

Sikspārņu akustiskais fona monitorings

Atskaite par 2024. gadu

saskaņā ar LĪGUMU Nr. 7.7/442/2023



Renāte Kaupuža, Gunārs Pētersons

SIA "Dabas eksperti"

Saturs

Saturs.....	2
IEVADS.....	3
1. METODEDES.....	3
1.1. Kvadrātu un staciju izvēle.....	3
1.2. Uzskaišu laiks un veicēji.....	5
1.3. Ultraskaņas detektori	6
1.4. Akustisko datu analīze	7
1.5. Datu statistiskās apstrādes metodes	8
2. REZULTĀTI.....	8
2.1. Kopējais datu apjoms.....	8
2.2. Konstatētās sikspārņu sugas un sugu grupas	9
2.3. Kopējais pārlidojumu skaits un aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2024. gadā.....	11
2.4. Kopējā aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2020.-2024. gados	15
2.5. Aktivitātes indekss un tā novērtēšana	17
2.6. Sikspārņu kopējā nakts aktivitāte.....	18
2.7. Sugu raksturojums	19
Ziemeļu sikspārnis <i>Eptesicus nilssonii</i>	19
Natūza sikspārnis <i>Pipistrellus nathusii</i>	22
Rūsganais vakarsikspārnis <i>Nyctalus noctula</i>	24
Pigmejsikspārnis <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	27
Divkrāsainais sikspārnis <i>Vespertilio murinus</i>	28
Pundursikspārnis <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30
Brūnais garausainis <i>Plecotus auritus</i>	31
Eiropas platausis <i>Barbastella barbastellus</i>	33
Dīķu naktssikspārnis <i>Myotis dasycneme</i>	34
Ūdeņu naktssikspārnis <i>Myotis daubentonii</i>	35
2.8. Gada ietekme uz sikspārņu sugu daudzveidību un aktvitāti	36
2.9. Sikspārņu barošanās aktivitāte biotopos	40
KOPSAVILKUMS	41
Pateicības	42
Izmantoto informācijas avotu saraksts.....	43
Iesniegtie digitālie materiāli.....	45

IEVADS

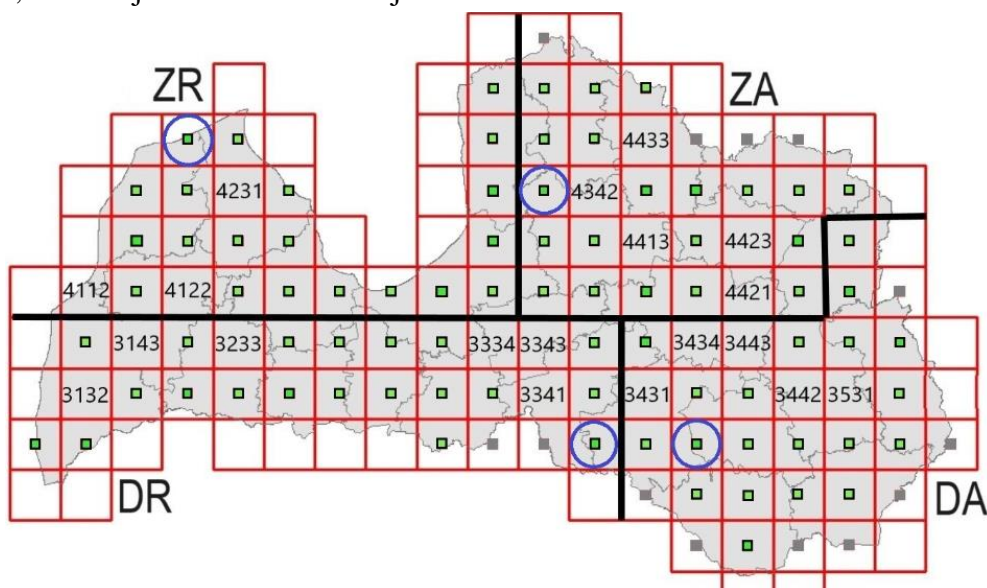
Sikspārņu akustiskais monitorings, atbilstoši 2013. gadā izstrādātajai metodikai “Lidojošu sikspārņu fona monitoringa metodika” [1], tika veikts piekto reizi. Programma paredzēja visu Latvijas teritoriju pārklājošu datu ievākšanu, izliekot stacionāros ultraskaņas detektorus nejauši izvēlētos 25x25 km kvadrātos. Programmas mērķis bija ievākt datus par sikspārņu sugu izplatību Latvijā piecu gadu periodā, kas atvieglotu izplatības karšu sagatavošanu Biotopu direktīvas 17. panta ziņojumam. Ar šo, 2024. gadu, ir iegūti sikspārņu izplatības dati, kas pārklāj visu Latvijas teritoriju. Lai gan Latvijas teritorija pirmreizēji ir apsekota, ir nepieciešams, lai monitorings būtu nepārtraukts un tiktu īstenots arī turpmāk. Šādā gadījumā, bez sugu konstatēšanas, akustiskais monitorings nodrošinātu arī kvantitatīvus datus, kas nākotnē ļautu noteikt populāciju izmaiņu tendences.

Šajā atskaitē apkopoti dati par sikspārņu novērojumiem sešos dažādos biotopu veidos 23 25x25 km kvadrātos, kas apsekoti 2024. gadā. Atskaitē ietverts arī salīdzinošs pārskats, apkopojot iepriekšējos gados [2; 3; 4; 5] veiktos novērojumus.

1. METODES

1.1. Kvadrātu un staciju izvēle

2024. gadā monitorings tika veikts 19 atlikušajos, iepriekš neapsekotajos LKS 25x25 km kvadrātos, katrā no četrām metodikā [1] definētajām Latvijas daļām (1. attēls). Tās ir – ZR (ziemeļrietumi), DR (dienvidrietumi), ZA (ziemeļaustrumi) un DA (dienvidaustrumi). Katrā Latvijas daļā tika izvēlēti arī viens no 2023. gada apsekotajiem kvadrātiem, kuros uzskaites tika veiktas tajās pašās stacijās, lai novērtētu, vai un kādas ir sikspārņu aktivitātes izmaiņas, uzskaiti atkārtojot citā gadā. Atkārtoti apsekojamie kvadrāti tika izvēlēti pēc nejaušības principa, izmantojot MS Excel funkciju *randbetween*.



1. attēls. LKS 25x25 km kvadrātu tīkls, kurā ar melnām robežlīnijām attēlots Latvijas teritorijas dalījums četrās monitoringam paredzētajās daļās (ZR, DR, ZA, DA); kvadrāti ar numuriem – 2024. gadā apsektie atlikušie kvadrāti; ar zilu apli apvilkti – atkārtoti apsekojamie kvadrāti no 2023. gada; mazie zaļie kvadrātiņi – iepriekšējos gados jau apsektie kvadrāti; mazie pelēkie kvadrātiņi – monitoringa programmā neiekļautie kvadrāti.

Monitoringa programmā biotopi izvēlēti atbilstoši *Corine Landcover* klasifikācijai, atlasot biotopu klases, kas atbilst sīkspārņiem tipiskiem barošanās biotopiem. Uzskaišu veicēji katrā kvadrātā izvēlējās sešas uzskaišu stacijas, kas atbilda metodikā definētajiem biotopu veidiem, ņemot vērā arī sīkspārņu ekspertu ieteikumus biotopu izvēlē. Zemāk sniegti biotopu apraksti.

- 1. Apzaļumotas urbānās teritorijas (PK).** Apdzīvotu vietu tuvumā skrajas, kokiem klātas teritorijas, ko mūsdienās vai vēsturiski kopis cilvēks. Prioritāte ir lapu koku parki, bet, ja teritorijā tie nav atrodamī, var izvēlēties kapsētas, apdzīvoto vietu teritorijas ar lielu un vecu kokaugu īpatsvaru, alejas. Izņēmuma gadījumi: nomaļas kapsētas meža apvidos ārpus apdzīvotām vietām, ciemiem; parkveida pļavas un ganības; meža ganības.
- 2. Apsaimniekotas lauksaimniecības zemes (ZA).** Vietas izvēlē priekšroka ir apsaimniekoti dabiskiem zālājiem: pļavām un ganībām (ES aizsargājamo biotopu veidu piemēri: 6270*, 6410, 6210, 6120*, 6510, 6450, 6230*). Ja to attiecīgajā teritorijā nav, tad var izvēlēties citus ilggadīgus zālājus vai viengadīgas lauksaimniecības kultūras.
- 3. Skujkoku mežs (MS).** Priežu, egļu meži. Priekšroka dodama veciem, struktūrām bagātiem dabisko mežu biotopiem (ES nozīmes aizsargājamo biotopu kodu variantu piemēri: 9010*, 9060, 9050, 91D0*, 2180). Ja ES nozīmes biotopu nav, vai tie atrodas nesamērīgi tālu, detektoru izvietoj citā skujkoku mežā. Izvēlētajai mežaudzei jābūt vismaz vidēja vecuma audzei, kas sasniegusi 40 gadu vecumu.
- 4. Platlapju vai jauktu koku mežs (ML).** Prioritāte dodama platlapju mežiem. Ja tādu attiecīgajā mazajā kvadrātā nav, tad izvēlas jauktu koku mežu vai šaurlapju mežu. Platlapju koki ir tādi koki, kā piemēram, liepas, ozoli, kļavas, oši, gobas, vīksnas. Par šaurlapju kokiem uzskatāmi tādi koki, kā piemēram, bērzi, apses, baltalkšņi un melnalkšņi. Mīksto lapu koku mežu gadījumā (bērzs, melnalksnis, baltalksnis, apse) ieteicams neizvēlēties mežaudzes jaunākas par 20 gadiem. Priekšroka dodama veciem, struktūrām bagātiem dabisko mežu biotopiem (ES nozīmes aizsargājamo biotopu kodu variantu piemēri: 9020*, 9160, 9180*). Ja ES nozīmes biotopu nav, vai tie atrodas nesamērīgi tālu, detektoru izvietoj citā platlapju vai jauktu koku mežā.
- 5. Lielās ūdenskrātuves (ŪL).** Ezeri, dīķi, karjeri (virs vai 1 ha), upes (platākas par 30 m).
- 6. Mazās ūdenskrātuves (ŪM).** Dīķi, karjeri, bebraines (līdz 1 ha), upes (šaurākas par 30 m), tostarp grāvji un regulētas upes, ja uzskaites laikā nav izsīcis ūdens.

Uzskaites dienā uzskaites veicējs fiksēja katras monitoringa stacijas ģeogrāfiskajās koordinātes LKS92 koordinātu sistēmā, īsi aprakstīja biotopus, kādos novietots sīkspārņu ultraskaņas detektors. Katrai uzskaišu stacijai bija vēlams veikt foto fiksāciju – nofotografēt ainavu stacijas apkārtnē. Uzskaišu staciju iespējamās vietas tika izvēlētas, izpētot ortofoto karšu materiālu un pēc tam apsekojot tās dienas laikā. Stacijas tika prioritāri meklētas katrā 25x25 km kvadrāta centrālajā 5x5 km kvadrātā Nr.-33 (2. attēls). Ja kādu no sešiem biotopu veidiem neizdevās

atrast centrālajā 5x5 km kvadrātā, tad tas tika izvēlēts kādā no blakusesošajiem 5x5 km kvadrātiem.

31		33		
21				
11	12	13	14	15

2. attēls. LKS-92 25x25 km kvadrāts ar galveno 5x5 km kvadrātu (sarkans) un papildkvadrātiem (dzeltēni) monitoringa staciju izvēlei.

1.2. Uzskaišu laiks un veicēji

Monitoringa veikšanas laiks atbilst novērojumu periodam, kad sikspārņu mazuļi ir ieguvuši lidotspēju. Šogad uzskaites tika veiktas no 30. jūnija līdz 2. augustam (1. tabula).

Uzskaites tika veiktas naktīs bez lietus un liela vēja, jo paaugstināts gaisa mitruma daudzums un liels vējš samazina sikspārņu eholoģijas efektivitāti. Minēto iemeslu dēļ, tie izvairās lidot spēcīgu nokrišņu vai vēja gadījumā [6]. Uzskaites veicējs katrai monitoringa stacijai atzīmēja uzskaites datumu, saulrieta un saullēkta laikus, laika apstākļus pirms saulrieta vai detektoru izlikšanas brīdī – gaisa temperatūru, relatīvo vēja stiprumu un mākoņainību, Detektoru bija aktivizēti darbam no saulrieta līdz saullēktam. No rīta uzskaišu veicējs detektorus noņēma un tajā uzkrātos datu failus pārrakstīja ārējā cietajā diskā. Minētā informācija par katru kvadrātu apkopota MS Excel failā *Datu_formas_akust_monit_2024.xlsx* un ir iesniegta kā šīs atskaites sastāvdaļa.

Uzskaišu veikšanā piedalījās Viesturs Vintulis, Gunārs Pētersons, Elvijs Kantāns, Artūrs Kaupužs, Normunds Kukārs, Laura Taube, Renāte Kaupuža.

1. tabula

2024. gada monitoringa sezonā iekļautie kvadrāti un apsekošanas laiks; uzskaišu un analīzes veicēji

LV daļa	Kvadrāta nr.	Lauka uzskaites veicējs	Ierakstu analīzes veicējs (sugu noteikšana)	Apsekošanas datums
DR	3324 (atkārtojums)	V.V.	V.V.	20.07.2024
DR	3132	L.T.	L.T., G.P.	17.07.2024
DR	3143	L.T.	L.T., G.P.	30.07.2024
DR	3233	G.P.	G.P.	23.07.2024
DR	3334	V.V.	V.V.	22.07.2024
DR	3343	R.K.	R.K.	06.07.2024

DR	3341	E.K.	R.K.	27.07.2024
ZA	4341 (atkārtojums)	N.K.	N.K.	15.07.2024
ZA	4342	N.K.	N.K.	26.07.2024
ZA	4433	N.K.	N.K.	16.06.2024
ZA	4413	E.K.	R.K.	16.07.2024.
ZA	4421	E.K.	R.K.	02.08.2024
ZA	4423	E.K.	R.K.	01.08.2024.
DA	3414 (atkārtojums)	R.K.	R.K.	03.07.2024.
DA	3431	E.K.	R.K.	26.07.2024.
DA	3434	E.K.	R.K.	25.07.2024.
DA	3443	R.K.	R.K.	02.07.2024.
DA	3442	R.K.	R.K.	30.06.2024.
DA	3531	R.K.	R.K.	01.07.2024.
ZR	4144 (atkārtojums)	L.T.	L.T., G.P.	25.07.2024
ZR	4112	L.T.	L.T., G.P.	31.07.2024
ZR	4122	G.P.	G.P.	25.07.2024
ZR	4231	G.P.	G.P.	26.07.2024

Atšifrējumi: V.V. – Viesturs Vintulis, L.T. – Laura Taube, G.P. – Gunārs Pētersons, R.K. – Renāte Kaupuža, N.K. – Normunds Kukārs, E.K. – Elvijs Kantāns.

1.3. Ultraskaņas detektori

Sikspārņu pārlidojumu skaita reģistrēšanai tika izmantoti automātiskie *Pettersson Elektronik D-500X* detektori, kuri uztver un atmiņas kartē ieraksta sikspārņu ultraskaņas saucienus sērijas *.wav failu veidā. Detektori bija noregulēti uz 3 sekunžu garu saucienus sēriju reģistrēšanu. Katra šāda saucienus sērija atbilst vienam failam. Detektors ieraksta 15-190 kHz augstas skaņas, tai skaitā citu dzīvnieku izdotās skaņas (piemēram, sienāžu sasināšanu, zemesvēžu dziedāšanu u.c.) tādēļ, lai pārlietu nenoslogotu detektoru un samazinātu viena un tā paša sikspārņa ierakstīšanas iespēju divos failos, starp sekojošiem ierakstiem tika uzstādīta 15 sekunžu pauze. Tādējādi naktī reģistrētais sikspārņu pārlidojumu skaits bija mazāks, nekā patiesais to pārlidojumu skaits. Ja sikspārņi detektora tuvumā uzturas nepārtraukti, vienas minūtes laikā detektors nepārtrauktas darbības režīmā uzveidotu 20 trīs sekunžu garus ierakstu failus. Monitoringa uzstādījumu gadījumā, minūtes laikā maksimāli var ierakstīt tikai trīs failus (3 sek. ieraksts + 15 sek. pauze=18 sek.), kas nozīmē, ka konstatētā sikspārņu aktivitāte (failu vai pārlidojumu skaits laika vienībā) ir 6-7 reizes mazāka, nekā patiesībā. Šie un citi svarīgākie detektora tehniskie uzstādījumi ir apkopoti 2. tabulā. Detektori parasti tika novietoti uz zemes un drošības nolūkos nomaskēti ar zāli, zariem vai sūnām. Retāk tie tika iekārti koku zaros vai piestiprināti pie koka stumbra. Šie uzstādījumi tiek izmantoti arī dīķu naktssikspārņu akustiskajā monitoringā virs ūdens [7] un dažādos citos izpētes un inventarizācijas projektos [8].

2. tabula

Automātisko ultraskaņas detektoru *Pettersson Elektronik D-500X* svarīgākie tehniskie uzstādījumi

Profile	2
Trigger level	40
Recording length	3 sec
Gain	30
Sensitivity	medium
Interval	15 sec

1.4. Akustisko datu analīze

Pēc katras uzskaišu nakts, atmiņas kartēs esošie *.wav faili tika pārnesti datorvidē un veikta ierakstīto failu analīze. Failu analīzei tika izmantotas *BatSound* v. 4.4.0., 4.2.0. vai 4.2.1. programmas versijas. Augšupielādētos skaņu failus, programma pārvērš spektrogrammu un oscilogrammu veidā. Spektrogramma attēlo signāla frekvenci atkarībā no tās ilguma (laika), savukārt oscilogramma rāda signāla amplitūdu atkarībā no laika. No oscilogrammām sugu noteikšanai iesaka mērīt sauciena garumu un ilgumu starp saucieniem; no spektrogrammām – frekvences [9]. Nederīgie faili – faili, kuros sikspārņi nebija konstatēti, tika izdzēsti. Derīgie faili – tie, kuros sikspārņi tika konstatēti, tika paturēti tālākai apstrādei. Sikspārņu saucienus saturošajiem failiem tika noteikta sikspārņu suga vai ģints un pārlidojumu skaits katrai sugai vai ģintij. Dažos gadījumos sugas vai ģints noteikšana nebija iespējama. Šādi faili tika ierindoti ‘nenoteikta suga’ kategorijā. Ar vienu pārlidojumu saprot vienas sugas indivīda secīgu skaņas signālu virkni ar vismaz 2 saucieniem [9; 10]. Pārlidojumu skaits nakts laikā (izteikts kā pārlidojumu skaits stundā) tika izmantots kā sikspārņu aktivitātes rādītājs.

