

Riikliku programmi “Põllumajanduslikud
rakendusuringud ja arendustegevus
aastatel 2009–2014” lisa 4

Eesti Maaülikool

Pärandkoosluste ökoloogilised ja maastikulised nõudlused ning nende säästlik majandamine

Projekti juht: Valdo Kuusemets
Projekti täitjad: Jaan Luig
Ave Liivamägi
Isabel Diaz-Forero
Kalev Sepp
Kadri Kask

Tartu, 2011

SISUKORD

Sissejuhatus	3
1. Pärandkooslused	3
2. Tolmeldajad	4
3. Metoodika	4
4. Kimalased	6
4.1 Kimalaste uuring Kirde-Eestis	6
4.2 Kirde-Eesti kimalaste uuringu järelused	13
5. Liblikad	14
5.1 Eestis kaitstavate liblikate levik	14
5.2 Liblikate uuring Kirde-Eestis	17
5.3 Liblikate uuringu kokkuvõte	19
6. Putukate koosluste uuring Saaremaal	21
7. Pärandkoosluste majandamise vajadused... ..	23
Kokkuvõte	24
Projekti põhjal avaldatud ja avaldamiseks esitatud teadusartiklid	25

Sissejuhatus

Projekti „Pärandkoosluste ökoloogilised ja maastikulised nõudlused ning nende säästlik majandamine” eesmärk oli välja selgitada pärandkoosluste (puisniitude, aruniitude, sooniitude) põllumajandusliku kasutamise ökoloogiline vajadus ja välja töötada nende kasutamise põhimõtted, et suurendada multifunktsionaalset maakasutust ja üldist bioloogilist mitmekesisust ning kindlustada ökoloogiliselt oluliste funktsionaalsete rühmade ja ohustatud liikide säilimine Eestis, suurendada põllumajandustootjate alternatiivseid tootmisväljundeid ja toetusmehhanismide kasutamist.

Pärandkoosluste senisel uurimisel on peamiselt lähtutud nende botaanilistest uuringutest ja väärtustest. Väga vähe on seni uuritud kõige suurema loomarühma – putukate levikut ja arvukust pärandkooslustel. Arvestades projekti väiksemat rahastamist võrreldes taotlusega, keskenduti projekti täitmisel eelkõige putukate ja sealhulgas tolmeldajate uurimisele pärandkooslustel, mis andis uut nii teaduslikku kui ka praktilist informatsiooni.

1. Pärandkooslused

Pärandkooslused on väga olulised ökosüsteemi osad, kus on ühed liigirikkamad ja ökoloogiliselt väärtuslikumad elupaigad Eestis, kus on äärmiselt kõrge taimeliikide ja loomaliikide arv. Eesti punase raamatu põhjal võib pärandkooslustega seotud ohustatud liikide arv ulatuda ca 200 liigini, peamiseks elupaigaks on pärandkooslused enam kui 115 liigile. Kui tavaliselt seostatakse põllumajandustegevus negatiivse mõjuga keskkonnale, siis pärandkoosluste puhul on just teatud tüüpi põllumajandustegevus vajalik pärandkoosluste kõrge ökoloogilise seisundi säilitamiseks. Seega võib pärandkooslusi käsitleda hea näitena põllumajandustegevuse ja keskkonnanõu kombinatsioonist ehk ka parimast võimalikust põllumajanduspraktikast.

Pärandkooslused kujutavad endast mõõduka inimõjuga (niitmine, karjatamine) ümberkujundatud looduslike kooslusi. Läbi sajandite olid sellised looduslikud rohumaad – puisniidud, lamminiidud, rannikuniidud, looniidud, laialt kasutatud talumajapidamistes, kuid viimaste aastakümnete jooksul on nad põllumajanduslikust kasutusest välja jäänud ja kas kinni kasvamas või juba kinni kasvanud. Pärandkoosluste Kaitse Ühingu andmetel on näiteks puisniitude pindala vähenenud umbes 850 000 hektarilt ligikaudu 800 hektarini, lamminiitude pindala aga umbes 100 000 hektarilt ligi 11 000 hektarini. Samas on pärandkooslused ühed liigirikkamad ja ökoloogiliselt väärtuslikumad elupaigad Eestis, kus on äärmiselt kõrge taimeliikide ja putukaliikide arv. Selline bioloogiline mitmekesisus annab ka põllumajandusele olulise ilma lisainvesteeringuteta ökoloogiliste teenuste lisaväärtuse nagu kultuurtaimede tolmeldamine, taimekahjurite ohjamine parasiitputukate poolt, mida on tõestatud viimaste aastate uuringutes Euroopa intensiivse põllumajandusega piirkondades. Pärandkooslused on tihedalt seotud ekstensiivse põllumajandusega – karjatamisega, niitmise, mis on viimastel aastatel oluliselt vähenenud, kuna enamasti on tegemist suhteliselt väikeste, eraldiseisvate maatükkidega, mis vajavad käsitöömahukat ja kulukat harimist. See on põhjustanud ökoloogiliselt väärtuslike pärandkoosluste tootmisest välja jätmise ja kinni kasvamise. Pärandkoosluste väärtuse säilitamiseks on aga hädavajalik selliste koosluste edasine harimine. Mitmed uuringud on näidanud, et ka hilisem pärandkoosluste taastamine ei pruugi anda oodatud efekti, vaid selliste koosluste ökoloogilise väärtuste taastamine võib võtta aastakümneid. Seepärast tuleks pärandkooslusi edasi harida võimalikult

suures mahus. Eesti Põllumajandusministeerium ja EL toetusfondid on ette näinud mitmeid võimalusi pärandkoosluste põllumajandusliku kasutamise toetamiseks. Samas ei ole toetused alati piisav argument selliste maade harimise jätkamiseks ja pärandkooslused on endiselt ohustatud. Vaja on sellise harimise jätkamise toetamist ja soodustamist, et vältida väärtuslike koosluste kadumist.

2. Tolmeldajad

Üheks heaks koosluste seisundi indikaatoriks on putukad, mis on väga liigirikas loomarühm ja mis on otseselt sõltuvad koosluste üldisest ökoloogilisest seisundist. Seetõttu kasutatakse putukaid indikaatorliikidena ökosüsteemi seisundi määramisel. Eriti headeks indikaatoriteks põllumajandusmaastikes on tolmeldajad, kes ühelt poolt on sõltuvad õistaimede olemasolust ja nende liigirikkusest, teiselt poolt on nad sõltuvad üldisemast elupaikade suurusest, tihedusest, kaugusest üksteisest ehk maastikulisest struktuurist. Seetõttu reageerivad nad kiiresti elupaikade ökoloogilise seisundi halvenemisele ja kadumisele ning tolmeldajate arvukuse ja liigirikkuse näitajad iseloomustavad keskkonna üldist seisundit. Samas ei ole täpselt teada, mis võiks olla tolmeldajate arvukuse ja liigirikkuse mõjutajateks ja mis on need meetmed, mis võimaldaksid tolmeldajate seisundit parandada.

Viimastel aastatel räägitakse ökoloogilistest teenustest, mis on kujunemas üha olulisemaks looduskaitse strateegia aga ka EL üldiste keskkonnatoetuste osaks. Üheks oluliseks ökoloogiliseks teenuseks on tolmeldamine. Hinnanguliselt vajavad 75% põllumajanduskultuuridest tolmeldamist. Peamisteks tolmeldajateks on mitmed looduslikud putukad nagu mesilased, herilased, kimalased, päevaliblikad, hämarikuliblikad, sirelased. Tolmeldada võivad ka teised putukaliigid nagu sipelgad, mardikad jt, kuid nende osa tolmeldamises on väike.

Põhja-Ameerikas on looduslike tolmeldajate vähenemise tõttu peamiseks tolmeldajaks kujunenud spetsiaalselt kasvatatavad kodumesilased (meemesilased), kelle tolmeldamise teenuse väärtuseks hinnatakse seal 14,8 miljardit dollarit aastas, kusjuures viimastel aastatel on Põhja-Ameerikas kodumesilaste arvukus teadmata põhjustel vähenenud kuni 75%, mis on põhjustanud põllumajandusele suurt majanduslikku kahju. Sama tendentsi on täheldatud ka Euroopas. Tolmeldajate suremise põhjused ei ole üheselt selged, peamiselt arvatakse olema selle põhjuseks intensiivne põllumajandus, suured, ilma looduslike kooslusteta avatud põllumassiivid, väetiste ja mürkide intensiivne kasutamine.

Tolmeldamise kindlustamise seisukohalt on äärmiselt oluline looduslike tolmeldajate arvukuse ja liigirikkuse säilitamine. Selleks on aga vaja teada nende ökoloogilisi nõudlusi ja võimalikke ohutegureid. Pärandkooslustel on oluline osa tolmeldajate arvukuse ja liigirikkuse säilimisel ja seeläbi põllumajanduse jaoks oluliste teenuste, nagu tolmeldamine, pakkumisel.

3. Metoodika

Projekti käigus uurisime pärandkoosluste kui elupaiga seisundi ja abiootiliste tegurite mõju bioloogilisele mitmekesisusele, kasutades indikaatorliikidena erinevaid putukate, eelkõige tolmeldajate rühmi.

Tolmeldajate hulgas on ühed liigirikkamad putukarühmad mesilased ja herilased. Kahjuks on nende püüdmine töömahukas, samuti on nende määramine väga töömahukas ja ka keeruline. Seetõttu keskendusime liblikate ja kimalaste uurimisele, keda on lihtsam püüda ja määrata ning keda on ka mujal maailmas indikaatorliikidena kasutatud.

2008-2009 aastal teostasime välitööd 22 testalal Kirde-Eestis, kus 2 korda aastas määrati päevaliblikate, päeval lendavate hämarikuliblikate ja kimalaste liigiline koosseis ja arvukus, iseloomustati pärandkoosluste seisundit, harimisviise ja selle intensiivsust. Välitöödel kogutud andmete põhjal tehti statistiline analüüs, kus leiti korrelatsiooni koefitsiendid ja tehti lineaarne regressioonanalüüs putukate arvukuse, liigirikkuse ja erinevate elupaiga seisundit iseloomustavate parameetrite vahel, nagu õitsevate taimede liigirikkus ja katvus, keskmine rohurinde kõrgus. GIS analüüsi abil leiti elupaiga peamised füüsilised parameetrid (suurus, konfiguratsioon, servapikkus, mitmed ökoloogilised indeksid), samuti analüüsiti elupaika ümbritseva maastiku mõju putukate arvukusele ja liigirikkusele. Eesti põhikaardi alusel analüüsiti elupaikadega piirnevate peamiste maakatteklasside (mets, niidud, põld, võsa, asustus jt) protsentuaalset osatähtsust 250, 500, 1000 ja 2000 m raadiuses elupaiga geomeetrisest keskpunktist ja analüüsiti maakatte mõju tolmeldajate arvukusele ja liigirikkusele.

Analüüsiti Eestis kaitstavate päevaliblikate levikut, selle muutusi ja seotusi pärandkooslustega. Eestis esineb 7 EL elupaiga direktiiviga kaitstavat liblikaliiki. 6 nendest (mustlaik-apollo – *Parnassius mnemosyne*, teelehe-mosaiikliblikas – *Euphydryas aurinia*, suur-mosaiikliblikas – *Euphydryas maturna*, vareskaera-aasasilmik – *Coenonympha hero*, suur-kuldtiib – *Lycaena dispar*, sõõrsilmik – *Lopinga achine*) on otseselt seotud niitude ning puisniitude ehk pärandkooslustega. Kogusime ja korrastasime nende liikide kõik teadaolevad levikuteandmed, koostasime nende liikide kohta GIS andmebaasid, mis sisaldavad nende liikide leiuinformatsiooni – leiu kohta (märgitud digitaalselt kaardil), leiu aega, määrajat. Leiu andmete põhjal teostasime nende liikide leviku ruumilis-ajalise analüüsi, et näha nende leviku ajalis-ruumilisi muutusi Eestis.

