



NATURALIT

LIFE INTEGRUOTAS PROJEKTAS  
NATURA 2000 TINKLO VALDYMO OPTIMIZAVIMAS LIETUVOJE  
LIFE-IP-PAF-NATURALIT  
LIFE16 IPE/LT/016

## Lutučių apskaitų metodika panaudojant autonominis paukščių balsų įrašymo įrenginius

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETAS  
MIŠKO BIOLOGIJOS IR MIŠKININKYSTĖS INSTITUTAS



VYTAUTO DIDŽIOJO  
UNIVERSITETO  
ŽEMĖS ŪKIO  
AKADEMIJA

Ataskaitą rengė: prof. dr. G. Brazaitis, K. Šimkevičius, L. Bisikirskienė

*Sub-action C.7.2: Development of innovative  
population and habitat evaluation methods*

*Completed by 30.06.2022*



## Summary

Brazaitis, G., Šimkevičius, K. 2022. Tengmalm's owl monitoring methodology by using remote acoustic recorders VMU-AA; report of LIFE-IP-NATURALIT. 27p. 15 pictures. 9 references.

This study is the first attempt to perform the efficiency analysis of innovative night bird species census method based on autonomous bird voice recording. We are aiming to evaluate and prepare Tengmalm's owl monitoring methodology by autonomous bird voice recorders. We selected four areas for our study: Aukštaitija national park, Labanoras forest, Rūdininkai forest and Dainava forest.

In total we used 52 recording devices and in 48 points we detected Tengmalm's owls. Simultaneously, 23 breeding pairs were registered during traditional human visit monitoring.

Tengmalm's owls raised activity since beginning of February, by reaching peak between 10<sup>th</sup> March – end of April. Tengmalm's owls were almost not registered after mid of June. We found differences in owls' activity between 2020 and 2021. The peak of activity in 2021yr. were reached earlier comparing 2020 yr. In 2020 the peak of activity lasted shorter and species showed second smaller peak on the first part of June.

In general, we observed evening activity from sunset for 3.5 hrs. for the period from the last decade of February to beginning of June. However, highest activity period started 1 hr after sunset and lasted 1.5 hrs from 15<sup>th</sup> March to 30<sup>th</sup> April. Tengmalm's owls started their activity 4 hrs before sunrise and finished 0.5hr. before sun appearance from the beginning of March to beginning of June. The peak of owl activity we found was between 2.5-1.5 before sunrise.

The season of Tengmalm's owls monitoring by voice recorders should last since 9<sup>th</sup> February to 25<sup>th</sup> May (installing date). The length of recording should lasts for 10 days for the periods 9-20 February and 19-25 May. The census should last for 4 days if devises were installed during 20<sup>th</sup> February-3<sup>rd</sup> March and 14-19 May periods. Mostly efficient period for the monitoring is between 3<sup>rd</sup> March – 14<sup>th</sup> May. During this period it is enough to record Tengmalm's owls voices for 2 nights.

The season of Tengmalm's owls scientific research by voice recorders should last since 24<sup>th</sup> February to 9<sup>th</sup> May (installing date). The length of recording must be 10 days if devises is installed between 24<sup>th</sup> February – 3<sup>rd</sup> March and 28<sup>th</sup> April – 19<sup>th</sup> May. The census should last for 5 days for the periods between 5<sup>th</sup> – 15<sup>th</sup> March and 28<sup>th</sup> April – 4<sup>th</sup> May. Mostly efficient period for scientific studies is between 15<sup>rd</sup> March – 28<sup>th</sup> April. During this period, it is enough to record Tengmalm's owls voices for 3 nights.

## Santrauka

Brazaitis, G., Šimkevičius, K. 2022. Lutučių apskaitų metodika panaudojant autonominius paukščių balsų įrašymo įrenginius. VDU-ŽUA; LIFE-IP-NATURALIT projekto ataskaita. 27p. 15 pav. 9 literatūros šaltiniai.

Šis darbas yra pirmasis bandymas Lietuvoje atlikti naktį aktyvių paukščių apskaitų efektyvumo analizę panaudojant autonominius programuojamus paukščių balsų įrašymo prietaisus. Siekiama įvertinti autonominių paukščių balsų įrašymo prietaisų naudojimo galimybes bei parengti metodiką, kuri palengvintų lutučių radimviečių identifikavimą bei monitoringą. Lutučių apskaitų metodika naudojant autonominius paukščių balsų įrašymo įrenginius buvo rengiama vykdant šios rūšies paukščių apskaitas 4 lututėms svarbiose teritorijose: Aukštaitijos nacionaliniame parke, Labanoro girioje, Rūdininkų girioje ir Dainavos girioje.

Iš panaudotų 52 autonominių aparatų 48 vietose buvo užregistruoti lutučių skleidžiami tipiškai tuoktuviniai garsai. Vertinant tradicinio lutučių monitoringo duomenis, lututės buvo užregistruotos 16-25 vertintuose taškuose.

Vertinat užregistruotą bendrą lutučių balsų dinamiką matome, jog lututės tapo aktyvesnės vasario pradžioje, bet didžiausią aktyvumo laikotarpį pasiekė po kovo 10 d. ir jis tęsėsi iki balandžio mėnesio pabaigos. Lutučių aktyvumo pabaiga galima laikyti birželio mėnesio vidurį, po kurio lutučių balsų beveik neregistruota. Lutučių aktyvumas 2020m. ir 2021m. skyrėsi. 2021m. lututės aktyvumo piką pasiekė anksčiau nei 2020m. Vėliau pasiektas aktyvumo pikas truko trumpesnį laiką. Aktyvumo piką pasiekus anksčiau (2020m.), buvo registruotas aktyvumo padidėjimas birželio mėn. pirmoje pusėje.

Didžiausias vakarinis aktyvumo pikas, kuris prasideda 1 val. po saulės tekėjimo ir trunka 1,5 val. stebimas nuo kovo 15 iki balandžio 30 dienos, nors lututės būna galėtina aktyvios 3,5 val. laikotarpiu nuo saulės laidos nuo vasario paskutinės dekadės iki birželio pradžios. Rytinis lutučių aktyvumo pikas prasideda likus 2,5 val. iki saulės tekėjimo ir trunka 1,5 val. nuo kovo vidurio iki gegužės vidurio, nors apskritai lututės būna aktyvios 4-0,5 val. prieš aušrą nuo kovo pradžios iki birželio pradžios.

Vykdamas lutučių monitoringą ir gausos nustatymą apskaitų sezonas turėtų trukti nuo vasario 9 iki gegužės 25 dienos (nurodyta apskaitos pradžios data). Apskaitą pradėdant vykdyti nuo vasario 9 iki 20 dienos ir nuo gegužės 19 iki 25 dienos apskaita turi trukti 10 dienų. Apskaitą pradėdant vykdyti nuo vasario 20 dienos iki kovo 3 dienos bei nuo gegužės 14 iki 19 dienos jos turėtų trukti 4 dienas. Efektyviausias yra laikotarpis nuo kovo 3 iki gegužės 14 dienos. Šiuo laikotarpiu apskaitą pakanka vykdyti 2 dienas.

Siekiant tiksliai nustatyti rūšies radimvietes ar vykdyti mokslinius tyrimus tinkamas lutučių apskaitoms pradžios laikotarpis yra nuo vasario 24 iki gegužės 9 d. Apskaitą pradėdant vykdyti nuo vasario 24 iki kovo 5 dienos ir nuo gegužės 4 iki 9 dienos apskaita turi trukti 10 dienų. Apskaitą pradėdant vykdyti nuo kovo 5 dienos iki kovo 15 dienos bei nuo balandžio 28 iki gegužės 4 dienos jos turėtų trukti 5 dienas. Efektyviausias yra laikotarpis nuo kovo 15 iki balandžio 28 dienos. Šiuo laikotarpiu apskaitą pakanka vykdyti 3 dienas.

# 1. Turinys

1.	Turinys.....	4
2.	Įvadas .....	5
3.	Metodika .....	7
3.1	Bendra informacija .....	7
3.2	Tradiciniu būdu atliekamos apskaitos .....	9
3.3	Autonominiu paukščių balsų įrašymo prietaisu atliekamos apskaitos metodika .....	10
3.3.1	Song Meter SM4 Acoustic Recorder veikimo charakteristikos .....	10
3.3.2	Song Meter SM4 Acoustic Recorder sukonfigūravimo charakteristikos tyrimo taškuose.....	10
3.3.3	Garso failų analizė su programine įranga .....	11
3.3.4	Klasterių analizė .....	13
4.	Rezultatai.....	14
4.1	Bendra informacija .....	14
4.2	Bendras sezoninis aktyvumas.....	14
4.3	Lutučių sezoninio ir paros aktyvumo dėsningumai .....	18
5.	Lutučių apskaitų naudojant autonominius balsų įrašymo prietaisus metodika .....	20
6.	Tradicinių bei autonominius garsų įrašymo prietaisų apskaitų rezultatų palyginimas ..	22
7.	Išvados.....	26
8.	Naudota literatūra.....	27

## 2. Įvadas

Paukščiai - svarbiausia sausumos stuburinių grupė. Europoje jie sudaro apie 75% visų sausumos stuburinių (Mönkkönen & Viro 1997). Miškų ekosistemoms paukščiai yra labai svarbūs. Paukščiai lesa vabzdžius, sumažindami jų tankį (Holmes et al. 1979; Atlegrim 1989). Ornitofauna teigiamai įtakoja medžių augimą (Marquis & Whelan 1994). Besimaitindami kenkėjais, paukščiai gali prailginti laikotarpį tarp dviejų masinių kenkėjo pasirodymų (Holling 1978), o plėšrūs paukščiai puikiai kontroliuoja savo aukų gausą. Miško ekosistemų gyvybingumas ir stabilumas yra susijęs su paukščių populiacijų būkle. Miško ekosistemos sveikatingumą yra tiesiogiai susijęs su paukščių, kaip vienu iš komponentų, populiacijų būkle (Niemi et al. 1998).

