

## DARBAS SU ŽEMĖLAPIŲ PROJEKCIJOMIS

**Atlikimo terminas:** Užduočiai atlikti reikia maždaug savaitės

**Praktinio darbo vertinimas:** Šis praktinis darbas vertinamas iki 40 balų, jo vertė sudaro 7 proc. viso kurso bendro pažymio.

### APRAŠYMAS IR UŽDAVINIAI

Šis praktinis darbas skirtas tam, kad susipažintumėte su *ArcGIS* programos koordinačių sistemų valdymo sistema. Išmoksite dinamiškai ir visam laikui keisti koordinačių sistemą bei nurodyti neprojektuotų duomenų koordinačių sistemą. Taip pat išmoksite transformuoti keičiant orientavimo parametrus.

Sužinosite, kad konkrečios projekcijos sukurtos konkrečioms tikslams. Išnagrinėsite projekcijų klasifikavimą pagal tinklelio formą ir iškraipymus. Jums reikės nustatyti konkrečių projekcijų tipą. Taip pat susipažinsite su trumpiausio atstumo linijos ir vienos krypties linijos sąvokomis ir šių linijų braižymu GIS. Galiausiai jums reikės pasirinkti tinkamiausią Baltijos regionui projekciją. Dirbsite su pasaulio, Baltijos regiono ir Vilniaus miesto duomenimis.

Baigę šį darbą, turėtumėte suprasti šiuos terminus ir sąvokas:

- Koordinačių sistema
- Geografinė koordinačių sistema (sferoidas ir orientavimo parametrai)
- Projekcinė koordinačių sistema (orientavimo parametrai ir projekcija)
- Dinaminis perprojektavimas
- Koordinačių sistemos nurodymas
- Pastovus perprojektavimas
- Žemėlapių projekcijų klasifikavimas pagal normalinio tinklelio formą
- Žemėlapių projekcijų klasifikavimas pagal iškraipymus (žemėlapių savybes)
- Tiso iškraipymų elipsė
- Loksodroma
- Ortodroma
- Pirmoji matematinės kartografijos užduotis

### ATSISKAITYMO REIKALAVIMAI

Šią dalijamąją medžiagą su įrašytais atsakymais į visus klausimus pateikite per *BlackBoard* nuotolinio mokymo sistemą. Taip pat pateikite į vieną failą (pvz., *Projekcija.zip*) suarchyvuotus reikiamus *projekcijų apibrėžimo* .prj failus.

### PASIRUOŠIMAS

#### Duomenys

Prieš pradėdami šį praktinį darbą, nukopijuokite duomenis į savo C:\Data kataloge naujai susikurtą katalogą GII06\_4.

#### Literatūra ir elektroniniai vadovai

- **5 dalis. Žemėlapių projekcijos:** paskaitos tekstas ir PPT skaidrės.
- **1-3 skyrius:** „Understanding Map Projections“, ESRI virtualusis kursas, 2004.
- ESRI virtualusis kursas, **3 ir 4 dalys:** „Understanding and Controlling Distortion Geographic“ ir „Planar Coordinate Systems, Understanding Map Projections and Coordinate Systems“
- Elektroninis *ArcGIS* darbalaukio žinynas 9.2:  
[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An overview of map projections.](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=An%20overview%20of%20map%20projections)

## PRATIMAI

Žemėlapių sudarymas – tai matematinis tikrovės transformavimas, atliekamas dviem etapais:

- sudaromas Žemės modelis – elipsoidas (sfera) ir (ar) geoidas;
- elipsoidas (sfera) projektuojamas į plokščią paviršių.

*ArcGIS* programoje pirmasis transformavimo etapas apibrėžiamas *geografinės koordinatinių sistemos* parametrais (sferoidu ir orientavimo parametrais), o antrasis – *projekcinės koordinatinių sistemos* (projekcijos) parametrais.


Šiame laboratoriniame darbe išmoksitės dirbti su minėtomis koordinatinių sistemomis *ArcGIS* programa. *ArcGIS* turi kelis gan sudėtingus įrankius, skirtus automatiškai valdyti skirtingose koordinatinių sistemose pateiktus duomenis. Jie labai patogūs, bet paslepia elementarų faktą: jei koordinatės tos pačios, o koordinatinių sistemos skirtingos, žemėlapiu bus rodomi skirtingose vietose. Šiuos *ArcGIS* koordinatinių sistemų valdymo įrankių pranašumus bei pavojus ir nagrinėsime šiame darbe.

- 1) Paleiskite *ArcMap* per *Windows* paleisties meniu (*Start > Programs > ArcGIS > ArcMap*). Kai *ArcMap* pasileis, pasirodys klausimas, ką daryti toliau; pažymėkite *A new empty map* (sukurti naują tuščią žemėlapi) ir spustelėkite *OK* (gerai).

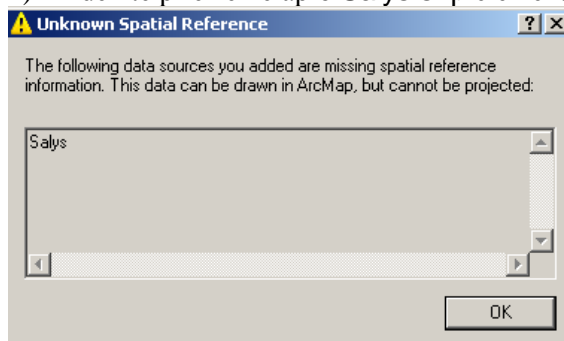
### Žemėlapių rodinio koordinatinių sistemos keitimas

- 2) Patikrinkite, kuri koordinatinių sistema priskirta *Layers* duomenų sričiai: dešiniuoju pelės mygtuku spustelėkite *Layers* duomenų sritį, spustelėkite *Properties* (savybės) ir atverkite koordinatinių sistemų (*Coordinate System*) skyrelį. Užverkite savybių (*Properties*) dialogą.

Jei duomenų srityje duomenų nėra, einamoji koordinatinių sistema bus "*No projection*" (projekcijos nėra). Šiuo etapu galima nurodyti koordinatinių sistemą, kuri bus naudojama vėliau pridėtiems sluoksniams **rodyti ekrane**.

- 3) Pakeiskite duomenų srities pavadinimą (numatytasis pavadinimas yra "*Layers*") į "*Pasaulis*". Įrašykite (*Save*, ) *ArcGIS* žemėlapių dokumentą į savo darbinį aplanką pavadinimu "*KoordSistemos.mxd*".

- 4) Pridėkite prie žemėlapių *Salys.shp* elementų sluoksnį. Įkeliant duomenis pasirodys pranešimas:



(Nežinomos erdvinės atramos charakteristikos. Jūsų pridėti duomenys neturi erdvinės atramos informacijos. Šiuos duomenis *ArcMap* gali pavaizduoti, bet projektuoti negali.) Kai spustelėsite mygtuką *OK*, įkelti duomenys pasirodys ekrane. Kas gi čia vyksta? Kodėl rodomas šis pranešimas?

