



ASTRONOMINIO GEODEZINIO VERTIKALĖS NUOKRYPIO KITIMO ĮVERTINIMAS

Rosita Birvydienė¹, Romuald Obuchovski², Skaistė Varanavičiūtė³

^{1,2} Geodezijos ir kartografijos katedros docentai, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,

³ Geodezijos ir kartografijos katedros magistrantė, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva

el. p. ¹rosita.birvydienė@vgtu.lt, ²romuald.obuchovski@vgtu.lt, ³skaiste.varanaviciute@stud.vgtu.lt

Anotacija. Remiantis teorine medžiaga atlikta astronominio geodezinio vertikalės nuokrypio nustatymo metodų analizė. Palygintas klasikinis Cingerio būdas ir šiuolaikinis fotografinis metodas astronominiams koordinatėms bei vertikalės nuokrypiui nustatyti. Išnagrinėtas ir įvertintas Žemės momentinio poliaus judėjimo poveikis vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale. Išnagrinėtas trikdymo jėgos ir trikdančio kūno poveikis vertikalės nuokrypiui. Detaliai ištirtas kūno, turinčio masę artimą Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės vandens baseino masei, poveikis vertikalės nuokrypiui.

Reikšminiai žodžiai: astronominis geodezinis vertikalės nuokrypis, vienalyčio trikdančio kūno poveikis vertikalei, Žemės momentinio poliaus judėjimo poveikis.

Įvadas

Geodeziniai darbai atliekami Žemės sunkio lauke, todėl sprendžiant įvairius geodezinius uždavinius būtina informacija apie sunkio lauką. Itin vertingą informaciją teikia geodezinės astronomijos metodais nustatomas astronominis geodezinis vertikalės nuokrypis. Jis leidžia patikslinti geoido formą, kurią svarbu žinoti nustatant geopotencialinius aukščius, sprendžiant įvairius geodezinius uždavinius, vykdant tiksliąją navigaciją bei atliekant geofizinius ir geodinaminius tyrimus. Didėjant geodezinės astronomijos metodais nustatomo astronominio geodezinio vertikalės nuokrypio tikslumas reikalauja išnagrinėti ir įvertinti įvairias priežastis, kurios keičia vertikalės nuokrypio reikšmę. Astronominis geodezinis vertikalės nuokrypis gali būti nustatomas klasikiniiais geodezinės astronomijos metodais ir šiuolaikiniais. Naujieji metodai žinomi kaip žymiai tikslesni, fotografinio metodo tikslumas siekia 0,1". Didėjantis geodezinės astronomijos metodais nustatomo astronominio geodezinio vertikalės nuokrypio tikslumas reikalauja išnagrinėti ir įvertinti įvairias priežastis, kurios keičia vertikalės nuokrypio reikšmę.

Darbo tikslas – išnagrinėti vertikalės nuokrypio kitimo priežastis ir įvertinti jų poveikį vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale.

Astronominis geodezinis vertikalės nuokrypis ir jo nustatymo galimybės

Sunkio lauko ekvipotencialiniai paviršiai – tai tokie paviršiai ant kurių sunkio potencialas visada yra pastovus. Linija, kurios liestinė kiekviename taške sutampa su sunkio kryptimi yra vadinama sunkio lauko jėgų linija. Yra teigiama, kad jėgų linija nėra plokštumos kreivė, kadangi ji turi dvigubą kreivumą. Masės viduje, kur tankis keičiasi šuoliu, tai antrosios išvestinės ir jėgų linijos kreivumo spindulys irgi keičiasi šuoliu. Masės išorėje tas keitimasis yra tolygus (Petroškevičius, 2005).