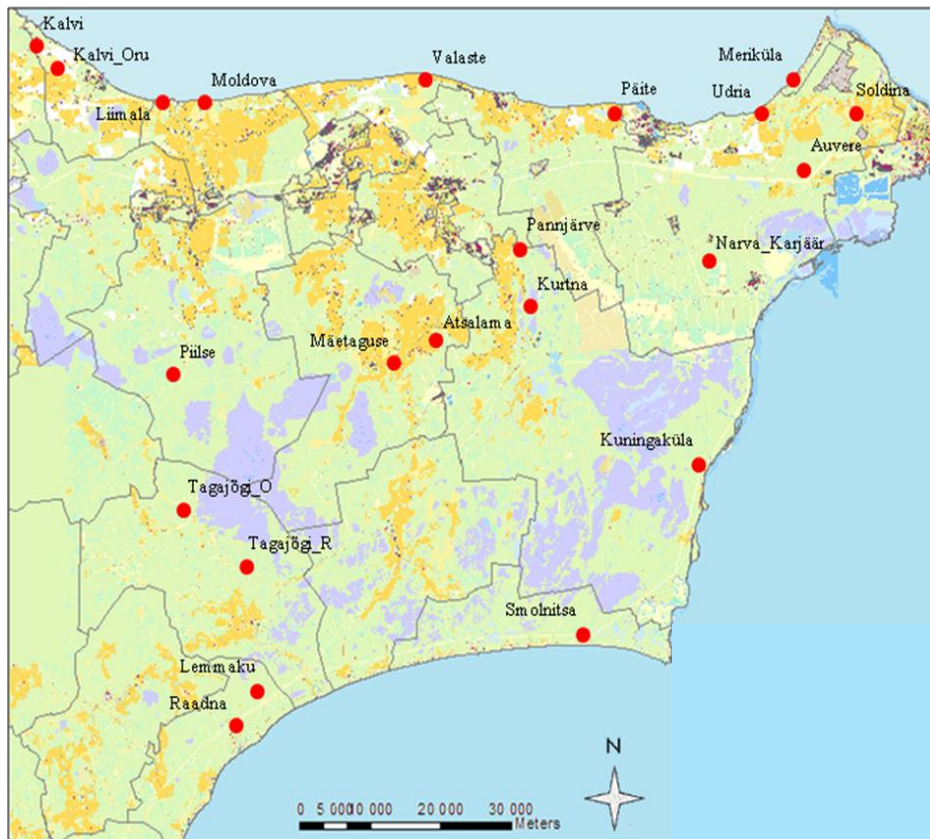
2006 ja 2007 aastal viidi Saaremaal läbi putukakoosluste uuring erinevate majandusintensiivsustega pärandkooslustel. Uuriti 3 puisniidu, 3 loopealse ja 3 rannikuniidu kooslust, igal alal hooldatud ja hooldamata alasid. Putuka kooslusi uuriti kahapüügiga transekt meetodil, igal transektil 100 kaha lööki. Putukad määrati seltsideni: mardikad (*Coleoptera*), kahetiivalised (*Diptera*), lutikad (*Hemiptera*), sarnastiivalised (*Homoptera*), kiletiivalised (*Hymenoptera*), liblikad (*Lepidoptera*) ja sihktiivalised (*Orthoptera*). Antud projekti raames tegeleti püütud putukate kogu korrastamise, määramise, andmebaasi loomise ja esialgse analüüsiga.

4. Kimalased

Kimalased (*Bombus*) on oluline tolmeldajate rühm, keda on sageli kasutatud ökosüsteemide seisundi indikaatoritena. Eestis on 22 liiki kimalasi ja 7 liiki kägukimalasi.

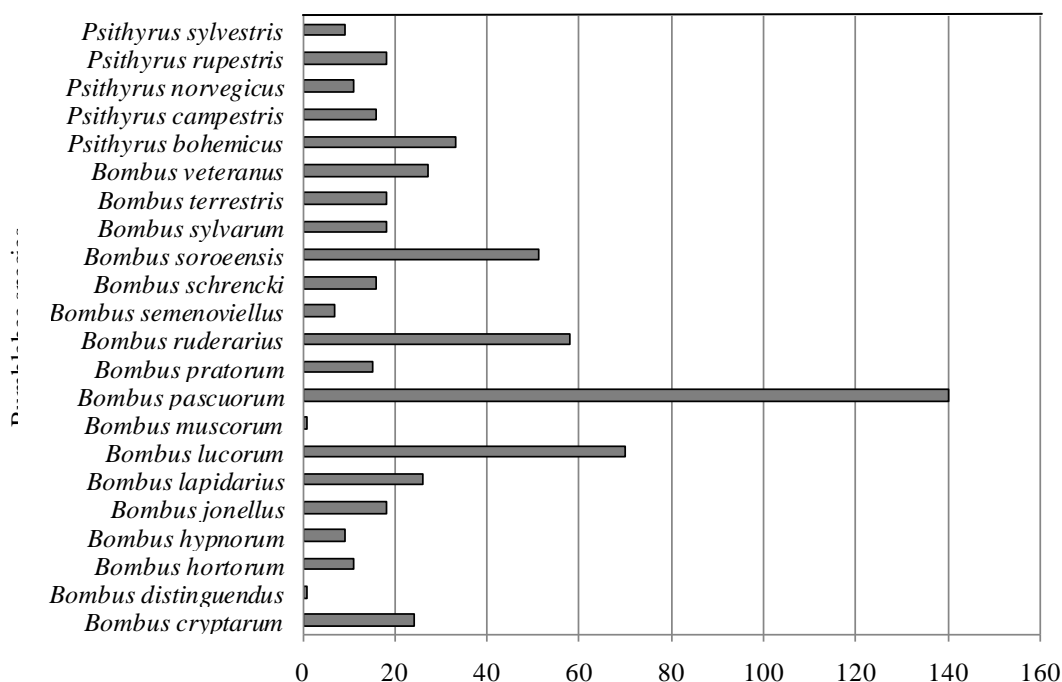
4.1 Kimalaste uuring Kirde-Eestis

Meie uurisime põhjalikumalt kimalaste arvukust ja liigilist koosseisu 2 aasta jooksul Ida-Virumaal 22-l poollooduslikul niidul (joonis 1).



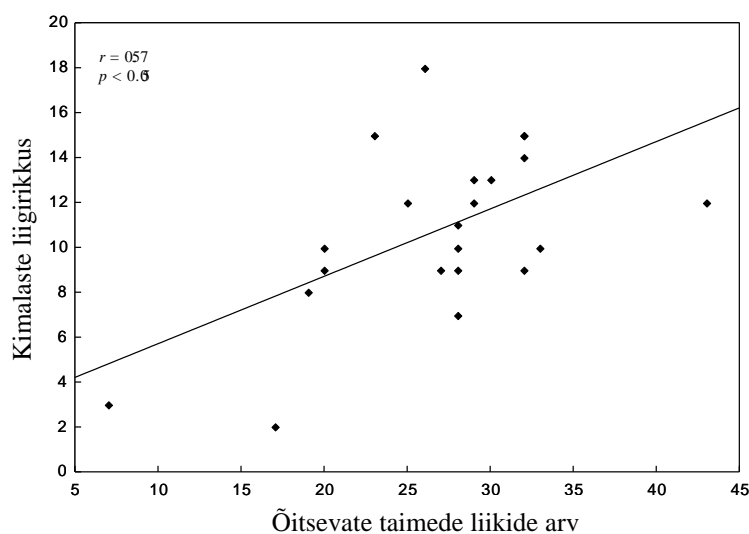
Joonis 1. Tolmeldajate uurimisalad Kirde-Eestis

Kokku esines uuritud alal 17 kimalase ja 5 kägukimalase liiki, kõige arvukamateks liikideks olid põldkimalane (*B. pascuorum*, 140 isendit), maakimalane (*B. lucorum*, 70 isendit) ja tüme kimalane (*B. ruderarius*, 58 isendit) (joonis 2). Kõige vähem esines samblakimalast (*B. muscorum*) ja ristikukimalast (*B. distinguendus*).

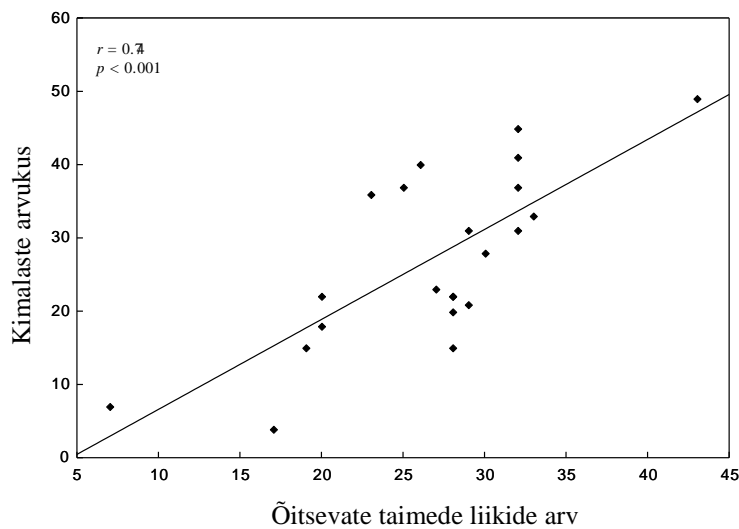


Joonis 2. Kimalaste isendite arvukus Kirde-Eesti uurimisalal

Õitsevate taimede liigirikkus oli statistiliselt keskmise usaldusväärsusega seotud kimalaste liigirikkusega ($r = 0.57$, $n = 22$, $p = 0.006$, joonis 3) ja tugevalt seotud kimalaste arvukusega ($r = 0.74$, $n = 22$, $p < 0.001$, joonis 4). Õitsevate taimede katvus oli positiivselt seotud nii kimalaste liigirikkuse kui ka arvukusega 2009 aastal (vastavalt $r = 0.45$, $n = 22$, $p = 0.037$ ja $r = 0.43$, $n = 22$, $p = 0.043$). 2008 aastal võis näha analoogset seost, aga see ei olnud statistiliselt usaldusväärne.



Joonis 3. Õitsevate taimede liigirikkuse seos kimalaste liigirikkusega



Joonis 4. Õitsevate taimede liigrikkuse seos kimalaste arvukusega

Kimalaste arvukus ja liigirikkus ei olnud otseselt seotud rohurinde kõrgusega, samuti elupaiga suuruse ega perimeetriga (elupaika ümbritseva serva pikkus). 2008.a. suurendas elupaiga serva tihedus (elupaika piiravate koosluste hulk) kimalaste arvukust ($r = 0.43$, $n = 22$, $p = 0.048$), 2009.a. ei olnud see seos statistiliselt usaldusväärne.

Lisaks elupaiga näitajatele analüüsisime elupaika ümbritseva maakatte ja maastike võimalikku mõju kimalaste seisundile. Selleks leidsime ArcGIS 9.3 abil elupaika ümbritsevate maakattetüüpide protsentuaalse jaotuse 250, 500, 1000 ja 2000 m raadiuses. Maakatte tüüpide eraldamiseks kasutasime Eesti Maa-ameti digitaalset Eesti põhikaarti, mille põhjal eraldasime 30 erinevat maakatte tüüpi, kus sarnased tüübid ühendasime kokku 11-ks maakattetüübiks. Kokku analüüsisime 25 erinevat näitajat ja ökoloogilist indeksit. Olulisemad statistilised seosed on välja toodud tabelis 1.

Inimasustus suurendas kimalaste arvukust nii 250 kui ka 500 ja 1000 m raadiuses nende elupaigast, liigirikkust 250 m ulatuses. Antud uurimisaladel olid peamisteks asustusteks eraldi seisvad talud, kus on suur tähtsus aedadel. Aedade õistaimed suurendavad kimalaste toiduressursi, mis väljendub ka nende arvukus suurenemises. Kui tavaliselt piirdub kimalaste lennuulatus mõnesaja meetriga, siis selgub, et ka 1000 m raadiuses olevad aiad võivad suurendada kimalaste arvukust.

Tabel 1. Kimalaste liigirikikuse, arvukuse ja maastiku näitajate omavahelised statistilised seosed (Pearson'i korrelatsiooni koefitsient, r)

Näitaja	Radius (m)	kimalaste liigirikikus			kimalaste arvukus		
		2008	2009	kokku	2008	2009	kokku
Asustus	250	0.48*	0.47*	0.35	0.37	0.61**	0.58**
	500	0.39	0.39	0.27	0.26	0.45*	0.42*
	1000	0.41	0.40	0.29	0.29	0.45*	0.43*
	2000	0.33	0.41	0.29	0.20	0.41	0.40
Põllumaa	250	-0.57**	-0.25	-0.38	-0.56**	-0.16	-0.31
	500	-0.46*	-0.16	-0.28	-0.47*	-0.10	-0.24
	1000	-0.34	0.00	-0.11	-0.41	-0.01	-0.15
	2000	-0.16	0.10	0.02	-0.29	0.06	-0.06
Servade pikkus maakatte üksuse pindala kohta	250	0.37	0.15	0.21	0.37	0.31	0.35
	500	0.37	0.38	0.29	0.31	0.46*	0.45*
	1000	0.44*	0.55**	0.44*	0.41	0.57**	0.56**
	2000	0.28	0.49*	0.40	0.20	0.45*	0.40
Shannon'i mitmekesisus- indeks	250	-0.08	0.01	-0.13	-0.05	0.09	0.04
	500	0.12	0.20	0.04	0.06	0.24	0.19
	1000	0.32	0.43*	0.24	0.23	0.47*	0.43*
	2000	0.13	0.55**	0.35	0.04	0.47*	0.36
Simpsoni mitmekesisus- indeks	250	-0.19	-0.04	-0.16	-0.15	-0.03	-0.08
	500	0.13	0.24	0.09	0.08	0.23	0.20
	1000	0.27	0.39	0.22	0.20	0.43*	0.39
	2000	0.18	0.55**	0.37	0.13	0.52*	0.43*
Maakatte üksuse keskmine pindala	250	-0.09	-0.17	-0.12	-0.18	-0.19	-0.20
	500	-0.37	-0.56**	-0.51*	-0.33	-0.54*	-0.51*
	1000	-0.41	-0.55**	-0.48*	-0.37	-0.55**	-0.54*
	2000	-0.30	-0.60**	-0.49*	-0.21	-0.62**	-0.53*