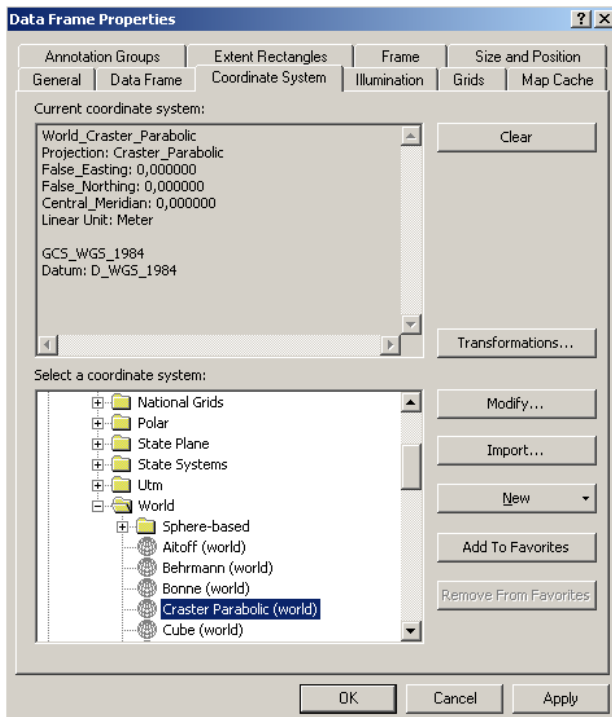
- 5) Dar kartą patikrinkite, kuri koordinatinių sistema priskirta *Pasaulis* duomenų sričiai. Pamatysite, kad dabar koordinatinių sistema nežinoma (*Unknown*). Kai *ArcMap* negali nustatyti, kad duomenų šaltinis geografinis, einamoji koordinatinių sistema yra „nežinoma“ ("*Unknown*"). Taip pat atkreipkite dėmesį, kad tokių sluoksnių duomenų neįmanoma projektuoti. Duomenų srities koordinatinių sistema naudojama tik duomenims **rodyti ekrane**.

- 6) Dabar atverkite **Salys** elementų sluoksnio savybių dialogą: dukart spustelėkite šį sluoksnį ir atverkite šaltinio (*Source*) skyrelį. Pamatysite, kad **Salys** duomenų rinkinio koordinatinių sistema nenurodyta ("*Undefined*"). **Salys** duomenų rinkinio duomenys gal ir buvo sukurti kokioje nors koordinatinių sistemoje, bet ji nenurodyta, taigi *ArcMap* nežino, kaip šiuos duomenis perprojektuoti.
- 7) Dabar į duomenų sritį pridėkite **Miestai.shp** ir **Pasaulis30.shp** geobjektų sluoksnius. **Pasaulis30** geobjektų sluoksnį galima nustumti į turinio apačią.
- 8) Išsaugokite *ArcGIS* žemėlapio dokumentą.

1 klausimas. Kokie yra **Miestai** ir **Pasaulis30** geobjektų sluoksnių koordinatinių sistemų aprašymai?

1

- 9) Dar kartą atverkite **Pasaulis** duomenų srities savybių (*Properties*) dialogo langą ir pakeiskite žemėlapio koordinatinių sistemą iš nežinomos (*Unknown*) į Krasterio parabolinę pasaulio projekciją (*Predefined > Projected Coordinate Systems > World > Craster Parabolic*);



spustelėkite *OK* ir padidinkite vaizdą iki visos aprėpties (🌐).




Pamatysite, kad vienintelis sluoksnis, kurio koordinatinių sistema nurodyta, buvo dinamiškai perprojektuotas. Šis sluoksnis perprojektuotas tik ekrane; *shape* faile liko originalios koordinatės. Sluoksniai, kurių koordinatinių sistema nenurodyta (*Undefined*), liko neperprojektuoti ir dabar nesutampa su perprojektuotu sluoksniu.

- 10) Išvalykite **Pasaulis** srities koordinatinių sistemą: savybių (*Properties*) dialogo koordinatinių sistemų (*Coordinate System*) skyrelyje spustelėkite mygtukus *Clear* (išvalyti) ir *OK*.

Taigi, *ArcMap* programoje žemėlapio lango projekcijos savybės nustatomos duomenų srities savybių (*Data Frame Properties*) dialogo lange. Jas pamatyti galima turinyje dukart spustelėjus duomenų srities pavadinimą.

## Duomenų rinkinio koordinacių sistemos nurodymas

Net jei duomenų rinkinio koordinacių sistema nenurodyta, vis tiek įmanoma nustatyti, kokia ji, tačiau teisingas tik vienas atsakymas, ir suklydus galima pridaryti įvairiausias painiavos. Taigi pirmiausia pabandydysime nustatyti duomenų rinkinių erdvinės atramos charakteristikas.

- 11) Stumdami žymeklį žemėlapiu, patikrinkite koordinates dešiniojoje apatinės informacinės juostos dalyje. Pamatysite, kad neprojektuotų sluoksnių koordinatės nurodytos laipsniais. Taigi galima spėti, kad pradiniai duomenys sukurti geografinėje koordinacių sistemoje, o orientavimo parametrai greičiausiai yra WGS-84, nes **Salys** duomenys gerai sutampa su **Pasaulis30** duomenimis, o **Pasaulis30** sluoksnis (savybių dialogo duomenimis) yra WGS-84 sistemoje.
- 12) Nurodykite **Salys** duomenų rinkinio koordinacių sistemą: atverkite *ArcToolbox* ; raskite projekcijos nurodymo (*Define Projection*) įrankį; nurodykite **Salys** duomenų rinkinio koordinacių sistemą – pasirinkite WGS 1984 geografinę pasaulio koordinacių sistemą ( > *Select* > *Geographic Coordinate Systems* > *World* > *WGS 1984.prj* > *Add*); patvirtinkite nurodytą sistemą ir užverkite įrankį (*OK* > *OK* > *Close*). **Salys** duomenų rinkiniui *ArcGIS* sukurs naują failą **Salys.prj**. Galite *Windows Explorer* naršykle atverti savo darbinį aplanką. Išanalizuokite šį failą – jį galima atverti tekstu redaktoriumi. Taipogi pamatysite, kad **Pasaulis30** duomenų rinkinys jau turi failą su **.prj** plėtiniu.
- 13) Nurodykite **Miestai** duomenų rinkinio koordinacių sistemą: paleiskite projekcijos nurodymo įrankį (*Define projection*) ir importuokite **Miestai** duomenų rinkinio koordinacių sistemą iš **Pasaulis30** duomenų rinkinio ( > *Import*); patvirtinkite nurodytą sistemą ir užverkite įrankį (*OK* > *OK* > *Close*).
- 14) Dar kartą pakeiskite **Pasaulis** duomenų srities koordinacių sistemą į Krasterio parabolinę (*Craster Parabolic*) projekciją ir pažiūrėkite į rezultatą. Dabar visi duomenys perprojektuoti teisingai, nes visi turi projekcijų apibrėžimus. *ArcGIS* projekcijų apibrėžimus saugo papildomuose failuose su **.prj** plėtiniu arba geoduomenų bazėje. Vaizdo duomenų failų projekcijų apibrėžimai gali būti saugomi orientavimo failuose (pvz., **sid** failų – **.sdw**, **jpg** failų – **.jgwx**, **tif** failų – **.tfwx** ir pan.) arba paties vaizdo failo antraštėje (daugiau informacijos rasite 2 praktiniame darbe).