Yra išskiriamas vienas ekvipotencialinis paviršius – geoidas. Geoidas tai toks – sunkio lauko ekvipotencialinis paviršius, kuris eina per aukščių sistemos pradžią. Ekvipotencialiniai paviršiai ir geoidas skirtingose valstybėse yra priimti skirtingi. Priimta, jog rytų Europoje geoidas eina per Kronštato nulį, o vakarų Europoje per Amsterdamo nulį. Ortometriniai aukščiai visada atskaitomi nuo geoido paviršiaus (Petroškevičius, 2005).

Sunkio potencialo ekvipotencialiniai paviršiai apibūdinami tokia lygtimi:

$$W(x,y,z) = \text{const}, \quad (1)$$

čia W – sunkio potencialas (Petroškevičius, 2005).

Naudojant du kampinius dydžius ilgumą ir platumą gali būti nusakoma Žemės paviršiaus taškų padėtis, Žemės pusiaujo, kuris statmenas Žemės sukimosi ašiai ir

pradinio dienovidinio atžilgiu. Koordinatės gali būti astronominės arba geodezinės. Geodezinės koordinatės susietos su taško vertikale ir nustatomos geodezinės astronomijos metodais pagal dangaus šviesulių matavimus, priešingai negu geodezinės koordinatės. Geodezinės koordinatės susietos su taško normale į elipsoidą, kuris yra naudojamas geodezinių matavimų rezultatams apdoroti. Geodezinėms koordinatėms nustatyti atliekami geodeziniai ir gravitacijos lauko matavimai gravimetriniu, kosminės geodezijos ir geodezinės astronomijos metodais. Norint nustatyti koordinates reikia kuo tiksliau dydžiu, forma ir sukuriamu normaliniu sunkio lauku parinkti sunkio lauku Žemę atitinkantį elipsoidą. Astronominio geodezinio vertikalės nuokrypio yra vadinamas kampas tarp taško vertikalės ir normalės į elipsoidą. Astronominis geodezinis vertikalės nuokrypis yra nustatomas geodezinės astronomijos metodais pagal dangaus šviesulių matavimus. Jis paprastai neviršija 10", tik išimtiniais atvejais siekia 40". Astronominis vertikalės nuokrypis žymimas simboliu u (Petroškevičius, 2012).

Klasikinis metodas astronominiai ilgumai nustatyti – Cingerio būdas. Nustatant astronominę ilgumą šiuo būdu stebimas dviejų žvaigždžių (rytinės ir vakarinės) perėjimas per tą patį almukantarą, praėjimo momentai yra fiksuojami chronometru. *Almukantaros* – mažasis dangaus sferos apskritimas, lygiagretus su horizontu. Astronomas Cingeris 1874 metais Pulkovo observatorijoje atliko laiko nustatymą pagal žvaigždžių porų stebėjimą viename aukštyje. Po jo atlikto tyrimo šis būdas ir buvo pradėtas vadinti Cingerio būdu. Šis astronomas išvedė patogias formules skaičiavimams, atliko teorinę tikslumo analizę, sukūrė stebėjimo metodiką ir taip pat sudarė 160 žvaigždžių porų sąrašą. Visi kiti rusų astronomai savo darbus nukreipė į žvaigždžių porų skaičiaus didinimą ir patogų efemeridžių praktinį naudojimą, tinkantį stebėjimą platumose, kintančiose nuo 40° iki 70° (Уралов С. С., 1980). Norint nustatyti astronominę ilgumą panaudojant Cingerio būdą pirmiausia sudaromas Cingerio žvaigždžių porų efemeridės. Jose yra nurodomas vietinis žvaigždinis laikas, kurio metu žvaigždžių porą galima stebėti, žvaigždžių ryškumą, poros ir žvaigždžių numerius, poros zenitinį nuotolį ir žvaigždžių azimutus. Iš pradžių stebint rytinę žvaigždę, paskui – vakarinę, ir atvirkščiai. Punkto, kurio koordinatės žinomos, efemeridės sudaromos, naudojant paskelbtas Cingerio porų efemerides (Petroškevičius, 1981). Cingerio būdo tikslumas – 0,45".

