

## BOUGUER ANOMALIJŲ ŽEMĖLAPIO PATIKSLINIMAS GIS PRIEMONĖMIS

Saulius Šliaupa<sup>1</sup>, Žydrūnas Dėnas<sup>2</sup>, Larisa Korabliova<sup>3</sup><sup>1</sup>Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223 Vilnius, Lietuva, el. paštas sliuupa@geo.lt<sup>2</sup>Vilniaus universitetas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101 Vilnius, Lietuva<sup>3</sup>Lietuvos geologijos tarnyba, S. Konarskio g. 35, LT-03123 Vilnius, Lietuva*Įteikta 2005 01 26, priimta 2005 03 14*

**Santrauka.** Gravitacinio lauko variacijas geriausiai atspindi Bouguer anomalijų žemėlapis, kurį sudarant, be kitų parametru, labai svarbu žinoti tarpinio sluoksnio, t. y. sluoksnio, esančio tarp Žemės paviršiaus ir jūros lygio, tankį. Pagal priimtą metodiką Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapis sudarytas įvedus pastovų  $2,30 \text{ g/cm}^3$  tankį. Tačiau geologiniai tyrimai rodo, kad viršutiniams sluoksniams būdingas labai ryškus uolienų sudėties ir atitinkamai tankio kitimas, todėl dabar naudojamas gravitacinio lauko žemėlapis nėra visai tikslus. Anomalijų laisvajame ore ir aukščių koreliacija rodo, kad vidutinis tarpinio sluoksnio tankis yra gerokai mažesnis (mažesnis nei  $2,24 \text{ g/cm}^3$ ). Straipsnyje pateikiama nauja tarpinio sluoksnio tankių įvertinimo, taikant GIS technologijas, metodika. Pagal iš 13 222 gręžinių gautą informaciją sudarytas detalus tankių žemėlapis. Šie duomenys automatiškai paversti į gravitacinius stebėjimo taškus, atitinkamai perskaičiuotas Bouguer anomalijų žemėlapis. Masių deficitas, palyginti su ankstesniu tarpinio sluoksnio modeliu, kinta nuo  $+10\,000 \text{ kg/m}^2$  Šiaurės Lietuvos centrinėje dalyje iki  $-30\,000 \text{ kg/m}^2$  –  $-50\,000 \text{ kg/m}^2$  didžiojoje Lietuvos dalyje. Atitinkamai gerokai pakoreguotos ir Bouguer anomalijų reikšmės. Skirtumas siekia net 2–3 mGal Baltijos aukštumose, 0,5–1 mGal Žemaitijos aukštumose ir –0,5 mGal Šiaurės Lietuvos centrinėje dalyje. Siūlomą metodiką galima plačiai taikyti ir kituose regionuose tikslinant gravitacinio lauko žemėlapius. Be to, tai leidžia koreguoti ir kitus gravitacinio lauko žemėlapius (pvz., nustatant geoidą).

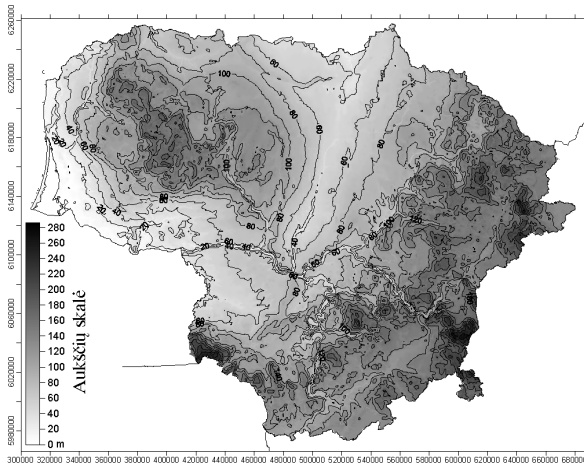
**Raktažodžiai.** Bouguer anomalija, gravitacinis laukas, GIS, tarpinio sluoksnio tankis.

## 1. Įvadas

Bouguer anomalijų žemėlapis, kuriame atsispindi Žemės gravitacinio lauko variacijos, yra sudaromas iš stebimo lauko, įvedus gravitacinę korekciją dėl geografinės padėties, reljefo ir tarpinio sluoksnio, esančio tarp žemės paviršiaus ir nulinės linijos (jūros lygio), masių poveikio. Matavimo taško topografinė pataisa paprastai yra gerai žinoma, o tarpinio sluoksnio masių įtaka dažniausiai nustatoma kaip konstanta visam regionui. Lietuvoje reljefo aukščių reikšmės kinta nuo 0 pajūryje iki beveik 300 m Lietuvos pietrytiniame kampe (1 pav.). Šio tarpinio sluoksnio litologija (atitinkamai ir tankis) yra labai kaiti. Dažniausiai tai labai sudėtingos geologinės sandaros kvartero uolienos, kurios susidarė per pastaruosius kelis milijonus metų užslenkant ir atisitraukiant ledynams. Iki kelių šimtų metrų storumės litologinė sandara nedideliame plote gali keistis nuo moreninių priemolių ir priemelių [1], kurių tankis viršija  $2 \text{ g/cm}^3$ , iki smėlingųjų uolienų, kurių tankis yra  $1,7\text{--}1,8 \text{ g/cm}^3$  (t. y. 15–20 % mažesnės reikšmės) [2]. Be to, virš nulinio paviršiaus neretai atsidedgia ir prekartero uolienos, kurių tankio kitimo intervalas dar didesnis (nuo  $1,8\text{--}2,0 \text{ g/cm}^3$  smėlių, kreidos iki  $2,8 \text{ g/cm}^3$  dolomitų).

