



VILNIAUS UNIVERSITETAS  
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
Kartografijos centras

Lina Kauneckaitė

**LIETUVOS GYVENTOJŲ SOCIALINIŲ POKYČIŲ RAIŠKA  
KARTOGRAFINĖMIS ANAMORFOZĖMIS**

**EXPRESSION OF SOCIAL CHANGES OF RESIDENTS OF LITHUANIA BY  
CARTOGRAPHIC ANAMORPHOSIS**

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa – Kartografija

Vadovas: doc. A. Pilipaitis

Vilnius, 2006

## TURINYS

ĮVADAS .....	3
1. Socialinių reiškinių kartografinės raiškos tyrimo tikslas ir uždaviniai .....	5
1.1 Socialinių reiškinių tradicinių kartografavimo būdų trūkumai .....	5
1.2 Socialinių reiškinių kartografinio vaizdavimo optimizavimo, taikant kartografines anamorfozes, apžvalga .....	8
2. Kartografinių anamorfozių tipai bei jų sudarymo metodologija .....	10
2.1 Reguliaraus tinklo anamorfozių sudarymo metodologija .....	10
2.2 Nereguliaraus tinklo anamorfozių sudarymo metodologija ir algoritmas .....	15
3. Tarptautinės emigracijos Lietuvoje kaitos kartografinė raiška, taikant nereguliaraus tinklo kartografinę anamorfozę .....	20
IŠVADOS .....	26
LITERATŪRA .....	27
SANTRAUKA .....	29
SUMMARY .....	29
PRIEDAI.....	31

## ĮVADAS

Nuo vaikystės naudojame įprastinio kartografinio vaizdavimo žemėlapius. Esame prie jų pripratę, juos suprantame. Tačiau be tradicinių kartografinio vaizdavimo metodų, sukurtų euklidinės geometrijos pagrindu, yra žemėlapių, kurių sudarymo principas – ne euklidinė metrika. Tokie kartografiniai modeliai yra kartoidai, minčių žemėlapiai, anamorfozės. Šiais vaizdavimo būdais sudaryti žemėlapiai padeda lengviau suvokti tam tikrus reiškinius, pateiktą informaciją.

Mano baigiamojo magistro darbo tikslas - susipažinti ir išnagrinėti vieną netradicinį reiškinių kartografavimo būdą, vadinama, kartografinėmis anamorfozėmis, jų tipais, sudarymo metodologija, bei naudojantis amerikiečių kartografo W. R. Tobler'io sukurtu nereguliaraus tinklo kartografinės anamorfozės algoritmu, sudaryti socialinio reiškinių – tarptautinės emigracijos Lietuvoje kartografinį modelį.

Anamorfozė – tai išvestinis tradicinio žemėlapio grafinis vaizdas, kuriame reiškinių kartografinio vaizdo deformacija priklauso nuo nagrinėjamo reiškinių reikšmių, pasirinkto algoritmo tipo, bei nuo pamatinio žemėlapio. Anamorfiniai žemėlapiai – tai erdvės vaizdai, kurie turi neerdvinį mastelį.

Pirmieji anamorfiniai žemėlapiai buvo panaudoti XX a. pradžioje. Pirmasis juos savo veikale panaudojo Ekertas. Šiais laikais yra nemažai mokslininkų - kartografų, (pavyzdžiui, Bernard'as J. VanHamond'as, W. R. Tobler'is, V. S. Tikunov'as ir kt.), kurie tobulina ir rekomenduoja naudoti šį kartografinio vaizdavimo būdą.

Darbe nagrinėjamas kartografinio vaizdavimo būdas buvo pradėtas labai intensyviai kurti ir tobulinti atsiradus pažangioms kompiuterinėms technologijoms.

Lietuvoje apie kartografines anamorfozes nėra rašytinių darbų, taip pat nėra literatūros lietuvių kalba. Šia tematika galima rasti tik trumpus užsienio mokslininkų darbus, rašytus įvairiuose

veikaluose arba moksliniuose žurnaluose. Kaip taisyklė, visa informacija yra pateikta autorių gimtąją kalba arba tik anglų kalba. Todėl svarbu, kad mūsų šalyje būtų pradėtas tirti šis kartografinio vaizdavimo būdas, pradėti šiais klausimais rašyti straipsniai, būtų skaitomi moksliniai pranešimai konferencijose.

Anamorfiniai žemėlapiai, lyginant juos su tradiciniais žemėlapiais, pasižymi geresniu informacijos perteikimo lygmeniu, o tai padidina žemėlapių komunikacinę kokybę. Tokių žemėlapių naudotojas lengviau suvokia pateiktą informaciją.

Pirmaisiais studijų metais magistrantūroje pradėjau domėtis netradiciniu kartografinio vaizdavimo metodu – kartografinėmis anamorfozėmis. Metų gale skaičiau mokslinį pranešimą, kurio tema – „Kartografinių anamorfozių taikymas socialiniams – ekonominiams reiškiniams kartografuoti“. Šio - baigiamojo darbo tikslas, buvo giliau suvokti ir išanalizuoti netradicinį kartografavimo metodą – kartografines anamorfozes, jų sudarymo principus ir tipus.

Šiame darbe, per dvejus studijų metus sukaupta mokslinio tyrimo medžiaga, kuri pateikta tokia tvarka: pirmojoje darbo dalyje - apžvelgta socialinių reiškinių kartografinio vaizdavimo tradiciniuose žemėlapiuose, bei šių reiškinių kartografinio vaizdavimo taikant kartografines anamorfozes palyginamoji analizė. Šiame skyriuje suformuluoti mano baigiamojo darbo tikslai ir uždaviniai. Antrojoje darbo dalyje apžvelgiamos kartografinių anamorfozių sudarymo teorinės prielaidos, jų tipai bei sudarymo metodologija. Trečiojoje - pagrindinėje darbo dalyje - pateikti ir apibendrinti kartografinių anamorfozių socialiniam reiškiniui vaizduoti rezultatai.

Norėčiau padėkoti savo darbo vadovui doc. Albinui Pilipaičiui už pagalbą rašant šį baigiamąjį magistro darbą.

## 1. Socialinių reiškinių kartografinės raiškos tyrimo

### tikslas ir uždaviniai

Žemėlapis - tai sumažintas, matematiškai apibrėžtas ir apibendrintas Žemės paviršiaus vaizdas, pateiktas plokštumoje sutartiniais ženklais ir parodantis įvairių gamtinių ir socialinių reiškinių būseną, paplitimą bei tarpusavio ryšius. Toks žemėlapio sudarymo principas tinka žemėlapiams, sudaromiems pagal euklidinės geometrijos principus, kuomet Žemės paviršiuje esantys reiškiniai vaizduojami matematinių ryšių, grindžiamu kartografinėmis projekcijomis, taikymu. Pavyzdžiui, jeigu žemėlapyje vaizduojamos valstybių teritorijos, tai matome ne tik realias, tik pagal mastelį sumažintą valstybių plotą, bet ir sienų bei administracinių vienetų kontūrų formą. Tačiau, taikydami kartografinės anamorfozes, jų sudarymo principus, tai jie skiriasi nuo prieš tai minėtų.

Taikant kartografinės anamorfozes, teritorijų geometrinis vaizdas yra deformuojamas. Geometrinio vaizdo deformavimas priklauso nuo to, koks vaizdo sudarymui naudojamas algoritmas, koks anamorfozės tipas taikomas reiškiniui pavaizduoti. Tai nėra griežtas vaizdavimo būdas, nes jį taikant nereikia vaizduojamą teritoriją vaizduoti išlaikant vaizduojamos teritorijos geometrinės formos panašumą. Kartografinėse anamorfozėse tai nėra esminis dalykas. Svarbiausias uždavinys – reiškiniai pavaizduoti ištirtą reiškinį, susijusį su tam tikra erdve. Taikant tokį kartografavimo būdą, kartografiniai vaizdai pasižymi geresniu informacijos perteikimo lygmeniu, pagerina informacinę kokybę.

### 1.1 Socialinių reiškinių tradicinių kartografavimo būdų trūkumai

Tradiciskai teminiuose žemėlapiuose naudojami kartografavimo metodai yra senai apibrėžti. Išskiriama dešimt kartografinio reiškinių vaizdavimo teminiuose žemėlapiuose metodų:

1. ženklų,

2. linijinių ženklų,
3. izolinių,
4. kokybinio, kiekybinio fono,
5. lokalizuotų diagramų,
6. taškų metodas,
7. arealų,
8. judėjimo ženklų,
9. kartogramų,
10. kartodiagramų.