Kiekvienoje srityje yra iškeliama tam tikri tikslai ir uždaviniai, kuriuos siekiama įgyvendinti. Geodezinės astronomijos pagrindinis ir vienas iš svarbiausių praktinių uždavinių - nustatyti astronominę ilgumą ir platumą. Per pastaruosius dešimtmečius geodezinių uždavinių nustatymo metodai sparčiai keitėsi. Pavyzdžiui nustatinėjant Žemės paviršiaus taškų geografinės padėtis buvo naudo-

jamas vienas iš pagrindinių metodų – GPS metodas. Dabar tobulėjant technologijoms platumai ir ilgumai, bei dangaus kūnų padėčiai nustatyti jau taikomi kiti metodai, kurie atliekami šiuolaikinėmis priemonėmis bei yra žymiai tikslesni. Pastaruoju metu tam tikslui naudojamos skaitmeninės zenitinės kameros.

Skaitmeninės zenitinės kameros yra plačiai naudojamos ir dėl to, kad matavimai, kurie atliekami su jomis yra žymiai pigesni palyginus su kitomis sistemomis. Matavimai pigesni dėl to, kad yra susieti su CCD technologija, kuri yra skirta žvaigždžių stebėjimui. Matavimams yra taikomi tikslesni UCAC ir Tycho-2 žvaigždžių katalogai. Kadangi žvaigždžių stebėjimai yra automatizuoti, tai spartina vertikalės nuokrypio nustatymo galimybes. Šiais laikais vertikalės nuokrypio nustatymo stebėjimai trunka maždaug 20 minučių, o dar prieš kelis metus toks nustatymas užtrukdavo net kelias valandas ar daugiau. Duomenis galima rinkti visą naktį (Hirt C., 2008).

Fotografiniame metode yra naudojamos dvi skaitmeninės zenitinės kameros, jos yra pagrindinės: DIADEM ir TZK2-D. Šios dvi kameros yra beveik analogiškos tiek savo veikimo principu, tiek sudedamosiomis dalimis.

Matavimai DIADEM skaitmenine zenitine kamera atlikti Ciuricho universitete, Šveicarijoje (The University of Zurich), o skaitmenine zenitine kamera TZK2-D – Hanoverio universitete, Vokietijoje (The University of Hannover).



1 pav. Skaitmeninės zenitinės kameros: DIADEM (kairėje), TZK2-D (dešinėje) (Hirt, 2010)

Vertikalės krypties kitimo priežastys

Dėl Žemėje vykstančių, įvairiausių geofizinių procesų, keičiasi ne vien tik Žemės sukimosi greitis, bet taip pat nepertraukiamai keičiasi ir Žemės padėtis jos sukimosi ašies atžvilgiu. Dėl šios priežasties Žemės poliai juda jos paviršiumi. Šiaurinis polius, kuris juda prieš laikrodžio rodyklę, brėžia į spiralę panašią kreivę, kuri telpa į kvadratą su 25 m ilgio kraštinėmis ir neišeina už jo ribų. Polių judėjime yra išskiriami periodiniai svyravimai ir

neperiodiniai pakitimai. Tyrimais nustatyta, kad vidutinis polius juda 0,0033" metiniu greičiu, dienovidinio, kurio ilguma $-\lambda = -75,7^\circ$ kryptimi (Petroškevičius P., 2012).

Žemės momentinė poliaus padėtis yra nustatoma stačiakampėje koordinatinių sistemoje Oxy. Šios sistemos pradžia O sutampa su vidutiniu poliumi, ašis Ox yra nukreipta Grinvičo dienovidinio liestinės kryptimi, o ašis Oy dienovidinio, kurio ilguma $\lambda = -90^\circ$, liestinės kryptimi. Poliaus koordinatės yra išreiškiamos kampiniais dydžiais (Petroškevičius P., 2012).

