

GIS panaudojimas stačiojo atgirio (*Huperzia selago*) populiacijų paieškoje ir lokalizacijoje

**Stanislovas Sinkevičius,
Danas Augutis**

*Vilniaus universitetas,
Aplinkos studijų centras,
M. K. Čiurlionio g. 21/27,
LT-03101 Vilnius, Lietuva
el. paštas stasys.sinkevicius@asc.vu.lt,
tel. faks. 239 8299,
mobil. tel. 8 650 18151*

Atliekant įvairių rūšių populiacijų paieškos ir lokalizacijos darbus gamtinėse buveinėse vis plačiau taikomi geografinių informacinių sistemų (GIS), globalios pozicijos sistemų (GPS) technologijomis paremti nauji tyrimų metodai. Biologinės įvairovės tyrimuose taikant vietinės erdvės modeliavimo metodus, drauge su GIS, GPS galima lengviau ir sparčiau identifikuoti atskirų rūšių populiacijų užimamas konkrečias teritorijas, nustatyti jų dinaminis pokyčius erdvėje. Šiame darbe aplinkos erdvės modeliavimo metodas pritaikytas prognozuojant galimas naujas augavietes ir toliau ieškant bei lokalizuojant aptiktas radimvietes konkrečiose teritorijose Gražutės regioniniame parke (toliau Gražutės RP). Šiam darbui modeline rūšimi pasirinktos stačiojo atgirio (*Huperzia selago*) populiacijos.

Pirmiausia išanalizuoti visi sukaupiti duomenys apie esančias rūšies augavietes tiriamoje teritorijoje. Toliau, naudojantis konkrečių radimviečių aplinkos charakteristikomis, atliktas tolesnis modeliavimas galimų naujų, bet dar nežinomų *Huperzia selago* paplitimo vietų tiriamoje teritorijoje – konkrečiuose Gražutės RP Dusetų girininkijos miškų sklypuose. Tolesnis modelio veiksmingumas buvo tikrintas tiek statistiškai, tiek praktiškai – tiesiog vietoje patikrintos visos miškų sklypų dalys, kur modeliuojant nustatytos didžiausios tikimybės šiai rūšiai egzistuoti.

Esant pakankamai sukaupytų pirminių duomenų bazei, šitokias metodikas galima panaudoti plačiau – siauros ekologinės amplitudės, retų, įvairaus sisteminio rango tiek augalų, tiek gyvūnų rūšių, ypač jų nedidelių populiacijų lokalizacijos ar galimų veisimosi vietų paieškos topografiniame vaizdavime. Analizuojant modelyje atspindimą gamtinę aplinką, galima įvertinti optimalios buveinės sąlygas naujose teritorijose, kuriose galėtų vėl įsikurti išnaikintos rūšys.

Raktažodžiai: geografinės informacijos sistemos (GIS), globali pozicijos nustatymo sistema (GPS), gamtinės buveinės ir jų tipai, populiacijų–bendrijų augaviečių lokalizacija, paplitimo vietų modeliavimas, statusis atgiris (*Huperzia selago*)

ĮVADAS

Planuojant naujas ar tikrinant ankstesnes saugomų teritorijų ribas, vertinant esamą jų būklę ir tolesnį statusą, dažniausiai susiduriama su biologinių duomenų bazių apie rūšių populiacijų erdvinio išsidėstymo bei gausumo pokyčių laiko atžvilgiu rodiklių stygiu. Tokia padėtis susidarė dėl per mažo ar nevisiško konkrečių teritorijų ankstesnio ištirtumo. Paprastai tirtuose rajonuose apsiribota tyrimais tik labiausiai rajoną reprezentuojančių teritorinių vienetų, kurie bendrame saugomos teritorijos sande sudaro labai neįdomią dalį. Dažniausiai retų rūšių aptikimo tikimybė priklauso nuo ankstesnių duomenų apimtys ar/ir nuo tyrinėtojų nuojautos (subjektyvus veiksnys) parenkant paieškos maršrutus, todėl ne vi-

sada esti sėkminga ir objektyvi tos rūšies populiacijos realios būklės atžvilgiu.

Ieškant siauros ekologinės amplitudės augalų rūšių populiacijų, kurių gyvenamoji aplinka pasižymi apibrėžtesniais parametrais (dirvožemio tipas, sudėtis, hidrologinė būklė, gretimos rūšys mikrobiotope ir kt.) augavietėse pasirodė tinkamiausi vietinės erdvės modeliavimo metodai. Naudojantis labiau specifinių duomenų baze įmanoma lengviau aprašyti ir galimas augalo radimvietes, tiksliau pažymėti jų augaviečių topografines konfigūracijas konkrečioje teritorijoje. Galimybė susieti duomenis su konkrečia teritorijos dalimi supaprastino tematinių žemėlapių sluoksnių, tarp jų ir biologinių, ruošimą, išplėtė tokių žemėlapių panaudojimo galimybes. Kadangi GIS programos nesunkiai sujungiamos su duomenų ba-

žemis, gerokai palengvėjo informacijos apie rūšies radimvietes kaupimas ir atsivėrė naujos galimybės tokių duomenų analizei. Nuo 2000 m. JAV vyriausybei panaikinus anksčiau taikytas iš palydovų siunčiamas dirbtines 150–200 m paklaidas personaliniams navigatoriams (civilių asmenų GPS imtuvams taikyti V2 kodai), šios technologijos sėkmingai taikomos daugelyje ekologinių tyrimų. Šiandieniniai GPS imtuvai labai tikslūs, jais paprasta naudotis, o tai įgalina greitai bei tiksliai fiksuoti taškus erdvėje ir, naudojant GIS technologijas, derinti įvairiems tikslams ruoštus tematinius sluoksnius ir analizuoti juos asmeniniais kompiuteriais. Šioms idėjoms patikrinti pasirinkta pataisainių šeimos stačiojo atgirio (*Huperzia selago*) modelinė populiacija ir, pagal visame Gražutės RP jau žinomų ir aprašytų šio augalo radimviečių duomenis, sumodeliuotas galimas rūšies augaviečių išsidėstymas Dusetų girininkijoje. Sudarius naujus hipotetinius galimų augaviečių planus, jau vietoje patikrinti tie sklypai, kuriuose pagal tokio modelio rezultatus šie augalai galėtų augti.

DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Taikant vietinės gamtinės aplinkos erdvės modeliavimo metodą vienos rūšies metapopuliacijos naujų atskirų augaviečių, jų lokalizacijos konkrečioje teritorijoje paieškoje spręsta keletas uždavinių:

- pakartotinai patikrinti ir įvertinti visus anksčiau sukauptus įvairiarūšius duomenis apie Gražutės RP teritorijoje esančias *H. selago* augavietes;
- naudojantis Gražutės RP Dusetų girininkijos miškų (614 ha) sklypuose esančių radimviečių charakteristikomis, sumodeliuoti galimas *H. selago* paplitimo vietas;
- statistiškai įvertinti *H. selago* augaviečių aplinkos kintamųjų dydžius ir paklaidas; šiuos duomenis palyginti su modeliavimo metu naudotomis reikšmėmis;
- sumodeliuotą Dusetų girininkijos teritorijoje galimų *H. selago* paplitimo vietų žemėlapi patikrinti tiesiog vietoje.

TYRIMŲ OBJEKTAS IR METODIKOS

Pasirinkta modelinė rūšis – statusis atgiris (*Huperzia selago* (L.) Bernh. Ex Schrank et Mart., 1829) aptinkama drėgnuose šlaituose, užpelkėjusiuose miškuose ant kupstų ar apie senų medžių šaknis, o dažniausiai natūraliuose senuose eglynuose (*Eu-Piceetum abietis* buveinių potipyje, kurie pagal Europos buveinių klasifikaciją priskiriami vakarų taigos miškams 9010) (Europinės svarbos ..., 2001), nors aptinkamas ir kituose miškų tipuose, kur yra panašios sąlygos. Rūšis nepasižymi nei dideliu adaptyvumu, nei dauginimosi sparta ir, pasikeitus augavietėse abiotinėms sąlygoms (mikroklimatinės augaviečių destruktijos, prasidedančios po miško iškirtimo ir biotopų

sausėjimo), greitai pradeda nykti. Įrašyta į visų Baltijos šalių saugotinių rūšių sąrašus (Ingelög T. et al., 1993) ir į Lietuvos – 2 kat., Latvijos – 4, Vokietijos – 1, Sankt Peterburgo sr. – 4, Baltarusijos – 3 (Čirvonaja kniga..., 1993) raudonųjų knygų sąrašus (Lietuvos raudonoji knyga, 1992). Gražutės regioninio parko teritorijoje modelinės *H. selago* populiacijos pasirinktos neatsitiktinai. Tai pakankamai apibrėžtos ekologinės amplitudės (tai palengvina tolesnes modeliavimo sąlygas) rūšis (Naujalis, 1995), reta ir lengvai apibūdinama, pakankamai lengvai aptinkama (tai palengvina tolesnius modeliavimo duomenų tikrinimo darbus pasirinktose teritorijose). Pradžioje nustatyta tiksli visų žinomų augaviečių padėtis, o vėliau atlikta turimų duomenų analizė:

- jau aprašytų ir žinomų 33 atgirio augaviečių patikrinimas ir GPNS imtuvu (eTREX personal navigator, GARMIN Corporation, 2000) jau tikslų radimviečių koordinatų nustatymas Lietuvos koordinatų sistemoje (LKS, 1997);

- esant nedidelei Gražutės RP teritorijai (29700 ha) turimų duomenų 33 augaviečių parametrų analizei pasirinkta vietinės erdvės modeliavimo metodika, t. y. remiantis turimomis *H. selago* augavietėmis sudarytas augimui optimalių sąlygų registras, pagal kurį parengtas šiai rūšiai potencialių augaviečių žemėlapis.

Toliau modeliuojant prisilaikyta šių nuostatų:

- Gražutės RP esančios visos *H. selago* augavietės sudaro vieną metapopuliaciją;
- ši rūšis auga tokiuose konkrečiai apibūdinamuose biotopuose, kuriuos galima aptikti ir patikrinti statistiniais metodais;
- turimos *H. selago* radimvietės realiai atspindi visas šio augalo augavietes (imtis yra reprezentatyvi).

Modeliavime naudotasi dviem duomenų tematiniais sluoksniais: 1 – patikslintu *H. selago* radimviečių taškiniu sluoksniu, sudarytas iš jau žinomų augaviečių; 2 – miškotvarkos poligonų sluoksniu, gautu iš Miškotvarkos instituto. Modeliuota šiais etapais:

a) radimviečių identifikavimas miškotvarkos planuose. Esri ArcView v 3.1 aktyvuojamas XTools modulis, naudojama *indentify* funkcija. Sukuriama nauja lentelė su sklypais, kuriuose auga *H. selago* numeriai, ir išsaugoma Ms Access 2000 programai suprantamu formatu;

b) esamų radimviečių aplinkos kintamųjų analizė, panašios aplinkos sklypų paieška konkrečios Dusetų girininkijos miškotvarkos sluoksnyje (Ms Access 2000). Radimviečių aplinka sukaupia iš taksoraščių. Pagal juos nustatyti aplinkos kintamieji, kurie logiškai suskirstomi į grupes, kiekvienas iš jų įvertintas balais nuo 0 iki 1, tikslumu 0,001 (0 – nėra kintamojo buvimo ir augalo radimvietės aptinkamo ryšio, 1 – kintamasis yra visose *H. selago* radimvietėse). Kintamasis vertinamas pagal šią formulę:

$$x = \frac{m}{n}; \quad (1)$$

čia x – tikimybė aptikti rūšį ($0 \leq x \leq 1$); m – radviečių, kuriose yra kintamasis, skaičius (bet kuris sveikasis skaičius); n – bendras radimviečių skaičius (bet kuris sveikasis skaičius); (pvz., jei iš 15 tirtų augaviečių 10 buvo eglynas, vadinasi, rasti rūšį eglyne tikimybė bus 10/15, t. y. 0,67). Taip iširti visi pasirinkti aplinkos kintamieji.

