

**KAUNO MIŠKŲ IR APLINKOS INŽINERIJOS KOLEGIJA**

***KAUNAS FORESTRY AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES***

**MIŠKININKYSTĖ IR KRAŠTOTVARKA**

**FORESTRY AND LANDSCAPE MANAGEMENT**

**2012 1 (2)**

**2012**

**REDAKTORIŲ KOLEGIJA:**  
*EDITOR ADVISORY BOARD:*

Vyriausiasis redaktorius / *Editor in Chief:*

**Doc. dr. Albinas Tebėra** Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Lietuva  
*Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences, Lithuania*

Atsakingoji sekretorė / *Managing Editor:*

**Kristina Butkienė** Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Lietuva  
*Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences, Lithuania*

Nariai / *Members:*

**Doc. dr. Inga Adamonytė** Aleksandro Stulginskio universitetas, Lietuva  
*Aleksandras Stulginskis University, Lithuania*

**Doc. dr. Audrius Aleknavičius** Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Lietuva  
*Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences, Lithuania*

**Doc. dr. Vytautas Bareika** Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Lietuva  
*Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences, Lithuania*

**Dr. Valerija Baronienė** Dubravos eksperimentinė mokomoji miškų urėdija, Lietuva  
*Dubrava experimental and training forest enterprise, Lithuania*

**Doc. dr. Vincas Gurskis** Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Lietuva  
*Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences, Lithuania*

**Dr. Jozsef Horvath** Šegedo universitetas, Vengrija  
*University of Szeged, Hungary*

**Dr. Vilma Kriauciūnaitė-Neklejonovienė** Kauno technologijos universitetas, Lietuva  
*Kaunas university of technology, Lithuania*

**Doc. dr. Velta Paršova** Latvijos žemės ūkio universitetas, Latvija  
*Latvia University of Agriculture, Latvia*

**Doc. dr. Edmundas Petrauskas** Aleksandro Stulginskio universitetas, Lietuva  
*Aleksandras Stulginskis University, Lithuania*

**Prof. hab. dr. Edvardas Riepšas** Aleksandro Stulginskio universitetas, Lietuva  
*Aleksandras Stulginskis University, Lithuania*

**Doc. dr. Loreta Semaškienė** Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Lietuva  
*Kaunas Forestry and Environmental Engineering University of Applied Sciences, Lithuania*

**Dr. Aušra Steponavičienė** Kauno kolegija, Lietuva  
*Kaunas University of Applied Science, Lithuania*

**Doc. dr. Tapani Tasanen** Seinajoki teikomųjų mokslų universitetas, Suomija  
*Seinajoki university of applied sciences, Finland*

**Dr. Jerzy Wojtatowicz** Varšuvos ekologijos ir vadybos universitetas, Lenkija  
*University of Ecology and Management in Warsaw, Poland*

## TURINYS CONTENTS

### MIŠKININKYSTĖ/ FORESTRY

#### Vytautas Bareika

Karpotojo (*Betula pendula* Roth.) ir plaukuotojo (*B. pubescens* Ehrh.) beržų identifikavimo galimybės ir metodai. *Identification possibilities and methods of silver (Betula pendula Roth.) and downy birch (B. pubescens Ehrh.)*..... 4

#### Albinas Tebėra, Tadas Tebėra

Lietuvos skroblynų paplitimas ir jų produktyvumas. *Prevalence and productivity of hornbeam stands in Lithuania*..... 23

### HIDROTECHNIKA/ HIDROENGINEERING

#### Vincas Gurskis

Pastatų atitvarų šiltinimo būdų efektyvumo palyginimas. *Comparison of efficiency insulation methods of building envelopes* ..... 38

#### Raimondas Šadzevičius, Antanas Vaitiekūnas, Vitas Damulevičius

Gelžbetoninių vandentiekio bokštų defektų ir pažeidimų tyrimai. *The research of defects and deterioration in reinforced concrete water-supply towers* ..... 42

#### Gitana Vyčienė

Lietuvos neištirtų upių variacijos koeficiento geostatistinis modeliavimas. *To determine the coefficient of variations of un-modeled Lithuanian rivers using Geostatistical methods*..... 47

### MATAVIMŲ INŽINERIJA/ CADASTRAL SURVEYING

#### Edita Abalikštienė

Nepalankių ūkininkauti vietovių žemės naudojimas. *Land use in Unfavourable for Farming Areas*..... 51

#### Daiva Juknelienė

Teisinis ūkininkų ūkių žemėnaudų formavimo reglamentavimas žemės reformos laikotarpiu. *Legal Regulation of the Agricultural Farmer Farm Land Tenure Formation in the Period of Land Reform*..... 58

#### Daiva Gudritienė, Vilma Sinkevičiūtė, Agnė Bykovienė

LIDAR ir analoginiu metodu sudarytų horizontalių miškingoje teritorijoje palyginimas. *Comparison of LIDAR and analog method composed of forested area*..... 64

# KARPOTOJO (*BETULA PENDULA* ROTH.) IR PLAUKUOTOJO (*BETULA PUBESCENS* EHRH.) BERŽŲ IDENTIFIKAVIMO GALIMYBĖS IR METODAI

Vytautas Bareika

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

Lietuvoje medynus sudaro dvi beržų rūšys – karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth.) ir plaukuotasis beržas (*Betula pubescens* Ehrh.), tačiau iki šiol tiek atliekant miškų inventorizacijos darbus, tiek ir praktinėje miškininkystėje jos nebuvo išskiriamos.

Straipsnyje pateikiama literatūros analizė apie šių beržų rūšių identifikavimo galimybes. Remiantis literatūros duomenimis bei originalių tyrimų rezultatais (tyrimai atlikti 27–82 m. amžiaus medynuose, augančiuose įvairaus derlingumo ir drėgnumo augavietėse), nustatyti svarbiausi morfologiniai požymiai, leidžiantys identifikuoti šias beržų rūšis. Tikslesniam rūšies nustatymui naudotas cheminis metodas identifikuojant rūšį pagal jos vidinės žievės reakciją su 2,4– dinitrofenilhidrozinu (Lundgren et al., 1995). Išanalizavus daugiau nei 30 įvairių morfologinių ir morfometrinių rodiklių, nustatyta, kad geriausiai šių rūšių diagnostiniais požymiais yra pumpurų lipnumas, žiauberis pakilimo aukštis, lapo viršūnės forma, ūglių karpotumas/plaukuotumas, lapalakščio forma, žievės supleišėjimo gylis, lapo ir lapkočio plaukuotumas, atstumas iki plačiausios lapo dalies nuo pamato (išreiškiant santykiniu lapalakščio ilgiu) bei lapo pamato forma (Wilks' o lambda  $\lambda=0,10-0,25$ ).

Pasiūlyta originali rūšių nustatymo metodika taikant atskirų požymių vertinimą balais bei kiekvieno požymio diagnostinius įverčius. Metodika pritaikyta rūšių identifikavimui lauko darbų metu.

Išbandytas ir pritaikytas cheminis (kolorimetrinis) metodas karpotajam ir plaukuotajam beržams identifikuoti (Lundgren et al., 1995).

*Raktažodžiai: karpotasis ir plaukuotasis beržai, morfologija, identifikavimas.*

## Įvadas

Ilgus dešimtmečius Lietuvoje, kaip ir visoje Europoje, beržo mediena buvo vertinama menkai, o beržynai miškuose dažniausiai buvo nepageidaujami. Dėl menko beržo medienos poreikio pramonei, jos supirkimo kainos buvo žemos, o mediena dažniausiai buvo naudojama kurui. Apie 1980–1990 m. Europos pramonėje ypač medienos masės ir popieriaus gamyboje, ėmė stigtį aukštos kokybės medienos. Pasirodė, kad beržo medienos masė, sumaišyta su minkštųjų lapuočių mediena, yra puiki žaliava labai geros kokybės rašomojo popieriaus gamybai. Beržo medienos poreikis išaugo, nes ji plačiau pradėta naudoti faneros, plokščių gamybai, tapo svarbia žaliava žaislų, baldų, sportinio inventoriaus gamybai (Makinen et al., 2003; Koski, Rousi, 2005).

Padidėjus beržo medienos poreikiui, išaugo jos paklausa ir kainos. Beržas tampa vis perspektyvesne ir vis labiau miškininkų vertinama medžių rūšimi. Todėl pastaraisiais metais dauguma mūsų šalies miškų urėdijų ir privačių miškų savininkų įsitikino, kad Lietuvoje beržų auginimas tampa svarbia ir ekonomiškai naudinga miškininkavimo veikla.

Lietuvoje savaime auga 4 beržų rūšys. Dvi iš jų – karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth.) ir plaukuotasis beržas (*Betula pubescens* Ehrh.) – yra medynus sudarančios medžių rūšys. Tyrimais nustatyta, kad dvi beržų rūšys yra panašios pagal išorinius požymius ir pasižymi plačiu ekologiniu plastiškumu, dėl ko jiems būdingas didžiulis

polimorfizmas bei vidurūšinis įvairavimas (Данченко, 1990), o jų medynai skiriasi našumu bei prekingumu (Perala, Alm, 1990; Atkinson, 1992; Luomajoki, 1999; O'Dowd, 2004). Literatūroje dažniausiai nurodoma, kad karpotojo beržo medynų našumas jiems kartu augant tose pačiose augavietėse, ypač mineraliniuose dirvožemiuose, yra didesnis vidutiniškai apie 15–20 % negu plaukuotojo beržo. Be to, karpotojo beržo medynai yra geresnės formos bei kokybės (Frivold, Mielikainen, 1991; Niemisto, 1996; Nieuwenhuis, Barret, 2002; Koski, Rousi, 2005).

Ilgą laiką šalyje buvo atliekama mažai karpotojo ir plaukuotojo beržų biologijos, ekologijos, selekcijos ir našumo tyrimų, leidžiančių palyginti šių beržų rūšių skirtumą ypatumus.

Dėl šių priežasčių Lietuvoje šios beržų rūšys neidentifikuojamos nei praktinėje miškininkystėje, nei miškų inventorizacijos metu. Akivaizdu, kad šių beržų rūšių identifikavimas bei ekologinio paplitimo ir jį lemiamų veiksnių išaiškinimas sudarytų teorines ir praktines prielaidas gilesniems genetiniams, selekciniais tyrimams ir jų praktiniam taikymui. Tai sudarytų galimybę parengti diferencijuotus beržų auginimo, medynų formavimo bei našumo modelius, o taip pat leistų taikyti diferencijuotą miškininkavimą, taip sudarytų prielaidos bendram beržynų našumo didinimui.

Visus beržų rūšių identifikavimo metodus, aprašomus literatūroje, galima suskirstyti į morfologinius (morfometrinius), anatominius, biocheminius, fiziologinius ir genetinius.

**Morfologiniai metodai.** Seniausias ir labiausiai tinkamas praktinėje miškininkystėje yra biometrinis beržų atskyrimo metodas, kuris remiasi morfologinėmis beržų charakteristikomis ir biometriniais vegetatyvinių bei generatyvinių organų matavimo parametrais (Morgentaler, 1915; Natho, 1959; Jentys–Szaferowa, 1950, 1970).

Pirmus karpotojo ir plaukuotojo beržų biometrinių palyginimų vertinimus pateikė M. Morgentaler (1915). J. Jentys–Szaferowa, (1938, 1949, 1951) (pagal tą pačią metodiką) atliko plačius tyrimus Centrinėje Europoje ir pateikė vidutinius „tipinius“ šių dviejų beržų rūšių biometrinius duomenis. Tyrimams panaudojo 15 beržo lapo požymių. Buvo naudojami tipingi karpotojo ir plaukuotojo beržų lapai ir lyginami su tiriamaisiais. Šis metodas, vienaip ar kitaip modifikuotas, buvo panaudotas skirtingų autorių (Мамаев, 1969, 1970; Gardiner, 1972; Шемберг, 1979, 1986; Данченко, 1990; ir kt.). A.M. Dančenko (1990) pagal G. Natho (1959) metodiką panaudojo 12 beržo lapo požymių ir vieną pumpurų (lipnumas) požymį. Pagal šį metodą buvo nustatomas taip vadinamas hibridizacijos indeksas, pasiūlytas vokiečių dendrologo G. Natho (Natho, 1959), kuris nustatomas pagal karpotojo ir plaukuotojo beržų dažniausiai vegetatyvinių organų (ūglių, pumpurų ir lapų) požymių indeksų (balų) sumą. Susumavus visus požymių indeksus, būdavo nustatomas tiriamojo beržo „hibridizacijos indeksas“, kuris parodydavo karpotojo ir plaukuotojo beržų „tipines“ ir „tarpines-hibridines“ morfologines formas.

M. Bialobrzaska ir J. Truchanowiczwna (1960) pagal M. Morgentaler (1915) pasiūlytą metodiką tyrė Europos beržus. Rūšies identifikavimui, be lapų morfologinių požymių, dar buvo papildomai naudojami beržų sėklų ir sėklinių žvynų požymiai. Beržų sėklų ir sėklinių žvynų požymius, identifikuodama beržų rūšį, panaudojo ir I.I. Rusanovič (Русанович, 1981). Tyrimais nustatyta, kad patikimai karpotieji beržai nuo plaukuotų beržų skiriasi tik sėklų sparnelių plociu (Bialobrzaska, Truchanowiczwna, 1960; Русанович, 1981).

Paprastas biometrinis metodas atskiriant *Betula pendula* nuo *Betula pubescens* buvo

panaudotas M.D. Atkinson ir A.N. Godling (1986). Panaudoti trys beržų lapo požymiai: lapalakščio plotis  $\frac{1}{4}$  atstumu nuo viršūnės link pamato, šoninių gyslų skaičius ir atstumas nuo lapkočio iki pirmo dantelio. Kiti autoriai (Natho, 1959; Fries, 1964; Mitchell, 1976; Данченко, 1990; Endtmann, 2004; O'Dowd, 2004) svarbiausiais beržų rūšių požymiais laiko: žirginių žvynelių formą ir dydį, sėklų sparnelių dydį, ūglių (ypač jaunu) karpotumą ir plaukuotumą, žievės spalvą ir tekstūrą, lajos architektoniką, šakų išsidėstymą ir kt. Pagal Vokietijoje atliktus tyrimus nustatyta, kad labai sunku karpotąjį ir plaukuotąjį beržus atskirti pagal sėklas ir jų žvynelius, nes jų dydžiai ir forma labai įvairuoja (Hibsch–Jetter, 1994).

Kaip rodo literatūros analizė (Natho, 1959; Fries, 1964; Mitchell, 1976; Данченко, 1990; Endtmann, 2004; O'Dowd, 2004), šios dvi beržų rūšys gali būti skiriamos panaudojant tokias morfologines charakteristikas (1 lentelė):

- ūglių karpotumas arba plaukuotumas;
- žievės struktūra kamieno apatinėje dalyje (kamblinėje);
- lapų forma;
- medžių lajos architektonika (architektūra);
- šakų išsidėstymas (šakojimasis).

Be minėtų morfologinių požymių reikšmingais dar laikomi dantelių skaičius lapuose, lapo viršūnės kampas ir atstumas nuo lapo pamato iki plačiausios vietos, lapkočio ilgis bei pamato forma (Данченко, 1990).

Beržų identifikavimui gali būti panaudoti ir kiti metodai. Vienas iš jų yra žiedadulkių tyrimai. D.C. Nokes (1979) savo tyrimuose nustatė, kad šių beržų rūšių žiedadulkės ryškiai skiriasi didumu (skersmeniu) ( $18,5\text{--}21,5\ \mu\text{m}$  – *B. pendula* ir  $22\text{--}25,5\ \mu\text{m}$  – *B. pubescens*). Žiedadulkių skersmens matavimai buvo panaudoti atskiriant beržų rūšis (Birks, 1968; Prentice, 1981).

Beržų atskyrimui gali būti panaudoti beržų sėklų ir sėklinių žvynų požymiai. Nors vieningos nuomonės tarp mokslininkų nėra. Vieni teigia (Jentys-Szaferowa, 1950, 1970; Hibsch–Jetter, 1994), kad beržų sėklų ir sėklinių žvynų dydžiai ir forma labai įvairuoja tame pačiame sėkliniame žirginyje ir negali būti naudojami identifikuojant šias beržų rūšis, kiti (Чубанов, 1972; Махнев, Мамаев, 1975; Русанович, 1981; Gill, Davy, 1983; Данченко, 1990) priešingai teigia, kad beržų sėklų ir sėklinių žvynų dydžiai ir forma vidutiniškai įvairuoja arba variacija yra panaši kaip ir vegetatyvinių organų, ir kad gali būti vieni iš požymių atskiriant karpotąjį beržą nuo plaukuotojo. Tačiau sutariama dviem klausimais, kad plaukuotųjų beržų generatyvinių organų požymių kintamumas yra didesnis negu karpotųjų beržų ir, kad svarbiausiu skiriamuoju generatyvinių organų požymiu išlieka sėklos sparnelio plotis (Natho, 1959; Bialobrzaska, Truchanowiczwna, 1960; Fries, 1964; Mitchell, 1976; Русанович, 1981; Данченко, 1990; Endtmann, 2004; O'Dowd, 2004).

Kai kurie (Данченко, 1990; Endtmann, 2004) tikina, kad netgi beržų fenologija gali būti vienu iš rūšies diagnostinių požymių.

*1 lentelė. Karpotojo (Betula pendula Roth.) ir plaukuotojo (Betula pubescens Ehrh) beržų identifikavimas pagal morfologinius požymius.*

**Table 1. Identification of silver (Betula pendula Roth.) and downy (B. pubescens Ehrh.).**

Medžių dalys <i>Tree parts</i>	Morfologiniai požymiai/ <i>Morphological indices</i>	
	Karpotasis beržas/Silver birch <i>(Betula pendula Roth.)</i>	Plaukuotasis beržas / Downy birch <i>(Betula pubescens Ehrh.)</i>
Medžio aukštis <i>Height of tree</i>	* apie 30 m aukščio	* apie 25 m aukščio
Laja/ <i>Crown</i>	* atviroje vietoje augančių medžių laja koloniška, kiaušiniška * labiau ažūrinė nei plaukuotojo beržo	* atviroje vietoje augančių medžių laja koloniška arba atvirakščiū kiaušiniška * tankesnė nei karpotojo beržo
Stambios šakos <i>Large branches</i>	* stambios šakos smailiu kampu kyla į viršų	* stambios šakos nuo smailiu kampu kylančių į viršų iki gulščių
Smulkios šakos <i>Twigs</i>	* smulkios šakelės dažniausiai svyru žemyn, kabo (ypač atviroje vietoje augančių medžių), nestipriai susisukusios (susivėlusios)	* smulkios šakelės beveik nenusvirusios storesnės nei karpotojo beržo
Žievė <i>Bark</i>	* viršutinėje stiebo dalyje spindinti balta, su tamsiomis, brūkšnio formos lenticelėmis * vyresnių medžių apatinėje stiebo dalyje susidaro tamsi, kieta ir giliai sutrūkinėjusi žiauberis; kiek aukščiau žievė juoda, dažniausiai rombiškai suskeldėjusi	* viršutinėje stiebo dalyje matinė balta, ne tokia šviesi kaip karpotojo beržo (ypač vyresniame amžiuje) * žiauberis dažnai nesusidaro arba susidaro (vėliau nei karpotojo beržo) tik pačioje žemutinėje stiebo dalyje
Ūgliai <i>Shoots</i>	* pliki (jauni menkai plaukuoti), gausiai apaugę karpelėmis	* jauni plaukuoti, vėliau pliki, be karpelių (tik labai retai padrikai karpoti)
Pumpurai <i>Buds</i>	* nelipnūs arba mažai lipnūs (džiovinant prie herbariumo popieriaus nelimpa)	* paprastai lipnūs (džiovinant prie herbariumo popieriaus limpa)
Lapai <i>Leaves</i>	* lapalakštis dažniau trikampio nei rombo formos * lapo pagrindas nuo lygaus iki aštriai trikampiško * lapo viršūnė nusmailėjusi, ilga, palenkta į šoną	* lapalakštis ovališkas, ne rombo formos * lapo pagrindas – nuo apvalaus iki apskritos trikampiškos (plačios V formos)

*1 lentelės tęsinys.*  
*Continuation of table 1.*

Medžių dalys <i>Tree parts</i>	Morfologiniai požymiai/ <i>Morphological indices</i>	
	Karpotasis beržas/Silver birch <i>(Betula pendula Roth.)</i>	Plaukuotasis beržas / Downy birch <i>(Betula pubescens Ehrh.)</i>
Lapai <i>Leaves</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* lapalakščiai be plaukelių</li> <li>* lapo kraštai aštriai dvigubai dantyti</li> <li>* lapkotis 10–18 mm ilgio, neplaukuotas, su mažomis pūslelėmis</li> <li>* rudenį ilgiau (1–2 savaitės) išsilaiko nei plaukuotojo beržo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* lapo viršūnė ne tokia nusmailėjusi, trumpesnė</li> <li>* lapalakščių abi pusės iš pradžių plaukuotos, vėliau nuplikusios (apatinėje dalyje kartais lieka plaukelių kuokšteliai – „barzdelės“)</li> <li>* lapo kraštai ne dvigubai dantyti, dantys – plačiai trikampiški, „svogūno“ formos, neišlenkti į viršų</li> <li>* lapkotis 5–20 mm ilgio, iš pradžių plaukuotas, vėliau nuplikęs</li> <li>* rudenį ankščiau nukrinta</li> </ul>
Vaisiai – (sėklos, sėkliniai žvynai) <i>Fruit –</i> <i>(seeds, seed-scales)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* sėklos su plačiais sparneliais, kurie 2-3 kartus platesni už riešutėlį</li> <li>* sėklinių žvynų vidurinė skiautė maža ir smaila, šoninės atlenktos atgal ir ovalios (atrodo kaip skrendantis paukštis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* sėklų sparneliai dažniausiai lygūs arba nedaug (1,5–2 kartus) platesni nei riešutėliai</li> <li>* sėklinių žvynų viršūninė skiautė pailga, ilgesnė už šonines, kurios plačiai ovalios, o jų viršūnės nukreiptos į priekį</li> </ul>

**Anatominiai metodai.** Beržų atskyrimui gali būti panaudoti ir anatominiai medienos, lapų skirtumai. Lapo anatominiais požymiais gali būti: lapalakščio storis, kutikulos storis, statinių ląstelių parenchima, puriosios parenchimos ląstelių storis, žiotelių skaičius ploto vienetu ir kt.

V. Kujala (1946) Suomijoje nustatė, kad šios dvi beržų rūšys skiriasi pagal žiotelių ilgį ir panaudojo jų identifikavimui (26–27 μm – vidutiniškai 30,9 μm – *Betula pendula* ir 34–49 μm – vidutiniškai 41,1 μm – *Betula pubescens*). Panašius tyrimus atliko M.D. Atkinson Anglijoje (1984), kur nustatė žiotelių ilgį. *Betula pendula* (34–36 μm, vidurkis 35,4 μm) ir *Betula pubescens* (37–43 μm, vidurkis 39,9 μm). Remdamiesi šia metodika, beržų identifikavimo tyrimus atliko J.R. Brown, G.Tuley (1971); J.A. Gill, A.J. Davy (1983).

Karpotojo beržo žiotelių žymiai daugiau. Štai, pavyzdžiui, A.M. Dančenko (Данченко, 1990) nustatė šiuos žiotelių kiekius: karpotojo beržo 119–164, plaukuotojo beržo 85–109, J.Z. Kulaginas (Кулагин, 1963) atitinkamai - 193 ir 130, o G.I. Govorucha (Говоруха, 1970) – 124 ir 63.

Beržų identifikavimui gali būti panaudotas lapo epidermio ląstelių skaičius paviršiaus ploto vienetu – „jis didėja, didėjant vietos sausringumui“ (Василевская, 1979), o jų dydžiai mažėja. Visais atvejais didesniu epidermio ląstelių skaičiumi karpotasis beržas lenkia plaukuotąjį beržą. Dar gali būti panaudota epidermio ląstelių ilgis ir plotis. Visais



atvejais karpotojo beržo parametrai mažesni nei plaukuotojo beržo (Данченко, 1990).

**Genetiniai metodai.** Tiktai apie 1940 metus, išsivysčius miško genetikai ir išaugus beržų svarbai miškininkystėje bei atsiradus taip vadinamam genetiniam–taksonominiam periodui (Johnson, 1944, 1945a, 1945b, 1949; Eifler, 1956, 1964; Бараев, 1965; Любавская, 1969; Clausen, 1968, 1970; ir kt.), atsirado šis naujas beržų identifikavimo tyrimo etapas.

Nustatyta (Eriksson, Jonsson, 1986 ir kt.), kad karpotasis beržas yra diploidas, turintis 28 chromosomas, o plaukuotasis beržas – tetraploidas su 56 chromosomomis.

Chromosomų rinkiniai *B. pendula* ( $2n=28$ ) ir *B. pubescens* ( $2n=56$ ) pirmą kartą buvo paskelbti pagal A. Helms ir C. A. Jorgensen (1925) tyrimo medžiagą Danijoje. Panašius duomenis Britanijoje yra gavę I.R. Brown ir D. Al-Dawoody (1977). DNR branduolių kiekius plaukuotajam beržui nustatė J.P. Grime, R.R. Hodgson ir R. Hunt (1988). Didelis *Betula* genties chromosomų skaičius ir jų smulkumas apsunkina suskaičiavimą. Beržų chromosomos yra ypatingai smulkios – keleto mikronų ir labai sunkiai pastebimos (Gill, Davy, 1983; Hommo, Sarkilahti, 1986; Howland, 1992; ir kt.), be to, tyrimams gali būti naudojami tik jauni lapai (Brown, Al-Dawoody, 1977; Brown et al., 1982), augimo kūgelių viršūnėlės (Gill, Davy, 1984) ir šaknų galiukai (Nokes, 1979).

Dėl šios priežasties vis labiau vystomi kiti metodai (pavyzdžiui, DNR tyrimai) ieškant specifinių žymenų (markerių).

Molekuliniai žymenys turi nemažai pranašumų prieš tradicinius morfologinius: jų nepaprastai didelė įvairovė, neveikia aplinkos sąlygos, atranką galima vykdyti tiesiogiai DNR lygyje, tyrimams atlikti nereikia laukti, kol medis užaugs ir t.t. APPD (atsitiktinai pagausinta polimorfinė DNR; angl. RAPD, *random amplified polymorphic DNA*) yra vienas iš tinkamiausių metodų siekiant nustatyti didelį molekulių žymenų kiekį (Williams et al., 1990). Jis plačiai naudojamas augalų genetiniams tyrimams (Fahima et al., 1999; Rodriguez et al., 1999; Hwang et al., 2001; Volis et al., 2001).

**Fiziologiniai metodai** yra susiję su beržų rūšių gyvybinių procesų skirtumais, t.y. mitybos – vandens ir maisto medžiagų naudojimo režimu, fotosintezės ir kvėpavimo intensyvumu, įvairių fizikinių reiškinių poveikiu ir jų reakcija į juos – temperatūrai, šviesai, ozonui ir pan. (Perala, Alm, 1990; Atkinson, 1992; Wang, et al., 1995; Keinanen et al., 1999; Luomajoki, 1999; Li et al., 2003; O’Dowd, 2004; Jarvinen, 2004; Aspelmeier, Leuschner, 2004). Tyrimais nustatyta, kad kuo didesnis beržų ploidiskumas (pvz., plaukuotojo beržo), tuo lapai mažiau turi žiotelių, bet storesnę epidermį, labiau plaukuoti žemesnis osmosinis slėgis ir pan. Diploidinio karpotojo beržo fotosintezė yra jautresnė vandens trūkimui. Beržų rūšys skiriasi pagal žiotelių pralaidumą  $CO_2$ , vandens, azoto ir kt. cheminių elementų naudojimo efektyvumą, reakciją į įvairius išorinius veiksnius. Tetraploidas plaukuotasis beržas yra jautresnis fotoperiodiškumui negu diploidinis karpotasis beržas, todėl ryškiai skiriasi šių beržų fenologiniai reiškiniai. Plaukuotieji beržai išleidžia daugiau atžalų negu karpotieji beržai ir pan.