Geografiškai orientuoto vaizdo koordinacių sistemą nurodyti galima projekcijos nurodymo įrankiu (*Define Projection*) arba *ArcCatalog* programa, kaip tai darėte 2 praktiniame darbe. *ArcCatalog* programa galima nurodyti ir geoobjektų klasės bei duomenų rinkinio koordinates.

Dabar žinote, kad GIS duomenų rinkiniai gali turėti nurodytas erdvinės atramos sistemas, ir kaip su jomis elgtis dirbant *ArcMap* programa. Tai paprasta ir patogu – *ArcMap* transformuoja duomenis iš vienos koordinacių sistemos į kitą. Bet kad ši funkcija veiktų, programa turi žinoti, kurioje koordinacių sistemoje duomenys pateikti.

## Duomenų rinkinio perprojektavimas visam laikui

Nors *ArcMap* (ir *ArcCatalog*) leidžia pakeisti koordinacių sistemą, faile koordinatės nuo to nepasikeičia. Todėl taip daryti nuolat neteisinga. Jei norite *ArcMap* programa iš tikro pakeisti geografinių duomenų rinkinio koordinacių sistemą, naudokite projektavimo įrankius iš duomenų valdymo įrankinės. Jei "shape" failo koordinacių sistemą nustatysite neteisingai, pridarysite labai daug painiavos.

Galima pakeisti įvedamo duomenų rinkinio arba geoobjektų klasės koordinacių sistemą ir įrašyti rezultatą (kartu su sferoidu ir orientavimo parametrais) į naują duomenų rinkinį arba geoobjektų klasę. Šiuo atveju naujame duomenų rinkinyje ar elementų klasėje bus pakeistos koordinatės. Naujos koordinatės gali užimti daugiau vietos.

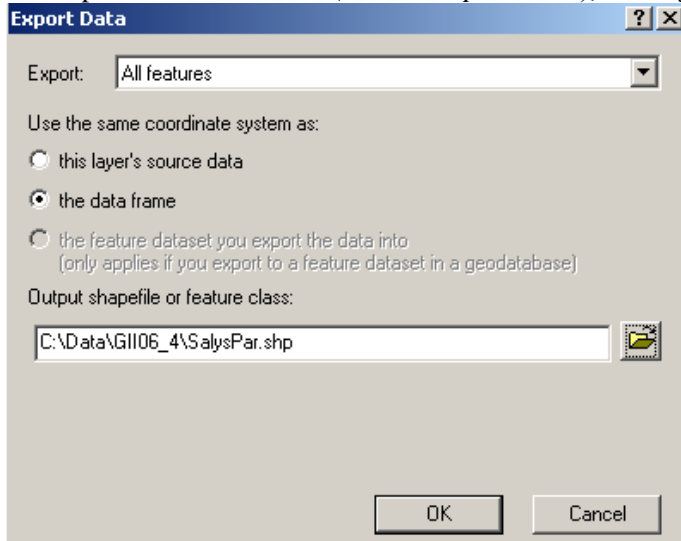
Pastovaus perprojektavimo operacija tinka GIS klientiniams kompiuteriams, su kuriais dirbant reikia vengti ilgų ir imlių resursams dinaminio perprojektavimo operacijų (pvz., internetiniai žemėlapių serveriai).

Duomenis visam laikui perprojektuoti galima keliais būdais. Vieną jų jau naudojote ankstesniuose darbuose – tai duomenų eksporto komanda (*Export Data*).

15) Visam laikui perprojektuokite **Pasaulis30** geografinį ilgumos–platumos duomenų rinkinį į **Pasaulis30Rob** Robinsono pasaulio projekciją su tais pačiais orientavimo parametrais: raskite *ArcToolbox* projektavimo *Project* įrankį ir supjektuokite **Pasaulis30** į **Pasaulis30Rob**.

Jei gautas **Pasaulis30Rob** nebus pridėtas prie ekrane rodomo žemėlapių; įkelkite jį į žemėlapi. **Pasaulis30Rob** sutaps su **Pasaulis30**: kadangi *ArcMap* dinamiškai perprojektuoja ekrane rodomus duomenis.

16) Visam laikui perprojektuokite **Salys** geografinį ilgumos–platumos duomenų rinkinį į **SalysPar** Krasterio parabolinę pasaulio projekciją su tais pačiais orientavimo parametrais: dešiniuoju mygtuku spustelėkite **Salys** sluoksnį, ir eksportuokite duomenis (*Data > Export Data*), nurodę **Pasaulis** duomenų srities koordinatų sistemą.



## Transformavimas keičiant orientavimo parametrus

Keičiant duomenų koordinatų sistemą, kartais reikia transformuoti geografines koordinatų sistemas. Projektijoms konvertuoti pakanka gan paprastų skaičiavimų; sudėtingesnių skaičiavimų reikia transformavimui keičiant orientavimo parametrus ([http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Geographic\\_transformation\\_methods](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Geographic_transformation_methods)).

Transformuojant geografines koordinatų sistemas, reikia keisti orientavimo parametrus, įskaitant sferoidą. Yra keli orientavimo parametrų transformavimo metodai, jų tikslumas svyruoja nuo centimetrų iki metrų.

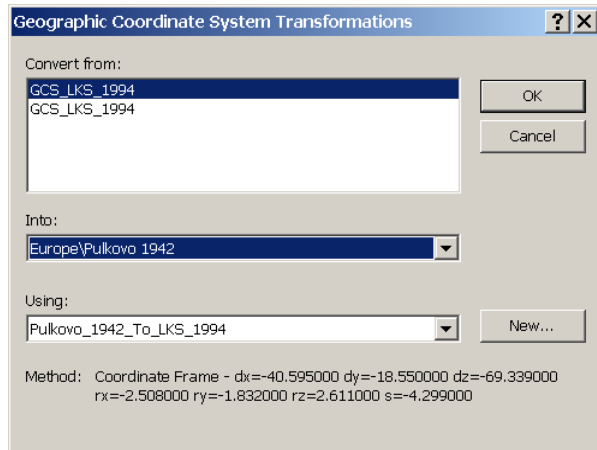
17) Savo **KoordSistemas.mxd** projekto dokumente sukurkite naują duomenų sritį "Vilnius" ir išnagrinėkite jos koordinatų sistemą. Pridėkite prie žemėlapių **vilniusvieLKS94**. Išstirkite šio duomenų rinkinio ir dar kartą **Vilnius** duomenų srities koordinatų sistemas.

2 klausimas. Paaiškinkite, kodėl, prie turinio pridėjus pirmą sluoksnį, pasikeitė duomenų srities koordinatų sistema? **1**

Dabar matote, kad duomenų sritis paveldi koordinatų sistemą iš pirmojo pridėto sluoksnio. Kitais žodžiais, įkeltas sluoksnis turi nurodytą koordinatų sistemą. Be to, nustatomi ir ekrano matavimo vienetai. Tai gali sukelti daug painiavos dirbant su sluoksniais, kurių erdvinės atramos charakteristikos nežinomos. Tokiu atveju geriausia išvalyti

sluoksnio projekciją ir matavimo vienetus iš duomenų srities.

