

VALSTYBINIŲ MIŠKŲ KVARTALINIŲ TINKLO IR GEOREFERENCINIO PAGRINDO GEODEZINIAI MATAVIMAI

Aurelijus Živatkauskas

*Kauno kolegijos Technologijų fakultetas Aplinkos inžinerijos katedra
Pramonės pr. 22, LT – 50387, Kaunas, Lietuva, el.paštas: aurelijus.zivatkauskas@go.kauko.lt*

Anotacija

Pateikiamas geodeziniais matavimais patikslintas valstybinių miškų kvartalų tinklas ir georeferencinis pagrindas. Valstybinių miškų kvartalų tinklas ir georeferencinis pagrindas palyginamas su nuotoliniu būdu suformuotu ir Valstybiniame miškų kadastre įregistruotu kvartalų tinklu. Nustatomi georeferencinio pagrindo objektų ir kvartalinių linijų susikirtimo taškų koordinacių skirtumai bei atstumai tarp jų. Tyrimo metu nustatytas vidutinis koordinacių X ašyje neatitikimas – 3,31 m, o Y ašyje – 3,77 m ir atstumų skirtumas tarp pamatuotų ir anksčiau nuotoliniu būdu suformuotų taškų – 5,58 m.

Darbe taip pat analizuojami GPNS prietaisų matuotų „STATIC“ metodu taškų koordinacių tikslumas atsižvelgiant į metų laikus. Tyrimo metu nustatyta, kad koordinacių tikslumui įtakos turi metų laikai. Matavimus atliekant medžiams esant be lapų vidutinė X koordinacių ašyje paklaida – 0,083 m, o Y koordinacių ašyje – 0,058 m, altitudžių vidutinė paklaida – 0,150 m ir vidutinis atstumų neatitikimas – 0,102 m. Matavimus atliekant medžiams esant su lapais vidutinė X koordinacių ašyje paklaida – 0,085 m, o Y koordinacių ašyje – 0,065 m, vidutinė altitudžių paklaida – 0,167 m ir vidutinis atstumų neatitikimas – 0,108 m.

Raktiniai žodžiai: kvartalinių tinklas, georeferencinis pagrindas, geodeziniai matavimai.

Įvadas

Miškų ūkio strateginis tikslas – didinti miškų teikiamą naudą atsižvelgiant į nuosavybės formų skirtumus, užtikrinti darnaus miškų ūkio principų įgyvendinimą visuose šalies miškuose. Aplinkos ministerijos Gamtos apsaugos ir miškų departamento viena iš prioritetinių veiklos sričių yra miškų georeferencinio pagrindo sudarymas. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2012 metų gegužės mėn. 23 d. patvirtintoje nacionalinės miškų ūkio sektoriaus plėtros 2012–2020 m. programoje yra numatyta, kad <...> tikslinga sudaryti prielaidas įgyvendinti nepertraukiamą miškotvarką: sukurti ir įteisinti miškų georeferencinį pagrindą <...> (Nacionalinė miškų ūkio sektoriaus plėtros..., 2012). Šioje programoje yra numatyta, kad iki 2020 metų turi būti pasiekta tai, kad miškų dalis, kurioje miškotvarkos darbai vykdomi naudojant georeferencinį pagrindą sudarytų ne mažiau kaip 50 procentų.

GPS technologijų taikymo galimybės matuojant miškus buvo aptartos dar 2001 metais (Kuliešis ir Bajorūnas, 2001). Tuomet bandymais buvo pasiektos mažiausios paklaidos pavasarį, esant medžiams be lapų – 1,09 – 1,18 m. Kitais atvejais buvo fiksuojamos didesnės GPS matavimų paklaidos. Tačiau vystantis matavimo technologijoms, esant galimybei gauti GPS matavimų pataisas iš nuolat veikiančios LitPOS sistemos, šiandien yra galimybės pasiekti kur kas geresnių rezultatų – netgi miškuose atlikti matavimus kelių ar keliolikos centimetrų tikslumu.

Miškų kvartalinių tinklo ir georeferencinio pagrindo sukūrimas suteikia galimybę turėti tikslius, nekintamus miškų kiekybinius duomenis, tiksliai nustatyti kirtaviečių ribas bei plotus, fiksuoti sklypų plotą kvartalo lygmeniu, tiksliau nustatyti miškų masyvų ribas, miškų ūkyje bei miškų inventorizacijoje plačiau taikyti globalios padėties nustatymo sistemų technologijas, patikslinti nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje esančių preliminarinių žemės sklypų ribas.

