

**TARTU ÜLIKOOL  
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT  
ZOOLOOGIA OSAKOND  
ZOOLOOGIA ÕPPETOOL**

**Kristiina Tomasson**

**EESTI KOIBIKULISED (*OPILIONES*)**

**Bakalaureusetöö**

**Juhendajad: Toomas Tammaru**

**Olavi Kurina**

**TARTU 2013**

# Sisukord

1. Sissejuhatus .....	4
1.1 Töö eesmärgid .....	4
1.2 Fülogenees.....	4
1.3 Koibikuliste morfoloogia ja anatoomia.....	5
1.3.1 Üldine kehaehitus .....	5
1.3.2 Respiratsioon.....	7
1.4 Koibikuliste suhted keskkonnaga: elupaigad .....	7
1.5 Koibikuliste toitumine.....	8
1.5.1 Toiduobjektid .....	8
1.5.2 Toidu jahtimine .....	9
1.6 Vaenlased ja kaitsekohastumused .....	10
1.6.1 Vaenlased .....	10
1.6.2 Kaitsekohastumused.....	10
1.7 Paljunemine ja areng .....	11
1.8 Koibikuliste levik .....	12
1.9 Liigid .....	12
1.9.1 <i>Mitopus morio</i> (Fabricius, 1779).....	13
1.9.2 <i>Oligolophus tridens</i> (C. L. Koch, 1836).....	14
1.9.3 <i>Phalangium opilio</i> (Linnaeus 1758).....	15
1.9.4 <i>Lacinius ephippiatus</i> (C. L. Koch 1835) .....	16
1.9.5 <i>Lophopilio palpinalis</i> (Herbst 1799).....	17
1.9.6 <i>Rilaena triangularis</i> (Herbst 1799) .....	18
1.9.7 <i>Opilio dinaricus</i> (Silhavy, 1938).....	18
1.9.8 <i>Nemastoma lugubre</i> (Müller, 1776) .....	19
1.9.9 <i>Leiobunum tisciae</i> (Avram, 1968).....	20

3. Materjal ja metoodika.....	21
3.1 Materjali kogumine .....	21
3.2 Materjali sorteerimine .....	22
3.3. Määramine.....	22
3.4 Andmeanalüüs .....	23
4. Tulemused .....	26
4.1 Leitud liigid .....	26
4.2 Biotoopide võrdlused .....	27
4.3 Liikide arvukuse korrelatsioon biotoobiparameetritega.....	30
5. Arutelu.....	31
5.1 Biotoopide võrdlus .....	31
5.2 Üksikute liikide elupaigaeelistused .....	32
5.3 Leitud liikide nimekirja võrdlus varasemate ning naaberalade andmetega .....	33
Kokkuvõte .....	36
Summary .....	37
Tänuavaldus .....	38
Kasutatud kirjandus.....	39
Internetiallikad .....	44
LISAD .....	45
Lisa 1. Malaise püünise joonised .....	46
Lisa 2. Malaise püüniste asukohad ja muud täpsustavad andmed .....	47
Lisa 3. Täiendava püügi andmed.....	50
Lisa 4. Biotoopide parameetrite iseloomustus .....	52

# 1. Sissejuhatus

## 1.1 Töö eesmärgid

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on tuua selgust Eesti koibikuliste (*Opiliones*) liigilisse koosseisu, uurida töö raames kogutud liikide elupaigaeelistusi ning erinevate elupaikade koibikuliste liigilist mitmekesisust. Eestikeelses kirjanduses on kõnealuse rühma kajastatus minimaalne, kõige põhjalikum töö on pärit 19. sajandist ning seegi hõlmab ainult tänapäevase Eesti lõunapoolseid piirkondi (Grube 1859). Tänapäeval valitseb Eesti koibikuliste liiginimestikus segadus, Nõukogude Liidu perioodil omistati Eestile tervet liitu käsitlevas publitseeringus kuus liiki koibikuid (Chevrizov 1979), kuid Eesti vabariigi ajal keegi neid andmeid kontrollinud või uuendanud pole. Ka eesti populaarteaduslikus kirjanduses on koibikulised kehvasti esindatud, seega käsitleb autor töö sissejuhatavas osas erinevaid üldisi andmeid ja probleeme koibikuliste bioloogias. Samuti antakse põhjalik ülevaade leitud liikide kohta kirjanduses ilmunust, kuna taolisi kokkuvõtvaid andmeid on isegi maailmamastaapides vähe, rääkimata eestikeelsest kirjandusest.

## 1.2 Fülogenees

Koibikuliste selts (*Opiliones*) on lestaliste (*Acari*) ja ämblikuliste (*Araneae*) järel mitmekesisuselt kolmas ämblikulaadsete klassi (*Arachnida*) kuuluv rühm (Coddington et al. 2004). Tegemist on vana seltsiga, mis on andnud võimaluse väga varieeruvate kehaehituste tekkeks ning kõikide kontinentide ja suurtemate saarte asustamiseks (Giribet, Kury 2007). Vanim teadaolev fossiilne koibik pärineb varasest Devoni ajastust, olles seega vähemalt 400 miljonit aastat vana. Tähelepanuväärne on see, et leid on morfoloogiliselt väga sarnane tänapäevaste koibikulistega ning trahheede olemasolu viitab koibiku maismaalisele eluviisile. Järelikult on alust arvata, et koibikuliste rühm eksisteeris juba Siluri ajastul või varem (Dunlop et al. 2004; Dunlop 2007).

Koibikuliste paiknemine ämblikulaadsete fülogeneesipuul ning seeläbi ka sõsarrühmade määratlus on teaduses vaidluse all. Rühmasisene fülogenees on paremini uuritud ning Giribet ja Kury (2007) ennustavad peatset kõiki perekondi hõlmava põhjaliku hüpoteesi sündi.

Põhjaliku ülevaate ning erinevate hüpoteeside kirjelduse nimetatud küsimustes annavad Giribet ja Kury (2007) mahukas koibikuliste bioloogiat käsitlevas teoses „Harvestmen: the biology of Opiliones“ (Pinto-da-Rocha et al. 2007).

Koibikuliste seltsi monofüleetilisuses ollakse praeguseks hetkeks ühel meelel, kuid sõsarrühmade osas on vastakaid andmeid. Enne Shultzi (1990) ämblikulaadsete fülogeneesi uurimust arvati, et koibikulised on lähimas suguluses lestaliste seltsiga (*Acari*) (Shear 1982), kuid Shultz (1990) pakkus välja, et koibikulised moodustavad koos skorpioniliste (*Scorpiones*), ebaskorpioniliste (*Pseudoscorpiones*) ning hämmalistega (*Solifugae*) klaadi *Dromopoda*. Selline süsteem leidis toetust ka järgnevatel uuringutes teiste autorite poolt (Giribet, Kury 2007), kuid fossiilsete andmete kaasamine analüüsi Giribet et al. (2002) poolt muutis klaadi sisemist resolutsiooni, kusjuures kombineeritud morfoloogilised ja molekulaarsed analüüsid ilma fossiilsete andmeteta näitasid vastavust Shultzi (1990) teooriaga. Kõige hiljutisemad teooriad pakuvad hoopis võimalust, et koibikulised moodustavad koos skorpionilistega monofüleetilise klaadi *Stomothecata* (Shultz 2007).

Kõige hiljutistemate uuringute kohaselt koosneb koibikuliste selts neljast monofüleetilisest alamseltsist: *Cyphophthalmi* Simon, 1879, *Laniatores* Thorell, 1876, *Eupnoi* Hansen & Sorensen, 1904 ning *Dyspnoi* Hansen & Sorensen, 1904 kusjuures viimased kaks moodustavad monofüleetilise rühma *Palpatores* Thorell, 1876 (Giribet et al. 2010). *Palpatores* monofüleetilisus oli hiljutise ajani veel tugeva vaidluse all: Giribet et al. (2002) pakkusid oma uurimuse põhjal välja uue rühma *Dyspnolaniatores*, kuna *Dyspnoi* ja *Laniatores* tundusid nende töö põhjal sõsarrühmad olevat, mis teeb omakorda *Palpatores* rühma parafüleetiliseks, kuid Shultz (1998) pooldas oma uurimuse põhjal *Palpatores* monofüleetilisust. Lõpuks avaldas Giribet et al. (2010) uued andmed, mille põhjal mõõnab, et kõnealuse rühma monofüleetilisus on siiski tõenäolisem kui parafüleetilisus.

## **1.3 Koibikuliste morfoloogia ja anatoomia**

### **1.3.1 Üldine kehaehitus**

Koibikute enamasti ovaalne keha koosneb kahest osast: pearindmikust ja tagakehast, nagu on ämblikulaadsetele omane. Erinevalt ämblikest (*Araneae*) on need ühendatud laia alusega, mitte kitsa varrekesega. Samuti koosneb koibikutel tagakeha kümnest segmendist, mis sageli

on küll halvasti eristuvad. Pearindmik koosneb kuuest, samuti enamasti mitteeristuvast segmendist. Nendest igauhel asetseb paar jätkeid: lõugtundlad, lõugkobijad ja neli paari jalgu. Pearindmikku katva kilbi eesosas asuvad enamasti väikesel kõrgendikul, mida nimetatakse *oculariumiks*, kaks lähestikku paiknevat külgedele suunatud lihtsilma, lisaks paiknevad seal ka kaks külgmiselt asetsevat lõhnanäärmete avaust (Pinto-da-Rocha, Shultz 2007). Tagakeha segmendid koosnevad dorsaalsest tergiidist ja ventraalsest sterniidist, teatud rühmadel on tergiidid omavahel ning need omakorda pearindmikuga ühinenud tugevaks dorsaalseks kilbiks. Teisalt võib aga mõnel rühmal eristada kaheksat kuni üheksat tagakeha segmenti. Kuna tergiidid ja sterniidid ei asu koibikutele iseloomulikult dorsoventraalselt kohakuti, on päarak nihkunud pisut ettepoole ja asub seega pigem kõhtmisel poolel kui päris keha terminaalses osas. Kõhu eesmisel osal paikneb sugukilp, mis katab sissetõmbunud suguorganeid, milleks emastel koibikutel on muneti ja isastel suguti. Kolmandal sterniidil sugukilbi läheduses paikneb üks paar hingeavasid, teatud juhtudel võivad need integumendi kurru taha peidetud olla (Hillyard 2005; Lange 1984).

Pinto-da-Rocha ja Shultzi (2007) andmetel võib koibikute integumendi kutiikula varieeruda suhteliselt nahkjast ja õhukesest (paljud alamseltside *Eupnoi* ja *Dyspnoi* liigid) kuni tugeva ja paksuni (alamseltsid *Cyphophthalmi* ja *Laniatores*). Kutiikulamoodustised on tähelepanuväärselt mitmekesised – asjaolu, mis teeb neist tihti hea määramistunnuse. Jälgitavad on eri suurusega harjakesed, karvakesed, ogad, hambakesed ja kõbruksed, samuti integumendikurrud (Hillyard 2005).

Koibikute jätked pearindmikul algavad paari lõugtundlatega, mis koosnevad kolmest lülist: basaalsest segmendist, distaalsest segmendist, mis lõppeb liikumatu sõrapoolega, ning liikuvast sõrapoolest, mis käib liikumatu poole vastu. Lõugtundlate taga asetsevad lõugkobijad, mille moodustavad kuus lüli: puus (*coxa*), pöörel (*trochanter*), reis (*femur*), põlv (*patella*), sääre (*tibia*) ja käpp (*tarsus*). Käpa otsas paikneva küünise esinemine või mitteesinemine on tähtsaks määramistunnuseks. Jooksujalad koosnevad seitsmest lülist, mida nimetatakse samamoodi nagu lõugkobijate lülisid, lisandub ainult käpa aluslüli (*metatarsus*) sääre ja käpa vahel (Hillyard 2005). Puusad on enamikul koibikulistest fikseeritud ning paiknevad tähekujuliselt, et üksteisega kokkupuudet minimaliseerida ja võtavad enda alla peaaegu kogu pearindmiku kõhtmise osa. Käpad on teiseselt lülistunud, lülisid võib olla üle saja, kuid näiteks alamseltsis *Trogulidae* ei ületa käpalülide arv kunagi nelja. Rohked käpalülid annavad käpale väga hea painduvuse, nii et viimane saab ümber rohuvarte või muude peenikeste esemete keerduda ja koibik püsib soovitud kohas kindlalt paigal.

Koibikuliste jalgade pikkus varieerub tugevalt eri rühmade vahel, mõnel juhul ületavad jalad vaevalt kehapikkust, teistel juhtudel võib jalapikkus kehapikkusest kordades suurem olla. Pikad jalad võimaldavad ökonoomsemalt, st vähem lihaskontraktsioone tekitades suhteliselt kaugemale liikuda (Lange 1984; Pinto-da-Rocha, Shultz 2007). Esimese, kolmanda ja neljanda jalapaari funktsiooniks on põhiliselt koibiku liigutamine, kuid teisel - alati pikimal - jalapaaril on tugevamalt arenenud sensoorne funktsioon. Seda kasutatakse näiteks toidu, vee ja ümbritseva keskkonna kompimiseks. Kui koibikulisel teine jalapaar puudu on, käitub ta palju ettevaatlikumalt kui terve liigikaaslane (Hillyard 2005). Hoolimata jalgade olulisusest, esineb koibikutel sageli autotoomiat ehk enesekõndistust (vt. „Kaitsekohastumused“).

### **1.3.2 Respiratsioon**

Koibikud hingavad hästiarenenud trahheesüsteemi abil, mis sarnaneb putukate trahheedele. Kui putukatel ulatuvad trahheed organite sisse, siis koibikutele on iseloomulik mittemetameerne harunemise muster, kus trahheed lõppevad organite lähedusse hemolümfi. Koibikutel esineb hemolümfis raamatkopsudega hingavate ämblikega sarnaselt respiratoorne pigment hemotsüaniin, mis teistel trahhedega hingavatel lüljalgsetel puudub (Pinto-da-Rocha, Shultz 2007). Hemotsüaniin on hapnikku transportiv valk lüljalgsetes ja molluskites, kus hapniku aatom seotakse kahe vase aatomi poolt (Linzen 1989).

## **1.4 Koibikuliste suhted keskkonnaga: elupaigad**

Curtis ja Machado (2007) rõhutavad, et koibikuliste üldine ajas ja ruumis esinemine on väga vähe uuritud, mitmesugused andmed on kogutud spetsiifiliste liikide kohta spetsiifilistelt aladelt, kuid koibikuliste mitmekesisust arvestades on need kõigest väikesed osad suures süsteemis. Terveid kooslusi, populatsioone ning nende sisemisi suhteid puudutavaid uurimusi sisuliselt pole, jättes selle valdkonna edasistele uurimustele avatuks. Üksikud uurimused käsitlevad teatud liikide suhteid abiootiliste keskkonnateguritega, mis koos biootiliste teguritega liikide elupaikade valiku mustri kujundavad - uurimuste tulemusi on antud alapeatükis kokkuvõtvalt kirjeldatud.

Seni uuritud liikide elupaikade valikul paistavad tugevat rolli mängivat keskkonna niiskusolud, temperatuur ning elupaiga struktuur (Todd 1949; Adams 1984; Hillyard 2005). Hillyard (2005) nimetab Suurbritannia koibikuliste puhul kõige olulisemaks valiku mõjutajaks

elupaiga struktuuri. Tõepoolest, Adams (1984) avaldas seose liikide jalgade pikkuse ning mikroelupaiga tiheduse vahel. Ka kahe kõdukihis elava koibikulise elupaigavalikus ilmnes erinevus, suhteliselt lühemate jalgadega liik oli tunduvalt arvukam tihedamas, väiksematest puulehtedest koosnevas lehekõdus kui suhteliselt pikemate jalgadega liik ning vastupidi. Samast uurimusest selgus ka, et suurem osa koibikuid ei vali elupaika spetsiifiliste toiduobjektide järgi, pigem on toiduvalik elupaigavaliku tagajärjeks. Üldiselt võib siiski öelda, et paljudel koibikulistel esineb eelistus laiemat tüüpi toiduobjektide osas, näiteks ei jahi väiksemad liigid nii suuri putukaid kui suuremad liigid, mõned liigid söövad ainult loomset toitu, teised söövad ka taimseid objekte jne. Teisalt on mõnel rühmal ka väga spetsiifiline toiduobjektide eelistus (vt. „Toitumine“; Hillyard 2005).

