

INŽINERINIŲ OBJEKTŲ KOORDINAČIŲ NUSTATYMO PLANUOSE TIKSLUMO VERTINIMAS

Viktorija PETRAUSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas viktorija.petrauskiene@vdu.lt

Virginija GURSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas virginija.gurskiene@vdu.lt

Santrauka

Šio tyrimo tikslas – naudojant nuotolinius metodus planuose nustatyti pasirinktų inžinerinių objektų koordinates ir įvertinti jų tikslumą. Tyrimo metu buvo lyginami duomenys, gauti iš topografinio ir ortofotografinio planų. Topografinis planas parengtas naudojant totalinę stotį, t. y. robotizuotą elektroninį tacheometrą GEOMAX ZOOM 95 ir surinktiems duomenims apdoroti ir susisteminti skirtą *GeoMap* programą. Ortofotografinis planas sudarytas naudojant bepiločiu orlaiviu Autel EVO II RTK surinktą ir *Pix4D* programa susistemintą informaciją. Duomenys buvo nustatyti teritorijoje, esančioje šalia Elektrėnų marių. Duomenų tikslumui įvertinti ir palyginti pasirinkti inžinerinių tinklų šulinių dangčių centrai. Naudojant topografinį ir ortofotografinį planus, buvo nustatytos pasirinktų inžinerinių objektų centro koordinatės, identifikuoti koordinačių skirtumai. Nustatyta, kad ir iš ortofotografinio plano gauti duomenys atitinka Lietuvos teisės aktuose nustatytas lestinumo ribas ir toks duomenų nustatymo būdas gali būti naudojamas užstatytose teritorijose, kuriose nėra ryšio tarp palydovų ir GPNS imtuvo, arba norint greičiau surinkti reikiamus duomenis.

Reikšminiai žodžiai: topografinis ir ortofotografinis planai, inžinerinis objektas, koordinačių nustatymo tikslumas.

Įvadas

Šių dienų geodezijos ir kadastro specialistai neatsieja savo kasdienybės nuo naujovių. Tai yra todėl, kad svarbu ne tik greitai ir kokybiškai gauti duomenis, bet taip pat labai svarbu, kad, matuojant objektus, matavimo paklaidos būtų kuo mažesnės. Kartografuoti objektus galimi du būdai: tiesioginis (arba antžeminis) ir nuotolinis. Kartografuojant tiesioginiu būdu naudojama naujausia įranga: totalinės stotys ir Globalinės padėties nustatymo sistemos (toliau – GPNS) imtuvai bei kt. Nuotolinis būdas vis dažniau taikomas geodezijos srityje. Jis nuo tiesioginių matavimų skiriasi tuo, kad naudojami lazeriniai skeneriai ir bepiločiai orlaiviai. Visi šie prietaisai padeda optimizuoti darbo našumą ir laiką. Atliktame darbe buvo siekiama apibendrinti mažiau išanalizuotus klausimus, susijusius su bepiločių orlaivių panaudojimu ir lazeriniu skenavimu. Tyrimas buvo atliekamas norint išanalizuoti nuotoliniu būdu gautą pasirinkto inžinerinio objekto, (t. y. šulinių dangčių centro koordinačių ir altitudžių) nustatymo tikslumą. Kuo daugiau panašių tyrimų bus atliekama, tuo labiau geodezininkai ir kiti šios srities specialistai pasitikės nuotoliniu būdu gautais rezultatais, kurie gali būti pritaikomi atliekant ar prognozuojant kitas svarbias užduotis. Straipsnyje identifikuojamas koordinačių skirtumas, lyginami antžeminiu ir nuotoliniu matavimo būdais gauti duomenys.

G. Balevičius ir kt. autoriai (2013) apskaičiavo skirtumus tarp gautų duomenų, nustatytų išmatavus elektroniniu tacheometru ir GPNS imtuvu. Tyrimo metu nustatyta, kad urbanizuotose teritorijose tikslesni duomenys gaunami dirbant elektroniniu tacheometru, o neužstatytose teritorijose abiejų prietaisų gaunami panašūs duomenys.