**Biocheminiai metodai.** Švedų mokslininkai (Lundgren et al., 1995) palyginti neseniai atrado cheminį (kolorimetrinį) metodą karpotajam ir plaukuotajam beržui identifikuoti, kuris remiasi beržo vidinės žievės reakcija su reagentu 2,4–dinitrofenilhidrazinu. Dėka šio reagento iškrenta oranžinės nuosėdos. Nuosėdų nebūna, kai mėginiai paimti iš

plaukuotojo beržo žievės. Šis testas paprastai geras identifikuojant atžalas arba medžius rudenį ir žiemą, kada nėra lapų. Tačiau šiuo metodu negalima išskirti beržų hibridų. Jis gali būti panaudotas kartu su kitais naujais metodais, kaip chromatografiniu (Julkunen–Tiitto et al., 1996), spektroskopiniu (Atkinson et al., 1997), lapų flavanoidų analize paremtu (Lahtinen et al., 2006) metodu ir kt. Visi minėti metodai fenolių, terpenoidų, flavanoidų, eterinių aliejų, chloroplastų, fermentų kiekiu bei organinių elementų santykiu (vandenilio, deguonies, anglies ir azoto ir kt.). Šie metodai gali būti taikomi ir identifikuojant kitas beržų rūšis (O’Dowd, 2004). Infraraudonųjų spindulių spektroskopijos ir chromatografijos metodai yra kompleksiškesni ir tikslesni. Jie parodo, kad biochemiškai tarprūšiniai hibridai, beje, kaip ir morfologiniu metodu nustatyti, yra artimesni didesnio ploidiškumo plaukuotajam, o ne karpotajam beržui.

Rūšinei priklausomybei identifikuoti skirtas ir beržo lapų flavanoidų analize paremtas metodas (Lahtinen et al., 2006). Šiuo metodu galima preliminariai nustatyti ir beržų ploidiškumą.

Reikia pažymėti, kad chromatografinis (Julkunen–Tiitto et al., 1996), spektroskopinis (Atkinson et al., 1997), lapų flavanoidų analize paremtas (Lahtinen et al., 2006) ir kt. metodai nėra visiškai tikslūs beržų rūšims ir jų hibridams išskirti, nes biocheminė beržų lapų sudėtis ir komponentų kiekis juose labai įvairuoja dėl daugelio veiksnių: lapų padėties lajoje, jų apšvietimo, klimatinių augimo sąlygų, amžiaus, pakenkimų ir pan.

Daugumos beržų identifikavimo metodų paieškos parodė, kad šiuo metu praktiškiausi, pigiausi, greičiausiai atliekami, be to, pakankamo patikimumo ir nereikalaujantys sudėtingų techninių reikalavimų identifikuojant karpotąjį ir plaukuotąjį beržus yra morfologinis ir cheminis metodai (Atkinson et al., 1997; Lahtinen et al., 2006).

Tiksliausiais metodais identifikuojant karpotąjį ir plaukuotąjį beržus ir toliau išlieka genetiniai metodai, tačiau dėl jų atlikimo sudėtingumo rečiau naudojami.

Remiantis literatūros analize, nustatyta, kad plaukuotasis ir karpotasis beržai pasižymi dideliu polimorfizmu, o jų morfologiniai požymiai dažnai būna panašūs. Be to, nėra vieno morfologinio požymio, pagal kurį būtų galima lengvai identifiкуoti šias rūšis. Net keliolika požymių laikomi svarbiais, tačiau nėra jų reikšmingumo įvertinimo diagnozuojant rūšis. Tokios karpotojo ir plaukuotojo beržų rūšių nustatymo metodikos, kuri būtų paremta vieno ar kito požymio reikšmingumu, iki šiol nebuvo sukurta.

Palyginti neseniai atrastas cheminis (kolorimetrinis) metodas karpotajam ir plaukuotajam beržams identifiкуoti (Lundgren et al., 1995), kuris remiasi beržo vidinės žievės reakcija su reagentu 2,4–dinitrofenilhidrazinu. Šis metodas ypač tinkamas, kai beržai yra be lapų. Tačiau Lietuvoje šis metodas beržų rūšių identifikavimui nebuvo taikytas. Tuo tikslu reikėjo išbandyti ir pritaikyti pasiūlytą metodą šioms beržų rūšims identifiкуoti, jį palyginti su morfologinio identifikavimo duomenimis.

Todėl šio darbo tikslas buvo ištirti svarbiausius morfologinius požymius, tinkamus beržų rūšių identifikavimui lauko darbų metu bei išbandyti ir pritaikyti cheminį (kolorimetrinį) metodą diagnozuojant šias beržų rūšis ir parengti karpotojo ir plaukuotojo beržų identifikavimo rekomendacijas.

## Darbo objektas ir metodai

Beržų morfologinių požymių vertinimui panaudoti 7 laikini ir pastovūs tyrimo bareliai, atrinkti tipingose karpotojo ir plaukuotojo beržų augavietėse, kur beržai sudaro 9–10 dalių rūšinėje medyno sudėtyje. Kiekviename barelyje sisteminiu būdu atrinkta 10–14 modelinių medžių (artimiausi nuo aikštelės centro, II klasės medžiai pagal Krafto klasifikaciją), kuriems pagal standartines dendrometrinių tyrimų metodikas (Juknys, Repšys, Tebėra, 1981; Lietuvos nacionalinė miškų inventorizacija 1998–2002) nustatyti šie parametrai: išsivystimo klasė pagal Kraftą, stiebo perimetras 1,3 aukštyje, o po to išskaičiuotas  $D_{1,3}$ , aukštis, atstumas iki lajos pradžios, lajos skersmuo, plačiausia vieta pagal visą jos ilgį išreiškiant santykiniu lajos aukščiu, apskaičiuotas lajos skersmens ir ilgio santykis  $D/L$ , šakojimosi kampas vidurinėje lajos dalyje vidutinei šakai, žiauberis pakilimo kamieniu aukštis, supleišėjimo gylis.

Dalis medžio morfologinių požymių buvo įvertinta vizualiai (vertinimo skalė pateikiama 2 lentelėje). Vizualiai lauko darbų metu įvertinta: lajos forma, lajos architektūra („laiptiškumas“), žievės spalva (apatiniamie liemens trečdalyje, vertinama ir žiauberis spalva), o kameralinių darbų metu – ūglių karpotumas/plaukuotumas, pumpurų lipnumas, lapalakščio forma, lapo pamato forma, lapo viršūnė, lapų dantytumas, lapalakščio ir lapkočio plaukuotumas.

Iš viso tyrimams atrinkti 78 modeliniai medžiai.

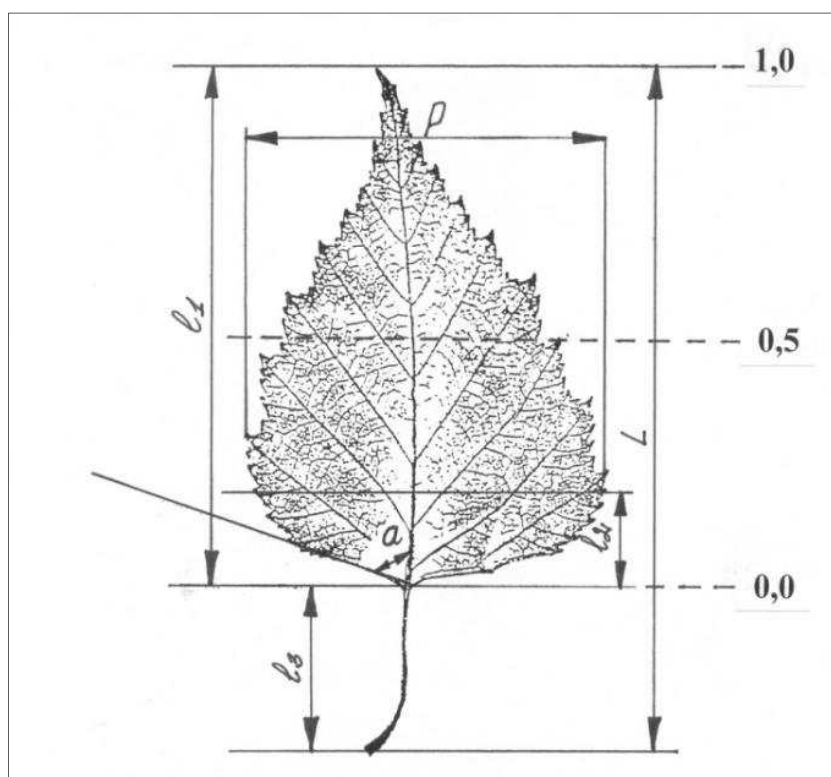
Ūgliams, pumpurams bei lapų morfometriniams matavimams bei kokybiniais rodikliais nustatyti buvo paimtos nuo pietinės pusės 15–25 cm ilgio šakelės iš vidurinės periferinės lajos dalies.

Nuo kiekvienos šakelės atrinkti 5 būdingi lapai ir nustatytos jų morfometrines charakteristikos (pagal Navasaitis ir kt., 2003; Navasaitis, 2004; Purvinas, Skirgilaitė, 1975; Dagys, 1985; Svirskis, Vilkonis, 2004; Raffaelli, Thomas – Domenech, 2000; Данченко, 1990; Krussmann, 1976): lapo ilgis, lapalakščio ilgis ir plotis, lapkočio ilgis, lapo pamato kampas, atstumas iki plačiausios lapo dalies nuo pagrindo išreiškiant santykiniu lapo ilgiu, šoninių gyslų skaičius, lapalakščio ir lapkočio ilgio santykis, lapalakščio pločio ir ilgio santykis (1 pav.). Biometriniai parametrai nustatyti arti 400 lapams atliekant virš 3,0 tūkst. matavimų.

Duomenų apdorojimas atliktas matematinės statistikos paketu „Statistica“ panaudojant diskriminantinę analizę. Požymių reikšmingumas klasifikuotas panaudojant kanonines bei Fišerio klasifikavimo funkcijas (požymių reikšmingumo lygmuo išreikštas procentais ir parodo teisingos klasifikacijos lygį). Parametrų vidurkių patikimumas įvertintas  $t$  ir  $pU$  kriterijais. Vidurkių palyginimui naudota dispersinė analizė (programa ANOVA). Išskaičiuota viena iš diskriminavimo charakteristikų – Wilks'o lambda ( $\lambda$ ). Wilks'o lambda patogi tuo, kad kinta ribose nuo 0 iki 1, t.y. ji leidžia palyginti atskirų rodiklių (mūsų atveju, beržų įvairių morfologinių požymių) tinkamumą grupių išskyrimui (mūsų atveju, rūšies identifikavimui). Kuo Wilks'o lambdos reikšmė mažesnė, tuo kintamasis (vienas iš beržų morfologinių požymių) geriau diskriminuoja grupes.

Beržų rūšių identifikavimui buvo panaudotas ir švedų mokslininkų (Eriksson, Johansson, Lundgren, 1995) pasiūlytas cheminis metodas, kuris remiasi beržo vidinės žievės reakcija su 2,4 – dinitrofenilhidrazinu (2 pav.).

Palyginti neseniai atrastas švedų mokslininkų cheminis metodas (Lundgren et al., 1995) karpotajam beržui atskirti nuo plaukuotojo. Tyrimams naudojami beržo žievės mėginiai (100–200 mg) arba žalių šakučių gabalėliai su žieve, kurie mėgintuvėlyje užpilami 2 ml 2,4–dinitrofenilhidrazino reagento tirpalu. Reagento tirpale su karpotojo beržo žieve iškrenta oranžinės nuosėdos, kambario temperatūroje (20–24 °C) per 1 valandą (kuo aukštesnė temperatūra, tuo greičiau įvyksta reakcija). Kai pavyzdžiai būna paimti iš plaukuotojo beržo, nuosėdų nebūna, reagento tirpalas lieka skaidrus – šviesiai geltonas. Tyrimais nustatyta (Lundgren et al., 1995), kad karpotųjų beržų vidinėje žievėje (karnienoje) yra daug gliukozidų (20–60 mg/g žievės s. m.), o plaukuotųjų beržų mažai (<0,5 mg/g). Reakcija su šiuo reagentu įvyksta tada, kai gliukozidų yra daugiau nei 5mg/g (žievės s. m.).



**1 pav.** Beržo lapo morfometrinių charakteristikos  
**Fig. 1.** The morphological indices of birch leaf

- L – lapo ilgis, mm; length of leaf, mm;
- $l_1$  – lapalakščio ilgis, mm; length of lamina, mm;
- $l_2$  – atstumas nuo lapo pamato iki plačiausios jo vietos; the distance between the base and the point, where the lamina is the widest;
- $l_3$  – lapkočio ilgis, mm; length of petiole, mm;
- P – lapalakščio plotis, mm; width of lamina, mm;
- $\alpha$  – lapo pamato kampas; angle the base of leaf.

Paimtus žievės mėginius galima panaudoti cheminiam testui ir po kelių dienų. Tai patikimas, pigus, greitas ir patogus metodas, ypač žiemą, kai beržai yra be lapų. Šis metodas gali būti naudojamas miškotvarkos treniruočių metu, miškininkų praktikų bei mokymo tikslams, kai kyla neaiškumų dėl beržo rūšies nustatymo. Tačiau šiuo metodu negalima atskirti karpotųjų ir plaukuotųjų beržų hibridų (O'Dowd, 2004).

Beržo rūšis identifikuota pagal švedų mokslininkų (Lundgren et al., 1995) pasiūlytą cheminį metodą, kuris remiasi beržo vidinės žievės reakcija su 2,4–dinitrofenilhidrazinu (2 pav.).



**2 pav.** Beržo rūšies identifikavimas, taikant cheminį metodą (Lundgren et al., 1995):

A – žievės mėginių paėmimas cheminėms analizėms;

B – įrankiai mėginiams paimti;

C – rūšies identifikavimas: 1 – mėgintuvėlis su reagentu – 2, dinitrofenilhidrazinu; 2 – mėgintuvėlis su plaukuotojo beržo vidinės žievės gabalėliu; 3, 4, 5, – mėgintuvėliai su karpotojo beržo vidinės žievės gabalėliais (aiškiai matomos oranžinės nuosėdos).

**Fig. 2.** Birch species identification applying chemical method (Lundgren et al., 1995):

A – sample collecting for chemical analysis;

B – tools for sample collecting;

C – species identification: 1 – test-tube with 2,4-dinitrophenylhydrazine; 2 – test tube with pieces of inner bark of downy birch; 3,4,5 – test tubes with pieces of inner bark of silver birch (sediments are seen).

## Rezultatai ir jų aptarimas

Atlikus diskriminantinę analizę, paaiškėjo, kad visus morfologinius/morfometrinius požymius galima suskirstyti į 2 stambias grupes. Pirmajai grupei priskyrėme požymius, kurių teisingos klasifikacijos abiem rūšims vidurkis didesnis nei 95 %. Šią grupę sudaro tokie požymiai: pumpurų lipnumas, žiauberis pakilimo aukštis, lapo viršūnės forma, ūglių karpotumas/plaukuotumas, lapo ir lapkočio plaukuotumas, žievės supleišėjimo gylis, lapalakščio forma ir kt. Prie mažesnių diagnostinę vertę turinčių požymių (antroji grupė) priskyrėme lapo kraštų dantytumą, lapo šoninių gyslų skaičių, o taip pat lapo, lapkočio ir lapalakščio ilgių santykius, šakų svyrakliškumą bei lajos formą. Pirmosios grupės rodiklius Wilks'o lambda ( $\lambda$ ) svyruoja nuo 0,10 iki 0,26, o antrosios – nuo 0,547 iki 0,95.

**2 lentelė. Beržų kai kurių morfologinių rodiklių vertinimo skalė (balais)**

**Table 2. Evaluation scale of some morphological indices of birch trees (in scores)**

Eil. Nr. No.	Morfologiniai požymiai <i>Morphological indices</i>	Vertinimas (balais)/ <i>Evaluation (in scores)</i>				
		1	2	3	4	5
1.	<b>Lajos forma</b> <i>Crown form</i>	atvirksčiai kiaušiniška	elipsiška	koloniška	kiaušiniška	plačiai kiaušiniška
2.	<b>Lajos architektūra</b> ("laiptiškumas") <i>Crown architecture (structure)</i>	sudaryta iš atskirų dalių, laja ryškiai segmentuota	laja padalyta į tris atskirus segmentus	laja padalyta į dvi dalis (du ryškūs atskiri segmentai)	ištisinė su nežymiais smulkiais segmentais	tolyginė arba ištisinė, be atskirų segmentų laja („nelaiptiška“)
3.	<b>Šakų svyrakliškumas</b> <i>Branch pendulous/spreading</i>	šakos nesvyrančios, „susiauštos“ į viršų, išskėstos iki gulščių	dalis plonųjų šakų viršūnių svyra žemyn	svyra didžioji dalis plonųjų šakų žemyn	dalis storųjų šakų svyra, dauguma plonųjų šakų svyra žemyn	kai kurios storosios ir visos plonosios šakos ryškiai svyra žemyn
4.	<b>Žievės spalva</b> <i>Bark colour</i>	ryškiai balta	bronzinė ( gelsvai rausva )	šviesiai pilkšva	juosva ( pilkšvai juoda)	juoda
5.	<b>Ūglių karpotumas ir/ar plaukuotumas</b> <i>Shoots wartiness and/or pubescence</i>	gausiai plaukuoti, ypač jaunų medelių ir paskutinių metų ūgliai	mažai plaukuoti	yra šiek tiek plaukelių ir karpelių	mažai karpoti	gausiai karpoti, ypač jaunų medelių ir paskutinių metų ūgliai
6.	<b>Pumpurų lipnumas</b> <i>Bud stickness</i>	labai lipnūs, ypač jaunų medelių ir paskutinių metų pumpurai	lipnūs	mažai lipnūs	šiek tiek lipnūs jaunų medelių ir paskutinių metų pumpurai	nelipnūs
7.	<b>Lapalakščio forma</b> <i>Lamina shape</i>	rutuliški ( kurių ilgis ir plotis beveik lygūs)	plačiai elipsiški (ovališki) (kurių lakšto ilgis beveik 2 kartus viršija plotį)	kiaušiniški ( kurių pamatinė dalis platesnė už viršūninę, lapo pamatas apskritas)	trikampiški ( kurių pamatinė dalis ryškiai išplatėjusi, lapo pamatas dažniausiai tiesus	rombiški ( kurių abu galai nusmailėję)
8.	<b>Lapo pamato forma</b> <i>Lamina base form</i>	tiesus	apskritas (apvalus)	bukas	smailas	pleištiškas
9.	<b>Lapo viršūnė</b> <i>Shape of leaf tip</i>	apskrita	buka	staiga nusmailėjusi	smaila	pailgai nusmailėjusi
10.	<b>Lapų dantytumas</b> <i>Leaf serration</i>	vieną kartą dantyti (danteliai beveik statmeni lapo kraštui)	dvigubai dantyti	giliai pjūkliški	pjūkliškai dantyti (danteliai aštrūs, palinkę link lapo viršūnės)	dvigubai pjūkliškai dantyti, dantelių viršūnės užlenktos į lapo viršūnę
11.	<b>Lapalakščio plaukuotumas</b> <i>Lamina pubescence</i>	abipus gausiai plaukuotas, ypač jaunų medelių ir paskutinių metų lapų	apatinė pusė plaukuota	plaukeliai palei gyslas ir gyslų šakumose	plaukeliai tikta tarpugyslių kampuose	plaukelių nėra (pliki)
12.	<b>Lapkočio plaukuotumas</b> <i>Petiole pubescence</i>	lapkočiai gausiai plaukuoti	plaukuoti	mažai plaukuoti	šiek tiek plaukuoti	neplaukuoti (pliki)



Tyrimų duomenimis didžiausią diagnostinę vertę turi pumpurų lipnumas ir žiauberis pakilimo aukštis ( $\lambda=0,10$ ), o mažiausią – lajos forma bei lapo pamato kampas ( $\lambda=0,91-0,95$ ).

Apkaičiavome kiekvieno pirmosios grupės morfologinio požymio reikšmingumo indeksą, tam panaudodami  $\lambda$  reikšmes (mažiausia  $\lambda$  reikšmė prilyginta 10 balų). Skaičiavimų duomenys pateikti 3 lentelėje.

Atlikus morfologinio ir cheminio metodo verifikavimą, paaiškėjo, kad beržų, kurių reagento spalva buvo ryškiai oranžinė bei „tarpinė“ (nebuvo ryškiai oranžinė, o iš dalies pakitusi) savo morfologiniais požymiais buvo priskirti karpotiesiems beržams pagal morfologinių požymių kompleksą ir mūsų anksčiau pasiūlytą ir aprašytą metodiką. Nagrinėjant tipiškų karpotųjų beržų (reagento spalva – ryškiai oranžinė) ir netipiškų karpotųjų beržų (reagento spalva pasikeitė, bet nebuvo ryškiai oranžinė) morfologinius požymius galima teigti, kad jų rodikliai skiriasi minimaliai. Vidutinis beržų visų morfologinių požymių suminis balas, kurių reagento spalva buvo ryškiai oranžinė, yra  $166,5 \pm 4,9$ , o „tarpinės“ reagento spalvos beržų –  $156,6 \pm 5,9$  (skirtumas 5,9 %). Taigi visais atvejais beržai, kurių reakcija su reagentu – „tarpinė“, yra žymiai artimesni savo morfologiniais rodikliais karpotiesiems beržams, kurių reagento spalva ryškiai oranžinė, nei beržams, kurių reagento spalva lieka nepakitusi – t.y. plaukuotiesiems beržams. Beržai su „tarpine“ reagento spalva buvo priskirti karpotiesiems.

Atlikus tyrimus, paaiškėjo, kad genetinio (naudojant APPD metodą – atsitiktinai pagausinta polimorfinė DNR; angl. RAPD, *random amplified polymorphic DNA*) ir cheminio (Lundgren et al., 1995) beržų rūšių identifikavimo testų duomenys sutapo 93,7 %, morfologinio ir cheminio metodų – 96,9 % ir morfologinio su genetiniu – 90,6 %. Tačiau beržai, cheminiu metodu nustatyti kaip tarpiniai (reagento spalva iš dalies pasikeitė, bet nebuvo būdinga, t.y. ryškiai oranžinė), pagal genetinį testą buvo priskirti karpotiesiems. Tarpiniai beržai savo morfologiniais požymiais taip pat buvo artimesni karpotiesiems beržams. Palyginus tris skirtingus beržų rūšių identifikavimo metodus – morfologinį, cheminį (Lundgren et al., 1995) ir genetinį (naudojant APPD metodą), nustatyta, kad visi trys metodai yra patikimi ir naudotini nustatant šias beržų rūšis – rūšių identifikavimas visais trimis metodais sutapo 90,6 %. Šiuo metu praktiškiausi, pigiausi, greičiausiai atliekami, be to, pakankamo patikimumo ir nereikalaujantys sudėtingų techninių reikalavimų identifikuojant karpotąjį ir plaukuotąjį beržus yra morfologinis ir cheminis metodai.

Identifikuotas tarpinės beržų modeliųjų medžių formas pagal morfologinius požymius visais atvejais cheminis ir genetinis metodai nurodė tą beržo rūšį, kuriai balai pagal morfologinių požymių įvertinimo skalę buvo artimesni. Nustatytos tarpinės beržų modeliųjų medžių formos pagal cheminį testą (Lundgren et al., 1995), visais atvejais pagal genetinį testą buvo identifikuoti kaip karpotieji beržai. Remiantis karpotojo ir plaukuotojo beržų identifikavimo metodų tapatumo analize galima teigti, kad visi panaudoti šiuose tyrimuose beržų identifikavimo metodai yra pakankamai patikimi ir naudotini.

Į šiuos požymius pirmiausia reikėtų atkreipti dėmesį identifikuojant karpotojo ir plaukuotojo beržų rūšis. Naudojantis pateiktais požymių reikšmingumo indeksais ir vertinimo skale (3 lentelė), galima apskaičiuoti suminį balą (B), kurio dydis leis stebimą beržą priskirti vienai iš mūsų analizuojamų rūšių:

3 lentelė. Plaukuotojo (*Betula pubescens* Ehrh.) ir karpotojo (*B. pendula* Roth.) beržų identifikavimas pagal išorinius požymius

Table 3. Identification of downy (*Betula pubescens* Ehrh.) and silver (*B. pendula* Roth.) birch by their morphological indices

Eil. Nr. No.	Identifikavimo charakteristika ir jos reikšmingumo indeksas (P) <i>Identification characteristic and its significance index (P)</i>	Vertinimo skalė, balais <i>Evaluation scale, in scores</i>		
		1	2	3
1.	<b>Pumpurų lipnumas</b> <i>Bud stickness,</i> <i>P=10</i>	labai lipnūs: limpa prie popieriaus, pirštų	vidutiniškai lipnūs	nelipnūs, šiek tiek lipnūs pavasarį
2.	<b>Žiauberis pakilimo aukštis</b> <i>Lift height of outer bark on stem,</i> <i>P=10</i>	iki 10% kamieno aukščio	10 – 20% kamieno aukščio	daugiau kaip 20% kamieno aukščio
3.	<b>Lapo viršūnės forma</b> <i>Shape of leaf tip,</i> <i>P=9</i>	lapo viršūnė trumpai nusmailėjusi	smaila	ištęstai nusmailėjusi, kartais palenkta į šoną
4.	<b>Ūglių karpotumas ir/ar plaukuotumas,</b> <i>Wartiness and/or pubescence of shoots,</i> <i>P=6</i>	gausiai plaukuoti, karpelių nėra	šiek tiek karpoti ir plaukuoti	gausiai karpoti, plaukelių nėra
5.	<b>Lapalakščio forma</b> <i>Shape of lamina,</i> <i>P=6</i>	nuo kiaušiniškos iki apvalios	ovališki	dažniausiai trikampiški iki rombo formos
6.	<b>Žievės supleišėjimo gylis</b> <i>Depth of bark fissures,</i> <i>P=6</i>	lygi žievė, beveik nesupleišėjusi (1 – 3 mm)	negiliai supleišėjusi (3 – 10 mm)	giliai supleišėjusi (daugiau kaip 10 mm)
7.	<b>Lapo ir lapkočio plaukuotumas</b> <i>Leaf and petiole pubescence,</i> <i>P=5</i>	plaukuoti kotelis bei lapo abi pusės, ypač apatinė	negausiai plaukuoti, daugiau apatinė lapo pusė	lapas ir lapkotis pliki, neplaukuoti
8.	<b>Atstumas iki plačiausios lapo dalies nuo pamato išreiškiant santykiniu lapalakščio ilgiu</b> <i>Distance from base to widest part of leaf, expressed in relative lamina length,</i> <i>P=4</i>	apie ½	apie ½ - ⅓	iki ⅓



Eil. Nr. No.	Identifikavimo charakteristika ir jos reikšmingumo indeksas (P) <i>Identification characteristic and its significance index (P)</i>	Vertinimo skalė, balais <i>Evaluation scale, in scores</i>		
		1	2	3
9.	Lapo pamato forma <i>Leaf base form,</i> P=4	nuo apskrito iki bukai pleištiško	bukai pleištiška	nuo lygios iki pleištiškos
<b>Iš viso/Total</b>				
	Reikšmingumo indeksų suma <i>Sum of significance indexes</i> 60	Balų suma <i>Sum of scores</i> 60	Balų suma <i>Sum of scores</i> 120	Balų suma <i>Sum of scores</i> 180

**Pastabos:** 1. Teoriškai plaukuotasis beržas turi surinkti 60-100 balų, tarpinė šių beržų morfologinė forma – 100–140, karpotasis beržas – 140-180 balų.

2. Identifikuojant beržų rūšis žiauberis pakilimo aukštis ir žievės supleišėjimo gylis taikomas tik vyresnio amžiaus (virš 30 m.) medynuose atitinkamai koreguojant suminį balą.

$$B = \sum_{i=1}^n P_i \cdot V_i, \text{ kai } P_i - i\text{-tojo požymio reikšmingumo indeksas, } V_i - i\text{-tojo požy-}$$

mio vertė balais.

Be to, identifikuojant karpotąjį ir plaukuotąjį beržus reikia remtis ne tik siūlomais pagrindiniais morfologiniais požymiais, bet ir kitais papildančiais pagrindinius ir su pastaraisiais glaudžiai koreliuojančiais. Prie tokių požymių priskirtini augavietės drėgnumas ir fenologinės fazės.

Tais atvejais, kai trūksta beržų rūšies nustatymo patirties ir įgūdžių, o taip pat treniruočių metu, kai beržai yra be lapų, galima naudoti cheminį beržų rūšių identifikavimo metodą (Lundgren et al., 1995).

### Išvados

1. Remiantis literatūros analize, nustatyta, kad: pirma, plaukuotasis ir karpotasis antra, nėra vieno morfologinio požymio, pagal kurį būtų galima visiškai tiksliai identifikuoti šias rūšis; trečia, net keliolika požymių laikomi svarbiais, tačiau nėra jų reikšmingumo įvertinimo diagnozuojant rūšis.

2. Išanalizavus daugiau nei 30 įvairių morfologinių ir morfometrinių rodiklių, nustatyta, kad geriausiai šių rūšių diagnostiniais požymiais yra pumpurų lipnumas, žiauberis pakilimo aukštis, lapo viršūnės forma, ūglių karpotumas/plaukuotumas, lapalakščio forma, žievės supleišėjimo gylis, lapo ir lapkočio plaukuotumas, atstumas iki plačiausios lapo dalies nuo pamato (išreiškiant santykiniu lapalakščio ilgiu) bei lapo pamato forma (Wilks'o lambda  $\lambda=0,10-0,25$ ).

