

# **Sikspārņu akustiskais fona monitorings**

Atskaite par 2025. gadu

saskaņā ar LĪGUMU Nr. 7.7/442/2023



Renāte Kaupuža, Gunārs Pētersons

SIA “Dabas eksperti”

# Saturs

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Saturs .....                                                                                        | 2  |
| IEVADS .....                                                                                        | 3  |
| 1. METODES .....                                                                                    | 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 .....                                                                   | 6  |
| 1.5. Datu statistiskās apstrādes metodes .....                                                      | 7  |
| 2. REZULTĀTI .....                                                                                  | 8  |
| 2.1. Kopējais datu apjoms.....                                                                      | 8  |
| 2.2. Sugu sastopamības biežums visos gados .....                                                    | 8  |
| 2.3. Konstatētās sikspārņu sugas un sugu grupas 2020. un 2025. gadā .....                           | 9  |
| 2.4. Sikspārņu kopējā aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2020. un 2025. gadā ..... | 13 |
| 2.5. Kopējā aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2020.-2025. gados.....              | 16 |
| 2.6. Aktivitātes indekss un tā novērtēšana .....                                                    | 18 |
| 2.7. Sikspārņu kopējā nakts aktivitāte.....                                                         | 19 |
| 2.9. Sugu raksturojums .....                                                                        | 20 |
| Ziemeļu sikspārnis <i>Eptesicus nilssonii</i> .....                                                 | 20 |
| Natūza sikspārnis <i>Pipistrellus nathusii</i> .....                                                | 23 |
| Rūsganais vakarsikspārnis <i>Nyctalus noctula</i> .....                                             | 24 |
| Pigmejsikspārnis <i>Pipistrellus pygmaeus</i> .....                                                 | 26 |
| Divkrāsainais sikspārnis <i>Vespertilio murinus</i> .....                                           | 28 |
| Pundursikspārnis <i>Pipistrellus pipistrellus</i> .....                                             | 29 |
| Brūnais garausainis <i>Plecotus auritus</i> .....                                                   | 30 |
| Dīķu naktssikspārnis <i>Myotis dasycneme</i> .....                                                  | 31 |
| Ūdeņu naktssikspārnis <i>Myotis daubentonii</i> .....                                               | 32 |
| 2.10. Gada ietekme uz sikspārņu sugu daudzveidību un aktivitāti .....                               | 33 |
| KOPSAVILKUMS.....                                                                                   | 34 |
| Pateicības.....                                                                                     | 34 |
| Izmantoto informācijas avotu saraksts.....                                                          | 35 |
| Iesniegtie digitālie materiāli .....                                                                | 37 |

# IEVADS

Sikspārņu akustiskais monitorings, atbilstoši 2013. gadā izstrādātajai metodikai “Lidojošu sikspārņu fona monitoringa metodika” [1], tika veikts sesto reizi. Programma paredz visu Latvijas teritoriju pārklājošu datu ievākšanu, izliekot stacionāros ultraskaņas detektorus nejauši izvēlētos 25x25 km kvadrātos. Programmas mērķis ir ievākt datus par sikspārņu sugu izplatību, kas atvieglotu izplatības karšu sagatavošanu Biotopu direktīvas 17. panta ziņojumam. Bez sugu konstatēšanas, akustiskais monitorings nodrošinātu arī kvantitatīvus datus, kas nākotnē ļautu noteikt populāciju izmaiņu tendences.

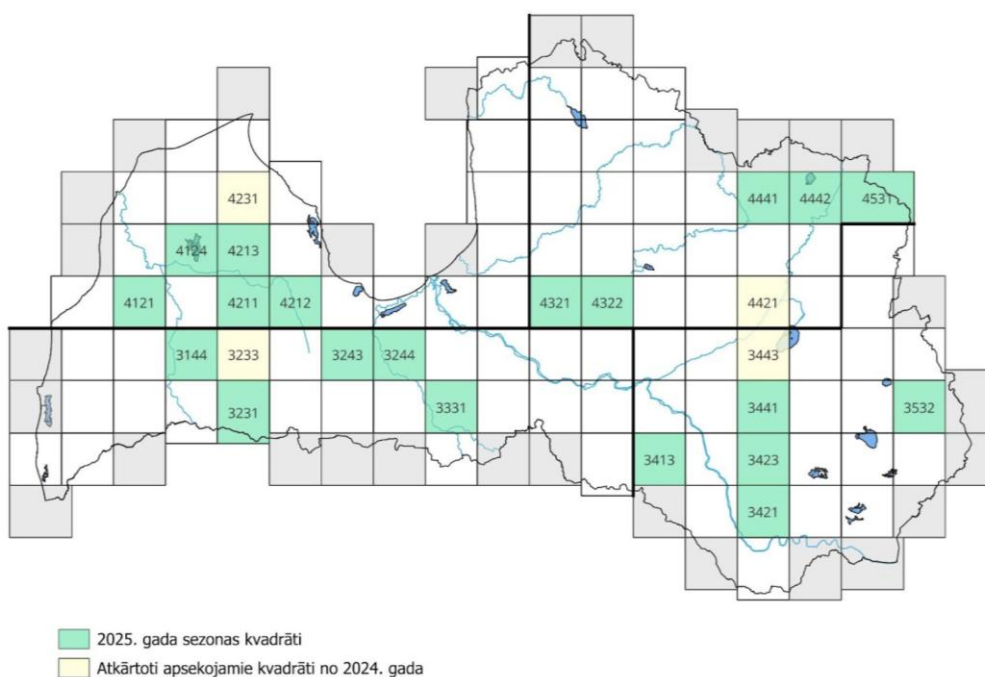
Veicot teritoriju apsekojumus piecas monitoringa sezonas, 2024. gadā tika iegūti sikspārņu izplatības dati, kas pārklāja visus Latvijas 25x25 km kvadrātu centrālos kvadrātus, savukārt 2025. gadā, monitorings tika veikts atkārtoti apsekojot tos kvadrātus, kas tikuši apsekoti pirmajā, t.i., 2020. gada monitoringa sezonā. Papildus, katrā Latvijas daļā tika izvēlēts arī viens no 2024. gadā apsekotajiem kvadrātiem, lai novērtētu, vai un kādas ir sikspārņu aktivitātes izmaiņas, uzskaiti atkārtotot citā gadā.

Šajā atskaitē apkopoti dati par sikspārņu novērojumiem sešos dažādos biotopu veidos 24 25x25 km kvadrātos, kas apsekoti 2025. gadā. Atskaitē ietverts arī salīdzinošs pārskats, apkopojot iepriekšējos gados [2; 3; 4; 5; 30] veiktos novērojumus.

## 1. METODES

### 1.1. Kvadrātu un staciju izvēle

2025. gadā monitorings tika veikts tajos pašos 20 kvadrātos, kas tika apsekoti arī 2020. gadā, un tie bija izvietoti katras no četrām metodikā [1] definētajām Latvijas daļām teritorijā (1. attēls): ZR (Ziemeļrietumi), DR (Dienvidrietumi), ZA (Ziemeļaustrumi) un DA (Dienvidaustrumi). Katrai Latvijas daļai tika izvēlēts arī viens no 2024. gadā apsekotajiem kvadrātiem, kurā uzskaites 2025. gadā tika veiktas tajās pašās stacijās, lai novērtētu sikspārņu aktivitātes izmaiņas atkārtotā uzskaitē citā gadā.



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 – 2025. gadā apsekojamie kvadrāti; dzeltenie – atkārtoti apsekojamie kvadrāti no 2024. gada; pelēkie kvadrāti – monitoringa programmā neiekļautie kvadrāti.

Monitoringa programmā biotopi izvēlēti atbilstoši *Corine Landcover* klasifikācijai, atlasot biotopu klases, kas atbilst sīkspārņiem tipiskiem barošanās biotopiem. 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 atrodam, 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 apsaimniekotiem 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 viengadīgus 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 izvieto 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 koki 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 izvieto 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.

Uzskaišu dienā uzskaišu veicēji apsekoja tos pašus kvadrātus, kas tika apsekoti 2020. gadā. Uzskaišu vietu ģeogrāfiskās koordinātes jau bija zināmas LKS92 koordinātu sistēmā. 2020. gadā staciju atrašanās vietas tika noteiktas, sākotnēji izpētot ortofoto materiālus un pēc tam apsekojot izvēlētajās teritorijas dienas laikā. Stacijas tika prioritāri meklētas katra 25 × 25 km kvadrāta centrālajā 5 × 5 km kvadrātā Nr. 33 (2. attēls). Ja kādu no sešiem biotopu veidiem neizdevās atrast centrālajā 5 × 5 km kvadrātā, tas tika izvēlēts kādā no blakusesošajiem 5 × 5 km kvadrātiem. Gadījumos, kad iepriekš izvēlētais biotops konkrētajā monitoringa gadā vairs nebija pieejams (piemēram, mežs bija nocirsts), tuvākajā apkārtnē tika meklēts cits, līdzvērtīgs biotops, kas atspoguļoja attiecīgā biotopa struktūru.

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
|    |    |    |    |    |
|    |    |    |    |    |
| 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. Šī gada lietavām bagātā vasara veicināja sikspārņu mazuļu vēlīnāku dzimšanu. Šogad uzskaites tika veiktas no 4. jūlija līdz 29. jūlijam.

Kopumā uzskaites tika veiktas naktīs bez nozīmīgiem nokrišņiem un liela vēja, jo paaugstināts gaisa mitruma daudzums un liels vējš samazina sikspārņu eholokācijas 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. Detektori 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\_2025.xlsx* un ir iesniegta kā šīs atskaites sastāvdaļa.

Uzskaišu veikšanā piedalījās Viesturs Vintulis, Gunārs Pētersons, Alise Elksne, Artūrs Kaupužs, Renāte Kaupuža.

### 1.3. Ultraskaņas detektori

Sikspārņu pārlidojumu skaita reģistrēšanai tika izmantoti automātiskie *Pettersson Elektronik D-500X* detektori, kuri uztver un atmiņas kartē ieraksta sikspārņu ultraskaņas saucienu sērijas \*.wav failu veidā. Detektori bija noregulēti uz 3 sekunžu garu saucienu sēriju reģistrēšanu. Katra šāda saucienu sērija atbilst vienam failam. Detektors ieraksta 15-190 kHz augstas skaņas, tai skaitā citu dzīvnieku izdotās skaņas (piemēram, sienāžu sisināšanu, 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 1. 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].

1. 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 un *Kaleidoscope Pro 5.7.0, 5.8.1.* programmas versijas. Augšupielādētos skaņu failus, programmas 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 (2. tabula).

2. 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 izlecošas vērtības, tāpēc atšķirību starp grupām novērtēšanai, izmantotas neparametriskās 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 2.7.9.* programmas versijā [15; 16; 27; 28; 29]. Šajā programmā ģenerēti arī visi atskaitē ievietotie grafiki (izņemot 2.1., 3., 33. attēlus). Datu atbilstība normālajam datu sadalījumam pārbaudīta izmantojot *Q-Q* diagrammas, kombinācijā ar *Shapiro-Wilk* testa p vērtībām. Datu izlēcošās vērtības (outliers) pārbaudītas ar *Box plot* metodi un *IQR (variable)* aprēķina formulu. Visos gadījumos izmantots ticamības intervāls 95%.

Lai noteiktu, vai sikspārņu kopējā aktivitāte statistiski atšķiras starp 2020. un 2025. gadu, tika izmantots lineārais jauktais modelis (Linear Mixed Model, LMM). Šī metode ir piemērota monitoringa datiem ar atkārtotiem mērījumiem, jo vieni un tie paši kvadrāti tika apsekoti abos gados. Kvadrāts modelī tika iekļauts kā nejaušais efekts, savukārt gads un biotopa tips kā fiksētie faktori. LMM ļauj statistiski novērtēt gada ietekmi, ņemot vērā dispersiju starp kvadrātiem un to, ka mērījumi vienā kvadrātā nav savstarpēji neatkarīgi. Analīze veikta programmā *Jamovi 2.7.9.*, izmantojot REML metodi un 95 % ticamības intervālu.