Paprastoji lututė *Aegolius funereus* yra pelėdinių šeimos paukštis paplitęs daugiausiai taigos zonoje. Lietuvoje aptinkama miškingose teritorijose, gausiau rytų, pietryčių ir pietų regionuose. Dažniausiai gyvena spygliuočių, rečiau mišriuose miškuose. Lizdai kraunami uokuose, rečiau inkiluose. Minta mažais peliniais graužikais, rečiau paukščiais. Tikėtina, jog Lietuvoje populiaciją sudaro apie 700 lutučių porų. Lututė yra įtraukta į Lietuvos raudonąją knygą, pastaraisiais metais ženklesnių populiacijos pokyčių neregistruota (Treinys, 2021)

Viena iš pagrindinių visų rūšių apsaugos sudedamųjų dalių yra radimviečių inventorizacija ir populiacijų įvertinimas. Siekiant įvertinti paukščių rūšis yra daromos apskaitos, kai individai dažniausiai registruojami pagal jų skleidžiamus garsinius signalus. Pelėdos yra rūšių grupė, kurių apskaitos yra vykdomos naktį žiemos pabaigoje - pavasarį. Šiuo laikotarpiu patekti į nuošalias vietas bei apskaitas vykdyti nakties metu dažnai problematiška. Be to, paukščių apskaitų kokybė yra neatsisiejama nuo apskaitas vykdančių ekspertų kvalifikacijos. Pakankamą skaičių kvalifikuotų asmenų įtraukti į apskaitų vykdymą yra iššūkis net ir daug gilesnes ornitologinių tyrimų tradicijas turinčioms šalims. Galiausiai, ekspertų vykdomų apskaitų netikslumai ir paklaidos lieka neįvertinti, belieka pasitikėti gaunama informacija. Viena iš galimybių pagerinti esamą situaciją yra pradėti naudoti autonominius programuojamus paukščių balsų įrašymo prietaisus, kurie ne tik palengvintų apskaitų atlikimą, bet ir nepalyginamai pagerintų jų kokybę (Brandes, 2008). Akustiniai paukščių balsų įrašymo ir analizės metodai yra plačiai vystomi paukščių rūšių inventorizacijai, monitoringui, bet ir buveinių naudojimo įvertinimui, individų aktyvumui bei elgsenai tirti, siekiant išsaugoti rūšis ir

kt. (Sugai ir Llusia, 2019). Per pastaruosius 3 dešimtmečius šie metodai buvo plačiai išplėtoti ir naudojami ne tik paukščių, bet ir šikšnosparnių, neskraidančių žinduolių, bestuburių apskaitoms. Šis darbas yra pirmasis bandymas Lietuvoje atlikti naktį aktyvių paukščių apskaitų efektyvumo analizę panaudojant autonominius programuojamus paukščių balsų įrašymo prietaisus. Siekiama įvertinti autonominių paukščių balsų įrašymo prietaisų naudojimo galimybes bei parengti metodiką, kuri palengvintų lutučių radimviečių identifikavimą bei šios paukščių rūšies monitoringą.

## 3. Metodika

### 3.1 Bendra informacija

Nakties metu aktyvių paukščių inventorizacijos sėkmę gali gerokai padidinti autonominis paukščių garsų įrašymo prietaisas. Šiuo metu gaminamas bei pradedamas sunkiau inventorizuojamoms paukščių rūšims taikyti prietaisas „*Song Meter SM4 Acoustic Recorder*“. Šį prietaisą galima užprogramuoti, jog jis įrašinėtu girdimus paukščių garsus tam tikru paros laiku, su pauzėmis ar visą laiką. Nurodomos prietaiso koordinatės įgalina prietaisą daryti saulės patekėjimo skirtumo korekciją ir kiekvieną rytą pradėti įrašyti garsus pvz. nuo saulės patekėjimo. Prieš pradedant taikyti šį prietaisą plačiau yra būtina jį išbandyti, išsiaiškinti jo potencialias galimybes bei palyginti gautus duomenis su tradiciniais metodais atliekamų apskaitų tikslumu.

Lutučių apskaitų metodika naudojant autonominius paukščių balsų įrašymo įrenginius buvo rengiama vykdant šios rūšies paukščių apskaitas 4 lututėms svarbiose teritorijose: Aukštaitijos nacionaliniame parke, Labanoro girioje, Rūdininkų girioje ir Dainavos girioje (1 pav.). Teritorijos buvo pasirinktos, siekiant palyginti tradicinio monitoringo ir autonominių paukščių balsų įrašymo efektyvumą.

Šio darbo tikslas - pagrįsti autonominio paukščių balsų įrašymo įrenginio naudojimo galimybes vykdant pelėdinių paukščių (lutučių) monitoringą, įvertinti gaunamų rezultatų tikslumą bei palyginti juos su tradiciniais metodais atliekamų apskaitų rezultatais.

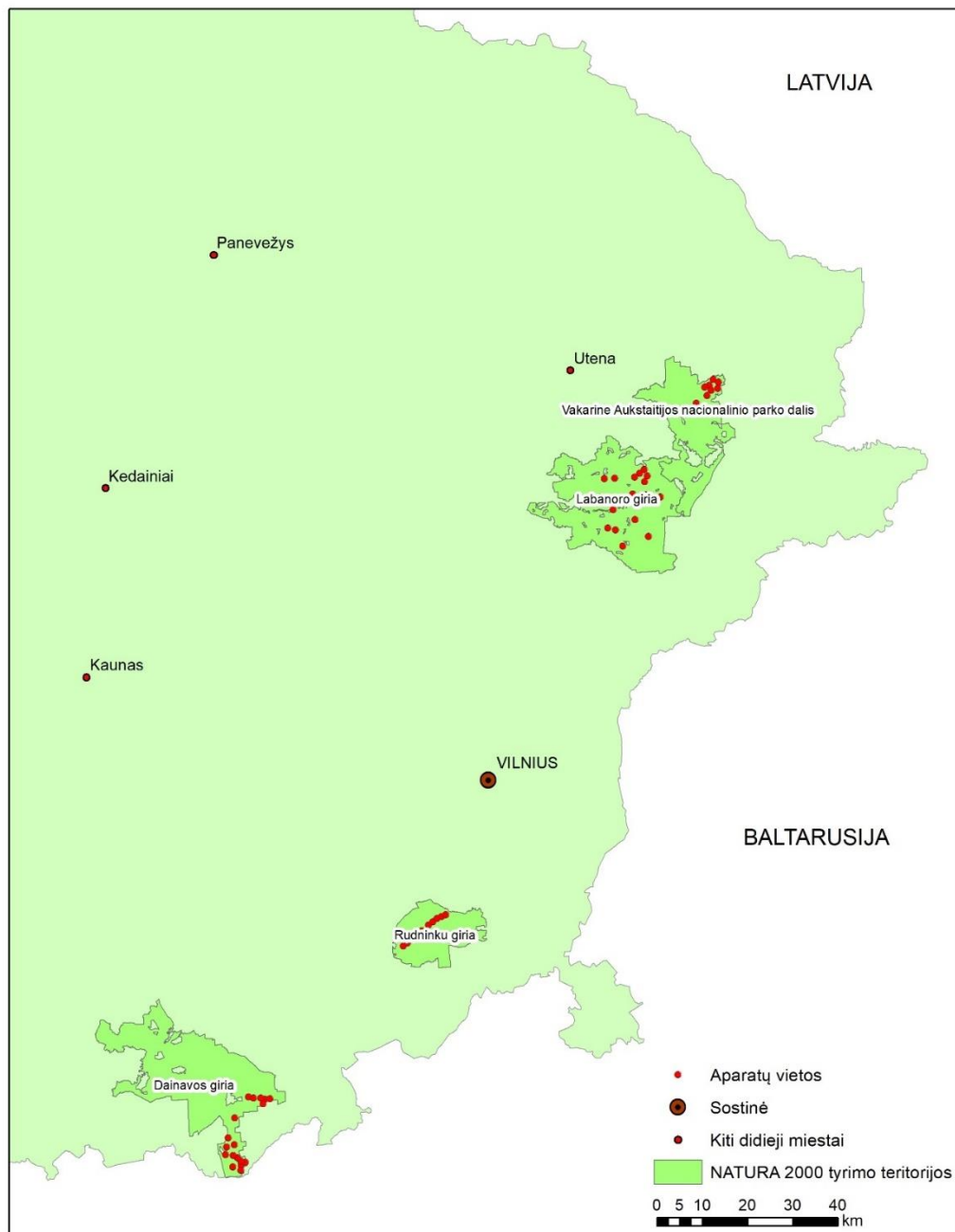
Darbui keliami šie uždaviniai:

- PAST teritorijose pasirinktuose lutučių monitoringo taškuose atlikti lutučių aktyvumo stebėjimą autonominiu balsų įrašymo prietaisu;
- Išsiaiškinti lutučių aktyvumo dėsningumus paros ir sezono laikotarpiais;
- Palyginti įprastu bei autonominiu prietaisu surinktus duomenis apskaitos taškuose;
- Pateikti autonominio paukščių garsų įrašymo prietaiso naudojimo rekomendacijas lutučių paieškai bei monitoringui pagal:

(a) monitoringo atlikimo laikotarpį;

(b) dienų skaičių, kurį prietaisas turi būti naudojamas viename taške;

(c) balsų įrašymo algoritmą bei laikotarpius saulės patekėjimo atžvilgiu;



1 pav. Teritorijos, kuriose buvo vykdomos lutučių apskaitos



### 3.2 Tradiciniu būdu atliekamos apskaitos

Tyrimams buvo pasirinkti taškai, kuriuose vykdomas lutučių monitoringas. Buvo naudojami 2016 ir 2019m monitoringo duomenys, bei 2020m. apskaitas vertinamuose taškuose atliko dr. Gintarė Grašytė. Apskaitos buvo vykdomos pagal standartizuotą lutučių monitoringo metodiką (Raudonikis ir kt., 2016). Monitoringo metu buvo registruojami lutučių teritorinių patinų balsai. Registruotas patino balsas buvo vertinamas kaip perinti pora. Tačiau ir nesusiporavę patinai kuriam laikui gali užimti individualias teritorijas ir išlaikydami jas aktyviai ūbauja. Dalis jų konkrečiais metais gali likti be poros. Todėl tik pakartotinės patinų (pagal galimybes ir patelių) registracijos parodo tikrąjį perinčių (ar pasiruošusių perėti) porų skaičių. Jeigu pirmųjų dviejų apskaitų metu registruotų patinų skaičius buvo vienodas, t. y. tuose pačiuose taškuose jų girdėta tiek pat, trečiosios apskaitos vykdyti nereikia. Nustatytas maksimalus patinų pakartotinių registracijų skaičius nurodo rūšies vietinės populiacijos dydį. Pavasarį apskaitos vykdomos du kartus tose pačiose vietose kovo pabaigoje–balandį, o trečioji apskaita atliekama balandžio pabaigoje - gegužės pradžioje. Minimalus būtinas apskaitų skaičius yra 3 apskaitos per sezoną, tačiau trečioji apskaita atliekama tik tuose taškuose, kur rūšis buvo aptikta bent vienos iš pirmų dviejų apskaitų metu (Raudonikis ir kt., 2016).