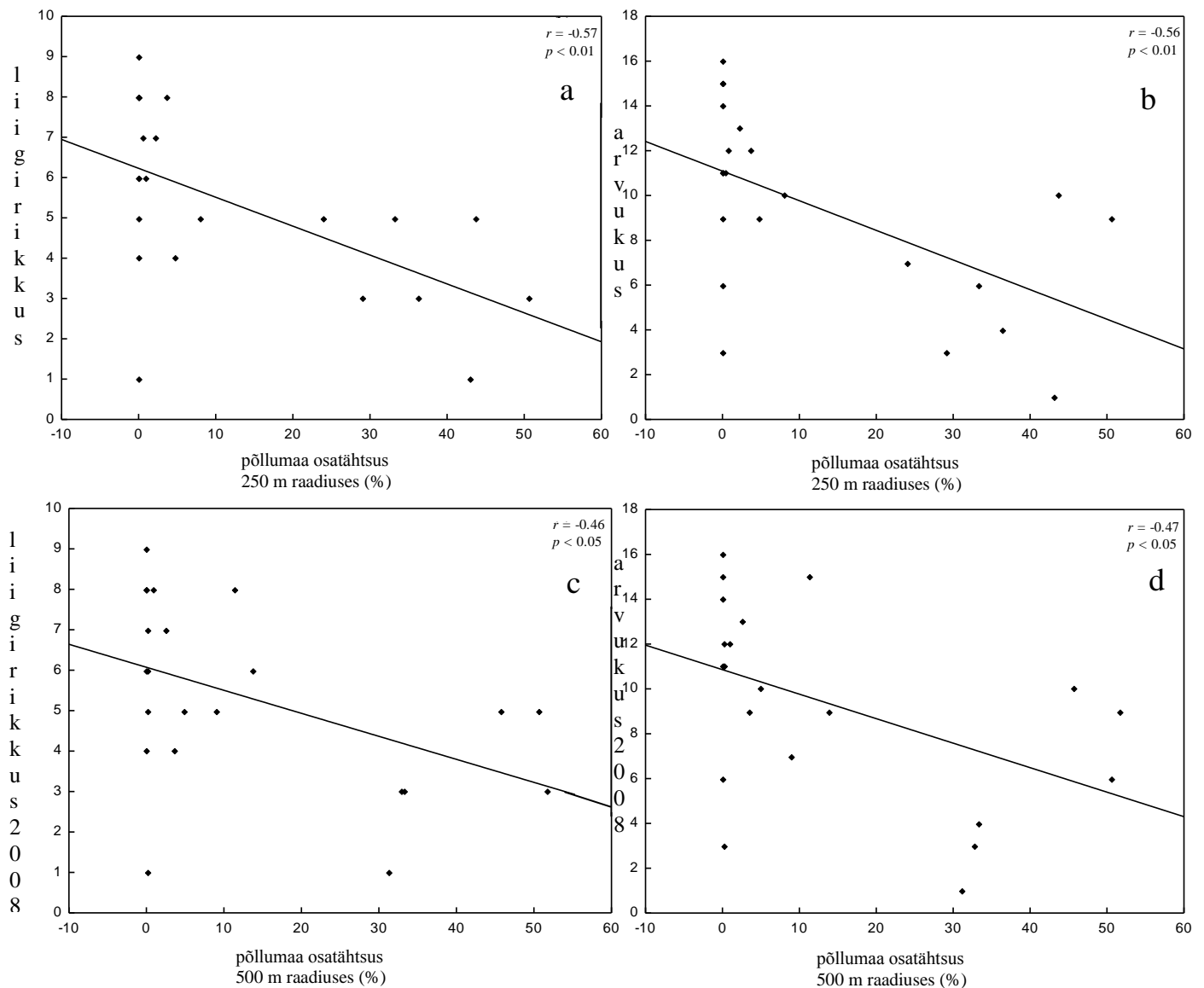
* oluliline korrelatsioon $P < 0.05$

** oluline korrelatsioon $P < 0.01$

Suurem servade pikkus maakatte üksuse pindala kohta suurendas kimalaste arvukust 500 ja 1000 m raadiuses ning ka kimalaste liigirikikust 1000 m raadiuses. Kimalaste arvukus oli positiivselt seotud Shannon'i mitmekesisuse indeksi suurusega 1000 ja 2000 m raadiuses ja Simpson'i mitmekesisuse indeksiga 2000 m raadiuses.

Põllumaade suurem osatähtsus vähendas kimalaste nii arvukust kui ka liigirikikust 250 m ja 500 m raadiuses (joonis 5). Kuigi see seos oli statistiliselt oluline ainult 2008 aastal, oli see tendents nähtav ka 2009 aastal.

Teised maakatte üksused kimalaste arvukusele ja liigirikikusele mõju ei avaldanud.



Joonis 5. Põllumaa mõju kimalaste liigirikkusele (a) ja arvukusele (b) 250 m raadiuses nende elupaigast ning mõju liigirikkusele (c) ja arvukusele (d) 500 m raadiuses 2008 aastal.

Kimalasi ja tema elupaiga suhteid on uuritud peamiselt Kesk-Euroopa ja ka Suurbritannia ja Rootsi avatud põllumajandusmaastikes. Seepärast on uurimuste tulemused näidanud, et kimalased on enam avatud alade liigid, kes liiguvad kohati mitme tuhande meetri raadiuses ja kes ei ole eriti sõltuvad metsadest ja puudest. Meie uurimisalaks oli Kirde-Eesti, kus suurte põllumassiivide osa on suhteliselt väike ja kus on suured metsa ja soode massiivid ehk looduslikud kooslused. Seepärast analüüsisime eraldi metsade mõju kimalastele. See andis parimaid tulemusi kui analüüsisime tulemusi eraldi liikide kaupa ning eristusid liigid, kes on rohkem seotud metsadega ja teised, kes on rohkem seotud avatud maastikega. Tulemused on kokku võetud tabelites 2-5.

Tabel 2. Kimalaste arvukuse seosed metsa osatähtsusega (%) erinevatel kaugustel elupaigast (Spearman'i korrelatsiooni koefitsiendid, r_s)

Kimalaste liigid	Kaugus (raadius) elupaigast (m)			
	250	500	1000	2000
<i>B. cryptarum</i>	0.13	-0.03	0.03	0.02
<i>B. distinguendus</i>	0.36	0.19	-0.02	0.02
<i>B. hortorum</i>	-0.14	-0.21	-0.22	-0.22
<i>B. hypnorum</i>	0.30	0.17	-0.03	0.00
<i>B. jonellus</i>	0.26	0.20	0.15	0.18
<i>B. lapidarius</i>	-0.50*	-0.50*	-0.49*	-0.50*
<i>B. lucorum</i>	-0.23	-0.31	-0.34	-0.26
<i>B. muscorum</i>	0.26	0.15	0.09	0.19
<i>B. pascuorum</i>	0.49*	0.32	0.27	0.23
<i>B. pratorum</i>	0.32	0.06	-0.08	-0.03
<i>B. ruderarius</i>	-0.46*	-0.46*	-0.30	-0.26
<i>B. semenoviellus</i>	-0.28	-0.26	-0.35	-0.32
<i>B. schrencki</i>	0.55**	0.58**	0.51*	0.46*
<i>B. s. soroensis</i>	0.08	0.07	0.14	0.23
<i>B. s. proteus</i>	0.08	-0.08	-0.28	-0.39
<i>B. s. soroensis</i> x <i>proteus</i>	-0.13	-0.14	-0.13	0.11
<i>B. sylvorum</i>	-0.21	-0.40	-0.30	-0.30
<i>B. terrestris</i>	-0.27	-0.39	-0.43*	-0.55**
<i>B. veteranus</i>	-0.14	-0.45*	-0.59**	-0.63**
<i>P. bohemicus</i>	0.54**	0.34	0.06	-0.07
<i>P. campestris</i>	0.44*	0.28	0.13	0.06
<i>P. norvegicus</i>	0.57**	0.43*	0.20	0.14
<i>P. rupestris</i>	-0.14	-0.18	-0.12	-0.22
<i>P. sylvestris</i>	0.23	0.30	0.26	0.18

* oluline korrelatsioon $P < 0.05$

** oluline korrelatsioon $P < 0.01$

Tabel 3. Kimalaste arvukuse seosed noore metsa osatähtsusega (%) erinevatel kaugustel elupaigast (Spearman'i korrelatsiooni koefitsiendid, r_s)

Kimalaste liigid	Kaugus (raadius) elupaigast (m)			
	250	500	1000	2000
<i>B. cryptarum</i>	0.10	0.16	0.20	0.18
<i>B. distinguendus</i>	-0.13	0.09	0.09	0.05
<i>B. hortorum</i>	-0.11	-0.15	-0.14	-0.08
<i>B. hypnorum</i>	-0.36	-0.21	0.21	0.05
<i>B. jonellus</i>	-0.02	0.14	0.20	0.14
<i>B. lapidarius</i>	-0.32	-0.54**	-0.38	-0.47*
<i>B. lucorum</i>	-0.05	-0.16	-0.26	-0.21

<i>B. muscorum</i>	0.37	0.34	0.12	0.09
<i>B. pascuorum</i>	-0.10	0.07	0.44*	0.42*
<i>B. pratorum</i>	0.00	-0.04	0.01	-0.02
<i>B. ruderarius</i>	0.04	-0.22	-0.20	-0.07
<i>B. semenoviellus</i>	-0.09	-0.24	-0.17	-0.28
<i>B. schrencki</i>	0.05	0.40	0.60**	0.59**
<i>B. s. soroeensis</i>	0.43*	0.44*	0.21	0.30
<i>B. s. proteus</i>	-0.45*	-0.39	-0.19	-0.19
<i>B. s. soroeensis x proteus</i>	-0.18	0.17	0.29	0.26
<i>B. sylvorum</i>	-0.05	-0.34	-0.25	-0.12
<i>B. terrestris</i>	-0.31	-0.56**	-0.39	-0.47*
<i>B. veteranus</i>	-0.17	-0.50*	-0.63**	-0.55**
<i>P. bohemicus</i>	-0.52*	-0.18	-0.01	0.08
<i>P. campestris</i>	-0.28	-0.07	0.17	0.27
<i>P. norvegicus</i>	-0.20	0.03	0.11	0.10
<i>P. rupestris</i>	-0.27	-0.33	-0.11	-0.15
<i>P. sylvestris</i>	-0.32	-0.03	0.14	0.27

* oluline korrelatsioon $P < 0.05$

** oluline korrelatsioon $P < 0.01$

Tabel 4. Kimalaste arvukuse seosed metsa serva tihedusega (m/ha) erinevatel kaugustel elupaigast (Spearman'i korrelatsiooni koefitsiendid, r_s)

Kimalaste liigid	Kaugus (raadius) elupaigast (m)			
	250	500	1000	2000
<i>B. cryptarum</i>	0.12	0.22	0.05	-0.07
<i>B. distinguendus</i>	0.05	0.05	0.22	-0.09
<i>B. hortorum</i>	0.28	0.24	0.02	-0.02
<i>B. hypnorum</i>	-0.01	0.03	0.34	0.19
<i>B. jonellus</i>	0.01	-0.07	-0.02	0.05
<i>B. lapidarius</i>	-0.08	0.02	-0.06	-0.18
<i>B. lucorum</i>	-0.08	-0.13	0.04	-0.07
<i>B. muscorum</i>	0.02	-0.05	0.19	0.19
<i>B. pascuorum</i>	0.16	0.41	0.41	0.45*
<i>B. pratorum</i>	0.01	0.20	0.42	0.43*
<i>B. ruderarius</i>	-0.34	-0.42	-0.22	-0.26
<i>B. semenoviellus</i>	0.01	-0.07	-0.03	-0.13
<i>B. schrencki</i>	0.42	0.39	0.30	0.42
<i>B. s. soroeensis</i>	0.06	-0.13	0.00	0.09
<i>B. s. proteus</i>	0.06	-0.06	-0.46*	-0.32
<i>B. s. soroeensis x proteus</i>	-0.08	0.09	0.13	0.00
<i>B. sylvorum</i>	-0.50*	-0.48*	-0.43*	-0.46*
<i>B. terrestris</i>	-0.16	-0.31	-0.36	-0.25
<i>B. veteranus</i>	-0.14	-0.31	-0.36	-0.46*
<i>P. bohemicus</i>	0.38	0.37	0.12	0.21
<i>P. campestris</i>	0.11	0.23	0.09	0.32
<i>P. norvegicus</i>	0.21	0.09	0.28	0.23
<i>P. rupestris</i>	-0.10	-0.15	-0.08	-0.17
<i>P. sylvestris</i>	0.26	0.44*	0.42*	0.46*

* oluline korrelatsioon $P < 0.05$

Tabel 5. Kimalaste arvukuse seosed üksiku metsa tüki keskmise pindalaga (ha) erinevatel kaugustel elupaigast (Spearman'i korrelatsiooni koefitsiendid, r_s)

Kimalaste liigid	Kaugus (raadius) elupaigast (m)			
	250	500	1000	2000
<i>B. cryptarum</i>	0.03	-0.30	-0.07	-0.01
<i>B. distinguendus</i>	0.15	0.22	0.05	0.19
<i>B. hortorum</i>	-0.20	-0.34	-0.16	-0.18
<i>B. hypnorum</i>	0.11	-0.02	-0.04	-0.05
<i>B. jonellus</i>	0.32	0.23	0.24	0.14
<i>B. lapidarius</i>	-0.50*	-0.52*	-0.45*	-0.52*
<i>B. lucorum</i>	-0.42*	-0.25	-0.35	-0.30
<i>B. muscorum</i>	0.33	0.15	-0.02	0.15
<i>B. pascuorum</i>	0.19	0.01	0.09	0.08
<i>B. pratorum</i>	0.13	-0.05	-0.24	-0.17
<i>B. ruderarius</i>	-0.49*	-0.51*	-0.49*	-0.44*
<i>B. semenoviellus</i>	-0.45*	-0.45*	-0.44*	-0.42
<i>B. schrencki</i>	0.37	0.24	0.25	0.30
<i>B. s. soroensis</i>	-0.10	0.05	0.03	0.20
<i>B. s. proteus</i>	0.06	-0.02	-0.09	-0.39
<i>B. s. soroensis x proteus</i>	-0.32	-0.36	-0.38	0.02
<i>B. sylvorum</i>	0.03	-0.22	-0.16	-0.33
<i>B. terrestris</i>	-0.23	-0.26	-0.26	-0.59**
<i>B. veteranus</i>	-0.10	-0.38	-0.41	-0.65**
<i>P. bohemicus</i>	0.29	0.25	0.04	-0.13
<i>P. campestris</i>	0.22	0.05	0.00	-0.17
<i>P. norvegicus</i>	0.30	0.39	0.26	0.19
<i>P. rupestris</i>	-0.14	-0.07	0.06	-0.14
<i>P. sylvestris</i>	-0.11	0.12	-0.01	0.08

