



## VADLĪNIJAS VĒJA ELEKTROSTACIJU IETEKMES NOVĒRTĒŠANAI UZ SIKSPĀRŅIEM



Izstrādāja Latvijas Sikspārņu Pētniecības biedrība sadarbībā ar Latvijas Dabas aizsardzības pārvaldi

LVAF finansēts projekts Nr. 1-08/171/2020 “Vadlīniju izstrāde vēja parku teritoriju ietekmes uz sikspārņiem novērtēšanai”

Jelgava 2022

## Saturs

Mērķis .....	3
Ietekmes raksturojums – īss literatūras apskats .....	4
Likumdošana.....	5
Vēja elektrostaciju ietekmes uz sīkspārņiem novērtēšana .....	5
Pirms-būvēšanas novērtējums .....	6
Darbs ar kartēm un datu bāzēm (priekšizpēte) .....	6
Sīkspārņu izpēte dabā.....	8
Automātisko uzskaišu biežums .....	9
Detektoru tehniskie uzstādījumi un novietošana .....	10
Maršrutu uzskaites .....	10
Mītņu meklēšana.....	11
Citas metodes.....	11
Iegūto datu analīze un interpretēšana .....	11
Sugu noteikšana un to sastopamības biežums .....	11
Sīkspārņu sugu akustiskā aktivitāte .....	12
Sīkspārņu sugu sastopamības biežuma novērtējums .....	13
Sugu salīdzinājums pēc to apdraudētības .....	13
Aktivitātes novērtēšana dažādos biotopos .....	14
Aktivitātes sezonālās atšķirības .....	15
Nakts aktivitāte .....	15
Sīkspārņu risku novērtēšana un priekšlikumi to samazināšanai .....	15
Izmaiņas VES sākotnējā plānojumā .....	15
VES darbības ierobežojumi .....	15
Monitorings pēc VES darbības uzsākšanas .....	16
Akustiskais monitorings.....	16
Bojāgājušo sīkspārņu uzskaites un skaita novērtēšana .....	16
VES darbības ierobežojumu pārskatīšana .....	17
Literatūra.....	19
1. Pielikums.....	23

## Mērķis

Šo vadlīniju mērķis ir palīdzēt ekspertiem veikt potenciālās vēja elektrostaciju ietekmes uz sīkspārņiem novērtēšanu sauszemes teritorijās. Tās ir sagatavotas, pielāgojot EUROBATS “Vadlīnijas sīkspārņu novērtēšanai vēja parku projektos” (Rodrigues et al. 2014) un Eiropas Komisijas “Vadlīnijas par vēja enerģijas projektiem un ES dabas aizsardzības tiesību aktiem” Latvijas apstākļiem. Vadlīnijas var noderēt vēja enerģijas attīstītājiem, veicot sākotnējo vēja parku plānošanu, kā arī IVN procesā iesaistītajiem lēmumu pieņēmējiem.

## Ietekmes raksturojums – īss literatūras apskats

Vēja elektrostacijām (VES) var būt negatīva ietekme uz bioloģisko daudzveidību, kas izpaužas kā putnu un sikspārņu bojāeja sadursmēs ar VES rotoru spārniem un dabīgo biotopu iznīcināšana (Benno *et al.* 2021). Vēja elektrostacijas var negatīvi ietekmēt sikspārņus vairākos veidos:

1. Tieša bojāeja pēc sadursmes ar rotora spārniem vai gaisa spiediena strauju izmaiņu radīto barotraumu rezultātā (Baerwald *et al.* 2008; Cryan and Barclay 2009; Grodsky *et al.* 2011; Mäntöiu *et al.* 2020).
2. Mītņu vai barošanās biotopu izzušana, piemēram, izcērtot mežus VES un to infrastruktūras izbūves vajadzībām vai veicot citas ainavas izmaiņas, īpaši attiecībā uz koku un krūmu struktūrām (Frey-Ehrenbold *et al.* 2013; Kelm *et al.* 2014).
3. Sikspārņu pazemināta barošanās aktivitāte biotopos VES tuvumā to radītā traucējuma dēļ (Barré *et al.* 2018, Millon *et al.* 2015, Minderman *et al.* 2012; Minderman *et al.* 2017).

Bojāejas riski dažādām sugām atšķiras. Biežāka bojāeja novērota t.s. klajumu sugām, kas pielāgojušās medīt atstatu no kokiem, ēkām un citām struktūrām, savukārt t.s. meža sugas, kas pielāgojušās medīšanai tuvu struktūrām, piemēram, mežu iekšienē, ir zemāka bojāejas riska sugas VES kontekstā (Rydell *et al.* 2010a). Latvijā zem VES līdz šim atrasti četru sugu bojā gājuši sikspārņi – ziemeļu sikspārņi *Eptesicus nilssonii*, Natūza sikspārņi *Pipistrellus nathusii*, pigmejsikspārņi *Pipistrellus pygmaeus* un divkrāsainie sikspārņi *Vespertilio murinus* (Vintulis 2013; Rodrigues *et al.* 2014).

Sikspārņu potenciālais bojāejas risks atšķiras dažādos biotopos. Ja VES ir izvietotas mežos, tad apdraudētas ir gan zemu, gan augstu lidojošās sikspārņu sugas, savukārt klajumos novietotas VES ir drauds tikai augstu lidojošām sugām (Roemer *et al.* 2019).

Daudzi pētījumi liecina, ka VES piesaista sikspārņus (Guest *et al.* 2022). Kā iespējamie iemesli tiek minēti kukaiņu, t.i., barības objektu, koncentrēšanās rotora tuvumā (Rydell *et al.* 2010b, Rydell *et al.* 2016), dienas slēptuves meklējumi, pārošanās uzvedība (Cryan 2008; Cryan *et al.* 2014). Mežos kā papildus faktors, kas var piesaistīt sikspārņus, ir neliela izmēra klajumi (izcirtumi), kas tiek radīti VES torņu uzstādīšanas vietās (Kirkpatrick *et al.* 2017).

Zema sikspārņu aktivitāte plānotajās VES vietās nav garantija, ka bojāgājušo sikspārņu skaits būs zems pēc VES uzbūvēšanas un ekspluatācijas uzsākšanas, t.i. sikspārņu aktivitātes mērījumi VES ietekmes uz sikspārņiem novērtēšanas procesā ne vienmēr ļauj prognozēt bojāejas risku (Lintott *et al.* 2016; Richardson *et al.* 2021; Solick *et al.* 2020).

Sikspārņu bojāeja Eiropā galvenokārt novērota vasaras beigās un rudens migrācijas laikā (Dai *et al.* 2015, Rydell *et al.* 2010a). Sikspārņu bojāeja migrācijas laikā liecina par VES ietekmi uz ģeogrāfiski plašos reģionos (t.sk. citās valstīs) izplatītām migrējošo sugu populācijām, un parasti nav iespējams noteikt, kuru populāciju dzīvnieki iet bojā pie noteiktiem VES (Voigt *et al.* 2012; Lehnert *et al.* 2014). Kaut gan šādu pētījumu ir maz, ir pamats domāt, ka dabiskā mirstība migrācijas laikā sikspārņiem ir zema (Giavi *et al.* 2014), tādējādi VES var būt būtisks sikspārņu mirstību paaugstinošs faktors.

Līdz šim veiktie pētījumi par dažādu, piemēram, akustisku atbaidītāju izmantošanu sikspārņu atbaidīšanai, nav devuši pietiekami efektīvus un zinātniski pierādītus rezultātus (Bennet & Hale

2018; Gilmour *et al.* 2020; Huzzen *et al.* 2019; Romano *et al.* 2019; Weaver *et al.* 2020). Joprojām kā vienīgā metode sikspārņu aizsardzībai tiek izmantoti VES darbības ierobežojumi - tādi kā to darbības apturēšana vai palēnināšana (Behr *et al.* 2017; Hayes *et al.* 2019; NatureScot *et al.* 2021; Peterson 2021; Smallwood & Bell 2020).

## Likumdošana

Visas sikspārņu sugas ir aizsargājamas gan starptautiskajā, gan nacionālajā likumdošanā un uz tām attiecas vairākas starptautiskās konvencijas. Eiropā visas sikspārņu sugas iekļautas 1992. gada 21. maija Eiropas Padomes Direktīvas 92/43/EEK par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību (<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj/?locale=LV>) IV pielikumā; no Latvijas sugām dīķu naktssikspārnis *Myotis dasycneme* un Eiropas platausis *Barbastella barbastellus* iekļauti arī šīs direktīvas II pielikumā. Visas Eiropas sikspārņu sugas iekļautas arī 1979. gada Bonnas konvencijas par migrējošo savvaļas dzīvnieku sugu aizsardzību II pielikumā (<https://likumi.lv/ta/id/23095-par-1979gada-bonnas-konvenciju-par-migrejoso-savvalas-dzivnieku-sugu-aizsardzibu>); gandrīz visas Latvijā sastopamās sugas (izņemot pundursikspārni *Pipistrellus pipistrellus*) iekļautas arī 1979. gada Bernes konvencijas par Eiropas dzīvās dabas un dabisko dzīvotņu aizsardzību II pielikumā. Bonnas konvencijas paspārnē sikspārņu sugu aizsardzībai Eiropā izveidots arī īpašs Līgums par sikspārņu aizsardzību Eiropā (EUROBATS), kas attiecas uz visām Eiropā un arī Latvijā dzīvojošajām sikspārņu sugām (<https://www.eurobats.org/>). Latvijā sikspārņu sugu aizsardzību nosaka Sugu un biotopu aizsardzības likums (<https://likumi.lv/ta/id/3941-sugu-un-biotopu-aizsardzibas-likums>) un tam pakārtotie Ministru Kabineta 2000. gada 14. novembra noteikumi Nr.396 par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu (<https://likumi.lv/ta/id/12821-noteikumi-par-ipasi-aizsargajamo-sugu-un-ierobezoti-izmantojamo-ipasi-aizsargajamo-sugu-sarakstu>). Nacionālā likumdošana un starptautiskās konvencijas nosaka, ka sikspārņu nogalināšana vai traucēšana to vairošanās un ziemošanas mītnēs ir aizliegta, kā arī aizliegta to dzīvotņu un migrācijas ceļu iznīcināšana.

## Vēja elektrostaciju ietekmes uz sikspārņiem novērtēšana

Šīs vadlīnijas paredzētas VES negatīvās ietekmes uz sikspārņiem novērtēšanai sauszemes vēja parku projektos, kā arī sniedz ieteikumus negatīvo ietekmi mazinošiem pasākumiem. Mūsdienās arvien vairāk VES tiek būvētas arī jūrā, kur pirms-būvēšanas monitoringu veikt ir sarežģīti. EUROBATS vadlīnijās ieteikts izmantot automātiskos ultraskaņas detektorus, tos uzstādot uz esošām konstrukcijām jūrā, ja tādas ir pieejamas plānotā vēja parka apkārtnē. Tādas ir, piemēram, bākas un bojas. Ja šādu iespēju nav, tad atsevišķos gadījumos var izmantot pasažieru kuģus, kas naktīs kursē pētāmās teritorijas tuvumā. Akustiskie dati var palīdzēt noskaidrot sikspārņu sastopamības sezonalitāti un to ietekmējošos laika apstākļus – vēja stiprumu, vēja virzienu un gaisa temperatūru. Pēc-uzbūvēšanas monitoringā ir izmantojami ultraskaņas detektori, kas uzstādīti VES gondolās, savukārt sikspārņu bojāejas monitoringu praktiski nav iespējams veikt. Kopumā ir maz publicētu datu par jūras VES ietekmi uz sikspārņiem un attiecīgu detalizētu Latvijas vadlīniju izstrāde jūras teritorijām ir nākotnes uzdevums. Pēc šobrīd pieejamās informācijas jūras VES bīstamība attiecībā uz sikspārņiem ir mazāka, ja tās atrodas tālāk no krasta. Ja migrācijas laikā sikspārņi ir novēroti virs Baltijas jūras praktiski visur, kur tie ir pētīti, tad vairošanās laikā ir zināms, ka sikspārņi var baroties vismaz divu kilometru attālumā no krasta (Rodriguez *et al.* 2014).

## Pirms-būvēšanas novērtējums

Šī novērtējuma mērķis ir novērtēt VES izbūves un darbības iespējamo ietekmi uz sikspārņiem vēja parka teritorijā, kā arī identificēt vietas, kur sikspārņu bojāejas riski ir īpaši augsti. Novērtējumā tiek ietverti nosacījumi, ar kādiem VES darbību varētu īstenot, lai samazinātu to negatīvo ietekmi uz sikspārņiem

Šajā darba etapā ir divi posmi:

1. Karšu materiālu un vēsturisko sikspārņu datu izpēte un analīze
2. Lauku pētījumi plānotā vēja parka teritorijā

### Darbs ar kartēm un datu bāzēm (priekšizpēte)

Lai veiktu pilnvērtīgu plānotās teritorijas priekšizpēti un lauku darbu plānošanu, ekspertam no pasūtītāja jāsaņem karte ar plānoto VES izvietojumu ainavā un to ģeogrāfiskās koordinātes, informācija par VES augstumu un darbības jaudu megavatos, pievedceļu izbūvi, meža zemēs – paredzamo izcirtumu laukumu. Teritorijas novērtēšanā jāpievērš uzmanība sikspārņiem nozīmīgu barošanās biotopu, kā arī iespējamu pārlidojumu ceļu klātbūtnei. Ar pārlidojumu ceļiem jāsaprot gan sikspārņu regulāri izmantoti ceļi no dienas mītnēm uz barošanās vietām, gan migrācijas koridori, piemēram, jūras piekraste. Gadījumos, kad VES plānots novietot vietās, kur sagaidāma augsta sikspārņu aktivitāte, vēlams jau iepriekš brīdināt plānotājus par sagaidāmajiem riskiem.

Novērojumu staciju (ultraskaņas detektoru uzstādīšanas vietu) skaits atkarīgs no plānoto VES skaita, ainavas daudzveidības un vēja parka teritorijas platības lieluma. Tāpat jāņem vērā arī praktiskās ekspertu iespējas, ņemot vērā ultraskaņas detektoru salīdzinoši augstās cenas. Orientējošais novērojumu staciju skaits, kas nepieciešams priekšizpētes veikšanai, ir sekojošs:

- līdz 20-30 VES – 8 novērojumu stacijas;
- no 20 - 30 līdz 40 - 50 VES – 12 novērojumu stacijas;
- vairāk par 50 VES – 16 novērojumu stacijas.

Ekspertam, izpētot karšu materiālu, jāizvēlas provizoriskās novērojumu staciju jeb detektoru uzstādīšanas vietas. Jānovērtē, kādos biotopos plānotas VES un jāizveido biotopu klasifikators attiecīgajai ainavai. Zemāk minēts piemērs, kurā var veidot papildinājumus, vadoties pēc ainavas īpatnībām konkrētajā teritorijā (1.tabula).

