

Latvijas Vides Aizsardzības fonda projekta



Informācijas ieguve par īpaši aizsargājamo sugu meža sicista *Sicista betulina*

Reģ. Nr. 1-08/158/2016

Gala atskaite

Autors:

Andris Avotiņš (jun.)

Projekta īstenotājs:
Latvijas Pūču Izpētes biedrība



Projekta finansētājs:
Latvijas Vides Aizsardzības fonds



Projekta partneris:
Dabas aizsardzības pārvalde



Nagli
2017

Saturs

Ievads	3
1. Literatūras apskats	5
1.1. Meža sicistas Sicista betulina raksturojums	5
1.1.2. Meža sicistas bioloģija	5
1.2. Meža sicistas izplatība	5
1.2.1. Svarīgākie meža sicistas populāciju ietekmējošie faktori	6
1.3. Meža sicistas aizsardzība	6
1.4. Sīko zīdītāju monitoringa metodes	7
1.4.1. Sīko zīdītāju ķeršanas metožu izmantošanas efektivitāte attiecībā uz meža sicistu	7
1.5. Plēsīgo putnu atriežu analīzes metodes efektivitāte sīko zīdītāju monitoringā	7
2. Materiāls un metodes	9
2.1. Materiāla ievākšanas vietas un materiāla ievākšana	9
2.2. Materiāla apstrāde	9
2.3. Barības sastāva noteikšana	10
2.3.1. Meža sicistas identificēšana	10
2.4. Barības objektu daudzuma noteikšana	11
2.5. Barības objektu biomasas noteikšana	11
2.6. Sīko zīdītāju sastopamība – ķeršanas indeksi	11
2.7. Datu apstrāde un analīze	14
3. Rezultāti	15
3.1. Vispārējs datu materiāla raksturojums	15
3.2. Pūču barības sastāva atšķirības saistībā ar meža sicistas klātbūtni	16
3.3. Meža sicistas sastopamības izmaiņas pūču vākumos	18
3.4. Saistības ar sīko zīdītāju sastopamības rādītāju (ķeršanas indeksu)	19
3.5. Meža sicistas sastopamības pārmaiņu rādītājs	21
4. Diskusija	23
Secinājumi	25
Pateicības	26
Izmantotā literatūra	27
Pielikumi	31

Ievads

Meža sicista *Sicista betulina* ir iekļauta Latvijā īpaši aizsargājamo sugu sarakstā (2000. gada 14. novembra Ministru kabineta noteikumi Nr. 396 par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu) un 1992. gada 21. maija Eiropas Padomes Direktīvā 92/43/EEC par dabisko biotopu, savvaļas faunas un floras aizsardzību 4. pielikumā, kas valstij par nosacījumu uzliek sugas monitoringu un atskaitīšanos par tās populācijas stāvokli un tā izmaiņām. Tomēr ziņojumā Eiropas Komisijai par sugas populācijas izmaiņām un sastopamību datu novērtējums ir minēts kā vājš – balstīts uz nepilnīgiem datiem bez to statistiskās analīzes vai eksperta vērtējuma (http://cdr.eionet.europa.eu/Converters/convertDocument?file=/lv/eu/art17/envrgdigq/species-sicista-betulina.xml&conv=rem_24#), populācijas izmaiņas nav zināmas, populācijas lielums ir rupjas aplēses.

Dabas novērojumu portālā www.dabasdati.lv kopš 2009. gada ir zināmi 7 novērojumi, no kuriem tikai 6 ir pienācīgi dokumentēti ar fotogrāfijām vai pazīmju aprakstiem, savukārt dabas datu pārvaldības sistēmā “OZOLS” pieejamas ziņas par 35 novērojumiem (kopš 1900. gada), no tiem 24 kopš 1985. gada.

Latvijas vides aizsardzības fonda finansētā projekta “Informācijas ieguve par īpaši aizsargājamo sugu meža sicista *Sicista betulina*” (Reģ. Nr. 1-08/158/2016) mērķis bija noskaidrot meža sicistas *Sicista betulina* sastopamības ilgtermiņa izmaiņas, izmantojot pūču barības sastāva analīzi, izskaidrojot sugas sastopamības izmaiņu saistību ar pūču alternatīvajiem un pamata upuriem – barības objektiem kā arī izvērtēt pūču barības sastāva efektivitāti meža sicistas populācijas izmaiņu monitoringā un iespējas sugas dzīvotnes izvēles analīzē.

Darba uzdevumi:

	Darba uzdevumi / veicamās aktivitātes, ar kuru palīdzību tiks sasniegts projekta mērķis	Rezultāti <i>(skaitliski izmērāmi un auditējami projekta rezultāti)</i>
1.	Pūču dabisko un mākslīgo ligzdošanas vietu apsekošana	Apsektas aptuveni 1000 pūču dabiskās un mākslīgās ligzdošanas vietas
2.	2016. gada ligzdošanas materiālu ievākšana	Ligzdošanas materiāli ievākti no 50 – 70 pūču ligzdošanas vietām
3.	Pūču ligzdošanas materiālu stratifikācija	Stratificēti vismaz 275 meža pūces, aptuveni 60 urālpūces, 10 apodziņa, 30 ausainās pūces ligzdošanas materiāli kopš 1980. to gadu beigām, tā, lai kopumā tiktu iegūtas ziņas par vismaz 375 ligzdošanas gadījumiem.
4.	Pūču barības objektu iespējami precīzas taksonomiskās piederības un skaita noteikšana	Mugurkaulnieku sugu taksonomiskās piederības un skaita noteikšana visiem stratificētajiem materiāliem. Bezmugurkaulnieku indivīdu skaita noteikšana visiem stratificētajiem materiāliem.
5.	Sīko zīdītāju sastopamības noskaidrošana	Sīko zīdītāju sastopamības (izmantojot ķeršanas indeksu) noskaidrošana parauglaukumos: Limbažu, Ķemeru, Lubāna, Rēzeknes, Barkavas un Madonas apkārtnē

6.	Datu apkopošana, analīzes, aizsargājamo sugu ģeodatabāzes faila sagatavošana	Pūču barības sastāvā konstatēto aizsargājamo sugu ģeodatabāzes faila sagatavošana (atbilstoši dabas datu pārvaldības sistēmas OZOLS prasībām); datu analīzei piemērotas, ērtas datu apkopojuma formas izveide; iegūto datu apkopošana datu analīzei piemērotas datubāzes formā; datu analīzes *.rscript faila sagatavošana
7.	Gala atskaites sagatavošana	Gala atskaite, kurā izskaidrota datu analīze (veidojot sīcistas sastopamības pārmaiņu modeļus, kuros ņemta vērā sugas nozīme kā pamata barības objektam, alternatīvajam barības objektam, saistībā ar citiem pūču barības objektiem, pūces sugu un interpretēti iegūtie rezultāti, kas sagatavoti zinātniskas publikācijas formā.
8.	Projekta rezultātu publiskošana	Projekta veicēja un partnera mājaslapās publicēts projekta pārskats

1. Literatūras apskats

1.1. Meža sicistas *Sicista betulina* raksturojums

Meža sicista *Sicista betulina* pieder pie graužēju kārtas *Rodentia*, lēcējpeļu dzimtas *Dipodidae*, Sicistu apakšdzimtas *Sicistinae* (MacDonald 2006).

Meža sicista ir sīks zīdītājs ar vidējo ķermeņa garumu 67 mm pieaugušiem indivīdiem (Шенброт *u op.* 1995). Astes garums pārsniedz ķermeņa garumu vismaz par trešdaļu, samērā garas pēdas (līdz 18 mm) (Громов *u* Ербаева 1995). Sugai ir raksturīga melna svītra muguras vidū (Громов *u* Ербаева 1995). Tā veikli kāpelē pa krūmu un koku zariem, un zālaugu stublājiem, par tvērējorgānu izmantojot garo asti (Tauriņš 1982).

1.1.2. Meža sicistas bioloģija

Suga ir aktīva tikai veģetācijas periodā, bet no oktobra līdz aprīlim – maijam atrodas ziemas gulā. Izteikts krēslas un nakts dzīvnieks, bet rudenī, pirms ziemas guļas, pastiprināti barojas un to var sastapt arī dienā (Громов *u* Ербаева 1995, Møller 2012).

Midzeni ierīko tukšumos starp koku saknēm, zemu izvietotos koku dobumos, veido ejas un ligzdas satrupējušu apšu vai bērzu stubeņos, retāk rok vienkāršas īsas aliņas augsnē, kuru ieejas nosprosto ar sausām lapām (Громов *u* Ербаева 1995).

Nelabvēlīgu biotisko faktoru ietekmē (negaidīts aukstums, agras salnas, ilgstošs lietus vai negaidīts sniegs) viegli iekrīt neregulāras hipotermijas stāvoklī un, labvēlīgiem apstākļiem atjaunojoties, pamostas no hipotermijas (Ивантер 2014b). Ziemu pavada hibernācijā (MacDonald 2006). Pamostas, kad dekādes vidējā temperatūra sasniedz +10° (Громов *u* Ербаева 1995).

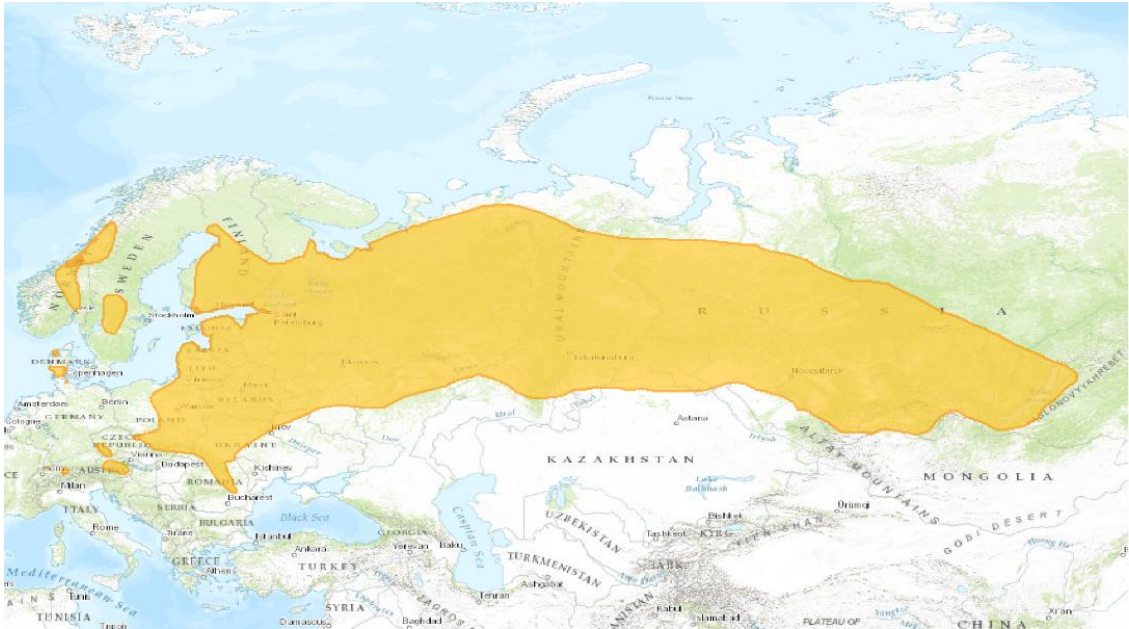
Vairošanās periods no jūnija līdz augustam (Andrušaitis 2000). Salīdzinot ar pārējiem sīkiem zīdītājiem, vairošanās ātrums ir ļoti zems (Møller 2012). Grūsnības periods Eiropā ilgst 18 – 24 dienas (MacDonald 2006), Karēlijā - 25 - 30 dienas, tāpēc gadā ir tikai viens metiens (Громов *u* Ербаева 1995). Mazuļu skaits 3-11 (Рудышин 1982, Ивантер & Кухарева 2010), kuri piedzimst jūnijā – augustā (atkarībā no laika apstākļiem) un kļūst pieauguši jau pēc 5 nedēļām (Ивантер *u* Кухарева 2010, Møller 2012).

Meža sicista sāk vairoties tikai otrajā dzīves gadā un savā mūžā tikai divas reizes dzemdē - otrajā un trešajā dzīves gados (MacDonald 2006, Ивантер *u* Кухарева 2010). Tāpēc meža sicistas populācija nesasniedz tādu blīvumu, kā lielāka daļa pārējo sīko zīdītāju sugu populācijas (Møller 2012). Dzīves ilgums ir līdz četriem gadiem (Ивантер *u* Кухарева 2010, Møller 2012).

Populācijā cikliskas skaita izmaiņas nav izteiktas (Кухарева 2007).

1.2. Meža sicistas izplatība

Meža sicista ir tipiska palearktiskas suga (Baquero & Tellería 2001): izplatības areāls ir no Centrāleiropas un Fenoskandijas līdz Tālajiem Austrumiem Āzijā (Evans & Arvela 2011) (1.2.1. att.). Sastopama boreālos un kalnu mežos, subalpu pļavās un tundrā (Evans & Arvela 2011).



1.2.1. attēls. Meža sicistas *Sicista betulina* izplatības areāls (Meinig *et al.* 2008).

Vasarā suga sastopama atklātos biotopos, bet ziemu pavadā hibernācijas stāvoklī mežos (MacDonald 2006). Reģionāli sugai dažādi pētnieki norādījuši atšķirīgas un ļoti plašas biotopu preferences (Tauriņš 1982, Громов и Ерболева 1995, Andrušaitis 2000, Juskaitis 2000, Spitzenberger 2001, Kyxapeva 2007, Hauer *et al.* 2009, Bina 2012a, Bina 2012b, Hegyeli & Aczél-Fridrich 2012, Møller 2012, Pilāts & Pilāte 2012, Timm 2012)

1.2.1. Svarīgākie meža sicistas populāciju ietekmējošie faktori

Faktori, kuri ietekmē meža sicistas daudzumu un izplatību: dzīves vietu iznīcināšana, klimata izmaiņas (Meinig & Boye 2009, Fløjgaard *et al.* 2009), augsnes erozija, meža ceļu būvniecība, meža apsaimniekošana (Spitzenberger 2001).

Polijā, Vācijā, Čehijā un Rumānijā galvenie meža sicistas skaita ietekmējošie faktori ir pameža izzāgēšana un mirušās koksnes izvākšana no meža, mežizstrāde bez meža atjaunošanas, lauksaimniecības intensifikācija (Evans & Arvela 2011, Meinig *et al.* 2008).

Meža sicista asociējas ar aukstu klimatu, tāpēc klimata izmaiņas var nopietni ietekmēt izplatību un populācijas blīvumu (Møller 2012). Tomēr Somijā meža sicista kļūst vairāk izplatīta, iespējams siltāku ziemu ietekmē (Henttonen & Liukko 2012). Meža sicistas daudzumu ietekmē pārziemošanas apstākļi, tādi, kā sniega segas biezums un sasalušās augsnes dziļums (Ивантеев 1975).

Mitra un silta vasara negatīvi ietekmē vairošanās spējas, notiek substrāta (sūnas, žagari, vecā zāle, lapas), kurā meža sicista ierīko savas alas un patvērumus, intensīva samitrināšana, un rezultātā palielinās jaundzimušo īpatņu mirstība (Vinogradov 2009).

1.3. Meža sicistas aizsardzība

Eiropā ir maz ziņu par meža sicistas izplatību un aizsardzības stāvokli (Evans & Arvela 2011). Ir atzīts, ka meža sicista ir samērā reta suga. Tā ir iekļauta Bernes konvencijas par Eiropas dzīvās dabas un dabisko dzīvotņu saglabāšanu (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats) 2. pielikumā un Eiropas Padomes 1992. gada 21. maija direktīvas 92/43/EEK par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību 4.pielikumā. Latvijas īpaši aizsargājamo suga sarakstā (Ministru kabineta 2000. gada 14. novembra noteikumi Nr. 396).

Meža sicista ir ierakstīta Polijas, Zviedrijas un Baltijas reģiona Sarkanajā grāmatā, kā arī Dānijas, Norvēģijas un Vācijas apdraudēto sugu sarakstā (Andrušaitis 2000). Latvijā tiek

uzskatīta kā neizzināta, Sarkanajā grāmatā iekļauta suga, Igaunijā kā reta, Sarkanajā grāmatā iekļauta suga (Timm *et al.* 1998). Lietuvā kā parasta, indifferenta suga, kurai nedraudzīga dzīves vietu iznīcināšanas dēļ (Juskaitis 2000).

Savukārt, saskaņā ar Starptautiskās dabas un dabas resursu aizsardzības savienības (International Union for Conservation of Nature IUCN) datiem, meža sicista tiek uzskatīta par sugu ar zemu izzušanas risku (LC; Evans & Arvela 2011) un Eiropā meža sicista netiek uzskatīta par nopietni apdraudētu sugu (Meinig *et al.* 2008).

Līdz šim veikto pētījumu skaits Eiropā ir neliels. No kaimiņvalstīm tikai Lietuva norādījusi, ka meža sicistas skaits palielinājies (Evans & Arvela 2011). Arī Latvijā skaita izmaiņas un apdraudējums nav zināmi (Andrušaitis 2000).