Žemės sklypams tiesiogiai ir nuotoliniu būdu kartografuoti ir duomenims gauti naudojami įvairūs geodeziniai prietaisai, bepiločiai orlaiviai, skeneriai, o gautiems duomenims apdoroti – pritaikyta programinė įranga.

Daugiadisciplininis darbo pobūdis, naudojant skirtingus integruotus metodus ir vis dažniau naudojamas nuotolinio stebėjimo technologijas, yra svarbi naujovė žemės administravimo srityje. M. Koeva ir kiti autoriai (2020) aprašė gautus teigiamus nuotolinių metodų taikymo rezultatus ir vartotojų pasirengimą taikyti šias metodikas.

Rinkoje atsiradus bepiločiams orlaiviams, geodezininkai greitai juos pritaikė topografinių žemėlapių sudarymui. Analizuojant mažų bepiločių orlaivių privalumus išskirta tai, kad šie maži prietaisai, aprūpinti vidutinės klasės kameromis, lengvai gali sudaryti tankų „taškų debesį“, leidžiantį sukurti paviršiaus modelio ortofotografinį vaizdą. Taip pat jie pritaikyti darbui tankiai užstatytose teritorijose. E. K. Upchurch (2015) nustatė, kad smulkiųjų bepiločių didžiausias trūkumas – ribotas skrydžio aukštis ir laikas. Šie du aspektai priklauso nuo bepiločio orlaivio sukūrimo modelio. H. Eisenbeiss (2009) teigė, kad šiuolaikinių technologijų kompleksas gaunamas naudojant bepiločių orlaivių pagalba gautus vietovės vaizdus (fotografijas) ir šiuos vaizdus apdorojant fotogrametriniais metodais. Visa tai galima vadinti fotogrametrinių matavimų priemonių taikymo visuma. Fotogrametriniai matavimai atliekami efektyviau nei naudojant jau tradiciniais tapusius metodus.

Tyrimo aktualumas. Skaitmeninis technologijų progresas geodezijos ir kadastro srityje jau prasidėjęs, todėl labai svarbu kuo plačiau jį taikyti. Lietuvoje kartografavimo darbams pasitelkiamas tradicinis metodas, t. y. matavimai atliekami preciziniais geodeziniais prietaisais, tačiau šie darbai reikalauja daug žmogiškųjų išteklių ir laiko sąnaudų, todėl aktualu kiek įmanoma dažniau taikyti ir nuotolinius matavimus. Pastarasis matavimo būdas yra labiau robotizuotas, todėl

palengvintų geodezijos ir kadastro specialistų darbus. *Aerokartografavimas* – vienas iš pažangiausių būdų gauti infomaciją apie žemės paviršiuje esančius objektus ir jų padėtį.

Tyrimo naujumas. Aerofotografinių duomenų apdorojimas ir pritaikomumas geodezijos srityje vis labiau populiarėja tarp matininkų, geodezininkų ir žemėtvarkos specialistų dėl greitos, bet pagal teisės aktus atitinkančius duomenų gausos. Bepiločių orlaivių ir lazerių naudojimą nekilnojamojo turto kadastro ar geodezinės veiklos srityse analizuoja įvairių sričių mokslininkai: matininkai, geodezininkai, kartografai ir kt. Tačiau pastebėta, kad atliekant tyrimus gaunamos tik aprašomosios pastabos apie nuotolinių metodų naudojimą žemės sklypų kartografavime, todėl aktualu nagrinėti šiuos būdus ir atlikti išsamesnes analizes bei palyginti gaunamus duomenis.

Tyrimo tikslas – pagal topografinį ir ortofotografinį planus nustatyti pasirinktų inžinerinių objektų, t. y. šulinių / kamerų dangčių centro koordinatas X, Y ir Z bei įvertinti jų nustatymo tikslumą.