## 1. tabula Sikspārņu barošanās biotopu klasifikators

<b>Biotops</b>	<b>Biotopa kods</b>	<b>Raksturojums</b>
Mežmala	ML	Līdz 100 m attālumā no meža
Meža klajums, izcirtums	MK	Vieta meža ieskaitā klajumā, kur attālums līdz mežmalai ir mazāks par 100 m
Mežs/lauks/ūdens	MLU	detektors laukmalā pie piekrastes meža joslas
Laukvidus	L	>100 m no struktūrām
Koks vai koku grupa laukvidū	LK	līdz 100 m attālumā
Ūdensmala	UM	līdz 100 m no klaja ūdens (gan stāvošs, gan tekošs)
Purvs	P	Klajš purvs >100 m no malas
Purvmala (mežs/purvs)	MP	Līdz 100 m attālumā no mežmalas vai citām kokaudzēm

Izmantojot klasifikatoru, jānovērtē katras VES atrašanās vietas atbilstība kādam no biotopu tipiem. Novērojumu stacijas jāsadala pa biotopu tipiem proporcionāli VES plānotajam sadalījumam. Piemēram, ja tiek plānots vēja parks ar 20 VES un 12 no tām plānotas klajumos, četras - klajumā netālu no mežmalas un četras – mežā, tad no astoņām novērojumu stacijām piecas jānovieto klajumā, viena vai divas - netālu no mežmalas un viena vai divas – mežā.

Novērojumu stacijas nav obligāti jāierīko precīzi VES plānotajā vietā. VES novietojums nereti tiek mainīts pēc sākotnējā atzinuma sagatavošanas. Turklāt parasti nav iespējams izvietot detektorus katrā no VES plānotajām vietām to lielā skaita dēļ. Īpaša situācija ir vēja parkos, kurus plānots būvēt mežos. Ja VES tiek ierīkota mežā, būvniecības sākumā tiks veidots izcirtums, kas būtiski maina sikspārņu barošanās un pārvietošanās apstākļus. Tāpēc lietderīgāk ir novērojuma staciju veidot un detektoru novietot jau esošā izcirtumā vai klajumā, nevis VES plānotajā vietā, kur biotops būvniecības procesā būtiski mainīsies.

Šajā darba etapā ekspertiem ir jāpārlicinās, vai plānotā vēja parkā vai tā tuvumā, vismaz 500 m attālumā no tuvākās VES, nav iepriekš zināmas sikspārņu vasaras koloniju mītnes, ziemošanas vai rudens spietošanas vietas. Šim nolūkam var izmantot Dabas aizsardzības pārvaldes dabas datu pārvaldības sistēmu “Ozols”, kā arī konsultēties ar citiem sikspārņu ekspertiem un speciālistiem, kas ir veikuši pētījumus vai monitoringu šajā teritorijā. Izmantojot datu bāzi “Ozols”, meklētājā jāpārbauda katras sikspārņu sugas atradnes veids un novērošanas gads un datums. Lidojošu sikspārņu novērojumi ar ultraskaņas detektoru palīdzību nav uzskatāmi par drošu norādi uz to vasaras mītnēm plānotajā vēja parka teritorijā. Nakts laikā sikspārņi var veikt lielus attālumus no dienas slēptuvēm uz barošanās vietām. Pētāmajā teritorijā novēroto sikspārņu dienas mītnes var atrasties ārpus tās. Ja tiek atrasta sikspārņu mātīšu kolonijas mītne vai sikspārņu ziemošanas vai spietošanas mītne, tad jāierosina to tuvumā, t.i., līdz 500 m attālumā esošās VES, plānot citā vietā vai atteikties no tām.

Ekspertam jāpārlicinās, vai VES nav plānotas sikspārņiem īpaši augsta riska teritorijās vai biotopos, kur sagaidāma augsta sikspārņu koncentrēšanās un līdz ar to stingrāki VES darbības ierobežojumi:

1. Baltijas jūras rietumu piekraste no Kolkas līdz Lietuvas robežai un Rīgas līča austrumu piekraste no Igaunijas robežas līdz Rīgai. Rudens migrācijas laikā šajās teritorijās vērojama

sikspārņu koncentrēšanās krasta tuvumā. VES uzstādīšana nav pieļaujama piekrastes joslā līdz 2 km no jūras krasta Latvijas rietumu piekrastē no Kolkas raga līdz Lietuvas robežai un līdz 1 km attālumā no krasta Rīgas līča rietumu piekrastē no Igaunijas robežas līdz Rīgai.

2. Ūdenstilpes. Līdzšinējie sikspārņu aktivitātes pētījumi Latvijā vasaras laikā liecina, ka ūdenstilpju krastos novietotos detektoros sikspārņu reģistrētā aktivitāte vasarā ir caurmērā 5-20 reizes augstāka nekā sauszemes biotopos. Ar ūdenstilpēm šeit domāti stāvoši ūdeņi – ezeri, dīķi, karjeri, uzpludinājumi > 0,1 ha platībā un tekoši ūdeņi - upes, kanāli, kas ir plataki par 5 m. VES uzstādīšana nav pieļaujama tuvāk par 100 m no šādu ūdenstilpju krasta.

3. Meži – nozīmīgs sikspārņu biotops – gan dienas mītnes koku dobumos, plaisās, gan barošanās biotopi. VES augsta riska sugas izmanto dažāda izmēra klajumus, kā izcirtumus, lauces, meža ceļus un stigas jeb t.s. “mežmalas” biotopus. Izveidojot klajumu (izcirtumu) VES uzstādīšanai, tiek radīts ekoloģiskais slazds – sikspārņiem pievilcīga barošanās vieta vienlaikus ar augstu bojāejas risku pie darbojošās VES spārņiem. Attiecīgi VES attīstītājiem meža zemēs jārēķinās ar lielākiem vēja ģeneratoru darbības ierobežojumiem nekā VES, kas tiek būvētas atklātā ainavā. EUROBATS vadlīnijas nosaka, ka VES nedrīkst būtēt mežos, kā izņēmumu minot Ziemeļeiropas valstis ar augstu meža zemju īpatsvaru. VES izvietošana nav pieļaujama īpaši aizsargājamās mežu teritorijās. VES jāplāno ne tuvāk kā 100 m no mežmalām.

EUROBATS rekomendācijās ieteikts ievērot vismaz 200 m attālumu starp VES un sikspārņiem īpaši nozīmīgām vietām, kā piemēram mežmalām, tomēr šo attālumu zinātniskā pamatotība tiek arī apšaubīta (Scottish Natural Heritage, 2021). Šī projekta ietvaros veiktajā pētījumā tika salīdzināta sikspārņu aktivitāte 0-200 m attālumā no ūdenstilpes un mežmalas, taču negatīva korelācija netika konstatēta, t.i., neizdevās iegūt zinātnisku pamatojumu 200 m buferjoslai starp mežmalu vai ūdenstilpi un VES būvniecības vietu. Vienlaikus tika konstatēta salīdzinoši augstāka sikspārņu aktivitāte gan mežmalā, gan ūdenstilpes krastā (1. pielikums). Ņemot vērā vispārzināmo ūdenstilpju un mežmalu īpašo nozīmi augsta riska sikspārņu sugām, iesakām ievērot vismaz 100 m platu buferjoslu ap tām. Šos attālumus mēra no VES turbīnas viduspunkta līdz attiecīgajai struktūrai.

### Sikspārņu izpēte dabā

Sikspārņu pētījumiem plānotā vēja parka teritorijā ir mērķis noskaidrot, kādi ir potenciālie apdraudējumi sikspārņiem VES izbūves un ekspluatācijas laikā un izstrādāt ieteikumus negatīvās ietekmes samazināšanai. Šī mērķa sasniegšanai ir veicami sekojoši uzdevumi:

1. Noskaidrot teritorijā sastopamo sikspārņu sugu sastāvu un to sastopamības biežumu;
2. Izpētīt sikspārņu sugu aktivitāti dažādos biotopos un dažādos to aktīvā gada cikla periodos no pavasara līdz rudenim;
3. Noskaidrot, vai vēja parka teritorijā vai tās tuvumā nav ēkas ar sikspārņu vasaras kolonijām vai nozīmīgas to ziemošanas vai spietošanas vietas.

Pirmo divu uzdevumu īstenošanai kā pamata metode izmantojama lidojošu sikspārņu pārlidojumu reģistrēšana ar ultraskaņas detektoru palīdzību. Pētāmajā teritorijā jāizvieto automātiskie reālā laika ultraskaņas detektori, kas reģistrē sikspārņu pārlidojumus skaņu failu veidā bez cilvēka klātbūtnes. Gadījumos, kad vēja parka teritorija ir pārāk liela, lai ar izvēlētajām uzskaišu stacijām varētu iegūt pilnvērtīgus datus par sikspārņu sastopamību, jāveic arī maršrutu uzskaites. Maršrutu uzskaitēs var izmantot gan automātiskos detektorus, gan



rokas detektorus. Sikspārņu iespējamo vasaras koloniju meklēšanu visefektīvāk veikt dienas laikā, apsekojot vēja parka plānotajā teritorijā un tās tuvumā esošās ēkas.

#### Automātisko uzskaišu biežums

Sikspārņu akustiskajam monitoringam jāatvēr pilna sikspārņu gada aktīvā sezona un tam jāvelta pietiekams nakšu skaits. Ar sikspārņu aktīvo sezonu šeit jāsaprot laiku no ziemas guļas beigām pavasarī līdz ziemošanas sākumam rudenī to sugu sikspārņiem, kas pārziemo Latvijā, piemēram visu sugu naktssikspārņiem, ziemeļu sikspārņim, brūnajam garausainim un Eiropas platausim. Savukārt to sugu sikspārņiem, kuri veic tālas sezonālas migrācijas, kā Natūza sikspārņim, pigmejsikspārņim, rūsģanajam vakarsikspārņim un daļēji divkrāsainajam sikspārņim, ar aktīvo sezonu saprotam laiku no ierašanās pie mums pavasarī līdz aizceļošanai rudenī. Jāņem vērā, ka daļa no migrējošo sugu sikspārņiem Latvijas teritorijā ir caurceļotāji ceļā uz vairošanās vietām ziemeļaustrumu virzienā pavasarī un dienvidrietumu virzienā rudenī. Šis periods ir atšķirīgs dažādām sugām un to ietekmē laika apstākļi, īpaši pavasarī. Sikspārņu aktivitāte var būt atšķirīga dažādos sezonas laikos, kā arī atsevišķās naktīs. Latvijas klimata apstākļos sikspārņu aktivitātes pētījumus jāveic vismaz no maija līdz septembra beigām. Uzskaitēm jāizvēlas pietiekami siltas naktis, kad gaisa temperatūra saulrieta laikā ir virs 10<sup>0</sup> C un nav nokrišņu. Minimālais uzskaišu nakšu skaits vēja parkos ar VES skaitu līdz 20 vienībām ir 14 naktis, kur katrā naktī uzskaites tiek veiktas 4 novērojumu stacijās, kopā pa divām naktīm 8 stacijās. Vēja parkos ar 21-30 VES uzskaitēm jāvelta 14 naktis, ja katrā naktī var nodrošināt uzskaites 6 novērojumu stacijās vai 21 nakts, ja katrā naktī uzskaites tiek veiktas 4 novērojumu stacijās. Lielākos vēja parkos ar vairāk kā 30 VES uzskaitēm ieteicams plānot 21 nakti, ja katrā naktī tiek veiktas uzskaites 5 novērojumu stacijās vai 28 naktis, ja katrā naktī tiek izmantotas 4 novērojumu stacijas (2.tabula).

2. tabula Rekomendējošs uzskaišu nakšu un novērojumu staciju skaits un uzskaišu sezonālais sadalījums atkarībā no VES skaita pētāmajā teritorijā

Laika periods	1-20 VES		21-30 VES		>30 VES	
	Naktis	Stacijas	Naktis	Stacijas	Naktis	Stacijas
Maijs	2	8	2-3	12	3-4	15-16
Jūnijs	2	8	2-3	12	3-4	15-16
Jūlijs	2	8	2-3	12	3-4	15-16
1.-15. augusts	2	8	2-3	12	3-4	15-16
16.-31. augusts	2	8	2-3	12	3-4	15-16
1.-15. septembris	2	8	2-3	12	3-4	15-16
16.-30. septembris	2	8	2-3	12	3-4	15-16
Kopā	14	8	14-21	12	21-28	15-16

Iepriekš norādītais uzskaišu nakšu skaits atkarībā no VES skaita plānotajā vēja parkā ir uzskatāms par rekomendējošu. Ekspertam jāņem vērā arī kopējā vēja parka platība un ainavas daudzveidība tā teritorijā. Viendabīgākā ainavā, to pamatojot, var iztikt ar mazāku uzskaišu staciju skaitu un savukārt daudzveidīgākā ainavā nepieciešams lielāks staciju skaits.

Ieteicams nodrošināt vismaz viena automātiskā detektora nepārtrauktu darbību pētāmajā teritorijā visu sikspārņu aktīvo sezonu no 1. maija līdz 30. septembrim. Šāda veida uzskaites sniegs precīzākus datus par sikspārņu aktivitātes sezonālajām izmaiņām. Šajā gadījumā rūpīgi

jāizvēlas detektora uzstādīšanas vieta no drošības viedokļa. Ieteicams detektoru un tam pievienoto akumulatoru ievietot kastē, piemēram, imitējot putnu būri. Ne retāk kā reizi divās nedēļās jāpārbauda detektoru un nepieciešamības gadījumā jānomaina tā akumulatoru vai atmiņas kartes.

#### Detektoru tehniskie uzstādījumi un novietošana

Automātiskajām uzskaitēm jāizmanto reālā laika ultraskaņas detektorus. Tiem jāuzstāda darbības laiku no saulrieta līdz saullēktam. Pārējiem tehniskajiem iestatījumiem jābūt nemainīgiem visā pētījuma laikā. Latvijā līdz šim sikspārņu pētījumos vēja parku projektos galvenokārt izmantoti viena modeļa – Pettersson Elektronik D-500X detektori. Viena veida detektoru un standartizētu tehnisko iestatījumu pielietošanai ir priekšrocība, ka savstarpēji var salīdzināt sikspārņu aktivitātes rādītājus dažādās pētījuma vietās un dažādos biotopos. Latvijā ultraskaņas detektoru D-500X standartizētie iestatījumi apkopoti 3. tabulā.

3. tabula Automātisko ultraskaņas detektoru Pettersson Elektronik D-500 svarīgākie tehniskie uzstādījumi

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

Automātiskajām uzskaitēm eksperti var izmantot arī citu ražotāju un modeļu reālā laika detektorus un citus iestatījumus. Šajā gadījumā eksperts varēs salīdzināt sikspārņu aktivitāti dažādos biotopos un dažādos sezonas laikos pētāmajā teritorijā, taču nevarēs salīdzināt sikspārņu aktivitāti ar citām pētītām teritorijām, kurās izmantota cita veida aparatūra un atšķirīgi tehniskie iestatījumi.

Izpētes rezultātus var ietekmēt detektoru tehniskais stāvoklis, piemēram, mikrofonu kvalitāte. Pirms katras sezonas nepieciešama ultraskaņas detektoru pārbaude, veicot vienlaicīgus ierakstus dabā vai izmantojot mākslīgus ultraskaņas signālus. Nepieciešamības gadījumā jānomaina bojātos mikrofonus detektoriem, kuru jūtīgums ir samazinājies.