On teada, et koibikulised on veekaotuse suhtes palju tundlikumad kui teised ämblikulaadsed, eriti vastsejärgud, samuti on selgelt ilmnenuid eri liikide jagunemine elupaiga rinnete vahel (nt. kõdukiht, rohurinne, puude võrad jne) (Todd 1949; Hillyard 2005). Todd (1949) leidis tugeva korrelatsiooni eri liikide laboris mõõdetud suhtelise õhuniiskuse eelistuste ning nende stratifikatsiooni (millises rindes liik elutseb) vahel looduses. Edgar (1971) viis läbi sarnase uurimuse ning avastas, et koibikute õhuniiskuseeelistus sõltub nende hetkelisest füüsilisest seisust, st. kui näljas või janus isendid olid. Toddi (1949) töös seda arvesse ei võetud. Küll aga paistavad mõlemad autorid nõustuvat, et liikide temperatuuritaluvus on elupaigavalikuga otseselt seotud, näiteks talusid avatud biotoopide või kõrgemate rinnete asunikud selgelt kõrgemaid temperatuure kui teised.

## **1.5 Koibikuliste toitumine**

Koibikuid võib pidada omnivoorideks, mis eristab neid enamikust teistest ämblikulaadsetest. Acosta ja Machado (2007) märgivad, et koibikute toitumist puudutavad uurimused on killustatud iseloomuga ning põhjalikke töid napib. Probleemiks on väheste sugukondade ja liikide esindatus vaatlustes ja vaatluste puudus looduslikes tingimustes, mis kokkuvõttes ei anna koibikute toitumisest terviklikku pilti ega võimalda üldistusi.

### **1.5.1 Toiduobjektid**

Teadaolevate andmete põhjal on suurem osa teadlastest ühel meelel, et koibikute põhilise saagi moodustavad elusad väikesed pehmekestalised selgrootud, keda saab lihtsalt



lõugkobijate ja/või lõugtundlatega haarata (Acosta, Machado 2007). Kõvakestalisi põrnikaid ei sööda isegi näljutamise korral (Edgar 1971). Hoolimata koibikuliste seltsi laiast üldisest toiduspektrist on perekondade ja liikide vahel jälgitavad spetsiifilised toidutüüpide eelistused (vt. allpool). Teatavat diskussiooni on tekitanud küsimus, kas koibikulised jahivad pigem elus või surnud saaki. Üldiselt arvatakse, et elus saak on eelistatuim (Bristowe 1949; Todd 1950; Acosta, Machado 2007), kuid näiteks Edgar (1971) märkis, et koibikud suhtuvad viimasesse väga ettevaatlikult.

Bristowe (1949) kirjeldas põhiliselt öösel taskulambi valgel tehtud tähelepanekud koibikute toitumise kohta, milles jõudis järeldustele, et koibikud ründavad võimaluse ilmnedes teisi koibikuid, limuseid, ämblikke, vihmausse, nahktiivalisi, kakandeid, kärbeid ja teisi väikeseid selgrootuid; nad võivad käituda ka raipesööjatena, toitudes surnud selgrootutest, aga ka muust mitteelusast loomsest materjalist, näiteks lindude väljaheidetest. Samuti toituvad nad ka erinevatest taimse materjali tükikestest, mille eelnevalt turvalisse söömispaika kannavad. Bristowe (1949) märkas lisaks, et aeg-ajalt käivad koibikud seente eoslehtede vahelt toitu otsimas. Üldiselt võtab Bristowe nimekiri koibikute toiduobjektid hästi kokku, kuigi näiteks Edgari (1971) laboratoorsed vaatlused toovad natuke tavatumate toiduobjektide koha pealt lisa, töös märgiti, et koibikud söövad ka küpsetatud sinki, toorest kotletti, õunu, vahukomme ja tarretist, kuid näiteks rohutirtsudega, tigudega, munavalge ja jahuga lepiti ainult siis, kui neile midagi muud ei pakutud. Veel huvitavamatest andemetest koibikute toiduobjektide kohta võib esile tuua Benson ja Chartier (2010) uurimuse, kus pesakaamerate salvestistes jälgiti elus linnupoegade toitumise eesmärgil ründamist koibikute poolt ning Nyffeleri ja Symondsoni (2001) refereeritud töö, milles järeldatakse, et *Trogulidae* perekond toitub põhimõtteliselt ainult maismaalimustest.

### **1.5.2 Toidu jahtimine**

Üldiselt peetakse koibikulisi oportunistlikeks toidujahtijateks – süüakse ära igasugune sobiv ettesattuv objekt, ent suuremate objektide puhul viiakse see ligiduses olevasse varjulisesse paika (Bristowe 1949; Edgar 1971; Hillyard 2005). Teiste elusate loomade püüdmisel kasutatakse ka enamasti varitsemistaktikat, kus koibik ootab, kuni mõni toiduks sobiv loom lähedusse ilmub, kuigi mõnda liiki on nähtud ka aktiivselt saaki otsimas (Todd 1949; Machado et al. 2000; Hillyard 2005). Soojemates piirkondades elab liike, kes söövad regulaarselt puuvilju ning seega peavad ka need koibikulised aktiivsemalt toitu otsima (Acosta, Machado 2007). Kirjanduses esineb ka erinevaid tähelepanekuid koibikute poolt

saagi varastamise kohta. Kirjeldatakse liigikaaslaste vahelisi konflikte, mis võivad tipneda toidu jagamisega – selline käitumine on ämblikulaadsete seas väga haruldane (Willemart 2002; Acosta, Machado 2007 refereering). Lisaks on dokumenteeritud juhuseid, kus koibik varastab ämbliku saagi selle mahapillamist põhjustades (Sabino 1999); pisut teisest vaatepunktist lähtudes arutles Morse (2001) koibikute ja krabiämblike võimaliku kommensalismis üle, kuna tunnistas viimaste mahapillatud saagi üleskorjamist koibikute poolt.

## **1.6 Vaenlased ja kaitsekohastumused**

### **1.6.1 Vaenlased**

Koibikute põhiliste vaenlaste osas ilmneb kirjanduses mõningaid vastuolusid, Edgar (1971) nimetas ämblikulisi koibikute põhilisteks vaenlasteks, kuid juba varem kirjeldas Bristowe (1949) ämblike vastumeelsust koibikute kui toiduobjekti suhtes, samuti väitis Adams (1984) rohkem kui kümme aastat hiljem, et ämblikulised pole koibikute suhtes olulised röövloomad. Tänapäevaks on tundub Cokendolpheri ja Mitovi (2007) kogutud andmete põhjal, et põhilisteks vaenlasteks on hoopis linnud, eriti värvulised. Lisaks neile toituvad nimetatud andmete kohaselt koibikutest veel mitmed imetajad, kahepeaiksed, roomajad, putukad, ämblikud ja teised koibikud.

### **1.6.2 Kaitsekohastumused**

Koibikutel esineb mitmeid kaitsemehhanisme, nii primaarseid, mis on olemas sõltumata vaenlase kohalolekust, kui ka sekundaarseid, mis käivituvad kiskja märkamisel (vt. ka Edmunds 1974). Koibikute primaarseteks kaitsemehhanismideks on näiteks krüpsis ja aposematism, sekundaarseteks on tanatoos ehk surnu teesklemine, autotoomia ehk jäseme hülgamine, põgenemine ja lõhnava eritise eritamine. (Hillyard 2005; Gnaspini, Hara 2007)

Enim kajastatumaks koibikute kaitsemehhanismiks on lõhnanäärmete eritise kasutamine. Gnaspini ja Hara (2007) jagavad oma ja teiste autorite varasemate tööde põhjal eritise kasutamise strateegiad kaheks: keha ümber kaitsva kihi tekitamine ja eritise otsene vaenlasele suunamine. Teiseks tuntud koibikuliste kaitsekohastumuseks on autotoomia, kus reie basaalse osa nõrgem kinnitus kiskja rünnaku või jala kinnijäämise tagajärjel katkeb ning jala distaalsem osa maha jäetakse (Gnaspini, Hara 2007). Selgub, et ühe-kahe jala kaotus koibiku elumusele olulist mõju ei avalda, järelikult on autotoomia teatud ajani vähekulukas

kaitsemehhanism. (Houghton, Townsend, Proud 2011) Mõnda aega oli võimalus, et koibikud ise oma jalgu eemaldada suudavad, küsitav, kuid Edgar (1971) jälgis sisetingimustes *Leiobunum* perekonna esindajaid ning oli tunnistajaks kahele juhule, kus koibik ise vigastatud jala enda küljest lahti tõmbas.

## 1.7 Paljunemine ja areng

Koibikulistel - erinevalt ämblikulistest – esineb paaritumisel kopulatsioon. Emane muneb munad muneti kaudu. Paljudel Euroopa liikidel on pikk muneti, mis võimaldab munad pinnasesse või erinevatesse õõnsustesse munedada. (Phillipson 1959; Hillyard 2005; Machado, Macias-Ordonez 2007) Kui näiteks genitaalide morfoloogia on võrdlemisi hästi uuritud, siis paljunemiskäitumise kohta on andmeid väga vähe, eriti, mis puudutab sugudevahelist käitumist (Machado, Macias-Ordonez 2007). Esmasel vaatlusel tundub paaritumine suhteliselt juhusliku ja kiire iseloomuga olevat, kuid Edgar (1971) avaldas haruldased tähelepanekud *Leiobunum* perekonna käitumise kohta, kus isasloom moodustab pärast paaritumist oma teise jalapaariga emase kohale vihmavarjulaadse katuse ning silitab oma jalgadega viimase omi. Autori sõnul oli ilmselt tegemist võttega, mis soodustab emase kohest munemist. Kirjanduses spekulieritakse ka võimaluse üle, et koibikutel esineb emaste krüptiline suguline valik (vt. lähemalt Eberhard 1996), kus emasloom kontrollib suguteedesse sattunud gameetide saatust isaslooma eest varjatult (Machado ja Macias-Ordonez 2007).

Koibikuliste seas esineb erineva pikkusega elutsükkeid. Põhjapoolsetel laiuskraadidel levinud *Eupnoi* esindajatel on tavaliselt umbes aasta pikkune elutsükkel, kuid teistes, põhiliselt soojemas kliimas levinud rühmades esineb see ka mitmeaastana. Suurem osa Põhja-Euroopa koibikuid munevad suve- ja sügisperioodil ning surevad hilissügiseks, munad talvituvad ja vastsed kooruvad kevadel ning läbivad täiskasvanuks saamiseni mitu nümfiastaadiumit. Ent esineb ka variant, kus munad munetakse varasuvel ning noorloomad kooruvad hilissuvel, saavutades talveks hilisema nümfi faasi, milles nad ka talvituvad. Sel juhul võib täiskasvanud isendeid juba kevadel kohata. (Hillyard 2005; Machado ja Macias-Ordonez 2007)

## 1.8 Koibikuliste levik

Koibikulised on levinud kõikidel mandritel, kuid seda ainult tänu rühma pikaajalisele eksisteerimisele Maal (vt „Fülogenees“), tegelikult on koibikutel väheste eranditega väga väike isendite levimise võime (vagiilsus). Seetõttu on nende levikumustrid erilised ning sobivad biogeograafilisteks uurimusteks, näiteks on 97.5 % Brasiilia Atlantica vihmametsa koibikulistest endeemsed. (Pinto-da-Rocha et al. 2005; Giribet, Kury 2007) Üldiselt suureneb koibikuliste liigirikkus ekvaatorile lähenedes (Hillyard 2005). Euroopas elab 10 perekonda koibikulisi, kaks neist on endeemsed (*Ischyropsalidiae* ja *Dicranolasmatidae*) (Giribet, Kury 2007). Euroopa liigid on hästi uuritud, põhiliselt tänu Martensi (1978) monograafiale, mille andmetel leidub Kesk- ja Põhja – Euroopas 110 liiki koibikuid. Neist elab Skandinaaviamaades 24 liiki (Stol 2007).

Eesti aladel pole viimase sajandi jooksul ühtegi põhjalikku koibikulistesse puutuvat uurimust tehtud. Chevrizovi (1979) andmetel on endise NSVL Euroopa osa läänealadel levinud 42 liigist kuut leitud ka Eesti aladelt. Spungis (2008) väitis Mati Martini suusõnaliste andmete viidates, et Eesti aladelt on ametlikult teada antud ainult neljast liigist koibikulistest. Teisalt avaldas juba A. E. Grube 1859. aastal oma Liivi- Kura- ja Eestimaa kubermangu ämblikulaadseid käsitlevas töös andmed 11 koibikuliigi kohta (Grube 1859), kes autori sõnul põhiliselt Liivimaa kubermangu aladelt ehk nüüdisaegse Eesti lõunapoolsetest ja Läti põhjapoolsetest piirkondadest leitud olid. Kuna tänapäeval leidub Lätis teadaolevalt 16 (Spungis 2008) ja Soomes 12 (Stol 2007) liiki koibikuid, siis on ka Eesti alade hinnanguline koibikuliikide arv kinnitatust suurem.

## 1.9 Liigid

Koibikulisi tunti 1980-ndate aastate alguse andmetel maailmas üle 2500 liigi (Lange 1984). Järgnevatel aastakümnetel on nende uurimine, aga ka teadaolevate andmete summeerimine ja korrastamine hoogustunud ning käesolevaks ajaks on sedastatud 6519 liiki (Kury, 2011), oletatav liikide arv võib ületada aga 10 000 piiri (Pinto-da-Rocha, Machado, Giribet, 2007). Nimetatud arvud ilmestavad nii koibikute uurimises toimunud arenguid kui ka veel tegemata tööd selles valdkonnas.

Eesti keeles on koibikuliste kohta ilmunud äärmiselt vähe andmeid ning seetõttu koondab autor antud peatüki alla kirjandusest leitud olulisemad andmed käesoleva töö käigus määratud liikide kohta. Mis puutub arengu ja fenoloogia peatükke, tuleb silmas pidada, et kui pole vastupidist väidetud, on esitatud andmed pärit Suurbritannia alade kohta käivast kirjandusest, kus on üldiselt pehmem kliima kui Eestis.

### **1.9.1 *Mitopus morio* (Fabricius, 1779)**

#### **1.9.1.1 *Levik***

Suure vagiilsusega *M. Morio* on levinud terve Holoarktise mõõduka ja külmema kliimaga metsavööndis, ka näiteks Islandil ja Gröönimaal. Kõige laiema levialaga koibikuline.

