

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

AINAVU STRUKTŪRAS NOZĪME ZIVJĒRĢĻA *PANDION*  
*HALIAETUS* LIGZDOŠANAS VIETAS IZVĒLĒ

MAĢISTRA DARBS

Autors: **Ilze Sauša**

Stud. apl. nr. is10076

Darba vadītājs:

Ainārs Auniņš, Dr. biol.

Zinātniskais konsultants:

Aigars Kalvāns, Mg. silv.

Rīga 2016

# SATURS

APZĪMĒJUMU SARAKSTS .....	6
IEVADS .....	7
1. PĒTĪJUMA TEORĒTISKĀ NOSTĀDNE.....	9
1.1. Sugas ekoloģiskā niša.....	10
1.2. Ainavu struktūras teorijas.....	11
1.2.1. Salu bioģeogrāfijas teorija .....	11
1.3. Plankuma-koridora-matricas modelis .....	11
1.4. Ainavu struktūra un ainavu metrikas .....	12
1.5. Ainavu fragmentācija.....	13
1.6. Ekoloģiskās nišas matemātiskais modelis.....	14
1.7. Zivjērgļa ekoloģija .....	17
1.7.1. Izplatība pasaulē un skaits.....	17
1.7.2. Zivjērgļa populācijas izpētes vēsture Latvijā.....	19
1.7.3. Izplatības un skaita izmaiņas Latvijā .....	20
1.7.4. Cilvēku radītais traucējums.....	22
1.7.5. Biotopu izvēle, barošanās un ligzdošana .....	24
2. MATERIĀLI UN METODEDES.....	27
2.1. Pētījuma teritorijas apraksts .....	27
2.2. Zivjērgļa pieejamo datu apkopojums .....	27
2.2.1. Apdzīvoto ligzdu dati.....	27
2.2.2. Nejaušo punktu dati .....	28
2.3. Lauka darbi.....	28
2.4. Izvēlētas metodikas apraksts .....	28
2.4.1. Ainavu struktūras analīze.....	28
2.4.3. Datu statistiskā analīze.....	31
3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI.....	33
3.1. Ainavu struktūras nozīme ligzdošanas teritorijas izvēlē .....	33
3.2. Teritorijas ilglaicības analīze.....	34
3.3. Apdzīvoto un nejaušo ligzdu analīze.....	35

3.4. Biotopa piemērotības modelis .....	37
4. DISKUSIJA .....	39
4.1. Ainavu struktūras nozīme ligzdošanā.....	39
4.2. Teritorijas ilglaicība .....	42
4.3. Apdzīvoto un nejaušo ligzdu analīze.....	43
4.4. Biotopa piemērotības modelis .....	44
SECINĀJUMI.....	47
IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS.....	49
PIELIKUMS .....	55

## ANOTĀCIJA

Pētījuma mērķis bija ainavu struktūras nozīmes analīze zivjērgļa (*Pandion haliaetus*) ligzdošanas teritorijas izvēlē Latvijā.

Zivjērgļa galvenās ekoloģiskās prasības pret dzīvotni ir ūdenstilpnes (barošanās) vietas un piemērotu ligzdošanas teritoriju pieejamība.

Pētījuma rezultātā tika izanalizēta ainavu struktūra ap zivjērgļa ligzdām. Analīze parāda, ka 55% aizņem purvu teritorijas, kas bieži izpilda abas ekoloģiskās prasības. Izstrādātais biotopa piemērotības modelis norāda uz konkrētiem mainīgiem, kas jāņem vērā prognozējot piemērotākās teritorijas. Teritorijas piemērotības pieaug, ja attālums līdz tuvākajam purvam, mežam un ūdenstilpnei samazinās. Zivjērglis izvēlas teritorijas, kas atrodas tālāk no galvenajiem autoceļiem un viensētām.

**Atslēgas vārdi:** *zivjērglis, ainavu struktūra, ĢIS, GLM, biotopa piemērotība.*

## SUMMARY

The aim of the research was analysis of landscape structure role in osprey (*Pandion haliaetus*) nesting site selection in Latvia.

The main ecological requirements on habitat is water bodies (feeding) and availability of suitable nesting sites.

The result of study was analysed landscape structure around osprey nest. Analysis shows that 55% is covered by bog territories, which often accomplish both ecological requirements. Developed habitat suitability model point out to certain variables, which are significant predicting suitable area. The best model shows that suitable of area increase if distance to nearest bog, forest and water bodies decrease. Osprey select areas which are locate further from main high roads and estates.

**Keywords:** *Pandion haliaetus, landscape structure, GIS, GLM, habitat suitability*

## APZĪMĒJUMU SARAKSTS

AIC – Akaike informācijas kritērijs

ES – Eiropas Savienība

GLM – ģeneralizētais (vispārējais) lineārais modelis

GIS – ģeogrāfiskās informācijas sistēmas

LDF – Latvijas Dabas fonds

LLPA – Latvijas Ligzdojošo putnu atlants

LOB – Latvijas Ornitoloģijas biedrība

LU – Latvijas Universitāte

NATURA 2000 – Eiropas Savienības īpaši aizsargājamo dabas teritoriju tīkls

VAS „LVM” – valsts akciju sabiedrība „Latvijas Valsts meži”

VIF – dispersijas inflācijas modelis

## IEVADS

Zivjērglis (*Pandion haliaetus*) ir Eiropas Savienībā aizsargājama putnu suga, kas iekļauta ES Putnu direktīvas 79/409/EEK 1.pielikumā (Official Journal of European Union, 2010) un Latvijā (MK noteikumi Nr. 396 (14.11.2000.) „Īpaši aizsargājamo sugu saraksts”).

Tas ir ierakstīts Latvijas Sarkanajā Grāmatā 3. kategorijā (sugas, kuru indivīdu skaits samazinās un areāls sašaurinās vairākus gadus dabisku cēloņu dēļ vai cilvēku darbības rezultātā, vai arī abu minēto faktoru ietekmē; nepieciešama turpmāko skaita izmaiņu kontrole un izmantošanas stingra likumiska reglamentēšana. (Lipsbergs, 1990) Pēc Otrā Latvijas ligzdojošo putnu atlanta (2000.-2004.) datu apkopojuma zivjērglim noteikta augsta izpētes prioritāte. (Ķerus, 2011)

Zivjērglim ir vairākas specifiskas pazīmes, kas raksturo tā dzīvotni. Zivjērglis ir vienīgais plēsīgais putns, kurš barībā izmanto vienīgi zivis un ligzdas veido tikai pašās koku galotnēs, kas nodrošina apkārtnes pārredzamību. (Dennis, 2008)

Latvijā saistībā ar zivjērgli nav veikti padziļināti pētījumi, tikai lielākoties apkopotī un analizēti Eiropā veiktie pētījumi saistībā ar sugu populācijas izmaiņām un to ietekmējošajiem faktoriem. Iegūtā informācija par zivjērgļa ekoloģiju tiek balstīts uz pētnieku pieredzi un gados kratajām zināšanām par putna īpatnībām. Izmantojot iegūtos datus, galvenais ieguvums būtu ainavu struktūras analīze, radot zivjērgļa biotopa piemērotības modeli.

**Darba mērķis:** Ainavu struktūras lomas analīze zivjērgļa ligzdošanas teritorijas izvēlē Latvijā.

### **Darba uzdevumi:**

1. Zinātniskās literatūras apkopojums par ainavu ekoloģijas teorijām, ainavu struktūru, biotopu piemērotības modeļa izveidi, zivjērgļa izplatību, traucējumiem, ekoloģiskajām prasībām pret dzīvotni.
2. Iegūto zivjērgļa ligzdu datu apkopojums, mainīgo kritēriju izstrāde un apdzīvoto zivjērgļu ligzdu apstrāde atbilstoši izstrādātajiem kritērijiem ĢIS vidē.
3. Biotopa piemērotības modeļa izveide.
4. Iegūto rezultāti (biotopa piemērotības modeļa) analīze un datu interpretāciju par ligzdošanas teritorijas prasībām, ainavu struktūru.

**Darba hipotēze:** Zivjērglis (*Pandion haliaetus*) noteiktas izvēlas ligzdošanas teritorijas, kas atbilst tā ekoloģiskajām prasībām.

Maģistra darbs sastāv no četrām nodaļām. Pirmajā nodaļā apkopots darba teorētiskais pamatojums analizējot informāciju par ainavām, galvenā uzmanība vērsta uz informācijas atlasīšanu par sugas ekoloģisko nišu, ainavu struktūras pētniecības teorijām, ainavu metrikām un ainavu fragmentāciju. Apkopoti pieejamie materiāli par ekoloģiskās nišas matemātiskajiem modeļiem un pētījumā izmantoto ģeneralizēto (vispārināto) lineāro modeli un to pielietošanu sugas izplatības modelēšanā. Tiek apskatīta pētījuma sugas – zivjērgļa *Pandion haliaetus* izplatība pasaulē, Latvijā, apskatot populācijas izpētes attīstības vēsturi Latvijā, analizēta un apkopota informācija par sugas izplatību Latvijā, traucējumu radīto ietekmi, analizēta sugas biotopa izvēle, barošanas un ligzdošanas prasības. Otrā nodaļā izklāstīts pētījumā izmantotais materiāls un metodes. Pētījuma rezultāti izdalīti trešajā nodaļā un ceturtajā nodaļā veikta diskusija, izdarīti secinājumi. Darba noslēgumā ievietots izmantoto avotu saraksts.

Darba apjoms ir 60 lapas, ievietoti 12 attēli, 3 tabulas, 6 grafiki un 3. pielikumi. Izmantotā literatūra sastāv no 83 avotiem.

## **Pateicības**

Maģistra darba autore vēlas izteikt pateicību – darba vadītājam Dr. biol. Aināram Auniņam, zinātniskajam konsultantam Mg. silv. Aigaram Kalvānam, kā arī visiem, kas snieguši ieteikumus, uzvedinošus jautājumus, veidojuši izpratni, konsultējuši datu apstrādē un palīdzējuši sasniegt darba rezultātu – Dr. geogr. Zigmāram Rendeniekam, Dr. geogr. Aivaram Markotam, Dr. geogr. Māriam Nartišam, Mg. geogr. Ingum Liepiņam, Dr. biol. Didzim Elfertam.

# 1. PĒTĪJUMA TEORĒTISKĀ NOSTĀDNE

Jēdzienu „ainava” apskata no dažādiem rakursiem. Autore izcēla tās definīcijas, kas atbilst darba virzienam un veiktajam pētījumam. „Ainava” tiek definēta, kā daudzveidīga teritorija, kur savstarpējā mijiedarbībā esošas ekosistēmas (vai elementi) telpiski atkārtojas. (Forman, Godron, 1986) Latviešu pētnieki ir izvirzījuši ainavas jēdziena skaidrojumu, kas nosaka, ka tā ir objektīva realitāte, zemes virsmas nogabals ar raksturīgiem dabas apstākļiem un veidojumu, kā arī cilvēka radīto elementu sakopojumu. (Melluma, 1992)

Ainava tiek kategorizēta pēc tās struktūras (ainavelementu telpiskais izkārtojums), to ekoloģiskajām funkcijām (kā ekoloģiskais process darbojas struktūrā) un izmaiņu dinamikas (traucējums un atjaunošanās). (Gustafson, 2002) Ainava ir heterogēna un dinamiska, tai ir dažādas izpausmes, kuras ir iespējams novērot ainavā, atkarībā no plānošanas mērķa un mēroga. (Sanderson et al. 2002; Forman 1995) Daba gluži kā ainava, pēc ainavu ekoloģijas pētnieku definīcijas, nav homogēna, telpisko heterogenitāti veido apkārtējās vides gradienti, traucējumi un paši organismi. Tā kā daba nav homogēna, tad lielākā daļa organismu ir atkarīgi no heterogenitātes, kas nepieciešama to izdzīvošanai. (Sanderson et al. 2002; Forman, 1995)

Ikvienam organismam ir raksturīga konkrēta dzīvotne, kuros organismi sasniedz augstu izdzīvošanas un vairošanās līmeni. Līdzīgi kā cilvēks arī daži organismi izmanto dzīvotņu kombinācijas, paļaujas uz īslaicīgu resursu koncentrāciju un to kustība ainavā nav nejauši izvēlēta, kā arī ir saskaņā ar telpā un laikā izplatītajām prasībām. (Temple, Cary, 2002)

Atkarībā no pētījuma virziena ainavu ekoloģijas teorijas un definīcijas tiek uztvertas no atšķirīgām perspektīvām. Autore darbā liek uzsvāru uz tām ainavu ekoloģijas teorijām, kuras pamatā ir suga un tās atrašanās ainavā. (Cardille, Turner, 2002) Sugas-vides attiecību analīze ir bijuši centrālie jautājumi ekoloģijā. Šādu sugu un vides attiecību kvantificēšana atspoguļo ģeogrāfiskās modelēšanas būtību ekoloģijā. Modeļi galvenokārt tiek balstīti uz dažādām hipotēzēm kā vides faktori ierobežo sugu un to sabiedrību izplatību. (Franzen et al, 2012)

Ainavu ekoloģija un dabas aizsardzība kofusējas uz teritoriju, bet tām ir atšķirīgas perspektīvas par to, kas ir svarīgs šajās teritorijās. Ir izvirzīti četri veidi kā ainavu ekoloģija var sekmēt dabas aizsardzību. Pirmkārt, aizsargāt teritorijas, kas ir izveidotas sugu aizsardzībai, kas nav atsevišķi izolētas. Otrkārt, ainavas apkārtnes saglabāšana var radīt draudus bioloģiskai daudzveidībai aizsargājamās teritorijas ietvaros, daudzi no radītajiem draudiem ir sekas cilvēku

radītajām aktivitātēm. Treškārt, administratīvo teritoriju apjoms vai apsaimniekšanas darbības var nesakrist ar populācijas, traucējumu vai ekoloģisko procesu apjomiem, radot apdraudējumus gan ainavu ekoloģijai, gan teritorijas aizsardzības. Ceturtkārt, ainava aptver cilvēku un tā veiktās aktivitātes; ilgtspējīgas aizsardzības saglabāšanai nepieciešamas radīt kompromisus starp cilvēku vajadzībām un bioloģiskās daudzveidības vērtībām ainavā. (Wiens, 2009)

## **1.1. Sugas ekoloģiskā niša**

Hutčinsons (Hutchinson, 1957) ierosināja, ka niša ir iedomāta telpa ar daudzām dimensijām, kur katrā dimensijā pastāv konkrētās sugas nepieciešamo dažādo vides apstākļu nosacījumi.

Ekoloģiskā niša ir sugas funkcionālā loma, ko tā veic dabā un kas tai ir specifiska salīdzinājumā ar citām sugām. Ekoloģiskā niša ir sugas spēja izmantot noteiktus dabas resursus un pielāgoties biotiskiem un abiotiskiem apstākļiem. Ekoloģiskā niša atspoguļo sugas adaptācijas kopumu, izzūdot kādai sugai, izzūd arī tās ekoloģiskā niša. Katrai sugai ir tai specifiska ekoloģiskā niša, nekad nav pilnīgi identiskas ekoloģiskās nišas. Tajos nišas segmentos, kuros notiek sugu funkciju pārklāšanās, sākas konkurences cīņa par deficītajiem resursiem, piemēram, ligzdošanas vietām, barību, patvērumu utt. Lai suga spētu izdzīvot tai ieceļojot jaunā apvidū jārada sava ekoloģiskā niša, kas ietekmē vietējo sugu dzīves apstākļus. Lielāku populāciju var veidot tās sugas, kurai šajā konkurencē veicas vislabāk, vājākie ir spiesti izmantot apkārtējos dabas resursus, pēc kuriem nav tik izteikta pieprasījuma. (Hutchinson, MacArthur, 1959)

Nišas koncepcijas paplašinājums ir atšķirība starp fundamentālo un apgūto nišu. Teritorija, kas apvieno šīs prasības – konkrēts vides stāvoklis, kas ļauj sugai neierobežoti pastāvēt tiek dēvēta par fundamentālo nišu. Savukārt apgūtā niša ir tā, ko sugas faktiski apdzīvo, apdzīvojot to fundamentālās nišas teritoriju, kur sugas iztur konkurenci. (Vandermeer, 1972)

## 1.2. Ainavu struktūras teorijas

### 1.2.1. Salu biogeogrāfijas teorija

Salu biogeogrāfijas teorija balstās uz populāciju ekoloģijas un ģenētikas principiem, lai varētu izskaidrot kā distances un teritorijas platības apvienojums var regulēt līdzsvaru starp salu populācijas imigrāciju un izmiršanu. (MacArthur, Wilson, 2001) Salu biogeogrāfijas teorija ir modeļa studijas par sugu izplatības sadalījums uz salām, ko ietekmē ekoloģiskie un evolūcijas procesi, kas saistīti ar salas īpašībām (izolētība un platība). *MacArthur-Wilson* salu biogeogrāfijas teorija apgalvo, ka divi procesi – imigrācija un izmiršana, nosaka sugas daudzveidību salas biotā. Ja sugu skaits uz salas palielinās, jaunu sugu ienākšana samazinās un izmiršanas varbūtība uz salas palielinās. Imigrācijas līmenis samazinās ar izolētību (attāluma efekts), bet izmiršanas līmenis samazinās līdz ar salu teritorijas pieaugumu (platības efekts). Kad imigrācija un izmiršanas apjomi ir vienādi, tiek panākts sugu daudzveidības līdzsvars. Sugu daudzveidība uz salas ir atkarība no tās platības. Sugu migrācijas rezultātā, strauji pieaugot to skaitam, tikpat ātri palielinās sugu izmiršana. (Wut, Vankat, 1995)

Salu biogeogrāfijas teorijā definētās likumsakarības bieži tiek ņemtas vērā veidojot jaunas īpaši aizsargājamas dabas teritorijas u.tml. Tā kā salu biogeogrāfijas teorija ļauj prognozēt sugu skaitu noteikta lieluma teritorijā un arī sugu izmiršanas tempus, tad aizsargājamo teritoriju lielumu var pamatot ar šīm prognozēm.

### 1.3. Plankuma-koridora-matricas modelis

Ainava ir mozīka un tās sastāv no trīs ainavu struktūras elementiem: plankuma, koridora un matricas. (Bohemen, 2005) Plankumi ir relatīvi vienvēidīgas nelinerāras teritorijas, kas atšķiras no apkārtējās vides, tie pilnībā sastāv no ģeogrāfiskajiem, bioloģiskajiem un cilvēka faktoriem.

Plankums ir ieejas un izejas vienība enerģijas plūsmai, informācijas aprītei, kā arī daudzveidīga laikā un telpā. (Forman, 1995)

Koridori ir joslas konkrētam plankuma tipam, atšķiras no blakus ainavas.

Matrica (pamatne) ir dominanta un visplašākais plankuma tips ainavā. Tas tiek raksturots pēc plašā pārklāja, augstās konektivitātes un/vai ievērojamas dinamikas kontroles.