Apskaitos taške pradėtos ne anksčiau nei 30 min. po saulėlydžio ir tęsiamos iki pat saulėtekio. Viename apskaitos taške stebėtojas užtrukdavo iki 20 min., klausydamasis taške visą tą laiką ir neleisdamas lututės patino balso įrašo, jei teritorija ankstesniais metais buvo užimta šios rūšies paukščių. Kaip alternatyva buvo lututės patino balso įrašo leidimas, tuomet taške pirmiausia 5 min. klausomasi, po to 30 sek. leidžiamas įrašas ir vėl klausomasi iki 5 min., šie veiksmai kartojami po 2–3 kartus kiekviename taip alternatyviai tikrinamame taške. Jei per nustatytą 20 min. laiką negirdimas patino balsas, laikoma, kad rūšis neaptikta šiame apskaitos taške. Tuo tarpu užregistravus bent vieno patino balsą, reikia laukti ilgiau, nes girdimumo ribose gali atsiliepti ir kitos lututės poros patinas.

Stebėjimų registracijos procedūros metu paukščiai registruojami iki 0,5 km sektoriuje, nors atskiri patinai būna girdimi ir didesniu atstumu (ypač ramiu oru). Apskaitų rezultatai labai priklauso nuo vėjo ir oro temperatūros. Apskaitas vykdyti netikslinga pučiant stipresniam nei 5 m/s vėjui ir esant žemesnei nei -15–20 °C oro temperatūrai, taip pat esant silpnam šiaurės krypties (įskaitant ŠR ar ŠV) vėjui. Apskaitoms netinkamas permainingas oras, ypač tada, jei atmosferos slėgis nuolat krenta. Esant tokioms sąlygoms, dauguma paukščių būna ne tokie

aktyvūs arba gali būti visai neaktyvūs ir sumažėja balso girdimumo sektorius, t. y. atstumas tarp stebėtojo ir balsą demonstruojančių pelėdų. Netinkamu oru balsą demonstruoja dažniausiai pavieniai, be poros likę patinai. Esant debesuotumui, darganai, lyjant silpnam lietu, lututės gali būti aktyvios. Tačiau tiksliausios apskaitos gaunamos ramiu, giedru, be vėjo, ilgesnį laiką nusistovėjusiu pastoviu aukštesnio slėgio oru (Raudonikis ir kt., 2016).

### 3.3 Autonominiu paukščių balsų įrašymo prietaisu atliekamos apskaitos metodika

#### 3.3.1 Song Meter SM4 Acoustic Recorder veikimo charakteristikos

Song Meter SM4 yra 4 kartos prietaisas, skirtas įrašyti paukščių ir kitų gyvūnų balsus. Jis yra kompaktinis, atsparus vandeniui ir dulkėms prietaisas turintis dviejų takelių įrašymo galimybę. Bendra SM4 įrašo trukmė gali būti 400 valandų, jis beveik nenaudoja energijos, kai neįrašinėja aplinkos garsų. Prietaisas gerai veikia nuo -20 iki 50°C (2 pav.). Prietaisas veikia naudodamas 4 maitinimo elementų arba akumuliatorių energiją.

Prietaisų veikimo laikotarpiu buvo naudojami vienodi maitinimo elementai, tai padėjo optimaliai išnaudoti jų energiją bei nebuvo palikta didelių tarpų tarp įrašo pabaigos bei naujo pradžios. Išimti akumuliatoriai bus tikrinami, kiek juose liko energijos, taip buvo nustatyta naudojamiems akumuliatoriams būdinga ištvermė esant konkrečioms žiemos pabaigos – ankstyvo pavasario sąlygoms.

#### 3.3.2 Song Meter SM4 Acoustic Recorder sukonfigūravimo charakteristikos tyrimo taškuose

Šiai eksperimento daliai buvo naudojama 18-20 garso įrašymo prietaisų. Šios eksperimento dalies tikslas – palyginti ekspertų atliekamas apskaitas su garso įrašymo stotelių galimybėmis.

Paukščių balsų įrašymo sezonas su prietaisu SM 4 pradėtas sausio paskutinę dekadą ir tęsėsi iki liepos vidurio. Tuose pačiuose taškuose prietaisai būdavo laikomi visą sezoną.

Prietaisas sukonfigūruotas taip, kad jis kiekvieną rytą jis įsijungė likus 1 val. iki saulės laidos ir veikė per visą naktį. Prietaisas nustodavo įrašinėti 1 valanda po saulės tekėjimo. patekėjimo bei veikė 7 valandas. Buvo pasirinktas algoritmas, kai balsai įrašinėti 15 min, o po

to 15 min. – prietaisas ilsėdavosi. Taip padaryta siekiant taupyti energiją – rečiau lankantis prie prietaisų

Lutučių tuoktuviniai balsai įrašinėti 2020 ir 2021m. surinkti balso įrašai buvo analizuojami 2021 metais. Apskaitos atliktos 52 taškuose. Iš viso buvo išanalizuota 13,52 TB duomenų, daugiau nei 200 tūkst. garso failų. Atlikus analizę identifikuoti 694,1 tūkst. garso fragmentų iš jų 174,4 tūkst. priskirti lututei.



2 pav. Song meter SM 4 Acoustic Recorder prietaisas paruoštas darbui (kairėje) ir vidinis prietaiso vaizdas (dešinėje)

### 3.3.3 Garso failų analizė su programine įranga

Įrašų analizė buvo atlikta su programine įranga Kaleidoscope Pro 4.5.7. Šis įrankių rinkinys, skirtas efektyviam viso spektro nuo nulio skaitmeninių garso įrašų duomenų apdorojimui ir analizei. „Kaleidoscope Pro“ naudoja statistinę modelio analizę, kad išskirtų ir sugrupuotų panašius balsus. Programa, pagrindinio grupavimo funkcijoje, pagal nustatytus parametrus, sukuria duomenų grupes (klasterius) pagal akustinius panašumus. Klasteriuose rezultatai rūšiuojami pagal panašumą į klasterio centrą. Analizės proceso metu sukuriamas \*.csv failas, kuris vėliau gali būti apdorojama ir analizuojamas.

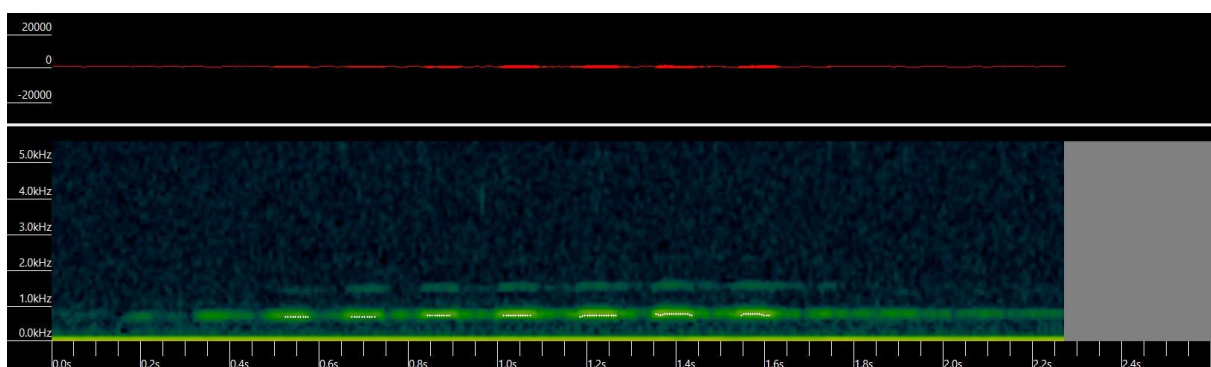
Prieš pradėdant įrašų analizę, yra būtini tam tikri nustatymai. Šie nustatymai yra labai svarbūs norint gauti gerus klasterių analizės rezultatus! Programos aptiktas signalas yra frazė, susidedanti iš skiemenų (garsų), esančių laike arti vienas kito, o laiko tarpas tarp atskirų skiemenų yra neviršijamas. Vienu metu gali būti įrašyti keli garsai ar skirtingų rūšių frazės, kurias padeda išfiltruoti ir atskirti programos nustatymai.

Pagrindiniai nustatymai yra šie:

**Minimalus ir maksimalus garso dažnis.** Šis parametras labai priklauso nuo tikslinių rūšių, nes atskirų paukščių grupių balsų dažniai labai skiriasi. Pelėdų balsas yra palyginus žemo dažnio garsas ir yra aiškiausiai girdimas diapazone nuo 0,65 iki 1,0 kHz (3 pav.). Būtent šie nustatymai ir buvo naudojami lutučių balsų aptikimui.

**Minimalus ir maksimalus frazės trukmės laikas.** Apibūdinamas kaip atskirų skiemenų, kurie jungiasi į frazes, trukmės laikas. Lutučių balsams būdingos nedidelės trukmės variacijos, todėl jiems aptikti naudotas 0,35 – 3,5 s laiko intervalas.

**Maksimalus tylos tarpas tarp atskirų skiemenų.** Apibūdina didžiausią leistiną tarpą tarp rastų „skiemenų“ aptiktame garse. Jei didžiausias tylos laiko tarpas yra viršijamas, programa pradeda kitos frazės kūrimą. Siekiant kad programa lutučių frazių neskaidytų į atskirus „skiemenis“, buvo pasirinkta 0,35 s laiko trukmė.



3 pav. Lututės balso spektrograma

### 3.3.4 Klasterių analizė

Klasterių analizė yra „Kaleidoscope Pro“ programos įrankis, naudojamas analizuoti, rūšiuoti ir identifikuoti aptiktus signalus remiantis garsų struktūros panašumu. Klasifikacijos metu, iš analizuojamų garso failų, yra sukuriama klasteriai pagal akustinį panašumą. Yra du pagrindiniai analizės būdai: pagrindinis klasifikavimas ir klasifikavimas paremtas klasifikatoriumi sudarytu pagrindinio klasifikavimo metu. Lutučių balsų paieškos metu buvo naudojamas pagrindinis klasifikatorius, nes pelėdų balsai yra palyginus žemo dažnio garsai ir ieškant pagal sudarytą klasifikatorių, programa neteisingai priskiria daug kitų garsų dėl žemame dažnyje esančio foninio „triukšmo“ ir kitų garsų. Taip pat pagrindinis klasifikatorius buvo naudojamas ir dėl to, kad nakties metu paukščių balsų ir kitų garsų būna mažai, todėl tarp gaunamų rezultatų lutučių klasteriai yra lengvai aptinkami ir identifikuojami.