## 2. REZULTĀTI

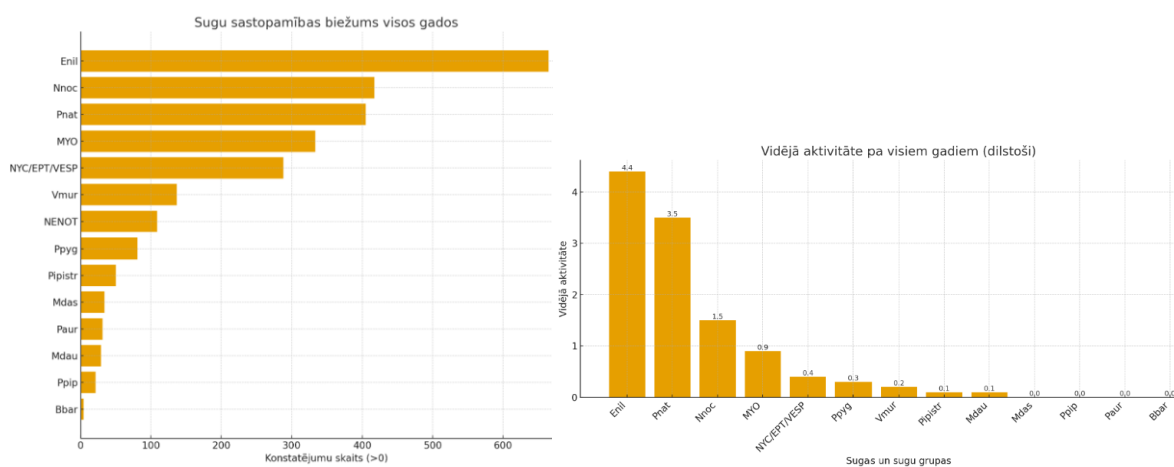
### 2.1. Kopējais datu apjoms

2025. gada sezonā sikspārņu akustiskais fona monitorings veikts 145 stacijās 24 kvadrātos. Sikspārņu saucieni tika atrasti pavisam 7116 .wav failos, kuros kopā konstatēti 9392 sikspārņu pārlidojumi (salīdzinoši 2020. gadā 13968, 2021. gadā 8433, 2022. gadā 12273, 2023. gadā 10940, 2024. gadā 12465 sikspārņu pārlidojumi). Saucienų sēriju jeb pārlidojumu skaits vienā failā variēja no viena līdz sešiem. Sikspārņu pārlidojumi tika reģistrēti 138 stacijās no pavisam 145 stacijām. Neviena sikspārņa pārlidojums netika ierakstīts 7 stacijās. Reģistrēto sikspārņu pārlidojumu kopējais skaits vienā stacijā variēja no 1 līdz 488 pārlidojumiem naktī. Aptuveni 80% no stacijām pārlidojumu skaits nebija lielāks par 100 pārlidojumiem naktī, pārējos 20% – robežās starp 104 un 488 pārlidojumiem naktī.

### 2.2. Sugu sastopamības biežums visos gados

Sešu monitoringa gadu periodā kopā konstatētas 10 sikspārņu sugas un sugu grupas – naktssikspārņi (*Myotis*), niktaloīdi (*Nyc/Ept/Vesp*). Attēls nr. 2.1. parāda, cik bieži katra suga vispār fiksēta visos gados, tādējādi atspoguļojot dominējošās sugas ainavā. Attēla 2.1. salīdzinājums atklāj atšķirību starp sugu sastopamības biežumu un to vidējo aktivitāti

monitorētajā teritorijā. Attēls pa kreisi raksturo sugu klātbūtnes regularitāti, proti, cik bieži sugas ir fiksētas ar aktivitāti virs nulles visā pētījuma periodā. Šeit dominē ziemeļu sikspārnis, kam seko rūsganais vakarsikspārnis, savukārt Natūza sikspārnis ir trešā visbiežāk konstatētā suga. Tas norāda, ka rūsganais vakarsikspārnis ir biežāk sastopams, lai gan tā aktivitāte bijusi zemāka nekā Natūza sikspārnim. Attēls pa labi parāda vidējo aktivitāti, kas raksturo sugu uzvedības intensitāti tur, kur tās tiek konstatētas. Visaugstākās vērtības ir ziemeļu sikspārnim, Natūza sikspārnim un rūsganajam vakarsikspārnim, taču to relatīvā secība atšķiras no sastopamības grafika. Tādējādi abu attēlu kombinētā analīze uzsver, ka sastopamības biežums un aktivitātes nav savstarpēji aizvietojami rādītāji. Suga var būt bieži konstatēta, bet ar vidēji zemu aktivitāti vai arī salīdzinoši retāka, bet īpaši aktīva. Retāk konstatētas pārējās sugas, kas norāda uz to retumu, specializētu biotopu izvēli vai zemāku detektējamību.



## 2.1. Sikspārņu sugu sastopamības biežuma un vidējās aktivitātes salīdzinājums visos monitoringa gados.

### 2.3. Konstatētās sikspārņu sugas un sugu grupas 2020. un 2025. gadā

2025. gadā, pavisam tika konstatētas deviņas sikspārņu sugas. Precīza sugas piederība netika noteikta 966 (~10%) pārlidojumiem un tie tika attiecināti uz kādu no sugu grupām (3. tabula).

Monitoringā izmantotā metode neļauj tiešā veidā salīdzināt sugu sastopamības biežumu vai to aktivitātes indeksus. Iemesls ir atšķirības starp sugām to eholokācijas saucienu skaļumā un līdz ar to, attālumā, kādā tos uztver detektora mikrofons. Detektora uztveršanas attālumu savukārt ietekmē tā mikroфона jūtīgums, kā arī tādi ārējās vides faktori, kā gaisa temperatūra un gaisa mitrums. Literatūrā norādītie sikspārņu sugu saucienu uztveršanas attālumi vērtējami kā ļoti aptuveni. Vairāki sikspārņu eholokācijas ekoloģijas pētnieki [12] iesaka izmantot koeficientus, lai mazinātu sugu atšķirīgo saucienu skaļumu ietekmi uz to reģistrēto aktivitāti:

- Brūnajam garausainim *Plecotus auritus* – 5,00;
- Natūza sikspārnim *Pipistrellus nathusii* – 1,00;
- Ziemeļu sikspārnim *Eptesicus nilssonii* – 0,50;
- Divkrāsainajam sikspārnim *Vespertilio murinus* – 0,50;

- Rūsganajam vakarsikspārnim *Nyctalus noctula* – 0,25;
- Pigmejsikspārnim *Pipistrellus pygmaeus* – 1,00;
- Pundursikspārnim *Pipistrellus pipistrellus* – 1,00;
- Dīķu naktssikspārnim *Myotis dasycneme* – 1,67;
- Ūdeņu naktssikspārnim *Myotis daubentonii* – 1,67.

No pētījumā konstatētajām sugām kā ekstrēmi ir minami rūsganais vakarsikspārnis, kuru detektors uztver no 100-150 metru attāluma un brūnais garausainis, kura eholokācijas saucienu maksimālais uztveršanas attālums nepārsniedz 10-15 metrus. Tādējādi sugas ar skaļiem eholokācijas saucieniem objektīvi uzrāda augstāku aktivitāti nekā sugas ar klusākiem eholokācijas saucieniem. Veicot datu korekciju, proti reizinot reālo pārlidojumu skaitu katrai sugai ar tai specifisko uztveršanas koeficientu, mainās sugu relatīvais novērošanas biežums (3. tabula, 3. attēls).

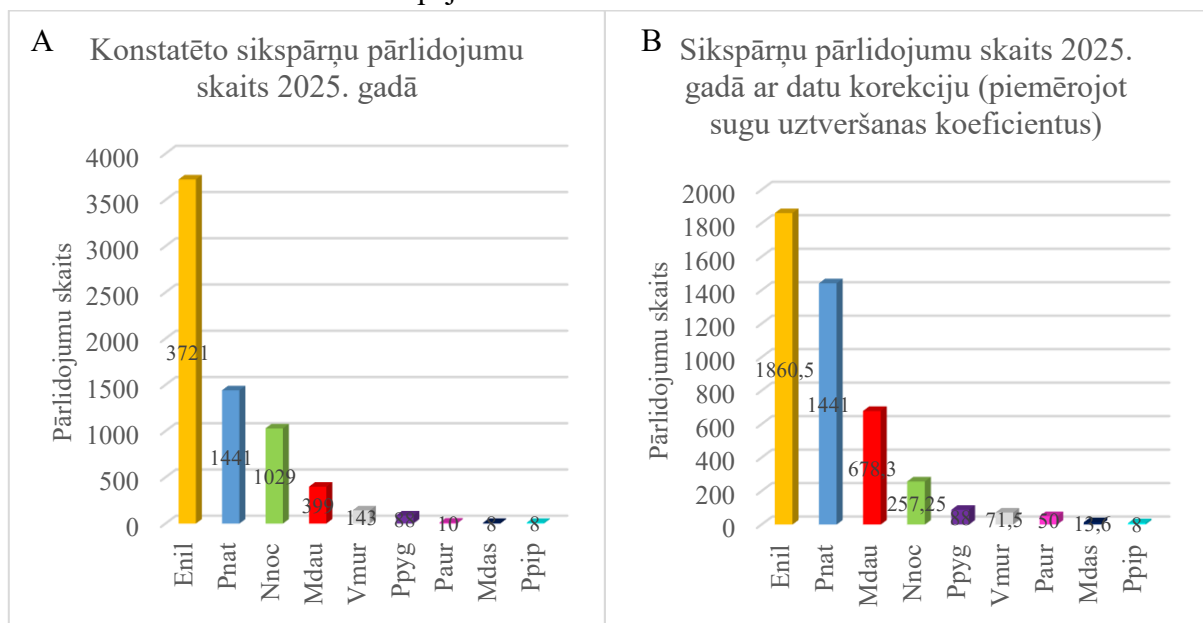
3. tabula

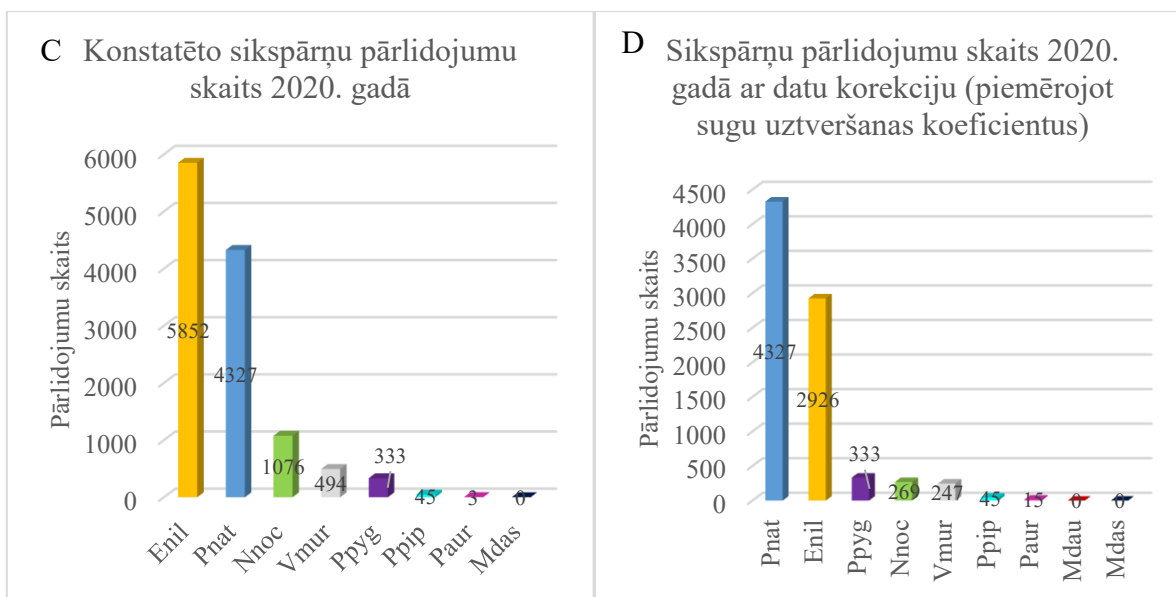
Akustiskajā monitoringā gadā reģistrēto sikspārņu sugu un sugu grupu pārlidojumu skaits uzskaišu stacijās 2020. un 2025. gados

| Suga/sugu grupa<br>latīniski (iekavās<br>attēlos un tekstā<br>izmantotie<br>saīsinājumi) | Suga/sugu grupa<br>latviski                                             | Pārlidojumu<br>skaits 2020.<br>gadā | Pārlidojumu<br>skaits 2025.<br>gadā<br>(neieskaitot<br>atkārtoti<br>apsekojamos<br>kvadrātus) | Staciju<br>skaits, kurās<br>konstatēts<br>2020./2025.<br>gados |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Eptesicus nilssonii</i><br>(Enil)                                                     | Ziemeļu<br>sikspārnis                                                   | 5852                                | 3721                                                                                          | 90/129                                                         |
| <i>Pipistrellus nathusii</i><br>(Pnat)                                                   | Natūza sikspārnis                                                       | 4327                                | 1441                                                                                          | 58/91                                                          |
| <i>Nyctalus noctula</i><br>(Nnoc)                                                        | Rūsganais<br>vakarsikspārnis                                            | 1076                                | 1029                                                                                          | 52/78                                                          |
| <i>Vespertilio murinus</i><br>(Vmur)                                                     | Divkrāsainais<br>sikspārnis                                             | 494                                 | 143                                                                                           | 26/11                                                          |
| <i>Pipistrellus pygmaeus</i><br>(Ppyg)                                                   | Pigmejsikspārnis                                                        | 333                                 | 88                                                                                            | 3/10                                                           |
| <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Ppip)                                                  | Pundursikspārnis                                                        | 45                                  | 8                                                                                             | 2/2                                                            |
| <i>Plecotus auritus</i><br>(Paur)                                                        | Brūnais<br>garausainis                                                  | 3                                   | 10                                                                                            | 2/7                                                            |
| <i>Myotis dasycneme</i><br>(Mdas)                                                        | Dīķu<br>naktssikspārnis                                                 | 0                                   | 8                                                                                             | 0/4                                                            |
| <i>Myotis daubentonii</i><br>(Mdaub)                                                     | Ūdeņu<br>naktssikspārnis                                                | 0                                   | 399                                                                                           | 0/15                                                           |
| <i>Myotis</i>                                                                            | Naktssikspārņu<br>ģints                                                 | 932                                 | 395                                                                                           | 53/57                                                          |
| <i>Nyctalus</i> /<br><i>Eptesicus</i> / <i>Vespertilio</i>                               | <i>Nyctalus</i> vai<br><i>Eptesicus</i> vai<br><i>Vespertilio</i> ģints | 514                                 | 269                                                                                           | 48/40                                                          |
| <i>Pipistrellus</i>                                                                      | <i>Pipistrellus</i> ģints                                               | 354                                 | 6                                                                                             | 5/4                                                            |

| NENOT | Nenoteiktas sugas<br>sikspārnis | 38    | 49   | 19/22 |
|-------|---------------------------------|-------|------|-------|
| Kopā  |                                 | 13968 | 7566 |       |