Iš visų išvardintų kartografinio vaizdavimo būdų, socialiniams-ekonominiams reiškiniams kartografuoti dažniausiai naudojami: kartodiagramų, kartogramų, arealų, ženklų, taškų, judėjimo ženklų.

Kartodiagramų metodas parodo reiškinio kiekybę tam tikroje teritorijoje. Šiuo metodu kartografuojant gamtos reiškinį, reikia laikytis gamtinių ribų, vaizduojant visuomeninius reiškinius – administracinių sienų. Nesilaikant šių reikalavimų, kartodiagramos iškraipys tikrovę. Dėl to manoma, kad kartodiagramų metodas nėra tikslus. Nepaisant to, šis kartogramų metodas plačiai naudojamas socialinių-ekonominių reiškinų kartografavimui. Naudojamos: linijinės, stulpelinės, ploto ir tūrio diagramos. Kartu su reiškinio kokybine charakteristika galima pavaizduoti ir reiškinio sudėtinės dalis, jei kvadratą ar trikampį suskirstysim į atskiras dalis. Tačiau, jei šį kartografinį vaizdavimo metodą lyginsim su anamorfiniais žemėlapiais, tai reikia paminėti, kad išvestiniuose žemėlapiuose lengviau ir vaizdžiau pateikiama statistinė informacija. Tradiciniuose žemėlapiuose tokia informacija sunku “perskaityti”. Norint sužinoti ar palyginti reiškinio raišką administraciniuose vienetuose, reikia papildomai atlikti statistinių duomenų skaičiavimus.

Taškų metodas taikomas masiniams ir išskleistiems reiškiniams kartografuoti. Taikant šį metodą išreiškia nustatytą objektų kiekį. Dažniausiai taško vaidmenį atlieka nedidelis apskritimas, kuris yra ten, kur yra kartografuojamas objektas, arba reiškinys. Naudojant šį metodą labai svarbu nustatyti taško svorį. Taško svoriui galima suteikti ir absoliutinę, ir santykinę reikmę. Spalvomis galima išreikšti dinamiką, kokybę. Vaizduojant reiškinį taškiniu metodu, matoma tik reiškinio sklaida, tačiau mes negalime palyginti pateiktos informacijos taip, kaip mes tai galime padaryti anamorfiniuose žemėlapiuose.

Kartogramų metodas yra išvestinis iš taškų metodo. Taškų pasiskirstymas kartografuojamoje teritorijoje beveik visuomet yra netolygus. Tai priklauso nuo gamtinių sąlygų, ekonominių, socialinių ir kitokių aplinkybių. Tačiau kiekvieno žemėlapiu tam tikroje teritorijoje galima įžiūrėti maždaug tolygų taškų pasiskirstymą. Tokiu būdu, mes visą teritoriją galime suskirstyti į atskirus teritorijos vienetus su tolygiu taškų pasiskirstymu. Tačiau kartografuojant kartogramų metodu, kartografuojamas reiškinys pateikiamas ne administracinėmis teritorijomis, o yra išskiriamos tik tam tikros kartografuojamo reiškinio sritys, kurios priklauso nuo reiškinio intensyvumo. Taip pateikta informaciją yra sunku palyginti.

Arealų metodas, taikomas tuomet, kai norime pavaizduoti reiškinio paplitimo sritis. Pagal pasiskirstymo pobūdį reiškinys gali būti ištisinis arba išbarstytas. Arealai yra: absoliutiniai (kai už arealo ribų nėra kartografuojamo reiškinio) ir santykiniai (kai teritorijoje tas pats reiškinys turi išskirtinę savybę). Arealų metodu nėra labai lengva pavaizduoti kompleksinius reiškinius. Norint tai atlikti kokybiškai, reikia būti labai išradingiems, nes paprastai skirtingų reiškinų arealai dengia vienas kitą, kartu persipina tarpusavio spalvos arba štrichai. Tuo jie skiriasi nuo anamorfinių žemėlapių, kuriuose vaizduojama informacija nepersidengia.

Judėjimo ženklų metodas yra sudarytas linijinių ženklų metodo pagrindu. Šiuo metodu vaizduojami kai kurių teritorijų ekonominiai, politiniai ryšiai. Tokiu atveju šį metodą galima

vadinti ryšių ženklų metodu. Anamorfiniuose žemėlapiuose, kuriuose kartografuojamas reiškinys susijęs su judėjimu, pateikiama ne tik kiekybinė informacija, bet taip pat, pavyzdžiui, gali būti perteiktos laiko sanaudos, kuro ir kt.

Ženklų kartografavimo metodas yra labai senas. Šiais laikais naudojamos trys ženklų kategorijos: geometrinės figūros, raidės ir vaizdiniai (ikoniniai). Iš geometrinių figūrų dažniausiai pasirenkamas apskritimas, nes apskritimas yra kompaktiškiausia ir tinkamiausia figūra objekto struktūrai pavaizduoti. Raidiniai ženklai tinka tuomet, kai skirtingų objektų yra daug, o geometrinių figūrų nepakanka visoms objekto rūšims parodyti. Vaizdiniai ženklai dažniausiai naudojami reklaminiuose arba mokykliniuose žemėlapiuose. Šiuo metodu vaizduojant reiškinį dažniausiai kokybę atspindi ženklo dydis. Iš visų anksčiau minėtų ženklų kategorijų, socialiniams-ekonominiams reiškiniams vaizduoti, dažniausiai naudojamos geometrinės figūros. Naudojamas žiedinis ženklas, struktūrinis ženklas, struktūrinis kvadratinis ženklas. Tačiau jei lygintume juos su išvestiniais žemėlapiais, šiuo metodu sudaryti žemėlapiai skaitomi sunkiau, o tai reiškia, kad jie neperteikia tiek informacijos, kiek jos galima būtų perteikti. Pavyzdžiui, jei kartografuojant reiškinį naudojame struktūrinį kvadratinį ženklą, tai vartotojui norint gauti iš žemėlapio maksimalų kiekį informacijos, jis dar turės atlikti papildomus skaičiavimus tam, kad galėtų daryti palyginimus (Chomskis V., 1979).

## 1.2 Socialinių – ekonominių reiškinų kartografinio vaizdavimo optimizavimo, taikant kartografines anamorfozes, apžvalga

Iš to kas pasakyta šio skyriaus 1.1 paragrafe galima daryti prielaidą, kad įvairaus pobūdžio reiškinų vaizdavimą teminiuose žemėlapiuose būtina optimizuoti, nes jie kartografinės raiškos požiūriu nepilnai perteikia statistinę informaciją, reiškinio vystymosi tendencijas. Šiuo reiškinų



kartografinio vaizdavimo aspektu - labai įdomi kartografinės raiškos priemonė – kartografinės anamorfozės.

Yra labai plati kartografinių anamorfozių įvairovė. Jų kartografinį vaizdavimą apibrėžia vaizduojamo reiškinių rodiklis, pasirinktas algoritmas ir kt. faktoriai.

Šio baigiamojo magistro darbo **tikslas** susipažinti su kartografinių anamorfozių sudarymo teorinėmis nuostatomis ir remiantis jomis sudaryti nereguliaraus tinklo Lietuvos gyventojų tarptautinės emigracijos kartografinę anamorfozę. Kad būtų pasiektas užsibrėžtas tikslas, buvo išskirti tokie mokslinio tyrimo **uždaviniai**:

- susipažinti su darbo tema susijusia literatūra;
- susipažinti su kartografinių anamorfozių sudarymo teorinėmis nuostatomis;
- susipažinti su kartografinių anamorfozių sudarymo algoritmais;
- taikant kompiuterinę grafiką, AutoCAD 2004 versiją, sudaryti socialinio reiškinių nereguliaraus tinklo kartografinę anamorfozę.

## 2. Kartografinių anamorfozių tipai bei jų sudarymo metodologija

Kartografinio vaizdo anamorfizavimu sutinkamai su tam tikru kartografuojamo reiškinio rodiklio tankiu, vadinama teritorijos, kurioje egzistuoja reiškinys, transformacija. O kartografinėmis anamorfozėmis – išvestiniai iš tradicinių žemėlapių grafiniai vaizdai, kurių mastelis transformuojamas ir kinta priklausomai nuo kartografuojamo reiškinio tankio rodiklio.