Žemės paviršiaus taškų astronomines koordinates keičia Žemės polių judėjimas. Astronomines koordinates nustatant geodezinės astronomijos metodais jos priklauso momentiniam poliui. Momentinės koordinatės žymimos – φ_m, λ_m . Jeigu minėtas koordinates redukuoti prie vidutinio poliaus yra gaunamos vidutinės koordinatės – φ, λ . Ryšys tarp momentinių ir vidutinių koordinatinių yra išreiškiamas tokiomis formulėmis (Petroškevičius P., 2012):

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_m = -(x_p \cos\lambda - y_p \sin\lambda), \quad (2)$$

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_m = -(x_p \sin\lambda + y_p \cos\lambda)\tan\varphi, \quad (3)$$

čia x_p, y_p – Žemės poliaus koordinatės.

Polių judėjimas gali būti nustatomas ir matuojant punktų stačiakampes koordinates.

Momentinio poliaus poveikis vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale

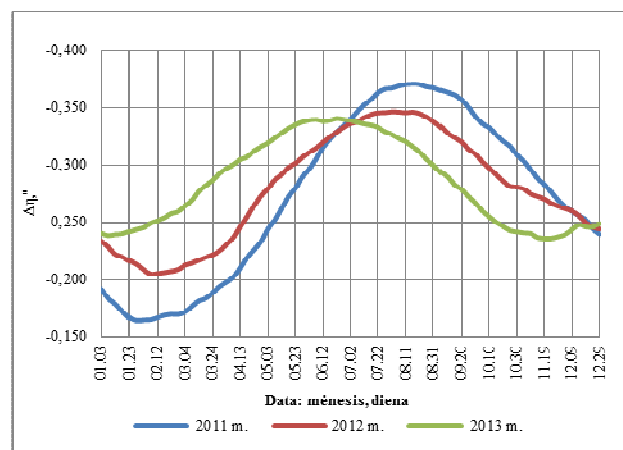
Momentinio poliaus judėjimas turi įtakos vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale pasikeitimui. Poliaus judėjimas tam tikrais metų laikotarpiais skiriasi, ir daro skirtingą įtaką vertikalės nuokrypiui. Išnagrinėtas momentinio poliaus judėjimas ir jo poveikis vertikalės nuokrypiui trijų metų laikotarpyje (2011–2013). Momentinio poliaus judėjimo koordinatės x ir y paimtos iš astronominio metraščio (Rocznik astronomiczy. Warszawa: Instytut geodezji i kartografii). Metraščiai leidžiami, kai kuriose šalyse kiekvieniems metams. Juose pateikiamos momentinio poliaus koordinatės, žvaigždinis laikas Grinvičo vidurnaktį, Saulės ir Mėnulio koordinatės, paralaksai, planetų koordinatės, žvaigždžių koordinatės, redukciniai dydžiai, Julijaus dienos ir kiti duomenys (2 pav.).

Tyrimui pasirinkta ilgumos ir platumos reikšmė: $\lambda = 24^\circ 15' 18''$, $\varphi = 54^\circ 46' 52''$. Reikšmės pasirinktos Lietuvos teritorijoje ties Kruonio hidroakumuliacine elektrine (HAE) esančia Kaišiadorių rajone.

Data	MJD	x_{IERS}	y_{IERS}	UT1–UTC
2011		0°00001	0°00001	0°00001
XI 19	55884	+17606	+30068	–373193
24	55889	+17013	+29442	–380402
29	55894	+16406	+28785	–384612
XII 4	55899	+15978	+28223	–390010
9	55904	+15458	+27902	–393901
14	55909	+14994	+27603	–397123
19	55914	+14268	+27438	–403727
24	55919	+13269	+26865	–408948
29	55924	+12444	+26567	–414674

2 pav. Astronominio metraščio lentelės ištrauka

1 lentelėje nurodyta duomenų ištrauka, kurie paimti iš astronominio metraščio atitinkamiems metams. Tikslias koordinates kiekvieniems metams galima rasti metraščiuose, jame yra nurodomos tikslios metų laikotarpio koordinatės. Tiriamojo laikotarpio (2011–2013 m.) vertikalės nuokrypio įvertinimo pokyčiai dėl momentinio poliaus judėjimo pateikiami 3 paveiksle.