Attēlā nr. 4 atainoti sikspārņu pārlidojumu skaita dati divos monitoringa gados – 2020. un 2025. gadā – gan neapstrādātā veidā (A, C), gan ar datu korekciju, pielietojot sugu skaļuma uztveršanas koeficientus (B, D). Neapstrādātie dati (attēli A un C) atspoguļo konstatēto pārlidojumu skaitu, kur dominē sugas ar augstu detektējamību, piemēram, ziemeļu sikspārnis (*Eptesicus nilssonii*), kas abos gados ir visbiežāk reģistrētā suga. Korekcija ar uztveršanas koeficientiem (attēli B un D) būtiski maina sugu proporcijas, ļaujot novērtēt aktivitāti, pieņemot vienlīdzīgu detektējamību visām sugām. Piemēram, 2025. gadā rūsiganais vakarsikspārnis (*Nyctalus noctula*) pēc neapstrādātiem datiem ierindojas trešajā vietā, bet pēc korekcijas – ceturtajā, jo tā skaļuma koeficients ir zemāks nekā dažām mazāk konstatētajām sugām. Salīdzinot gadus, redzams, ka 2020. gadā kopējais pārlidojumu skaits bija augstāks, īpaši ziemeļu un Natūza sikspārnim (*Pipistrellus nathusii*). Lai gan dominējošās sugas saglabājas līdzīgas, kopējā aktivitāte, sugu proporcijas atšķiras starp gadiem. Tas var liecināt par vides apstākļu, metodoloģijas vai populāciju dinamikas izmaiņām, ko bez detalizētākas datu statistiskās analīzes nav iespējams izskaidrot.





3. attēls. Konstatēto sikspārņu sugu proporcija pēc 2025. gada datiem: A – bez datu korekcijas un B – ar datu korekciju, pielietojot sugu uztveršanas koeficientus; konstatēto sikspārņu sugu proporcija pēc 2020. gada datiem: C – bez datu korekcijas un D – ar datu korekciju, pielietojot sugu uztveršanas koeficientus.

Laika posmā no 2020. līdz 2025. gadam visos Latvijas reģionos novērots ievērojams sikspārņu pārlidojumu skaita kritums: DA reģionā pārlidojumu skaits samazinājies par 71%, no 5413 uz 1559; DR reģionā kritums sasniedzis 46%, no 4027 uz 2181; ZA reģionā samazinājums bijis 31%, no 1817 uz 1254; ZR reģionā novērojams neliels kritums — 5%, no 2711 uz 2572. Neskatoties uz šo kritumu, lineārais jauktais modelis neuzrādīja statistiski nozīmīgas atšķirības kopējā sikspārņu aktivitātē starp 2020. un 2025. gadu,  $F(1, 209) = 0.39$ ,  $p = 0.53$ ).

Iepriekš neidentificētu sugu parādīšanās 2025. gadā (ūdeņu un dīķu naktssikspārņi) norāda uz uzlabotu monitoringa precizitāti.

4. tabula

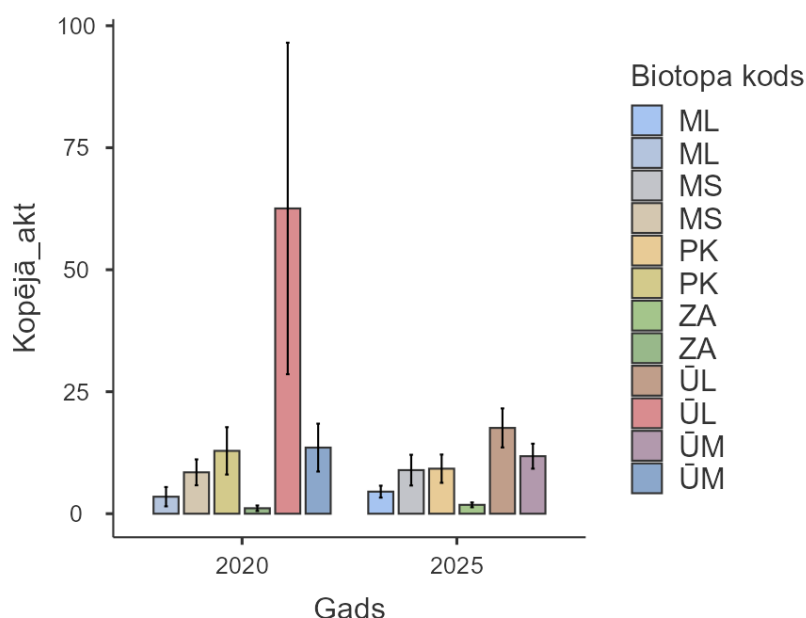
Visu sikspārņu sugu un sugu grupu sadalījums pa Latvijas daļām 2020. un 2025. gadā\*

| Gads | LV geogr. terit. | Enil | Pnat | Nnoc | Vmur | Ppyg | Ppip | Paur | Mdau | Mdas | MYO | NYC/EPT/VESP | Pipistrellus | NENOT | Pārļidojumu skaits |
|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------------|--------------|-------|--------------------|
| 2020 | DA               | 707  | 2443 | 827  | 439  | 325  | 44   | 0    | 0    | 0    | 54  | 237          | 330          | 7     | 5413               |
|      | DR               | 2563 | 1066 | 111  | 37   | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 66  | 157          | 20           | 6     | 4027               |
|      | ZA               | 407  | 579  | 56   | 4    | 8    | 0    | 3    | 0    | 0    | 743 | 16           | 0            | 1     | 1817               |
|      | ZR               | 2175 | 239  | 82   | 14   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 69  | 104          | 4            | 24    | 2711               |
| 2025 | DA               | 459  | 603  | 232  | 132  | 18   | 0    | 3    | 2    | 1    | 30  | 76           | 1            | 2     | 1559               |
|      | DR               | 1139 | 267  | 336  | 3    | 47   | 0    | 1    | 0    | 0    | 232 | 124          | 4            | 28    | 2181               |
|      | ZA               | 569  | 294  | 78   | 8    | 0    | 1    | 2    | 218  | 5    | 50  | 22           | 0            | 7     | 1254               |
|      | ZR               | 1554 | 277  | 383  | 0    | 23   | 7    | 4    | 179  | 2    | 83  | 47           | 1            | 12    | 2572               |

\*Sugu apzīmējumus skatīt 3. tabulā.

## 2.4. Sikspārņu kopējā aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2020. un 2025. gadā

Līdzīgi kā iepriekšējos monitoringa gados, visaugstākā sikspārņu aktivitāte konstatēta pie lielajām ūdenstilpēm (ŪL), kur abos gados aktivitāte pārsniedza pārējās biotopu grupas (4. attēls). Salīdzinoši augsta aktivitāte bija arī pie mazajām ūdenstilpēm (ŪM) un skujkoku mežos (MS), savukārt lapkoku mežos (ML) un purvos (PK) aktivitātes līmenis bija vidējs. Viszemākā aktivitāte novērota lauksaimniecības zemēs (ZA), kas atbilst literatūrā bieži minētajam zēmajam sikspārņu pievilcības potenciālam šajā biotopā [12]. Aplūkojot izmaiņas starp abiem monitoringa gadiem, redzams, ka biotopu relatīvā secība aktivitātes ziņā saglabājas līdzīga, un lielas pārmaiņas nav novērojamas. Dažos biotopos, piemēram, pie lielajām ūdenstilpēm, 2025. gadā aktivitāte ir nedaudz zemāka nekā 2020. gadā, taču šīs atšķirības nav statistiski nozīmīgas. To apstiprina arī jauktais lineārais modelis, kas gada efektu neuzrādīja kā būtisku, savukārt atšķirības starp biotopiem joprojām ir izteiktas un nozīmīgas.



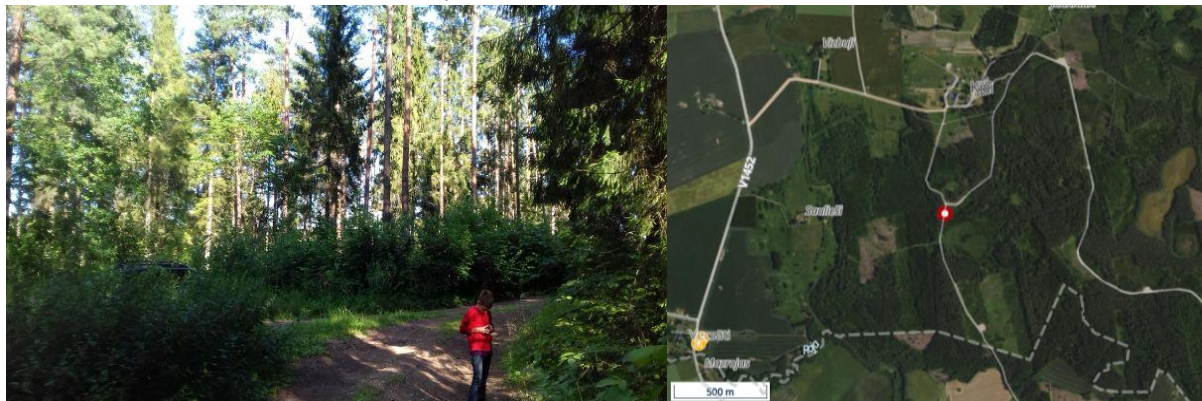
4. attēls. Kopējās aktivitātes atšķirības monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos. Attēlots katra biotopa kopējais vidējais pārlidojumu skaits stundā (aktivitāte) un to standartklūda.

Visaugstākā aktivitāte pie lielajām ūdenstilpēm (ŪL) 2025. gada sezonā, reģistrēta DA daļas kvadrātā 3423. Uzskaišu stacija atradās Preiļu novada Vārkavas pagastā pie Zibergovas ezera (5. attēls). Sikspārņu kopējā vidējā aktivitāte šeit bijusi 68 pārl/h, ko veidojušas vismaz piecas sikspārņu sugas – ziemeļu sikspārnis, Natūza sikspārnis, divkrāsainais sikspārnis, dīķu naktssikspārnis un rūsganais vakarsikspārnis. Salīdzinājumam, 2020. gadā aktivitāte pie šī ezera bija tikai 0,76 pārl/h.



5. attēls. Ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu pie Zibergovas ezera. Šajā stacijā 2025. gadā reģistrēta visaugstākā aktivitāte biotopu grupā “Lielās ūdenstilpes” (ŪL). Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Otrā augstākā aktivitāte 2025. gadā reģistrēta skujkoku mežu biotopā, kvadrātā 4212, ZR daļā, Jaunsātu pagasta Tukuma novadā (6. attēls). Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits stundā šeit bijis 63 pārl/h. 2020. gadā šeit aktivitāte bijusi 39 pārl/h. Abos gados augsto aktivitāti pamatā šeit radījis ziemeļu sikspārnis.



6. attēls. Pa kreisi: skujkoku mežs Ķīšu ciema apkaimē. Šajā stacijā 2025. gadā reģistrēta visaugstākā aktivitāte biotopu grupā “Skujkoku meži” (MS). Foto autors: G. Pētersons. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Trešā augstākā aktivitāte reģistrēta parkveida ainavā, 4211, ZR daļas kvadrātā, Vānes muižas parkā, Vānes pagastā, Tukuma novadā (7. attēls). Kopējais pārlidojumu skaits stundā šeit bijis 47 pārl/h, ko pamatā radījis ziemeļu sikspārnis. Arī 2020. gadā šajā parkā bijusi visaugstākā aktivitāte šim biotopu veidam, - 90 pārl/h.



7. attēls. Pa kreisi: Vānes parks, kurā konstatēta visaugstākā kopējā sikspārņu aktivitāte biotopu veidam “Parki” (PK). Foto autors: G. Pētersons. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Ceturtā augstākā aktivitāte reģistrēta pie mazajiem ūdeņiem. Mazo ūdeņu biotopu grupā, visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte reģistrēta DR daļas kvadrātā 3243, Bērzes pagasta, Tukuma novadā (8. attēls). Kopējais pārlidojumu skaits stundā šeit bijis 41 pārl/h. Arī 2020. gada monitoringa sezonā šajā stacijā reģistrēta augstākā kopējā aktivitāte biotopu grupā “Mazie ūdeņi”. Abos gados pamatā šeit uzturējies ziemeļu sikspārnis.



8. attēls. Pa kreisi: dīķis pie viensētas “Bīrzītes”, “Rengas” Bērzes pagastā, Dobeles novadā. Šajā stacijā konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte gan 2020., gan 2025. gadā biotopu veidam “Mazie ūdeņi” (ŪM). Autors: G. Pētersons. Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Lapkoku vai jauktu koku mežu biotopu grupā visaugstākā aktivitāte reģistrēta ZR daļas 4211 kvadrātā, Vānes pagastā, Tukuma novadā. Sikspārņu kopējā aktivitāte šeit bijusi 15 pārlidojumi stundā; konstatēts ziemeļu sikspārnis, Natūza sikspārnis, naktssikspārņi. Pirmajā uzskaitē šeit bijis neliels klajums mežā ar bišu dori. 2025. gadā svaigi izcirsti visi lapkoki un atstātas tikai lielās priedes (9. attēls). 2020. gada uzskaites laikā reģistrētais sikspārņu pārlidojumu skaits bijis 2,5 p/h, ko radījis tikai ziemeļu sikspārnis.