- 18) Prie vilniusvieLKS94 atributų lentelės pridėkite X94 ir Y94 laukus ir, kaip ankstesniame darbe, apskaičiuokite geodezinių punktų ordinates X bei abscises Y.
- 19) Pakeiskite Vilnius duomenų srities koordinatinių sistemos orientavimo parametrus iš pasaulinės LKS94 su GRS 1980 sferoidu į vietinės D\_Pulkovo\_1942 su Krasovsky\_1940 sferoidu: srities savybių dialogo koordinatinių sistemos skyrelyje pakeiskite orientavimo parametrus (*Properties > Coordinate System > Modify > Modify > Datum Name: D\_Pulkovo\_1942 > OK > OK*) ir transformaciją (*Transformations*) – nurodykite, kad (*From:*) GCS\_LKS\_1994 reikia keisti į (*To:*) Europe\Pulkovo 1942 naudojant transformaciją (*Using:*) Pulkovo\_1942\_To\_LKS\_1994; spustelėkite *OK*, pasirodžius perspėjimui atsakykite *Yes* (taip). Dabar jūsų vilniusvieLKS94 ekrane yra perprojektuotas į sistemą su naujais orientavimo parametrais.



- 20) Eksportuokite vilniusvieLKS94 į vilniusvieLKS94Pul su Vilnius duomenų srities koordinatėmis. Pridėkite vilniusvieLKS94Pul prie žemėlapių. Dabar vilniusvieLKS94 ir vilniusvieLKS94Pul žemėlapyje sutaps, nes *ArcMap* turi dinaminio perprojektavimo funkciją. Šių duomenų projekcija ir jos parametrai tie patys, bet elipsoidas ir jo orientavimo trimatėje erdvėje parametrai skiriasi.
- 21) Prie vilniusvieLKS94Pul atributų lentelės pridėkite X42 ir Y42 laukus ir apskaičiuokite geodezinių punktų ordinates X bei abscises Y.
- 22) Palyginkite vilniusvieLKS94 atributų lentelės laukus X94 ir Y94 su vilniusvieLKS94Pul atributų lentelės laukais X42 ir Y42. Aptiksite nemažų skirtumų.

3 klausimas. Kodėl reikia žinoti, koks elipsoidas naudojamas žemėlapiui kurti? Kuriose koordinatinių sistemose daugiausia sudaromi Lietuvoje naudojami žemėlapiai?

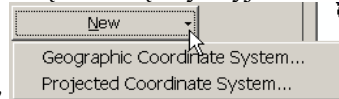
3

## Naujos koordinatinių sistemos nurodymas

Dabar jums reikės apibrėžti Lietuvos erdvinių duomenų rinkiniams ir žemėlapiams naudojamas koordinatinių sistemas: LKS 1994, Pulkovo 1942, ir UTM 34 bei 35 šiaurinę zonas. Sukurtus apibrėžimus reikės išsaugoti koordinatinių sistemos dialogo dažniausiai naudojamų sistemų (*Favorites*) aplanke, kad vėliau galėtumėte greitai priskirti šias koordinatinių

sistemas.

23) Dukart spustelėkite Vilnius sritį, jos savybių dialogo koordinacių sistemų skyrelyje sukurkite naują projekcinę



koordinacių sistemą (*Properties > Coordinate System > New* > *Projected Coordinate System*), pavadinkite ją **LKS1994**, nurodykite skersinę Merkatoriaus projekciją (*Transverse Mercator*) ir įveskite kitus priede pateiktus projekcijos parametrus; nurodykite naują geografinę koordinacių sistemą (*New*), pavadinkite ją taip pat **LKS1994** ir pasirinkite *D\_Lithuania\_1994* orientavimo parametrus (*Datum Name*); baikite veiksmą ir įrašykite ką tik nurodytą **LKS1994** koordinacių sistemą į dažniausiai naudojamų sistemų sąrašą (*Finish > Finish > Add To Favorites*); atšaukite (*Cancel*) duomenų srities savybių dialogą.

24) Apibrėžkite naujas Pulkovo 1942 ir UTM 34 bei 35 šiaurinių zonų koordinacių sistemas (parametrai pateikti priede).

25) Išsaugokite projekto dokumentą.

Sukurtos koordinacių sistemos bus įrašytos į .prj failus aplanke C:\Documents and Settings\jūsų\_windows\_paskyros\_pavadinimas\Application Data\ESRI\ArcMap\Coordinate Systems, pvz., į failą **LKS1994.prj**.

4 klausimas. Suarchyvuokite keturis (*LKS 1994, Pulkovo 1942 ir UTM 34 bei 35 šiaurinių zonų*) projekcijų apibrėžimų failus į vieną (pvz., į *Projekcija.zip*) ir pateikite įvertinimui.

3

## Žemėlapių projekcijos tyrimas

Žemėlapių projekcijos klasifikuojamos pagal tris svarbiausias savybes:

- normalinio tinklelio formą (dienovidinių ir lygiagrečių formą ant išklojamojo paviršiaus);
- iškraipymus (žemėlapių savybes);
- išklojamojo paviršiaus orientaciją.

Šioje darbo dalyje projekcijas tirsite pagal minėtas charakteristikas.

Projekcijų klasifikavimas pagal normalinio tinklelio **formą** – tai klasifikavimas pagal lygiagrečių ir dienovidinių formą projekcijoje, kurios centrinė išklojamojo paviršiaus ašis nukreipta Šiaurė-Pietūs kryptimi.

Daugiausia naudojamos projekcijų rūšys pagal formą:

- Cilindrinės projekcijos
- Kūginės projekcijos
- Azimutinės arba plokštuminės projekcijos (gnominė, stereografinė, ortografinė)
- Daugiakūgės projekcijos
- Pseudocilindrinės projekcijos
- Pseudokūginės projekcijos
- Pseudoazimutinės projekcijos
- Laisvosios projekcijos

Lentelėje nurodyti požymiai, iš kurių galima atpažinti pagrindinius projekcijų tipus pagal tinklelio formą ir geografinės srities dydį.