* oluline korrelatsioon $P < 0.05$

** oluline korrelatsioon $P < 0.01$

Kui üldine kõikide liikide liigirikkus ja arvukus ei olnud seotud ümbritsevate metsaalade rohkusega, siis eraldi liikide kaupa analüüsid leidsime mitmeid positiivseid korrelatsioone. Kägukimalastest andsid 2 liiki (*Psithyrus bohemicus* ja *P. campestris*) positiivse seose 250 m ja üks liik (*P. norvegicus*) nii 250 m kui ka 500 m raadiuses. Ka neljas liik (*P. sylvestris*) omas positiivset seost, kuigi see ei olnud statistiliselt oluline. See näitab tervikuna kägukimalaste olulist seost metsadega. Metsasusega andis positiivse seose ka kõige enam levinud kimalase liik: *B. pasuorum*, mis andis olulise seose 250 m raadiuses, noore metsaga 1000 ja 2000 m raadiuses. *B. schrencki* oli metsasusega positiivselt seotud kõigil raadiustel, noore metsaga raadiustel 1000 ja 2000 m. Negatiivse seose andsid *B. lapidarius* metsasusega kõigil raadiustel, noore metsaga 500 ja 2000 m raadiustel; *B. veteranus* nii metsasuse kui ka noore metsaga 500, 1000 ja 2000 m raadiuses; *B. ruderarius* 250 ja 500 m raadiuses ning *B. terrestris* 1000 ja 2000 m raadiuses. Need liigid eelistavad seega lagedamaid alasid.

Samas vähendasid suuremad metsatukad negatiivselt üldist kimalaste liigirikust ja arvukust ja ka mõnede liikide (*B. ruderarius*, *B. semenoviellus*, *B. lucorum*, *B. terrestris*, *B. veteranus*) arvukust.

4.2 Kirde-Eesti kimalaste uuringu järeldused

Uuringu tulemused näitavad, et nii õistaimede liigirikkus kui ka katvus on olulised kimalaste seisundile. Nende arvukus on tugevamini seotud õis- ehk toidutaimede rohkusega üldiselt,

kuid õistaimede rohkus on oluline ka kimalaste liigirikkusele. Seega tuleb pärandkooslustel tähelepanu pöörata looduslike õistaimede ja liigirikaste taimekoosluste säilitamisele, mis ei ole oluline mitte ainult botaaniliselt, vaid see mõjutab ka tolmeldajate seisundit. Pärandkooslustel ei tohi asendada looduslikke rohttaimi kultuurtaimedega ning pärandkooslusi ei tohi liigselt väetada, mis võib vaesustada õistaimede katvust ja liigirikkust. Kuigi kimalaste arvukus ja liigirikkus ei olnud otseselt seotud rohurinde kõrgusega, võib pikaajaline niitmata jätmine ja rohurinde ülekasvamine põhjustada õitsvate taimede katvuse ja liigirikkuse vähenemist, mis mõjutab ka kimalaste arvukuse ja liigirikkuse vähenemist. Seega on pärandkoosluste regulaarne harimine hädavajalik.

Maastiku analüüsi põhjal tuli selgelt välja maastike mitmekesisuse olulisus. Nii Shannon'i kui ka Simpson'i ökoloogilised indeksid näitavad maastiku üldist mitmekesisust, seega mida rohkem on erinevaid elupaiku, mida suurem on maastiku mosaiiksus ja liigestatus, seda suurem on ka kimalaste arvukus. Kusjuures maastiku mõju ilmneb just suurema raadiuse puhul, 1000 kuni 2000 m kaugusel nende elupaigast, mis näitab maastiku analüüsi vajalikkust just suuremal alal.

Üldine kimalaste liigirikkus ja arvukus ei sõltu piirkonna metsasusest, kuid mitmed liigid eelistavad ilmselt väikeste metsatukkade olemasolu elupaiga ümbruses. Samas on ka liike, kes eelistavad lagedamaid alasid.

Uuringu tulemused on avaldatud artiklis Diaz-Forero *et.al.*, 2010 ja esitatud avaldamiseks kahes artiklis Diaz-Forero *et.al.* (1) ja Diaz-Forero *et.al.* (2).

5. Liblikad

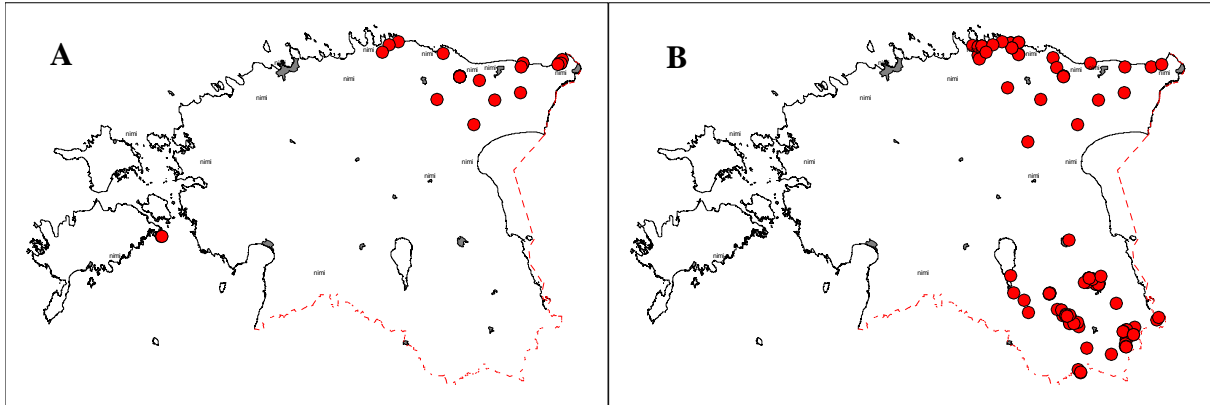
Liblikalised on üks neljast suurest putukaseltsist Eestis, kellest päevaliblikad moodustavad olulisema ja paremini uuritud osa. Samas ei ole liblikate ökoloogilise nõudlusi väga põhjalikult uuritud ja nende levik, leviku muutused ja levikut soodustavad või pidurdavad faktorid põllumajandusmaastikes on ebaselged.

5.1 Eestis kaitstavate liblikate levik

Liblikate hulgas on ökoloogiliselt olulisteks ja headeks indikaatorliikideks EL elupaiga direktiiviga kaitstavad liblikaliigid. Need on nn spetsialist-liigid, kes kas valmikuna või enamasti röövikuna vajavad spetsiifilisi ökoloogilisi tingimusi ja kes on selletõttu Euroopas tõsiselt ohustatud. Eestis on EL elupaiga direktiiviga Natura 2000 kaitstavaid päevaliblikaid 7 liiki: mustlaik-apollo (*Parnassius mnemosyne*), suur-kuldtiib (*Lycaena dispar*), suur-mosaiikliblikas (*Euphydryas maturna*), teelehe-mosaiikliblikas (*Euphydryas aurinia*), sõõrsilmik (*Lopinga achine*), vareskaera-aasasilnik (*Coenonympha hero*) ja tähniksiniitiib (*Maculinea ariona*). Nendest 6 esimest (mustlaik-apollo, teelehe-mosaiikliblikas, suur-mosaiikliblikas, vareskaera-aasasilnik, suur-kuldtiib, sõõrsilmik) on otseselt seotud niitude ning puisniitude ehk pärandkooslustega.

Eriti keeruka ökoloogiaga on mustlaik-apollo, kelle röövik on monofaag, kes toitub ainult lõokannusel (*Corydalis solida*). See aga kasvab Eestis peamiselt jõgedeäärsete lepikute alusel kitsal ribal. Seetõttu on mustlaik-apollo koondunud just jõgedeäärsetele niitudele, kus nad saavad toituda ja paarituda, ning kus kaldaribadel olevate lepikute all kasvavad lõokannused, mis on hädavajalikud nende röövikute arenguks. Kuna 90-ndatel aastatel vähenesid

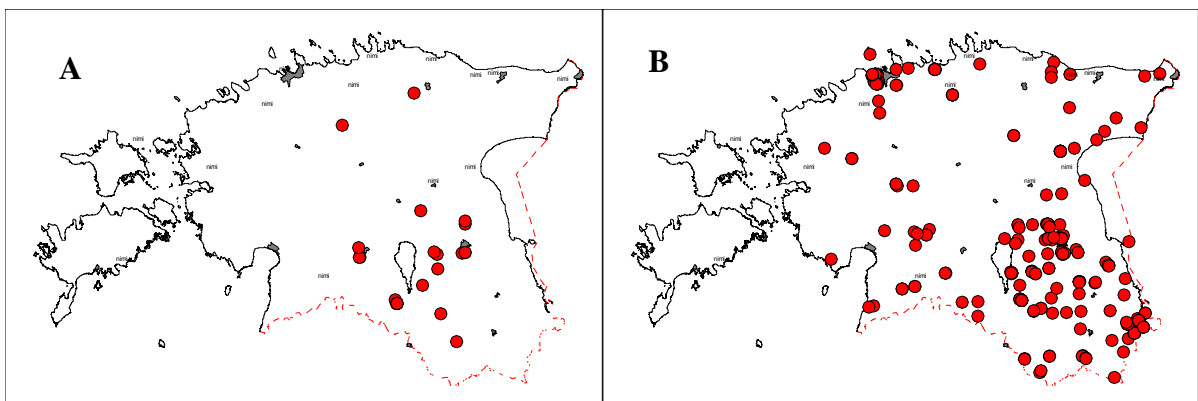
maaparandustööde mahud, on paljude Eesti jõgede kallastele kasvanud leparibad, mis ilmselt on soodustanud ka lõokannuse levikut. Jõgedeäärased alad on olnud läbi aegade kasutusel looduslike rohumaadena ja seetõttu on sellised elupaigad Eestis laialt levinud. Tänu sellele on mustlaik-apollo arvukus ja leviala viimastel aastatel suurenenud, mis on väga erandlik nähtus terves Euroopas (joonis 6). 1980-ndate aastate alguses leiti esimesed mustlaik-apollo leiud Lõuna-Eestis, nüüdseks on ta levinud laialt üle kogu Lõuna-Eesti.



Joonis 6. Mustlaik-apollo leiud 1878 kuni 1970 (A) ja 1990-2010 (B)

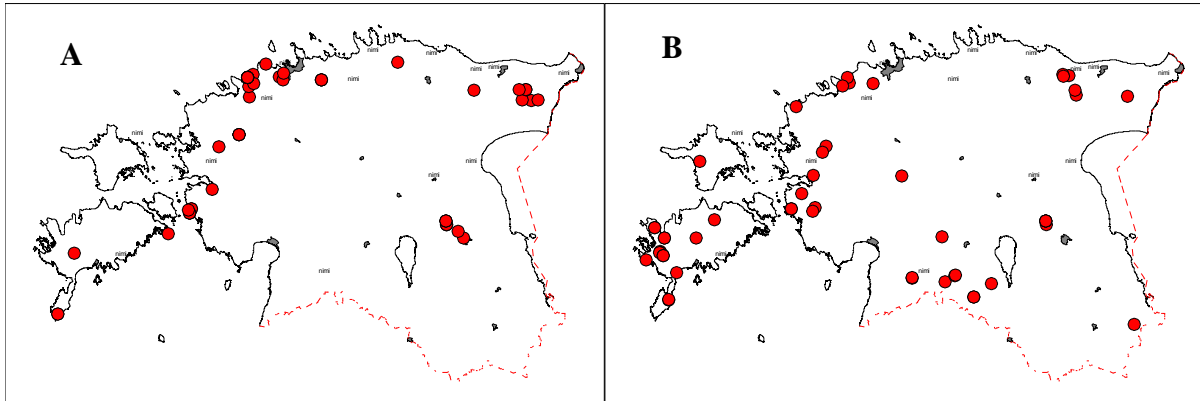
Vaatamata mustlaik-apollo praegusele suhteliselt heale seisundile, peab just praegu tegelema selle liigi elupaikade kaitsega, sest paljud apollo elupaikadest ei ole enam haritavad ja võivad väga kiiresti kinni kasvada, mis viib selle liigi arvukuse kiirele vähenemisele. Eriti oluline on pöörata tähelepanu jõgede-äärsete niitude harimise tagamisele Lõuna-Eestis ja Põhja-Eestis, kus on lõokannuse leviala ja kus on välja kujunenud tugev mustlaik-apollo populatsioon. Samuti tuleb säilitada jõgedeäärased leparibad, mis soodustavad lõokannuse levikut ja pakuvad must-laik-apollole kaitset.