3. Pasiūlyta originali beržų rūšių identifikavimo pagal morfologinius požymius metodika, paremta morfologinių požymių verte bei jų reikšmingumu. Metodika

pritaikyta rūšių identifikavimui lauko darbų metu.

4. Identifikuojant beržų rūšis siūloma atsižvelgti ir į augavietės sąlygas (ypač jos drėgmę) bei fenologines fazes. Plaukuotieji beržai paprastai auga drėgnesnėse augavietėse (U, P), o karpotieji – sausose (N). Be to, plaukuotųjų beržų fenologinės fazės (pumpurų sproginimo, sulapojimo, žydėjimo) yra 1–2 savaitėmis vėlyvesnės nei karpotojo beržo.

5. Kritiniais atvejais (trūkstant patirties ir pan.) rūšių identifikavimui gali būti naudojamas cheminis metodas, pagrįstas vidinės žievės reakcija su 2,4 – dinitrofenilhidrozinu (Lundgren et al., 1995).

6. Šiuo metu praktiškiausi, pigiausi, greičiausiai atliekami, be to, pakankamo patikimumo ir nereikalaujantys sudėtingų techninių reikalavimų identifikuojant karpotąjį ir plaukuotąjį beržus yra morfologinis ir cheminis metodai.

## Literatūra

1. Aspelmeier S., Leuschner C. 2004. Genotypic variation in drought response of silver birch (*Betula pendula*) leaf water status and carbon gain. *Tree Physiol.*, 24.
2. Atkinson M.D. 1992. *Betula pendula* Roth. (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. *Journal of Ecology*, 80.
3. Atkinson M.D. and Codling A.N. A reliable method for distinguishing between *Betula pendula* and *B. pubescens* // *Watsonia*, 1986.
4. Atkinson M.D. Biosystematic studies of the genus *Betula* in Britain and north-west Europe. PhD thesis (CNA). The Polytechnic, Wolverhampton, U.K., 1984.
5. Atkinson M.D., Jervis A.P. and Sangha R.S. Discrimination between *Betula pendula*, *B. pubescens* and their hybrids using near-infrared reflectance spectroscopy // *Canadian Journal of Forest Research*, 1997, 27.
6. Bialobrzaska M., Truchanowiczwna J. 1960. The variability of shape of fruits and scales of the European birches (*Betula* L.) and their determination in fossil materials. *Monographiae Botanicae*, 9(20). (In Polish with English summary).
7. BirkS H.J.B. The identification of *Betula nana* pollen // *New Phytologist*, 1968. 67.
8. Brown I.R. and Al-Dawoody. Cytotype diversity in a population of *Betula alba* L. // *New Phytologist*, 1977, 79.
9. Brown I.R., Kennedy D., Williams D.A. The occurrence of natural hybrids between *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. // *Watsonia*, 1982, 14.
10. Brown I.R., Tuley G. A study of a population of birches in Glen Gurn. // *Transactions of the Botanical Society of Edinburg*, 1971, 41.
11. Clausen K.E. Interspecific crossability in *Betula* // *Proc. IUFRO Section 22 Working Group on Sexual reproduction of forest trees. Varparanta, Finland, 1970.*
12. Clausen K.E. Variation in height growth and growth cessation of 55 yellow birch seed sources // *Proc. 8th lake States For. Tree Improv. Conf. Mad. Wis. 12–13 Sept. 1967.* 1968.
13. Dagys J. Augalų anatomija ir morfologija. Vilnius, 1985.
14. Eifler I. Artkretzungen bei Birken // *Der Züchter*, 1956, 26.
15. Eifler I. Untersuchungen zum Bestäubungsvorgang und der Samenentwicklung bei Birkenartkreuzungen // *Der Züchter*, 1964, 34(8).

16. Endtmann J. Beiträge zur Biodiversität der Sanbirke (*Betula pendula* Roth.) und verwandter Sippen. Berlin, 2004.
17. Eriksson G., Jonsson A. A Review of the genetics of *Betula* // Scand. J. For. Res, 1986, 1.
18. Fahima T., Sun G.L., Baharav A., Krugman T., Beiles A., Nevo E. 1999. RAPD polymorphism of wild emmer wheat populations, *Friticum dicoccoides*, in Israel. *Theor Appl Genet.*, 98.
19. Fries J. Vartbjorkens production i Svealand och sodra Norrland. (Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in middle Sweden and southern north Sweden.) // Stud. For. Suec, 1964, 14.
20. Frivold L.H., Mielikainen K. The silviculture of birch in Scandinavia. In The Commercial Potential of Birch in Scotland. R.Lorrain – Smith and R. Worrell (eds). FICGB, London, 1991.
21. Gardiner A.S. Biometric study of leaf variation in some British birch populations // Forestry, 1972, 45(1).
22. Gill J.A., Davy A.J. 1983. Variation of poliploidy within lowland populations of the *Betula pendula/B. pubescens* complex. *New Phytologist*, 94.
23. Gill J.A., Davy A.J. 1984. Variation due to environment and heredity in birch transplanted between heath and bog. *New Phytol.*, 97.
24. Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R. Comparative Plant Ecology. Unwin-Hyman, London, 1988.
25. Helms A. and Jorgensen C.A. Maglemoser i grib skov. Underspgelser over vegetationen paa en nordsjaellandsk mose. VIII. Birkene paa Maglemoser // Botanisk Tidsskrift, 1925, 39.
26. Hibsich-Jetter C. 1994. Birken in den Alpen. *Contributions Biologie Arborum* 6. Ecomed-Verlagsgesellschaft. Landsberg am Lech.
27. Hömmö L.M. and Särkilahi E.M. Method of counting chromosomes of hardwood trees using root tips and young leaves // Can. J. For. Res, 1986, 16.
28. Howland D.E. Molecular variation in populations of *Betula* L. PhD thesis, University of East Anglia, 1992.
29. Hwang S.-Y., Lin H.-W., Kuo Y.-S., Lin T.-P. 2001. RAPD variation in relation to population differentiation of *Chamaecyparis formosensis* and *Chamaecyparis taiwanensis*. *Bot Bull Acad Sin*, 42.
30. Jarvinen P. 2004. *Nucleotide variation of birch (Betula L.) species: population structure and phylogenetic relationships*. University of Joensuu, PhD dissertations in biology, 34.
31. Jentys-Szaferowa J. Analysis of the collective species *Betula alba* L. on the basis of leaf measurements. Part I. Aim and method of the work on the example of *Betula verrucosa* Ehrh. Bull. Internat. Acad. Polon. Des Sci. Et des Lettes, Ser B–I., 1949/1950.
32. Jentys-Szaferowa J. Analysis of the collective species *Betula alba* L. on the basis of leaf measurements. Part II. *Betula pubescens* Ehrh., *B. tortuosa* Ledeb., *B. carpatuca* Valdst et Kit. Bull. Internat. Acad. Polon. Sci. math.–natur, ser B–I., 1950–1951.
33. Jentys-Szaferowa J. Biometrical studies on the collective species *Betula albae*

L. // Inst. Rech. For. Dom. Pol., Ser. A., 1938, 40.

34. Jentys-Szaferowa J. Zmiejnosć lisei i owosowdrzem i Narodowego. Warszawa, 1970.

35. Johnsson H. Hereditary precocious flowering in *Betula verrucosa* and *B. pubescens* // Hereditas, 1949, 35.

36. Johnsson H. Interspecific hybridization within genus *Betula* // Hereditas, 1945, 31.

37. Johnsson H. Triploidy in *Betula* // Botaniska Notiser, 1945.

38. Johnsson H. Triploidy in *Betula alba* // Bot. Notiser, 1944, 97.

39. Juknys R., Repšys J., Tebėra A. Dendrometrių miško tyrimų metodika (lauko darbai). LŽŪU, 1981.

40. Julkunen-Tiitto R., Rousi M., Bryant J., Sorsa S., Keisnanen M., Sikanen H. Chemical diversity of several Betulaceae species: comparison of phenolics and terpenoids in northern birch stems // Trees, 1996, 11.

41. Keinanen M., Julkunen-Tiitto R., Mutikainen P., Wals M., Ovaska J., Vapaavuori E. 1999. Trade-offs in phenoloc metabolism of silver birch: effect of fertilization, defoliation and genotype. *Ecology*, 80.

42. Koski V., Rousi M. 2005. Rreview of the promises and constraints of breeding silver birch (*Betula pendula* Roth.) in Finland. *Forestry*, Vol. 78, 2.

43. Krussmann G. Handbuch der Laubholze, II. Berlin & Hamburg; Parey, 1976.

44. Kujala V. Koivututkimuksia // Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 1946, 34(1).

45. Lahtinen M., Kapari L., Kentta J. 2006. Newly hatched neonate larvae can glycosylate: the fate of *Betula pubescens* bud flavanoids in first instar *Epirrita autumnata*. *Jour. Chemical ecology*, 32(3).

46. Li C.Y., Junttila O., Ernsten A., Heino P., Palva E.T. 2003. Photoperiodic control of growth, cold acclimation and dormancy development in silver birch (*Betula pendula*) ecotypes. *Physiologia Plantarum*, 117(2).

47. Lietuvos Nacionalinė Miškų Inventorizacija 1998 – 2002 // Atrankos schema, metodai, rezultatai. Kaunas, 2003.

48. Lundgren L.N. PAN H., Theander O., Eriksson H., Johansson U. and Svenningsson M. Development of a new chemical method for distinguishing between *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden // Can. J. For. Res, 1995, 25.

49. Luomajoki A., 1999. Differences in the climatic adaptation of silver birch (*Betula pendula*) and downy birch (*B. pubescens*) in Finland based on male flowering phenology. *Acta For. Fenn.*, 263.

50. Makinen H., Ojansuu R., Niemisto, P. 2003. Predicting External Branch Characteristics of Planted Silver Birch (*Betula pendula* Roth.) on the Basis of Routine Stand and Tree Measurements. *J. For. Science*. Washington, Vol. 49, Part 2.

51. Mitchell A. Field Guide to the Trees of Britain and Northern Europe. Collins, Glasgow, 1976.

52. Morgenthaler H. Beiträge zur Kenntnis des Formenkreises der Sammelart *Be*

- tula alba* L. Viereeljaresschr // Naturf. Ges. Zürich. Bd, 1915, 60.
53. Natho G. Variationsbreite und Bastardbildung bei mitteleuropäischen Birkenstippen // Feddes Repertorium, 1959, 61.
  54. Navasaitis M. Dendrologija. Vilnius, 2004.
  55. Navasaitis M. ir kt. Lietuvos dendroflora. Monografija. Kaunas, 2003.
  56. Niemisto P. 1996. Yield and quality of planted silver birch (*Betula pendula*) in Finland – preliminary review. *Norw. J. Agric. Sci. (Suppl.)*, 24.
  57. Nieuwenhuis M., Baret F. The growth potential of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) in Ireland // *Forestry – Oxford*, 2002, 75(1).
  58. Nokes D.C.B. Biosystematic studies of *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. in Great Britain. PhD thesis (CNA), The Polytechnic. Wolverhampton, U.K., 1979.
  59. O'Dowd N. The improvement of Irish birch. Coford, Dublin, 2004.
  60. Perala D.A., Alm A.A. Reproductive ecology of Birch: A review // *Forest Ecology and Management*, 1990, 32.
  61. Prentice I.C. Pollen separation by analysis of size frequency data // *New Phytologist*, 1981, 89.
  62. Purvinas E., Skirgailaitė V. Botanika. Vilnius; Mintis, 1975.
  63. Raffaelli M., Thomas–Domenench J.M. Botanika. K., 2000.
  64. Rodriguez J.M., Berke T., Engle L., Nienhuis J. 1999. Variation among and within *Capsicum* species revealed by RAPD markers. *Theor Appl Genet.*, 99.
  65. Svirskis A., Vilkonis K.K. Augalų sistematika ir ekologijos pagindai. Vilnius, 2003.
  66. Volis S., Yakubov B., Shulgina I., Ward D., Zur V., Mendlinger S. 2001. Tests for adaptive RAPD variation in population genetic structure of wild barely, *Hordeum spontaneum* Koch. *Biological Journal of the Linnean Society*, 74.
  67. Wang T., Hagqvist R., Tigerstedt P.M.A. 1995. The relationship between yield and carbon fixation in selected hybrid families after crossing selfed lines of *Betula pendula* Roth. *For. Gen.*, 2.
  68. Williams G.K., Kubelik A.R., Livak J., Rafalski J.A, Tingey S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, 18.
  69. Багаев С.Н. Селекция изорчатой и калокорешковой березы в условиях Костромской области. Автореф. дис. ... канд. с.–х. наук. Свердловск, 1965.
  70. Василевская В.К. Развитие экологических анатомий в СССР // *Ботан. журн.*, 1979, 64(5).
  71. Говоруха Г.И. Термостойкость листьев двух видов березы на Урале в связи с их анатомо–физиологическими особенностями. Тез. докл. III Уральского совещания по физиологии и экологии древесных растений. Уфа, 1970.
  72. Данченко А.М. Популяционная изменчивость березы. Новосибирск; Наука, 1990.
  73. Кулагин Ю.З. Экология березы бородавчатой и березы пушистой в связи с особенностями их водного режима. Тр. Ин–та / Ин–т Биологии УФАИ СССР. Вып. 35, 1963.

74. Мамаев С.А. Некоторые вопросы формирования популяционной структуры вида древесных растений // Экология, 1970, 1.

75. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Тр. Ин-та / Ин-т экологии растений и животных УФАИ СССР. Вып. 64, 1969.

76. Махнев А.К., Мамаев С.А. 1975. Внутривидовая изменчивость березы на Урале в связи с проблемами систематики рода. *Закономерности внутривидовой изменчивости листовых древесных пород*. Тр. ин-та / Ин-т экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 91.

77. Чубанов К.Д. 1972. О возможностях естественной гибридизации берез бородавчатой и пушистой в связи с их фенологическими особенностями. Минск; *Урожай*, Вып. 2.

78. Шемберг М.А. Береза каменная: (Систематика, география, изменчивость). Новосибирск; Наука, Сиб. отд-ние, 1986.

## Vytautas Bareika

### Identification possibilities and methods of silver (*Betula pendula* Roth.) and downy birch (*B. pubescens* Ehrh.)

#### Summary

There are two birch species forming stands of Lithuania – silver (*Betula pendula* Roth.) and downy birch (*B. pubescens* Ehrh.). However, during the forest inventory or in practical forestry, these two species were identified as *Betula* genus.

This the literature analysis of identification possibilities of birch species presented. According to literature and results of the original studies (studies covered 27–82 year old stands growing in the site types of different fertility and humidity), there were estimated the main morphological indices which allow to identify these two birch species. For more precise species identification inner birch bark reaction to 2,4 – dinitrofenilhidrozin was used (Lundgren et al., 1995). After analysis of more than 30 different morphological and morphometric indices it was estimated that the best diagnostic indices of these birch species are bud stickness, lift height of outer bark on the stem, leaf tip shape (extended or not), wartiness or/ and pubescence of shoots, shape of lamina, depth of fissured bark, pubescence of leaf and petiole, distance from the base to the widest part of a leaf (indicated by relative lamina length), form of a leaf base (Wilk's  $\lambda = 0,10-0,25$ ).

A original identification method of species was suggested applying diagnostic values of separate morphological indices and rating by scores. This method is suggested for the birch species identification in the field work.

A chemical (colorimetric) method for the identification of silver and downy birch was tested and applied (Lundgren et al., 1995).

*Keywords: silver and downy birch, morphology, identification.*



## LIETUVOS SKROBLYNŲ PAPLITIMAS IR JŲ PRODUKTYVUMAS

Albinas Tebėra<sup>1</sup>, Tadas Tebėra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

<sup>2</sup>*UAB „Ekuras“*

Skroblynai Lietuvoje užima tik 0,13 % šalies miškų ploto. Nors šiuo metu skroblas didelės eksploatacinės reikšmės neturi, tačiau jis gali būti naudingas formuojant ažuolynus ir kitus vertingus medynus. Labai tanki ir kieta skroblo mediena turėtų būti labiau vertinama. Skroblas naudingas miško melioracijoje kaip dirvožemį gerinanti rūšis. Jis vertingas kaip dekoratyvinis ir ornitochorinis medis.

Iki šiol skroblynai Lietuvoje mažai tyrinėti. Tyrimų tikslas – ištirti skroblynų paplitimą Lietuvoje ir įvertinti jų produktyvumą. Tyrimams panaudoti visų Lietuvos medynų, kurių rūšinėje sudėtyje yra skroblo, kiekybiniai rodikliai. Iš viso panaudoti 6290 medynų, augančių 16820 ha plote, duomenys. Iš jų 1067 medynuose (2395 ha) vyrauja skroblas. Dar tyrimams panaudoti trys tyrimo bareliai, įsteigti bręstančiuose ir brandžiuose skroblynuose.

Tyrimais nustatyta šiaurinė skroblo arealo riba, esanti Lietuvos teritorijoje. Išnagrinėtas skroblynų paplitimas įvairiuose augaviečių tipuose bei pasiskirstymas amžiaus klasėmis. Nustatyti stiebų formos ir nulaibėjimo ryšiai su medžių skersmeniu ir aukščiu. Ištirtas apvaliosios medienos ydų paplitimas. Sudaryti medynų našumo ir prekingumo medeliai bei apskaičiuotas optimalus skroblynų kirtimo amžius.

*Raktažodžiai: skroblas, skroblo arealas, stiebų forma, skroblynų produktyvumas.*

### Įvadas

Mūsų šalyje augantys skroblynai ir jų buveinės nėra tipiški, nes Lietuvos teritorijoje yra tik šiaurinis skroblo arealo pakraštys. Skroblynai Lietuvoje užima tik 0,13 % šalies miškų ploto, o skroblo medienos išteklių – 0,09 % visų šalies miškų medynų tūrio. Ši rūšis pagal dabartinę miško ūkio strategiją nėra tikslinė, todėl formuojant medynus skroblių paliekama mažai arba jie visai pašalinami. Nors skroblas didelės eksploatacinės reikšmės neturi, tačiau net miškininkystės požiūriu skroblas gali būti naudingas formuojant ažuolynus ir kitus vertingus medynus. Kita vertus, nepaprastai tanki ir kieta skroblo mediena turėtų būti labiau vertinama. Žalios skroblo medienos tūrio svoris – 0,92–1,25, o ore išdžiovintos – 0,62–0,82 (Repšys, 1994). Praeityje lietuviai iš skroblo medienos gamindavo tokius gaminius (sraigtus, krumpliaračius ir kt.), kurie atsparumu beveik prilygdavo metaliniams. Tikėtina, kad iš skroblo medienos būtų galima pagaminti labai tvirtą ir vertingą parketą. Skroblo mediena gali būti naudojama mašinų detalėms, dailės dirbiniais, baldams, muzikos instrumentams, įrankiams, tekintiems dirbiniais, fanerai gaminti. Iš skroblo medienos gaminamos labai kaitrios malkos. Be to, skroblas savo augimo vietose gerina dirvožemį, todėl gali būti naudojamas miško melioracijoje. Jis vertingas kaip dekoratyvinis medis, tinka karpomoms gyvatvorėms. Lietuvoje auginama glaustašakė skroblo forma – *Pyramidalis* (Navasaitis, 2004). Pastaruoju metu atrandamos naujos skroblo panaudojimo galimybės. Kai kuriose rytų šalyse iš paprastojo skroblo formuojami bonsai medeliai (Ptakauskas, 2011). Skroblas nei vabzdžių, nei grybų nėra mėgiamas, todėl dažnai atrodo sveikesnis nei kitų rūšių medžiai. Dėl savo tankios lajos pritraukia nemažai paukščių. Skroblių jauni medeliai yra mėgstamas žvėrių maistas.

Iki šiol skroblynai Lietuvoje mažai tyrinėti. Išsamesnius tyrimus atliko tik prof. J. Rautkys 1928 m. Šiuo metu, kai vis didesnis dėmesys skiriamas miškų natūralizacijai, kertinių buveinių apsaugai, tampa aktualu geriau pažinti ir ištirti mažiau tyrinėtojų dėmesio sulaukusias medžių rūšis, kurioms priskirtinas ir paprastasis skroblas.

## Tyrimų tikslas

Ištirti skroblynų paplitimą Lietuvoje ir įvertinti jų produktyvumą.

## Tyrimams panaudota empirinė medžiaga

Darbe naudojami Valstybinės Miškų tarnybos instituto duomenų bazėje sukaupti miškų inventorizacijos duomenys. Panaudoti šie medynų rodikliai: rūšinė sudėtis, amžius, vidutinis aukštis, vidutinis skersmuo, augavietės tipas, medienos tūris. Tyrimams panaudoti visų Lietuvos medynų, kurių rūšinėje sudėtyje yra skroblo, kiekybiniai rodikliai. Iš viso panaudoti 6290 medynų, augančių 16 820 ha plote, duomenys. Iš jų 1067 medynuose (2395 ha) vyrauja skroblas.

Tyrimams panaudoti trys tyrimo bareliai, įsteigti Kaišiadorių miškų urėdijos Kaukinės girininkijos bręstančiuose ir brandžiuose skroblynuose (1 lentelė).

### 1 lentelė. Tiriamųjų medynų charakteristika

Table 1. Characteristic of sample stands

Kvar-talo Nr. Block No	Sklypo Nr. Plot No	Sklypo plotas ha Plot area ha	Medyno rūšinė sudėtis Tree species composition	Medyno amžius m. Age of stand years	Medyno bonitetinė klasė Site index	Augavietės tipas Site type	Medyno skalsumas Stocking level
11	11	1,2	7Sk2A1D	50	2	Nds	0,7
11	4	20,0	7Sk1A1D1E	60	2	Nds	0,7
11	10	4,4	7Sk1A1B1D	70	2	Nds	0,7

Kaišiadorių miškų urėdijos Kaukinės girininkijos 13 kvartalo kertamoje biržėje (11 sklypas) išmatuoti 33 modeliniai medžiai. Medžių amžius – 60 – 65 m., augavietė – *Nds*, medyno bonitetinė klasė – II.

## Tyrimų metodika

*Skroblių paplitimo tyrimai ir skroblynų našumo modeliavimas.* Tiriama skroblynų paplitimą Lietuvoje ir nustatant skroblo arealo šiaurinę ribą panaudota Valstybinės miškų tarnybos sudaryta medynų duomenų bazė. Pagal šiuos duomenis su ARCVIEW 3.2 kompiuterine programa sudarytas skroblo paplitimo Lietuvoje žemėlapis. Gauta šiaurinė skroblo arealo riba palyginta su 1928 m. prof. J. Rautkio atliktų tyrimų rezultatais.

Nustatant skroblynų paplitimą pagal augavietes ir amžiaus klases panaudota Microsoft Excel XP programa. Skroblynų duomenys buvo sugrupuoti pagal augavietes ir amžiaus klases, kad būtų lengviau apskaičiuoti atitinkamos amžiaus klasės skroblynų augančių vienoje ar kitoje augavietėje, plotą ir medienos tūrį.



**Medynų produktyvumo modeliavimas.** Medynų produktyvumui modeliuoti panaudoti Lietuvos skroblynų duomenys, sukaupti Valstybinės miškų tarnybos duomenų bazėje, bei tyrimo barelių ir modeliųjų medžių matavimo duomenys.

Tyrimo bareliuose be įprastinių medžių matavimų kiekvienam skroblo stiebui išmatuota bešakės medienos ilgis ir atstumai iki 6 artimiausių medžių.

Modeliniams medžiams nustatytas stiebų nulaibėjimas matuojant kas 2 m jų skersmenis. Skersmenų matavimo vietose išmatuotas ir žievės storis bei apibūdintos ir išmatuotos apvaliosios medienos ydos.

Modelinių medžių stiebų tūris apskaičiuotas pagal sudėtinę Huberio formulę. Medienos ydos apibūdintos ir išmatuotos pagal veikiančius standartus (Lietuvos standartas 1998,1999). Tik stiebų kreivumas vertintas supaprastintu būdu. Medžiai sugrupuoti į stiebų kreivumo klases panaudojant tokią skalę:

- Tiesūs medžiai, kai stiebo kreivumas iki 2 %,
- Vidutiniškai kreivi medžiai, kai kreivumas 2–5 %,
- Kreivi medžiai, kai kreivumas didesnis kaip 5 %.

Santykinis stiebų nulaibėjimas tirtas V. Zacharovo metodu (Repšys, Antanaitis, 1970).

Stiebų tūrio modeliai sudaryti pagal tokią formulę:

$$V_{sž} = GHf, \quad (1)$$

čia:  $V_{sž}$  – stiebo tūris su žieve,  
 $G$  – stiebo skersplotis 1,3 m aukštyje,  
 $H$  – stiebo ilgis,  
 $f$  – stiebo formrodžis.

Stiebo formrodžiui apskaičiuoti atlikti specialūs tyrimai ir sudaryta porinės regresijos lygtis, išreiškianti formrodžio priklausomybę nuo medžių skersmens 1,3 m aukštyje.

Tiriant stiebų tūrio sortimentinę struktūrą, išskirtos tik 2 likvidinės medienos kategorijos: padarinė ir malkinė mediena. Viso medyno tūrio struktūra pagal medienos kategorijas apskaičiuota stiebų medienos tūrį dauginant iš medžių skaičiaus storumo laipsniuose.

## Tyrimų rezultatai

**Dabartinė šiaurinė skroblių arealo riba.** Panaudojus duomenis, sukauptus Valstybinės miškų tarnybos duomenų bazėje, nustatyta, kad dabartinė šiaurinė jo arealo riba eina pro Skuodą, Darbėnus, Platelius, Plunge, Rietavą, Kvėdarną, Kaltinėnus, Luokę Kražius, Tytuvėnus, Krakes, Josvainius, Žeimius, Upninkus, Žaslius, Vievį, Lentvarį, Aukštadvarį, Onuški, Valkininkus, Gerviškes. Į šiaurę nuo šios ribos yra atskiros salos, Mažeikių urėdijos Kairiškių ir Mažeikių girininkijose, Pakruojo urėdijos Žeimelio girininkijoje, Biržų urėdijos Šilų girininkijoje, Rokiškio urėdijos Vyžuonos girininkijoje, Zarasų urėdijos Antazavės ir Salako girininkijose, Anykščių urėdijos Anykščių ir Sedeikų girininkijose, Utenos urėdijos Čilėnų girininkijoje, Švenčionėlių urėdijos Lakajos girininkijoje, Ignalinos urėdijos Daugėliškių ir Dūkšto girininkijose, Ukmergės urėdijos Čiobiškio, Gelvonų ir Širvintų girininkijose bei Nemenčinės miškų urėdijos Nemenčinės girininkijose (1 pav.).

Skroblas arealo pakraštyje dažniausiai sutinkamas pavieniais medžiais ar medžių grupėmis.



1 pav. Skroblynų paplitimo Lietuvoje žemėlapis

Fig. 1. Map of distribution of horbeam stands in Lithuania

Lyginant gautus skroblių paplitimo rezultatus su prof. J. Raukčio (1928) tyrimų duomenimis gauta, kad daugelyje vietovių nustatytos ribos yra labai panašios - tik ties Raseiniais ir Kaltinėnais dabar skroblių aptikta atitinkamai apie 20 ir 40 km šiauriau nuo J. Raukčio nustatytos ribos. Vargu ar būtų teisinga teigti, jog skroblių šiaurinė arealo riba šiose vietovėse per 70 km tiek prasiplėtė į šiaurę. Veikia J. Raukčio nustatyta riba ties Raseiniais ir Kaltinėnais nėra tiksli.

**Skroblių paplitimas pagal augavietes.** Skroblynai Lietuvoje auga 8 augavietėse. Daugiausiai jų (beveik 31 % skroblynų ploto) yra *Nd* augavietėje. Truputį mažiau – *Šd* (28 %) ir *Nc* (19 %). Po 2–9 % skroblynų yra *Šc*, *Ld*, *Lc*, *Lf* ir *Nf* augavietėse.

*U* ir *P* hidrotopų bei *a* ir *b* trofotopų augavietėse skroblynų nėra, tačiau čia pasitaiko medynų, kurių rūšinėje sudėtyje yra skroblių.