Kartografinės anamorfozės sudaromos dviem būdais:

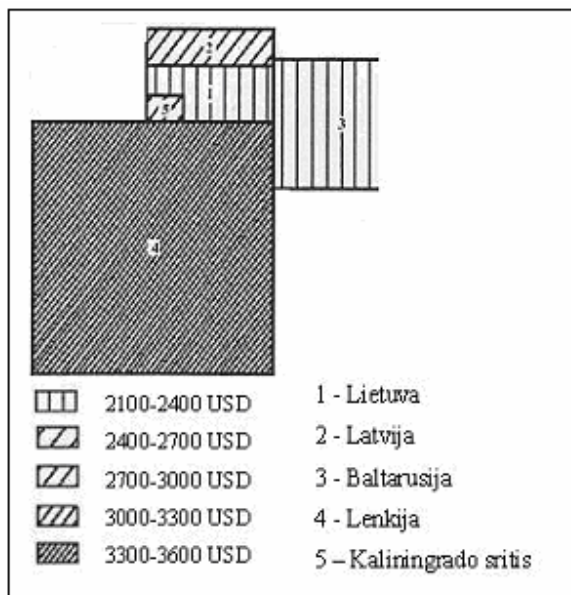
- a) taikant reguliarųjį tinklą, t. y. teritoriją suskaidant į taisyklingas geometrines figūras, paprastai – kvadratus arba stačiakampius;
- b) taikant laisvąjį tinklą, t. y. teritoriją suskaidant, dažniausiai, pasirinktais realiais administraciniais vienetais.

### 2.1 Reguliaraus tinklo anamorfozių sudarymo metodologija

Norint sudaryti reguliaraus tinklo kartografinę anamorfozę, pirmiausiai reikia pasirinkti tokį anamorfozės sudarymo tipą, kuris tinkamiausiai atspindėtų reiškinio pasiskirstymą erdvėje.

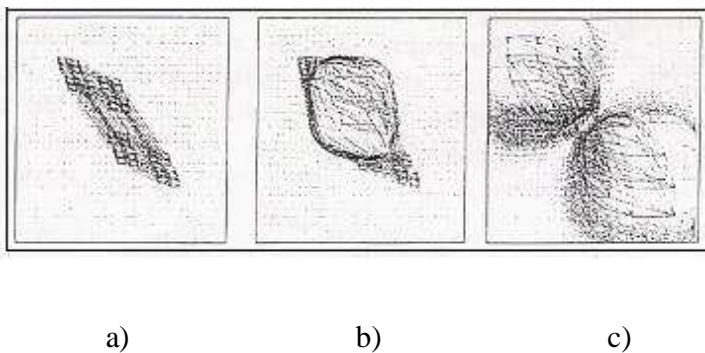
Vienas iš reguliaraus tinklo anamorfozių prototipų – topologinė kartograma (1 pav.). Šiuo metodu sudarytoje anamorfozėje kartografuojamos teritorijos atskiri administraciniai teritoriniai vienetai yra aproksimuojami taisyklingomis geometrinėmis figūromis. Reguliaraus tinklo kartografinės anamorfozės dažniausiai pasirenkami kvadratai arba stačiakampiai, taip pat teritoriją galima suskaidyti taikant meridianų ir paralelių tinklą.

Sudarant reguliaraus tinklo kartografinę anamorfozę galima naudoti ir kitą metodą, kuomet kartografuojama teritorija yra projektuojama ant sferinio paviršiaus. Dėl to, kad teritorija projektuojama ant sferinio paviršiaus, teritorijos vaizdas tampa deformuotas ir panašus į išpūsta apskritimą „žuvies akies“ vaizdas (2 pav.). Tam, kad kartografuojamas vaizdas būtų deformuotas



1 pav. Lietuvos ir kaimyninių valstybių gyventojų bei BNP pasiskirstymas topologinė kartograma (Pilipaitis A., 2002)

Fig. 1. Topological choropleth map representing the distribution of population and GDP in Lithuania and neighbouring states (Pilipaitis A., 2002)



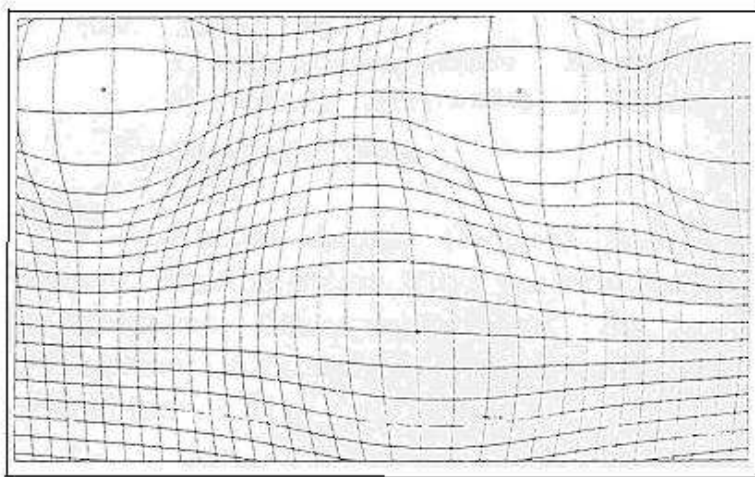
2pav. a) originalas; b) daugiakampis (“žuvies akies”) vaizdas su vienu židinio tašku; c) daugiakampis (“žuvies akies”) vaizdas su dviem židinio taškais ( Hake G., Grunreich D., ir kt., 2002)

Fig. 2. a) original view; b) plateau view with one central point; c) plateau view with two central points ( Hake G., Grunreich D., ir kt., 2002)

tam tikra tvarka, prieš jį projektuojant ant tinklelio, reikia pasirenkamas židinio taškas, aplink kurį vaizdo mastelis yra smulkesnis, o tolstant nuo židinio taško - mastelis stambėja.

Daugiakampiam vaizdui sudaryti svarbūs du parametrai: reiškinio paplitimo srities skersmuo, bei norimo iškraipymo laipsnis. Pagal tai, kokių laipsniu norima deformuoti žemėlapi, yra parenkamas transformacijos vektorių skaičius, bei jų padėtis žemėlapio taškuose. Šių vektorių kryptimis yra deformuojama kartografuojama teritorija. Taikant tokią kontūrų deformavimo tvarką, gali būti parinkti keli židinio taškai, su skirtingais reiškinio paplitimo sričių skersmenimis ir iškraipymo laipsniais.

Pagal daugiakampio vaizdo deformavimo tvarką buvo sukurtas Hanoverio miesto (Vokietija), susisiekimą linijų planas. Jame mastelis buvo keičiamas nuo 1:25 000 iki 1:100 000. Šiuo būdu atliktos tinklo deformacijos, kuriose daugelis centrų (židinio taškų) pavaizduoti padidintai, ypač tinka didelių teritorijų su daugeliu atskirų gyvenviečių kartografiniam vaizdavimui (3 pav.).



3 pav. Daugiakampis žemėlapio tinklo deformavimo būdas ( Hake G., Grunreich D., ir kt., 2002)

Fig. 3. Polyfocal map grid distortion ( Hake G., Grunreich D., ir kt., 2002)



Dar vienas metodas, pagal kurį sudaromos kartografinės anamorfozės, tai Dorling'o anamorfozės sudarymo būdas (5 pav.), kuris taip pat pagrįstas tinklelio deformacija. Taikant šį būdą kartografuojama teritorija yra anamorfizuojama tol, kol kiekvienas atskiras teritorijos vienetas (valstybė, administracinė teritorija ir kt.) neįgauna norimos deformacijos, priklausomai nuo vaizduojamo reiškinių pasiskirstymo rodiklio tam tikrame administraciniame vienetė (Slocum T.A., MacMaster R.B. ir kt., 2003).

Pagrindinis uždavinys anamorfizuojant tam tikrą teritoriją yra reguliaraus tinklo kontūrų taškų pasislinkimo vektorų nustatymas, priklausomai vaizduojamo nuo reiškinių tankio rodiklio.

Kuomet anamorfozė sudaroma taikant reguliarųjį tinklą, tuomet keturkampių viršūnių taškų pasislinkimo vektoriaus kryptys nustatomos pusiauokampinių kryptimis.