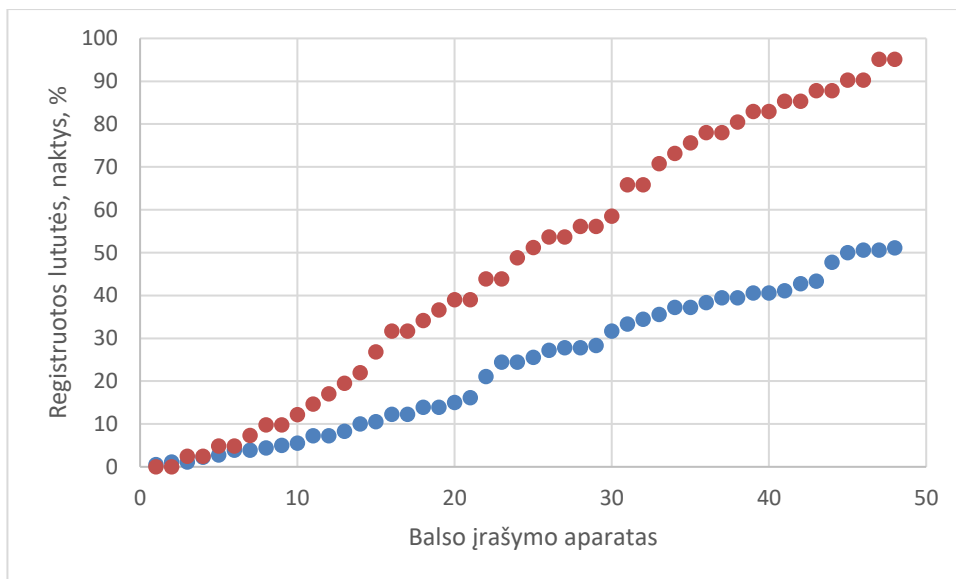
#### Klasterių analizės nustatymai:

1. **Maksimalus aptiktos frazės atstumas nuo klasterio centro.** Aptikti signalai analizuojami pagal garsų struktūros panašumą. Kai kurie aptikti signalai yra labai panašūs vienas į kitą, kiti - mažiau panašūs vienas į kitą. Klasterių centras nustatomas pagal vidutinį panašiausią klasterio garsą. Aptikti balsai analizuojami siekiant nustatyti jų panašumą ar atstumą iki klasterio centro. Maksimalus galimas atstumas nuo klasterio centro yra 2. Tačiau pasirenkant tokį atstumą, į analizę įtraukiama labai daug pašalinių garsų, todėl buvo naudo vidutinis parametras – 1.
2. **FFT (The Fast Fourier Transform) langas.** FFT lango dydis turi įtakos dažniui per laiko trukmę skiriamajai gebai. Didesnis FFT langas turės didesnę dažnio skiriamąją gebą, ypač žemų dažnių analizei. Tačiau daugeliu atvejų žemesnio dažnio garsai, pavyzdžiui, pelėdų, per tam tikrą laiko trukmę turi mažiau detalių (yra mažesnės rezoliucijos), todėl yra skiriami prasčiau. Lutučių balas yra žemo dažnio garsas, todėl analizės metu naudotas FFT langas – 10,67 ms.

## 4. Rezultatai

### 4.1 Bendra informacija

Iš panaudotų 52 autonominių aparatų viso stebėjimo metu (truko 180 dienų) 48 vietose buvo užregistruoti lutučių skleidžiami tipiški tuoktuviniai garsai (4 pav.). Oficialiu monitoringo vykdymo laikotarpiu nuo kovo 21 d. iki balandžio 30 d. lututės buvo registruotos 46 taškuose. Vertinant tradicinio lutučių monitoringo būdu, lututės 2020m. buvo užregistruotos 23 vertintuose taškuose. Tai maždaug atitiktų autonominių aparatų, kurie registravo lututes daugiau nei 50% veisimosi sezono naktų skaičių. Akivaizdu, jog pavienės atsitiktinės registracijos negali būti laikomos teritorijos užėmimo rodikliu, dėl to buvo nuspręsta, jog atliekant lutučių apskaitą laikotarpio modeliavimą bus naudojami tik tie tyrimų taškai, kuriuose lututės registruotos 10 ir daugiau naktų viso tyrimo sezono laikotarpiu.

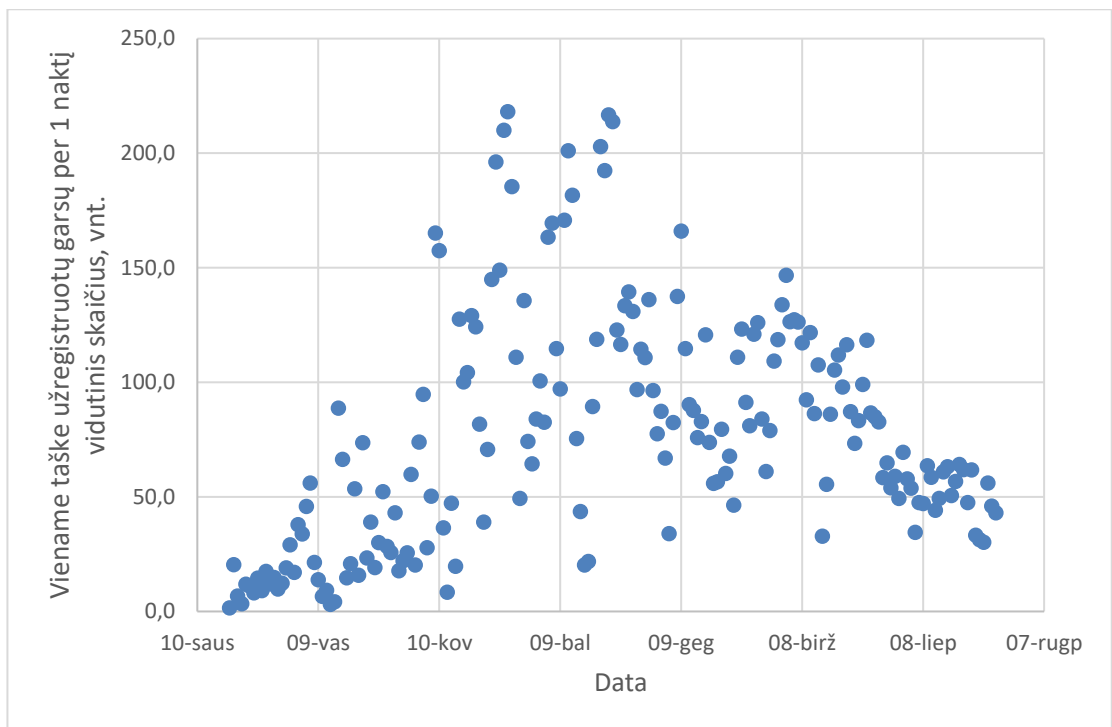


4 pav. Autonominių paukščių balsų įrašymo stotelių lutučių registracijos naktimis statistika. Balsų įrašymo įrenginiai išdėstyti nuo mažiausiai iki daugiausiai įrašiusių. Mėlyna spalva pažymėtas visas įrašų sezonas, raudona – lutučių monitoringo sezonas nuo kovo 21 iki balandžio 30 d.

### 4.2 Bendras sezoninis aktyvumas

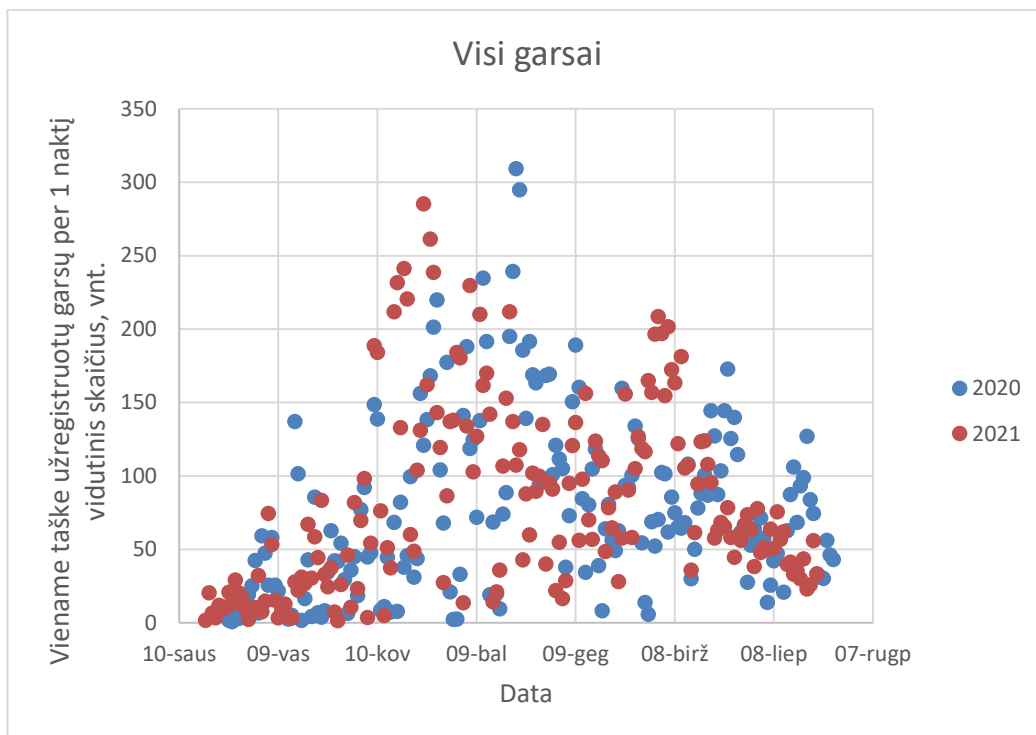
Mes išanalizavome visų garsų ir lutučių sezoninį aktyvumą, bei palyginome jį tarp 2020 ir 2021 metų. Per naktį tyrimų taške užregistruotų garsų skaičius didėjo nuo registracijos pradžios ir pasiekė maksimalų laikotarpį nuo kovo 15 iki balandžio 20 dienos (5 pav.). 2020m

registruotų garsų skaičius pasiekė piką vienu mėnesiu vėliau (6 pav.) – balandžio antroje pusėje. Po pasiekto pavasarinio piko registruotų garsų skaičius mažėjo, ir pakartotinis garsų skaičiaus padidėjimas registruotas birželio pradžioje (2021m.) ir birželio pabaigoje (2020m.). Šį gamtos garsų padidėjimą būtų galima sieti su lėlių aktyvumu, kurie užima panašias pušynų buveines, kaip ir lututės.