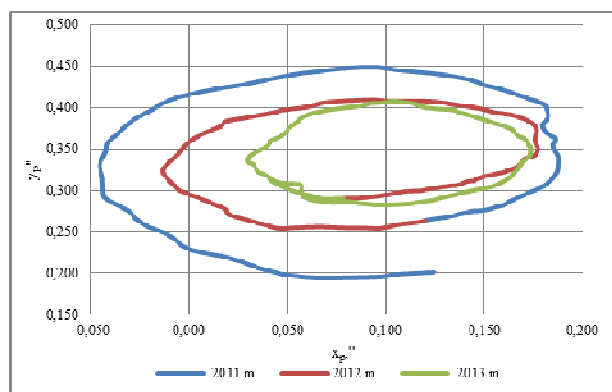
3 pav. Momentinio poliaus poveikis vertikalės nuokrypiui

Iš aukščiau pateikto 3 paveikslo matoma, kad momentinio poliaus poveikis kinta panašiai ir nenutrūksta mai kiekvienais metais. Didžiausias momentinio poliaus poveikis vertikalei stebimas 2011 m., mažiausias 2013 m. 2011 metais momentinio poliaus poveikis vertikalei kinta diapazone $-0,207''$, 2012 metais $-0,142''$, o paskutiniiais tiriamaisiais metais keitėsi diapazone $-0,105''$. Iš gautų rezultatų matyti, kad didžiausiu diapazonu poveikis vertikalės nuokrypiui kito 2011 metais. Nagrinėjamais metais momentinio poliaus kitimo diapazonas mažėjo. Skirtumas tarp pirmųjų ir paskutiniųjų analizuojamųjų metų (2011 ir 2013 metų) siekia $-0,102''$.

1 lentelė. Momentinio poliaus poveikis vertikalės nuokrypiui (ištrauka) (2011 m.)

Data(metai, mėnuo, diena)	MJD	$x_p, ''$	$y_p, ''$	$\Delta\eta, ''$
2011.01.03	55564	0,12439	0,20146	-0,192
2011.01.08	55569	0,10632	0,19874	-0,184
2011.01.13	55574	0,09762	0,19606	-0,179
2011.01.18	55579	0,08133	0,19498	-0,173

Remiantis x_p ir y_p momentinio poliaus koordinatų reikšmėmis momentinio poliaus judėjimas grafiškai pateiktas 4 paveiksle.

**4 pav.** Momentinio poliaus judėjimas

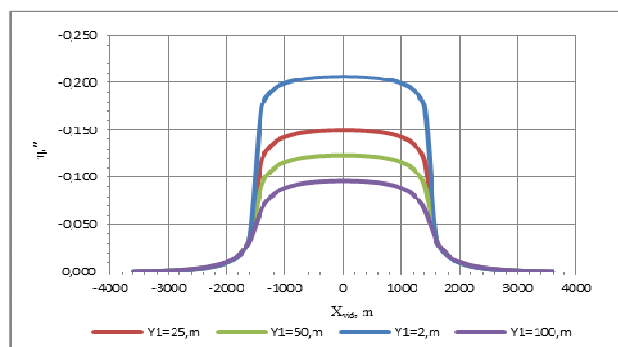
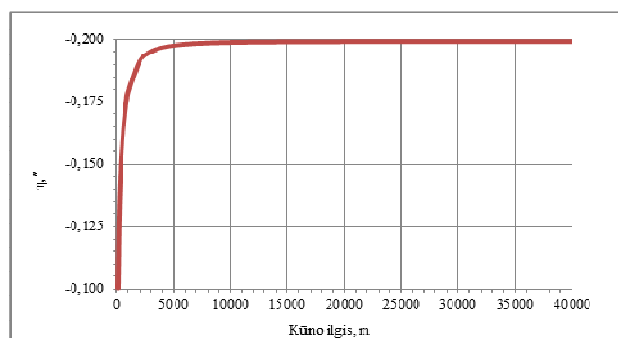
Remiantis skaičiavimų duomenimis iš 4 paveikslą matyti, kad nagrinėjamaiais metais momentinio poliaus judėjimo kreivės kiekvienais metais mažėjo x ašyje skirtumas tarp 2011 ir 2012 metų siekia 0,042'', o tarp 2012 ir 2013 metų 0,47''. Nagrinėjamu laikotarpiu momentinio poliaus judėjimo kreivė pakito – 0,089''. O y ašyje tarp 2011 ir 2012 metų – 0,099'', o 2012 – 2013 metais – 0,031''. Bendras kitimas y ašimi 0,130''. Todėl galima teigti, kad didesnis pakitimas y ašyje.