Plankuma-koridora-matricas modelis ir plaši pielietots ainavu aizsardzības bioloģijā. Tas sniedz ainavu pētniekiem iespēju savas idejas tulkot telpiskā kontekstā, kas balstās uz salu teorijas, kas vienkāršo ainavas dzīvotnes teritorijās. Modelis pieņem, ka ainavas vienkārša klasifikācija var tikt attiecināma pret visām sugām. (Forman, 1995)

Ainavu struktūra, plankuma-koridora-matricas kombinācijas modelis, ir bieži vien noteicošais faktors fukciju plūsmā ainavā, kamēr struktūra ir iepriekšējās plūsmas rezultāts. Atgriezeniskā saite un mijiedarbība starp struktūru un funkcijām, modeli un procesu ir galvenais virziens, kurā ainavu ekoloģija koncentrējas. (Forman, 1995)

Plankuma-koridora-matricas modeļa telpiskais izvietojums sniedz informāciju par ainavas ekoloģisko funkciju un ainavu plānošanas iespējām. Pamatojoties uz telpiskās konfigurācijas ainavu mozaikas pārmaiņām var izdarīt secinājumus par izolācijas-migrācijas apstākļiem, fragmentācijas-metapopulācijas procesu un barības telpisko izplatību. (Csorba, Szabo, 2012)

#### **1.4. Ainavu struktūra un ainavu metrikas**

Ainavu struktūra izsaka ainavu elementu telpisko modeli un savienojumus starp dažādām ekosistēmām un ainavu elementiem. Indikatori, kas atspoguļo ainavas apstākļus, tiek balstīti uz skaitļiem, izmēriem, formām un plankumu (nogabalu) izvietojums dažādos zemes seguma veidos. (Gokyer, 2013; Lausch, Herzog, 2002) Ainavu struktūru izsaka kompozīcijā un konfigurācijā.

Ainavas kompozīcija ir kompozīcijas pazīmes nav telpiskas un tās nav iespējams izmērīt. Tā nosaka ainavu plankumu kvalitāti. Kompozīcija nav precīza identificējot ainavas mozaīkveida struktūru. Tas ir piemērots rādītājs dažu sugu dzīvesvides piemērotības rādītājs (piemērots sugas plankuma tips).

Ainavas konfigurācija attiecas uz telpiskajām īpašībām tāpat kā zemes virsmas telpiskais sadalījums. (Gokyer, 2013)

Ainavu metrikas ir svarīgs instruments, kas tiek izmantots, lai izprastu ainavu struktūru un ainavu izmaiņas no citas perspektīvas. Lai izmantotu šos indikatorus, tiek iegūti skaitļu dati saistībā ar ainavu struktūru. Ainavu indikatori ļauj izdarīt objektīvus spriedumus par ainavu struktūru. (Gokyer, 2013)

Ainavu struktūras indikatori var tikt izteikti trīs veidos: plankuma līmenis, klases līmenis un ainavas līmenis. Plankuma līmenī indikatori tiek aprēķināti katram plankumam. Klases līmenī indikatori tiek aprēķināti visiem plankumiem. Ainavas līmenī indikatori tiek aprēķināti izmantojot visu plankumu raksturlielumus (tiek kalkulēta visa mozaīka). (Mc Garical et al, 2002; Farina, 2000; Forman, Godron, 1986)

Ainavu metrikas tiek izmantotas ainavas struktūras pētniecībā, lai analizētu ainavas telpisko heterogenitāti un izprastu ainavas ekoloģiskās funkcijas. Ainavu metrikas studijās plankumi tiek izvērtēti kopš to ģeometriskie parametri (teritorija, perimetrs, formas u.tml.) un relatīvās telpiskās situācijas (piemēram, plankumu tuvums, savienojumi) var tikt aprēķinātas matemātiski. (Rocchini, 2005; Csorba, Szabo, 2012)

Matemātiski, ainavu indeksi aprēķina ainavu pazīmes kontrolējamās veidos. Plankumu forma un telpiskā konfigurācija, izolācija un plankumu tipu konektivitāte var tikt viegli noteikta izmantojot šos indeksus. Balstoties uz šiem indeksiem var noteikt cik piemērots ir konkrētais plankums vai cik piemērots ir plankumu tīkls sugas izdzīvošanai, kurām ir šauras tolerances limits pret apkārtējo vidi vai antropogēno traucējumu. Novērojumi nosaka dzīvotnes sugas sastāvu. Ainavu metrikas veic izpēti, lai identificētu ainavas procesus, tos apstiprinātu un prognozētu izmaiņas virzienus. (Csorba, Szabo, 2012; Watts, Humphrey, 2005)

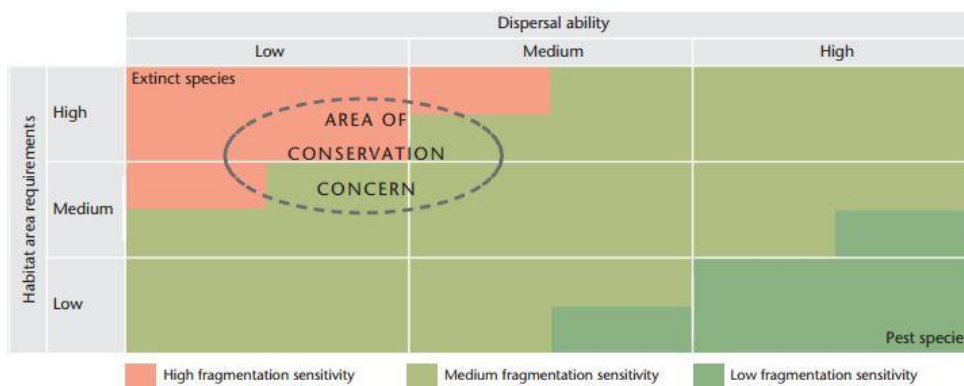
## **1.5. Ainavu fragmentācija**

Ainavu ekoloģijas attīstība veicināja jaunu pieeju par dzīvotņu fragmentiem un ainavas izmaiņām. Dzīvotņu fragmentācija ir ainavas līmeņa process. Fragmentētās ainavas atšķiras ar izmēru un fragmentu formu tā telpiskajā konfigurācijā. (Gergel, Turner, 2002)

Dzīvotņu iznīcināšana un fragmentācija ir galvenie faktori, kas ietekmē sugu skaita samazināšanos. Fragmentēto ainavu saglabāšana var būt veicināma: aizsargājot un palielinot dzīvotnes, uzlabojot to kvalitāti, cilvēka radīto traucējumu pārvaldīšana plašākā ainavā un ilgtermiņa plānošanā. Sugu reakcija pret ainavu fragmentāciju var būt atšķirīga. Sugu skaits palielinās veidojoties jauniem nogabaliem, savukārt atsevišķu sugu skaits samazinās vai izzūd pavisam. (Bennett, Saunders, 2010) Dzīvotnes fragmentācija nozīmē piemēroto dzīvotņu un plankumu (nogabalu – daļa no ainavu mozaikas) izmēru samazināšanos, kā arī distances palielināšanos starp piemērotajiem dzīvotnes plankumiem. Simulācijas modeļi un ainavu

ģeometrija ar piemēroto dzīvotņu samazinātu kopējo proporciju zinātniekiem liek radīt ieteikumu, ka dzīvotnes fragmentācijas efekts attiecībā pret sugas populācijas lielumu būtu primāri novērojams tieši saistībā ar piemērotas dzīvotnes samazināšanos ainavā. (Andren, 1994)

Ainavas ar ļoti sadrumstalotu biotopu, plankumu izmēru un izolētību palielina piemērotu dzīvotņu samazināšanās iespējamību, kas veicinātu sugas izzušanu. (Andren, 1994) 1. attēlā parādīts, ka apdraudzētajām sugām ir augstākas dzīvotnes prasība un tās ir jūtīgākas pret fragmentāciju. Robeža starp ainavas fragmentācijas pakāpi un reto sugu dzīvotnes prasībām ir sugas aizsardzības teritorija, kad nepieciešams veikt aizsardzības pasākumus sugu skaita stabilizēšanai.



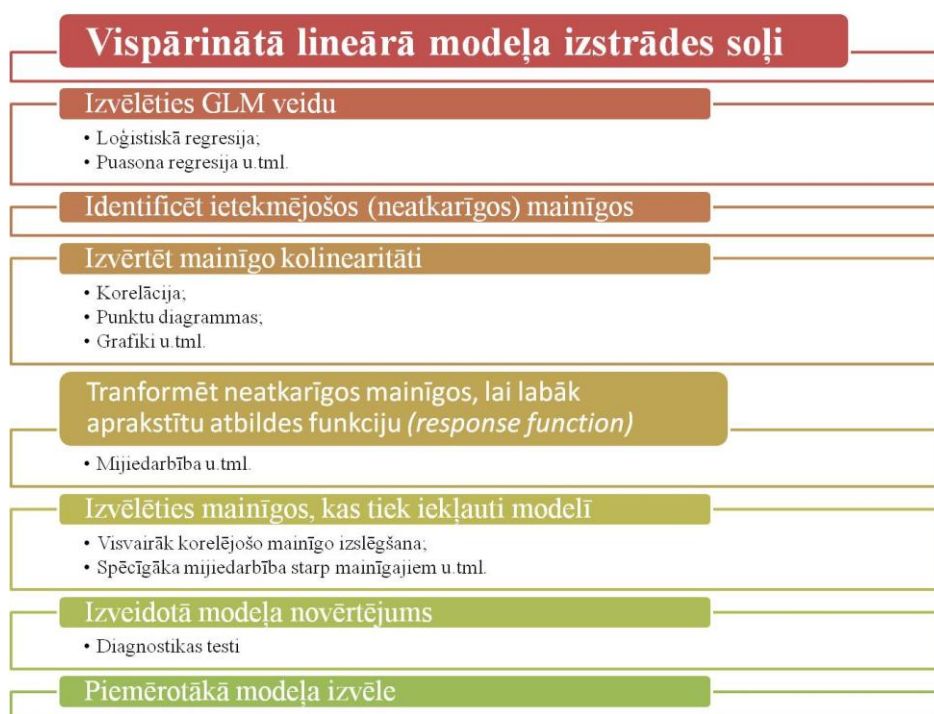
1. attēls: Datu matrica norādot sugu jūtīgumu uz fragmentāciju balstoties un dzīvotnes teritorijas prasību atšķirībām un izplatīšanās spējām. (pēc Vos et al, 2001)

## 1.6. Ekoloģiskās nišas matemātiskais modelis

Ekoloģiskajos pētījumos sugu izplatības modeļu izmantošana ir strauji palielinājusies. Šādi modeļi statistiski saista sugas ģeogrāfisko izplatību vai sugu sabiedrībai raksturīgo dzīvotni. Lielākā daļa modeļu tiek izstrādāti, lai apskatītu tādus aspektus kā bioģeogrāfija, klimata pārmaiņu pētījumi, biotopu apsaimniekošana vai sugu aizsardzība. (Guisan, Zimmermann, 2000)

Sugu izplatības modeļi arī pazīstami kā biotopa piemērotības modeļi, kas veidoti, lai matemātiski reprezenētu sugas ekoloģisko nišu, raksturojot dzīvotnes piemērotību sugas atbalstam. (Egler et al, 2012; Franklin, 2009).

Biotopa piemērotības modeļa izveidei ir statistiska pieeja, kas ļauj modelēt izplatību, sugu blīvumu, populācijas un dzīvotnes aplēses laikā un telpā. (Austin, 2007) Statistiskie modeļi tiek plaši izmantoti, lai modelētu sauszemes augu, dzīvnieku sugu, zivju sabiedrību, veģetācijas tipu, augu funkcionālo tipu, biomu, augu vai dzīvnieku bioloģiskās daudzveidības telpisko sadalījumu. (Guisan, Zimmermann, 2000) Statistiskā pieeja bieži ir balstīta uz regresijas metodēm. Daudzfaktoru loģistiskā regresijas analīze un tās vispārinātā forma (GLM modeļi) ir bieži izplatīts un pielietots modeļa tips sugas izplatības modelēšanā. (Guisan, Zimmermann, 2000) Regresijas modeļa veidošanas soļus skatīt 2. attēlu, kas ir par pamatu biotopa piemērotības modeļa veidošanā.



2. attēls: **Vispārinātā lineāra modeļa izstrādes soļi** (izveidojusi autore pēc Franklin, 2009)

Ar to palīdzību ir iespēja izskaidrot un prognozēt sugu izplatību, klātbūtni, kā funkciju vienam vai vairākiem teritorijas faktoriem. Tiek izdalīti biotiskie mainīgie, kas ir atkarīgie mainīgie, savukārt ietekmējošie lielumi ir neatkarīgie mainīgie, biotiskie mainīgie tiek prognozēti kā ietekmejošo mainīgo funkcija. (Hirzel, Lay, 2008; Gaston, Garcia-Vinas, 2011)

Tā kā ļoti maz sugas ir detalizēti pētītas attiecībā uz to dinamisko atbildi pret vides pārmaiņām, statistiskā izplatības modelēšana bieži ir vienīgā pieeja iespējamo seku modelēšanā par sugas izplatību mainoties vides apstākļiem. (Guisan, Zimmermann, 2000)

Sugas izplatības modeļi tiek radīti, lai prognozētu sugas potenciālo ģeografisko izplatību (iespējamā sastopamība konkrētā teritorijā); sugas izplatības bioģeogrāfisko modeli; sugu izplatības telpiskās prognozes; prognozētās izplatību kartes utt. (Franklin, 2009)

Iegūtie piemērotības modeļi, to iegūtais rezultāts tiek dažādi interpretēts:

- Sugas klātbūtnes iespējamība vai potenciālo sugu izplatība;
- Potenciālās aizņemtās dzīvotnes;
- Dzīvotnes piemērotība vai kvalitāte;
- Nosacītā biotopa izmantošanas varbūtība vai biotopa piemērotība;
- Sugas izplatības areāls;
- Resursu izvēles funkcija – resursu vienību izmantošanas iespējamības proporcionālā vērtība;
- Apgūtā ekoloģiskā niša.

Nelineārās attiecības starp ietekmējošo (atkarīgo) un neatkarīgo mainīgo var tikt iekļautas lineārajos modeļos vai GLM izmantojot dažādas ietekmējošo mainīgo transformācijas. Lai panāktu, ka rezultāti tiek atgriezti sākotnējā datu telpā ir svarīgi transformēt atpakaļ modeļa rezultātu, kas ir balstīts uz saites funkciju (*link function*). Rezultātus var lasīt, kā:

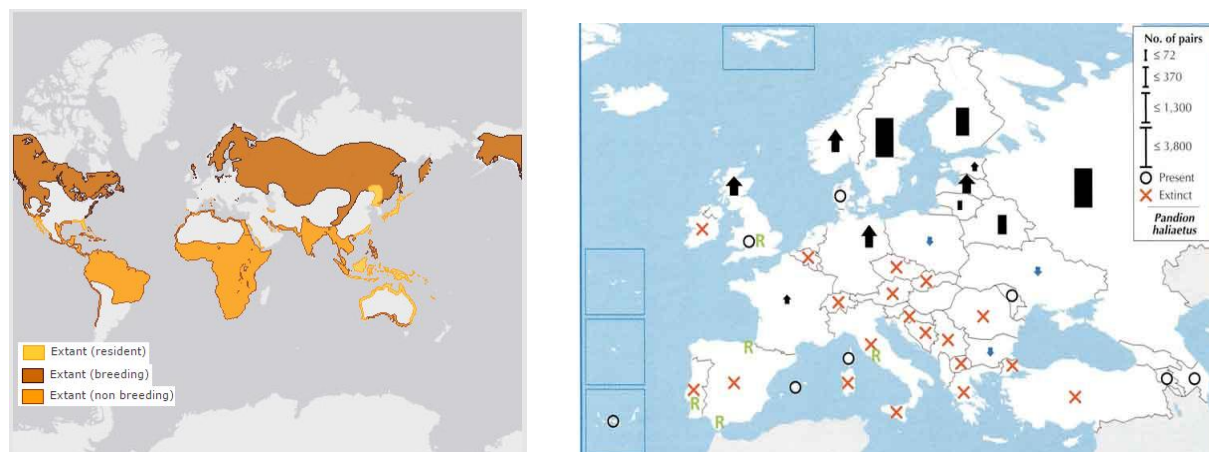
$$Y = \alpha + X_1\beta_1 + X_1^2\beta_2 + X_1^3\beta_3 + \varepsilon,$$

kur  $Y$  ir rezultējošā vērtība (atkarīgais mainīgais),  $\alpha$  ir konstante,  $X = (X_1, \dots, X_p)$  – mainīgās (ietekmējošās) vērtības,  $\beta = \{\beta_1, \dots, \beta_p\}$  ir regresijas koeficients viens katrai mainīgajai vērtībai un  $\varepsilon$  ir neizskaidrotā atlikuma vērtība. (Franklin, 2009; Guisan et al, 2000)

## 1.7. Zivjērgļa ekoloģija

### 1.7.1. Izplatība pasaulē un skaits

Zivjērglis ir visplašāk izplatītais plēsīgais putns pasaulē, apdzīvojot visus kontinentus izņemot Antarktīdu, dažādos posmos migrācijas dzīves ciklā (skatīt 3. attēlu). (Monti et al, 2015) Tas ir parasti sastopams piekrastes zonās vai saldūdens tuvumā. Kopumā pasaulē ir sastopamas pasaulē četras pasugas. Eirāzijas pasuga (*Pandion haliaetus haliaetus*) ligzdo Eiropā, Ziemeļāfrikā, Āzijā, no Skotijas pāri Skandināvijai un no Krievijas līdz Japānai. Amerikas pasuga (*Pandion haliaetus carolinensis*) ligzdo Ziemeļamerikā no Aļaskas pāri Kanādai līdz Ņūfaundlendai. Abas pārējās pasugas ligzdo Karību jūras reģionos (*Pandion haliaetus ridgwayi*) un Austrālijā, Jaungvinejā un tuvējās salās (*Pandion haliaetus cristatus*), šīs pasugas nedodas migrācijā (Featherstone bez.dat.) Lielākais populācijas blīvums izvietojies Ziemeļamerikā un Eiropā (skatīt 4. attēlu). (Odsjo, Sondell, 2001)



3., 4. attēls: **Zivjērgļa populācijas izplatība pasaulē un Eiropā** (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2014; Schmidt, Dennis & Saurola 2014).

ZEiropā, Zviedrijā un Somijā, kā arī Krievijā (Eiropas daļā) ir pašlaik nozīmīgākas zivjērgļa ligzdošanas vietas Eiropā pateicoties saldūdens ezerus veselības stāvoklim un piekrastes ūdeņiem, kā arī piemērotajām ligzdošanas teritorijām. Populācijas šobrīd ir stabilas, vidēji pāru skaits ikgadēji palielinās par 3%. Baltijas valstīs tendences ir atšķirīgas, lielākā populācija ir Latvijas teritorijā. Zivjērgļa populācijas lejupslīde novērojama Polijā. (Schmidt-Rothmund et al, 2014)

Centrālajā Eiropā zivjērgļa sastopamība ir ļoti fragmentāra, vēsturiski tendences saistītas ar putna vajāšanu un medībām, (Meyburg et al, 1996) savukārt mūsdienās nevienmērīgā sastopamība skaidrojama ar piemērotu biotopu trūkumu un klimata pārmaiņām.