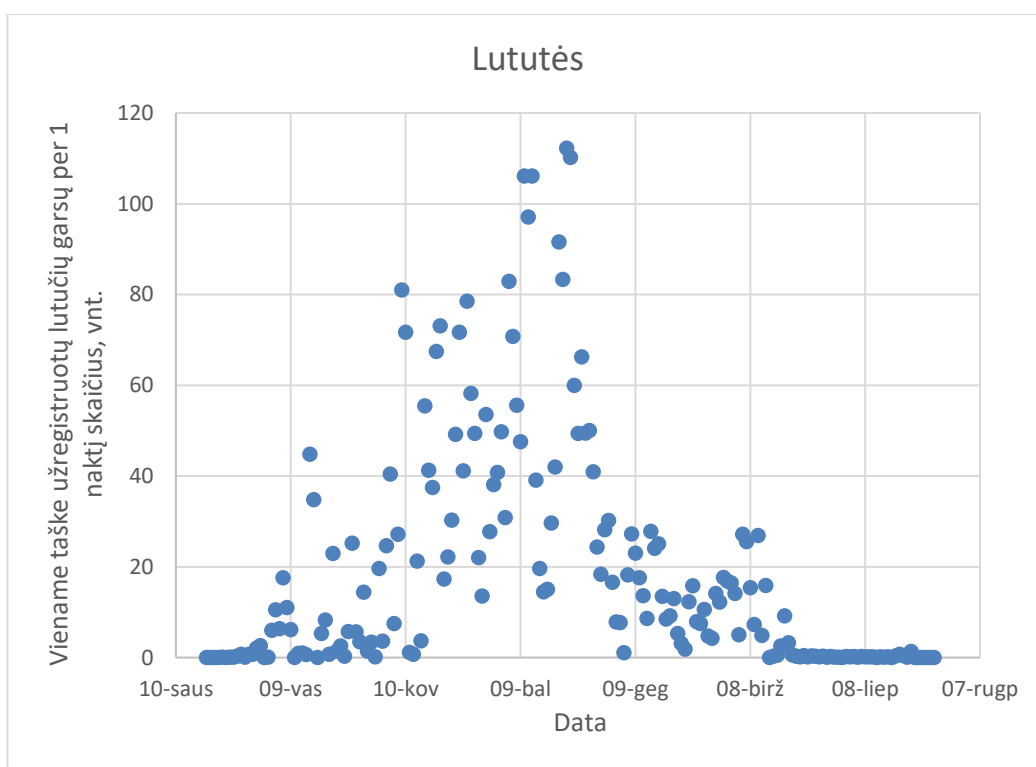


5 pav. Per 1 naktį viename registracijos taške vidutinis užregistruotų visų garsų skaičius.

Vertinat užregistruotą bendrą lutučių balsų dinamiką matome, jog lututės tapo aktyvesnės vasario pradžioje, bet didžiausią aktyvumo laikotarpį pasiekė po kovo 10 d. (7 pav.). Jis tęsiasi iki balandžio mėnesio pabaigos. Lutučių aktyvumo pabaiga galima laikyti birželio mėnesio vidurį, po kurio lutučių balsų beveik neregistruota.

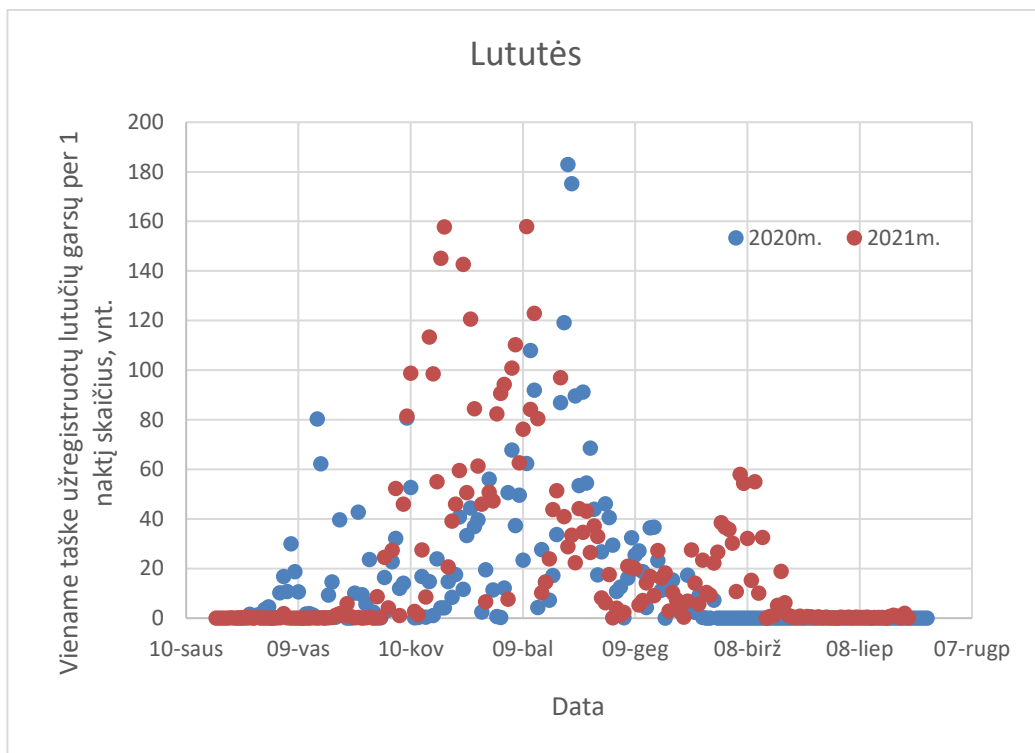


6 pav. 2020 ir 2021 metais per 1 naktį viename registracijos taške vidutinis užregistruotų visų garsų skaičius.



7 pav. Per 1 naktį viename registracijos taške vidutinis užregistruotų lutučių garsų skaičius.

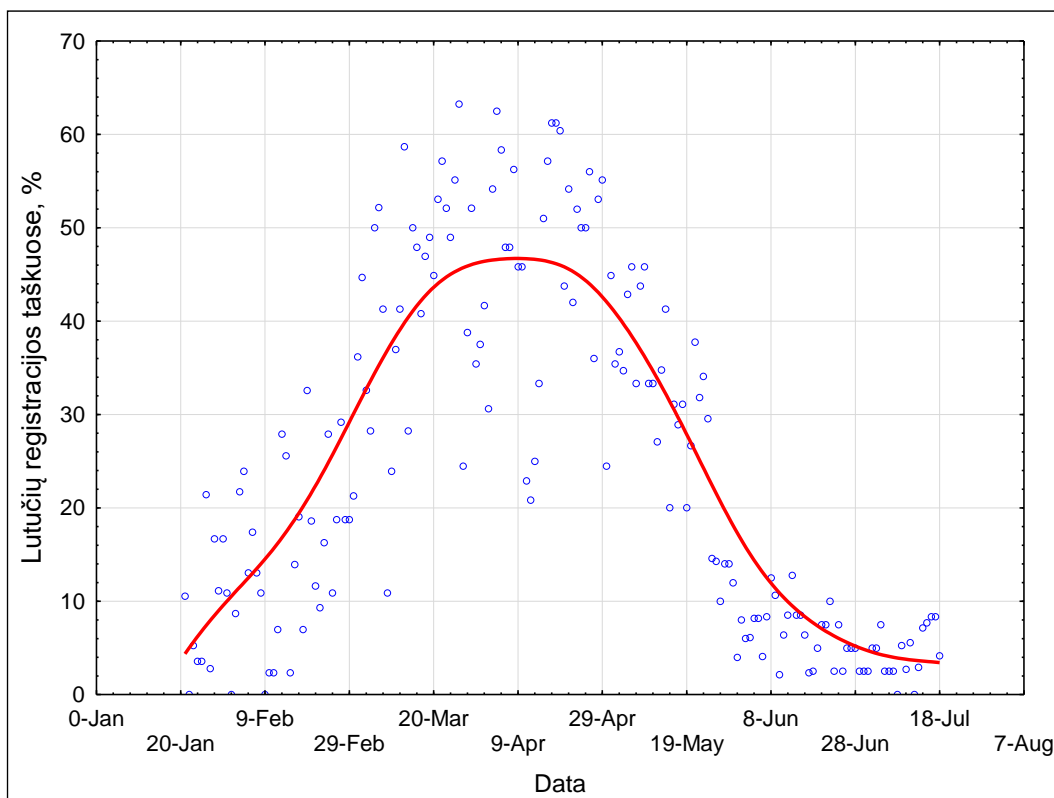




8 pav. 2020 ir 2021 metais per 1 naktį viename registracijos taške vidutinis užregistruotų lutučių garsų skaičius.

Lutučių aktyvumas 2020m. ir 2021m. skyrėsi (8 pav.). 2021m. lututės aktyvumo piką pasiekė anksčiau nei 2020m. Vėliau pasiektas aktyvumo pikas truko trumpesnį laiką. Aktyvumo piką pasiekus anksčiau (2020m.), buvo registruotas aktyvumo padidėjimas birželio mėn. pirmoje pusėje.

