

ĮVAIRIAUS TIKSLUMO 3D DUOMENŲ ANALIZĖ IR TAIKYMO ŽEMĖTVARKOJE GALIMYBĖS

Vaida BRAZAUSKAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas,
el. paštas: vaida.brazauskaite@vdu.lt

Santrauka

Straipsnyje analizuojami žemės paviršiaus altitudžių skirtumai, nustatyti naudojant skirtingus duomenų šaltinius: maps.lt, geoportal.lt ir GNSS matavimus. Tyrimo tikslas – palyginti skirtingus 3D duomenų analizės įrankius, prieinamus per maps.lt ir geoportal.lt, remiantis jų galimybėmis dirbti su erdviniais duomenimis. Siekiant objektyvumo, tyrimas atliktas skirtingose žemės naudmenose – ariamoje žemėje, miško žemėje, želdiniuose bei natūraliose pievose ir ganyklose.

Tyrimo rezultatai parodė, kad didžiausi altitudžių nesutapimai užfiksuoti miškingose vietovėse, kur skirtumai tarp maps.lt ir geoportal.lt siekė net 5,90 m, o su GNSS matavimais – 0,70 m. Atvirose teritorijose, tokiose kaip ariama žemė, altitudžių buvo ženkliai mažesni – dažniausiai neviršijo 0,20 m. Duomenys pasirodė esą tiksliausi, o didžiausi neatitikimai nustatyti tarp maps.lt ir geoportal.lt aukščio modelių.

Tyrimas pabrėžia būtinybę atidžiai rinktis 3D duomenų šaltinius, atsižvelgiant į teritorijos specifiką. Rezultatai gali būti naudingi planuojant infrastruktūros projektus ir aplinkosaugos priemones, kur aukščio duomenų tikslumas yra kritinis veiksnys.

Reikšminiai žodžiai: 3D duomenys, altitudžių nesutapimai, žemėtvarka, GPNS, reljefo modeliai.

Įvadas

Pastaraisiais metais 3D duomenų taikymas žemėtvarkoje tapo neatsiejama modernių geoinformacinių technologijų dalis. Tikslūs aukščių duomenys yra būtini teritorijų planavimui, inžineriniams projektams, aplinkosaugai ir kitoms su žemės naudojimu susijusioms sritims. Vis dėlto, skirtingų duomenų šaltinių pateikiami aukščio rodmenys gali skirtis, o tai kelia iššūkių praktiniam jų pritaikymui. Šiame kontekste svarbu įvertinti altitudžių nesutapimus tarp įvairių geoduomenų platformų, tokių kaip maps.lt, geoportal.lt ir aukšto tikslumo GNSS (Globalinės Navigacijos Palydovinės Sistemos, angl. Global Navigation Satellite Systems) matavimų. 3D duomenys tampa vis dažniau naudojamu įrankiu žemėtvarkoje. Kaip įrankis teritorijų planavime, žemės reformuose ir kadastrinių matavimų atlikime.

Teigiama, kad geografinės informacinės sistemos internete yra lengvai prieinami programų paketai, kurie suteikia galimybę internetiniuose puslapiuose dirbti su žemėlapiais ar kitais kartografiniais kūriniiais. Šie programų paketai vartotojams suteikia galimybę realizuoti geografinių informacinių sistemų galimybes ir funkcijas. Ši sistemų grupė leidžia sujungti dvi naujas technologijas: geografinės informacinės sistemas ir internetą. Vienos iš žinomiausių ir labiausiai paplitusių mokomųjų geografinių informacinių sistemų internetinių svetainių – www.maps.lt, www.googleearth.com ir www.ArcGIS.com (Mekšriūnienė, 2024)

Moksliniai tyrimai rodo, kad skirtingi aukščio duomenų rinkiniai gali turėti paklaidų, priklausomai nuo jų generavimo metodų. Pasak Z. Li, Q. Zhu ir C. Gold (2005), „skaitmeninių aukščio modelių kokybė priklauso nuo duomenų šaltinio, erdvinės raiškos ir interpoliacijos algoritmų“. Panašias išvadas pateikia ir D. Suwardhi ir kt. (2015), teigdami, kad lazerinio skenavimo, fotogrametrijos ir GNSS metodais gauti aukščiai gali skirtis iki kelių metrų, ypač miškingose arba urbanizuotose teritorijose.