Dienvideiropā (Itālijā, Spānijā, Portugālē) un Dienvidaustrumeriopā (Slovēnijā, Bosnijā, Slovākijā, Serbijā, Albānijā, Horvātijā, Kiprā, Kosovā, Montenegro un Grieķijā) zivjērglis ir reti sastopams vai nav sastopams. (Schmidt-Rothmund et al, 2014; Forsmann, 1999)

*1.7.1. tabula*

**Zivjērgļa izplatība Eiropā (laika periodu salīdzinājums)** (izstrādājusi autore izmantojot (Saurola, 1997; The Raptor Research Foundation 2014).

Valsts	Trends līdz 1997. gadam	Populācijas lielums līdz 1997. gadam	Trends līdz 2014. gadam	Populācijas lielums līdz 2014. gadam
Zviedrija	+	3200	±	4100
Krievija	0 (±)	2500-4000	± (-)	2000-4000
Somija	+	1200	±	1300
Vācija	+	290	+	550
Baltkrievija	+	120-180	±	150-180
Latvija	+	120	+	180-200
Skotija (Lielbritānija)	+	99-105	+	230
Polija	+	50-60	-	24-29
Igaunija	+	30-35	+	50-60
Lietuva	+	25-30	±	20-30
Francija	+	31	+	76
Spānija	+	~30	±	~40
Portugāle	-	1	-	1
Ukraina	-	1-5	-	1-2
Bulgārija	-	3-6	-	3-6
Moldova	-	0-3	?	0-2

Dažādos areālos ir vērojams atšķirīgs izmaiņu virziens. Salīdzinoši ar situāciju uz 20. gadsimta beigās, vēsturiski ligzdojošās zivjērgļa populācijas, īpaši Eiropas dienvidu un rietumu teritorijās, tika stipri ierobežotas cilvēku vajāšanas rezultātā. Ligzdošanas ieradumu iznīcināšana un tūrisma radīts traucējums bija vēl viens no iemesliem vēlākajos gados, kas rezultējās ar populācijas skaita samazināšanos. (Schmidt-Rotmund et al, 2014) Nozīmīgs uzplaukums dažās populācijās notika 1980to gadu beigās un arī 1990to, un 2000šajā gadā. Tomēr, daudzas no šīm populācijām, piemēram, Britu salās, Vācijā, Francijā un Spānijā vēl joprojām nav sasniegušas iepriekšējos putnu ligzdošanas apjomus un dažās valstīs kā Šveice un Portugāle, vēl joprojām nav atjaunojušās iepriekšējie ligzdošanas apjomi. (Schmidt-Rotmund et al, 2014) Arvien vairāk valstīs tiek radītas zivjērgļa programmas (Rutland Ospreys 2016; Projet Balbuzard Nos Oiseaux, 2015) ar mērķi atjaunot sugas populāciju valstī. Galvenie veidi mērķa izpildei ir dabas aizsardzības regulējumi, piemērotu dzīvotņu radīšanu, mākslīgo ligzdvieta izveide.

### **1.7.2. Zivjērgļa populācijas izpētes vēsture Latvijā**

20. gs. 70tajos gados Latvijas zivjērgļa populācija tika vērtēta kā 10–15 pāri (Spuris, 1974), šajā laika posmā netika veikta ligzdu apzināta meklēšana. Uzsākot mērķtiecīgu ligzdu meklēšanu 80to gadu sākumā, (Latvijas Sarkanās Grāmatas un Latvijas Ligzdojošo putnu atlanta (LLPA) sastādīšanai) tika apzinātas 29 ligzdas un kopējais ligzdojošo pāru skaits tika vērtēts jau 45–60 pāri. (Lipsbergs, 1985; Priednieks, Vīksne, 1989) Pastiprināta uzmanība šai sugai tika pievērsta 80to gadu beigās un 90to gadu sākumā. Šajā periodā tika veikta sistemātiska zināmo ligzdu kontrole, un jaunu teritoriju meklēšana (LLPA 1980.-1984. gadā) No 1987.–1990. gadam bija zināmas vismaz 63 zivjērgļa ligzdošanas teritorijas un populācijas vērtējums bija 100–140 pāri. (Kreilis, 1991; Kalvāns, Granāts, 2007)

2000. gadā sekoja nākamais LLPA (2000.-2004), kopš atlanta beigām vairs netika apzinātas un meklētas zivjērgļa ligzdas un pēc datiem, kas bija iegūti atlantam – zivjērglis bija Latvijā rets ligzdotājs. (Ķerus, 2011) Mūsdienās situācija ir mainījies zivjērgļa apzinātās populācijas pieaugums vērtējums +5% ikgadus. (Kalvāns 2015)

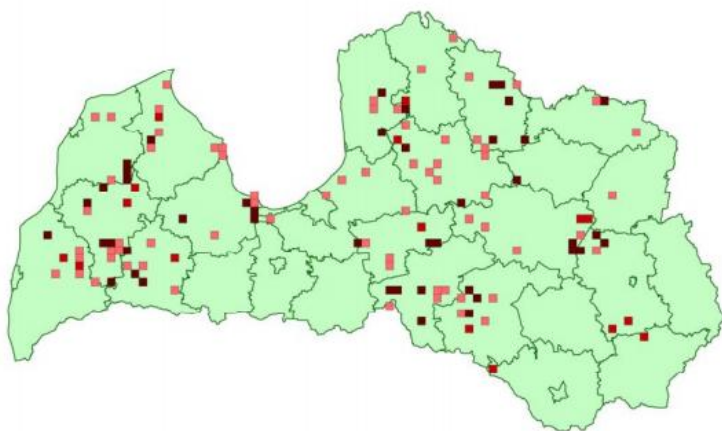
Zivjērgļa izplatības apzināšana un pētniecība atsākās ar 2007. gadu, kad tika uzsākts Latvijas Dabas fonda (LDF) projekts „Zivjērglis”, kam tika izvirzīti trīs galvenie mērķi: 1) noskaidrot sugas pašreizējo skaitu un izplatību Latvijā, kā arī sekot skaita izmaiņām; 2) iegūt

papildus informāciju par zivjērgļa ligzdošanas bioloģiju un ekoloģiju; 3) nodrošināt sugas aizsardzību Latvijā. (Kalvāns, Granāts, 2007) Projekts „Zivjērglis” tiek īstenots no kopš 2007. gada un turpinās aizvien apkopojot datus par zivjērgļa populācijas izmaiņām gada griezumā. Lai noskaidrotu zivjērgļa izplatību un skaitu Latvijā, tika apsekotas visas vēsturiski zināmās ligzdošanas teritorijas. No 1980.gada līdz 2006.gadam bija zināmas 143 ligzdošanas teritorijas. Tāpat tika apsekotas vietas, kur zivjērglis tika novērots no 2000. – 2006. gadam (galvenokārt otrā LLPA novērojumi). (Kalvāns, Granāts, 2007)

### 1.7.3. Izplatības un skaita izmaiņas Latvijā

Par izejas materiāliem tika arī izmantotas līdzšinējās analīzes, datu apkopojumi Latvijā – gan LLPA (1984-1984; 2000-2004) pieejamā informācija, bet lielākoties sākot ar 2007. gada pieejamo projekta atskaišu rezultātiem un veiktās ikgadējās analīzes.

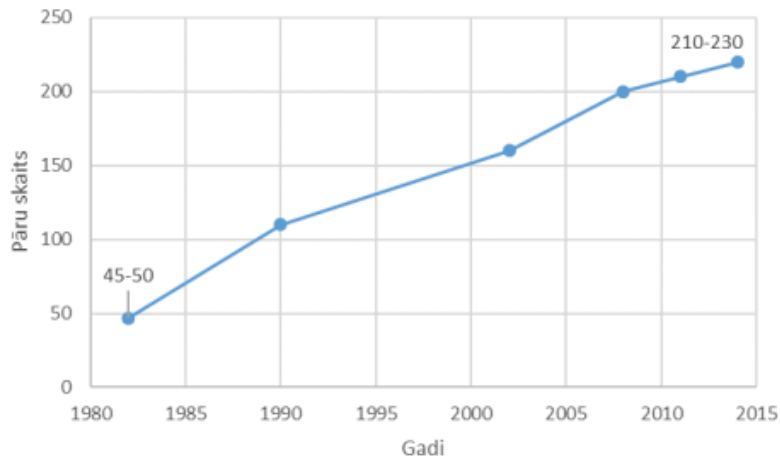
2007. gadā pēc apsekojumiem un novērotāju informācijas zināmais populācijas lielums sasniedza 110 pārus (skatīt 5. attēlu).



5. attēls: Zivjērgļa ligzdošanas teritorijas uz 2007. gadu (Kalvāns, Granāts, 2007), kur ar tumšāko krāsu norādīta pierādīta ligzdošana, savukārt gaišāko toni iespējama ligzdošana.

2008. gadā Latvijā tika apzināti 143 zivjērgļu pāri, 2009. gadā 180-200 putnu pāri. (Kalvāns, 2009) Apkopojot datus par pēdējiem trīs gadiem (2010-2012.g.), konstatēts, ka

apzinātās populācijas lielums ir pieaudzis par 5% un šobrīd Latvijā ligzdo 190 – 210 pāri (skatīt 6. attēlu). Izvērtējot datus par pēdējiem 30 gadiem, konstatēts, ka apzinātās populācijas lielums ir palielinājies vairāk nekā par 50%. (Kalvāns, 2012)



6.attēls: **Zivjērgļa zināmo pāru skaita izmaiņas Latvijā** (Kalvāns, 2016)

Apjomīgais datu apjoms tiek veidots kopš 70tajiem gadiem, kad tika uzsākta datu vākšana līdz pat šim brīdim, kad zivjērgļa pētniecība turpinās. Uzkrātais datu masīvs sniedz vērtīgas ziņas par putna izplatības, skaita un ligzdošanas vietas izvēli.

Jaunākie dati par 2015. gadu liecina, ka joprojām ir vērojama tendence skaitam palielinoties līdz 210-230 zivjērgļa pāriem. Datu analīze liecina, ka Latvijā zivjērgļa ligzdošanas blīvums ir 3,3 – 3,6 pāri uz 1000 km<sup>2</sup>. Lielāks ligzdošanas blīvums ir Kurzemē, sasniedzot 4,2 pārus uz 1000 km<sup>2</sup>, bet mazāks Latgalē – 2,6 pāri uz 1000 km<sup>2</sup> (skatīt 7. attēlu).

Salīdzinot ar iepriekšējiem ligzdošanas blīvuma datiem, vērojams tā pieaugums gandrīz visā Latvijā. Nelielas svārstības ir Vidzemē, kur blīvums ir mazāks nekā 2012.g., bet lielāks nekā 2009.gadā. (Kalvāns, 2015)



7.attēls: Zivjērgļa ligzdošanas blīvums (pāri uz 1000 km<sup>2</sup>) dažādās Latvijas daļās (2009., 2012., 2015) (Kalvāns, 2016)

Nemot vērā kartē redzamos blīvuma rādītājus tie var tikt skaidroti un ar piemērotu dzīvotņu esamību vēsturiskajos novados, kur zivjērgļa populācija ir lielāka. Kurzemē saistāma ar Usmas ezeru (Moricsalas rezurvāts), Zvārdes liegums, Sātiņu un Skrundas dīķi, kur ir labvēlīgi apstākļi un piemērota barības bāze. Vidzemē lielākais zivjērgļa blīvums novada robežās ir Augstrozes lieguma apkārtnē, kā arī Lubāna mitrājā, kas ietilpst arī Latgales novadā, kur atrodas arī Rāznas ezers. Zemgalē ir izteikta lauksaimniecība, trūkst piemērotu dzīvesvietu, bet, autore sprāt, iz vairāk trūkst piemērotu barošanās vietas.

Sugas izplatības, skaita un blīvuma izmaiņas laika gaitā ir skaidrojamas ar zināšanu līmeņa palielināšanos par zivjērgļa ekoloģiskajām prasībām un populāciju, kā arī atsevišķos reģionos, piemēram, Latgalē, tas varētu tikt skaidrots ar labāku novada apsekoību, atbilstoši palielinoties zināšanu līmenim. Literatūrā minētās 5% populācijas pieaugums ik gadus ir tikai attiecināms uz apzināto populāciju, reālais populācijas apjoms un zivjērgļa pāru skaits nav zināms, mainījies ir tikai zināšanas.

#### 1.7.4. Cilvēku radītais traucējums

Traucējuma jūtīgās sugas ir tās, ko negatīvi ietekmē dabiskie, antropogēnie traucēji ap savu dzīvotni. (Temple, Cary, 2002). Traucējums bieži veido plankumus (nogabalus) (atšķirīgas teritorijas ar dzīvotnes apstākļiem, kas ir savādāki nekā apkārtējā teritorijā). Tiek izmantoti dažādi rādītāji, lai raksturotu traucējuma režīmu. Iekļaujot traucējuma telpisko atrašanās vietu, izmēru un traucēto nogabalu formu, telpisko apjomu un traucējuma biežumu. (Turner et al, 2002)

Zivjērglis ir samērā tolerants pret cilvēka klātbūtni ligzdošanas teritorijā, tomēr, arī kā rāda pētījums, cilvēku klātbūtni nav pilnībā negatīva tendence. Traucējumu formai, kas ir paredzama vai vienmērīga tiek izrādīta lielāka tolerance nekā neregulāri traucējumi vai arī jaunas formas traucējums, kas iepriekš nav iepazīts, it īpaši, ja šāda rakstura traucējums tiek radīts brīdī, kad tiek aizņemta ligzdošanas teritorija, mazuļu ikubācijas periodā un tūlīt pēc izšķilšanās. Negatīva ietekme izpaužas, ja traucējumams ir pēkšņs raksturs – intensīvi traucējumi (aktivitātes) sākoties no maija vidus līdz ligzdošanas sezonas beigām. (Levenson, Koplīn, 1984; Ruddock, Whitfield, 2007) Latvijas situācijā pats nelabvēlīgākais traucējuma laiks būtu no aprīļa vidus līdz maija beigām. Traucējumiem, kas novērojumi pirms ligzdošanas sezonas sākuma (lielceļa satiksme, nemotorizētas atpūtas aktivitātes u.tml) zivjērglis spēj adaptēties un neuztver automašīnas radītos trokšņus, kā traucējumu, kas liktu pamest teritoriju, tā ir konstanta un regulāra. (Levenson, Koplīn, 1984)

Lielāka produktivitāte ir konstatēta ligzdās, kas atrodas vairāk nekā 1500 m attālumā no cilvēku traucējuma. (Ruddock, Whitfield, 2007) Citi pētnieki (Richardson, Miller, (1997)) rekomendē telpisko aizsardzības buferi intervālā no 400 – 1500 metriem atkarībā no teritorijas individuālajām īpatnībām. Zivjērgļa aizsardzībai tiek izteiktas vairākas rekomendācijas, kas saistās ar cilvēku aktivitātēm 200 m rādiusā ap apdzīvoto ligzdu:

- Nepieļaut koku izciršana 60 m rādiusā ap ligzdām;
- Tālāk par 60 metriem saglabāt un atstāt trīs līdz piecus dzīvus vai sausus ekoloģiskos kokus, kas ir piemēroti ligzdošanai un atsevišķus jaunus kokus 200 metru rādiusā, kas būtu piemēroti ligzdošanai nākotnē;
- Attālākos rajonos tūrisma mītnēm nevajadzētu atrasties 1100 metrus no aizņemtas ligzdas un pārgājiena takas nevajadzētu ierīkot 90 metru rādiusā. (Ruddock, Whitfield, 2007)

Apskatot citus pētījumus tiek minēts, ka zivjērglis negaidītu traucējumu rezultātā ir viegli ietekmējams, gadījumos, ja tā ligzdošanas vieta tiek traucēta vairākkārtīgi ir manāmas tendences, ka tas maina ligzdošanas vietu. (Poole, 1981) Latvijas situācijā nozīmīgākie traucējumi ir tieši laika posmā, kad tiek aizņemtas ligzdošanai piemērotas teritorijas. Kad jau ir izdētas olas vai ir izšķīlušies mazuļi vecāku instinkts ir pārāk spēcīgs, tāpēc nereti pat neskatoties un traucējumu ligzdošanas teritorija nav mainīta. Gadījumos, kad ligzdošana ir nesekmīga, tas ir motīvs ligzdošanas teritoriju mainīt. Kā arī ir izteikts viedoklis, ka tēviņi pie nesekmīgas ligzdošanas

maina mātītes un turpina ligzdošanu tajā pašā teritorijā, kur iepriekš bija nesekmīga. (Kalvāns, personīga piezīme)

### **1.7.5. Biotopu izvēle, barošanās un ligzdošana**

Zivjērglis ir plaši pasaulē pētīta suga arī attiecībā uz sugas un tam piemērotās dzīvotnes analīzi (Bai et al, 2009), kā arī zivjērglim radniecīgo sugu piemērotības modelēšanā (Treinys et al, 2015).

Zivjērglis nav saistīts tikai ar vienu konkrētu biotopu. Tas ir sastopams gan mežos, izcirtumos, kā arī purvos (purvu malās), gan bebrainēs, ja izpildās dzīvotnē divas nozīmīgākās ekoloģiskās prasības – ūdenstilpnes (barošanās) vietas pieejamība un piemērota ligzdošanas teritorija (iespēja atrast piemērotu koku ligzdas veidošanai). (Bai et al, 2009; Lohmus, 2001)

Skaidrojot sugas prasības dzīvotnes izvēlē un izdalot kritērijus, tika noteikta zivjērgļa piemērotākā dzīvotne, kas ietver mežu teritorijas, vismaz 200 ha ezeru platības 10 km rādiusā, izslēdzot cilvēku klātbūtnes 1km rādiusā un nav citu aizņemtu zivjērgļu ligzdu vismaz 1,4 km rādiusā. Zivjērgļi izvēlas lielākus ezerus nekā mazos, galvenokārt eitrofī vai distrofī ezeri ar ezeru vidējo dziļumu 3 m. (Lohmus, 2001)

Zivjērglis ir mežu ainavas putns ar tendenci izvēlēties purvu teritorijas, kas pēc pieejamajiem datiem no visiem zemes lietojuma veidiem sastāda 10,7% (kūdras atradnes) un tikai 4,9% (purvi ar tiem raksturīgo veģetāciju). (Priede, 2005) Purva teritorijas lielākoties kalpo gan kā piemērotas dzīvotnes kritērijs, jo netiek radīts liels antropogēnais traucējums, ir lielāka iespējamība atrast piemērotāku ligzdošanas koku, kā arī lielākie ezeri nodrošina barības bāzi. Latvijā tie ir Ziemeļu purvi, Lubāna mitrāja komplekss, Teiču purvs, Augstrozes Lielezers u.c. teritorijas. Pēc pieejamajiem datiem un analizētajām publikācijām darba autore arī cenšas rast atbildi vai zivjērgļi purvu teritorijās ir biežāk sastopami, jo Latvijā ir daudz purvu vai tomēr ir salīdzinoši maz, bet tāpat izvēlas, kā ligzdošanas vietas, tādejādi samazinot blīvumu uz noteiktām purvu teritorijām. Nenoliedzami atsevišķi pāri ierīko ligzdu arī ekoloģiskajos kokos izcirtumos, kā piemērotas ligzdošanas teritorijas, ja izpildās prasības pēc piemērota ligzdošanas koka un barošanas vietas.