Sugu noteikšana veikta balstoties uz noteicējiem [10; 11; 12; 13; 14] un Latvijas ekspertu norādījumiem (3. tabula).

3. tabula

Biežāk sastopamo sikspārņu sugu noteikšanas parametri pēc to gandrīz konstantās frekvences (QCF); modulētās/gandrīz konstantās (FM-QCF) jaukta tipa saucienu frekvences; maksimālās enerģijas frekvences (FME) un beigu frekvences (EF)

Suga	FM-QCF** saucieni (kHz)		QCF*** saucieni (kHz)
	FME	EF	FME/EF*
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	>54	>52	>50
<i>Pipistrellus nathusii</i>	37-44	36-44	35-42
<i>Eptesicus nilssonii</i>	28-32	27-30	27-31
<i>Vespertilio murinus</i>	Nav nosakāmi	Nav nosakāmi	23-25
<i>Nyctalus noctula</i>	Nav nosakāmi	<23	<21

* EF un FME vērtības QCF tipa saucieniem ir gandrīz identiskas

** FM-QCF – saucieni, kuriem starpība starp sākuma frekvenci un beigu frekvenci ir lielāka par 5 kHz

***QCF - saucieni, kuriem starpība starp sākuma frekvenci un beigu frekvenci ir mazāka par 5 kHz

Tā kā daļai sikspārņu sugu saucieniem parametru vērtības pārklājas, daļa saucieniem tika attiecināti uz sekojošām sugu grupām:

Niktaloīdi NYC/EPT/VESP – *Eptesicus nilssonii*, *E.serotinus*, *Vespertilio murinus*, *Nyctalus noctula* vai *N.leisleri*;

Pipistrelloīdi *Pipistrellus* – *Pipistrellu pipistrellus*, *P.nathusii* vai *P.pygmaeus*;

Naktssikspārņi *Myotis* – *Myotis* ģints sugas.

Katram sikspārņu ierakstam tika atzīmēts arī novērošanas laiks un attiecīgā stunda pēc saulrieta, kur “1” stunda bija stunda, kas sākās ar saulrieta laiku. Katrai stacijai tika aprēķināts kopējais pārlidojumu skaits katrai sikspārņu sugai un/vai sugu grupai. Šajā pētījumā par sikspārņu aktivitātes rādītāju tika izmantots pārlidojumu skaits stundā, lai savstarpēji būtu salīdzināmas dažāda garuma nakts. Pārlidojumu skaits stundā tika aprēķināts kopējo nakts pārlidojumu skaitu dalot ar attiecīgās nakts minūšu skaitu no saulrieta līdz saullēktam un reizinot ar 60 minūtēm.

1.5. Datu statistiskās apstrādes metodes

Iegūtie sikspārņu izplatības dati nevienā no salīdzināmajām grupām neatbilda normālajam sadalījumam un saturēja izlecošās vērtības, tāpēc atšķirību starp grupām novērtēšanai, izmantotas neparamteriskās datu apstrādes metodes.

Lai novērtētu sikspārņu sugu sastopamības atšķirību nozīmīgumu dažādos Latvijas reģionos un sugu biotopu izvēli, izmantots *Kruskal-Wallis H* tests. Tests salīdzina katras grupas mediānas, savukārt viena grupa šī monitoringa gadījumā, ir katras uzskaišu stacijas sikspārņu sugas(-u) vai sugu grupas(-u) kopējā aktivitāte (pārlidojumu skaits stundā). Testa priekšnosacījumi atbilda iegūto sikspārņu datu raksturam – atkarīgie mainīgie pieder nepārtrauktai skalai; neatkarīgie mainīgie pieder multinominālai skalai; novērojumi ir neatkarīgi. Pāru atšķirību salīdzināšana veikta ar Post hoc analīzi, izmantojot *Dwass-Dteel-Critchlow-Fligner* metodi. Dati priekš to apstrādes sakārtoti *MS Excel* vidē. Tālāk tie ievadīti matemātiskās statistikas apstrādes programmā *Jamovi 2.3.28*. programmas versijā [15; 16]. Šajā programmā ģenerēti arī visi atskaitē ievietotie grafiki (izņemot 4. attēlu). Datu atbilstība normālajam datu sadalījumam pārbaudīta izmantojot *Q-Q* diagrammas, kombinācijā ar *Shapiro-Wilk* testa p vērtībām. Datu izlēcēji (outliers) pārbaudīti ar *Box plot* metodi un *IQR* (*variable*) aprēķina formulu. Visos gadījumos izmantots ticamības intervāls 95%.

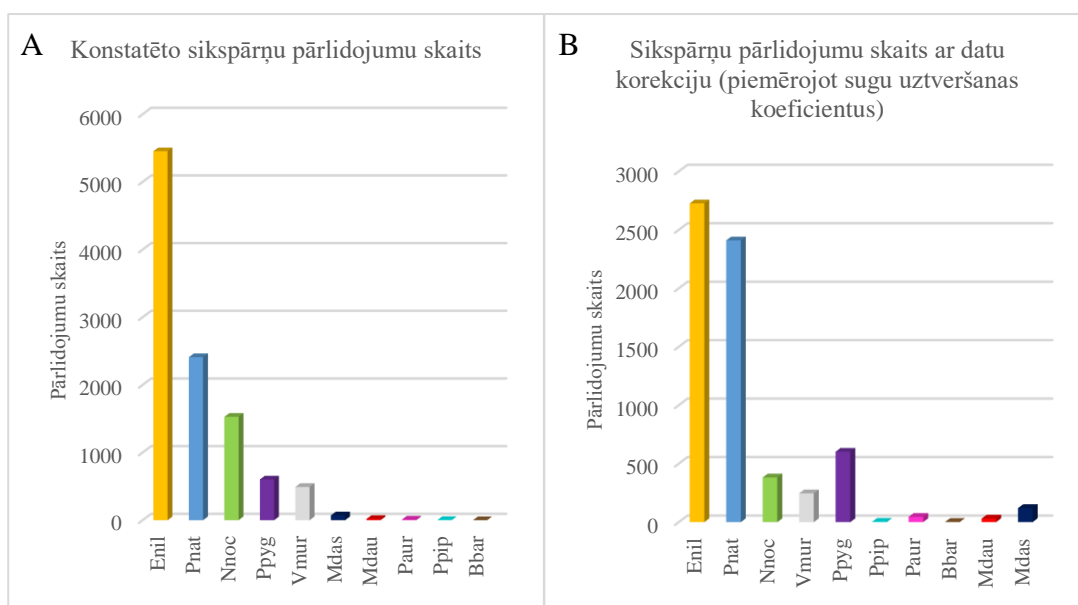
2. REZULTĀTI

2.1. Kopējais datu apjoms

2024. gada sezonā sikspārņu akustiskais fona monitoringa veikts 138 stacijās 23 kvadrātos. Tehnisku problēmu dēļ, vienā no uzskaišu stacijām detektors neieslēdzās (kv. 3334-ML), tāpēc konkrētā vieta no tālākas analīzes tika izslēgta, līdz ar to, kopā analizē iekļautas 137 uzskaišu stacijas.

Sikspārņu saucieni tika atrasti pavisam 8899.wav failos, kuros kopā konstatēti 12465 sikspārņu pārlidojumi (salīdzinoši 2020. gadā 13968, 2021. gadā 8433, 2022. gadā 12273, 2023. gadā 10940 sikspārņu pārlidojumi). Saucienų sēriju jeb pārlidojumu skaits vienā failā variēja no viena līdz septiņiem. Sikspārņu pārlidojumi tika reģistrēti 112 stacijās no pavisam

<i>Nyctalus noctula</i> (Nnoc)	Rūsganais vakarsikspārnis	1528	382	79
<i>Vespertilio murinus</i> (Vmur)	Divkrāsainais sikspārnis	492	246	37
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Ppyg)	Pigmejsikspārnis	602	602	32
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Ppip)	Pundursikspārnis	3	3	2
<i>Plecotus auritus</i> (Paur)	Brūnais garausainis	9	45	6
<i>Barbastella barbastellus</i> (Bbar)	Eiropas platausis	1	2	1
<i>Myotis dasycneme</i> (Mdas)	Dīķu naktssikspārnis	71	121	12
<i>Myotis daubentonii</i> (Mdau)	Ūdeņu naktssikspārnis	18	31	3
<i>Myotis</i>	Naktssikspārņu ģints	1416	1416	63
<i>Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio</i>	<i>Nyctalus</i> vai <i>Eptesicus</i> vai <i>Vespertilio</i> ģints	425	425	62
<i>Pipistrellus</i>	<i>Pipistrellus</i> ģints	9	9	5
NENOT	Nenoteiktas sugas sikspārnis	30	30	19
Kopā		12465		



4. attēls. Konstatēto sikspārņu sugu proporcija pēc 2024. gada datiem: A – bez datu korekcijas un B – ar datu korekciju, pielietojot sugu uztveršanas koeficientus.

Pēc abām analīzes metodēm lielākais novērojumu skaits ir bijis ziemeļu sikspārnim, kam sekojis Natūza sikspārnis. Trešajā vietā pēc pārlidojumu skaita ierindojas rūsganais

vakarsikspārnis, bet ņemot vērā korigēto pārlidojumu skaitu, tas ierindots ceturtajā vietā (4. attēls). Efektu, kāds rodas, ja tiek izmantoti sugu skaļuma uztveršanas koeficienti ataino attēls 4 B. Tā piemēram, nevar apgalvot, ka pigmejsikspārņu patiesā aktivitāte ir bijusi augstāka nekā rūsgano vakarsikspārņu un divkrāsaino sikspārņu aktivitāte, bet var apgalvot, ka, ja visi sikspārņi būtu vienlīdz skaļi kā *Pipistrellus* (koef.=1,00) pārstāvji, tad konstatēto sikspārņu sugu proporcija iegūtu šādu sadalījumu [12].

Sarindojot sugas pēc staciju skaita kurās tās konstatētas, pirmajā vietā ierindojas ziemeļu sikspārnis, kam seko rūsganais vakarsikspārnis, Natūza sikspārnis un naktssikspārņi *Myotis* sp. Trešo reizi monitoringa periodā konstatēts arī Latvijā reti sastopamais Eiropas platausis.

Analizējot pārlidojumu skaitu pa Latvijas daļām (5. tabula), sikspārņu sugu kopējais reģistrēto pārlidojumu skaits bija atšķirīgs, taču to lielā mērā izskaidro arī šīs sezonas monitoringa specifika – atlikušo apsekojamo kvadrātu skaits nebija vienāds (monitoringa metodikā [1] noteiktais kvadrātu skaits katrā Latvijas daļā ir akšķirīgs). Teritoriju salīdzinošus rādītājus sniedz sikspārņu pārlidojumu skaita pārrēķināšana sikspārņu aktivitātes vienībās (skatīt tālāk).

5. tabula

Visu sikspārņu sugu un sugu grupu sadalījums pa Latvijas daļām 2024. gadā*

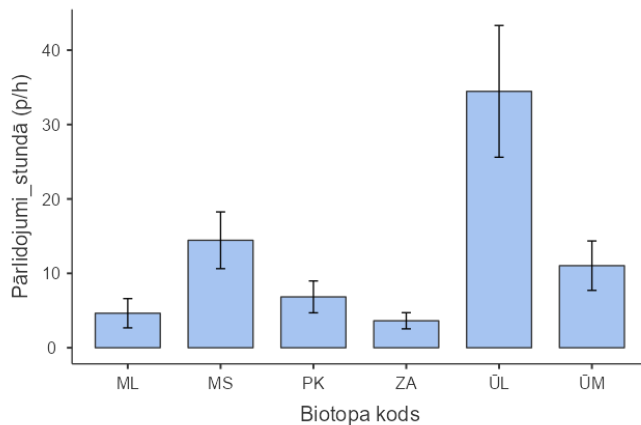
LV ģeogr. terit.	Kvadrātu skaits	Enil	Pnat	Nnoc	Vmur	Ppyg	Ppip	Paur	Bbar	Mdau	Mdas	MYO	NYC/EPT/VESP	Pipistrellus	NENOT	KOPĀ
DA	6	1243	829	311	175	109	2	2	0	0	29	78	115	6	7	2906
DR	7	1571	875	809	72	467	0	2	1	18	12	808	148	3	4	4790
ZA	6	2188	647	260	238	5	1	5	0	0	9	347	125	0	13	3838
ZR	4	450	58	148	7	21	0	0	0	0	21	183	37	0	6	931

*Sugu apzīmējumus skatīt 4. tabulā.

2.3. Kopējais pārlidojumu skaits un aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2024. gadā

Līdzīgi kā iepriekšējās monitoringa sezonās, kopumā visvairāk sikspārņu pārlidojumu konstatēts pie lielajām ūdenstilpēm (ŪL) (n=5685) (6. tabula, 5. attēls). Pirmo reizi piecos monitoringa gados, otrajā vietā ierindojas skujkoku meži (MS) (n=2427), bet pēc tam, - mazo ūdenstilpju biotopi (ŪM) (n=1858), kas visus iepriekšējos gados bijuši otrajā vai pirmajā vietās. Lai gan tieši lapkoku meži literatūrā tiek minēti kā vieni no sikspārņiem nozīmīgākajiem biotopiem [12], paaugstinātu sikspārņu aktivitāti šajā biotopu grupā nav izdevies pierādīt. Visos gados viszemākais pārlidojumu skaits konstatēts lauksaimniecības zemēs, kas saskan ar vispārzināmo uzskatu par šo vietu zemo lomu sikspārņu piesaistīšanā [12].

Sikspārņu kopējā aktivitāte un pārlidojumu skaits pa dažādiem biotopu veidiem 2024. gada monitoringa sezonā



Biotopa kods	Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits (n)
ML	776
MS	2427
PK	1119
ŪL	5685
ŪM	1858
ZA	600
KOPĀ	12465

5. attēls. Joslu diagramma, kas ataino kopējās aktivitātes atšķirības monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos. Attēlots katra biotopa kopējais vidējais pārlidojumu skaits stundā (aktivitāte) un to standartklūda.

Visaugstākā aktivitāte pie lielajām ūdenstilpēm (ŪL) 2024. gada sezonā, reģistrēta DR daļas kvadrātā 3132. Uzskaišu stacija atradās Dienvidkurzemes novadā pie Eglīšu dīķa, kas ir mākslīgas izcelsmes zivju dīķis ar plašām fragmentārām niedru audzēm (6. attēls). Sikspārņu kopējā vidējā aktivitāte šeit bijusi 159 pārl/h, ko veidojušas vismaz piecas sikspārņu sugas – ziemeļu sikspārnis, Natūza sikspārnis, naktssikspārņi, rūsganais vakarsikspārnis un pigmejsikspārnis.



6. attēls. Pa kreisi: Eglīšu ezera krasts Dienvidkurzemes novadā. Šajā stacijā konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte 2024. gada monitoringa sezonā biotopu veidam “Lielie ūdeņi” (ŪL). Foto un uzskaites autors: L. Taube. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietojuma vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

No skujkoku mežu biotopiem, visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte reģistrēta DR daļā, Jēkabpils novada kvadrātā 3324, pieaugušā priežu mežā pie dabas lieguma “Sauka”. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits stundā šeit bijis 61 pārl/h, kas ir par vairāk nekā 2 reizēm

mazāk, nekā pie iepriekšminētā Eglīšu ezera. Iepriekšējā gadā šeit aktivitāte bijusi 65 pārl/h, kas ir tikai par 4 pārlidojumiem vairāk.



7. attēls. Pa kreisi: pieaudzis priežu mežs dabas parka “Sauka” malā, Jēkabpils novadā. Šajā stacijā atkārtoti reģistrēta visaugstākā aktivitāte biotopu grupā “Skujkoku meži” (MS). Foto autors: K. Eglīte. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietojuma vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Mazo ūdeņu biotopu grupā, visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte reģistrēta ZA daļas kvadrātā 4421, Gulbenes novada Indrānos pie Liedes upes (8. attēls). Kopējais pārlidojumu skaits stundā šeit bijis 65 pārl/h. Pamatā šeit uzturējies ziemeļu sikspārnis un Natūza sikspārnis, mazāk citas sugas.



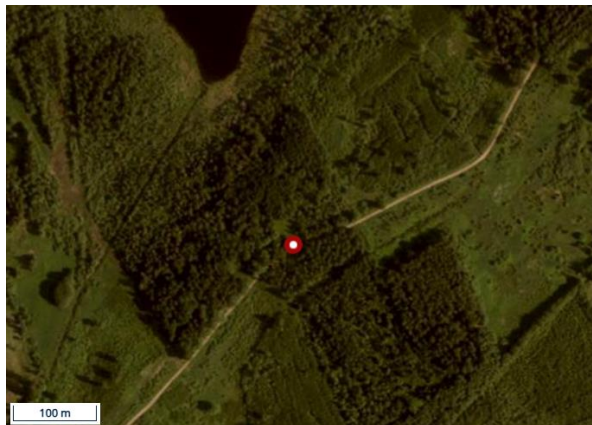
8. attēls. Pa kreisi: Liedes upe Gulbenes novada Indrānu ciematā, kvadrātā 4421. Šajā stacijā konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte 2024. gada monitoringa sezonā biotopu veidam “Mazie ūdeņi” (ŪM). Autors: E. Kantāns. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietojuma vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Parkveida biotopu grupā visaugstākā kopējā sikspārņu aktivitāte bijusi Cēsu novada Stalbes pagastā, Rozulas Muižas parkā, atkārtotās uzskaites kvadrātā 4341 (9. attēls). Kopējais pārlidojumu skaits stundā šeit bijis 48 pārl/h. Pamatā šeit uzturējies ziemeļu sikspārnis, mazāk – naktsikspārņi.



9. attēls. Pa kreisi: Rozulas skolas iekšpagalms ar Muižas parku. Šajā stacijā konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte 2024. gada monitoringa sezonā biotopu veidam “Skrajas teritorijas ar lieliem vai veciem kokiem” (PK). Attēls un uzskaites autors: N. Kukārs. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Lapkoku vai jauktu koku mežu biotopu grupā visaugstākā aktivitāte reģistrēta DA daļas 3434 kvadrātā, Madonas novada Ļaudonas pagastā, bērzu, ozolu, baltalkšņu, egļu mežā (10. attēls). Sikspārņu kopējā aktivitāte šeit bijusi 36 pārlidojumi stundā. Šeit konstatēta arī salīdzinoši augsta sugu daudzveidība – piecas sikspārņu sugas.



