikult ulatunud.

3. Materjalid ja metoodika

Käesoleva töö jaoks kasutati Ballantyne & Pickering 2015. aasta ülevaateartikli “The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: Current literature and future directions” lisas olevat loetelu 59 teadusartiklist, milles hinnatakse loodusraja mõju taimestikule ja mullastikule (Ballantyne, Pickering 2015). Lisaks otsiti ingliskeelseid artikleid Google Scholar ja Science Direct andmebaasidest kasutades võtmesõnu nagu: ‘trail’ või ‘track’ + erinevad kombinatsioonid märksõnadest nagu ‘impact’, ‘vegetation’, ‘tourists’, ‘hiking’, ‘plant’, ‘species’, ‘non-native’, ‘trampling’, ‘invasive’ jne. Samuti otsiti antud teemaga haakuvaid eestikeelseid töid, mis käsitleksid inimkoormuse mõju matkaradadel.

Kokku analüüsiti 60 taimestikku ja seda mõjutavate tegurite alast artiklit. Eesmärgiks püstitati eelnevalt määratletud parameetritega tabeli (Lisa 1, välja on toodud ainult üks osa tabelist) täitmine nii suures osas kui võimalik (peatükk 2, analüüsitava kirjanduse ülevaate osas on täpsem kirjeldus iga tunnuse kohta, mida artiklitest otsiti).

Andmeid töödeldi programmiga MS Excel 2011.

4. Tulemused ja arutelu

Kõik leitud artiklid käsitlevad teemat mõnevõrra erinevalt ning kasutamistväärtset informatsiooni liigirikkuse kohta esines vaid vähestes allikates.

Vähem kui pooled analüüsitud artiklitest olid sobilikud ja nendest oli võimalik ka vastavad andmed tabelisse kanda või vähemalt osade parameetrite kohta. Põhjuseid, miks paljud teadusartiklid ei sobinud, on mitmeid: A) Viimastel aastakümnetel on ilmunud väga palju turismi mõju loodusele käsitlevaid artikleid, kuid nende nõrk teoreetiline alus, erisugused uurimismeetodid ning liikide käsitlemise puudumine tingib selle, et nende panus uurimisalale on siiski vähene (Monz *et al.* 2010); B) Akadeemilisi töid, kus oleks otseselt välja toodud turismi mõju ohustatud ning haruldastele taimedele, on tehtud vähe (Ballantyne, Pickering 2012); C) Leidus ka artikleid, kus oli kajastatud ainult võõrliikide infot ning üldine liigirikkuse info puudus (nt. Dickens *et al.* 2005).

4.1 Inimkoormuse mõju

Uuritavad matkarajad kannatasid väga erinevate inimkoormuste all. Arvulisi andmeid leidis kümnes artiklis ning mõnes oli käsitletud lihtsalt suure ja väikese küllastajate arvuga radu. Uuringutes saadi inimeste arv tavaliselt konkreetse aasta seirest, mis oligi läbi viidud artikli tarbeks: teave suurenemise/vähendamise trendide kohta mitme aasta perspektiivis puudus. Suurimad aastased külastusarvud olid USA rahvusparkides: Mount Desert Island 2,2 miljoni (2007. aasta andmed) ja Yosemite 3,7 miljoni (2009. aasta andmed) inimesega (Wimpey, Marion 2010, Leung *et al.* 2011). Nende artiklite puhul oli välja toodud kogu rahvuspargi külastuskoormus, mitte uuritava raja oma ja seetõttu polnud võimalik seda teiste rahvusparkide radadega võrrelda. Suuri rahvusparke käsitlevates töodes ei olnud uuritud

turistide mõju liigirikkusele ja kohalikule faunale. Neis vaadeldi, millist mõju avaldab raja laienemisele raja tüüp.

Külastatavate inimeste ja raja kõrguse vahel esineb negatiivne korrelatsioon. Turistid eelistavad külastada füüsiliselt kergemaid ja liigirikkamaid matkaradu. Kõrguse suurenedes muutuvad rajad tihti tehnilisemaks, vajavad vastavat matkavarustust ning neid külastavad pigem treenitud ja kogunud matkajad. See seos on ootuspärane, kuna võis eeldada, et inimkoormus on suurem madalamatel kõrgustel, kuhu juurdepääs on tavaliselt kergem. Seega saame järeldada, et matkaradu külastavate turistide mõju on suurem pigem alla 1500 meetri jäävatel radadel kui kõrgmäestiku omadel.