Kvalitatīvu ierakstu veikšanai ieteicams detektorus novietot vismaz 2 m augstumā, piemēram, uz trijkāja. Praksē gan bieži šāda aparatūras eksponēšana saistīta ar drošības riskiem un detektorus nākas maskēt, piemēram, novietojot uz zemes un apsedzot ar sūnām, zāli u.tml. Šajā gadījumā jāreķinās ar zemāku ierakstu kvalitāti, jo apkārtējais substrāts veido skaņas signālu atbalsis. Gadījumos, kad pētāmajā teritorijā ir pieejami meteoroloģiskie masti vai uguns novērošanas torņi, ieteicama ir detektoru novietošana uz tiem iespējami lielākā augstumā.

Pirms detektoru uzstādīšanas jāpārlicinās, vai to baterijām ir pietiekams strāvas spriegums un vai to atmiņas kartēs ir pietiekoši daudz vietas ierakstiem.

#### Maršrutu uzskaites

Maršrutu uzskaites sniedz papildus datus par sikspārņu sugu sastopamību pētāmajā teritorijā. Tās ir īpaši svarīgas lielās teritorijās. Ja teritorijas ainava ir daudzveidīga, vēlams izveidot

atšķirīgus maršrutus, piemēram pirmajā uzskaišu naktī veikt maršrutu pa mežainu apvidu, otrā naktī – klajās vietās. Maršrutu uzskaites veic naktīs, kad notiek sikspārņu uzskaites ar automātiskajiem detektoriem. Uzskaites veicamas nakts laikā, kad sikspārņu aktivitāte ir visaugstākā, t.i., nakts sākumā. Uzskaiti jāsāk 1-1,5 stundu pēc saulrieta, t.i., klajākās vietās vēlāk, noēnotās vietās, piemēram, mežos - agrāk. Maršruta uzskaites ilgums ir 1,5-2 stundas. Maršrutu uzskaites var veikt no braucošas automašīnas vai pārvietojoties kājām. Braucot ar automašīnu var izmantot detektoru, kuram ir ārējs, ar kabeli savienots mikrofons. Mikrofonu var piestiprināt automašīnas ārpusē. Var izmantot gan automātisko detektoru, gan rokas detektoru ar ieraksta iespējām. Gadījumos, kad sikspārņu pārlidojumu reģistrēšanu traucē braucošas mašīnas radītie trokšņi, var veikt uzskaites maršruta punktus. Punkti maršrutā tiek izvēlēti ar noteiktiem intervāliem un katrā punktā uzskaitē tiek veikta vienādu laiku, piemēram, 5 vai 10 minūtes. Šajā gadījumā stāvošai automašīnai tiek izslēgts dzinējs un pēc tam aktivizēts detektors. Arī kājām veiktajā maršrutā var veikt vai nu nepārtrauktu uzskaiti, vai uzskaiti punktos.

#### Mītņu meklēšana

Prioritāte ir sikspārņu vairošanās koloniju mītņu meklēšana ēkās. Tā kā VES būvniecība Latvijā nav atļauta tiešā ēku tuvumā, ekspertam, visticamāk, jāpārbauda ēkas ārpus plānotā vēja parka robežām. Ēku pārbaudi ieteicams veikt sikspārņu vairošanās laikā – jūnijā un jūlijā. Pārbaudes laikā jācenšas tikties ar ēku īpašniekiem un jānoskaidro, vai viņiem nav zināmas sikspārņu uzturēšanās vietas ēkās, kā arī jānovērtē ēkas pēc sikspārņu apdzīvotības pazīmēm, piemēram, ekskrementiem uz ēku ārsienām. Apsekošanas laikā jānoskaidro, vai māju pagrabos nav iepriekš novēroti ziemojoši sikspārņi. Sikspārņi kā vasaras mītnes bieži izmanto arī koku dobumus, plaisas un spraugas aiz atkārušās mizas. Atšķirībā no vairošanās koloniju mītnēm ēkās, slēptuves kokos sezonas laikā sikspārņi bieži maina. To noskaidrošana pētāmajā teritorijā ir nozīmīga, taču darbietilpīga un ne vienmēr iespējama.

#### Citas metodes

Dažos gadījumos ieteicams izmantot vēl citas metodes, lai iegūtu precīzākus datus. Piemēram, gadījumos, ja plānotā vēja parka teritorijā vai tai tuvā apkārtnē ir atrasta augsta vai vidēja riska sikspārņu sugas (skatīt 5.tabulu) vasaras koloniju mītne, ieteicams izmantot telemetrijas metodi, aprīkojot ar raidītājiem vairākus kolonijas dzīvniekus un izsekojot to pārvietošanos un biotopu izmantošanu nakts laikā. Citas iespējamās metodes ir termokameru un infrasarkanu kameru izmantošana lidojošu sikspārņu novērošanai.

#### legūto datu analīze un interpretēšana

##### Sugu noteikšana un to sastopamības biežums

Automātiskajos detektoros uzkrāto skaņu failu analīzi jāveic ar skaņu analīzes datoprogrammām. Ieteicams analīzi veikt manuāli, t.i., katru failu izvērtējot ekspertam. Ja analīzi uztic automātiskajām noteikšanas programmām, to rezultātiem jāpieiet kritiski. Parasti šīs programmas veidotas dažādu ģeogrāfisko reģionu sugām, no kurām daļa Latvijā nav sastopamas. Ja noteikšanas rezultātu tabulās parādās pie mums neesošas vai ļoti retas sugas, attiecīgos failus vēlreiz jāpārbauda manuāli.

Katrā failā jānosaka sikspārņu suga vai sugu grupa un katrai no tām - pārlidojumu skaits. Paraugu datu sakārtošanai Excel tabulā:

Stacija	Biotops	Periods	Faila Nr	Datums	Plkst	Stunda pēc		Nakts garums			
						saulrieta	min	Pnat	Enil	MYO	Kopā
D7	L	VI	M00033	14.06.2020	00:54	2	376	1	1		2
D5	ML	VII	M00017	14.07.2020	01:34	3	406			1	1

Gadījumos, kad sugas noteikšana nav pietiekoši droša, pārlidojumus jāattiecina uz sugu grupām.

### **Sugu grupa naktssikspārņi *Myotis***

Parasti līdz sugai droša noteikšana nav iespējama naktssikspārņu ģints *Myotis* sugām, izņemot dīķu naktssikspārni *Myotis dasycneme*. Pie sugu grupas *Myotis* pieder četras sugas – ūdeņu naktssikspārnis *M. daubentonii*, Branta naktssikspārnis *M. brandtii*, bārdainais naktssikspārnis *M. mystacinus* un Naterera naktssikspārnis *M. nattereri*. Dīķu naktssikspārnis ir viegli nosakāms gadījumos, kad tas izdod savai sugai specifiskus un no citiem naktssikspārņiem atšķirīgus ehokācijas saucienus, bet nereti tā saucieni ir līdzīgi citu naktssikspārņu saucieniem un tad tos jāattiecina uz sugu grupu *Myotis*

### **Sugu grupa Niktaloīdi**

Pie šīs grupas pieskaita vakarsikspārņu ģinti *Nyctalus*, kura Latvijā pārstāvēta ar divām sugām – mazo vakarsikspārni *N. leisleri* un rūsgano vakarsikspārni *N. noctula*, *Eptesicus* ģinti, Latvijā divas sugas – ziemeļu sikspārnis *E. nilssonii* un platspārnu sikspārnis *E. serotinus* un *Vespertilio* ģinti ar vienu sugu Latvijā – divkrāsaino sikspārni *V. murinus*. Šīm sugām ir raksturīgi gan sugai specifiski ehokācijas saucieni, kad to noteikšana ir droša un saucieni, pēc kuriem sugas noteikšana nav pietiekami droša.

### **Sugu grupa Sikspārņi (nenoteiktie)**

Dažos gadījumos var būt grūtības ierakstītos ultraskaņas saucienus droši pieskaitīt kādai no sugu grupām vai sugai. Šāda problēma var rasties sliktas kvalitātes ierakstos, vai arī izvērtējot retāk sastopamus t.s. sociālos saucienus. Šajos gadījumos ieteicams šo ierakstu attiecināt uz nenoteiktajiem sikspārņiem.

### **Sikspārņu sugu akustiskā aktivitāte**

Svarīgi apzināties, ka ar ultraskaņas detektoriem parasti nevar noteikt sikspārņu skaitu, kas ir ielidojuši detektora uztveršanas zonā, jo viens un tas pats indivīds var apmeklēt šo teritoriju atkārtoti. Sikspārņu indivīdu skaitu akustiskajos pētījumos aizstāj ar t.s. aktivitātes indeksu. Šajā gadījumā rezultātu interpretācija balstās uz pieņēmumu, ka lielāka indivīdu skaita gadījumā sikspārņu aktivitāte būs augstāka, t.i. starp indivīdu skaitu un aktivitātes indeksu pastāv pozitīva korelācija. Aktivitātes indeksu var aprēķināt dažādi:

1. Nosakot sikspārņu pārlidojumu skaitu laika vienībā. Ar pārlidojumu parasti saprot vismaz divu secīgu ehokācijas saucienu vai signālu virkni vienā ieraksta failā. Vienā failā var būt arī vienlaikus vairāki pārlidojumi, ja detektora uztveršanas zonā vienlaikus uzturējušies vairāki sikspārņi. Nav ieteicams par laika vienību izmantot nakti, jo nakts garums vasaras laikā mainās. Līdz šim Latvijā veiktajās sikspārņu izpētēs par aktivitātes indeksu izmantots pārlidojumu skaits stundā.

2. Ierakstu jeb failu skaitu laika vienībā, neņemot vērā atsevišķu pārlidojumu skaitu failā. Šajā gadījumā aktivitātes indekss ir mazāks nekā 1. metodes gadījumā, jo tiek ignorēti gadījumi, kad vienā ierakstu failā reģistrēti vairāki sikspārņi

3. Atsevišķu ehokācijas signālu skaits laika vienībā. Ehokācijas signālu saskaitīšana ir ļoti darbietilpīga, ja ierakstu analīzi veic manuāli. Šajā gadījumā jāizmanto automātiskās skaņu analīzes programmas. Jāņem vērā, ka uz ehokācijas saucienu skaitu balstīts aktivitātes

indekss būs paaugstināts sugām, kurām ir īsāki saucieni ar biežākiem atkārtojumiem, piemēram naktssikspārņiem. Tāpat augstāka akustiskā aktivitāte sikspārņiem tiks konstatēta slēgtākos biotopos, kur lidojot tuvu kokiem vai citām struktūrām sikspārņi saīsina eholokācijas saucienu garumu un paātrina to ritmu.

4. Laika intervālu skaitu naktī, kuros suga konstatēta. Šī metode izmantojama gadījumos, kad augstu aktivitātes indeksu noteikusi viena vai dažu sikspārņu nepārtraukta uzturēšanās detektora tuvumā salīdzinoši neilgu nakts laiku. Tādā veidā tiek reģistrēts liels sikspārņu pārlidojumu skaits ierobežotā laikā, kamēr nakts lielākajā daļā sikspārņu aktivitāte ir nulle.

#### Sikspārņu sugu sastopamības biežuma novērtējums

Sikspārņu sugas vai sugu grupas detektorā reģistrēto pārlidojumu skaits nav uzskatāms par tiešu sugas sastopamības biežuma rādītāju. Sikspārņu sugas atšķiras pēc to ultraskaņas saucienu amplitūdas jeb “skaļuma”, kā arī pēc to eholokācijas saucienu frekvencēm. Sugas ar augstāku saucienu amplitūdu detektoru mikrofonu uztver no lielāka attāluma nekā sugas ar zemāku saucienu amplitūdu. Savukārt zemākas frekvences saucieni savukārt izplatās telpā tālāk nekā augstākas frekvences saucieni, kas gaisā ātrāk absorbējas. Franču sikspārņu akustikas pētnieks Mihaels Baratauds (Barataud, 2015) iesaka izmantot sugām specifiskus eholokācijas saucienu uztveršanas koeficientus sugu aktivitāšu savstarpējai salīdzināšanai (4. tabula).

4. tabula Latvijā sastopamo sikspārņu sugu eholokācijas saucienu uztveršanas attālumi atklātā ainavā un uztveršanas koeficienti pēc Barataud, 2015 un Rodrigues et al. 2014 un sastopamības biežums

Sikspārņu latīniskais nosaukums	sugas	Uztveršanas attālums	Uztveršanas koeficients	Sastopamības biežums
<i>Nyctalus noctula</i>		100	0,25	Bieži
<i>N. leisleri</i>		80	0,31	Reti
<i>Vespertilio murinus</i>		50	0,5	Diezgan reti
<i>Eptesicus nilssonii</i>		50	0,5	Ļoti bieži
<i>E. serotinus</i>		40	0,71	Reti
<i>Pipistrellus nathusii</i>		30	0,83	Ļoti bieži
<i>P. pipistrellus</i>		30	0,83	Reti
<i>P. pygmaeus</i>		25	1	Diezgan reti
<i>Barbastella barbastellus</i>		15	1,7	Reti
<i>Myotis dasycneme</i>		20	1,2	Diezgan reti
<i>M. daubentonii</i>		15	1,7	Bieži
<i>M. brandtii</i>		10	2,5	Diezgan reti
<i>M. mystacinus</i>		10	2,5	Reti
<i>M. nattereri</i>		15	1,7	Reti
<i>Plecotus auritus</i>		5	5	Bieži

#### Sugu salīdzinājums pēc to apdraudētības

Pētāmās teritorijas sikspārņu faunu jānovērtē arī pēc sikspārņu sugu apdraudētības pakāpes, proti, vai teritorijā konstatētās sugas pieder pie augsta, vidēja vai zema riska sugām attiecībā pret VES (5. tabula). Apkopotie statistikas dati par Eiropas sikspārņu sugu bojāeju pie VES

liecina, ka īpaši apdraudētas ir t.s. klajumu sugas, kuras pēc savas spārnu morfoloģijas un eholoģijas saucienu veida ir pielāgojušās medīt atklātās vietās attālu no dažādām ainavas struktūrām (Rodriguez et al. 2014). Latvijas faunā pie šīs grupas pieder trīs ģinšu - *Nyctalus*, *Vespertilio* un *Pipistrellus* sikspārņi. Savukārt t.s. “biezokņu” sugas pielāgojušās medīšanai slēgtos biotopos, tuvu struktūrām kā kokiem, zemes vai ūdens virsmai. Pie šīs sikspārņu grupas pieder naktssikspārņu *Myotis* ģints sikspārņi un brūnie garausaiņi *Plecotus auritus*.

5.tabula Sikspārņu sugu iedalījums pēc to bojāejas riska pakāpes pie vēja elektrostacijām

Augsts risks	Vidējs risks	Zems risks
<i>Nyctalus noctula</i> <i>N. leisleri</i> <i>Vespertilio murinus</i> <i>Eptesicus nilssonii</i> <i>Pipistrellus nathusii</i> <i>P. pipistrellus</i> <i>P. pygmaeus</i>	<i>Eptesicus serotinus</i> <i>Barbastella barbastellus</i> <i>Myotis dasycneme</i>	<i>Myotis daubentonii</i> <i>M. brandtii</i> <i>M. mystacinus</i> <i>M. nattereri</i> <i>Plecotus auritus</i>

Aktivitātes novērtēšana dažādos biotopos

Viens no VES ietekmes uz sikspārņiem pētījuma mērķiem ir prognozēt, pie kurām no plānotajām VES ir augstāks sikspārņu bojāejas risks un pie kurām tas sagaidāms zems. Parasti plānotais VES skaits vēja enerģijas attīstītāju projektos ir pārāk liels, lai veiktu sikspārņu izpēti katras VES teritorijā.