Zivjērglis barojas ar zivīm, kas sastāda aptuveni 99%, nav novērots, ka tas barībā izmanto kādus grauzējus (Dennis, 2008; Toschik et al, 2009), šī ekoloģiskā prasība norāda, ka

ūdenstilpnes ir nozīmīgākais faktors ligzdošanas teritorijas izvēlē. Ūdenstilpnes 7km rādiusā ap ligzdu veido 5,9%. (Bai et al, 2009) Zivjērglis vidēji barošanas vietas apmeklē pat 15 km rādiusā no ligzdas (Dennis, 2008).

Zivjērglis izvēlētos sekļus ezerus barības ieguvei, platas upes, reti arī neliela izmēra dīķus. Zivjsaimniecības ir ļoti iecietītas barošanās teritorijas (Dennis, 2008). Kā barošanās teritorijas zivjērglis neizvēlas piekrasti un jūru, lai gan vēsturiski vēl 19. gadsimtā zivjērgļi ir bieži kā barības ieguves avotu izmantojuši līčus, jūras piekrasti. Galvenokārt iemesls tiek norādīts saistībā ar zivju izmēriem, kā arī jūras un lieli ezeri ir vairāki atvērti vējiem, kas rezultējas ar viļņiem un duļķainu ūdeni, kas apgrūtina barības ieguvi. Treškārt piekrastē un lielo ezeru tuvumā pastāv lielāki konkurences draudi saistībā ar jūras ērgļa *Haliaeetus albicilla* tipisko barošanās teritoriju. (Lohmus, 2001; Bai, Schmidt, 2009) Pēc pieejamās informācijas Latvijas situācija vēsta par līdzīgu tendenci, zivjērglis kā ligzdošanas un barošanas vietu neizvēlas piekrastes teritorijas, ko norāda arī Latvijas apzinātās populācijas ligzdošanas teritoriju izvietojums.

Zivjērgļa ligzdošanas teritorijas ir veidotas netālu no visu tipu ūdenstilpnēm, kā arī nozīmīgas ir mežu platības ap ligzdošanas teritoriju. Lai gan ūdenstilpnes ir galvenais faktors ligzdošanas vietas izvēlē, tomēr ne attālums līdz ūdenstilpnēm, ne ūdenstilpņu platību kādā veidā atsaucas uz ligzdošanas sekmēm. Savukārt pētījuma rezultātā tika konstatēts, ka ligzdošanas sekmes bija zemākas teritorijās, kur bija vairāk meža platību. (Bai et al, 2009)

Piemērota koka izvēle tiek saistīta ar iespēju veidot ligzdu pašā koka galotnē ar maksimālu redzamību (vairumā gadījumā 360°), tādā veidā aizsargājot ligzdu pret potenciālajiem ienaidniekiem. (Kalvāns, 2007) Raksturīgas ligzdu būves vietas ir vecas priedes ar plakanām galotnēm, kas ir valdaudzes augstākie koki, atsevišķi augstāki koki purvos vai uz to salām, ekoloģiskie koki izcirtumos vai bebrainēs saglabājušies koku stubeņi. (Dennis, 2008; Sivonen, 2014)

Daudzos Fenoskandijas reģionos zivjērglis ir atkārtīgs no mākslīgi veidotajām ligzdošanas platformām, jo veci un ligzdošanai piemēroti koki ir ainavā reti atrodamī un ņemot vērā mežsaimniecības intensitātes pieaugumu. 2000. gadā gandrīz puse (47-49%) no Somijā sastopamajiem zivjērgļiem ligzdas veido uz mākslīgi veidotām platformām. (Bierregaard et al, 2014; Sivonen, 2014) Latvijā aptuveni 50% no izvietotajām mākslīgajām ligzdvietais tiek aizņemtas. Līdz 2015.gada beigām no visām apdzīvotajām ligzdām, kur ligzda ir būvēta uz mākslīgās platformas, ir aizņemta 181 ligzdvieta. (Kalvāns, 2015)

Zivjērglis ir salīdzinoši konservatīvs putns un atgriežas tuvu tai teritorijai, kurā pats ir uzaudzis, kā arī zivjērgļi gadu no gada atgriežas savās ligzdošanas teritorijās, tās bieži nemainot. (Dennis, 2008)

## 2. MATERIĀLI UN METODES

### 2.1. Pētījuma teritorijas apraksts

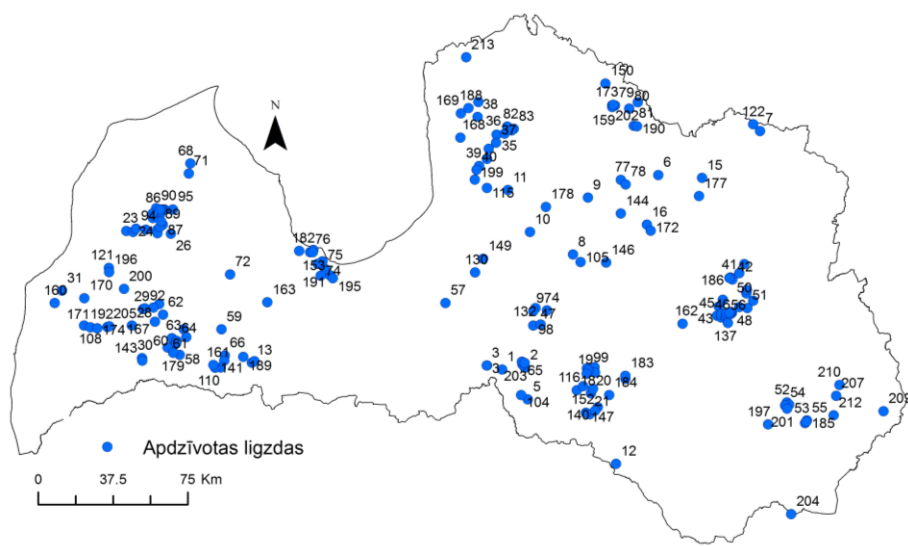
Veiktais pētījums aptver visu Latvijas teritoriju un pētījuma analīzē iekļautas visas uz 2015. gadu apzinātās zivjērgļa ligzdas.

### 2.2. Zivjērgļa pieejamo datu apkopojums

Maģistra darba izstrādei tika izmantoti zivjērgļa monitoringu datu pieejamie materiāli. Materiāli sastāvēja no datiem par 2015. gadā apdzīvotajām ligzdām, kas tika iegūti pateicoties sadarbībai ar VAS "LVM" vides ekspertu, Aigaru Kalvānu, zivjērgļa izpētes koordinatoru Latvijā.

#### 2.2.1. Apdzīvoto ligzdu dati

Informācija par 2015. gada apdzīvotajām teritorijām (ligzdu punktiem) tika iegūta koordināšu formātā (188 ligzdu punkti), kurus darba autore apkopoja un izveidoja to attēlojumu vienotā kartē (karte kalpo kā uzskates materiāls – skatīt 8. attēlu), zilie punkti atspoguļo apdzīvoto ligzdu izvietojumu Latvijas teritorijā uz 2015. gadu.



8.attēls: Apdzīvoto zivjērgļa ligzdu izvietojums Latvijas teritorijā (izstrādājusi darba autore izmantojot 2015. gada monitoringa datus)

### **2.2.2. Nejaušo punktu dati**

Nejaušie punkti (kopā 140 punkti) tika ģenerēti visā Latvijas teritorijā, netika izdalīts kādas konkrētas zemes lietojuma veids. Nejaušie punkti tika ģenerēti tā lai tie būti nemazāk kā 10 km attālumā viens no otra un apdzīvotām ligzdām.

### **2.3. Lauka darbi**

Paralēli datu apkopošanai un analīzei tika veiktas arī lauka studijas apsekojot zivjērgļa lizgdošanas teritorijas dabā – novērtējot zemes lietojuma veidu sadalījumu, kā arī iesaistoties zivjērgļu monitoringa programmā un izpētē. Zivjērgļa lizgdošanas teritoriju apsekojumi turpinās arī šovasar.

### **2.4. Izvēlētas metodikas apraksts**

Pētījums laikā apdzīvotās ligzdas un nejaušie punkti tika analizētas un apkopotas telpiskajās datu bāzēs – QGIS 2.12.0, ArcGIS 10, iegūto skatļu rinda, mērījumi tika apkopoti Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Office vidē).

#### **2.4.1. Ainavu struktūras analīze**

Sākotnēji pēc pieejamajiem datiem tika analizēts zemes lietojuma veidu sadalījums, ligzdu un nejaušo punktu apkārtnē. Pirmajā reizē izdalot tādas zemes lietojam veidus kā – purvs, mežs, ūdenstilpne un apbūve 1km rādiusā, analizējot datus sīkāk, mežiem atsevišķi tika izdalīti izcirtumi vai jaunaudzes, kā jauns zemes lietojuma veids.

Ainavu struktūras analīzei tika izveidoti 14 mainīgie (2.4.1. tabula). Mainīgie tika atlasīti balstoties uz pieejamo literatūru par zivjērgļa ekoloģiju, lizgdošanas prasībām pret piemēroto dzīvotni, kā arī jutību pret cilvēku radītajiem traucējumiem. Tika noskaidrots attālums no ligzdas vai nejaušā punkta līdz tuvākajam (purvam, ūdenstilpnei, ciemam, viensētai, pilsētai, ceļu veidam, mežam). Attāluma dati tika iegūti veicot mērījumus ArcGIS 10 programmā.

### Ainavu struktūras analīzei izstrādātie mainīgie un to apzīmējuma skaidrojums

(izstrādājusi darba autore)

<b>Mainīgais</b>	<b>Apzīmējums</b>
Lake_10km_ha	Ezeru platība, kas lielāki par 1 ha 10km rādiusā (ha)
Forest_10km_ha	Mežu platība 10 km rādiusā (ha)
Wetlands_10km_ha	Purvu platība 10 km rādiusā (ha)
Agriculture_10km_ha	Lauksaimniecības zemju platība 10 rādiusā (ha)
Artificial_surfaces_10km_ha	Mākslīgā apbūves platība 10 rādiusā (ha)
Distance_WB_m	Attālums līdz tuvākajai ūdenstilpnei (m) – ezeram vai upei, kuras platums lielāks par 5 m
Distance_B_m	Attālums līdz tuvākajam purvam (m)
Distance_F_m	Attālums līdz tuvākajam mežam (m)
Distance_FS_m	Attālums līdz tuvākajai viensētai (m)
Distance_V_m	Attālums līdz tuvākajam ciemam (m)
Distance_T_m	Attālums līdz tuvākajai pilsētai (m)
Distance_LR_m	Attālums līdz tuvākajam meža, zemes ceļam (m)
Distance_GR_m	Attālums līdz tuvākajam vietējās nozīmes, grants ceļam (m) *
Distance_HR_m	Attālums līdz tuvākajai autoceļam (reģionālajam, valsts nozīmes) (m) *

\*MK. Nr. 1104 (29.09.2009.) “Galvenie autoceļi”, “Reģionālie autoceļi”, “Vietējie autoceļi”, attālums līdz tuvākajam zemes un meža ceļiem.

Kartes izmantotas no LU GZZF WMS servera:

- Latvijas 4.etapa ortofoto karšu mozaīka (ORTOFOTO4)
- Latvijas 5.etapa ortofoto karšu mozaīka (ORTOFOTO5)
- Topogrāfiskās karte – Satelītkarte 50K

Apdzīvotajām ligzdām un nejaušajiem punktiem tika izveidota 10 km buferzona un no zemes lietojuma veidiem tika aprēķināta platība, izmantojot ArcMap 10 programmu. 10 km buferzona tika noteikta pamatojoties uz eksperta novērojumiem un viedokli (Kalvāns, personīga piezīme), kā maksimālais attālums no ligzdošanas teritorijas līdz barošanās vietai.

Zemes struktūras analīzei tika izmantoti CORINE Land Cover 2012. gada dati, kas ir mērogā 1: 100 000. Latvijā sastopamās CORINE Land Cover klases analizējamai zemes struktūrai. Pēc CORINE Land Cover izdalītajām klasēm (1. pielikums) tika aprēķināta platība 10 km rādiusā ap apdzīvotajām ligzdām un nejaušajiem punktiem – mitrzemes (iekšzemes purvi, kūdras purvi, sāļie purvi); lauksaimniecības platības (neapūdeņota aramzeme, augļu koku un ogulāju stādījumi, ganības, galvenokārt lauksaimniecības zemes ar ievērojamām dabiskām veģetācijas teritorijām); mākslīgās platības (nepārtraukta pilsētas struktūra, pilsētas struktūra ar pārtraukumiem, rūpniecības vai tirdzniecības elementi, autoceļi, dzelzceļi, ostu teritorija, lidostas, izgāztuves, celtniecības laukumi, pilsētas zaļās zonas, sporta un atpūras centri); meži un dabiskās platības (platlapju meži, skuju koku meži, jauktais mežs, pārejoši mežu apgabali. Aprēķinot ezeru platību 10 km buferzonā tika izmantoti *Satelītkartes 50 k* dati. Aprēķinā tika ietverti ezeri, kuru platība ir lielāka par 1 ha.

#### **2.4.2. Teritorijas ilglaicības analīze**

Teritorijas ilglaicības analīzei tika izdalīti trīs veidu zemes lietojuma veidi – purvs, visa vecuma mežaudzes un izcirtums vai jaunaudze. Ilglaicības analīze veikta apdzīvotajām ligzdām. Starp šīm teritorijām tika analizēta vidējā un maksimālā ilglaicība. Tika analizētas tās teritorijas, kas apdzīvotas jau vēsturiskajā laikā, tāpēc apdzīvotības ilgums lielāks. Teritorijas ilglaicības analīze tika veikta Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft Office vidē).

### 2.4.3. Datu statistiskā analīze

Datu statistiskajai analīzei, modelēšanai, izmantota programma R x64 3.2.4. (R Development Core Team, 2011)

Pie binārās atbildes (Jā/Nē; Ir/Nav) līmeņa datiem, kādi tiek izmantoti biotopa piemērotības modeļa izstrādē pētījuma ietvaros (apdzīvotās, neapdzīvotās ligzdas) var izmantot tikai binomiālo statistisko sadalījumu ar *logit* saiti. (Meynard, Quinn, 2007)

Darba izstrādes procesā tika izveidota datu matrica, kurā izskaidrojamais mainīgais bija apdzīvotās zivjērgļa ligzdas (apzīmēti ar 1), un nejaušie punkti (apzīmēti ar 0) un izskaidrojošie mainīgie – 2.4.1. tabula. Programmā R ievadīti dati, lai analizētu likumsakarības, kas pastāv starp apdzīvotajām ligzdām un nejaušajiem punktiem.

Apdzīvot ligzdu un nejaušo punktu analīze tika veikta balstoties uz izstrādātā modeļa mainīgajiem, tie tika salīdzināti savā starpā, nosakot saistības starp zivjērgļa izvēletajām teritorijām.

Pirms modeļa izveides tika veikta korelācijas analīze, lai noskaidrotu starp kuriem mainīgajiem savā starpā pastāv augsta korelācija un kurus nevajadzētu kopā iekļaut vienā modelī. Korelācijas analīzes norādīja, ka tikai starp diviem mainīgajiem pastāv vidēji augsta korelācija. Distance\_LR\_m-distance\_FS\_m (korelācijas rādītājs – 0.5449706), distance\_V\_m-distance\_FS\_m (korelācijas rādītājs – 0.5313013). Starp pārējiem mainīgajiem korelācija ir zema. (2. pielikums).

Zivjērgļa biotopa piemērotības modeļa izveidei un datu analīzei tika izmantots ģeneralizētais (vispārinātais) lineārais modelis (GLM).

Statistiskais modelis parāda likumsakarības starp izvēlētajiem mainīgajiem, būtiskuma vērtības ( $P < 0,05$ ). (Elliot, Woodward, 2006)

No izveidotajiem mainīgajiem tika izmēģinātas visas iespējamās mainīgo kombinācijas un atlasīti tie modeļi, kas atbilst noteiktajiem kritērijiem, lai modelis kvalificētos. Labākie modeļi tika noteikti balstoties pēc AIC. Modeļi ar zemāko AIC (*Akaike's Information criteria*) vērtību (zemākā neizskaidrojamā novirze no normas) nozīmē „labāku” modeli – tas ir, kur labāk ir izskaidrotas novirzes no normas uz skaidrojošo mainīgo vienību skaita. (Kitagawa, 2008) Katra modeļa nozīmīgums tika noteikts pēc klasificējot modeļus pēc formulas  $\Delta AICc = AICc_i - AICc_{\min}$  (kur  $AICc_{\min}$  ir labākais modelis apakšgrupā). Modeļa svars aprēķināts,  $\exp(-0,5 \times \Delta AICc_r)$ .

Aprēķinātais sliekšnis ( $\Delta AICc \leq 2$ ), kas izdala piemērotākos no mazāk piemērotākajiem. (Treinys et al, 2015)

Otrs kritērijs, kas tika izdalīts – VIF (*The Variable inflation factor*) nosaka neatkarīgo mainīgo multikolinearitāti – parādība, kad divi vai vairāki mainīgie savā starpā ir cieši saistīti, kas norāda, ka vienu mainīgo modelī ar augstu VIF vērtību var izskaidrot pārējie mainīgie modelī. Ja VIF vērtības ir augstākas par 1, tad multikolinearitāte starp vērtībām nav, VIF vērtības, kas ir augstākas par 3 norāda uz augstu korelāciju. (O'Brien, 2007) (Stine, 1995)

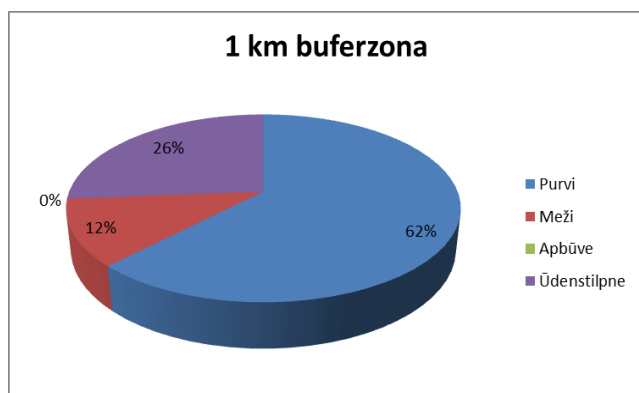
Pēc labākā modeļa izveides nepieciešams veikt papildus pārbaudes. (Elferts, 2013) Tika veikta ietekmes analīzes diagnostikas testi (3., 4. pielikums), lai konstatētu vai tiek ievēroti visi regresijas analīzes paņēmieni, to veikšanai un attēlošanai tiek izmantotas grafiskās iespējas. Pēc diagnostikas testu veikšanas, secinot, ka neviens punkts nebija tik ietekmīgs, lai modeli diskvalificētu.