Anamorfizuojamos teritorijos reguliaraus tinklo viršūnių taškų pasislinkimo vektoriai nustatomi, taikant įvairius matematinius ryšius. Pvz., reguliariojo tinklo figūrų viršūnių pasislinkimo vektorius  $\vec{d}_i$  skaičiuojamas pagal šią formulę [Tobler W.R., 2001]:

$$\vec{d}_i = \frac{1}{w\sqrt{p}} \left( \sqrt{\frac{p_i}{s_i}} - 1 \right), \quad (1)$$

$p_i$  – reiškinių rodiklio reikšmė, pagal kuria atliekame tam tikros i figūros anamorfizavimą;

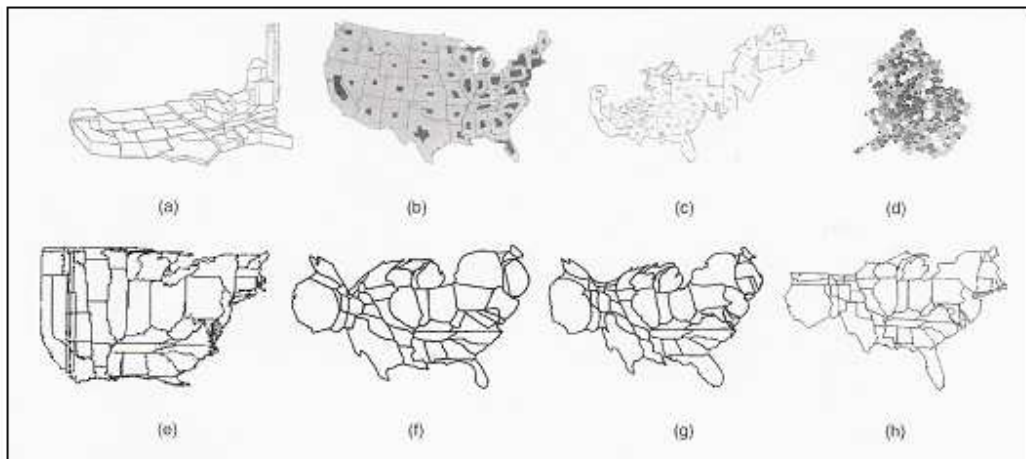
$\bar{p}$  - vidutinė reiškinių rodiklio, tenkančio vienai figūrai reikšmė;

w – sąlyginis koeficientas, kurio reikšmė priklauso nuo kartografuojamo reiškinių charakterio: kuomet reiškinys kinta tolygiai, tuomet  $w = 1$ , o kai kinta staigiai –  $w = 2$ ;

$s_i$  – reguliaraus tinklo vienos figūros plotas.

## 2.2 Nereguliaraus tinklo anamorfozių sudarymo metodologija

Sukurta daug nereguliaraus tinklo kartografinių anamorfozių sudarymo būdų (6 pav.). Vienas iš dažniausiai naudojamų - tai, kartografuojamos teritorijos administracinių vienetų anamorfizavimas, atsižvelgiant į kartografuojamo reiškinio reikšmes. Po teritorijos pagal tam tikrą tvarką anamorfizavimo, ji pagal gautas koordinačių reikšmes patalpinama į jai priklausančią vietą. (7 pav.).



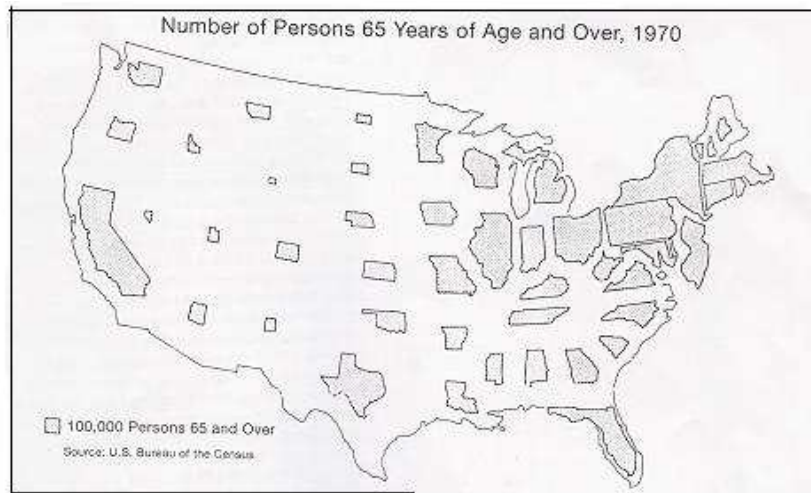
6 pav. Nereguliaraus tinklelio kartografinių anamorfozių tipai:

a) trimatė anamorfozė; b) neištisinė anamorfozė; c) Bernard'o J. vanHamond'o; d) apskritiminė anamorfozė; e) Tobler'io; f) Selvia'os; g) Zade's ir Tikunov'o; h) Kocmoud'o ir House'o (Keim D.A., 2004)

Fig. 6. Cartogram drawing methods:

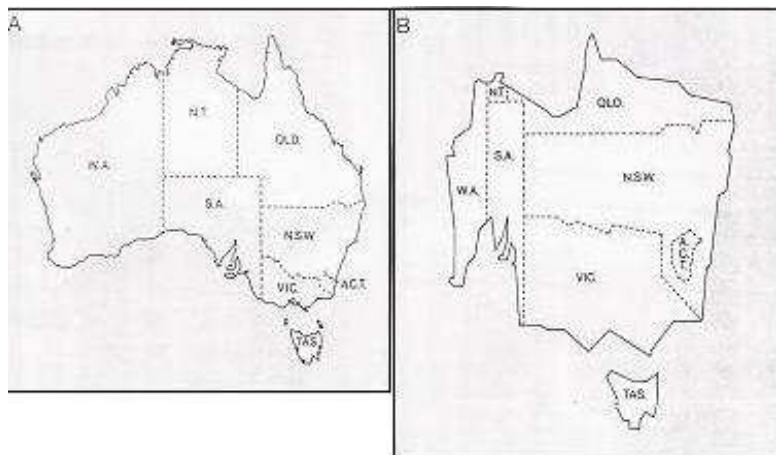
a) 3D map; b) Noncontiguous cartogram; c) Non-topology-preserving cartogram designed by Bernard J. vanHamond; d) Circle cartogram; e) Tobler; f) Selvia; g) Zade and Tikunov; h) Kocmoud and House (Keim D.A., 2004)

Šiuo metodu deformuojant pamatinius žemėlapius pasikeičia kartografuojamos teritorijos atskirų administracinių teritorijų dydžiai, gali pakisti ir forma, priklausomai nuo algoritmo. Tai populiarus vaizdavimo metodas (Slocum T.A., MacMaster R.B. ir kt., 2003).



7 pav. Žmonių 65 metų ir vyresnių skaičius 1970m. pavaizduotas naudojant neištisinę anamorfozę (Olson J.M., 1976)

Fig. 7. Number of persons 65 years of age and over, 1970 (Olson J.M., 1976)



8 pav. A normalus Australijos vaizdas

B iškraipytas pagal gyventojų skaičiaus reikšmes

(Griffin T.L.C., 1983)

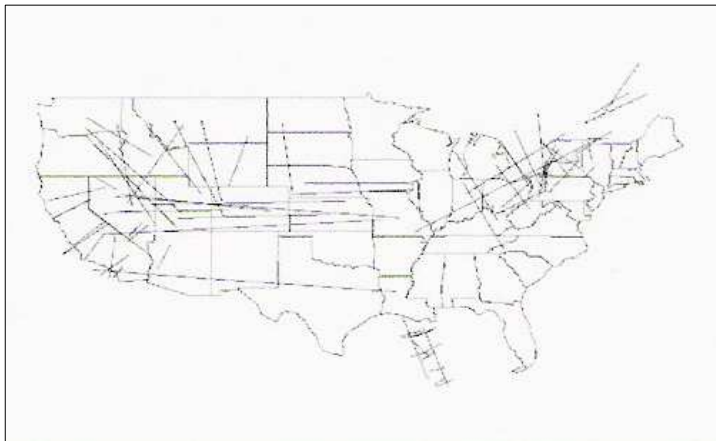
Fig. 8. A traditional Australia view

B distorted on the basis of population

(Griffin T.L.C., 1983)



Taikant nereguliaraus tinklo anamorfozių sudarymo būdą, sudarytuose žemėlapiuose deformuojami visi administracinių teritorijų parametrai: plotas, ilgis, kampai ir t.t. (8 pav.). Pasislinkimo vektoriai administraciniuose vienetuose pagal išskaičiuotas reikšmes nubraižomi rankiniu būdu (9 pav.), pvz. naudojant AutoCAD programą, arba sukurtos kompiuretinės programos pagalba ( Keim D.A., North S.C. ir kt, 2004).



9 pav. „Rankiniu“ būdu nubraižyti pasislinkimo vektoriai (Keim D.A., 2004)

Fig. 9. „Handmade“ distortion (Keim D.A., 2004)

Anamorfizuoiant teritoriją taikant nereguliaraus tinklo sudarymo būdą administracinių vienetų, tinklo kontūro taškų pasislinkimo dydis, taip pat kaip ir taikant reguliarųjį tinklą, priklauso nuo kartografuojamo reiškinio tankio rodiklio (anamorfizavimo koeficiento).