Tyrimo uždaviniai

1. Įvertinti pasirinktų inžinerinių objektų X ir Y koordinačių nustatymo tikslumą;
2. Įvertinti pasirinktų inžinerinių objektų Z koordinačių (t. y. altitudžių) nustatymo tikslumą.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – inžinerinių objektų (t. y. šulinių ir kamerų dangčių) pagrindiniai geometriniai duomenys – t. y. centro koordinatės X, Y ir Z – ir šių duomenų nustatymo tikslumas.

Darbo rezultatai parengti atliekant lauko matavimus geodeziniais prietaisais – robotizuotu elektroniniu tacheometru GEOMAX ZOOM 95 ir bepiločiu orlaiviu Autel EVO II RTK. Ortofotografinis planas parengtas naudojantis *Pix4D* programine įranga (1 pav.). Norint patikrinti ortofotografinio plano elementų tikslumą, gautą nuotoliniu būdu lyginant su geodeziniais prietaisais išmatuotais ir gautais duomenimis, pasirinkta sutapdinti po 20 elementų, t. y. šulinių ir kamerų dangčių koordinačių ir altitudžių. Robotizuoto elektroninio tacheometro montavimas stabilioje vietoje suteikia galimybę neperkeliant jo į kitas vietas išmatuoti nemažus atstumus, todėl sumažėja rizika gautų rezultatų paklaidoms (Kuttykadamov et al., 2016). Naudoto tacheometro matavimų metu gautas 2 mm tikslumas. Tyrimo metu naudoti stambaus mastelio (M1: 500) topografinio plano duomenys, taikyta ortofotografinio žemėlapių interpretacija bei atliktas gautų rezultatų palyginimas ir apibendrinimas. Analizuojama vieta yra užstatyta, todėl naudoti GPNS imtuvą būtų netikslinga, nes vietovėje, kur yra pastatai, ryšys tarp palydovų ir prietaiso imtuvo – gana silpnas. GPNS imtuvas naudotas kontūrženkliai pozicijai nustatyti. GPNS imtuvo paklaida matavimų metu siekė 1,01 cm.

Būtina pabrėžti, kad analizuojama teritorija yra mieste, todėl matavimų paklaida negali būti didesnė kaip 10 cm. Labai svarbu ne tik preciziškai išmatuoti taško padėtį paviršiaus atžvilgiu, bet ir nustatyti jo aukštį tam, kad stambaus mastelio topografinis ir ortofotografiniai planai būtų parengti tiksliai ir vėlesnė projektavimo darbų kokybė nenukentėtų.

Planiniai kontūrženkliai žymimi ant stabilų žemės paviršių (jei nėra tokios galimybės, galima žymėti bet kurioje gerai matomoje vietoje). Elektrėnų marių pakrantės dalies teritorijoje buvo pažymėti 5 planiniai kontūrženkliai ant šulinių ir kamerų dangčių ir kontrastingų paviršių (t. y. asfalto dangos, grindinio plytelių ar kt.). Kontūrženkliai žymimi baltos spalvos dažais arba ant žemės padedami specialiai pagaminti plastikiniai kvadratiniai lakštai. Šie žymėjimai gerai matomi fiksuojant susikirtimo tašką, kuris lengviau sutapdinamas su skrydžio metu fiksuotomis nuotraukomis.

Lietuvos Respublikoje skraidyti su dronu galima tik tam leistinose vietose. Ši informacija yra priinama kiekvienam neskraidymo zonų žemėlapyje, kuris pateikiamas internetinėje svetainėje www.oran.lt, joje būtina pasitikrinti nustatytus reikalavimus bei jais vadovautis prieš kiekvienus numatomus darbus. Elektrėnų marių pakrantės dalies teritorijoje nėra jokių nustatytų skrydžio apribojimų, išskyrus nustatytus įprastinius bepiločio orlaivio naudotojams.