Dabar naudojamas Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapis turi sistemingą paklaidą, susidarančią neįvertinus skirtingo masių pasiskirstymo tarpiniame sluoksnyje. Gi sprendžiant įvairias geologines, geodezines problemas reikia turėti kuo tikslesnius duomenis. Esant tokiai sudėtingai geologinei situacijai kaip Lietuvoje, tankių korekcijai įvesti reikia panaudoti visą turimą geologinę medžiagą (keliolika tūkstančių gręžinių). Tai įmanoma padaryti tik taikant šiuolaikines GIS (Geografinės informacinės sistemos) kompiuterines priemones, kuriomis gerai išnaudojama duomenų bazėse sukauptą informaciją.

Tarpinio sluoksnio tankių pasiskirstymui nustatyti taikomi įvairūs metodai, dažniausiai naudojant tuos pačius gravitacinio lauko matavimų duomenis, gautus atlikus blokų laisvojo oro anomalijos ir aukščio linijinę regresinę analizę [3], gradientų matavimą [4], fraktalinę topografijos ir gravitacinio lauko analizę [5], gravitacinio lauko matavimus gręžiniuose [6]. Pastarieji plačiai taikomi kolektorių tyrimams, tačiau mažai tinka Bouguer žemėlapiui tikslinti. Straipsnyje siūloma metodika skiriasi nuo minėtųjų, nes ji remiasi tiesiogine (gręžinių) informacija, dėl to daug detalesnė nei paprastai taikoma geofizinė interpretacija.



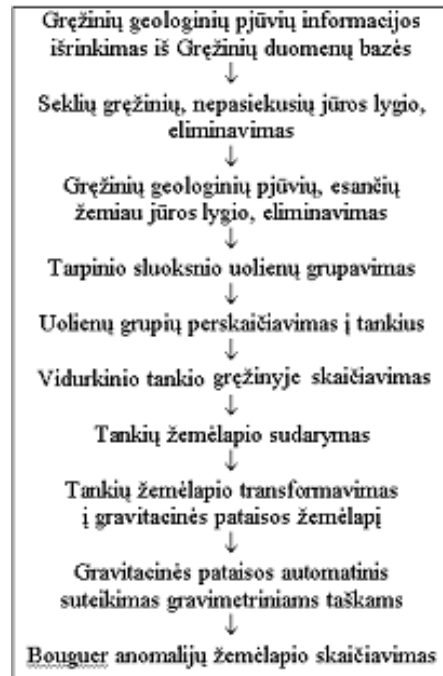
1 pav. Lietuvos reljefo aukščių žemėlapis (skaitmeninis modelis)  
Fig 1. Relief of Lithuania (digital terrain model)

## 2. Duomenys ir metodika

Gravitacinis laukas matuojamas žemės paviršiuje ir priklauso nuo matavimo taško topografinės padėties – koordinacinių ir aukščio – bei nuo giluminių masių pasiskirstymo. Siekiant išskirti iš stebimo lauko tą dalį, kuri priklauso nuo tankių kitimo, stebimas laukas skaidomas į normalinį, atspindintį idealiosios Žemės formą, ir anomalijų, kuris atspindi Žemės vidinės sandaros netolygumus. Anomaliusis gravitacinis laukas išreiškiamas:  $\Delta g = g_{st} - \gamma_o + (0,3086 - 0,0419\sigma)h$ , čia  $g_{st}$  yra Žemės paviršiuje išmatuota sunkio jėga,  $\gamma_o$  yra normalinė sunkio jėga, apskaičiuota idealiajai Žemei (sferoidui) ir priklausanti nuo geografinės platumos,  $(0,3086 - 0,0419\sigma)h$  – masių traukos tarp Žemės paviršiaus ir jūros lygio pataisa (Bouguer pataisa), čia  $\sigma$  – uolienų tankis, o  $h$  – reljefo aukštis. Kaip matyti iš formulės, vienintelis nežinomasis yra tankis, todėl sudarant anomaliojo gravitacinio lauko žemėlapius labai svarbu korektiškai jį įvertinti. Kuo tankis mažesnis, tuo didesnė reljefo įtaka ir atvirkščiai.