Kūno poveikio vertinimas

Tyrimams atlikti pasirinktas vienalytis kūnas, kurio forma atitinka stačiakampį gretasienį, kurio matmenys: $x_2 - x_1 = 3000$ m, $y_2 - y_1 = 1000$ m, $z_2 - z_1 = 15$ m, o kūnas turi artimas Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės (HAE) aukštutinio baseino tūriui (5 pav.). Kūno (vandens) tankis – $\delta = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $G = 6,67259 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ gravitacijos konstanta, $g = 9,815 \text{ ms}^{-2}$ – sunkio pagreitis.

Buvo įvertinta, kaip keičiasi vertikalės nuokrypis judant x ašimi, kai keičiamas atstumas iki kūno.

Akiivaizdu, kad kūnui tolstant poveikis mažėja. Atlikus skaičiavimus pagal pateiktus rezultatus matyti, kad poveikis vertikalei pakeitus atstumą nuo 2 iki 100 metrų pakito per –0,110''.

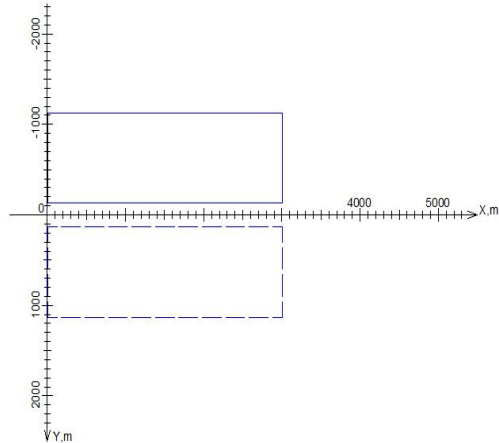
**5 pav.** Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė (maps.lt)**6 pav.** Trikdančiojo kūno poveikis vertikalei judant x ašimi**7 pav.** Vertikalės nuokrypio priklausomybė nuo kūno ilgio

Ištirta vertikalės nuokrypio priklausomybė nuo kūno ilgio. Kūno ilgis keistas nuo 100 iki 40 000 metrų.

Vertikalės nuokrypis kito nuo 100 iki 8000 metrų, o nuo 8000 iki 40000 metrų buvo pastovus. Kitimas pradžioje yra nuo –0,100'' iki –0,198'', o toliau jis išlieka