Norint sudaryti nereguliaraus tinklo kartografinę anamorfozę reikia pasirinkti mastelį kuriuo bus sudaroma kartografinė anamorfozė. Toliau reikia įskaitmeninti pamatinio žemėlapiu informacinį pagrindą, vieningoje koordinacinių sistemoje bei įskaitmeninti pasirinkto lygmens administracinius vienetus: vastybes, apskritis, rajonus.

Kuomet anamorfozės sudarymo uždavinys sprendžiamas taikant laisvąjį tinklą, tuomet kontūrų taškų pasislinkimo kryptys nustatomos anamorfizuojamos teritorijos traukos centro kryptimi.

Traukos centru, priklausomai nuo kartografuojamo reiškinių, gali būti: administracinis centras, objektų sankaupos centras ir pan.

Taikant laisvąjį tinklą kontūro taško pasislinkimo vektorius deformavimo procedūros metu nustatomas kaip visų vektorių, išeinančių iš vieno taško, suma. Norint nustatyti teritorijos taško pasislinkimo vektorių  $\vec{d}$  reikia teritorinį vienetą turintį tam tikrą ploto reikšmę, aproksimuoti apskritimu, turinčiu identišką plotą, arba elipsę.

Kiekvieno administracinio vieneto pasirinktame mastelyje aproksimuoto apskritimu, spindulys,  $R_i$  lygus [Tobler W.R., 2001].

$$R_i = \sqrt{s_i / \pi}, \quad (2)$$

$s_i$  – administracinio vieneto plotas;

Taip pat norint sužinoti  $\vec{d}$  vektoriaus pasislinkimą, reikia apskaičiuoti  $\tilde{R}_i$ :

$$\tilde{R}_i = \sqrt{\tilde{s}_i / \pi}, \quad (3)$$

$\tilde{R}_i$  – anamorfizuotos teritorijos aproksimuotos apskritimu spindulys

$\tilde{s}_i$  – teritorinio vieneto plotas, atitinkantis reiškinių rodiklį, kurio formulė:

$$\tilde{s}_i = K_a * S, \quad (4)$$

$K_a$  – anamorfizavimo koeficientas;

$S$  – administracinės teritorijos plotas (pagal mastelį).

Norint sužinoti  $\tilde{s}_i$ , reikia apskaičiuoti anamorfizavimo koeficientą  $K_a$ , kuris gaunamas, administracinės teritorijos reiškinių vidutinę reikšmę ( $x$ ) dalijant iš visos kartografuojamos teritorijos reiškinių vidurkio ( $y$ ).

Žinant realios teritorijos, aproksimuotos apskritimu, spindulio ilgį  $R_i$  bei anamorfizuotos teritorijos aproksimuotos apskritimu spindulio ilgį ( $\tilde{R}_i$ ), reikia nustatyti kiekvieno kontūro taško

atstumą  $r_i$  iki administracinės teritorijos traukos centro. Nustatę šią reikšmę, toliau skaičiuojame kontūro taško pasislinkimo vektoriaus  $\vec{d}$  ilgį.

Kadangi administracinio vieneto teritorija yra netaisyklinga ir jos traukos centras nuo kontūro taškų yra nutolęs nevienodai, todėl pasislinkimo vektorius skaičiuojamas nevienodai [Tobler W.R., 2001]. Jeigu:

- a) atstumas nuo teritorinio vieneto centro iki kontūro taško  $r_i > \sqrt{s_i/\pi}$ , tuomet  $\vec{d}$  vektorius lygus:

$$\vec{d} = (R_i - \tilde{R}_i) * R_i / r_i, \quad (5)$$

$R_i$  – realios teritorijos aproksimuotos apskritimu spindulys;

$s_i$  – administracinio vieneto plotas;

$\tilde{R}_i$  – anamorfizuotos teritorijos aproksimuotas apskritimu spindulys

$r_i$  – kontūro linijos taško atstumas iki traukos centro.

- b) jeigu atstumas nuo teritorinio vieneto centro iki kontūro taško  $r_i \leq \sqrt{s_i/\pi}$ , tuomet  $\vec{d}$  vektorius lygus:

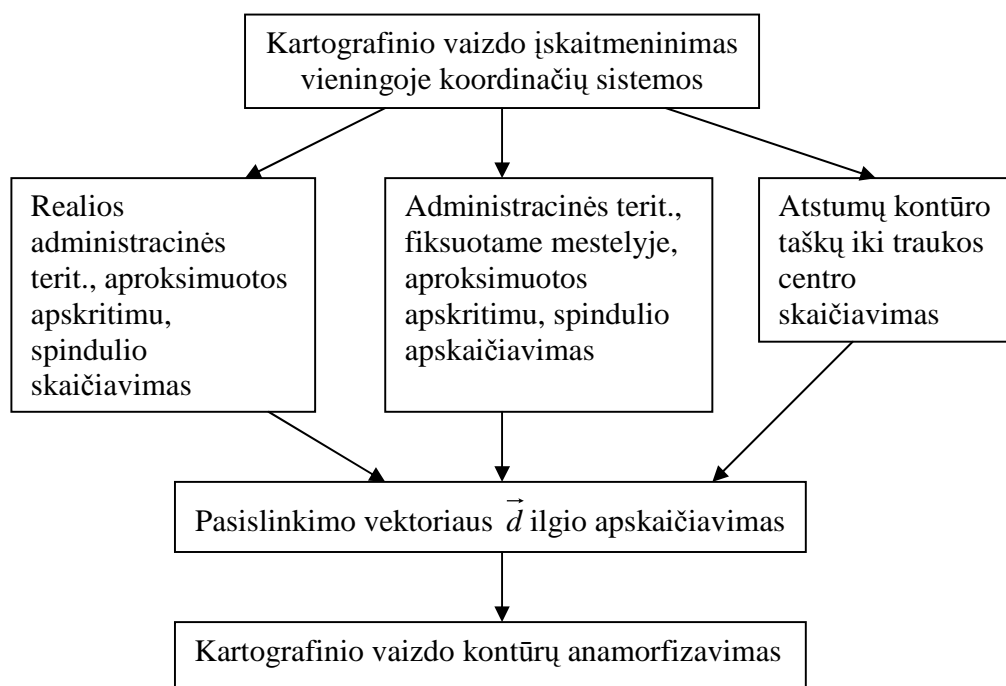
$$\vec{d} = r_i (\tilde{R}_i / (R_i - 1)), \quad (6)$$

Kontūro taško padėtis keičiasi  $\vec{d}$  reikšme traukos centro kryptimi.

### 3. Tarptautinės emigracijos Lietuvoje kaitos kartografinė raiška, taikant nereguliarus tinklo kartografinę anamorfozę

Vienas iš baigiamojo darbo tyrimo tiklų - sudaryti socialinio reiškinių „Tarptautinė emigracija Lietuvoje“ kartografinę raišką, taikant nereguliarus tinklo kartografinę anamorfozę.

Anamorfozės sudarymui panaudojau technologinį eiliškumą, pavaizduotą 10 pav.:



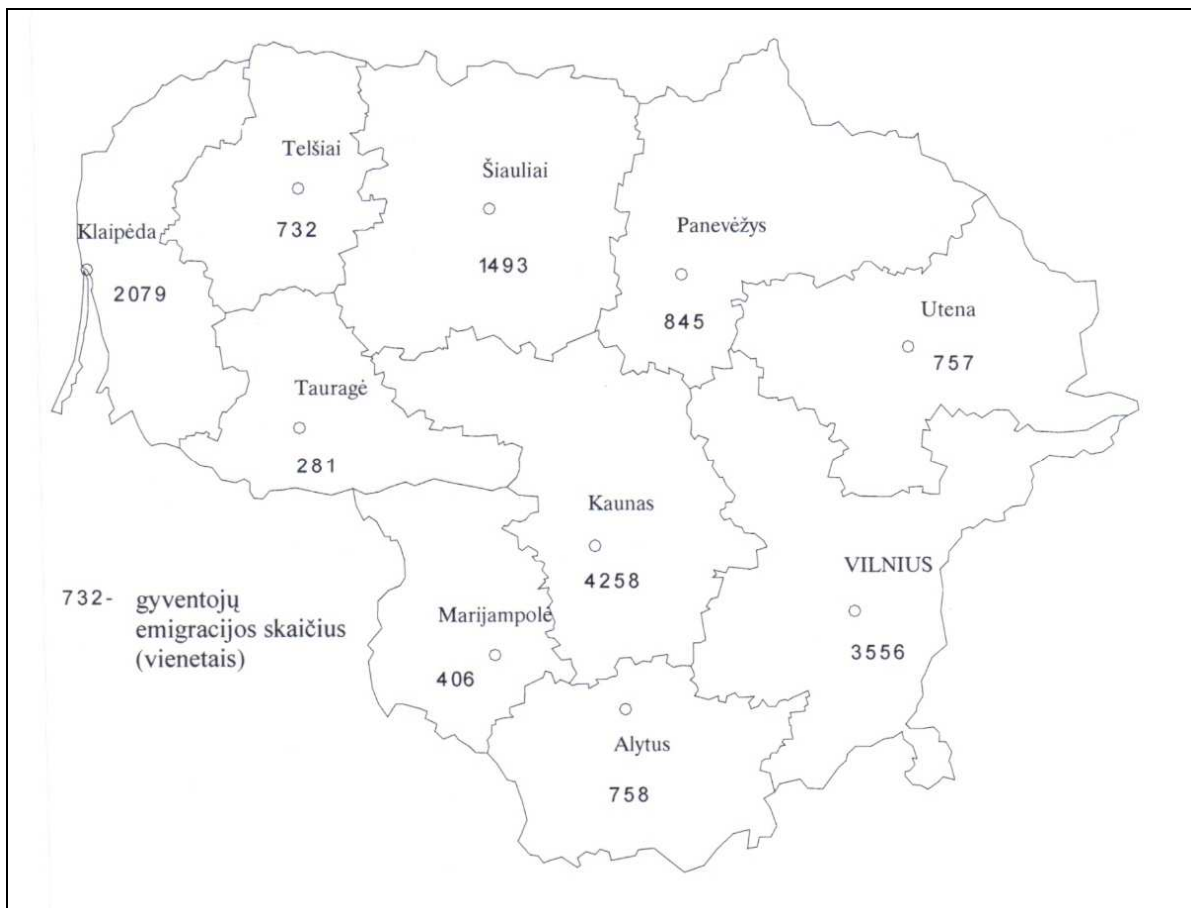
10 pav. Nereguliarus tinklo kartografinės anamorfozės sudarymo technologinė schema

Fig. 10. Technological chart of irregular grid cartographical anamorphosis

Socialinio reiškinių „Tarptautinė emigracija Lietuvoje“ kartografinę anamorfozę pasirinkta sudaryti masteliu 1 : 2 000 000. Pradžioje, Lietuvos teritorijos pagrindas su administracinėmis teritorijų ribomis bei jų centrais buvo įkeltas į AutoCAD 2004 programą, su kuria ir buvo kuriama nereguliarus tinklo kartografinė anamorfozė.

Visą anamorfozės kartografinį vaizdą būtina formuoti vieningoje koordinatų sistemoje.

Sekantis ne mažiau svarbus žingsnis– įskaitmeninimas. Teritoriją įskaitmeninta apskričių lygmenyje. Taškų žingsniai parinkti taip, kad neiškraipytų kontūro linijų (11 pav.). Taip pat buvo

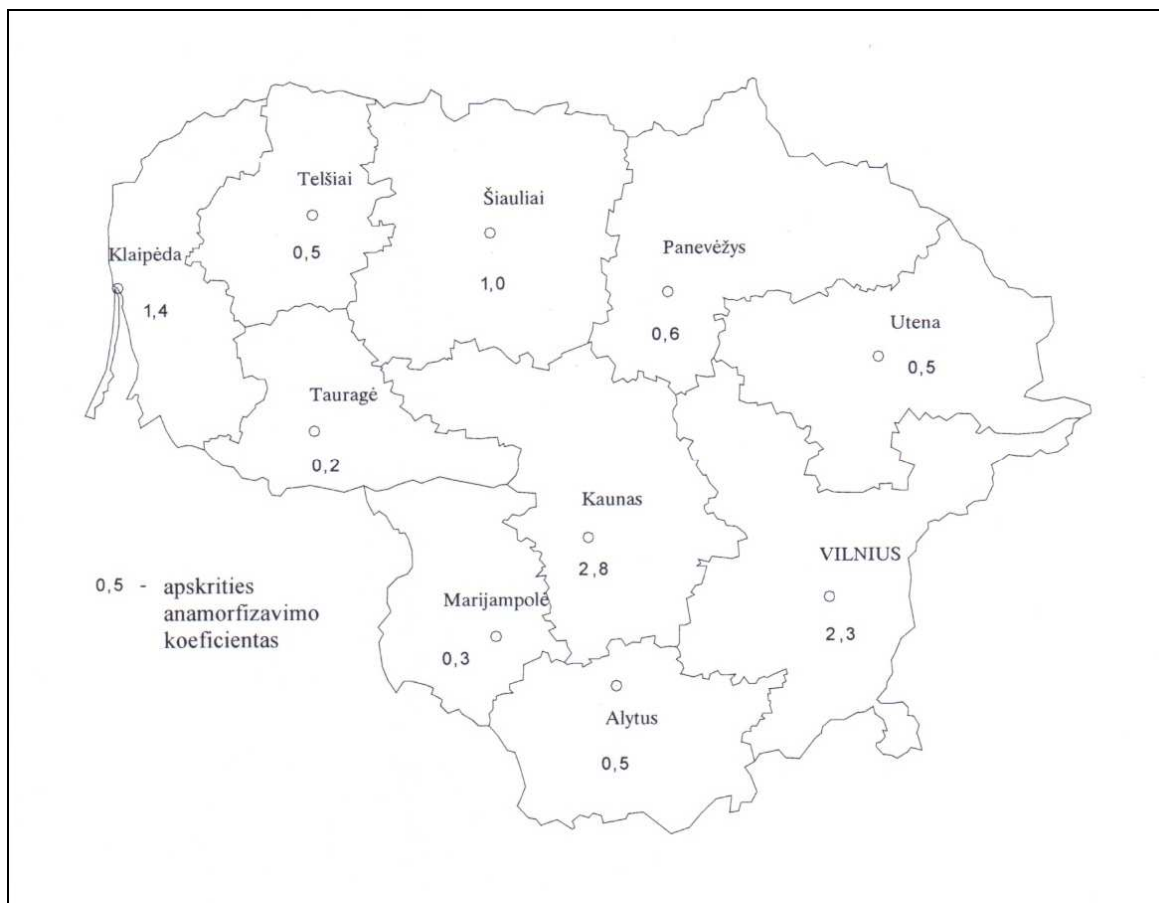


11 pav. Emigracijos rodiklio 2004 m. Lietuvos apskrityse pasiskirstymo schema

Fig. 11. Number of emigrants in Lithuania in 2004

fiksuoti administracinių teritorijų apskričių centrai, kurie priimti, kaip kontūrų taškų pasislinkimo vektorių  $\vec{d}$  traukos centrai. Tam, kad sužinoti  $\vec{d}$  ilgį, reikėjo kiekvieną administracinį vienetą pagal mastelį aproksimuoti apskritimu. Tokiu būdu galėjom sužinoti kiekvienos apskrities teritorijos realiame mastelyje, aproksimuotos apskritimu spindulį -  $R_i$ , kuri apskaičiuojom pagal anksčiau pateiktą 2 formulę (1 priedas). Taip pat apskaičiuoti teritorijų anamorfozės mastelyje aproksimuotų

apskritimu, spinduliai -  $\tilde{R}_i$ . Jis apskaičiuojamas pagal pateikta 3 formulę (2 priedas). Norint apskaičiuoti  $\tilde{R}_i$  reikia apskaičiuoti anamorfizavimo koeficientą  $K_a$  (12 pav.).