Teiseks oluliseks kaitsealuseks liigiks on suur-kuldtiib, kelle röövik toitub jõgioblial (*Rumex hydrolaphatum*), mis on soiste niitude taim ja nii on ka suur-kuldtiib seotud jõgede-äärsete luhaniitudega. Sarnaselt mustlaik-apollole on ka suur-kuldtiiva arvukus ja leviala Eestis alates tema esmaleiust aastal 1947 kuni tänaseni, oluliselt suurenenud (joonis 7). Täpsed leviala suurenemise põhjused ei ole selged, kuid ilmselt on põhjuseks jällegi sobivate soiste elupaikade olemasolu. Kuid ka suur-kuldtiiva puhul peab arvesse võtma tema tundlikkust elupaiga suhtes ja kindlustama talle sobivate elupaikade harimise.



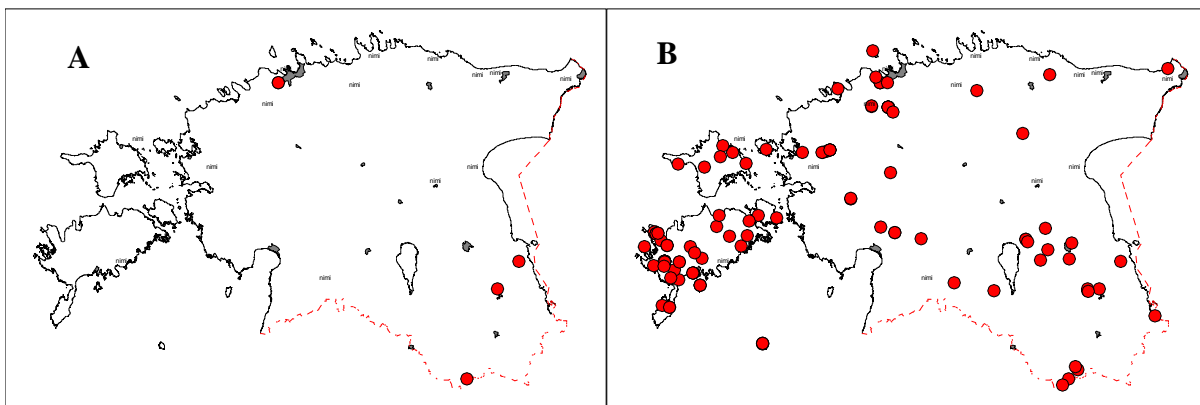
Joonis 7. Suur-kuldtiiva leiud 1947 kuni 1970 (A) ja 1990-2010 (B)

Suur-mosaikliblikas eelistab puisniidu ilmelist mitmekesisist põõsaste ja eriti lehtpuudega mitmekesisist maastiku. Seega on eriti oluliseks elupaigaks puisniidud aga ka teised looduslikud lehtpuudega piirnevad niidud. Sarnaselt eelmiste liblikatega, on ka suur-mosaikliblikas alates esmaleiust 1951 Eestis oma leviala ja arvukust pigem suurendanud (joonis 8). Ja samuti on ka suur-mosaikliblikas ohustatud just elupaikade kinnikasvamise tõttu ning vajalik on jätkata tema elupaikade harimist.



Joonis 8. Suur-mosaikliblika leiud 1951-1970 (A) ja 1990-2010 (B).

Sarnaselt suur-mosaikliblikaga on eelkõige puisniitude ja ka metsadega, eriti tammikutega, piirnevate niitudega seotud sõõrsilmik. Ka sõõrsilmiku leviala ja arvukus on Eestis viimastel aastatel suurenenud (joonis 9), kuigi mujal Euroopas tema arvukus väheneb. Seepärast tuleb sõõrsilmiku elupaiku kaitsta ja hooldada, eriti puisniite, et vältida nende elupaikade kadumist.

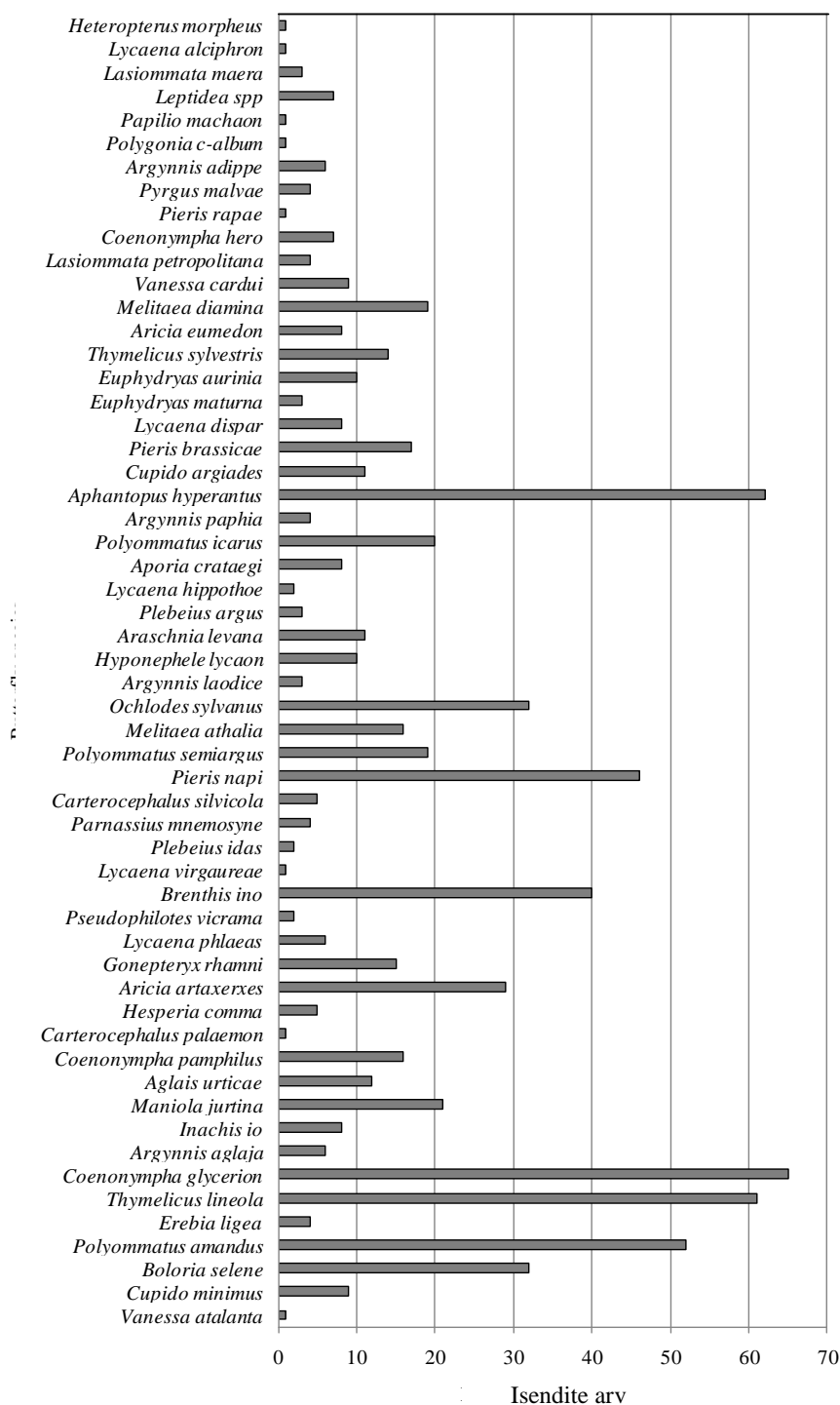


Joonis 9. Sõõrsilmiku leiud 1947-70 (A) ja 1990-2010 (B)

Teelehe-mosaikliblikas ja vareskaera-aasasilnik on seotud rohkem aruniitudega, kuid ka neid võib leida mitmetelt pärandkooslustelt nagu puisniidud, alvarid. Nende kahe liigi arvukus on olnud läbi aegade suurem ja väga suuri muutusi ei ole toimunud, kuid just viimastel aastatel on täheldatud ka nende liikide arvukuse mõningast vähenemist elupaikade kadumise tõttu. Need liigid on mõlemad seotud looduslike liigirikaste rohumaadega, mis paljud on jäänud aktiivsest põllumajanduskasutusest välja ja mis kasvavad kinni. Samuti on nendele liblikatele sobilikud rohumaad võetud asulate ümbruses viimastel aastatel kasutusele elamumaana.

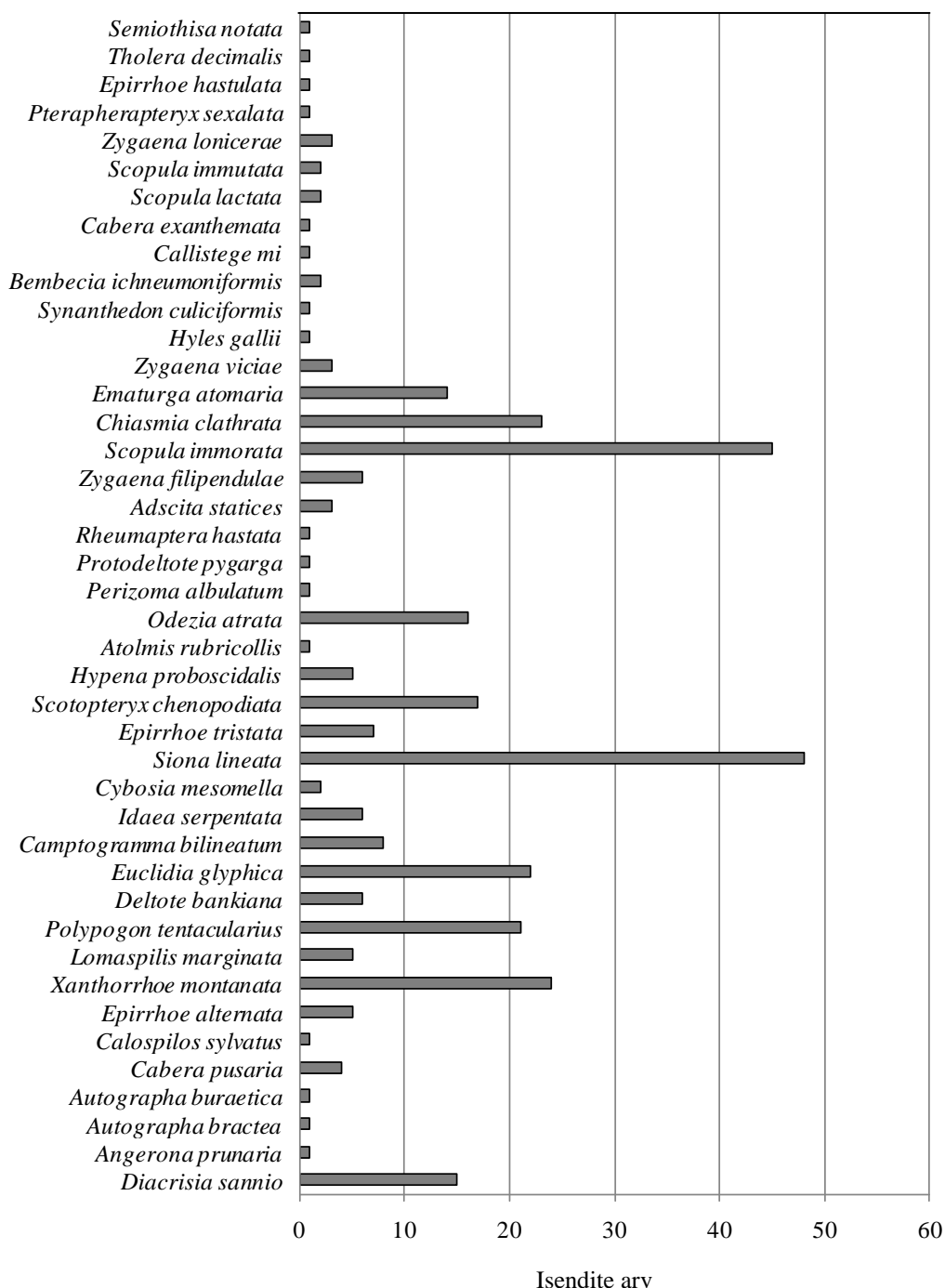
5.2 Liblikate uuring Kirde-Eestis

Kirde-Eesti 22-l uuringualal leiti kahe aasta jooksul kokku 56 liiki ja 768 isendit päevaliblikaid. Kõige arvukamad liigid olid helmika-aasasilmik (*Coenonympha glycerion*) 65 isendiga, rohusilmik (*Aphantopus hyperantus*) 62 isendiga ja harilik viirgpunnepea (*Thymelicus lineola*) 61 isendiga (joonis 10). Uurimisalal esines 5 EL elupaiga direktiiviga kaitstavat liiki (mustlaik-apollo, suur-kuldtiib, suur-mosaiikliblikas, teelehe-mosaiikliblikas ja vareskaera-aasasilmik).