Miškų kvartalų tinko ir georeferencinio pagrindo matavimai yra aktualūs, nes darbai pradėti vos prieš 5 metus. Šiuo metu darbai atlikti vos 5 miškų urėdijose iš 42. Nėra sukaupta pakankamai patirties šio pobūdžio matavimuose. Pirmieji rezultatai Dubravos eksperimentinėje mokomojoje miškų urėdijoje jau aptarti 2013 metais (Šumskaitė, Paškauskaitė, Sluoksnaitytė, Živatkauskienė, Živatkauskas, Kaulakytė). Vėliau miškų kvartalų ir georeferencinio pagrindo geodezinių matavimų tikslumo tyrimus atliko Ponomariovienė ir Živatkauskas (2016).

Tyrimo objektas – Valstybės įmonės „Valstybinių miškų urėdija“ Tytuvėnų padalinio valdomi valstybiniai miškai.

Tyrimo tikslas – įvertinti valstybiniuose miškuose vykdomų geodezinių matavimų eigą ir principus, tikslinant kvartalinių tinklą ir georeferencinį pagrindą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Suklasifikuoti kvartalinių tinklo geodezinių matavimų ir georeferencinio miškų pagrindo taškus pagal tipus.
2. Įvertinti miškų kvartalinių tinklo ir georeferencinio pagrindo geodezinių matavimų tikslumą.

Metodika

Vykdamas miškų kvartalinių linijų ir georeferencinio pagrindo matavimus ir tyrimus vadovautasi Miškotvarkos darbų vykdymo instrukcijos 31 priedo reikalavimais (Miškotvarkos darbų vykdymo instrukcija, 2010). Duomenys buvo renkami atliekant geodezinius matavimus miškų kvartalinių tinklo ir georeferencinio pagrindo susikirtimo vietose. Matavimai atlikti naudojant du prietaisus – GPNS imtuvą „Trimble R8s“ ir elektroninį tacheometrą „Trimble M3“. Dirbant su GPNS imtuvu „Trimble R8s“ buvo taikomos RTK (Real Time Kinematic) ir Static technologijos. Objektams pasirinkti valstybiniai miškai, esantys VI Valstybinių miškų urėdijoje, Tytuvėnų padalinyje, šešiose girininkijose: Užvenčio, Kražių, Kelmės, Dubysos, Tytuvėnų ir Šiluvos. Darbe atliekamas kvartalinių tinklo geodezinių matavimų ir georeferencinio miškų pagrindo matavimų kokybės vertinimas matematinės statistikos metodais, atliekant tikslumo skaičiavimus ir sudarant paveikslus, vaizdinei informacijai perduoti.

Kvartalinių tinklo ir georeferencinio miškų pagrindo tikslumo tyrimai

Tyrimo metu lyginama geodeziniais matavimais patikslinto kvartalų tinklo su preliminariai suformuotu kvartalų tinklu, nustatant georeferencinio pagrindo objektų ir kvartalinių linijų susikirtimo taškų koordinacinių skirtumus ir atstumus tarp jų.

Tyrimui atlikti naudojami VI Valstybinių miškų urėdijoje, Tytuvėnų padalinyje kvartalinių tinklo ir georeferencinio pagrindo geodezinių matavimų metu surinkti ir apdoroti duomenys. Iš viso panaudoti 720 kvartalines linijas kertančių georeferencinių objektų linijų susikirtimo taškai. Taškai suskirstyti pagal tipus.

- I tipas – kvartalinių linijų susikirtimas – 318 taškų;
- II tipas – kvartalinės linijos susikirtimas su kitu linijiniu objektu – 230 taškų;
- III tipas – kvartalinės linijos susikirtimas su žemės sklypo ribine linija – 70 taškų;
- IV tipas – kvartalinės linijos galinis taškas – 45 taškai;
- V tipas – kvartalinės linijos lūžio taškas – 55 taškai;
- IX tipas – kitas susikirtimo taškas – 2 taškai.

Kvartalinių tinklo ir georeferencinio miškų pagrindo tikslumo skaičiavimai atliekami sekančia tvarka:

Nustatomi skirtumai Δx ir Δy tarp pamatuotų ir ankstesnės miškotvarkos metu nuotoliniu būdu suformuotų taškų x ir y koordinacinių.

$$\Delta x = X_{\text{mat.}} - X_{\text{proj.}} ; \tag{1}$$

$$\Delta x = y_{\text{mat.}} - y_{\text{proj.}} ; \quad (2)$$

čia: $x_{\text{mat.}}$ ir $y_{\text{mat.}}$ – geodezinių matavimų metu gautos taškų koordinatės;

$x_{\text{proj.}}$ ir $y_{\text{proj.}}$ – nuotoliniu būdu, dešifruojant, gautos taškų koordinatės ankstesnės miškotvarkos metu.

$$\text{Nustatoma atstumo paklaida: } \Delta s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (3)$$