Liigirikkuse andmeid saadi vähem kui 20 artiklist, mis välistas põhjalikuma andmetöötluse kuna andmestik oli selleks liialt puudulik. Samuti polnud saadaolevad andmed omavahel sageli võrreldavad, kuna näiteks liigirikkuse andmetega ei kaasnenud liigifondi puudutavat infot. Seega kasutatakse tabeli analüüsiks statistilise analüüsi asemel vaatlusmeetodit, kus proovitakse leida andmetabelist seoseid ja tendentse empiirilisel.

Erineva inimkoormusega radade mõju liigirikkusele on analüüsitud artiklitest välja toodud vaid neljas. Liigirikkuse andmete analüüsimiseks on mõistlik arvestada ka erinevaid kaugusi raja suhtes ja taimestiku üldist katvust. Artiklite põhjal saame välja tuua, et suure külastajate koormuse tõttu on rajal ja sellest kuni ühe meetri kaugusel liigirikkus vaid 3-4 (katvus 1-2,1%), rajast kuni 10 meetri kaugusel on liike 6-11 (katvus varieerub 5-80%, sest analüüsitud alad olid väga erinevad ja erineva vastuvõtlikkusega häiringutele). Enam kui 20 meetri kaugusel rajast ulatub liigirikkus üle 13 liigi. Suure inimkoormusega (üle 7000 inimese) rajal ja selle ääres on väga madal taimede katvus ning sellest tulenev vähene orgaanilise aine sisaldus võib viia bioloogilise degradatsioonini.

Vähese külastajate arvuga (kuni 5000 inimest) radadel on liigirikkus rajal ja sellest kuni 1 m kaugusel 4-10 (katvus 5,8-20%), kuni 10 m kaugusel 11-15 (katvus 53-75%) ja kuni 20 meetrit rajast ei tõusnud liigirikkuse arv ega katvus märgatavalt.

Ilma inimkoormuseta katsed samadel uuritavatel aladel näitasid, et liigirikkus võib ulatuda kuni 30 liigini (Kutiel *et al.* 1999, Hill, Pickering 2006, Lucas-Borja *et al.* 2011).

Nende andmete põhjal saame järeldada, et suurem külastajatekoormus rajal mõjutab liigirikust negatiivselt ning mõju ulatub rajast kuni 20 meetri kaugusele.

Inimkoormuse mõju saab vaadelda ka liikide tallamiskindluse kaudu. Inimkoormusega rajal ja selle ääres on pigem liigid, mis on inimeste poolt levitatavad (võõrliigid) ja inimõju taluvad liigid. Tallamine mõjub tundlikele taimeliikidele hävitavalt ning aitab koloniseeruda liikidel, mis on vastupidavamad mehhaanilistele vigastustele. See viib lõpuks välja mitmekesisuse vähenemisele ja ökosüsteemi lihtsustumiseni (Lucas-Borja *et al.* 2011).

Väiksema külastajate arvuga aladel on rekreatsiooni mõjud taimestiku katvusele, liigilisele koosseisule ja pinnasele märgatavalt tühisemad võrreldes intensiivselt kasutatavate aladega (Karoles, Maran 2008).

4.2 Raja tüüp

Analüüsitud artiklitest kahes (Wimpey, Marion 2010, Li *et al.* 2004) oli välja toodud, kuidas erinevad rajakatte vormid nagu laudtee, paekivi, looduslik pinnas ja kivimüüritis mõjutavad raja kasutamise käigus toimuvat raja laiuse muutumist.