1 lentelė

| Projekcijų klasė                  |              | Tinklelio forma             |   | Kampai tarp dienovidinių ir lygiagrečių | Atvaizdas          |                   | Pastabos  | Daugiausia naudojamos   |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------------|---|---|--------------------|-------------------|---|---|
|                                   |              | dienovidiniai               | lygiagretės   |   | ašigalių           | pusiaujo          |   |   |
| <b>Kūginės</b>                    |              | Tiesios radialinės linijos  | Lankai apskritimų, kurių centras yra dienovidinių sankirtos taške | Statūs                                  | Taškas arba lankas | Apskritimai       |   | Vidutinių platumų ir ilgoms išilgai lygiagrečių sritims   |
| <b>Azimutinės ir plokštuminės</b> | Normaliosios | Tiesios radialinės linijos  | Apskritimai, kurių centras yra dienovidinių sankirtos taške       | Statūs                                  | Taškas             | Apskritimai       | Įstrižųjų ir skersinių lygiakampių projekcijų dienovidiniai ir lygiagretės yra apskritimų lankai ir sudaro stačiakampį tinklį                   | Pusrutulių, planetų, žvaigždėto dangaus ir apskritos formos sričių žemėlapiams  |
|                                   | Įstrižosios  | Kreivės                     | Kreivės   | Nestatūs                                | Taškas             | Kreivės           | Įstrižųjų ir skersinių gnominių projekcijų dienovidiniai yra tiesios linijos. Skersinių ortografinių projekcijų lygiagretės yra tiesios linijos |   |
| <b>Cilindrinės</b>                | Normaliosios | Tiesios lygiagrečių linijos | Tiesios lygiagrečių linijos                                       | Statūs                                  | Tiesios linijos    | Tiesi linija      |   | Pasaulio žemėlapiams, išilgai ašinio dienovidinio (įstrižosios ir skersinės) ir pusiaujo (normaliosios) besidriekiančioms sritims |
|                                   | Įstrižosios  |                             |   |   |                    |                   | Įstrižųjų ir skersinių lygiakampių projekcijų tinklelis yra stačiakampis  |   |
|                                   | Skersinės    |                             |   |   |                    |                   |   |   |
| <b>Pseudokūginės</b>              |              | Kreivės                     | Koncentriniai apskritimų lankai                                   |   | Taškas arba lankas | Apskritimų lankai | Ašinis dienovidinis yra tiesi linija  | Kvadratinės formos sritims su įgaubtais kraštais  |



|                                 |              |                                 |                                 |          |                    |                               |  |   |
|---------------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|--------------------|-------------------------------|--|---|
| <b>Pseudocilindrinės</b>        |              | Kreivės                         | Tiesios lygiagrečios linijos    | Nestatūs | Taškas arba linija | Tiesi linija                  | Ašinis dienovidinis yra tiesi linija                       | Pasaulio žemėlapiams ir pusiaujo sritims  |
| <b>Pseudoaziutinės</b>          | Normaliosios | Kreivės                         | Koncentriniai apskritimų lankai | Nestatūs | Taškas             | Apskritimų lankai             | Ašinis dienovidinis yra tiesi linija                       | Jūrų ir vandenynų žemėlapiams   |
|                                 | Istrižosios  |                                 |                                 |          |                    | Kreivė                        |  |   |
|                                 | Skersinės    | Kreivės                         | Tiesi linija                    |          |                    |                               |  |   |
| <b>Daugiakūgės normaliosios</b> |              | Kreivės                         | Ekscentriniai apskritimų lankai | Nestatūs | Taškas arba lankas | Apskritimas arba tiesi linija | Ašinis dienovidinis yra tiesi linija                       | Pasaulio žemėlapiams, pusiaujo sritims ir išilgai ašinių dienovidinių besidriekiančioms sritims |
| <b>Apskritiminės</b>            |              | Ekscentriniai apskritimų lankai | Ekscentriniai apskritimų lankai | Nestatūs | Taškas             | Tiesi linija                  | Lagranžo lygiakampių projekcijų tinklelis yra stačiakampis | Pasaulio žemėlapiams  |

Verta peržiūrėti šiuos puslapius: <http://erg.usgs.gov/isb/pubs/MapProjections/projections.html#transverse>, <http://www.geometrie.tuwien.ac.at/karto/>, [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=List\\_of\\_supported\\_map\\_projections](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=List_of_supported_map_projections) ir pan.

26) Į turinį įterpkite naują duomenų sritį ir pavadinkite ją **Projekcijos**.

27) Prie turinio pridėkite **Projekcija1.lyr** grupės sluoksnį, vizualiai įvertinkite dienovidinių bei lygiagrečių formas ir atsakykite į klausimą.

5 klausimas. Kokiam projekcijos tipui pagal tinklelio formą priklauso **Projekcija1**?

1

28) Išjunkite **Projekcija1.lyr** matomumą.

29) Prie turinio pridėkite **Projekcija2.lyr** grupės sluoksnį, padidinkite vaizdą iki sluoksnio (dešiniu juo mygtuku spustelėkite sluoksnį > *Zoom to Layer*), vizualiai įvertinkite dienovidinių bei lygiagrečių formas ir atsakykite į klausimą.

6 klausimas. Kokiam projekcijos tipui pagal tinklelio formą priklauso **Projekcija2**?

1

30) Išjunkite **Projekcija2.lyr** matomumą.

31) Prie turinio pridėkite **Projekcija3.lyr** grupės sluoksnį, padidinkite vaizdą iki sluoksnio (dešiniu juo mygtuku spustelėkite sluoksnį > *Zoom to Layer*), vizualiai įvertinkite dienovidinių bei lygiagrečių formas ir atsakykite į klausimą.

7 klausimas. Kokiam projekcijos tipui pagal tinklelio formą priklauso **Projekcija3**?

1

32) Išjunkite **Projekcija3.lyr** matomumą.

33) Prie turinio pridėkite **Projekcija4.lyr** grupės sluoksnį, padidinkite vaizdą iki sluoksnio (dešiniuojau mygtuku spustelėkite sluoksnį > *Zoom to Layer*), vizualiai įvertinkite dienovidinių bei lygiagrečių formas ir atsakykite į klausimą.

8 klausimas. Kokiam projekcijos tipui pagal tinklelio formą priklauso **Projekcija4**?

1

34) Išjunkite **Projekcija4.lyr** matomumą.

35) Prie turinio pridėkite **Projekcija5.lyr** grupės sluoksnį, padidinkite vaizdą iki sluoksnio (dešiniuojau mygtuku spustelėkite sluoksnį > *Zoom to Layer*), vizualiai įvertinkite dienovidinių bei lygiagrečių formas ir atsakykite į klausimą.

9 klausimas. Kokiam projekcijos tipui pagal tinklelio formą priklauso **Projekcija5**?

1

Pagal išsaugomus parametrus – formą, plotą ar atstumą (ilgį) – projekcijos skirstomos į:

- lygiaplotės arba ekvivalentinės – išsaugančias plotų santykį;
- lygiakampės – išsaugančias kryptis ir formą;
- lygiatarpės – išlaikančias atstumų (ilgio) santykį išilgai tam tikrų linijų;
- sąlyginės – bandančias sumažinti ir plotų, ir kryptių iškraipymus.

Projekcijoms, kurių žemėlapių savybės arba iškraipymų tipai panašūs, būdingi panašūs dienovidinių ir lygiagrečių segmentų kitimo bruožai. Statmeno tinklelio projekcijų (kurių dienovidinių ir lygiagrečių linijos statmenos) dienovidiniai yra tiesios linijos, ir kerta lygiagretes vienodais tarpais. Nestatmenų projekcijų pagrindinė iškraipymų kryptis sutampa su ašiniu dienovidiniu. Šiose projekcijose galima lyginti vienodo kampo segmentus (žr. lentelę).

Lentelėje nurodyti požymiai, iš kurių galima atpažinti pagrindinius projekcijų tipus pagal iškraipymus.