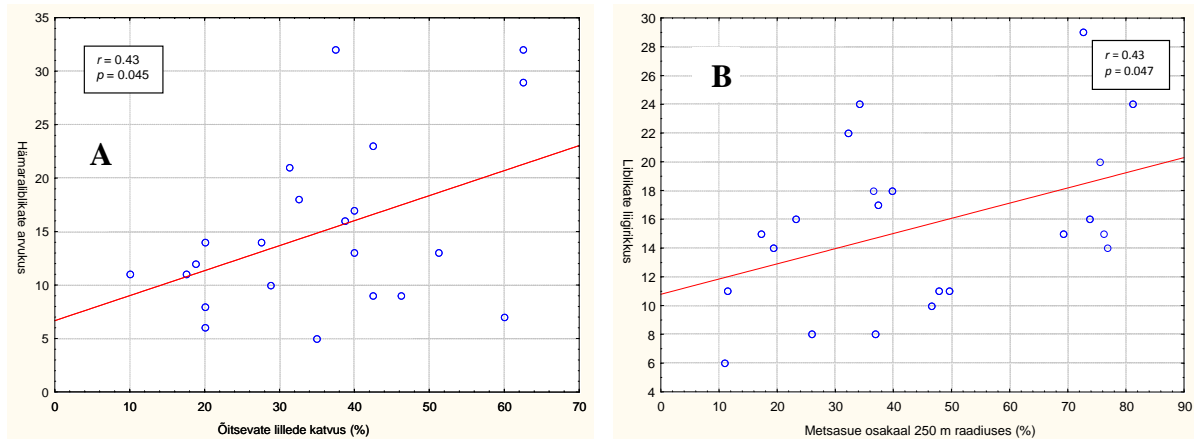
Joonis 10. Päevaliblikate arvukus Kirde-Eesti uurimisalal

Lisaks päevaliblikatele on päevase eluviisiga ka mõned hämarikuliblikad. Neid leidsime uurimisalalt kokku 42 liiki ja 330 isendit (joonis 11). Kõige levinumad hämarikuliblikad olid mustsoonvaksik (*Siona lineata*) ja tume-lehevaksik (*Scopula immorata*).



Joonis 11. Päeval lendavate hämarikuliblikate arvukus Kirde-Eesti uurimisalal

Hämarikuliblikate arvukus näitas statistiliselt olulist positiivset seost õitsevate taimede katvusega (joonis 12 A). Päevaliblikate puhul oli positiivne seos nii liblikate liigirikkuse kui ka arvukuse ja õitsevate taimede liigirikkuse vahel, kuid see seos ei olnud statistiliselt usaldusväärne. Päevaliblikate liigirikkus ja arvukus sõltus rohkem elupaika ümbritsevatest kooslustest, eelkõige metsa ja niitude osakaalust ümbritseval alal. Päevaliblikate liigirikkus suurenes elupaika ümbritseva metsa suurema osakaalu puhul 250 m raadiuses (joonis 12 B).

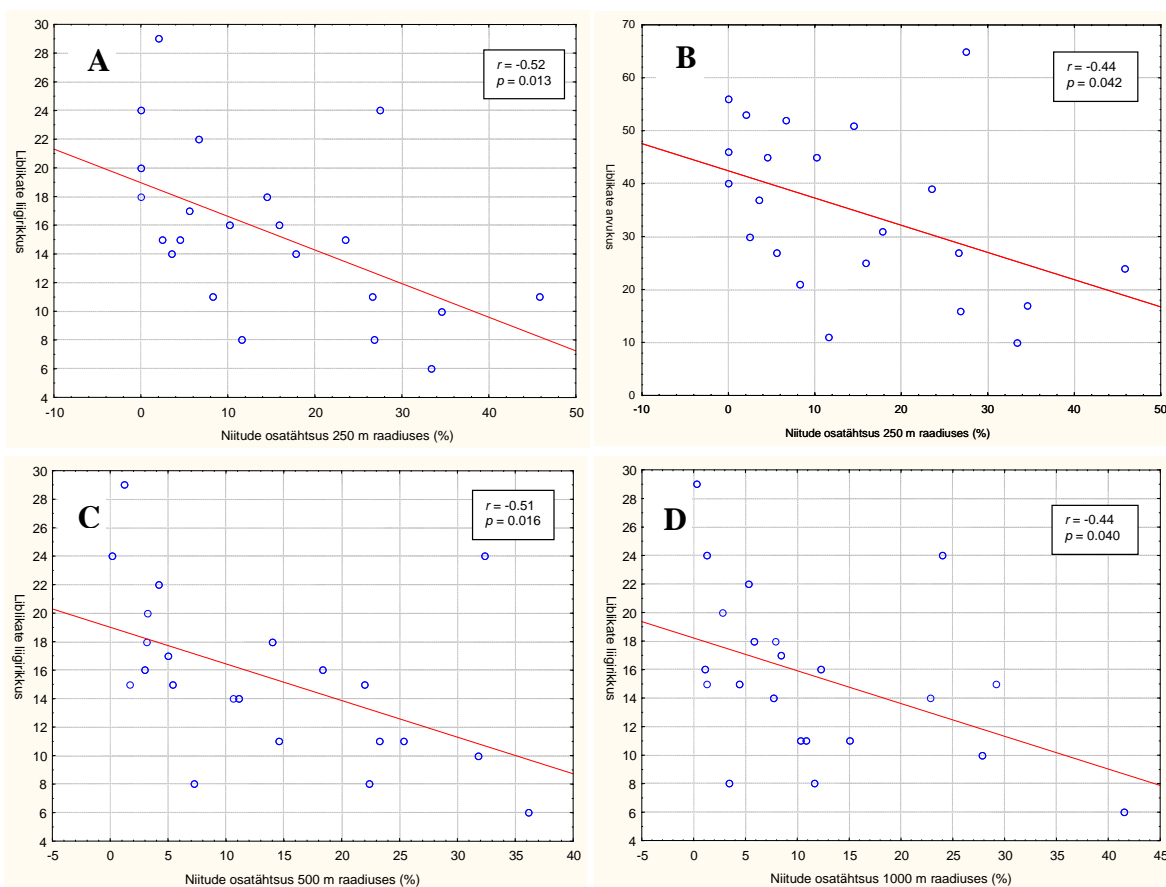


Joonis 12. Hämarikuliblikate arvukuse sõltuvus elupaigal õitsevate lilled katvusest (A) ja päevaliblikate liigirikkuse sõltuvus metsasuse osakaalust 250m raadiuses (B).

Niitude osatähtsuse vähenemine nende elupaiga ümbruses vähendas statistiliselt oluliselt päevaliblikate liigirikkust ja arvukust. Päevaliblikate liigirikkus vähenes koos niitude osatähtsuse vähenemisega 250, 500 ja 1000 m raadiuses, arvukus 250 m raadiuses (joonis 13). Hämarikuliblikate liigirikkus ja arvukus oli statistiliselt usaldusväärset sõltuv maastikulist mitmekesisust iseloomustava Shannon'i mitmekesisuse indeksiga. Hämarikuliblikate liigirikkus ja arvukus vähenesid mõlemad koos Shannon'i indeksi vähenemisega 500 ja 1000 m raadiuses elupaika ümbritseval alal (joonis 13).

5.3 Liblikate uuringu kokkuvõte

Päevaliblikatest tuleb erilist tähelepanu pöörata nn spetsialist liikidele, kellest mitmed on kaitstud EL elupaiga direktiiviga. Kokku 7st kaitstavast liigist 6 sõltuvad pärandkooslustest ja nende seisundist. Eesti on erandlikus olukorras, kuna enamus neist liikidest on viimase paarikümne aasta jooksul pigem suurendanud oma leviku areaali ja arvukust. Selle täpsed põhjused ei ole teada, aga ilmselt on seda soodustanud üldine põllumajandustootmise intensiivsuse vähenemine, aga üheks põhjuseks arvatakse olevat ka kliima muutused. Viimase paarikümne aasta jooksul on Eesti kliima läinud soojemaks, eriti talvekuudel, kus keskmine kuu temperatuur on tõusnud kuni 5°C. Samas ei ole liblikate arvukuse suurenemise sõltuvust kliima muutustest piisavalt uuritud. Kindlasti peab nende liikide elupaikadele aga juhtima rohkem tähelepanu, sest vaatamata praegusele heale seisundile, on need liigid väga tundlikud ja kergesti mõjutatavad elupaikade kadumise tõttu. Seega on hädavajalik tagada nende liikide elupaikade ekstensiivne harimine.



Joonis 13. Päevaliblikate liigirikkuse seosed niitude osatähtsusega 250 m (A), 500 m (C) ja 1000 m (D) raadiuses ning päevaliblikate arvukuse seosed niitude osatähtsusega 250 m raadiuses (B).

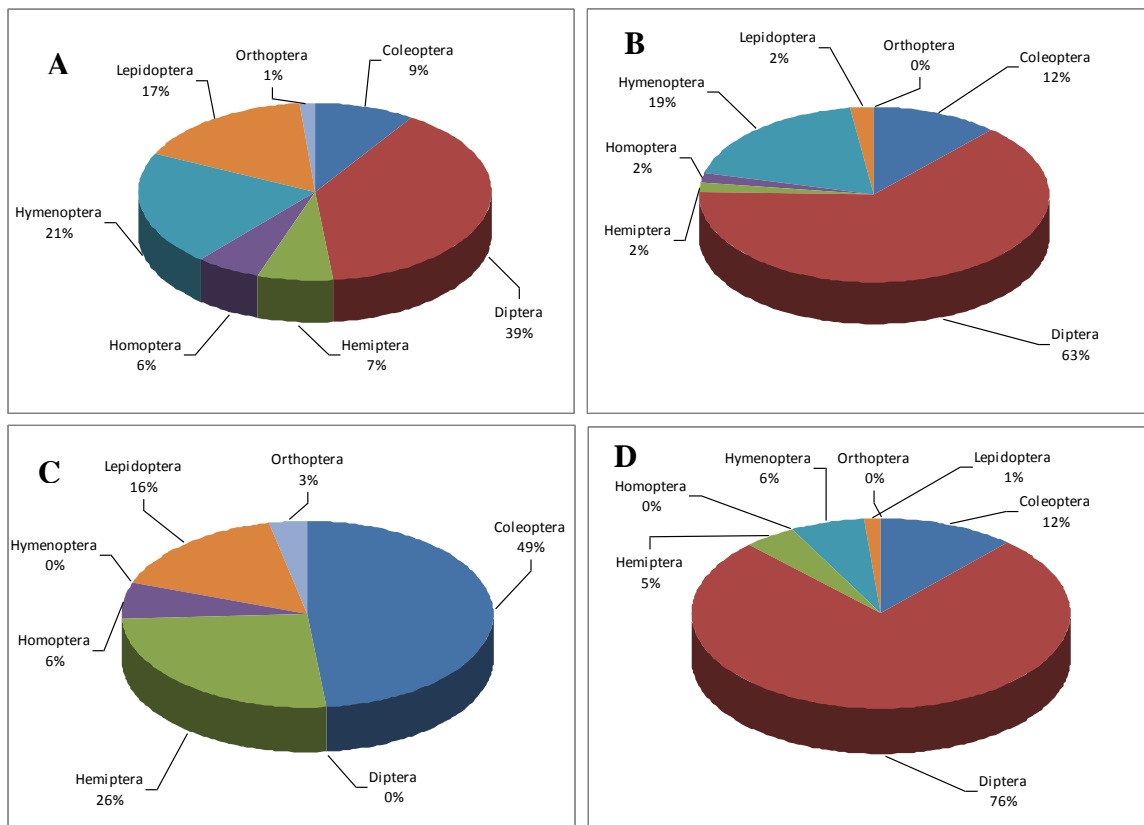
Liblikad on rohkem sõltuvad nende elupaika ümbritsevatest kooslustest kui nende elupaiga õistaimede liigirohkusest ja katvusest. Päevaliblikate liigirikkust suurendavad elupaika vahetult ümbritsevad metsad (positiivne seos 250 m raadiuses, kaugemal seost ei esinenud). See on ilmselt seletatav liblikate sõltuvusest tuulest. Suuremad päevaliblikad on tugevama tuule suhtes tundlikud, tuulehood võivad nad minema puhuda ja seetõttu ei saa nad avatud maastikul vabalt liikuda. Seega vajavad nad varjulisi metsatukkasid ja puude ribasid, mis pakuvad varje võimalusi. Teiseks päevaliblikate liigirikkuse ja arvukuse mõjutajaks on läheduses olevate niitude rohkus, mis andis selge negatiivse seose kuni 1000m raadiuses. Seega vajavad võimalikult tihedat niitude võrgustikku, kus neil on võimalik ühelt niidult teisele liikuda. Läheduses olevate niitude vähesus võib mõjutada liblikate arvukust, liigirikkust ja viia populatsioonide fragmenteerumisele ja võib põhjustada teatud ajajooksul üksikute asurkondade välja suremise. Seega on iga niidu olemasolu ja võimalikult mosaiikne maastik oluline liblikate mitmekesisuse ja arvukuse säilitamiseks.

Uuringu tulemused on avaldatud artiklis Diaz-Forero *et.al*, 2010 ja esitatud avaldamiseks artiklis Liivamägi *et.al*.