Loodusliku raja puhul jääb laius tavaliselt 0,6-1,1 m ning kivisillutise vm sarnase puhul 1,3-1,5 meetri vahele. Laudtee puhul jääb raja laius samaks loodusliku raja laiusega. Puidulaastudega kaetud raja puhul jääb laius 1,3 meetrit ning kivimüüritisega rajal puhul 0,7 meetri juurde. Mount Desert Island rahvuspargi põhiraja laius oli 1,04 m ning laiuste erinevus oli 0,22 m. Ilmnes, et rajad on 21% laiemad kui pargi rajamisplaanis ettemääratud (Wimpey, Marion 2010). Nende andmete puhul näeme, et kui matkarada on eraldatud või kõrgemale tõstetud (laudtee), siis turistid pigem ei taha/saa õigest trajektooriga kõrvale astuda.

Rajakatte materjali valik on tihedas seoses kasvukohatüübiga. Juhul, kui tegemist on märgalaga, siis eelistatakse rada tõsta laudteega, et külastajatel oleks mugavam liigelda. Metsaalustel radadel, mis on mõeldud sportimiseks ja perega looduses viibimiseks, eelistatakse pehmemat rada ja kasutatakse tavaliselt saepuru/puiduhaket. Parkides on tihti asfalteeritud või siis kruusakattega teed.

4.3 Võõrliikide mõjurid

Analüüsitud artiklite põhjal võib järeldada, et matkaarajad soosivad võõrliikide levikut. Keskmiselt on võõrliikide osakaal rajaäärsetel katseruutudel 83% ja 10 meetrit rajast eemal vaid 12% (Baret, Strasberg 2005). Nende andmete põhjal saab järeldada, et võõrliigid tõrjuvad radade ääres kohalikud liigid välja ja looduslik liigirikkus on tugevasti pärsitud. Võõrliigid on sageli invasiivsed. Üheks näiteks on Macdonaldi poolt läbiviidud uurimus, kus ühe raja ääres keskmiselt kuuest tuvastatud liigist viis olid võõrliigid (Macdonald et al. 1991).

Puittaimede võõrliigid mõjutavad ökosüsteemi protsesse ja koosluste struktuuri metsades, muutes toitainete ringlust ja vähendades looduslike liikide rohkest (Knight et al. 2007). Võõrliikide vohamise vältimiseks on mitmeid viise. Linnametsades on üheks mõjuvaks tõrjumise viisiks haljastustööd (Allen et al. 2006).

Kindlasti on üheks aspektiks võõrliikide levikul inimkoormus. Samuti mängib rolli raja vanus. Mida vanem ja käidavam on rada, seda kaugemalt tullakse sinna matkama ning tõenäosus võõrliikide levikuks on suurem. Uus-Meremaal on selle vastu kasutusele võetud abinõu, kus lennujaamas puhastatakse ja kontrollitakse üle matkasaapad, et nendega seemneid tahtmatult kaasa ei tooks.

4.4 Looduskaitsealine seisund ja raja asutamine aasta

Sobivatest analüüsitud artiklitest 15 käsitlesid loodusparke, 4 looduskaitsealadel olevaid radu ja 4 rada asus väljaspool kaitsealaid. Üks analüüsitud töödest, milles käsitleti Hiina riiklikku looduskaitseala Jiuzhaigou, kuulus nii maailmapärandi nimistusse (alates 1992. aastast) kui ka UNESCO biosfääri kaitseala alla alates 1997. aastast (Li *et al.* 2004).

Andmete kogumaht väljaspool kaitseala asuvatest radadest oli liiga väike ning nende põhjal ei saanud teha järeldusi, kuidas kaitsealadel külastajate tegevusi piiratakse ja kas negatiivne mõju looduskeskkonnale on seetõttu väiksem või mitte.

Analüüsitud artiklitest kõige vanema raja (1935. aastal rajatud) mõju liigirikkusele uuriti Texase osariigis (USA) Meridean State Park kaitsealal (Bright 1986). Analüüsitud radadest kõige uuem (2004. aastal valminud) oli Urban Forest'is (Nebraska, USA), mis asub mahajäetud raudtee ääres (Nemec 2011).

Küll aga saab välja tuua seaduspärasuse, et ajaliselt hiljem rajatud rajad pigem ei asu kaitsealaladel ja selleks on mitmeid põhjuseid. Rahvusparkides on rajad juba ammu välja kujunenud ja reeglina sinna uusi ei rajata. Uued rajad luuakse eelkõige linnade lähedusse või linnades asuvatesse parkidesse/metsadesse, et edendada inimeste liikumisharrastusi. Sealne taimestik on üldjoontes inimese poolt haljastatud. Valitud on pigem stressile vastupidavad ja tallamiskindlad liigid ning inimkoormus ei mõjuta seda nii nagu looduslikku kooslust.