Lietuvos gravitacinio lauko nuotrauka 1:20000 masteliu atlikta 1958–1961 metais. Jos pagrindu sudarytas „Gravitacinio lauko žemėlapis“, Bouguer redukuotame laikant, kad  $2,30 \text{ g/cm}^3$  tarpinio sluoksnio tankis pastovus, izolinijas vedant kas 2 mGal. Anomalijų tikslumas yra  $\pm 0,40 \text{ mGal}$ . 1997 m. buvo sudarytas skaitmeninis Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapis, kuriame taip pat imta taikyti vienoda tarpinio sluoksnio tankio reikšmė [7]. Tai pakenkė sudaryto žemėlapiu tikslumui, tačiau tuometinės techninės priemonės neleido efektyviai panaudoti sukauptos didžiulės gręžimo ir petrofizinių tyrimų medžiagos. Šios galimybės atsirado tik sukūrus skaitmeninę gręžinių informacijos duomenų bazę bei įdiegus GIS sistemas [8–10].

Tarpinio sluoksnio tankių pasiskirstymo nustatymo metodika remiasi tam tikra 2 pav. pateiktą procedūrą eiga.

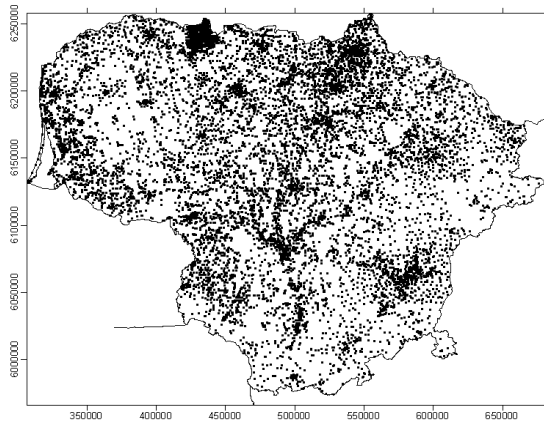


2 pav. Tankių pasiskirstymo tarpiniame sluoksnyje ir Bouguer anomalijų skaičiavimo metodika

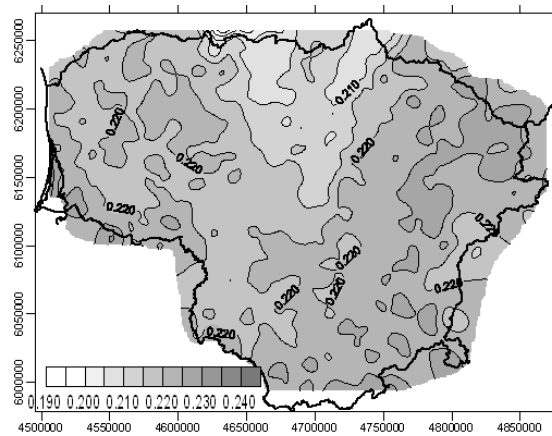
Fig 2. Flowchart of calculation of topography densities and Bouguer anomaly

Tyrimams naudotasi Geologijos tarnyboje sukurta Gręžinių duomenų bazė, kuri yra sudėtinė Valstybinės geologinės informacijos sistemos „Geolis“ dalis [8]. Gręžinių duomenų bazėje jau yra sukurta informacijos apie daugiau kaip 32 000 gręžinių. Skaičiavimams panaudota daugiau nei 293 000 duomenų bazėje esančių gręžinių geologinių pjūvių įrašų. Šie duomenys perkelti į *MapInfo Professional* programinę įrangą, kurioje buvo atliekami pagrindiniai skaičiavimai. Darbui su duomenimis taikyta *SQL (Structured Query Language)* duomenų valdymo kalba. Darbo etapams automatizuoti *MapBasic* programavimo kalba sukurti ir panaudoti specialūs *MapInfo* paprogramiai. Taškinės informacijos interpoliacija atlikta naudojant *Surfer for Windows* programinę įrangą.

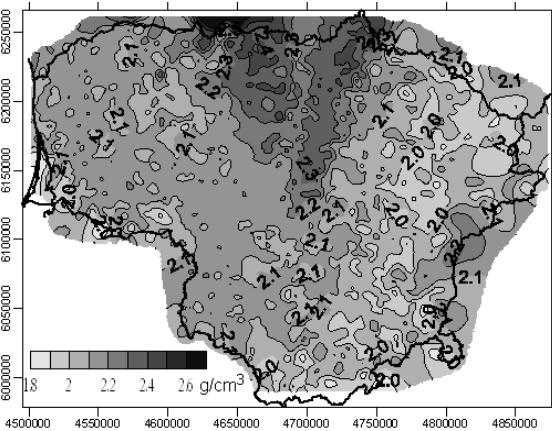
Pirmuoju darbo etapu buvo automatiškai išeliminuoti seklesni nei jūros lygis gręžiniai (negilūs šuliniai, statybinių medžiagų paieškiniai gręžiniai ir pan.), (3 pav.). Iš viso skaičiavimams liko 13 222 gilesni nei nulinis lygis gręžiniai. Antruoju etapu buvo atmesti visi geologiniai sluoksniai (taip pat sluoksnių dalys), esantys žemiau jūros lygio. Sudarytas visų aptinkamų uolienų, kurioms suteiktos tankio reikšmės, sąrašas. Apskaičiuotas kiekvieno gręžinio geologinio pjūvio, esančio virš jūros lygio, vidutinis tankis. Vidutinis tankis skaičiuotas pagal paprastą formulę:  $\sigma_{vid} = (\sigma_1 h_1 + \sigma_2 h_2 + \dots) / h_{bendras}$ , čia  $\sigma_i$  yra  $i$ -ojo sluoksnio tankis,  $h_i$  –  $i$ -ojo sluoksnio storis,  $h_{bendras}$  – sluoksnių storių suma.