(Bristowe 1949; Martens 1978; Stol 2007)

#### **1.9.1.2 *Elupaik***

*M. morio* on võimeline mitmeid erinevaid biotoope asustama ja elab nii metsades kui ka lagedamates biotoopides; Alpides ja Püreneedes levib kuni 3000 m kõrguseni (lumepiirini) (Martens 1978; Mitov & Stoyanov 2005). Martens (1978) märgib, et liik eelistab Kesk-Euroopas niiskeid ja varjulisi metsaaluseid, merelise kliimaga aladel leidub teda ka ava- ja kultuurmaastikel ning põhjapoolsetes piirkondades võib teda kohata nii lopsaka alustaimestikuga mesofiilsetes kooslustes kui ka nõmmedel ja rusukalletel. Teisalt uuris Todd (1949) Inglismaal Oxfordis Wythami koibikulisi ning ainsad elupaigad, kust *M. morio* ei leitud, olid: üks rohumaa kahest, Oxfordi aiad, hekk ning maisipõld. Tegemist võis olla erandjuhuga, kuna Bristowe (1949) uuris terve Suurbritannia koibikulisi ning leidis *M. morio* ka põldudelt, Dixon ja McKinlay (1989) suutsid liigi isegi šoti kartulipõllult tuvastada. Adams (1984) täheldas *M. morio* ontogeneesi jooksul tugevat vertikaalset rännet elupaiga rinate vahel: vastsejärgud elutsesid peamiselt maapinnal kõdukihis, kuid rohurindes ja kõrgemal võis ainult täiskasvanud isendeid kohata.

#### **1.9.1.3 *Toitumine***

J. Phillipson (1960) uuris põhjalikumalt *M. morio* toitumist, töö põhiliseks liigi toiduobjekte puudutavaks järelduseks oli endast väiksemate pehmekestaliste elus või värskelt surnud lüliljalgsete esinemine põhilise saagina ning väga väheste ja tõenäoliselt juhuslike eranditega taimse materjali puudumine *M. morio* toiduvalikust. Looduses on jälgitud liigi õist tegutsemist aktiivse küttijana ning samuti on dokumenteeritud huvitav juhus, kus *M. Morio*

lõugtundlatega taimelehe pealispinda kraabib – ilmselt, et sealt taimemahlu kätte saada (Todd 1949, 1950).

Kirjanduses esinenud toiduobjektid: vihmaussid (<1 cm), kakandilised (*Isopoda*), hooghännalised (*Collembola*), harkhännalised (*Diplura*), nahktiivalised (*Dermaptera*), nokalised (*Hemiptera*): vahtlased (*Cercopidae*), lehetäilised (*Aphidoidea*); võrktiivalised (*Neuroptera*), kõdutäilised (*Psocoptera*), liblikalised k.a. <2 cm röövikud (*Lepidoptera*), mardikalised k.a. vastsed <1cm (*Coleoptera*), kiletiivalised (*Hymenoptera*): kiresvampplased (*Chalcididae*), sipelgad; kahetiivalised (*Diptera*): kärbsed, sääsed; sadajalgased <1 cm (*Chilopoda*), tuhatjalgsed <0.5 cm (*Diplopoda*), ämblikulised (*Araneae*), lestalised (*Acarina*), koibikulised (*Opiliones*): *Oligolophus sp.*, *O. tridens*, *O. agrestis*, *Leiobunum rotundum*, *Lacinius ephippiatus*, *M. morio*; kõhtjalgsed (*Gastropoda*): väike hrl. kiritigu (*Arianta arbustorum*). Lisaks on liiki nähtud surnud küülikul ning suhkrupüüniste juures toitumas. (Bristowe 1949; Sankey 1949; Todd 1950; Phillipson 1960; Adams 1984; Dixon ja McKinlay 1989)

#### **1.9.1.4 Areng ja fenoloogia**

*M. morio* muneb 6 kurna vahemikus juuli lõpust septembrini, munad talvituvad ning kooruvad märtsi lõpus või aprilli alguses. Vastsed saavad täiskasvanuks juuli alguses ning viimaseid kohtab looduses novembri alguseni. (Todd 1949; Phillipson 1959)

#### **1.9.2 *Oligolophus tridens* (C. L. Koch, 1836)**

##### **1.9.2.1 Levik**

*O. tridens* on levinud Kesk-Euroopas, Põhja-Euroopas kuni 62° laiuskraadini (esineb ka Islandil) ning Ida-Euroopast kuni Jenissei jõeni. Samuti on liik on sisse viidud Põhja-Ameerikasse. (Martens 1978; Tchemeris, Logunov, Tsurusaki 1998; Stol 2003)

##### **1.9.2.2 Elupaik**

Eelistatuimaks elupaigaks on mitmekesised niisked ja hõredamad metsad, eriti äärealad. Niisket keskkonda armastava liigina võib neid metsades põhiliselt maapinna lähedusest ja alustaimestikust leida, kuigi nad liiguvad ka puhmastes ja põõsastikes. (Todd 1949; Martens 1978; Hillyard 2005) Tegelikult võib *O. tridens* asustada ka teisi niiskeid elupaiku, näiteks soiseid niite. Kirjanduses on mitmel korral märgitud liigi esinemist inimõjutusega maastikel, nt parkides, aedades, üleujutatud põldudel ning jäätmaadel, seni, kuni niiskustase piisav on (Todd 1949; Martens 1978; Hillyard 2005; Spungis 2008; Mihal ja Gajdoš 2010).

### **1.9.2.3 Toitumine**

Tegemist on liigiga, mis lisaks muule mitmekesisele toiduvalikule ka taimset materjali sööb. Kirjanduses esinenud toiduobjektid: juurviljatükike, pähkliatolise seemne sisemus, linnu väljaheide; valgeliimuklased (*Enchytraeidae*), hooghännalised (*Collembola*), kakandilised (*Isopoda*), nokalised (*Hemiptera*): rohutirtlased (*Delphacidae*), *Psyllidae*, *Jassidae*; liblikalised (*Lepidoptera*): röövik; kahetiivalised (*Diptera*): kärbsed; mardikalised (*Coleoptera*), tuhatjalgsed (*Diplopoda*), ämblikulised (*Araneae*), leсталised (*Acari*), koibikulised (*Opiliones*): *Mitopus morio*; kõhtjalgsed (*Gastropoda*): väike tigu. Lisaks on nähtud toitumas surnud niidu-uruhiire (*Microtus agrestis*) ja muti (*Talpa europaea*) peal. (Bristowe 1949; Sankey 1949; Todd 1950)

### **1.9.2.4 Areng ja fenoloogia**

Munad munetakse septembrist oktoobri lõpuni, need talvituvad ning kooruvad mai alguses. Täiskasvanud isendeid võib kohata augusti teisest poolest kuni novembri lõpuni. (Todd 1949; Phillipson 1959)

## **1.9.3 *Phalangium opilio* (Linnaeus 1758)**

### **1.9.3.1 Levik**

Tegemist on väga laialt levinud palearktilise liigiga, mis on sisse viidud ka Nearktisesse ja Uus-Meremaale (Martens 1978).

### **1.9.3.2 Elupaik**

*P. opilio* on üks vähestest Euroopa liikidest, kes on kõrge päevase aktiivsusega ning pidevalt avatud päikeselistes biotoopides tegutseb (Arlan 1968; Martens 1978; Dixon ja McKinlay 1989). Edgar (1971) uuris liigi temperatuuritaluvust ning avastas, et see on kõrgem kui teistel uuritud liikidel (*Leiobunum* sp.), samuti suutis *P. opilio* kauem vee- ja toidupuuduses vastu pidada. Kõikjal kirjanduses kirjeldatakse liigi sagedaste elupaikadena aedu, parke, põlde, hõredamaid inimasulaid, niite, heinamaid, raiesmikke (Bristowe 1949; Todd 1949; Edgar 1971; Martens 1978; Stol 2003; Hillyard 2005; Mitov, Stoyanov 2005; Spungis 2008), kuid Martens (1978) märgib, et algupäraselt asustas *P. opilio* Kesk-Euroopas ekstreemsemaid looduslikke elupaiku, näiteks nõmmesid, kaljuseid maastikke ja mäestikke metsapiirist kõrgemal.

### **1.9.3.2 Toitumine**

Kirjeldatud toiduobjektid: vihmaussid, hooghännalised (*Collembola*), sadajalgsed (*Chilopoda*), tuhatjalgsed (*Diplopoda*), nokalised (*Hemiptera*): *Miridae*, lehetäilised (*Aphidoidea*); liblikalise röövik (*Lepidoptera*), kahetiivalised (*Diptera*): *Calliphoridae*, päris kärblased (*Muscidae*); mardikalised (*Coleoptera*), ämblikulised (*Araneae*), koibikulised (*Opiliones*): *Oligolophus tridens*; kõhtjalgsed (*Gastropoda*). Lisaks on kõnealust liiki nähtud surnud küüliku, roti, naerukajaka (*Larus ridibundus*) ja mustvaera (*Melanitta nigra*) peal ning suhkrukruvise juures toitumas. (Bristowe 1949; Sankey 1949; Todd 1950) Morse (2001) jälgis, kuidas *P. opilio* üritas krabiämblikult saaki varastada.

### **1.9.3.3 Areng ja fenoloogia**

Noorloomi võib kohata maist suve teise pooleni, täiskasvanud isendeid detsembrini. Munad munetakse sügisel. (Todd 1949; Hillyard 2005) Arlan (1968) täheldas, et *P. opilio* võib Põhja-Ameerikas talvituda munas, noorloomana ning tõenäoliselt ka täiskasvanuna.

### **1.9.3.4 Märkused**

*P. opilio* ja *Trogulus tricarinatus* on esimesed kirjeldatud koibikulised ning esimene on anatoomia ja füsioloogia poolest nii põhjalikult uuritud, et teda peetakse koibikuliste mudelorganismiks (Pinto-da-Rocha et al. 2007)

## **1.9.4 *Lacinius ephippiatus* (C. L. Koch 1835)**

### **1.9.4.1 Levik**

Liigi leviala katab suurema osa Euroopast, välja arvatud Vahemereäärsed piirkonnad Lõuna-Euroopas ning Põhja-Euroopa alad pärast 62 laiuskraadi (Martens 1978).

### **1.9.4.2 Elupaik**

*L. ephippiatus* on hügrofiilne liik ning asustab niiske pinnasega metsakooslusi (Martens 1978). Martens (1978) väidab, et eelistatud on lopsaka alustaimestikuga metsad, kuid liik elab ka ilma alustaimestikuta metsades lehekõdukihis (Adams 1984). *L. ephippiatus* väldib metsades kuiva pinnasega avatud päikesepaistelisi piirkondi, näiteks välusid, kuid rohkete vihmasademetega aladel võib liik esineda ka lagedamates biotoopides, näiteks niitudel, põldudel, soodes (Todd 1949; Martens 1978; Hillyard 2005; Spungis 2008).



#### **1.9.4.3 Toitumine**

Kirjanduses esinevad toiduobjektid: hooghännalised (*Collembola*), kakandilised (*Isopoda*), sarnastiivalised (*Homoptera*), kõdutäilised (*Psocoptera*), kahetiivalised (*Diptera*), ämblikulised (*Araneae*), koibikulised (*Opiliones*): *Nemastoma lugubre*; hulkjalgsed (*Myriapoda*), väheharjasussid (*Oligochaeta*), kõhtjalgsed (*Gastropoda*). (Sankey 1949; Todd 1950; Adams 1984)

#### **1.9.4.4 Areng ja fenoloogia**

*L. ehippiatus* vastsed kooruvad märtsis-aprillis, täiskasvanud loomi võib mõnel juhul isegi mais kohata. Munad munetakse juulis-augustis ning oktoobriks on kõik täiskasvanud isendid loodusest kadunud. (Todd 1949; Phillipson 1959; Hillyard 2005)

### **1.9.5 *Lophopilio palpinalis* (Herbst 1799)**

#### **1.9.5.1 *Leviala***

*L. palpinalis* on levinud Kesk-Euroopast kuni Ida-Prantsusmaani, Kagu-Bulgaariani ja Lõuna-Rootsini (Martens 1978).

#### **1.9.5.2 *Elupaik***

*L. Palpinalis* on hügrofiilne erinevates metsades (heitlehised-, okaspuu- ja segametsad) elav maapinnalähedase eluviisiga liik. Niiskematel Lääne- ja Kesk-Euroopa aladel võib teda kohata ka avatumates biotoopides, näiteks niitudel, soodes ja vähese häirimise korral ka aedades; Hollandis on liiki isegi võrdlemisi kuivadelt luidetelt leitud (Todd 1949; Martens 1978; Hillyard 2005; Spungis 2008)

#### **1.9.5.3 Toitumine**

Kirjanduses esinevad toiduobjektid: hooghännalised (*Collembola*), sarnastiivalised (*Homoptera*), kõdutäilised (*Psocoptera*), kahetiivalised (*Diptera*), ämblikulised (*Araneae*), hulkjalgsed (*Myriapoda*), väheharjasussid (*Oligochaeta*), kõhtjalgsed (*Gastropoda*) (Adams 1984). Lisaks on *L. palpinalis* 't nähtud seenemahladest toitumas (Acosta, Machado 2007 refereering)

#### **1.9.5.4 Areng ja fenoloogia**

Munad kooruvad mais, nümfid saavad täiskasvanuks vahemikus augustist oktoobrini ning viimaseid võib kohata detsembrini. Munad munetakse hilissuvel või sügisel, misjärel need talvituvad. (Todd 1949; Phillipson 1959; Hillyard 2005)

## **1.9.6 *Rilaena triangularis* (Herbst 1799)**

### **1.9.6.1 *Leviala***

Liik on Euroopas laialt levinud, leviala ulatub Lääne-Euroopast Moskvani ning Bulgaariast Soome 68 laiuskraadini. *R. triangularis* on sisse viidud ka Nearktisesse. (Martens 1978)

### **1.9.6.2 *Elupaik***

Parasniiskes Kesk- ja Loode – Euroopas on *R. triangularis* eurütoopne liik, kes asustab mitmesuguseid leht- ja okaspuumetsi, eriti selliseid, kus on kõrge suhteline õhuniiskus, näiteks soometsi (Martens 1978, Hillyard 2005). Bristowe (1949) nimetas antud liiki tavaliseks Londoni Hollandi pargi aedade elanikuks, kuid näiteks Todd (1949) Oxfordi aedadest liiki ei leidnud. *R. triangularis* kohtab harva avatud kuivades biotoopides, näiteks põldudel, niitudel (Martens 1978). Martens (1978) märgib, et liik eelistab tavaliselt jääda rohu- ja põõsarindesse, kuid kõrgete puudega ja alustaimestikuga metsades meeldib täiskasvanud isenditele kuni 3 m kõrgusel puutüvedel ronida; nümfid jäävad maapinnalähedusse. Teisalt kirjeldab Todd (1949) liigi täiskasvanud loomade ülemistele rinnetele liikumist üldise nähtusena.

### **1.9.6.3 *Toitumine***

Teadaolevad toiduobjektid: kakandilised (*Isopoda*), koibikulised (*Opiliones*): *Rilaena triangularis* (Sankey 1949; Sunderland, Sutton 1980).

### **1.9.6.4 *Areng ja fenoloogia***

*R. triangularis* on põhjapoolse levikuga koibikuliste seas üks vähestest, kes talvitub noorloomana, isegi Eestis on väga suure tõenäosusega just antud liiki talvisel, värske lume ja sulailmade ajal looduses kohatud (Urmas Tartes, pers.com.; liik määrati foto järgi). Munad munetakse suve alguses või keskel ja need kooruvad hilissuvel või ka sügisel. Täiskasvanud koibikuid võib leida vahemikus aprillist juulini. (Todd 1949; Phillipson 1959; Hillyard 2005)

## **1.9.7 *Opilio dinaricus* (Silhavy, 1938)**

### **1.9.7.1 *Leviala***

*O. dinaricus* on levinud Kesk-, Lõuna- ja Ida- Euroopa mägistel aladel. Suurim teadaolev ühtne levikupiirkond piirab Kirde-, Ida- ja Kagu-Alpe ning jätkub mööda Dinaari mäestikku Montenegroni. Lisaks on teada väiksemaid leiukohti hajutatuna Euroopa ida- ja kagupoolsetel

aladel, nt Bulgaarias, Austrias, Poolas ja Lätis. (Martens 1978; Komposch 2000; Mitov, Stoyanov 2004, 2005)

### **1.9.7.2 Elupaik**

*O. dinaricus* eelistab kõrgeid, tavaliselt rohke alustaimestikuga ja veekogulähedaseid metsaalasid, näitena võib tuua Białowieża põlismetsa. Lisaks leidub teda ka valgusrikkamatel metsade äärealadel, vahel isegi pargilaadsetes kooslustes. (Martens 1978) Mitov ja Stoyanov (2005) täpsustavad, et *O. dinaricus* eelistab Bulgaarias selgelt mäestike metsaseid jalameid, seda võib arvata ka iseloomuliku Alpe ümbritseva levimispiirkonna põhjal. Martens (1978) väidab, et *O. dinaricus* väldib inimasulaid ja linnaääri, kuid Mitov ja Stoyanov (2004) kohtasid liiki Bulgaaria pealinnas Sofias ja selle ümbruses.