10. attēls. Ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu jauktu koku mežā, kurā konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte 2024. gada monitoringa sezonā biotopu veidam “Platlapju vai jauktu koku mežs” (ML). Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Zālāju biotopu grupā visaugstākais pārlidojumu skaits konstatēts ZA daļas 4413 kvadrātā, Cēsu novadā, Zosēnu pagastā, kultivētā zālājā (11. attēls). Priekš zālāju biotopu grupas sugu daudzveidība un aktivitāte šeit bijusi netipiski augsta 19 p/h. Kopā šeit reģistrētas 6 sikspārņu sugas un sugu grupas.



11. attēls. Pa kreisi: ilggadīgs kultivēts zālājs Cēsu novada Zosēnu pagastā. Šeit konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte 2024. gada monitoringa sezonā biotopu veidam “Apsaimniekotas lauksaimniecības zemes” (ZA). Attēls un uzskaites autors: E. Kantāns. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

2.4. Kopējā aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2020.-2024. gados

Šeit ir apkopoti dati par sikspārņu kopējo aktivitāti monitoringā pārstāvētajās sešās biotopu grupās, kas izriet no piecām monitoringa sezonām (2020., 2021., 2022., 2023., 2024. gadi). Attēlā nr. 12. atliktas visu staciju aktivitātes vērtības un redzama to izkliede, bet 13. attēlā atainots katras biotopu grupas vidējais pārlidojumu skaits stundā. Kopējais datu apjoms ir ievērojams – katrai biotopu grupai līdz šim veiktas 112-115 uzskaišu reizes.

Kopējā visu konstatēto sikspārņu sugu aktivitāte biotopos nav vienāda ($\chi^2(5) = 127$, $p < 0,001$, $\varepsilon^2 = 0,185$) (12., 13. attēli). Pāru salīdzināšanas analīzes (*Post hoc ar Dwass-Steel-Critchlow-Fligner*) rezultāti parādīti 7. tabulā. Analīze atklāj, ka lielo ūdeņu (ŪL) biotopos sikspārņu aktivitāte ir statistiski būtiski augstāka, nekā pārējās 5 biotopu grupās. Analīze atklāj, ka zālāju (ZA) biotopos ir būtiski zemāka sikspārņu aktivitāte nekā pārējos biotopos (izņemot, ja salīdzina biotopu pāri ZA un ML ($p = 0,272$), kur starp šiem biotopiem nav nozīmīgu atšķirību). Tai pat laikā, redzams, ka nav nozīmīgas atšķirības starp biotopu pāriem skujkoku meži (MS) un lapkoku meži (ML), starp biotopu pāriem, starp skujkoku mežiem (MS) un parkiem (PK), starp skujkoku mežiem (MS) un mazo ūdeņu biotopiem (ŪM). Pēc šāda kaskādes principa, savstarpēji tiek sasaistīti visi biotopu veidi, kas nozīmē, ka sikspārņi izmanto visu ainavas telpu un nevienu biotopu veidu nevar izslēgt kā sikspārņiem pilnīgi nenozīmīgu.

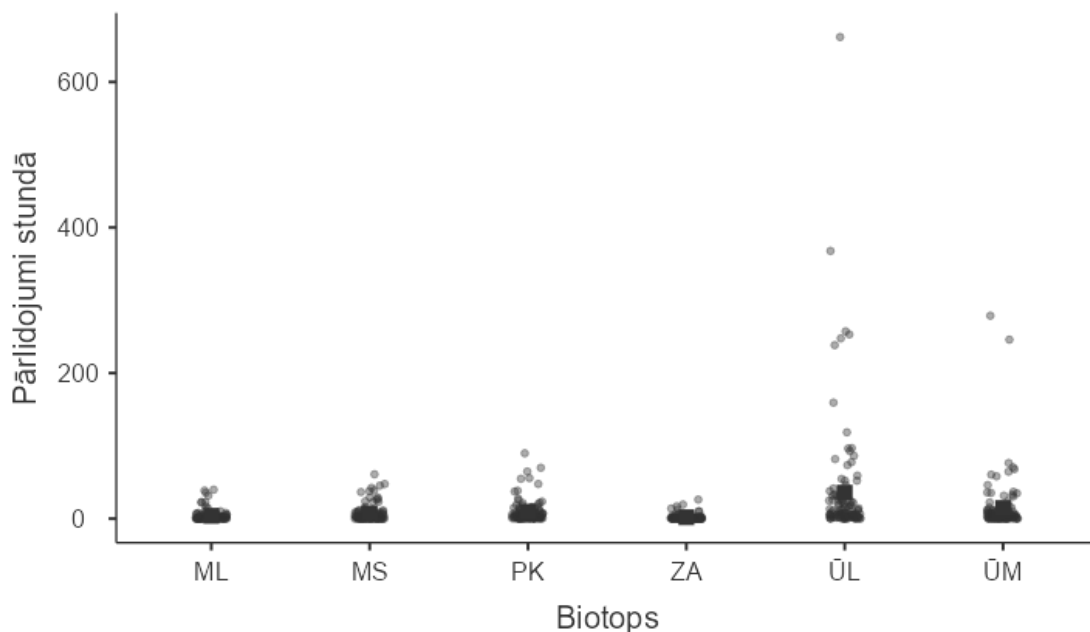
Biotopu apz.		W	p*
ML	MS	3.9377	0.060
ML	PK	6.9837	< .001
ML	ZA	-3.0133	0.272
ML	ŪL	10.6860	< .001
ML	ŪM	6.7901	< .001
MS	PK	2.7675	0.367

vidējo aktivitāšu
nozīmīguma
tabula

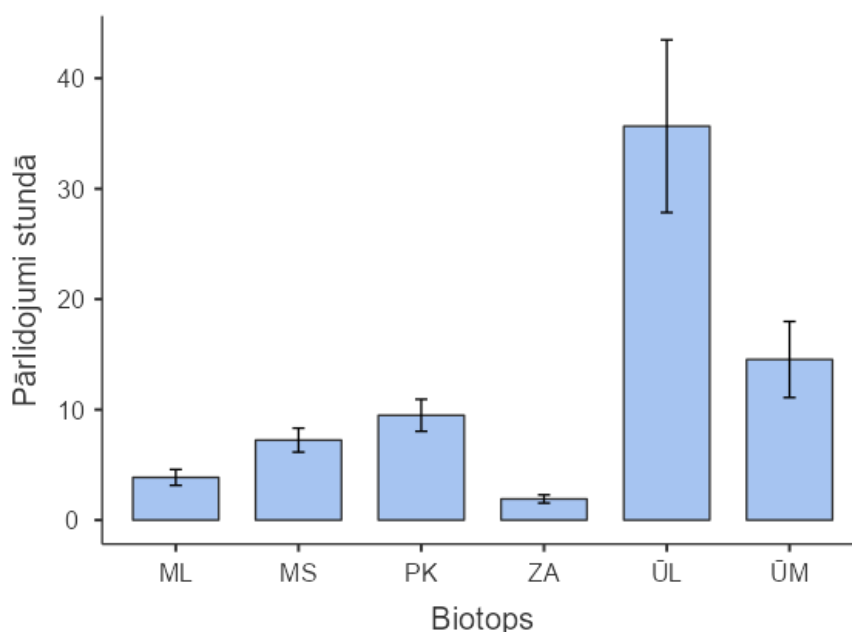
MS	ZA	-6.6015	<.001
MS	ŪL	7.1546	<.001
MS	ŪM	2.7652	0.369
PK	ZA	-10.0736	<.001
PK	ŪL	5.0276	0.005
PK	ŪM	-0.0343	1.000
ZA	ŪL	13.2389	<.001
ZA	ŪM	9.5198	<.001
ŪL	ŪM	-4.8087	0.009

*ja $p > 0,05$, tad atšķirība nav statistiski nozīmīga;
W – Vilkoksona rangū summu testa vērtības.

7. tabula
Biotopu pāru
vērtību statistiskā
salīdzināšanas



12. attēls. Visu staciju kopējais pārlidojumu skaits katrai biotopu grupai 2020.-2024. gados.



13. attēls. Joslu diagramma (bar plot), kas ataino kopējās aktivitātes atšķirības monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos no 2020. līdz 2024. gadam. Attēlots katra biotopa kopējais vidējais pārlidojumu skaits stundā (aktivitāte) un to standartklūda.

2.5. Aktivitātes indekss un tā novērtēšana

Apkopojot piecos monitoringa gados iegūtos datus un sadalot sīkspārņu aktivitātes vērtības pa biotopu veidiem, tika precizēti robežlielumi sīkspārņu aktivitātes līmeņa noteikšanai (8. tabula). Tam tika izmantota starpkvartiļu metode, pēc kuras aktivitātes indeksus, kuru vērtība atrodas starp 1. un 3. kvartili uzskata par tipisku jeb vidēju aktivitāti,

indeksus, kas lielāki par 3. kvartili – par augstu aktivitāti un indeksus, kas lielāki par “0”, bet zemāki par 1. kvartili – par zemu aktivitāti.

8. tabula

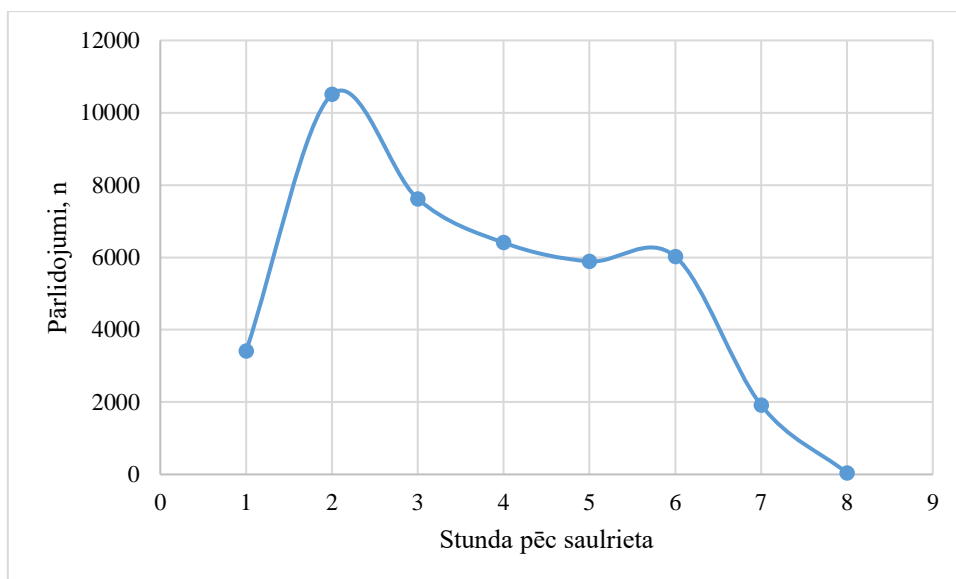
Sikspārņu kopējās aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos pēc iegūtajiem datiem no 109-111 uzskaišu naktīm katrā biotopu veidā 2020., 2021., 2022., 2023., 2024. gados

Aktivitātes līmenis	Pārlidojumu skaits stundā					
	ML	MS	PK	ŪL	ŪM	ZA
Augsta	>3.25	>8.20	>10.58	>28.48	>10.52	>1.68
Tipiska	0.15-3.25	0.45-8.20	1.21-10.58	2.55-28.48	0.90-10.52	0.15-1.68
Zema	<0.15	<0.45	<1.21	<2.55	<0.90	<0.15

Iegūtā datu bāze ir izmantojama arī sikspārņu aktivitātes novērtēšanai dažādos citos sugu inventarizācijas vai ietekmes uz vidi novērtēšanas projektos. Tomēr jāņem vērā, ka šo aktivitāšu līmeņu robežlielumu izmantošanai citos pētījumos jāizmanto tā paša modeļa *Pettersson Elektronik D-500X* detektorus ar tādiem pašiem iestatījumiem, kā šajā monitoringā. Bez tam šie aktivitātes indeksi noteikti vietējām sikspārņu populācijām pēc vairošanās perioda jūlijā, kad lielākā daļa šajā sezonā dzimušo mazuļu jau ieguvuši lidotspēju. Sikspārņu akustiskās ekoloģijas pētnieki [12] norāda, ka laikā, kad sikspārņu mazuļi ieguvuši lidotspēju, kopējā aktivitāte pieaug par 40-60%, salīdzinot ar laiku pirms šī perioda. Līdz ar to, jūlijā iegūtos aktivitātes vērtējumus nevar salīdzināt tiešā veidā ar piemēram, jūnija vai augusta rādītājiem, kad lidojošu sikspārņu skaitu teritorijā ietekmē citi faktori (mazuļi vēl nav lidotspējīgi vai teritorijā iespējama migrantu ierašanās no citām teritorijām).

2.6. Sikspārņu kopējā nakts aktivitāte

Sikspārņu kopējās nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām 5 monitoringa sezonām, balstoties uz ievērojamu pārlidojumu kopskaitu – 41819. Sadalījums sniedz atspoguļojumu par tām nakts daļām, kuras sikspārņi, barojoties vai veicot pārlidojumus, izmanto visaktīvāk (14. attēls). Kopumā monitoringa sezonā atspoguļojas klasiska sikspārņu nakts aktivitāte ar pīķi sākot no otrās līdz trešajai stundai pēc saulrieta. Tad seko aktivitātes kritums ar nelielu tās paaugstināšanos aptuveni divas stundas pirms saullēkta.

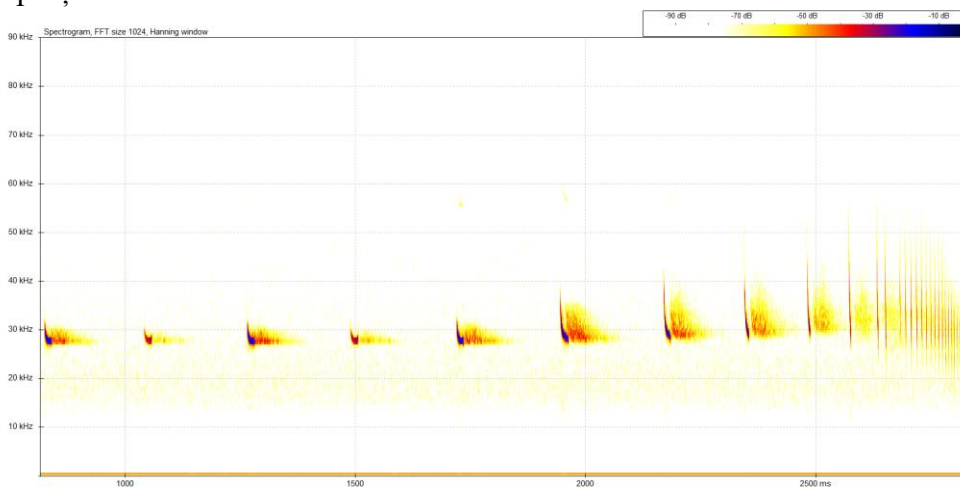


14. attēls. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

2.7. Sugu raksturojums Ziemeļu sikspārnis *Eptesicus nilssonii*

Ziemeļu sikspārnis bija biežākā sikspārņu suga pēc uzskaišu staciju skaita, kurās tas tika konstatēts, kā arī pēc kopējā pārlidojumu skaita. Ziemeļu sikspārņa saucieni reģistrēti 115 no 137 stacijām, kas ir ievērojami biežāk nekā citām sugām (4. tabula). Šāda pati sakarība novērota visos monitoringa gados, kas droši apliecina, ka ziemeļu sikspārnis ir biežāk sastopamā suga Latvijā.

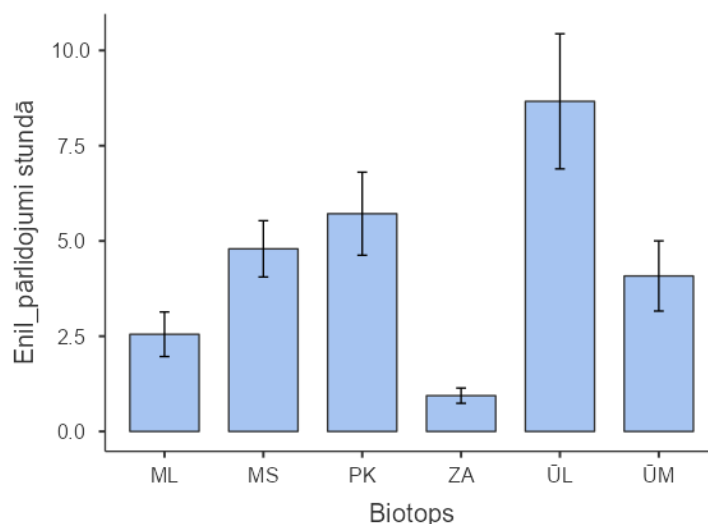
Sugas noteikšana vairumā gadījumu ir droša, ja neskaita sajaukšanas iespējamību ar platspārņu sikspārni *Eptesicus serotinus* un iespējams, ar mazo vakarsikspārni *Nyctalus leisleri*. Abas sugas Latvijā ir ļoti retas, taču arī grūti diagnosticējamas akustiskajos ierakstos. Šajā pētījumā to sastopamības iespēja netika ņemta vērā. Gadījumos, kad ziemeļu sikspārņi lido tuvu šķēršļiem, to plašas amplitūdas saucienus var sajaukt arī ar divkrāsaino vai rūsgano vakarsikspārņu saucieniem.



15. attēls. Piemērs ziemeļu sikspārņa spektrogrammai, kas ataino orientēšanās un barošanās saucienus. Spektrogrammā redzamas sauciena ritma izmaiņas tuvojoties medījumam. Ierakstīts

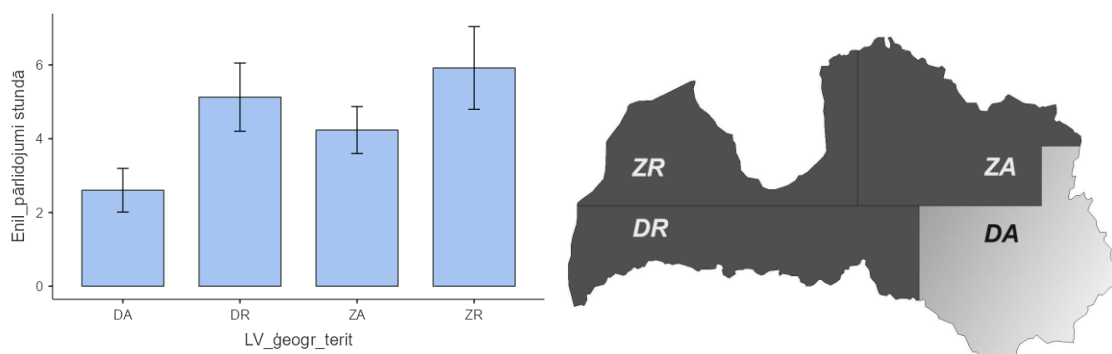
kvadrātā 3431, lauksaimniecības zemē. Raksturīga maksimālās enerģijas frekvence robežās no 28-32 kHz (FME), beigu frekvence 27-30 kHz (EF). Avots: šeit un turpmāk – veidots izmantojot *BatSound 4.2.1*.