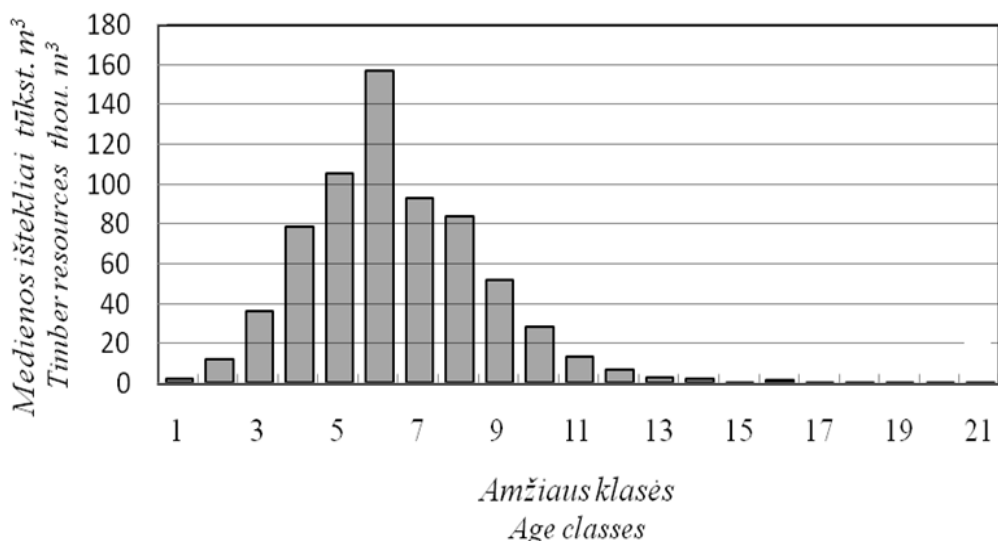
Iš viso skrobļai inventorizuoti net 16 augaviečių, tačiau daugiau kaip 50 % skroblių medienos išteklių susitelkę *Nd* ir *Nc* augavietėse. Po 6–12 % medienos yra *Šd*, *Ld* ir *Lc* augavietėse (2 lentelė).

**2 lentelė.** Skroblų medienos tūrio ( $m^3$ ) pasiskirstymas pagal augavietes

**Table 2.** Distribution of hornbeam timber by site types

Hidrotopai <i>Hydrotops</i>	Trofotopai <i>Trophotops</i>				Iš viso <i>Total</i>
	b	c	d	f	
Š	337	19991	83548		103876
N	769	189780	222630	20799	433978
L	176	40838	72065	26537	139616
U		563	1368	171	2102
P		388	275		663
Iš viso:	1282	251560	379886	47507	680235

**Skroblų paplitimas pagal amžiaus klases.** Skroblų medienos tūrio pasiskirstymas amžiaus klasėmis labai netolygus (2 pav.). Daugiausiai skroblų medienos susikaupę 6 amžiaus klasės medynuose – apie 152 tūkst.  $m^3$ . Iš viso net 88 % skroblų medienos yra 4–9 amžiaus klasės medynuose. Labai mažai skroblų medienos yra 1–3 amžiaus klasėse.



**2 pav.** Skroblų medienos tūrio pasiskirstymas amžiaus klasėmis

**Fig. 2.** Distribution of hornbeam timber resources by age classes of stands

Lyginant medienos tūrio pasiskirstymą amžiaus klasėmis įvairiose augavietėse pastebima, kad tolygiau skroblynai pasiskirstę šlaitų augavietėse (**Šc** ir **Šd**), o pagrindinėse skroblo **Nc** ir **Nd** augavietėse jaunuolynų yra labai mažai. Tai reiškia, kad pastaraisiais dešimtmečiais miškininkų ūkinė veikla nukreipta į skroblų mažinimą.

**Skroblynų našumo modeliavimas.** Vidutinis skroblynų tūris jaunuolynuose yra gana didelis. 20 m. amžiuje skroblynų tūris yra apie 80  $m^3/ha$ . Vėliau tūrio augimas sulėtėja, tačiau 80–100 m. amžiuje skroblynai auga sparčiai ir našumu atsilieka tik nuo eglynų ir drebulynų. Gerą skroblynų našumą vyresniame amžiuje lemia didelis medynų tankumas.

Skroblynų našumas ir augimo eiga Lietuvoje beveik nenagrinėta, todėl nėra sudaryta net pagrindinių normatyvų. Turėdami palyginti gausią informaciją apie skroblynų našumą, sudarėme šių medynų bonitetinę skalę (3 lentelė).



**3 lentelė. Skroblynų bonitetinė skalė**  
**Table 3. Site index scale of hornbeam stands**

Medyno amžius m. Stand age years	Vidutinis medynų aukštis pagal bonitetines klases Average height of stand by site index classes										
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
10	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6
20	4,7	5,5	6,3	7,0	7,8	8,6	9,4	10,2	10,9	11,7	12,5
30	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0	12,1	13,2	14,3	15,4	16,5	17,6
40	8,2	9,6	11,0	12,3	13,7	15,1	16,4	17,8	19,2	20,6	21,9
50	9,6	11,2	12,8	14,3	15,9	17,5	19,1	20,7	22,3	23,9	25,5
60	10,6	12,4	14,2	15,9	17,7	19,5	21,2	23,0	24,8	26,6	28,3
70	11,4	13,3	15,2	17,1	19,0	20,9	22,8	24,7	26,6	28,5	30,4
80	11,9	13,9	15,8	17,8	19,8	21,8	23,8	25,7	27,7	29,7	31,7
90	12,1	14,1	16,1	18,1	20,1	22,2	24,2	26,2	28,2	30,2	32,2
100	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0

**Stiebų forma ir nulaibėjimas.** Tirtų skroblo stiebų forma labai įvairuoja. Tai daugiausiai lemia specifinis stiebų šakotumas. Skrobliui būdinga trumpa bešakė stiebo dalis, o lają sudaro daug įvairaus storio šakų, tarp kurių dažnai pasitaiko ir labai storos šakos. Tirtant stiebų formrodį nustatyta, kad geriausiai šis rodiklis koreliuoja (koreliacijos koeficientas 0,384) su medžio skersmeniu 1,3 metro aukštyje ir mažiau (koreliacijos koeficientas 0,304) – su medžio aukščiu. Šias priklausomybes aproksimuoja tokios regresinės lygtys:

$$fsž = -0,004261 D + 0,537219, \quad (2)$$

$$fbž = -0,008380 H + 0,593450, \quad (3)$$

čia: *fsž* – stiebo su žieve formrodis,  
*fbž* – stiebo be žievės formrodis,  
*D* – medžio skersmuo 1,3 m aukštyje cm.

Skroblynų stiebų santykinis nulaibėjimas labai specifinis. Kamblinės stiebo dalies nulaibėjimas labai mažas. Iki 0,4 stiebo ilgio vidutinis skroblynų stiebų nulaibėjimas yra mažesnis už daugelio Lietuvoje augančių pagrindinių medžių rūšių (Repšys, Antanaitis, 1970). Tačiau viršūninės stiebo dalies (nuo 0,5–0,6 stiebo ilgio) vidutinis nulaibėjimas yra pats didžiausias lyginant su kitomis medžių rūšimis (5 lentelė).

Skroblynų stiebams būdingas didelis santykinio nulaibėjimo kintamumas. Kamblinėje stiebo dalyje (iki 0,4 stiebo ilgio) vidutinio santykinio stiebo skersmens variacijos koeficientas yra tik 5–9 %, o viršūninėje stiebo dalyje jis padidėja net iki 45 %.



**4 lentelė. Vidutiniai skroblynų našumo rodikliai**  
**Table 4. Average indicators of hornbeam stands**

Am- žiaus klasė Age class	Vidutinis medynų aukštis m Average height m	Vidutinis medynų skersmuo cm Average diameter cm	Vidutinis medynų tūris m <sup>3</sup> /ha Average stand volume m <sup>3</sup> /ha	Vidutiniai medynų rūšinės sudėties koeficientai Average coefficients or tree species composition												
				Skroblas Hornbeam	Ažuolas Oak	Baltalksnis Grey alder	Beržas Birch	Drebulė Aspen	Eglė Spruce	Guoba Elm	Juodalksnis Black alder	Kievas Maple	Liepa Lime	Pušis Pine	Uosis Ash	Kitos rūšys Other species
<b>Augavietės tipas Šc / Site type Šc</b>																
2	8,0	8,0	35	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	12,7	15,4	79	7,54	0,46	1,15	0,31	0,31	-	-	-	0,23	-	-	-	-
4	15,1	15,9	130	5,75	0,33	0,56	0,47	0,32	0,11	0,13	0,13	0,03	1,29	0,25	0,56	0,08
5	17,2	21,5	145	4,60	1,10	1,10	0,85	0,49	0,21	0,26	0,03	0,11	0,82	0,03	0,31	0,09
6	20,7	26,0	181	5,51	0,45	1,01	0,31	0,74	0,49	0,14	0,00	0,90	0,24	0,00	0,22	-
7	19,8	25,1	167	4,23	1,72	0,30	0,81	0,55	0,24	0,00	0,22	0,59	0,40	0,04	0,91	-
8	18,0	28,0	140	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	18,7	23,1	190	3,41	1,00	0,00	0,86	1,00	1,72	-	-	0,86	1,14	-	-	-
<b>Augavietės tipas Nc / Site type Nc</b>																
2	7,0	7,3	40	6,73	0,13	-	1,53	1,00	0,60	-	-	-	-	-	-	-
3	15,4	20,7	114	4,43	0,85	1,62	0,94	1,06	-	-	0,12	0,16	0,10	0,06	-	0,66
4	15,7	18,7	126	4,98	0,53	0,24	1,25	1,45	0,65	0,03	0,19	0,07	0,14	0,05	0,18	0,23
5	17,8	18,7	168	5,40	0,46	0,12	0,90	1,54	1,25	-	0,03	0,02	0,16	-	0,05	0,08
6	19,6	21,1	194	5,76	0,93	0,08	0,79	0,99	1,25	-	0,03	0,01	0,11	0,02	0,03	-
7	20,4	24,1	206	5,57	0,56	-	1,38	0,94	1,44	-	0,11	-	-	-	-	-
8	21,6	27,8	211	6,24	0,95	-	0,42	0,49	0,88	-	-	-	0,80	-	-	0,22
9	18,9	26,5	157	6,02	1,76	-	0,22		1,93	-	-	-	-	-	0,07	-

4 lentelės tęsinys.  
Continuation of table 4.

Am- žiaus klasė Age class	Vidutinis medynų aukštis m Average height m	Vidutinis medynų skersmuo cm Average diameter cm	Vidutinis medynų tūris m <sup>3</sup> /ha Average stand volume m <sup>3</sup> /ha	Vidutiniai medynų rūšinės sudėties koeficientai Average coefficients or tree species composition												
				Skroblas Horbeam	Ažuolas Oak	Baltalksnis Grey alder	Beržas Birch	Drebulė Aspen	Eglė Spruce	Guoba Elm	Juodalksnis Black alder	Klevas Maple	Liepa Lime	Pušis Pine	Uosis Ash	Kitos rūšys Other species
<b>Augavietės tipas Šd / Site type Šd</b>																
2	6,0	6,0	35	7,00	-	-	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	1,00
3	10,7	10,7	72	5,53	0,25	2,18	0,04	0,06	-	0,67	-	0,66	0,47	-	0,14	-
4	16,8	18,1	153	5,09	0,76	1,09	0,21	0,54	0,06	0,20	0,09	0,32	1,04	0,02	0,21	0,38
5	18,3	20,1	167	4,59	0,88	0,79	0,43	0,62	0,44	0,13	0,08	0,48	0,99	0,04	0,33	0,21
6	19,9	22,5	176	4,13	1,19	0,85	0,30	0,67	0,31	0,26	0,06	0,56	1,16	0,02	0,41	0,0
7	21,1	27,0	210	5,02	1,56	0,23	0,18	0,52	0,72	0,18	0,13	0,08	0,62	0,28	0,42	0,05
8	22,0	28,0	200	4,98	0,69	0,67	0,20	0,84	0,40	0,52	0,20	-	0,82	-	0,35	0,32
9	19,6	31,0	141	4,04	1,76	0,16	0,51	0,49	0,24	-	-	0,36	2,20	-	0,24	-
<b>Augavietės tipas Nd / Site type Nd</b>																
2	11,0	10,0	80	8,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
3	13,4	13,2	129	6,07	0,05	0,48	0,90	1,17	0,34	-	-	0,22	0,02	-	0,71	0,04
4	17,0	18,6	151	4,86	1,17	0,76	0,73	1,03	0,43	0,03	0,12	0,06	0,42	0,10	0,26	0,04
5	18,2	19,9	178	5,52	0,69	0,24	0,86	1,09	0,58	0,04	0,19	0,14	0,32	-	0,30	0,03
6	19,4	21,5	195	5,59	0,75	0,04	1,01	0,93	1,03	0,03	0,12	0,11	0,11	0,02	0,19	0,07
7	20,4	23,6	209	5,72	1,15	0,04	0,86	0,99	0,86	0,02	0,13	0,05	0,09	-	0,08	0,02
8	21,3	27,1	221	6,49	0,79	0,05	0,76	0,90	0,54	-	0,15	0,04	0,10	-	0,18	-
9	21,0	27,2	235	4,93	0,86	0,02	1,51	0,70	0,93	-	-	-	0,29	-	0,76	-
10	24,4	31,2	288	4,80	0,40	-	0,80	2,40	0,80	-	-	0,20	0,60	-	-	-



**5 lentelė. Skroblų ir kitų medžių rūšių stiebų santykinis nulaibėjimas**  
**Table 5. Relative taper of stem of hornbeam and other tree species**

Santykinis stiebo ilgis Relative length of stem	Santykinis stiebo skersmuo Relative diameter of stem							
	Pušis Pine	Eglė Spruce	Ažuolas Oak	Uosis Ash	Beržas Birch	Drebulė Aspen	Juodalksnis Black alder	Skroblas Hornbeam
0	140,9	165,9	169,4	162,3	185,7	147,9	169,9	151,8
0,1	100	100	100	100	100	100	100	100
0,2	91,6	95	92,2	91,3	89,5	93,5	92,5	92,6
0,3	84,4	89,2	83,6	83,5	82,3	87,4	85,5	90,2
0,4	78,3	83,7	76,4	77,1	75,0	81,8	79,7	81,3
0,5	71,8	76,2	67,2	69,8	65,9	75,4	72,6	67,3
0,6	64,6	66,9	55,6	60,0	55,5	66,5	63,2	52,9
0,7	55,4	56,4	40,9	46,4	42,3	54,3	51,6	40,0
0,8	43,3	42,3	26,3	30,0	26,4	36,5	34,7	26,9
0,9	25,0	23,3	12,0	12,8	12,2	21,1	17,0	11,7
1	0	0	0	0	0	0	0	0

Skroblų stiebų santykinis nulaibėjimas priklauso ir nuo medžių skersmens. Jis tuo didesnis, kuo didesnis medžių skersmuo. Šis dėsningumas labiausiai pastebimas viršūninėje stiebų dalyje. Skroblų stiebų santykinį nulaibėjimą aproksimuoja penkto laipsnio polinomas:

$$ds = 0,39576 L^5 D - 0,92747 L^4 D + 0,85059 L^3 D - 0,38371 L^2 D + 0,07398 LD - 0,00434 D - 59,294 L^5 + 149,46 L^4 - 138,98 L^3 + 57,271 L^2 - 10,608 L + 1,615 \quad (4)$$

čia:  $ds$  – santykinis stiebo skersmuo %,  
 $L$  – santykinis stiebo ilgis.

**Ryšys tarp medžio skersmens kelme ir 1,3 m aukštyje.** Tyrinėjant stiebų formą ir nulaibėjimą aktualu nustatyti priklausomybę tarp medžio skersmens kelme ir 1,3 m aukštyje. Ši priklausomybė dažnai reikalinga įvairiems miškininkystės, miško taksacijos ir net aplinkosaugos klausimams spręsti.

Panaudojant modelinių medžių matavimo duomenis ir porinės regresinės analizės metodą sudaryta lygtis, išreiškianti ryšį tarp medžio skersmens kelme ir 1,3 m aukštyje (6 lentelė):

$$D = 0,7493 Dk - 0,9616, \quad (5)$$

čia:  $Dk$  – medžio kelmo skersmuo cm.

**6 lentelė. Skroblų medžių kelmo ir 1,3 m aukštyje skersmenų atitikmenys cm**  
**Table 6. Equivalents of diameter of hornbeams stump and stem diameter at 1,3 m height cm**

$Dk$	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
$D$	23,0	24,5	26,0	27,5	29,0	30,5	32,0	33,5	35,0	36,5	38,0	39,5
$Dk$	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$D$	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	21,5

**Stiebų tūrio modeliai.** Skroblų stiebų su žieve tūrio modeliams sudaryti panaudota (1) formulė. Stiebo su žieve formrodžiui apskaičiuoti naudojama (2) regresinė lygtis, o stiebo skersplotis 1,3 m aukštyje apskaičiuojamas pagal skritulio ploto formulę. Tokiu būdu pertvarkę 1 formulę, gauname skroblų stiebų su žieve tūrio modelį:

$$V_{s\check{z}} = \pi \frac{D^2}{400} H (-0.00426112 D + 0.537219). \quad (6)$$

Skroblų stiebo tūris be žievės apskaičiuotas pagal tokią formulę:

$$V_{b\check{z}} = V_{s\check{z}} - V_{\check{z}}, \quad (7)$$

čia:  $V_{b\check{z}}$  – stiebo tūris be žievės  $m^3$ ,  
 $V_{\check{z}}$  – stiebo žievės tūris  $m^3$ .

Stiebo žievės tūriui apskaičiuoti sudaryta tokia regresinė lygtis:

$$V_{\check{z}} = 0,00003859 D^2 + 0,00024351 D - 0,0030096. \quad (8)$$

Pertvarkius (7) formulę, gauname skroblų stiebų be žievės tūrio modelį:

$$V_{b\check{z}} = V_{s\check{z}} - (0,00003859 D^2 + 0,00024351 D - 0,0030096). \quad (9)$$

**Medienos ydos.** *Bešakės medienos ilgis.* Vertingiausia skroblų stiebų dalis – jų kamblinė stiebo zona, kuri yra nusivaliusi nuo šakų. Analizuodami surinktus duomenis apie skroblų stiebų nusivalymą nuo šakų, nustatėme, kad stiebų bešakės medienos ilgiui būdingas didelis kintamumas. Bešakės medienos ilgis kinta labai plačiose ribose. Mūsų matuotų medžių bešakės medienos ilgis kinta nuo 0–7 m. Tiriant bešakės medienos priklausomybę nuo medžių skersmens 1,3 m aukštyje medyno amžiaus ir tankumo nustatyta, kad šie rodikliai stiebų nusivalymui nuo šakų esminės įtakos neturi. Koreliacijos koeficientas, apibūdinantis šiuos ryšius, yra tik 0,003–0,02. Vidutinis skroblų stiebų bešakės medienos ilgis, nepriklausomai nuo medžių skersmens, medynų amžiaus ir medžių grupių tankumo, yra apie 3 m.

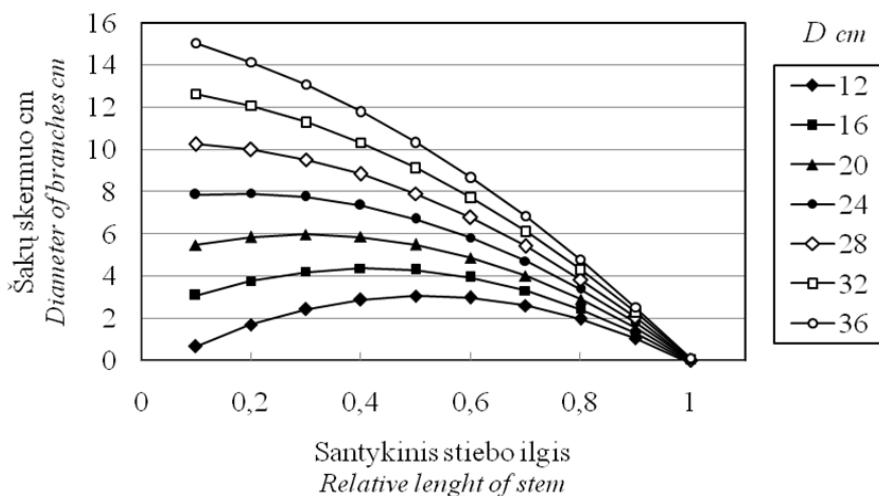
*Skroblų medžių šakų skersmuo.* Brandžių medynų skroblų medžiams būdingos storos šakos. Plonų medžių (12–16 cm skersmens) šakų storis yra iki 4 cm, o storų medžių šakos būna net 15 cm. Plonų medžių storiausios šakos esti maždaug stiebo viduryje (0,4–0,6 stiebo ilgio), o storų medžių storiausios šakos paprastai būna lajos pradžioje. Atlikę šakų skersmens įvairiame santykiniam stiebo ilgyje regresinę analizę, sudarėme tokią lygtį:

$$d_{\check{s}} = 0,16727L^2D - 15,771L^2 - 0,8367LD + 24,264L + 0,6797D - 8,75, \quad (10)$$

čia:  $d_{\check{s}}$  – šakų skersmuo cm.

Sudarytas skroblų šakų skersmens kitimo įvairiame stiebo ilgyje modelis pateiktas 3 paveiksle. Lietuvoje buvo sudaryti analogiški pušų ir eglių stiebų šakotumo modeliai (Тябера, 1983; Арлаукас, Тябера, 1986). Lyginant pušų, eglių ir skroblų stiebų šakotumo tyrimo rezultatus nustatyta, kad skroblų šakos yra maždaug dvigubai storesnės negu pušų ir eglių. Be to, pušų ir eglių storiausios šakos yra stiebo viduryje, o skroblų – daug žemiau.

*Kitos skroblų apvaliosios medienos ydos.* Nustatytos tokios kroblių apvaliosios medienos ydos: apaugusios šakos, sausosios šakos, sveikosios šakos, vilkūgiai, stiebo kreivumas, šalčio plyšiai, mechaniniai pažeidimai, balanos pajuodavimai, puviniai, dviviršūniškumas, prielipas, įvijumas ir kambliškumas.



**3 pav.** Skroblų šakų skersmuo įvairiame stiebo ilgyje priklausomai nuo medžio skersmens 1,3 m aukštyje

**Fig. 3.** Diameter of branches in different length of stem related with diameter of tree at 1.3 m height

Tarp tiriamų medžių 70 % buvo sveiki (be grybinių pakenkimų), 21 % – su balanės pajuodavimu, o 9 % – su puvinium. Balanos pajuodavimo dėmių skersmuo kelminiame pjūvyje vidutiniškai yra 8,1 cm. Įpuvusių medžių puvinio skersmuo kelminiame pjūvyje vidutiniškai yra 5,8 cm.

Daugumos medžių (64 %) kamblinė stiebo dalis yra tiesi, 21 % – vidutiniškai kreiva ir 15 % – labai kreiva. Lajos zonoje daugumai medžių būdingas didelis kreivumas.

Dviviršūniškumas ir prielipai būdingi 36 % stiebų. Šios medienos ydos paprastai pasitaiko medžių lajos zonoje.

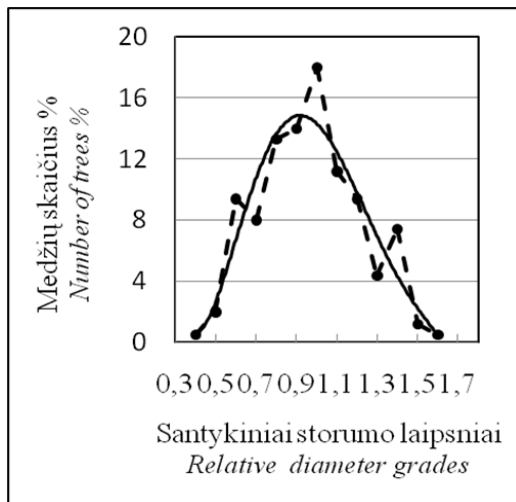
Stiebų įvijumas didesnis kaip 5 cm/m nustatytas 27,5 % medžių. Dažniausiai ši medienos yda būna kamblinėje stiebo dalyje.

Nedidelė dalis medžių (6 %) turi šalčio plyšių.

Nesant priimtų apvaliosios skroblų medienos klasifikavimo kokybės klasėmis standartų tiksliai įvertinti šios medienos sortimentinę struktūrą nėra galimybių. Tačiau sprendžiant pagal kitus Lietuvoje priimtus lapuočių (ąžuolų, uosių, drebulių, beržų ir alksnių) apvaliosios medienos kokybės klasifikavimo standartus galima teigti, kad daugeliu atvejų bešakė stiebo dalis gali atitikti padarinės medienos reikalavimams, o medžio lajoje esanti stiebo dalis dažniausiai dėl didelio kreivumo gali būti naudojama tik malkoms gaminti.

**Skroblynų medienos struktūros vertinimas.** Turint skroblių stiebų tūrio modelius ir duomenis apie stiebų medienos struktūrą galima įvertinti medynuose produkuojamos medienos p adaringumą ir jo dinamiką. Tokiems skaičiavimams atlikti reikia nustatyti medžių

pasiskirstymo storumo laipsniais dėsningumus. Panaudodami tiriamųjų skroblynų matavimo duomenis, sudarėme skroblių pasiskirstymo santykiniais storumo laipsniais modelį (4 pav. ir 7 lentelė).



4 pav. Skroblių medžių skaičiaus pasiskirstymas santykiniais storumo laipsniais bręstančiuose ir brandžiuose skroblynuose

Fig. 4. Distribution of hornbeam tree number by relative diameter grades of premature and mature stands

7 lentelė. Skroblių medžių skaičius pagal santykinius storumo laipsnius

Table 7. Number of hornbeam trees by relative diameter grades

Santykiniai storumo laipsniai Relative diameter grades	Medžių skaičius % Number of trees %
0,4	0,7
0,5	2,6
0,6	6,7
0,7	10,8
0,8	13,7
0,9	14,9
1,0	14,4
1,1	12,6
1,2	9,8
1,3	6,9
1,4	4,3
1,5	2,2
1,6	0,4

Skroblių medienos kokybės vertinimas atliktas panaudojus kitų medžių rūšių (ąžuolų, drebulių, beržų ir uosių) kokybės vertinimo standartus (Lietuvos standartas 2001).

Panaudodami sudarytus stiebų tūrio modelius bei nustatytus medienos ydų paplitimo dėsningumus ir medžių skaičiaus pasiskirstymą storumo laipsniais, sudarėme skroblynų stiebų medienos struktūros modelį:

$$M_{pad} = -0.0686 \bar{D}^2 + 3.8742 \bar{D} - 22.754 \quad (11)$$

$$M_{malk} = 0.0086 \bar{D}^2 - 3.4193 \bar{D} + 110.18 \quad (12)$$

$$M_{atl} = 0.0080 \bar{D}^2 + 0.4549 \bar{D} - 12.389 \quad (13)$$

čia:  $M_{pad}$  – padarinės medienos tūris %,  
 $M_{malk}$  – malkinės medienos tūris %,  
 $M_{atl}$  – atliekų tūris %,  
 $\bar{D}$  – vidutinis medyno skersmuo cm.

Pagal šį modelį apskaičiuoti Lietuvos modalinių skroblynų skroblių medienos prekinės struktūros rodikliai. Šie duomenys pateikti 8 lentelėje. Pagal juos apskaičiuojama modalinių skroblynų techninė branda.

8 lentelė. Vidutinio našumo skroblynų stiebų medienos prekinė struktūra  
 Table 8. Wood structure of hornbeam stems of average productivity stands

Am- žiaus klasė Age class	Vidutinis medynų aukštis m Average height m	Vidutinis medynų skersmuo cm Average diameter cm	Vidutinis medynų tūris m <sup>3</sup> /ha Average stand vo- lume m <sup>3</sup> /ha	Skroblių medienos tūris m <sup>3</sup> /ha Volume of hornbeam wood m <sup>3</sup> /ha	Skroblių stiebų medienos struktūra m <sup>3</sup> /ha Structure of hornbeam timber of stems m <sup>3</sup> /ha		
					Padarinė mediena Industrial wood	Malkinė mediena Fire- wood	Atlie- kos Waste wood
Augavietės tipas Šc / Site type Šc							
5	17,2	22	145	66	19	43	4
6	20,7	26	181	100	32	62	6
7	19,8	25	167	70	22	44	4
8	18,0	28	140	140	45	87	8
9	18,7	23	190	65	20	41	4
Augavietės tipas Nc / Site type Nc							
5	17,8	19	168	90	23	61	6
6	19,6	21	194	112	32	73	7
7	20,4	24	206	115	35	72	7
8	21,6	28	211	132	42	82	8
9	18,9	27	157	95	30	59	6
Augavietės tipas Šd / Site type Šd							
5	18,3	20	167	77	21	50	5
6	19,9	23	176	73	22	46	4
7	21,1	27	210	106	34	66	6
8	22,0	28	200	100	32	62	6
9	19,6	31	141	57	18	36	3
Augavietės tipas Nd / Site type Nd							
5	18,2	20	178	98	27	65	6
6	19,4	21	195	109	32	71	7
7	20,4	24	209	119	37	76	7
8	21,3	27	221	143	46	89	9
9	21,0	27	235	116	37	72	7
10	24,4	31	288	138	44	86	8
11	21,0	40	190	76	17	53	5

Padarinės medienos tūrio pokytis yra didžiausias, kai medyno amžius – 75 m., o malkinės medienos – 50–60 m. Pagal šiuos rezultatus galima teigti, kad optimalus eksploatacinių skroblynų kirtimo amžius turėtų būti 60 m. (norint gauti maksimalų malkinės medienos tūrį) ar 80 m. (norint gauti maksimalų padarinės medienos tūrį).