Siekiant geriau įvertinti ir suprasti lutučių aktyvumą kiekiniai lutučių aktyvumo duomenys buvo perskaičiuoti į 0-1 pavidalą, nurodant ar lututės tam tikros nakties metu buvo registruotos tyrimų taške. Apskaičiavus kokioje dalyje apskaitos taškų buvo registruotos lututės gautas lutučių aktyvumo grafikas (9 pav.). Šie duomenys geriau charakterizuoja lutučių aktyvumą, nes vykdant lutučių monitoringą nėra didelio skirtumo tarp keletos ir kelių šimtų lututės balsų registracijų vienos nakties laikotarpiu. Kaip matome iš pateikiamo grafiko nuo stebėjimo pradžios, sausio paskutinės dekados, lutučių aktyvumas didėjo ir pasiekė didžiausią laikotarpį nuo kovo pradžios iki balandžio pabaigos. Nuo birželio pradžios lututės buvo aktyvios labai nedideliame taškų kiekyje, nors registruotas aktyvumo padidėjimas (8 grafikas)

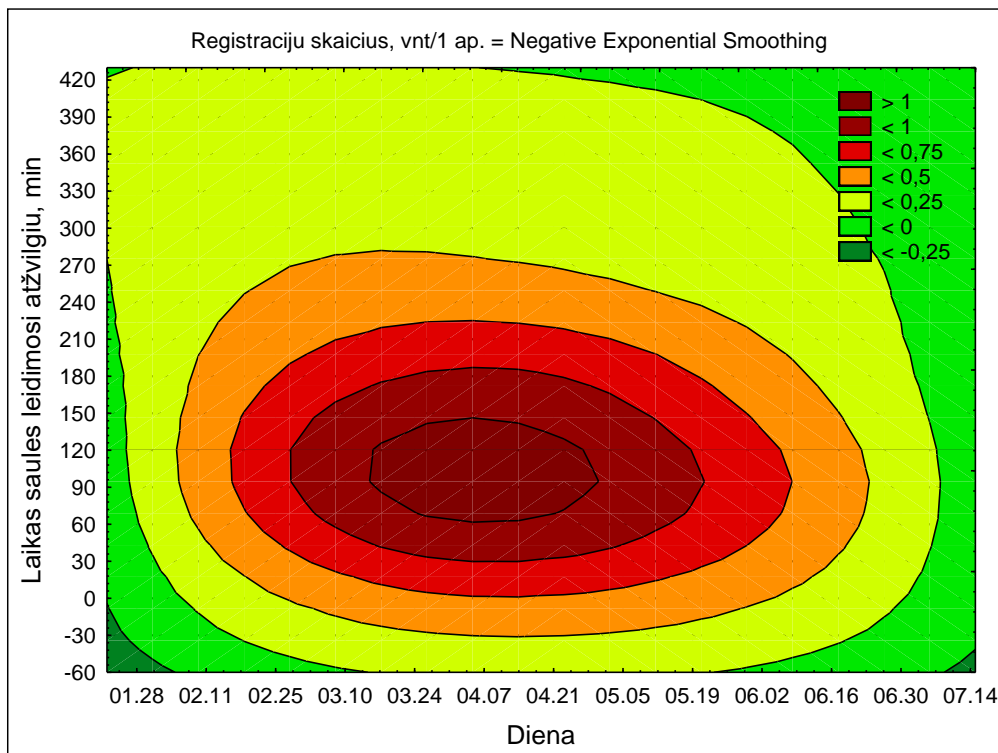


9 pav. Lutučių registracijos tyrimų taškuose (apskaičiuota pagal registruota-neregistruota vienos nakties laikotarpiu)

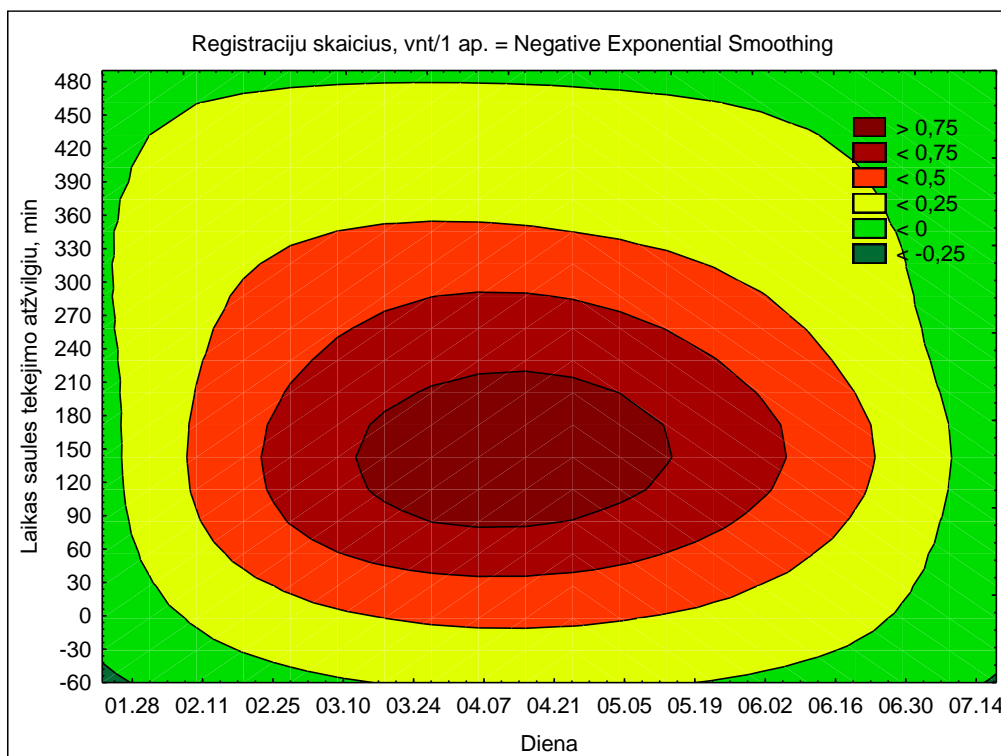
### 4.3 Lutučių sezoninio ir paros aktyvumo dėsningumai

Buvo atskirai vertinamas vakarinis ir rytinis nakties meto lutučių aktyvumas. Lututės turi du aktyvumo pikus. Didžiausias vakarinis aktyvumo pikas, kuris prasideda 1 val. po saulės tekėjimo ir trunka 1,5 val. stebimas nuo kovo 15 iki balandžio 30 dienos (10 pav.), nors lututės būna galėtinai aktyvios 3,5 val. laikotarpiu nuo saulės laidos nuo vasario paskutinės dekadės iki birželio pradžios.

Rytinis lutučių aktyvumo pikas prasideda likus 2,5 val. iki saulės tekėjimo ir trunka 1,5 val. nuo kovo vidurio iki gegužės vidurio (11 pav.), nors apskritai lututės būna aktyvios 4-0,5 val. prieš aušrą nuo kovo pradžios iki birželio pradžios.



10 pav. Sezoninis ir vakaro-nakties laikotarpio santykinio lutučių aktyvumo kitimas. Laiko skalėje 0 – saulė leidžiasi. Neigiamos reikšmės reiškia dienos, o teigiamos – nakties laikotarpius.



11 pav. Sezoninis ir nakties-rytmečio laikotarpio santykinio lutučių aktyvumo kitimas. Laiko skalėje 0 – saulė teka. Neigiamos reikšmės reiškia dienos, o teigiamos – nakties laikotarpius

## 5. Lutučių apskaitų naudojant autonominius balsų įrašymo prietaisus metodika

Svarbiausias metodikos parametras yra vykdomos apskaitos laikas naktimis viename apskaitos taške. Numatytą naktų skaičių turi būti laikomas paukščių balsus įrašinėjantis prietaisas. Esant nepakankamai šio laikotarpio trukmei iškyla rizika, jog ne visos paukščių rūšys bus registruojamos, o laikant jį pernelyg ilgai – per sezoną bus įvertinta mažiau nei buvo galima taškų. Šis vertinimas atliktas surinktą informaciją apdorojant su paukščių balsų atpažinimo programa.

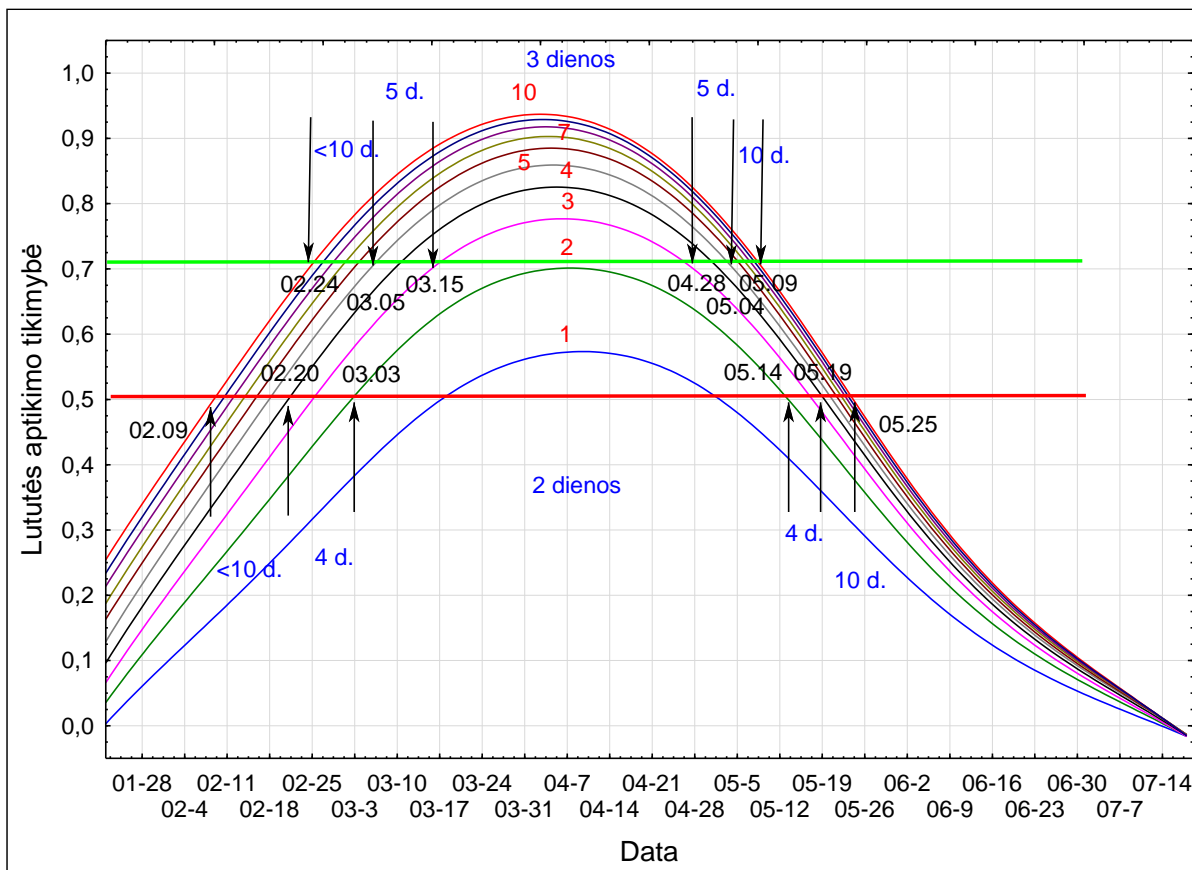
Atliekant modeliavimą buvo priimti du apskaitų tikslumo lygiai, kurie atitinka 0,5 ir 0,7 aptikimo tikimybę. 0,5 apskaitos tikimybė naudotina, kai apskaitos naudojamos gausos įvertinimo, monitoringo tikslais, o 0,7 – siekiant tiksliai nustatyti rūšių radmvietses, mokslinių tyrimų tikslais. Paprastai yra nurodomas trukmės intervalas, mažesniosios reikšmės yra naudotinos esant geroms oro sąlygoms (vyrauja giedri ir saulėti orai), o didesniosios – prastoms, kai lutuės nėra aktyvios.