Kirjanduses on *O. dinaricus* rõhutatult videvikuaja või öise aktiivsusega (Martens 1978; Komposch 2000), kuigi paljud koibikulised eelistavad öösel tegutseda (Todd 1949; Hillyard 2005). Päeval puhkab *O. dinaricus* puutüvedel, rohttaimede ja põõsaste lehestikus, kaljudel, kivide ja puutüvede all (Martens 1978). Martens (1978) lisab, et liik tundub kõikjal oma levialas haruldane ja hajusalt levinud olevat.

### **1.9.7.3 Areng ja fenoloogia**

Ainsad andmed fenoloogia kohta pärinevad Saksamaalt Salzburgi lähistelt. Tõenäoliselt talvituvad munad; noorloomi võib kohata juunist juulini, täiskasvanud isendeid juunist septembrini. (Martens 1978)

## **1.9.8 *Nemastoma lugubre* (Müller, 1776)**

### **1.9.8.1 Leviala**

Leviala läänepiir on Belgias ja Ida-Prantsusmaal, sealt ulatub ühtlane leviala Lääne-Venemaani (v.a. Suurbritannia ja Lõuna-Euroopa Vahemereäärsed piirkonnad) ning põhja Skandinaaviamaadesse (Martens 1978).

### **1.9.8.2 Elupaik**

*N. lugubre* pole elupaiga suhtes nõudlik liik, oluline on, et see oleks niiske pinnasega ja suhteliselt varjatud ala. Eelistatuid on lehtmetsad, kuid liiki kohtab ka pisut avatumates kooslustes, näiteks põõsastikes ning märgadel rohumaadel ja jäätmaadel. (Martens 1978; Spungis 2008) Lisaks nimetasid Mihal ja Gajdoš (2010) üheks elupaigaks ka karstikoopad. *N. lugubre*'t üldiselt maapinnast kõrgemal ei kohta, enamasti tegutseb ta lehekõdus, kivide ja

vanade langenud puutüvede all (Martens 1978;). Martens (1978) märgib, et kui leviala piirid välja arvata, on kõnealune liik suhteliselt rohkearvuline ning enamasti kõrge populatsiooni tihedusega.

### **1.9.8.3 Areng ja fenoloogia**

Spoek (1963) märgib, et Hollandis võib täiskasvanuid ja noorloomi kohata terve aasta vältel, kuid tundub, et liik on kõige aktiivsem septembrist detsembrini. Martens (1978) järeldab oma kogutud andmete põhjal, et *N. lugubre* puhul võib esineda vana ja uue generatsiooni ajaline kattumine. Toddi (1949) ja Phillipsoni (1959) andmeid *N. lugubre* kohta antud lõiku ei kaasatud, kuna on alust arvata, et nimetatud publitseeringutes käsitletud liik on tegelikult *N. bimaculatum* (vt. allpool)

### **1.9.8.4 Märkused**

*N. lugubre*'ga väliselt väga sarnane liik on *N. bimaculatum*, kes on genitaalmorfoloogiliselt selgelt eristatavad, kuid välimuse ja eluviiside poolest äärmiselt sarnased. Enne Martensi ja Gruberi uurimust 1968. aastal ei suudetud nende kahe liigi levialasid eristada ning seega ei saa varasemaid publitseeringuid käsitledes kindel olla, kumma liigiga on tegu. Praeguseks on teada, et *N. bimaculatum* leviala jääb *N. lugubre* levikupiirist lääne poole ning Suurbritannias on levinud ainult *N. bimaculatum*.(Martens 1978)

## **1.9.9 *Leiobunum tisciae* (Avram, 1968)**

*L. tisciae* on suhteliselt hiljuti kirjeldatud liik ning väga lähedane sugulus *L. rupestre*'ga on ilmselge (Martens 1978). Martens (1978) leiab, et liigid on põhimõtteliselt eristatavad ainult genitaalmorfoloogia järgi, kuid käesoleva töö autor suhtles *L. tisciae* asjus Dr. Lars Frimaniga, kes näitas liikide erinevusi ka tagakehamustris ning kutiikulamoodustises, sellegipoolest on genitaalide võrdlemise meetod usaldusväärsem. Martens (1978) lisab, et mõned autorid kahtlevad nimetatud kahe liigi eristamise võimalikkuses, kuna esineb ka segatüüpi määramistunnuseid, seepärast võib kirjanduses kohata määrangut *L. tisciae-rupestre*.

### **1.9.9.1 Leviala**

Seni teadaolevate andmete kohaselt on *L. tisciae* levinud peamiselt Ida-Euroopas, näiteks Poolas, Rumeenias, Tšehhis ja Slovakkias (Martens 1978; Klimeš 2000; Novak et al. 2006)

## 3. Materjal ja metoodika

### 3.1 Materjali kogumine

Kogu statistiliselt analüüsitud materjal on kogutud Eesti Malaise püüniste projekti raames, moodustades ka põhilise osa käesolevas töös uuritavast kogumaterjalist. Projekt viidi läbi Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudis Olavi Kurina juhtimisel aastatel 2008-2011 eesmärgiga koguda uusi ning täiendavaid teadmisi Eesti putukate elurikkuse kohta. Sphinx'i firma 15 nn Tšehhi tüüpi Malaise püünist (vt. Internet 1; Lisa 1, joonis 1.) paigutati 15 erinevasse kohta üle Eesti, kusjuures prooviti katta võimalikult lai biotoopide spekter ning saavutada ühtlane püügikohtade jaotus terve riigi piires. Täpsem info ning koordinaadid on esitatud Lisas 2, tabelis 1, joonisel 1.

Malaise püünis sarnaneb 1-3 meetrise tihedast võrgust viilja katusega avatud telgiga, mille ühe seina kohal koonduvasse tippu on paigaldatud kogumispudel (vt Lisa 1, joonis 1.). Putukad lendavad vastu püünise seina või seina ja katuse vahelisse nurka ning hakkavad fototaksise mõjul ülespoole liikuma, jõudes lõpuks vedelikuga täidetud või kuiva surmutina funktsioneerivasse kogumispurki. Projektis kasutatud püüniste kogumispead ehitati ümber nii, et nad koosneks kahest ülestikku asetsevast ning korgiga ühenduvast purgist (Lisa 1, joonised 2 ja 3). Selline variant on iseloomulik Townes tüüpi püünistele ning võimaldab lihtsamini proovipurke vahetada ja takistab vihmavee kogunemist püünispurki. Loomad koguti 70% alkoholi, millele oli lisatud ca 5% etüleenglükooli alkoholi aurumise takistamiseks. Igat püünist hooldas oma järelvaataja, kes neid kahepäevase intervalliga kontrollis ning püünispurke vahetas: kogumispeast keerati lahti putukatega purk ning asendati see uuega. Seejärel kurnati kogutud loomad läbi tiheda võrgu ning säilitati edaspidi 96% etanoolis vähemalt -20 C° kraadi juures sügavkülmas, mis võimaldab geneetilist infot säilitada. Lõpuks koguti kõik proovid kokku Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi zooloogia osakonda, kus neid hoiti -20 C° juures.

Lisaks kogus autor, Olavi Kurina ja Tõnu Kesküla 2012. aasta suve- ja sügisperioodil lisamaterjali, eesmärgiga püüda ainult koibikulisi võimalikuks liiginimekirja täienduseks. Püüdmispaigad ja -perioodid olid juhuslikud ning ebakorrapärased (vt. Lisa 3, tabel 1), mistõttu kõnealuseid tulemusi ei kaasatud statistilisse analüüsi. Meetoditena kasutati põhiliselt

passiivseid aukpüüniseid (*pitfall trap*), mõningal määral ka aktiivset kahapüüki ning loomade aktiivset otsimist. Aukpüünis koosnes vähemalt 15 cm sügavusega plasttopsist (näiteks 0,5l jogurtitops), väikesest plastkaanest ning selle maasse kinnitamise tarvis vajaminevatest puupulkadest. Plastiktops kaevati servaga triiki maapinda, selle põhjas oli 3-4 cm nivooga etüleenglükooli põhine jahutusvedelik ning topsi kohale mõne cm kõrgusele kinnitati väikeimetajate, kahepaiksete ja vihmavee lõksu sattumise vältimiseks eelpool kirjeldatud plastkaas. Lõksud jäeti 4-10 päevaks isendeid koguma ning seejärel sorteeriti koibikulised silma järgi kogu saagist välja ja säilitati 96% etanoolis.

### 3.2 Materjali sorteerimine

Malaise püüniste projekti raames püütud materjal sorteeriti enamjaolt eri seltsidesse (*Hymenoptera* ja *Diptera* puhul kitsamatesse rühmadesse) ning eraldati püüdmiskuupäevade ning –aja järgi 96% etanooliga täidetud 20 või 40 ml polüpropüleen topsidesse. Sorteerimisel kasutati Olympus SZ40 binokulaarluupi koos Highlight 3100 välisvalgusallikaga.

### 3.3. Määramine

Nii põhi- kui ka lisapüügil kogutud koibikuliste seltsi (*Opiliones*) esindajad määrati autori poolt liigi tasemeni, kasutades põhiliselt P. D. Hillyardi (2005) määramisjuhiseid ning täiendava materjalina ka J. Martensi (1978) ja B. P. Tševrisovi (1979) määramistabeleid. Määrangud tehti morfoloogiliste tunnuste põhjal nagu näiteks jalgade kuju ja pikkus, lõugtundlate ja -kobijate kuju, erinevad kutiikulamoodustised ja nende paiknemine, *ocularium*'i suurus ja kuju. Liikide määrangul kasutati Olympus SZ40 stereomikroskoopi ning Highlight 3100 välisvalgusallikat. Kahtluse korral võrreldi ka isasloomade genitaaltunnuseid, mida peetakse kõige kindlamaks määramistunnuseks (Hillyard 2005) ning konsulteeriti välismaiste spetsialistidega, kelleks olid Prof. Dr. Jochen Martens, Dr. Lars Friman ja Veikko Rinne. Kokku määrati nii 12 isendit neljast liigist. Piisavate määramistunnuste olemasolul määrati ka juveniilsed isendid, vastasel korral jäeti isendid andmestikust välja. Määramata jäi ligikaudu 6 % kogutud isenditest. Tõendusmaterjalina säilitatud isendid on kantud Eesti elurikkuse andmebaasi (Abarenkov et al. 2010, vt. ka Internet 2)

### 3.4 Andmeanalüüs

Malaise püünistega kogutud materjali analüüsiti statistiliselt eesmärgiga hinnata koibikuliste liigilise koosseisu mitmekesisust töös esindatud biotoopides ning koibikute elupaigaeelistuste uurimiseks. Mitmekesisuse hindamisel kasutati heterogeensuse indekseid, mis on palju informatiivsemad kui lihtsalt liikide arv, kuna ühendavad endas kaht komponenti: liikide arvu (liigirikkust) ning isendite arvulise jaotumise ühtlust eri liikide vahel (Peet 1974; Magurran 2004). Näiteks kui ühes proovis on 3 võrdse ohtrusega liiki, kuid teises 3 liiki, kus ühe liigi esindajad moodustavad 90% kogu isendite arvust, on esimene proov liigiliselt koosseisult mitmekesisem. Käesolevas töös arvatati biotoopide mitmekesisuse hindamiseks igale püügikohale heterogeensuse indeks ning selle paremaks tõlgendamiseks ka ühtlust ja liigirikkust iseloomustav näitaja (analoogne uurimus: Talvi, Mänd 2009). Statistilises analüüsis uuriti liigirikkuse, mitmekesisuse indeksite ning eri liikide arvukuse sõltuvust erinevatest biotoopide parameetritest, mille põhjal arutleti elupaigaeelistuste üle.

Koibikuliste eri elupaikade liigilise koosseisu mitmekesisuse hindamiseks kasutati Shannoni heterogeensuse indeksit  $H'$  (valem 1), Shannoni ühtluse indeksit  $J'$  (valem 2), Simpsoni indeksi  $D$  vormi  $1/D$  (valem 3).

$$H' = \sum (p_i)(\log_2 p_i) \quad (1)$$

$p_i$  - i-nda liigi suhteline arvukus proovis

$$J' = \frac{H'}{H_{max}} = H'/\ln S \quad (2)$$

$H'$  - Shannoni mitmekesisuse indeks

$S$  – liikide üldarv proovis

$$D = \sum \left( \frac{n_i[n_i-1]}{N[N-1]} \right) \quad (3)$$

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum \left( \frac{n_i[n_i-1]}{N[N-1]} \right)} \quad (4)$$

$n_i$  – i-nda liigi isendite arv proovis

$N$  – isendite üldarv proovis

Üks laialt kasutatud mitmekesisuse indekseid on Shannoni indeks  $H'$ , mille väärtus kasvab nii liigirikkuse kui ka jaotumisühtluse suurenedes, olles veidi tundlikum liigirikkuse suhtes (Magurran 2004). Magurran (2004) märgib, et hoolimata mitmete autorite välja toodud puudustest, on indeks oma traditsioonilisuse tõttu jätkuvalt populaarne, kuna tundub turvaline ning võimaldab oma andmeid paljude teistega võrrelda. Kui Shannoni indeksi väärtus jagada antud tingimustel maksimaalse võimaliku väärtusega (juhul, kus kõikidel liikidel oleks võrdne ohtrus) saame ühtlust iseloomustava indeksi  $J'$ , mille maksimaalseks väärtuseks on seega 1 ja minimaalseks 0.