## Išvados

1. Nustatyta šiaurinė skroblo arealo riba lyginant su prof. J. Raukčio 1928 m. paskelbtais duomenimis beveik nepakito. Tik atskirose vietovėse (ties Kaltinėnais ir Raseiniais) ji nustatyta 20–40 km šiauriau.

2. Skroblynai Lietuvoje sutinkami 8 augavietėse, o medynai su skroblu – 16 augaviečių. Daugiausiai skroblynai (apie 80 % ploto) susitelkę trijose augavietėse – *Nc*, *Šd* ir *Nd*. Daugiau kaip 50 % skroblų medienos išteklių yra dvejose (*Nd* ir *Nc*) augavietėse.

3. Skroblų medienos tūrio pasiskirstymas amžiaus klasėmis labai netolygus. Daugiausiai jos yra 6 amžiaus klasės medynuose – apie 152 tūkst. m<sup>3</sup>. Iš viso net 88 % skroblų medienos yra 4–9 amžiaus klasių medynuose.

4. Šiuo metu yra labai nedaug skroblų jaunuolynų. Tai reiškia, kad pastaraisiais dešimtmečiais miškininkų ūkinė veikla nukreipta į skroblų mažinimą.

5. Skroblynams būdingas didelis medžių aukščio, skersmens ir medynų tūrio prieaugis iki 20–30 m. Tuomet skroblynai auga greičiau už pagrindinių medžių rūšių medynus. Ilgainiui skroblynų prieaugis sumažėja.

6. Skroblų stiebų forma labai įvairuoja. Stiebų formrodis labiausiai koreliuoja (koreliacijos koeficientas 0,384) su medžio skersmeniu 1,3 metro aukštyje ir mažiau (koreliacijos koeficientas 0,304) – su medžio aukščiu.

7. Skroblų stiebų santykinis nulaibėjimas labai specifinis. Kamblinės stiebo dalies nulaibėjimas labai mažas. Iki 0,4 stiebo ilgio vidutinis skroblų stiebų nulaibėjimas yra mažesnis už daugelio Lietuvoje augančių pagrindinių medžių rūšių. Tačiau viršūninės stiebo dalies (nuo 0,5–0,6 stiebo ilgio) vidutinis nulaibėjimas yra pats didžiausias lyginant su kitomis medžių rūšimis.

8. Skroblams būdingos šios apvaliosios medienos ydos: apaugusios šakos, sausios šakos, sveikosios šakos, vilkūgliai, stiebo kreivumas, šalčio plyšiai, balanos pajuodavimai, puviniai, dviviršūniškumas, prielipas, įvijumas ir kambliškumas.

9. Didžiausią įtaką skroblų stiebų padarینگumui turi šakos ir kreivumas. Stiebų bešakės medienos ilgis kinta plačiose ribose – nuo 0 iki 7 m. Vidutinis bešakės medienos ilgis bręstančiuose ir brandžiuose medynuose yra apie 3 m. Šis rodiklis praktiškai nepriklauso nuo medžio skersmens, medyno amžiaus ir medyno tankumo.

10. Padarinės skroblų medienos tūris bręstančiuose ir brandžiuose skroblynuose yra 29–31 % bendro skroblų medienos tūrio.

11. Didžiausias padarinės medienos tūrio pokytis yra 75 m. amžiaus medynų, o malkinės medienos – 50–60 m. Pagal šiuos rezultatus galima teigti, kad optimalus eksploatacinių skroblynų kirtimo amžius turėtų būti 60 m. (norint gauti maksimalų malkinės medienos tūrį) ar 80 m. (norint gauti maksimalų padarinės medienos tūrį).

## Literatūra

1. Ptakauskas K., <http://www.bonsai.lt/> 2011.
2. Lietuvos standartas. Apvalioji ir pjautinė mediena. Anotinė medienos sandara. LST EN 844-7, 1999.
3. Lietuvos standartas. Apvalioji ir pjautinė mediena. Apvaliosios medienos ypatumai. LST EN 844-8, 1999.
4. Lietuvos standartas. Apvalioji ir pjautinė mediena. Ydų matavimo metodas. LST EN 1310, 1998.
5. Lietuvos standartas. Ažuolų pjautinųjų rąstų klasifikavimas. LST EN 1316-1, 2001.

6. Lietuvos standartas. Beržų pjautinųjų rąstų ir fanermedžių klasifikavimas. LST 1609, 2001.
7. Lietuvos standartas. Drebulių pjautinųjų rąstų ir degtukmedžių klasifikavimas. LST 1778, 2001.
8. Lietuvos standartas. Uosių pjautinųjų rąstų klasifikavimas. LST EN 1316-3, 2001.
9. Navasaitis M. Dendrologija. Vilnius, Margi raštai, 2004.
10. Rauktys J. Skroblo (*Carpinus betulus* L.) išsiplėtimo siena neokupuotoje Lietuvoje// Žemės ūkis Nr. 2, 1928.
11. Rauktys J. Skroblo (*Carpinus betulus* L.) išsiplėtimo siena neokupuotoje Lietuvoje// Žemės ūkis Nr. 3, 1928.
12. Repšys J. Miško taksacija. Vilnius, Mokslo ir enciklopedijų leidykla 1994.
13. Repšys J., Antanaitis V. Miško taksacija. Vilnius: Mintis, 1970.
14. Арлаускас Л. С., Тябера А. П. Закономерности сучковатости стволов в ельниках Литвы. Лесной журнал. № 1, 1986.
15. Тябера А. П. К вопросу фауности сосновых древостоев. Лесное хозяйство. № 7, 1983.

**Albinas Tebėra, Tadas Tebėra**

### **Prevalence and productivity of hornbeam stands in Lithuania**

#### *Summary*

Hornbeam stands in Lithuania cover only 0.13% of forest area of the country. Although hornbeam currently does not have significant exploitation meaning, it can be still useful to form oak stands and other valuable stands.

A very dense and hard hornbeam wood should be more appreciated. Hornbeam is useful as tree species that improves soil. It is also valuable as decorative and ornitochoric tree.

Hornbeam stands in Lithuania have not been investigated much so far. The purpose of research is to investigate the prevalence of hornbeam stands in Lithuania and evaluate their productivity. Quantitative indicators of all Lithuanian stands which contain hornbeam in composition have been used for research. Data of 6290 stands growing in 16820 ha area has been used in total. Hornbeam prevails in 1067 stands (2395 ha). Three sample plots established in pre-mature and mature hornbeam stands have been also used for research.

The researches have revealed northern range limit of hornbeam, located in the territory of Lithuania. The prevalence of hornbeam stands in various habitat types and distribution by age classes have been investigated.

Stem form and tapes relations with tree diameter and height have been ascertained. The prevalence of features of round-wood has been investigated. Stand productivity and merchantability trees have been formed and optimal felling age of hornbeams has been estimated.

Keywords: *hornbeam, hornbeam habitat, stem form, productivity of hornbeams.*



# PASTATŲ ATITVARŲ ŠILTINIMO BŪDŲ EFEKTYVUMO PALYGINIMAS

**Vincas Gurskis**

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

Straipsnyje pateikta medžiaga apie skirtingai apšiltintų daugiabučių namų šildymo energijos sąnaudas ir išlaidas. Išanalizavus renovuoto, nerenovuoto ir apšiltinto iš vidaus daugiabučių namų UAB „Kauno energija“ pateiktas sąskaitas per 2010–2011 m. šildymo sezoną, nustatyta, kad lyginant su renovuotu namu apšiltinto iš vidaus namo išlaidos buvo 36 % didesnės, o neapšiltinto – 69 % didesnės.

*Raktažodžiai: atitvarų šiltinimas, šildymo išlaidos.*

## **Įvadas**

Brangstant kuriai opia problema tampa pastatų šildymo išlaidų mažinimas. Tai ypač aktualu gyvenantiems nerenovuotuose, sovietmečiu statytuose daugiabučiuose ir individualiuose namuose. Nors vyriausybė įvairiais būdais stengiasi išjudinti daugiabučių namų renovacijos programą, tačiau masiško pastatų apšiltinimo nėra. To priežastys yra didelė renovacijos kaina, ilgas (20-30 metų) investicijų atsipirkimo laikas, garbus daugelio daugiabučiuose gyvenančių žmonių amžius, valstybės skiriamos šildymo išlaidų kompensacijos, gyventojų nesutarimai, nes šiltinimui turi pritarti dauguma butų savininkų.

Lietuvoje yra daugiau kaip 20 tūkst. daugiabučių namų, kuriuos būtina renovuoti. Įvairiu lygiu renovuotų daugiabučių namų skaičius 2012 m. nesiekė 500. Ženkliai skiriasi šiuose namuose sunaudojamas šildymui reikalingos energijos kiekis ir išlaidos. Apšiltinant pastatų atitvaras mažėja kuro sąnaudos ir priklausomybė nuo importuojamų energijos šaltinių, yra sprendžiamos aplinkosaugos problemos, nes mažinamas šiltnamio efektą sukeliančių dujų, kitų aplinką teršiančių medžiagų išsiskyrimas, padidėja pastatų vertė (Sitnikovas, 2002, Rapcevičienė, 2010).

Šio darbo tikslas – palyginti neapšiltinto ir skirtingu lygiu apšiltintų daugiabučių namų energijos sąnaudas šildymui ir šildymo išlaidas.

## **Tyrimo objektas ir metodika**

Šildymo išlaidų tyrimams pasirinkti trys daugiabučiai namai: 2009 m. renovuotas (Nr. 1), analogiškas nerenovuotas (Nr. 2) ir apšiltintas iš vidaus (Nr. 3). Name Nr. 1 šiluminis mazgas, fasadas apšiltintas 15 cm storio polistireninio putplasčio (markė EPS 70) plokšte, pamatai – 10 cm storio EPS 100 plokšte, stogas 15 cm standžios akmens vatos plokšte, pakeisti langai, išorinės durys. Nerenovuotame name daugumoje butų pakeisti langai. Name Nr. 3 išorinės sienos apšiltintos iš vidaus. Tai atlikta 1996-1997 m. namo statybos metu naudojant medinį karkasą ir 5 cm storio akmens vatos plokštes arba ekovatos sluoksnį. Šiame name taip pat daugumoje butų pakeisti langai, tačiau nei pamatai, nei stogas papildomai neapšiltinta.

Atliekant darbą analizuota šilumos tiekėjo UAB „Kauno energija“ pateiktos sąskaitos 2010-2011 m. šildymo sezono metu. Energijos sąnaudos  $Q$  ir šildymo išlaidos  $I$  yra išreiškiamos  $1 \text{ m}^2$  šildomo ploto.



## Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

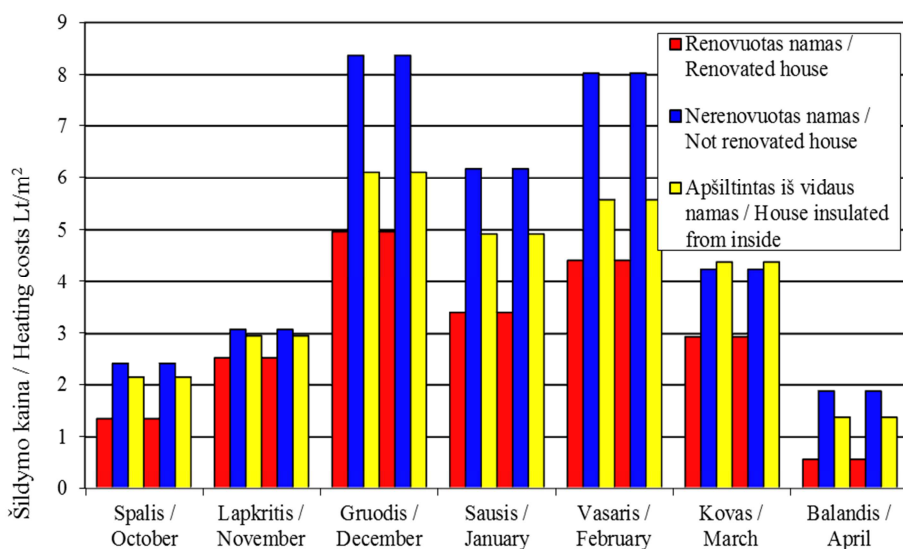
Akivaizdu, kad nevienodu lygiu apšiltintų daugiabučių namų šildymo energijos sąnaudos ir išlaidos yra skirtingos (1 lentelė, 1 pav.).

*1 lentelė. Skirtingai apšiltintų daugiabučių namų šildymo energijos sąnaudos ir išlaidos per 2010–2011 m. šildymo sezoną*

**Table 1. Heating energy consumptions and costs during 2010-2011 heating season of differently insulated apartment building**

Metai, mėnuo Year, month	Renovuotas namas Renovated house (Nr.1)		Nerenovuotas namas Renovated house (Nr. 2)			Namas, kurio sienos apšiltintas iš vidaus The house, whose walls are insulated from within (Nr. 3)		
	$Q_R$ kWh/m <sup>2</sup>	$I_R$ Lt/m <sup>2</sup>	$Q_N$ kWh/m <sup>2</sup>	$I_N$ Lt/m <sup>2</sup>	$I_N / I_R$	$Q_V$ kWh/m <sup>2</sup>	$I_V$ Lt/m <sup>2</sup>	$I_V / I_R$
2010-10	5,01	1,35	9,00	2,43	1,80	7,96	2,15	1,59
2010-11	9,92	2,54	12,04	3,08	1,21	11,56	2,96	1,17
2010-12	19,4	4,96	32,70	8,37	1,69	23,88	6,11	1,23
2011-01	13,31	3,41	24,15	6,18	1,81	19,23	4,92	1,44
2011-02	17,27	4,42	31,38	8,03	1,82	21,76	5,57	1,26
2011-03	11,49	2,94	16,61	4,25	1,45	17,15	4,39	1,49
2011-04	2,24	0,57	7,35	1,88	3,29	5,38	1,38	2,41
<b>Iš viso Total</b>	<b>78,64</b>	<b>20,19</b>	<b>133,23</b>	<b>34,22</b>	<b>1,69*</b>	<b>106,92</b>	<b>27,48</b>	<b>1,36*</b>

\* Vidutinės reikšmės



**1 pav. Šildymo išlaidos renovuotame, nerenovuotame ir apšiltintame iš vidaus daugiabučiuose namuose per 2010–2011 metų šildymo sezoną**

**Fig. 1. Heating costs of renovated, not renovated and insulated from inside apartment buildings during the 2010–2011 heating season**

Atlikta šildymo išlaidų analizė rodo, kad 2010–2011 m. šildymo sezonu lyginant su renovuotu namu apšildinto iš vidaus namo išlaidos buvo 36 % didesnės, o neapšildinto – 69% didesnės.

Šie tyrimai leidžia teigti, kad pastaraisiais metais nepelnytai primirštas pastatų sienų šiltinimo iš vidaus būdas, kuris pasižymi paprasta technologija, todėl darbus gali atlikti individualiai patys namų, butų gyventojai arba samdyti specialistus, dirbančius pagal verslo liudijimus bet kurio metų laiku, be to, suformuojama papildoma garso izoliacija, taip pat nesudarkomi paveldo objektų fasadai. Kartais literatūroje apie šį būdą rašoma kaip apie mažai efektyvų, laikiną, tačiau, kaip rodo naudojimo praktika ir atlikta šildymo išlaidų analizė (1 lentelė, 1 pav.), tai nėra pagrįstas tvirtinimas. Šis apšiltinimo būdas turi ir tam tikrų trūkumų: pagal efektyvumą neprilygsta apšiltinimui iš išorės, neretai šiems darbams atlikti trukdo jau esantys įrengti šildymo prietaisai ar elektros prietaisų kištukiniai lizdai, jungikliai.

Pastatų atitvarų (išorinių sienų, su išore besiribojančių perdangų ir kt.) šiltinimas iš vidaus Lietuvoje yra įvertintas moksliniais tyrimais (Čekanavičius, 2003, Čekanavičius ir kt. 2004), reglamentuotas statybos techniniame reglamente STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“. Toks apšiltinimo būdas rekomenduojamas, kai patalpų temperatūra šildymo sezono metu yra 16–20 °C ir santykinis drėgnis neviršija 60 %. Šiltinimo sluoksnio iš vidaus šiluminė varža ir storis parenkamas pagal esamos atitvaros šiluminę varžą (2 lentelė).

**2 lentelė.** Atitvarų vidinėje pusėje įrengiamos papildomos termoizoliacinės konstrukcijos, rekomenduojamos šiluminės varžos, naudojamos medžiagos ir jų kaina

**Table 2.** Recommended the thermal resistance, the materials and their cost of building envelopes inside equipped with additional thermal insulation structure

Neapšiltintos atitvaros visuminė šiluminė varža <i>The total thermal resistance of uninsulated envelope</i> $R_t, \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$		0,7	0,9	1,2
Atitvaros vidinėje pusėje įrengiamos papildomos termoizoliacinės konstrukcijos rekomenduojama šiluminė varža <i>The recommended thermal resistance of inside envelope installed insulation structures</i> $R_{ad}, \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$		ne daugiau kaip/ <i>no more than</i> 1	ne daugiau kaip/ <i>no more than</i> 1,5	ne daugiau kaip / <i>no more than</i> 2,5
Akmens vatos $\lambda=0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ sudėtos tarp medinių tašelių, kai jų žingsnis 60 cm, storis cm <i>The thickness of rock wool placed between wooden squared beams, cm</i>		4,5–5	7,0–7,5	12,0–12,5
Medžiagų kaina <i>The cost of materials</i> Lt/m <sup>2</sup>	Akmens vatos/ <i>rock wool</i>	5	7,5	12,5
	Gipskartonio/ <i>gypsum board</i>	5–6	5–6	5–6

Atitvaras apšiltinant iš vidaus vidinėje atitvaros pusėje po apdailiniu sluoksniu (pvz., gipskartoniui) visais atvejais rekomenduojama įrengti garinės izoliacijos sluoksnį. Kaip garų izoliaciją galima naudoti polietileno plėvelę, kurios storis 0,2 mm (PE 200), jos sandūros perdengiamos 15–20 cm.

Dažnai apdaila įrengiama naudojant šiuo metu populiarias gipskartonio plokštes. Jų siūlės užglaistomos naudojant specialaus tinklelio ar popieriaus juostas, paviršius klijuojamas tapetais ar dažomas. Tapetai dar šiek tiek sumažina šilumos nuostolius. Naudojant gipskartonio plokštes karkaso elementus patartina tvirtinti kas 60 cm (atstumas tarp tašelių ašiu). Karkasas taip pat nebūtinai turi būti iš medinių tašelių. Šiam tikslui galima naudoti cinkuoto plieno profilius, tačiau jie pasižymi didesniu šilumos laidumu nei mediniai. Jei iš vidaus siena padengta aliejiniais, emaliniiais dažais, sudarančiais mažai garams laidžią plėvelę, arba užklijuota garams mažai laidžiais viniliniiais tapetais – tai prieš šiltinant šią apdailą reikia pašalinti, nes ant šio sluoksnio (po vata) gali kondensuotis drėgmė.

Atitvarų apšiltinimo iš vidaus būdas atsižvelgiant į apdailos medžiagas yra 5–10 kartų pigesnis, o šių investicijų atsipirkimo laikas yra apie penkis kartus trumpesnis nei šiltinant iš išorės.

### **Išvados**

1. Atlikus skirtingai apšiltintų namų šildymo išlaidų analizę nustatyta, kad lyginant su renovuotu namu apšiltinto iš vidaus namo išlaidos buvo 36 % didesnės, o neapšiltinto – 69 % didesnės.
2. Pastatų išorinių sienų šiltinimas iš vidaus laikytinas efektyviu ir nebrangiu atitvarų apšiltinimo būdu.

### **Literatūra**

1. Čekanavičius A. Pastatų išorės sienų, apšiltintų iš vidaus, drėgminė būseną. Daktaro disertacijos santrauka. KTU, 2003.
2. Čekanavičius A., Stankevičius V., Monstvilas E. Pastatų išorinių sienų, apšiltintų iš vidaus, drėgminė būklė. Kaunas, Technologija, 2004.
3. Rapcevičienė D. Daugiabučių namų renovacijos efektyvumo vertinimas. Mokslas – Lietuvos ateitis, 2010, 2 tomas, Nr. 2.
4. Sitnikovas D., Denafas G. Aplinkos oro taršos pokyčių prognozė mažinant šilumos nuostolius daugiabučiuose namuose. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2002. Nr.4(22).
5. Statybos techninis reglamentas STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“.

### **Vincas Gurskis**

#### **Comparison of efficiency insulation methods of building envelopes**

##### *Summary*

This article contains material of heating energy consumption and costs of different insulated building envelopes. The analysis renovated, not renovated and insulated from inside apartment in the accounts during 2010–2011 heating season showed, that compared to the renovated house, insulated from inside the house costs were 36 % and uninsulated – 69 % higher.

*Keywords: insulation of building envelopes, heating costs.*

# GELŽBETONINIŲ VANDENTIEKIO BOKŠTŲ DEFEKTŲ IR PAŽAIDŲ TYRIMAI

**Raimondas Šadzevičius, Antanas Vaitiekūnas, Vitas Damulevičius**

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

Anksčiau, 1950–1980 m., Lietuvoje įrengta daug vandentiekio bokštų, kurie, sukeldami vandens slėgį, aprūpindavo atokiau gyvenančius vartotojus centralizuotai atvestu vandeniu. Žinant, kad gelžbetoniniai vandentiekio bokštai, kaip ir kitos konstrukcijos, yra veikiami apkrovų ir neigiamo aplinkos poveikio, todėl, susiformuoja jų pažaidos. Prieš planuojant vandentiekio bokštų remontą ar rekonstrukciją reikia įvertinti šių statinių techninę būklę atsižvelgiant į pažaidas. Lietuvoje specializuoti gelžbetoninių vandentiekio bokštų būklės tyrimai nėra atliekami, todėl svarbu nustatyti, kokie šiems statiniams būdingi defektai ir pažaidos.

Darbo tikslas – nustatyti gelžbetoninių vandentiekio bokštų pagrindinius defektus ir pažaidas bei įvertinti techninę būklę.

Nustatytos dažniausiai pasitaikančios vandentiekio bokštų pažaidos: paviršiniai plyšiai betone iki 0,2–0,3 mm pločio, paviršinio sluoksnio irimas. Vienos iš pavojingiausių pastebėtų pažaidų – armatūros ir betono korozija.

*Raktažodžiai: gelžbetoniniai vandentiekio bokštai, defektai, pažaidos, būklė.*

## Įvadas

Vandens bokštas – statiniai su rezervuarais (vienu ar keliais), iškeltais virš žemės paviršiaus vandens atsargoms kaupti ir slėgiui vandentiekio tinkle palaikyti. Jie išlygina vandens tiekimo ir naudojimo netolygumą (Vadlūga, 2003).

Dauguma vandentiekio bokštų su gręžiniais buvo pastatyti 1950–1990 m. Bokštai buvo statomi 2 tipų: betoniniai ir metaliniai. Retais atvejais statomi iš plytų mūro (<http://lt.wikipedia.org>).

Dažniausiai statomi vandentiekio bokštai su monolitiniiais, rečiau – su surenkamaisiais gelžbetoniniais rezervuarais. Rezervuarą sudaro keletas cilindro, kūgio arba sudėtingos formos sukimo kevalų, žiedai ir plokštės. Rezervuaro sienos dažniausiai yra iš monolitinio gelžbetonio (Kusta ir kt., 2006).

*Tyrimų objektas:* 2009–2011 metais tyrinėti gelžbetoniniai vandentiekio bokštai.

Žinant, kad naudojamuose vandentiekio bokštuose laikui bėgant pradeda vystytis pažaidos dėl įvairių apkrovų, klimatinių veiksnių įtakos, naudotų medžiagų kokybės, blogos priežiūros. Atsiradus pažaidoms, statinį reikia remontuoti, rekonstruoti ar nugriauti. Analizuojant literatūrą apie žemės ūkio statinių defektus, pažaidas nustatyta, kad Lietuvoje išsamūs gelžbetoninių vandentiekio bokštų defektų, pažaidų vertinimo tyrimai neatlikti, todėl šis darbas yra aktualus ir reikalingas. Užsienio mokslininkai tyrinėjo tokių bokštinių statinių konstrukcijas: silosinių (Carson, 2000), vandentiekio bokštų (Poukhonto, 2003) ir nustatė, kad pavojingiausi monolitinių ir surenkamųjų konstrukcijų defektai yra nepakankamas arba neteisingas armavimas, per žema betono klasė arba markė, nekokybiškas ar per plonas armatūros apsauginis betono sluoksnis. Statinio naudojimo metu defektai gali išsivystyti į konstrukcijų pažaidas (Vaišvila, 2008). Gelžbetoninių vandentiekio bokštų konstrukcijų irimo klausimais nėra atlikti natūriniai tyrimai, kokia Lietuvos vandentiekio bokštų būklė, nėra aišku.

*Darbo tikslas* –nustatyti gelžbetoninių vandentiekio bokštų pagrindinius defektus ir pažeidimus bei įvertinti techninę būklę.

### Tyrimų metodika

Gelžbetoninių vandentiekio bokštų defektų, pažeidimų nustatymui ir techninei būklei įvertinti naudoti tokie metodai:

- 1) kameraliniai tyrimai pagal įvairius literatūros šaltinius;
- 2) vizualinis ir instrumentinis metodas apžiūrint tirtus statinius vietoje ir atliekant defektų bei pažeidimų matavimus;
- 3) vandentiekio bokštų būklės įvertinimas balais pagal 1 lentelėje nurodytus kriterijus, atsižvelgiant į natūrinių tyrimų metu pastebėtus defektus ir pažeidimus.

*1 lentelė. Gelžbetoninių hidrotechnikos konstrukcijų būklės vertinimo kriterijai (Lindišas, 1997)*

**Table 1. The criteria of technical state evaluation of reinforced concrete hydraulic structures (Lindišas, 1997)**

<b>Būklės kategorija</b> <i>Category of technical state</i>	<b>Defektų ir pažeidimų dydis</b> <i>The size of defects and deteriorations</i>	<b>Balai</b> <i>Points</i>
<b>I Tvaringa/</b> <i>Good</i>	Normų ir taisyklių pažeidimų nėra <i>There are not irregularities of standards and normative documents</i>	0
<b>II Darbinga/</b> <i>Moderate</i>	Nežymūs konstrukcijų defektai <i>Minor defects of structure</i>	1–2
<b>III Ribotai darbinga/</b> <i>Satisfactory</i>	Žymūs konstrukcijų defektai, nedarantys įtakos jų stiprumui <i>Significant defects of structures, that does not have important influence to strength</i>	3–4
	Konstrukcijų defektai, turintys nežymią įtaką jų stiprumui ir ilgaamžiškumui. Konstrukcijos tikroji laikomoji galia 1,20–1,00 projektinės skaičiuojamosios <i>Deterioration of the element does not have important influence to strength, reliability and the actual service life of the element. The actual load-bearing capacity of structure from 1.2 to 1.0 of the estimated during design</i>	5–6
	Defektai, žymiai susilpninantys konstrukciją. Konstrukcijos tikroji laikomoji galia 1,00–0,80 projektinės skaičiuojamosios <i>Defects significantly weakening structure. The actual load-bearing capacity of structure from 1.0 to 0.8 of the estimated during design</i>	7–8
<b>IV Neleistina/</b> <i>Unsatisfactory</i>	Labai žymūs konstrukcijų defektai, artimi kritinei ribai, turintys neigiamą įtaką stiprumui, ilgaamžiškumui ir kt. Konstrukcijos tikroji laikomoji galia 0,80–0,70 projektinės–skaičiuojamosios <i>Remarkable structural defects greatly reduces the strength and reliability of element. The actual load-bearing capacity of structure from 0.8 to 0.7 of the estimated during design</i>	9
<b>V Avarinė/</b> <i>Critical</i>	Gresia griūtis. Konstrukcijos tikroji laikomoji galia mažesnė 0,70 projektinės–skaičiuojamosios <i>Risk of collapse. The actual load-bearing capacity of structure less than 0.7 of the estimated during design</i>	10

## Rezultatai

### Būklės vertinimo rezultatai ir analizė

Vandentiekio bokštų būklės natūriniai tyrimai atlikti 2009–2011 metais. Tyrimams parinkti tipiniai 25–50 metrų aukščio gelžbetoniniai vandentiekio bokštai. Tyrimų objektai buvo pasirinkti dėl patogios geografinės padėties iš 5 rajonų: Kauno, Šakių, Šilalės, Šilutės, Jurbarko. Natūrinių tyrimų metu pastebėti defektai ir pažaidos, gelžbetoninių vandentiekio bokštų būklė balais pateikti 2 lentelėje.