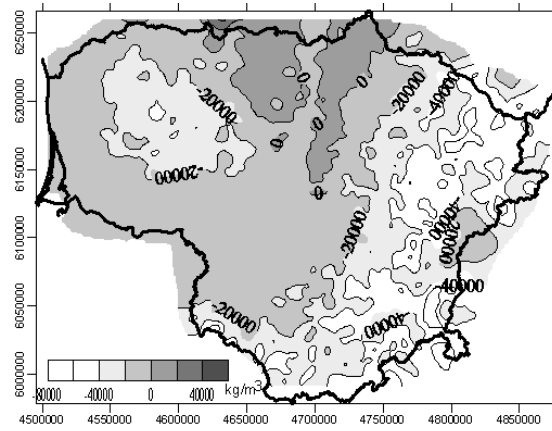
**3 pav.** Gręžinių, naudotų perskaičiuojant tarpinio sluoksnio tankius, žemėlapis (13 222 gręžiniai)  
**Fig 3.** Locations of wells employed for calculation of topography densities (13 222 wells)



**5 pav.** Tarpinio sluoksnio gravitacinės pataisos žemėlapis  
**Fig 5.** Gravity correction coefficient due to topography densities



**4 pav.** Tarpinio sluoksnio tankių žemėlapis  
**Fig 4.** Topography densities



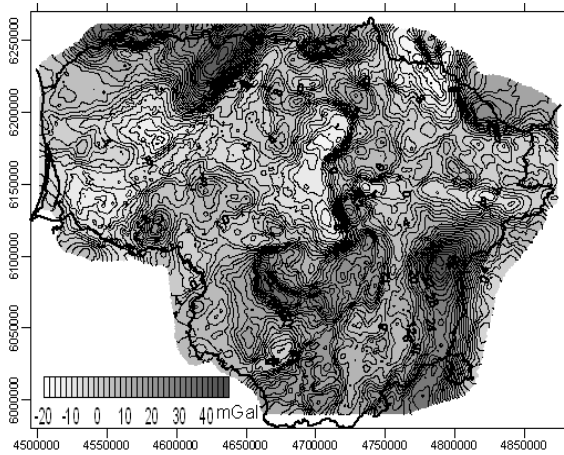
**6 pav.** Masių deficitas pagal naująjį modelį, palyginti su anksčiau naudotu tarpinio sluoksnio modeliu  
**Fig 6.** Mass deficit of new density model (compared to old model)

Uolienu tankių reikšmės buvo gautos, panaudojant publikuotus [2] ir gausių geologinių ataskaitų duomenis. Uolienu tankiai matuoti tik nedaugelyje gręžinių, tačiau dažniausiai pavienių uolienu grupių jie mažai skiriasi, todėl buvo sudarytas skirtingo geologinio amžiaus uolienu tankių katalogas pagal atraminius gręžinius. Šios reikšmės buvo priskirtos atitinkamiems sluoksniams ir tuose gręžiniuose, kuriuose tokie matavimai nebuvo atlikti. Tai leido automatiškai apskaičiuoti visų gręžinių tarpinio sluoksnio vidutines tankio reikšmes. Atitinkamai remiantis šiais duomenimis, *Surfer* programa (minimalaus išlinkimo interpoliacijos metodu) sudarytas tankių pasiskirstymo Lietuvos teritorijoje žemėlapis (4 pav.). Tankių pasiskirstymo žemėlapis pagal minėtąją formulę (0,3086–0,0419σ) buvo perskaičiuotas į tarpinio sluoksnio gravitacinės pataisos žemėlapi (5 pav.).

Tiesiogiai gravitacinės pataisos žemėlapi negalima naudoti tikslinant senąjį Bouguer žemėlapi dėl neišvengiamų (aprosimacijos) netikslumų sudarant skaitmeninius žemėlapius. Tiksliausia metodika yra kiekvienam gravimetriniam punktui suteikti gravitacinės korekcijos reikšmes iš korekcijų žemėlapi ir naujai skaičiuoti Bouguer anomalijų žemėlapi. Reikšmės suteiktos *MapInfo Vertical Mapper* programa.