4.5 Välitöö metoodika rakendamised liigirikkuse uurimisele

Liigilise koosseisu ja selle muutuste uurimiseks on kasutusel erinevaid meetodeid, ent enamus neist baseerub nn katseruutude rajamisel. Olenevalt uuritava katse ülesehitusest ja spetsiifilistest eesmärkidest valitakse rajal ja selle läheduses kindla suurusega katseruudud, millel määratakse taimede arvukus ja liigiline koosseis. Katseruutude suurused (ja kuju)

varieerusid olenevalt uuringust. Keskmiselt oli taimestiku uurimisüksuse suuruseks 50x100 cm.

Katseruutude asukoha valimisel lähtutakse kriteeriumist, kui kaugele rajast inimkoormuse mõju ulatub ning seega oli levinud katseruutude asetus järgmine: rajal, raja servas, rajaga külgnev või raja lähedal (ca 1-5 m rajast), raja vahetust lähedusest eemal.

Liigilise koosseisu määratluses käsitleti eraldi puu-, põõsa- ja rohttaimede liike. Katseruutudel määrati järgmisi parameetreid: liikide arv, liigiline koosseis, võõrliikide arv. Lisaks hinnati dominantliikide esinemist ja muutusi erinevate mõjutegurite korral.

Kokkuvõte

Turistide arv on maailmas jõudsalt kasvamas ja sellega kaasnevad ohud loodusele. Üha enam hoolitakse stressirohkest linnaelust eemaldumiseks matkamisest ja rahvusparkide külastamisest. Kõige enam kannatavad inimkoormuse suhtes tundlikud taimed matkaradade ääres. Selleks, et aru saada, mis parameetrid kõige enam liigirikkust radade ääres mõjutavad, teostati ülevaatlik analüüs hetkel saadaolevatest teadusartiklitest.

Antud uurimisvaldkonna probleem seisneb loodusradade kasutuskoormuse ja liigirikkuse andmete vähesuses teaduskirjanduses. Olemasolevad andmed on sageli võrreldamatud ühise läbiva uurimissuuna puudumise tõttu, või on andmed esitatud suhtelisel skaalal ja hinnanguliselt, mistõttu pole neid võimalik kvantitatiivselt hinnata. Seetõttu ei olnud võimalik teha kogutud andmete põhjal statistilist analüüsi ning käesolevas töös arutleti võimalike seoste ja hüpoteeside üle pigem teoreetiliselt. Ilmnenud seoseid ja hüpoteese saaks testida parema andmestiku olemasolul.

Inimkoormuse mõju uurimisel ilmnes, et matkaradu külastavate turistide mõju on suurem pigem alla 1500 meetri jäävatel radadel kui kõrgmäestiku omadel. Samuti saab välja tuua, et suurem külastajatekoormus rajal mõjutab liigirikkust enamuses uuritud kasvukohatüüpides negatiivselt ning mõju ulatub rajast ligikaudu 10-20 meetri kaugusele.

Uuringust selgus, et rajakatte vormid nagu laudtee, paekivi, looduslik pinnas ja kivimüüritis mõjutavad raja laiust ja seeläbi ka inimkoormuse mõju ümbritsevale keskkonnale. Raja katematerjali valik on tavaliselt seotud veel kasvukohatüübiga, viidates vajadusele õrnemates ökosüsteemides materjali valikuga matkajate liikumiskoridori kitsendada.

Andmestiku põhjal võib järeldada, et matkarajad ja suur inimkoormus pigem soosivad võõrliikide levikut. Näiteks, nende osakaal rajaäärsetel katseruutudel oli 83% ja 10 meetrit rajast eemal vaid 12%. Samuti avaldus artiklitest võõrliikide invasiivsus, mille tulemusel tõrjuti radade ääres kasvavad kohalikud liigid välja ning looduslik liigirikkus on suure inimkoormusega radadel tugevasti kahjustatud.