Pagal 2 lentelėje pateiktus tyrimų rezultatus nustatyta, kad seniausias iš tyrinėtų vandentiekio bokštų yra Šilalės, pastatytas 1984–1985 m., o naujausias yra Šakių, pastatytas 1991 m.

#### 2 lentelė. Gelžbetoninių vandentiekio bokštų būklės tyrimų rezultatai

Table 2. The results of technical state evaluation of reinforced concrete water – supply towers

Rajonas, kuriame yra vandentiekio bokštas, statybos metai <i>District with a water-supply tower, construction year</i>	Plyšiai betone <i>Cracks in concrete</i>	Armatūros korozija <i>Corrosion of reinforcement</i>	Paviršinio sluoksnio trupėjimas <i>The deterioration of concrete surface layer</i>	Betono korozija <i>Corrosion of concrete</i>	Būklės vertinimo balai <i>Technical state in points</i>
Kauno (1986–1987 m.)	+	+	+		5
Kauno raj. Pagynė (1989 m.)	+		+		3,5
Kauno raj. Mastaičių (1990 m.)			+		3,5
Kauno raj. Garliavos (1990 m.)	+	+		+	6
Kauno raj. Ringaudų (1988 m.)	+	+	+		7
Jurbarko (1989–1990 m.)	+	+	+	+	7
Šakių (1991 m.)	+	+	+	+	6,5
Šilalės (1984–1985 m.)	+	+	+	+	3
Pagryniai (1990 m.)	+	+			5
Šilutės (1986–1987 m.)	+		+	+	5

Kaip matyti iš 2 lentelės dažniausiai aptinkami defektai ir pažaidos – plyšiai iki 0,2–0,3 mm pločio ir paviršinio sluoksnio trupėjimas (irimas). Šie defektai ir pažaidos pastebėti beveik visuose tirtuose vandentiekio bokštuose – atitinkamai (9 iš 10) ir (8 iš 10) tirtų objektų.

Žinant, kad betono ir armatūros korozija yra vienas iš labiausiai gelžbetoninių konstrukcijų laikomąją galią ir ilgaamžiškumą mažinančių veiksnių (Jokūbaitis, Šaučiuvėnas, 2012), buvo atkreiptas dėmesys į šias pažaidas. Iš dešimties tirtų objektų septyniuose buvo nustatyta armatūros korozija. Didžiausias ruožo ilgis, kuriame apnuoginta surūdijusi armatūra, yra 38 cm. Penkiuose vandentiekio bokštuose pastebėtas išplautas kalcio hidroksidas, kas rodo betono koroziją.

Pagal 1 lentelėje pateiktas pažaidų pavojingumo kategorijas galima teigti, kad dauguma aptiktų pažaidų yra trečios kategorijos, t.y. netenkina tik estetiškumo reikalavimų, bet tiesiogiai nemažina konstrukcijų laikomosios galios.

Tik Jurbarko, Ringaudų ir Šakių vandentiekio bokštuose nustatytos pavojingos pažaidos (sluoksniuotos rūdys, dėl kurių armatūros skerspjūvio plotas sumažėjęs daugiau kaip 15%). Šios pažaidos susilpnina vandentiekio bokštų laikomąją galią, todėl bendras konstrukcijų būklės vertinimas – 7 balai.

Pagrindinės pažaidų susidarymo priežastys – nepakankamas betono apsauginis storis, mažas atsparumas šalčiui, betono korozija.

## Išvados

1. Dažniausiai pasitaikančios vandentiekio bokštų pažaidos: paviršiniai plyšiai betone iki 0,2–0,3 mm pločio, paviršinio sluoksnio trupėjimas (irimas).

2. Visos aptiktos gelžbetoninių vandentiekio bokštų pažaidos pagal pažaidų pavojingumą yra trečios kategorijos, todėl visi tirti vandentiekio bokštai, šiuo metu yra sąlyginai saugūs naudoti.

3. Vienos iš pavojingiausių pastebėtų pažaidų yra armatūros ir betono korozija.

## Literatūra

1. Carson J. W. Silo failures: case histories and lessons learned, 2000.
2. *Gelžbetoninių hidrotechninių statinių techninės būklės įvertinimo metodikos sukūrimas, jų naudojimo darbų sudėties ir periodiškumo nustatymas pagal įrenginių būklės klasifikavimą*. Mokslinio tiriamojo darbo atlikto pagal autorinę sutartį nr.AT9.3 ataskaita/ Vadovas L.Lindišas. Kaunas. Akademija, 1997.
3. Jokūbaitis V., Šaučiuvėnas G. Statinių konstrukcijų techninės būklės vertinimas: mokomoji knyga. Vilnius; Technika, 2012.
4. Kusta A., Radzevičius A., Žibienė G. Žemės ūkio ir gyvenamųjų vietovių vandentiekia. Vilnius; Margi raštai, 2006.
5. Poukhonto L. M. Durability of Concrete Structures and Constructions. Silos, Bunkers, Reservoirs, Water Towers, Retaining Walls. Tokyo, A. A. Balkema Publishers, 2003.
6. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.05:2005*. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Vilnius, LSD, 2005.
7. Vaišvila K. A. Statinių būklės vertinimas ir rekonstrukcija. Mokomoji knyga. Kaunas, Ardiva. 2008.
8. Valdūga V. Gelžbetoniniai bokštiniai statiniai. Mokomoji knyga. Vilnius, Technika, 2003.
9. <http://www.wikipedija.lt>, žiūrėta 2013.01.05



**Doc. dr. Raimondas Šadzevičius, Antanas Vaitiekūnas, Vitas Damulevičius**

**The research of defects and deterioration in reinforced concrete water–supply towers**

*Summary*

The period of 1950–1980 was most intensive for water – supply towers construction in Lithuania. The purpose of water – supply towers – to increase the water pressure and to supply with water consumers residing far away from central stations. Under the influence of loads and negative environmental impacts water – supply towers constructions are wear out, and deteriorations are formed. The technical state of water – supply towers should be evaluated before planing repairs or reconstruction. Special research or studies of technical state evaluation of reinforced concrete water – supply towers were not performed in Lithuania.

The aim – to establish the main defects and deteriorations and to evaluate the technical state of reinforced concrete water – supply towers.

The most commonly occurring water – supply towers deteriorations are cracks in the concrete surface by 0.2 to 0.3 mm wide, surface delamination. One of the most dangerous deteriorations are corrosion of reinforcement and concrete.

*Keywords water – supply tower, defects, deteriorations, technical state.*

# LIETUVOS NEIŠTIRTŲ UPIŲ VARIACIJOS KOEFICIENTO GEOSTATISTINIS MODELIAVIMAS

**Gitana Vyčienė**

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

Šiuolaikinės technologijos leidžia panaudoti geostatistinį modeliavimą hidrologinėms charakteristikoms analizuoti ir sklaidos žemėlapiams sudaryti. Straipsnyje analizuojamas Krigingo metodo tinkamumas neištirtų upių variacijos koeficiento erdvinei sklaidai. Tyrime buvo panaudota ArcGIS programos erdvinės analizės ir geostatistinės analizės moduliai. Analizuojant tiriamų duomenų rinkinį variacijos koeficientų reikšmės Respublikos teritorijoje kinta nuo 0,26 iki 0,89. Geriausią variacijos koeficiento erdvinės sklaidos žemėlapiu vaizdą pateikia supaprastintas krigingo metodas ir šiuo metodu reikšmės neištirtose upėse galima prognozuoti su 2,3 % paklaida.

*Raktažodžiai: Geostatistinis modeliavimas, variacijos koeficientas, Krigingo metodas.*

## Įvadas

Idealių sąlygų pasaulyje neegzistuoja t.y. niekada jokiame tyrime negalima atlikti visų įmanomų natūrinių matavimų. Taigi geostatistinė analizė suteikia galimybę pagal turimų taškų išmatuotas reikšmes prognozuoti reikšmes tuščiose matavimų vietose ir statistiškai pagrįsti prognozes. Hidrologinių charakteristikų erdvinė sklaida didelė, o vandens matavimo stočių tinklas nėra toks tankus, kad būtų galima išmatuoti hidrologines upių baseinų charakteristikas visuose norimuose taškuose. Tokiu atveju gali pagelbėti geostatistinis interpoliavimas.

Erdvinis interpoliavimas Lietuvoje pradėtas taikyti ne taip seniai ir dažniausiai yra modeliuojamas reljefas (Kumetienė A., Zakarevičius Z. 2006a, Kumetienė A. 2006b, Kumetienė A. 2006c), meteorologiniai duomenys, dirvožemio užterštumo duomenys (Marcinkonis S., Karmaza B. 2007), triukšmo sklaidos duomenys. Tačiau Lietuvoje erdvinis modeliavimas hidrologijoje vis dar nėra plačiai taikomas.

Tyrimų tikslas – įvertinti variacijos koeficiento sumodeliuotų reikšmių tikslumą taikant Krigingo interpoliavimo metodą ir sudaryti sklaidos žemėlapi.

## Tyrimo objektas ir metodika

Tyrime buvo panaudota 74 vandens matavimo stotyse (VMS) sukaupti duomenys – variacijos koeficiento reikšmės. Pasirinktos 74 VMS beveik visiškai padengia Lietuvos teritoriją, vidutinis atstumas tarp pasirinktų taškų (VMS) yra 29,4 km (1 pav. (VMS pažymėtos taškais)). Analizei naudotos variacijos koeficiento reikšmės, pateiktos knygoje „Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis“ (Gailiušis ir kt., 2001).

Tyrime buvo panaudoti ArcGIS programos erdvinės analizės ir geostatistinės analizės moduliai.

Naudotas interpoliavimo metodas vadinamas autoriaus D.G. Krige vardu (angl. Kriging). Krigingo metodo principas – reiškinio pateikimo z reikšmėmis kintamumas yra statistiškai vienalytis visame paviršiuje (Johnston and others, 2001; Kumar, 2006; Jordan, 2003). Krige interpoliavimas yra skirstomas į paprastąjį, supaprastintą ir universalųjį. Krigingo algoritmai naudoja įvairias matematinės funkcijas erdviniam z reikšmių kintamumo tarp žinomų taškų modeliavimui:

$$Z(s) = \mu + \varepsilon(s), \quad (1)$$

čia  $Z$  – taško reikšmė,  $s$  – taško vietą nusakanti charakteristika,  $\mu$  – pastovi vidutinė reikšmė,  $\varepsilon$  – paklaidos, priklausančios nuo padėties tiriamame paviršiuje.

Krigingo metodai buvo vertinami suskaičiuojant statistinius parametrus: paklaidų vidurkį, vidutinę kvadratinę paklaidą, vidutinę standartinę paklaidą, standartizuotą vidutinę paklaidą ir standartizuotą vidutinę kvadratinę paklaidą (Cressie N, 2004, Knight et al 2005).

Šiuos parametrus programa pateikia, atlikdama kryžminio testavimo procedūrą, kai iš eilės kiekviena reikšmė sumodeliuojama ir palyginama su faktine. Gautas skirtumas tarp realios reikšmės ir sumodeliuotos naudojamas anksčiau išvardintiems statistiniams parametrų nustatyti.

### Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Interpoliuojant labai svarbu tinkamai parinkti teorinę kreivę, kuri tinkamai matematiškai aprašytų analizuojamus duomenis. Testuojant variacijos koeficiento ( $C_v$ ) duomenų rinkinį buvo pasirinktas eksponentinis variogramos modelis, nes taikant šią kreivę buvo gauti mažiausi netikslumai.

Pasirinkus variogramos modelį, toliau buvo testuoti Krigingo metodai ir nustatyti metodų statistiniai parametrai (1 lentelė). Po atlikto testavimo vienodi statistinių parametru rodikliai interpoliuojant variacijos koeficiento reikšmes buvo gauti paprastojo ir universalio Krigingo metodais – tai parodo, kad visi šie metodai įvertina vidutinės parametro reikšmes, bet jų geografinė sklaida nebūtinai turi būti nevienoda.

**1 lentelė.** Statistiniai parametrai

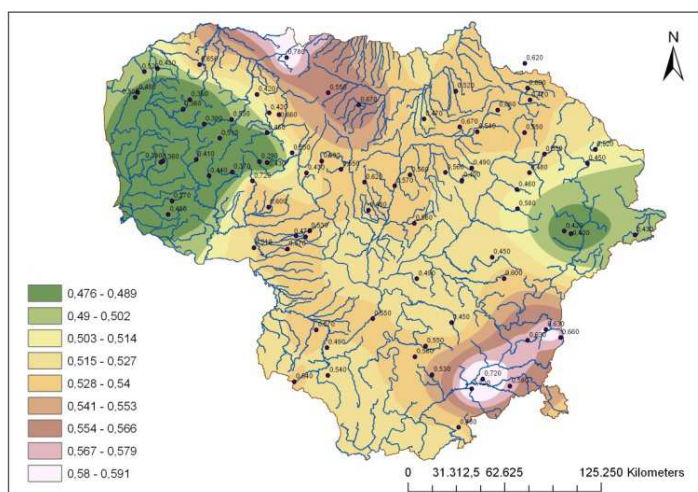
**Table 1.** Statistical parameters

Krigingo metodai <i>Kriging methods</i>	Paklaidos vidurkis <i>Mean error</i>	Vidutinė kvadratinė paklaida <i>Root mean square error</i>	Vidutinė standartinė paklaida <i>Average standard error</i>	Standartizuota vidutinė paklaida <i>Mean standardized error</i>	Standartizuota vidutinė kvadratinė paklaida <i>Root mean square standardized errors</i>
Variacijos koeficientas <i>Coefficient of variation</i>					
Paprastasis <i>Ordinary</i> Universalusis <i>Universal</i>	0,0067	0,101	0,121	0,0049	0,9512
Supaprastintas <i>Simple</i>	0,0054	0,091	0,094	0,0035	0,9672

Analizuojant tiriamų duomenų rinkinį variacijos koeficientai Respublikos teritorijoje kinta nuo 0,26 iki 0,89. Mažiausiomis variacijos koeficiento reikšmėmis (0,35–0,5) pasižymi Vakarų Lietuvos upės ir Žeimenos baseino upės, o Vidurio Lietuvos upėse variacijos koeficiento reikšmės kinta nuo 0,4 iki 0,6, o Vidurio Lietuvos upėse nuo 0,5 iki 0,89.

Palyginus Krigingo metodais sumodeliuotas reikšmes su tiriamomis, didesnės

paklaidos gautos taikant paprastąjį Krigingo metodą, tad vertinant pagal šį dydį geresni interpoliavimo rezultatai turėtų būti taikant supaprastintą. Kita svarbi charakteristika – tai vidutinė kvadratinė paklaida, kuri parodo, kokiose ribose svyruoja didžioji dalis paklaidų. Kuo šis dydis mažesnis, tuo geriau sumodeliuotos reikšmės atitinka tiriamas, šiuo atveju mažesnėse ribose svyruoja paklaidos taikant supaprastintą Krigingo metodą. Modeliuojant šiuo metodu 70 % reikšmių yra mažesnės  $\pm 0,091$ , o 96 % paklaidų – iki 2 VKP dydžio. Kaip ir anksčiau minėta, apie tinkamą metodo pasirinkimą galime spręsti iš standartizuotos vidutinės kvadratinės paklaidos dydžio. Nagrinėjamu atveju tinkamesnis yra supaprastintas, nes reikšmė arčiau vieneto. Interpoliuojant supaprastintu metodu sumodeliuotų reikšmių vidurkis 0,516 ir tai 0,0054 mažesnis už tiriamų reikšmių, o paprastuoju Krigingo metodu sumodeliuotų reikšmių vidurkis gautas – 0,514. Tai pat buvo suskaičiuoti standartiniai nuokrypiai, taigi supaprastintu metodu reikšmės apie vidurkį svyruoja 0,029 ribose, o paprastojo Krigingo metodu ši reikšmė – 0,034. Taigi galutinai galima teigti, kad tikslesnis prognozuojant reikšmes yra supaprastintas Krigingo metodas ir šiuo metodu reikšmes neištirtoje upėje galime prognozuoti su 2,3 % paklaida, o paprastojo Krigingo metodu – su 2,39 % . Variacijos koeficiento erdvinės sklaidos žemėlapis pateiktas 1 paveiksle.



**1 pav.** Variacijos koeficiento erdvinės sklaidos žemėlapis  
**Fig. 1.** Spatial distribution map of variation Coefficient

## Išvados

1. Straipsnyje atlikta analizė yra tik apžvalginio pobūdžio ir glaustai supažindina su Krigingo metodo galimu panaudojimu hidrologinių charakteristikų erdvinei sklaidai modeliuoti. Labai svarbu, kad būtų tinkamai pasirinktas interpoliavimo metodas ir jo parametrai (pvz., variogramos modelis, kaimyninių taškų skaičius ir kt.) atliekant erdvinės analizės tyrimą.

2. Geriausi variacijos koeficiento interpoliavimo rezultatai gauti taikant eksponentinį variogramos modelį ir supaprastintą krigingo metodą. Taikant šį metodą variacijos koeficiento reikšmes neištirtose upėse galima prognozuoti 2,3 % paklaida.

## Literatūra

1. Cressie N. (2004). *Statistics for Spatial Data*. JohnWiley & Sons, New York.
2. Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalionkoviėnė M. *Lietuvos upės hidrografija ir nuotėkis*. Kaunas, Lietuvos energetikos institutas, 2001.
3. Johnston K., Ver Hoef J.M., Krivoruchko K., LUCAS N. *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. Redlands CA, ESRI Press, 2001.
4. Jordan J.D., Mellese A.M. Spatially distributed watershed mapping and modeling. *Journal of Spatial Hydrology*, 2003, No. 2.
5. Kumetienė A., Zakarevičius A. Skaitmeninių reljefo modelių tikslumo sąsajų su modeliavimo parametrais ir reljefo morfometrinėmis savybėmis regresinė analizė. *Geodezija ir kartografija*, 2006a, XXXII t., Nr.3.
6. Kumetienė A. Skaitmeninio reljefo modelio sudarymas skirtingais geostatistinėmis reljefo modeliavimo metodais. *Geografija*, 2006b, t. 42 Nr.1.
7. Kumetienė A., Sužiedelytė-Visockienė J. Skaitmeninio reljefo modelio patikslinimas mozaikos funkcija. *Geografija*, 2006c, t. 42 Nr.2.
8. Kumar V. Kriging of groundwater levels – a case study. *Journal of Spatial Hydrology*, 2006, No. 1.
9. Knight Y., Jenkins G., Morris K. (2005). Comparing rainfall interpolation techniques for small subtropical urban catchments. Proceedings of Scientific Conference „Modelling and Simulation“. Australia.
10. Marcinkonis S., Karmaza B. (2007). Fosforo akumulcijos duomenų vizualizacija potencialios taršos židiniuose. *Žemdirbystė* Nr. 1.

## Gitana Vyčienė

### To determine the coefficient of variations of un-modeled Lithuanian rivers using Geostatistical methods

#### Summary

Modern technologies enable us to use spatial interpolation to analyze the spatial distribution of hydrological characteristics. This study focus on evaluating the suitability of Kriging methods of interpolation for variation coefficient. The interpolation methods were applied using Geostatistical Analyst and Spatial Analyst in ArcGIS. Variation coefficients values changes from 0.26 to 0.89 in river basin of the Republic. The best results of the spatial distribution of variation coefficient were received applying the simple Kriging method when the gaussian variogram is used. Applying the simple Kriging method, the missing values of observed characteristic can be predicted with the error of 2.3 %.

*Keywords: Geostatistical modelling, variation coefficient, Kriging method.*

# NEPALANKIŲ ŪKININKAUTI VIETŲ ŽEMĖS NAUDOJIMAS

**Edita Abalikštienė**

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

Šiame straipsnyje analizuojamas žemės naudojimas nepalankiose ūkininkauti vietovėse. Prie nepalankių ūkininkauti vietovių priskiriamos vietovės, kuriose dėl mažo žemės derlingumo žemės ūkio veikla yra nuostolinga ir kuriose kaimo gyventojų tankumas mažesnis už šalies vidurkį arba mažėja kaimo bendruomenių gyvybingumas.

Analizuojant nepalankias ūkininkauti vietovės nustatyta, kad visuose rajonuose ūkių mažėjo. Nepalankiose ūkininkauti vietovėse vidutinis ūkio dydis yra mažesnis už Lietuvos vidurkį, 2003 metais buvo 6,5 ha. 2010 metų surašymo duomenimis vidutinis ūkio dydis nepalankiose ūkininkauti vietovėse yra 9,2 ha.

*Raktažodžiai: žemės naudojimas, ūkis, nenaši žemė.*

## **Įvadas**

Lietuvos regionų skirtumai gana ryškūs, juos lemia gamtinių, socialinių ir ekonominių veiksnių, tradicijų ir kitokia įvairovė. Šie veiksniai turi tiesioginės arba netiesioginės įtakos derlingumui, darbo našumui, pajamoms ir, galiausiai, gyvenimo kokybei konkrečiame regione.

P. Aleknavičius (Aleknavičius, 2007) nustatė, kad šalyje vykstantys procesai turi įtakos kaimo ir žemės ūkio plėtrai – tai kaimo gyventojų skaičiaus pokyčiai, žemės ūkio naudmenų ploto mažėjimas ir ūkinių struktūrų transformacija. Šie procesai atskiruose šalies regionuose vyksta netolygiai. Daugiausia probleminių arealų yra Rytų Lietuvos regione.

V. Sinkevičiūtė ir V. Stravinskienė analizavo dirbamų žemių pokyčio tendencijas Lietuvoje. Nustatė, kad žemės ūkio paskirties žemės naudojimas ne žemės ūkio tikslams, žemės rinka, melioracija, natūraliai vykstanti žemės ūkio naudmenų kaita, netinkamas ūkininkavimas turėjo įtakos pasikeitusioms žemės ūkio naudmenoms. Analizuotų Alytaus, Lazdijų ir Vilkaviškio rajonų žemės ūkio naudmenų plotai mažėja (Sinkevičiūtė ir kt., 2005). Ariamoji žemė sudaro didžiąją dalį žemės ūkio naudmenų pietryčių Lietuvoje, tačiau efektyviai naudojamas ne visa ariamoji žemė, daug kur ji apleista (Abalikštienė ir kt., 2011).

A. Aleknavičius ir P. Aleknavičius analizavo žemės naudojimo intensyvumo rodiklius 2008–2009 metais. Žemės naudojimo intensyvumo indeksas vidutiniškai Lietuvoje sudaro 0,62. Nepalankiose ūkininkauti vietovėse žemės naudojimo intensyvumo indeksas yra 0,40. Mažiausias indeksas yra 0,17 Molėtų ir Zarasų rajonuose (Aleknavičius ir kt., 2010).

Mažiau palankiose ir nepalankiose ūkininkauti vietovėse esantys ūkiai gauna papildomą paramą. I. Kriščiukaitienė ir A. Galnaitytė vertino paramą ūkiams, esantiems mažiau palankiose ūkininkauti vietovėse. Analizės rezultatai rodo, kad mažiau palankiose ūkininkauti vietovėse ertėtų imtis ne tik pajamų praradimo kompensavimo, bet ir struktūrinių pertvarkymų priemonių arba išmokas sieti su ūkių restruktūrizavimu Kriščiukaitienė ir kt., 2008). Liu Xu ir Wang Xiudong pabrėžė, kad būtina tobulinti esamas sistemas ir mechanizmus (Liu et al., 2007).

Žemės ūkio gamybos optimizavimas ūkių lygmenyje atliekamas pagal modelį FARMA-4, kuris buvo sukurtas Čekijoje (Foltyn et al., 1999) ir adaptuotas Lietuvoje, nagrinėjant ekologinį bei tradicinį ūkininkavimą (Kriščiukaitienė ir kt., 2006). Su šio modelio pagalba buvo apskaičiuojamas ir racionalus ūkio dydis skirtingomis ūkininkavimo sąlygomis (Kriščiukaitienė ir kt., 2007).

Zhong teigia, kad žmonės, auginantys žemės ūkio produktus, turėtų stiprinti savo žinias apie ūkininkavimą, plėsti kapitalą, kad pasiektų ūkių konkurencingumą (Zhong, 2007).

Tyrimo objektas: 6 rajonai, kurie yra priskirti prie nepalankių ūkininkauti vietovių – Ignalinos rajono savivaldybė, Molėtų rajono savivaldybė, Švenčionių rajono savivaldybė, Trakų rajono savivaldybė, Varėnos rajono savivaldybė ir Zarasų rajono savivaldybė (Nacionalinė, 2007).

Tyrimo tikslas: išanalizuoti žemės naudojimo pokyčius nepalankiose ūkininkauti vietovėse.

Tyrimo uždaviniai:

- nustatyti nepalankių ūkininkauti vietovių ūkių dydžio pokytį;
- išanalizuoti nepalankių ūkininkauti vietovių ūkių skaičiaus pokytį;
- išanalizuoti žemės ūkio naudmenų naudojimą.

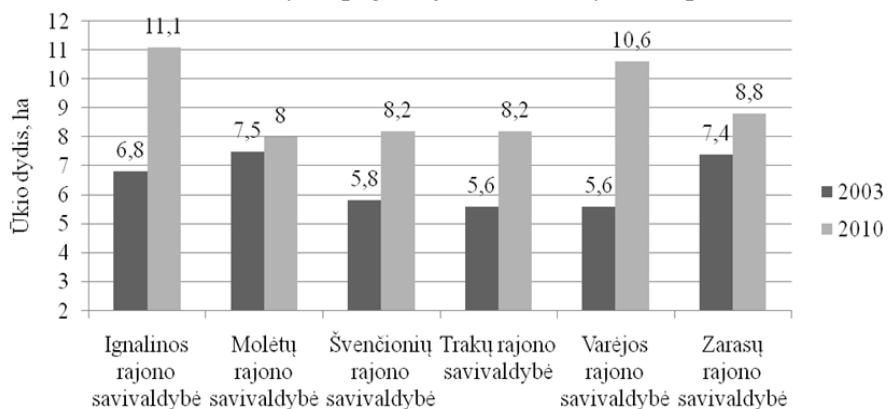
## Tyrimų metodika

Darbe naudojamosi statistiniais duomenimis. Analizuojami žemės ūkio surašymo duomenys, kuriuos parengė Statistikos departamentas. Pasėlių deklaravimo duomenys gauti iš Nacionalinės mokėjimų agentūros prie Žemės ūkio ministerijos.

Darbe taikyti literatūros šaltinių analizės, duomenų rinkimo, apdorojimo, lyginimo, apibendrinimo metodai.

## Rezultatai

Naudojantis visuotinio žemės ūkio surašymo duomenimis, nustatytas nepalankių ūkininkauti vietovių vidutinis ūkio dydis pagal rajonų savivaldybes (1 pav.).



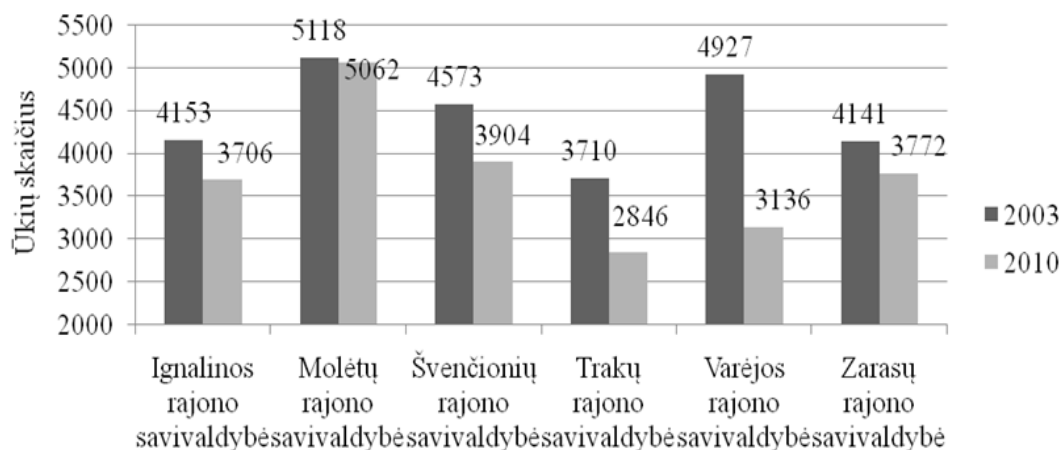
**1 pav.** Nepalankių ūkininkauti vietovių vidutinis ūkio dydis

**Fig. 1.** Average farm size in unfavourable for farming areas



Lietuvos ūkiai stambėja, šią tendenciją patvirtina surašymo rezultatai. Vidutinis ūkio dydis Lietuvoje (pagal žemės ūkio naudmenų plotą) padidėjo nuo 9,3 hektarų 2003 m. iki 13,8 hektarų 2010 m. Nepalankiose ūkininkauti vietovėse vidutinis ūkio dydis yra mažesnis už Lietuvos vidurkį, tačiau ir šiuose rajonuose pastebimas ūkių stambėjimas. Vidutinis ūkio dydis nepalankiuose ūkininkauti vietovėse 2003 metais buvo 6,5 ha. 2010 metų surašymo duomenimis vidutinis ūkio dydis nepalankiose ūkininkauti vietovėse yra 9,2 ha. Molėtų rajono savivaldybėje vidutinis ūkio dydis per septynerius metus beveik nepakito. Varėnos rajono savivaldybėje vidutinis ūkio dydis padidėjo 5,6 ha, Ignalinos rajono savivaldybėje vidutinis ūkis padidėjo 6,7 ha.