9. attēls. Pa kreisi: lapkoku mežs ar notikušu mežizstrādi, kurā konstatēta visaugstākā sikspārņu kopējā aktivitāte 2025. gada monitoringa sezonā biotopu veidam “Platlapju vai jauktu koku mežs” (ML). Pa labi: ortofoto ar atzīmētu detektora novietošanas vietu jauktu koku mežā. Avots: <https://balticmaps.eu/> karšu pamatne.

Zālāju biotopu grupā visaugstākais pārlidojumu skaits konstatēts ZA daļas 4441 kvadrātā, Ilzenes pagastā, Alūksnes novadā. Kopējā sikspārņu aktivitāte šeit bijusi ~8 pārlidojumi stundā. 2020. gadā sikspārņi šeit netika konstatēti vispār.

## 2.5. Kopējā aktivitāte monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos 2020.-2025. gados

Šeit ir apkopoti dati par sikspārņu kopējo aktivitāti monitoringā pārstāvētajās sešās biotopu grupās, kas izriet no sešām monitoringa sezonām (2020., 2021., 2022., 2023., 2024., 2025. gadi). Attēlā nr. 10. 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 136-139 uzskaišu reizes.

Kopējā visu konstatēto sikspārņu sugu aktivitāte biotopos nav vienāda ( $\chi^2(5) = 162$ ,  $p < 0,001$ ,  $\epsilon^2 = 0,196$ ) (10., 11. attēli). Tas nozīmē, ka biotopa tips būtiski ietekmē sikspārņu aktivitātes intensitāti. Pāru salīdzināšanas analīzes (*Post hoc* ar *Dwass-Steel-Critchlow-Fligner*) rezultāti parādīti 5. tabulā.

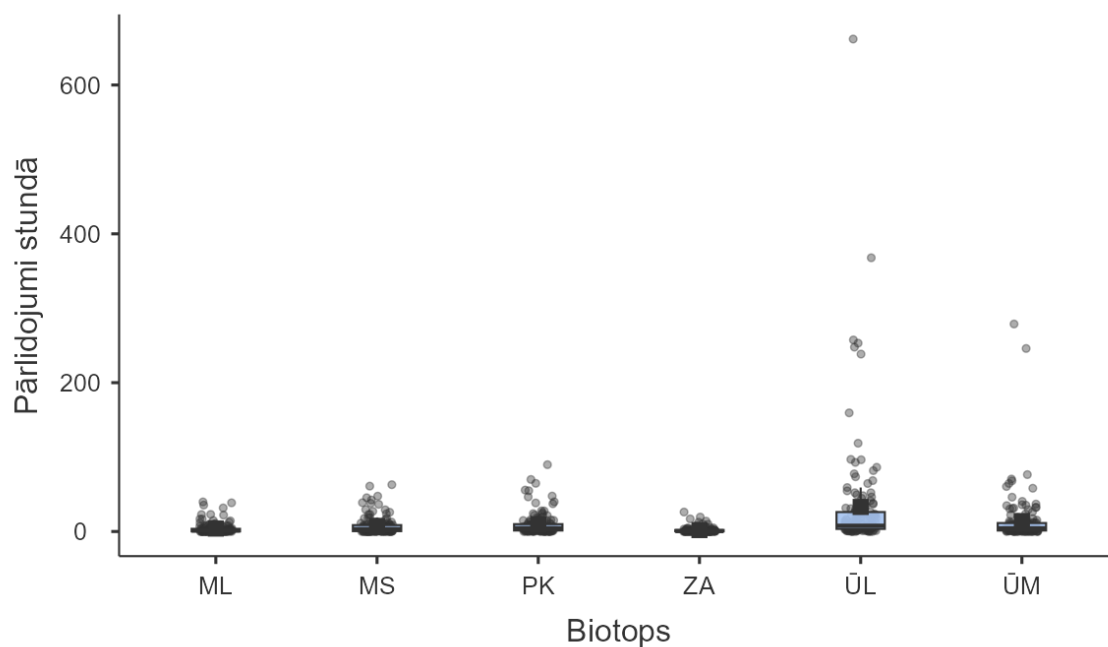
Lielo ūdeņu (ŪL) biotopi izceļas ar visaugstāko sikspārņu aktivitāti, un tā pārlidojumu skaits stundā ir statistiski nozīmīgi lielāks nekā visos pārējos biotopos (ML, MS, PK, ZA, ŪM; visos gadījumos  $p < 0,001$ ). Analīze atklāj, ka zālāju (ZA) biotopos ir būtiski zemāka sikspārņu aktivitāte nekā pārējos biotopos (izņemot, ja salīdzina biotopu pāri ZA un ML ( $p = 0,156$ ), kur starp šiem biotopiem nav nozīmīgu atšķirību). Tai pat laikā, redzams, ka nav nozīmīgas atšķirības starp biotopu pāriem skujkoku meži (MS) un parki (PK), starp biotopu pāriem skujkoku meži (MS) un mazajie ūdeņi (ŪM), starp skujkoku mežiem (MS) un mazo ūdeņu biotopiem (ŪM), mazo ūdeņu biotopiem (ŪM) un parkiem (PK). 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.

5. tabula

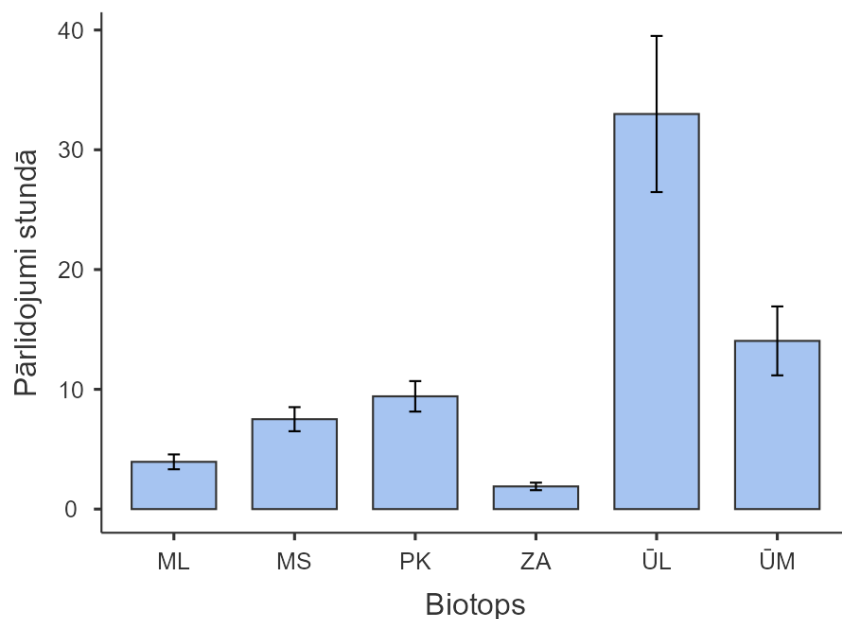
Biotopu pāru vidējo aktivitāšu vērtību statistiskā nozīmīguma salīdzināšanas tabula  
(*Dwass-Steel-Critchlow-Fligner pairwise comparisons*)

|    |    | W       | p     |
|----|----|---------|-------|
| ML | MS | 4.647   | 0.013 |
| ML | PK | 7.160   | <.001 |
| ML | ZA | -3.394  | 0.156 |
| ML | ŪL | 12.088  | <.001 |
| ML | ŪM | 7.862   | <.001 |
| MS | PK | 2.399   | 0.534 |
| MS | ZA | -7.944  | <.001 |
| MS | ŪL | 8.109   | <.001 |
| MS | ŪM | 3.185   | 0.214 |
| PK | ZA | -10.769 | <.001 |
| PK | ŪL | 6.254   | <.001 |
| PK | ŪM | 0.876   | 0.990 |
| ZA | ŪL | 15.041  | <.001 |
| ZA | ŪM | 11.157  | <.001 |
| ŪL | ŪM | -5.316  | 0.002 |

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



10. attēls. Visu staciju kopējais pārlidojumu skaits katrai biotopu grupai 2020.-2025. gados.



11. attēls. Joslu diagramma (bar plot), kas ataino kopējās aktivitātes atšķirības monitoringā pārstāvētajos biotopu veidos no 2020. līdz 2025. gadam. Attēlots katra biotopa kopējais vidējais pārdojumu skaits stundā (aktivitāte) un to standartklūda.

## 2.6. Aktivitātes indekss un tā novērtēšana

Apkopojot sešos monitoringa gados iegūtos datus un sadalot sikspārņu aktivitātes vērtības pa biotopu veidiem, tika precizēti robežlielumi sikspārņu aktivitātes līmeņa noteikšanai (6. 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.

6. tabula

Sikspārņu kopējās aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos pēc iegūtajiem datiem no 136-139 uzskaišu naktīm katrā biotopu veidā 2020., 2021., 2022., 2023., 2024., 2025. gados

| Aktivitātes līmenis | Pārdojumu skaits stundā |           |            |            |            |           |
|---------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
|                     | ML                      | MS        | PK         | ŪL         | ŪM         | ZA        |
| <b>Augsta</b>       | >3.49                   | >8.60     | >10.14     | >28.07     | >11.36     | >2.00     |
| <b>Tipiska</b>      | 0.15-3.49               | 0.49-8.60 | 1.21-10.14 | 3.50-28.07 | 1.26-11.36 | 0.22-2.00 |
| <b>Zema</b>         | <0.15                   | <0.49     | <1.21      | <3.50      | <1.26      | <0.22     |

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).

## 2.7. Sikspārņu kopējā nakts aktivitāte

Sikspārņu kopējās nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām 6 monitoringa sezonām, balstoties uz ievērojamu pārlidojumu kopskaitu – 50203. Sadalījums sniedz atspoguļojumu par tām nakts daļām, kuras sikspārņi, barojoties vai veicot pārlidojumus, izmanto visaktīvāk (12. 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.



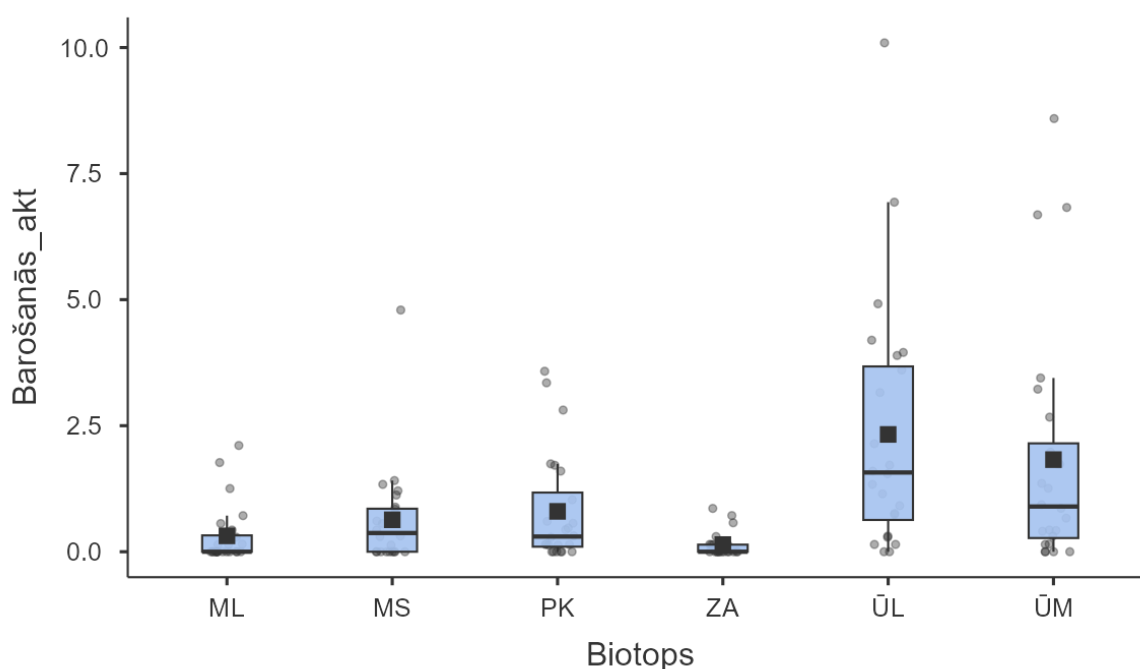
12. attēls. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

## 2.8. Sikspārņu barošanās un sociālā aktivitāte

Šajā monitoringa sezonā, pirmo reizi visos ierakstos tika atzīmēti sikspārņu barošanās un sociālie saucieni, kas sniedz papildinformāciju biotopu nozīmīgumu sikspārņu uzturēšanās un barošanās kontekstā. Barošanās biotopiem ir augstāka nozīme sikspārņu sugu aizsardzības plānošanas kontekstā, salīdzinot ar biotopiem, kas izmantoti kā gadījuma rakstura pārlidojumu vietas. 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 [26]. Barošanās saucieniem var būt raksturīgas trīs fāzes: pietuvošanās fāze, pakalpdzīšanās fāze un noķeršanas fāze [26].