Datu analīzē katrai novērojumu stacijai jāaprēķina katras sugas, sugu grupas un visu sikspārņu kopējo vidējo aktivitāti. Pēc tam aprēķina vidējo aktivitāti katru biotopu tipu reprezentējošām stacijām. Rezultātā tiek iegūti dati par relatīvo sikspārņu aktivitāti dažādos biotopos. Attiecīgi VES potenciālās ietekmes uz sikspārņiem vērtējumā var prognozēt, kādos biotopos izvietotās VES būs ar augstāku sikspārņu bojāejas risku un kādos – ar zemāku. Attiecīgi tām var piemērot atšķirīgus VES darbības sākotnējos ierobežojumus.

Gadījumā, ja eksperts izmantojis automātiskos detektorus Pettersson Elektronik D-500X ar citos projektos standartizētiem tehniskajiem uzstādījumiem, iegūtos rezultātus var salīdzināt visas Latvijas ainavas kontekstā. Šobrīd Latvijas sikspārņu ekspertiem ir pieejami sikspārņu aktivitātes mērījumi no 12 dažādām vēja parku teritorijām un 728 detektornaktīm. Aktivitāšu raksturojumam var izmantot kvartīlu vai procentīlu metodi. Kā piemēru šeit var apskatīt aktivitāšu indeksu novērtējumu 12 dažādām teritorijām Latvijā (6. tabula). Līdzīgi var izveidot salīdzināšanas tabulas dažādu biotopu un dažādu sikspārņu sugu aktivitāšu savstarpējai salīdzināšanai.

6. tabula Trīs sugu sikspārņu akustiskās aktivitātes (pārlidojumu skaits stundā) līmeņi pēc kvartīlu metodes 12 pētītām teritorijām Latvijā. Izmantoti automātiskie detektori Pettersson Elektronik D-500X ar standartizētiem tehniskiem uzstādījumiem. Apzīmējumi: Enil – ziemeļu sikspārnis, Pnat-Natūza sikspārnis, Nnoc-rūsģanaiss vakarsikspārnis.

	Aktivitātes līmenis	Enil	Pnat	Nnoc	Visas sugas
1. kvartīle	zema	0.75	0.07	0.05	1.16
2. kvartīle	vidēja-zema	1.32	0.10	0.10	2.01
3. kvartīle	vidēja-augsta	1.76	0.31	0.28	2.66
4. kvartīle	augsta	2.73	3.20	0.61	6.42

Pieaugot teritoriju skaitam, kurās veikta šādi standartizēta sikspārņu akustiskās aktivitātes izpēte, aktivitāšu līmeņu skaitliskās vērtības mainīsies, iegūstot arvien augstāku precizitāti.

#### Aktivitātes sezonālās atšķirības

Atzinuma svarīga sastāvdaļa ir ne tikai risku novērtēšana telpiskā kontekstā, bet arī laika ziņā, proti, kurās sezonās (mēnešos) sagaidāma augstāka sikspārņu aktivitāte un līdz ar to augstāks bojāejas risks un kuros laikos bojāejas risks ir zems. Aktivitātes sezonālo analīzi jāveic sikspārņiem kopumā, kā arī biežāk novērotajām sugām, īpašu uzmanību pievēršot augsta apdraudētības riska sugām. Aktivitātes sezonālitate ekspertam sniedz pamatojumu noteikt laika periodu, kad nepieciešami ierobežojumi VES darbībai.

#### Nakts aktivitāte

Nakts aktivitātes analīzi veic, sadalot novēroto pārlidojumu skaitu pa nakts stundām, sākot ar pirmo stundu pēc saulrieta. Rezultāti ļauj noteikt sikspārņu aktivitātes kopējo periodu, kā arī atšķirības to aktivitātē nakts gaitā. Parasti gan sikspārņi ir aktīvi visu nakti. Nosakot VES darbības ierobežojumus, svarīgi ir noteikt laiku pēc saulrieta, kad novērojami visagrākie sikspārņi, un laiku pirms saullēkta, kad novēroti pēdējie aktīvie sikspārņi.

#### Sikspārņu risku novērtēšana un priekšlikumi to samazināšanai

Šajās vadlīnijās galvenā uzmanība pievērsta sikspārņu bojāejas risku samazināšanai. Tomēr jāņem vērā, ka VES būvniecība var iznīcināt arī sikspārņiem nozīmīgas vasaras mītnes, īpaši, ja VES tiek plānotas mežos. Tāpat ir pieejami pētījumi par to, ka vēja parku apkārtnē sikspārņu barošanās biotopos to aktivitāte zemāka, nekā tā bija pirms vēja parku izveides.

Risku novērtēšanu jābalsta uz pētījumā iegūtajiem sikspārņu aktivitātes datiem, pieņemot, ka vietās ar augstu sikspārņu aktivitāti sagaidāma biežāka to bojāēja pie darbību uzsākušām VES.

#### Izmaiņas VES sākotnējā plānojumā

VES plānojumā ierosināmas izmaiņas gadījumos, ja tiek konstatēta īpaši augsta sikspārņu aktivitāte kādā no uzskaišu stacijām vai kādā no maršrutiem. Svarīgi, lai augsta aktivitāte būtu novērota visas nakts laikā vai vairākās uzskaitēs un biotops atbilstu sikspārņiem nozīmīgām barošanās vietām.

#### VES darbības ierobežojumi

Līdz šim vienīgā efektīvā metode sikspārņu bojāejas samazināšanai pie VES ir tās rotoru darbības apturēšana vai palēnināšana nakts laikā noteiktos sezonas laikos un pie noteiktiem meteoroloģiskajiem apstākļiem. Parasti sikspārņu paaugstināta aktivitāte tiek novērota vasaras beigās un rudenī, t.i. rudens sezonālo pārlidojumu periodā, taču šo periodu jāprecizē balstoties uz veikto pētījumu. No meteoroloģiskajiem apstākļiem vissvarīgākais ir vēja stiprums (m/s). Daudzi pētījumi liecina, ka sikspārņu aktivitāte VES rotoru tuvumā strauji samazinās vēja stiprumam pārsniedzot 6-7 m/s, kaut arī atsevišķi sikspārņu lidojumi tiek konstatēti arī pie vēja stipruma 10 m/s un vairāk (Arnett et al. 2010, de Jong 2021). Otrs nozīmīgs faktors ir gaisa temperatūra, kurai nokrītot zem 10<sup>0</sup> C, sikspārņu aktivitāte strauji samazinās. Tāpat sikspārņiem nelabvēlīgs faktors ir lietus. Lai apsteidzoši samazinātu sikspārņu bojāeju, jau pirmajā darbības gadā jāpiemēro VES darbības ierobežojumi sikspārņu aktivitātes maksimuma periodā pie augstāk minētajiem meteoroloģiskajiem apstākļiem. Zema riska teritorijās (aktivitātes līmenis zems vai vidēji zems) VES darbība būtu pieļaujama pie vēja stipruma 5 m/s, savukārt vidēji augsta riska un augsta vietās – pie 6 vai 7 m/s stipra vēja.

## Monitorings pēc VES darbības uzsākšanas

Pēc-uzbūvēšanas monitoringa mērķis ir noteikt sikspārņu bojāejas apjomu un precizēt VES darbības ierobežojumus (ietekmi mazinošos pasākumus), lai tos samazinātu vai pārskatītu. Šim nolūkam ir jāveic sikspārņu akustisko monitoringu un bojāgājušo dzīvnieku meklēšanu zem VES.

### Akustiskais monitorings

Akustisko monitoringu veic ar automātiskajiem ultraskaņas detektoriem, uzstādot tos gan uz zemes, gan izvēlētu VES gondolās. Monitorings uz zemes tiek veikts pēc tādas pašas metodikas kā pirms-būvēšanas izpētes laikā, lai noskaidrotu vai ir mainījusies sikspārņu aktivitāte pēc vēja parka uzbūvēšanas un darbības uzsākšanas. Ideālā gadījumā uzskaišu stacijas ierīko tajos pašos punktos, kur pirmās izpētes periodā. Uzskaišu biežums tiek sasaistīts ar bojāgājušo sikspārņu meklēšanu, lai detektoru uzstādīšanai nebūtu nepieciešama papildus teritorijas apsekošana. Detektorus VES gondolās izvieto, lai noskaidrotu sikspārņu aktivitāti rotora augstumā. Detektori darbojas no saulrieta līdz saullēktam visu sikspārņu aktivitātes periodu no aprīļa sākuma līdz novembra beigām. Tādējādi tiek iegūti dati par sikspārņu aktivitātes izmaiņām sezonas laikā. Vienlaikus tiek reģistrēti sikspārņiem nozīmīgākie meteoroloģiskie apstākļi – vēja ātrums, vēja virziens, gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums. Nepieciešamo gondolās uzstādāmo detektoru skaitu nosaka eksperts. Ja ainava ir daudzveidīga, tad detektoriem pēc nejaušas izvēles jābūt uzstādītiem VES, kas reprezentē dažādus ainavas veidus, piemēram, mežus un atklātas ainavas. Vienā vēja parkā jāizmanto viena un tā paša modeļa detektorus ar identiskiem tehniskajiem uzstādījumiem. Detektoriem ir jābūt aprīkoti ar ārējo mikrofonu, kurš savienots ar detektoru ar pietiekama garuma kabeli. Gondolas pamatnē nepieciešams izurbt caurumu ārējā mikroфона novietošanai ar vērsumu pret zemi. Ņemot vērā ierobežoto attālumu, kādā detektors uztver sikspārņu raidītos eholokācijas saucienus (20-50 metri klajumos lidojošajām sugām), akustiskais monitorings ar gondolās izvietotiem detektoriem aptver tikai nelielu daļu no jaunākās paaudzes VES rotora darbības zonas. Ieteicama ir papildus detektora uzstādīšana turbīnas masta vidusdaļā aptuveni 10 m zem rotora spārņa gala zemākā punkta. Ultraskaņas detektoru iegādi un uzstādīšanu VES gondolās veic vēja parka apsaimniekotājs. Šo vadlīniju izstrādes laikā nav pieejami Latvijā veikti sikspārņu aktivitātes mērījumi darbojošos VES gondolās. Monitoringu jāveic divus vai trīs gadus - pirmais ir pilns VES darbības gads (ietver laiku no aprīļa līdz novembrim). Pirmajā gadā VES tiek ekspluatētas, ņemot vērā eksperta iepriekš ieteiktos negatīvo ietekmi mazinošos pasākumus - VES darbības ierobežojumus, piemēram, paaugstinātu vēja ātrumu attiecībā pret ražotāja noteikto (parasti ap 3 m/s), pie kura tiek uzsākta VES darbība (5-7 m/s atkarībā no pētījumā konstatētās sikspārņu aktivitātes). Atkarībā no konstatētā sikspārņu bojāejas apjoma, pēc pirmās monitoringa sezonas sikspārņu aktivitātes periodā ietekmi mazinošie pasākumi jeb ierobežojumi var tikt precizēti, piemēram, laika periods, kurā tie nepieciešami un VES darbības uzsākšanai noteiktais vēja stiprums. Ja pēc otrā monitoringa gada sikspārņu bojāejas līmenis ir tik pat zems vai zemāks, monitoringu var pārtraukt, saglabājot precizētos ietekmi mazinošos pasākumus. Ja rezultāti nav apmierinoši, monitorings tiek veikts vēl vienu gadu, lai varētu koriģēt ietekmi mazinošos pasākumus.

### Bojāgājušo sikspārņu uzskaitē un skaita novērtēšana

Beigtu sikspārņu meklēšana zem VES ir vienīgais tiešais pierādījums to bojāejai. Šī monitoringa mērķis ir noskaidrot gada laikā bojāgājušo sikspārņu skaitu vidēji pie vienas VES. Sikspārņu meklēšana nekad nenodrošina visu bojāgājušo sikspārņu atrašanu divu iemeslu pēc.



Pirmkārt, rezultātu ietekmē meklētāja darba efektivitāte – cik no patiesībā meklējamā teritorijā esošajiem sikspārņu līķiem tiek pamanīti un no ātruma, kādā sikspārņu līķus apēd vai aizvāc dzīvnieki, piemēram, kraukļi, vārnas, lapsas. Meklēšanas efektivitāte atkarīga ne tikai no meklētāja spējām un pieredzes, bet arī no teritorijas pārskatāmības – vai un cik gara veģetācija to sedz. Lai aprēķinātu neatrasto un neuzskaitīto līķu procentuālo īpatsvaru, vienlaikus ir jāveic meklētāju efektivitātes un līķu aizvākšanas ātruma kontroli.

Meklētāju efektivitātes pārbaudi veic, meklējamā teritorijā izvietojot meklētājam nezināmu skaitu sīko dzīvnieku līķus. Tā kā sikspārņi šim nolūkam parasti nav pieejami, tos var aizstāt ar sīkajiem grauzējiem – pelēm, strupastēm. Zem vienas VES ieteicams izvietot vismaz 10 šādus objektus. Ir pētījumi, kuros dzīvnieku līķu vietā izmantoti mākslīgi modeļi – sikspārņu lieluma spēlmantiņas. Ja pārmeklējamā platība nav viendabīga pēc meklēšanas viegluma, to jāsadala teritorijās pēc eksperta novērtētas grūtības pakāpes, piemēram, viegla, vidēji grūta vai grūta. Meklēšanas efektivitāte jāpārbauda katrai grūtības klasei. Cita pieeja – līķu meklēšanu veikt tikai teritorijā, kas ir viegli pārbaudāma, piemēram, bez augstas veģetācijas. Iegūtos rezultātus pēc tam ekstrapolē uz visu pārmeklējamo teritoriju.

Pārmeklējamās platības lielums ir kompromiss starp vēlamo un praktiski iespējamo. Minimums ir teritorija 50 m rādiusā ap turbīnas pamatni. Pārmeklējamo teritoriju ieteicams dabā iezīmēt. Tā var būt aplveida vai kvadrātveida. Otrajā gadījumā kvadrāta malas minimālais garums ir 100 m. Meklētājam jāpārlūko teritorija aptuveni 3 metrus uz abām pusēm no līnijveida transektes. Lai aptvertu visu teritoriju, ir jānoiet aptuveni 16 X 100 metrus jeb 1,6 km vienas VES pārbaudei. Darba apjoms ir mazāks, ja tiek pārmeklēta tikai viegli pārskatāmā teritorija. Ja meklēšanā tiek iesaistīts viens cilvēks, tad plānošanas laikā jāaprēķina reāli vienā dienā apsekojamo VES skaits.