Temos naujumas: pastaraisiais metais gerokai patobulėjo technologijos, skirtos aukščių matavimui ir modelių kūrimui. Nauji palydovai, Lidar technologija ir kiti duomenų surinkimo būdai leidžia gauti tikslesnius ir detalesnius aukščio duomenis. Vis daugiau aukštos kokybės duomenų tampa viešai prieinami, taip sudarant galimybę naudotis tikslesniais aukščių duomenimis. Aukščio duomenys yra svarbūs įvairiose srityse, tokiose kaip urbanistika, gamtos apsauga, inžinerija ir planavimas.

Temos aktualumas: viešai prieinamų Lietuvos Respublikos reljefo (3D) duomenų tikslumo analizė ypač aktuali dėl kelių priežasčių. Infrastruktūros planavimas ir plėtra: infrastruktūros projektavimas padeda tiksliai planuoti kelių, tiltų, tunelių ir kitų infrastruktūros objektų aukščio ir nuolydžio parametrus. Statybų planavimas: užtikrina, kad nauji pastatai būtų statomi laikantis vietos reljefo ir inžinerinių reikalavimų. Žemės ūkio planavimas: aukščio duomenys ūkininkams padeda planuoti pasėlių vietas, drėkinimo sistemas ir nuotekų valdymą.

Tyrimo tikslas – įvertinti viešai prieinamų Lietuvos Respublikos reljefo (3D) duomenų tikslumą.

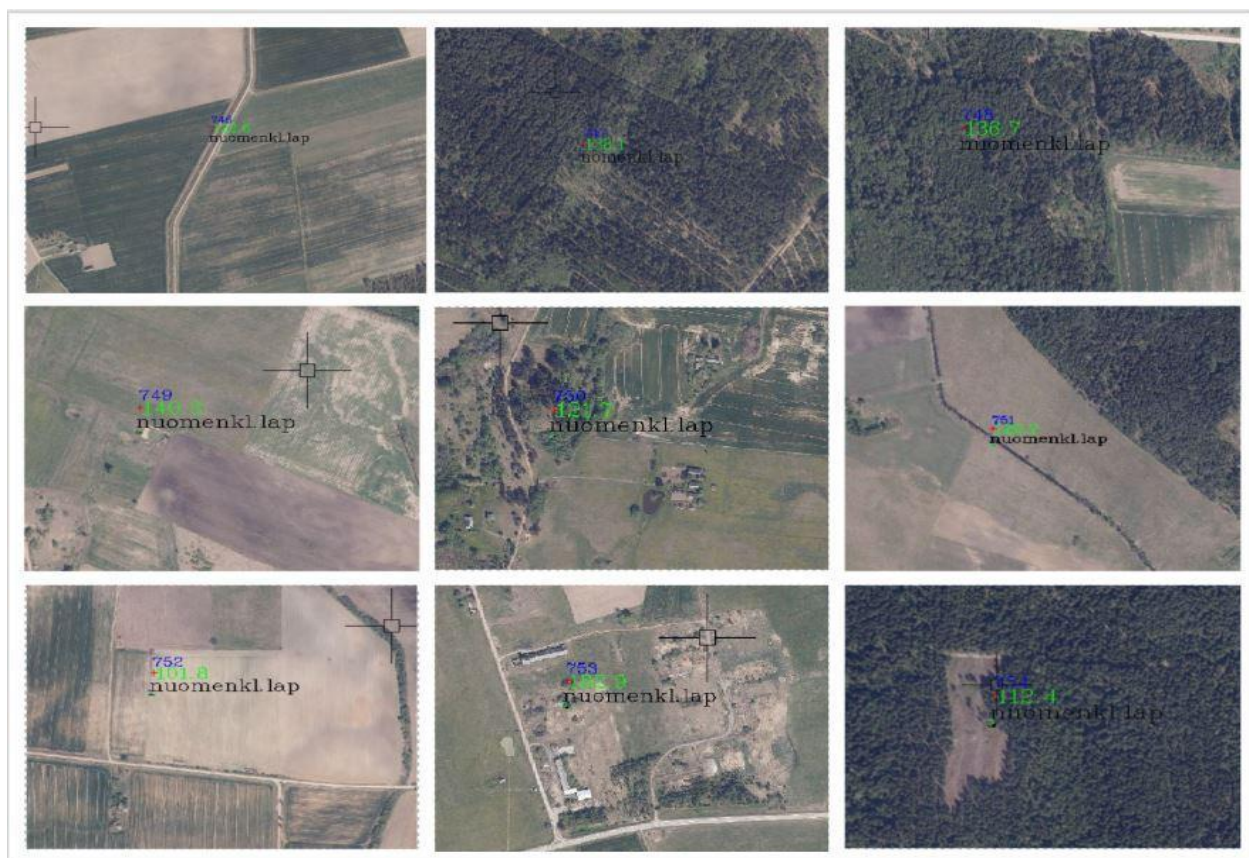
Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Palyginti pasirinktas žemės paviršiaus altitudes taikant nuotolinius ir geodezinius matavimus.
2. Išanalizuoti gautus duomenis ir įvertinti jų tikslumą.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimą pasirinkta vykdyti Kelmės rajono savivaldybėje (žr. 1 pav.). Tyrimo pradžios darbams atlikti buvo naudojama GIS sistemoje esantys LKS- 94 koordinačių nomenklatūros lapai. Nomenklatūrinių lapų žemėlapyje nurodytos 94 koordinatės. Kiekvieną koordinatę x;y susivedus į geoportal.lt, maps.lt ir GPS imtuvą, atliktas tyrimas, kurio metu nustatomas reljefo aukštis sistemose ir matuojant vietovėje. Naudojant nomenklatūros lapus užtikrintas sistemingas