Autonominės paukščių balsų įrašymo stotelės turi daryti įrašus 7 valandas per parą. Įrašymas turi prasidėti praėjus 30 min po saulės tekėjimo ir trukti 3 valandas, o ryte prasidėti likus 5 valandoms iki saulės tekėjimo ir trukti 4 valandas. Jeigu aparatus planuojama laikyti ilgiau, ir dėl to gali neužtekti energijos baterijose galima įrašinėti kas antrą 15 min intervalą.

Vykdamt lutučių monitoringą ir gausos nustatymą apskaitų sezonas turėtų trukti nuo vasario 9 iki gegužės 25 dienos (nurodyta apskaitos pradžios data). Apskaitą pradedant vykdyti nuo vasario 9 iki 20 dienos ir nuo gegužės 19 iki 25 dienos apskaita turi trukti 10 dienų. Apskaitą pradedant vykdyti nuo vasario 20 dienos iki kovo 3 dienos bei nuo gegužės 14 iki 19 dienos jos turėtų trukti 4 dienas. Efektyviausias yra laikotarpis nuo kovo 3 iki gegužės 14 dienos. Šiuo laikotarpiu apskaitą pakanka vykdyti 2 dienas (12 pav.).

Siekiant tiksliai nustatyti rūšies radmvietses ar vykdyti mokslinius tyrimus tinkamas lutučių apskaitoms pradžios laikotarpis yra nuo vasario 24 iki gegužės 9 d. Apskaitą pradedant vykdyti nuo vasario 24 iki kovo 5 dienos ir nuo gegužės 4 iki 9 dienos apskaita turi trukti 10 dienų. Apskaitą pradedant vykdyti nuo kovo 5 dienos iki kovo 15 dienos bei nuo balandžio 28

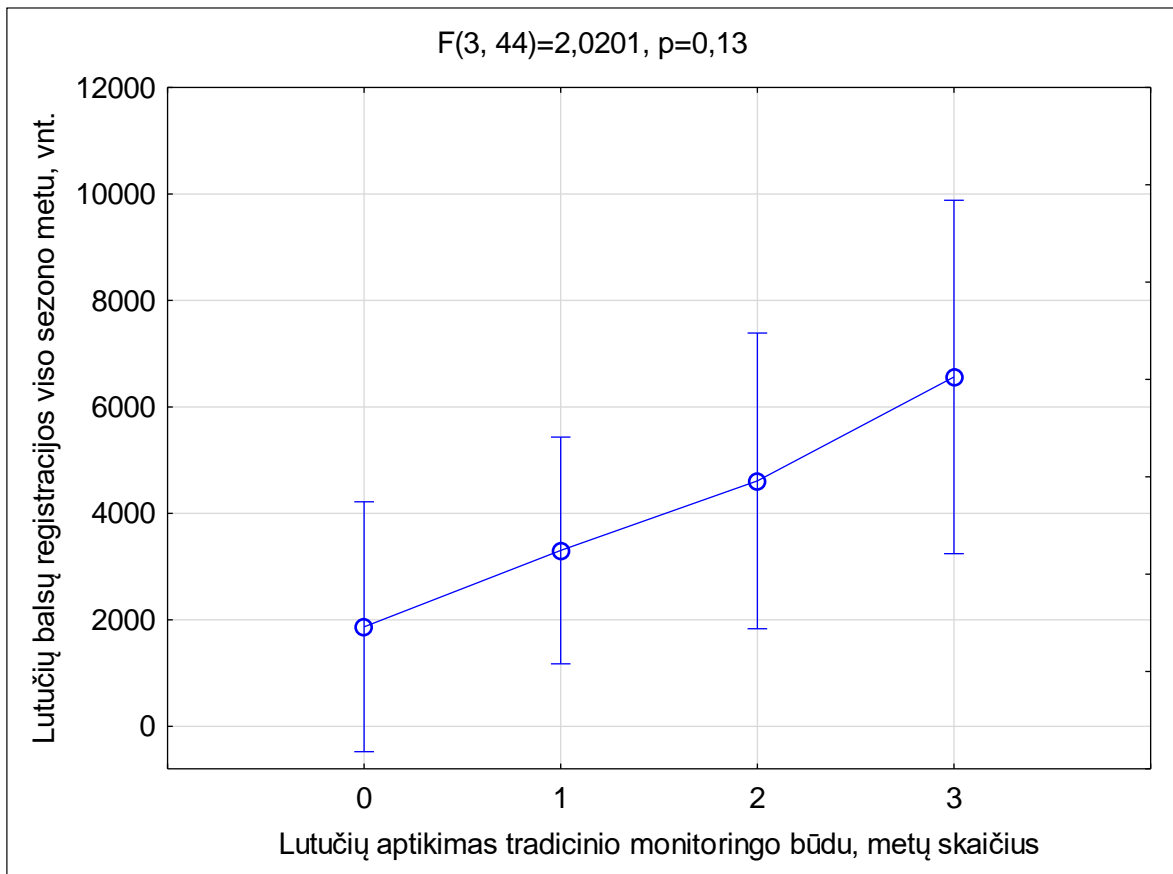
iki gegužės 4 dienos jos turėtų trukti 5 dienas. Efektyviausias yra laikotarpis nuo kovo 15 iki balandžio 28 dienos. Šiuo laikotarpiu apskaitą pakanka vykdyti 3 dienas.



12 pav. Lututės aptikimo tikimybė esant skirtingai apskaitos pradžios datai ir trukmei vykdant apskaitas su autonominiu paukščių balsų įrašymo įrenginiu bei įrašus analizuojant programine įranga. Skirtingų spalvų kreivės reprezentuoja 1-10 dienų trukmės apskaitas pradėtas vykdyti x ašyje nurodytą dieną. Raudona horizontali linija reprezentuoja 0,5, o žalia – 0,7 apskaitos tikslumą. Atitinkamomis spalvomis yra nurodyta apskaitų trukmė dienomis.

## 6. Tradicinių bei autonominius garsų įrašymo prietaisų apskaitų rezultatų palyginimas

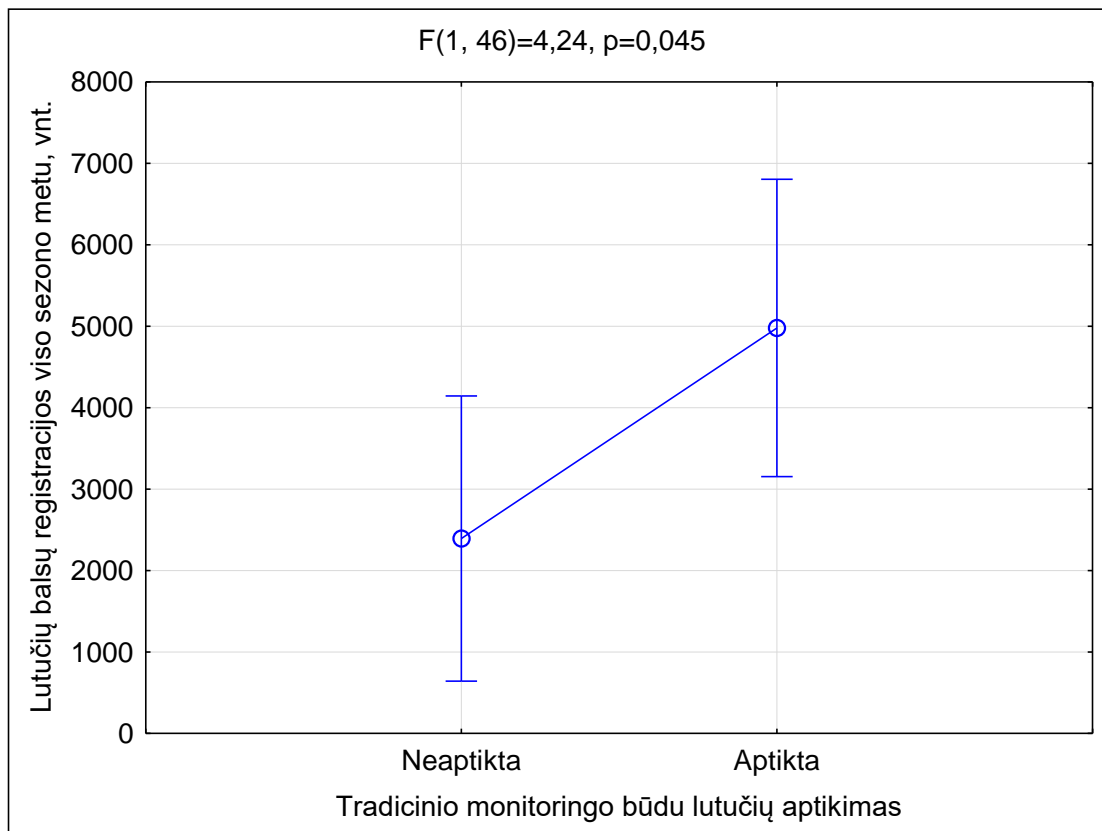
Visą veisimosi sezoną su atonominiais paukščių garsų įrašymo prietaisais įrašinėjant lutučių balsus, jos buvo registruotos daugiau nei du kartus didesniame taškų skaičiuje. Tai dėsningas rezultatas, nes tradicinės apskaitos vyksta tik 2-3 naktis, taške praleidžiant ribotą laiką, o autonominis prietaisas įrašus darė visą sezoną, 180 dienų. Be to tradicinių apskaitų metu nėra registruojami balsai, kurie girdimi toliau nei 500m, tuo tarpu jie analizuojant programiškai yra atpažįstami ir registruojami.



13 pav. Tradiciniu monitoringo bei programiniu būdais atliktų lututės apskaitų palyginimas. X ašyje yra lutučių, aptiktų trijų paskutinių monitoringų metu metų skaičius, y – bendras programiniu būdu suskaičiuotų lututės registracijų skaičius.