2 lentelė

| Projekcijų grupės ir jų charakteristikos  | Lygiaplotės   | Nedaug iškraipančios plotą | Lygiatarpės | Nedaug iškraipančios kampas | Lygiakampės     |
|---|---|----------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------|
| Stačiakampis tinklelis  | Normaliųjų kūginių, azimutinių ir cilindrinų projekcijų               |                            |             |                             | Visų projekcijų |
| Vienodi atstumai tarp lygiagrečių   | Būtina normaliųjų kūginių, azimutinių ir cilindrinų projekcijų savybė |                            |             |                             |                 |
|   | Pseudocilindrinų ir pseudokūginių                                     |                            |             |                             |                 |
| Vienodo kampo ašinio dienovidinio segmentai toliant nuo mažiausių iškraipymų linijos pakraščių link | Trumpėja  | Trumpėja                   | Nekinta     | Ilgėja                      | Ilgėja          |


Žemėlapių iškraipymus tam tikrame taške patogiu vaizduoti **Tiso iškraipymų elipse** (*Tissot's indicatrix*), kurios centras yra tame taške. Jei ši elipsė projekcijoje yra apskritimas, tai žemėlapis tame taške lygiakampis (išsaugantis kampas), priešingu atveju pagrindinės elipsės ašys nurodo didžiausio ir mažiausio atstumų iškraipymo kryptis. Lygiaplotėse projekcijose visų elipsių plotas vienodas, nors forma skiriasi.

- 36) Išsaugokite žemėlapio dokumentą.
- 37) Suaktyvinkite Pasaulis duomenų sritį ir pakeiskite jos koordinacių sistemą į Salys.shp koordinacių sistemą.
- 38) Į žemėlapio duomenų srities viršų įkelkite Veidukai.shp.- tai bus jūsų iškraipymų elipsės.
- 39) Atlikite reikiamus dinaminio duomenų srities perprojektavimo veiksmus savarankiškai pasirinkdami ArcGIS palaikomas projekcijas, atitinkančias lentelėje surašytus projekcijų tipus, ir atsakykite į 10 klausimą užpildydami lentelę.

10 klausimas. Užpildykite pateiktą lentelę nurodytų projekcijų iškraipymo elipsių (veidukų) ekrano nuotraukomis, padarytomis nurodytose vietose.

4

### 3 lentelė

| Elipsės forma  | Lygiakampė projekcija | Lygiaplotė projekcija  | Lygiatarpė projekcija | Sąlyginė projekcija |
|--|-----------------------|--|-----------------------|---------------------|
| Pusiaujas, ašinis dienovidinis (0°, Grinvičo)              |                       | <br>pvz., |                       |                     |
| 60 laipsnio lygiagretė, ašinis dienovidinis (0°, Grinvičo) |                       |  |                       |                     |
| Pusiaujas, 90 laipsnio dienovidinis                        |                       |  |                       |                     |
| 60 laipsnio lygiagretė, 90 laipsnio dienovidinis           |                       |  |                       |                     |

Kartais projekcijos savybes nustatyti vien vizualiai analizuojant iškraipymų elipses būna sunku. Iškraipymų parametrus galima apskaičiuoti išmatavus vienodo kampo segmentus tarp lygiagrečių ir dienovidinių:

- Pirmiausia žemėlapio koordinacių sistemoje išmatuojami segmentai tarp dienovidinių  $\Delta\delta_{meridian}$  ir lygiagrečių  $\Delta\delta_{parallels}$ ,
- Tada geografinėje koordinacių sistemoje išmatuojami atitinkami segmentai tarp gaublio dienovidinių  $\Delta S_{meridian}$  ir lygiagrečių  $\Delta S_{parallels}$ ,
- $m$  – vietinis atstumo mastelis išilgai dienovidinių ir  $n$  – vietinis atstumo mastelis išilgai lygiagrečių skaičiuojami pagal formules:

$$m = \frac{\Delta S_{meridi.}}{\Delta \delta_{meridita.}} \text{ ir } n = \frac{\Delta S_{parall.}}{\Delta \delta_{parallita.}}$$

kur  $\mu_o$  yra pagrindinis žemėlapio mastelis ir mūsų darbe jis lygus 1, nes  $\Delta\delta$  buvo išmatuotas naudojant žemėlapio vienetus, o ne vaizdavimo vienetus.

- Kampai tarp dienovidinių ir lygiagrečių  $\theta$  matuojami (arba skaičiuojami GIS programa) atitinkamame taške.
- Tada vietinis ploto mastelis  $p$  gaunamas pagal formulę:

$$p = \frac{m \sin \theta}{n}$$

- $a$  ir  $b$  yra atitinkamai didžiausias ir mažiausias vietiniai atstumo masteliai atitinkamame žemėlapyje taške; jie gaunami iš lygčių:

$$a = \sqrt{m^2 - n^2}$$

$$b = \sqrt{m^2 - n^2}$$

- Didžiausias kampų iškraipymas  $\omega$  atitinkamame taške yra:

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}$$

Jei tinklas statmenas, tai  $a$  ir  $b$  atitinka  $m$  ir  $n$ , ir

$$p = m \cdot n, \quad \sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{arba} \quad \sin \frac{\omega}{2} = \frac{n-m}{n+m}$$

Jei 5 proc. tikslumu  $m \approx n$ , tai projekcija lygiakampė, jei  $p = \frac{m \sin \theta}{n}$  – lygiplotė, o jei netenkinama nė viena sąlyga, projekcija yra sąlyginė.

40) Išsaugokite žemėlapyje dokumentą.

41) Į turinį įterpkite naują duomenų sritį ir pavadinkite ją Projekcija6. Pridėkite Projekcija6.shp.

42) Projekcija6 duomenų srities savybių (*Properties*) dialogo bendrajame (*General*) skyrelyje žemėlapyje ir ekrano vienetais (*Map Units* ir *Display Units*) pasirinkite metrus (*Meters*).

43) Projekcija6.shp atributų lentelėje sukurkite naują ilgio lauką "Ilgis": tipas (*Type*) – dvigubo tikslumo (*Double*), tikslumas (*Precision*) – 20, mastelis (*Scale*) – 5; apskaičiuokite nežinomos projekcijos tinklelio linijų ilgius: dešiniuoju mygtuku spustelėkite šį lauką, atverkite lauko skaičiuotuvą ir įvykdyskite *ilgis.cal* skriptą iš savo darbinio katalogo (*Field Calculator > Yes > Load ilgis.cal > OK*).

44) Projekcija6.shp atributų lentelėje taip pat yra tikrųjų segmentų ilgių laukas (KILOMETERS) (atkreipkite dėmesį, kad ilgis išreikštas kilometrais), pagal kurį galima apskaičiuoti  $m$  ir  $n$ . Sukurkite  $m$  ir  $n$  laukus (tipas: dvigubo tikslumo, tikslumas: 20, mastelis: 15). Atsižvelkite į atstumų  $\Delta \delta$  (Ilgis) ir  $\Delta S$  (KILOMETERS) skirtumą.

45) Projekcija6.shp atributų lentelėje sukurkite naują kampų lauką "Kampas" ir apskaičiuokite visų tinklelio segmentų kampus: dešiniuoju mygtuku spustelėkite šį lauką, atverkite lauko skaičiuotuvą ir įvykdyskite *polyline\_Get\_Angle\_9x.cal* skriptą iš savo darbinio katalogo (*Field Calculator > Yes > Load polyline\_Get\_Angle\_9x.cal > OK*).