Nustatytas ūkių skaičiaus pokytis nepalankiose ūkininkauti vietovėse per septynerius metus (2 pav.).

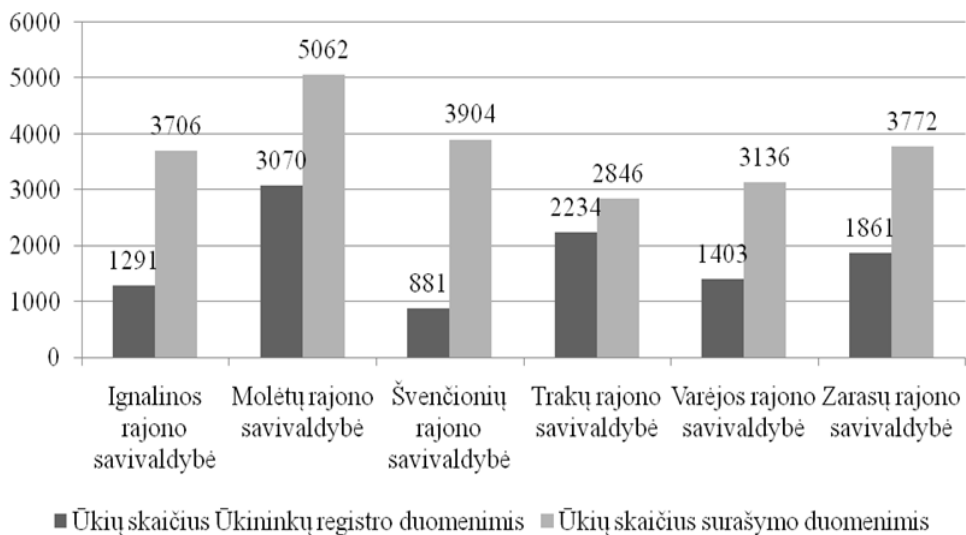


**2 pav.** Nepalankių ūkininkauti vietovių ūkių skaičius

**Fig. 2.** Number of farms in unfavourable for farming areas

Lietuvoje per septynerius metus (nuo 2003 metų žemės ūkio surašymo) ūkių skaičius sumažėjo daugiau kaip 26 procentais. Analizuojant nepalankias ūkininkauti vietovės nustatyta, kad visuose rajonuose ūkių mažėjo. Mažiausi pokyčiai – Molėtų rajono savivaldybėje (56 ūkiais mažiau). 1791 ūkiu sumažėjo Varėnos rajono savivaldybėje. Nagrinėjamu laikotarpiu nepalankiose ūkininkauti vietovėse ūkių skaičius sumažėjo 18,7 %, t.y. beveik 4200 ūkiais.

Atliktas skirtingų šaltinių statistinių duomenų palyginimas. Palygintas ūkių skaičius naudojant 2010 metų visuotinio surašymo bei 2011 metų sausio 1 dienos Ūkininkų ūkių registro duomenis (3 pav.).



**3 pav.** Ūkių skaičiaus palyginimas, naudojantis skirtingais statistiniais šaltiniais  
**Fig. 3.** Comparison of the number of farms according to different statistical sources

Analizuojant ūkių skaičių, naudojantis 2010 metų visuotinio surašymo bei 2011 metų sausio pirmos dienos Ūkininkų ūkių registro duomenimis nustatyta, kad šie duomenys nesutampa. Daugiau kaip 3000 žmonių, dirbančių žemę Švenčionių rajone, nėra įregistravę ūkių Ūkininkų ūkių registre. Įvertinus visų analizuojamų rajonų duomenis, nustatyta, kad 52 % ūkius turinčių asmenų – neįregistravę savo ūkių Ūkininkų ūkių registre.

Įvertintas ir vidutinis ūkio dydis, naudojantis ūkininkų ūkių registro duomenimis. 2011 metų sausio pirmos dienos ūkininkų ūkių registro duomenimis Varėnos rajono savivaldybėje ir Molėtų rajono savivaldybėje vidutinis ūkio dydis atitinka visuotinio žemės surašymo metu gautą dydį. Kituose rajonuose vidutinis ūkio dydis lyginant statistinius šaltinius nesutampa. Ignalinos rajone ūkininkų ūkių registre įregistruotų ūkių vidutinis dydis yra 10,4 ha. Švenčionių rajone vidutinis ūkis yra 9,7 ha. Visuotinio žemės ūkio surašymo duomenimis vidutinis ūkis Zarasų rajono savivaldybėje yra 8,2 ha, Ūkininkų ūkių registro duomenimis vidutinis dydis Zarasų rajono savivaldybėje – 14,4 ha.

Atliktas palyginimas atitinka ir anksčiau publikuotus tyrimus. Z. Kazakevičius, vertindamas žemės išteklių naudojimą Lietuvos ūkiuose, nustatė, kad ūkininkų ūkių skaičius žemės ūkio surašymo ir Ūkininkų ūkių registro duomenimis nesutampa, nes didelė ūkininkaujančiųjų dalis dėl įvairių priežasčių nėra įregistravę savo ūkių Ūkininkų ūkių registre (Kazakevičius, 2011).

Nustatyta, kaip naudojamos žemės ūkio naudmenos (1 lentelė).

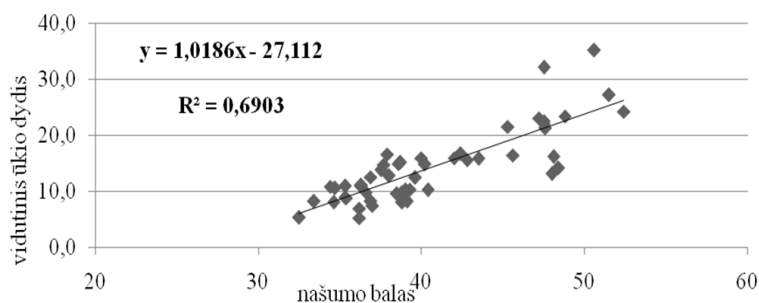
**1 lentelė. Žemės ūkio naudmenų naudojimas, ha**  
**Table 1. Use of agricultural land, hectares**

	Naudojamos žemės ūkio naudmenos <i>Utilised agricultural land</i>		Ariama žemė <i>Arable land</i>		Pievos ir ganyklos <i>Meadows and pastures</i>		Sodai, uogynai ir riešutmedžiai <i>Fruit, berry and nut tree plantation</i>		Nenaudojamos žemės ūkio naudmenos <i>Unutilised agricultural land</i>	
	2003 metai <i>2003 year</i>	2010 metai <i>2010 year</i>	2003 metai <i>2003 year</i>	2010 metai <i>2010 year</i>	2003 metai <i>2003 year</i>	2010 metai <i>2010 year</i>	2003 metai <i>2003 year</i>	2010 metai <i>2010 year</i>	2003 metai <i>2003 year</i>	2010 metai <i>2010 year</i>
	Varėnos raj. sav. <i>Varėna district</i>	25738	32969	15550	22566	9937	10135	245	252	1635
Ignalinos raj. sav. <i>Ignalina district</i>	27753	40722	8600	16361	18600	24040	544	315	559	317
Molėtų raj. sav. <i>Molėtai district</i>	37278	39180	10689	9722	26333	29018	252	435	1232	1197
Zarasų raj. sav. <i>Zarasai district</i>	29450	32699	7906	5034	21225	27386	295	210	1037	407
Švenčionių raj. sav. <i>Švenčioniai district</i>	25620	31017	12643	20047	12674	10510	290	229	1049	884
Trakų raj. sav. <i>Trakai district</i>	19211	22596	9368	13148	9590	9190	240	248	1597	732

Atlikus naudojamų ir nenaudojamų žemės ūkio naudmenų pokyčio analizę, nustatyta, kad mažėja nenaudojamos žemės plotai. 2003 metais nagrinėjamuose nepalankiose ūkininkauti rajonuose buvo 7109 hektarai nenaudojamų žemės ūkio naudmenų. Per septynerius metus tokių žemių sumažėjo 3000 hektarų ir pagal paskutinio visuotinio žemės ūkio surašymo duomenis 2010 metais tokių žemių yra 3898 ha. Mažiausia nenaudojamų žemių yra Ignalinos rajone, daugiausia nenaudojamų žemių – Molėtų rajone. 1274 ha sumažėjo nenaudojamų žemių Varėnos rajono savivaldybėje.

Ariamos žemės plotai kito visuose nepalankaus ūkininkavimo rajonuose. Beveik 1000 hektarų sumažėjo dirbamos žemės plotai Molėtų rajone, Zarasuose dirbamos žemės sumažėjo beveik 3000 ha. Trakų rajone dirbamos žemės padaugėjo beveik 4000 ha. Kituose rajonuose dirbamos žemės plotai didėjo 7000 ha ir daugiau.

Atliekant regresinę analizę aiškintasi, ar ūkio dydis priklauso nuo našumo balo (4 pav.).



**4 pav. Vidutinio ūkio dydžio ir našumo balo priklausomybė**  
**Fig. 4. Dependence of average farm size on productivity score**

Atliekant ūkių vidutinio dydžio ir našumo balo priklausomybės regresinę analizę buvo nustatyta tiesiškai didėjanti priklausomybė  $R^2 = 0,69$  (naudoti visų Lietuvos rajonų duomenys).

### Išvados

1. Nepalankiose ūkininkauti vietovėse vidutinis ūkio dydis yra mažesnis už Lietuvos vidurkį, 2003 metais buvo 6,5 ha. 2010 metų surašymo duomenimis vidutinis ūkio dydis nepalankiose ūkininkauti vietovėse yra 9,2 ha.

2. Analizuojant nepalankias ūkininkauti vietovės nustatyta, kad visuose rajonuose ūkių mažėjo. Mažiausi pokyčiai Molėtų rajono savivaldybėje (56 ūkiais mažiau). 1791 ūkiu sumažėjo Varėnos rajono savivaldybėje. Nagrinėjamu laikotarpiu nepalankiose ūkininkauti vietovėse ūkių skaičius sumažėjo 18,7 %, t.y. beveik 4200 ūkiais.

3. Analizuojant ūkių skaičių, naudojantis 2010 metų visuotinio surašymo bei 2011 metų sausio 1 d. Ūkininkų ūkių registro duomenis, nustatyta, kad šie duomenys nesutampa. 52 % ūkius turinčių asmenų – neįregistravę savo ūkių Ūkininkų ūkių registre.

4. 2003 metais nagrinėjamuose nepalankiuose ūkininkauti rajonuose buvo 7109 hektarai nenaudojamų žemės ūkio naudmenų. Per septynerius metus tokių žemių sumažėjo 3000 hektarų ir yra 3898 ha.

5. Atliekant ūkių vidutinio dydžio ir našumo balo priklausomybės regresinę analizę buvo nustatyta tiesiškai didėjanti priklausomybė ( $R^2 = 0,69$ ).

### Literatūra

1. Abalikštienė E., Stravinskienė V. Land use analysis in southeastern Lithuania. *Rural Development*. LŽŪU, Akademija, 2011.

2. Aleknavičius P. Kaimiškųjų teritorijų žemės naudojimo problemos. Iš: *Žemės ūkio mokslai*. 2007, t. 14, Nr. 1.

3. Aleknavičius A., Aleknavičius P. Žemės ūkio naudmenų ploto pokyčių perspektyvos Lietuvoje. Iš: *LŽUU mokslo darbai*. 2010, Nr. 86 (39).

4. Foltyn I., Zednickova I. Mathematical model AGRO-3 for simulation and predictions of agrarian policy impacts on the agrarian sector. *Proceedings of the conference „Sesvise Co-operation in Agriculture“*. Lithuanian University of Agriculture, Kaunas, 1999.

5. Kazakevičius Z. Žemės išteklių naudojimo Lietuvos ūkininkų ūkiuose vertinimas. Iš: *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų Infrastruktūros Plėtrai*. 2011, Nr. 3 (27).

6. Kriščiukaitienė I., Galnaitytė A. Paramos įvertinimas ūkiams, esantiems mažiau palankiose ūkininkauti vietovėse. Iš: *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*. 2008, Nr. 12(1).

7. Kriščiukaitienė I., Tamošaitienė A., Andrikiene S. Ūkio veiklos modeliavimas ieškant pelningiausių sprendimų. Iš: *Žemės ūkio mokslai*. Vilnius, 2006, Nr. 1, priedas.

8. Kriščiukaitienė I., Tamošaitienė A., Andrikiene S. Ūkio veiklos modeliavimas ieškant pelningiausių sprendimų. Iš: *Žemės ūkio mokslai*. Vilnius, 2007, t 14.

9. Xu L., Wang X. D. Consummating input system and mechanism, pushing forward capacity building for independence innovation in agricultural science and technology. *Issues in Agricultural Economy*. 2007 Vol. 3.
10. *Nacionalinė 2007–2013 kaimo plėtros strategija*. Prieiga internetu: [http://www.zum.lt/min/failai/Strategija\\_NSP\\_Lithuania\\_2007\\_09\\_14\\_revised\\_be\\_track\\_LT.pdf](http://www.zum.lt/min/failai/Strategija_NSP_Lithuania_2007_09_14_revised_be_track_LT.pdf)
11. *Pasėlių deklaravimo statistika*. Nacionalinė mokėjimo agentūra. Prieiga internetu: <http://www.nma.lt/index.php?3186924902>
12. Sinkevičiūtė V., Stravinskienė V. Farming lands change tendencies in Southern Lithuania. *Rural development*. LŽŪU, Akademija, 2005.
13. Zhong R. B. Strengthen Agriculture Independent Innovation Improve the Competition Ability of Farm Produce. *Journal of Hunan University of Science and Engineering*. 2007, Vol. 1.
14. *Žemės ūkio surašymai*. Lietuvos statistikos departamentas. Prieiga internetu: <http://www.stat.gov.lt/lt/pages/view/?id=2631>

**Edita Abalikštienė**

### **Land use in Unfavourable for Farming Areas**

#### *Summary*

This paper analyses land use in southeastern Lithuania where unproductive soils prevail. To determine what land use changes have occurred on unproductive land, 6 districts ascribed to unfavourable for farming areas were chosen for analysis, i.e. Ignalina, Molėtai, Švenčionys, Trakai, Varėna and Zarasai. The analysis was carried out using the data of overall Population and Housing Census of the Lithuanian Republic in 2003 and 2010, as well as Crop Declaration data. The aim of the study was to analyse land use changes in unfavourable for farming areas.

In unfavourable for farming areas average size of a farm is smaller than the average in Lithuania, in 2003 it was 6.5 ha. According to the Registry data of 2010, average size of a farm in unfavourable for farming areas comprised 9.2 ha.

*Key words: land use, farm, unproductive land.*

# TEISINIS ŪKININKŲ ŪKIŲ ŽEMĖNAUDŲ FORMAVIMO REGLAMENTAVIMAS ŽEMĖS REFORMOS LAIKOTARPIU

**Daiva Juknelienė**

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija*

Žemės reformos laikotarpiu taikant žemėtvarkos priemones pasiektas rezultatas – suformuotos žemės ūkio subjektų ūkių žemėnaudos. Išskirtini trys pagrindiniai ūkių tipai: ūkininkų ūkiai, juridinių asmenų ūkiai ir gyventojų asmeniniai ūkiai.

Šiuolaikinio kaimo žemės ūkių struktūrų sistema atkurtoje nepriklausomoje Lietuvos valstybėje formavosi veikiant teisinėms, ekonominėms, politinėms ir socialinėms prielaidoms. Straipsnyje nagrinėjama normatyvinių teisės aktų įtaka vienam iš pagrindinių ūkių tipų, t.y. ūkininkų ūkių žemėnaudų formavimuisi ir veiksniai, įtakojantys šių ūkių raidą atkūrus nepriklausomybę. Apibendrinant Lietuvos ūkininkų ūkių struktūrų formavimosi procesą, jame vykusius pokyčius žemės reformos laikotarpiu ūkių restruktūrizacija suskirstyta į keturis pagrindinius etapus.

*Raktažodžiai: ūkininko ūkis, žemės ūkis, žemės reforma, raidos etapai.*

## **Įvadas**

Žemės ūkio struktūrų formavimąsi atkurtoje nepriklausomoje Lietuvos valstybėje lėmė tuo metu šalyje susiklostę politiniai, teisiniai, socialiniai bei ekonominiai veiksniai. Kartu su besikeičiančia aplinka kito ir pačios ūkio struktūros, jų sandara, teisinė padėtis, veiklos organizavimo principai.

Šalyje įsivyravus naujai politinei, ekonominei situacijai, atsirado būtinybė sukurti teisinę bazę. Tuo pagrindu keitėsi visa žemės ūkio ūkinių santykių subjektų sistema bei jų teisinis statusas, į Lietuvos teisės sistemą sugražintas privatinės nuosavybės teisės institutas. Sudarius teisines sąlygas, daugelis to meto valstybinių ir kolektyvinių ūkių buvo pertvarkomi į privatine nuosavybe grindžiamus ūkininkų ūkius, žemės ūkio bendroves ir kitų rūšių teisines organizacines ūkininkavimo formas. Taip norėta kuo greičiau atsikratyti socialistinės sistemos įtvirtintų valstybinių ir kolektyvinių žemės ūkio struktūrų modelio.

Teisinis veiksnys neabejotinai buvo svarbus naujai besiformuojančioms žemės ūkio struktūroms, kadangi tai buvo pagrindas, nustatęs teisines, ekonomines, organizacines bei socialines steigiamų ūkių veiklos sąlygas.

Analizuojant praeitų dešimtmečių žemės ūkio veiklą bei žemės reformą reglamentuojančius teisės aktus galima daryti išvadą, kad su kiekviena naujai suformuota vyriausybe keitėsi ir žemės ūkio politika. Kiekvienas žemės ūkio struktūrų raidos etapas siejamas su šių struktūrų teisinės padėties bei veiklos pokyčiais. Pagrindinių ūkinių subjektų restruktūrizacijos procesų etapai analizuojami pasiremiant moksline teisine literatūra bei pačiais teisės aktais, reglamentuojančiais žemės ūkio veiklos subjekto teisinį statusą, veiklos pagrindus, įregistravimo bei išregistravimo sąlygas ir tvarką.

*Straipsnio tikslas* – išskirti pagrindinius ūkininko ūkio teisinės padėties raidos etapus atkūrus nepriklausomybę.

*Tyrimo objektas* – teisės aktai, reglamentuojantys ūkininko ūkių teisinį statusą žemės reformos laikotarpiu.

## **Ūkininkų ūkių kūrimas**

Ūkininkų ūkių pagrindą sudarė 1989–1991 m. galiojusio Valstiečių ūkio įstatymo įgyvendinimas. Nagrinėjant ūkininko ūkio teisinį statusą galima išskirti pagrindinius ūkininko ūkio teisinės padėties raidos etapus. Pirmasis – valstiečių ūkio etapas. Jis prasidėjo 1989 metais liepos 4 d. Lietuvos TSR Aukščiausiajai Tarybai priėmus įstatymą “Dėl Lietuvos TSR valstiečio ūkio”. Tai vienas pirmųjų teisės aktų, nustatęs ekonomines, organizacines bei socialines steigiamo valstiečio ūkio veiklos sąlygas ir teisinius pagrindus.

Valstiečio ūkį įstatymas apibrėžė kaip žemės produktų ir žaliavų gamintoją. Svarbu tai, kad įstatymo antras straipsnis valstiečio ūkį, kaip ir kitas tuo metu egzistavusias ūkininkavimo formas, skelbė lygiateise Lietuvos Respublikos ūkio sistemos dalimi. Tuo remiantis buvo įteisintas privatus valstiečio (ūkininko) ūkis ir šeimos ūkis, atstovaujantis vidutiniosios žemės ūkio gamybos grandį. Pagal įstatymą žemė ūkininkui buvo skiriama nemokamai, tačiau ji negalėjo būti perkama, parduodama, išnuomojama ar įkeičiama. Žemė nuosavybės teise priklausė valstybei. Įstatymu buvo nustatytos žemės ūkio naudmenų ribos – nuo 10 ha iki 50 ha. Taip pat įtvirtintas valstiečio ūkio savarankiškumo principas, leidęs pačiam ūkininkui pasirinkti veiklos kryptis, gamybos struktūrą bei mastą. Įstatymo 7 straipsnis “Žemės suteikimas valstiečio ūkiui” numatė LR piliečiams, norintiems steigti valstiečio ūkį, tam tikrą privilegiją kitų įmonių ir organizacijų atžvilgiu, kadangi žemė jiems buvo skiriama nemokamai iš žemės fondo, kurį sudarė ir iš pastarųjų paimta naudojama žemė. Tai apsunkino žemės ūkio įmonių, kaip techniškai ir ekonomiškai pranašesnių ekonominės veiklos organizacinių darinių, vystymąsi (Grakauskas, 2004).

Sudarius palankias teisines sąlygas kūrėsi pirmieji valstiečių ūkiai ir šeimos ūkiai. Darbų metu įsteigti 5138 valstiečių ūkiai, kuriems skirta 86,4 tūkst. ha žemės. Tai buvo smulkūs ūkiai, pasižymėję nedideliu dirbamos žemės plotu bei maža žemės ūkio produkcijos gamybos apimtimi. Šio tipo ūkius galima skirstyti į prekinę žemės ūkio gamybą vystančius ūkius ir ūkius, kurie tiesiogiai nedalyvauja prekinėje žemės ūkio produkcijos gamyboje ir jos realizacijoje, kitaip tariant, ūkiai skiriasi savo paskirtimi, vieni jų siekia pelno, kiti – pagamintą produkciją sunaudoja savo reikmėms.

Žemės skyrimas pagal Valstiečio ūkio įstatymą tęsėsi iki pat 1991 m. liepos 25 d. priimto Žemės reformos įstatymo įsigaliojimo dienos, t. y. iki 1991 m. rusėjo 1 d. Nuo 1991 metų LR piliečiams sudarius palankias teisines sąlygas susigrąžinti turėtą žemę, dar labiau suintensyvėjo šių smulkių, mažo investicinio pajėgumo, nekonkurencingų ūkininkų ūkių kūrimosi procesas. Ūkininko ūkio statusas buvo apibrėžtas tik 1994 m. priimtame Žemės įstatyme. Ūkis turėjo būti ne mažesnis kaip 3 ha žemės ūkio naudmenų (specializuotas ūkis – ne mažesnis kaip 0,3 ha žemės ūkio naudmenų), o ūkio žemėnauda įregistruojama žemės ūkio ministro nustatyta tvarka. Pagal šią tvarką buvo reikalaujama nurodyti, kiek ūkį kuriantis asmuo turi savarankiškai naudojamos žemės, ir nustatyti jo kvalifikacinį pasirengimą ūkininkauti. Iš viso per 1992-1996 m. laikotarpį buvo išmatuota vietovėje žemė privatiems ūkiams kurti 235,9 tūkst. asmenų, bendras žemės plotas – 1483,1 tūkst. ha, arba 6,3 ha vienam asmeniui. Šiuo laikotarpiu buvo priimta daug teisės aktų, jų pataisų, reguliavusių žemės nuosavybės, valdymo ir naudojimo teisinius santykius. Esminių



permainų šiame etape žemės ūkio struktūroms turėjo 1997 m. liepos 1 d. priimtas naujas Piliečių nuosavybės teisių į išlikusių nekilnojamąjį turtą įstatymas, pakeitęs iki tol galiojusį 1991 m. analogišką įstatymą. Kartu su 1997 m. liepos 2 d. priimtu Žemės reformos įstatymo pakeitimo įstatymu buvo panaikinti tam tikri ribojimai atkurti piliečių žemės ir kito nekilnojamojo turto nuosavybės teises.

1999 m. gegužės 19 d. įsigaliojus Lietuvos Respublikos Seimo priimtam Ūkininko ūkio įstatymui, kartu prasidėjo ir trečiasis teisinis ūkininko ūkio plėtros etapas. Šiuo įstatymu buvo patikslinta ūkininko ūkio sąvoka – tai žemės ūkio veiklos vienetas, neturintis juridinio asmens teisių, kurio metinės pajamos iš žemės ūkio veiklos turėjo sudaryti ne mažiau kaip 50 procentų iš visų verslo pajamų (arba 25 proc., jeigu ūkis papildomai verčiasi agroturizmu ar amatais). Įstatymu taip pat buvo praplėstos nuosavybės teise ūkininkui ir ūkio nariams priklausančios žemės valdos ribos – iki 150 ha (su tam tikromis išlygomis), tuo tarpu Valstiečio ūkio įstatyme buvo numatyta tik 50 ha maksimali žemės valda. Kita vertus, analizuojant šios kategorijos ūkio vidutinio dydžio kitimą pastebima jo mažėjimo tendencija: 1991 m. – 17,9 ha, 1993 m. – 9,5 ha, 1995 m. – 8,4 ha, 1997 m. – 7,6 ha, 1999 m. – 6,5 ha, tai rodo, kad daugelis šių ūkių neatitiko net minimalios žemės valdos ribos. Tam įtakos turėjo valstybės vykdoma politika, kuri skatino šių smulkių, nekonkurencingų ūkinių struktūrų steigimosi procesą (Aleknavičius, 2001).

Taip pat šis ūkininko ūkio raidos etapas siejamas su Lietuvos Respublikos civilinio kodekso priėmimu ir 2002 metais gruodžio 10 d. priimta nauja Ūkininko ūkio įstatymo redakcija, kuri įsigaliojo 2003 m. balandžio 1 d. Įstatymas nustatė ūkininko teisinį statusą, ūkininko ir jo partnerių veiklos pagrindus, taip pat jame nenurodomas minimalaus ūkininko ūkio žemės plotas. Šiuo įstatymu buvo supaprastinta ūkininkų ūkių įregistravimo Ūkininkų ūkių registre tvarka, kuri numatė, kad ūkininku gali registruotis asmuo, nuosavybės teise turintis arba nuomos ar panaudos pagrindais naudojantis žemės ūkio paskirties žemę. Įstatymas ūkininką apibrėžė kaip fizinį asmenį, kuris vienas arba su partneriais verčiasi žemės ūkio veikla, o jo ūkis yra įregistruotas Ūkininkų ūkių registre. Esant tokiam teisiniam reglamentavimui, ūkininkų ūkių skaičius sparčiai didėjo. Didėjo ir Ūkininkų ūkių registre įregistruotų ūkių naudojamos (įskaitant nuosavą ir išnuomotą žemę) žemės plotas.

2004 m. sausio 1 d. Lietuvoje buvo įregistruota 59,8 tūkst. ūkininkų ūkių (vidutinis vieno ūkio naudojamos žemės plotas įskaitant nuosavą ir išsinuomotą žemę – 19,0 ha), o 2013 m. sausio 1 d. – 113,8 tūkst. ūkių. Tačiau iš jų 21,9 tūkst. turėjo iki 3 ha žemės ūkio naudmenų; dauguma šių ūkių buvo įregistruoti tik siekiant savo nuosavoje žemėje statyti gyvenamąjį namą.

Ūkininkų ūkių kūrimąsi (1991–2012 m.) geriausiai iliustruoja Statistikos departamento prie LR Vyriausybės statistiniai duomenys, pateikiami 1 lentelėje.

Lietuvai 2004 m. gegužės 1 d. tapus Europos Sąjungos nare prasidėjo naujas žemės ūkio struktūrų plėtros etapas, kadangi narystė Europos Sąjungoje Lietuvai, o kartu ir ūkininkams struktūroms, suteikė esminių pokyčių žemės ūkyje galimybių. Kartu su muitų ir kvotų ES šalims panaikinimu prasidėjo laisvas kapitalo, darbo jėgos judėjimas, aplinkosauginių normų, produktų kokybės standartų taikymas. Tačiau prieš tai dar reikėtų paminėti ES inicijuotą Specialiąją paramos žemės ūkiui ir kaimo plėtrai programą (SAPARD) Lietuvoje, pagal kurią išmokos pradėtos mokėti 2002 metais. Tai buvo speciali

pasirengimo stojimui į ES programa žemės ūkiui ir kaimo plėtrai, kurios pagrindinis uždavinys buvo padėti asocijuotoms šalims modernizuoti savo žemės ūkio ir maisto sektorius bei sustiprinti jų konkurencingumą, paspartinti struktūrines reformas ir užtikrinti atitiktį ES kokybės reikalavimams.