Tankių skirtumas tarp naujo ir senojo modelių dar nerodo gravitacinio efekto masto, nes, esant plonam tarpiniam sluoksniui (t. y. topografiniam pažemėjimui), šis efektas (ir atitinkamai pataisa) yra minimalus ir atvirkščiai. Šiam efektui įvertinti sudarytas masių deficito pagal naująjį modelį, palyginti su anksčiau naudotu tarpinio sluoksnio modeliu, žemėlapis (6 pav.).

Naujas patikslintas Bouguer anomalijų žemėlapis buvo sudarytas naudojant *Surfer* programą *Kriging* interpoliacijos metodu (7 pav.).



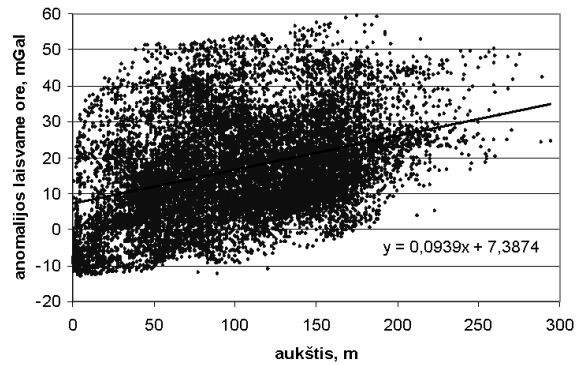
7 pav. Patikslintas Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapis  
Fig 7. New map of the Bouguer anomalies

### 3. Tarpinio sluoksnio tankių pasiskirstymo nustatymas

Sudarant Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapi taikytas vienodas  $2,30 \text{ g/cm}^3$  tarpinio sluoksnio tankis. Kaip rodo petrofiziniai uolienų tyrimai, viršutiniai žemės sluoksniai Lietuvoje dažniausiai esti mažesnio tankio. Tarpinio sluoksnio tankiui apytiksliai įvertinti rekomenduojama L. L. Nettletono pasiūlytoji anomalijų laisvajame ore (ALO) ir topografijos linijinės regresijos metodika. Jos principas – kuo didesnis yra linijinės regresijos polinkio kampas, tuo didesnis reljefą sudarančių uolienų tankis [3]. Lietuvos gravitacinio lauko skaitmeniniame modelyje yra per 14 000 stebėjimo taškų. Pateiktame grafike (8 pav.) matyti, kad koreliacija tarp ALO ir topografijos Lietuvos teritorijoje yra teigiama. Tiesinė priklausomybė aprašoma  $ALO = 0,094 \cdot h + 7,4$ , čia ALO – anomalija laisvajame ore (mGal),  $h$  – punkto aukštis virš jūros lygio (m). Koeficientas  $0,094 \text{ mGal/m}$  yra lygus  $2\pi G\rho$ ; kur  $G$  yra universali gravitacijos konstanta ( $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ ),  $\rho$  – tankis. Paprastas šios formulės sprendimas rodo, kad vidutinis tarpinio sluoksnio tankis yra  $2,24 \text{ g/cm}^3$ , taigi gerokai mažesnis nei naudotas sudarant Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapi.

Reikia pastebėti, kad ALO reikšmių svyravimas aukščių diagramoje yra gana akivaizdus, tai reiškia, kad tankiai įvairiose vietose gerokai skiriasi. Šiai problemai spręsti taikoma ta pati regresijos metodika, ir tokiu būdu galima gauti pavienių blokų kiek detalesnį tarpinio sluoksnio tankių modelį [3]. Tačiau tai taip pat gana grubus metodas, turint omenyje, kad Lietuvoje yra keliolika tūkstančių gręžinių, išgręžtų iki nulinio lygio.

Gręžimo duomenų susisteminimas ir apdorojimas GIS priemonėmis leido sudaryti labai detalų tarpinio sluoksnio tankių pasiskirstymo žemėlapi. Pagal tarpinio sluoksnio tankių pasiskirstymą galima sąlygiškai išskirti tris rajonus, kurie gerai koreliuojami su Lietuvos geologinės sandaros ir reljefo ypatumais (4 pav.).