Vidutinei koordinatinių ir atstumų skirtumų neatitikimo reikšmei nustatyti apskaičiuojami moduliniai aritmetiniai vidurkiai $|\overline{\Delta x}|$, $|\overline{\Delta y}|$ ir $|\overline{\Delta s}|$:

$$|\overline{\Delta x}| = (|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \dots) / n; \quad (4)$$

$$|\overline{\Delta y}| = (|\Delta y_1| + |\Delta y_2| + \dots) / n; \quad (5)$$

$$|\overline{\Delta s}| = (|\Delta s_1| + |\Delta s_2| + \dots) / n; \quad (6)$$

Tyrimo metu yra apskaičiuojamos taškų skirtumų vidutinės kvadratinės paklaidos:

$$m_x = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n}} ; \quad (7)$$

$$m_y = \sqrt{\frac{\sum \Delta y^2}{n}} ; \quad (8)$$

$$m_s = \sqrt{\frac{\sum \Delta s^2}{n}} ; \quad (9)$$

Taip pat vidutinių kvadratinių paklaidų patikimumas:

$$m_{mx} = \frac{m_x}{\sqrt{2n}} ; \quad (10)$$

$$m_{my} = \frac{m_y}{\sqrt{2n}} ; \quad (11)$$

$$m_{ms} = \frac{m_s}{\sqrt{2n}} . \quad (12)$$

1 lentelėje pateikiamas miškų kvartalų tinklo ir georeferencinio pagrindo taškų skirtumų vidutiniai nesutapimai pagal taškų matavimo tipus. Taip pat pateikiamos pamatuotų taškų vidutinės kvadratinės paklaidos ir jų patikimumas.

1 lentelė. Miškų kvartalo tinklo ir georeferencinio pagrindo taškų paklaidų dydžiai ir charakteristikos
Table 2. Forest block and georeferenced network control points, and the error rate characteristics

	$ \overline{\Delta x} $	$ \overline{\Delta y} $	$ \overline{\Delta s} $	m_x	m_y	m_s	m_{mx}	m_{my}	m_{ms}
I tipas	2,62	2,90	4,39	3,61	3,82	5,25	0,14	0,15	0,21
II tipas	2,86	3,01	4,74	3,79	4,12	5,60	0,18	0,19	0,26
III tipas	3,25	3,14	5,17	4,33	4,44	6,20	0,37	0,38	0,52
IV tipas	3,99	2,75	5,46	5,07	3,67	6,25	0,53	0,39	0,66
V tipas	3,54	4,05	5,97	4,55	5,22	6,92	0,43	0,50	0,66
IX tipas	3,61	6,76	7,73	3,65	6,86	7,77	1,82	3,43	3,88

Iš pateiktos lentelės galima daryti išvadą, kad tiksliausiai atitinka preliminariai suformuotus ir geodeziniais matavimais pamatuotus georeferencinio pagrindo objektų ir kvartalinių linijų susikirtimo taškų vietas I tipo taškai, mažiausiai – IX tipo taškai.

Atliekant matavimus yra planuojama matavimų eiga atsižvelgiant į dangaus skliauto uždengtumą medžių lajomis, vyraujančias medžių rūšis. Dėl to tyrimo metu taip pat analizuojami GPNS prietaisu pamatuotų „STATIC“ metodu taškų koordinatinių tikslumas atsižvelgiant į metų laikus. Tyrimui atlikti naudojami 100 taškų, kurie pamatuoti medžiams esant be lapų ir 213 taškų, kurie pamatuoti medžiams esant su lapais. Apibendrinant tyrimo rezultatus gautus GPNS prietaisu matuotų „STATIC“ metodu matavimus atlikus medžiams esant su lapais ir matavimus atlikus medžiams esant be lapų – pateikiama lentelė.

2 lentelė. GPNS imtuvu matuotų „STATIC“ metodu matavimų žiemos – vasaros metu rezultatai
Table 2. GPNS imtuvu matuotų „STATIC“ metodu matavimų žiemos – vasaros metu rezultatai

	X koordinacių ašyje vidutinė paklaida	Y koordinacių ašyje vidutinė paklaida	Altitudžių vidutinė paklaida	Galutinės horizontaliosios paklaidos
Matavimai atlikti medžiams – be lapų	0,083	0,058	0,150	0,102
Matavimai atlikti medžiams – su lapais	0,085	0,065	0,167	0,108

Iš pateiktos 2 lentelės, matoma, kad atliekant matavimus GPNS imtuvu „STATIC“ metodu mažesnės gautos paklaidos – matavimuose atliktuose medžiams esant be lapų. Didžiausios nustatytos aukščių paklaidos. Galima daryti išvadą, kad matuojamų taškų tikslumui įtakos turi metų laikai.