46) Žemėlapyje pasirinkite keturis kontrolinius dienovidinių ir lygiagrečių sankirtos taškus. Naudodamiesi aukščiau pateiktomis formulėmis apskaičiuokite ir surašykite šių taškų duomenis į lentelę:

|          | dešinio<br>segment<br>o $m$ | kairio<br>segmento $m$ | viršutinio<br>segmento $n$ | apatinio<br>segmento<br>$n$ | kairio ir<br>dešinio<br>segmentų<br>$m$ vidurkis | viršutinio ir<br>apatinio<br>segmentų $n$<br>vidurkis | $\theta$ | $a$ | $b$ | $\omega$ | $p$ |
|----------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|---|----------|-----|-----|----------|-----|
| 1 taškas |                             |                        |                            |                             |  |   |          |     |     |          |     |
| 2 taškas |                             |                        |                            |                             |  |   |          |     |     |          |     |
| 3 taškas |                             |                        |                            |                             |  |   |          |     |     |          |     |
| 4 taškas |                             |                        |                            |                             |  |   |          |     |     |          |     |

Kampas  $\theta$  tarp dienovidinio ir lygiagretės lygus skirtumui tarp apskaičiuotų jų segmentų kampų.

11 klausimas. Kokiam projekcijos tipui pagal tinklelio formą ir žemėlapiu iškraipymus priklauso Projekcija6? 6

12 klausimas. Jei reikėtų nustatyti Projekcija6 koordinačių sistemos tipą, kurią ArcMap koordinačių sistemą pasirinktumėte? 3

## Kelios matematinės kartografijos užduotys

Yra dvi tam tikros sferos (arba elipsoido) kreivių klasės: *loksodroma* ir *ortodroma*.

Ortodroma – tai trumpiausias atstumas tarp dviejų taškų gaublio paviršiumi. Sferos paviršiuje ortodroma – tai *didžiojo apskritimo* (arba *didžiosios elipsės*) – per sferos centrą einančios plokštumos ir pačios sferos sankirtos – segmentas.

Antroji svarbi kreivė – rumbo linija arba loksodroma. Tai kreivė, kertanti visus dienovidinius tuo pačiu kampu. Lygiaplotės projekcijos turi ypatingą savybę: bet kurios joje nubrėžtos tiesės kryptis atitinka vieną kryptį ant žemės paviršiaus. Ši linija vadinama *rumbo* linija arba *loksodroma*. Šturmanai pagal rumbo liniją gali nustatyti teisingą laivo kursą.

47) Išsaugokite žemėlapiu dokumentą.

48) Suaktyvinkite Pasaulis duomenų sritį. Palikite matomus (pažymėtus) tik Miestai, Salys ir Pasaulis30 sluoksnius.


49) Žemėlapyje raskite ir pažymėkite tik Vilnių ir Niujorką.

50) Dinamiškai perprojektuokite Pasaulis duomenų sritį į lygiakampę pasaulinę Merkatoriaus (World Mercator) projekciją. Pasirinkimo (*Selection*) meniu komanda *Zoom to Selected Features* padidinkite vaizdą iki pažymėtų elementų.

51) Išsaugokite žemėlapiu dokumentą.

52) Atverkite *ArcCatalog* ir savo darbiniam aplankui sukurkite naują polilinijų "shape" failą pavadinimu *Loxodrome* su pasauline Merkatoriaus (World Mercator) koordinačių sistema.

53) Pridėkite sukurtą *Loxodrome.shp* prie Pasaulis duomenų srities viršaus (arba nutempkite pele).

- 54) Naudodamiesi redaktoriaus (*Editor*) meniu, pradėkite redaguoti gautą Loxodrome sluoksnį. Per redaktoriaus išskleidžiamąjį meniu atverkite pritraukimo (*Snapping*) dialogą ir pažymėkite Miestai sluoksnio viršūnių (*Vertex*) langelius. Galite užverti pritraukimo dialogą.
- 55) Įsitikinkite, kad Loxodrome yra redaktoriaus paskirties sluoksnis (*Target*). Nubrėžkite tiesią liniją tarp Vilniaus ir Niujorko.
- 56) Išilgai Loxodrome sukurkite 100 naujų linijų:
- jei Loxodrome sluoksnis nepažymėtas, pažymėkite jį ();
  - patikrinkite, ar Loxodrome yra redaktoriaus paskirties (*Target*) sluoksnis;
  - spustelėkite redaktoriaus (*Editor*) meniu ir pasirinkite *Divide* (dalinti);
  - spustelėkite pirmąją parinktį ir įveskite intervalų skaičių "100";
  - pažymėkite *Delete* (pašalinti), kadangi pradinę liniją po sudalinimo norėsite pašalinti;
  - Spustelėkite *OK*. Linija padalijama taškais į nurodytą intervalų skaičių. Jei paskirties sluoksnis yra linijų sluoksnis, gautos linijos pridedamos prie paskirties sluoksnio, o pradinė linija lieka pažymėta (jei nepažymėjote *Delete* (pašalinti) *Divide* (dalinti) dialogo lange). Jei norite, galite ją pašalinti.
- 57) Išsaugokite pakeitimus (*Save Edits*) ir baikite redaguoti (*Stop editing*).
- 58) Perprojektuokite duomenų sritį į Lamberto lygiaplotę azimutinę šiaurės ašigalio koordinatinių sistemą (*Projected > Polar > North\_Pole\_Lambert\_Azimuthal\_Equal\_Area*). Atkreipkite dėmesį, kaip iškraipomas Loxodrome sluoksnis.

13 klausimas. Sukurkite ortodromą tarp Vilniaus ir Niujorko. (Patarimas: naudokite polinę lygiatarpę projekciją su centru Vilniuje arba Niujorke. Nubrėžę ortodromą, įvykdysite dalijimo komandą). Pateikite ekrano nuotrauką su žemėlapyje nubrėžta ortodroma ir trumpą paaiškinimą (ArcMap atliktus žingsnius), kaip sukūrėte ortodromą ir ką ji vaizduoja. 4

14 klausimas. Kokios Vilniaus geografinės koordinatės (dešimtainiais laipsniais)? Koks trumpiausias ir koks rumbo atstumas tarp Vilniaus ir Niujorko? 4

## Baltijos regiono žemėlapio projekcijos pasirinkimas

Pagrindinė (pirmoji) matematinės kartografijos užduotis – pasirinkti tinkamą projekciją. Projekcijos pasirinkimą gali lemti keli veiksniai:

- Žemėlapyje vaizduojamų sričių vieta, forma ir dydis
  - visam pasauliui tinka pseudokūginės, pseudocilindrinės ir kitos panašios projekcijos;

- pusiaujo ir išilgai lygiagrečių besidriekiančios sritys vaizduojamos cilindrinėse projekcijose;
- ašigalių sritys vaizduojamos azimutinėse projekcijose;
- nedidelės vidutinių platumų sritys vaizduojamos kūginėse projekcijose.
- Žemėlapių paskirtis ir naudojimo sritys
  - jei žemėlapyje reikia matuoti kampus (pvz., laivybai), tinka lygiakampės projekcijos;
  - jei reikia matuoti plotus, pavyzdžiui, kadastrui, geografiniam palyginimui ir kt., tinka lygiaplotės projekcijos.
- Auditorija
  - pavyzdžiui, Robinsono sąlyginė pasaulio projekcija tinka pradinėms mokykloms kaip pasaulio žemėlapis, nes joje gana tiksliai atvaizduotos sausumos teritorijų proporcijos.