Ortofotografinis planas sukuriamas trimis pagrindiniais etapais:

1. Atliekamas pirminis nuotraukų apdorojimas (*Initial processing*);
2. Sudaromas taškų debesis (*Point cloud and Mesh*);
3. Sudaromas ortofotografinis planas (*DSM, Orthomosaic and Index*).

Naudojant bepilotį orlaivį Autel EVO II RTK ir valdymo pultą su integruotu valdikliu buvo sudarytas ortofotografinis planas (1 pav.).

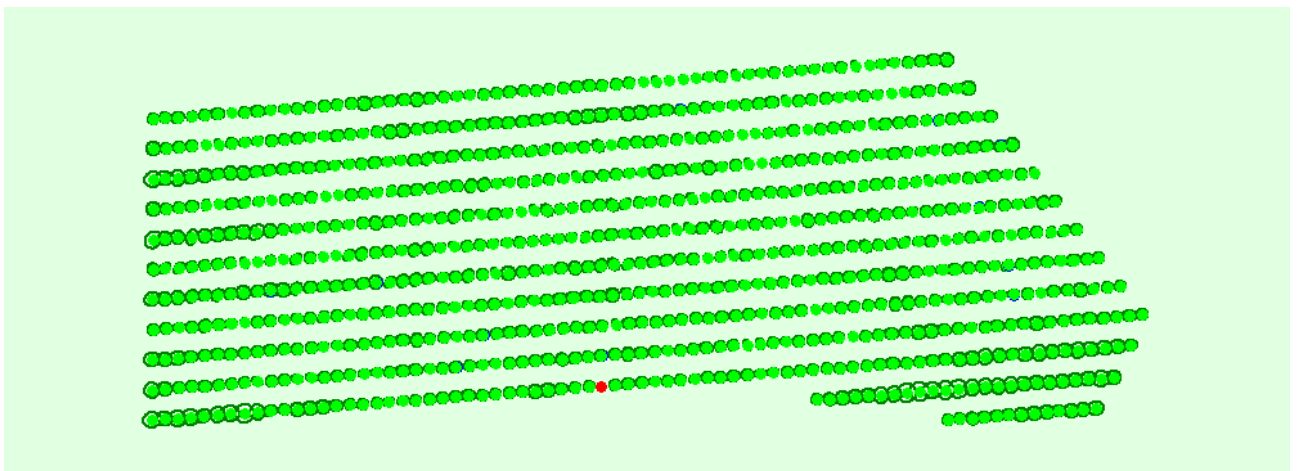
Pasirinktas misijos skrydis nustatytoje teritorijoje gali būti atliktas dviem būdais, t. y. automatinio arba rankiniu. Automatinis būdas pasirenkamas tada, kai droną skrydžio misijos metu valdo programa, kuri įdiegta valdiklyje. Elektrėnų marių pakrantės dalies aerofotografavimo darbai atlikti automatinio būdu. Pasirenkant šį būdą būtina atkreipti dėmesį į tai, kad bepilotis orlaivis prieš darydamas nuotrauką skrenda nesustodamas, dėl to galimi ne tokie tikslūs rezultatai. Norint to išvengti, patariama parinkti drono skrydžio greitį ir skrydžio aukštį nuo žemės kuo mažesnius, tuomet nuotraukų persidengimas bus didesnis.

Drono valdiklyje esančiame ekrane *Autel Explorer* programoje buvo nustatyta skrydžio zona, aukštis – apie 73 m virš jūros lygio, skridimo greitis – 4 m/s, nuotraukų rezoliucija – 1,66 cm/px, misijos trukmė – apie 36 min. Bepilotis orlaivis skrido išilgai teritorijos. Ortofotonuotraukos priekinis persidengimas 80 proc., šoninis – 70 proc. Drono skrydžio metu naudotas RTK režimas, kurio metu gautos 869 nuotraukos (2 pav.), bet programa vieną fotonuotrauką atmetė, nes ji sukalibruota netinkamai. Nustatant šulinio ir kameros centrą ant ortofotografinio plano, programinėje įrangoje *Pix4D* pikselio dydis yra apie 1,6 cm.