Pētījuma mērķis bija analizēt ainavu struktūru. Lai sasniegtu mērķi, tika izveidots zivjērgļa biotopa piemērotības modelis, raksturojot faktoru ietekmi uz ligzdošanas teritorijas izvēli.

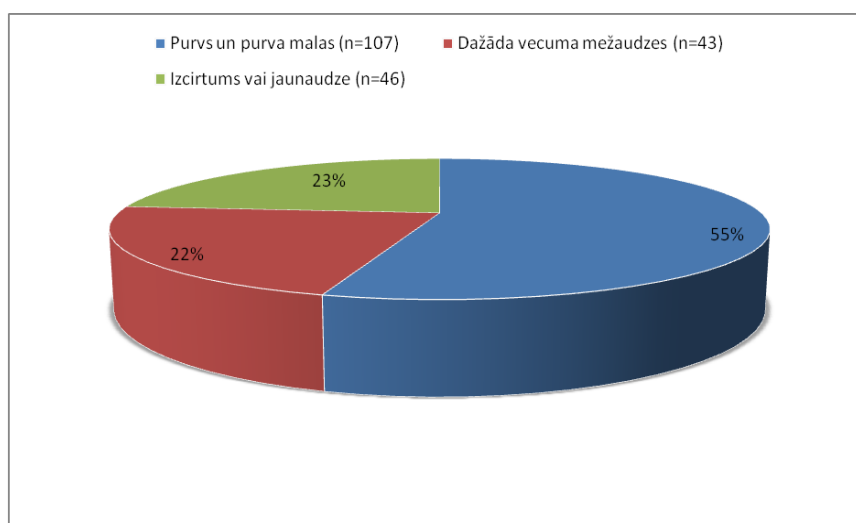
### 3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI

#### 3.1. Ainavu struktūras nozīme ligzdošanas teritorijas izvēlē

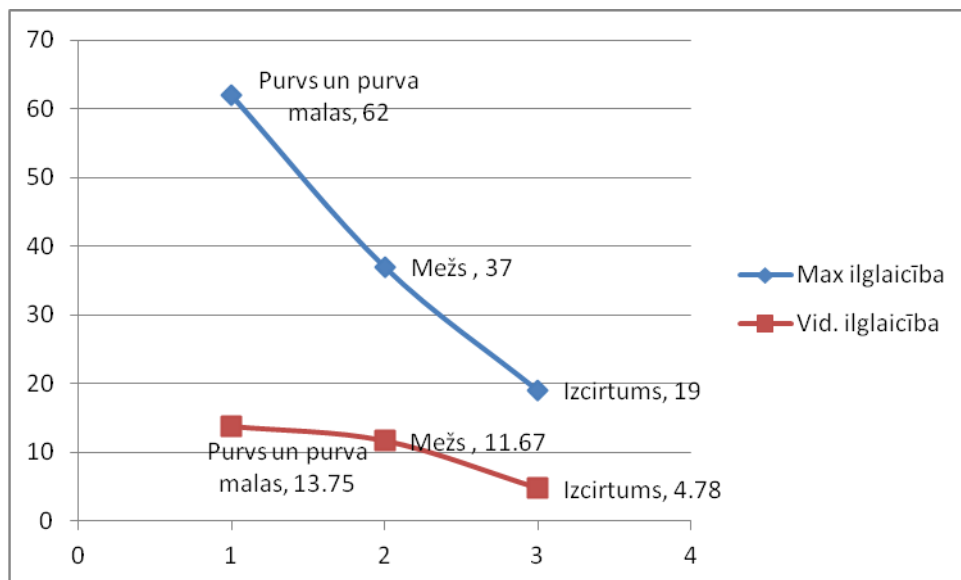
Uzsākot informācijas apgūšanu maģistra darbam darba autore analizēja pieejamās zivjērgļa ligzdas 1km buferzonā (skatīt 9. attēlu). Analizētie dati uzrādīja, ka zivjērglis kā ligzdošanai piemērotu teritoriju izvēlas purvus, purva malas, kā arī citu veidu ūdenstilpnes – lielākus ezerus, ezeru krastus, ezera salas.



9. attēls: Zemes lietojuma veidu sadalījums apdzīvotajām ligzdām 1km rādiusā (izstrādājusi darba autore izmantojot pieejamos zivjērgļa apdzīvoto teritoriju datus).



10. attēls: Apdzīvoto ligzdu teritoriju zemes lietojuma veidu sadalījums (izstrādājusi darba autore izmantojot pieejamos zivjērgļa apdzīvoto teritoriju datus).



1. grafiks: **Apdzīvoto teritoriju ilglaicības sadalījums attiecībā pret dzīvotni** (izstrādājusi autore balstoties uz datiem par apdzīvoto teritoriju ilglaicību).

Turpinot pētījumu, sīkāk tika izdalīti izcirtumi (skatīt 10. attēlu). Pēc zemes lietojuma sadalījuma analīzes ligzdas izvietojas purvos, mežos un izcirtumos (tika izdalītas atsevišķi no mežu teritorijām). Purvu teritorijas aizņem aptuveni 55% no apdzīvoto ligzdu dzīvotnēm, savukārt izcirtumos atrodas 23% no apdzīvoto vietu ligzdām un dažāda vecuma mežaudzēs – 22%.

### 3.2. Teritorijas ilglaicības analīze

Izdalītajos zemes lietojuma veidos, purvu teritorijās izvietojušās 107 ligzdas, visa vecuma mežaudzēs – 46, izcirtumos vai jaunaudzēs – 48 teritorijas, nosakot vidējo un maksimālo ilglaicību (skatīt 3.2. tabulu)

3.2. tabula

**Apdzīvoto teritoriju ilglaicība** (izveidojusi darba autore)

Zemes lietojuma veids	Vidējā teritorijas ilglaicība	Maksimālā teritorijas
-----------------------	-------------------------------	-----------------------

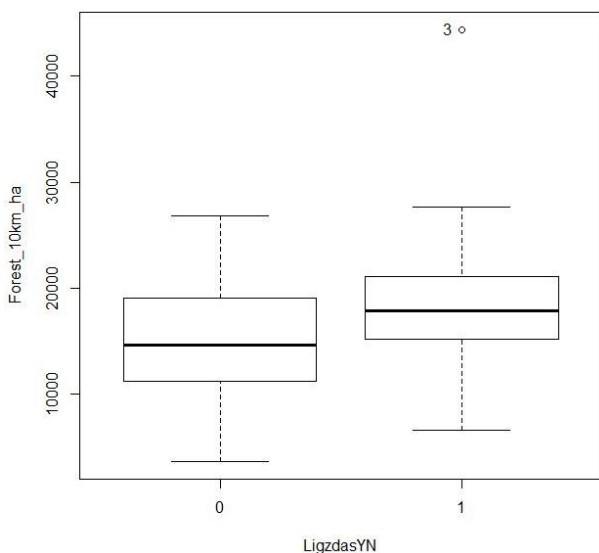
	(gadi)	ilglaicība (gadi)
Purvs un purvu malas (n=107)	13.75	62
Visa vecuma mežaudzes (n=46)	11.67	37
Izcirtums vai jaunaudze (n=48)	~ 5 gadi	19

Grafiski analizējot apdzīvoto teritoriju sadalījumu pēc ilglaicības rādītājiem (skatīt 1. grafiku) Vislielākā apdzīvotība ligzdai ir purvu teritorijā 62 gadi (ligzda atrodas Rēzeknes novadā pie Lielā Kuriņa ezera), mežā – 37 gadi, bet izcirtuma teritorijā – 19 gadi. Vidējā ilglaicība purvos ir gandrīz 14 gadi, savukārt mežos vidējā ilglaicība sasniedz nepilnus 12 gadus, viszemākā ilglaicība ir izcirtumos, kur vidēji viena ligzda tiek apdzīvota nepilnus piecus gadus.

### 3.3. Apdzīvoto un nejaušo ligzdu analīze

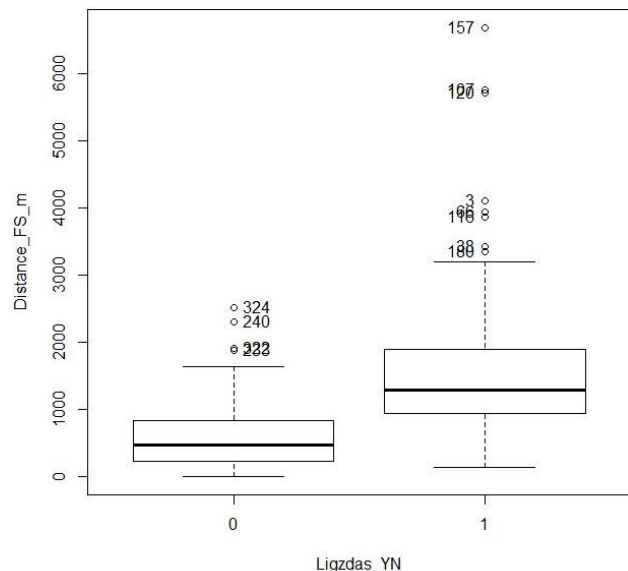
Veicot apdzīvoto un nejaušo ligzdu analīzi modelī iekļautajiem mainīgajiem (Distance\_WB\_m, Distance\_B\_m, Forest\_10km\_ha, Distance\_HR\_m, Distance\_FS\_m) (skatīt, 2., 3., 4., 5., 6. grafiku). Analīze rāda, ka ūdenstīlpnes atrodas tuvāk apdzīvotajām ligzdām nekā nejaušajiem punktiem, apdzīvotās ligzdas atrodas tuvāk purvu teritorijām. Ap nejaušajiem ir izvietojušās mazāk mežu teritorijas nekā ap apdzīvotajām ligzdām. Nejaušajiem punktiem tuvāk izvietojušies viensētām un autoceļiem.

2

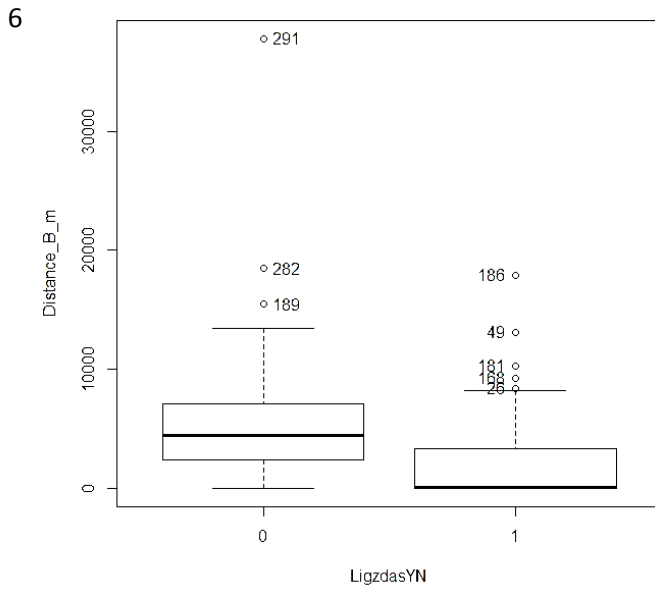
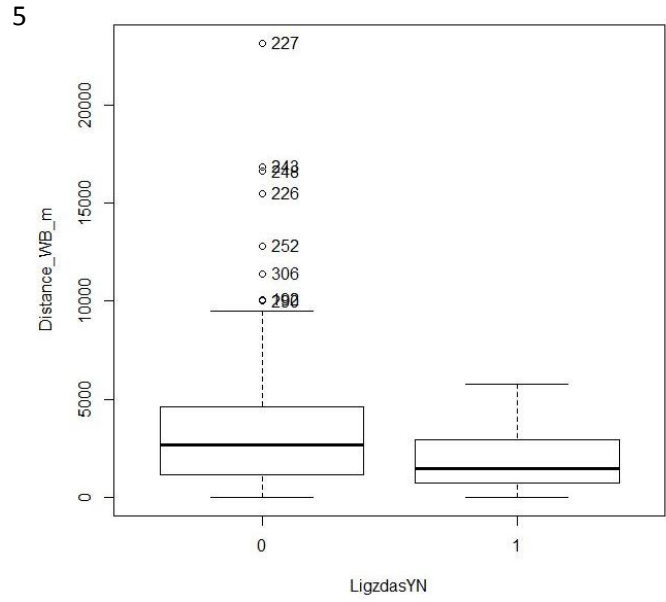
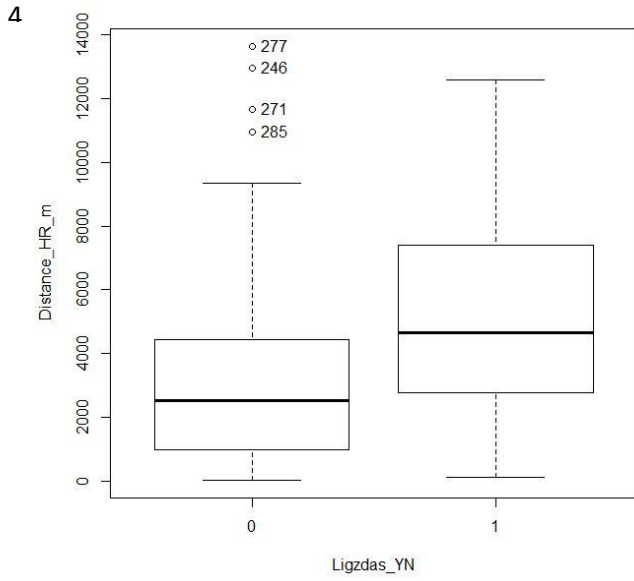


35

3



Ligzdas\_YN



2., 3., 4., 5., 6. grafiks: **Apdzīvoto ligzdu un nejaušo punktu ainavu struktūras sadalījums**  
(izstrādājusi darba autore programmā R)

### 3.4. Biotopa piemērotības modelis

Piemērotākā biotopa modeļa izstrādē tika ņemti vērā P-vērtības (būtiskums) ( $p < 0,05$ ), dispersijas inflācijas faktors un AIC vērtības, kas aprakstītas metožu sadaļā, kā arī lai modelis būtu loģisks un atbilstošs balstoties uz ievāktu un apstrādāto teorētisko pamatojumu.

Labākais modelis sastāvēja no pieciem mainīgajiem:

Distance\_B\_m – Attālums līdz tuvākajam purvam (m)

Distance\_FS\_m – Attālums līdz tuvākajai viensētai (m)

Distance\_HR\_m – Attālums līdz tuvākajam asfaltam (m)

Distance\_WB\_m – Attālums līdz tuvākajai ūdenstilpnei (m) (mainīgais ietver attālumu līdz tuvākajam ezeram vai upei).

Forest\_10km\_ha – Mežu platība 10 km buferzonā

3.2. tabula

**Biotopa piemērotības modelis zivjērglim** (izstrādājusi darba autore programmā R)

Mainīgie	Aplēse	Standartklūda	Z-vērtības	P-vērtības
(Intercept)	-1.795e+00	7.230e-01	-2.483	0.0130 *
Distance_B_m	-2.701e-04	5.659e-05	-4.773	1.82e-06 ***
Distance_FS_m	1.901e-03	3.430e-04	5.541	3.00e-08 ***
Distance_HR_m	1.340e-04	5.897e-05	2.272	0.0231 *
Distance_WB_m	-4.050e-04	9.745e-05	-4.156	3.23e-05 ***
Forest_10km_ha	9.171e-05	3.990e-05	2.298	0.0215 *
AIC	255.01			

\* $P < 0.05$

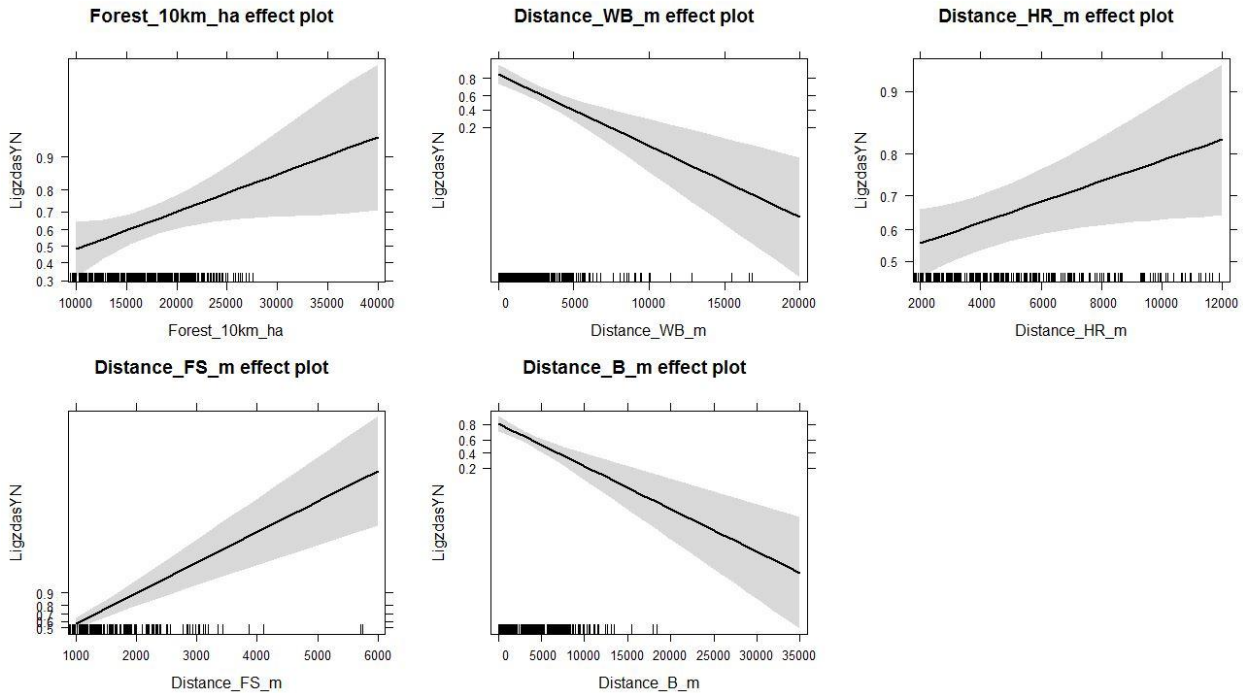
\*\* $P < 0.01$

\*\*\* $P < 0.001$

, kur Z-vertības ir statistikas metode (*Wald statistic*), kas tiek izmantota, lai pārbaudītu hipotēzi, kur attiecīgais parametrs ir nulle. P-vērtības ir iespējamība, ka mainīgais nav būtisks (piem. Z-vērtības nav atšķirīgas no nulles).