Ir konstatēts, ka monitorings ir īpaši vajadzīgs izplatības areāla rietumu daļā (Meinig *et al.* 2008) – tāpat Eiropas Savienības dalībvalstīs, tostarp arī Latvijā.

1.4. Sīko zīdītāju monitoringa metodes

Divas vispopulārākās metodes, kā veikt sīko zīdītāju uzskaiti - ķeršana ar pārsitamajiem slazdiem un augsnes lamatām (*Pitfall traps*), pie kam, katrai no metodēm ir savi plusi un mīnusi (Медведев и Курхинен 2013). Sīko zīdītāju monitoringam izmanto arī dzīvķeramos slazdus (*Sherman trap*, *Longworth trap* u.c.; Sibbald *et al.* 2006) un ēsmas caurulītes, kur sīkie zīdītāji atstāj savas pēdas (fekālijas vai matiņus; Suckling 1978, Dickman 1986, Churchfield *et al.* 2000).

1.4.1. Sīko zīdītāju ķeršanas metožu izmantošanas efektivitāte attiecībā uz meža sicistu

Meža sicista ir reti noķerama ar pārsitamajiem slazdiem, jo suga ir sevišķi piesardzīga un nemēdz interesēties uz standarta ēsmu (rupjmaize, izmērcēta saulespuķu eļļā) (Spitzenberger 2001, Ивахтер 2014a).

Latvijā 1950.-1970. gadu laikā ar slazdiem tika noķertas 20 meža sicistas 7 teritorijās. Pēdējā desmitgadē meža sicistas ķeršanai tiek izmantotas augsnes lamatas, bet noķerti tikai daži indivīdi (Pilāts & Pilāte 2012), pēdējais - 2015. gadā Pelečāres purvā (Pilāte un Pilāts pers. kom.). Dabas novērojumu portālā www.dabasdati.lv kopš 2009. gada ir reģistrēti tikai septiņi meža sicistas novērojumi (skatīts: 2017. gada 18. aprīlī). Monitoringā ar pārsitamajiem slazdiem Latvijas austrumu daļā no 1990. līdz 2016. gadam nav noķerta neviena meža sicista (Pupila & Bergmanis 2006, šī pētījuma dati).

Dažos pētījumos apvieno abas augstāk pieminētās metodes. Bieži vien ķeršana ar augsnes lamatām ir efektīvāka. Tā, piemēram, Karēlijā meža sicistas daļa starp visiem noķertiem zīdītājiem ir vidēji 3,2%, ķerot ar pārsitamajiem slazdiem - 0,9%, ar augsnes lamatām - 5,8% (Kyxapeva 2007). Igaunijas ziemeļu daļā 29 gadu laikā ar pārsitamajiem slazdiem tika noķertas dažas meža sicistas, bet, izmantojot augsnes lamatas, dažu gadu laikā tika noķerti vairāk nekā 10 indivīdi (Timm 2012) un 15 gadu laikā, pielietojot augsnes lamatas, meža sicista tika konstatēta visā Igaunijas teritorijā (Timm 2012).

Rumānijā no 1943. gada meža sicista tika konstatēta Karpatos tikai astoņas reizes un lielākā daļa no konstatēšanas gadījumiem ir ar slazdiem un augsnes lamatām noķertie īpatņi (Hegyeli & Aczél-Fridrich 2012).

Somijā meža sicistas konstatēšanai visplašāk izmanto augsnes lamatas, reti konstatēta pārsitamajos slazdos (Henttonen & Liukko 2012).

1.5. Plēsīgo putnu atrižu analīzes metodes efektivitāte sīko zīdītāju monitoringā

Sīko zīdītāju daudzveidību un skaitliskās svārstības var efektīvi monitorēt, analizējot pūču un citu plēsīgo putnu atrižas un ligzdošanas materiālu (Heisler *et al.* 2016). Plēsīgo putnu atrižu analīzes metode nav īpaši populāra, tomēr vairākās valstīs iegūtie dati liecina par šīs metodes efektivitāti.

Tā, piemēram, Lietuvā veicot monitoringu pilsētas Kēdaiņi apkārtnē 1997.-2004. gados un Kamanos dabas rezervātā 1999.-2003. gados, gan ar slazdu palīdzību, gan analizējot meža

pūču *Strix aluco* barības sastāvu vienā un tajā pašā teritorijā, pūču barības sastāvā ir konstatēta lielāka sugu daudzveidība, nekā ņemot ar slazdiem (Balčiauskiene 2005). Analizējot plēsīgo putnu arijas 2003.-2004. gadus, tika konstatētas divas jaunas meža sicistas, viena ūdeņu strupastes *Arvicola terrestris* un viena mazā susura *Muscardinus avellanarius* atradnes (Balčiauskiene *et al.* 2005). Analizējot meža pūces arijas no 1996. gada līdz 2009. gadam, vidēji meža sicistas īpatsvars barības sastāvā bija 0,6%, (līdz 7,14%). Šīs svārstības tika saistītas ar pamatbarības trūkumu, kad pūce pārorientējas uz alternatīvajiem barības objektiem (Balčiauskiene *et al.* 2011). Meža sicista tika atrasta meža pūces barības sastāvā skujkoku meža biotopos un lapu koku mežos, bet antropogēnos biotopos meža sicista netika atrasta (Balčiauskiene *et al.* 2011). Lietuvā 15% no visiem meža sicistas konstatēšanās gadījumiem ir no pūču ligzdošanas materiāliem (Juskaitis 2000).

Krievijā, Hakasijas Republikā 2006. gadā tika analizētas ausainās pūces arijas no 9 ligzdošanās vietām, paralēli ņemot sīkus zīdītājus ar pārsitamajiem slazdiem un augsnes lamatām. Ņemšanas rezultātā tika iegūti 156 sīko zīdītāju īpatņi, no kuriem meža sicistas īpatsvars bija 0.6%; analizējot arijas, tika identificēti 1114 zīdītāji un meža sicistas īpatsvars bija 5.1% (Екимов и Сафонов 2009).

Dienvidāfrikā tika veikts sīko zīdītāju monitorings, analizējot plīvurpūces *Tyto alba* barības sastāvu un paralēli veicot ņemšanu ar slazdiem sešos dažādos biotopos Florissas pētnieciskajā stacijā. Pūces barības sastāvā tika atrastas 15 sīko zīdītāju sugas, bet ar slazdiem tika ņemtas 10 sīko zīdītāju sugas, tomēr autors neiesaka izmantot barības sastāva analīzi kā vienīgo metodi, bet monitoringam izmantot abas metodes, kā viena otru papildinošas (Avenant 2005). Lielbritānijā 14% no visiem rūsganās meža strupastes *Myodes glareolus* konstatēšanas gadījumiem ir plēsīgo putnu arijās (Arnold 1993). Čehijā 97% no meža sicistas novērojumu gadījumiem ir iegūti no bikšainā apoga arijām (Bina 2012b).

Ziņojumi no sabiedrības, augsnes lamatas un pūču arijas ir visefektīvākās meža sicistas monitoringa metodes Norvēģijā (van der Kooij 2012). Meža sicista visbiežāk ir sastopama meža pūces un bikšainā apoga (*Aegolius funereus*) barības sastāvā (var variēt no 1% līdz 30% no visiem upuriem; van der Kooij 2012). Dānijā iesaka vienlaicīgi pielietot trīs metodes: pūču barības sastāva pētīšanu, ņemšanu ar augsnes lamatām un sabiedrības ziņojumus (Møller 2012).

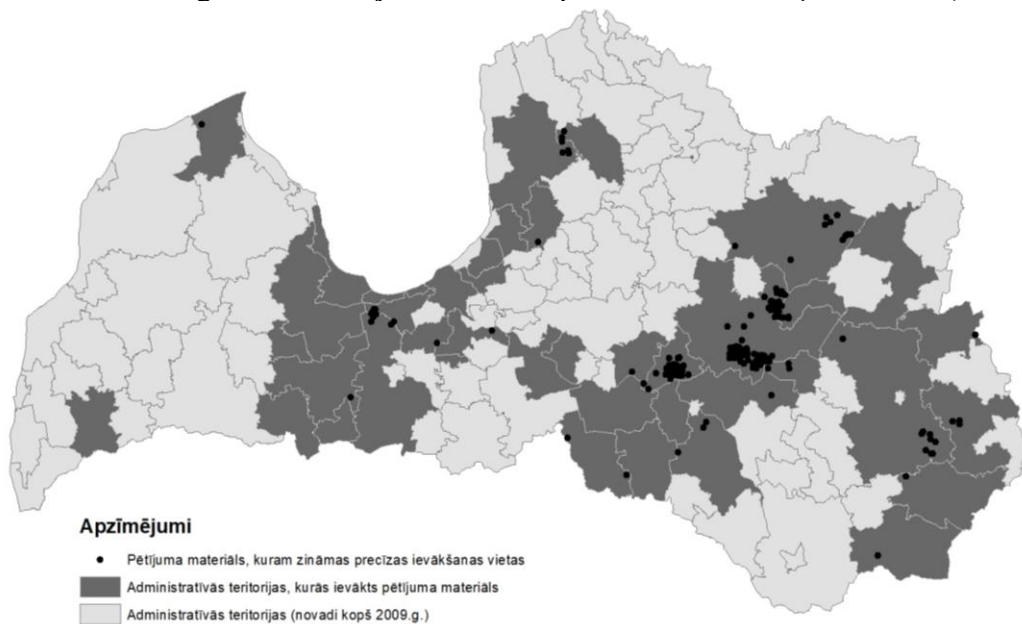
Latvijā nepilnīgi analizētā materiālā par 2012.-2014. gada pūču ligzdošanas sezonām atklāti vairāk nekā 30 meža sicistas konstatēšanas gadījumi (Avotiņš *et al.* 2014).

2. Materiāls un metodes

2.1. Materiāla ievākšanas vietas un materiāla ievākšana

Latvijā dažādās vietās pūču teritoriju uzskaites tiek veiktas kopš 1988. gada, kad tās uzsāka A. Avotiņš sen. Pļaviņu apkārtnē. Kopš tā laika izpētes teritoriju (parauglaukumu) skaits ir pieaudzis un to izvietojums laika gaitā ir mainījies (Avotiņš jun. et al. 2014). Lai gan pūču teritorijas ik gadus tiek apzinātas 6 – 30 parauglaukumos, šo darbu veic brīvprātīgie, tādēļ (resursu taupības nolūkā) pašas ligzdošanas vietas ne vienmēr tiek meklētas. Barības sastāva pētījumos nozīmīgi ir atrast dobumu vai ligzdu, jo tajā, zem tās vai zem pieaugušo putnu sēdpošņiem ligzdas tuvumā ir atrodamas barības atliekas un atriņas. Šī materiāla iegūšanai ir iespējams izmantot mākslīgās ligzdošanas vietas. Šajā pētījumā ir izmantots materiāls no pūču mākslīgajām un dabiskajām ligzdošanas vietām kopš 1985. gada.

Pētījumā izmantoti apodziņa *Glaucidium passerinum*, bikšainā apoga *Aegolius funereus*, ausainās pūces *Asio otus*, meža pūces *Strix aluco* un urālpūces *Strix uralensis* barības atlieku vākumi, kas iegūti 237 Latvijas vietās – kopumā 40 novados (2.1.1. attēls).



2.1.1. attēls. Pētījuma materiāla ievākšanas vietas.

Barības sastāva noskaidrošanā par vienu vākumu jeb paraugu ir uzskatāms vienas ligzdas apkārtnē vienas ģimenes putnu atriņu kopums no vienas ligzdošanas sezonas. Ievāktais materiāls uzglabāts polietilēna maisiņos, pievienojot tiem etiķeti ar ziņām par ievākšanas vietu un datumu, ievācēja uzvārdu. Diemžēl senākiem vākumiem vietas norādes ne vienmēr ir bijušas precīzas, atsevišķos gadījumos nav zināms ligzdošanas gads vai nav droši apgalvojams, ka zināms ir vienīgais ligzdošanas gadījums. Šādi novērojumi izmantojami attiecīgi tikai pārmaiņu rādītāja vai sastopamības karšu gatavošanā.

2.2. Materiāla apstrāde

Ligzdošanas materiāls tika rūpīgi caurskatīts, barības objektu atliekas, kaulus, hitīnu, un spalvas atlasot no skaidām, satrudējušās koksnes u.tml.. Nereti ligzdošanas materiālā tika atrastas arī veselas atriņas. Atriņas ir nesagremotās barības daļas, kuras pūču kuņģos tiek saspīestas blīvos veidojumos un atņemtas (atrītas). Ārēji apskatot ievāktās atriņas, var skaidri redzēt, ka tās atšķiras saturā un izmēru ziņā (2.2.1. att.). Atriņu sastāvā ar neapbruņotu aci ir saskatāmi kauli, mati, spalvas.



2.2.1. attēls. Ausaino pūču atriņas (foto V. Ignatjevs)

Kā atriņu analīzes metode tika izmantota sausā drupināšana. Tās pamatā ir izkaltētu atriņu šķīrošana, grupējot atrastos kaulu fragmentus, galvaskausus, putnu knābjus, kukaiņu hiīna apvalkus u.c.. Barības sastāva analīzei izmantojamās sastāvdaļas sašķirotas, sagrupētas un klasificētas, izmantojot binokulāro lupu un noteicējus (Yalden 2009).

2.3. Barības sastāva noteikšana

Pūču barības sastāvā atrodamas zīdītāju, putnu, abinieku un kukaiņu atliekas. Retāk – zivju, slieku, rāpuļu. Zīdītāju sugas identificētas pēc tām raksturīgajām galvaskausa uzbūves īpatnībām vai raksturīgajiem kauliem. Lielākajā daļā gadījumu tā bija zobu formula (Pucek (ed.) 1981, Prūsaite 1988, Tauriņš 1982, Yalden 2009). Ne vienmēr bija iespēja izmantot visu galvaskausu, bet tikai vienu no žokļiem, tādēļ visos gadījumos taksons nav identificēts līdz sugai. Nosakot lielāka izmēra zīdītāju (zaķu *Lepus sp.*, vāveru, kurmjū u.tml.) skaitu tika izmantots arī lielais *tibio* un mazais *fibula* lielakauls, augšstilba kauls *femur*, augšdelma kauls *humerus*, kā arī iegurņa kauls *pelvis*.

Putnu noteikšanai tika izmantoti atliekās atrastie knābji *skull*, krūšu kauli *sternum*, delnas kauli *metacarpale*, augšdelma kauli *humerus* un spalvas (Yalden 2009). Putnu spalvas identificētas salīdzinot ar kolekciju materiāliem, kauli grupējami pēc izmēriem, putnu sugas iedalot četrās grupās (ķauķīši, zīlītes-žubītes, strazdi-dzeņi, sīļi-baloži-mežirbes).

Abinieku atliekas materiālā tika atpazītas pēc grupai raksturīgajiem kauliem: lielais un mazais lielakauli *tibio-fibula*, delnas kauliem *radio-ulna*, iegurņa kauliem *pelvis*, urostili *urostyle* (Yalden 2009).

2.3.1. Meža sicistas identificēšana

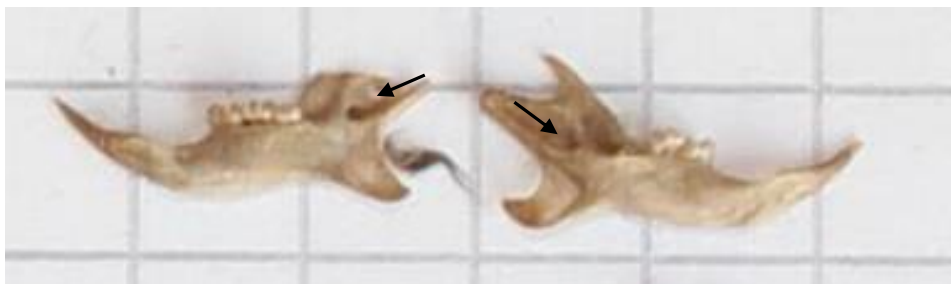
Meža sicista identificēta pēc raksturīgā zobu skaita un to emaljas formas augšžoklī (2.3.1. att.) un apakšžokļa formas, pirmā apakšējā dzerokļa emaljas kronīša formas (2.3.2. att.) un sugai raksturīgā nervu kanāla (2.3.3. att.).



2.3.1. attēls. Meža sicistai *Sicista betulina* raksturīgs neliels priekšdzeroklis (atzīmēts ar bultu) augšžoklī, veidojot četru “dzerokļu” rindu. (Foto: A. Avotiņš jun.)



2.3.2. attēls. Meža sicistai *Sicista betulina* apakšžokļa priekšējam dzeroklim raksturīga “iztrūkstoša” cilpa (atzīmēta ar bultu). (Foto: A. Avotiņš jun.)



2.3.3. attēls. Meža sicistai *Sicista betulina* raksturīgs nervu kanāla novietojums (atzīmēts ar bultu) un apakšžokļa forma, rūtiņa ar malas garumu 5 mm. (Foto: A. Avotiņš jun.)