taškų paskirstymas visame tiriamajame plote. Toks sistemingas pasirinkimas užtikrino taškų pasiskirstymą per visą plotą įtraukiant įvairias naudmenų kategorijas: žemės ūkio paskirties žemę, miško žemę, želdynus. Tai leido išanalizuoti duomenų tikslumą skirtinguose aplinkos kontekstuose. Tolimesniame tyrime buvo pasirinkta tik po 5 taškus iš viso jų buvo 94 skirtinguose žemėnaudose iš kiekvienos naudmenos.



Šaltinis: sudaryta autorės
Source: Compiled by the author

1 pav. GPS imtuvu surinkti duomenys
Fig. 1. Data collected by GPS receiver

Geodeziniai matavimai buvo atliekami naudojantis GPNS prietaisu Leica viva GS08, matavimai atlikti rudens sezono metu, gauti duomenys apdoroti GeoMAP programine įranga. Gauti duomenys buvo lyginami su geoportal.lt žemėlapių naršyklėje ir LR reljefo interaktyviame žemėlapyje maps.lt teikiami 3D duomenys. Geoportal.lt žemėlapių naršyklėje yra prieinamas Lietuvos Respublikos reljefo profilio įrankis. Šis įrankis naudoja „GDR50LT – Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:50 000 georeferencinių erdviųjų duomenų rinkinio – skaitmeninį reljefo modelį“, kuris sukurtas panaudojus „SEŽP_0.5LT – LR teritorijos skaitmeninius erdviuosius žemės paviršiaus lazerinio skenavimo taškų duomenis“ (modelio autorius – Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos). Geoportal.lt žemėlapių naršyklėje Lietuvos Respublikos reljefo profilio įrankis leidžia nubraižyti žemėlapyje pažymėtų atkarpų reljefo profilį ir nustatyti bet kurio žemėlapyje pažymėto taško aukštį virš jūros lygio.

Interaktyviame žemėlapyje maps.lt taip pat viešai yra teikiami Lietuvos Respublikos reljefo duomenys. Maps.lt – tai vieša interaktyvaus žemėlapių internetinė programėlė, skirta Lietuvos teritorijos trimatei erdvinei peržiūrai. Naudojant internetinę svetainę maps.lt įrankį brėžti reljefo paviršiaus aukštį susivedus taško koordinatės matuojamas reljefo aukštis, šis įrankis padeda gauti duomenis apie reljefą, remdamasis skaitmeninio reljefo modeliu.

Duomenys apie reljefo aukščius, surinkti nuotoliniu metodu, buvo suvesti į 1 lentelę, siekiant pateikti aiškią ir struktūrizuotą informaciją. Kiekvienoje žemės naudmenų lentelėje yra nurodytos taško koordinatės x; y, reljefo aukštis pagal duomenis, gautus iš internetinio puslapio maps.lt, taip pat ir duomenys apie reljefą, gauti iš geoportal.lt.

Pagal 1 lentelės duomenis buvo paskaičiuoti altitudžių nesutapimai pagal formulę:

$$\Delta z = z_1 - z_2 \quad (1)$$

čia:

z_1 – pirma taško altitudė;

z_2 – antra taško altitudė.