Tiek veikta arī *Effect plot* analīze, kas vizualizē iegūto modeli (skatīt 11. attēlu). Tiek norādīts, kurām vērtībām pieaugot tendence samazinās. Labākais modelis rāda, ka teritorijas piemērotības pieaug, ja attālums līdz tuvākajam mežam un ūdenstilpnei samazinās. Modelis

norāda, ka palielinoties attālumam līdz purvam piemērotas teritorijas samazinās, kas apstiprina iepriekš analizētās zemes lietojuma veidu sadalījumu, kurā norādīts, ka purvu teritorijas apdzīvo vairāk nekā 50% no apzinātās Latvijas zivjērgļa populācijas. Zivjērglis izvēlas teritorijas, kas atrodas tālāk no galvenajiem autoceļiem un viensētām. Diskusijā tālāk tiek analizēti un interpretēti tie mainīgie, kas tiek iekļauti piemērotākajā biotopa modelī.



11. attēls: **Effect plot analīzes rezultāts** (izstrādājusi darba autore, programmā R)

Nebija modeļu, kur  $AIC \leq 2$ , kas izdala piemērotākos no mazāk piemērotākajiem. Otrā labākā modeļa AIC bija 259.42. Modelis ietvēra četrus mainīgos – Distance\_WB\_m, Forest\_10km\_ha, Distance\_B\_m, Distance\_FS\_m.

Šajā gadījumā modelī netika iekļauts mainīgais – Distance\_HR\_m. Otrs labākais modelis norāda, ka samazinoties vietas attālumam līdz purvam, mežam un ūdenstilpnei un palielinoties attālumam līdz viensētai tā kļūs piemērotāka zivjērgļa ligzdošanai. Modelis norāda, ka mainīgais – Distance\_HR\_m nav pārāk svarīgs mainīgais attiecībā pret citiem mainīgajiem, un labs modelis ir iespējams arī bez tā.

## 4. DISKUSIJA

### 4.1. Ainavu struktūras nozīme ligzdošanā

Zivjērglis kā suga ir specifiska ar konkrētām ekoloģiskajām iezīmēm un prasībām uz tam atbilstošām ligzdošanas teritorijām (Bai, Schmidt, 2009). Zināšanas Latvijā par zivjērgļa ekoloģiskajām prasībām iegūtas lauka darbos, apsekojumos veicot sugas monitoringu un identificējot jaunas teritorijas. Jau zivjērgļa ligzdu meklēšana notika veicot analīzi tām ligzdošanas teritorijām, kur zivjērglis ir ticis novērots. Balstoties uz to, izmantojot kartogrāfisko materiālu, arī tika veikta potenciālo ligzdošanas teritoriju apsekošana, jo pēc monitoringa datiem bija tendenciozas pazīmēs par piemērotāko biotopu.

Laika gaitā ir mainījušās zināšanas par zivjērgļa populācijas līmeni. Patreizējie populācijas vērtējumi ir tuvāki nekā iepriekšējie. Tomēr apzinātās populācijas apjoms nereprezentē pavisam kopējo populāciju Latvijā. Pieejamie dati parāda to populācijas daļu (ligzdošanas teritorijas), kas ir apzinātas.

Apkopojot informāciju zivjērglim netiek izdalīts kāds viendabīgs biotops, tas ir gan sastopams mežos, gan purvos (purvu malās), arī izcirtumos, uz salas ezeros, upju, ezeru krastos. Zivjērglis izvēlas konkrētās dzīvotnes vai to kombināciju, ja tās izpilda divas galvenās ekoloģiskās prasības – **ūdenstilpnes (barošanās) vietas pieejamība un piemērotu ligzdošanas teritoriju** (iespēja atrast piemērotu koku ligzdas veidošanai). (Bai, Schmidt, 2009; Lohmus, 2001) Piemērota koka izvēle tiek saistīta ar iespēju veidot ligzdu pašā koka galotnē ar maksimālu redzamību (vairumā gadījumā 360°), tādā veidā aizsargājot ligzdu pret potenciālajiem ienaidniekiem. (Kalvāns, 2007) Raksturīgas ligzdu būves vietas ir vecas priedes ar plakanām galotnēm, atsevišķi augstāki koki purvos vai uz to salām, ekoloģiskie koki izcirtumos vai bebrainēs saglabājušies koku stubeņi. (Dennis, 2008)

Uzsākot analīzi 188 apdzīvotajām ligzdām 1 km rādiusā ap ligzdu iezīmējas tendences, ka putns izvēlas lielākoties purvu teritorijas, purvu malas, kā arī citu veidu ūdenstilpnes un to apkārtni – ligzdas atrodas ezera, upju krastos, savukārt 1 km rādiusā neuzrādās tādi zemes lietojuma veidi kā lauksaimniecības zemes un apbūves.

Purvs kā ligzdošanai piemērota vieta ir saistīta gan ar barības pieejamību bebrainēs, gan ar lielāku iespējamību atrast piemērotu koku ligzdošanai. Sākotnēji analīzē netika iekļauti

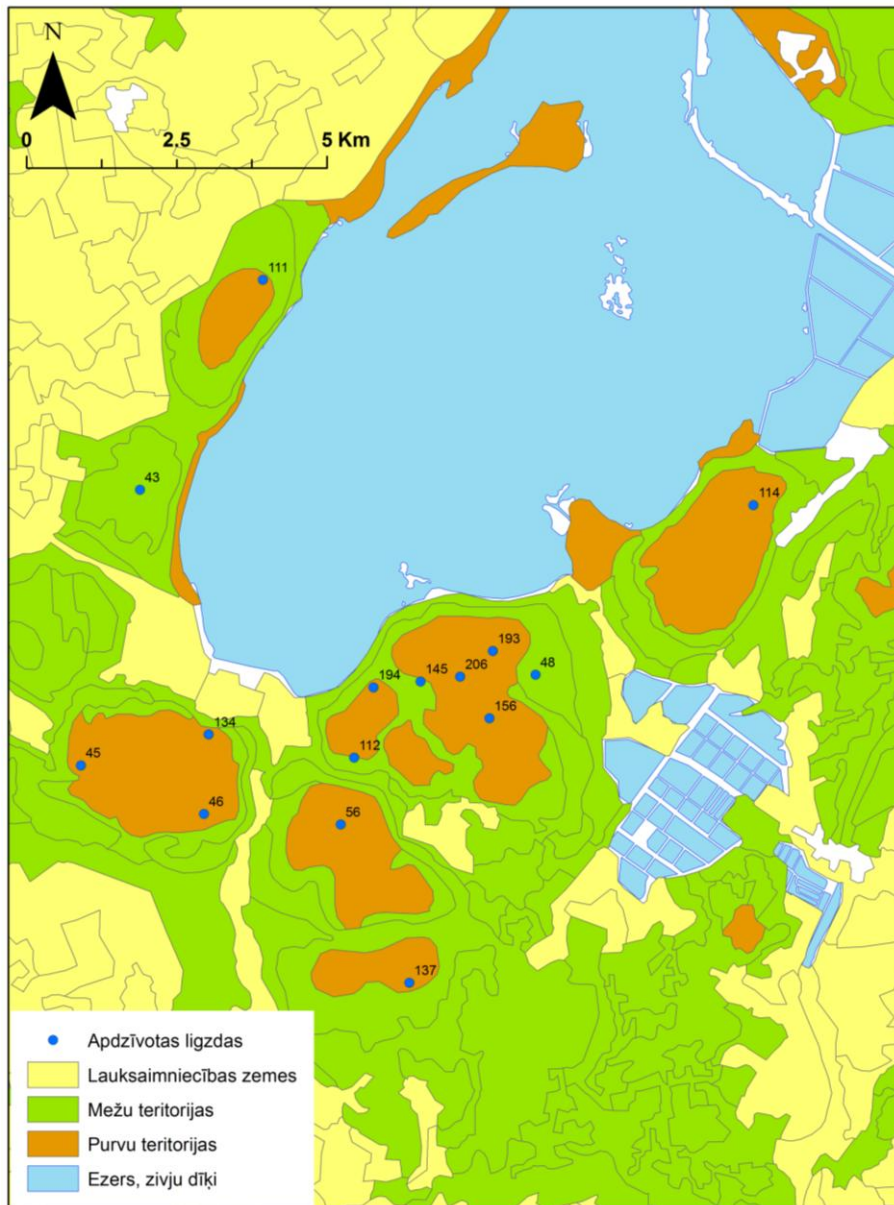
atsevišķi izcirtumi, kas arī būtiski uzrādītu, pēc autores domām, izcirtuma platības, kā ligzdošanai piemērotas vietas saistībā ar ekoloģisko koku pieejamību.

No zemes lietojuma veidiem suga izvēlējas – purvu, mežu un izcirtumu. Šie zemes lietojuma veidi tiek izmantoti ligzdošanas teritorijas izvēlē, ligzdošanas teritorijas netiek veidotas lauksaimniecības zemēs un apdzīvotu teritoriju apkārtnē.

Nosakot, ka aptuveni 55% no apzinātās zivjērgļa populācijas apdzīvo purvu teritorijas, 23% izcirtumu un 22% mežu teritorijas. Analizējot informāciju par zivjērgļa apzinātās populācijas lielumu Latvijā, kas vērtējums kā pozitīvs ar tendenci pieaugt, pēc pētnieku analīzes par pēdējiem deviņiem gadiem, tendence ir +5 % ik gadu (Kalvāns 2012) Atzīmējot, ka minētās izmaiņas nav attiecināmas uz reālo populāciju skaita izmaiņām, bet pozitīvā tendence norāda uz zināšanu līmeņa paaugstināšanos.

Ņemot vērā, ka ir zināms tikai apzinātās populācijas lielums neviss kopējais, autori analizējot pieejamo informāciju un pētījuma rezultātus radās jautājums vai ir iespēja noteikti populācijas maksimumu konkrētās teritorijās. Latvijas situācijā ir zināms, ka zivjērglis lielākoties izvēlas purvu teritorijas, kā piemērotas ligzdošanas vietas. Tomēr vai tendence izvēlēties arī izcirtumus rāda uz to, ka neviss izcirtumā ir piemēroti ligzdaskoki, vai sniedz informāciju, ka zivjērgļa ligzdošanas teritoriju blīvums purvu teritorijās ir sasniedzis maksimālo ietilpību un tāpēc zivjērglis sācis ligzdo izcirtumos. Apskatot liteartūras avotus neizdevās rast apstiprinājumu viedoklim un ņemot vērā, ka ir zināmas tikai apzinātās ligzdvietas tikai hiotētiski ir iespējams spriest par populācijas maksimumu.

Tendence izvēlēties purvu teritorijas tiek skaidrota ar vairākiem pozitīviem teritorijas aspektiem. Izvēlēties lielākos purvu masīvus zivjērglis izvairās no cilvēku radītā traucējuma. Lielākajiem Latvijas purviem ir izveidoti arī aizsardzības statusi (MK noteikumi Nr. 5 (25.03.1993) „Latvijas NATURA 2000 – Eiropas nozīmes aizsargājamo dabas teritoriju saraksts” kas rada papildus labvēlīgu un iespēju apdzīvot teritorijas, kas nav saimnieciskās darbības skartas. Purvs ir piemērota teritorija arī attiecībā uz barība bāzi, lielākajos purvu masīvos ir ezeri (Saklaura purvā – Ramatas Lielezers, pie Sūļagola un Salenieku purva – Lubāna ezers, Madiešēnu purvs – Augstrozes Lielezers u.c.)



12. attēls: Tipisks zivjērgļa ligzdošanas teritoriju izvietojums Latvijas teritorijā (Lubāna mitrāja piemērs) (izstrādājusi autore programmā ArcMap 10)

Attiecībā uz ligzdošanas teritoriju purvs ir drošāks ligzdvieta izvēlei, nodrošina daudz lielāku skaitu piemērotu ligzdaskoki, līdz ar to pie gadījuma, kad dabiskie apstākļi (klimatiskie) veicina ligzdaskoka nogāšanos, purvos nepieciešamo koku apjoms ir vērojams vairāk nekā izcirtumos. Izcirtumos uz 1 ha tiek atstāti 5-6 ekoloģiskie (saglabājamie) koki (MK noteikumi Nr. 203 (28.12.2012.) „XI. Dabas aizsardzības prasības koku ciršanai”, kurus zivjērglim ir iespēja izmantot par ligzdošanas teritoriju, kas reālajā dzīvē varētu būt pat mazāks skaits. Šādos

gadījumos, ja koks nogāžas, tad zivjērglim ir jāmeklē jaunas ligzdošanas teritorijas, kurai apkārtnē būtu piemērotas barošanās vietas.

Zivjērglis ir vienīgais no plēsīgajiem putniem, kurš barojas galvenokārt ar zivīm, tās sastāda līdz pat 99% (McLean, Byrd, 1991), kas izskaidro nepieciešamību apdzīvot teritorijas, kas atrodas sasniedzamā attālumā līdz barošanās vietai. Vidēji ligzdas atrodas 7-10 kilometrus no barošanās vietas, zivjērgļi lielākoties barojas seklos līčos, ezeru krastos, kur ūdens ir pārredzams un barības objekts vieglāk uztverams (Hakkinen, 1978; Bai, Schmidt, 2009), Latvijā ir izteikta līdzīga situācija, ka ligzdas parasti neatrodas vidēji 7-10 kilometru attālumā no barošanās vietas, kā maksimālo norādot 10 km attālumu no piemērotš ūdenstilpnes. (Kalvāns, personīgs komentārs) Izmantojot teritorijas, kas atrodas tālāk zivjērglis patērē daudz enerģijas barības iegūšanā.

Kā jau iepriekš norādīts ne 1km rādiusā ap zivjērgļa ligzdu neatrodas lauksaimniecības zemēs. Šādās teritorijās arī ir pietiekoši ūdensresursi un tādā veidā izpildītos viena no zivjērgļa ekoloģiskajām prasībām. Tomēr ūdenskrātuves kā barošanās vietas lauksaimniecības zemēs zivjērglis neizvēlas, kā arguments ir minēts – hipereitrofas vietas (Schmidt, Grootchalk, 2009), kuros satek barības vielas no lauksaimniecības zemēm. Šāds novērojums varētu likt izdarīt secinājumu, ka zivjērglim ir svarīga ūdens dzidrība, jo barība jau tiek ieraudzīta vidēji no 9-15 m augstuma. (Sivonen,2014; Dennis, 2008)

## **4.2. Teritorijas ilglaicība**

Teritorijas ilglaicības analīze vizuāli parāda un apstiprina izvirzītos argumentus, kas norāda, ka purvā izvēlētais ligzdošanas teritorijas ir piemērotākas. Pat ja ligzdās notiek izmaiņas (tā nokrīt), tomēr pastāv lielākas iespējas, ka ligzdošanas teritorija nemainās, bēt nākamajā piemērotākajā kokā tiek būvēta jauna ligzda.

Zivjērgļa populācijas daļa, kas apdzīvo purvu ir stabilāka un pat pie dabiskajiem traucējumiem purvs sniedz piemērotu dzīvotni zivjērglim (iespēju veidot tā ekoloģiskajām prasībām piemērotas ligzdošanas teritorijas) ar nelielā attālumā pieejamu (iespējamu) barošanas vietu, kas rada iespēju neveikt lielākus pārlidojumus un izvairīties no potenciāliem ienaidniekiem. Attīstot pētījumu būtu svarīgi aplūkot ar zivjērgļa sekmību un salīdzināt to starp zemes lietojuma veidiem vai parādās tendences, ka ligzdošanas sekmes purvos izvietotajās ligzdās ir augstākās nekā mežos vai izcirtumos.

Visilgākā apdzīvotība ligzdai ir purvu teritorijā, kas sasniedz 62 gadi. Ligzda atrodas Lubāna mitrāja kompleksā, Salas purvā pie Lielā Kuirīņa ezera. Salas purvs ir dabas liegums, kuram noteikts sezonas liegums no 1. februāra līdz 30. jūnijam ar mērķi nodrošināt reto dienas plēsīgo putnu ligzdošanu (MK noteikumi Nr. 39 (12.03.2009.) „Dabas lieguma „Lubāna mitrājs” individuālie aizsardzības un izmantošanas noteikumi”).

Mežā maksimālā teritorijas ilglaicība ir 37 gadi, bet izcirtuma teritorijā – 19 gadi. Vidējā ilglaicība purvos ir vidēji par diviem gadiem augstāka nekā mežos (purvos un purva malās - ~ 14 gadi, savukārt mežos - ~12 gadi), viszemākā ilglaicība ir izcirtumos, kur vidēji viena ligzda tiek apdzīvota nepilnus piecus gadus. Teritorijas ilglaicība netieši parāda dzīvotņu piemērotību zivjērglim. Izcirtumā ir pieejami atsevišķi koki, kas varētu būt par pamatu ligzdošanas teritorijas izvēlē, tomēr situācijā, kad koks nogāžas konkrētajā izcirtumā samazinās iespēja, ka zivjērglis turpat veidos jaunu ligzdu, pārējie koki var nebūt piemēroti. Nevienmēr atstātie ekoloģiskie koki pēc vecuma struktūra un koku dimensijas ir piemēroti ligzdas veidošanā. Savukārt bebrainēs tie bieži vien ir sausokņi, kur ligzdām ir īss mužs. Tādā veidā tiek mainīta ligzdošanas teritorija.

Interesenti liekas, ka zivjērglis, lai gan ir tolerants pret traucējumu (visnegatīvākais traucējums ir tādos gadījumos, ja tiem ir pēkšņs raksturs tieši laikā, kad tiek aizņemtas ligzdošanas teritorijas (Levenson, Koplīn, 1984)), tomēr izvēlas ligzdošanas teritorijas izcirtumos, kam raksturīga nesena traucējuma forma. Apkārtne var būt potenciāla jaunu saimniecības darbības rezultātā traucēta. Veiktie pētījumi zivjērgļa ainavas struktūras analīzē tiek tendēti uz struktūras piemērotību un to izskaidrošanu, tomēr vai zivjērgļa ligzdošanas vietu izveide izcirtumos var būt rādītājs tam, ka piemērotākajos purvos ir pārāk liels populācijas blīvums?

### **4.3. Apdzīvoto un nejaušo ligzdu analīze**

Izstrādatie ainavu struktūras mainīgie, lai novērtētu to nozīmi zivjērgļa ligzdošanas vietas izvēlē tika salīdzināti un analizēti ar nejaušajiem punktiem, tādējādi norādot saistības starp zivjērgļa izvēlētajām teritorijām, ka tām nav nejaušs raksturs, bet zivjērglim raksturīga konkrēta dzīvotne, kur tiek sasniegts augsts izdzīvošanas (barošanas vietas pieejamība un minimāla traucējuma ietekme) un vairošanās līmenis (ligzdošanas teritorijas). (Temple, Cary, 2002)

Divi galvenie ainavu struktūras lielumi, kas nodrošina zivjērgļa ekoloģiskās prasības, kas ir nepieciešamība pēc barošanās vietas un piemērota teritorija ligzdošanai. Šie galvenie

ekoloģiskie faktori tika salīdzināti ar nejauši ģenerētajiem punktiem, kas norāda, ka zivjērglis izvēlas sev piemērotākās teritorijas, kur šie mainīgie (Distance\_B\_m, Distance\_WB\_m) izpildās (skatīt 2., 3. grafiku).