2.4. Barības objektu daudzuma noteikšana

Lai noteiktu objektu skaitu, tika izmantota minimālā indivīdu skaita noteikšanas metode (Bochensky 1990). Metodes pamatā ir attīrīto kaulu grupēšana pēc novietojuma skeletā (galvaskausi, apakšžokļi, augšdelma kauli, augšstilba kauli u.c.) un pēc puses (labās vai kreisās). Labās puses kauli tika salīdzināti ar kreisās puses kauliem pēc simetrijas un izmēriem. Lielākais attiecīgo kaulu skaits grupā ir minimālais indivīdu skaits attiecīgajā grupā.

2.5. Barības objektu biomasas noteikšana

Barības sastāva sadalījums pēc barības objektu biomasu aprēķina ir nozīmīgs raksturlielums, kurš atspoguļo aptuvenu iegūtās enerģijas apjoma sadalījumu. Barības objektu biomasas aprēķini ir aptuveni, jo vienas sugas dažādiem indivīdiem var būtiski atšķirties, atkarībā no vecuma, dzimuma un veselības stāvokļa (Prūsaite 1988). Tomēr visas citas metodes, piemēram, pētot barības objektus pēc kaulu izmēriem, ir sevišķi darbietilpīgas un negarantē pilnīgu precizitāti.

Barības objektu biomasas noteikšanai tika izmantotas literatūras ziņas un citu pētnieku sniegtā informācija (1. pielikums). Sīko zīdītāju masas mērījumi izmantoti no pētījumiem Lietuvā (Balčiauskienė *et al.* 2006). Nosakot biomasu objektiem, kas noteikti tikai līdz ģintij, izmantota vidējā Latvijā ģinti reprezentējošo sugu biomasu, piemēram, *Microtus* ģints strupastēm. Putni izdalīti izmēru grupās, kur grupas vidējā biomasu pieņemta no vispārīgās literatūras (Hume 2014).

Visu abinieku biomasu pielīdzināta pētījuma reģionā biežākajai sugai - parastajai vardei *Rana temporaria*, kas iegūta sverot 100 indivīdus (16 g, A. Avotiņš sen. mutisks ziņojums).

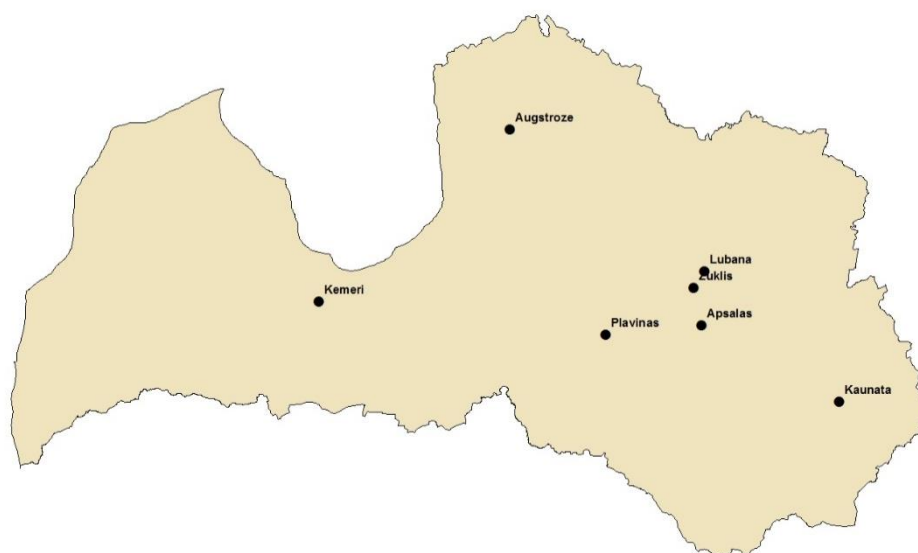
Bezmugurkaulnieku sugas nav identificētas, indivīdu skaits noteikts pēc galvu skaita vākumā, katrs indivīds pieņemts par vienu gramu smagu.

2.6. Sīko zīdītāju sastopamība – ķeršanas indeksi

Laika periodā, kopš 1991. gada līdz 2011. gadam sīko zīdītāju monitoringu veikusi Dabas aizsardzības pārvalde (DAP, un saistītās struktūras) vienā līdz četrās teritorijās,

izmantojot divas monitoringa transektes katrā teritorijā – pa vienai pļavā un mežā. Kopš 2012. gada sīko zīdītāju monitoringu īsteno brīvprātīgie pūču izpētes entuziasti (galvenokārt, A. Avotiņš jun., V. Ignatjevs, D. Drazdovskis, M. Zilgalvis), monitorings tiek īstenots trīs līdz četros parauglaukumos ar vairāk kā desmit transektēm, kas reprezentē dažādus mežu biotopus un vienu, kas reprezentē zālājus, daļā sezonu, monitorings veikts arī trīs bijušā (DAP īstenotā) monitoringa teritorijās. 2016. gadā monitorings īstenots ar Latvijas vides aizsardzības fonda finansiālu atbalstu, projekta “Informācijas ieguve par īpaši aizsargājamo sugu meža sicista *Sicista betulina*”, monitorings īstenots 2.6.1. attēlā norādītajās teritorijās.

Meža sicistas populācijas izmaiņas analizējamās pēc novērojumiem pūču barībā, tomēr, lai iegūtos rezultātus skaidrotu, nepieciešams izsekot pūču pamata barības objektu – biežāk sastopamo sīko zīdītāju – sastopamības izmaiņām un tās datu analīzes ietvaros attiecināt pret pūču barībā sastopamajām sugām un to apjomu. Četros no šīs nodaļas pirmajā tabulā minētajiem parauglaukumiem (Kaunata, Lubāna, Pļaviņas, Augstroze), sīko zīdītāju monitorings veikts dažādās meža biotopu grupās, tās klasificējot pēc vecuma (trīs grupas), auglīguma (divas grupas) un susināšanas klātbūtnes (divas grupas). Šajās teritorijās monitorings veikts ar nelielu pārsīto slazdu skaitu katru biotopu grupu reprezentējošā transektē, jo tās izvietotas nejauši izlozētos mežu nogabalos, kas nav pietiekoši lieli tradicionāli izmantotajiem 50-100 slazdiem, kas izvietoti pārējos parauglaukumos. Monitoringa ietvaros, ir bijusi mainīga datu ievākšanas intensitāte (slazdu rindu garums), tomēr citādi nemainot dizainu, datu rindās ir iztrūkumi (noteiktos gados neapsekoti parauglaukumi), tādēļ sīko zīdītāju sastopamības pārmaiņu rādītāji veidoti, izmantojot vispārīgos aditīvos modeļus (GAM, Wood 2006, Zuur *et al.* 2009), kas ļauj veidot populācijas pārmaiņu rādītājus ar iztrūkstošiem datiem un pārbaudīt dažādu faktoru, piemēram, slazdu rindas garuma ietekmes un tās objektīvi kompensēt.



2.6.1. attēls. Sīko zīdītāju monitoringa veikšanas parauglaukumi 2016. gadā LVAFA projekta “Informācijas ieguve par īpaši aizsargājamo sugu meža sicista *Sicista betulina*” ietvaros.

2.6.1. tabula.

Sīko zīdītāju monitoringa veikšanas vietas, īstenotāji un intensitātes apraksts.

Parauglaukums	Periods	Datu autors	Apraksts
Apsalas	1991.-2005. 2006.-2011. 2015.-2016.	Pupila & Bergmanis, 2006 Dabas aizsardzības pārvalde A. Avotiņš jun, D. Vasiļevska, D. Vasiļevskis	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem divās transektēs – pa vienai pļavā un mežā
Lisiņa	2001.-2005.	Pupila & Bergmanis, 2006	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem divās transektēs – pa vienai pļavā un mežā
Žūklis	2003.-2005. 2006.-2011. 2015.-2016.	Pupila & Bergmanis, 2006 Dabas aizsardzības pārvalde A. Avotiņš jun.	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem divās transektēs – pa vienai pļavā un mežā
Ķemerī	2006.-2010. 2015.-2016.	Dabas aizsardzības pārvalde A. Avotiņš jun., D. Drazdovskis, M. Zilgalvis	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem divās transektēs – pa vienai pļavā un mežā
Kaunata	2012.-2016.	A. Avotiņš jun., V. Ignatjevs, M. Zilgalvis	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem vienā transektē pļavā un 10-12 (atkarībā no apsaimniekošanas) transektēs mežā
Lubāna	2012.-2016.	A. Avotiņš jun.	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem vienā transektē pļavā un 10-12 (atkarībā no apsaimniekošanas) transektēs mežā
Pļaviņas	2012.,2016.	A. Avotiņš jun.	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem vienā transektē pļavā un 10-12 (atkarībā no apsaimniekošanas) transektēs mežā
Augstroze	2012.-2016.	A. Avotiņš jun., D. Drazdovskis, M. Zilgalvis	Sīko zīdītāju monitorings ar pārsitamajiem slazdiem vienā transektē pļavā un 10 transektēs mežā

2.7. Datu apstrāde un analīze

Dati analizēti brīvpieejas statistiskās programmatūras paketē R 3.3.3 (R Core team 2017), kartes sagatavotas ģeogrāfiskās informācijas sistēmā ArcGIS 10.5 (ESRI 2017).

Datu izpētes procesā izmantotas grafiskās metodes un atsevišķas analītiskās. Paraugkopu atšķirības, piemēram, barības objektu grupu sastopamības vākumos ar un bez meža sicistas klātbūtnes pārbaudītas, izmantojot Vilkoksona testu (Sokal & Rohlf 2012). Vispārīgas saistības starp barības objektu grupām pētītas ar Spīrmena rangu korelācijām (Sokal & Rohlf 2012).

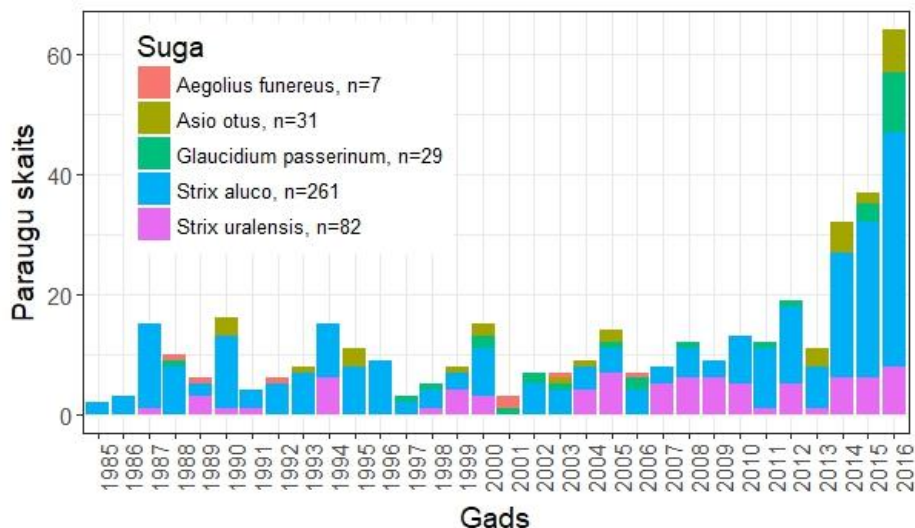
Meža sicistas sastopamības pārmaiņu modelis sagatavots kā vispārīgais aditīvais modelis, kurā (pūces ligzdošanas) gads, izmantojot tikai vākumos, kuriem tas ir bijis droši zināms, iekļauts kā fiksētais (ar kubiskās regresijas līkni) un (pūces ligzdošanas) teritorija kā nejaušais efekts (Wood 2006, Zuur *et al.* 2009). Tā kā datu priekšizpētē meža sicistas sastopamība netika saistīta ar kādu citu pūču barības objektu sastopamību vai lietojumu barībā, katrā vākumā novērotais indivīdu skaits attiecināts pret vispārējiem vākumu raksturojošajiem parametriem (kopējais un mugurkaulnieku indivīdu skaits, kopējā un mugurkaulnieku biomasa, vidējais un vidējais mugurkaulnieku upuru svars). Labāko modeļu izvēlē lietota informācijas-teorijas pieeja (Burnham & Anderson 2002). Vienlaikus modelī netika pieļauti parametri, kuru Spīrmena korelācijas koeficients bija vismaz $|0.5|$, kā arī parametri, kas skaidro vienu un to pašu sakarību, piemēram, skaits un svars. Visos modeļos par vienu no izskaidrojošajiem mainīgajiem tika izmantots gads, un pārbaudītas visas pārējās (izņemot izslēdzotās) parametru kombinācijas R rīkā “MuMIn” (Barton 2016). Modeļu izvēle atkārtota trīs reizes pārbaudot atbilstību skaita datu trīs saimēm: Puasona, *quasi*-Puasona un negatīvajai binominālajai (ar centra vērtību automatizētu izvēli no 1 līdz 10 pēc modeļa veiktspējas). Visos gadījumos viens un tas pats modelis tika atzīts par labāko no konkurējošajiem, jo otrās pakāpes Akaikes informācijas kritēriju vērtības pārsniedza divi. Starp saimēm labākā informācijas kritērija vērtība bija *quasi*-Puasona sadalījuma modeļiem.

Sīko zīdītāju sastopamības pārmaiņu (ķeršanas indeksa sagatavošanā) izmantoti vispārīgie aditīvie modeļi, jo klasiskā rādītāja (indivīdi/100 slazdiem diennaktī) izveide nav iespējama sakarā ar iztrūkstošajiem datiem vairākās monitoringa sezonās. Modeļos gads iekļauts kā fiksēts efekts un noķerto indivīdu skaits skaidrots saistībā ar gada, slazdu transektes garuma un ekponēšanas laika atšķirībām.

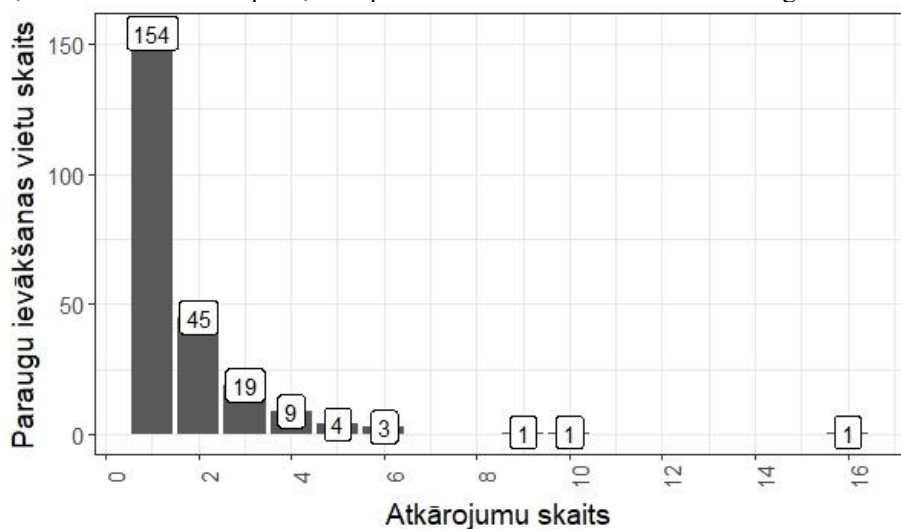
3. Rezultāti

3.1. Vispārējs datu materiāla raksturojums

Projekta ietvaros analizēti piecu pūču sugu barības atlieku vākumi, kas ievākti no 1985. līdz 2016. gadam (3.1. att.). Kopumā apskatīti 432 vākumi, tomēr tos apvienojot atbilstoši unikālu atkārtojumu nosacījumiem (vienā ligzdošanas sezonā vākumi no vienas ligzdošanas teritorijas uzskatāmi par vienu atkārtojumu un apvienojami), par neatkarīgiem uzskatāmi 410 vākumi, kas iegūti 237 dažādās vietās (3.2. att.), galvenokārt, Latvijas austrumu daļā.

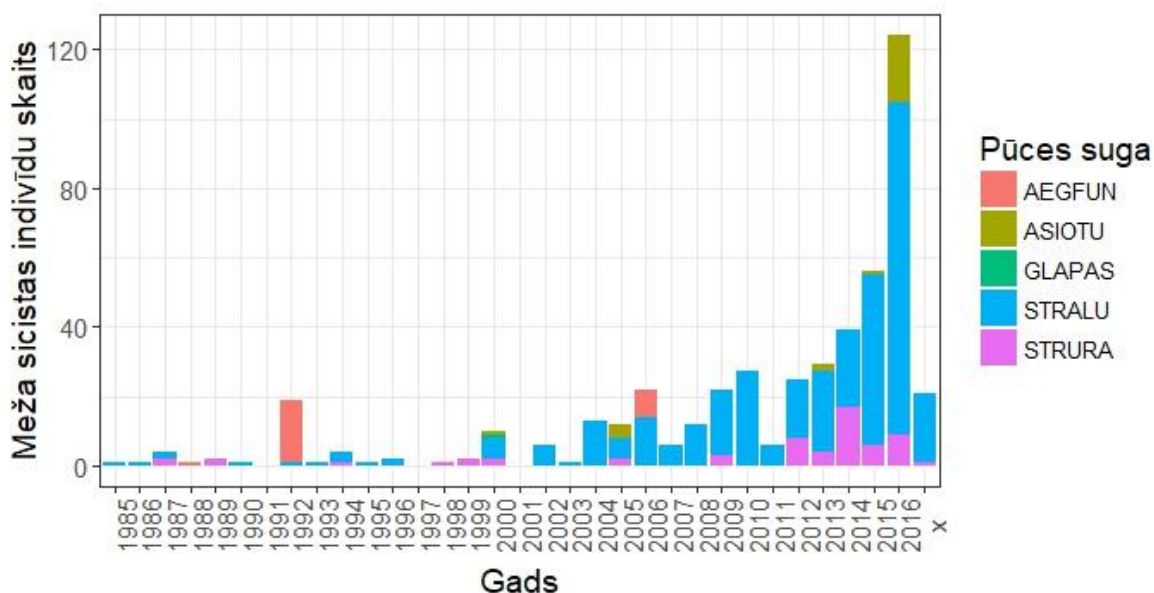


3.1.1. attēls. Analizēto vākumu sadalījums ligzdošanas sezonās piecām pētījumā izmantotajām pūču sugām: *Aegolius funereus* – bikšainais apogs, *Asio otus* – ausainā pūce, *Glaucidium passerinum* – apodziņš, *Strix aluco* – meža pūce, *Strix uralensis* – urālpūce; “n” apzīmē unikālo vākumu skaitu katrai sugai.