Ziemeļu sikspārnis ir ekoloģiski plastiska suga un izmanto visus biotopus ainavā (16. attēls). Apkopojot datus no visām monitoringa sezonām, atklāts, ka ziemeļu sikspārņa biotopu izvēle Latvijā nav vienāda ($\chi^2(5) = 79,7$, $p < 0,001$, $\varepsilon^2 = 0,116$). Ziemeļu sikspārņa aktivitāte zālāju (ZA) biotopos ir būtiski zemāka nekā pārējos biotopos (izņemot, ja salīdzina biotopu pāri ZA un ML ($p = 0,817$), kur starp šiem biotopiem nav nozīmīgu atšķirību). Analīze atklāj arī to, ka starp mežu biotopu veidiem, ziemeļu sikspārnis dod priekšroku skujkoku mežiem (MS), kur kopējā aktivitāte ir statistiski būtiski augstāka nekā lapkoku mežos (ML) ($p = 0,004$). Statistiski nozīmīgas atšķirības konstatētas arī starp biotopu pāri parki (PK) un lapkoku meži (ML), kas liecina, ka suga dod priekšroku veciem, skrajiem parveida kokiem, nevis blīvākām lapkoku mežu audzēm. Ar visaugstāko aktivitāti piecu monitoringa gadu laikā izceļas lielo ūdenstilpju biotopi (ŪL), taču statistiski būtiski augstāka aktivitāte šeit novērota tikai salīdzinot pret biotopu veidiem zālāji (ZA) un lapkoku meži (ML).



16. attēls. Ziemeļu sikspārņa aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) biotopos 2020.-2024. gados.

Atšķirības ziemeļu sikspārņa reģionālajā izplatībā ir nozīmīgas. Apkopojot visus datus (2020.-2024.), secināts, ka ziemeļu sikspārņa sastopamība Latvijā nav vienāda ($\chi^2(3) = 32,9$, $p < 0,001$, $\varepsilon^2 = 0,0481$). Retāka tā ir Latvijas dienvidaustrumu daļā (17. attēls).



17. attēls. Pa kreisi: ziemeļu sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2024. gados. Pa labi: datu vizualizācija, kas ataino ziemeļu sikspārņa sastopamības biežumu dažādās Latvijas daļās. Tumšā krāsa vizualizē biežāku sastopamību, gaišā - retāku.

Pāru salīdzināšanas analīze atklāja, ka statistiski nozīmīgi atšķiras konstatētā aktivitāte starp DA un visām pārējām LV daļām (DA un DR ($p < 0,001$); starp DA un ZR ($p < 0,001$); DA un ZA ($p = 0,007$) no kā izriet, ka Dienvidaustrumlatvijā ziemeļu sikspārņa sastopamība ir būtiski zemāka. Iegūtie monitoringa dati ļāva publicēt pētījumu par ziemeļu sikspārņa izplatības atšķirībām [18]. Uz publicēšanas brīdi bija apkopoti dati par 2020., 2021., 2022. gadiem, bet 2023. un 2024. gados monitoringa vēl nebija īstenots. Tajā brīdī vēl neuzrādījās statistiski nozīmīga atšķirība starp DA un ZA daļām, taču jau pēc 2023. gada sezonas atšķirības apstiprinājās, proti, ziemeļu sikspārņa aktivitāte un līdz ar to, arī sastopamība, statistiski nozīmīgi atšķirās arī starp DA un ZA daļām. Statistiski nozīmīga atšķirība uz 2023. gadu uzrādās starp Latvijas daļām ZA un ZR ($p = 0,037$), bet pieaugot datu apjomam, atšķirības starp šīm Latvijas daļām vairs neuzrādās. Kā iespējamo iemeslu šīm reģionālās izplatības atšķirībām, var minēt apstākli, ka dienvidaustrumu (DA) reģionā dominē mozaīkveida ainava, kas galvenokārt sastāv no nelieliem lauksaimniecības zemes un mežu fragmentiem [18]. Salīdzinot ar citiem reģioniem, DA daļā nav lielu boreālo mežu masīvu un ņemot vērā, ka ziemeļu sikspārnis ir boreālo mežu suga [19; 20], tad domājams, ka boreālo mežu masīvu trūkums DA reģionā nosaka zemāku ziemeļu sikspārņa aktivitāti šajā reģionā.

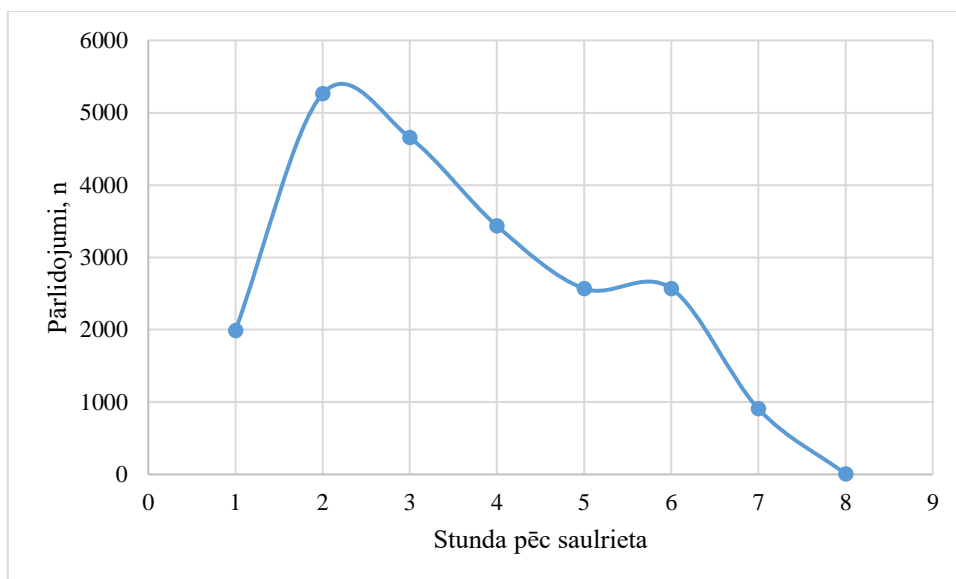
Apkopojot piecos monitoringa gados iegūtos datus un sadalot ziemeļu sikspārņa aktivitātes vērtības pa biotopu veidiem, tika aktualizēti robežlielumi ziemeļu sikspārņa aktivitātes līmeņa noteikšanai (9. tabula).

9. tabula

Ziemeļu sikspārņa aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos 2020.-2024. gados pēc starpkvartīļu metodes

Aktivitātes līmenis	Pārlidojumu skaits stundā					
	ML	MS	PK	ŪL	ŪM	ZA
Augsta	>1.52	>5.48	>5.85	>6.54	>3.34	>0.61
Tipiska	-1.52	0.15-5.48	0.45-5.85	0.59-6.54	0.29-3.34	-0.61
Zema	-	<0.15	<0.45	<0.59	<0.29	-

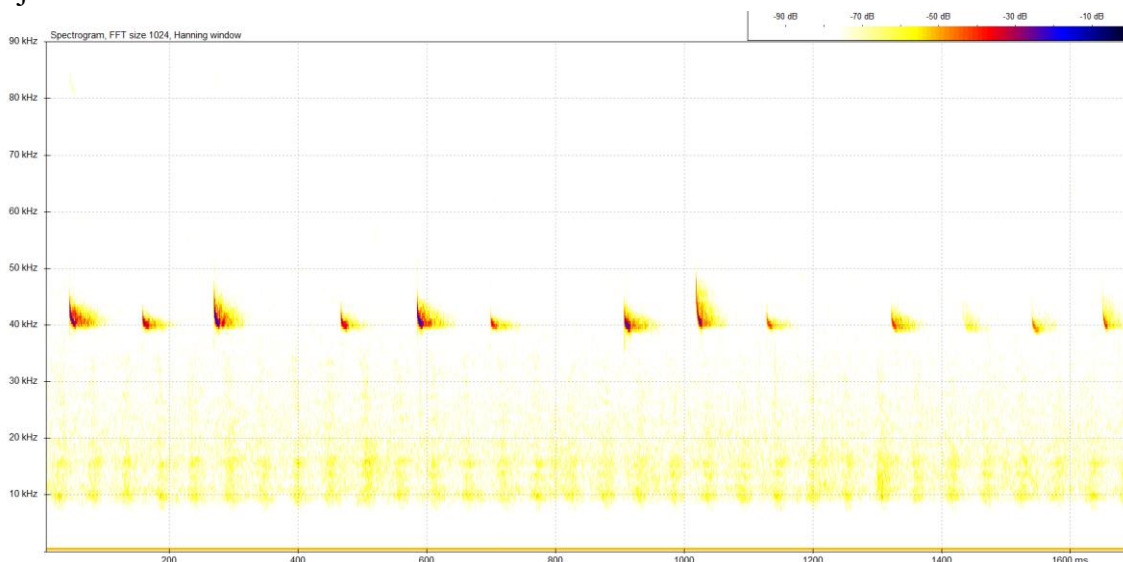
Ziemeļu sikspārnis visaktīvāk izmanto otro līdz trešo stundu pēc saulrieta, un pēc tam, aktivitāte pakāpeniski samazinās (18. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz ievērojamu pārlidojumu kopskaitu – 21339.



18. attēls. Ziemeļu sikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Natūza sikspārnis *Pipistrellus nathusii*

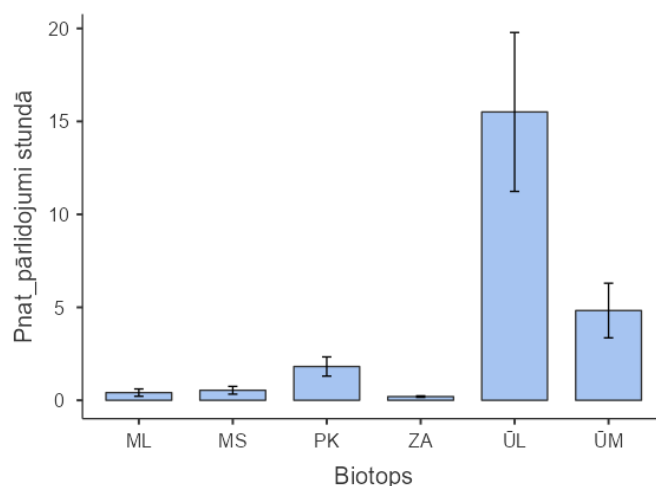
Natūza sikspārnis ir samērā viegli nosakāma suga pēc tā saucienu spektrogrammām (19. attēls). Salīdzinoši reti to frekvenču parametri pārklājas ar pundursikspārņiem vai pīgmejsikspārņiem raksturīgajiem rādītājiem. Apgrūtināt noteikšanu var situācijas, kurās Natūza sikspārnis lido šaurās telpās vai barojas vienkopus ar citām *Pipistrellus* ģints sugām, tādējādi izdodot īsākus un stāvākus saucienus.



19. attēls. Piemērs Natūza sikspārņa spektrogrammai, kas ataino orientēšanās saucienus. Ierakstīts kvadrātā 4413, skujkoku mežā. Raksturīga maksimālās enerģijas frekvence robežās no 37-44 kHz (FME), beigu frekvence 36-44 kHz (EF).

Gan šajā monitoringa sezonā, gan visās kopumā, Natūza sikspārnis bija otrā biežākā suga pēc kopējā reģistrēto pārlidojumu skaita. Apkopojot visu monitoringa sezonu datus, secināts, Natūza sikspārņa biotopu izvēle Latvijā nav vienāda ($\chi^2(5) = 138, p < 0,001, \epsilon^2 = 0,201$) (20. attēls). Natūza sikspārnis izteikti dod priekšroku ar ūdeņiem saistītiem biotopiem (20.

attēls). Aktivitāte virs lielo ūdenstilpju (ŪL) biotopiem ir statistiski būtiski augstāka nekā visos pārējos biotopu veidos. Kā otrs nozīmīgākais biotops ir mazās ūdenstilpes (ŪM), kurās aktivitāte bija statistiski augstāka nekā mežos (ML, MS) un zālajos (ZA), bet ne parkos (PK). Nozīmīgas atšķirības nav konstatētas starp mežu biotopu veidiem. Viszemākā aktivitāte novērota zālajos un mežos, kur starp šiem biotopiem statistiski nozīmīgas atšķirības nav konstatētas. Aktivitāte parkveida biotopos bija statistiski būtiski augstāka nekā mežos un zālajos, bet ir līdzvērtīga ar mazo ūdeņu biotopiem.



20. attēls. Natūza sīkspārņa aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) dažādos biotopos 2020.-2024. gados.

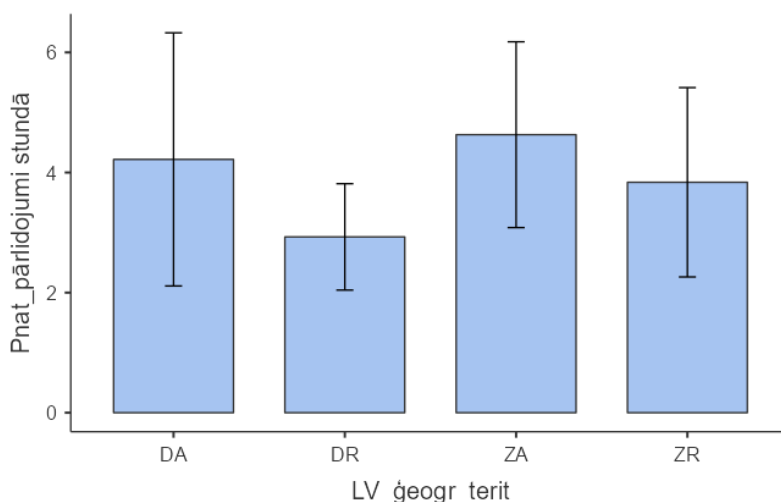
Natūza sīkspārņa aktivitātes līmeņu atbilstība tā aktivitātes indeksu robežlielumiem dažādos biotopos parādīta 10. tabulā.

10. tabula

Natūza sīkspārņa aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos 2020.-2024. gados pēc starpkvartiļu metodes

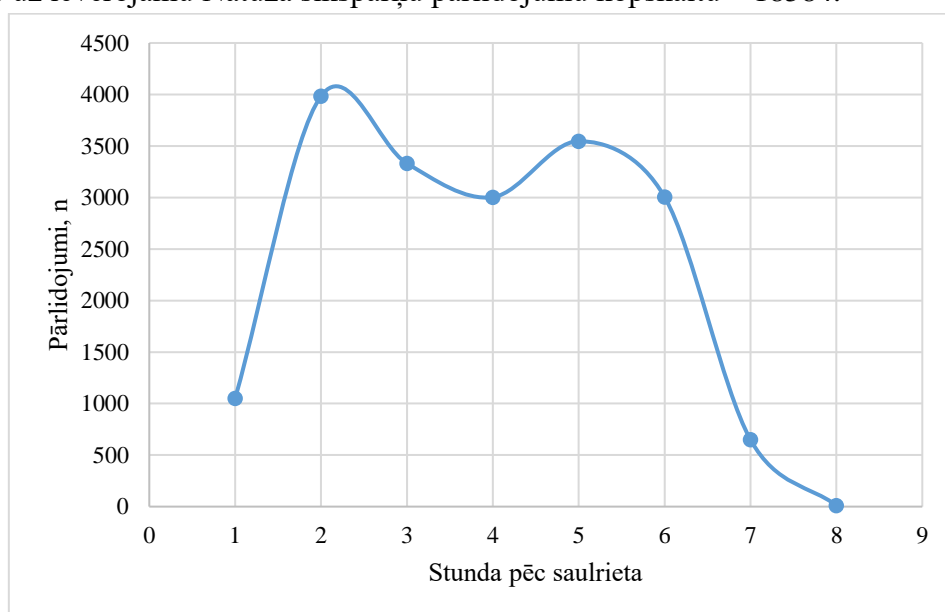
Aktivitātes līmenis	Pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos					
	ML	MS	PK	ŪL	ŪM	ZA
Augsta	>0.13	-	>1.19	>7.41	>1.98	>0.15
Tipiska	-0.13	-	-1.19	0.15-7.41	-1.98	-0.15
Zema	-	-	-	<0.15	-	-

Natūza sīkspārņa sastopamības biežums dažādās Latvijas daļās statistiski būtiski neatšķirās ($\chi^2(3) = 7,58$ $p=0,055$, $\varepsilon^2=0,0111$), līdz ar to var teikt, ka sugas izplatība Latvijā ir vienmērīga (21. attēls).



21. attēls. Natūza sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2024. gados.

Natūza sikspārnis visaktīvāk izmanto otro līdz trešo stundu pēc saulrieta. Tad seko aktivitātes kritums ar nelielu tās paaugstināšanos aptuveni divas-trīs stundas pirms saullēkta (22. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz ievērojamu Natūza sikspārņu pārlidojumu kopskaitu – 18584.