Kitas žingsnis buvo aplinkos kintamųjų grupės įtakos įvertinimas. Įvertinta, kas turi didesnę įtaką – medynų amžius ar rūšinė sudėtis. Įtaka vertinta išrenkant iš kiekvienos kintamųjų grupės didžiausią X reikšmę turintį aplinkos kintamąjį. Tada kiekvienos grupės kintamieji palyginami tarpusavyje:

$$a_n = \frac{x_n}{\sum_{i=1}^n x_n}; \quad (2)$$

čia a – grupės įtaka ($0 \leq a \leq 1$); x – didžiausia tikimybė aptikti rūšį ($0 \leq x \leq 1$). Tikimybė rasti rūšį tam tikrame sklype skaičiuojama pagal formulę:

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n; \quad (3)$$

čia y – augavietės tikimybė sklype ($0 \leq y \leq 1$); a – aplinkos kintamųjų grupės įtaka ($0 \leq a \leq 1$); x – tikimybė aptikti rūšį esant konkrečiam aplinkos kintamajam ($0 \leq x \leq 1$).

Apskaičiavus aplinkos kintamųjų matematinę vertę, vykdoma užklausa, kuri įstato duomenų bazėje esančius įrašus į (3) formulę ir suskaičiuoja *H. selago* augavietės radimo tikimybę kiekviename sklype. Kita užklausa atrenka sklypus, kuriuose augalo radvietės tikimybė didesnė nei 0,1;

c) *H. selago* augimui tinkamų sklypų parodymas (registras) Dusetų girininkijos schemoje (naudojama Esri ArcView v3.1). Duomenų bazė sujungiama su ArcView programa. Sklypai, kuriuose *H. selago* augimo tikimybė didesnė nei 0,1, pažymimi bendroje Dusetų girininkijos schemoje.

Siekiant patikrinti modelio patikimumą, statistškai aprašyta *H. selago* radimviečių aplinka ir gauti duomenys palyginti su aplinkos modeliavime naudotomis reikšmėmis. Medynų rūšinė sudėtis, miško tipas ir augavietė analizuoti alternatyviems duomenims taikomais metodais, o medynų amžius buvo aprašytas normaliuoju skirstiniu.

Tikrinant modelio veikimą buvo vykdoma tiesioginė *H. selago* radimviečių paieška, naudojant galimo optimalaus paplitimo žemėlapi, gautą vietinės erdvės modeliavimo metodu. Vietinės aplinkos erdvės modeliavime naudotos ESRI ArcView GIS 3.0 ir Microsoft Access 2000 kompiuterinės programos. Statistinis tikrinimas vykdytas Microsoft Excel 2000 (su Analysis Tool Pack) programa. Visos programos veikė Microsoft Windows 2000 aplinkoje.

Duomenys apie medynų rūšinę sudėtį gauti iš takrosraščių, kuriuose ji nustatoma pagal atskirų medžių rūšių tūrio santykį arde. Didžiausią tūrį sudaranti rūšis laikoma vyraujančia. Jeigu vienodą tūrį turi dvi ir daugiau medžių rūšių, tai pirmoje vietoje rašoma ta, kuri pagal tikslinę sudėtį geriau atitinka augavietės sąlygas. Medyno rūšinė sudėtis nurodoma 10% tikslumu, medžio rūšį reiškia pirmoji jo lietuviško pavadinimo raidė, pvz., 5E5P – sklype yra 50% eglių, 50% pušų. Kad būtų paprasčiau analizuoti medyno rūšinę sudėtį, buvo supaprastinamas jo užrašymas: atsisakyta rūšies dalį sklype parodančių skaičių; jei rūšis sklype sudaro 90% visų rūšių tūrio ir daugiau, tariama, kad ji ten vyrauja (pvz., 9P1B–P; jei rūšis sklype sudaro mažiau nei 90%, bet daugiau nei 10% visų rūšių tūrio, ji užrašoma kartu su kitomis rūšimis, pvz., 6E4P–EP; jei sklype vienodomis dalimis auga spygliuočiai ir lapuočiai, tariama, kad miškas yra mišrus (M); jei sklype auga įvairūs lapuočiai, tariama, kad tai yra mišrus lapuočių (beržai, juodalksniai) miškas (BJ) (Karazija, 1998). Lietuvos miškų tipologinė klasifikacija pagrįsta biogeocenotiniu principu – panašių objektų grupių išskyrimu – pagal juos miško tipų išskyrimu, kurie jungiami į serijas, o pastarosios į grupes (Diuk, Samoilenko, 2001). Tuo remiantis nustatyta, kad *H. selago* augavietės yra 7 miško tipuose (MapInfo..., 1996): 1 – *Vacciniosa* (*v*) – brukniašilyje; 2 – *Myrtillosa* (*m*) – mėlynšilyje; 3 – *Myrtillo-oxalidosa* (*mox*) – mėlyngiryje (šios miško tipologinės klasifikacijos pagal europinių buveinių klasifikaciją iš dalies atitinka vakarų taigos (9010) buveines); 4 – *Myrtillo-sphagnosa* (*msph*) – balašilyje; 5 – *Carico-sphagnosa* (*csph*) – raistašilyje (šilaraistyje) (šios miško tipologinės klasifikacijos pagal europinių buveinių klasifikaciją iš dalies atitinka pelkinių miškų (91D0) buveines); 6 – *Calamagrostidosa* (*ca*) – paraistyje; 7 – *Caricosa* (*c*) (raiste šios miško tipologinės klasifikacijos pagal europinių buveinių klasifikaciją iš dalies atitinka pelkėtų lapuočių miškų (9080) buveines). Miškotvarkos planuose dar naudojama senoji augaviečių klasifikacija. Augavietės kodą sudaro viena didžioji ir viena ar dvi mažosios raidės. Didžioji raidė nusako dirvos drėgnumą, o mažosios raidės nurodo dirvožemio derlingumą. Sklypų, kuriuose aptiktos *H. selago*, augavietės kodai didžiosiomis raidėmis: Š – šlaituose esantis dirvožemis, N – natūralus dirvožemis, L – laikinai užmirkęs dirvožemis, U – užmirkęs dirvožemis, P – pelkių dirvožemis; mažosiomis raidėmis: b – eglės priemaiša, c – eglės, kiškiakopūčiai; 1 – lengvi dirvožemiai (žvyrai ir priemoliai).