6. Putukate koosluste uuring Saaremaal

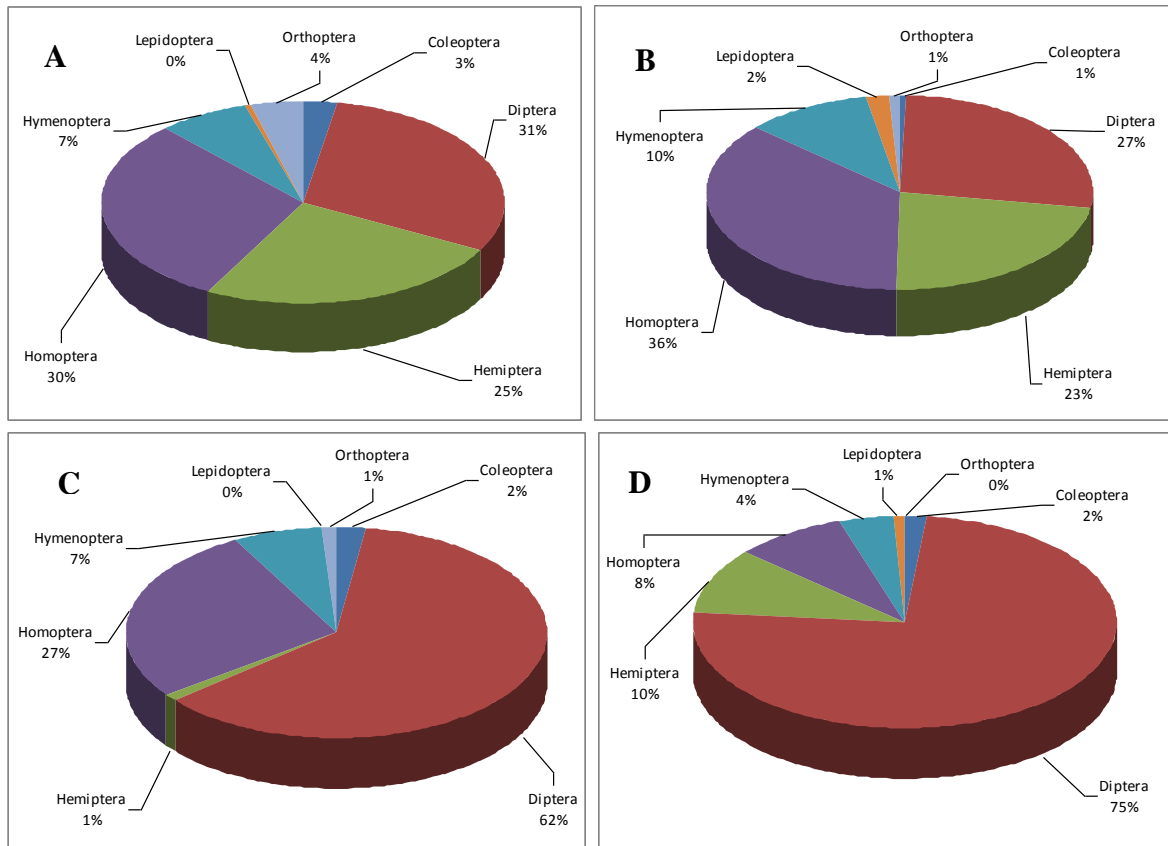
2006 ja 2007 aastal viidi Saaremaal läbi putukakoosluste uuring erinevate majandusintensiivsustega pärandkooslustel. Uuriti 3-e puisniidu, 3-e loopealse ja 3-e rannaniidu kooslusi, igal alal hooldatud ja hooldamata alasid. Putuka kooslusi uuriti transektidel kahapüügiga, putukad määrati seltsideni: mardikad (*Coleoptera*), kahetiivalised (*Diptera*), lutikad (*Hemiptera*), sarnastiivalised (*Homoptera*), kiletiivalised (*Hymenoptera*), liblikad (*Lepidoptera*) ja sihktiivalised (*Orthoptera*). Seltside jaotumine kooslustel iseloomustab elupaiga ökoloogilist väärtust. Suurema arvukuse ja ühtlasema jaotusega putukakooslused näitavad üldreeglina koosluse paremat ökoloogilist seisundit.

Antud projekti käigus korrastati püütud putukate materjal, tehti putukate määrangud, koostati vastavad andmebaasid ja teostati esialgne andmete analüüs. Püükide puhastamine, korrastamine ja määramine oli väga mahukas töö, mis nüüd on lõpetatud, osaliselt jätkub andmete analüüsimine ja andmete põhjal on kavas avaldada mitmeid teadusartikleid. Esialgsete andmete põhjal võib väita, et kõige selgemini väljendub majandamise positiivne mõju putukakooslustele puisniitudel. Eriti suve alguses, kui niitu ei ole veel niidetud, on seal suur õitsevate taimede osakaal, mis rikastab ka putukakooslusi. Nii võib puisniitudel suve alguses näha ühtlasemat putuka seltside jaotumist ja ökoloogiliselt oluliste putukarühmade – tolmeldajate (kiletiivalised (*hymenoptera*), liblikad (*lepidoptera*)), suuremat osakaalu (joonis 14). Elda puisniidul oli hooldatud alal suurem marikate osakaal. Hooldamata alal suureneb kahetiivaliste (kärbised, sääsed jt) osakaal.



Joonis 14. Putukate koosluse protsentuaalne jagunemine Tagamõisa hooldatud (A) ja hooldamata (B) ning Elda hooldatud (C) ja hooldamata (D) puisniitudel (13.06.07) putuka seltside kaupa.

Loopealsetel (joonis 15) ja rannikuniitudel ei olnud sellised erinevused nii selged. Loopealsetel on taimekasvuks väga kuivad ja rasked tingimused, mistõttu mõjutab putukate kooslusi nektaritaimede vähesus. Loopealseid hooldatakse tavaliselt karjatamise abil eelkõige lammastega, mistõttu suurendab ilmselt hooldatud alal kahetiivaliste osakaalu loomade sõnnik. Analooßsed tulemused olid ka rannikuniitudel, kus oli samuti hooldatud alal väga suur kahetiivaliste osakaal. Rannikuniitused hooldatakse peamiselt veistega.



Joonis 15. Putukate koosluste protsentuaalne jagunemine Nihatud hooldatud (A) ja hooldamata (B) ning Lahetaguse hooldatud (C) ja hooldamata (D) loopealsetel (01-05.07.06) putuka seltside kaupa.

Seega suurendab niitmine puisniitudel putukate liigirikkust, kuna niitmine suurendab ka taimede liigirikkust. Karjatamise seosed liigirikkusega ei oli nii selged ja karjatamine võib liigirikkust niitudel ka vähendada. Samas väldib karjatamine pärandkoosluste kinnikasvamist ja hävimist, seda eelkõige spetsiifilistes oludes nagu looniidud ja rannikuniidud, ning kindlasti on karjatamine nendel aladel vajalik. Karjatamist tuleb hoolikalt planeerida, et ei esineks ülekarjatamist ja ei põhjustataks liiga raskete loomadega pinnase ja taimkatte kahjustamist.

7. Pärandkoosluste majandamise vajadused

Enamus pärandkooslusi on praeguseks aktiivsest majandustegevusest välja jäänud. Seepärast tuleb võimalikult paljudel pärandkooslustel taastada hooldustööd kas niitmise või karjatamisena ja püüda tagada nende pidev majandamine. Pärandkoosluste majandamisel ja hooldamisel tuleb tähelepanu pöörata järgmistele asjaoludele:

- Vältida pärandkoosluste kinnikasvamist. See võib toimuda väga kiiresti, mõne aastaga ja selliste koosluste taastamine võib võtta aastakümneid või on samal kujul peaaegu võimatu. Seepärast peab esmajoones tagama pärandkoosluste hooldamise, milleks sobib traditsiooniline ekstensiivne harimisviis.
- Paiknemine maastikul. Oluline on tagada pärandkoosluste majandamine võimalikult suurel territooriumil tiheda võrgustikuna. Oluline ei ole mitte ainult mõnede suurte eraldatud alade hooldamine, vaid pärandkooslused ei tohi asuda üksteisest väga kaugel, soovitatavalt peaks nende vahele jääma ühenduskoridorid kas teede, jõgede vm näol, mis võimaldab tolmeldajate aga ka teiste ökoloogiliselt oluliste liikide migreerumist ühelt alalt teisele ja geneetilise materjali vahetumist. Üksikud eraldatud alad, mis võivad olla küll hästi majandatud ja heas seisundis, võivad eraldatuse tõttu põhjustada populatsioonide väljasuremise.
- Õitsevate taimede liigirikkuse ja katvuse tagamine ja suurendamine. Just need on peamised faktorid, mis mõjutavad ökoloogiliselt oluliste putukate liigirikkust ja arvukust. See on saavutatav looduslike taimekoosluste säilitamisega pärandkooslustel. Seega ei tohiks pärandkooslusi väetada mineraalväetistega ega mürgitada, samuti ei tohi seal introdutseerida kultuurtaimi.
- Pärandkooslustel võib kasutada nii niitmist kui ka karjatamist. Karjatamine võib mõningatel juhtudel vaesustada nii taime- kui ka putukakooslusi ja seetõttu võiks eelistada niitmist karjatamisele. Kuid pikas perspektiivis toetab karjatamine igal juhul pärandkoosluste säilimist, eriti juhul, kui on oht koosluse kinnikasvamiseks. Samuti võib karjatamine mõnikord olla hea lahendus juba kinni kasvama hakkava koosluse taaskasutuselvõtmiseks, kuivõrd loomad puhastavad alasid ka põõsastest. Mõned taime ja putukaliigid vajavad just loomade olemasolu. Ka mõned kooslused (looniidud, rannaniidud) on kergemini hooldatavad loomade abil. Samas peab arvestama loomade suuruse ja mullatingimustega, õrnematel muldadel (näiteks loopealsed) tuleb eelistada väiksemaid loomi (lambad, kitsed), suuremate veiste ja hobuste kasutamine peab olema täpselt planeeritud, et ei kahjustataks taimekooslusi ega ei soodustataks alade mätastumist.
- Niitmine võiks toimuda suve teisel poolel, pärast juuli keskpaika, mis võimaldab enamus õistaimedel õitseda ja viljuda ning mis tagab putukad vajaliku toiduga. Samuti jõuavad putukad paljuneda ning valmistuda talvitumiseks. Mõnedel pärandkooslustel, nagu puisniitudel, on rohttaimede areng aeglasem ja seetõttu on seal ka traditsiooniliselt niidetud suve teisel poolel.
- Mõningatel juhtudel võib niita laamadena ehk erinevatel aastatel niita erinevad niidu osad, seda just kuivematel väiksema produktiooniga kooslustel. Samas ei tohiks alad jääda niitmata üle kahe aasta, mis viib taimestiku vaesustumisele. Laamadena niitmine võib vähendada kulutusi niitmisele ja annab võimalusi putukatel toituda, varjuda ja paljuneda läbi terve suve niitmata osadel, samas võib väheneda taimede ja selletõttu ka putukate liigirikkus.
- Niidetud rohu kasutamisel tuleb eelistada traditsioonilist rohu kuivatamist kohapeal heinaks või peaks niide vähemalt paar päeva kuivama niidul, mis võimaldab taimede seemnetel pudeneda maapinnale ja putukatel lennata mujale toitumisalale. Kilepallide

tegemine pärandkooslustel võib viia taimede liigirikkuse ja putukate arvukuse vähenemisele, sest kilepallidega viiakse ära ka oluliste taimede seemned ning pallidesse jääb lõksu hulgaliselt putukaid, kes seal hukuvad.

- Hein tuleb niitudelt kindlasti ära korjata ja ära viia. Niidule jäänud hein takistab mitmete taimede arengut ja vähendab taimede, eriti õitsevate taimede mitmekesisust. Samuti võib pärandkoosluste mitmekesisust vähendada heina purustamine kohapeal.

Kokkuvõte

Uuringu kokkuvõttena võib teha järgmised üldistatud järeldused:

- Pärandkooslused on ökoloogiliselt väga olulised alad, mis on elupaigaks paljudele erinevatele organismidele (taimed, linnud, putukad) ja mis tõstavad oluliselt piirkonna elurikkust;
- pärandkooslused on oluliseks elupaigaks paljudele tolmeldajatele, mistõttu tõstavad pärandkooslused ka teiste põllumajandus- ja aiakultuuride tolmeldamisedukust ja nende saagikust;
- tolmeldajate arvukust ja liigirikkust suurendavad võimalikult mitmekesine taimekoosluste esinemine alal, suurem nektaritaimede liigirikkus ja katvus, erineva suuruse ja kujuga elupaigad, erinevate koosluste (niidud, metsad, põõsastikud) üksteisega piirnemine ja eriti ökotoni rohkus;
- kõikide elusorganismide, sealhulgas tolmeldajate arvukust ja liigirikkust suurendab maastikuline mitmekesisus ja maakatte mosaiiksus;
- pärandkooslused vajavad tänu oma olulisele rollile ökosüsteemis erilist tähelepanu. Seejuures on oluline nende ekstensiivse majandamise tagamine, et vältida nende alade kinnikasvamist ja kadumist ning taimkatte vaesusustumist;
- pärandkooslused vajavad pidevat majandamist, isegi kui tegemist on väikeste eraldiseisvate aladega, on nende ökoloogiline tähtsus suur. Oluline on säilitada vana, traditsiooniline põllumajandus (niitmine, karjatamine), mis väldiks nende alade kinnikasvamist ja säilitaks taimede, eriti nektaritaimede liigirikkuse ja rohkuse;
- pärandkooslused pakuvad olulist ökoloogilist teenust, tõstes tolmeldamisedukust ja pakkudes spetsiifilist elupaika mitmetele elusorganismidele.

Antud projekt võimaldas läbi viia mahuka ja väga olulise uurimuse, mida sellisel kujul ei ole varem Eestis tehtud. Andmete analüüs on andnud olulist informatsiooni tolmeldajate kohta Eestis ja arvestades andmete hulka, on nende põhjal võimalik jätkata tolmeldajate ökoloogiliste vajaduste analüüsi. Projekti täitmisel moodustasid esimesed 2 aastat mahukad ja aeganõudvad välitööd. Samas on 2 aastat looduses läbiviidavate uuringute teostamiseks minimaalne aeg. Putukate määramine, korrastamine, andmebaaside tegemine ja tulemuste analüüsimine oli samuti töömahukas, mistõttu saadud andmete analüüsimine ja tulemuste vormistamine veel osaliselt kestab. Seepärast oli 3 aastat projekti jaoks suhteliselt lühike aeg ja ideaalis võiks sellise projekti kestvus olla 4-5 aastat.