Pigem domineerimise väljendamiseks kasutatakse Simpsoni indeksit  $D$ , mis on üks vanimaid endasuguste seas. See näitab tõenäosust, et ühe liikide kogumi seast kaks juhuslikult valitud isendit kuuluvad samasse liiki. Simpsoni indeksi väärtus on tugevalt kallutatud kõige ohtrama liigi poole proovis, kuna sisaldab isendite arvu ruutu (vt. valem 3). Sellegipoolest on tegu kahest komponendist sõltuva mitmekesisuse indeksiga, mistõttu kasutatakse selle intuitiivsemaid modifikatsioone  $1-D$  või  $1/D$ , kus suurim väärtus (vastavalt 1 või liikide arv proovis) näitab suurimat mitmekesisust. (Magurran 2004)

Töö käigus välja selgitatud eri elupaikade liigirikkuse ammendatust kontrolliti Chao 1 hinnangu järgi (valem 5), mis ennustab tegelikku liigirikkust tuginedes haruldaste liikide arvule proovis (Magurran 2004; Colwell & Coddington 1994). Arvutustel kasutati EstimateS: *statistical estimation of species richness* programmi (ver 8.2, vt. Internet 3), mis kasutab Anne Chao soovitusel hinnangu arvutamisel usaldusväärsemat valemit (valem 5) kui seda on esialgne klassikaline variant (valem 6).

$$\hat{S}_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1(F_1-1)}{2(F_2+1)} \quad (5)$$

$S_{obs}$  – liikide arv proovis

$F_1$  – liikide arv, mis on esindatud ainult 1 isendiga

$F_2$  – liikide arv, mis on esindatud 2 isendiga

$$\hat{S}_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2} \quad (6)$$

$S_{obs}$  – liikide arv proovis

$F_1$  – liikide arv, mis on esindatud ainult 1 isendiga



$F_2$  – liikide arv, mis on esindatud 2 isendiga

Dispersiooni arvutamiseks Chao1 hinnangule kasutab EstimateS järgnevaid valemeid: valem 7, kui  $F_1 > 0$  ja  $F_2 > 0$ ; valem 8, kui  $F_1 > 0$  ja  $F_2 = 0$ ; valem 9, kui  $F_1 = 0$  ja  $F_2 \geq 0$ .

$$v\hat{a}r(\hat{S}_{Chao1}) = \frac{F_1(F_1-1)}{2(F_2+1)} + \frac{F_1(2F_1-1)^2}{4(F_2+1)^2} + \frac{F_1^2 F_2 (F_1-1)^2}{4(F_2+1)^4} \quad (7)$$

$$v\hat{a}r(\hat{S}_{Chao1}) = \frac{F_1(F_1-1)}{2} + \frac{F_1(2F_1-1)^2}{4} - \frac{F_1^4}{4\hat{S}_{Chao1}} \quad (8)$$

$$v\hat{a}r(\hat{S}_{Chao1}) = S_{obs} e^{-\left(\frac{N}{S_{obs}}\right)} \left(1 - e^{-\left(\frac{N}{S_{obs}}\right)}\right) \quad (9)$$

$S_{obs}$  – liikide arv proovis

$F_1$  – liikide arv, mis on esindatud ainult 1 isendiga

$F_2$  – liikide arv, mis on esindatud 2 isendiga

$N$  – isendite üldarv proovis

Mitmekesisuse indekseid (Shannoni indeks  $H'$ , Shannoni ühtlus  $J'$ , Simpsoni indeks  $1/D$ ), liigirikkuse ja eri liikide isendite arvu sõltuvust elupaiku iseloomustavatest parameetritest analüüsiti segatüüpi dispersioonanalüüsiga. Sõltuvaks muutujaks oli indeksi, liigirikkuse või arvukuse väärtus ühes püügikohas ühel aastal, fikseeritud sõltumatuteks pidevateks muutujateks olid geograafiline laius ja pikkus, püügiaasta ja hinnanguline puu-, põõsa- ja rohurinde tihedus; kategoorilisteks olid puude tüüp (okaspuu, lehtpuu või mõlemad), kevadise üleujutuse esinemine (ei/jah), püünise kaugus veekogust (üle või alla 50 m) ja inimasula lähedus (ei/jah) (Lisa 4 tabel 1). Juhuslikuks muutujaks oli mudelites püügikoht ning hälvete vabadusastmeid korrigeeriti Kenward-Rogeri meetodil. Korrektsioon oli vajalik arvestamiseks korduvaid mõõtmisi samas kohas (kuni neli aastat) ja vältimaks seeläbi pseudoreplitseeritust. Kõiki analüüse alustati täielike (st. kõiki sõltumatuid muutujaid sisaldavate) mudelite sobitamisega, misjärel asuti mudelit lihtsustama ühekaupa eemaldades mitteoluliseks osutunud muutujaid. Mudeli lihtsustamist jätkati seni, kuni mudelisse jäid vaid statistiliselt olulised mõjud.

## 4. Tulemused

### 4.1 Leitud liigid

Kokku määrati 4102 Eesti aladelt Malaise püünistega kogutud koibikulist, kes jagunesid 9 liigi vahel (tabel 1). Hiljem teostatud lisapüüdmiste käigus uusi liike ei leitud. Kui arvestada kokku Chevrizovi (1979) NSV Liidu aegsed andmed ning Spungise (2008) mainitud Mati Martini suusõnalise kommentaari Eesti koibikuliste liikide kohta, leiti käesoleva tööga Eesti jaoks kolm uut liiki: *Rilaena triangularis*, *Lophopilio palpinalis* ja *Leiobunum tisciae*. Nelja varasemates töödes mainitud liiki ei leitud: *Nemastoma bimaculatum*, *Lacinius horridus*, *Opilio parietinus* ja *Leiobunum rupestre*. Võimalike põhjuste üle on arutletud töö arutelu peatükis. Grube (1859) uurimus keskendus küll Eesti aladele, kuid kuna koibikulisi puudutavad andmed olid põhiliselt Liivimaa kubermangust pärit, ei saa neid üheselt ei Eesti ega Läti liiginimestikuga võrrelda (vt. lisaks lk 11). Olgu siinkohal öeldud, et Grube (1859) mainitud kümnest liigist neli leiti ka käesoleva töö käigus. Soome (Stol 2007) ja käesoleva töö liiginimestik kattub seitsme liigi ulatuses ning Läti nimestikuga (Spungis 2008) kattub samas võrdluses kaheksa liiki.

**Tabel 1.** Käesolevas töös määratud liigid võrdluses varem Eesti aladelt leitudetega ning naaberriikide (Soome, Läti) liikidega.

Sugukond ja liik	Antud töö	Grube 1859	Chevrizov 1979	M. Martin kom.	Soome	Läti
<i>F. Trogulidae</i> Sundevall, 1833						
<i>Trogulus tricarinatus</i> (Linnaeus, 1758)						x
<i>F. Nemastomatidae</i> Simon, 1872						
<i>Nemastoma lugubre</i> (Müller, 1776)	x		x		x	x
<i>Nemastoma bimaculatum</i> (Fabricius, 1775)		x		x		
<i>Mitostoma chrysomelas</i> (Hermann, 1804)						x
<i>F. Phalangiidae</i> Latreille, 1802						
Subf. <i>Phalangiinae</i> Latreille, 1802						
<i>Phalangium opilio</i> (Linnaeus, 1758)	x	x		x	x	x
<i>Opilio dinaricus</i> (Silhavý, 1938)	x		x			x
<i>Opilio parietinus</i> (De Geer, 1778)		x		x	x	x

<i>Opilio saxatilis</i> (C. L. Koch, 1839)					x
<i>Rilaena triangularis</i> (Herbst, 1799)	x	x		x	x
<i>Lophopilio palpinalis</i> (Herbst, 1799)	x			x	x
<i>Platybunus bucephalus</i> (C. L. Koch, 1835)				x	
<i>Subf. Oligolophinae</i> Banks, 1893					
<i>Oligolophus hanseni</i> (Kraepelin, 1896)					x
<i>Oligolophus tridens</i> (C. L. Koch, 1836)	x		x	x	x
<i>Lacinius ehippiatus</i> (C. L. Koch, 1835)	x	x		x	x
<i>Lacinius horridus</i> (Panzer, 1794)		x	x	x	x
<i>Mitopus morio</i> (Fabricius, 1779)	x	x	x	x	x
<i>Subf. Leiobuninae</i> Banks, 1893					
<i>Nelima gothica</i> Lohmander, 1945				x	
<i>Leiobunum tisciae</i> (Avram, 1968)	x				
<i>Leiobunum rotundum</i> (Latreille, 1798)		x			x
<i>Leiobunum rupestre</i> (Herbst, 1799)			x	x	x
<i>F. Sclerosomatidae</i> Simon, 1879					
<i>Gyas annulatus</i> (Olivier 1792)		x			

## 4.2 Biotoopide võrdlused

Kõige liigirikkaimaks biotoobiks osutus segapuistuline palumets kaheksa liigiga, millele järgnes angervaksa puhmastik soometsa serval ning kuusiku ja raiesmiku piiriala, mõlemas seitse liiki. Kõik kolm elupaika asusid Lõuna- Eestis, vastavalt Võru-, Valga- ja Tartumaal. Kõige väiksem liigirikkus – kaks liiki – oli jõe luhal Pärnumaal, kust oli püütud ka ainult kuus isendit. (vt. tabel 2)

Liigilise koosseisu heterogeensus oli kõige suurem allikasoo serval Saaremaal, kuid isendite arv oli seal väga väike – 14 (tabel 2). Järgnesid kuusiku serv raiesmikul ning põlismetsane sügava oru põhi Tartumaal, kus esimesel on küll suurem liigirikkus, kuid madalam ühtlus, millele viitab ka madalam Simpsoni mitmekesisuse indeks. Nii Shannoni kui ka Simpsoni indeksile tuginedes oli kõige madalama mitmekesisusega hõre tammik Ida- Virumaal, mille tingisid kõige madalam ühtlus ning väike liikide arv. Liigiliselt koosseisult kõige ühtlasemad biotoobid olid jõe luht ning

**Tabel 2.** Biotoopide liigiline koosseis, isendite arv, liigirikkus, mitmekesisuse indeksid ning Chao1 hinang

Liik	Biotoop	Iida-																	
		Saaremaa, Orissaare	Muhu, lgaküla	Hiumaa, Kerema	Harjumaa, Üksnurme	Läänemaa, Kunitla	Pärnumaa, Tõstamaa	Pärnumaa, Nigula	Pärnumaa, Jõesuu	Virumaa, Mäetaguse	Jõgevamaa, Pataste	Tartumaa, Maiorg	Tartumaa, Melliste	Valgamaa, Puka	Võrumaa, Leoški	Saaremaa, Viidumäe			
	the parkmets asulas	sarapuud	karstunud männik	karstunud loopealne	mahajäetud õunaad	niiske salumets	kultuurmaastik (söödis põid)	karusambla männik	jõe luht	höre tammik	lõdumets	sügava oru põhi põlismetsaga	kuusiku serv	angenvaksa puhmastik soometsa serval	segapuistulise palumetsa serv	allikasoo serv			
<i>Nemastoma lugubre</i>									2								1		
<i>Oligolophus tridens</i>	77	208	20	32	74	24	22	116	182	146	169	100	158	3					
<i>Locinthus ephippiatus</i>	11	1	2	1	1	1	1	2	3	13	4	6	28						
<i>Mitopus morio</i>	291	267	104	22	224	33	4	340	102	252	21	321	6						
<i>Rilaena triangularis</i>	16		1	1	2	3	2	8	2	14	25	4	13						
<i>Lophopilio palpinalis</i>																			
<i>Phalangium opilio</i>			2	3	2	42	8	3	4	5	8	7	12						
<i>Opilio dinanicus</i>																			
<i>Leiobunum tiscioe</i>	18	56	15	3	18	11	1	116	136	108	11	48	1						
<b>Iseendide kokku</b>	<b>413</b>	<b>532</b>	<b>142</b>	<b>63</b>	<b>319</b>	<b>80</b>	<b>67</b>	<b>6</b>	<b>127</b>	<b>646</b>	<b>406</b>	<b>576</b>	<b>148</b>	<b>563</b>	<b>14</b>				
<b>Liigirikkus S</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>5</b>				
<b>Heterogeenus H'</b>	<b>0.91</b>	<b>0.96</b>	<b>0.83</b>	<b>0.88</b>	<b>0.79</b>	<b>1.09</b>	<b>1.19</b>	<b>0.63</b>	<b>0.34</b>	<b>1.07</b>	<b>1.28</b>	<b>1.32</b>	<b>1.1</b>	<b>1.15</b>	<b>1.4</b>				
<b>Simpsoni mitm. 1/D</b>	<b>1.87</b>	<b>2.41</b>	<b>1.77</b>	<b>2.19</b>	<b>1.82</b>	<b>2.64</b>	<b>2.8</b>	<b>2.14</b>	<b>1.19</b>	<b>2.57</b>	<b>3.28</b>	<b>3.18</b>	<b>2.07</b>	<b>2.43</b>	<b>4.33</b>				
<b>Ühtlus J'</b>	<b>0.57</b>	<b>0.69</b>	<b>0.52</b>	<b>0.49</b>	<b>0.49</b>	<b>0.79</b>	<b>0.66</b>	<b>0.91</b>	<b>0.31</b>	<b>0.60</b>	<b>0.71</b>	<b>0.68</b>	<b>0.57</b>	<b>0.55</b>	<b>0.87</b>				
<b>Chao1</b>	<b>5±2.59·e<sup>-18</sup></b>	<b>4±0.43</b>	<b>5±0.25</b>	<b>6±0.25</b>	<b>5±0.25</b>	<b>4±0</b>	<b>6.5±1.29</b>	<b>2±0.3</b>	<b>3±0</b>	<b>6±1.02·e<sup>-33</sup></b>	<b>6±0</b>	<b>7±0.46</b>	<b>7±0.46</b>	<b>8±0.46</b>	<b>6±2.19</b>				

allikasoo serv, kusjuures mõlemas oli teiste biotoopidega võrreldes tunduvalt väiksem isendite arv. Jõe luhal oli ka eelnevalt mainitud kõige madalam liigirikkus, mis hoolimata kõrgest ühtlusest heterogeensuse näitajat alandas. (vt. tabel 2)

Analüüsidest mitmekesisuse indeksite seost elupaigaparameetritega (tabel 3), selgus, et liigirikkus korreleerub positiivselt puurinde tihedusega. Samasugune seos ilmnis Simpsoni mitmekesisuse näitaja 1/D puhul, mis oli ka geograafilisest pikkusest positiivses sõltuvuses. Shannoni mitmekesisuse indeksi puhul statistiliselt olulist korrelatsiooni puurinde tihedusega ei näidatud, küll aga ilmnis see puude tüübi puhul (kas okaspuu-, lehtpuu- või segakooslus) ning oli negatiivses seoses põõsarinde tihedusega. Shannoni ühtluse indeksi sõltuvus biotoobiparameetritest ei olnud statistiliselt oluline.

Ainsad elupaigad, mille puhul Chao1 hinnang leitust suuremat liigirikkust ennustas, olid karusambla männik Nigulas ning allikasoo serv Viidumäel (tabel 2).

**Tabel 3.** Segatüüpi dispersioonanalüüsiga leitud liigirikkuse, mitmekesisuse indeksite (Shannoni indeks  $H'$ , Shannoni ühtlus  $J'$ , Simpsoni indeks 1/D) ja liikide arvukuse sõltuvus biotoobiparameetritest

		$F_{\text{daf}}$	P väärtus
Liigirikkus (S)	Puu.tih.	11.11 <sub>13,2</sub>	0.0053
Shannoni indeks ( $H'$ )	Põõs.tih.	4.64 <sub>53</sub>	0.0357
	Puu.tüüp	6.14 <sub>53</sub>	0.0040
Simpsoni indeks (1/D)	E	20.43 <sub>54</sub>	<0.0001
	Puu.tih	6.58 <sub>54</sub>	0.0131
<i>O. tridens</i> arvukus	Puu.tih.	10.93 <sub>13</sub>	0.0057
<i>L. ephippiatus</i> arvukus	Puu.tih.	19.83 <sub>53</sub>	<0.0001
	Puu. tüüp	5.01 <sub>53</sub>	0.0102

<i>M. morio</i> arvukus	Puu.tih.	19.63 <sub>53</sub>	<0.0001
	Vee kaug.	6.13 <sub>53</sub>	0.0040
<i>P. opilio</i> arvukus	Puu.tih.	6.02 <sub>13.2</sub>	0.028
<i>L. palpinalis</i> arvukus	N	7.67 <sub>12</sub>	0.017
<i>L. tisciae</i> arvukus	Puu.tih.	6.19 <sub>11.1</sub>	0.03
	P.aasta	8.03 <sub>26</sub>	0.0040

Puu.tih – puurinde tihedus

Põõs.tih – põõsarinde tihedus

Puu.tüüp – puude tüüp, st. kas lehtpuu-, okaspuu- või segakooslus

Vee kaug. – veekogu kaugus püünisest (üle või alla 50 m)

N – geograafiline laius

E – geograafiline pikkus

P.aasta – püügiaasta

### 4.3 Liikide arvukuse korrelatsioon biotoobiparameetritega

Selgelt ilmnis *Phalangium opilio* eelistus avatumate elupaikade suhtes: tabelist 2 on näha liigi arvukuse silmatorkavat tõusu avatud kultuurmaastikul võrreldes teiste biotoopidega, kusjuures arvukuse negatiivne korrelatsioon puude tihedusega leidis statistilist kinnitust (tabel 3).