Pēc iegūtajiem datiem sikspārņu barošanās un sociālā aktivitāte (pārlidojumu skaits stundā) ir ļoti mainīga un dažādos biotopos ievērojami atšķiras — vērtības svārstās no 0 līdz 10,09 pārlidojumiem stundā (13. attēls). Lielākajā daļā gadījumu aktivitāte ir salīdzinoši zema, ap 1–3 pārlidojumiem stundā, kas norāda uz ierobežotu barības pieejamību vai mazāku sikspārņu klātbūtni konkrētajā laikā un vietā. Biotopos — ML, MS, PK un ZA — aktivitāte

pārsvarā ir zema: lielākā daļa vērtību ir ap 0–2 pārlidojumiem stundā, un tikai retos gadījumos tā sasniedz 4–5. Pretēji tam, biotopi, kas atrodas ūdens tuvumā — ŪL un ŪM — uzrāda daudz lielāku aktivitāti. Šeit vidējais pārlidojumu līmenis jau ir ievērojami augstāks (ap 1,5–3 pārlidojumiem stundā), un bieži novērojami arī ļoti aktīvi periodi ar 6–8 vai pat vairāk nekā 10 pārlidojumiem stundā. Tas labi atbilst zināmajai tendencei, ka pie ūdeņiem kukaiņu ir vairāk, līdz ar to sikspārņi te barojas daudz intensīvāk. Kopumā novērojama pozitīva korelācija starp kopējo aktivitāti biotopos un konstatēto barošanās un sociālo aktivitāti. Rekomendējams turpināt barošanās saucienu analīzi arī turpmākajos monitoringa gados, kas sniegtu dziļāku ieskatu par sikspārņus apdzīvoto biotopu izmantošanu.



13. attēls. Sikspārņu barošanās un sociālā aktivitāte 2025. gada monitoringa sezonas pārstāvētajos biotopos.

## 2.9. Sugu raksturojums

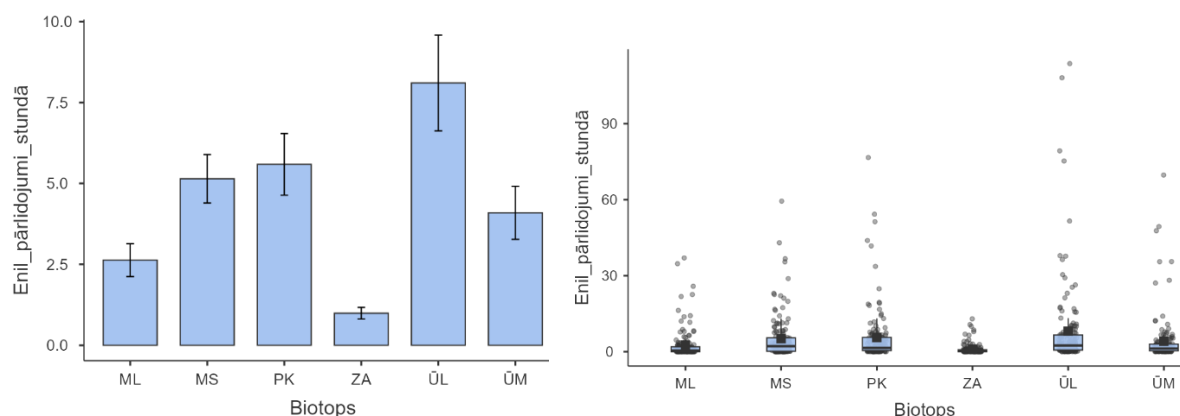
### Ziemeļu sikspārnis *Eptesicus nilssonii*

Ziemeļu sikspārnis bija biežākā sikspārņu suga pēc uzskaišu staciju skaita, kurās tas tika konstatēts, kā arī pēc kopējā pārlidojumu skaita. Ziemeļu sikspārņa saucieni reģistrēti 124 no 145 stacijām, kas ir ievērojami biežāk nekā citām sugām. 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 diagnosticējamās akustiskajos ierakstos. Šajā pētījumā to sastopamības iespēja netika ņemta vērā. Gadījumos, kad ziemeļu sikspārņi

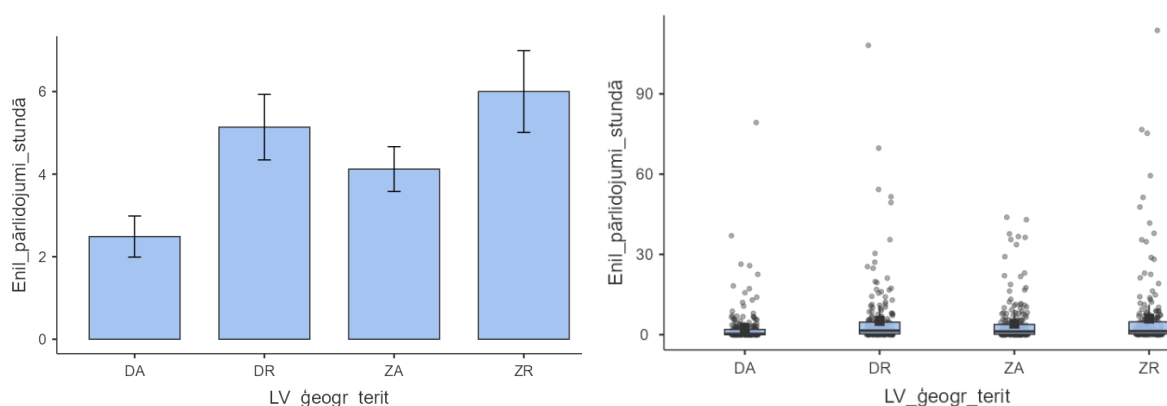
lido tuvu šķēršļiem, to plašas amplitūdas saucienus var sajaukt arī ar divkrāsaino vai rūsgano vakarsikspārņu saucieniem.

Ziemeļu sikspārnis ir ekoloģiski plastiska suga un izmanto visus biotopus ainavā (14. attēls). Apkopojot datus no visām monitoringa sezonām, atklāts, ka ziemeļu sikspārņa biotopu izvēle Latvijā nav vienāda ( $\chi^2(5) = 96,0$   $p < 0,001$ ,  $\varepsilon^2 = 0,116$ ). Ziemeļu sikspārņa aktivitāte zālāju (ZA) biotopos ir būtiski zemāka nekā pārējos biotopos (izņemot, ja salīdzina biotopu pāri ZA un ML ( $p = 0,574$ ), 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) ( $p < 0,001$ ). Statistiski nozīmīgas atšķirības konstatētas arī starp biotopu pāri parki (PK) un lapkoku meži (ML), kas liecina, ka suga dod priekšroku veciem, skrajiem parkveida 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). Statistiski būtiskas atšķirības konstatētas arī starp mazajiem (ŪM) un lielajiem ūdeņiem (ŪL).



14. attēls. Ziemeļu sikspārņa aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) biotopos 2020.-2025. gados.

Atšķirības ziemeļu sikspārņa reģionālajā izplatībā ir nozīmīgas. Apkopojot visus datus (2020.-2025.), secināts, ka ziemeļu sikspārņa sastopamība Latvijā nav vienāda ( $\chi^2(3) = 39,2$ ,  $p < 0,001$ ,  $\varepsilon^2 = 0,0473$ ). Retāka tā ir Latvijas dienvidaustrumu daļā (15. attēls).



15. attēls. Ziemeļu sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2025. gados.

Pāru salīdzināšanas analīze atklāja, ka statistiski nozīmīgi atšķiras konstatētā aktivitāte starp DA un visām pārējām LV daļām (DA un DR ( $p < 0,00$ ), savukārt starp citiem reģioniem statistiski nozīmīgas atšķirības nav konstatētas. 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.

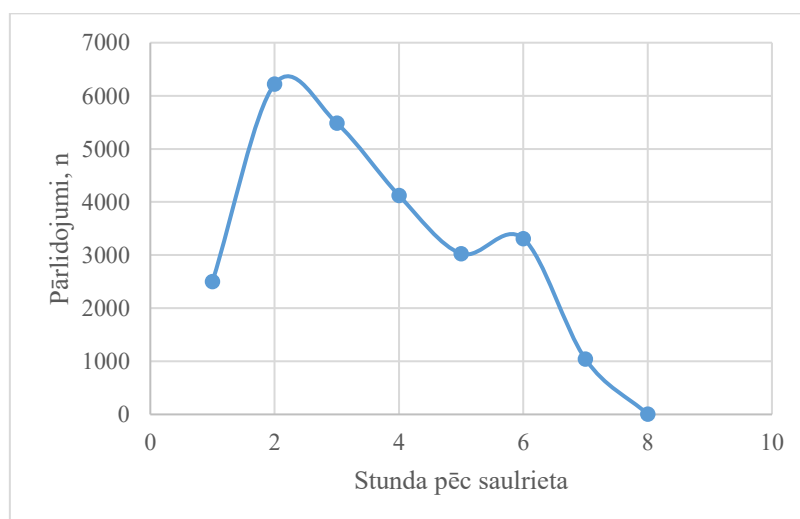
Apkopojot sešos monitoringa gados iegūtos datus un sadalot ziemeļu sikspārņa aktivitātes vērtības pa biotopu veidiem, tika aktualizēti robežlielumi ziemeļu sikspārņa aktivitātes līmeņa noteikšanai (7. tabula).

7. tabula

Ziemeļu sikspārņa aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos 2020.-2025. gados pēc starpkvartiļu metodes

| Aktivitātes līmenis | Pārlidojumu skaits stundā |           |           |           |           |       |
|---------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|                     | ML                        | MS        | PK        | ŪL        | ŪM        | ZA    |
| <b>Augsta</b>       | >1.92                     | >5.48     | >5.65     | >6.56     | >2.99     | >0.77 |
| <b>Tipiska</b>      | -1.92                     | 0.15-5.48 | 0.42-5.65 | 0.63-6.56 | 0.30-2.99 | -0.77 |
| <b>Zema</b>         | -                         | <0.15     | <0.42     | <0.63     | <0.30     | -     |

Ziemeļu sikspārnis visaktīvāk izmanto otro līdz trešo stundu pēc saulrieta, un pēc tam, aktivitāte pakāpeniski samazinās (16. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz ievērojamu pārlidojumu kopskaitu – 25716.

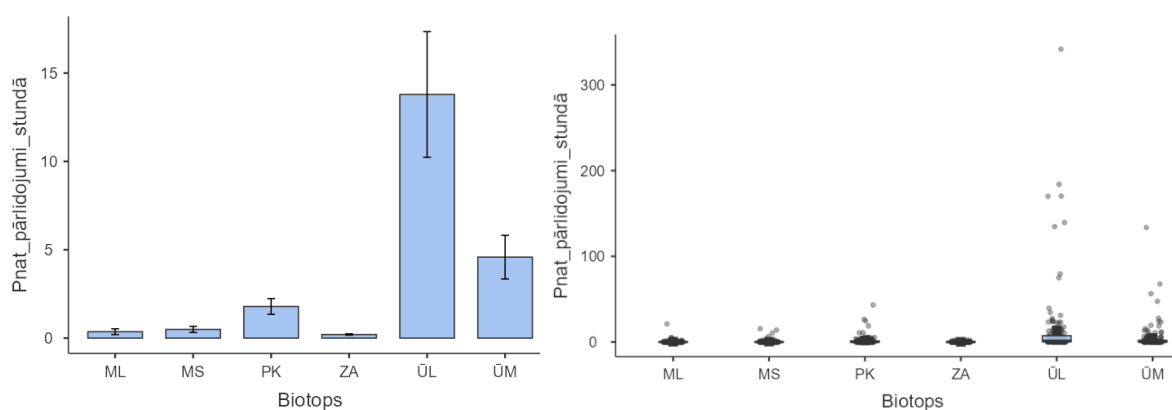


16. attēls. Ziemeļu sikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

## Natūza sikspārnis *Pipistrellus nathusii*

Natūza sikspārnis ir samērā viegli nosakāma suga pēc tā saucienų spektrogrammām. Salīdzinoši reti to frekvenču parametri pārklājas ar pundursikspārņiem vai pigmejsikspārņiem 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.

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 ( $\chi^2(5) = 177, p < 0,001, \epsilon^2 = 0,213$ ) (17. attēls). Natūza sikspārnis izteikti dod priekšroku ar ūdeņiem saistītiem biotopiem (17. 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. Vismazākā 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.



17. attēls. Natūza sikspārņa aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) dažādos biotopos 2020.-2025. gados.