12 pav. Emigracijos anamorfizavimo koeficiento Lietuvos apskrityse pasiskirstymo schema, 2004 m

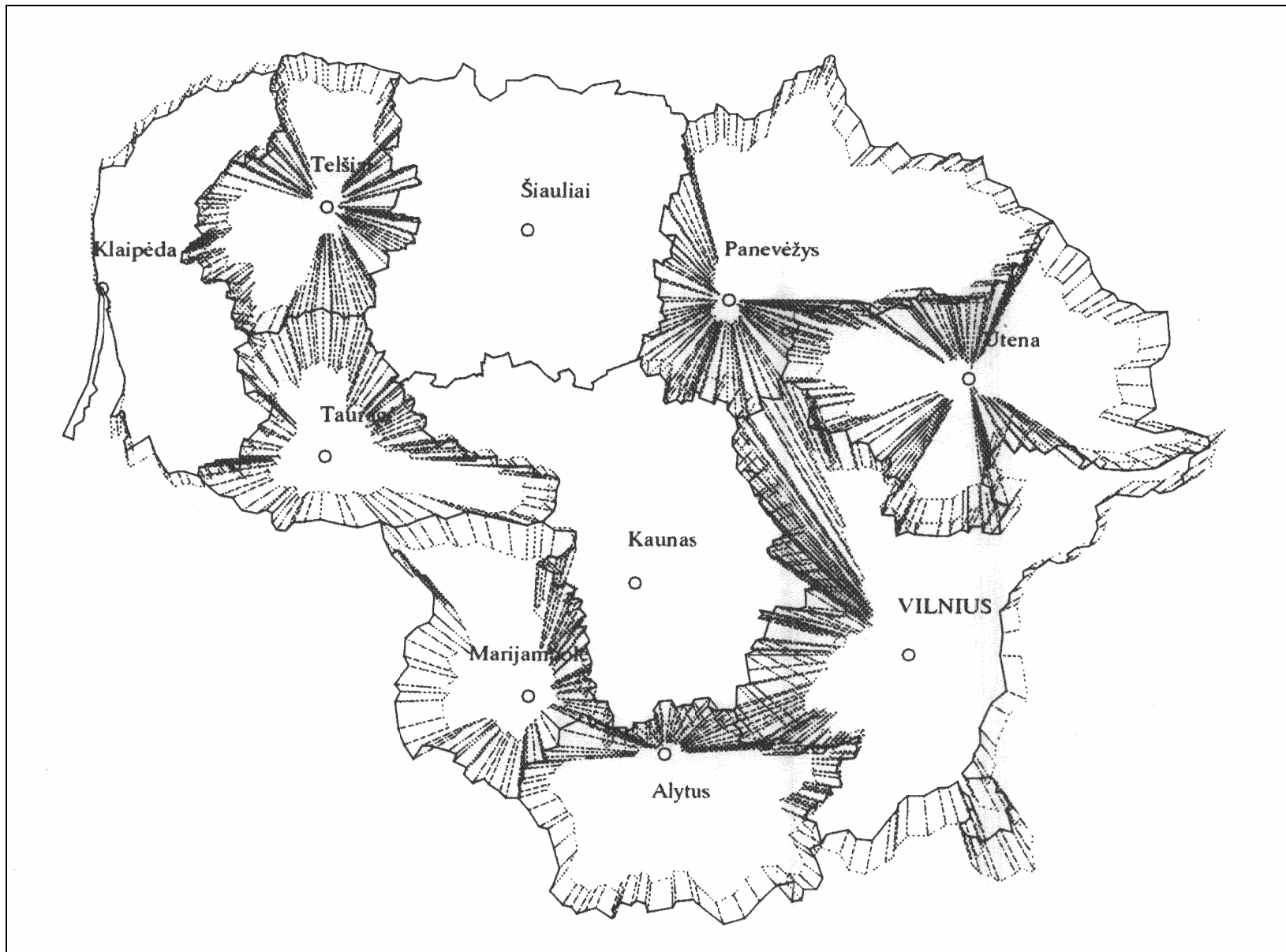
Fig. 12. Coefficient of anamorphisation of emigration in Lithuania in 2004

Apskaičiavus  $R_i$  ir  $\tilde{R}_i$ , sužinoti kiekvieno kontūro taško atstumai iki traukos centro  $r_i$  (3 priedas) ir kontūrų taškų pasislinkimo vektoriai ( $\vec{d}$ ) (4 priedas).

Kaip jau buvo minėta,  $\vec{d}$  skaičiuojamas dviem būdais, priklausomai nuo to: ar taško atstumas iki traukos centro  $r_i$  yra didesnis ar mažesnis už realios teritorijos aproksimuotos apskritimo spindulį ( $R_i$ ). Jei atstumas nuo administracinio vieneto centro iki kontūro taško yra didesnis už  $R_i$ , tuomet  $\vec{d}$  skaičiuojamas pagal 5 formulę, o jei mažesnis pagal 6.

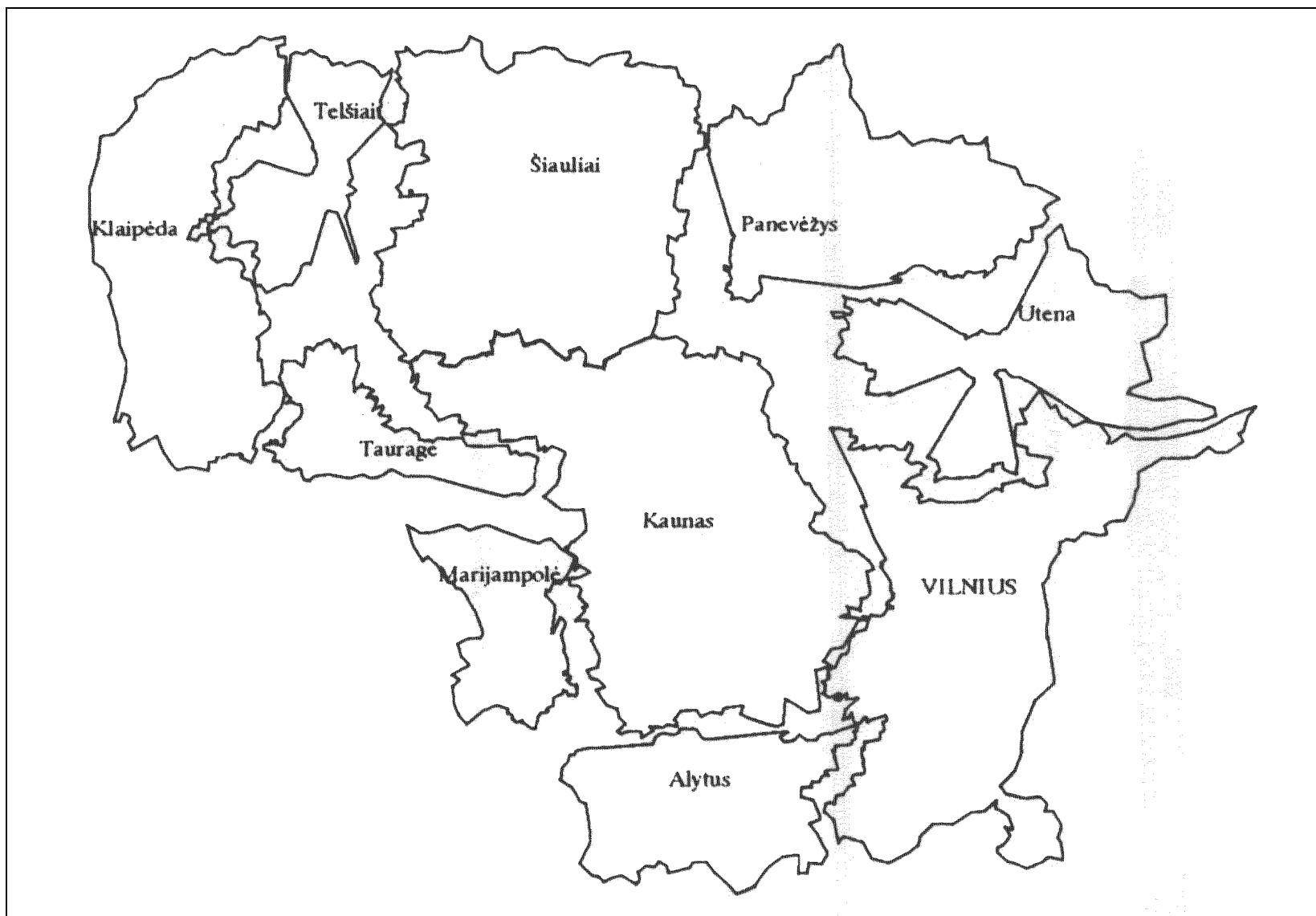
Apskaičiavus kiekvienos administracinės teritorijos kontūrų taškų pasislinkimo vektorių  $\vec{d}$  reikšmes, anamorfizuojam teritorijos kontūrus. Kontūrų taškai pasislenka priklausomai nuo pasislinkimo vektoriaus reikšmės, pasislenka: arba link, arba nuo traukos centro (13 pav.).

Anamorfizavus kartografuojamos teritorijos administracinius vienetus pagal pasislinkimo vektorių reikšmes, matomi teritorijų formų ir dydžių pokyčiai, kurie priklauso nuo anamorfizavimo koeficiento. Mažiausius  $K_a$  turintys administraciniai vienetai – sumažėja, o didžiausius – padidėja. Iš to galima daryti išvadą, kad teritorijose, kurios sumažėjo, emigracijos lygis yra mažesnis už Lietuvos emigracijos vidurkį, o padidėjusiose – emigracijos lygis didesnis (14 pav.). Taip pat galima lengvai palyginti emigracijos lygį atskirose administracinėse teritorijose. Akivaizdžiai matoma, kad Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos apskrityse, emigracija yra pati didžiausia, Šiaulių – beveik lygi Lietuvos emigracijos vidurkiui, kuris lygus – 1516,5, o visose kitose Lietuvos apskrityse emigracija yra mažesnė nei aukščiau išvardintose apskrityse.