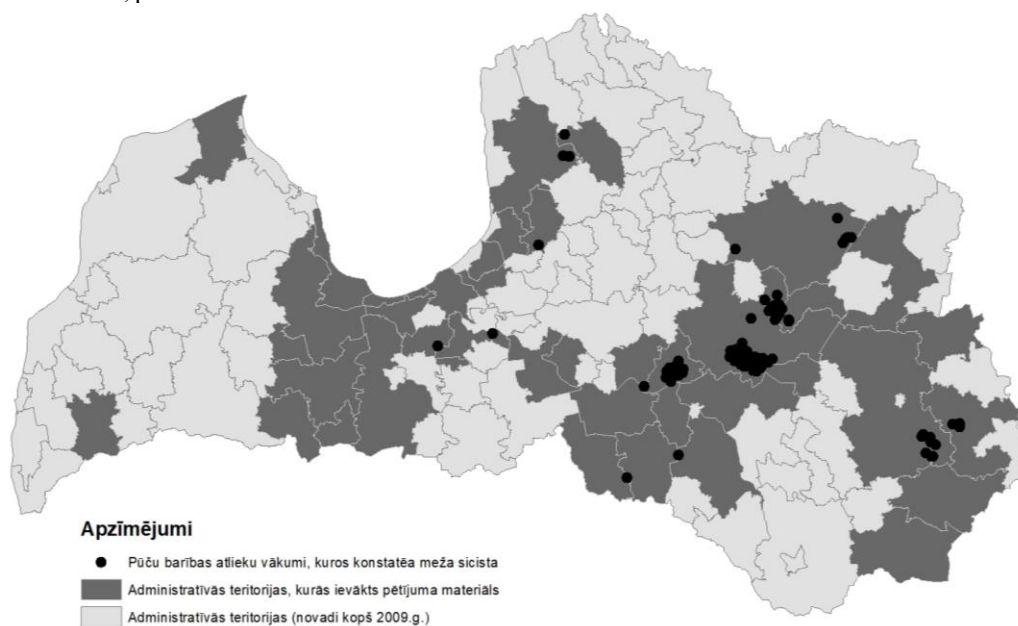


3.1.2. attēls. Par unikāliem uzskatāmiem 410 barības atlieku vākumi ievākti no 237 dažādām vietām ar mainīgu regularitāti.

Kopā vākumos uzskaitīti 27 629 pūču barības objekti. No tiem meža sicista konstatēta 162 vākumos (3.1.4. att.) 471 indivīda apmērā (3.1.3. att.). Meža sicista konstatēta visu pētīto pūču sugu kādā no barības vākumiem. Kopējais izdalīto sugu saraksts un to sastopamība barības atlieku vākumos ir apkopota 1. un 5. pielikumos. Īpaši izceļami ir lidvāveres *Pteromys volans* (viens indivīds vienā vākumā) un lazdu susura *Muscardinus avellanarius* (pa vienam indivīdam divos vākumos) atradumi.



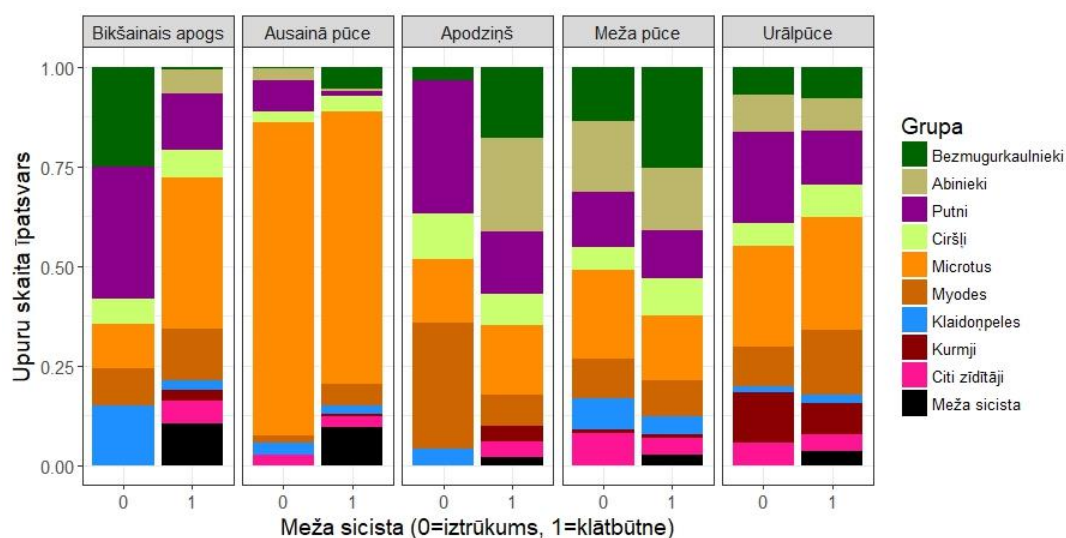
3.1.3. attēls. Dažādu sugu pūču barības atliekās atrasto meža sicistas indivīdu skaits. “X” apzīmē neskaidru ligzdošanas sezonu, pēc kuras materiāls ir ievākts.



3.1.4. attēls. Pūču barības vākumu, kuros konstatēta meža sicista izvietojums Latvijā.

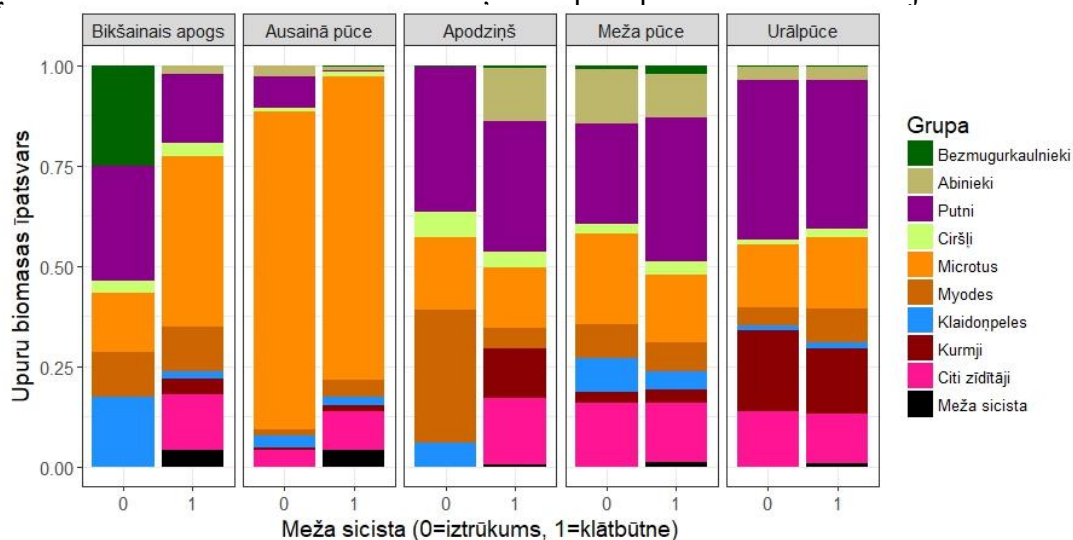
3.2. Pūču barības sastāva atšķirības saistībā ar meža sicistas klātbūtni

Lai apskatītu nozīmīgākos barības objektus, ar kuriem saistīta meža sicistas klātbūtne pūču barības sastāvā un sāktu izvērtēt tās sastopamības saistību ar kādu barības objektu trūkumu, salīdzināti pūču barības sastāva kumulatīvie rādītāji vākumiem ar un bez meža sicistas klātbūtnes. Vākumi salīdzināti gan kā skaita, gan biomasas daļas.



3.2.1. Barības objektu grupu sadalījums pēc identificēto upuru skaita īpatsvara pūču ligzdošanas materiālu barības atliekās, izdalot tos pēc meža sicistas klātbūtnes/iztrūkuma.

Kā 3.2.1. attēlā redzams, dažādām pūču sugām ir ievērojami atšķirīgs barības objektu skaita sadalījums diētā. Tomēr ausainajai, meža pūcei un urālpūcei barības vākumi ar meža sicistas klātbūtni un iztrūkumu ir līdzīgi, tajos upuru skaita sadalījuma atšķirības galvenokārt ir saistītas ar atsevišķām barības objektu grupām, piemēram, putniem un bezmugurkaulniekiem. Savukārt apodziņa un bikšainā apoga barības sastāvu grupās ir skaidri redzamas atšķirības. Nepieciešams gan uzsvērt, ka šīm sugām ir mazākais barības atlieku vākumu apjoms un nav aptverts viss periods, līdz ar to, iespējams šīs atšķirības ir apjoma-atkarīgas. Tomēr, lai pārbaudītu barības objektu grupu sastopamības atšķirību ietekmi, sagatavota *post-hoc* analīze, kas vizualizēta 2. pielikumā. Analīžu rezultāti, lai gan atsevišķos gadījumos statistiski būtiski, grafiski (pēc izkliedes) liecina, ka šīs atšķirības vienas plēsēja sugas ietvaros ir saistītas ar tendenci, kas analizējama modelējot un nav kādas noteiktas barības objektu grupas, kuras klātbūtnes vai iztrūkuma rezultātā pūces specializētos uz meža sicistu kā noteicošo vai vienu no alternatīvajiem barības objektiem. Tomēr pūcēm ligzdošanas laikā nozīmīga ir enerģija, kuru tās iegūst barojoties ar medījumu, kas iegūts pārsvarā oportūniski, tādēļ ir vērts salīdzināt barības sastāva atšķirības pēc upuru biomasas sadalījuma.

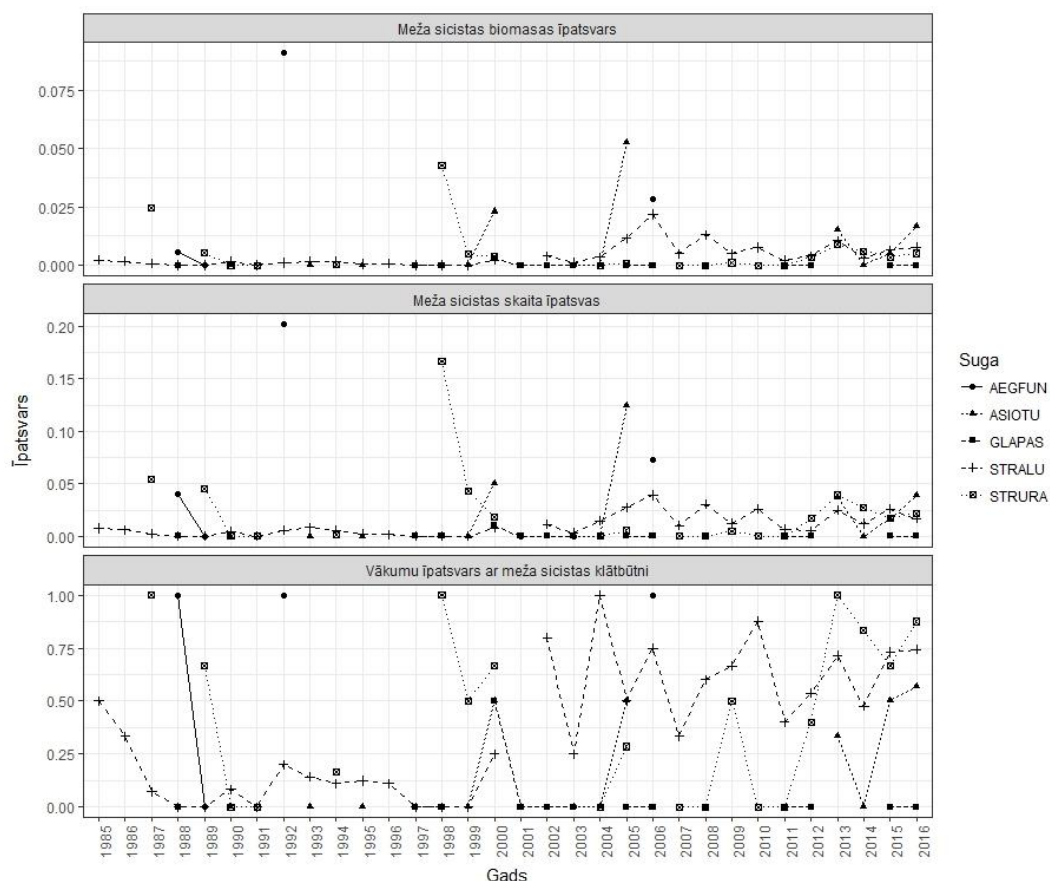


3.2.2. Barības objektu grupu sadalījums pēc identificēto upuru aprēķinātā biomasas īpatsvara pūču ligzdošanas materiālu barības atliekās, izdalot tos pēc meža sicistas klātbūtnes/iztrūkuma.

Tā kā dažādu sugu dzīvniekiem ir ievērojami atšķirīgi ķermeņa izmēri, pūču barības sastāva sadalījums ievērojami atšķiras no skaita sadalījuma. Šīs atšķirības ir sevišķi izteiktas sugām ar nelielu barības vākumu skaitu: apodziņam un bikšainajam apogam (3.2.2. att.). Augstā līdzība ausainās pūces, meža pūces un urālpūces diētas sadalījumiem liek apdomāt paraugkopas apjoma vai kādu citu faktoru iespējamo ietekmi uz barības sastāva atšķirībām apodziņam un bikšainajam apogam. Līdzīgi kā skaita sadalījumam, arī biomasas sadalījumam veikta analīze individuālu vākumu līmenī, izmantojot grafiskās metodes un Vilksona testu (3. pielikums). Līdzīgi kā skaita sadalījumā, analīze barības objektu grupu līmenī biomasas sadalījumam uzrāda atsevišķas statistiski būtiskas atšķirības, kas visticamāk ir skaidrojamas ar nelielajām paraugkopām vai nulles piesātinājumu, jo grafiski salīdzinot grupu izkliedes vērtības šīs atšķirības kategoriski nenorāda par kādas noteiktas barības objektu grupas īpatsvara lineāru ietekmi uz meža sicistas sastopamību vākumos.

3.3. Meža sicistas sastopamības izmaiņas pūču vākumos

Meža sicistas sastapšanas gadījumi pūču barības atlieku vākumos ir bijuši ar mainīgu intensitāti laika gaitā, dažādām sugām sastapšanas dinamika ir nedaudz atšķirīga (3.3.1. att.). Kopumā saskatāmi vairāki pīķi sugas sastopamībā, 3.3.1. attēlā redzams meža sicistas sastopamības (vākumu īpatsvara ar sugas klātbūtni) samazinājums pēc 1980.to gadu beigām un atkal pieaugums kopš aptuveni 2000. gada.