Katram atrastajam sikspārņa līķim ir jāizmēra attālums un virziens no VES pamatnes. Ir zināms, ka uz zemes guļošo bojāgājušo dzīvnieku daudzums ir apgriezti proporcionāls attālumam no VES, t.i., jo tālāk no VES pamatnes, jo to ir mazāk. Iegūstot pietiekamu datu apjomu, iespējams aprēķināt, cik bojāgājušo sikspārņu varētu atrasties ārpus pārmeklējamās teritorijas.

Ir virkne pētījumu, kuros vēja parkos bojāgājušo dzīvnieku līķu meklēšanai izmantoti speciāli apmācīti suņi. Suņu izmantošana parasti ievērojami paaugstina meklēšanas efektivitāti.

Līķu aizvākšanas ātruma kontrolei ir jāizvieto svaigus peļveidīgo grauzēju līķus un jāpārbauda, vai tie ir saglabājušies pēc 1, 2, 3 un 6 dienām. Šo kontroli ieteicams veikt augustā vai septembra sākumā, kad sagaidāma visaugstākā sikspārņu aktivitāte un bojāeja.

Izmantojot meklētāju efektivitātes kontroles un līķu aizvākšanas ātruma mērījumus, tiek aprēķināta reāli bojāgājušo sikspārņu atrašanās varbūtība. Izdalot sezonā atrasto līķu skaitu ar to atrašanās varbūtību, tiek aprēķināts reālais bojāgājušo sikspārņu skaits gadā pie pārbaudītās turbīnas.

#### VES darbības ierobežojumu pārskatīšana

Visas sikspārņu sugas ir aizsargātas gan Eiropas Savienības, gan Latvijas likumdošanā un to apzināta nogalināšana ir aizliegta. Diemžēl no to bojāejas pie VES nav iespējams pilnībā izvairīties. Iesakām par maksimālo pieļaujamo bojāejas apjomu pieņemt divus sikspārņus vidēji pie vienas turbīnas gadā, kā tas ir noteikts vairākās Vācijas federālajās zemēs (ir zemes, kur šis skaitlis ir viens sikspārnis pie vienas turbīnas gadā). Attiecīgi pēc pirmā monitoringa

gada ekspertam ir jāaprēķina bojāgājušo sikspārņu skaits un jāpastiprina VES darbības ierobežojumi, ja vidējais pie vienas VES bojāgājušo sikspārņu skaits ir lielāks par diviem indivīdiem. Gadījumos, ja bojāgājušo sikspārņu skaits ir mazāks par diviem sikspārņiem gadā pie vienas turbīnas, uzliktie darbības ierobežojumi tiek samazināti un atkal pārvērtēti pēc otrā monitoringa gada. Pēc akustiskā monitoringa sikspārņu aktivitātes datiem un liķu meklēšanas rezultātiem pēc pirmā un, ja nepieciešams, pēc otrā gada, tiek pārskatīts laika periods, kurā ierobežojumi kā ietekmi mazinoši pasākumi nepieciešami.

## Literatūra

- Arnett EB, Huso MMP, Schirmacher MR, Hayes JP (2010) Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front Ecol Environ* 9:209–214
- Baerwald EF, D'Amours GH, Klug BJ, Barclay RMR (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*. ; 18(16):R695–R696. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029> PMID: 18727900
- Barataud M. 2015. Acoustic Ecology of European Bats. Species identification, Study of their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope, Meze; Museum national d'Histoire naturelle, Paris (Inventaires et biodiversite series), 352 p.
- Barré, K., Le Viol, I., Bas, Y., Julliard, R., & Kerbiriou, C., 2018. Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. *Biological Conservation*. 226, 205-214.
- Behr, O.; Brinkmann, R.; Hochradel, K.; Mages, J.; KornerNievergelt, F.; Niermann, I.; Reich, M.; Simon, R.; Weber, N.; Nagy, M. Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. In *Wind Energy and Wildlife Interactions*; Köppel, J., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2017; pp 135-160. DOI: 10.1007/978-3-319-51272-3\_8
- Bennett, V. & A. Hale (2018). Texturizing Wind Turbine Towers to Reduce Bat Mortality (Report No. 043807882). Report by Texas Christian University. Report for US Department of Energy (DOE).
- Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., Carbone, G. (2021). *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers*. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy
- Cryan, P. M. 2008. Mating Behavior as a Possible Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines. *J. Wildl. Manage.* 72 (3), 845–849.
- Cryan, P. M.; Barclay, R. M. R. 2009. Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: Hypotheses and Predictions. *J. Mammal.* 90 (6), 1330–1340.
- Cryan, P. M.; Gorresen, P. M.; Hein, C. D.; Schirmacher, M. R.; Diehl, R. H.; Huso, M. M.; Hayman, D. T. S.; Fricker, P. D.; Bonaccorso, F. J.; Johnson, D. H.; Heist, K.; Dalton, D. C. 2014. Behavior of Bats at Wind Turbines. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 111 (42), 15126–15131.
- Dai, K.; Bergot, A.; Liang, C.; Xiang, W.-N.; Huang, Z. 2015. Environmental Issues Associated with Wind Energy – A Review. *Renewable Energy* 75, 911–921.
- de Jong, J.; Millon, L.; Håstad, O.; Victorsson, J. 2021. Activity Pattern and Correlation between Bat and Insect Abundance at Wind Turbines in South Sweden. *Animals*, 11, 3269. <https://doi.org/10.3390/ani11113269>
- Frey-Ehrenbold, A.; Bontadina, F.; Arlettaz, R.; Obrist, M. K. 2013. Landscape Connectivity, Habitat Structure and Activity of Bat Guilds in Farmland-Dominated Matrices. *J. Appl. Ecol.* 50 (1), 252–261.

- Giavi, S., Moretti, M., Bontadina, F., Zambelli, N., Schaub, M. 2014. Seasonal survival probability suggest low migration mortality in migrating bats. *PlosONE* 9: e85628.
- Gilmour, L.R.V., M.W. Holderied, S.P.C. Pickering & G. Jones 2020. Comparing acoustic and radar deterrence methods as mitigation measures to reduce human-bat impacts and conservation conflicts. *PloS One* 15(2): e0228668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228668>
- Grodsky, S. M.; Behr, M. J.; Gendler, A.; Drake, D.; Dieterle, B. D.; Rudd, R. J.; Walrath, N. L. 2011. Investigating the Causes of Death for Wind Turbine-Associated Bat Fatalities. *J. Mammal.* 92 (5), 917–925.
- Guest, E.E.; Stamps, B.F.; Durish, N.D.; Hale, A.M.; Hein, C.D.; Morton, B.P.; Weaver, S.P.; Fritts, S.R. An Updated Review ofHypotheses Regarding Bat Attraction to Wind Turbines. *Animals* 2022, 12, 343. <https://doi.org/10.3390/ani12030343>
- Hayes, M. A., L. A. Hooton, K. L. Gilland, C. Grandgent, R. L. Smith, S. R. Lindsay, J. D. Collins, S. M. Schumacher, P. A. Rabie, J. C. Gruver & J. Goodrich-Mahoney. 2019. A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. *Ecological Applications*, 29(4), e01881. <https://doi.org/10.1002/eap.1881>
- Huzzen B. 2019. Does a textured coating alter bat activity and behaviour in proximity to wind turbines. MSc thesis. Texas Christian University.
- Kelm, D. H.; Lenski, J.; Kelm, V.; Toelch, U.; Dziock, F. 2014. Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica* 16 (1), 65–73.
- Kirkpatrick, L., Oldfield, I.F., Park, K., 2017. Responses of bats to clear fell harvesting in Sitka Spruce plantations, and implications for wind turbine installation. *For. Ecol. Manage.* 395, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.033>
- Lehnert L.S., Kramer-Schadt S., Schönborn S., Lindecke O., Niermann I., Voigt C.C. 2014. Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE* 9(8): e103106. doi : 10.1371/journal.pone.0103106
- Lintott, P. R., Richardson, S. M., Hosken, D. J., Fensome, S. A. & Mathews, F. (2016) Ecological impact assessments fail to reduce risk of bat casualties at wind farms. *Curr. Biol.* 26, R1135–R1136.
- Millon, L., Julien, J.-F., Julliard, R., Kerbiriou, C., 2015. Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering.* 75, 250-257.
- Minderman, J., Pendlebury, C. J., Pearce-Higgins, J. W., & Park, K. J. 2012. Experimental evidence for the effect of small wind turbine proximity and operation on bird and bat activity. *PLoS One*, 7(7), e41177.
- Minderman, J., Gillis, M.H., Daly, H.F., Park, K.J., 2017. Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation.* 1–8.

- Măntoiu D.S., Kravchenko, K., Lehnert, L.S., Vlaschenko, A., Moldovan, O.T., Mirea, I.C., Stanciu, R.C., Zaharia, R., Popescu-Mirceni, R., Nistorescu, M.C. & Voigt, C.C. 2020. Wildlife and infrastructure: impact of wind turbines on bats in the Black Sea coast region. *European J. of Wildlife Research*, 66:44. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01378-x>
- NatureScot et al. 2021. Bats and onshore wind turbines - survey, assessment and mitigation. <https://www.nature.scot/doc/bats-and-onshore-wind-turbines-survey-assessment-and-mitigation#1>
- Peterson, T. 2020. Predicting and Managing Risk to Bats at Commercial Wind Farms using Acoustics. PhD thesis. University of Maine.
- Richardson, S.M., Lintott, P.R., Hosken, D.J., Economou, T. & Mathews, F. 2021. Peaks in bat activity at turbines and the implications for mitigating the impact of wind energy developments on bats. *Scientific Reports* 11(1): 3636. DOI:10.1038/s41598-021-82014-9
- Rodrigues L., Bach, L., Dubourg-Savage, M., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B., Minderman J. 2014. Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects - Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6. Bonn, Germany.
- Roemer, C., y. Bas, T. Disca, & A. Coulon. (2019b). Influence of landscape and time of year on bat-wind turbines collision risks. *Landscape Ecology*, 34(12), 2869-2881.
- Romano, W.B., J.R. Skalski, R.L. Townsend, K.W. Kinzie, K.D. Coppinger & M.F. Miller (2019): Evaluation of an acoustic deterrent to reduce bat mortalities at an Illinois wind farm. *Wildlife Society Bulletin* 43(4): 608-681. DOI: 10.1002/wsb.1025
- Rydell, J.; Bach, L.; Dubourg-Savage, M.-J.; Green, M.; Rodrigues, L.; Hedenström, A. 2010a. Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12 (2), 261–274. (13) Hein, C. D.; Schirmacher, M. R. Impact of Wind Energy on Bats: A Summary of Our Current Knowledge. *Human-Wildlife Interactions* 10 (1), 19–27.
- Rydell, J.; Bach, L.; Dubourg-Savage, M.-J.; Green, M.; Rodrigues, L.; Hedenström, A. 2010b. Mortality of Bats at Wind Turbines Links to Nocturnal Insect Migration? *Eur. J. Wildl Res.* 56 (6), 823–827.
- Rydell, J.; Bogdanowicz, W.; Boonman, A.; Pettersson, S.; Suchecka, E.; Pomorski, J. J. 2016. Bats May Eat Diurnal Flies That Rest on Wind Turbines. *Mammalian Biology* 81 (3), 331–339.
- Smallwood, K.S. & D.A. Bell. 2020. Effects of wind turbine curtailment on bird and bat fatalities. *The Journal of Wildlife Management*, 1(12). <https://doi.org/10.1002/jwmg.21844>
- Scottish Natural Heritage (2021). Bats and Onshore Wind Turbines: Survey, Assessment and Mitigation.
- Solick D, Pham D, Nasman K, Bay K (2020) Bat activity rates do not predict bat fatality rates at wind energy facilities. *Acta Chiropterologica* 22: 135–146.

- Vintulis, V. 2013. Potenciālā/esošā VES ietekme uz sikspārņiem divās pētāmajās teritorijās: Rinda un Liepāja. Projekta atskaite un eksperta slēdziens par teritoriju atbilstību VES izbūvei. Rīga, 14. lpp.
- Voigt C.C., Popa-Lisseanu A.G., Niermann, I. & Kramer-Schadt, S. 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153:80- 86.
- Weaver, S. P., C. Hein, T.R. Simpson, J.W. Evans & I. Castro-Arellano 2020. Ultrasonic acoustic deterrents significantly reduce bat fatalities at wind turbines. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01099. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01099>

## 1. Pielikums

### **Latvijas sikspārņu pētniecības biedrība**

# **MEŽMALAS UN ŪDENSTILPES IETEKME UZ SIKSPĀRŅU AKTIVITĀTI ATKLĀTĀ AINAVĀ**

Pētījuma atskaite par laika periodu no 1. septembra līdz  
31.decembrim

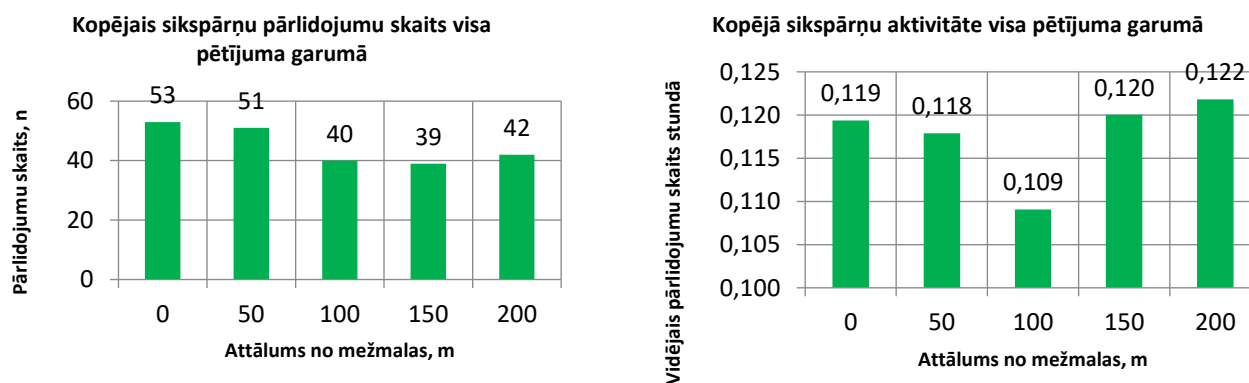
**Izpildes rādītāji:** septembrī tika pabeigta datu ievākšana sikspārņu akustiskajā monitoringā divās pētījumu teritorijās, lai noskaidrotu sikspārņu akustisko aktivitāti atklātā ainavā atkarībā no attāluma līdz ūdenstilpes un mežmalas. Tika veikta sikspārņu eholoģijas saucienu analīze un sugu noteikšana. Iegūtie dati apkopoti excel tabulās, sagatavoti grafiki, veikta rezultātu analīze un izdarīti secinājumi, kas melnraksta formā apkopoti šajā doc. failā.

## REZULTĀTI

### Mežmalas ietekme uz sikspārņu aktivitāti

Pētījuma daļai, kas veikts attāluma ietekmes izvērtēšanai no mežmalas, veltītas 18 uzskaišu naktis. Kopā iegūti 8694 skaņu faili. Kopā tika konstatēti 225 sikspārņu pārlidojumi.