Attālums līdz tuvākajai purva teritorijai vidēji ir 0 – 5000 m no ligzdošanas vietas, kas apstiprina arī iepriekš ievietoto grafiku, ka aptuveni 55% no zivjērgļa ligzdošanas teritorijām atrodas purvā, ir arī atsevišķas ligzdas, kas atrodas lielā attālumā no purva, kas varētu liecināt, ka šie datu kopas rindas cipari, kas apzīmē konkrētu ligzdu (Nr. 26, 168, 181, 49, 186) atrodas izteikti biežākos meža masīvos. Savukārt nejaušajos punktos ir izteiktāka tendence, ka purva teritorijas no apdzīvotās ligzdvietas atrodas vidēji 5-8 km, ar vidēji maksimālo attālumu ap 13 km.

Novērotā sakarība parāda, ka zivjērglis teritorijas izvēlas ap lieliem ezeriem vai arī dīķiem, respektīvi, kur ezeru koncentrācija ir noteicošā. Vidēji 10 km buferzonā kopējais ezeru blīvums ir 100-200 ha. Latvijā lielākās zivjērgļu populācijas ģeogrāfiskā koncentrējas ap lielākajiem valsts ūdensresursiem (Kurzemē – Moricsala, Vidzemē – Augstrozes Lielezers un Lubanā mitrājs, savukārt Latgalē – Rāznas ezers). Tomēr bez ezeriem arī ļoti nozīmīgi barības avoti ir zivju dīķi, kuru platība, tad nav noteicošā, jo šādas teritorijās ir nozīmīgāki zivju resursi nekā dabiskās ūdenstilpnēs.

Līdzīga situācija vērojama kaimiņvalstī, Igaunijā, kur vidēji 10 km rādiusā ir 200 ha ezeru platības, kas atbilst Latvijas situācijai. Kā minēts iepriekš zivjērglis ir meža putns un izvēlas lielākus meža masīvus. (Lohmus, 2001) Salīdzinājumā ar nejaušajiem punktiem, vidēji 10 km rādiusā apdzīvotās teritorijās ir 160-210 ha mežu teritoriju, kamēr nejauši ģenerētajos punktos – 110-190 ha (skatīt 4. grafiku). Šie grafiki norāda kopējo mežu platības, sīkāk neizdalot izcirtumus, kas ir svarīgs aspekts zivjērgļa ligzdošanas teritorijas izvēlē.

#### **4.4. Biotopa piemērotības modelis**

Piemērotākais zivjērgļa biotopa modelis sastāvēja no pieciem mainīgajiem (mežs platība 10 km rādiusā, attālums līdz purvam, lielceļam, viensētai, ūdenstilpnei). Modelis ir pēc datu statistiskās analīzes statistiski būtisks, loģisks, atbilst un balstās uz zivjērgļa ekoloģiskajām

prasībām (Lohmus, 2001), kādas ir minētas gan zinātniskajās publikācijās, saskatāmas kartogrāfiskajos materiālos un novērotas lauku studijās.

Modelis norāda svarīgākos rādītājus, kurus būtu nepieciešams ņemt vērā turpmāk prognozējot un lauka darbos apsekojot iespējamās teritorijas apzinātās populācijas skaita palielināšanai.

Purvs modelī pētījuma rezultātā tiktu apzīmēts, kā piemērota ligzdošanas teritorija (kur izpildās arī faktori par minimālu traucējumu, kā arī barošanās bāzes pieejamību). Modelis norāda, ka samazinoties attālumam līdz ūdenstilpnei ir lielāka varbūtība, ka iespējamā teritorija būs piemērota zivjērglim. Tādejādi modelī izpildās arī otrs no zivjērgļa ekoloģiskajām prasībām – barības nepieciešamība. Kā piemērota ūdenstilpne pētījumā tika izdalīti ezeri, kuru platība ir vairāk par 1 ha un upes, kuru platums ir lielāks par 5 m, kas atsiņā mazās upes un ezerus, norādot, ka tiek izvēlētas teritorijas, kas atver lielākus ūdenstilpņu masīvus. Atsevišķi būtu bijis nepieciešams arī izdalīt zivju dīķus, kur kopējā ūdenstilpnes platība varētu arī mazāk par kritērijos izvirzīto. Zivju dīķos zivju blīvums ir augstāks un arī ir vieglāka piekļuve (Tuvi, Vali 2006). Ūdens resursi pieejamība ir galvenais faktors vietas izvēlē.

No izveidotajiem mainīgajiem pieci tika iekļāvās labākajā un piemērotākajā modelī un atsevišķi mainīgie norādīja negatīvas tendences un arī zinātniskajā literatūrā norādītas kā nepiemērotas teritorijas zivjērgļa ligzdošanai.

Pēc izveidotā biotopa piemērotības modeļa ir secināms, ka zivjērglis izvēlas teritorijas, kuros izpildās galvenie priekšnosacījumi sekmīgai ligzdošanai – barības vietas pieejamība un ligzdošanas teritorijas atbilstība. Plēsīgais putns vairāk izvēlas purvu ekosistēmas, ezeru teritorijas un meža masīvus, savukārt izvairās no teritorijām, kas ir cilvēku apdzīvotas un ietekmētas (viensētas, pilsētas u.tml.).

Biotopa piemērotības modelī norādīta likumsakarība, ka teritorijas piemērotība palielinās, ja ligzda atrod tālāk no viensētām un lielceļiem. Galvenās nozīmes autoceļi tiek veidoti kā nozīmīgākie savienojšie punkti starp valsts un reģiona nozīmes pilsētām, kā arī lielākajiem ciemiem. Zivjērgļa teritorijas un ligzdas nevienmēr atrodas un ir izvietotas pēc vienota principa – jo tālāk ir tās atrašanās teritorija purvā, jo veiksmīgāka ir ligzdošanas vieta. Ir situācijas, kad ligzda atrodas purvā, savukārt purvs atrodas nelielā attālumā no autoceļa, ko regulāri izmanto autotransports. Šādās situācijās veidojas arī lielāka varbūtība, ka cilvēku klātbūtne (ogotāji, dabas vērotāji u.c.) ap teritoriju būs regulārāka, jo purvs ir vieglāk sasniedzams. Zivjērglim, kuram

raksturīga samērā liela tolerance pret traucējumiem ir noteicoši, lai traucējumam nav pēkšņs raksturs, kā arī lai tas netiek radīts kristiskākajā ligzdošanas periodā (Ruddock, Whitfield, 2007), kas ir laika periodā, kad tiek izvēlētas piemērotas ligzdošanas teritorijas (Kalvāns, 2015).

Pēc biotopa piemērotības modeļa rezultāta analizēšanas tika izdalītas prioritāro teritoriju noteikšana: pirmā līmeņa potenciālās ligzdošanas teritorijas, kas galvenokārt aptver purvu teritorijas ar vidēji 7-10 km rādiusā potenciālām barošanas vietām (7 km rādiusu norādot kā vidējo, jo ir zināmi gadījumi, kad barošanas vietas un ligzdošanas teritorijas attālums ir aptuveni 15 km) un otrā līmeņa potenciālās ligzdošanas teritorijas, kas aptver mežu teritorijas, precīzāk, purvājus, kas izvietojas purvu malās, kā arī vietās, kur ir vairāk kūdras augsnes. Purvājā augošās priedes un egles ir atbilstoši piemērotas ligzdas izveidei.

Biotopa piemērotības modelis ir izmantojams sugu aizsardzībā, modelis ir izdalījis galvenos mainīgos, kas jāņem vērā turpmāk prognozējot un apzinot potenciālās teritorijas.

## SECINĀJUMI

1. Pētījuma rezultāti norāda, ka zivjērglis ir sastopams teritorijās, kas izpilda sugas ekoloģiskās prasības – atbilstošas ūdenstilpnes (barošanās) vietas un piemērotas ligzdošanas teritorijas iespējamība (ligzda tiek būvēta koka galotnē, nodrošinot maksimālo pārredzamību).

2. Ainavu struktūras analīzē 1km rādiusā ap ligzdu galvenokārt dominē purvu teritorijas (sastāda 62% no kopējas teritorijas), 26% sastāda ūdenstilpņu platība.

3. Tuvākā apkārtnē lielāko platību aizņem purvi, meži un izcirtumus, zivjērglis izvairās ligzdot tiešu lauksaimniecības zemju tuvumā.

4. Teritorijas ilglaicīguma analīze norāda, ka purvos ligzdošanas teritorijas ir ilglaicīgākās un stabilākas (maksimālā ligzdas ilglaicība purvā ir 62 gadi), jo ir piemērotu koku ligzdas veidošanai. Izcirtumos ligzdošanas ilglaicība ir viszemākā. Ligzdošana notiek ekoloģiskajos kokos, kur traucējumu rezultātā tajā pašā ligzdošanas teritorijā nav iespēja atrast piemērotu ligzdarkoku, kas noved pie ligzdošanas teritorijas maiņas.

5. Izvēlētos ligzdošanu tieši purvos, kas ir cilvēku mazāk skarti un apsaimniekoti, tādā veidā zivjērglis izvairās no nelabvēlīgajiem traucējumiem.

6. Piemērotas ūdenstilpnes atrašanās vietas tuvums palielina piemērotību zivjērgļa ligzdošanai.

7. Apdzīvoto un nejaušo ligzdu analīze norāda, ka zivjērgļa izvēlētajām teritorijām nav nejaušs raksturs, tam ir raksturīga konkrēta dzīvotne.

8. Vidēji ligzdas atrodas 7-10 km attālumā no barošanās vietas.

9. Apzinātās populācijas lieluma palielināšanās ar intensitāti +5% ikgadus norāda, ka ir palielinājušās zināšanas par zivjērgļa ligzdošanas tendencēm Latvijā.

10. Labākais biotopa piemērotības modelis, kas satur piecus ainavu struktūras mainīgos, norāda uz sugas piemērotākajām dzīvotnēm. Modelis ir labs risinājums, lai spētu prognozēt piemērotākās dzīvotnes precīzāku datu ieguvei par sugu izplatību konkrētās teritorijās. Latvijā jaunu zivjērgļa teritoriju apzināšana ir balstīta uz gadiem krāto pieredzi no monitoringa datiem par zivjērgļa iezīmēm teritorijas izvēlē.

11. Pēc izstrādātā modeļa zivjērgļa dzīvotnes piemērotība palielinās, ja teritorijās ap ligzdu samazinās attālums līdz purvam, mežam un ūdenstilpnei, un palielinās attālums līdz lielceļiem un viensētām.

12. Pētījuma laikā izvirzītā hipotēzi apstiprinās, ka zivjērglis izvēlas noteiktas ligzdošanas teritorijas, kas atbilst tā ekoloģiskajām prasībām.

## IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

- Andren, K. 1994. *Effect of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportion of suitable habitat*. Oikos. Vol. 71, No. 3, 355-366
- Austin, M. 2007. *Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches*. Ecological modelling. 200, 1-19
- Bai, M., Schmidt, D., Gottschalk, E., Muhlenberg, M. 2009. *Distribution pattern of an expanding Osprey (Pandion haliaetus) population in a changing environment*. Journal de Ornithology. 255-263
- Bennett, A. F., Saunders, D. A., 2010 *Habitat fragmentation and landscape change*. Conservation Biology for all, Oxford University Press. 88.-104.
- Bierregaard, R. O., Poole, A. F., Washburn, B. E. 2014. *Ospreys (pandion haliaetus) in the 21st century: populations, migration, management, and research priorities*. Journal Raptor Research. 48(4), 301-308.
- Bohemen, H. D. 2005. Main ecological and landscape ecological principles in road construction nad hydraulic engineering. Id: Bohemen (eds.). *Ecological engineering: bridging between ecology and civil engineering*. Aeneas Technical Publishers, Netherlands.
- Cardille, J. A., Turner, M. G. 2002. Understanding landscape Metrics I. In: Gergel, S. E., Turner, M. G. (eds.) *Learning Landscape Ecology: a practical guide of concepts and techniques*. Springer Science+Buisness Media, LLC. 85.-88.
- Csorba, P., Szabo S. 2012. The application of landscapes indices in landscape ecology. Id: Tiefenbacher, J. (eds.). *Perspectives on nature conservation – patterns, pressures and prospects*. 121.-125.
- Dennis, R. 2008. *A life of osperys*. Whittles Publishing. 1.-4., 61.-81., 105.-127.
- Egler, R., Hordjik, W., Guisan, A. 2012. *A MIGCLIM R package – seamless integration of dispersal constraints into projections of species distribution models*. Ecography. 35, 872.–878.
- Elliott, A. C., Woodward, W. A. 2006. *Statistical analysis guide reference guidebook*. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.
- Farina, A. 2000. *Landscape ecology in action*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands

- Forman, R. T. T. 1995. *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Massachusetts.
- Forman, R.T.T., Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons.
- Forman, R.T.T., Godron M. 1981. *Patches and structural components for a landscape ecology*. *BioScience*, Vol. 31, No. 10. 77.-740.
- Forsmann, D. 1999. *The Raptors of Europe and the Middle East*. T&Ad Poyser, London. 16-25
- Franklin, J. 2009. *Mapping species distribution*. Cambridge University Press, Cambridge, 6., 55., 93., 114.-124.
- Franzen, M., Schweiger, O., Betzholtz, P. 2012. *Species-area relationships are controlled by species traits*. Helmholtz Centre for Environmental Research, Germany. 1.-8.
- Gaston, A., Garcia-Vinas I. G., 2011. *Modelling species distributions with penalised logistic regressions: a comparison with maximum entropy models*. *Ecological Modelling*, 222 (13). 2037.-2041.
- Gergel, S. E., Turner, M. G. (eds.) 2002. *Learning Landscape Ecology: a practical guide of concepts and techniques*. Springer Science+Buisness Media, LLC.
- Gokyer, E. 2013. *Understanding landscape structure using landscape metrics*. Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, Turkey. 663.-671.
- Guisan, A., Edwards, T. C., Hastie, Jr. T. 2002. *Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene*. *Ecological Modelling*. 157, 89.-100.
- Guisan, A., Zimmermann, N. E. 2000. *Predictive habitat distribution models in ecology*. *Ecological Modelling*. 135, 147-186
- Gustafson, E. J. 2002. *Simulating changes in landscape pattern*. In: Gergel, S. E., Turner, M. G. (eds.) *Learning Landscape Ecology: a practical guide of concepts and techniques*. Springer Science+Buisness Media. LLC, 49.-55.
- Hakkinen, I. 1978. *Diet of the Osprey Pandion haliaetus in Finland*. *Scandinavian Journal of Ornithology*. 9, 111.-116.
- Hirzel, A. H., Lay, L. G. 2008. *Habitat suitability modelling and niche theory*. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 45 (5). 1372.-1381.
- Hutchinson, G. E. 1957. *Concluding Remarks*. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. 22. 415.-427.

- Hutchinson, G. E., MacArthur, R. H. 1959. *A theoretical ecological model of size distributions among species of animals*. The University of Chicago Press for The American Society of Naturalists, Vol. 93, No. 869. 117.-125.
- Kalvāns, A. 2009. *Projekta „Zivjērglis” atskaite par 2009. gadu*. LDF, Rīga.
- Kalvāns, A. 2012. *Projekta „Zivjērglis” atskaite 2012. gads*. LDF, Rīga
- Kalvāns, A. 2015. *Projekta „Zivjērglis” atskaite par 2015. gadu*. LVM, Rīga
- Kalvāns, A., Grantāns, J. 2007. *Projekta Zivjērglis” atskaite 2007.gads*. LDF, Rīga.
- Kitagawa, G. 2008. *Contributions of professor Hirotugu Akaike in statistical science*. Journal of Japan Statistical Societ. Vol. 38 No. 1, 119-130
- Lausch, A., Herzog, F. 2002. *Applicability of landscape metrics for the monitoring landscape change: issues of scale, resolution and interpretability*. Ecological Indicators. No 2, 3.-15.
- Levenson, H., Koplín, J. R. 1984. *Effects of human activity on productivity of nesting ospreys*. School of Natural Resources. 1374-1376
- Lipsbergs, J. 1990. *Latvijas Sarkanā grāmata*. Zinātne, Rīga.
- Lipsbergs, J. 1985. *Dzīvnieks Sarkanajā grāmatā*. Zinātne, Rīga.
- Lohmus, A. 2001. *Habitat selection in a recovering Osprey Pandion haliaetus population*. University of Tartu. 651-657
- MacArthur, R. H., Wilson, E. O. 2001. *The Theory of island biogeography*. Princeton university Press.
- Meynard, C. N., Quinn, J. F. 2007. *Predicting species distributions: a critical comparison of the most common statistical models using artificial species*. Journal of Biogeography, 34. 1455.-1463.
- McGarical, K., Cushman, A.S, Neel, C.M. and Ene, E. 2002. *Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps, Version 3.3*
- McLean, P. K., Byrd, M. A. 1991. *The diet of Chesapeake bay ospreys and their impact on the local fishery*. Journal of Raptor Research. 25(4). 109.-112.
- Melluma, A. 1992. *Ainava un cilvēks*. Avots, Rīga.
- Meyburg, B., Manowsky O., Meyburg C. 1995. *The osprey in Germany: its adaption to environments altered by man*. Academic Press Ltd. 125.-129.

- Monti, F., Duriez, O., Arnal, V., Dominici, J., Sforzi, A., Fusani, L., Hgremillet, D., Montgelardi, C. 2015. *Being cosmopolitan: evolutionary history and phylogeography of a specialized raptor, the Osprey Pandion haliaetus*. Monti et al. BMC Evolutionary Biology. 15:255.
- Odsjo, T., Sondell, J. 2001. *Population status and breeding success of Osprey Pandion haliaetus in Sweden, 1971 – 1998*. Vogelwelt. 155-166
- Pearce, J., Ferrier S. 2000. *An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression*. Ecological Modelling, Vol. 128, No. 2-3, 127.-147
- Poole, A. 1985. *Countrship feeding and osprey reindroduction*. Boston University Marine Program, Massachusetts.
- Priednieks, J., Vīksne, J. 1989. *Latvijas ligzdojošo putnu atlants, 1980-1984*. Zinātne, Rīga
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rocchini, D. 2005. *Resolution problems in calculating landscape matrices*. Spatial Science. Vol. 50, No. 2, 25.-27.
- Ruddock, M., Whitfield, D.P. 2007. *A review of disturbance distances in selected bird species*. Scottish Natural Herritage. 126-130
- Sanderson, E. W., Redford, K. H., Vedder, A., Coppolillo, P. B., Ward S. E. 2002. *A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements*. Landscape and Urban planning. No 58, 41.-56.
- Saurola, P. 1997. *The osprey (Pandion haliaetus) and modern forestry: a review of population trends and their causes in Europe*. Journal of Raptor Research. 31 (2). pp. 129-137
- Schmidt, M. B., Gottschalk, E. 2009. *Distribution pattern of an expanding Osprey (Pandion haliaetus) population in a changing envrionment*. Journal of Ornithology. 150, 256-262.
- Schmidt-Rothmund, D., Dennis, R., Saurola, P. 2014. *The osprey in the western palearctic : breeding population size and trends in the early 21st century*. Journal Raptor Research. 48(4), 375-386
- Sivonen, T. 2014. *The effects of supplementary feeding and weather factors on the breeding success of Osprey, Pandion haliaetus, in Finland*. University of Helsinki, Helsinki
- Spuris, Z. (red.) 1974. *Latvijas dzīvnieku pasaule*. Liesma, Rīga.
- Stine, R. A. 1995. *Graphical interpretation of Varinace inflation Factors*. The American Statistican. Vo. 49, No. 1, 53-56

Temple, S. A., Cary, J. R. 2002. Reserve design. In: Gergel, S. E., Turner, M. G. (eds.) *Learning Landscape Ecology: a practical guide of concepts and techniques*. Springer Science+Buisness Media, LLC, 281.-284.