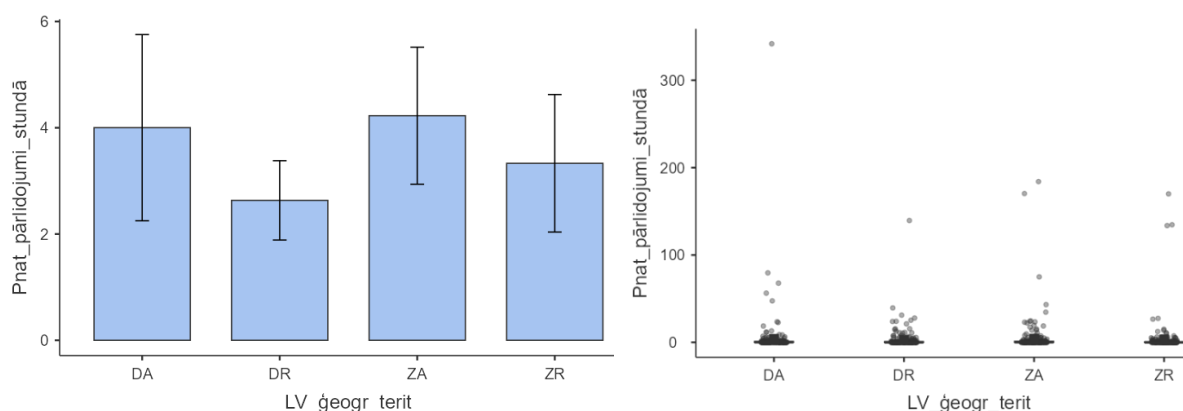
Natūza sikspārņa aktivitātes līmeņu atbilstība tā aktivitātes indeksu robežlielumiem dažādos biotopos parādīta 8. tabulā.

8. tabula

Natūza sikspārņa aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos 2020.-2025. gados pēc starpkvartīļu metodes

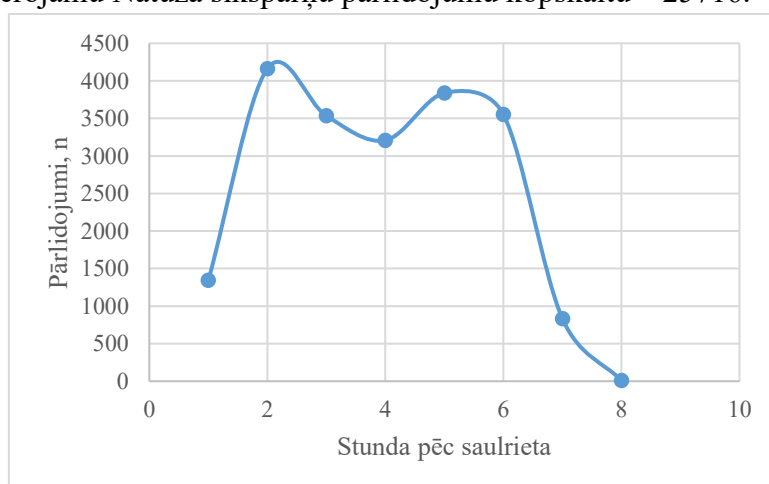
| Aktivitātes līmenis | Pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos |    |       |           |       |       |
|---------------------|--------------------------------------------------|----|-------|-----------|-------|-------|
|                     | ML                                               | MS | PK    | ŪL        | ŪM    | ZA    |
| Augsta              | >0.13                                            | -  | >1.26 | >7.41     | >1.98 | >0.15 |
| Tipiska             | -0.13                                            | -  | -1.26 | 0.15-7.41 | -1.98 | -0.15 |
| Zema                | -                                                | -  | -     | <0.15     | -     | -     |

Natūza sikspārņa sastopamības biežums dažādās Latvijas daļās statistiski būtiski atšķirās ( $\chi^2(3) = 12,9$ ,  $p=0,005$ ,  $\varepsilon^2=0,0156$ ) (18. attēls). Vienīgā statistiski nozīmīgā atšķirība konstatēta starp reģionu pāri DA un ZR ( $p=0,011$ ), norādot, ka ZR daļā Natūza sikspārņa sastopamības biežums ir zemāks nekā DA daļā.



18. attēls. Natūza sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2025. 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 (19. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz ievērojamu Natūza sikspārņu pārlidojumu kopskaitu – 25716.



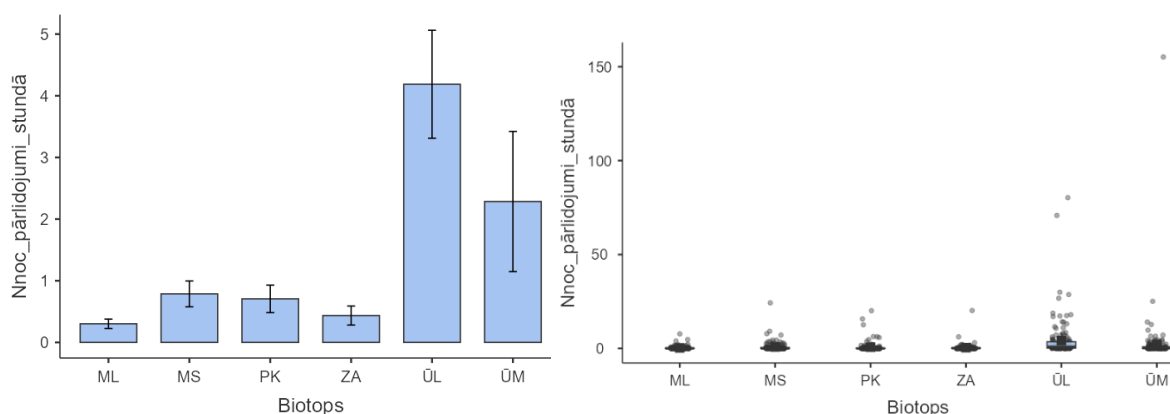
19. attēls. Natūza sikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

### Rūsganais vakarsikspārnis *Nyctalus noctula*

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

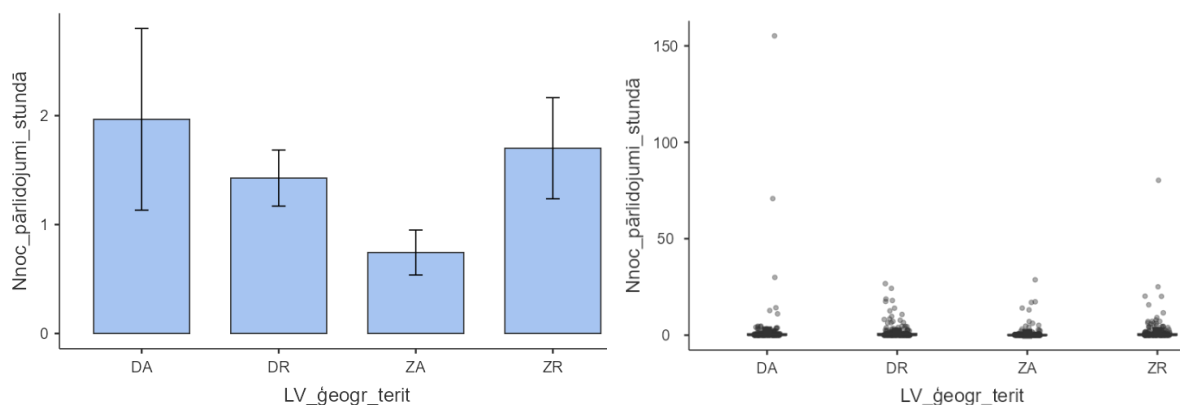
Rūsganie vakarsikspārņi ir viegli nosakāmi to saucienu analīzē gadījumos, kad tie izdod sugai raksturīgus saucienus ar zemu frekvenci vai saucienus, kur saucienu rindā zemākas frekvences saucieni mijas ar augstākas frekvences saucieniem. Lidojot šaurākās telpās, tuvu zemes vai ūdens virsmai rūsgano vakarsikspārņu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

Kopējie uzskaišu gadu dati parāda, ka rūsganais vakarsikspārnis dod priekšroku lielo ūdeņu biotopiem (20. attēls). Starp lielajiem ūdeņiem (ŪL) un visiem pārējiem biotopu veidiem atšķirības ir statistiski nozīmīgas ( $\chi^2(5) = 108$ ,  $p < 0,001$ ,  $\epsilon^2 = 0,131$ ). Šajā monitoringa sezonā uzrādās arī statistiski nozīmīga atšķirība starp biotopu pāriem ML un ŪM, PK un ŪM, parādot, ka aktivitāte pie mazo ūdeņu ir būtiski augstāka nekā lapkoku mežos un parkos.



20. attēls. Rūsganā vakarsikspārņa aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) biotopos 2020.-2025. gados.

Apkopojot datus par visiem monitoringa gadiem, secināts, ka rūsganā vakarsikspārņa sastopamība Latvijā nav vienāda ( $\chi^2(3) = 23,0$ ,  $p < 0,001$ ,  $\epsilon^2 = 0,0277$ ) (21. attēls). Pāru salīdzināšanas analīze atklāja, ka statistiski nozīmīgi atšķiras ( $p < 0,001$ ) sastopamības biežums starp DA un ZA ( $p < 0,001$ ), starp DR un ZA ( $p < 0,001$ ), starp ZA un ZR ( $p < 0,001$ ). Līdz ar to, atklāts, ka rūsganais vakarsikspārnis ZA daļā ir būtiski retāka suga, nekā pārējos reģionos. Šo rezultātu var skaidrot ar to, ka Latvijas ZA daļa atrodas vistuvāk sugas areāla ziemeļu robežai.



21. attēls. Rūsganā vakarsikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2025. gadu periodā.

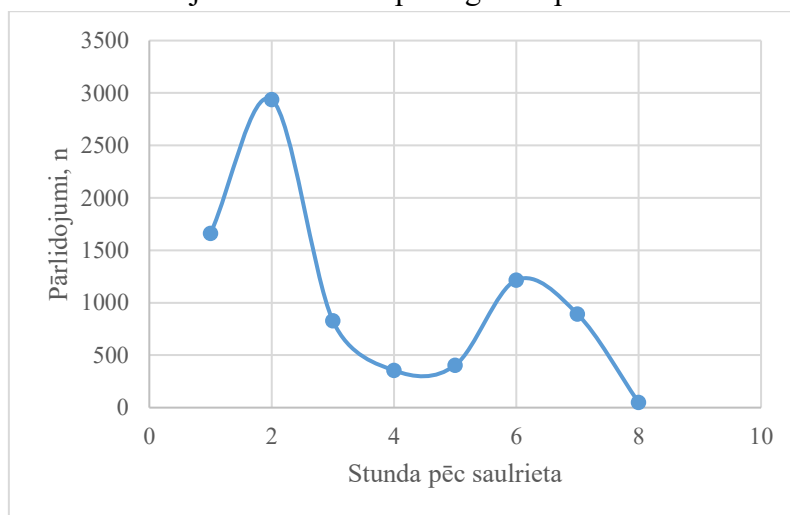
Rūsganā vakarsikspārņa aktivitātes līmeņu atbilstība tā aktivitātes indeksu robežlielumiem parādīta 9. tabulā. Starpkvartiļu amplitūdas metodes pamatā, uzskaišu stacijās iegūtās aktivitātes vērtības tiek sakārtotas augošā secībā. Pēc tam sakārtoto datu rindu daļa četrās līdzīgās daļās tā, ka katrā no 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.

9. tabula

Rūsganā vakarsikspārņa aktivitātes novērtējums sešos biotopu veidos pēc 2020.-2025. gados iegūtajiem datiem pēc starpkvartiļu metodes

| Aktivitātes līmenis | Pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos |       |       |           |       |       |
|---------------------|--------------------------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                     | ML                                               | MS    | PK    | ŪL        | ŪM    | ZA    |
| <b>Augsta</b>       | >0.25                                            | >0.46 | >0.15 | >3,55     | >0.85 | >0.31 |
| <b>Tipiska</b>      | -0.25                                            | -0.46 | -0.15 | 0.15-3,55 | -0.85 | -0.31 |
| <b>Zema</b>         | -                                                | -     | -     | <0,15     | -     | -     |

Attēlā nr. 22 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 apsīkst. 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.



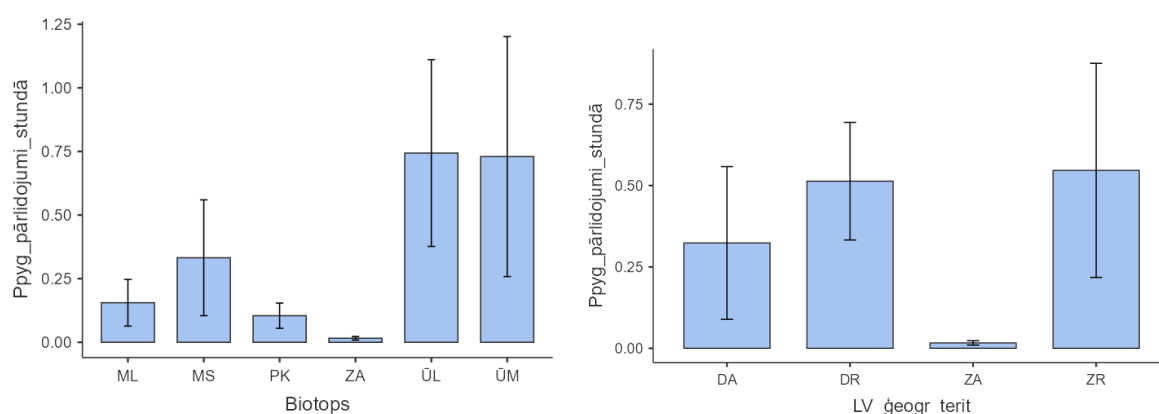
22. attēls. Rūsganā vakarsikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

### Pigmejsikspārnis *Pipistrellus pygmaeus*

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

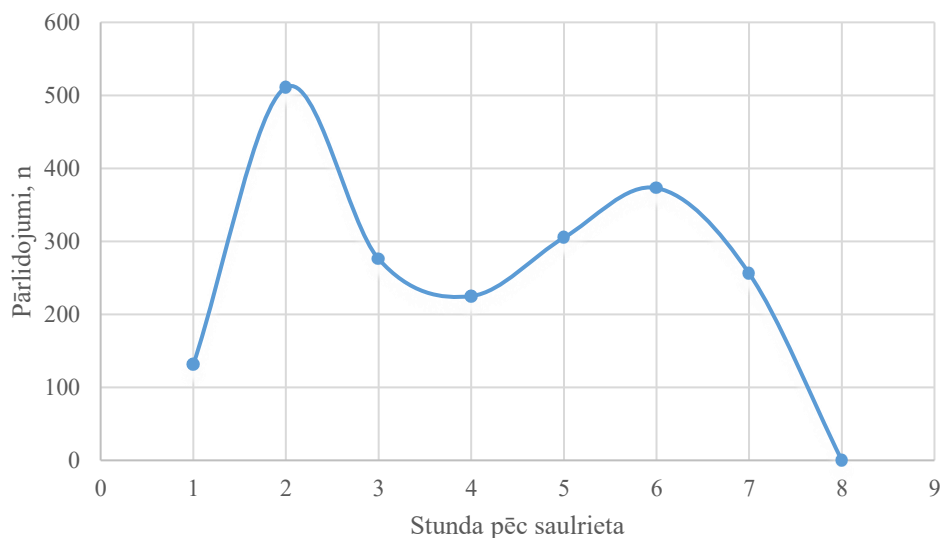
Pēc kopējā novērojumu skaita, pigmejsikspārnis ieņem ceturto vietu. Pigmejsikspārnis ir ūdeņu speciālistu suga [12], ko apliecina arī šī monitoringa rezultāti (23. attēls). Lielo ūdeņu biotopi ir ar statistiski būtiski augstāku aktivitāti nekā pārējie biotopu veidi, izņemot parkveida biotopus.