1 pav. Elektrėnų marių pakrantės dalies ortofotografinis planas ir analizuojami elemnetai (jie pažymėti raudonai) (sudarė V. Petrauskienė)

Fig. 1. Orthophotographic plan of the coastal part of Elektrėnai Lagoon and analyzed items (they are marked in red)



2 pav. 1000 kartų padidintos elipsės (sudaryta V. Petrauskienės pagal „Pix4D“ programą)

Fig. 2. Ellipses 1000xmagnified

Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro patvirtintame įsakyme Dėl Geodezijos ir kartografijos techninių reikalavimų reglamento GKTR 1.01:2020 „Topografinių objektų geodezinių matavimų atlikimo ir topografinių planų sudarymo tvarka“ patvirtinimo, 3 teisės akto skyriuje „Topografinių objektų tikslumas“ 8 punkte nurodoma, kaip turi būti įvertintas atliekamų topografinių planų tikslumas (1 lentelė).

1 lentelė. Topografinių objektų leistinos padėties paklaidos cm (sudaryta pagal Lietuvos Respublikos..., 2021)

Table 1. Permissible positional errors of topographical objects (compiled according to Republic of Lithuania..., 2021)

Tikslumo klasė	Išmatuotų topografinių objektų padėties paklaida (vid. kv. paklaida, 95 proc. tikimybė)			Rekomenduojami masteliai	Mažiausias objekto dydis, vaizduojamas masteliu, cm
	horizontalios	vertikalios			
	tvirtų kontūrų	kietų paviršių	kitų paviršių		
A	10	10	20	1:200	10
B	20	10	20	1:500	20
C	50	25	50	1:1000	50
D	80	80	100	1:2000	80

Taip pat teisės akte pažymima, kad užsakovas gali nurodyti ir didesnę matuojamo objekto tikslumą nei pasirinktas pagal įsakymą pateiktą lentelę (Lietuvos Respublikos..., 2021).

Darbai atlikti ir gautiems rezultatams apskaičiuoti buvo naudojamos programinės įrangos *MS Word* ir *MS Excel*. Aerokartografavimo darbai buvo planuojami ir sudaromi naudojantis *Autel Explorer* programa, kuri suteikia galimybę neišėjus iš ofiso paruošti skrydžių planus iš anksto arba tai padaryti ir darbo vietoje. Bepiločio orlaivio *Autel EVO II* RTK fotografiniai duomenys buvo apdoroti specializuota „*Pix4D*“ programine įranga. „*X-PAD 365 – GeoMax*“ sukurta ir naudojama internetinė platforma tam, kad vartotojams būtų lengviau valdyti duomenis ir bendradarbiauti, su kuo statybų specialistai ir matininkai susiduria kiekvieną dieną. Naudojant *X-PAD* suteikiama galimybė pasirinkti operacinę sistemą

ir lauko valdiklį, nes prieinama Windows ir Android™ lauko programinė įranga, veikianti daugelyje lauko valdiklių. Geo3D 2022 programinė įranga naudota įvairiais metodais sudarytiems kartografiniams duomenims analizuoti ir juos nubraižyti.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Pagal topografinį ir ortofotografinį planus buvo nustatytos analizuojamų inžinerinių objektų (t. y. šulinių ir kamerų dangčių) centro koordinatės ir įvertintas šių duomenų nustatymo tikslumas (2 lentelė).