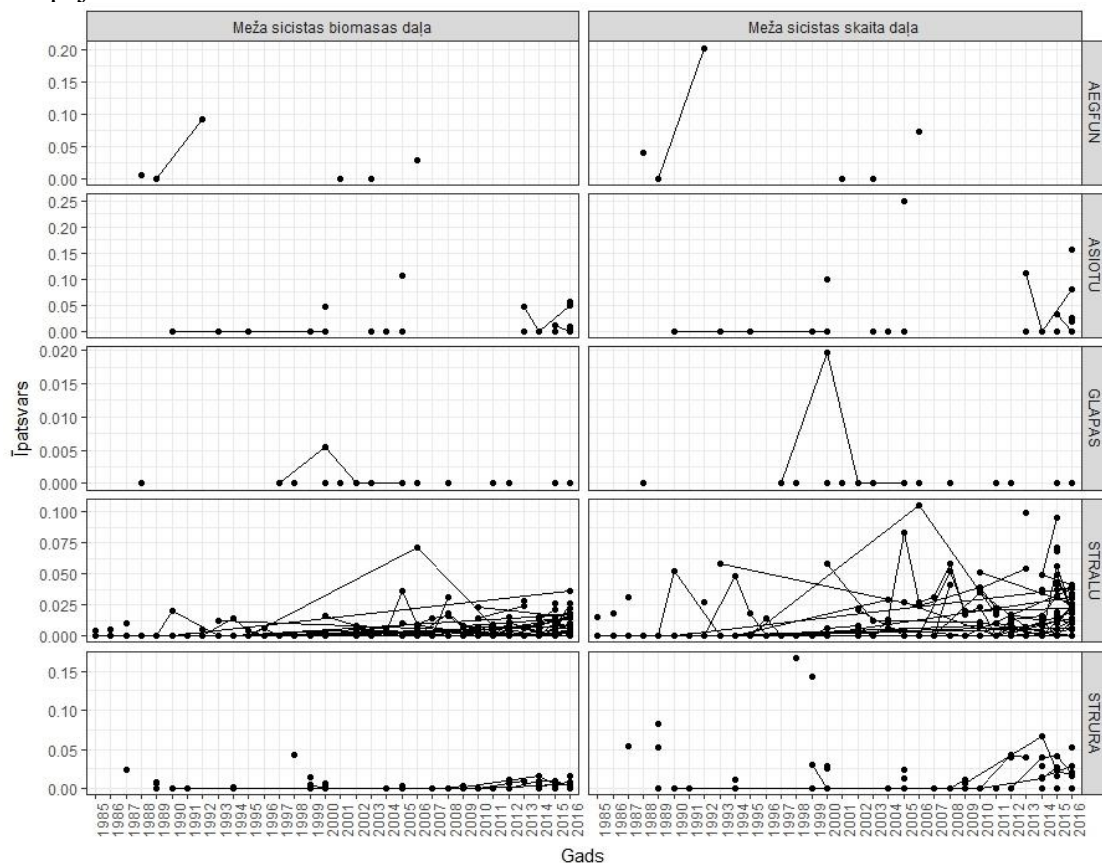


3.3.1. attēls. Meža sicistas sastopamība pūču barībā: vākumu skaita, sugas biomasas īpatsvara un skaita īpatsvara izmaiņas gadu gaitā dažādām pūču sugām. *Salīdzinājumu grupās ir atšķirīgs Y ass diapazons.*

Salīdzinot meža sicistas sastopamības pārmaiņas individuālu vākumu līmenī (3.3.2. attēls), redzams nelielais atkārtojumu skaits sugām, kuru vākumi iegūti no dabiskajām ligzdām – apodziņam, bikšainajam apogam un ausainajai pūcei. Populācijas pārmaiņu rādītāja būvei šo

sugu dati pagaidām nav izmantojami vietas ietekmju analīzē. Meža pūces un urālpūces vākumos, kas ir ievākti ik gadus kontrolētās mākslīgajās ligzdošanas vietās, redzama izteikta mainība meža sicistas sastopamībā dažādās ligzdošanas sezonās.

Abos meža sicistas sastopamības attēlos (3.3.1. un 3.3.2. att.) redzama izteikta dinamika, kas šai sugai, saskaņā ar literatūras ziņām (Kyxapeva 2007), cikliskā formā neesot raksturīga, bet cikliskā formā (kā 3.3.1. att. meža pūces vākumu īpatsvarā ar meža sicistas klātbūtni) ir zīmīga citām sugām, kas veido pūču barības sastāva pamatdaļu, piemēram, strupastēm. Lai skaidrotu meža sicistas sastopamības pūču barībā iespējamo cikliskumu, nepieciešamas ziņas par pamata barības objektu sastopamību, lai empīriski izvērtētu savstarpējās saistības.

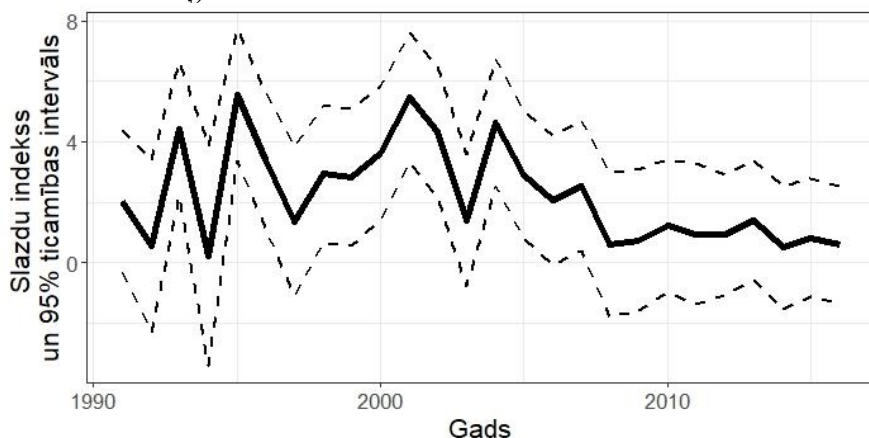


3.3.2. attēls. Meža sicistas sastopamības dinamika dažādām plēsēja sugām (rindās) individuālu vākumu (atkārtojumi savienoti ar līniju) līmenī. *Salīdzinājumu grupās ir atšķirīgs Y ass diapazons.*

3.4. Saistības ar sīko zīdītāju sastopamības rādītāju (ķeršanas indeksu)

Tā kā sīko zīdītāju populācijas monitorings ir veikts ar neredzamiem atšķirīgām metodēm (slazdu transektu garums), tomēr vienās un tajās pašās vietās ar vairākiem atkārtojumiem dažādos gados, sagatavoti aditīvie modeļi, kuros iekļauti slazdu transektes garums un eksponēšanas diennaktu skaits, katrā monitoringa vietā un sezonā. Modelēšanas rezultātā labākā kopējā sīko zīdītāju skaita dinamika izskaidrota kā kopējais noķerto dzīvnieku skaits diennaktī atkarībā no gada un ķeršanas vietas. Kopējais sīko zīdītāju populācijas pārmaiņu rādītājs (ķeršanas indekss apvienotām visām sugām) attēlots 3.4.1. attēlā. Dabiski boreālo mežu zonā sīko zīdītāju populācijām ir raksturīgi sinhroni cikli, kam jāizpaužas kopējā ķeršanas indeksā. Kā 3.4.1. attēlā redzams, kopš 2008. gada sīko zīdītāju populāciju cikli ir sabrukuši, vismaz kopējā visu sugu rādītāja izpratnē. Tam iemesls var būt klimata izmaiņu atšķirīgā ietekme uz dažādu sugu populācijām, plēsēju ietekme vai kas cits. Lai pārlicinātos par iespējamajām atšķirībām dažādu sugu grupās, sagatavoti populācijas pārmaiņu rādītāji katrai

no tām (3.4.2. att.). Šādi salīdzinājumi iespējami ar divām sugu grupām: *Microtus* un *Myodes* ģinšu strupastēm, kas pūču barībā aizņem lielāko daļu no zīdītājiem un sīko zīdītāju monitoringā tām iegūts pietiekošs datu apjoms (neveidojas nulles piesātinājums zemas ķeršanas rezultativitātes dēļ).



3.4.1. attēls. Kopējais (visu sugu) sīko zīdītāju sastopamības pārmaiņu rādītājs no ķeršanas ar pārsitamajiem slazdiem. Indeksa vērtība 1 ir 2016. gadā.

Sagatavotie sīko zīdītāju sastopamības rādītāji (ķeršanas indeksi) izmantotami kā papildus parametri meža sicistas populācijas pārmaiņu rādītāja skaidrošanā. Kā 3.4.2. attēlā redzams, meža sicistas sastopamība pūču barībā nav izskaidrojama ar sīko zīdītāju grupu sastopamības rādītājiem, kas iegūti no ķeršanas ar pārsitamajiem slazdiem. Pārskata perioda daļā (par kuru pieejami slazdu indeksi) redzamas vien atsevišķas saistības starp kādas grupas zīdītāju slazdu indeksu un meža sicistas sastopamības pūču barībā vērtībām.

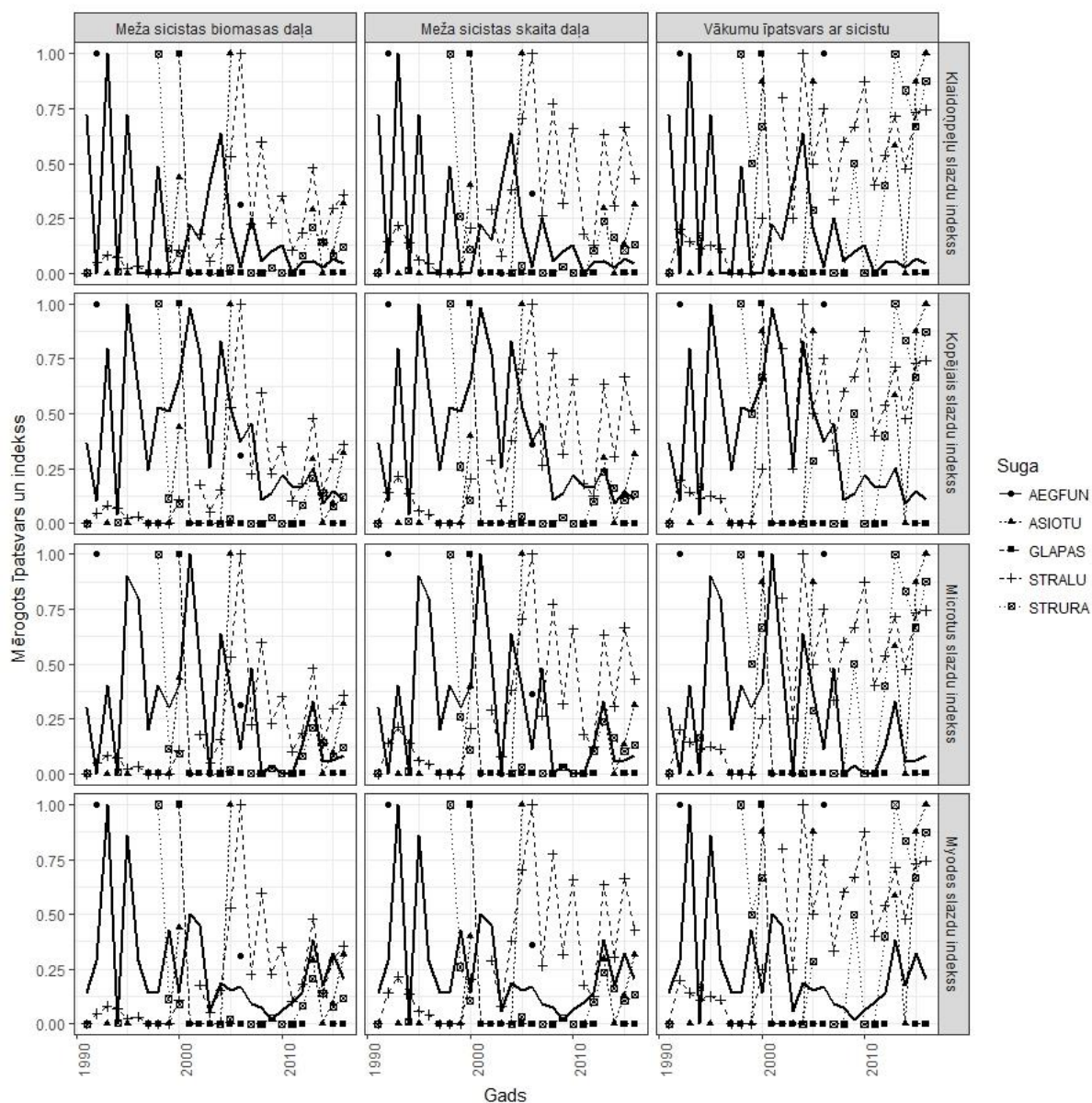
Meža sicistas sastopamības korelāciju koeficienti ar sīko zīdītāju grupu sastopamības rādītājiem apkopoti 3.4.1. tabulā. Izmantojot gadu vidējos rādītājus par grupējuma vienībām, nav konstatētas statistiski būtiskas sakarības.

3.4.1. tabula.

Meža sicistas sastopamības korelāciju koeficienti ar sīko zīdītāju grupu sastopamības rādītājiem.

Spīrmena korelācijas oeficientu vērtības.

Sicistas sastopamības rādītājs	Pūces suga	Kopējais slazdu indekss	Klaidoņpeļu slazdu indekss	<i>Microtus</i> slazdu indekss	<i>Myodes</i> slazdu indekss
Biomasas daļa	Bikšainais apogs (n=4)	-0,632	-0,949	-0,632	0,105
	Apodziņš (n=13)	0,309	-0,309	0,309	-0,077
	Ausainā pūce (n=11)	-0,208	-0,337	0,055	-0,357
	Urālpūce (n=17)	-0,010	-0,251	0,207	0,566
	Meža pūce (n=25)	-0,251	0,126	-0,159	0,042
Skaita daļa	Bikšainais apogs (n=4)	-0,632	-0,949	-0,632	0,105
	Apodziņš (n=13)	0,309	-0,309	0,309	-0,077
	Ausainā pūce (n=11)	-0,208	-0,337	0,055	-0,357
	Urālpūce (n=17)	0,068	-0,267	0,232	0,624
	Meža pūce (n=25)	-0,212	0,078	-0,257	0,003
Vākumu īpatsvars	Bikšainais apogs (n=4)	-0,447	-0,894	-0,447	0,000
	Apodziņš (n=13)	0,309	-0,309	0,309	-0,077
	Ausainā pūce (n=11)	-0,371	-0,351	-0,095	-0,261
	Urālpūce (n=17)	-0,051	-0,201	0,183	0,538
	Meža pūce (n=25)	-0,119	0,036	-0,250	-0,084



3.4.2. attēls. Meža sicistas sastopamības dažādu pūču (ar dažādiem simboliem un līnijām) barībā (pēc skaita, biomasas un vākumu īpatsvaram, kolonnās) saistība ar sīko zīdītāju grupu sastopamības dabā (ķeršanas indeksa) rādītājiem (rindās vienādā biežākā līnija). *Visi indeksi mērogoti pēc maksimālās vērtības grafiska salīdzinājuma ērtībai – lai atrastos vienā ass daļā.*

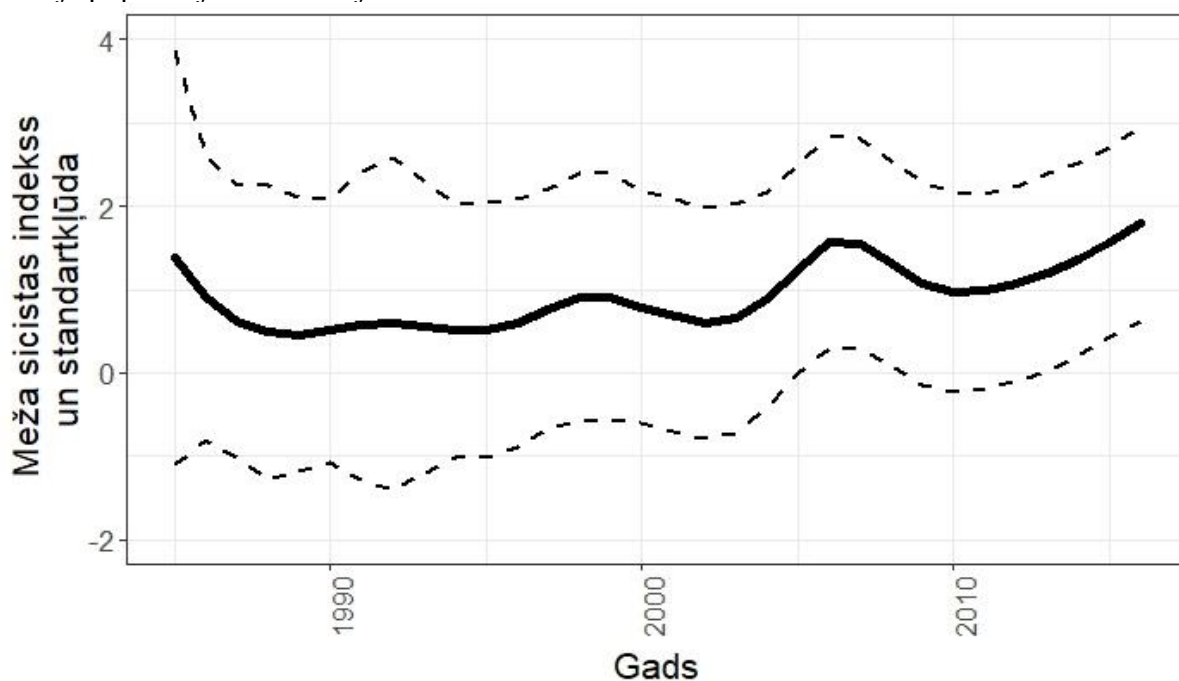
3.5. Meža sicistas sastopamības pārmaiņu rādītājs

Iepriekšējās nodaļās ir grafiski un ar atsevišķiem statistiskajiem testiem attēlota meža sicistas sastopamības pūču barībā zemā saistības ar citiem barības objektiem. Respektīvi, meža sicistas sastopamība ir saistāma ar šīs sugas sastopamību konkrētās pūces ligzdošanas teritorijā un populācijas dinamiku. Jau 3.1.2. un 3.3.2. attēlos ir norādīts, ka atkārtoti no vienām un tām pašām teritorijām ir ievākti 62% vākumu, kas, galvenokārt, ir no meža pūces un urālpūces vākumiem. Turpmāk vietas-laika analīzei meža sicistas populācijas pārmaiņu noskaidrošanai izmantojami šie atkārtotie meža pūces un urālpūces vākumi (334), tos attiecinot pret vispārīgiem parauga parametriem: kopējo un mugurkaulnieku skaitu, kopējo un mugurkaulnieku biomasu, vidējo kopējo un vidējo mugurkaulnieku upura biomasu.