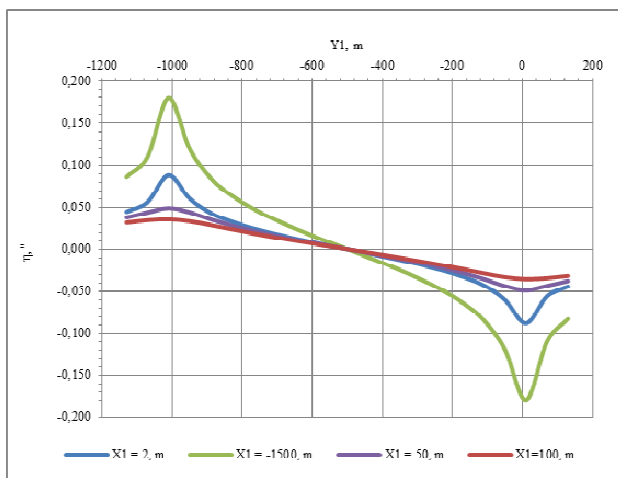
vienodas $-0,199''$. Skirtumas tarp 100 ir 40 000 metrų $-0,099''$. Taigi apibendrinant galima teigti, kad vertikalės nuokrypis priklauso nuo kūno ilgio, nes pasirinktos formos kūnai turi tam tikrą ilgį virš kurio poveikis vertikalei nebesikeičia.

Taip pat buvo ištirtas ir kūno judėjimas Y ašimi.



8 pav. Pradinė ir galinė triakdančiojo kūno padėtis judant y ašimi

Žemiau pateiktame 9 paveiksle matome, kai keičiasi vertikalės nuokrypis judant y ašimi ir keičiant atstumą iki kūno (X_1).



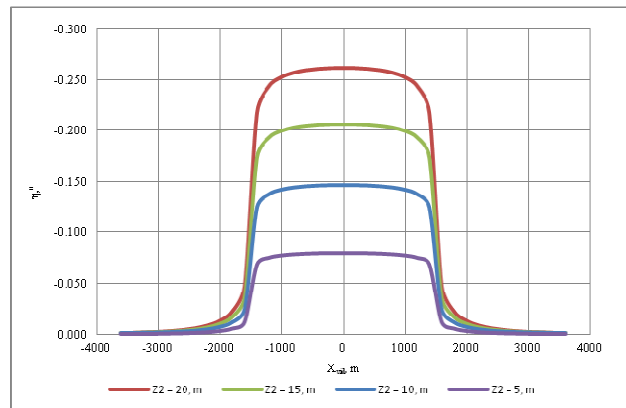
9 pav. Triakdančiojo kūno poveikis vertikalei judant y ašimi

Didžiausias vertikalės nuokrypis pirmajame vertikale pagal 9 paveiksle pateiktą grafiką, stebimas tuomet, kai kūnas praeina per jo vidurį (kai $x_1 = -1500$).

Didžiausia reikšmė yra ties kūno riba, ten vertikalės nuokrypis siekia $0,180''$ ir $-0,180''$. Ties kūno viduriu nuokrypis artimas 0. O skirtumas tarp 2 metrų ir ištirto atvejo, kai praeinama per kūno vidurį siekia $0,092''$ ir $-0,092''$.

Kaip keičiasi vertikalės nuokrypis keičiant baseino gylį yra pavaizduota 10 paveiksle. Tyrimui atlikti buvo keistas ir atstumas iki kūno, pateiktame grafike atstumas iki kūno yra 2 metrai, o gylis keistas atitinkamai 5, 10, 15

20 metrų. Taip pat buvo ištirtas poveikis vertikalės nuokrypiui kai atstumas iki kūno 25 metrai.



10 pav. Triakdančiojo kūno poveikis vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale ($Y_1 = 2$ m.)

Remiantis skaičiavimų duomenimis, sudaryti du grafikai vienas iš jų pateiktas 10 paveiksle. Jame atstumas iki kūno 2 m, o kreivės nubrėžtos keičiant baseino gylį ($Z_2 = 5, 10, 15, 20$ m.), Pakeitus gylį yra stebimas ganėtinai ryškus pakitimas. Iš grafiko matyti, kad gylis turi įtakos vertikalės nuokrypio kitimui. Esant 20 m. baseino gyliui vertikalės nuokrypis $-0,261''$, kai gylis 15 m $-0,206''$, kai 10 m $-0,146''$, o kai 5 m $-0,079''$. Taigi pakitimas tarp 5 ir 20 m gylio siekia $-0,182''$. Kai atstumas iki kūno 25 metrai vertikalės nuokrypis atitinkamai yra: $-0,197''$, $-0,149''$, $-0,101''$ ir $-0,051''$. Pakitimas tarp 5 ir 20 metrų siekia $-0,146''$.