2 lentelė. Šulinių dangčių centrų koordinatinių ir altitudžių neatitikys metrais

Table 2. Inconsistencies in the coordinates and altitudes of the well cover centers

Išmatuoto šulinio numeris <i>Measured well number</i>	X topo <i>X topographical</i>	X ortofotogr. <i>X orthophot</i>	Y topo <i>Y topographical</i>	Y ortofotogr. <i>Y orthophot</i>	Z topo <i>Z topographical</i>	Z ortofotogr. <i>Z orthophot</i>
1.	6072131,55	6072131,57	543601,42	543601,42	101,75	101,74
2.	6072270,19	6072270,19	543495,17	543495,18	97,13	97,12
3.	6072242,24	6072242,21	543412,53	543412,56	98,01	97,98
4.	6072146,79	6072146,77	543336,18	543336,22	103,13	103,11
5.	6072264,93	6072264,92	542990,21	542990,24	97,28	97,26
6.	6072230,36	6072230,39	542941,50	542941,50	99,39	99,36
7.	6072245,07	6072245,06	542866,43	542866,46	103,55	103,51
8.	6072171,87	6072171,87	542823,51	542823,50	105,35	105,33
9.	6072154,15	6072154,11	542930,96	542930,94	99,07	99,02
10.	6072124,50	6072124,50	542829,01	542829,00	103,72	103,70
11.	6071999,32	6071999,28	542872,82	542872,86	97,43	97,37
12.	6071998,78	6071998,73	542861,93	542861,93	97,51	97,47
13.	6072012,29	6072012,33	542897,86	542897,83	96,57	96,52
14.	6072003,31	6072003,37	542892,61	542892,57	96,60	96,56
15.	6071996,06	6071996,09	542892,75	542892,72	96,67	96,63
16.	6071967,12	6071967,11	542799,02	542799,05	95,91	95,87
17.	6071928,50	6071928,50	542665,55	542665,55	97,20	97,18
18.	6071823,86	6071823,84	542437,16	542437,15	98,28	98,26
19.	6071778,05	6071778,03	542025,09	542025,08	98,60	98,58
20.	6071525,08	6071525,08	542044,43	542044,43	98,39	98,38
Vidurkis <i>The average</i>	6072050,701	6072050,698	542880,807	542880,8095	99,077	99,048

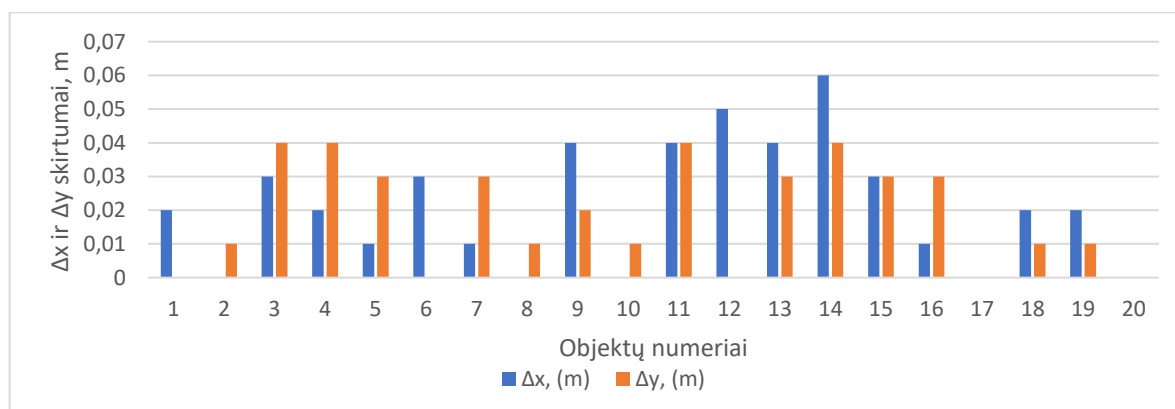
Paaikškinimas: * - topografinio plano, sudaryto tacheometrinium matavimo metodu,

** - ortofotografinio plano, sudaryto aerofotogrametriniu pagrindu.

Explanation: * - of a topographic plan made by the tachymetric measurement method,