13 pav. Lietuvos tarptautinės emigracijos kartografinė anamorfozė pagal anamorfizavimo koeficientus (su kontūro taškų pasislinkimo vektoriais) (M 1:2 000 000)  
 Fig. 13. Cartographic anamorphosis of international emigration in municipalities of Lithuania by coefficients of anamorphisation (with deflection vectors of outline points) (M 1:2 000 000)





14 pav. Lietuvos tarptautinės emigracijos kartografinė anamorfozė pagal anamorfizavimo koeficientus (M 1:2 000 000)

Fig. 14. Cartographic anamorphosis of international emigration in municipalities of Lithuania by coefficients of anamorphisation (M 1:2 000 000)

## IŠVADOS

1. Tradiciniuose teminiuose žemėlapiuose naudojama daug kartografinės raiškos būdų, tinkančių socialiniams – ekonominiams reiškiniams kartografuoti. Tačiau norint optimizuoti jų kartografinę raišką, reikia pasitelkti papildomus vaizdavimo metodus.
2. Kartografinės anamorfozės labiausiai tinka socialiniams-ekonominiams reiškiniams vaizduoti, nes jos, kartografinės raiškos požiūriu, geriau perteikia statistinę informaciją ir pagerina komunikacinę kokybę.
3. Kartografinės anamorfozės sudaromos dviem būdais: taikant reguliarųjį arba laisvąjį tinklą. Jų kartografinį vaizdą nulemia vaizduojamo reiškinio rodiklis bei pasirinktas algoritmas.
4. Nereguliaraus tinklo kartografinių anamorfozių didžiausias trūkumas – paprastų algoritmų joms sudaryti stoka.
5. Netradicinių reiškinių kartografavimo būdų taikymas kartografijoje yra viena iš perspektyvių kartografijos plėtros krypčių. Todėl, labai svarbu, kad Lietuvoje būtų pradėtas tirti ir naudoti šis reiškinių kartografinio vaizdavimo būdas.

## LITERATŪRA

1. Chomskis V. (1979). *Kartografija*. Vilnius: Mokslas.
2. Pilipaitis A. (2002). Reiškinių vaizdavimo topologinėmis kartogramomis ypatumai. *Geografija*. 38(2): 55-56
3. Statistikos departamentas prie LR Vyriausybės. (2005). *Demografijos metraštis 2004*. Vilnius.
4. Asgaard R. (2002). *Projecting a Regular Grid onto a Sphere or Ellipsoid*. Oslo, Norway  
<http://www.isprs.org/commission4/proceedings02/pdfpapers/167.pdf>
5. Biedl T., Genc B. (2005). *Complexity of Octagonal and Rectangular Cartograms*. ON, USA  
<http://www.cccg.ca/proceedings/2005/48.pdf>
6. Du Changming, Lin Liu, (1998). *Constructing contiguous area cartograms using ArcView Avenue*, [http://www.umich.edu/~iinet/chinadata/geoim99/Proceedings/Du\\_changming.PDF](http://www.umich.edu/~iinet/chinadata/geoim99/Proceedings/Du_changming.PDF)
7. Keahey T. A., Robertson E.L. (1997). *Nonlinear magnification fields*. Indiana, USA
8. Keim D. A. (2004). CartoDraw: a fast algorithm of generating contiguous cartograms *IEEE transactions on visualization and computer graphics*. vol. 10, Nr. 1, p. 95-110, California, USA
9. Konsmoud C. J., House D. H. (1998). *A Constraint-Based Approach to Constructing Contiguous Cartograms*. Texas, USA
10. Slocum T. A., McMaster R. B., Kessler F. C., Howard H. H. (2003). *Thematic cartography and geographic visualization*. New Jersey, USA
11. Tikunov V. S. (2000). *Anamorphosises of Russia in view of transition to sustainable development*. Moscow, Russia
12. Tobler W.R. (2001). The American Cartographer. *Analytical cartography*.
13. Tobler W.R. (2001). *Computer cartograms*. California, USA  
[http://www.csiss.org/SPACE/workshops/2004/SAC/files/comp\\_carto.pdf](http://www.csiss.org/SPACE/workshops/2004/SAC/files/comp_carto.pdf)

14. Tobler W.R., "What is an area cartograms?", California, USA  
[http://www.geog.ucsb.edu/~tobler/publications/pdf\\_doc/cartography/projections/cartograms/A\\_Cartograms\\_is.pdf](http://www.geog.ucsb.edu/~tobler/publications/pdf_doc/cartography/projections/cartograms/A_Cartograms_is.pdf)
15. Vesanto J., Sulkava M., Hollmen J. (2003). *On the Decomposition of the Self-Organizing Map Distortion Measure*. Finland <http://www.cis.hut.fi/sulkava/vesanto2003.pdf>
16. Internetas. [http://www.cs.uwaterloo.ca/~bgenc/burkay\\_cccg2005.ppt](http://www.cs.uwaterloo.ca/~bgenc/burkay_cccg2005.ppt)
17. Internetas. <http://www.geogr.msu.ru/tikunov/main1.html>
18. Internetas. <http://lazarus.elte.hu/cet/modules/tikunov/anamorphosises-2.html>
19. Internetas. <http://www.sou.edu/Geography/JONES/GEOG280/lectures/cartograms.pdf>

Baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas:

**Lietuvos gyventojų socialinių  
pokyčių raiška kartografinėmis  
anamorfozėmis**

Autorė: Lina Kauneckaitė

Kalba

X  lietuvių

Santrauka:

Be tradicinių kartografinio vaizdavimo metodų sukurtų euklidinės geometrijos pagrindu yra kartografinių modelių, kurių sudarymo principas – ne euklidinė metrika. Tokie modeliai yra kartoidai, minčių žemėlapiai, kartografinės anamorfozės. Kartografinės anamorfozės – tai išvestiniai tradicinių žemėlapių grafinis vaizdas, kuriame reiškinių kartografinio vaizdo deformacija priklauso nuo nagrinėjamo reiškinių reikšmių, pamatinio žemėlapio bei pasirinkto algoritmo tipo. Anamorfozės būna dviejų būdų: reguliaraus ir laisvo tinklo.

Šio baigiamojo magistro darbo tiklas susipažinti su kartografinių anamorfozių sudarymo teorinėmis nuostatomis ir remiantis jomis sudaryti nereguliaraus tinklo Lietuvos gyventojų tarptautinės emigracijos kartografinę anamorfozę. Kartografinės anamorfozės labiausiai tinka socialiniams-ekonominiams reiškiniams vaizduoti, nes anamorfozės, kartografinės raiškos požiūriu geriau perteikia statistinę informaciją, ir pagerina komunikacinę kokybę. Kartografinių anamorfozių didžiausias trūkumas – paprastų algoritmų joms sudaryti trukūmas. Tačiau nepaisant to, šis kartografinio vaizdavimo metodas yra vienas iš perspektyvių kartografijos plėtros sričių, todėl labai svarbu, kad Lietuvoje būtų pradėtas tirti šis kartografinio vaizdavimo būdas.

Reikšminiai žodžiai:

Kartografinės anamorfozės, reguliaraus tinklo anamorfozė, nereguliaraus tinklo anamorfozė, socialiniai reiškiniai, kartografavimo metodas.

Kalba

X  užsienio

Summary:

Besides the traditional methods of the cartographical representation, created by the laws of Euclidean geometry, there are images, which have in their basis principles of non-Euclidean metric: cartoids, "mental" maps and cartographical anamorphosises.

Cartographical anamorphosis - the graphic representations, derivatives of traditional maps, which scale is transformed, depending on the value of the characteristic of the phenomena on an initial map also on algorithm.

Anamorphosise can be classified into: regular and irregular grid.

The purpose of this master degree work is to get more information about creation of cartographical anamorphosises and going by that to make irregular grid anamorphosis of international emigration in Lithuania.

Cartographical anamorphoses are the best to use for socio-economical analysis, because it show better statistic information and it have better quality of communication.

The biggest disadvantage of cartographical anamorphoses is the defect of simple algorithms to create them. In spite of that, this cartographical method of visualization is one of most promising field of cartography that is why is very important to start analyses this cartographical method of visualization in Lithuania.

**Keywords:**

Cartographical anamorphoses, regular grid anamorphoses, ircular grid anamorphoses, social phenomenon, cartographical methods.