Antud teema on oluline ka edaspidiseks uurimiseks, sest omab suurt looduskaitselist väärtust, seda nii teoreetilisest aspektist kui ka praktilisest. Käesolev töö pakub edasisteks uuringuteks sobiliku teoreetilise raamistiku, annab suuna, milliseid parameetreid oleks vaja detailsemalt uurida.

Summary

The number of tourists is raising fast and hence the pressure to the environment increases. More people are turning into hiking and visiting national parks to get away from the stressful city life. The most sensitive to the high visitor load are the plants growing along the hiking trails. In order to understand better which parameters affect the biodiversity of plant species near the trails, a general overview was put together based on the scientific work done so far.

The main shortcoming in this research field is the lack of data on the usage of the trails and correlating biodiversity. The data available are usually incomparable. Therefore no statistical analysis was performed and the present thesis covers the possible hypotheses that could be tested in case of accumulation of research data in this field in the future.

When studying the effect visitor load, it was observed that the negative impact of hikers is higher in trails located below 1500 m above the sea level. Also, it was found that in most of the investigated vegetation zones the higher visitor load had a negative effect on the biodiversity and it reached approximately up to 10 m (in some cases 20 m) from the hiking trails.

It was concluded that various trail cover materials such as wood, gravel stone and natural ground cover affect the width of the trail and hence the impact to the surrounding environment. The choice of cover materials is often related to the vegetation type, indicating the need for narrowing the trail corridors in more sensitive ecosystems.

According to the results it was found that hiking trails and their high visitor load favour the distribution of non-native species. For example, their coverage in experimental plots next to the trail was 83%, but in plots 10 m further it was only 12%. Also the invasiveness of the non-

native species was observed, as the local species were outcompeted. Hence the biodiversity on the trails with high visitor load was strongly damaged.

Because of the value for nature preservation, the present research field is important for further studies. Current thesis provides suitable theoretical framework for directing the more in-depth studies in the future.

Kasutatud kirjandus

Allen, C.R., *et al.*, 2006. When landscaping goes bad: the incipient invasion of *Mahonia bealei* in the Southeastern United States. - *Biological Invasions*, 8: 169-176.

Baret, S., Strasberg, D., 2005. The effects of opening trails on exotic plant invasion in protected areas on La Réunion Island (Mascarene Archipelago, Indian Ocean). - *Revue d'Ecologie-La Terre Et La Vie*, 60: 325-332.

Ballantyne, M., Pickering, C., 2012. Ecotourism as a threatening process for wild orchids. – *Journal of Ecotourism*, 11: 34-47.

Ballantyne, M., Pickering, C.M., 2015. The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: Current literature and future directions. - *Journal of Environmental Management*, 164: 53-64.

Bedford, C., 2009. The World's Oldest National Park: Ghosts of Monks and Red Deer. - <http://blog.nature.org/conservancy/2009/11/10/worlds-oldest-national-park-mongolia-nature-charles-bedford-bogdkhan/>, vaadatud: 16.05.16.

Bright, J.A., 1986. Hiker impact on herbaceous vegetation along trails in an Evergreen woodland of Central Texas. - *Biological Conservation*, 36: 53-69.

Cessford, G., Muhar, A., 2003. Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. - *Journal for Nature Conservation*, 11(4): 240-250.