Miško dirvožemių derlingumas ir drėgnumas dažniausiai nulemia *H. selago* radimvietės sklype augančio miško rūšinę sudėtį, todėl augaviečių aplinka dažnai prilyginama miško tipams (Young et al., 1998). Taip visos radimvietės išsiskirstė 7 miško augavietėse: 1 – Nb – brukninis–mėlyninis (žaliašilis) pušynas, eglynas ar beržynas. Jį atitinka *Vaccinio-*

myrtillosa (vm) miško tipas (9010); 2 – *Lb* – mėlyninis (mėlynšilis) pušynas, egllynas, beržynas, drebulynas. Jį atitinka *Myrtillosa* (m) miško tipas (9010); 3 – *Ub* – mėlyninis–kimininis (balašilis) pušynas, beržynas. Jį atitinka *Myrtillo–sphagnosa* (mcph) miško tipas (91D0); 4 – *Pb* – viksvinis–kimininis (raistašilis) pušynas, beržynas – jį atitinka *Carico–sphagnosa* (csph) miško tipas (91D0); 5 – *Lc* – mėlyninis–kiškiakopūstinis (mėlyngiris) egllynas, beržynas, drebulynas. Jį atitinka *Myrtillo–oxalidos* (mox) miško tipas; 6 – *Uc* – lendrūninis (paraisčio) beržynas, juodalksnynas, egllynas – jį atitinka *Calamagrostidosa* (cal) miško tipas (9080); 7 – *Pc* – viksvinis (raistas) beržynas, juodalksnynas, pušynas, egllynas. Jį atitinka *Caricosa* (c) miško tipas (9080).

Identifikuotuose *H. selago* augaviečių sklypuose iš esamų taksoraščių sužinota minėtos rūšies fitocenotinė aplinka. Kiekvienas iš pasirinktų aplinkos kintamųjų buvo vertintas pagal (1) formulę.

Tikrinant medyno rūšinės sudėties, augavietės ir miško tipo įvertinimus, buvo skaičiuotas *p* dalių patikimumas panaudojant ϕ transformaciją (Kohm, Franklin, 1997). Dalys koreguotos įvedant Jeitso diskretumo pataisą, vėliau atlikta jų arksinus-transformacija. Miško amžiaus įvertinimas patikrintas naudojant aprašančiąją statistiką.

DISKUSIJA IR IŠVADOS

Pagal miškininkų naudojamą tipologinę klasifikaciją (Karazija, 1998) didesnėje Gražutės RP teritorijoje vyrauja įvairios brandos mėlyniniai pušynai ir šio miško tipo įvairūs variantai bei nedidelėse teritorijose mėlyniniai eglynai. Didesniuose Gražutės, Tumiškės, Žagarinės, Švento, Šventelio ežerų prieigose vyraujančių miškų plotuose vyrauja mėlyninių pušynų bendrijų tipas. Pastarieji priskiriami klimaksinėms tokių ekotopų bendrijoms, taigi didesnių natūralių sukcesinių procesų čia nereikėtų tikėtis. Atskirose vietose pasitaiko mėlyninių pušynų variantai, tokie kaip brukniniai ar kerpiniai pušynai. Švento ežero pakrantėje auga šluot-smilginiai pušynai. Nemoraliniai miškai tirtoje teritorijoje užima labai nedidelius plotus (Gražutės ..., 1999). Reljefo pažemėjimuose, upių, upelių slėniuose, daugelio ežerų pakrantėse būdingiausios bendrijos yra juodalksniniai eglynai, ypač drėgnose vietose susiformavę viksviniai juodalksnynai ar viksviniai beržynai. Pagal Europinės svarbos buveinių direktyvos priimtą klasifikaciją (Europinės..., 2001), šioje teritorijoje vyraujančius miškų ma-

syvus galima priskirti vakarų taigos (9010), pelkėtų lapuočių miškų (9080) ir pelkinių miškų (91D0) buveinėms. Kai kur, palyginti su miškų tipologine klasifikacija, masyvai iš dalies gali atitikti kelias buveines.

Identifikavus miškotvarkos planuose jau žinomas *H. selago* radimvietes nustatyta, kad jos yra 19 skirtingų miško sklypų. Bendras radimviečių skaičius nuo 33 iki 19 sumažėjo dėl to, kad dalis jų buvo tuose pačiuose sklypuose, o tai laikyta kaip viena radimvietė. Išanalizuoti keturi aplinkos kintamieji: medyno rūšinė sudėtis, pirmo miško ardo vidutinis amžius, augavietė ir miško tipas (žr. 1 lentelę).

H. selago aptiktų augaviečių mikrobiotopų pasiskirstymas priklauso nuo medžių rūšinės sudėties imties ir generalinėje aibėje. Nustatytos *H. selago* augaviečių vietos dažniausiai aptinkamos mišriame spygliuočių–lapuočių (32%) ar mišriame spygliuočių (31%) miške (1 pav.). Generalinėje aibėje dalis gali būti atitinkamai 19,3–45,4% ar 19,3–45,4%, pasiklovimo lygmuo – 0,95.