** - orthophotographic plan made on the basis of aerial photogrammetry.

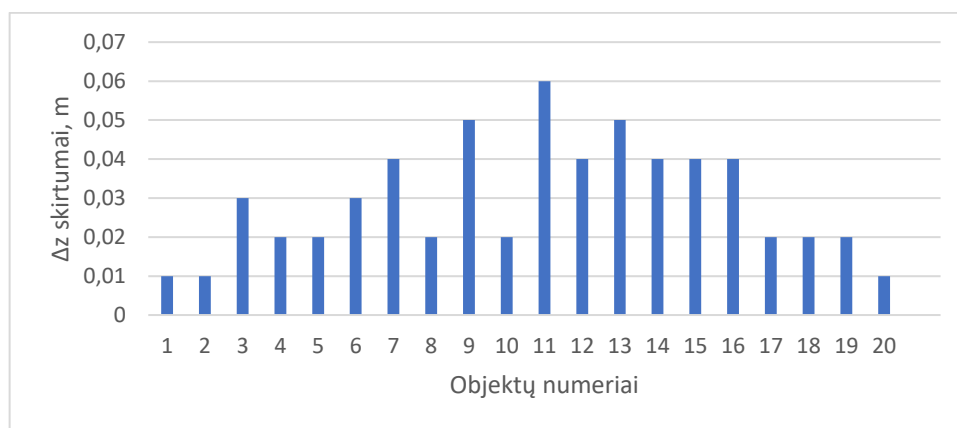
Apskaičiuoti koordinatinių X ir Y skirtumai Δx ir Δy (3 pav.). Antrame grafike (4 pav.) pateikti altitudžių skirtumai Δz .



3 pav. Antžeminiu ir nuotoliniu matavimo būdais gauti Δx ir Δy koordinatinių skirtumai metrais

Fig. 3. Differences in Δx and Δy coordinates obtained by ground and remote measurement methods

Pagal gautus duomenis nustatyta, kad Elektrėnų marių pakrantės dalies ortofotografinio plano tikslumo patikros didžiausias koordinatinių neatitikimas rastas tarp išmatuotų taškų X atžvilgiu yra 6 cm, Y koordinatinių didžiausias neatitikimas yra 4 cm, jis nustatytas keturiuose taškuose (10 proc. visų objektų). Tik dvijuose matuotuose objektuose (17 ir 20) gauti vienodi duomenys.



4 pav. Antžeminiu ir nuotoliniu matavimo būdais gauti Δz atitudžių skirtumai metrais
Fig. 4. Differences in Δz latitudes obtained by ground and remote measurement methods

Z koordinacių nustatymo tikslumas šiek tiek mažesnis. Viename taške gautas didžiausias nesutapimas yra 6 cm ir dviejuose taškuose – po 5 cm. Pagal gautus rezultatus galima teigti, kad pagal Lietuvos Respublikos nustatytus teisės aktus (1 lentelė), Elektrėnų marių pakrantės dalies ortofotografinis planas atitinka B klasės stambaus mastelio topografinių planų M 1:500 leistinumo paklaidas.

Atliekant tyrimą buvo vertinama, kokią įtaką altitudžių, t. y. Z koordinacių, nustatymo tikslumui turi pasirinktų objektų padėtis. Visi šuliniai buvo sugrupuoti į du pogrupius: 1 pogrupis – šuliniai gatvės viduryje, 2 – šuliniai, nutolę nuo gatvių krašto.

Atlikus koreliacinę analizę, apskaičiuotas ryšys tarp objektų padėties ir nustatytų Z koordinacių bei jų skirtumų tikslumo (3 lentelė).

3 lentelė. Ryšys tarp objektų padėties ir gautų Z koordinacių bei jų skirtumų

Table 3. The relationship between the position of the objects and the resulting Z coordinates and their differences

Rodikliai	Taškų padėtis	Z topo	Z ortotopogr.	Δz , m
Taškų padėtis	1			
Z topo	0,359279891	1		
Z ortotopogr.	0,358475869	0,999987876	1	
Δz , m	0,03863075	-0,320618765	-0,325279103	1

Pagal koreliacinės analizės rezultatus nustatyta, kad objektų padėtis koordinacių nustatymo tikslumui įtakos neturi, nes gauti tik silpni ($r = 0,3593$ ir $r = 3585$) ir labai silpni ($r = 0,0386$) ryšiai.