Pārbaudot minēto parametru 60 kombinācijas (visas iespējamās, izslēdzot korelējošos pārus) ar trīs dažādu skaita datiem paredzētu atlikuma vērtību saimju funkcijām, par labāko atzīts *quasi*Puasona saimes modelis, kurā kā fiksēts efekts iekļauts gads, kā nejaušs efekts

izmantots teritorijas identifikators un raksturota vidējā (kopējā) barības objekta biomasa un mugurkaulnieku skaits paraugā. Minētais modelis ir par 2.39 informācijas kritērija ($QAICc$) punktiem labāks par tuvāko konkurējošo (tātad, uzskatāms par būtiski atšķirīgu; Burnham & Anderson 2002) un par 323.86 punktiem labāks par “nulles” modeli (4. pielikums).

Labākajā meža sicistas sastopamības pārmaiņas raksturojošajā modelī būtiska ($p < 0.01$, lineāra, negatīva) ir vidējā barības objekta masa, kurai pārsniedzot 46 gramus ir zema meža sicistas sastapšanas iespējamība. Kā sagaidāms, būtiska ($p < 0.001$, pozitīva ar trīs brīvības pakāpēm) ietekme ir mugurkaulnieku skaitam paraugā. Mazākais vākums, kurā suga ir konstatēta ir ar pieciem mugurkaulniekiem pūču barībā, tomēr saskaņā ar modeļa rezultātu, vākumā ir jābūt vismaz vienam mugurkaulniekam. Tas skaidrojams ar atlikušajiem būtiskajiem faktoriem modelī: paraugam ir jābūt ievāktam teritorijā, kurā sastopamas meža sicistas (vākuma identifikatoram $p < 0.001$ ar 173 brīvības pakāpēm, *random* efekts) un populācijas pieauguma gadā (gads kā fiksētais faktors ar deviņām brīvības pakāpēm, kas izvēlētas kubiskās regresijas ceļā, $p < 0.001$). Šis modelis izskaidro 76.3% datu variācijas ($R_{adjusted}^2 = 0.786$). Modeļa rezultātā iegūtais meža sicistas sastopamības pārmaiņu rādītājs (gada ietekme) attēlots 3.5.1. attēlā, kurā redzams viļņveidīgs, bet stabils sastopamības pieaugums kopš 1987. gada, pirms kura, iespējams (senākajā pārmaiņu rādītāja daļā ir plašākais kļūdas intervāls), ir bijis straujš populācijas samazinājums.



3.5.1. attēls. Meža sicistas sastopamības pārmaiņu rādītājs.

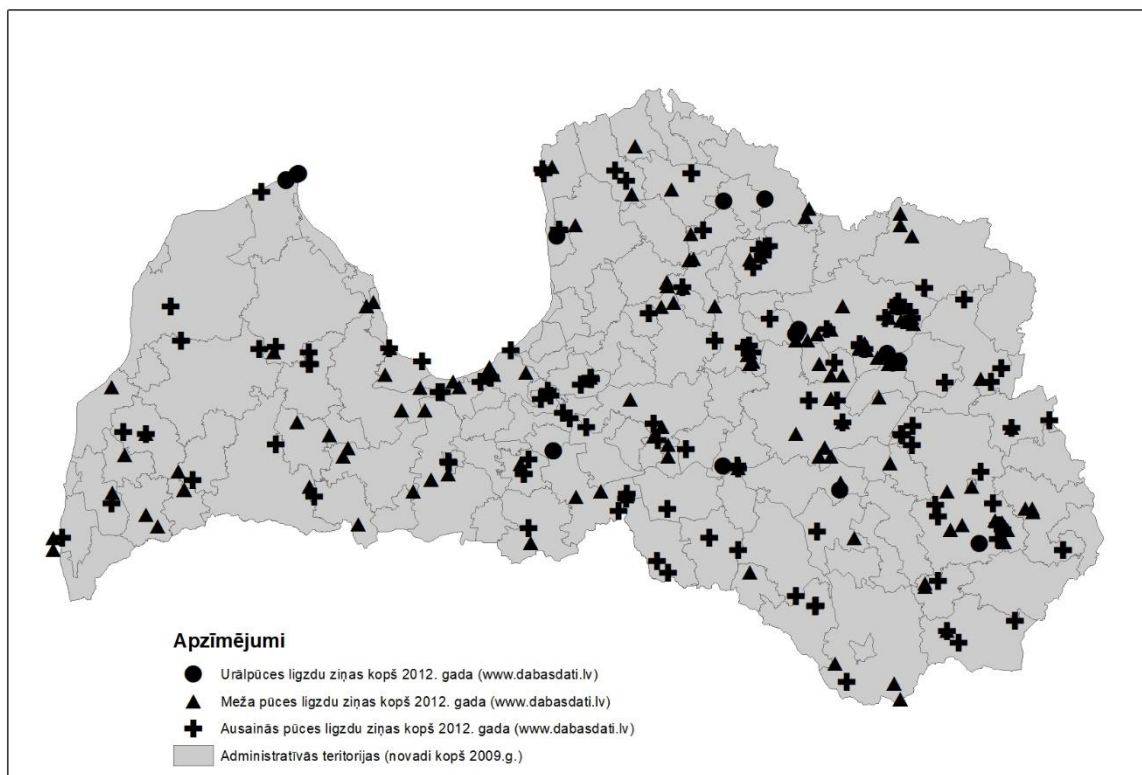
4. Diskusija

Zinātniskajā literatūrā pūču barības sastāva pētījumi atzīti par nozīmīgiem sīko zīdītāju sastopamības pārmaiņu monitoringa rīkiem, sevišķi – ainavas līmenī (piemēram, Sundell *et al.* 2004, Heisler *et al.* 2016). Tomēr praktiski tie tiek samērā reti pielietoti, galvenokārt, Lielbritānijā (Yalden 2009), Dānijā (Møller 2012) un Norvēģijā (van der Kooij 2012). Šī pētījuma uzsvars likts meža sicistas sastopamības pārmaiņu rādītāja ieguvei, tomēr dati būtu analizējami arī citu sugu kontekstā, turklāt ir izdevies iegūt ziņas par Latvijā līdz šim vien atsevišķas reizes konstatētām sugām (Baltrūnaite 2010, Balčiauskas 2014) un atsevišķas ziņas par retajām sugām (1. pielikums).

Meža sicista konstatēta vismaz kādā no ligzdošanas materiāliem visām pētījumā iekļautajām pūču sugām. Analizējot indivīdu skaitu ligzdošanas materiālā iegūts populācijas pārmaiņu rādītājs (3.5.1. att.), kas nozīmē, ka šāda veida pētījumi ir nozīmīgi retāku un grūtāk monitorējamu sugu sastopamības pārmaiņu noskaidrošanā. Iegūtajam pārmaiņu rādītājam ir plaša kļūda, kas skaidrojama ar mainīgo vākumu apjomu, nezināmajām pūču ligzdošanas sekmēm un ligzdošanas uzsākšanas laiku. Vairums pūču sugu Latvijā ligzdošanu uzsāk no februāra beigām līdz maija sākumam, kas nozīmē, ka mazuli ligzdu pamet laikā no aprīļa beigām līdz jūnija sākumam (Avotiņš 1999), kas var nepārklāties ar meža sicistas aktivitātes periodu (Громов и Ербаева 1995, MacDonald 2006, Møller 2012). Pētījumā par meža sicistas sastopamību bikšainā apoga barības atliekās pierādīta pozitīva saistība starp sicistas sastopamību barībā un vēlāku ligzdošanas uzsākšanas laiku (van der Kooij 2012), tomēr šādi dati šajā pētījumā pieejami tikai kopš 2000. gada, tādēļ analizē nav iekļauti. Pielietojot pūču barības sastāva analīzi kā sīko zīdītāju monitoringa metodi, būtu nepieciešams iekļaut ziņas arī par pūču ligzdošanas parametriem un veidot papildus analīzi ticamības intervālu sašaurināšanai kaut arī uz pārmaiņu rādītāja ilguma rēķina. Literatūras apskatā ir uzskaitīti dažādi meža sicistas populācijas ietekmējošie faktori, kas, pētījumu turpinot, biotopu un ainavas pārmaiņu līmenī būtu analizējami pūču ligzdošanas teritorijās – ap materiāla ievākšanas vietām. Tas ne tikai ļautu (visticamāk) samazināt ticamības intervālus, bet arī, kopā ar klimata datiem, skaidrotu populācijas pārmaiņu iemeslus.

Nevar noliegt, ka pūču barības sastāvā meža sicista ir nenozīmīgs barības objekts, līdz ar to, šī metode, ir sagaidāms, ka pat ar sevišķi precīziem modeļu papildus parametriem, sniegs rezultātu ar plašāku ticamības diapazonu kā sugai speciāli mērķēts monitorings. Tomēr šāda monitoringa ieviešanai ir nepieciešams atbilstošs inventārs (piemēram, dzīvķeramie slazdi, sīkāk literatūras apskatā) un to ir vērts ieviest tikai tad, kad ir skaidrība par sugai piemērotajiem biotopiem un to telpisko izvietojumu. Šādas ziņas būtu iespējams iegūt veicot, piemēram, ekoloģiskās nišas analīzi (Hirzel *et al.* 2002, Merow *et al.* 2013) izmantojot šī pētījuma materiāla ievākšanas vietas, kas iesniegtas Dabas aizsardzības pārvaldē kā aizsargājamo sugu dzīvotnes.

Izvērtējot iespējas pūču barības atlieku analīzi izmantot sīko zīdītāju sastopamības pārmaiņu analīzē nepieciešams ņemt vērā nepieciešamību pēc atkārtoti ievāktiem paraugiem no vienām un tām pašām vietām. Šim nolūkam vislabāk noder mākslīgās ligzdošanas vietas, kuras tajā pašā laikā kalpo arī kā sugu aizsardzības infrastruktūra (Williams *et al.* 2013). Tomēr ņemot vērā meža sicistas (un citu potenciāli interesanto sugu) sastopamības variāciju ainavā, būtu vēlams izmantot arī citu sugu, piemēram, ausainās pūces, barības analīzi, kam vislabāk kalpotu labi komunicēts sabiedriskais monitorings – 4.1. attēlā redzama biežāko pūču sugu ligzdu ziņojumi sabiedriskajā dabas novērojumu portālā www.dabasdati.lv (2012. līdz 2016. gadu ligzdošanas sezonas).



4.1. attēls. Meža pūces, ausainās pūces un urālpūces ziņojumi dabas novērojumu portālā www.dabasdati.lv (2012. līdz 2016. gadu ligzdošanas sezonas), kas sniedz iespējas ģeogrāfiski plašam paraugu klāstam veiksmīgi komunicētā sabiedriskajā monitoringā.

No dažādiem pētījumiem pasaulē ir zināms, ka sīko zīdītāju populācijām ir raksturīgas cikliskas svārstības, kuru laikā grauzēju, jo sevišķi strupastu populāciju blīvumi var mainīties par kārtu vai vairākām (Hansson and Henttonen, 1988, 1985; Ksanen et al., 2001; Steen et al., 1996). Šādas relatīvā sastopamības blīvuma izmaiņas ir redzamas otrajā attēlā līdz 1990.-to gadu vidusdaļai, to iezīmes līdz 2004. gadam, tomēr pēc tam cikli ir izjukuši, populācijām raksturīgas nelielas un neregulāras fluktuācijas. Kas līdzīgs iepriekš ir novērots atsevišķās Ziemeļvalstīs, piemēram lemingiem (Kausrud et al., 2008) un tiek saistīts ar klimata pārmaiņām. Tā kā sīkie zīdītāji ir nozīmīga ekosistēmu sastāvdaļa, to sastopamībai ir liela nozīme dažādu dabas procesu norisē, piemēram, šī pētījuma kontekstā, plēsīgo putnu ligzdošanas sekmju, izdzīvotības, tātad, populāciju procesu nodrošināšanā (Sundell et al., 2004; Schmidt et al., 2012), tomēr tas ietekmē arī citas, šķietami nesaistītas sugas (Blomqvist et al., 2002; Summers, 1986). Viens no ticamākajiem skaidrojumiem sīko zīdītāju sastopamības ciklu izzušanai Latvijā šķiet saistāms ar klimata pārmaiņām, iespējams arī ar plēsonības līmeņa izmaiņām, tomēr tā pārbaudei nepieciešama atsevišķa datu analīze, kas šajā pētījumā nav paredzēta, tomēr būtu aktuāla klimata un ainavas pārmaiņu kontekstā.

Secinājumi

1. Pūču barības atlieku analīze zinātniskajā literatūrā ir atzīta par nozīmīgu sīko zīdītāju sastopamības pārmaiņu monitoringa rīku ainavas līmenī, tomēr metode tiek izmantota tikai nedaudzās Eiropas valstīs un galvenokārt atsevišķu pētījumu veidā.
2. Meža sicistai Latvijā kopš 1988. gada ir pieaugoša populācija. Ticams, ka 1980. to gadu beigās populācija ir piedzīvojusi strauju samazinājumu, kopš tā laika atjaunojusies. Lai skaidrotu populācijas pārmaiņu iemeslus, nepieciešama biotopu analīze ap materiāla ievākšanas vietām un klimatisko faktoru iekļaušana.
3. Meža sicista ir konstatēta vismaz daļā barības atlieku vākumu visām pētījumā iekļautajām pūču sugām un šī materiāla analīzes rezultātā ir iespējams iegūt sugas populācijas pārmaiņu rādītāju. Tomēr plānojot pūču barības analīzes lietojumu kā sīko zīdītāju monitoringa vienu no metodēm, nepieciešams pievērst uzmanību atkārotu vākumu ieguvei, kas visērtāk nodrošināma dobumperētājām sugām ar mākslīgo ligzdošanas vietu palīdzību un regulāru to kontroli.
4. Šī pētījuma rezultāti liecina, ka meža sicistas sastopamības pūču barības sastāvā ir cieši saistīta ar tās sastopamību pūču ligzdošanas teritorijā un tā nav uzskatāma par alternatīvu barības objektu, kas tiek medīts pamata barības objektu trūkuma aizvietošanai. Tātad, ar regulāri ievāktu pūču barības sastāva atlieku monitoringu ir iespējams īstenot sīkā zīdītāja monitoringu.
5. Sekmīga meža sicistas monitoringa plānošanai nepieciešams veikt sugas dzīvotnes analīzi, kuru iespējams īstenot ar šī projekta ietvaros iegūtajiem sugas sastopamības datiem.
6. Lai iegūtu ģeogrāfiski reprezentatīvus datus teorētiski ir iespējams iesaistīt sabiedrību pūču barības atlieku vākumu ieguvē, tomēr tam nepieciešama profesionāla un saistoša komunikācija. Ziņojumi par pūču ligzdošanas vietām dabas novērojumu portālā ir pietiekoši lielā skaitā, lai būtu iespējams iegūt reprezentatīvus datus visai valsts teritorijai, ja vien iespējama barības atlieku ieguve.
7. Biežāk sastopamo sīko zīdītāju sugām Latvijā ir izjukusi tām raksturīgā dinamika ar cikliskām skaita svārstībām. Tam par iemeslu var būt klimata, ainavas un plēsēju populāciju pārmaiņas. Būtu nepieciešama šo datu pilnīga analīze, lai saprastu vidē notiekošo un tā iespējamās sekas.

Pateicības

Šis pētījums nebūtu iespējams kā ilgtermiņa analīze, ja Andris Avotiņš (seniors) nebūtu 1985. gadā uzsācis pūču barības atlieku vākšanu, mudinājis arī citus pētniekus ievākt šo materiālu, to apkopojis un ilgstoši uzglabājis.

Paldies visiem, kas iesaistījušies pūču ligzdošanas materiālu ievākšanā (alfabētiski): A. Avotiņam (sen.), I. Baugam, M. Bergmanim, U. Bergmanim, K. Funtam, M. Funtai, G. Grandānam, V. Ignatjevam, I. Jakovļevam, O. Keišam, J. Ķuzem, U. Ļoļānam, I. Mārdegai, M. Mednei, J. Priedniekam, E. Račinskim, R. Rekmanim, M. Rozenfeldei, M. Strazdam, D. Ūlandam, M. Zilgalvim.