Tiriant *H. selago* radimvietes pagal miško augaviečių tipus nustatyta, kad augalai dažniausiai (apie 37% radimviečių) aptinkami natūraliuose lengvuose dirvožemiuose. Generalinėje aibėje dalis gali būti 23,8–50,9% (žr. 2, 3 pav.).

Pasiklovimo lygmuo – 0,95.

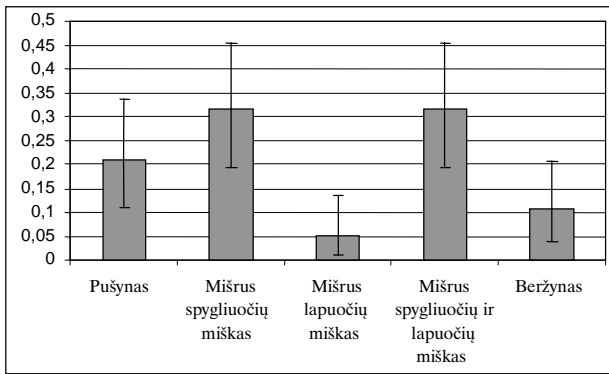
Tiriant miško tipus *H. selago* augavietėse pastebėta, kad jos dažniausios bruknišiliuose (37%). Generalinėje aibėje dalis gali būti 23,8–50,9%, pasiklovimo lygmuo – 0,95.

1 lentelė. Gražutės regioniniame parke esančių *H. selago* radimviečių aplinka

Table 1. Characteristics of *H. selago* localities in Gražutė regional park

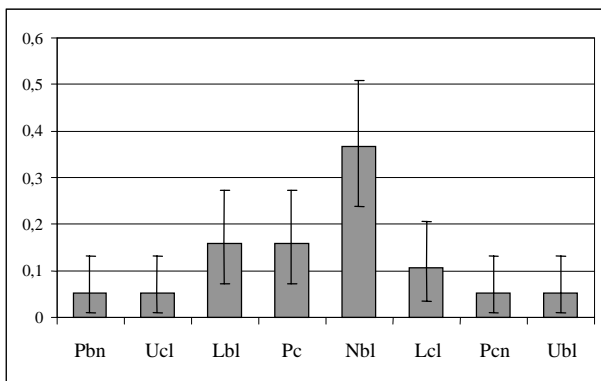
Girinkija	Kvartalas	Sklypas	Medyno sudėtis	Amžius	Augavietė	Miško tipas
Degučių	78	8	M	70	Pc	c
Degučių	78	9	P	80	Nbl	v
Degučių	77	12	EP	130	Nbl	v
Gražutės	19	4	P	90	Pbn	csph
Gražutės	27	6	M	40	Lbl	m
Gražutės	27	16	M	100	Nbl	v
Gražutės	46	2	P	70	Nbl	v
Gražutės	72	12	P	80	Ubl	msph
Gražutės	72	11	M	80	Lbl	m
Gražutės	72	10	EP	70	Ucl	ccal
Gražutės	72	14	EP	90	Lbl	m
Tumiškių	37	20	EP	90	Nbl	v
Tumiškių	37	7	BJ	60	Pc	c
Tumiškių	37	5	B	40	Lcl	mox
Tumiškių	37	7	B	60	Pc	c
Tumiškių	37	9	M	90	Lcl	mox
Tumiškių	37	16	EP	110	Nbl	v
Tumiškių	37	22	M	30	Pcn	c
Tumiškių	37	20	EP	90	Nbl	v

Pastabos. M – mišrus, P – pušynas, EP – eglė/pušis, B – beržynas, BJ – beržas/juodalksnis.



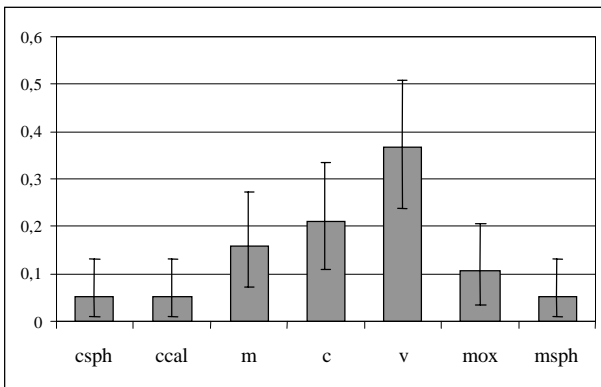
1 pav. Radimviečių pasiskirstymas % pagal medžių rūšinę sudėtį

Fig. 1. Distribution of localities according to stand composition %



2 pav. Radimviečių pasiskirstymas % pagal augavietes

Fig. 2. Distribution of localities according to habitats %



3 pav. Radimviečių pasiskirstymas % pagal augavietes

Fig. 3. Distribution of localities according to forest habitats %

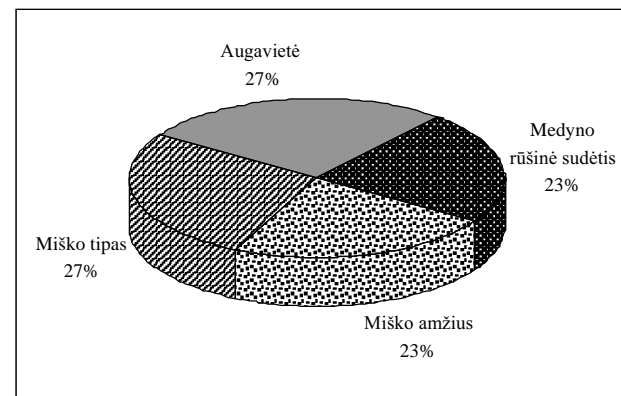
Medynų amžius išreikštas diskrečiais duomenimis – amžius nurodomas 10 metų tikslumu (Kohm, Franklin, 1997, Ženkauskas, Songailienė, 1989), todėl, statistiškai tikrinant *H. selago* radvietėse esančių medžių amžių, buvo naudojama aprašančioji statistika. Tiriamas požymis tolydus, o jo histogramos forma artima normaliajam skirstiniui. Todėl požymis generalinėje aibėje gali būti aprašytas normaliuoju skirstiniu, kurio parametrai artimi imties paramet-

rams. Apskaičiuotas reikšmingumo lygmuo $p = 11,45\%$, vadinasi, duomenys gali būti aprašomi normaliuoju skirstiniu.