Visvairāk sikspārņu pārlidojumu tika reģistrēts pie mežmalas (0 metri), bet vismazāk to bija 150 metru attālumā no mežmalas (1. attēls). Ņemot vērā, ka uzskaišu naktīm ir dažāds garums, tad izdarīt secinājumus balstoties uz pārlidojumu skaitu nav korekti. Šajā pētījumā par sikspārņu aktivitātes rādītāju tiek izmantots pārlidojumu skaits stundā, kas ļauj savstarpēji salīdzināt dažāda garuma naktis. Kopējā sikspārņu aktivitāte (vidējais pārlidojumu skaits stundā) vērtējama kā zema un tā bija robežās no 0,109 (100 metru attālumā no mežmalas) līdz 0,122 (200 metru attālumā no mežmalas) sikspārņu pārlidojumiem/stundā. Pretēji tam, kā tika sagaidāms, pētījuma gaitā neiezīmējas būtiskas atšķirības sikspārņu kopējā aktivitātē atkarībā no attāluma no mežmalas. Nedaudz augstāka sikspārņu aktivitāte novērojama 200 metru attālumā no mežmalas (0,122 sikspārņu pārlidojumi/stundā), tomēr atšķirības nav būtiskas un iegūto datu apjoms ir pārāk mazs, lai iegūtu neapšaubāmus secinājumus.

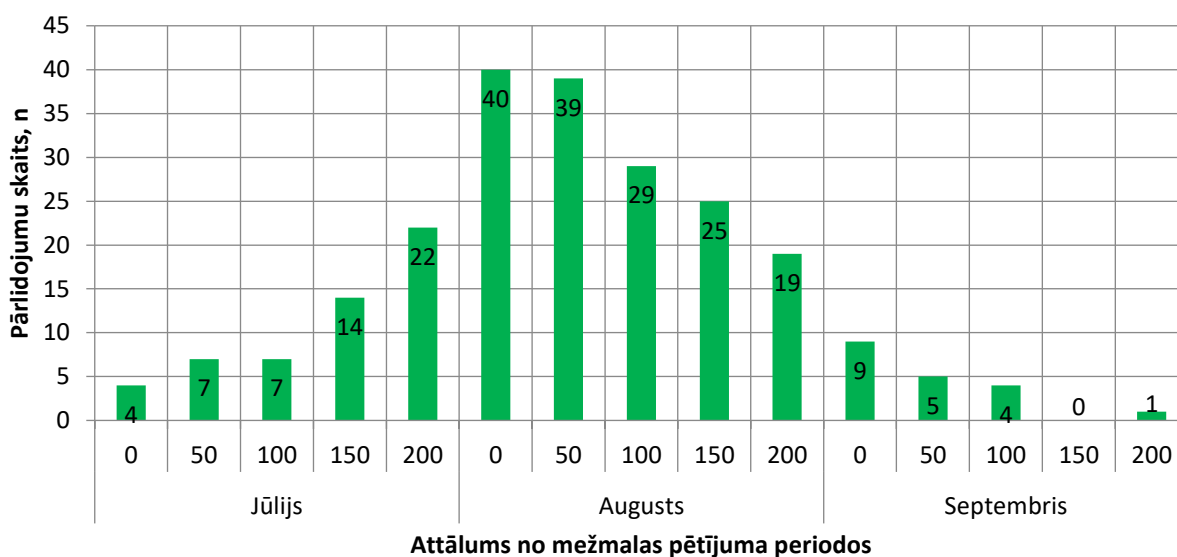


1.att. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits (pa kreisi) un kopējā sikspārņu aktivitāte (pa labi) visa pētījuma garumā.

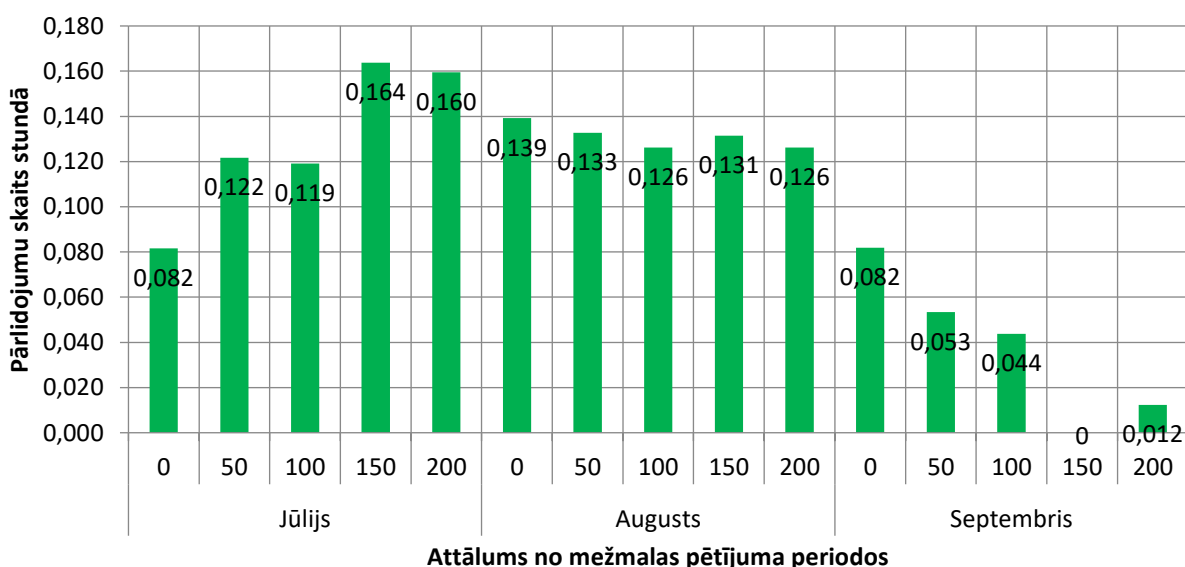
Sezonas griezumā augstākais sikspārņu pārlidojumu skaits novērojams augustā (152 sikspārņu pārlidojumi). Zemāks tas bija jūlijā (54 pārlidojumi), taču viszemākais septembrī (19 pārlidojumi). Gan kopējā sikspārņu pārlidojumu skaita, gan aktivitātes ziņā, augustā un septembrī vērojams, ka attālinoties no mežmalas, samazināns sikspārņu pārlidojumu skaits un aktivitāte. Pretēja situācija vērojama jūlijā, kad attālinoties no mežmalas, sikspārņu pārlidojumu skaits un aktivitāte pieaug. Gan kopējā pārlidojumu skaita, gan aktivitātes ziņā, septembris iezīmējas, kā mazaktīvs periods (2.att.).



### Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits pa pētījuma periodiem



### Kopējā sikspārņu aktivitāte pa pētījuma periodiem



2.att. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits (augšā) un kopējā sikspārņu aktivitāte (apakšā) pa periodiem

### Sugu apskats

Kopā uzskaišu laikā reģistrēti 225 sikspārņu pārlidojumi no kuriem 99 jeb 44% bija ziemeļu sikspārnis *Eptesicus nilssonii*, 39 (17,3%) – divkrāsainais sikspārnis *Vespertilio murinus*, (13,3%) – *Nyctalus/Vespertilio/Eptesicus* ģints sikspārņi, 22 (9,8%) rūsganais vakarsikspārnis *Nyctalus noctula*, 21 (9,3%) – Natūza sikspārnis *Pipistrellus nathusii* un 14 (6,2%) – pārējo vai nenoteikto sugu sikspārņi. Datu analīze ļāva droši konstatēt 6 sikspārņu sugas (1.tabula). Jāņem vērā, ka sikspārņu sugas atšķiras ar saucienu skaļumu un līdz ar to, ar

attālumu, kādā detektors to saucienus uztver. Lai mazinātu dažādu sugu atšķirīgo saucienus skaļumu ietekmi uz sugas aktivitātes rādītājiem, sugu sastopamības biežuma salīdzināšanai izmantoti sekojoši sugu uztveršanas koeficienti (Barataud, 2015, Rodrigues et al. 2015):

- Natūza sikspārnim *Pipistrellus nathusii* - 0,83;
- ziemeļu sikspārnim *Eptesicus nilssonii* - 0,5;
- rūsganajam vakarsikspārnim *Nyctalus noctula* - 0,25;
- pigmejsikspārnim *Pipistrellus pygmaeus* -1;
- divkrāsainajam sikspārnim *Vespertilio murinus* - 0,5;
- dīķu naktssikspārnim *Myotis dasycneme* - 1,7;
- brūnajam garausainim *Plecotus auritus* - 5;
- pundursikspārnim *Pipistrellus pipistrellus* - 0,83.

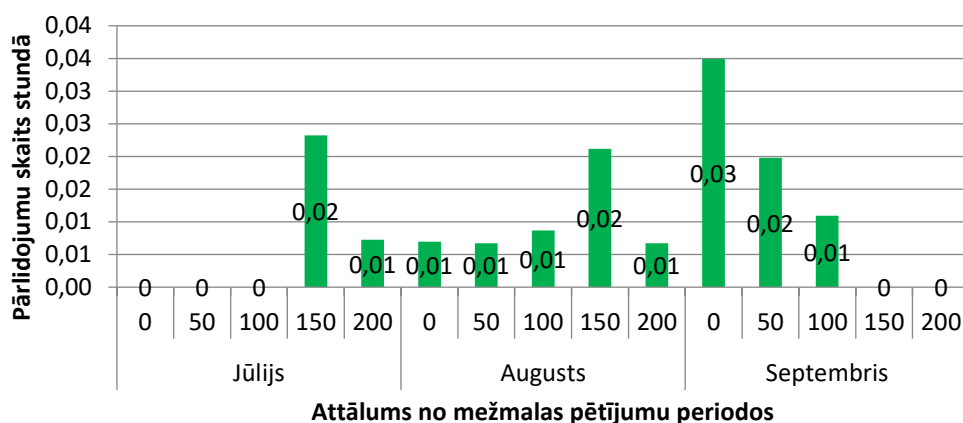
Pēc abām metodēm lielākais novērojumu skaits ir ziemeļu sikspārnim, kam seko divkrāsainais sikspārnis. Trešā biežāk konstatētā suga pēc koriģētā pārlidojumu skaita ir Natūza sikspārnis, kas neveicot pārlidojumu skaita korekciju, būtu ceturta biežāk konstatētā suga.

1.tabula

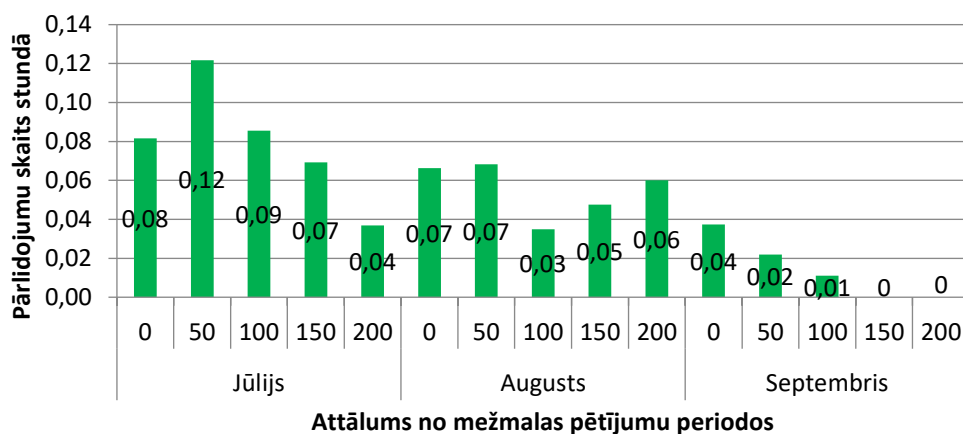
Suga vai ģints	Pārlidojumu skaits, n	Koriģētais pārlidojumu skaits, n <sub>k</sub>
Ziemeļu sikspārnis <i>Eptesicus nilssonii</i> (Enil)	99 (44%)	50
Divkrāsainais sikspārnis <i>Vespertilio murinus</i> (Vmur)	39 (17,3%)	20
Rūsganais vakarsikspārnis <i>Nyctalus noctula</i> (Nnoc)	22 (9,8%)	6
Natūza sikspārnis <i>Pipistrellus nathusii</i> (Pnat)	21 (9,3%)	17
Pigmejsikspārnis <i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Ppyg)	4 (1,8%)	4
Brūnais garausainis <i>Plecotus auritus</i> (Paur)	1 (0,4%)	5
<i>Nyctalus/Vespertilio/Eptesicus</i> ģintis (Nyc/Vesp/Ept)	30 (13,3%)	
<i>Myotis</i> ģints (Myo)	7 (3,1%)	
Nenoteikta suga (NEN)	2 (0,9%)	
<b>KOPĀ</b>	<b>255 (100%)</b>	

Turpmāk atainota sikspārņu sugu vai ģinšu aktivitāte pa pētījuma periodiem. Septembra periodā ziemeļu sikspārnim un Natūza sikspārnim novērojams, ka attālinoties no mežmalas, to aktivitāte samazinās. Pārējos gadījumos šāda sakarība nav novērojama. Izceļas rūsganā vakarsikspārņa un *Nyctalus/Vespertilio/Eptesicus* ģinšu sugu aktivitātes pieaugums no jūlija beigām līdz septembra sākumam. Ziemeļu sikspārņa visaugstākā aktivitāte novērojama jūlija periodā.