*Oligolophus tridens*, *Mitopus morio* ja *Lacinius ephippiatus* arvukus sõltus positiivselt puurinde tihedusest. Lisaks ilmnis *M. morio* arvukuse seos veekogu kaugusega püügikohast ning *L. ephippiatus* arvukuse sõltuvus puude tüübist (lehtpuu, okaspuu või segakooslus).

*Lophopilio palpinalis* arvukus korreleerus negatiivselt geograafilise laiusega. *Leiobunum tisciae* arvukuse langus iga järgneva püügiaastaga oli statistiliselt oluline. Samuti õnnestus

näidata sõltuvust puude kasvutiheduse suhtes. *Rilaena triangularise* arvukuse seos

biotoopide tunnustega ei olnud statistiliselt oluline. *Nemastoma lugubre* ja *Opilio dinaricuse*

elupaikade eelistust ei saanud adekvaatselt hinnata, kuna materjali oli statistilise analüüsi

jaoks liiga vähe – kokku püüti Malaise püünistega vastavalt viis ja neli isendit (tabel 2).

(vt. tabel 3)

## 5. Arutelu

### 5.1 Biotoopide võrdlus

Oodatult osutus suure liigirikkusega elupaigaks segametsa servaala, kuna just segamets on biotoop, kus esineb kirjanduse andmetel suurema osa leitud liikidest (Martens 1978) ja servaala võimaldab ka avatumaid elupaiku eelistavate liikide kohalolu. Oodatust väiksem oli liigirikkus niiskes salumetsas, mis peaks olema paljudele koibikuliikidele sobiv elupaik (Martens 1978; Hillyard 2005).

Väga huvitavaid tulemusi näitas andmeanalüüs Viidumäe allikasoo serva kohta, kust püüti väga vähe isendeid, kuid liikide arv oli suur. Selline ühtlus viitab suurele tegeliku liikide arvule ning kogutud liikide arvust kõrgemat tegelikku liigirikkust ennustas ka Chao1 hinnang (tabel 2).

Liigirikkuse positiivne korrelatsioon puurinde tiheduse suhtes viitab suurema osa uuritud koibikuliikide lembusele varjatumate elupaikade suhtes. Lisaks toetas seost analoogne analüüs eri liikide isendite arvukuste ja biotoopide tunnuste vahel – tervelt neljal liigil seitsmest (kahe liigi puhul oli testi tegemise jaoks andmeid liiga vähe) osutus puurinde ja arvukuse vaheline positiivne sõltuvus statistiliselt oluliseks (vt. ka „Üksikute liikide elupaigaeelistused“).

Samasugune seos Simpsoni mitmekesisuse näitaja puhul viitaks justkui liikide domineerimise suurenemisele avatumate elupaikade puhul, kuna Shannoni mitmekesisuse indeks, mis on ühtluse poole palju vähem kallutatud, puurinde tihedusega ei korreleerunud. Nähtust võiks seletada vähesemate liikide esinemisega avatumatel aladel (Hillyard 2005; Spungis 2008), kes on vastavaks eluviisiks kohastunud on ning domineerivad seega arvuliselt teiste üle. Teisalt ei ilmnenu Shannoni ühtluse indeksil ühegi biotoobi parameetriga statistiliselt olulist sõltuvust.

Seostele Shannoni heterogeensuse ja põõsarinde ning Simpsoni indeksi ja geograafilise pikkuse vahel ei oska autor hetkel seletust pakkuda.

## 5.2 Üksikute liikide elupaigaeelistused

Selgus, et koibikuliikide biotoobieelistusel on uuritud tunnustest kõige määravam puude kasvutihedus. Kokku ilmnes viie liigi arvukusel seitsmest korrelatsioon antud tunnusega. Kirjanduse andmetel on koibikuliste ökoloogias oluline roll elupaiga struktuuril, niiskusel ning temperatuuril, millest on seega tingitud ka elupaiga valik (Todd 1949; Adams 1984; Hillyard 2005; vt. lisaks lk 7). Need tunnused aga on otseselt või kaudselt seotud puurinde tihedusega, näiteks mõjutab õhutemperatuuri kõikumine metsasisest temperatuuri palju vähem kui niidul, samuti on puudel suur mõjukogu taimekoosluse struktuurile. Selline seos võib seletada koibikute arvukuse sagedast sõltuvust puude kasvutihedusega.

*Nemastoma lugubre* äärmiselt väike isendite arv Malaise püünistes võib tingitud olla liigi maapinnalähedasest eluviisist (Todd 1949; Martens 1978), mistõttu oleks otstarbekam liiki püüda aukpüünistega.

*Rilaena triangularise* arvukuse ja biotoopide tunnuste korrelatsioon ei olnud statistiliselt oluline. Ka Lätis tehtud uurimuse käigus ei tuvastatud *R. triangularis* 'e selget elupaigaeelistust (Spungis 2008), kuigi Todd (1949) näitas liigi eelistust madalamate temperatuuride suhtes ning Hillyard (2005) märgib tüüpilise elupaigana niiske metsaaluse. Tegemist on siiski laialt levinud liigiga (Martens 1978), järelikult pole väga kitsad elupaigaeelistused tõenäolised, mistõttu oleks tema biotoobieelistuse väljaselgitamiseks vaja teha põhjalikumaid uurimistöid.

*Phalangium opilio* selge eelistus avatumate elupaikade suhtes ühtib kirjanduse andmetega, paljud autorid märgivad liigi eelistatumateks elupaikadeks niite, avatumaid kultuurmaastikke ja aedu (Todd 1949; Bristowe 1949; Martens 1978; Spungis 2008).

*Oligolophus tridens*, *Mitopus morio* ja *Lacinius ephippiatus* arvukus sõltus positiivselt puurinde tihedusest. Esimesed kaks on holarktilise levikuga ning eriti *M. morio* puhul tuuakse esile väga laia ökoloogilist tolerantsi (Martens 1978; Hillyard 2005). *O. tridens* puhul võib korrelatsioon tingitud olla niiskema keskkonna ja madalamate temperatuuride eelistusest (Todd 1949), samuti on teda kirjanduses kirjeldatud kui pigem metsasemete alade asukat, sama võib öelda ka *L. ephippiatus* kohta (Martens 1978; Hillyard 2005). Teisalt leidub *O. tridens* piisava niiskuse korral ka lagedamatel aladel (Hillyard 2005), mis võib seletada tema kõrget arvukust Ida-Virumaa hõredas tammikus (tabel 2). *M. morio* arvukuse seost



puurindega on laia ökoloogilise tolerantsi tõttu keerulisem seletada, kuigi Spungis (2008) täheldas samuti metsade eelistust niitude üle.

*Lophopilio palpinalis* kohtab tihti lehtmetsade kõdukihis, niisamuti ka *L. ephippiatus*, kuid kummagi liigi puhul korrelatsiooni rohurinde tihedusega tõestada ei suudetud. Huvitaval kombel leiti statistiliselt oluline negatiivset sõltuvust *L. palpinalis* arvukuse ja geograafilise laiuse vahel, ent kõnealune liik esineb ka Soomes, kus tema leviala ulatub 500 km kaugusele lõunarannikust (Stol 2003, 2007).

*Leiobunum tisciae* oli ainus liik, kelle arvukuse langus aastate lõikes leidis statistilist kinnitust. Seose põhjuste väljaselgitamiseks oleks vaja teha põhjalikumat uurimistööd. *L. tisciae* oli ka üks liikidest, kelle arvukus sõltus positiivselt puurinde tihedusest, kuigi antud liigi puhul võib seos palju otsesem olla kui eespool mainitudel. Nimelt tavatseb pikajalgne *L. tisciae* rohurindest kõrgemal puude tüvedel, okstel või ka majaseintel liikuda (Martens 1978).

### **5.3 Leitud liikide nimekirja võrdlus varasemate ning naaberalade andmetega**

Antud töö käigus ja naabermaades leitud liikide arvu võrdlemisel on alust arvata, et ka Eestis võiks tegelikult rohkem liike leiduda. Vähesel määral toetavad sellist hinnangut Chao I tegeliku liigirikkkuse ennustuse tulemused (tabel 2). Võrdlus varasemate andmetega Eesti aladelt näitab samuti, et mõned liigid võisid käesoleva töö käigus leidmata jääda, kuigi arvestada tuleb ka minevikus toimunud võimalike määranguksimustega ning tollaste liigiandmete uuendustega aja jooksul.

Väga tõenäoliselt oli Spungise (2008) ja Grube (1859) töödes mainitud *Nemastoma bimaculatum* tegelikult hoopis *N. lugubre*, kuna tegemist on kahe äärmiselt sarnase liigiga (täpsemalt lk 20), kelle puhul on nüüdseks teada, et *N. lugubre* leviala jääb Belgiast ja Lääne-Prantsusmaast ida poole (k.a. Skandinaavia) ning lääne poole (k.a. Suurbritannia) *N. bimaculatum* leviala (Martens 1978).

*Leiobunum tisciae* on suhteliselt hiljuti kirjeldatud liik (Avram, 1968), varem ei eristatud teda *L. rupestre*'st. Nende taksonite staatus on siiani segane (Martens 1978) ning seetõttu kohtab

kirjanduses ka *L. tisciae-rupestre* määrangut. Seega on väga raske öelda, kas erinevate varasemate *L. rupestre* määrangute taga peitus tegelikult ka *L. tisciae*.

*Lacinius horridus* on väga omapärase välimusega, seega on Chevrizovi (1979) esitatud andmed tema esinemise kohta Eestis tõenäoliselt õiged. Kõnealune liik on termofiilne, mis on koibikute seas haruldane ning tingib liigi laia leviku Euroopa lõuna- ja lääneosades, kuigi teda võib harva kohata ka Lõuna-Soomes ja -Rootsis (Martens 1978, Stol 2003). Lätis leidis Spungis (2008) *L. horridus* 't ainult edelaranniku liivaluidetelt. Nendest andmetest lähtudes võib *L. horridus* võimalikku leidumist Eestis lähemat uurida, eriti Lääne- ja Lõuna-Eestis, kusjuures otsima peaks pigem avatud puudevaestest biotoopidest (Martens 1978).

*Opilio parietinus* on Euroopas väga tavaline liik, kes on pärit Lähis-Idast ja Vahemeremaadelt, kuid nüüdseks hõlmab leviala suurt osa Lääne-Palearktises, Nearktist ja Tasmaaniat (Martens 1978). Põhjus, miks käesoleva töö käigus ühtki isendit ei püütud, võib peituda liigi elupaigaeelistuses. *O. parietinus* on sünantroopne liik, kes elab parkides, aedades, majaseintel jm taolistes paikades (Hillyard 2005, Martens 1978), mis olid aga Malaise püüniste asukohtadena vähe esindatud (vt. tabel 2).

Spungis (2008) väidab, et *Mitostoma chrysomelas* leviku põhjapiir läbib Lätit, mis seletab liigi sealset haruldust; teisalt näitas Stol (2003, 2007), et *M. chrysomelas* on Rootsis levinud ka Eesti laiuskraadidel, mille tõttu ei saa kõnealuse liigi esinemist Eestis välistada. Samuti elab 1.5 – 2.5 mm kehapikkusega *M. chrysomelas* maapinnal varjulistes kohtades (nt. kivide all, sambla ja lehekõdu sees) ja koobastes (Hillyard 2005; Martens 1978), mistõttu tema Malaise püünistega püüdmise pole sarnaselt *N. lugubre* 'ga otstarbekas.

Kuigi Stol (2003, 2007) märkis *Platybunus bucephalus* esinemist Soomes, ei ole see tegelikult tõenäoline. Käesoleva töö autor korrespondeeris Veikko Rinnega, kes osaleb uue Soome koibikuliste ülevaate koostamisel ning kelle sõnul olid Soomest leitud *P. bucephalus* 'ks arvatud isendid juveniilsed ning seetõttu väga raskesti eristatavad sarnasest liigist *Rilaena triangularis*. Raamatu tarbeks tehtud uute uurimuste raames pole samuti veel ühtegi *P. bucephalus* esindajat leitud ning seda ka mitte ülejäänud Skandinaavias. Lisaks märgib Martens (1978), et nimetatud liik eelistab mägiseid elupaiku ning on iseloomulik Alpide ja Karpaatide piirkondadele, seega on *P. bucephalus* esinemine Soomes ja eriti Eestis äärmiselt vähetõenäoline.

Spungis (2008) märgib *Opilio saxatilis* ja *Leiobunum rotundum* leviala põhjapiiriks Läti. Kuigi Soomes kumbagi liiki tõepoolest ei esine, on nad Rootsi lõunaosas olemas (Stol 2003, 2007).

*Nelima gothica* puhul on situatsioon vastupidine: esineb Soomes ja ülejäänud Skandinaavia lõunarannikul (Stol 2003), kuid Lätis pole antud liiki täheldatud (Spungis 2008, Chevrizov 1979). Hillyard märgib *N. gothica* elupaigaeelistuseks rannikud, seega vajaks Eesti rannik liigi võimaliku esinemise suhtes lähemat uurimist.

## Kokkuvõte

Käesolevas lõputöös tuuakse selgust ja uuendatakse Eesti koibikuliste (*Opiliones*) liiginimestikku, uuritakse leitud liikide elupaigaeelistusi ning erinevate elupaikade koibikuliste liigilist mitmekesisust. Sissejuhatuses antakse summeeriv ülevaade koibikuliste seltsi kohta ilmunud kirjandusest, käsitletakse koibikuliste fülogeneesi, morfoloogiat, levikut, elupaiku, toitumist, vaenlasi ja kaitsekohastumisi ning paljunemist ja arengut. Lisaks esitatakse kirjanduse põhjal ülevaade töö käigus kogutud liikide leviku, elupaigaeelistuste, toitumise ning arengu ja fenoloogia kohta.

Koibikulisi koguti nelja aasta vältel (2008-2011) Eesti Malaise püüniste projekti raames, mis hõlmas 15 üle Eesti erinevatesse biotoopidesse paigutatud püünist. 2012. aasta suvel ja sügisel tehti aukpüüniste, kaha- ja käsipüügiga lisakogumisi. Püütud isendid määras töö autor. Seejärel analüüsiti Malaise püünistega kogutud isendite põhjal koibikuliste liigilist mitmekesisust erinevates püüniseid ümbritsevates biotoopides. Statistilist analüüsi kasutades uuriti liigilise koosseisu mitmekesisuse ja üksikute liikide arvukuse sõltuvust biotoope iseloomustavatest parameetritest. Tulemuste põhjal arutletakse leitud liikide elupaigaeelistuste üle.

Kõige liigirikkamaks uuritavatest biotoopidest osutus segapuistuline palumets, liigilise koosseisu mitmekesisus oli kõige suurem allikasoo äärealal ning kõige madalam hõredas tammikus. Täheledatai nii liigirikkuse kui ka mitmete liikide arvukuse statistiliselt olulist seost elupaiga puurinde tihedusega, mis ilmselt mõjutab teisi koibikute elupaigavaliku jaoks olulisi keskkonnategureid.