**1 lentelė.** Ūkininkų ūkių kūrimasis 1991-2013 metais  
**Table 1.** Establishment of farmers farms in 1991-2013

Metai (sausio 1 d.) Years (from 1 January)	Registruotų ūkininkų ūkių skaičius tūkst. Registered number of farmers thou.	Bendras žemės plotas, tūkst. Ha Total land area. thou. ha
1991	2,2	40,8
1992	5,1	86,4
1993	25,9	272,6
1994	26,1	288,4
1995	53,0	498,6
1996	56,4	569,6
1997	67,7	792,1
1998	57,8	680,1
1999	67,1	796,5
2000	66,9	816,4
2001	67,4	846,5
2002	29,6*	506,3
2003	39,2*	871,5
2004	59,8	1139,1
2005	67,4	1457,2
2006	86,0	1679,4
2007	94,2	1132,5
2008	101,2	1226,6
2009	108,3	1108,5
2010	107,3	1040,9
2011	109,1	1078,9
2012	111,7	1085,5
2013	113,8	1095,3

Pastabos: \* – pasikeitus teisės aktams, vyko ūkių perregistravimas ir laikinai sumažėjo registruotų ūkių skaičius.

**Šaltinis:** Statistikos departamentas.

Bendroji žemės ūkio politika ir jos rėmimo priemonės labiausiai yra nukreiptos į konkurencingas žemės ūkio veiklos subjektų kategorijas, kurių pagrindinis tikslas yra pelningas žemės ūkio verslas. Priemonės, skatinančios ūkininkus plėsti savo naudojamos žemės plotus, buvo numatytos tik 2004 m. priimtame Žemės ūkio paskirties žemės įsigijimo laikinajame įstatyme numatant žemės įsigijimo prioritetus ir valstybės ekonominę paramą. Taip siekiama skatinti šių ūkių plėtrą sudarant jiems palankias sąlygas atnaujint gamybos

technologijas, didinti žemės ir darbo išteklių naudojimo efektyvumą.

Taigi Lietuvos žemės ūkio sistema turėjo kuo efektyviau įsisavinti europinį ūkininkavimo modelį, jo valdymo ir organizavimo principus, kuo labiau priartėti prie žemės ūkio gamybos valstybinio reguliavimo ir rėmimo sistemos. Tuo tarpu žemės ūkio subjektų restruktūrizavimo procesą lėmė ir tebelemia šių subjektų dalyvavimas atskirose priemonėse, finansuojamose iš ES ir nacionalinio biudžeto lėšų.

## **Išvados**

Apibendrinant Lietuvos ūkininkų ūkių struktūrų formavimosi procesą, jame vykusių pokyčius nuo Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo iki šių dienų ūkių restruktūrizaciją galima būtų suskirstyti į šiuos pagrindinius etapus:

1. *Ūkininkų ūkių ir šeimos ūkių steigimosi etapas – 1990–1993 metai.* Šis etapas siejamas su kardinalių permainų žemės ūkyje metu, ypatingai didelės reikšmės jis turėjo tolimesnei žemės ūkių struktūrų formavimosi kryptčiai. Visų pirma – tai privatinės nuosavybės instituto grąžinimas į Lietuvos Respublikos teisės sistemą, kuris iš pagrindų pakeitė visą anuo metu egzistavusį socialistinį valstybinių ir kolektyvinių ūkių struktūros modelį. Taip pat svarbus momentas buvo organizacinių ūkinių struktūrų formų įvairovės įteisinimas, kuriuo ypač siekta atgaivinti vidutinį žemės ūkio gamybos grandį – ūkininkų ūkius.

2. *Intensyvaus visų kategorijų ūkinių struktūrų kūrimosi etapas – 1993–1999 metai.* Dėl žemės ūkyje įgyvendinamos reformos ir palankios teisinės aplinkos, ūkių steigimosi procesas buvo itin suaktyvėjęs. Šiuo laikotarpiu buvo priimta daug teisės aktų, jų pataisų, reguliavusių žemės nuosavybės, valdymo ir naudojimo teisinius santykius. Todėl ūkininkai susigrąžinto nekilnojamojo turto pagrindu ėmė steigti smulkesnius organizacinius ūkinius darinius.

3. *Trečiasis teisinis ūkininko ūkio plėtros etapas – 1999–2003 metai.* Šių kategorijų ūkių tolimesnei plėtrai didelės įtakos turėjo 1999 m. gegužės 4 d. LR Seimo priimtas Ūkininko ūkio įstatymas bei sėkmingai vykdoma žemės restitucija.

4. *Ketvirtasis teisinis ūkininko ūkio plėtros etapas – nuo 2004 metų.* Šis etapas siejamas su Lietuvos naryste Europos Sąjungoje (2004 m. gegužės 1 d.). Lietuvai įgyvendinant bendrąją žemės ūkio politiką, finansuojamą iš ES struktūrinių fondų pagal 2004–2006 ir 2007–2013 metų veiksmų programas, žemės ūkio struktūroms atsirado didesnės galimybės jų plėtrai. Finansavimas įgyvendinamas remiantis veiksmų programomis, kuriose pagal atitinkamas priemones numatyta ir investicijos į žemės ūkio sektorį.

## **Literatūra**

1. Aleknavičius P. *Pirmasis žemės reformos dešimtmetis.* Vilnius; Jandrija, 2001.
2. Grakauskas E. *Ūkininko ūkio teisinis statusas.* Teisė. Vilnius; Vilniaus Universitetas, 2004.
3. *Lietuvos 2004–2006 metų bendrasis programavimo dokumentas* // patvirtinta LR Vyriausybės 2004 m. rugpjūčio 2 d. nutarimu Nr. 935 (Žin, 2004, Nr. 123-4486; 2005, Nr.126-4480; 2006, Nr.86-3357; 2007, Nr.40-1484 ).

4. Lietuvos Aukščiausiosios Tarybos 1991 m. liepos 25 d. nutarimas "Dėl Lietuvos Respublikos 5. Lietuvos Respublikos įstatymas "Dėl TSR valstiečio ūkio" // Valstybės žinios. 1989, Nr. 20-242.

6. Lietuvos Respublikos Ūkininko ūkio įstatymas Nr. VIII-1159 // Valstybės žinios. 1999.

7. Lietuvos Respublikos Ūkininko ūkio įstatymo pakeitimo įstatymas Nr. IX-1250 // Valstybės žinios. 2002, Nr. 123-5537.

8. Lietuvos Respublikos Žemės reformos įstatymo pakeitimo įstatymas Nr. VIII-370 // Valstybės žinios. 1997.

9. Ūkininkų ūkių registras, prieiga per internetą: [http://www.vic.lt/uploads/file/2013-01-01%20Ūkių%20skaičius%20pagal%20ūkyje%20naudojama%20žemės%20plotą\(1\).pdf](http://www.vic.lt/uploads/file/2013-01-01%20Ūkių%20skaičius%20pagal%20ūkyje%20naudojama%20žemės%20plotą(1).pdf)

10. Ūkininkų ūkių veiklos rodikliai // Statistikos departamentas prie LR Vyriausybės. Vilnius. 1991-2012.

11. Žemės ūkio ministerija. Lietuvos kaimo plėtros 2007–2013 metų programa. Prieiga per internetą: <http://www.zum.lt/lt/zemes-ukio-ministerija/kaimo-pletra/parama-pagal-2007-2013-m--programos-priemones/kaimo-pletros-2007-2013-metu-programa-ir-strategija/>

**Daiva Juknelienė**

## **Legal Regulation of the Agricultural Farmer Farm Land Tenure Formation in the Period of Land Reform**

### *Summary*

The achieved result of the implementation of land planning means in the period of land reform was structured farm land tenures of individuals in agriculture. Three main types of farms have been distinguished: agricultural farms of farmers, farms of legal persons and personal farms of the residents.

The modern system of rural agricultural farm structures in the restored independent Lithuanian state developed under the influence of legal, economic, political, and social factors. The article analyses the influence of regulative law on the development of farmer farm land tenures, which are one of the main types of farms, and the factors influencing the development of these farms after the restoration of independence. Summarizing the process of the development of Lithuanian agricultural farm structures and the changes which occurred in the period of land reform the reconstruction of agricultural farms is divided into four main periods.

*Keywords: Farmer farm, agricultural farm, land reform, reconstruction periods.*

# LIDAR IR ANALOGINIŲ METODŲ SUDARYTŲ HORIZONTALIŲ MIŠKINGOJE TERITORIJOJE Palyginimas

Daiva Gudritienė<sup>1</sup>, Vilma Sinkevičiūtė<sup>1</sup>, Agnė Bykovienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija

<sup>2</sup>Aleksandro Stulginskio universitetas

Pagrindinis LIDAR sistemų taikymo motyvas – LIDAR geba per trumpą laiką surinkti didelius aukščio informacijos kiekius. Atliekant šį darbą naudota informacija gauta, sukūrus horizontales pagal LIDAR duomenis, kurių laiptas – 5 metrai bei GDB10LT turimas horizontales, kurių laiptas taip pat – 5 metrai, tačiau jos bazėje yra sukauptos vektorizuojant skenuotus tarybinio laikotarpio topografinius žemėlapius. Tyrimui parinkta miškingos teritorijos atkarpa, kurios ilgis 1683,27 m. Išanalizavus tyrimo metu gautus duomenis nustatyta, kad pasirinktoje 1683,27 m miškingos teritorijos atkarpoje dviem skirtingais metodais sudarytos horizontalės sutapo 44,3 proc.

Manoma, kad pagrindinės skirtingais metodais sudarytų horizontalių nesutapimo priežastys yra šios: klaidos užrašant neteisingus horizontalių aukščius, koordinavimo nesutapimai, tankus žemės dangos sluoksnis, horizontalės sudarytos skirtingu laikotarpiu.

*Raktažodžiai: LIDAR, reljefas, horizontalės.*

## Įvadas

Pagrindinis LIDAR sistemų taikymo motyvas – LIDAR geba per trumpą laiką surinkti didelius aukščio (apdorojus dažniausiai nustatomas absoliutusias aukštis) informacijos masyvus (Žalnierukas ir kt., 2006). Taikant šia technologiją gaunami aukštos kokybės skaitmeniniai, topografiniai vietovės modeliai, naudojami miestų modeliams, jų žemėlapiams sudarinėti (Žalnierukas ir kt., 2009). Šioje srityje LIDAR technologija, anot A.Aleknavičiaus ir kt. (2008), padeda rengti įvairius projektus. Andersena (2007) savo straipsnyje teigia, kad dėka didelės miškų apaugusių vietovių reljefo informacijos paklausos, tokie duomenys tampa vis reikalingesni miškų valdytojams visame pasaulyje.

Nuotolinio LIDAR skenavimo tikslas Lietuvoje – sudaryti LIDAR duomenų bazę, pateiktą vietovės (Digital Terrain Model, toliau – DTM) duomenų ir žemės paviršiaus (Digital Surface Model, toliau – DSM) forma. Jis atliktas 2009–2010 metais. Šiame straipsnyje siekiama palyginti skirtingais būdais (57/37) sudarytas horizontales miškingoje teritorijoje, nustatyti jų sutapimus ir skirtumus.

## Tyrimų metodika

Tyrimui pasirinkta ši tema, kadangi įdomu palyginti jau turimą informaciją su nauja technologija gautais duomenimis. Atliekant šį darbą naudota informacija gauta sukūrus horizontales pagal LIDAR duomenis, kurių laiptas – 5 metrai bei GDB10LT turimas horizontales, kurių laiptas taip pat – 5 metrai, tačiau jos bazėje yra sukauptos vektorizuojant skenuotus tarybinio laikotarpio topografinius žemėlapius. Kaip papildoma tyrimo priemonė dar naudotas ORT10LT „Raudondvario“ žemėlapių lapas (nomenklatūra 57/37). Vietovės reljefo horizontalių pokyčių analizė buvo vykdoma lyginant atkarpos profilį. Darbas atliktas ArcGis 10, AutoCAD 2010 programomis, o duomenys apdoroti Excel programa.

## Dėstymas

Lietuvos Respublikos miškų įstatyme teigiama, kad miškas yra ne mažesnis kaip 0,1 hektaro žemės plotas, apaugęs medžiais, kurių aukštis natūralioje augavietėje brandos amžiuje siekia ne mažiau kaip 5 metrus, kita miško augalija, taip pat išretėjęs ar dėl žmogaus veiklos bei gamtinių veiksnių netekęs augalijos (kirtavietės, degavietės, aikštės). Miškinga teritorija buvo parinkta interpretuojant ortofotografinį žemėlapią. Pasirinktos atkarpos ilgis 1683,27 m. (1 pav.).



*1 pav. Tyrimui parinkta atkarpa miškingoje vietovėje*

*1 pic. The section selected for research in the forested area*

1 paveiksle raudona spalva pavaizduotos topografinių žemėlapių horizontalės, o žalia spalva – LIDAR metodu sudarytos horizontalės.

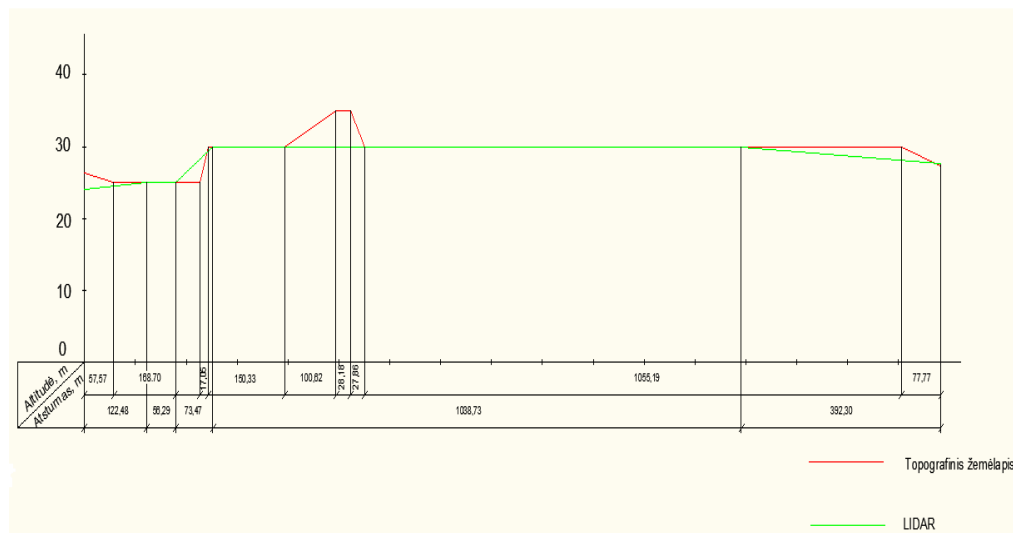
Pasirinktai atkarpai sudarytas išilginis profilis pagal esamuose topografiniuose žemėlapiuose (raudona spalva) ir LIDAR technologijos pagalba (žalia spalva) išbraižytas horizontales. Sudaryto profilio vaizdas pateikiamas 2 paveiksle:

## Rezultatai

Pasirinktoje miško teritorijoje reljefas pakankamai lygus ir altitudės svyruoja nuo 24,1 m iki 35 m. Aukščių vidurkis – 27,05 m ir horizontalės šiame aukštyje sutampa. Didžiausias reljefo nesutapimas nustatytas pasirinktos atkarpos 393,65–550,31 m atstumu nuo jos pradžios. Topografinio žemėlapiu horizontalė rodo staigų 5 metrų peraukštėjimą, o LIDAR metodu sukurta horizontalė toje vietoje vaizduoja lygumą. Tikėtina, kad topografiniame žemėlapyje yra padaryta klaida, t.y. horizontalėi užrašytas neteisingas aukštis. Toks peraukštėjimas nelogiškas. Nesutapimas nustatytas ir atkarpos pabaigoje – 393,3 metrų ruože. Šioje vietoje didžiausias aukščių nesutapimas siekia 1,9 m. Jis galėjo atsirasti dėl



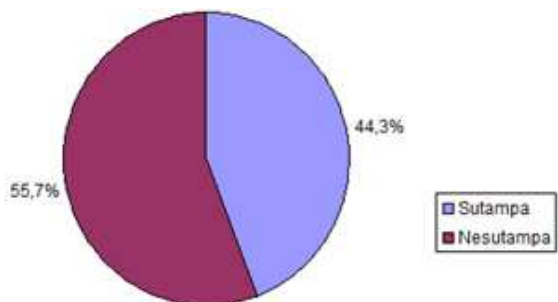
skirtingo kartografavimo metodo. Šis tyrimas leido tik palyginti skirtingu būdu sudarytas horizontales, bet neleido atskleisti, kurios iš jų yra tikslesnės. Tikslumo palyginimui reikalingas papildomas tyrimas.



**2 pav.** Miško vietovėje pasirinktos atkarpos išilginis profilis  
**2 pic.** The longitudinal profile of selected section in the forested area

### Aptarimas

Atlikus miško teritorijoje pasirinktos atkarpos išilginio profilio išsamią analizę, buvo sudaryta profilio nesutapimų diagrama (3 pav.).



**3 pav.** Topografiniuose žemėlapiuose ir LIDAR metodu išbraižytų išilginių profilių sutapimų ir skirtumų diagrama miškingoje vietovėje (proc.)

**3 pic.** Diagram of overlap and difference of longitudinal profiles drawn by LIDAR method in topographic maps in the forested areas

Išnagrinėjus duomenis, nustatyta, kad pasirinktos atkarpos miške beveik pusę horizontalių (44,3 proc.), braižytų skirtingais būdais, nesutampa, o 55,7 proc. – sutampa. Sunku tiksliai nustatyti nesutapimo priežastis, tačiau manoma, kad vienas nesutapimas pasirinktos atkarpos 393,65–550,31 m atstumu nuo pasirinktos atkarpos pradžios įvykęs dėl klaidos neteisingai užrašant horizontalės aukštį. Dalyje profilio horizontalės skiriasi labai nežymiai. Tai gali būti dėl to, kad profilis išbraižytas imant taškus, kur pasirinkta atkarpa kertasi su horizontale. O skirtingais metodais išbrėžtos horizontalės atkarpą kerta ne tose pačiose vietose, todėl peraukštėjimas ir pažemėjimas gali šiek tiek skirtis.



## **Išvados**

1. Nustatyta, kad didžiausias skirtingais metodais sudarytų horizontalių aukščių skirtumas pasirinktoje atkarpoje yra 5 metrai.

2. Išanalizavus tytimo metu gautus duomenis nustatyta, kad pasirinktoje 1683,27 miškingos teritorijos atkarpoje dviem skirtingais metodais sudarytos horizontalės sutapo 44,3 proc.

3. Nesutapimai galimi dėl klaidų užrašant neteisingus horizontalių aukščius, koordinavimo nesutapimų, tankaus žemės dangos sluoksnio bei dėl to, kad horizontalės sudarytos skirtingu laikotarpiu.

## **Literatūra**

1. Aleknavičius A., Gudritienė D. *Skaitmeninė fotogrametrija*. Kaunas: Ardiva, 2008.

2. Andersena H.E., Breidenbach J. *Statistical properties of mean stand biomass estimators in a LIDAR based double sampling forest survey design*. Iš: *ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007*. Finland, XXXVI t., Nr. 3, Finland, 2007.

3. Žalnierukas A., Čypas K. *Žemės paviršiaus skenavimo lazeriu iš orlaivio technologijos analizė*. Iš: *Geodezija ir kartografija*. 2006, XXXII t., Nr. 4.

4. Žalnierukas A., Ruzgienė B., Kalantaitė A., Valaitienė R. *Miestų skenavimo LIDAR metodu tikslumo analizė*. Iš: *Geodezija ir kartografija*. 2009, XXXVII t., Nr. 2.

## **Daiva Gudritienė, Vilma Sinkevičiūtė, Agnė Bykovienė**

### **Comparison of LIDAR and analog method composed of forested area**

#### *Summary*

The main reason for the application of LIDAR systems – LIDAR is able to collect large amounts of information in height in a short period of time. During this work the used vectorising scanned Soviet period topographic maps. For the research it was selected forested area. The length of it is 1683,7 m. Having analyzed the data of research it was established that in the chosen 1683,27 forested territory's area the horizontals, created by two different methods coincided 44,3 %. It is believed that the main reasons of mismatch, using different horizontal methods are as follows: mistakes of incorrect horizontal altitudes, disparities of coordination, dense layer of land cover, horizontals created in a different period of time.

*Keywords: LIDAR, relief, horizontals.*

## REIKALAVIMAI MOKSLINIAMS STRAIPSNIAM RENGTI

### 1. Bendrieji reikalavimai

1. Moksliniai straipsniai turi būti tokios struktūros:
  - straipsnio pavadinimas;
  - autoriaus vardas, pavardė;
  - darbovietė;
  - straipsnio anotacija originalo kalba (ne mažiau kaip 600 spaudos ženklų), jos pabaigoje – ne daugiau kaip 5 straipsnio turinio esmę nusakantys prasminiai žodžiai;
    - įvadas (nurodant tyrimų objektą ir tikslą);
    - tyrimų metodika (metodai);
    - rezultatai;
    - aptarimas;
    - išvados;
    - literatūra;
  - santrauka – jeigu straipsnis rašomas lietuvių kalba, santrauka turi būti anglų kalba;
2. Mokslinio straipsnio apimtis – 3–4 puslapiai. Paskutinis puslapis turi būti užpildytas ne mažiau kaip dviem trečdaliais puslapio.

### 2. Reikalavimai straipsniui rengti kompiuteriu

Šie reikalavimai parengti laikantis Lietuvos mokslo tarybos kolegijos 2000 m. vasario 23 d. nutarimo Nr. V-3 priedo, papildant jame išdėstytus reikalavimus straipsnio teksto tvarkymo nuorodomis (>xx pt – tarpo tarp pastraipų dydis)

#### Reikalavimai programinei įrangai

Straipsniai turi būti parengti Microsoft Windows operacinės sistemos ne vėlesne kaip Microsoft Word' 97-2003 versija.

Straipsnio pavadinimas (Times New Roman, 18 pt, Bold)

>14 pt

Vardas Pavardė (Times New Roman, 16 pt, Bold)

>10 pt

Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija (Times New Roman, 14 pt, Italic)

>20 pt

Anotacijos tekstas per visą puslapio plotį (Times New Roman, 12 pt, Normal, First line 1,2 cm)

Raktažodžiai (Times New Roman, 12 pt, Italic, First line 1,2 cm)

>18 pt

Įvadas (14 pt, Bold, lygiuojama kairėje puslapy pusėje)

>12 pt

Puslapio formatas

Straipsnis (tekstas, formulės, lentelės, paveikslai) ma–ketuojamas A4 (210x297 mm) formato lapuose su tokio–mis paraštėmis: viršuje – 20 mm; apačioje – 20 mm; kairėje ir dešinėje – 20 mm.

Straipsnio informacijos išdėstymas ir tvarkymas

Straipsnio pradžioje atskiromis pastraipomis pateikiami: pavadinimas; straipsnių autorių nesutrumpinti vardai ir pavardės; darbovietė ir anotacija. Straipsnio pagrindinis tekstas 1 intervalo eilėtarpiu spausdinamas Times New Roman, 14 pt, Normal šriftu ir išdėstomas viena skiltimi, Pirma eilutė atitrauk–iama 1,2 cm.

Visų struktūrinių dalių (skyrių) pavadinimai (išskyrus „Literatūra“ ir „Summary“) rašomi 14 pt, Bold. Lygiuo–jama prie kairiojo skilties krašto. Skyrių pavadinimai nuo teksto atskiriami 1 eilutės intervalu. Poskyrių pavadinimai rašomi iš naujos eilutės 14 pt, Italic, tekstą tęsiant toje pačioje eilutėje. Formulių pagrindiniai simboliai rašomi 14 pt, Italic, o jų indeksai – 12 pt. Formulės centruojamos ir numeruojamos arabiškais skaitmenimis lenktiniuose skliaustuose dešinėje kraštinėje skilties dalyje. Parašius formulę rašomas taškas, jei joje naudojami dydžiai neaiš–kinami, jei aiškinami, – kablelis ir naujoje eilutėje be įtraukos rašomas žodelis “čia”, kiekvienas dydis paaiškinamas.

Lentelės ir paveikslai turi būti įterpti tekste po nuorodų į juos, pasibaigus pastraipai, tačiau negali būti spausdinami po išvadų. Didesnio formato paveikslai ir lentelės gali būti spausdinami per visą puslapio plotį. Grafikai ir brėžiniai braižomi kompiuteriu. Nuotraukos turi būti tik geros kokybės, tinkamos reprodukuoti. Parašai po paveikslais, lentelių pavadinimai ir pastabos po jų rašomi centruotai 12 pt šriftu lietuviškai ir santraukos kalba. Lentelėse lietuviškas tekstas rašomas – 12 pt, Normal ir santraukos kalba 12 pt, Italic. Paveikslai ir lentelės nuo teksto atskiriami 1 eilutės intervalu.

Šaltinių nuorodos tekste pateikiamos skliausteliuose nurodant autoriaus pavardę (be vardo raidės) ar šaltinio pavadinimo pirmą žodį (kai autorius – institucija) ir šaltinio publikavimo metus, pvz., (Petraitis, 2001), (Peterson, 1988), (Valstybės..., 2004, (Кресникова, 2005). Jei literatūros šaltinis parašytas daugiau kaip vieno autoriaus, nurodoma tik pirmojo autoriaus pavardė, o po jos rašoma tekste lietuvių kalba “ir kt.”, o anglų kalba “et al”, pvz., (Jonaitis ir kt., 1999), (Johanson et al., 2003). Skliausteliuose galima nurodyti tik publikavimo metus; naudojamos citatos rašomos su kabutėmis papildomai nurodant šaltinio, iš kurio paimta citata, puslapio numerį, pvz., Kadangi Peterson (1988) įrodė, kad ..., “tai atitiko vėliau gautus rezultatus” (Kramer, 2003, p.15).

Literatūros sąrašas sudaromas abėcėlės seka – pagal autorių pavardes ar šaltinio pavadinimo pirmą žodį. Pirmiausiai dėstomi bibliografiniai aprašai lotyniškais rašmenimis, po to kitais (pvz., kirilica).

Keletas to paties autoriaus darbų surašomi chronologiškai. Kai vieno autoriaus leidiniai išleisti tais pačiais metais, rašoma taip: 2003a, 2003b ir t.t.

Sąrašė sutrumpinimai nenaudojami – čia pateikiamos visų šaltinio bendraautorių pavardės ir visas pavadinimas. Visi įrašai sužymimi arabiškais skaitmenimis ir numeruojami iš eilės.

Po literatūros sąrašo per visą puslapio plotį spausdinama santrauka, straipsnio gavimo ir pateikimo spaudai datos, duomenys apie autorių originalo ir anglų kalbomis (žr. pavyzdį).

Literatūra (12 pt, Bold)

> 8 pt

1. Aplinkos biologinis valymas. Viešojo įstaiga “Grunto valymo technologijos”. Vilnius, 2003, p. 82–86.

2. Boon, NE., YAhya, A., Kheiralla, AF. et al. A Tractor-mounted, Automated Soil Penetrometer-shearometer Unit for Mapping Soil Mechanical Properties. Biosystems Engineering, 2005, Vol. 90, Iss. 4, p. 381–396.

3. Novošinskienė, A., Slavickienė, A. Lietuvos mokesčių sistemos reformų raida. Iš: Apskaitos ir finansų aktualijos integruojantis į Europos Sąjungą: tarptautinė mokslinė konferencija: pranešimų medžiaga. LŽŪU. Akademija, 2002, p. 112–117.

4. Кресникова, НИ. Аренда земли в аграрной сфере. Аграрная наука, 2005, № 1, с. 8-10.

>14 pt

Vardas Pavardė (12 pt, Normal)

>8 pt

How to prepare a Manuscript for the Scientific Journal (12 pt Bold)

>8 pt

Summary (12 pt, Normal)

>12 pt

This document contains instruction for the preparation of manuscripts for the scientific journal (12 pt, Normal, First line 1,2 cm)

Keywords (12 pt, Italic, First line 1,2 cm)

**KAUNO MIŠKŲ IR APLINKOS INŽINERIJOS KOLEGIJA**  
***KAUNAS FORESTRY AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING UNIVERSITY***  
***OF APPLIED SCIENCES***

**MIŠKININKYSTĖ IR KRAŠTOTVARKA**  
***FORESTRY AND LANDSCAPE MANAGEMENT***

2012 1(2)

Redagavo Zita Petraitytė (lietuvių k.),  
Ina Janulaitienė (anglų k.),  
Maketavo Lina Šimkevičiūtė

SL 399. 2013-05-02. Sp. l. 4,75. Tiražas egz. Užsakymo Nr. .  
Spausdino Aleksandro Stulginskio universiteto Leidybos centras.  
Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r.