Geodezinių ir nuotolinių matavimų nustatyti altitudžių nesutapimai pateikti lentelėse ir apibendrinti.

1 lentelė. Duomenys suvesti nuotoliniu būdu

Table 1. Data entered remotely

Taško Nr. Point No.	X	Y	H (maps.lt), m H (maps.lt), m	H (geoportal.lt), m H (geoportal.lt), m
Ariama				
1	6197500,00	417500,00	120,90	120,70
2	6192500,00	407500,00	176,70	176,50
3	6192500,00	427500,00	121,70	121,50
4	6192500,00	432500,00	101,80	101,10
5	6187500,00	427500,00	107,10	107,00
Miško žemė				
1	6197500,00	422500,00	122,60	122,50
2	6192500,00	412500,00	138,10	138,90
3	6192500,00	417500,00	114,30	114,10
4	6192500,00	437500,00	122,60	122,40
5	6192500,00	412500,00	138,10	132,20
Želdiniai (krūmai)				
1	6187500	432500	114,90	114,60
2	6187500	437500	144,70	144,80
3	6177500	442500	111,10	111,40
4	6172500	447500	127,50	128,10
5	6172500	457500	122,50	124,50
Natūralios pievos bei ganyklos				
1	6192500	422500	109,60	109,50
2	6192500	407500	176,70	176,60
3	6192500	422500	109,80	109,50
4	6182500	407500	164,50	163,40
5	6182500	412500	177,20	177,10

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Atlikti skaičiavimai pateikti 2 lentelėje. Siekiant nustatyti duomenų skirtumus, visų pirma buvo apskaičiuoti rodiklių skirtumai, gauti nuotoliniu metodu palyginant juos tarpusavyje, vėliau palyginant duomenis, surinktus vietovėje. Atsižvelgiant į pirmosios naudmenos ariamos žemės ir miško žemės skirtumų rodiklius, didžiausias skirtumas nustatytas lyginant duomenis, gautus iš maps.lt ir duomenis iš geoportal.lt, yra 4-ame taške – 0,70 m, o mažiausias skirtumas 5-ojo taško 0,10 m.

2 lentelė. Nustatyti altitudžių nesutapimai

Table 1. Altitude discrepancies detected

Taško Nr. Point No.	H (maps.lt), m <i>H (maps.lt), m</i>	H (geoportal.lt), m <i>H (geoportal.lt), m</i>	Altitudžių nesutapimas, m <i>Altitude mismatch, m</i>	H (GPNS), m	Altitudžių nesutapimas, m Altitude mismatch, m	
					Nesutapimas su map.lt	Nesutapimas su geoportal.lt
Ariama						
1	120,90	120,70	0,20	120,70	0,20	0,00
2	176,70	176,50	0,20	176,70	0,00	-0,20
3	121,70	121,50	0,20	120,10	1,60	1,40
4	101,80	101,10	0,70	101,60	0,20	-0,50
5	107,10	107,00	0,10	107,00	0,10	0,00
Miško žemė						
1	122,60	122,50	0,10	122,50	0,10	0,00
2	138,10	138,90	-0,80	138,30	-0,20	0,60
3	114,30	114,10	0,20	114,10	0,20	0,00
4	122,60	122,40	0,20	122,30	0,30	0,10
5	138,10	132,20	5,90	137,40	0,70	-5,20
Želdiniai						
1	114,90	114,60	0,30	114,50	0,40	0,10
2	144,70	144,80	-0,10	144,80	-0,10	0,00
3	111,10	111,40	-0,30	111,10	0,00	0,30
4	127,50	128,10	-0,60	127,90	-0,40	0,20
5	122,50	124,50	-2,00	123,70	-1,20	0,80
Natūralios pievos bei ganyklos						
1	109,60	109,50	0,10	109,10	0,50	0,40
2	176,70	176,60	0,10	176,20	0,50	0,40
3	109,80	109,50	0,30	109,10	0,70	0,40
4	164,50	163,40	1,10	163,20	1,30	0,20
5	177,20	177,10	0,10	177,20	0,00	-0,10