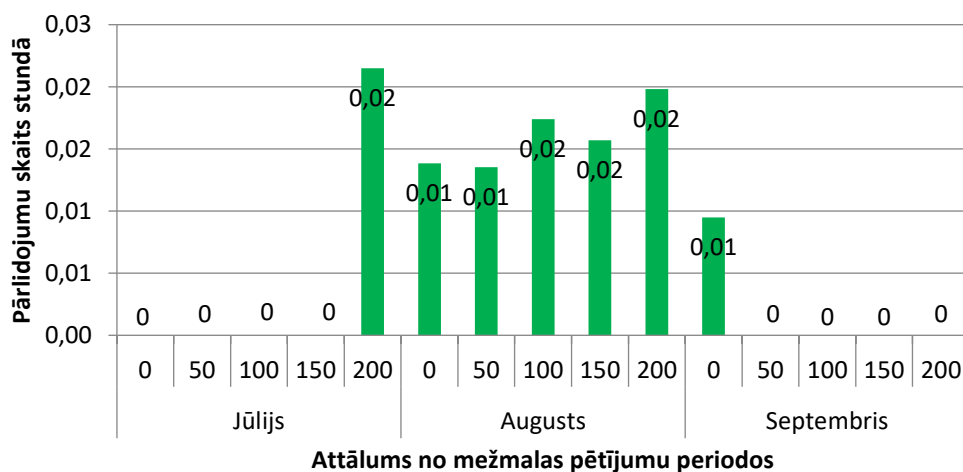
### ***Pnat* aktivitāte pa pētījuma periodiem**



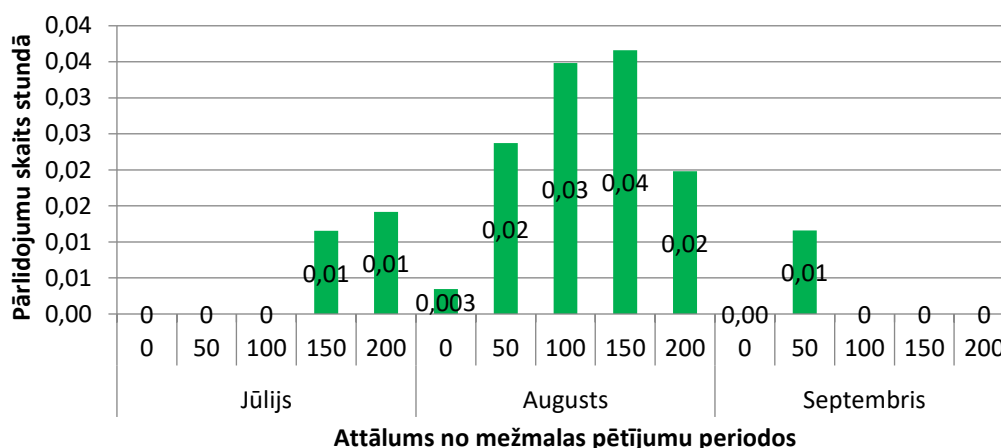
### ***Enil* aktivitāte pa pētījuma periodiem**



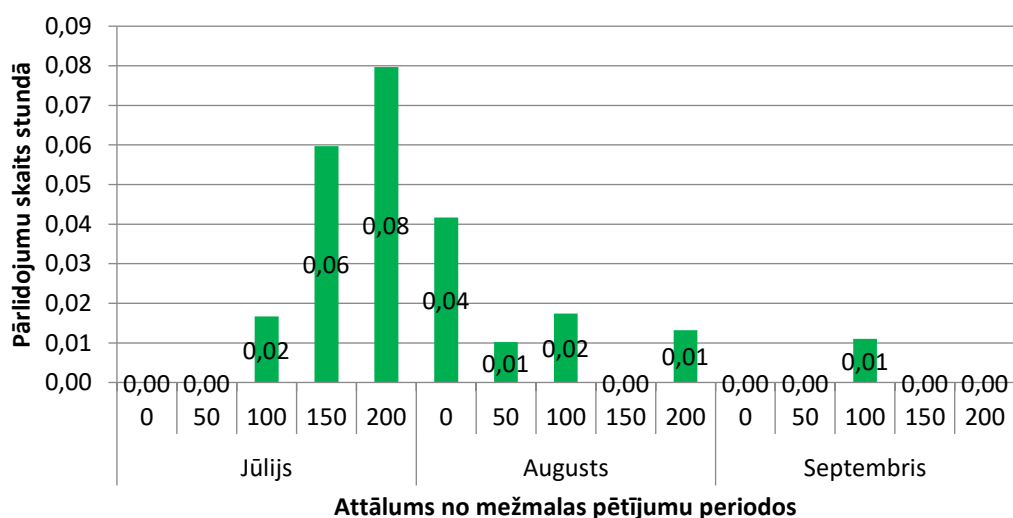
### ***Nnoc* aktivitāte pa pētījuma periodiem**



### Nyc/Vesp/Ept aktivitāte pa pētījuma periodiem



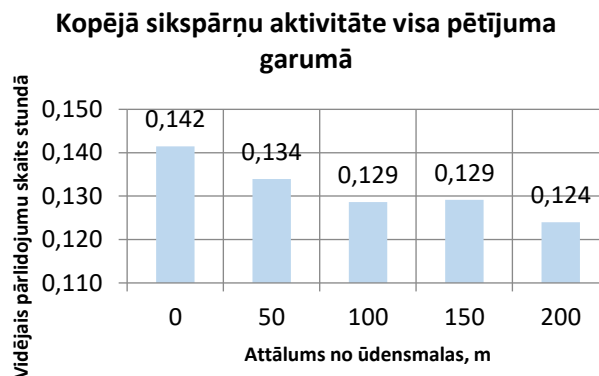
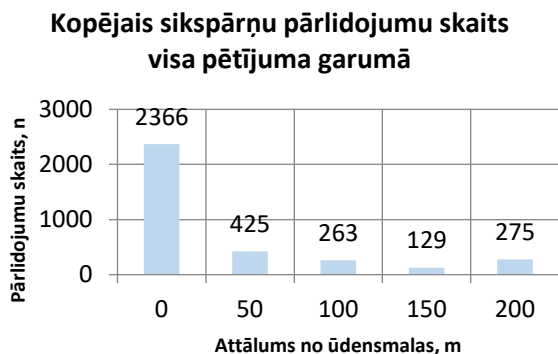
### Vmur aktivitāte pa pētījuma periodiem



3. att. Sugu/ģinšu aktivitāte pa pētījuma periodiem

### Ūdensmalas ietekme uz sikspārņu aktivitāti

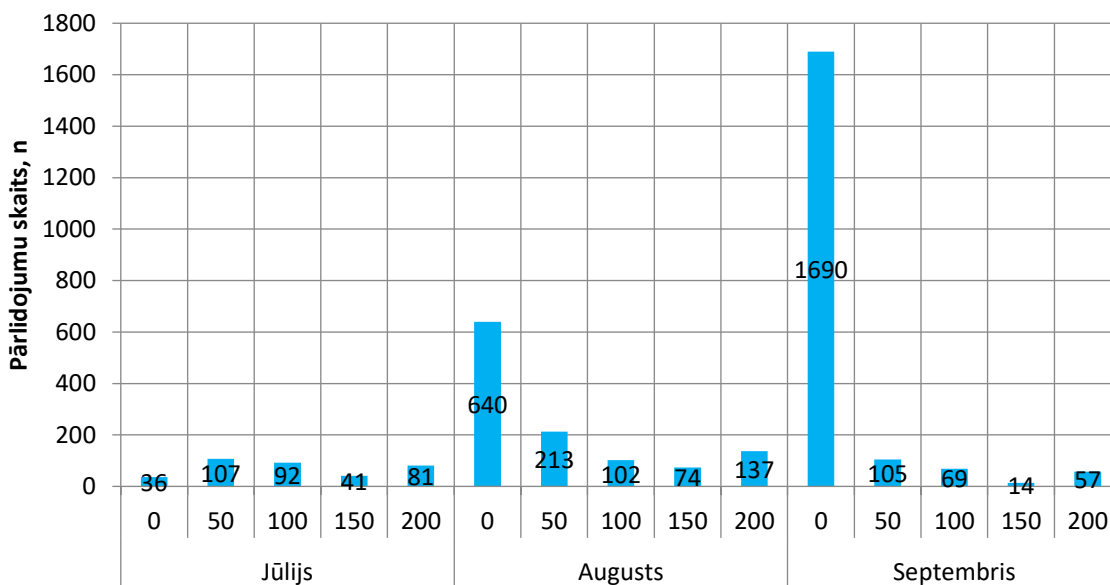
Pētījuma daļai, kas veikts attāluma ietekmes izvērtēšanai no ūdensmalas, veltītas 16 uzskaišu naktis. Kopā iegūti 5332 skaņu faili. Kopā tika konstatēti 3458 sikspārņu pārlidojumi. Tas ir vairāk kā par 15 reizēm vairāk salīdzinot ar pētījumu, kas veikts pie mežmalas.



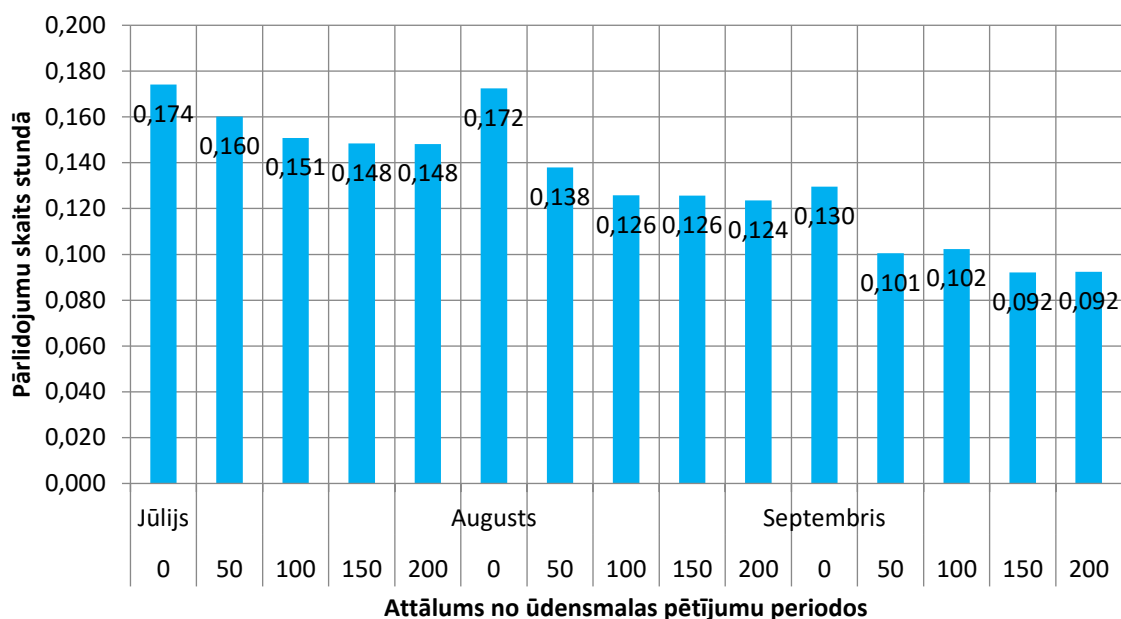
4.att. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits (pa kreisi) un kopējā sikspārņu aktivitāte (pa labi) visa pētījuma garumā.

Vērojamas krasas atšķirības starp kopējo sikspārņu pārlidojumu skaitu un aktivitāti. Vērojamās atšķirības uzskatāmi parāda, cik būtiski ir sikspārņu pārlidojumu skaitu izteikt aktivitātes indeksā, kas ļauj savstarpēji salīdzināt dažāda garuma naktis. No jūlija līdz septembra periodiem, sikspārņu kopējā aktivitāte pakāpeniski samazinās. Visos periodos iezīmējas būtiskas atšķirības sikspārņu kopējā aktivitātē atkarībā no attāluma no ūdensmalas, t.i., sikspārņu kopējā aktivitāte visaugstākā bija pie ūdenstilpes, savukārt viszemākā 200 metru attālumā no tās.

### Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits pa pētījuma periodiem



### Kopējā aktivitāte pa pētījuma periodiem



5.att. Kopējais sikspārņu pārlidojumu skaits (augšā) un kopējā sikspārņu aktivitāte (apakšā) pa periodiem

### Sugu apskats

Kopā uzskaišu laikā reģistrēti 3458 sikspārņu pārlidojumi no kuriem 2405 pārlidojumi jeb 69,5% bija Natūza sikspārnis *Pipistrellus nathusii*, 642 (18,6%) - rūsganais vakarsikspārnis *Nyctalus noctula*, 102 (2,9%) - ziemeļu sikspārnis *Eptesicus nilssonii*, 96 (2,8%) – *Nyctalus/Vespertilio/Eptesicus* ģints sikspārņi un 213 (6,2%) – pārējo vai nenoteikto sugu sikspārņi. Datu analīze ļāva droši konstatēt 8 sikspārņu sugas, kas ir par 2 sugām vairāk salīdzinot ar pētījumu pie mežmalas (2.tabula). Pēc abām metodēm lielākais novērojumu skaits ir Natūza sikspārnim, kam seko rūsganais vakarsikspārnis. Trešā biežāk konstatētā suga ir ziemeļu sikspārnis.

Suga vai ģints	Pārlidojumu skaits, n	Koriģētais pārlidojumu skaits, n <sub>k</sub>
Natūza sikspārnis <i>Pipistrellus nathusii</i> (Pnat)	2405 (69,5%)	1996
Rūsganais vakarsikspārnis <i>Nyctalus noctula</i> (Nnoc)	642 (18,6%)	161
Ziemeļu sikspārnis <i>Eptesicus nilssonii</i> (Enil)	102 (2,9%)	51
<i>Nyctalus/Vespertilio/Eptesicus</i> ģintis (Nyc/Vesp/Ept)	96 (2,8%)	
Divkrāsainais sikspārnis <i>Vespertilio murinus</i> (Vmur)	90 (2,6%)	45
<i>Pipistrellus</i> ģints (Pnat/Ppyg/Ppip)	61 (1,8%)	
Pigmejsikspārnis <i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Ppyg)	12 (0,3%)	12
Brūnais garausainis <i>Plecotus auritus</i> (Paur)	1 (0,03%)	5
Pundursikspārnis <i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Ppip)	4 (0,1%)	3
Dīķu naktssikspārnis <i>Myotis daubentonii</i> (Mdas)	6 (0,2%)	10

Myotis gints (Myo)	27 (0,8%)
Nenoteikta suga (NEN)	12 (0,3%)
<b>KOPĀ</b>	<b>3458 (100%)</b>

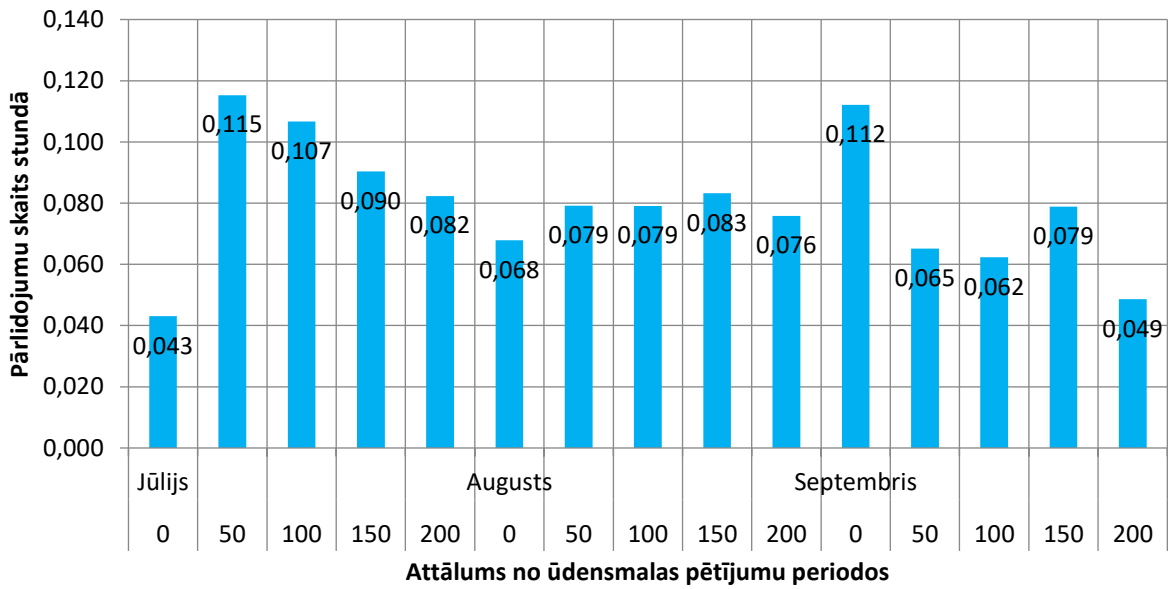
Turpmāk atainota sikspārņu sugu vai ģinšu aktivitāte pa pētījuma periodiem.