Yra įvairių schemų ir formulių, padedančių pasirinkti tokią projekciją, kurioje maksimalus vaizduojamo ploto mastelio išskraipymas yra mažiausias.

59) Išsaugokite žemėlapių dokumentą.

60) Į turinį įterpkite (*Insert*) naują duomenų sritį ir pavadinkite ją Baltijos Regionas. Prie žemėlapių pridėkite *UpesBaseinas.shp*. Jūsų žemėlapių aprėptis lygi *UpesBaseinas* aprėptčiai. Rinkdamiesi geriausią projekciją, galite naudotis ir *LatLong.shp*, *Salys.shp* bei *Pasaulis30.shp* failais.

61) Pasirinkite projekciją, geriausiai tinkančią sukurtam Baltijos regionui. Savo sprendimą galite grįžti 1 lentelės pasiūlymais arba projekcijų naudojimo aprašymais tinklalapiuose [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=List\\_of\\_supported\\_map\\_projections](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=List_of_supported_map_projections), [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1408&pid=1406&topicname=Choosing\\_a\\_map\\_projection](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=1408&pid=1406&topicname=Choosing_a_map_projection), <http://www.geo.hunter.cuny.edu/mp/choose.html>, <http://www.fes.uwaterloo.ca/crs/geog165/mapproj.htm> ar kituose šaltiniuose. Galima imti *ArcMap* programoje esančias projekcijas ir keisti jų parametrus.

62) Pasirinktą projekciją priskirkite duomenų sričiai ir įrašykite į dažniausiai naudojamų koordinačių sistemų aplanką (*Add to Favorites*).

15 klausimas. Kokią projekciją pasirinkote? Pateikite visus koordinačių sistemos parametrus.

6

### Pastabos

- Su skirtingose koordinačių sistemose pateiktų duomenų failais susidurti teks nuolatos.
- Kartais duomenų rinkiniuose visai nebūna koordinačių sistemos apibrėžimo.
- *ArcMap* programa galima dinamiškai sulygiuoti įvairiose koordinačių sistemose sukurtų duomenų sluoksnius – bet tik tuo atveju, jei teisingai nurodytos koordinačių sistemos.

Koordinačių sistemos savybes sužinoti galima ir *ArcCatalog* programa:

- atverkite *ArcCatalog*, dešiniuoju mygtuku spustelėkite "shape" failą ir pasirinkite komandą *Properties* (savybės);
- atverkite savybių dialogo laukų skyrelį (*Fields*). Spustelėkite kelis laukus ir peržiūrėkite įvairių duomenų tipų savybes. Tada spustelėkite lauką *Shape*;
- atkreipkite dėmesį į šio lauko erdvinės atramos charakteristikas (*Spatial Reference*); kad pamatytumėte visą aprašą, spustelėkite ... mygtuką;
- galima pakeisti *Shape* lauko erdvinės atramos charakteristikas, kad jos atitiktų tą koordinačių sistemą, kurioje duomenys buvo sukurti.

| Koordinacių sistemos             | Pulkovo 1942 (SD42)   | LKS-1994  |
|----------------------------------|---|---|
| Projekcinė koordinacių sistema   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektija: Gauso-Kriugerio</li> <li>▪ Zona: 5</li> <li>▪ Ilgumos poslinkis: 500000</li> <li>▪ Platumos poslinkis: 0</li> <li>▪ Ašinis dienovidinis: 27</li> <li>▪ Mastelio koeficientas: 1</li> <li>▪ Pradinė platuma: 0</li> <li>▪ Ilgio vienetas: metras</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektija: skersinė Merkatoriaus</li> <li>▪ Ilgumos poslinkis: 500000</li> <li>▪ Platumos poslinkis: 0</li> <li>▪ Ašinis dienovidinis: 24</li> <li>▪ Mastelio koeficientas: 0,9998</li> <li>▪ Pradinė platuma: 0</li> <li>▪ Ilgio vienetas: metras</li> </ul>   |
| Geografinių koordinacių sistema  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kampų matavimo vienetas: laipsnis</li> <li>▪ Pradinis dienovidinis: Grinvičo</li> <li>▪ Elipsoidas: Pulkovo 1942</li> <li>▪ Sferoidas: 1940 m. Krasovskio</li> <li>▪ Didžioji pusašė: 6378245,0</li> <li>▪ Mažoji pusašė: 6356863,01877304730</li> <li>▪ Atvirkštinis paplokštumas: 298,300000000000010</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kampų matavimo vienetas: laipsnis</li> <li>▪ Pradinis dienovidinis: Grinvičo</li> <li>▪ Elipsoidas: Lietuvos 1994 m.</li> <li>▪ Sferoidas: GRS_1980</li> <li>▪ Didžioji pusašė: 6378137,0</li> <li>▪ Mažoji pusašė: 6356752,31414035610</li> <li>▪ Atvirkštinis paplokštumas: 298,257222101000020</li> </ul> |
|                                  | <b>34 UTM zona</b>  | <b>35 UTM zona</b>  |
| Projekcinė koordinacių sistema   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektija: Gauso-Kriugerio</li> <li>▪ Zona: 34</li> <li>▪ Ilgumos poslinkis: 500000</li> <li>▪ Platumos poslinkis: 0</li> <li>▪ Ašinis dienovidinis: 21</li> <li>▪ Mastelio koeficientas: 0,9996</li> <li>▪ Pradinė platuma: 0</li> <li>▪ Ilgio vienetas: metras</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektija: Gauso-Kriugerio</li> <li>▪ Zona: 35</li> <li>▪ Ilgumos poslinkis: 500000</li> <li>▪ Platumos poslinkis: 0</li> <li>▪ Ašinis dienovidinis: 27</li> <li>▪ Mastelio koeficientas: 0,9996</li> <li>▪ Pradinė platuma: 0</li> <li>▪ Ilgio vienetas: metras</li> </ul>                                 |
| Geografinių koordinacių sistema: | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kampų matavimo vienetas: laipsnis</li> <li>▪ Pradinis dienovidinis: Grinvičo</li> <li>▪ Elipsoidas: WGS 1984</li> <li>▪ Sferoidas: WGS 1984</li> <li>▪ Didžioji pusašė: 6378137,0</li> <li>▪ Mažoji pusašė: 6356752,31424517930</li> <li>▪ Atvirkštinis paplokštumas: 298,257223563000030</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kampų matavimo vienetas: laipsnis</li> <li>▪ Pradinis dienovidinis: Grinvičo</li> <li>▪ Elipsoidas: WGS 1984</li> <li>▪ Sferoidas: WGS 1984</li> <li>▪ Didžioji pusašė: 6378137,0</li> <li>▪ Mažoji pusašė: 6356752,31424517930</li> <li>▪ Atvirkštinis paplokštumas: 298,257223563000030</li> </ul>         |