Tikrinant miško amžiaus pasiskirstymą sklypuose, kuriuose auga *H. selago*, pastebėta, kad nesutampa metodo nurodomi ir statistiškai aprašyti vidurkiai. Modeliuojant tarta, kad didžiausia tikimybė (0,316) rasti augalą yra ten, kur medynai yra nuo 80 iki 100 metų (žr. 1 lentelę), tačiau aprašius duomenis normaliuoju skirstiniu pastebima, kad didžiausia tikimybė aptikti augalą yra 70–90 metų miške.

Apskaičiavus kiekvieno aplinkos kintamojo dažnius *H. selago* augavietėse buvo išskirti aplinkos kintamieji, kuriems esant sklype didžiausia tikimybė rasti augalą. Pagal šių aplinkos kintamųjų dažnius buvo nustatyta jų grupės įtaka bendrai rūšies aptikimo sklype tikimybei ((2) formulė).

Visos aplinkos kintamųjų grupės pasiskirstė beveik vienodai. Toks pasiskirstymas gali būti aiškina- mas tuo, kad *H. selago* augavietei nei vienas iš tirtųjų aplinkos kintamųjų neturi lemiamos įtakos. Norint aptikti augavietę lemiantį aplinkos veiksnį, reikėtų įvesti ir tirti papildomus aplinkos kintamuosius, o gali būti, kad tokio aplinkos kintamojo visai nėra. Beveik vienoda aplinkos kintamųjų grupės įtakos priežastis gali būti ir nepakankamas imties dydis ar imties nereprezentatyvumas (žr. 4 pav.).



4 pav. Aplinkos kintamųjų grupės dalys bendroje *H. selago* aptikimo sklype tikimybėje

Fig. 4. Probabilities of environmental factor groups in *H. selago* localities

Žinant kiekvieno aplinkos kintamojo dažnį radvietėse ir jų grupės įtaką *H. selago* augavietei, apskaičiuota bendra tikimybė aptikti šią rūšį sklype ((3) formulė). Pirmiausia bendra tikimybė (y) apskaičiuota sklypuose, kuriuose buvo rasti augalai (žr. 2 lentelę). Visuose sklypuose bendra tikimybė didesnė už 0,1 (10%). Didžiausia reikšmė – Gražutės girininkijos 27 kvartalo 16 sklype ir Tumiškių girininkijos 37 kvartalo 20 sklype – 0,34. Vidutinė y reikšmė (aritmetinis vidurkis) žinomose *H. selago* augavietėse – 0,23.

2 lentelė. Bendra aptikimo tikimybė žinomose *H. selago* radimvietėse
 Table 2. Probabilities of *H. selago* detection in known localities

Girininkija	Kvartalas	Sklypas	y
Gražutės	19	4	0,149798
Gražutės	72	10	0,174089
Gražutės	72	14	0,230769
Tumiškių	37	7	0,135628
Gražutės	27	16	0,34413
Tumiškių	37	5	0,117409
Gražutės	27	6	0,194332
Tumiškių	37	7	0,147773
Tumiškių	37	9	0,202429
Tumiškių	37	16	0,283401
Tumiškių	37	22	0,180162
Tumiškių	37	20	0,34413
Gražutės	46	2	0,319838
Gražutės	72	12	0,149798
Gražutės	72	11	0,230769
Degučių	78	8	0,244939
Degučių	78	9	0,319838
Degučių	77	12	0,283401
Tumiškių	37	20	0,34413

Pastaba. Visos girininkijos priklauso Zarasų urėdijai.