- Cole, D.N., 1995. Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. – *Journal of Applied Ecology*, 32: 203-214.
- Dickens, S.M., *et al.*, 2005. Recreational portage trails as corridors facilitating non-native plant invasions of the Boundary Waters canoe area wilderness (USA). - *Conservation Biology*, 19: 1653-1657.
- Godefroid, S., Koedam, N., 2004. The impact of forest paths upon adjacent vegetation: effects of the path surfacing material on the species composition and soil compaction. - *Biological Conservation* 119: 405-419.
- Hill, W., Pickering, C.M., 2006. Vegetation associated with different walking track types in the Kosciuszko alpine area, Australia. – *Journal of Environmental Management*, 78: 24-34.
- Hurt, E., *et al.*, 2009. Koormustaluvuse hindamise meetodika kaitsealadel seoses nende rekreatiivse kasutamisega. - <http://www.vvvs.ee/failid4/Koormustaluvuse%20METOODIKA.pdf>, vaadatud: 18.06.16.
- Karoles, K., Maran, K., 2008. Metsapuhkuse keskkonnamõjud nõuavad uurimist. - http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel834_813.html, vaadatud: 18.06.16.
- Knight, K.S., *et al.*, 2007. Ecology and ecosystem impacts of common buckthorn (*Rhamnus cathartica*): a review. - *Biological Invasions*, 9: 925-937.
- Kutiel, P., *et al.*, 1999. The effect of recreational impacts on soil and vegetation of stabilised Coastal Dunes in Sharon Park, Israel. - *Ocean & Coastal Management*, 42: 1041-1060.
- Laanisto, L., Hutchings, M.J., 2015. Comment on “Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness”. - *Science*, 350(6265): 1177-1177.

Leung, Y.-F., *et al.*, 2011. Developing a monitoring protocol for visitor-created informal trails in Yosemite National Park, USA. - *Environmental Management*, 47: 93-106.

Li, W., *et al.*, 2004. Hiking trails and tourism impact assessment in protected area: Jiuzhaigou biosphere reserve, China. - *Environmental Monitoring and Assessment*, 108: 279-293.

Lucas-Borja, M.E., *et al.*, 2011. The effects of human trampling on the microbiological properties of soil and vegetation in Mediterranean mountain areas. - *Land Degradation & Development*, 22: 383-394.

Macdonald, I.A.W., *et al.*, 1991. Effects of alien plant invasions on native vegetation remnants on La Réunion (Mascarene Islands, Indian Ocean). - *Environmental Conservation*, 18: 51-61.

McDougall, K.L., Wright, G.T., 2004. The impact of trampling on fieldmark vegetation in Kosciuszko National Park, Australia. - *Australian Journal of Botany*, 52: 315-320.

Monz, C.A., *et al.*, 2010. Sustaining visitor use in protected areas: future opportunities in recreation ecology research based on the USA experience. – *Environmental Management*, 45: 551-562.

Nemec, K.T., *et al.*, 2011. Woody invasions of urban trails and the changing face of urban forests in the Great Plains, USA. - *The American Midland Naturalist*, 165: 241-256.

Pickering, C. M., *et al.*, 2010. Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America. - *Journal of Environmental Management*, 91(3): 551-562.

Pärtel, M. Meetod taimekoosluse liigifondi genereerimiseks. -

Meetod_taimekoosluse_liigifondi_genereerimiseks.pdf, vaadatud : 15.05.16.

Ressar, P.-R., 2015. Matkaradade mõju erinevate tolmlmissüsteemiga orhideeliikide viljumisele. - Eesti Maaülikooli magistritöö loodusturismi õppekaval.

Ricklefs, R. E., 1987. Community diversity: relative roles of local and regional processes. - *Science*, 235(4785): 167-171.

Scherrer, P., Pickering, C.M., 2006. Recovery of alpine herbfield on a closed walking track in the Kosciuszko Alpine Zone, Australia. - *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 38: 239-248

Suding, K.N., *et al.*, 2008. Scaling environmental change through the community-level: a trait-based response-and-effect framework for plants. - *Global Change Biology*, 14: 1125-1140.

Teder, T., *et al.*, 2007. Monitoring of Biological Diversity: a Common-Ground Approach. - *Conservation Biology*, 21: 313-317.

UNWTO. 2014. UNWTO, World Tourism Organization Annual Report 2014 - http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/pdf/unwto_annual_report_2014.pdf, vaadatud: 15.05.16.

Wimpey, J.F., Marion, J.L., 2010. The influence of use, environmental and managerial factors on the width of recreational trails. - *Journal of Environmental Management*, 91: 2028-2037.

Wolf, I.D., *et al.*, 2012. Visitor monitoring along roads and hiking trails: How to determine usage levels in tourist sites. - *Tourism Management*, 33: 16-28.

Wolf, I.D., Croft, D.B., 2014. Impacts of tourism hotspots on vegetation communities show a higher potential for self-propagation along roads than hiking trails. - *Journal of Environmental Management*, 143: 173-185.