Išvados

1. Atlikta astronominio geodezinio vertikalės nuokrypio nustatymo metodų analizė. Palygintas klasikinis Cingerio metodas astronominėi ilgumai bei vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale nustatyti ir fotografinis metodas, užtikrinantis $0,1''$, vertikalės nuokrypiui nustatyti, tikslumą.

2. Išnagrinėtas momentinio Žemės poliaus judėjimo poveikis vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale.

3. Įvertintas Žemės poliaus judėjimo poveikis vertikalės nuokrypio dedamajai pirmajame vertikale. Lietuvos platumai jis gali siekti iki $-0,371''$.

4. Taikant algoritmą, detalai ištirtas kūno, turinčio masę artimą Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės vandens baseino masei, poveikis vertikalės nuokrypiui. Įvertintas vertikalės nuokrypis priklausomai nuo atstumo iki triakdančio kūno. Maksimalus poveikis vertikalei gali siekti iki $-0,206''$.

Literatūra

- Birvydienė, R. 2014. *Sunkio lauko nevienalytiškumo tyrimų metodikos tobulinimas*: daktaro disertacija. Vilnius „Technika“. 160 p.
- Hirt, C.; Seeber, G. 2008. Accuracy Analysis of vertical deflection data observed with the Hannover Digital Zenith Camera System TZK2-D. *Journal of Geodesy. Germany*: Hannover. 22 p.
- Hirt, C.; Burki, B.; Somieski, A.; Seeber, G. 2010. Modern determination of vertical deflections using digital zenith cameras. *Journal Surveying Engineering*. 13 p.
- Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės veikla [interaktyvus] 2005–2011 [žiūrėta 2015 m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.kruoniohae.lt/lt/main/activity>>.
- Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė [interaktyvus] 2015 [žiūrėta 2015 m. balandžio 21 d.]. Prieiga per internetą: <www.maps.lt>.
- Уралов, С. С. 1980. *Курс геодезической астрономии*. Москва: Недра. 592 с.
- Petroškevičius, P. 2012. *Geodezinė astronomija: Dangaus koordinatų ir laiko sistemos*. Vilnius „Technika“. 90 p.
- Petroškevičius, P. 2005. *Fizinė geodezija: Žemės gravitacijos laukas*. Mokomoji knyga. Vilnius „Technika“. 100 p.
- Petroškevičius, P. 1981. *Geodezinės astronomijos mokomosios praktikos programa ir metodiniai nurodymai*. Vilnius „Technika“. 38 p.
- Petroškevičius, P.; Popovas, D. 2008. *Dangaus kūnų poveikio sunkio laukui įvertinimas*. Vilnius „Technika“. t. 34, Nr. 1, p. 19–22.

EVALUATION OF ASTRONOMICAL GEODETIC VERTICAL DEFLECTION VARIATION

R. Birvydienė, R. Obuchovski, S. Varanavičiūtė

Summary

Based on the theoretical material the astronomical geodetic vertical deviation detection methods analysis is applied. Classic Cinger's method is compared with a new photographic technique, which is used to measure astronomical coordinates and the vertical deflection. Also, there is examined and evaluated Earth's poles instantaneous movement effect in a vertical deviation component of the first vertical. Furthermore, there are examined disturbance forces and disruptive effects of the body to vertical deflection. A detailed examination of the impact by the body, having a mass that is close to Kruonis city Pump storage power plants water reservoir mass, to vertical deflection was examined.

Keywords: Astronomical geodetic vertical deviation, the effect of homogeneous disruptive body to vertical, the effect of Earth pole instantaneous movement.