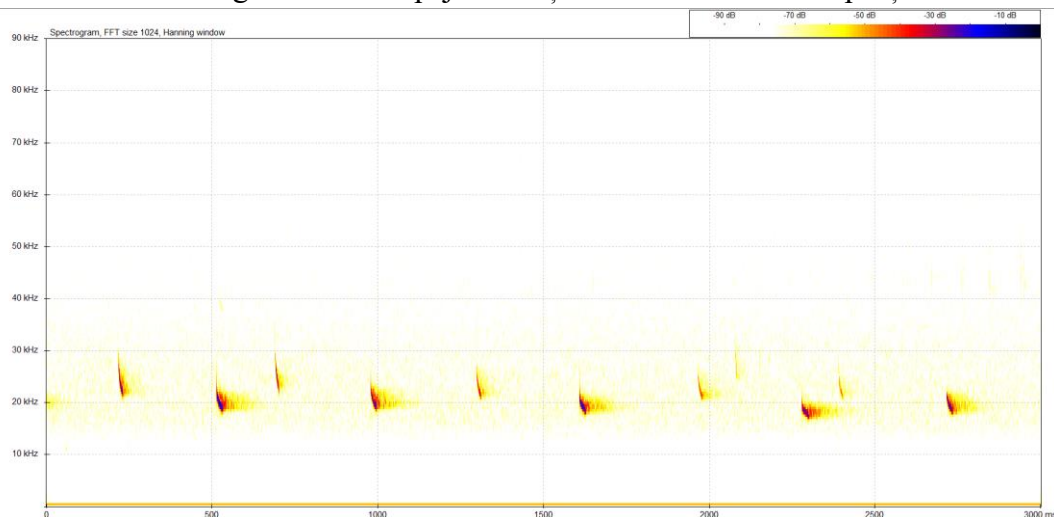


22. attēls. Natūza sikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Rūsganais vakarsikspārnis *Nyctalus noctula*

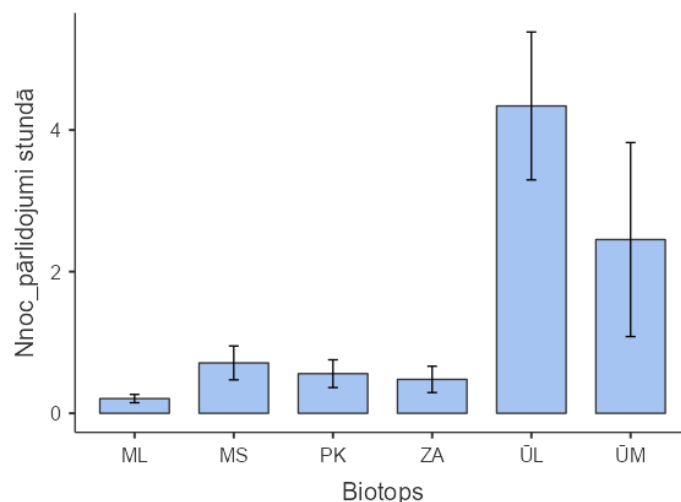
Rūsganajam vakarsikspārnim raksturīgi viskaļāki saucieni no visām Latvijā dzīvojošajām sikspārņu sugām, līdz ar to, akustiskā monitoringa datos sugas īpatsvars tiek pārspīlēts. Ja pēc kopējā pārlidojumu skaita, rūsganais vakarsikspārnis ieņem trešo vietu, tad pēc koriģēto pārlidojumu skaita, rūsganais vakarsikspārnis ieņem ceturto vietu.

Rūsganie vakarsikspārņi ir viegli nosakāmi to saucienu analīzē gadījumos, kad tie izdod sugai raksturīgus saucienus ar zemu frekvenci vai saucienus, kur saucienu rindā zemākas frekvences saucieni mijas ar augstākas frekvences saucieniem (23. attēls). Lidojot šaurākās telpās, tuvu zemes vai ūdens virsmai rūsgano vakarsikspārņu saucieniem var būt augstāka to gala frekvence un tos ir grūti vai neiespējami atšķirt no divkrāsaino sikspārņu saucieniem.



23. attēls. Piemērs tipiskai rūsganā vakarsikspārņa spektrogrammai, kas ataino orientēšanās saucienus, kur saucienu rindā zemākas frekvences saucieni mijas ar augstākas frekvences saucieniem. Ierakstīts kvadrātā 4413, skujkoku mežā.

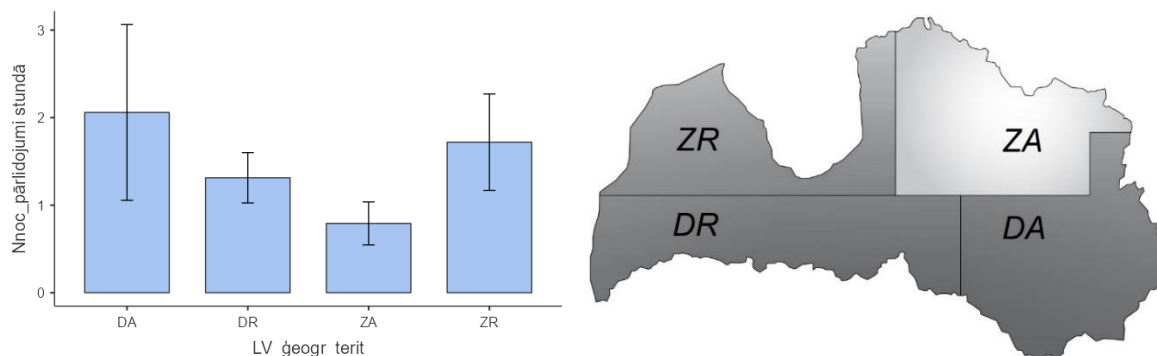
Kopējie uzskaišu gadu dati parāda, ka rūsganais vakarsikspārnis dod priekšroku lielo ūdeņu biotopiem (24. attēls). Starp lielajiem ūdeņiem (ŪL) un visiem pārējiem biotopu veidiem atšķirības ir statistiski nozīmīgas ($\chi^2(5) = 86,5$, $p < 0,001$, $\varepsilon^2 = 0,126$).



24. attēls. Rūsganā vakarsikspārņa aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) biotopos 2020.-2024. gados.

Apkopojot datus par visiem monitoringa gadiem, secināts, ka rūsganā vakarsikspārņa sastopamība Latvijā nav vienāda ($\chi^2(3) = 16,3$, $p < 0,001$, $\varepsilon^2 = 0,0238$) (25. attēls). Pāru salīdzināšanas analīze atklāja, ka statistiski nozīmīgi atšķiras ($p < 0,001$) sastopamības biežums starp DA un ZA ($p < 0,002$), starp DR un ZA ($p < 0,023$), starp ZA un ZR ($p < 0,004$). Līdz ar to,

atklāts, ka rūsganais vakarsikspārnis ZA daļā ir būtiski retāka suga, nekā pārējos reģionos (15. attēls). Šo fenomenu var skaidrot ar to, ka Latvijas ZA daļa atrodas vistuvāk sugas areāla ziemeļu robežai.



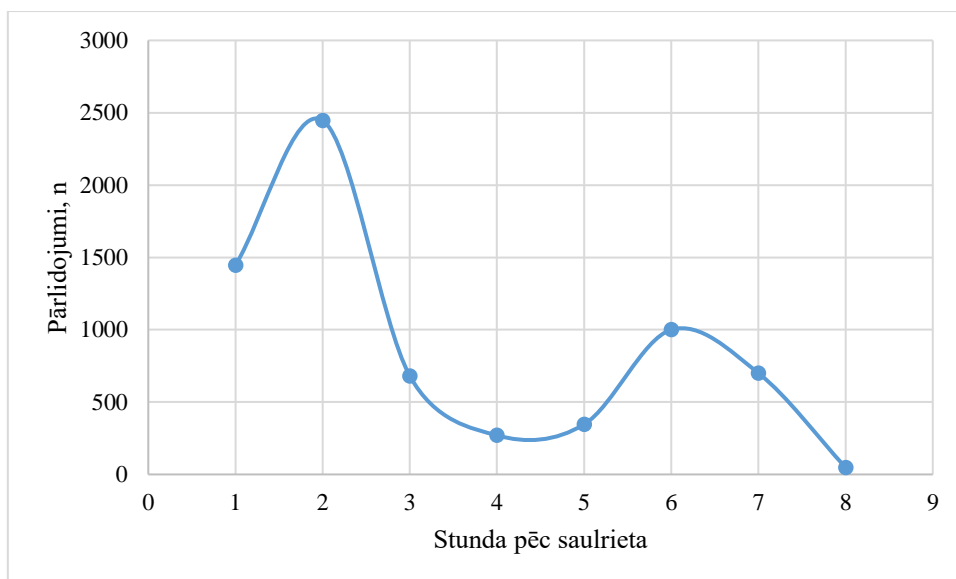
25. attēls. Pa kreisi: rūsganā vakarsikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2024. gadu periodā. Pa labi: datu vizualizācija, kas ataino rūsganā vakarsikspārņa sastopamības biežumu dažādās Latvijas daļās. Tumšāka krāsa vizualizē biežāku sastopamību.

Rūsganā vakarsikspārņa aktivitātes līmeņu atbilstība tā aktivitātes indeksu robežlielumiem parādīta 11. tabulā. Starpkvartiļu amplitūdas metodes pamatā, uzskaišu stacijās iegūtās aktivitātes vērtības tiek sakārtotas augošā secībā. Pēc tam sakārtoto datu rindu dala četrās līdzīgās daļās tā, ka katrā no tām nonāk 25% kopas vienību. Pirmā kvartile ir pazīmes vērtība, par kuru sakārtotā rindā 25% kopas vienībām ir reģistrētas mazākas vērtības. Otrā kvartile tādā pat veidā nodala 50% kopas vienību, bet trešā 75% kopas vienību. Rūsganā vakarsikspārņa zemas aktivitātes līmenim nav nosakāma vērtība, jo vismaz 25% gadījumu, suga šajās stacijās netika konstatēta, kas nozīmē, ka stacijas vērtība bija nulle.

11. tabula
Rūsganā vakarsikspārņa aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos pēc 2020.-2024. gados iegūtajiem datiem pēc starpkvartiļu metodes

Aktivitātes līmenis	Pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos					
	ML	MS	PK	ŪL	ŪM	ZA
Augsta	>0.15	>0.34	>0.15	>2.84	>0.74	>0.31
Tipiska	-0.15	-0.34	-0.15	0.07-2.84	-0.74	-0.31
Zema	-	-	-	<0.07	-	-

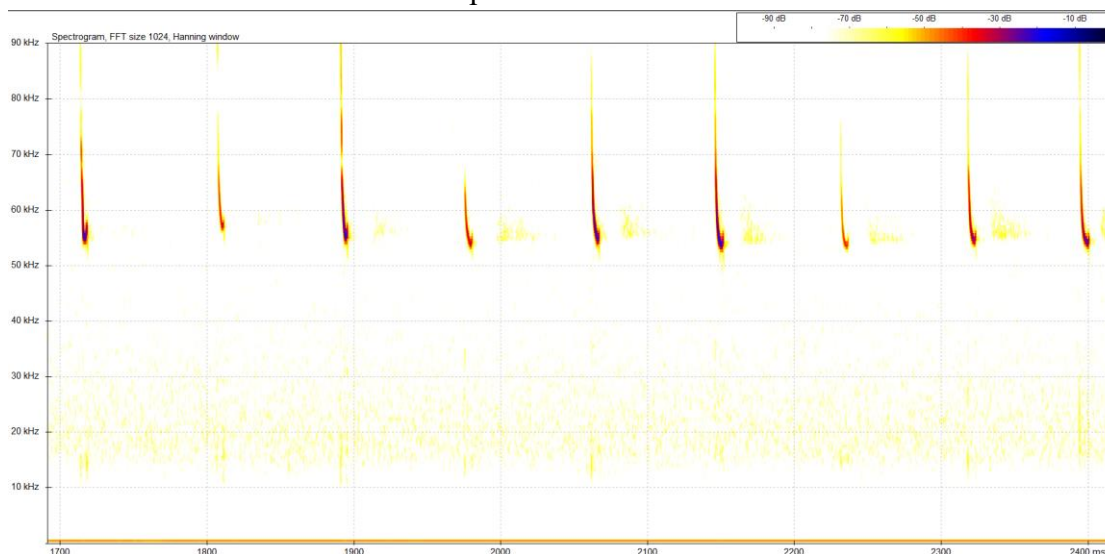
Attēlā nr. 26 atainota rūsganā vakarsikspārņa aktivitāte, kas atšķiras no kopējās sikspārņu nakts aktivitātes un iepriekš aprakstīto sugu nakts aktivitātes, proti, - vērojams krass aktivitātes kāpums otrajā stundā pēc saulrieta, pēc kura aktivitāte gandrīz vai apstājas. Aptuveni 2-3 stundas pirms saullēkta atkal vērojams neliels aktivitātes pieaugums. Gan sikspārņu ekspertu novērojumi Latvijā, gan literatūras avoti [12] šo fenomenu skaidro ar to, ka rūsganais vakarsikspārnis ir ļoti augstu lidojoša suga, kas nakts lielāko daļu pavada daudz augstāk atmosfērā, nekā citas sikspārņu sugas. Tikai tuvojoties saullēktam, tā atgriežas atpakaļ piezemes slānī, ar ko izskaidrojams aktivitātes pieaugums aptuveni 2-3 stundas pirms saullēkta.



26. attēls. Rūsganā vakarsikspārņa pārīdojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Pigmejsikspārnis *Pipistrellus pygmaeus*

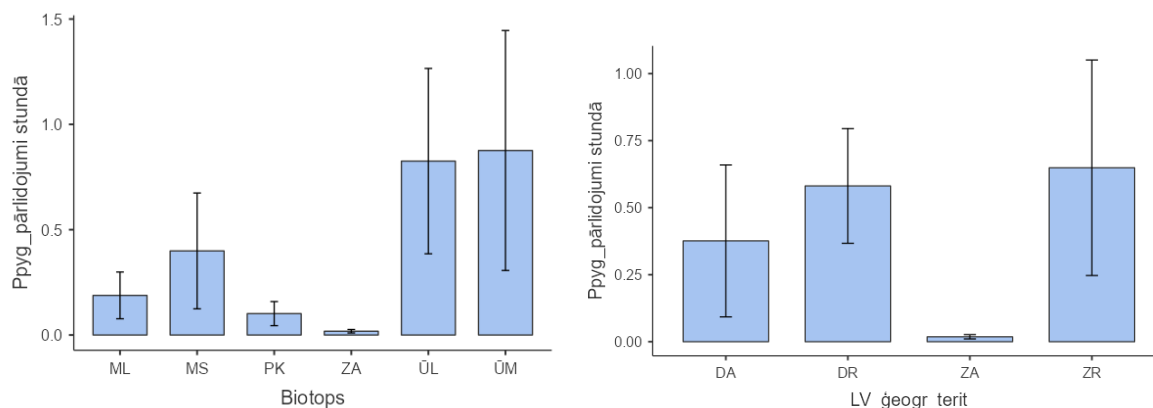
Pigmejsikspārnis ir viena no akustiski visvieglāk nosakāmajām sikspārņu sugām (27. attēls). Tā izdod augstākas frekvences saucienus nekā pārējās Latvijas sikspārņu sugas, kuru saucienos ir konstantās frekvences komponente.



27. attēls. Tipiski pigmejsikspārņa ehokācijas saucieni, ar maksimālās enerģijas frekvenci, kas pārsniedz vismaz 54 kHz. Ierakstīts atklātā ainavā, lauksaimniecības zemē (ZA), kvadrātā 3431.

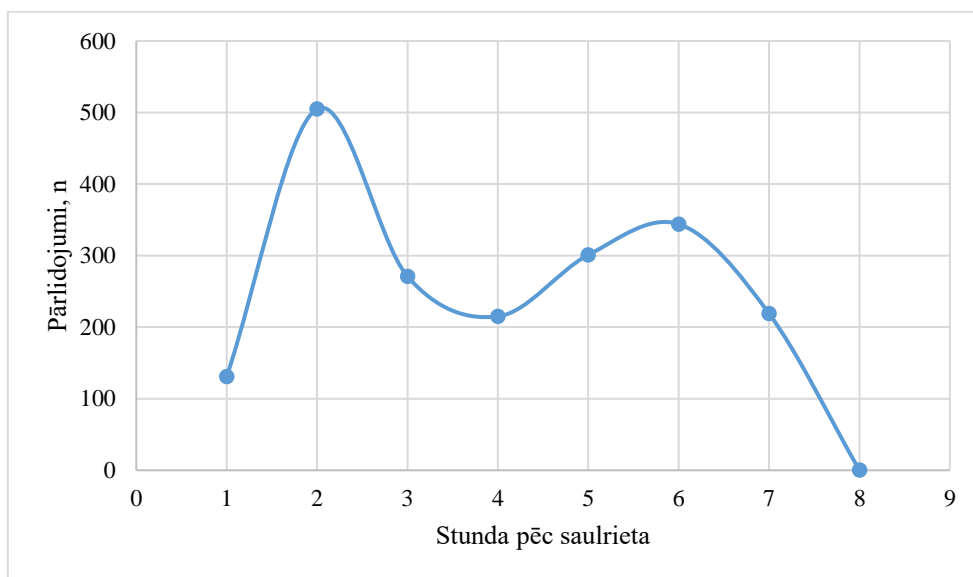
Pēc kopējā novērojumu skaita, pigmejsikspārnis ieņem ceturto vietu. Statistiskās datu apstrādes metodes šīs un turpmāko sugu izplatības un biotopu izvēles aprakstīšanā nav pielietotas, jo kopējais novērojumu daudzums nav pietiekams. Pigmejsikspārnis ir ūdeņu speciālistu suga [12], ko apliecina arī šī monitoringa rezultāti (28. attēls). Kopumā iezīmējamās sugas biežāka sastopamība ZR Latvijā (28. attēls), kas ir ļoti ticams, jo vecākos literatūras

avotos [21], sugas teorētiskais izplatības areāls sniedzas līdz Latvijas centrālajai daļai, neiekļaujot DA un ZA daļas.



28. attēls. Pa kreisi: pigmejsikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2024. gada monitoringa datiem. Pa labi: pigmejsikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2024. gadu periodā.

Pigmejsikspārnis visaktīvāk izmanto otro stundu pēc saulrieta. Tad seko aktivitātes kritums ar nelielu tās paaugstināšanos aptuveni trīs stundas pirms saullēkta (29. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz 1986 pārlidojumiem.