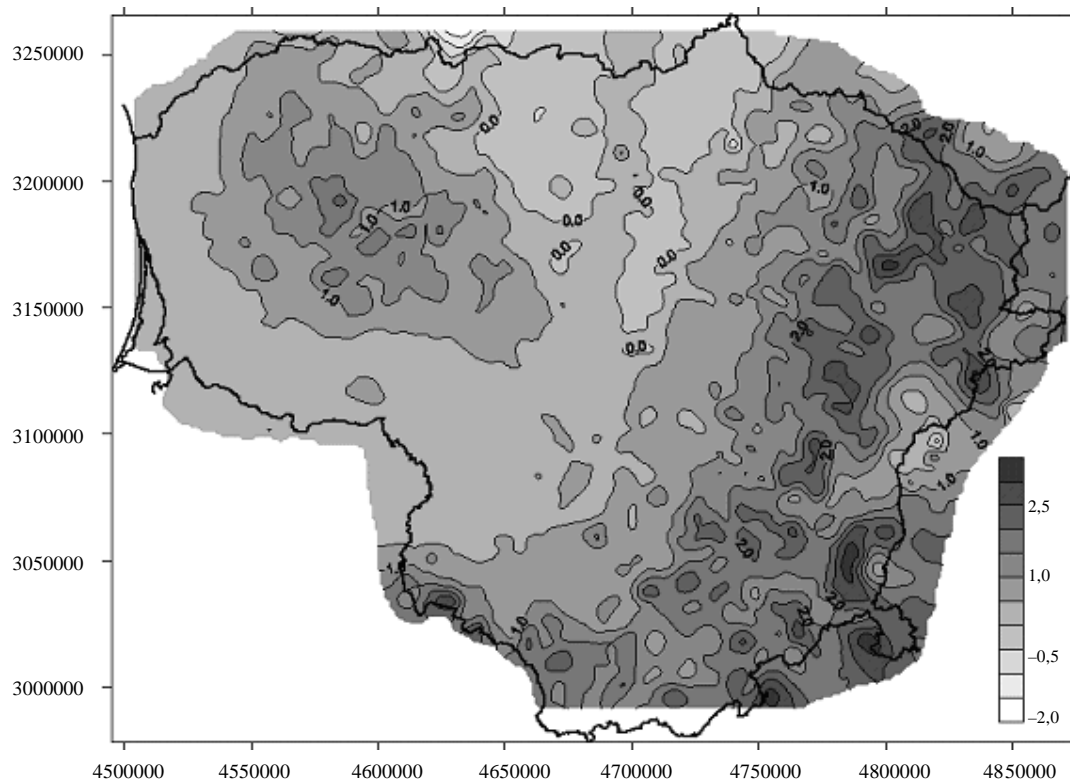
8 pav. Gravitacinių punktų aukščių – anomalijų laisvajame ore grafikas ir tiesinė priklausomybė  
Fig 8. Correlation between topography and free-air anomalies

Rytuose tarpinio sluoksnio tankiai yra mažiausi. Ši juosta, besitęsianti iš PPV į ŠŠV, sutampa su Baltijos aukštumomis ir periferine lyguma. Minimalios reikšmės paaiškinamos keliomis priežastimis. Baltijos aukštumas sudaro Nemuno apledėjimo galinė morena su dažniais smėlingais mažesnio tankio intervalais. Be to, jos iš dalies sutampa su pokvartero paviršiaus neotektonine pakiluma. Pietuose tarpiniame sluoksnyje pokvartero uolienos – lengva kreida, rytuose vyrauja devono Upninkų – Šventosios smėlingosios nedidelio tankio uolienos. Vidutinis tarpinio sluoksnio tankis šioje juostoje kinta nuo  $1,85 \text{ g/cm}^3$  iki  $2,10 \text{ g/cm}^3$ , retai siekia  $2,20 \text{ g/cm}^3$ . Minimalios reikšmės būdingos ašinei juostos zonai. Palyginti su kitais dviem rajonais, čia pastebima didesnių tankių diferenciacija.

Šiaurės Lietuvos centrinėje dalyje išskiriamas maksimalių tankių plotas, kuris plane yra trikampio formos. Ši forma koreliuojama su pokvartero paviršiaus geologiniu žemėlapiu [10]. Vakarinė riba sutampa su triaso uolienų atodanga, o rytinė – su tankių molingųjų-karbonatinių (vakaruose) ir mažiau tankių smėlingųjų (rytuose) devono sluoksnių sąlyčiu. Pastebėtina, kad šis laukas sudarytas iš dviejų didesnio tankio ( $2,30\text{--}2,45 \text{ g/cm}^3$ ) plotų rytuose ir vakaruose, skiriamų mažesnio tankio juostos ( $2,20\text{--}2,30 \text{ g/cm}^3$ ), kuri sutampa su Vidurio Lietuvos neotektoninio įlinkio vakarine riba.

Lietuvos pietvakarinėje dalyje (didžiausias plotas) vyrauja  $2,10\text{--}2,20 \text{ g/cm}^3$  tankio reikšmės. Tik pavienių nedidelių plotelių jos kiek mažesnės. Be to, pačioje vakarinėje šio lauko periferijoje išryškėja plona minimalaus tankio juosta išilgai Kaliningrado – Lietuvos valstybinės sienos ir jūros pakrantės. Reljefe ji atitinka pažemėjimą.