Išvados

1. Palyginus duomenis, nustatytus iš ortofotografinio plano, su duomenimis, gautais iš topografinio plano, nustatyta, kad pagal gautą X ir Y koordinacių didžiausią neatitikimo dydį (kuris yra 6 cm ir 4 cm) pasirinktų inžinerinių objektų gauti rezultatai vertinami kaip labai tikslūs.

2. Elektrėnų m.(mieste ar Šalia Elektrėnų marių esančių pasirinktų inžinerinių objektų (šulinių ir kamerų dangčių centrų) iš ortofotografinio plano gauti Z altitudžių rezultatai atitinka Lietuvos Respublikos teisės aktuose nustatytus reikalavimus. Todėl toks duomenų nustatymo būdas gali būti naudojamas ir užstatytose teritorijose, kur nėra ryšio tarp palydovų ir GPNS imtuvo, arba norint greičiau surinkti reikiamus duomenis per .

Literatūra

- Balevičius, G., Pupka, D., Stravinskienė, V. 2013. Research on the accuracy of geodetic measurement methods. *Baltic Surveying '13: proceedings of the international scientific methodical conference*. Aleksandras Stulginskis University. Kaunas, Akademija, p. 164–169.
- Eisenbeiss, H., 2009. *UAV photogrammetry. Diss. ETH No.18515*, Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich, Switzerland, Mitteilungen 105, 235 p.
- Koeva, M., Stöcker, C., Crommelinck, S., Ho S., Chipofya, M., Sahib, J., Bennett, R., Zevenbergen, J., Vosselman, G., Lemmen, C., Cromptvoets, J., Buntinx, I., Wayumba, G., Wayumba, R., Odwe, P. O., Osewe, G.T., Chika, B., Pattyn, V. 2020. Innovative Remote Sensing Methodologies for Kenyan Land Tenure Mapping. *Remote sensing*, Vol. 12(2), ID 273.
- Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymas Dėl geodezijos ir kartografijos techninių reikalavimų reglamento GKTR 1:01:2020 „Topografinių objektų geodezinių matavimų atlikimo ir topografinių planų sudarymo tvarka“ patvirtinimo 2021 m. liepos 1 d. Nr. 3D-420, Vilnius.
- Skiedrienė, K. 2018. Realus laiko GPNS matavimų tikslumo tyrimai. Akademija.

6. Upchurch, E. K. 2015. Drone on the farm: the benefits and controversies surrounding the future of unmanned aircraft systems in agriculture. *Drake Journal of Agricultural Law*, Vol. 20, ID 309.

ASSESSMENT OF THE ACCURACY OF DETERMINING THE COORDINATES OF ENGINEERING OBJECTS IN THE PLANS

Summary

The purpose of this study is to determine the coordinates of the selected engineering objects in the plans and assess their accuracy using the remote control method. During the study, data obtained from topographic and orthophotographic plans were compared. The topographic plan is prepared using a total station, i.e. robotic electronic tacheometer GEOMAX ZOOM 95 and the "GeoMap" program for processing and systematizing the collected data. The orthophotographic plan was created using the information collected by the Autel EVO II RTK drone and systematized with the "Pix4D" program. The data were determined in the area near the Elektrėnai Lagoon. In order to evaluate and compare the accuracy of the data, select well covers of engineering networks. as a topographical and orthophotographic plan, the coordinates of the center of the selected engineering objects were determined, and the differences in the coordinates were identified. It was established that the data obtained from the orthophotographic plan correspond to the limits of admissibility set by the Lithuanian legislation and this measurement method can be used in built-up areas where there is no communication between satellites and the GPS receiver, or in order to collect the necessary data faster, thus shortening the time of work.

Keywords: topographic and orthophotographic plans, engineering object, accuracy of coordinate determination