Izmantotā literatūra

- Andrušaitis G. (2000). Latvijas Sarkanā grāmata: retās un apdraudētās augu un dzīvnieku sugas, 6. sējums, putni un zīdītāji. Rīga: Terras Media, 234
- Arnold H. R. (1993). Atlas of Mammals in Britain. Institute of Terrestrial Ecology Research Publication no. 6. 145
- Avenant N. L. (2005). Barn owl pellets: a useful tool for monitoring small mammal communities. *Belgian Journal of Zoology*, 135, 39-43
- Avotiņš A. (1999). Pūču uzskaites. LOB, Rīga.
- Avotiņš jun. A., Grandāns G., Ignatjevs V., Dambeniece L., Pilāts V. (2014). Small mammal abundance and diversity in Eastern Latvia: comparison of snap-trapping in forest habitat groups and owl pellet analysis. 9th Baltic Theriological conference, Daugavpils, Latvija, 16-18 October, 2014. 45
- Balčiauskas, L. (2014). New mammal species for Latvia, the root vole (*Microtus oeconomus*). *Zool. Ecol.* 24, 187–191. doi:10.1080/21658005.2014.913830
- Balčiauskas L., Balčiauskiene L., Alejunas P. (2011). Northern Birch mouse (*Sicista betulina*) in Lithuania, findings in the diet of tawny owl (*Strix aluco*). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 57(3), 277-289
- Balčiauskiene L. (2005). Analysis of Tawny Owl (*Strix aluco*) food remains as a tool for long-term monitoring of small mammals. *Acta Zoologica Lituanica*, 15(2), 85-89
- Balčiauskiene L., Skuja S., Zub K. (2005). Avian predator pellet analysis in biodiversity and distribution investigations. *Acta Biol. Univ. Daugavpils*, 5 (1): 67 - 73
- Balčiauskiene L. Jovaišas A. Naruševičius V. Petraška A. Skuja S. (2006). Diet of Tawny Owl (*Strix aluco*) and Long-eared Owl (*Asio otus*) in Lithuania as Found From Pellets. *Acta Zoologica Lituanica*, 2006, Vol. 16. 37-45
- Baltrūnaitė, L. (2010). *Microtus Subterraneus* de Séllys-Longchamps, 1836: A New Mammal Species for the Latvian Fauna. *Acta Zool. Litu.* 20, 37–38. doi:10.2478/v10043-010-0004-9
- Barton, K. (2016). MuMIn: Multi-model inference. - R package version 1.15.6.
- Baquero R. A., Tellería J. L. (2001). Species richness, rarity and endemism of European mammals: a biogeographical approach. *Biodiversity & Conservation*, 10(1), 29-44
- Bina P. (2012a). The Northern Birch Mouse (*Sicista betulina*) in Sweden. 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*) Ecology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)
- Bina P. (2012b). *Sicista betulina* in the Czech Republic. 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*) Ecology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)
- Blomqvist S., Holmgren N., Åkesson S., Hedenström A., Pettersson J. (2002). Indirect effects of lemming cycles on sandpiper dynamics: 50 Years of counts from southern Sweden. *Oecologia* 133, 146–158.
- Bochensky Z. (1990). The food of suburban Tawny Owls on the background of birds and mammals occurring in the territory. *Acta Zool. Crakov.* 33 (9): 149 – 171
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (2002). Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edition. - Springer, New York.
- Churchfield S., Barber J., Quinn C. (2000) A new survey method for water shrews (*Neomys fodiens*) using baited tubes. *Mammal Review* 30: 249-254.
- Dickman C. R. (1986) A method for censusing small mammals in urban habitats. *Journal of Zoology* 210: 631-633.

Evans D., Arvela M. (2011). Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012. European Commission, Brussels

ESRI (2017). ArcGIS Desktop: Release 10.5.

Fløjgaard C., Morueta-Holme N., Skov F., Madsen A. B., Svenning J. C. (2009). Potential 21st century changes to the mammal fauna of Denmark—implications of climate change, land-use, and invasive species. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 8, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.

Hansson, L., Henttonen, H. (1985). Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover. *Oecologia* 67, 394–402

Hansson, L., Henttonen, H. (1988). Rodent dynamics as community processes. *Trends in Ecology and Evolution* 3, 195–200

Hauer S., Ansorge H., Zöphel Ulrich (2009). Atlas der Säugetiere Sachsens: Naturschutz und Landschaftspflege. Zentraler Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung. Dresden, Germany. 420

Heisler L.M., Somers C.M., Poulin R.G. (2016). Owl pellets: a more affective alternative to conventional trapping for broad-scale studies of small mammal communities. *Methods in Ecology and Evolution* 7: 96-103.

Hegyesi Z., Aczél-Fridrich Z. (2012). Status of the Northern Birch Mouse (*Sicista betulina*) in Romania. 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*) Ecoology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)

Henttonen H., Liukko U. (2012). *Sicista betulina* in Finland. 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*) Ecoology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)

Hirzel A.H., Hausser J., Chessel D., Perrin N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data?. *Ecology* 83: 2027-2036.

Hume R. (2014). RSPB Birds of Britain & Europe. Dorling Kindersley Ltd.

Juskaitis R. (2000). New data on the birch mouse (*Sicista betulina*) in Lithuania. *Folia Theriologica Estonica*, 5, 51-56

Kausrud K.L., Myserud A., Steen H., Vik J.O., Østbye E., Cazelle, B., Framstad E., Eikeset A.M., Myserud I., Solhøy T., Stenseth N.C. (2008). Linking climate change to lemming cycles. *Nature* 456, 93–97.

Ksanen L.A.O., Anski I.L.H., Enttonen H.E.H., Orpima E.R.K. (2001). Small-Rodent Dynamics and Predation 82, 1505–1520.

MacDonald D. (ed.) (2006). The Encyclopaedia of Mammals. New Edition. Oxford University Press, Oxford. 936

Meinig H. U., Boye P. (2009). A review of negative impact factors threatening mammal populations in Germany. *Folia Zoologica*, 58(3), 279

Meinig H., Zagorodnyuk I., Henttonen H., Zima J., Coroiu, I. (2008). *Sicista betulina*. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T20184A9175420.en> (skatits 23.03.2017)

Merow C., Smith M.J., Silander (Jr.) J.A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species` distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography* 36: 1058-1069.

Møller J. D. (2012). Forvaltningsplan. Beskyttelse og forvaltning af birkemusen, *Sicista betulina*, og dens levesteder i Danmark. Naturstyrelsen. København 30

Pilāts V., Pilāte D. (2012). *Sicista betulina* in the Baltics and Northwest Russia – similarities and differences. 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista*

betulina) Ecoology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)

Prûsaite J. (1988). Lietuvos fauna. Vilnius, Mokslas.

Pucek Z. (ed.) (1981). Keys to Vertebrates of Poland. Mammals. PWN – Polish Scientific Publishers, Warszawa.

Pupila, A., Bergmanis, U. (2006). Species diversity, abundance and dynamics of small mammals in the Eastern Latvia. Acta Univ. Latv. 710, 93–101.

R Core Team (2017). R: A Language and Environment for Statistical Computing. - R Foundation for Statistical Computing.

Rodgers A. R., Hutchison C., Simpson M. S. (2008). Methods for Sampling Small Mammals and their Habitats in Boreal Mixedwoods. CNFER Technical Report TR-001. Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada. 15

Schmidt N.M., Ims R.A., Høye T.T., Gilg O., Hansen L.H., Hansen J., Lund M., Fuglei E., Forchhammer M.C., Sittler B. (2012). Response of an arctic predator guild to collapsing lemming cycles. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 279, 4417–4422.

Sibbald S., Carter P., Poulton S. (2006). Proposal for a national monitoring scheme for small mammals in the United Kingdom and the Republic of Eire. Mammal Society. 90

Sokal R.R., Rohlf F.J. (2012). Biometry: the principles and practise of statistics in biological research. Stony Brook University, New York.

Spitzenberger F. (2001). Die Säugetierfauna Österreichs. Austria Medien-Service. 895

Steen H., Ims R.A., Sonerud G.A. (1996). Spatial and Temporal Patterns of Small-Rodent Population Dynamics at a Regional Scale. Ecology 77, 2365–2372.

Summers R.W. (1986). Breeding production of Dark-billed Brent Geese *Branta bernicla bernicla* in relation to lemming cycles. Bird Study 33, 105–108.

Sundell, J., Huitu, O., Henttonen, H., Kaikusalo, A., Korpimäki, E., Pietiäinen, H., Saurola, P., Hanski, I., 2004. Large-scale spatial dynamics of vole populations in Finland revealed by the breeding success of vole-eating avian predators. Journal of Animal Ecology 73, 167–178

Suckling G. C. (1978) A hair sampling tube for the detection of small mammals in trees. Australian Wildlife Research 5: 249-252.

Tauriņš E. (1982). Latvijas zīdītājdzīvnieki. Zvaigzne, Rīga, 133-135

Timm U. (2012). Northern Birch Mouse (*Sicista betulina*) in Estonia. 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*) Ecoology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)

Timm U., Pilats V., Balčiauskas L. (1998). Mammals of the East Baltic. In Proceedings Latvian Academy of Sciences, 1-9.

van der Kooij J. (2012). Surveying the Birch Mouse *Sicista betulina* in Norway 1st International Symposium The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*) Ecoology, Monitoring and Conservation. Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein Kiel-Molfsee (Germany)

Vinogradov V. V. (2009). Long-term dynamics of mouse-like rodents population size in dark coniferous forest of the East Sayan mountains. Russian Journal of Theriology 8(2). 97-106

Williams D.R., Pople R.G., Showler D.A., Dicks L.V., Child M.F., uz Ermgassen E.K.H.J., Sutherland W.J. (2013). Bird Conservation: Global evidence of the effects of interventions. Exter, Pelagic Publishing.

Wood S.N. (2006). Generalized Additive Models: an introduction with R. Chapman and Hall/CRC.

Zuur A.F., Ieno E.N., Walker N.J., Savielev A.A., Smith G.M. (2009). Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. Springer.

Yalden D. W. (2009). The analysis of Owl Pellets. 4rd edition. The Mammal Society. United Kingdom.

Громов И. М., Ербаева М. А. (1995). Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. Санкт-Петербург. 193-195

Екимов Е. В., Сафонов А. А. (2009) К вопросу об избирательном отлове добычи ушастой совы //Совы Северной Евразии: экология, пространственное размещение и биотопическое распределение. Ред. Волков С.В., Шариков А.В., Морозов В.В.. Москва. 33-45.

Ивантер Э. В. (1975). Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР. С. С. Шварц (Ed.). Наука. Ленинград. 246

Ивантер Э. В. (2014a) Млекопитающие Карелии. 2-е изд. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 292

Ивантер Э. В. (2014b) Териология. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 703

Ивантер Э. В., Кухарева А. В. (2010). Особенности размножения и структуры популяции лесной мышовки (*Sicista betulina* Pall.) на Северном пределе ареала. Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Биологические науки, (6 (111)). 8-13

Кухарева А. В. (2007). К экологии лесной мышовки (*Sicista betulina* Pall) на Севере. Современные проблемы науки и образования, (4)

Медведев Н. В., Курхинен Ю. П. (2013). Методы количественного учета млекопитающих: учеб. пособие для студентов эколого-биологического факультета. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 40

Рудышин М. П. (1982). К экологии карпатской популяции лесной мышовки. Вестник зоологии, 16 (2), 63-65

Шенброт Г. И., Соколов В. Е., Гептнер В. Г., Ковальская Ю. М. (1995). Млекопитающие России и сопредельных регионов. Тушканчиковобразные. Москва. 41-57

Pielikumi

1. pielikums.

Pūču barības atlieku vākumos identificētie dzīvnieku taksoni, to sastopamība vākumos, indivīdu skaits, masas un skaita daļa no kopējās upuru daļas vākumos (iekļaujot un izslēdzot bezmugurkaulniekus). Proporcijām norādīta vidējā vērtība vākumos un iekavās – minimālā un maksimālā robeža.

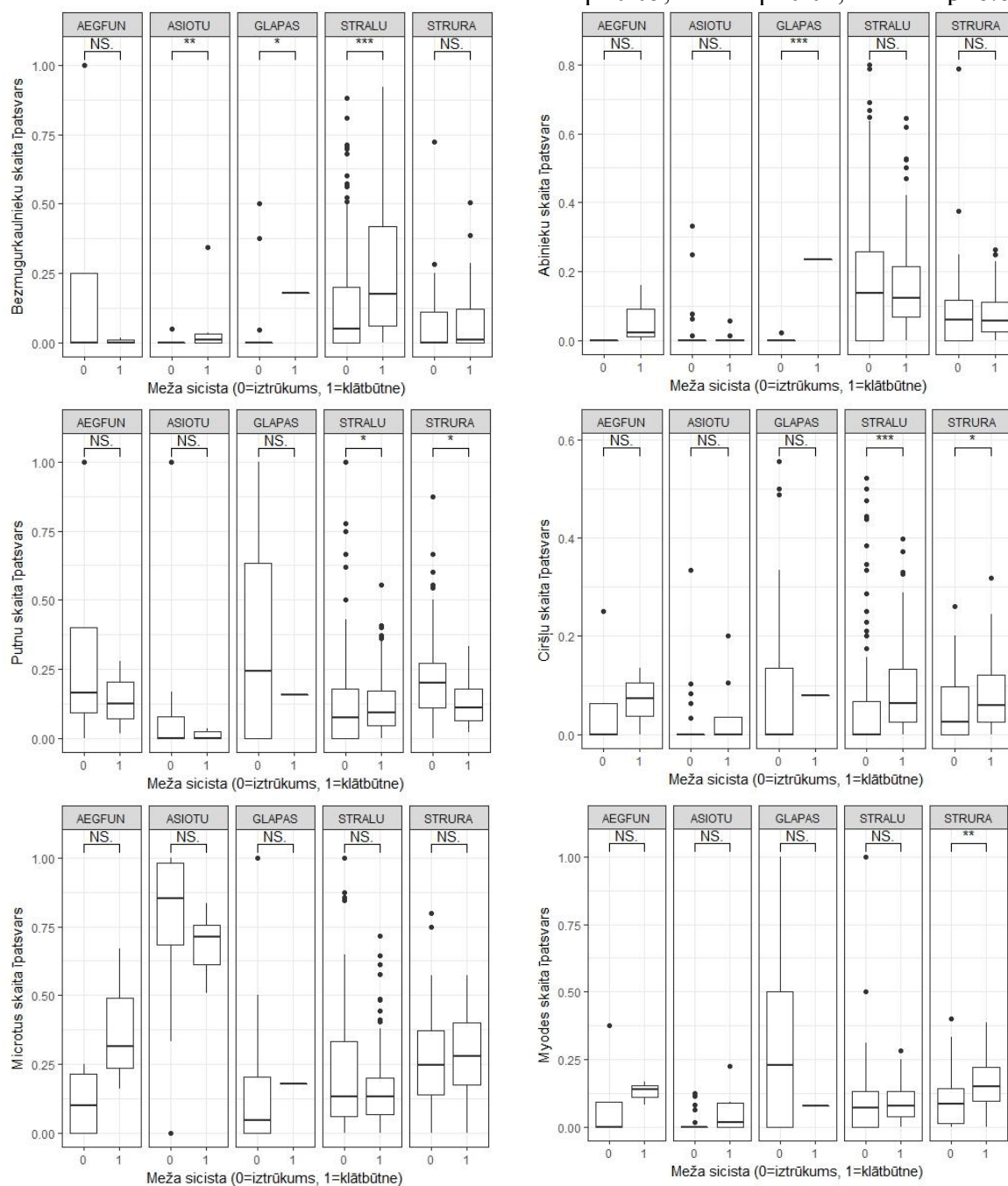
Apzīmējums	Skaidrojums	Biomasa (g)	Vākumu skaits	Indivīdu skaits	Indivīdu skaita daļa	Indivīdu skaita daļa (mugurkaulnieki)	Biomasa daļa	Biomasa daļa (mugurkaulnieki)
Bezm	Bezmugurkaulnieki (vaboles un sliekas)	1	254	7705	0.141 (0; 1)	-	0.012 (0; 1)	-
Amph	Abinieki un rāpuļi	16	296	3602	0.127 (0; 0.8)	0.155 (0; 0.811)	0.088 (0; 0.768)	0.09 (0; 0.768)
Aves	Putni Aves	kategorijas summa	324	2836	0.154 (0; 1)	0.177 (0; 1)	0.301 (0; 1)	0.303 (0; 1)
A1	Ķauķīšu-Zeltgalviša izmēra putni	8	67	112	0.01 (0; 0.5)	0.01 (0; 0.5)	0.004 (0; 0.286)	0.004 (0; 0.286)
A2	Zīlīšu-žubišu izmēra putni	20	281	1021	0.061 (0; 1)	0.07 (0; 1)	0.045 (0; 1)	0.045 (0; 1)
A3	Meža strazda izmēra putni	100	263	1273	0.058 (0; 1)	0.069 (0; 1)	0.138 (0; 1)	0.139 (0; 1)
A4	Sīļa-baložu izmēra putni	300	162	430	0.025 (0; 1)	0.028 (0; 1)	0.114 (0; 1)	0.115 (0; 1)
Mamm	Zīdītāji Mammalia	kategorijas summa	396	13486	0.579 (0; 1)	0.752 (0; 1.556)	0.598 (0; 1)	0.609 (0; 1)
SICBET	Meža sicista Sicista betulina	7.9	162	471	0.014 (0; 0.25)	0.017 (0; 0.25)	0.005 (0; 0.106)	0.005 (0; 0.106)
PtVo	Lidvāvere Pteromys volans	130	1	1	0.001 (0; 0.333)	0.001 (0; 0.333)	0.001 (0; 0.245)	0.001 (0; 0.245)
MuAv	Lazdu susuris Muscardinus avellanarius	42.2	2	2	0 (0; 0.04)	0 (0; 0.04)	0 (0; 0.042)	0 (0; 0.043)