Bouguer pataisos koeficiento pasiskirstymas panašus į tarpinio sluoksnio tankių pasiskirstymą, tačiau koreliacija atvirkštinė (kuo didesnis tankis, tuo koeficientas mažesnis). Rytinės juostos šio koeficiento reikšmės kinta nuo  $0,220$  iki  $0,225$ , retai mažesnės. Šiaurės centrinio ploto šis koeficientas sumažėja iki  $0,215\text{--}0,210$  ir daugiau. Pietvakarinėje Lietuvos pusėje reikšmės kinta nežymiai, dažniausiai esti apie  $0,220$ .



**9 pav.** Skirtumas tarp patikslinto ir ankstesnio Bouguer anomalijų žemėlapių  
**Fig 9.** Difference between new and old models of Bouguer anomalies

Naujo modelio masių deficito žemėlapis, palyginti su anksčiau naudotu tarpinio sluoksnio modeliu, gerai atitinka nūdienos reljefo formas. Didžiausias deficitas būdingas Žemaitijos ir Baltijos aukštumoms. Žemaitijos aukštumų masių deficitas yra  $-10\,000$  –  $-20\,000$   $\text{kg/m}^2$  (vietomis  $-30\,000$  –  $-40\,000$   $\text{kg/m}^2$ ), o Baltijos aukštumų ašinėje dalyje šis deficitas siekia net iki  $-40\,000$  –  $-50\,000$   $\text{kg/m}^2$ . Šiaurės Lietuvos centrinėje dalyje, kur kartografuojami didesni uolienų tankiai, masių skirtumas yra teigiamas (perteklinis), siekia iki  $+10\,000$   $\text{kg/m}^2$ . Kitoje Lietuvos dalyje masių deficitas yra nuo  $0$  iki  $-10\,000$   $\text{kg/m}^2$ .

#### 4. Patikslintas Bouguer anomalijų žemėlapis

Patikslintas Bouguer anomalijų žemėlapis (7 pav.) iš pirmo žvilgsnio mažai tesiskiria nuo ankstesnės versijos, – sudaryto naudojant vienodo tankio tarpinį sluoksnį. Rytinėje Lietuvos dalyje (Rytų Lietuvos juosta) vyrauja gravitacinės anomalijos ŠSR–PPV kryptimi, laukas ypač intensyvus pietryčiuose. Vakaruose (Vakarų Lietuvos granulitų masyvas) anomalijoms būdingas mozaikiškumas, lauko intensyvumas mažesnis, išskyrus pačią šiaurinę Vakarų Lietuvos dalį, kuri atitinka Rygos plutono periferinę bazinę dalį.

Skirtumų žemėlapyje labai aiškiai išryškėja senosios Bouguer anomalijų žemėlapių versijos trūkumai (9 pav.) Skirtumų žemėlapis savotiškai atitinka dabartinį reljefą – tai ir suprantama, nes reljefo aukštis daug lemia masių

deficitą (tarp senojo ir naujojo modelių) tarpiniame sluoksnyje. Tačiau svarbus yra ir tankių skirtumas.

Kaip ir tankio pasiskirstymo, matomi tie patys trys ortografiniai-geologiniai rajonai. Baltijos aukštumų rajone nustatytas maksimalus naujojo ir senojo modelių neatitikimas – Bouguer anomalijų skirtumas siekia  $1$ – $2$  mGal, o vietomis – netgi  $2,5$ – $3$  mGal. Teigiamos skirtumų reikšmės rodo, kad naujajame Bouguer anomalijų žemėlapyje reikšmės kiek padidėjo, tai susiję su mažesnėmis nei senajame modelyje tankio reikšmėmis, t. y. tarpinio sluoksnio dalis į bendrąjį gravitacinį lauką sumažėjo.

Žemaitijos aukštumų pataisa yra  $0,5$ – $1$  mGal, kai kur siekia iki  $1,5$ – $2$  mGal.

Šiaurės Lietuvos centrinėje dalyje Bouguer anomalijų reikšmės sumažėjo nuo  $0$  iki  $0,5$  mGal. Kitoje teritorijos dalyje pataisa yra nuo  $0$  iki  $+0,5$  mGal.

#### 5. Išvados

1. Topografijos ir anomalijų laisvajame ore regresinė analizė rodo, kad Lietuvos Bouguer anomalijų žemėlapiui taikytas tarpinio sluoksnio tankis  $2,30$   $\text{g/cm}^3$  yra aiškiai per didelis, o tai lemia akivaizdžias gravitacinių žemėlapių paklaidas (Bouguer, geoido).

2. Lietuvoje nuosėdinės dangos geologinė sandara virš nulinio lygio (t. y. tarpinis sluoksnis) yra labai kaiti, todėl tankių svyravimai taip pat akivaizdūs. Be to, tie pokyčiai netgi nedideliame plote gali būti labai ryškūs,

todėl alternatyvios gravitacinio lauko interpretacijos metodikos (linijinė regresija blokais, fraktalinė analizė ir pan.) nėra pakankamai tikslios.