Projekti eesmärgid on täidetud, kuigi arvestades rahastamise muutust ja töö käigus ilmnunud asjaolusid, muutusid mingil määral projekti tegevused ja väljundid. Projekti uuringute põhjal on esitatud ETIS kategooria 1.1 ajakirjadesse avaldamiseks 3 artiklit ja trükkis on ilmunud üks kategooria 1.2 artikkel (artiklite pealkirjad lisatud allpool toodud loetelus, artiklid lisatud täismahus aruandele). Täiendavalt on antud andmete põhjal planeeritud veel vähemalt 5 teadusartikli avaldamine. Projekti andmestik on otseselt aluseks kahe doktoritöö valmimisel

(I. Diaz-Forero ja A. Liivamägi, planeeritavad kaitsmised vastavalt 2011a. lõpp ja 2012a. keskpaik) ning on oluliseks osaks veel kolme doktoritöö (J.Luig, P.Lang ja K.Kask, planeeritud kaitsmised 2012 lõpp) valmimisel.

Projekti põhjal avaldatud ja avaldamiseks esitatud teadusartiklid

1. Diaz-Forero, I., Liivamägi, A., Kuusemets, Luig, J. 2010. Pollinator richness and abundance in Northeast Estonia: bumblebees, butterflies and day-flying moths. *Forestry Studies/Metsanduslikud Uurimused* 53, 5–14
2. Diaz-Forero, I., Kuusemets, V., Mänd, M., Liivamägi, J., Luig, J. Influence of patch and landscape variables on the abundance and species richness of bumblebees in semi-natural meadows Submitted to the journal: *Agriculture, Ecosystems and Environment*
3. Diaz-Forero, I., Kuusemets, V., Mänd, M., Liivamägi, J., Luig, J. Effects of forest habitats on the abundance and diversity of bumblebees: a landscape-scale study. Submitted to the journal: *Agricultural and Forest Entomology*
4. Liivamägi, A., Kuusemets, V., Luig, J., Kask, K. Changes of spatial distribution of Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne*) in Estonia. Submitted to the journal: *Entomologica Fennica*

PROJEKTI LÕPPARUANNE⁵

1. PROJEKTI NIMETUS: Pärandkoosluste ökoloogilised ja maastikulised nõudlused ning nende säästlik majandamine

2. PROJEKTI NIMETUS INGLISE KEELES: Ecological and landscape requirements of seminatural habitats and their sustainable management

3. PROJEKTI KESTUS **Algus:** 01.01.2008 **Lõpp:** 31.12.2010

Projekti eesmärk oli välja selgitada pärandkoosluste põllumajandusliku kasutamise ökoloogiline vajadus ja välja töötada nende kasutamise põhimõtted, et suurendada multifunktsionaalset maakasutust ja üldist bioloogilist mitmekesisust ning kindlustada ökoloogiliselt oluliste funktsionaalsete rühmade ja ohustatud liikide säilimine Eestis, suurendada põllumajandustootjate alternatiivseid tootmisväljundeid ja toetusmehhanismide kasutamist.

Pärandkooslusi on seni peamiselt hinnatud botaaniliste väärtuste põhjal, mis on kõige paremini koondatud Pärandkoosluste Kaitse Ühingu (www.pky.ee) pärandkoosluste andmebaasi. Projekti meetodika väljatöötamisel keskendusime täiendavate pärandkoosluste väärtuste hindamisele. Üheks laialt kasutatavaks koosluste ökoloogilise väärtuse hindamise indikaatorrühmaks on putukad ja nende hulgas tolmeldajad, kes omavad olulist lisaväärtust ka põllumajanduskultuuride tolmeldajatena. Põhja-Ameerikas on viimastel aastatel oluliselt vähenenud looduslike tolmeldajate arvukus, mistõttu on sealseid farmerid kannatanud väga suurt rahalist kahju. Sarnaseid tendentse on täheldatud ka Kesk-Euroopa intensiivse põllumajanduse piirkondades. Seetõttu on igati põhjendatud Eesti tolmeldajate seisundi hindamine et leida mõjurid, mis võivad nende arvukust ja liigirikkust mõjutada ja seepärast keskendusime oma uuringus eriti tolmeldajate ja ka teiste putukate uuringutele. Tolmeldajatest uuriti peamiselt liblikaid, kimalasi ja sirelasi. Eesti 8-st kaitsealusest liblikaliigist koondati 6 pärandkooslustega seotud liblika liigi andmed ja analüüsiti nende arvukust, leviku muutusi, ökoloogilisi vajadusi ja seotust pärandkooslustega. Kirde-Eestis valiti välja 22 pärandkooslust ja hinnati 2 aasta jooksul kvalitatiivpüükidega nende niitude peamiste tolmeldajate (liblikad, kimalased, sirelased) arvukust ja liigirikkust ning analüüsiti nende sõltuvust ümbritsevatest maakattetüüpidest ja maastikulistest näitajatest. Saaremaal uurisime kahapüügi abil putukate koosluste koosseisu 18-l pärandkooslusel sõltuvalt nende majandamisest. Projekti käigus leitud peamised tulemused:

- Uuritud putukarühmade puhul ei ilmnenud olulist seost elupaiga suuruse, perimeetri (välisserva) pikkuse ega konfiguratsiooni ning putukate liigirikkuse vahel;
- õitsvate nektartaimede rohkus suurendas oluliselt kimalaste liigirikkust ja arvukust, ka liblikatel on täheldatav sama tendents, kuigi seos ei olnud statistiliselt usaldusväärne;
- põllumaa suurem osatähtsus maastikus vähendab kimalaste arvukust ja liigilist koosseisu. Samal ajal suurendab seda elupaikade läheduses olev inimasustus. Seega on kimalaste arvukus ja liigirikkus väiksem suurtel avatud põllumassiividel, talud koos oma aedadega suurendavad põllumajandusmaastikes nektartaimede osatähtsust, talusid ümbritsevad puud ja põõsad pakuvad putukatele varjumis- ja pesitsemisvõimalusi;
- kimalaste arvukust ja liigirikkust suurendasid erinevate koosluste servaalad ehk ökotonid. Kui seni on kimalasi peetud peamiselt avatud maastikega niitude liikideks, siis meie uurimuses selgus, et mitmed kimalaste liigid vajavad niitudega piirnevaid metsaseid alasid;

- kimalaste arvukus ja liigirikkus suurenes kui suurenes Shannon'i maastikulise mitmekesisuse indeks ehk kui elupaika ümbritsevad alad olid suurema maastikulise mitmekesisusega;
- 6-st kaitsealusest liblikaliigist 4 on suhetleiselt heas seisundis, kahe liigi arvukus ja elupaikade arv on vähenenud. Kõikide liikide kaitseks on hädavajalik püüdnud seisundi säilitamine;
- liblikate arvukust suurendas elupaigaga piirneva metsamaa suurem osakaal ja vähendas niitude suurem osakaal. Seega on liblikatele eriti sobilikud kõrgemate taimedega, eriti metsaga ja puuderibadega piiratud niidud.

Antud uurimuse põhjal võib teha järgmised peamised järeldused:

- Püüdnud kooslused on ökoloogiliselt väga olulised alad, mis on elupaigaks paljudele erinevatele organismidele (taimed, linnud, putukad) ja mis tõstavad oluliselt piirkonna elurikkust;
- püüdnud kooslused on oluliseks elupaigaks paljudele tolmeldajatele, mistõttu tõstavad püüdnud kooslused ka teiste põllumajandus- ja aiakultuuride tolmeldamised edukust ja nende saagikust;
- tolmeldajate arvukust ja liigirikkust suurendavad võimalikult mitmekesine taimekoosluste esinemine alal, suurem nektaritaimede liigirikkus ja katvus, erineva suuruse ja kujuga elupaigad, erinevate koosluste (niidud, metsad, põõsastikud) üksteisega piirnemine ja eriti ökotoni rohkus;
- kõikide elusorganismide, sealhulgas tolmeldajate arvukust ja liigirikkust suurendab maastikuline mitmekesisus ja maakatte mosaiiksus;
- püüdnud kooslused vajavad tänu oma olulisele rollile ökosüsteemis erilist tähelepanu. Seejuures on oluline nende ekstensiivse majandamise tagamine, et vältida nende alade kinnikasvamist ja kadumist ning taimkatte vaesusustumist;
- püüdnud kooslused vajavad pidevat majandamist, isegi kui tegemist on väikeste eraldiseisvate aladega, on nende ökoloogiline tähtsus suur. Oluline on säilitada vana, traditsiooniline põllumajandus (niitmine, karjatamine), mis väldiks nende alade kinnikasvamist ja säilitaks taimede, eriti nektaritaimede liigirikkuse ja rohkuse;
- püüdnud kooslused pakuvad olulist ökoloogilist teenust, tõstes tolmeldamised edukust ja pakudes spetsiifilist elupaika mitmetele elusorganismidele.

Projekti käigus koguti ulatuslik andmestik. Nende põhjal on esitatud avaldamiseks 3 ETIS kategooria 1.1 artiklit ja trüki on ilmunud üks kategooria 1.2 artikkel (artiklid lisatud aruandele). Täiendavalt on antud andmete põhjal planeeritud veel vähemalt 5 teadusartikli avaldamine. Projekti andmestik on otseselt aluseks kahe doktoritöö valmimisel (I. Diaz-Forero ja A. Liivamägi (planeeritavad kaitsmised 2011a. lõpp ja 2012a. keskpäev) ning täiendavalt moodustavad põhiosa kolme doktoritöö (J.Luig, P.Lang ja K.Kask, planeeritud kaitsmised 2012 lõpp) valmimisel.

5. LÜHIKOKKUVÕTE INGLISE KEELES : The aim of the project is to study the state of the art of Estonian valuable seminatural communities (meadows, wooded meadows, flooded meadows, fens), their management level and need of management that will ensure the best ecological value of these habitats. We focused on the study of insects as indicators of habitat quality that will give additional information to the botanical value of heritage communities. Specially, we studied pollinators as ecologically one of the most important group of insects that have additional value supporting agricultural production. We studied abundance and distribution changes of 6 protected species of butterflies that are related to the heritage communities. In North-East Estonia we performed detailed study in 22 heritage communities where we determined abundance and species richness of butterflies, bumblebees and hoverflies. In island Saaremaa we studied insect communities in 18 heritage communities with the different management activity and practice.

Main findings:

- We did not find significant correlation between meadow area, length of perimeter and configuration and bumblebee species richness and abundance;
- There was a significant positive relationship between flowering plant species richness, and total number of species and individuals of bumblebees and butterflies;
- Bigger proportion of arable land decreased species richness and abundance of bumblebees. In contrast, we found that proportion of human settlements in the surrounding area of our study sites had a significant

positive relationship to the abundance of bumblebees.

- The higher rate of open agricultural lands will decrease the abundance and species richness of bumble bees, farms with flowering gardens and trees will increase abundance and species richness of bumble bees;
- The abundance and species richness of bumble bees is increased by higher rate of ecotones and edge density. So far bumblebees are considered as species of open meadows. We found that several species are related to the bordering forests and trees;
- The abundance and species richness of bumble bees is increased by higher value of Shannon landscape diversity index;
- From 6 protected butterfly species 4 are in good state, however their habitats need careful protection;
- The abundance of butterflies was increased by increased value of bordering forest.

Main conclusions:

- Heritage communities are ecologically very important areas that are as habitats for many species and that increase overall species diversity.
- Heritage communities are as habitats for several pollinators that will support also pollination success in neighboring areas.
- The abundance and species richness of pollinators are increased by the high diversity and cover of nectar plants, by diversity of habitats and land cover types, by increased length of bordering edge density and overall landscape diversity.
- The abundance and species richness of pollinators is supported by diverse and mosaic landscape structure.
- Heritage communities need special treatment especially traditional extensive cultivation practice (grazing, mowing) to ensure their existence and avoid their disappearing due to the overgrowing by trees and bushes and disappearing of plant diversity.
- Heritage communities support important ecosystem services like pollination and providing habitat for many different species.

6. TEEMA RAAMES ILMUNUD PUBLIKATSIOONID: Aruandele lisatud 4 artikli koopiad:

ETIS kategooria 1.1 artiklid, mis on saadetud avaldamiseks vastavates ajakirjades:

Isabel Diaz-Forero, Valdo Kuusemets, Marika Mänd, Ave Liivamägi, Jaan Luig. Influence of patch and landscape variables on the abundance and species richness of bumblebees in semi-natural meadows. Submitted to the journal *Agriculture, Ecosystems & Environment*

Isabel Diaz-Forero, Valdo Kuusemets, Marika Mänd, Ave Liivamägi, Jaan Luig. Effects of forest habitats on the abundance and diversity of bumblebees: a landscape-scale study. Submitted to the journal *Agricultural and Forestry Entomology*

Ave Liivamägi, Valdo Kuusemets, Jaan Luig, Kadri Kask. Changes of spatial distribution of Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne*) in Estonia. Submitted to the journal *Entomologica Fennica*

ETIS kategooria 1.2 artikkel:

Isabel Diaz-Forero, Ave Liivamägi, Valdo Kuusemets, Jaan Luig. 2010. Pollinator richness and abundance in Northeast Estonia: bumblebees, butterflies and day-flying moths. *Forestry Studies* 53, 5-14

Projekti juht (ees- ja perekonnanimi): Valdo Kuusemets	Allkiri:	Kuupäev: 28.02.2011
Taotleja esindaja kinnitus aruande õigsuse kohta (ees- ja perekonnanimi): Aret Vooremäe	Allkiri:	Kuupäev: 28.02.2011