Išvados

1. Atliekant kvartalinių tinklo geodezinių matavimų ir georeferencinio miškų pagrindo kokybės vertinimą naudojami 720 taškų, kurie suklasifikuoti pagal tipus: I tipo – 318 taškų, II tipo – 230, III tipo – 70, IV tipo – 45, V tipo – 55 ir IX tipo – 2 taškai.
2. Tyrimo metu nustatyta, kad suprojektuotų ir geodeziškai pamatuotų taškų vidutinis neatitikimas X koordinacių ašyje svyruoja nuo 2,62 m iki 3,99 m, o Y koordinacių ašyje nuo 2,75 m iki 4,05 m. Vidutinis atstumų neatitikimas – nuo 4,39 m iki 5,97 m. Kvartalinių tinklo ir georeferencinio pagrindo tikslumas – 4,62 m. Nustatyta, kad GPS prietaisu matuotu „STATIC“ būdu taškų tikslumui įtakos turi metų laikai. Matavimus atliekant medžiams esant be lapų vidutinė X koordinacių ašyje paklaida – 0,083 m, o Y koordinacių ašyje – 0,058 m, altitudžių vidutinė paklaida – 0,150 m ir vidutinis atstumų neatitikimas – 0,102 m. Matavimus atliekant medžiams esant su lapais vidutinė X koordinacių ašyje paklaida – 0,085 m, o Y koordinacių ašyje – 0,065 m, vidutinė altitudžių paklaida – 0,167 m ir vidutinis atstumų neatitikimas – 0,108 m.

Literatūra

1. Kuliešis, A., Bajorūnas, A. (2001). GPS technologijų taikymo matuojant miškų plotus tyrimai. *Geodezija ir kartografija: straipsnių rinkinys*, 3 (XXVII), 118–125.
2. Miškotvarkos darbų vykdymo instrukcija. (2010): Valstybinės miškų tarnybos direktoriaus įsakymas. 2010 m. sausio 14 d., Nr. 11-10-V. Aktuali redakcija nuo 2016-12-22 [žiūrėta 2017-03-17]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.44E2BF82EF29/WIPCyyIDED>
3. Nacionalinė miškų ūkio sektoriaus plėtros 2012 – 2020 metų programa: Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas. 2012 m. gegužės 23 d., Nr. 565. [žiūrėta 2017-03-17]. Prieiga per internetą: http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=11003
4. Šumskaitė, J., Paškauskaitė, L., Sluoksnaitytė, G., & Živatkauskienė, I. (2013). Kvartalinių tinklo geodezinių matavimų atlikimo ir georeferencinio miškų pagrindo suformavimo tikslumo tyrimas. *Miškininkystė ir kraštotvarka: straipsnių rinkinys*, 2 (4), 36-45.
5. Ponomariovienė, L. ir Živatkauskas, A. (2016). *Geodezinių matavimų tikslumo tyrimas valstybiniuose miškuose. Inovacijų taikymas technologijose 2016: straipsnių rinkinys*, II dalis, 102–110.
6. Živatkauskas, A., Živatkauskienė, I., Kaulakytė, I. (2013). Miškų georeferencinio pagrindo ir kvartalinių tinklo formavimo ypatumai VĮ Dubravos eksperimentinės miškų urėdijos pavyzdžiu. Respublikinės mokslinės-praktinės konferencijos „Matavimų inžinerija ir GIS“ straipsnių rinkinys, 9–13.

THE GEODETIC MEASUREMENTS OF THE STATE FORESTRY QUARTERLY NETWORK AND GEOREFERENTIAL BASIC

Aurelijus Živatkauskas

Summary

The research, based on block network detailed by geodetic measurements is presented. The network is compared with a pre-formed block network, which is registered in the State Forestry Cadaster. The research sets the coordinate differences of intersection points and distances between them referring to georeferenced objects and block lines. The study reveals an average mismatch of coordinates in the X-axis – 3.31 m, and in the Y-axis – 3.77 m, and in the distance difference between the measured and formed points – 5.58 m.

Final paper also analyzes the accuracy of coordinates measured by GPNS devices and the "STATIC" method according to the seasons. The study shows that location accuracy is affected by seasons. When measured on leafless trees, the average coordinate error in X-axis is 0.083 m, and in Y-axis it is 0.058 m; the average altitude error is 0.150 m; and the average distance mismatch is 0.102 m. When measured on leafy trees, the average coordinate error in X-axis is 0.085 m, and in Y-axis it is 0.065 m; the average altitude error is 0.167 m, and the average distance mismatch is 0.108 m.

Keywords: the block network, georeferenced background, geodetic measurements.

Gauta: 2018 m. kovo 25 d.

Gauta recenzija: 2018 m. kovo 25 d.

Priimta: 2018 m. balandžio 5 d.

Received: March 25, 2018.

Revision received: March 25, 2018.

Accepted: April 5, 2018