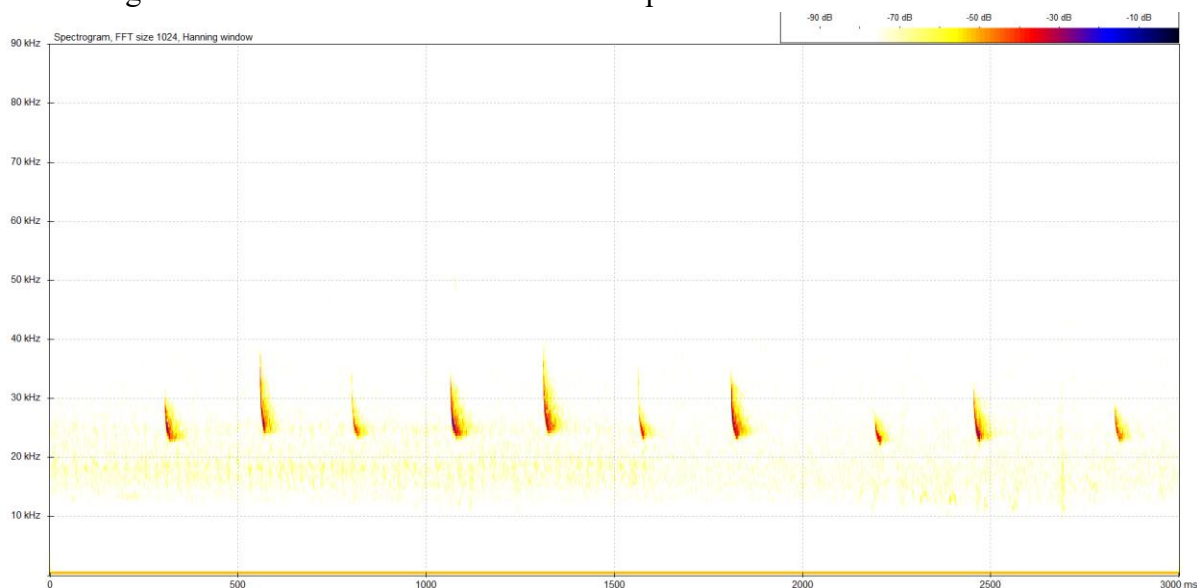


29. attēls. Pigmejsikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Divkrāsainais sikspārnis *Vespertilio murinus*

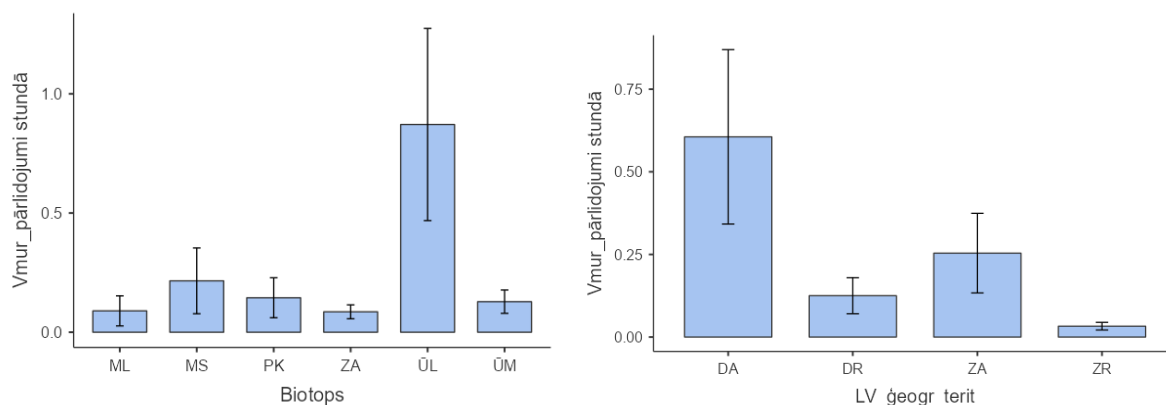
Divkrāsainais sikspārnis bija salīdzinoši reti novērota suga, kas ierindojas piektajā vietā gan pēc kopējā, gan korigētā pārlidojumu skaita. Divkrāsainos sikspārņus to saucienu analīzē var atšķirt no *Nyctalus* un *Eptesicus* ģinšu sikspārņu saucieniem gadījumos, kad tie lidojuši atklātā telpā ar salīdzinoši lēnu un vienmērīgu saucienu ritmu (30. attēls). Tos ir grūti vai

neiespējami atpazīt gadījumos, kad tie lidojuši tuvu šķēršļiem, tai skaitā citiem sikspārņiem. Ierakstu analizē daudzos gadījumos pārlidojumi pieskaitīti sugu grupai *Nyctalus/Eptesicus/Vespertilio*, līdz ar to, ļoti iespējams, ka šīs sugas sastopamība Latvijā pēc monitoringa datiem ir novērtēta zemāka nekā tā ir patiesībā.



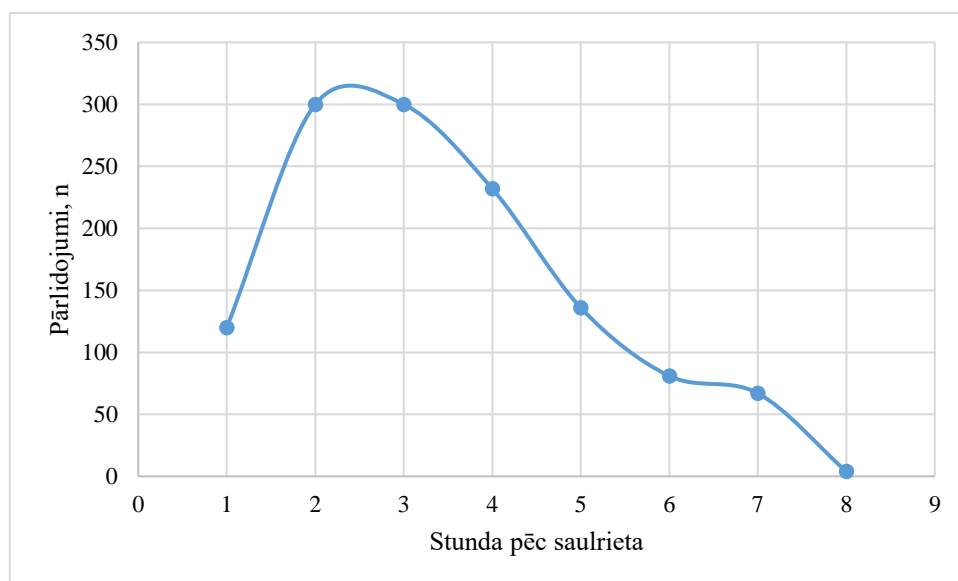
30. attēls. Piemērs divkrāsainā sikspārņa orientēšanās saucienu spektrogrammai. Ierakstīts kvadrātā 4413, pie Gaujas HES ūdenskrātuves (ŪL).

Kaut nelielā skaitā, bet divkrāsaino sikspārņu pārlidojumi konstatēti visos biotopu veidos (31. attēls pa kreisi). Visaugstākā to aktivitāte konstatēta pie lielajām ūdenstilpēm. Sugas aktivitāte visu piecu gadu griezumā visaugstākā bija DA daļā (31. attēls pa labi). Iezīmējas statistiski būtiskas atšķirības starp DA daļu un pārējo Latvijas teritoriju, tomēr ņemot vērā samēra zemo novērojumu skaitu un nenoteikto gadījumu skaitu, ir pārāgri secināt reģionālās izplatības atšķirības.



31. attēls. Pa kreisi: divkrāsainā sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā biotopos 2020.-2024. gados. Pa labi: divkrāsainā sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2024. gadu periodā.

Divkrāsainais sikspārnis visaktīvāk izmanto otro un trešo stundu pēc saulrieta, kam seko pakāpenisks aktivitātes samazinājums līdz saullēktam (32. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz 1240 pārlidojumiem.



32. attēls. Divkrāsainā sikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

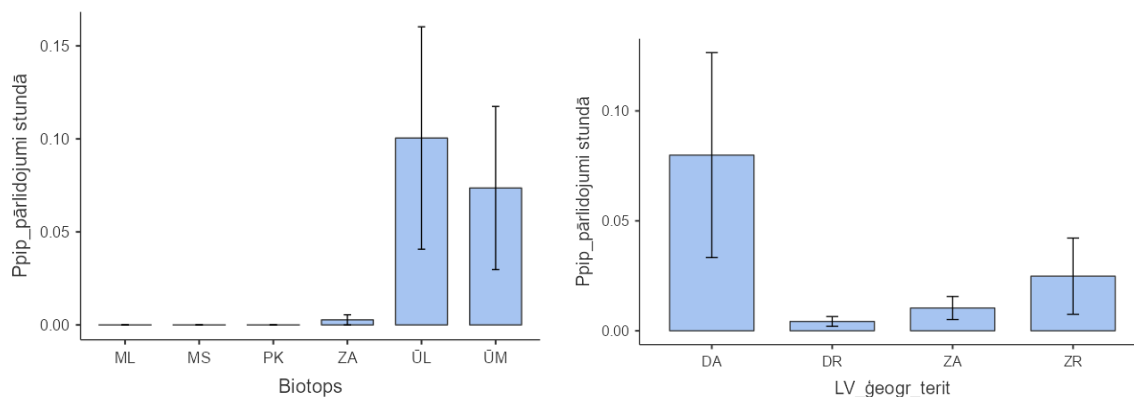
Pundursikspārnis *Pipistrellus pipistrellus*

Pundursikspārņi ir samērā grūti konstatējama sikspārņu suga, tās sajaukšanas iespējamības dēļ ar Natūza sikspārņiem un pigmejsikspārņiem. To saucienu labākās dzirdamības un gala frekvences var pārklāties ar abu pārējo šīs ģints sikspārņu sugām. Noteikšanu sarežģī apstākļi, ka lidojot tuvu viens otram *Pipistrellus* ģints sugu sikspārņi var mainīt saucienu frekvences, lai izvairītos no frekvenču pārklāšanās ar citiem indivīdiem. Šādos gadījumos, piemēram, Natūza sikspārņi var paaugstināt saucienu frekvenci līdz pundursikspārņiem raksturīgai. Piecu gadu laikā konstatēti tikai 52 sugas pārlidojumi un katrā no gadiem nenoteikto sugas gadījumu skaits ir lielāks par noteikto sugas skaitu, tāpēc ļoti iespējams, ka šīs sugas sastopamība Latvijā pēc monitoringa datiem ir novērtēta mazliet zemāka nekā tā ir patiesībā. No otras puses, lai gan tiek pieņemts, ka pundursikspārnis ir Latvijā dzīvojoša suga, tās klātbūtne teritorijā vēl nav droši pierādīta, - nepieciešama sugas pierādīšana izmantojot DNS metodes.

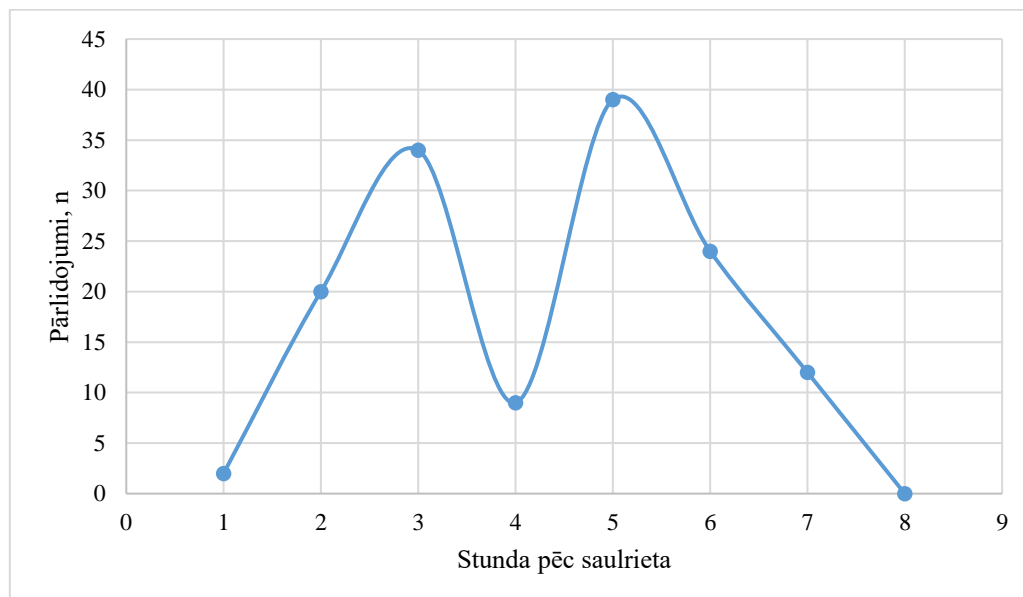
Literatūrā norādīts, ka pundursikspārnis ir ģenerālistu suga, kas apdzīvo dažādus biotopus [22], taču pēc datiem Latvijā, tas priekšroku devis ūdenstilpju biotopiem (33. attēls). Dažādi autori norāda, ka ūdenstilpju biotopi piedāvā daudz blīvāku barības bāzi, salīdzinot ar citiem biotopiem [23; 24; 25], tāpēc tās ir optimālas barošanās vietas arī ģenerālistu sugām [22].

Attiecībā uz novērojumu sadalījumu dažādās Latvijas daļās, iezīmējas biežāka sastopamība un aktivitāte DA daļā, taču izskaidrojums šim fenomenam ir neskaidrs. Domājams, ka zemā novērojumu skaita dēļ, izplatības atšķirību cēloņus ir pārāgri meklēt.

Pundursikspārnis visaktīvāk izmantojis trešo un piekto stundu pēc saulrieta (34. attēls). Šāds nakts aktivitātes sadalījums nav raksturīgs citām sikspārņu sugām, tāpēc arī šeit būtu nepieciešams vairāk datu.



33. attēls. Pundursikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos (pa kreisi) un Latvijas daļās (pa labi) pēc 2020.-2024. gada monitoringa datiem.



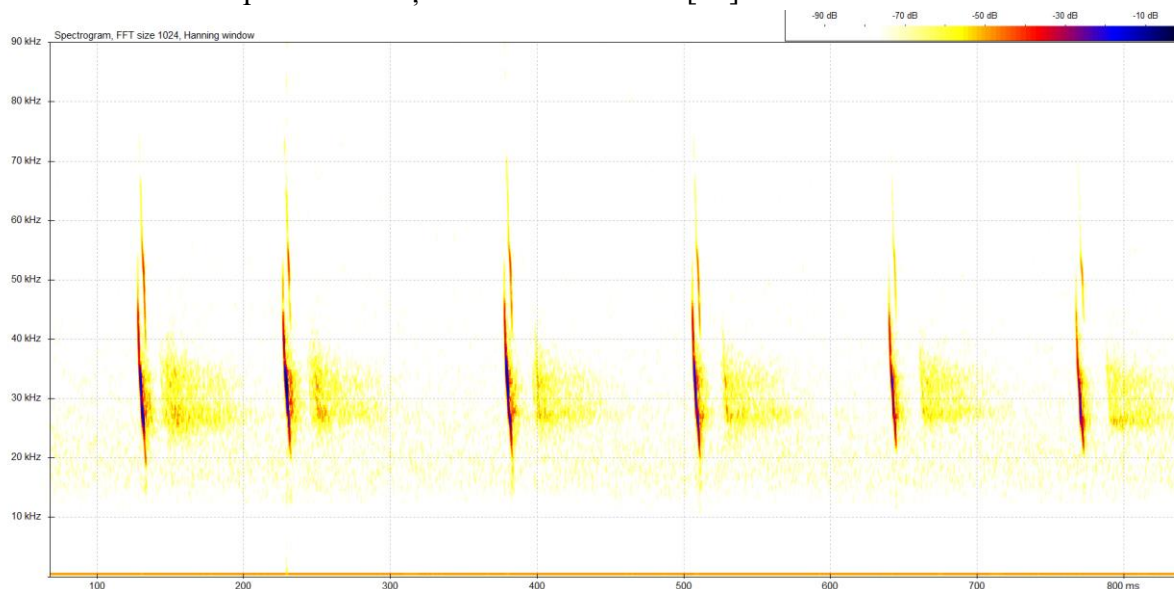
34. attēls. Pundursikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Brūnais garusainis *Plecotus auritus*

Brūnajiem garusainiem ir klusākie eholokācijas saucieni starp visām pārējām Latvijā sastopamajām sikspārņu sugām. Pēc koriģēto pārlidojumu skaita, novēroto gadījumu skaits būtu lielāks, tāpēc ļoti iespējams, ka šīs sugas sastopamība Latvijā pēc monitoringa datiem ir novērtēta zemāka nekā tā ir patiesībā un ultraskaņas detektoru izmantošana nav prioritārā metode šīs sugas monitoringam. Tā kā garusainais sikspārnis ir ziemojoša sikspārņu suga, kura neveic tālus pārlidojumus starp to vasaras mītnēm un ziemošanas vietām, datus par tās

populāciju skaita izmaiņu tendencēm sniedz ziemojošo sikspārņu monitoringa programma, tostarp mazajos pagrabos ziemojošo sikspārņu monitorings.

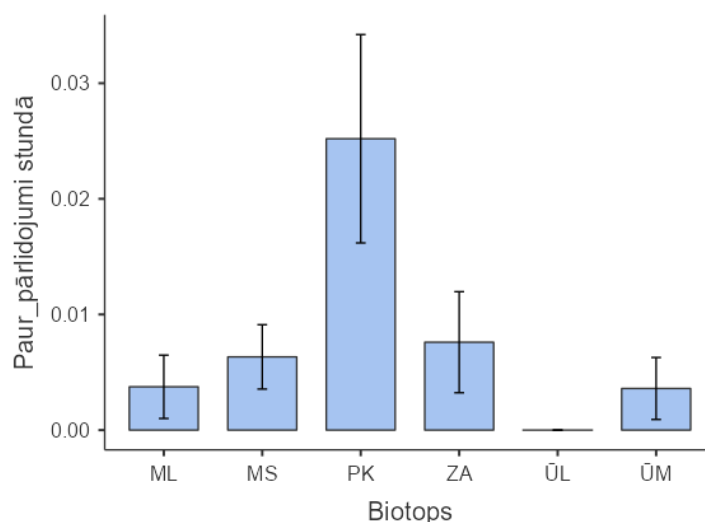
Brūnajiem garausaiņiem visbiežāk raksturīgi ļoti īsi (3,1 ms) FM tipa saucieni, ko veido divi toni. Pirmais tonis vidēji sākas ap 55 kHz un beidzas ap 23 kHz, kamēr augstākais tonis sākas ap 73 kHz un nokrīt līdz ~51 kHz. Maksimālās enerģijas frekvence parasti novērojama pirmajā tonī un parasti tā ir ap 34 kHz [11]. Minēto frekvenču lielumi ļoti svārstās atkarībā no vides kādā lido sikspārnis – biežņas vai atklātas vides [11].