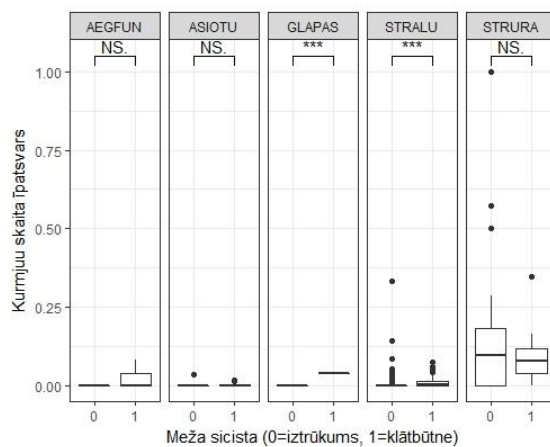
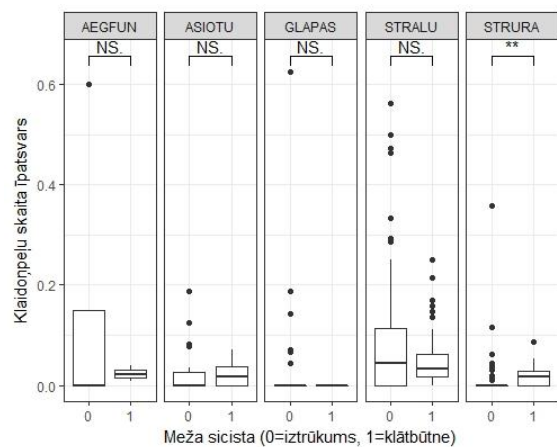
Cric	Strupastes	kategorijas summa	387	8390	0.382 (0; 1)	0.433 (0; 1)	0.385 (0; 1)	0.389 (0; 1)
MIC	Microtus strupastes	kategorijas summa	355	5506	0.251 (0; 1)	0.281 (0; 1)	0.236 (0; 1)	0.238 (0; 1)
MiAg	Tumšā strupas Microtus agrestis	26.5	286	1583	0.074 (0; 1)	0.083 (0; 1)	0.073 (0; 1)	0.073 (0; 1)
MiAr	Lauku strupaste Microtus arvalis	19.3	299	2066	0.101 (0; 1)	0.11 (0; 1)	0.087 (0; 1)	0.088 (0; 1)
MiOe	Ziemeļu strupaste Microtus oeconomus	33.6	29	79	0.002 (0; 0.079)	0.002 (0; 0.081)	0.002 (0; 0.138)	0.002 (0; 0.139)
MiSu	Augsnes strupaste Microtus subterraneus	17.6	85	260	0.005 (0; 0.105)	0.007 (0; 0.107)	0.004 (0; 0.108)	0.004 (0; 0.108)
MiSp	Līdz sugai nenoteikta Microtus strupaste	22.9	306	1518	0.07 (0; 1)	0.08 (0; 1)	0.07 (0; 1)	0.071 (0; 1)
MYO	Rūsganā meža strupaste Myodes glareolus	18.4	323	2470	0.111 (0; 1)	0.128 (0; 1)	0.089 (0; 1)	0.09 (0; 1)
ARV	Ūdeņu strupaste Arvicola amphibiana	120	173	414	0.02 (0; 1)	0.023 (0; 1)	0.059 (0; 1)	0.06 (0; 1)
Muri	Peles Muridae	kategorijas summa	261	1750	0.054 (0; 0.625)	0.065 (0; 1)	0.079 (0; 0.976)	0.08 (0; 1)
MiMi	Pundurpele Micromys minutus	6.4	54	221	0.01 (0; 0.444)	0.01 (0; 0.444)	0.003 (0; 0.194)	0.003 (0; 0.194)
MuMu	Mājas pele Mus musculus	14.5	105	261	0.012 (0; 0.414)	0.014 (0; 0.414)	0.008 (0; 0.347)	0.008 (0; 0.347)
APO	Klaidoņpeles Apodemus sp.	24	258	1178	0.05 (0; 0.625)	0.06 (0; 1)	0.053 (0; 0.976)	0.054 (0; 1)

Rat	Žurkas Rattus sp.	130	56	90	0.004 (0; 0.167)	0.005 (0; 0.167)	0.026 (0; 0.715)	0.026 (0; 0.715)
Sori	Cirši Soricidae	kategorijas summa	256	2237	0.072 (0; 0.556)	0.088 (0; 0.556)	0.027 (0; 0.42)	0.028 (0; 0.42)
NeFo	Lielais ūdenscirslis Neomys fodiens	15.5	135	299	0.01 (0; 0.222)	0.012 (0; 0.222)	0.007 (0; 0.244)	0.007 (0; 0.244)
SoAr	Meža cirslis Sorex araneus	7.4	244	1734	0.056 (0; 0.5)	0.068 (0; 0.5)	0.019 (0; 0.277)	0.02 (0; 0.287)
SoMi	Mazais cirslis Sorex minutus	2.7	96	204	0.006 (0; 0.167)	0.007 (0; 0.167)	0.001 (0; 0.031)	0.001 (0; 0.031)
TALPA	Kurmis Talpa europeae	88	158	534	0.028 (0; 1)	0.031 (0; 1)	0.057 (0; 1)	0.057 (0; 1)
ScVu	Vāvere Sciurus vulgaris	295	59	71	0.004 (0; 0.2)	0.005 (0; 0.25)	0.024 (0; 0.868)	0.024 (0; 0.87)
LEPUS	Zaķi Lepus sp. (mazuļi)	500	18	19	0.001 (0; 0.111)	0.002 (0; 0.111)	0.009 (0; 0.713)	0.009 (0; 0.725)
MUSTELA	Sermulis Mustela erminea	86	10	11	0 (0; 0.022)	0 (0; 0.022)	0.001 (0; 0.051)	0.001 (0; 0.054)

2. pielikums.

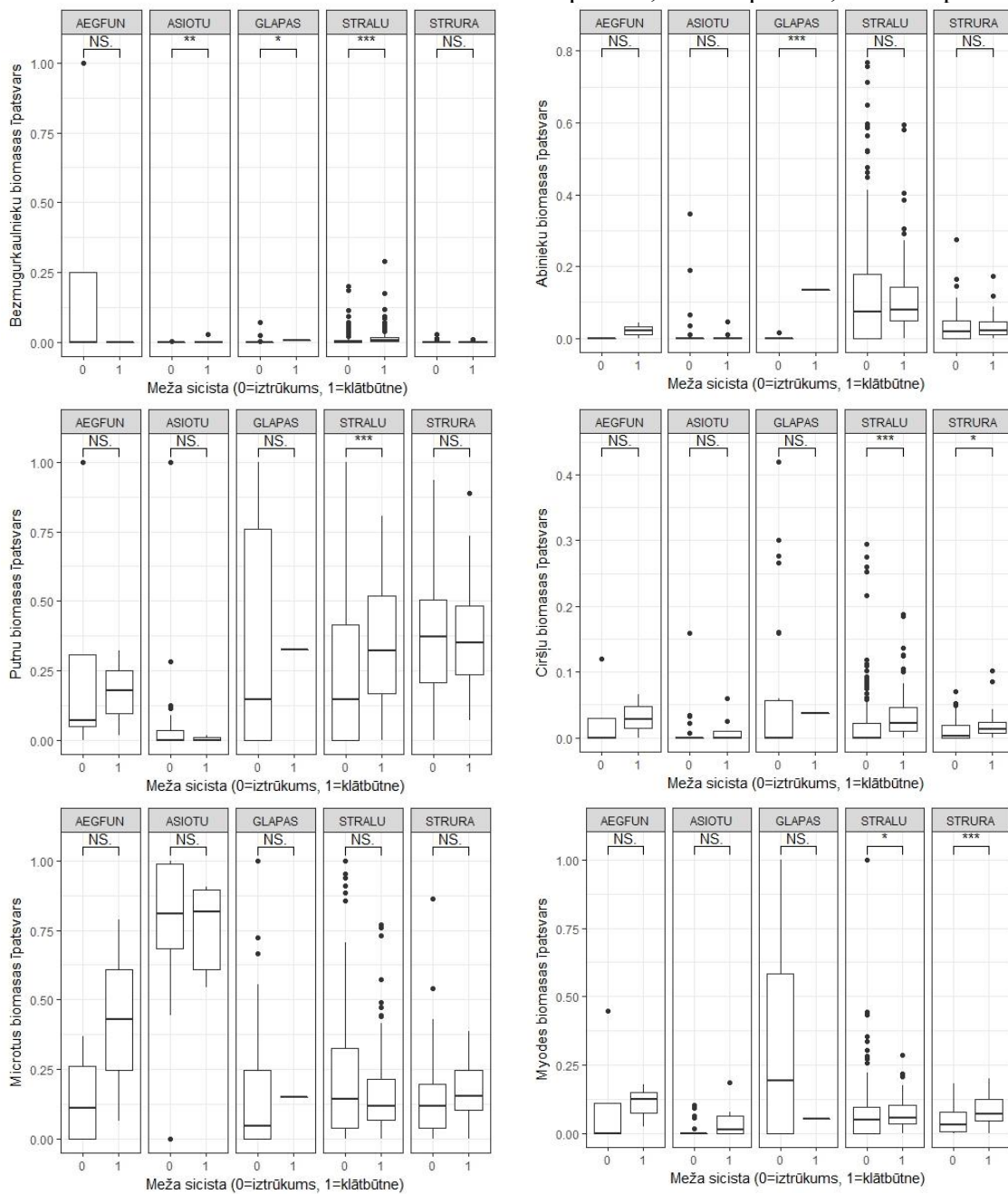
Barības objektu grupu skaita daļas atšķirības vākumiem ar un bez meža sicistas klātbūtnes, Vilkoksona testa būtiskuma līmenis: “N.S.” – nav būtiskas atšķirības, “*” – $p < 0.05$, “**” – $p < 0.01$, “***” – $p < 0.001$.

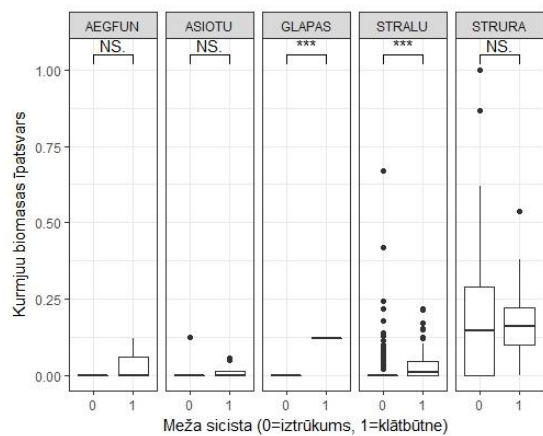
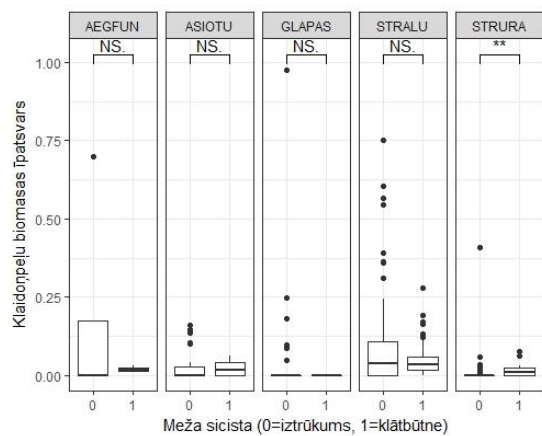




3. pielikums.

Barības objektu grupu skaita daļas atšķirības vākumiem ar un bez meža sicistas klātbūtnes, Vilkoksona testa būtiskuma līmenis: “N.S.” – nav būtiskas atšķirības, “*” – $p < 0.05$, “**” – $p < 0.01$, “***” – $p < 0.001$.





4. pielikums.

Meža sicistas sastopamības pārmaiņu rādītāja aprēķinā pārbaudīto *quasi*-Puasona saimes modeļi.

(Intercept)	Gads	Vid. svars	Mugurk. vid. svars	Teritorijas ID	Kopējā biomasa	Mugurk. biomasa	Kopējais skaits	Mugurk. skaits	Suga	df	logLik	QAICc	delta	weight
-0.9175	+	+		+				+		62	-306.172	767.9	0	0.591
-0.9322	+	+		+				+	+	64	-305.581	770.3	2.39	0.179
-0.9151	+		+	+				+		63	-307.544	771.9	4.03	0.079
-0.8789	+		+	+		+				63	-307.914	772	4.15	0.074
-0.9051	+		+	+				+	+	64	-307.118	774.2	6.33	0.025
-0.8687	+		+	+		+			+	64	-307.516	774.3	6.4	0.024
-0.8334	+		+	+	+					64	-308.108	776.3	8.44	0.009
-0.9032	+			+				+		64	-307.273	776.4	8.49	0.008
-0.8665	+			+				+	+	65	-307.307	778	10.14	0.004
-0.8275	+		+	+	+				+	65	-307.622	778.7	10.86	0.003
-0.8533	+	+		+		+				67	-304.551	779.8	11.93	0.002
-0.8826	+	+		+			+			67	-304.482	780.1	12.2	0.001
-0.874	+	+		+		+			+	68	-303.906	782.2	14.36	0
-0.9091	+	+		+			+		+	69	-303.712	782.5	14.67	0
-0.892	+			+			+			70	-303.048	784.1	16.26	0
-0.9158	+		+	+			+			71	-301.081	784.5	16.59	0
-0.911	+	+						+		15	-377.193	786.2	18.34	0
-0.9311	+			+			+		+	71	-302.258	786.4	18.54	0
-0.9705	+		+	+			+		+	72	-300.292	786.5	18.6	0
-0.9091	+	+						+	+	16	-377.139	788.4	20.51	0
-0.8084	+	+		+	+					70	-304.882	788.8	20.92	0
-0.9074	+		+					+		13	-381.141	791.2	23.36	0
-0.8271	+	+		+	+				+	71	-304.131	791.4	23.54	0

-0.8566	+		+			+				13	-382.47	792.8	24.97	0
-0.8853	+		+					+	+	14	-380.906	793.1	25.19	0
-0.7929	+		+		+					15	-381.083	794.3	26.45	0
-0.8334	+		+			+			+	14	-382.187	794.6	26.71	0
-0.7709	+		+		+				+	16	-380.864	796.2	28.3	0
-0.8699	+							+		12	-387.006	799.5	31.68	0
-0.8237	+							+	+	13	-385.931	799.8	31.95	0
-0.8656	+	+					+			15	-385.945	804	36.15	0
-0.845	+	+				+				15	-386.175	805.1	37.21	0
-0.8689	+	+					+		+	16	-385.932	806.2	38.31	0
-0.8416	+	+				+			+	16	-386.168	807.2	39.38	0
-0.7466	+	+			+					17	-386.245	808.6	40.77	0
-0.7431	+	+			+				+	18	-386.235	810.8	42.96	0
-0.8862	+		+				+			15	-389.361	811	43.12	0
-0.9159	+		+				+		+	16	-389.091	812.7	44.85	0
-0.8638	+						+			13	-392.703	814.2	46.34	0
-0.8685	+						+		+	14	-392.68	816.4	48.5	0
-0.7045	+			+		+			+	82	-314.026	846.5	78.64	0
-0.6645	+			+	+				+	82	-314.066	849	81.15	0
-0.836	+			+		+				84	-312.404	850.4	82.56	0
-0.7915	+			+	+					84	-312.348	852.9	85.02	0
-0.4888	+				+				+	15	-424.752	882.1	114.27	0
-0.5792	+					+			+	14	-428.235	887.5	119.58	0
-0.6085	+				+					14	-434.331	898.7	130.85	0
-0.7126	+					+				13	-438.111	905.3	137.46	0
-0.6576	+		+	+					+	101	-343.379	979.1	211.2	0
-0.7755	+		+	+						101	-343.29	980.6	212.77	0

-0.7259	+	+		+						101	-345.491	981.9	214.02	0
-0.6508	+	+		+					+	101	-344.808	983.7	215.86	0
-0.5167	+			+					+	100	-354.653	998.3	230.45	0
-0.6597	+			+						100	-355.345	1001.2	233.37	0
-0.2689	+		+						+	15	-491.821	1016.8	248.97	0
-0.4247	+		+							15	-500.304	1033.7	265.8	0
-0.4531	+	+							+	18	-499.354	1038.2	270.34	0
-0.6068	+	+								17	-505.497	1048.5	280.62	0
-0.07319	+								+	11	-519.899	1062.6	294.75	0
-0.2133	+									9	-535.525	1091.7	323.86	0

5. pielikums

Pūču barības atliekās konstatēto novērojumu dinamika (konstatēto indivīdu skaita īpatsvaram no visiem barības objektiem) ligzdošanas sezonās. *Y ass vērtības grafika daļām atšķirīgas.*