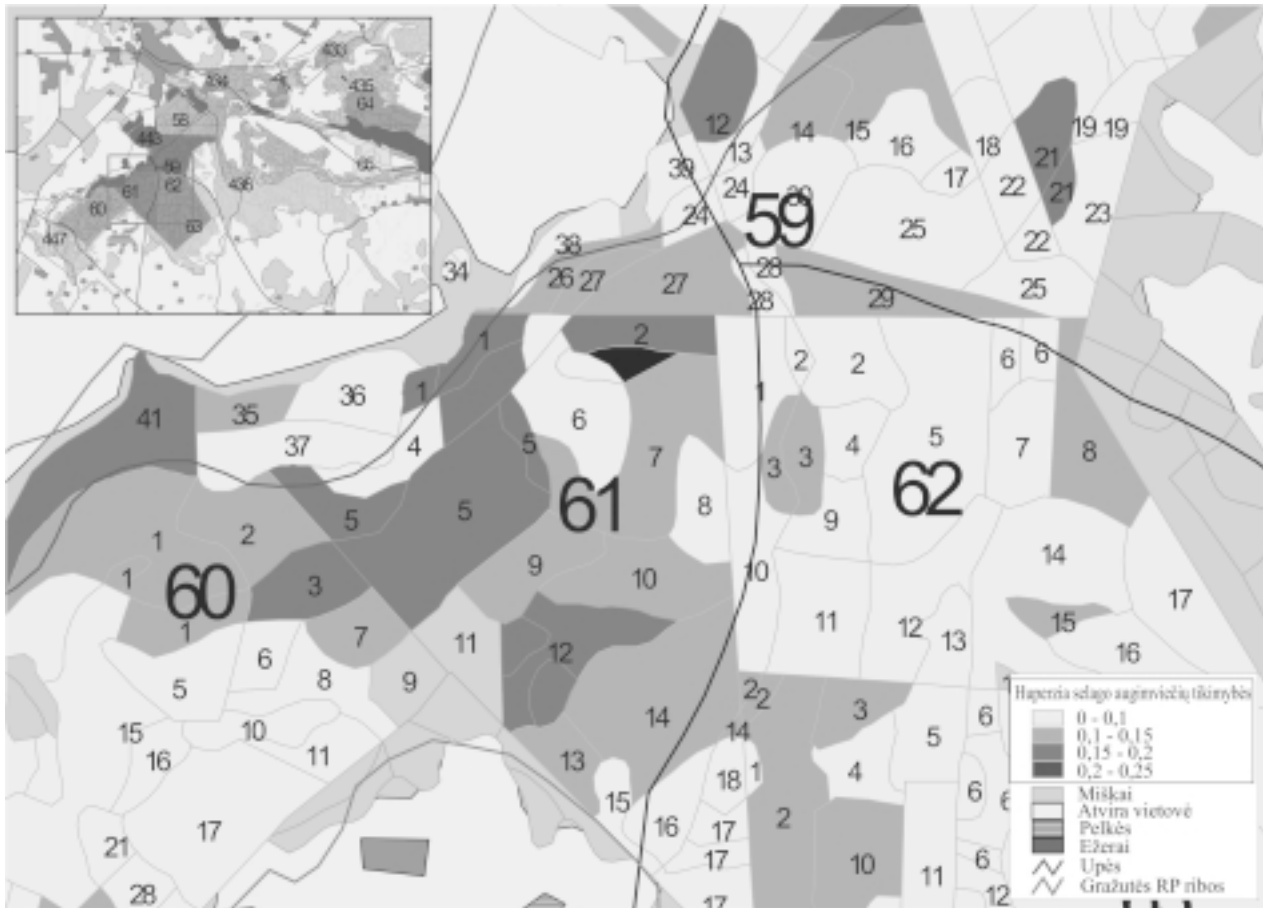
Vėliau skaičiuotos bendros augalų aptikimo tikimybės Dusetų girininkijoje esančiuose sklypuose. Atlikus užklausas atrinkti 133 sklypai, kuriuose tikimybė rasti *H. selago* yra didesnė nei 0,1. Sujungus duomenų bazės lentelę su ArcView projektu buvo gautas šios rūšies augaviečių tikimybės žemėlapis (žr. 5 pav.).

Pagal sudarytą galimų *H. selago* augaviečių žemėlapi pirmiausia buvo kruopščiai išvalgyti Dusetų girininkijos kvartalų sklypai, kuriuose tikimybė aptikti augalą didesnė nei 10%. Patikrinus 434 kvartalo 4 ir 21 sklypus, kuriuose aptikimo tikimybė siekė 23%, nustatyta, kad atgiriai čia tikrai augo, tačiau vietinių žmonių baigiami sunaikinti (augalai pastoviai raunami komerciniams tikslams). Patikrinus visus sklypus 59 ir 61 kvartaluose, kuriuose augaviečių tikimybė siekė 20%, rastos 2 naujos *H. selago* radimvietės (žr. 6 pav.).

Modeliavime panaudotos ir statistškai tikrinant gautos medžių rūšinės sudėties dalys imtyje yra vienodos – *H. selago* radimvietėse vyrauja mišrus spygliuočių–lapuočių ar mišrus spygliuočių miškas (po 31%), generalinėje aibėje jų dalis gali būti po 19,3–45,4% (pasiklovimo lygmuo – 0,95). Vienodos imtyje ir miško tipų dalys vienodos – *H. selago* radimvietėse vyrauja brukniašilis (37%), gene-



5 pav. *H. selago* augaviečių radimo tikimybės Dusetų girininkijoje
 Fig. 5. Probabilities of *H. selago* detection localities in Dusetos forestry



6 pav. *H. selago* augaviečių radimo tikimybės Dusetų girininkijos 59 ir 61 kvartaluose

Fig. 6. Probabilities of *H. selago* detection localities in forest squares 59 and 61 of Dusetos forestry

ralinėje aibėje jo dalis gali būti 23,8–50,9% (pasiklovimo lygmuo – 0,95). Modeliavime naudotos ir statistiškai tikrinant gautos augaviečių dalys imtyje yra vienodos – *H. selago* radimvietėse smėlžemiai (37%), generalinėje aibėje jų dalis gali būti 23,8–50,9% (pasiklovimo lygmuo – 0,95). Modeliavime naudoti ir tarta, kad *H. selago* radimvietėse vyrauja 80–100 metų medynai, o tikrinant duomenis statistiškai, t. y. aprašius juos normaliuoju skirstiniu, gauta, kad aptikimo vieta susiaurėja ir didžiausia tikimybė aptikti *H. selago* populiacijas yra jau 70–90 metų miške.

Iš 670 sklypų, esančių Dusetų girininkijoje, tik 133 sklypuose bendra *H. selago* augimo tikimybė buvo didesnė nei 10% – patikrinus dalį jų, nustatytos kelios naujos *H. selago* radimvietės.

Galima teigti, kad toks modeliavimo būdas sėkmingai taikomas nuodugnesniuose *H. selago* populiacijų lokalizacijos tyrimuose, nes padeda kur kas smulkiau ištirti teritorijas, motyvuotai išskiriant tinkamus rūšiai apsigyventi mikrobiotopus, topografiškai lokalizuoti jų padėtį. Tęsiant toliau analogiškus modeliavimo darbus tarp visų aplinkos kintamųjų, apibūdinančių augalų radimvietes, būtina įtraukti ir destruktiviuosius antropogeninius veiksmus, kurie, be

abejo, atskirais atvejais bus skirtingi ir neadekvatūs kitų (natūralių) atžvilgiu.