WorldClim - Global Climate Data - <http://www.worldclim.org>, vaadatud: 19.05.16.

Zobel, M., 1997. The relative of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence. - *Trends in Ecology & Evolution*, 12(7): 266-269.

Zobel, M., *et al.*, 1998. Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. - *Applied Vegetation Science*, 1(1): 55-66.

Lisad

Lisa 1.

Väljavõtte koondtabelist, mis kajastab uuritud parameetreid

artikkel	asukoht	riik	laiuskraa	pikkuskraa	LK seisund	ajalugu	välitöö	inimkoormus	raja laius	sja kõrgus	kasvukohu suurus (cm)	stude	ruudu kaugus	liigirikkus	katvus	võõrliike
Hill ja Pckeri	Mt Kosciusz	Austra	36°27'27"	148°15'4"	National	1906	2002	5500-8500		2000m	Alpi rohu	50x150	9	1) under/on f	28	0
Hill ja Pckeri	Mt Kosciusz	Austra	36°27'27"	148°15'4"	National	1906	2002	5500-8500		2000m	Alpi rohu	50x150	9	2) track verg	21	0
BARET & ST	Grand-Étang	Prantsu	21° 05' 4"	55° 38' 2"	National	1988	1999		5-10 m	550m	troopiline niiske lehtmets		understory	20		1
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park		?	1997	madal	pikkusevahemik	Vahemeri	100x100	40	0-1m rajast	10	20%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						1-2m rajast	13	60%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						2-3m rajast	13	75%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						3-4m rajast	11	70%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						4-5m rajast	11	75%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997	kõrge	pikkusevahemikes	laiust	100x100	40	0-1m rajast	3	1%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						1-2m rajast	10	45%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						2-3m rajast	11	70%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						3-4m rajast	11	80%
Kutieli (Oceari)	Sharon Park	israel	32°2'1"N	34°48'15"	national park			1997						4-5m rajast	11	75%
LI (Environm)	Jiuzhaigou, S	China	32°55'00"	103°46'00"	UNESCO	1980	2003	1,2miljonit	0,6m		laialehised metsad					
LI (Environm)	Jiuzhaigou, S	China	32°55'00"	103°46'00"	UNESCO	1980	2003		1,25m							
LI (Environm)	Jiuzhaigou, S	China	32°55'00"	103°46'00"	UNESCO	1980	2003		1,5m							
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003	3000	0,5m	2060m	alpi tund	100x50		raja keskel		
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003		0,5m	2060m	alpine fe	100x50		tuulepoolne		
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003		0,5m	2060m	alpine fe	100x50		5m		
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003		0,5m	2060m	alpine fe	100x50		10m		
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003		0,5m	2060m	alpine fe	100x50		allatuult		
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003		0,5m	2060m	alpine fe	100x50		5m		
Mcdougall ar	Kosciuszko	Austra	36°04'20"	148°20'50"	Australia	1967	2003		0,5m	2060m	alpine fe	100x50		10m		
Nemec	Urban Fores	USA	40°48'N	96°40'W		1990	2008	andmed selle kohta kui laia laialehised metsad					14		12	4
Nemec	Urban Fores	USA	40°48'N	96°40'W		1992			30m				13		7	2
Nemec	Urban Fores	USA	40°48'N	96°40'W		1997			40-65m				19		11	3
Nemec	Urban Fores	USA	40°48'N	96°40'W		2002			35-50m				10		10	3
Nemec	Urban Fores	USA	40°48'N	96°40'W		2004			12-15m				17		10	3
Power and E	Great Smoky	USA			National Park	1981			400-1000m							
Zhang (Envir)	Dongling Mo	China	40°00'-40'	115°26'-115°40'E						1600-230	alpi rohu	200x200	60		89	

Lisa 2.

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ SALVESTAMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS NING JUHENDAJA KINNITUS LÕPUTÖÖ KAITSMISELE LUBAMISE KOHTA

Mina, Maria Metsaorg,

sünniaeg 23.01.1993,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Loodusradade mõju taimeestikule: globaalse meta-analüüsi katse, mille juhendajaks on Lauri Laanisto,

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, _____ (kuupäev)