Toschik, P. C., Christman, M. C., Rattner, B. A., Ottinger, M. A. 2009. *Evaluation of Osprey Habitat suitability and interaction with contaminant exposure*. Journal of wildlife management. 977-988.

Treinys, R., Dementavičius, D., Rumbutis, S., Švažas, S., Butkauskas, D., Sruoga, A., Dagys, M. 2015. Settlement, habitat preference, reproduction, and genetic diversity in recovering the white-tailed eagle *Haliaeetus albicilla* population. Journal of Ornithology, DOI 10.1007/s10336-015-1280-8.

Turner, M. G., Tinker, D. B., Gergel, S. E., Chapin, F. S. 2002. Landscape disturbance: location, pattern and dynamics. In: Gergel, S. E., Turner, M. G. (eds.) *Learning Landscape Ecology: a practical guide of concepts and techniques*. Springer Science+Buisness Media, LLC, 147.-155.

Tuvi, J., Vali, U. 2006. *The impact of the White-tailed Eagle Haliaeetus albicilla and the Osprey Pandion haliaetus on Estonian Common Carp Cyprinus carpio production: How large is the economic loss?* Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences. 56, 3, 209-223

Vandermeer, J. H. 1972. *Niche theory*. Annual Reviews, Vol. 3. 107.-132.

Vos, C. C., Verboom J., Opdam P.F.M., Braak J. F. T. 2001. *Toward ecologically scaled landscape indices*. The American naturalist, Vol. 183, No. 1. 24.-37.

Watts, K., Humphrey, J. W., Griffiths, M., Quine C., Ray, D. 2005. *Evaluation biodiversity in fragmented landscapes: Principles*. Forestry Commission, Edinburgh, 1.-8.

Wiens J. A., 2009. *Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation*. Landscape Ecology, 24. 1053.-1059.

Wut, J., Vankat J. L. 1995. Island biogeography: theory and applications. In: Nierenberg W. A. (eds.). *Encyclopedia of environmental biology*. Academic Press, San Diego, Vol. 2, 371.-379.

### **Elektroniskie resursi:**

Elferts, D. 2013. Praktiskā biometrija. Piemēri darbā ar programmu R. Skatīts: 14.03.2016.  
Pieejams: [http://dendro.daba.lv/R/gramata/Praktiska\\_biometrija.pdf](http://dendro.daba.lv/R/gramata/Praktiska_biometrija.pdf)

Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Bez.dat. Estonia. Skatīts: 25.01.2016.  
Pieejams: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/est/index.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/est/index.stm)

O'Brien, R. M. 2007. *A caution regarding rules of thumb for Variance inflation factors*. Springer  
41: pp. 673–690 Sk. 22.04.2016. Pieejams:  
<http://web.unbc.ca/~michael/courses/stats/lectures/VIF%20articlea.pdf>

Official Journal of European Union. 2010. DIRECTIVE 2009/147/EC OF THE EUROPEAN  
PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 November 2009 on the conservation of wild  
birds (codified version Sk. 20.04. 2016. Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0147&from=EN>

Priede, A. 2005. Purvu apsaimniekošanas pieredze Latvijā. Skatīts: 25.01.2016. Pieejams:  
[http://www.daba.gov.lv/upload/File/Prezentacijas/PP\\_NAT-PROGR\\_130205\\_Purvu\\_apsaimn.pdf](http://www.daba.gov.lv/upload/File/Prezentacijas/PP_NAT-PROGR_130205_Purvu_apsaimn.pdf)

Projet Balbuzard Nos Oiseaux. 2015. Reintroducing the osprey in Switzerland. Skatīts:  
15.04.2016. Pieejams: <http://www.balbuzards.ch/en/>

Rutland Ospreys. 2016. Rutland Osprey. Skatīts: 15.04.2016. Pieejams:  
<http://www.ospreys.org.uk/>

### **Nepublicētie materiāli:**
































Kalvāns, A. 2015. Intervija. Rīga, 16. novembrī.

Kreilis, M. 1991. *Zivjērglis Latvijā – skaits, izplatība un ligzdošanas bioloģija*. Manuskripts.

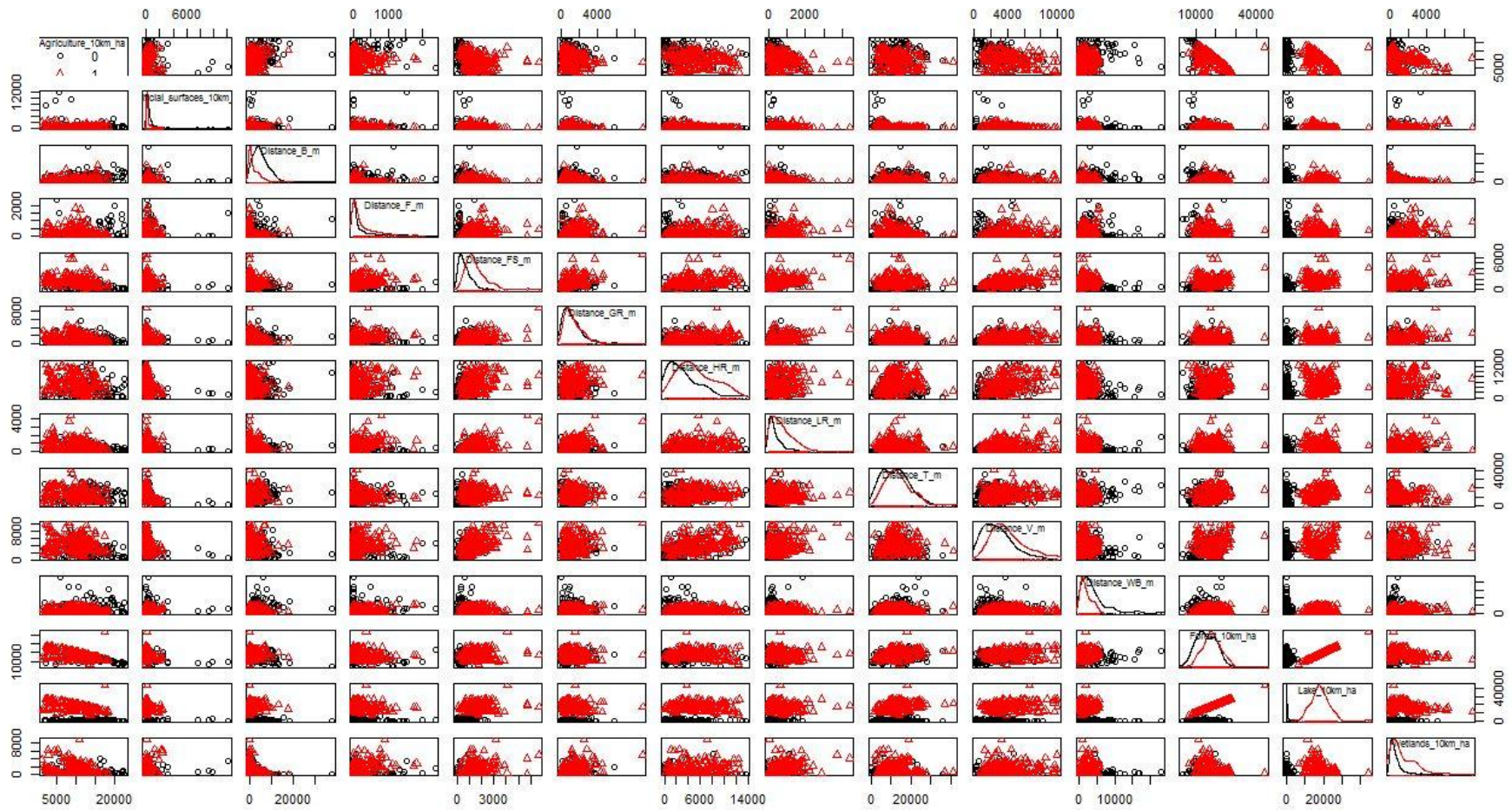
Ķerus, V. 2011. *Latvijas ligzdojošo putnu stāvokļa pārmaiņas laikā no 1980. līdz 2010. gadam*. LU, Rīga.

## **PIELIKUMS**

## Latvijā sastopamās CORINE Land Cover klases

Kods	Klase	Apzīmējums
Mākslīgās platības		
111	Nepārtraukta pilsētas struktūra	
112	Pilsētas struktūra ar pārtraukumiem	
121	Rūpniecības vai tirdzniecības elementi	
122	Autoceļi, dzelzceļi un ar tiem saistītās (palīg-)zemes	
123	Ostu teritorija	
124	Lidostas	
131	Derīgo izrakteņu ieguves vietas	
132	Izgāztuves	
133	Celtniecības laukumi	
141	Pilsētas zaļās zonas	
142	Sporta un atpūtas celtnes	
Lauksaimniecības platības		
211	Neapūdenota aramzeme	
222	Augļu koku un ogulāju stādījumi	
231	Ganības	
242	Sarežģītas kultivēšanas modelis (veids)	
243	Galvenokārt lauksaimniecības zemes ar ievērojamām dabiskās veģetācijas teritorijām	
Meži un dabiskās platības		
311	Platlapju mežs (lapu koku mežs)	
312	Skuju koku mežs	
313	Jauktais mežs	
321	Dabiskās plavas	
322	<i>Tīrelis un nekultivētas smilšainas teritorijas ar nabadzīgu veģetāciju (Lietuvā)</i>	
324	Pārejoši mežu apgabali/ krūmi (kailcirtes)	
331	Liedagi, kāpas un smilšu līdzenumi	
333	Reti apaugušas teritorijas	
334	Izdegumi	
Mitrzemes		
411	Iekšzemes purvi (dumbrāji)	
412	Kūdras purvi	
421	Sāļie purvi (dumbrāji)	
Ūdenstilpnes		
511	Ūdenstece	
512	Ūdenstilpnes	
523	Jūra un okeāns	

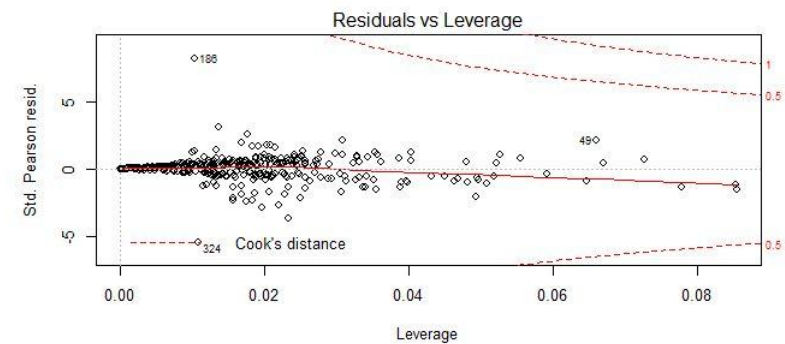
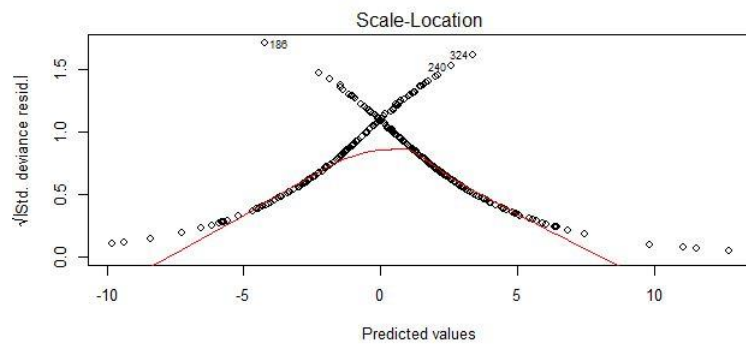
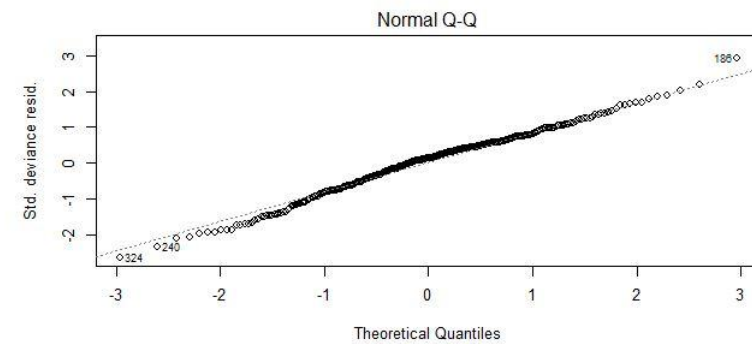
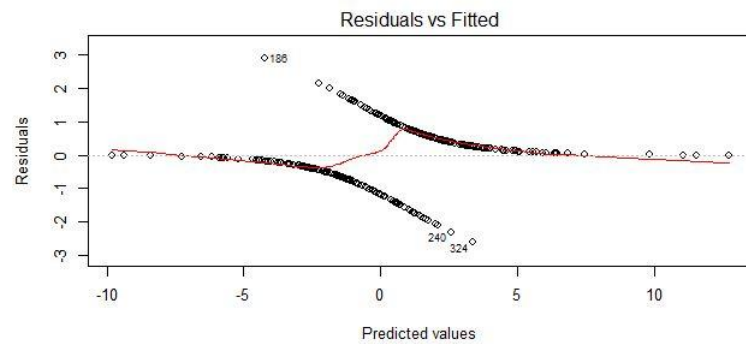
Visu mainīgo korelācijas analīze (izstrādājusi darba autore, programmā R)



### 3. pielikums

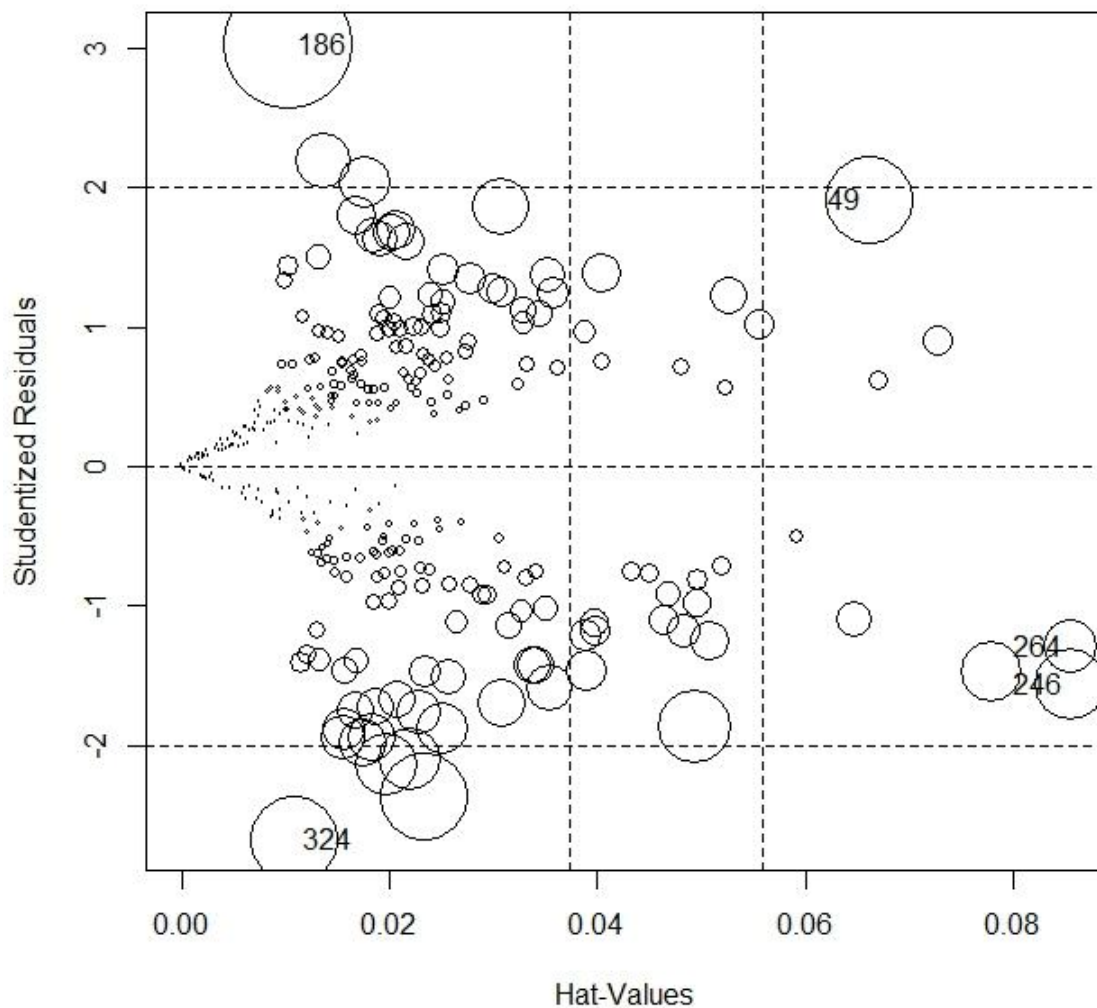
#### GLM modeļa diagnostikas testi (izstrādājusi darba autore, programmā R)

glm(LigzdasYN ~ Forest\_10km\_ha + Distance\_WB\_m + Distance\_HR\_m + Distance\_B ...)



GLM modeļa disgnostikas tests –

Mainīgo ietekmes analīze (izstrādājusi darba autore, programmā R)



Maģistra darbs „ Ainavu struktūras nozīmē zivjērgļa *Pandion haliaetus* ligzdošanas vietas izvēlē”  
izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas  
avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Ilze Sauša

\_\_\_\_\_  
paraksts                      datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: Pētnieks, Dr. biol. Ainārs Auniņš

\_\_\_\_\_  
paraksts                      datums

Recenzents: Pētnieks, Dr. geogr. Zigmārs Rendenieks

Darbs iesniegts Ģeogrāfijas nodaļas lietvedībā 26.05.2016.

Nodaļas lietvede .....

\_\_\_\_\_  
paraksts                      datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Maģistra darbs aizstāvēts dabaszinātņu maģistra ģeogrāfijā akadēmisko studiju gala pārbaudījumu  
komisijas sēdē

.....                      protokola nr. ....  
datums, mēnesis

vērtējums ..... gads,

Sekretārs

\_\_\_\_\_  
paraksts                      datums