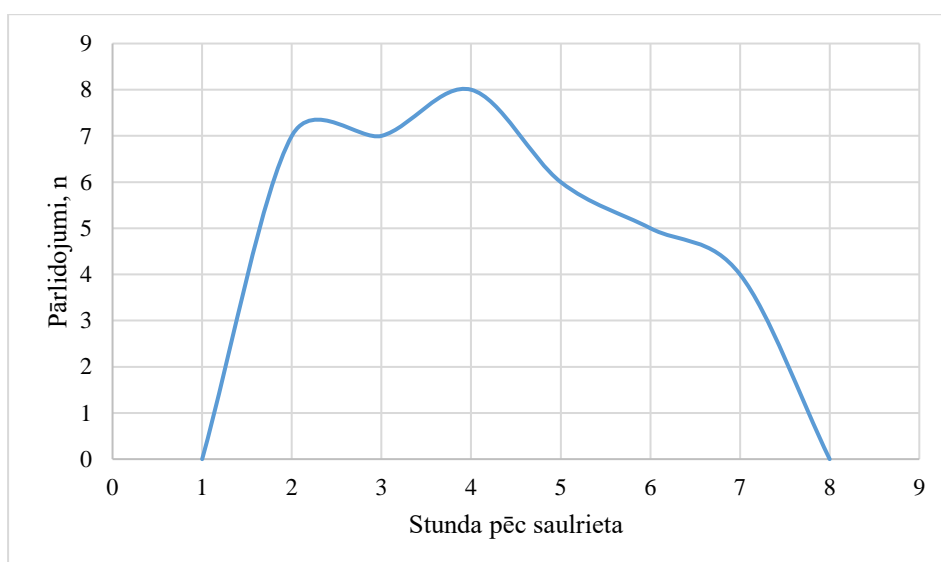
35. attēls. Piemērs brūnā garausaiņa orientēšanās saucienų spektrogramai. Ierakstīts kvadrātā 3431, lauksaimniecības zemē.

Brūnais garausainis ir mežu speciālistu suga [12] un, lai gan kopējais sugas novērojumu skaits nav liels, to apliecina arī biotopu izvēle Latvijā (36. attēls). Augstākā aktivitāte novērota parkveida biotopos, kas sasaucas ar literatūras ziņām par sugai nepieciešamo veco koku klātbūtni auklķoloniju veidošanai dobumos vai citās struktūrās, kā arī priekšrokas došanu veciem lapkoku mežiem. Ņemot vērā, ka dabiskos apstākļos, veco mežu īpatsvars Latvijā ir niecīgs, tad parkveida biotopi ir līdzvērtīga alternatīva veciem platlapju mežiem.

Sugas aktivitātes maksimums novērots nakts pirmajā pusē (37. attēls).



36. attēls. Brūnā garausaiņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2024. gada monitoringa datiem.

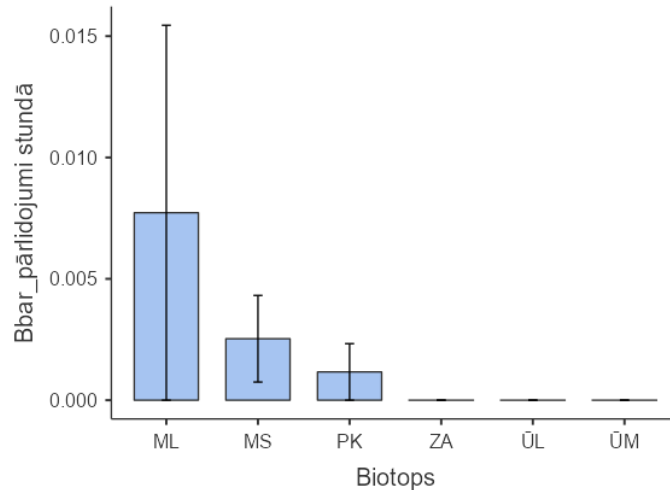


37. attēls. Brūnā garausaiņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Eiropas platausis *Barbastella barbastellus*

Eiropas platausis ir Latvijā reti sastopama un nevienmērīgi izplatīta sikspārņu suga, kura šeit atrodas sava izplatības areāla ziemeļaustrumu malā [26]. Suga visvairāk saistīta ar mežu vai parku biotopiem, tomēr sugas ekoloģiskās prasības Latvijā joprojām nav pilnībā noskaidrotas [26].

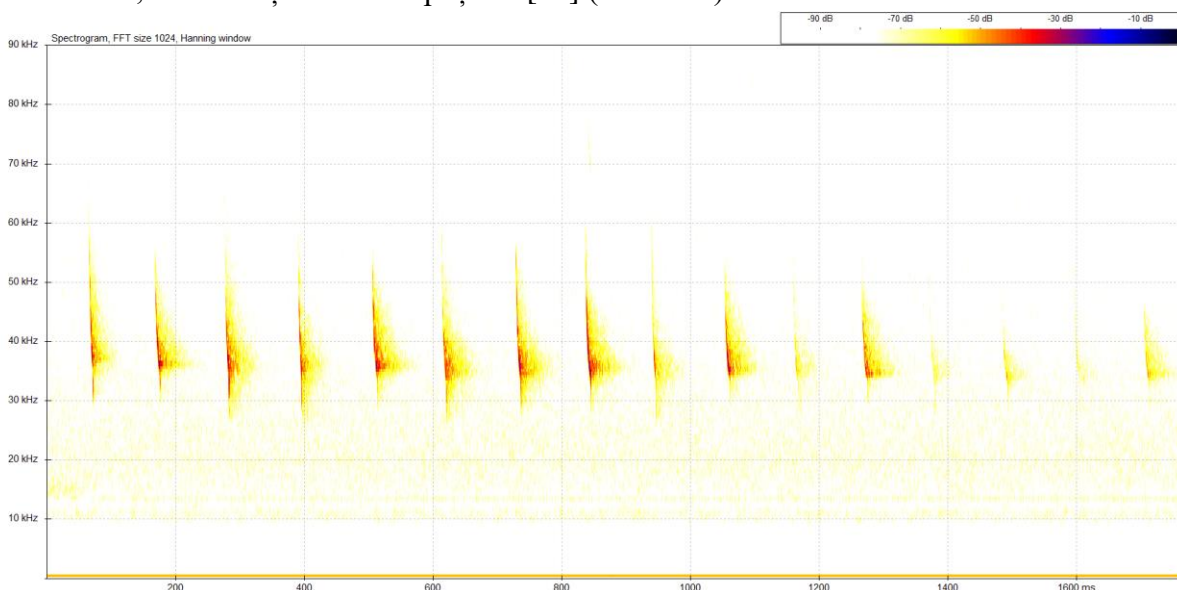
Visā monitoringa periodā Eiropas platausis konstatēts trešo reizi. Visu piecu gadu periodā, kopā konstatēti 10 sugas pārlidošanas gadījumi, un visi tie konstatēti Latvijas DR daļā. Eiropas platausim ir klusi eholokācijas saucieni un pēc koriģēto pārlidojumu skaita, novēroto gadījumu skaits varētu būt lielāks. Visi novērojumi attiecināmi uz parkveida, lapkoku un skujkoku mežiem (38. attēls), kas pēc būtības atbilst līdz šim pieejamajām zināšanām par sugas ekoloģiju Latvijā.



38. attēls. Eiropas platauša pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020-2024. gada monitoringa datiem.

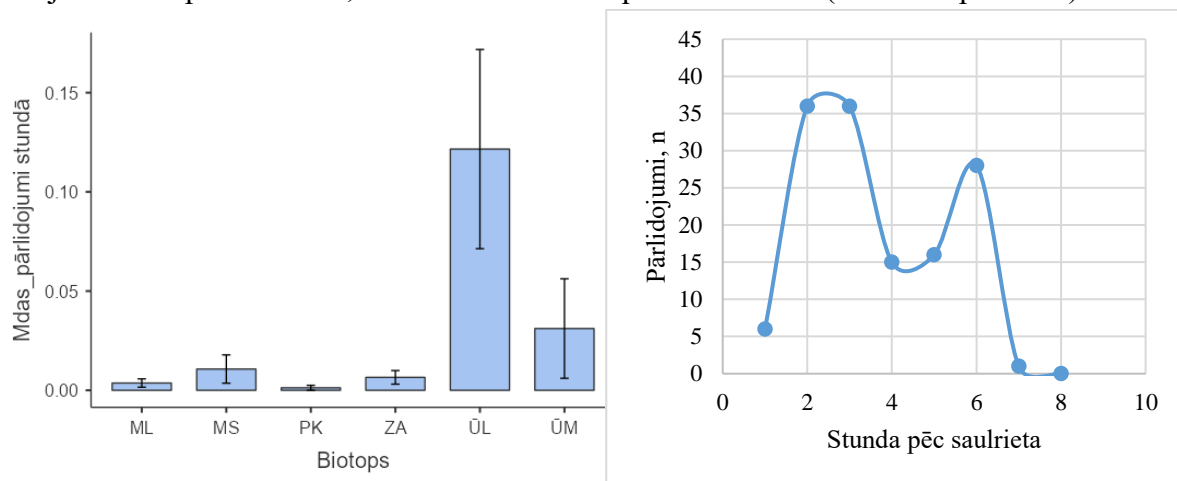
Dīķu naktssikspārnis *Myotis dasycneme*

Piecu gadu laikā, sai sugai konstatēti 138 pārlidojumi visās Latvijas daļās. Naktssikspārņu ģints sugām saucieni akustisko ierakstu analīzē ir līdzīgi, tāpēc noteikšanā nepieciešama liela pieredze. Ļoti iespējams, ka arī šīs sugas sastopamība Latvijā pēc monitoringa datiem ir novērtēta daudz zemāka nekā tā ir patiesībā. Šīs sugas konstatēšana lielā mērā atkarīga no pareizas detektora uzstādīšanas vietas izvēles. Šīs sugas konstatēšanai jāizvēlas ūdenstilpi, kur ūdensvirsmā ir brīva no augāja un detektoru jānovieto krastā, vietā, kur mikrofonu neaizsedz piekrastes niedres un cits stāvais augājs. Laba izvēle ir detektora novietošana uz laipām vai uz krastā stāvošām laivām, ja vien tas iespējams no drošības apsvērumiem. Dīķu naktssikspārņiem raksturīgi īsi FM tipa saucieni, kas sākas pie zemākām frekvencēm, nekā ūdeņu naktssikspārņiem [11] (39. attēls).



39. attēls. Piemērs dīķu naktssikspārņa orientēšanās saucienu spektrogrammai, tomēr jāņem vērā, ka tiem ir arī daudz dažādu citu saucienu veidu. Ierakstīts kvadrātā 3334, pie Tomes zivjaudzētavas dīķa.

Dīķu naktssikspārnis ir ūdeņu biotopu speciālistu suga [12], ko apliecina arī monitoringā iegūto datu rezultāti (40. attēls pa kreisi). Aktivitātes maksimums konstatēts otrajā trešajā stundās pēc saulrieta, kā arī divas stundas pirms saullēkta (40. attēls pa kreisi).

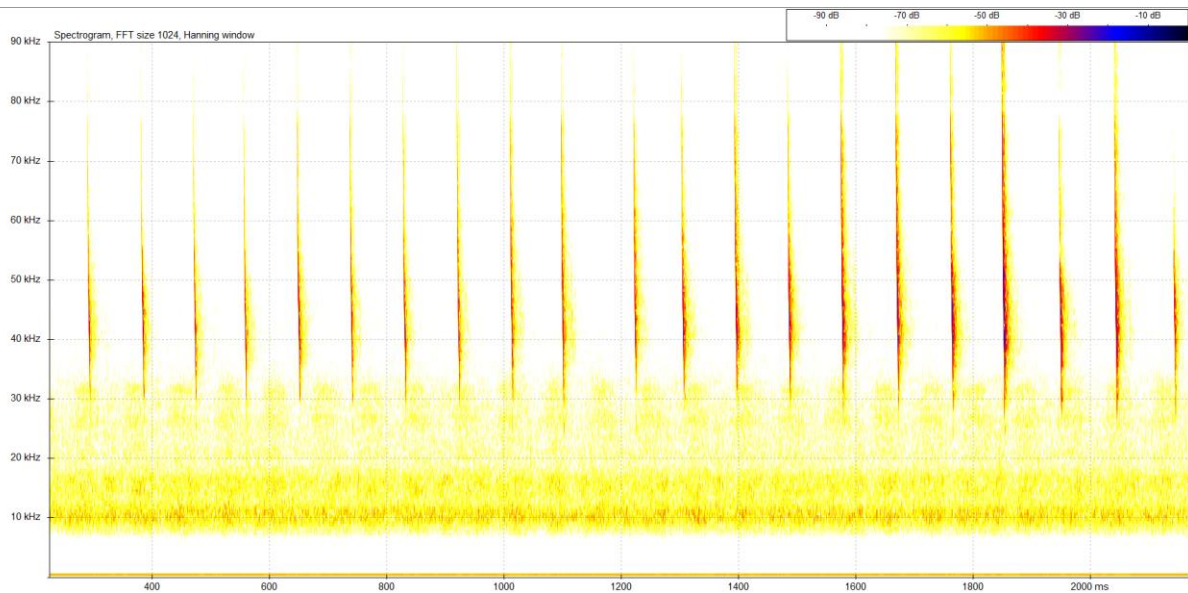


40. attēls. Pa kreisi: dīķu naktssikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2024. gada monitoringa datiem. Pa labi: pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

Ūdeņu naktssikspārnis *Myotis daubentonii*

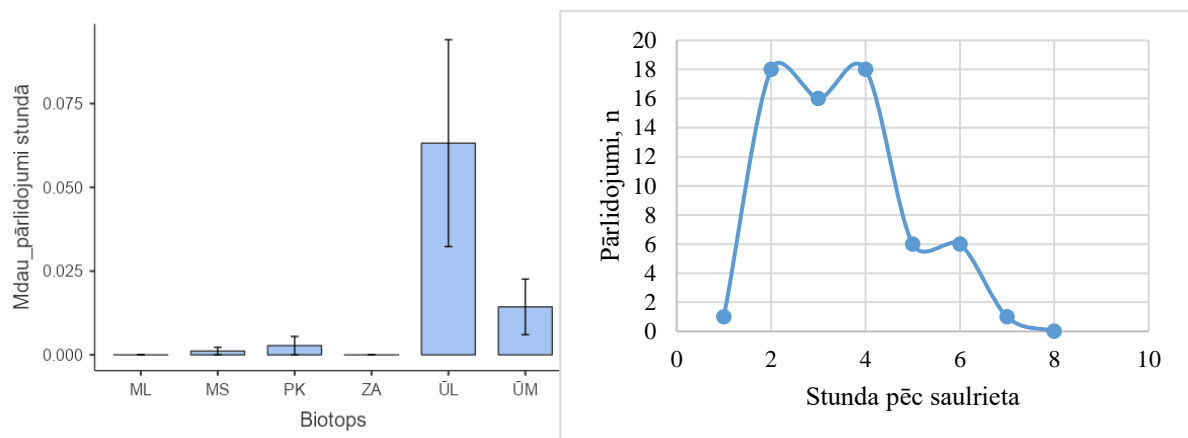
Vienkāršākajos gadījumos ūdeņu naktssikspārņiem raksturīgi īsi FM tipa saucieni ar augstu saucienu sākuma frekvenci, kas ir ap 85-100 kHz, bet beigu frekvence ap 25 kHz (41.attēls), kā arī lidojot šaurās telpās, tiem raksturīgi S-formas saucieni, tomēr tas izdod arī dažādus citus saucienus [11], tāpēc noteikšanā nepieciešama liela pieredze.

Piecu gadu laikā identificēti tikai 66 ūdeņu naktssikspārņu pārlidojumi visās Latvijas daļās, izņemot DA daļu. Domājams, ka starp daudziem līdz sugai nenoteiktajiem *Myotis* (4722 pārlidojumi piecu gadu laikā) ģints grupas sikspārņiem, vairums no tiem attiecināmi uz ūdeņu naktssikspārņiem. Rezultātā, arī šīs sugas sastopamība Latvijā pēc monitoringa datiem varētu būt novērtēta krietni zemāka nekā tā ir patiesībā.



41. attēls. Piemērs ūdeņu naktssikspārņa orientēšanās saucienų spektrogrammai. Ierakstīts kvadrātā 3334, pie neliela dīķa.

Ūdeņu naktssikspārnis ir ūdeņu ģenerālistu suga [12], kas sastopams virs dažādām ūdenstilpēm – dīķiem, ezeriem, upēm, grāvjiem u.c., kas labi atspoguļojas arī pēc monitoringā iegūtajiem biotopu izvēles datiem (42. attēls pa kreisi). Tam raksturīgs ātrs lidojums virs ūdens virsmas, kur tas ķer kukaiņus no ūdens virsmas ar pakaļkāju palīdzību. Novērots, ka visaktīvākais tas ir nakts pirmajā pusē (42. attēls pa labi).



42. attēls. Pa kreisi: ūdeņu naktssikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2024. gada monitoringa datiem. Pa labi: pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2024. gados.

2.8. Gada ietekme uz sikspārņu sugu daudzveidību un aktivitāti

Četriem no 2023. gada monitoringa programmā iekļautajiem kvadrātiem, tika veikta atkārtota apsekošana 2024. gadā, lai pārbaudītu vai šādas vienas nakts uzskaites atbilstoši monitoringa metodikai var būt reprezentatīvas un iegūtie dati - objektīvi.

Tika veikts salīdzinājums, vai abos uzskaišu gados iegūtie dati atbilst vienādām, šajā monitoringa programmā izveidotajām aktivitātes robežvērtībām (12. tabula). Ja abos gados aktivitātes līmenis sakrīt vai atšķirība ir blakus esoša aktivitātes klase, datus var uzskatīt par optimāliem. Nav nepieciešams, lai sikspārņu aktivitāte abos gados būtu vienāda. Tas arī nemaz nav iespējams, jo atkārtotie kvadrāti netiek apsekoti tajos pašos datumos, kad tikusi veikta pirmreizējā uzskaitē, bet gan izstieptā, ~mēnesi ilgā periodā, līdz ar to, ir vairāk mainīgo, kas var ietekmēt rezultātu.

Lai gan tikai 8 no 23 stacijām, abos gados aktivitātes līmeņi sakrita, tas uzreiz nenozīmē, ka rezultāti ir nesalīdzināmi. Izmaiņu cēloņi nav viennozīmīgi. Tos var radīt neizsekojamas pārmaiņas liela mēroga ainavā, izmaiņas ainavā lokālā mērogā, sikspārņu pārlidojumu gadījuma raksturs, minēto faktoru kombinācija vai atsevišķu faktoru izsaukts rezultāts. Nereti tie var būt arī detektoru darbības traucējumi. Turpinot monitoringu ilgtermiņā, ietekme uz iepriekšminētajiem faktoriem arvien samazināsies. Atkārtotu uzskaišu devums palielina iespējas novērot kādu iepriekš nekonstatētu sikspārņu sugu (13. tabula), kā arī, tie var noderēt, vēlāk, laikā, kad jau iegūta garāka datu rinda dažādu statistisko modeļu pielietošanā.