Eestist leiti kokku 9 liiki koibikulisi: *Nemastoma lugubre*, *Oligolophus tridens*, *Lacinius ephippiatus*, *Rilaena trinagularis*, *Lophopilio palpinalis*, *Mitopus morio*, *Phalangium opilio*, *Opilio dianricus* ja *Leiobunum tisciae*. Tulemust naaberriikide ja varasemate andmetega võrreldes ning arvestades püügimeetodi kitsendusi ja töös esindatud biotoope, peab autor võimalikuks veel mõningate liikide esinemist Eestis. Seetõttu vajaks Eesti koibikuliste liigiline koosseis veel täiendavat uurimist.

# Summary

## Harvestmen (Opiliones) in Estonia

The aim of this thesis is to clarify and update the species list of Harvestmen (*Opiliones*) in Estonia, provide an insight into the habitat preferences of different species and the species diversity of each habitat. The introduction presents a literature review on Harvestmen's phylogeny, morphology, distribution, habitats, diet and foraging, enemies and defence mechanisms, reproduction and development. In addition, the habitat preferences, diet, development and phenology of species collected for this thesis are more thoroughly reviewed.

Specimens were collected over a period of four years (2008-2011) on 15 sites of different biotopes throughout Estonia in the frames of the Estonian Malaise Trap Project. Additional sampling was carried out in the summer of 2012 using pitfall traps, net sweeping and hand searching. All specimens were identified by the author. The species diversity of different biotopes was analysed based on the specimens captured by Malaise traps only. Using statistical analysis, correlation between habitat parameters and the species diversity and each species' abundance was studied. The habitat preferences of the species identified were discussed based on the results.

Among the studied biotopes, mixed boreo-nemoral forest was the highest in species richness, while the greatest diversity was found on the edge of a spring-fed marsh. Species diversity was lowest in a sparse oak forest. A strong statistical correlation appeared between canopy layer density and both species richness and several species' abundance. It is suggested that canopy layer density can affect other environmental factors on which the habitat selection of Harvestmen is based.

An overall of 9 species of Harvestmen were identified: *Nemastoma lugubre*, *Oligolophus tridens*, *Lacinius ephippiatus*, *Rilaena trinagularis*, *Lophopilio palpinalis*, *Mitopus morio*, *Phalangium opilio*, *Opilio dianricus* and *Leiobunum tisciae*. Comparing the results to data from neighbouring countries and previous studies and taking into account the limitations of sampling methods and the biotopes covered, the author suggests the possible presence of additional species in Estonia. Therefore, the species composition of Harvestmen in Estonia requires further studying.

## **Tänuavaldus**

Autor tänab siiralt juhendajaid kõikvõimaliku abi ning võimaluse eest sellist tööd koostada. Väga suurt tänu on väärt ka Juhan Javois, kes aitas käesolevat tööd viimistleda ning andis väga teretulnud sisulist nõu. Suur aitäh inimestele, kes töös kasutatud materjali kogusid ja sorteerisid, samuti kõigile, kes osalesid Eesti Malaise püüniste projektis - ilma nende inimesteta poleks käesolevat lõputööd kindlasti sündinud. Südamlikud tänud Erik Salole, kes aitas tõlketööde ning muu nõu ja jõuga. Samuti on autor väga tänulik Prof. Dr. Jochen Martensile, kes vastutulelikult oma teose Eestisse saatis, ning Dr. Lars Frimanile ja Veikko Rinnele, kes autorit määrangutega abistasid.

## Kasutatud kirjandus

- Abarenkov, K., Tedersoo, L., Nilsson, R. H., Vellak, K., Saar, I., Veldre, V., Parmasto, E., Prous, M., Aan, A., Ots, M., Kurina, O., Ostonen, I., Jõgeva, J., Halapuu, S., Põldmaa, K., Toots, M., Truu, J., Larsson, K.-H., Kõljalg, U. 2010. PlutoF – a web based workbench for ecological and taxonomic research, with an online implementation for fungal ITS sequences. – *Evolutionary Bioinformatics* 6: 189–196.
- Acosta, L. E., G. Machado. 2007. Pt. Diet and Foraging. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 309-338.
- Adams, J. 1984. The Habitat and Feeding Ecology of Woodland Harvestmen (Opiliones) in England. – *OIKOS*, 42: 361-370.
- Arlan, L. E., H. A. Yuan. 1968. Daily Locomotory Activity in *Phalangium opilio* and Seven Species of *Leiobunum* (Arthropoda:Phalangida). – *Bios*, 4: 167-176.
- Benson, T. J., Chartier, N. A. 2010. Harvestmen as predators of bird nestlings. – *The Journal of Arachnology*, 38:374-376.
- Bristowe, W. S. 1949. The distribution of harvestmen (Phalangida) in Great Britain and Ireland, with notes on their names, enemies and food. – *Journal of Animal Ecology*, 18:100-114.
- Chevrizov B.P. 1979. On the fauna of Opiliones of the western regions of the European part of the USSR. - *Revue d'Entomologique de l'URSS* 58, No. 2: 426-430.
- Cokendolpher, J. C., P. G. Mitovi 2007. Pt. Natural Enemies. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 339-373.
- Colwell, R. K., J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. – *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 345: 101–118.

- Curtis, D. J., G.Machado. 2007. Pt. Ecology. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 280- 308.
- Dixon, P. L., R. G. McKinlay. 1989. Aphid predation by harvestmen in potato fields in Scotland. – *Journal of Arachnology* 17: 253-255.
- Dunlop, J. A., L. I. Anderson, H. Kerp, H. Hass. 2004. A harvestman (Arachnida: Opiliones) from the Early Devonian Rhyniecherts, Aberdeenshire, Scotland. – *Trans. R. Soc. Edinb., Earth Sci.*,94: 341-354.
- Dunlop, J.A., 2007. Pt. Paleontology. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. pp. 247–265.
- Edgar, A. L. 1971. Studies on the biology and ecology of Michigan Phalangida (Opiliones). – *Misc. Pub. Mus. Zool., Univ. Mich.*, 144:1- 64
- Edmunds, M. 1974. *Defense in Animals: A Survey of Anti-predator Defenses*. Longman, Harlow.
- Giribet, G., G. D. Edgecombe, W. C. Wheeler, C. Babbitt. 2002. Phylogeny and Systematic Position of Opiliones: A Combined Analysis of Chelicerate Relationships Using Morphological and Molecular Data. – *Cladistics*, 18: 5-70.
- Giribet, G., G. Machado, R. Pinto-da-Rocha. 2007. *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. 597 pp.
- Giribet, G., Kury, A.B. 2007. Pt. Phylogeny and Biogeography. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 62- 87.
- Giribet, G., L. Vogt, A. B. Gonzales, P. Sharma , A. B. Kury. 2010. A multilocus approach to harvestman (Arachnida: Opiliones) phylogeny with emphasis on biogeography and the systematics of Laniatores. – *Cladistics*, 26: 408-437.
- Gnaspini, P., M. R. Hara. 2007. Pt. Defence Mechanisms. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 374-399.



- Grube, A. E. 1859. Verzeichniss der Arachnoiden Liv-, Kur- und Ehstlands. – *Archiv Naturk. Ehst-, Liv- und Kurlands*.
- Hillyard, P. D. 2005. *Harvestmen*. Shrewsbury: Field Studies Council for The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association. 167 pp.
- Houghton, J. E., V. R. Townsend, Jr., D. N. Proud. 2011. The Ecological Significance of Leg Autotomy for Climbing Temperate Species of Harvestmen (Arachnida, Opiliones, Sclerosomatidae). – *Southeastern Naturalist*, 10(4): 579-590.
- Komposch, C. 2000. Harvestmen and spiders in the Austrian wetland – Hörfeld-Moor. – *Ekologia (Bratislava)*, 19: 65-77.
- Kury, B. 2011. Order Opiliones Sundevall, 1833. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. – *Zootaxa*, 3148, 112–114.
- Kury, B. 2011. Order Opiliones Sundevall, 1833. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. – *Zootaxa*, 3148: 113-114.
- Lange, A. 1984 (tõlge J. Vilbaste). Alamhõimkond: Lõugtundlased (Chelicerata). Remm, H. (toim.) *Loomade elu . Selgrootud III*. Tallinn, Valgus. Pp. 7–102.
- Linzen, B. 1989. Blue blood: structure and evolution of hemocyanin. – *Naturwissenschaften*, 76: 206-11.
- Machado, G., R. L. G. Raimundo, P. S. Oliveira IV. 2000. Daily activity schedule, gregariousness, and defensive behaviour in the Neotropical harvestman *Goniosoma longipes* (Opiliones: Gonyleptidae). – *Journal of Natural History*, 34: 587-596.
- Machado, G., R. Macias-Ordonez. 2007. Pt. Reproduction. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 414-454.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing. 215 pp.

- Markl J., W. Stöcker, R. Runzler & E. Precht, 1986. Immunological correspondences between the hemocyanin subunits of a multigene protein family. In: Linzen B. ed., *Invertebrate Oxygen Carriers*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg:281-292.
- Martens, J. 1978. Pt. Spinnentiere, Arachnida: Weberknechte, Opiliones. *Die Tierwelt Deutschlands*, vol. 64. Gustav Fisher, Jena. Pp 1-464.
- Mihal, I., P. Gajdoš. 2010. Harvestmen (Arachnida, Opiliones) with notes on their habitat requirements in selected areas of Central Slovakia. – *Folia Oecologica*, 2: 205-210.
- Mitov, P. G., I. L. Stoyanov. 2004. Pt. The harvestmen fauna (Opiliones, Arachnida) of the city of Sofia (Bulgaria) and its adjacent regions. *Ecology of the City of Sofia. Species and Communities in an Urban Environment* (L. Penev, J. Niemelä, DJ Kotze & N. Chipev, eds.), Sofia-Moscow: PENSOFT. Pp 319-354.
- Mitov, P. G., I. L. Stoyanov. 2005. Ecological profiles of harvestmen (Arachnida, Opiliones) from Vitosha Mountain (Bulgaria): a mixed modelling approach using gams. – *Journal of Arachnology* 33: 256-268.
- Morse, D. H. 2001. Harvestmen as commensals of crab spiders. – *Journal of Arachnology* 29: 273-275.
- Nyffeler, M., W.O.C. Symondson. 2001. Spiders and harvestmen as gastropod predators. – *Ecol. Entomol.* 26: 617–628.
- Peet, R. K. 1974 The Measurement of Species Diversity. – *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Phillipson, J. 1960. A Contribution to feeding biology of *Mitopus morio* (F) (Phalangida). *Journal of Animal Ecology*, 29:35-43.
- Phillipson, J., 1960. A Contribution to feeding biology of *Mitopus morio* (F) (Phalangida). – *Journal of Animal Ecology*, 29:35-43.
- Pinto-da-Rocha et al. 2005 Pinto-da-Rocha, R., M. B. Silva, C. Bragagnolo. 2005. Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. – *Journal of Arachnology* 33: 290-299.

- Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. 597 pp.
- Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. 2007. Pt. What Are Harvestmen? -da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 1-13,
- Sabino, J., P. Gnaspini. 1999. Harvestman (Opiliones, Gonyleptidae) takes prey from a spider (Araneae, Ctenidae). – *Journal of Arachnology*, 27: 675-678.
- Sankey, J. H. P. 1949. Observations on food, enemies and parasites of British harvestspiders (Arachnida:Opilions). – *Entomologist's Mon. Mag.*, 85: 246-247.
- Shear, W. A. 1982. Pt. Opiliones. *Synopsis and Classification of Living Organisms*, vol. 2 (S. P. Parker, ed.) McGraw-Hill, New York. Pp. 104-110.
- Shultz, J. W. 1990. Evolutionary morphology and phylogeny of Arachnida. – *Cladistics*, 6:1- 38
- Shultz, J. W. 1998. Phylogeny of Opiliones (Arachnida): an assessment of the „Cyphopalpatores“ concept. – *J. Arachnol.*, 26: 257-272.
- Shultz, J. W., Pinto-da-Rocha, R. 2007. Pt. Morphology and Functional Anatomy. Pinto-da-Rocha, R., Machado, G., Giribet, G. (Eds.), *Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard University Press. Pp 14- 61.
- Shultz, J.W. 2007. A phylogenetic analysis of the arachnid orders based on morphological characters. – *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150: 221-265.
- Spoek, G. L. 1963. The Opilionida (Arachnida) of the Netherlands. – *Zool. Verh.*, 63: 1-70.
- Spungis, V. 2008. Fauna, Distribution, Habitat Preference and Abundance of Harvestmen (Opiliones) in Latvia. – *Latvijas entomologs*, 45: 14-24.
- Spungis, V. 2008. Fauna, Distribution, Habitat Preference and Abundance of Harvestmen (Opiliones) in Latvia. – *Latvijas entomologs*, 45: 14-24.
- Stol, I. 2007. Checklist of Nordic Opiliones. – *Norw. J. Entomol.* 54, 23-26
- Stol, I. 2007. Checklist of Nordic Opiliones. – *Norw. J. Entomol.* 54: 23-26

- Sunderland, Sutton 1980 Sunderland, K. D., S. L. Sutton. 1980. A serological study of arthropod predation on woodlice in a dune grassland ecosystem. – *The Journal of Animal Ecology*, 49: 987-1004.
- Talvi, T., R. Mänd. 2009. Puhtu maismaateod. – *Estonia Maritima*, 8: 106-132.
- Tchemeris, A. N., D. V. Logunov, N. Tsurusaki. 1998. A contribution to the knowledge of the harvestman fauna of Siberia (Arachnida: Opiliones). – *Arthropoda selecta*, 7: 189-199.
- Todd, V. 1949. The habits and ecology of the British harvestmen (Arachnida: Opiliones) with special reference to those of the Oxford district. – *J. Anim. Ecol.*, 18: 209-229.
- Todd, V. 1950. Prey of Harvestmen (Arachnida, Opiliones). – *Ent. Mon. Mag.* 86: 252-4.
- Willemart, R. H. 2002. Cases of infra- and inter-specific food competition among Brazilian harvestmen, in captivity (Opiliones, Laniatores, Gonyleptidae). – *Rev. Arachnol.*, 14: 49-58.