Statistiski nozīmīgas atšķirības konstatētas trīs reģionu pāros — DA un ZR ( $p=0,045$ ), DR un ZA ( $p=0,038$ ) un visizteiktāk ZA un ZR ( $p=0,001$ ) (23. attēls). Šie rezultāti liecina, ka ZR reģionā pigmejsikspārņa aktivitāte ir viszemākā, savukārt ZA un DA reģioni uzrāda augstāku pārlidojumu biežumu, bet DR atrodas pa vidu un būtiski neatšķiras no vairākiem citiem reģioniem. Kopumā tas norāda uz reģionālu aktivitātes samazināšanos virzienā uz ZR. Vecākos literatūras avotos [21], sugas teorētiskais izplatības areāls sniedzas līdz Latvijas centrālajai daļai, neiekļaujot DA un ZA daļas.



23. attēls. Pa kreisi: pigmejsikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2025. gada monitoringa datiem. Pa labi: pigmejsikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2025. gadu periodā.

Pigmejsikspārnis visaktīvāk izmanto otro stundu pēc saulrieta. Tad seko aktivitātes kritums ar nelielu tās paaugstināšanos aptuveni trīs stundas pirms saullēkta (24. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz 2077 pārlidojumiem.

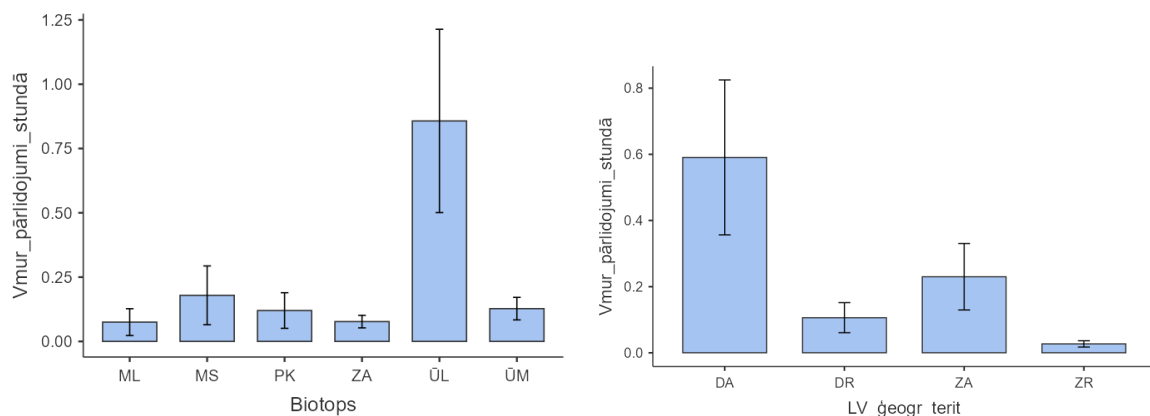


24. attēls. Pigmeksikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

### Divkrāsainais sikspārnis *Vespertilio murinus*

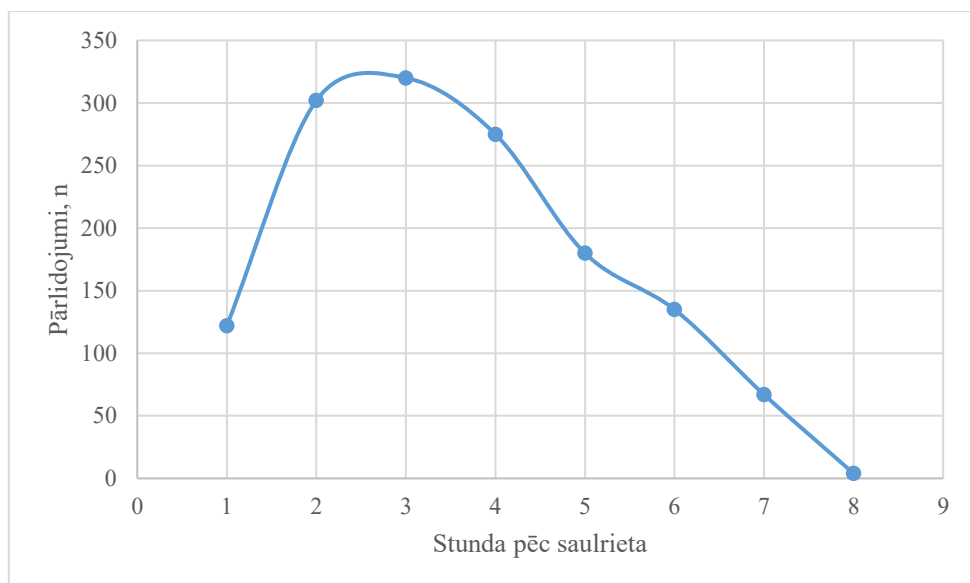
Divkrāsainais sikspārnis bija salīdzinoši reti novērota suga, kas pēc šī gada datiem ierindojas piektajā vietā gan pēc kopējā, gan koriģētā pārlidojumu skaita. Divkrāsainos sikspārņus to saucienu analīzē var atšķirt no *Nyctalus* un *Eptesicus* ģinšu sikspārņu saucieniem gadījumos, kad tie lidojuši atklātā telpā ar salīdzinoši lēnu un vienmērīgu saucienu ritmu. Tos ir grūti vai neiespējami atpazīt gadījumos, kad tie lidojuši tuvu šķēršļiem, tai skaitā citiem sikspārņiem. Ierakstu analīzē 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.

Divkrāsaino sikspārņu pārlidojumi konstatēti visos biotopu veidos (25. attēls pa kreisi). Visaugstākā to aktivitāte konstatēta pie lielajām ūdenstilpēm. Sugas aktivitāte visu sešu gadu griezumā visaugstākā bija DA daļā (25. attēls pa labi). Iezīmējas statistiski būtiskas atšķirības starp DA daļu un pārējo Latvijas teritoriju.



25. attēls. Pa kreisi: divkrāsainā sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā biotopos 2020.-2025. gados. Pa labi: divkrāsainā sikspārņa vidējais pārlidojumu skaits stundā dažādās Latvijas daļās 2020.-2025. gadu periodā.

Divkrāsainais sikspārnis visaktīvāk izmanto otro un trešo stundu pēc saulrieta, kam seko pakāpenisks aktivitātes samazinājums līdz saullēktam (26. attēls). Nakts aktivitātes atainojumā iekļauti dati no visām piecām monitoringa sezonām, balstoties uz 1405 pārlidojumiem.



26. attēls. Divkrāsainā sikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

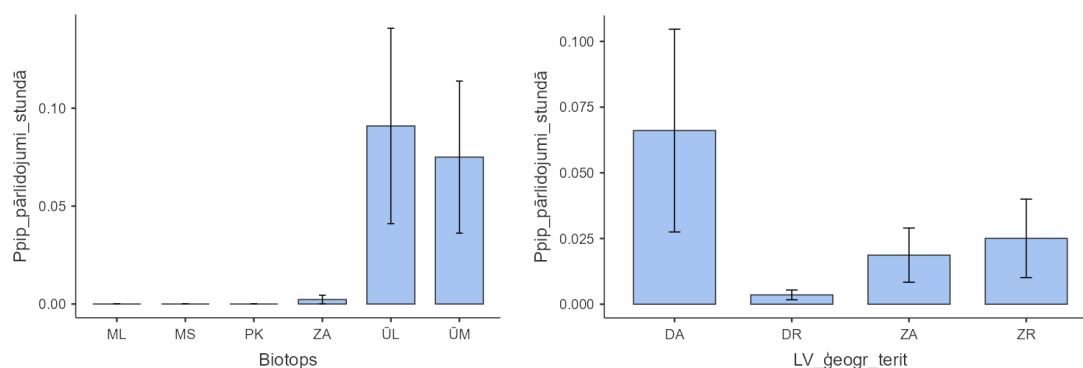
### **Pundursikspārnis *Pipistrellus pipistrellus***

Pundursikspārņi ir samērā grūti konstatējama sikspārņu suga, tās sajaukšanas iespējamības dēļ ar Natūza sikspārņiem un pigmejsikspārņiem. Piecu gadu laikā konstatēti 162 sugas pārlidojumi tomēr Latvijā tiek pieņemts, ka sugas klātbūtne teritorijā vēl nav droši pierādīta, - nepieciešama sugas pierādīšana izmantojot DNS metodes.

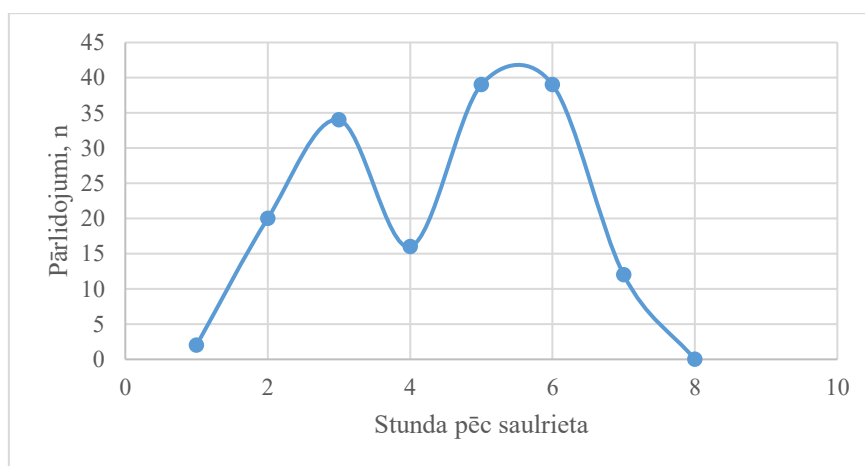
Literatūrā norādīts, ka pundursikspārnis ir ģenerālistu suga, kas apdzīvo dažādus biotopus [22], taču pēc datiem Latvijā, tas priekšroku devis ūdenstilpju biotopiem (27. attēls). Dažādi autori norāda, ka ūdenstilpju biotopi piedāvā daudz blīvāku barības bāzi, salīdzinot ar citiem biotopiem [23; 24; 25], 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 (28. attēls). Šāds nakts aktivitātes sadalījums nav raksturīgs citām sikspārņu sugām, tāpēc arī šeit būtu nepieciešams vairāk datu.



27. attēls. Pundursikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos (pa kreisi) un Latvijas daļās (pa labi) pēc 2020.-2025. gada monitoringa datiem.



28. attēls. Pundursikspārņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

### Brūnais garausainis *Plecotus auritus*

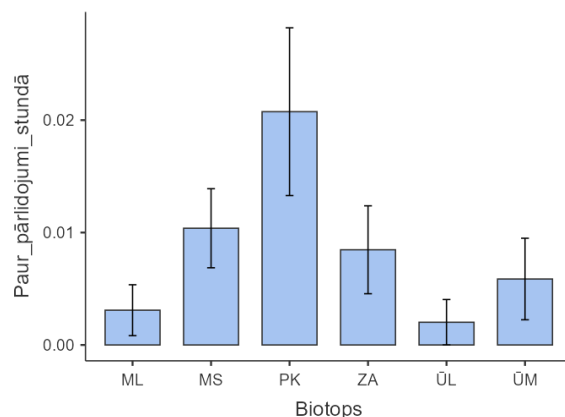
Brūnajiem garausaiņiem ir klusākie eholokācijas saucieni starp visām pārējām Latvijā sastopamajām sikspārņu sugām. Pēc koriģēto pārlidojumu skaita, novēroto gadījumu skaits būtu lielāks, tāpēc ļoti iespējams, ka šīs sugas sastopamība Latvijā pēc monitoringa datiem ir novērtēta zemāka nekā tā ir patiesībā un ultraskaņas detektoru izmantošana nav prioritārā metode šīs sugas monitoringam. Tā kā garausainais 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].