12. tabula

Sikspārņu aktivitātes līmeņi un kopējā aktivitāte dažādos biotopos pirmreizējā apsekojumā un atkārtojot uzskaites

Biotops	Atkārtotas uzskaites kvadrāti		Aktivitātes līmenis 2023. gadā/2024. gadā (pēc 8. tabulas robežvērtībām)
	3324_2023	3324_2024	
ML	1,43	1,25	tipiska/tipiska
MS	45,39	60,97	augsta/augsta
PK	15,52	10,38	augsta/tipiska
ŪL	18,52	81,81	tipiska/augsta
ŪM	0,13	9,31	zema/tipiska
ZA	1,17	2,50	tipiska/augsta
	3414_2023	3414_2024	
ML	0,45	0,46	tipiska/tipiska
MS	0,30	2,15	zema/tipiska
PK	-	0,92	iztrūkst vērtību, tehniska datu ieguves kļūda
ŪL	0,00	0,15	zema/zema
ŪM	7,05	5,23	tipiska/tipiska
ZA	0,90	0,15	tipiska/tipiska
	4144_2023	4144_2024	
ML	3,70	1,94	augsta/tipiska
MS	8,77	4,01	augsta/tipiska
PK	0,96	1,52	zema/tipiska
ŪL	37,95	4,70	augsta/tipiska
ŪM	0,27	0,55	zema/zema
ZA	1,23	0,69	tipiska/tipiska
	4341_2023	4341_2024	
ML	5,91	7,01	augsta/augsta
MS	0,15	12,09	zema/augsta
PK	7,68	47,61	tipiska/augsta
ŪL	1,48	1,04	zema/zema
ŪM	12,12	36,87	augsta/augsta
ZA	0,00	0,45	zema/tipiska

13. tabula

Konstatēto sugu salīdzinājums 2023. un 2024. monitoringa gados

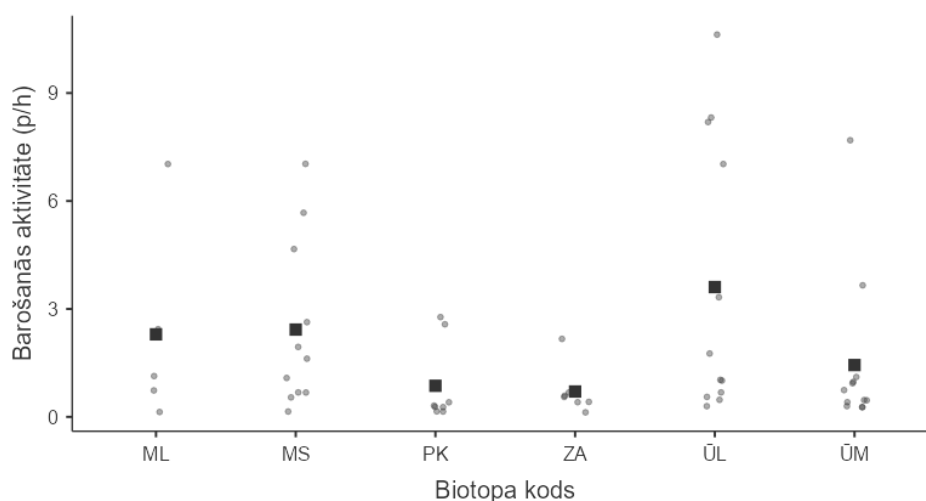
Atkārtotais kvadrāts	Konstatētās sugas monitoringa gados	
	2024	2023
3324 (DR)	Ziemeļu sikspārnis	Ziemeļu sikspārnis
	Natūza sikspārnis	Natūza sikspārnis
	Divkrāsainais sikspārnis	Divkrāsainais sikspārnis
	Rūsganais vakarsikspārnis	Rūsganais vakarsikspārnis
	Pigmejsikspārnis	Pigmejsikspārnis
	<u>Brūnais garausainis</u>	Eiropas platausis

	Eiropas platausis Ūdeņu naktssikspārnis Dīķu naktssikspārnis	Ūdeņu naktssikspārnis Dīķu naktssikspārnis
3414 (DA)	Ziemeļu sikspārnis Natūza sikspārnis Rūsganais vakarsikspārnis <u>Divkrāsainais sikspārnis</u>	Ziemeļu sikspārnis Natūza sikspārnis Rūsganais vakarsikspārnis
4144 (ZR)	Ziemeļu sikspārnis Natūza sikspārnis Pigmejsikspārnis	Ziemeļu sikspārnis Natūza sikspārnis <u>Rūsganais vakarsikspārnis</u> Pigmejsikspārnis
4341 (ZA)	Ziemeļu sikspārnis Natūza sikspārnis Rūsganais vakarsikspārnis	Ziemeļu sikspārnis Natūza sikspārnis Rūsganais vakarsikspārnis <u>Brūnais garausainis</u>

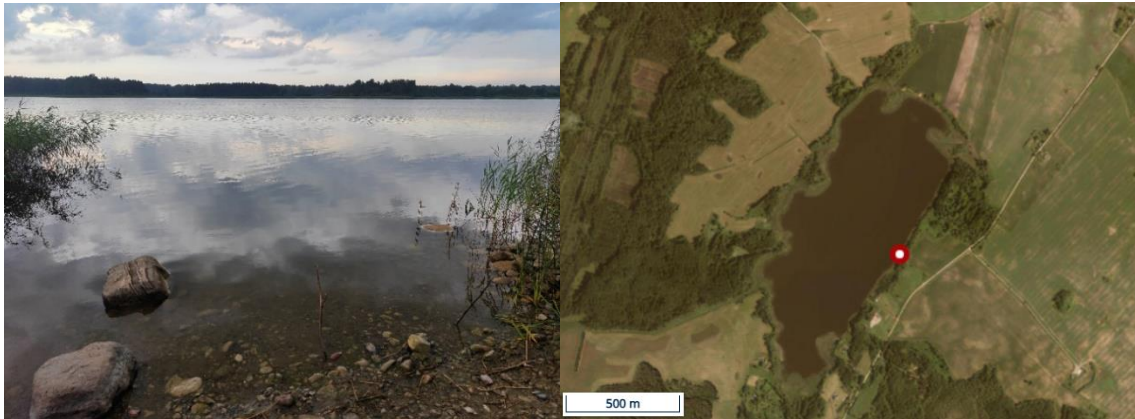
2.9. Sikspārņu barošanās aktivitāte biotopos

Lai iegūtu plašāku pielietojumu monitoringā iegūtajiem datiem, pirmo reizi analizēta arī sikspārņu barošanās aktivitāte dažādos biotopos. Sikspārņu barošanās faktu apliecina to izdotie barošanās saucieni, kas sikspārņu audioierakstu analīzē atpazīstami pēc straujas attālumu starp diviem saucieniem samazināšanās, vienlaicīgi saucieniem kļūstot lejupkrītošiem FM tipa veidā [27]. Barošanās saucieniem var būt raksturīgas trīs fāzes: pietuvošanās fāze, pakalīdzīšanās fāze un noķeršanas fāze [27]. Barošanās biotopiem ir augstāka nozīme sikspārņu sugu aizsardzības plānošanas kontekstā, salīdzinot ar biotopiem, kas izmantoti kā gadījuma rakstura pārlidojumu vietas.

Ierakstu analīzē, no 23 apsekotajiem 25x25 km kvadrātiem, 16 kvadrātos tika atzīmēti sikspārņus izdotie barošanās saucieni. No analīzē iekļautajiem 6442 sikspārņu saucieniem, kopumā konstatēti 807 barošanās saucienus saturoši sikspārņu pārlidojumi, kas sastāda 13% no kopējā pārlidojumu skaita. Barošanās aktivitāte kopumā variēja robežās no 0,13-10,6 pārlidojumiem stundā. Barošanās saucieni konstatēti visās biotopu grupās, bet jo īpaši, pie lielajām ūdenstilpēm (43. attēls, 44. attēls). Salīdzinoši augsta barošanās aktivitāte konstatēta abās mežu biotopu grupās, kas pēc kopējo pārlidojumu skaita un aktivitātes visu gadu periodos, ierindojās tikai ceturtajā (MS) un piektajā (ML) vietās. Rekomendējams turpināt barošanās saucienų analīzi arī turpmākajos monitoringa gados, kas sniegtu dziļāku ieskatu par sikspārņus apdzīvoto biotopu izmantošanu.



43. attēls. Sikspārņu kopējo barošanās aktivitāšu vērtību izkliede; atzīmēta katras uzskaites reizes vidējā aktivitātes vērtība; melnais kvadrāts – vidējā aritmētiskā barošanās aktivitāte katrā biotopā.



44. attēls. Skats uz biotopu grupas “lielās ūdenstilpes” (ŪL) vietu, - Križutu ezeru Latvijas DA daļā, kvadrātā 3531, pie kura konstatēta augstākā sikspārņu barošanās aktivitāte. Attēls un uzskaites autors: R.Kaupuža. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu.
Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

KOPSAVILKUMS

1. Sikspārņu akustiskais fona monitoringa ir veikts piecus gadus, 99 kvadrātos, 689 stacijās, iegūstot reprezentatīvu datus par biežāk sastopamo sikspārņu sugu izplatību un biotopu izvēli Latvijā. Katrā kvadrātā tika ierīkotas stacijas ar automatiskajiem reālā laika ultraskaņas detektoriem *Pettersson Elektronik D500X* sešos biotopu veidos: lapkoku mežos; skujkoku mežos; parkveidīgos biotopos; pie liela izmēra ūdenstilpēm; pie maza izmēra ūdenstilpēm un apsaimniekotās lauksaimniecības zemēs.
2. Piecu gadu laikā identificētas 10 sikspārņu sugas. Latvijā biežākās novērotās sugas dilstošā secībā ir: ziemeļu sikspārnis, Natūza sikspārnis, rūsganais vakarsikspārnis, pigmejsikspārnis, divkrāsainais sikspārnis, pundursikspārnis, dīķu naktssikspārnis, ūdeņu naktssikspārnis, brūnais garausainis un Eiropas platausis.
3. Sikspārņi izmanto visu ainavas telpu un nevienu biotopu veidu nevar izslēgt kā sikspārņiem pilnībā nederīgu, tomēr lielie ūdeņi (ŪL) identificēti kā sikspārņiem nozīmīgākā biotopu grupa, kam seko mazo ūdenstilpju biotopi un skujkoku meži, savukārt, atklātas lauksaimniecības zemes (ZA) ir sikspārņiem maznozīmīgākie biotopi.
4. Piektais monitoringa sezona ļāva iegūt statistiski ticamus rezultātus par biežāk sastopamo sikspārņu sugu izplatību Latvijā: Natūza sikspārņa sastopamības biežums dažādās Latvijas daļās statistiski būtiski neatšķīrās, līdz ar to var teikt, ka sugas izplatība Latvijā ir vienmērīga; ziemeļu sikspārnis ir būtiski retāka suga Latvijas DA daļā; rūsganais vakarsikspārnis ZA daļā ir būtiski retāka suga, nekā pārējos reģionos.
5. Sikspārņu relatīvās aktivitātes novērtēšanai sešos biotopu veidos Latvijā pēc piecu gadu monitoringa datiem, aprēķināti robežlielumi, kas ļauj tos klasificēt kategorijās: augsta, tipiska vai zema aktivitāte. Aktivitātes līmeņi aprēķināti arī trīs biežākajām sugām – ziemeļu sikspārnim, Natūza sikspārnim un rūsganajam vakarsikspārnim. Iegūtie dati ir pielāgojami sikspārņu aktivitātes novērtēšanai citos sikspārņu izpētes projektos,

salīdzinot sikspārņu aktivitāti monitoringā iekļautajā periodā, ja dati iegūti pēc tādas pašas metodikas.

6. Nepieciešams, lai monitorings būtu nepārtraukts un tiktu īstenots arī turpmāk. Šādā gadījumā, bez sugu konstatēšanas, akustiskais monitorings nodrošinātu arī kvantitatīvus datus, kas nākotnē ļautu noteikt populāciju izmaiņu tendences, kā arī sniegtu dziļāku ieskatu par sikspārņus apdzīvoto biotopu izmantošanu, ģeogrāfisko izplatību.

Pateicības

SIA “Dabas eksperti” ir pateicīgi Dabas aizsardzības pārvaldei par finansiālo un tehnisko atbalstu monitoringa programmas īstenošanā. Novērtējam monitoringa uzdevumos iesaistīto darbu veicējus - Viesturu Vintuli, Artūru Kaupužu, Lauru Taubi, Elviju Kantānu, Normundu Kukāru. Bez jums šis darbs nebūtu tapis, paldies par ieguldīto darbu un patieso interesi!

Izmantoto informācijas avotu saraksts

1. Latvijas dabas fonds (2013). Pētersons G., Vintulis V. Lidojošu sikspārņu fona monitoringa metodika. Skatīts: 27.11.2023. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/fona-monitoringa-metodikas>
2. Pētersons G. Sikspārņu akustiskais fona monitorings. Atskaite par 2020. gadu. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/biologiskas-daudzveidibas-parskati>
3. Pētersons G. Sikspārņu akustiskais fona monitorings. Atskaite par 2021. gadu. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/biologiskas-daudzveidibas-parskati>
4. Kaupuža R., Pētersons G. Sikspārņu akustiskais fona monitorings. Atskaite par 2022. gadu. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/biologiskas-daudzveidibas-parskati>
5. Kaupuža R., Pētersons G. Sikspārņu akustiskais fona monitorings. Atskaite par 2023. gadu. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/biologiskas-daudzveidibas-parskati>
6. Griffin, D. R. (1971). The importance of atmospheric attenuation for the echolocation of bats (Chiroptera). *Animal Behaviour*, 19(1), 55–61. doi:10.1016/s0003-3472(71)80134-3
7. Dabas aizsardzības pārvalde. Dīķa naktssikspārņa monitorings. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/biologiskas-daudzveidibas-parskati>
8. Vadlīnijas vēja elektrostaciju ietekmes novērtēšanai uz sikspārņiem. 2022. Pieejams: https://lvafa.vraa.gov.lv/faili/materiali/petijumi/2020/171/Vadlinijas_VES_siksparni_fin.pdf
9. Kunz, TH., Parsons, S. (eds). (2009). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, 2nd edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp 849–864.
10. Russ, J. (2012). *British bat calls. A guide to identification*. Pelagic Publishing, Exeter, 192 pp.
11. *Bat Calls of Britain and Europe: A guide to Species Identification*. Edited by Jon Russ. 2021. Pelagic Publishing, Exeter, 462 pp.
12. Barataud, M. (2020). *Acoustic Ecology of European Bats. Species identification, Study of their Habitats and Foraging Behaviour*. 2nd edition. Biotope editions. Meze; Museum national d'Histoire naturelle, Paris (Inventaires & biodiversite series), 368 p.
13. Skiba, R. (2003). *Europäische Fledermäuse*. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.
14. Bayerisches Landesamt für Umwelt (2020). *Analysis of Bat Call Recordings and Criteria for the Evaluation of Acoustic Identification of Species*, 86 p.
15. The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
16. R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
17. Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B., Minderman, J. (2015). *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – revision 2014*.
18. Kaupuža, R., Brila, I., Pētersons, G. (2023). The Distribution of the Northern bat *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839) in Latvia assessed by passive acoustic survey. *Acta Biol. Univ. Daugavp.*, 23(1): 69–74.
19. Suominen, K.M., Kotila, M., Blomberg, A.S., Pihlström, H., Ilyukha, V., Lilley, T.M. (2022). Northern Bat *Eptesicus nilssonii* (Keyserling and Blasius, 1839). In: Hackländer K., Zachos F.E. (eds.): *Handbook of the mammals of Europe*. Springer . Pp. 1–27. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65038-8_45-1
20. Lapini, L., Dorigo, L., Zagamajster, M., Asta, A. (2015). Distribution of two alpine-boreal batspecies, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839) and *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758, in Friuli Venezia Giulia region (NE Italy). *Gortania. Botanica Zoologia* 36: 115–121
21. Battersby, J. (comp.) (2010): *Guidelines for Surveillance and Monitoring of European Bats*. EUROBATS Publication Series No. 5. UNEP / EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 95 pp.
22. Rachwald, A., Bradford, T., Borowski, Z., Racey, PA. Habitat Preferences of Soprano Pipistrelle *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) and Common Pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) in Two Different Woodlands in North East Scotland. *Zool Stud.* (2016). May 31;55:e22. doi: 10.6620/ZS.2016.55-22.

23. de Jong, J. de and Ahlen, I. (1991). Factors affecting the distribution patterns of bats in Uppland, central Sweden. *Holarct Ecol.* 14:92–96.
24. Barclay, R.M.R. (1991). Population structure of temperate zone insectivorous bats in relation to foraging behaviour and energy demand. *Journal of Animal Ecology.* 60:165–178.
25. Iwata, T., Nakano, S., Murakami, M. (2003). Stream meanders increase insectivorous bird abundance in riparian deciduous forests. *Ecography.* 26:325–337.
26. Vintulis, V., Pētersons, G. (2020). Eiropas platauša *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) aizsardzības plāns. SIA Dabas eksperti, Jelgava.
27. Harazono, Masahiro & Kuramoto, Atsushi. (2004). Acoustical characteristics of feeding buzz of a bat. *Proceedings of the 18th International Congress on Acoustics 2004, Th5.X2.4 IV.* 3075-3078.

Iesniegtie digitālie materiāli

1. Atskaite_akustiskais_monitorings_2024.docx - Monitoringa atskaite par 2024. gadu.
2. Datu_formas_akust_monit_2024.xlsx - datu formas katram 25x25 km kvadrātam ar uzskaites datumu, laika apstākļiem, monitoringa staciju ģeogrāfiskajām koordinātēm un biotopu raksturojumu, monitoringa veicējiem u.c.
3. Dati_akust_monit_2024.xlsx - atsevišķās darba lapās visu ierakstu analīzes rezultāti; reģistrēto pārlidojumu skaits katrā novērojumu stacijā pa sugām/sugu grupām; sikspārņu aktivitātes indeksi katrai novērojumu stacijai pa sugām/sugu grupām u.c.
4. Dati_Ozolam_akust_monit_2024.xlsx – dati ievadei DDPS Ozols datu bāzē atbilstoši DAP definētajai datu formas tabulai, kur katrai uzskaišu stacijai aprēķināts noteikto sikspārņu sugu pārlidojumu skaits vai īpatņu skaits.