## **Internetiallikad**

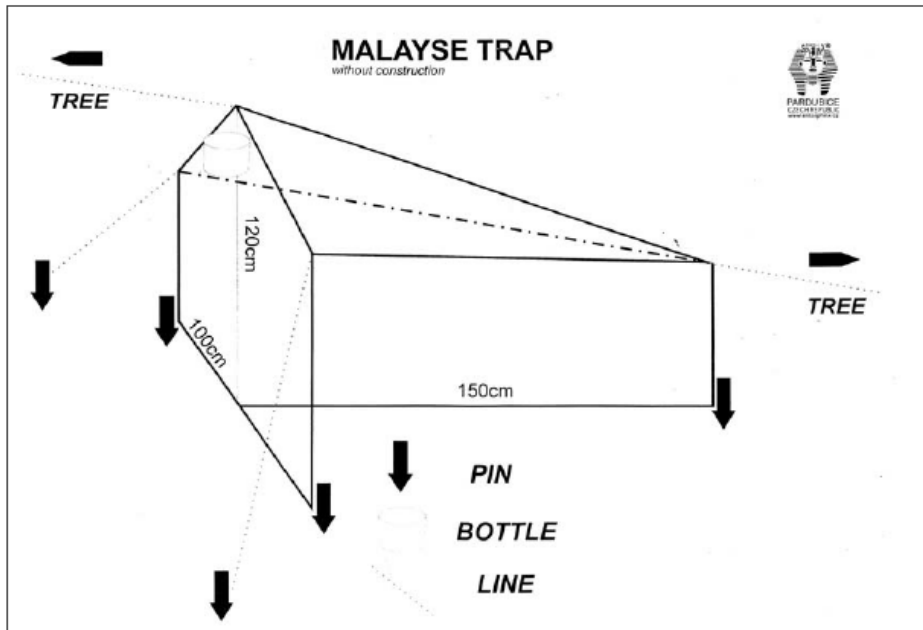
Internet 1. <http://www.entosphinx.cz/>

Internet 2. <http://elurikkus.ut.ee/index.php?lang=est>

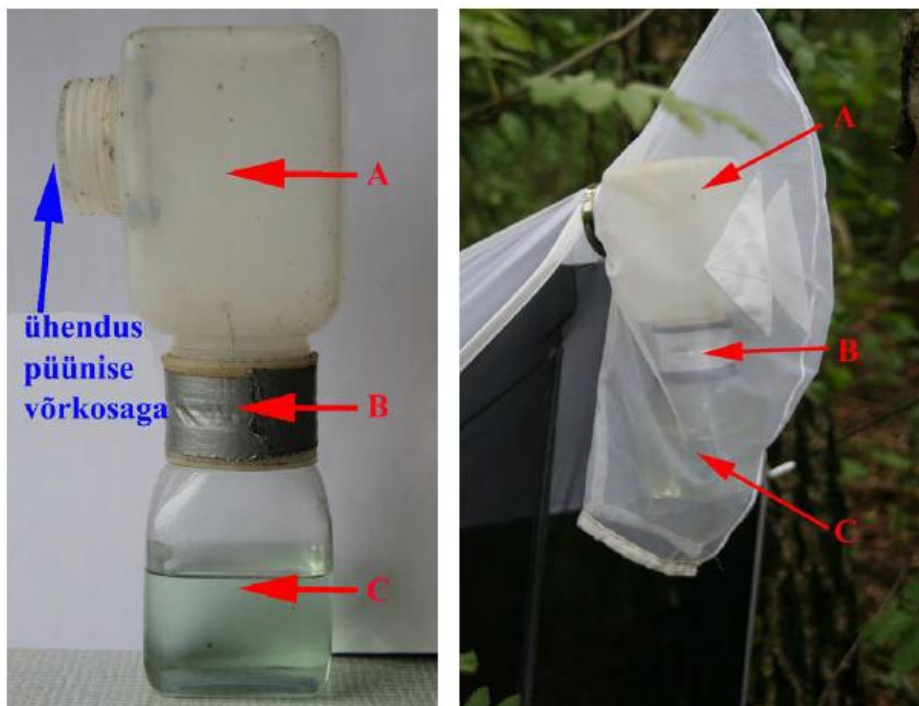
Internet 3. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>

# LISAD

## Lisa 1. Malaise püünise joonised



Joonis 1. Tšehhi tüüpi Malaise püünise skeem



Joonised 2 ja 3. Ümberehitatud kahest purgist koosnev kogumispea. Purkide ümber on näha esialgne Tšehhi tüüpi püünistele iseloomulik kogumiskott. A – ülemine plastikust purk; B – purke ühendav korkidest kokkuliimitud muhv; C – alumine purk koos püünisvedelikuga (70% alkohol + 5% etüleenglükooli). Fotod: O. Kurina

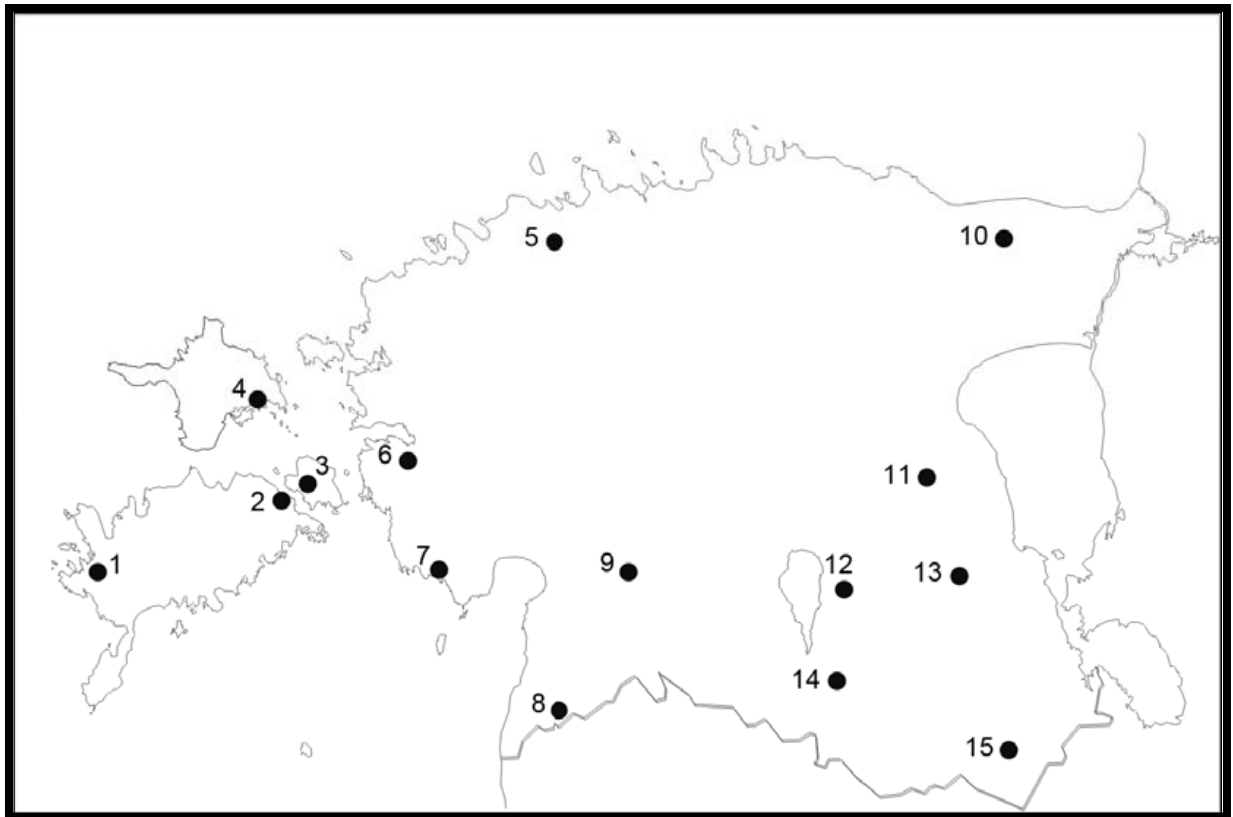
## Lisa 2. Malaise püüniste asukohad ja muud täpsustavad andmed

Tabel 1. Andmed Malaise püüniste kohta. Numbrid vastavad tähistustele kaardil (vt. joonis 1)

N°	Maa- kond	Püügikoht	Geogr. pikkus	Geogr. laius	Biotoop	Püügiperioodid
1	Saare	Viidumäe LK	58°17'37''	23°05'21''	allikasoo serv	05.v–22.xi.2009 02.viii–27.x.2010 23.vi–26.xi.2011
2	Saare	Orissaare	58°33'19''	23°05'12''	tihe parkmets asulas (toomingas, haab, tamm)	15.vii–19.xi.2008 12.iv–10.xi.2009 26.vi–15.xi.2010 08.v–20.xi.2011
3	Saare	Muhu saar, Igaküla	58°36'03''	23°07'42''	sarapuu männik (mänd, kadakas, paakspuu, sarapuu)	15.vii–19.xi.2008 12.iv–10.xi.2009 26.vi–15.xi.2010 07.v–20.xi.2011
4	Hiiu	Kerema Suuremõisa lähedal	58°53'26''	22°56'52''	kohati niiske karstunud loopealne	14.viii–23.xi.2008 05.iv–21.xi.2009 30.vi–9.xii.2010 0.v–27.xi.2011
5	Harju	Kasemetsa Saku lähedal	59°17'42''	24°37'41''	mahajäetud õunaaed kultuurmaastikus	17.viii–30.xi.2008 11.iv–14.xi.2009 11.vii–31.x.2010 08.vii–01.xii.2011
6	Lääne	Kunila Lihula lähedal	58°37'51''	23°48'38''	niiske salumets	15.vii–19.xi.2008 06.iv–26.x.2009 25.vi–16.xi.2010 08.v–23.xii.2011
7	Pärnu	Tõstamaa	58°20'10''	24°00'23''	kultuurmaastik: võsastunud kuivenduskraavi serv, söötis põllumaa	15.vii–17.xi.2008 10.iv–17.x.2009 25.vi–14.xi.2010 09.v–07.xi.2011
8	Pärnu	Nigula LK	58°00'24''	24°42'44''	karusambla männik (teises rindes kuusk, kask)	14.vii–20.xi.2008 09.iv–04.xi.2009 25.vi–30.xi.2010 08.v–14.xi.2011
9	Pärnu	Soomaa RP, Tõramaa	58°25'52''	25°02'39''	jõe luht	19.viii–21.xi.2008 27.iv–23.xi.2009 21.vii–09.xi.2010 22.v–06.xi.2011

10	Ida-Viru	Mäetaguse	59°13'38''	27°19'12''	hõre tammik	19.viii–02.xi.2008 06.v–21.x.2009 01.vii–04.x.2010 01.vi–24.x.2011
11	Jõgeva	Pataste	58°34'52''	26°46'42''	lodumets (hall lepp, kask, toomingas, kuusk)	07.viii–18.xi.2008 19.iv–07.xi.2009 10.vii–18.x.2010 15.v–15.xii.2011
12	Tartu	Maiorg Annikoru lähedal	58°16'41''	26°20'03''	sügava kagu-loodesuunalise salkoru põhi; ümbruses põlismets (kuusk, haab)	06.viii–01.xi.2008 18.iv–08.xi.2009 28.vi–07.xi.2010 01.v–30.x.2011
13	Tartu	Melliste	58°19'43''	26°56'25''	jänese kapsakuusiku serv ca 10 aastase raiesmikuga	04.viii–16.xi.2008 19.iv–08.xi.2009 02.v–06.xi.2010 30.iv–12.xi.2011
14	Valga	Puka	58°02'25''	26°12'24''	angervaksa puhmastik soometsa servas (kask, valge lepp)	10.viii–13.xi.2008 18.iv–21.xi.2009 04.vii–28.xi.2010 21.v–20.xi.2011
15	Võru	Leoski Haanja lähedal	57°42'35''	27°08'19''	segapuistulise palumetsa serv (mustika kasvukoht)	10.viii–11.xi.2008 24.iv–17.xi.2009 11.vii–04.xii.2010 19.v–23.x.2011





Joonis 1. Malaise püüniste asukohad Eesti kaardil, selgitusi vt, tabel1, lisa 2.

### Lisa 3. Täiendava püügi andmed

**Tabel 1.** Lisapüükide asukohad, püügimeetod, püügiaeg ja leitud liigid

Asukoht	Püügimeetod	Püügiaeg	Leitud liigid
Tartumaa, Tähtvere mets	Kahatamine	30.08.2012	<i>Oligolophus tridens</i>
Tartumaa, Ülenurme, Lemmatsi külast 1,5 km	Kahatamine	02.09.2012	<i>O. tridens, Leiobunum tisciae, Mitopus morio</i>
Tartumaa, Haaslava vald, Metsanurga	Aukpüünis	4.-12.09.2012	<i>O. tridens, M. morio, Lacinius ephippiatus, Lophopilio palpinalis, Nemastoma lugubre</i>
Tartumaa, Rannaküla, Võrtsjärve ääres	Kahatamine	26.08.2012	<i>O. tridens, M. morio</i>
Tartumaa, Tartu linn, elamu sein	Käsipüük	26.08.2012	<i>Leiobunum tisciae</i>
Tartumaa, Kurepalu piiril asuv parkmets	Aukpüünis	4.-12.09.2012	<i>N. lugubre, L. palpinalis, M. morio, L. tisciae, O. tridens</i>
Tartumaa, Vorbuse lähistel, niiske segamets	Aukpüünis	23.-30.09.2012	<i>O. tridens, L. palpinalis, N. lugubre, M. morio</i>
Tartumaa, Vorbuse lähistel, niiske segamets	Kahatamine	30. 09.2012	<i>O. tridens, L. palpinalis</i>
Viljandimaa, Viljandi linn, eramaja sein	Käsipüük	16.09.2012	<i>Phalangium opilio</i>

Saaremaa, Lümada vald, Kipi küla, vahtrik	Aukpüünis	29.07- 02.08.2012	<i>L. ephippiatus</i>
Saaremaa, Lümada vald, Kipi küla, hoonealune	Aukpüünis	02.-11.08.2012	<i>O. tridens</i>
Saaremaa, Lümada vald, Kipi küla, hekk	Aukpüünis	29.07- 02.08.2012	<i>O. tridens</i>
Saaremaa, Lümada vald, Kipi küla, kiviaed segametsa piiril	Aukpüünis	08-11.08.2012	<i>O. tridens, L. ephippiatus</i>
Saaremaa, Lümada vald, Kipi küla, eramaja põrand, surnud	Käsipüük	11.08.2012	<i>L. tisciae</i>
Läänemaa, Nigula, teeperv	Aukpüünis	19-21.08.2012	<i>L. ephippiatus</i>
Läänemaa, Nigula, segamets	Aukpüünis	17-19.07.2012	<i>L. tisciae</i>
Tartumaa, Puhja vald, Palupõhja looduskooli lõkkeplats	Aukpüünis	24.-26.08.2012	<i>P. opilio</i>

## Lisa 4. Biotoopide parameetrite iseloomustus

Tabel 1. Biotoopide parameetrite iseloomustus.

0- praktiliselt puudub, 1- hõre, 2- tihe, 3- väga tihe; A- kuni 50 m, B – üle 50 m.

Koht	Biotoop	Koordinaadid		Rohurinne	Põõsarinne	Puurinne	Okaspuu (O) või lehtpuu (L)	Inimasula lähedus	Veekogu (kraav, oja, jõgi, tiik) lähedus	Kevadeti üleujutatud
		N	E							
Saaremaa, Orissaare	Tihe parkmets asulas	58.5553	23.0867	0	1	2	L	+	B	
Muhumaa, Igaküla	Sarapuu männik	58.6008	23.1283	1	2	2	OL		B	
Hiiumaa, Kerema	Karstunud loopealne	58.8906	22.9478	1	3	1	O		B	
Harjumaa, Üksnurme	Mahajäetud õunaaed	59.295	24.6281	3	0	1	L	+	B	
Läänemaa, Kunila	Niiske salumets	58.6308	23.8106	2	2	2	OL		B	
Pärnumaa, Tõstamaa	Kultuurmaastik (söötis põld)	58.3361	24.0064	3	2	1	L		A	
Pärnumaa, Nigula	Karusambla männik	58.0067	24.7122	1	1	2	OL		A	+
Pärnumaa, Jõesuu	Jõe luht	58.4311	25.0442	3	2	1	L		A	+
Ida-Virumaa, Mäetaguse	Hõre tammik	59.2272	27.32	2	1	1	L		B	
Jõgevamaa, Pataste	Lodumets	58.5811	26.7783	1	2	2	OL		B	
Tartumaa, Maiorg	Sügava oru põhi põlismetsaga	58.2781	26.3342	1	2	2	OL		A	
Tartumaa, Melliste	Kuusiku serv raiesmikul	58.3286	26.9403	0	0	2	O		A	
Valgamaa, Puka	Angervaksa puhmastik soometsa serval	58.0403	26.2067	3	0	2	L		A	
Võrumaa, Leoski	Segapuistulise palumetsa serv	57.7097	27.1386	2	2	2	OL		B	
Saaremaa, Viidumäe	Allikasoo serv	58.2936	58.2936	2	2	1	OL		A	

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Kristiina Tomasson (sünnikuupäev: 13.10.1990)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Eesti koibikulised (*Opiliones*)“,

mille juhendajad on Toomas Tammaru ja Olavi Kurina,

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu 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.

Tartus, **23.05.2013**