Didžiausi nesutapimai pastebėti miško žemėje 5-ajame taške. Čia skirtumas tarp maps.lt ir geoportal.lt siekė net 5,90 m, o su GPNS – 0,70 m. Želdinių kategorijoje nustatyti ir teigiami, ir neigiami altitudžių skirtumai. Pavyzdžiui, 5 taško skirtumas tarp maps.lt ir geoportal.lt buvo -2,00 m, tačiau su GPNS matavimais sumažėjo iki -1,20 m, rodant didesnį GPNS duomenų patikimumą. Natūralios pievos ir ganyklos – skirtumai šioje kategorijoje taip pat varijuoja, bet daugeliu atvejų neviršija 1,30 m, išskyrus 4 tašką, kurio aukštis maps.lt skyrėsi nuo GPNS net 1,30 m. Šie paviršių skirtumai gali kilti dėl technologinių, geografinės aplinkos ir metodologinių skirtumų. Tyrime buvo naudojamos skirtingos technologijos. Geoportal.lt naudoja LIDAR, kuris pasižymi dideliu tikslumu, maps.lt naudoja interpoluotus duomenis, o GNSS (RTK) matavimai atliekami tiesiogiai matuojant taško aukštį vietovėje. Taip pat įtakos turi ir augmenija. Dėl tankios augmenijos miškai sukelia netikslumu tiek Lidar, tiek GNSS tikslumui.

Išvados

1. Nuotoliniai tyrimai yra procesas, kurio metu informacija surinkta be tiesioginio fizinio kontakto su tyrėjais ar objektais, naudojant įvairias technologijas. Šis metodas tampa vis aktualesnis visuomenei ir technologijų plėtrai, leidžiantis pasiekti įvairias informacijos rinkimo, tyrimų objektus greitai ir gana efektyviai iš bet kurios vietos. Todėl galima teigti, kad nuotoliniai tyrimai šiuolaikiniame pasaulyje yra privalumas.

2. Atliekant teritorijų planavimą ir žemėtvarkos darbus, būtina įvertinti 3D duomenų šaltinių tikslumą ir patikimumą. Remiantis tyrimo rezultatais, rekomenduojama naudoti GPNS matavimus arba juos derinti su geoportal.lt duomenimis miškingose vietovėse, kur aukščio paklaidos yra didžiausios. Taip pat svarbu atsižvelgti į duomenų rinkimo metodiką bei aplinkos sąlygas, turinčias įtakos altitudžių tikslumui.

Literatūra

1. Suwardhi, D., Menna, F., Remondino, F., Hanke, K., & Akmalia, R. (2015). Digital 3D Borobudur–Integration of 3D surveying and modeling techniques. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40, 417-423.
2. Li, Z., Zhu, C., & Gold, C. (2004). Digital terrain modeling: principles and methodology. CRC press. Prieiga per internetą: <https://eva.fing.edu.uy/mod/resource/view.php?id=185676&forceview=1> (žiūrėta 2025-02-15).
3. Mekšriūnienė, J. (2024). Geografinių informacinių sistemų (GIS) taikymas gimnazijoje (Doctoral dissertation, Vilniaus universitetas.).
4. Lietuvos Geoportal. Prieiga per internetą: <https://www.geoportal.lt/geoportal> (žiūrėta 2024-05-10).
5. Maps.lt Prieiga per internetą: <https://maps.lt/map/page/about?c=2678556.7%2C7355745.5&r=0&s=9027.977411&b=topo&bl=true> (žiūrėta 2024-05-10).

POSSIBILITIES OF APPLYING 3D DATA OF VARIOUS ACCURACY IN LAND MANAGEMENT

Abstract

The article analyzes the differences in land surface altitudes determined using different data sources: maps.lt, geoportal.lt and GNSS measurements. The aim of the study is to assess the accuracy of data from these sources and their applicability for land management purposes. In order to be objective, the study was conducted in different land uses – arable land, forest land, green spaces and natural meadows and pastures.

The results of the study showed that the largest altitude discrepancies were recorded in forested areas, where the difference between maps.lt and geoportal.lt reached as much as 5.90 m, and with GNSS measurements – 0.70 m. In open areas, such as arable land, the altitude differences were significantly smaller – usually not exceeding 0.20 m. GNSS data turned out to be the most accurate, and the largest discrepancies were determined between the maps.lt and geoportal.lt height models.

The study emphasizes the need to carefully select 3D data sources, taking into account the specifics of the territory. The results can be useful in planning infrastructure projects and environmental measures, where the accuracy of elevation data is a critical factor.

Keywords: 3D data, elevation differences, land use planning, GPS, terrain models.