Jūlijā un augustā, Natūza sikspārņu aktivitāte neuzrāda būtisku atšķirību attāluma ietekmei no ūdensmalas. Vēja parku būvniecības kontekstā, svarīgi ir novērtēt sikspārņu aktivitāti tieši sikspārņu migrācijas periodā – augustā un septembrī. Natūza sikspārņim septembrī vērojams, ka pie ūdenstilpes aktivitāte ir visaugstākā, savukārt, 200 metru attālumā – viszemākā.

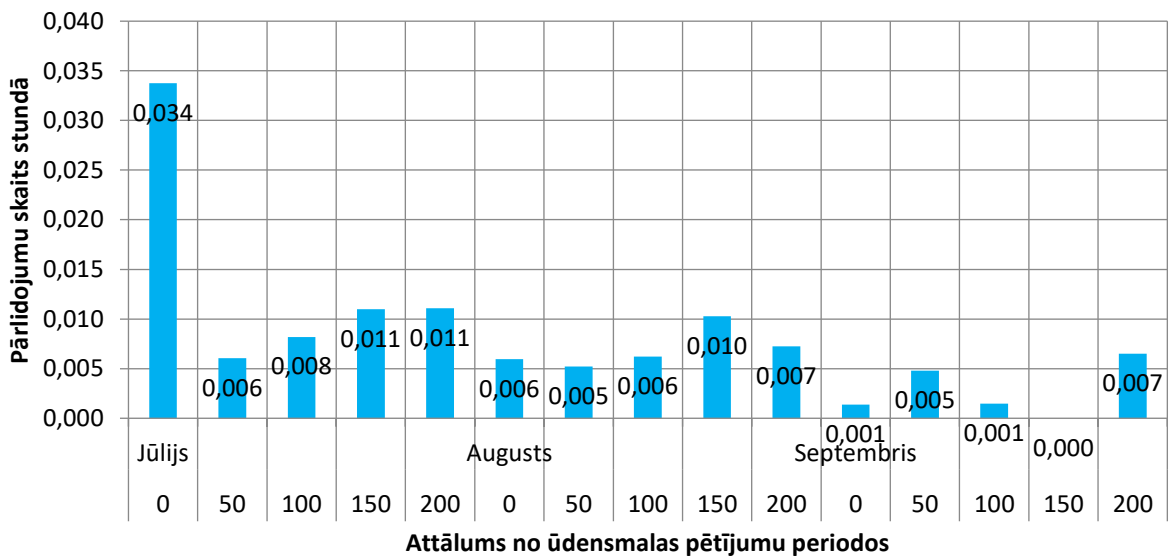
Ziemeļu sikspārņa aktivitātē pa periodiem nav vērojamu likumsakarību - katrā periodā un attālumā no ūdenstilpes, iezīmējas atšķirīgi aktivitātes rādītāji. Visaugstākā aktivitāte bijusi jūlijā tiešā ūdens tuvumā, kas varētu būt izskaidrojams ar to, ka tā ir nozīmīga barošanās vieta. Pārējos gadījumos nav būtiskas atšķirības attālumam no ūdenstilpes (50, 150 vai 200 metri). Ģinšu apvienojums *Nyctalus/Vespertilio/Eptesicus* neparāda saistības ar attālumu no ūdensmalas tuvuma, tomēr, ja analizē atsevišķās noteiktās sugas šo ģinšu ietvaros, tad atšķirības ir redzamas. Rūsganā vakarsikspārņa aktivitāte jūlijā un augustā visaugstākā bija tiešā ūdens tuvumā. Pārējos gadījumos nav būtiskas atšķirības attālumam no ūdenstilpes (50, 150 vai 200 metri). Divkrāsainā sikspārņa aktivitāte bija viszemākā tieši pie ūdenstilpes, savukārt augstāka tā bija 50-200 metru attālumā no tās. Iespējams to aktivitāti piesaistījusi jaunu bērzu-egļu jaunaudze.

Pie ūdenstilpes nagaidīti maz pārstāvēti *Myotis* ģints sikspārņi – visā pētījuma periodā tikai 33 pārlidojumi un to kopējā aktivitāte vērtējama kā zema. Visaugstākā tā bija jūlijā un pretēji, kā sagaidāms, to aktivitāte bija visaugstākā 200 m attālumā no ūdenstilpes. Ņemot vērā sikspārņu izplatības datus, ko sniedz Sikspārņu akustiskais fona monitorings, sikspārņu aktivitāte pie ūdeņu biotopiem nav viennozīmīga – ir ūdenstilpes pie kurām sikspārņu aktivitāte ir ļoti augsta, un ir gadījumi, kad pie ūdeņiem tā ir zema. Nevar izslēgt iespēju, ka īstenojot šo pētījumu citā vietā, tiktu iegūti atšķirīgi dati.

### Pnat aktivitāte pa pētījuma periodiem

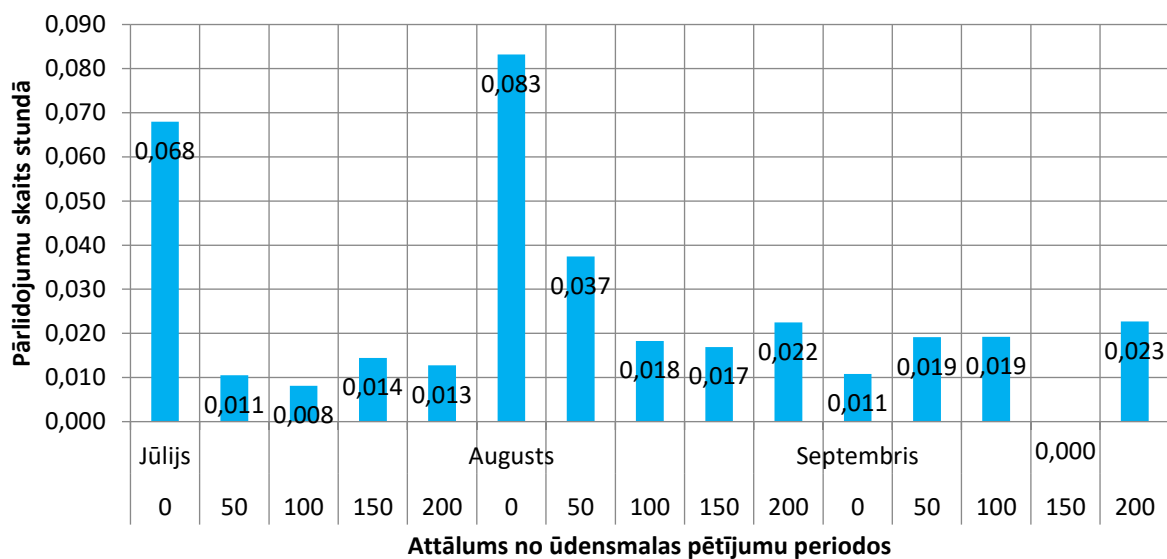


### Enil aktivitāte pa pētījuma periodiem

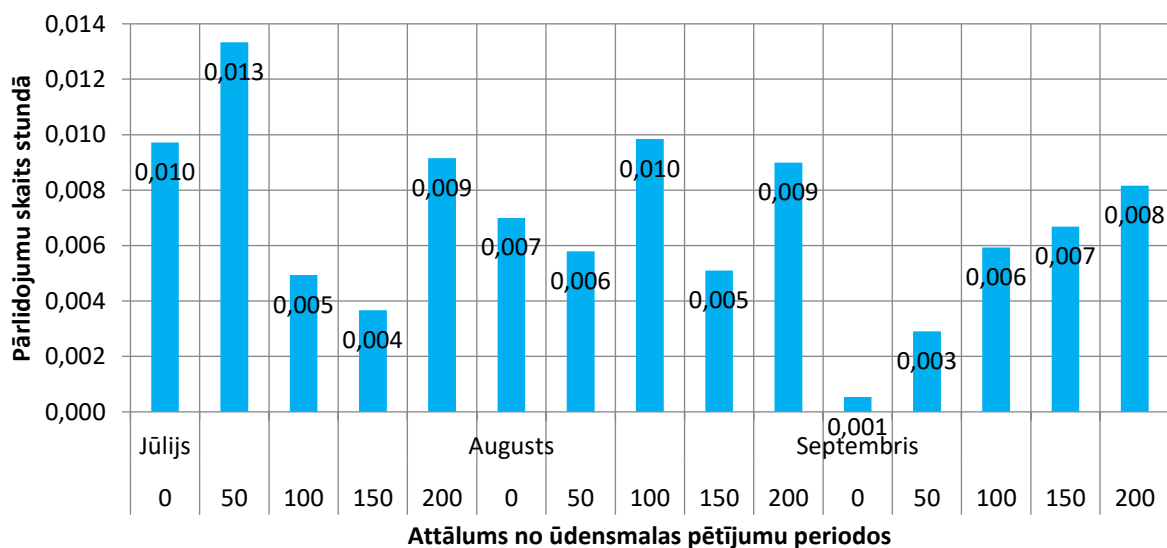


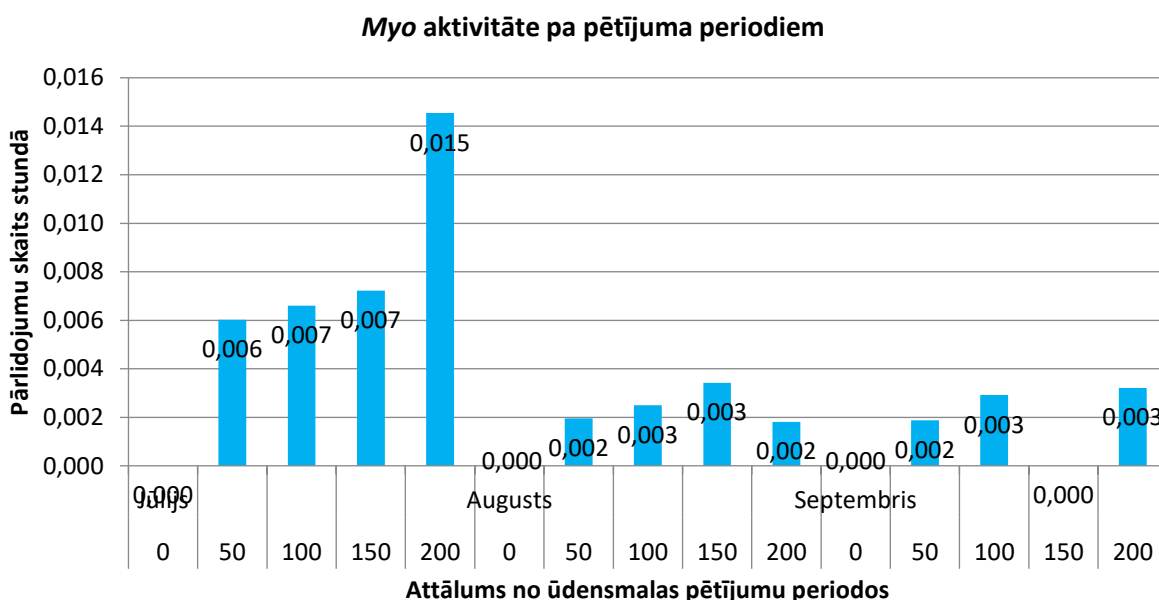
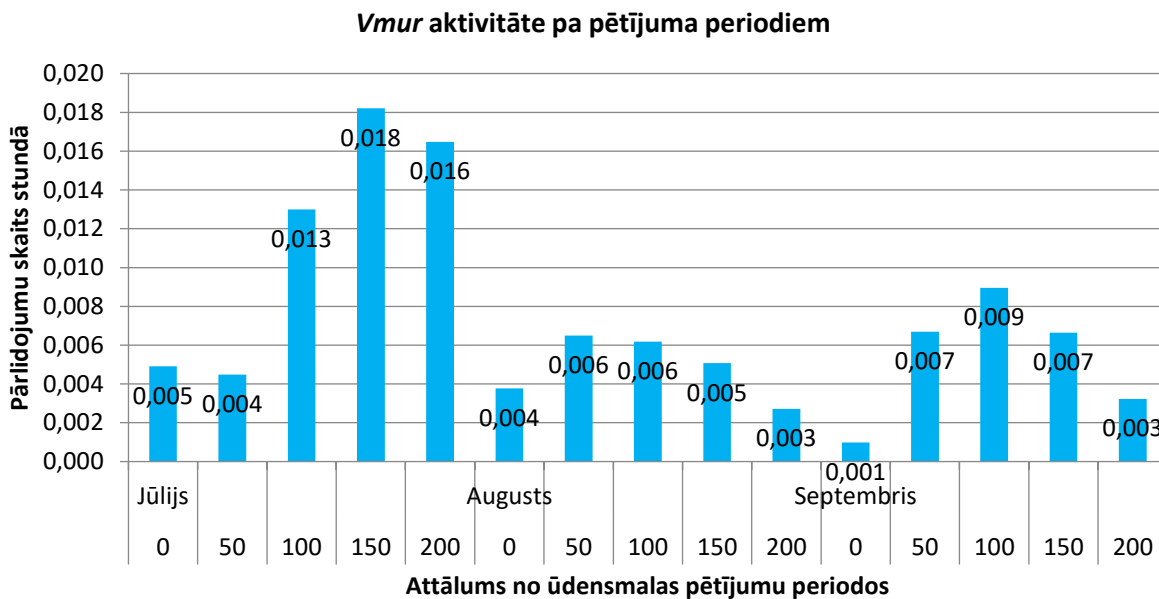


### Nnoc aktivitāte pa pētījuma periodiem



### Nyc/Vesp/Ept aktivitāte pa pētījuma periodiem





6. att. Sugu/ģinšu aktivitāte pa pētījuma periodiem.

## SECINĀJUMI

1. Automātisko detektoru ierakstu analīzē kopā konstatēti 3683 sikspārņu pārlidojumi, no tiem 3458 sikspārņu pārlidojumi attāluma ietekmes izvērtēšanai no ūdensmalas vietā, bet 225 sikspārņu pārlidojumi attāluma ietekmes izvērtēšanai no mežmalas vietā.

2. Akustisko ierakstu analīze ļāva droši noteikt 6 sikspārņu sugas pētījumā attāluma ietekmes novērtēšanai no mežmalas un 8 sikspārņu sugas pētījumā attāluma ietekmes novērtēšanai no ūdensmalas.
3. Pētījuma gaitā neiezīmējas būtiskas atšķirības sikspārņu kopējā aktivitātē atkarībā no attāluma no mežmalas. Nedaudz augstāka sikspārņu aktivitāte novērojama 200 metru attālumā no mežmalas, tomēr atšķirības nav būtiskas un iegūto datu apjoms ir pārāk mazs, lai iegūtu neapšaubāmus secinājumus.
4. Pētījuma gaitā iezīmējas būtiskas atšķirības sikspārņu kopējā aktivitātē atkarībā no attāluma no ūdensmalas. Sikspārņu kopējā aktivitāte visaugstākā bija pie ūdenstilpes, savukārt viszemākā 200 metru attālumā no tās, līdz ar to, ūdeņu tuvums būtiski paaugstina sikspārņu aktivitāti.
5. Natūza sikspārņa migrācijas laikā septembrī, vērojama būtiski augstāka to aktivitāte, salīdzinot tālākām vietām gan no mežmalas, gan no ūdenstilpes, līdz ar to, migrācijas periodā, ūdeņu un mežmalu tuvums paaugstina Natūza sikspārņu aktivitāti.