3. Turima gręžimo medžiaga (13 222 gręžiniai) leidžia kartografuoti tankio kitimus netgi nedideliuose plotuose. GIS priemonės atveria galimybes šią be galo gausią informaciją apdoroti ir išsamiam tarpinio sluoksnio tankių žemėlapiui sudaryti. Tankių žemėlapis labai siejasi su bendra geologine sandara ir šiuolaikiniu reljefu. Sąlygiškai išskiriami trys rajonai, kuriuose tankis kinta atitinkamai 1,85–2,1 g/cm<sup>3</sup> (Rytų ir Pietų Lietuva), 2,20–2,45 g/cm<sup>3</sup> (Šiaurės Lietuvos centrinė dalis) ir 2,10–2,20 g/cm<sup>3</sup> (pietvakarinė Lietuvos pusė).

5. Sudarytas naujas Bouguer anomalijų žemėlapis bendrais bruožais nesiskiria nuo senosios versijos, tačiau lokaliosios pataisos yra gana akivaizdžios, Žemaitijos aukštumų jos siekia 0,5–1 mGal, Baltijos aukštumų – net 1–2 mGal (o vietomis – 2,5–3 mGal).

6. Pateikta metodika gali būti efektyviai taikoma ir kituose regionuose, kai sukaupta gausi gręžimo ir petrofizinių tyrimų medžiaga.

## Literatūra

1. Baltrūnas, V. Stratigraphical subdivision and correlation of Pleistocene deposits in Lithuania (methodical problems). Vilnius: Institute of Geology, 2002, p. 74.
2. Ozolin, N. Physical properties of rocks of the Baltic Syncline (Физические свойства пород Балтийской синеклизы). Рига: Зинатне, 1974. 138 с. (in Russian).
3. Rózsas, S. Local geoid determination using variable surface densities. *Periodica Polytechnica Ser. Civ. Eng.*, 46(2), 2002, p. 205–212.
4. Holmes, M. L. and Johnson, H. P. Johnson, Upper crustal densities derived from sea floor gravity measurements: northern Juan de Fuca ridge. *Geophys. Res. Lett.*, 20, 1993, p. 1871–1874.
5. Hisarli, M.; Orbay, N. Determination of crustal density at the atmosphere–crust interface of western Anatolia by using the fractal method. *Journal of the Balkan Geophysical society*, 5(1), 2002, p. 3–8.
6. LaFehr, T. R. Rock density from borehole gravity surveys. *Geophysics*, 48 (3), 1983, p. 341–356.
7. Korabljova, L.; Popov, M. Compilation of gravity and magnetic field digital maps of Lithuania at the scale of 1:200 000 (Lietuvos gravimetrinio ir magnetimetrinio žemėlapių masteliu M 1:200 000 įskaitmeninimas). Lietuvos geologijos tarnybos ataskaita už 1996 metus. Vilnius, 1997, p. 21–23 (in Lithuanian).
8. Belickas, J. GEOLIS – geological information system. In: Science and Arts of Lithuania, Book 23 – Geosciences. Vilnius, 1999, p. 554–556.
9. Belickas, J.; Denas, Z. GIS-GEOLIS – as tools for geographic search of geological data. In: ICGESA -98 International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana, Slovenia, 17–21 May 1998. Ljubljana, p. 251–252.
10. Šliaupa, S.; Dėnas, Z.; Belickas, J. Integrated approach and application of GIS for management of geological data. Technika Poszukiwan Geologicznych. *Geosinoptika i Geotermia* 6, 2003, p. 63–72.

---

### Saulius ŠLIAUPA. Doctor Habil.

Institute of Geology and Geography. Dept of Background Geology, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223 Vilnius, Lithuania (Ph +370 5 2104698, Fax +370 5 2104695), e-mail: sliaupa@geo.lt. Doctor Habil, Senior Research Associate at the Dept of Background Geology of Institute of Geology and Geography, Lithuania. Published 3 monographs, more than 100 scientific papers, participated in many intern conferences. Research interests: regional geology, tectonics, geodynamics, lithology, petrophysics.

### Žydrūnas DĖNAS. MSc.

Vilnius University. Dept of Geology and Mineralogy, M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101 Vilnius, Lithuania (Ph +370 5 2398200, Fax +370 5 2398204), e-mail: z.denas@it.lt.

PhD student of the Dept of Geology and Mineralogy of the Vilnius University, Lithuania. Published several publications, participated in some intern conferences.

Research interests: application and development of GIS systems.

### Larisa KORABLIOVA. MSc.

Geological Survey of Lithuania. Dept of Regional Geology, S. Konarskio g. 35, LT-03123 Vilnius, Lithuania (Ph +370 5 2330142, Fax +370 5 2336156), e-mail: larisa.korabljova@lgt.lt.

Senior geophysicist of Dept of Regional Geology of the Geological Survey of Lithuania. Published several papers and participated in intern conferences. Her research is focused on processing and interpretation of potential fields, with emphasis on the basement geology.