Gauta
2003 11 21

Literatūra

1. ArcView GIS: the Geographic Information Systems for Everyone. Environmental Systems Research Institute (ERSI), 1996, Inc. 350 p.
2. Aplet G. & Keeton W. Application of historical range of variability concepts to biodiversity conservation. Island Press, Washington, D. C., USA, 1994.
3. Avenue: Customization and Application Development for ArcView. Environmental Systems Research Institute (ERSI), 1996, Inc. 260 p.
4. Begon M., Harper J., Townsend C. Individuals, Population and Communities. Blackwell Scientific Publications, 1996, 1088 p.
5. Black T. A., Goetz W. Refining the 1998 Idaho GAP Classification Scheme for the Sagebrush steppe in the Shoshone Basin, Idaho: A final report, Logan: Utah State University, 1998.
6. Busing R. & White P. Effects of area on old-growth forest attributes: implications for the equilibrium landscape concept. Landscape ecology. 1993. N 8. P. 119–126.

7. Clarke K. C. Analytical and Computer Cartography. Englewood Cliffs, NJ, 1990. *Čirvonaja kniga Respubliki Belarus*. Minsk, 1993. P. 276 (baltarusių k.).
8. Daniel L., Loree P., Whitener A. *Inside MapInfo Professional*. Onword Press, 1996. 618 p.
9. Date C. J. *An Introduction to Database Systems*. Reading MA: Addison-Wesley Pub. Co, 1986. Vol. 1.
10. Davis B. *GIS, A visual approach*. Onword Press, 1996. 374 p.
11. Diuk P., Samoilenko A. *Data Mining, SPb, Piter*, 2001. 368 p. (rusų k.).
12. *Europinės svarbos buveinės Lietuvoje*. Vilnius, 2001. 138 p.
13. *Geographical information systems. Application*, 1991.
14. *Gražutės regioninio parko planavimo schema*. KTU, Architektūros ir kraštotvarkos k-ra, Kaunas: Architektūra, 1999.
15. Helly J., Case T., Davis F., Levin S., Michener W. *The State of Computational Ecology*. San Diego, San Diego Super Computer Center, 1995. 27 p.
16. Ingelög T. (ed.), Anderson R., Tjerberg M. *Red Data Book of the Baltic Region*. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala, 1993. P. 95.
17. Young L. J. & Young J. H. *Statistical ecology: a population perspective*. Kluwer Academic, Boston, Massachusetts, USA, 1998.
18. Karazija S. *Lietuvos miškų tipai*. Vilnius: Mokslas, 1998. 211 p.
19. Kennedy M., Kopp S. *Understanding Map Projections*. ESRI, 2000. 110 p.
20. Kohm A. & Franklin J. (ed.). *Creating a forestry habitat for the 21st century: the science of ecosystem management*. Island Press, Washington, D. C., USA, 1997.
21. Lakin G. *Biometrija*. Maskva: Mir, 1984. 293 p.
22. Lietuvos raudonoji knyga. Vilnius, 1992. 297 p.
23. *MapInfo Professional. Reference*. MapInfo Corporation, Troy, NY, 1996. 545 p.
24. *MapInfo Professional. Esers Guide*. MapInfo Corporation, Troy, NY, 1995. 435 p.
25. Mickevičiūtė V. *Gražutės regioninio parko augalai / Bakalauro darbas*. Vilniaus universitetas, GMF, 2000. 56 p.
26. Minami M. *Using ArcMap*. ESRI, 2000. 528 p.
27. Moore R. W., Baru Ch., Bourne Ph., Ellisman M. H., Karin S., Rajasekar A., Young S. *Information Based Computing*. San Diego, 1998.
28. Naujalis J. *Sporiniai induočiai kaip augalų bendrijų komponentai*. Vilnius: Baltic eco, 1995. 294 p.
29. Payne K., Stockwell D. R. B. *GARP Modelling System User's Guide and Technical Reference*. San Diego, 1997.
30. Robinson A. H. et al. *Elements of Cartography*. New York, 1995.
31. Stocwell D. R. B. *Overview of Computational Biodiversity*. San Diego, 1997.
32. Stocwell D. R. B. *The Role of Biological and Environmental Data in Modelling Landscape Patterns and Processes*. San Diego, 1998.
33. Tomlin C. D. *Geographic Information Systems and Cartographic modelling*. Englewood Cliffs, 1990.
34. Ženkauskas K., Songailienė A. *Duomenų biometrinis vertinimas*. Vilnius: Mokslas, 1989. 231 p.
35. *Understanding GIS. Selected readings*. Tempus Structural Joint European Project JEP 08109-94. CES (ASC). Vilnius University Centre for Environmental Studies, 1995.

Stanislovas Sinkevičius, Danas Augutis

GIS-BASED SEARCH AND LOCALIZATION OF FIR CLUBMOSS (*HUPERZIA SELAGO*) POPULATIONS

S u m m a r y

The search of narrow adapted species populations in natural habitats is possible with the help of methods of modeling the local space. Employment of such methods was determined by improvement of GIS and GPS technologies.

In this work, we applied the method of modeling the local space for locating a particular plant species, fir clubmoss (*Huperzia selago*), in the Gražutė Regional Park.

First we checked all previous data on the localities of fir clubmoss in the park. The model of possible localities of *Huperzia selago* in particular forest areas in the Dusetos forest district was based on the characteristic of these localities. The effectiveness of the model was checked statistically and in the field: we surveyed part of localities in the Dusetos forest district with the highest probability of species existence.

Our method is suitable for localization of populations of the plant species with a narrow ecological range in the case of sufficient preliminary data on former localities.

Key words: Geographic Information Systems (GIS), Global Position Systems (GPS), habitat types, populations and communities, distribution modeling, fir clubmoss (*Huperzia selago*)