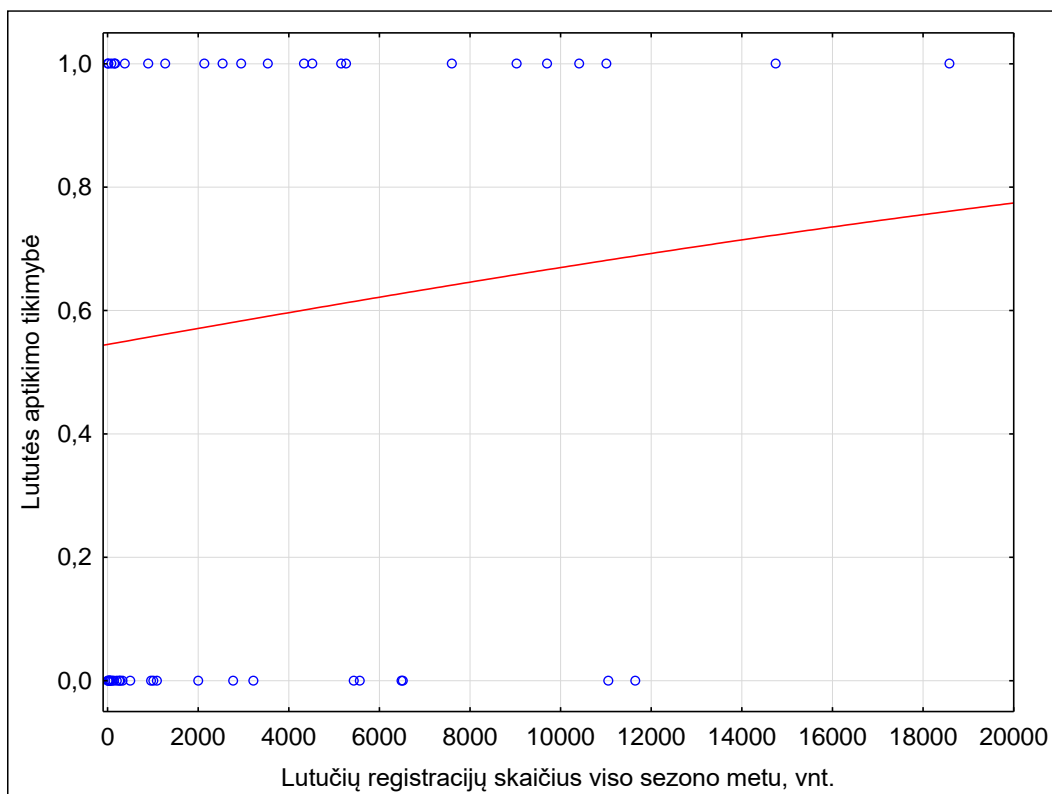
Siekiant geriau palyginti šiuos du metodus buvo atlikti keletas statistinių vertinimų. Pirmiausiai, buvo palyginta informacija iš apskaitos taškų. Buvo lyginama, kiek kartų

kiekviename apskaitos taške buvo aptiktos lututės 2016, 2019 ir 2020m laikotarpiu su lutučių skaitmeninių registracijų skaičiumi (13 pav.). Matome, jog lutučių balso įrašų skaičius didėjo didėjant tradicinio monitoringo registracijoms.

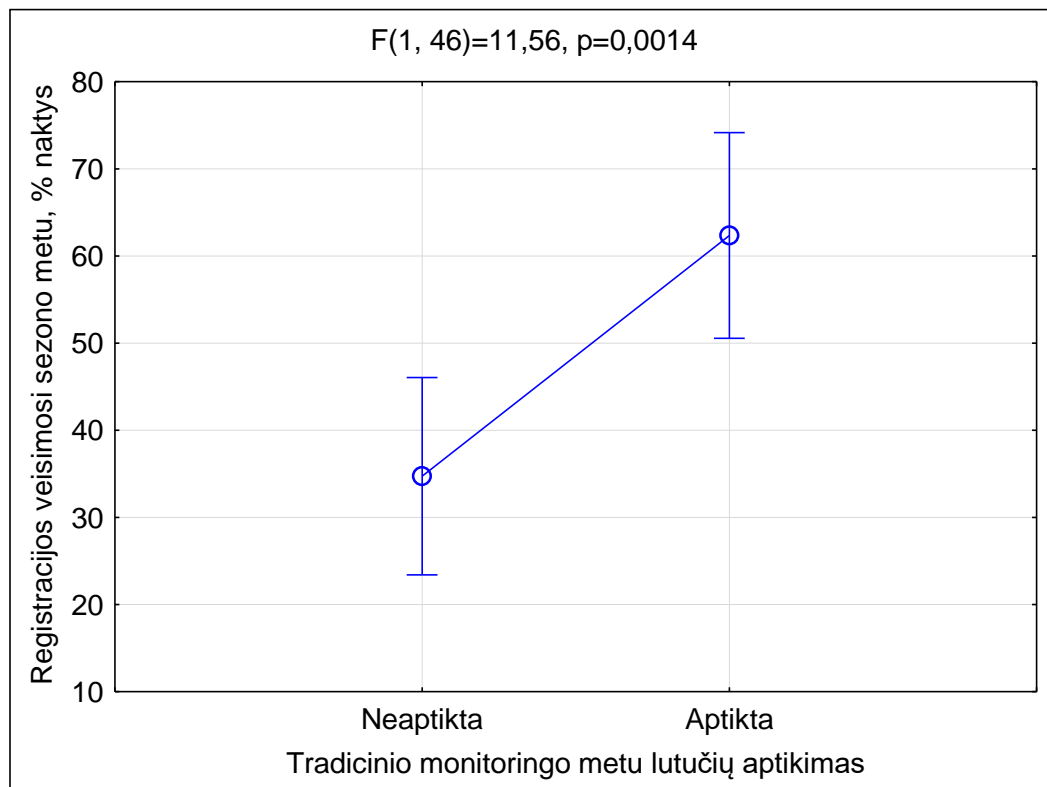


14 pav. Autonominiu balsų įrašymo prietaisu nustatytų lututės registracijų skaičius vietose, kur tradicinės apskaitos būdu 2020m. buvo neaptiktos (0) ir aptiktos (1) lututės

Lyginant taškus, kuriuose lututės 2020m. buvo aptiktos su taškais, kuriuose jos nerastos, registracijų skaičius statistiškai patikimai skyrėsi (14 pav.). Registracijų skaičius tradicinės apskaitos lututės radimvietėse buvo daugiau nei du kartus didesnis ir siekė 5000 registracijų per sezoną, tačiau logistinės analizės metodu negalime nustatyti ribos, kurią viršijus būtų galima teigti, jog tradicinė ir su garsų įrašymo prietaisu vykdoma apskaita atitinka viena kitos rezultatus (15 pav.).



15 pav. Logistinė regresinė analizė parodanti programiniu būdu apskaičiuoto lutučių balsų registracijų skaičiaus bei tradicinės apskaitos būdu nustatyto veisimosi fakto priklausomybę



16 pav. Ryšys tarp lutučių registracijos tradiciniu monitoringo metodu bei aktyvumo veisimosi sezono metu



Analizės metu taip pat buvo įvertintas ryšys tarp lutučių tradicinio monitoringo rezultatų bei veisimosi sezono metu (03.21-04.30) balsų įrašymo būdu naktų skaičiaus, kuomet aptiktos lututės (16 pav.). Nustatyta, jog lututės tradicinio monitoringo būdu aptiktos taškuose, kuriuose įrašinėjant, jos buvo aptiktos dažniau nei kas antrą naktį (vidutiniškai beveik dvi naktis iš trijų), o tradicinio monitoringo metu neaptiktos, jeigu autonomiais balsų registravimo aparatais užregistruotos vidutiniškai kas trečią naktį. Šie rezultatai leidžia daryti išvadą, jog tradicinės apskaitos buvo sėkmingos, jeigu taškai buvo išdėstyti lutučių lizdinių teritorijų aktyvumo centruose (netoli lizdaviečių), o jiems esant periferinėje dalyje – lututės daug sėkmingiau registruotos autonomiais balsų įrašymo aparatais.

## 7. Išvados

1. Autonominis paukščių balsų įrašymo prietaisas gali būti naudojamas lutučių monitoringui ir moksliniams tyrimams. Su šiuo prietaisu gaunami tikslesni rezultatai nei atliekant įprastines apskaitas.
2. Siekiant geresnio pelėdinių paukščių populiacijų įvertinimo Lietuvoje turėtų būti pereinama prie kokybiškai naujų monitoringo metodų, tradicinius metodus pakeičiant iš dalies ar visiškai.
3. Lutučių apskaitų sezonas, vykdant jas su balsų įrašymo įrenginiu, gali trukti nuo vasario 9 dienos iki birželio 5 dienos. Geriausi lutučių apskaitos rezultatai gaunami apskaitą vykdant nuo kovo 3 iki gegužės 14 dienos. Šiuo laikotarpiu apskaitą monitoringo tikslais pakanka vykdyti 2 dienas. Efektyviausias apskaitų moksliniais tikslais yra laikotarpis nuo kovo 15 iki balandžio 28 dienos. Šiuo laikotarpiu apskaitą pakanka vykdyti 3 dienas.

## 8. Naudota literatūra

- Atlegim, O. 1989. Exclusion of birds from bilberry stands: impact on insect larval density and damage to the bilberry. *Oecologia* 79: 136-139.
- Brandes S.T. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* 18:163-173
- Holling, C.S. 1978. Adaptive environmental assessment and management. John Wiley, New York, JAV.
- Marquis,R.J., Whelan, C.J. 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. *Ecology* 75: 2007-2014.
- Mönkkönen, M., Viro, P. 1997. Taxonomic diversity of terrestrial birds and mammal faunas in temperate and boreal biomes in Northern Hemisphere. *Journal of Biogeography* 24: 603-612.
- Niemi, G., Hanovski, J., Helle, P., Howe, R., Mönkkönen, M., Venier, L., Welsh, D. 1998. Ecological sustainability of birds in boreal forests. - *Conservation Ecology* [on line] 2: 17.
- Raudonikis, L., Riauba, G., Brazaitis, G., Čerkauskas, A., Dagys, M., Morkūnas, J., Pakštytė, E., Pranaitis, A., Preikša, Ž., Skuja, S., Stanevičius, V., Vaitkuvienė, D., 2016. Europos Bendrijos svarbos paukščių rūšių monitoringo metodikos. Vilnius, Lietuvos ornitologų draugija, Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos
- Sugai, L. S. M., and D. Llusia. 2019. Bioacoustic time capsules: using acoustic monitoring to document biodiversity. *Ecol. Indic.* 99, 149.
- Treinyš, R. 2021. Paprastoji lututė *Aegollus funereus*. Kn. Rašomavičius, V. (red.), 2021, Lietuvos raudonoji knyga. Gyvūnai, augalai, grybai. – Vilnius, psl. 274.