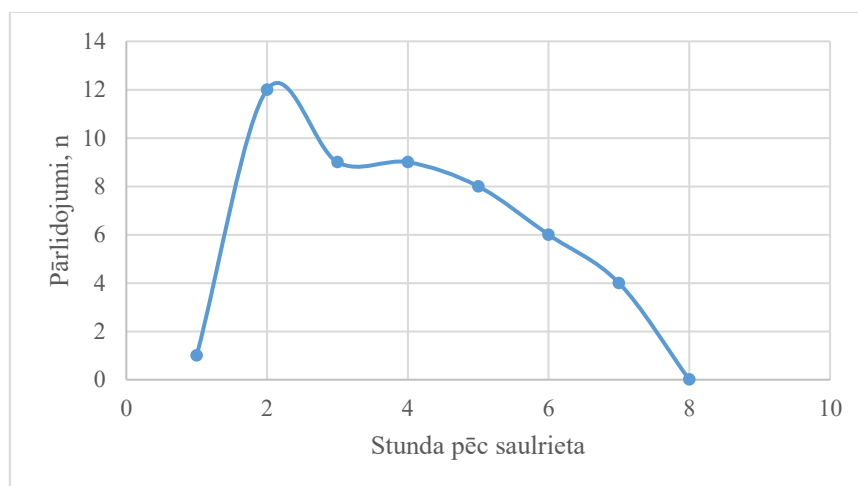
Brūnais garausainis ir mežu speciālistu suga [12] un, lai gan kopējais sugas novērojumu skaits nav liels, to apliecina arī biotopu izvēle Latvijā (29. attēls). Augstākā aktivitāte novērota

parkveida biotopos, kas sasaucas ar literatūras ziņām par sugai nepieciešamo veco koku klātbūtni aukļkOLONIJU 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 (30. attēls).



29. attēls. Brūnā garausaiņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2025. gada monitoringa datiem.



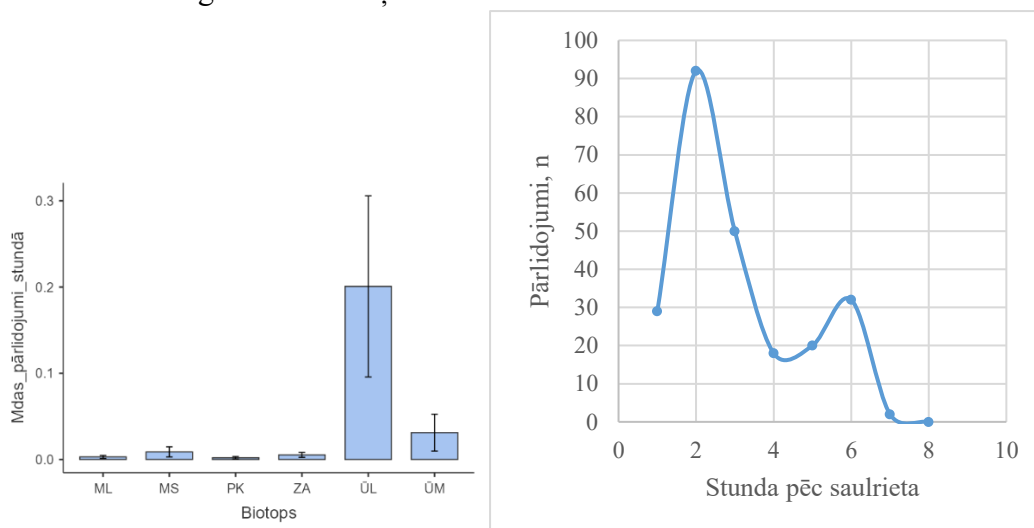
30. attēls. Brūnā garausaiņa pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

### Dīķu naktssikspārnis *Myotis dasycneme*

Piecu gadu laikā, šai sugai konstatēti 243 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 ūdensvirsmas ir brīvas 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].

Dīķu naktssikspārnis ir ūdeņu biotopu speciālistu suga [12], ko apliecina arī monitoringā iegūto datu rezultāti (31. attēls pa kreisi). Aktivitātes maksimums konstatēts otrajā trešajā stundās pēc saulrieta, kā arī divas stundas pirms saullēkta (31. attēls pa kreisi). Visbiežāk tas reģistrēts ZA daļā.



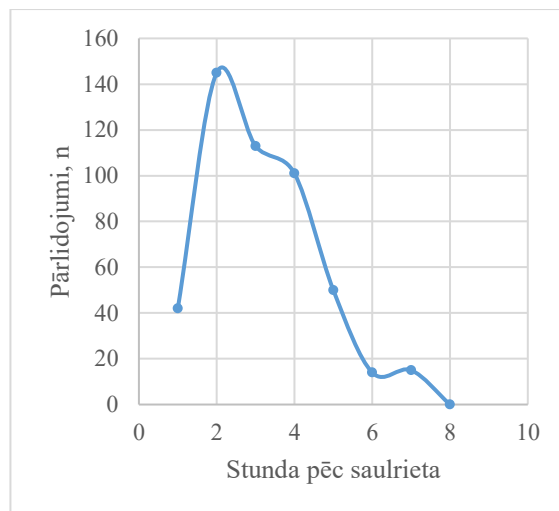
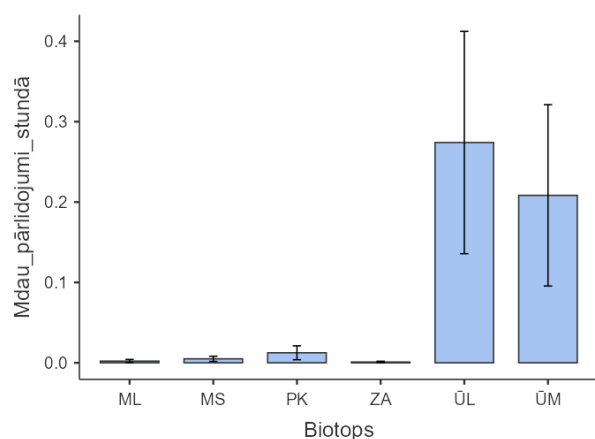
31. attēls. Pa kreisi: dīķu naktssikspārņa pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2025. gada monitoringa datiem. Pa labi: pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

### 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, 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 480 ūdeņu naktssikspārņu pārlidojumi. Domājams, ka starp daudziem līdz sugai nenoteiktajiem *Myotis* 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.

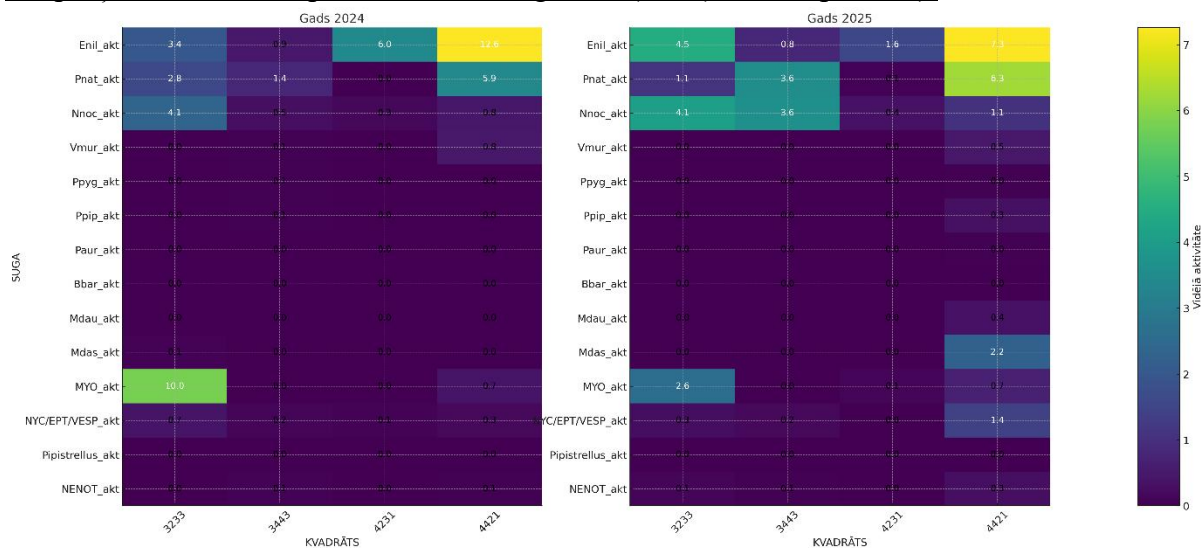
Ūdeņu naktssikspārnis ir ūdeņu ģenerālistu suga [12], kas sastopams virs dažādām ūdenstilpēm – dīķiem, ezeriem, upēm, grāvjiem u.c., kas labi atspoguļojas arī pēc monitoringā iegūtajiem biotopu izvēles datiem (32. attēls pa kreisi). Tam raksturīgs ātrs lidojums virs ūdens virsmas, kur tas ķer kukaiņus no ūdens virsmas ar pakaļkāju palīdzību. Novērots, ka visaktīvākais tas ir nakts pirmajā pusē (32. attēls pa labi).



32. attēls. Pa kreisi: ūdeņu naktssikspārņu pārlidojumu skaits stundā dažādos biotopu veidos pēc 2020.-2025. gada monitoringa datiem. Pa labi: pārlidojumu skaita sadalījums pa stundām pēc saulrieta 2020.-2025. gados.

## 2.10. Gada ietekme uz sikspārņu sugu daudzveidību un aktivitāti

Četriem no 2024. gada monitoringa programmā iekļautajiem kvadrātiem, tika veikta atkārtota apsekošana 2025. gadā, lai pārbaudītu vai šādas vienas nakts uzskaites atbilstoši monitoringa metodikai var būt reprezentatīvas un iegūtie dati - objektīvi. Pārskatu par abos gados konstatētajām vērtībām sniedz 33. attēls, ļaujot vizuāli salīdzināt izmaiņas starp gadiem un vietām. Lineārais jauktais modelis neuzrādīja statistiski nozīmīgas atšķirības kopējā sikspārņu aktivitātē starp 2024. un 2025. gadu,  $F(1, 43) = 0.15$ ,  $p = 0.70$ .



33. attēls. Sikspārņu sugu vidējā aktivitāte dažādos kvadrātos 2024. un 2025. gados. Krāsu intensitāte un skaitliskās vērtības parāda aktivitātes līmeņa atšķirības.

## KOPSAVILKUMS

1. Sikspārņu akustiskais fona monitorings ir veikts sešus gadus, 139 kvadrātos, 834 stacijās, iegūstot reprezentatīvu datus par biežāk sastopamo sikspārņu sugu izplatību un biotopu izvēli Latvijā. Katrā kvadrātā tika ierīkotas stacijas ar automātiskajiem reālā laika ultraskaņas detektoriem *Pettersson Elektronik D500X* sešos biotopu veidos: lapkoku mežos; skujkoku mežos; parkveida biotopos; pie liela izmēra ūdenstilpēm; pie maza izmēra ūdenstilpēm un apsaimniekotās lauksaimniecības zemēs.
2. Sešu gadu laikā identificētas 10 sikspārņu sugas. Latvijā biežākās novērotās sugas dilstošā secībā ir: ziemeļu sikspārnis, rūsganais vakarsikspārnis, Natūza sikspārnis, divkrāsainais sikspārnis, pigmejsikspārnis, diķu naktssikspārnis, brūnais garausainis, ūdeņu naktssikspārnis, pundursikspārnis 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. Sestā monitoringa sezona ļāva iegūt statistiski ticamus rezultātus par biežāk sastopamo sikspārņu sugu izplatību Latvijā: ziemeļu sikspārnis ir būtiski retāka suga Latvijas DA daļā; rūsganais vakarsikspārnis ZA daļā ir būtiski retāka suga, nekā pārējos reģionos; Natūza sikspārņa sastopamības biežums DA daļā ir zemāks nekā ZR daļā.
5. Sikspārņu relatīvās aktivitātes novērtēšanai sešos biotopu veidos Latvijā pēc sešu 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, Alisi Elksni. 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: 23.11.2025. 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://lva.gov.lv/faili/materiali/petijumi/2020/171/Vadlinijas\\_VES\\_siksparni\\_fin.pdf](https://lva.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., Zacher 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](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 bat species, *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, P.A. *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. 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.
27. Gallucci, M. (2019). *GAMLj: General analyses for linear models (Version 3.6.5)*. [jamovi module]. Retrieved from <https://gamlj.github.io/>.
28. Gallucci, M. (2020). *Model goodness of fit in GAMLj*.
29. Lüdecke, Ben-Shachar, Patil & Makowski (2020). *Extracting, Computing and Exploring the Parameters of Statistical Models using R*. CRAN.
30. Kaupuža R., Pētersons G. Sikspārņu akustiskais fona monitorings. Atskaite par 2024. gadu. Pieejams: <https://www.daba.gov.lv/lv/biologiskas-daudzveidibas-parskati>

## **Iesniegtie digitālie materiāli**

1. Atskaite\_akustiskais\_monitorings\_2025.docx - Monitoringa atskaite par 2025. gadu.
2. Datu\_formas\_akust\_monit\_2025.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\_2025.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\_2025.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.