

## ERDVINIŲ DUOMENŲ GEOGRAFINIS ORIENTAVIMAS

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

**Praktinio darbo vertinimas:** Šis praktinis darbas vertinamas iki 32 balų, jo vertė sudaro 7 proc. viso kurso bendro pažymio.

### APRAŠYMAS IR UŽDAVINIAI

Šis praktinis darbas skirtas tam, kad susipažintumėte, kaip *ArcGIS* programoje orientuojami rastriniai duomenys, ir išmoktumėte naudotis pagrindinėmis *ArcGIS* programų paketo komponentų *ArcMap* ir *ArcCatalog* funkcijomis. Atlikdami aprašytus veiksmus, stenkitės galvoti, ką darote, o ne vien mechaniškai vykdyti nurodymus.

Šiame praktiniame darbe jūs orientuosite tris neregistruotus atvaizdus – skenuotą topografinį žemėlapi, aeronuotrauką ir iš interneto paimtą istorinį žemėlapi – bei priskirsite jiems koordinacių sistemos informaciją. Išmoksitė du pagrindinius geografinio atvaizdų orientavimo būdus – koordinacių priskyrimo (*coordinate input*) ir atvaizdo pririšimo prie žemėlapio (*image-to-map georeferencing*) metodus. Dirbsite su Baltijos regiono ir Vilniaus miesto dalies duomenimis.

Baigę šį darbą, turėtumėte suprasti šiuos terminus ir sąvokas:

- Atvaizdų geografinis orientavimas (*georeferencing*) arba ištaisymas (*rectification*)
- Atvaizdų koordinavimas (*registration*)
- Perdėstymas (*resampling*)
- Atvaizdo orientavimas pagal žemėlapi (*image-to-map georeferencing*)
- Atvaizdo orientavimas pagal atvaizdą (*image-to-image georeferencing*)
- Orientavimas įvedant koordinates (*coordinate input georeferencing*)
- Koordinacių sistema (elipsoido orientavimo parametrai ir projekcija)
- LKS-94 koordinacių sistema
- Perspektyvinės ir plokštuminės projekcijos
- Rastrinės ir vektorinės plokštuminės koordinacių sistemos
- Kontroliniai taškai (KT) (*Ground control points (GCPs)*)
- Vidutinė kvadratinė paklaida
- KT paklaida/liekana (*GCP residuals*)
- Koordinacių transformacijos
- Erdvinio atvaizdo skiriamoji geba (gardelės dydis)
- Atvaizdo formatai (.sid, GeoTIFF, JPG2000)

### ATSISKAITYMO REIKALAVIMAI

Šią dalijamąją medžiagą su įrašytais atsakymais į visus klausimus ir žemėlapius reikia pateikti per *BlackBoard* nuotolinio mokymo sistemą. Baigtus žemėlapius įrašykite į grafinį failą (jpg) ir įterpkite šio dokumento pabaigoje (*MS Word* programoje: *Insert > Picture > From file...* (įterpti > paveikslą > iš failo), suraskite savo failą ir spustelėkite *Insert* (įterpti)). Išsaugokite dokumentą.

### PASIRUOŠIMAS

#### Duomenys

Prieš pradėdami šį praktinį darbą, *C:\Data* aplankale sukurkite naują aplanką *GII06\_2* ir į jį nukopijuokite šio pratimo duomenis.

## Literatūra ir elektroniniai vadovai

- **2 dalis. „Erdvinių duomenų pobūdis ir šaltiniai“:** paskaitos tekstas ir PPT skaidrės.
- **Rastrinių duomenų orientavimas *ArcGIS* programoje (*Geo-referencing Rasters in ArcGIS*),** „ESRI Virtual Campus Course“ nuotolinių mokymų kursas
- Elektroninis ***ArcGIS* darbalaukio žinynas 9.2 (*ArcGIS Desktop Help 9.2*):**  
[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=2592&pid=2583&topicname=Geo-referencing\\_a\\_raster\\_dataset](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id=2592&pid=2583&topicname=Geo-referencing_a_raster_dataset)
- Tie mokymo dalyviai, kurie yra įsidieę *ArcGIS* programinę įrangą gali naudotis ir visais *ArcGIS* vartotojo vadovais, kurie programos įdiegimo metu yra įkeliami į C:\Program Files\ArcGIS\Documentation katalogą. Šiuose vadovuose pateikiama puiki mokomoji medžiaga apie kiekvieną *ArcGIS* komponentą ir jo plėtinius, o taip pat jais galima naudotis kaip žinynais. Jie padės jums atlikti kurso užduotis ir suteiks galimybę savarankiškai tyrinėti kitus *ArcGIS* aspektus.

## PRATIMAI

Iš antrosios kurso dalies paskaitos medžiagos sužinojote, kad erdvinis duomenis galima įvesti keliais būdais. Yra keturi pagrindiniai erdvinio duomenų šaltiniai:

- turimi bendrieji ir teminiai žemėlapiai (skaitmeniniai arba popieriniai);
- geodezinių matavimų ir padėties nustatymo duomenys;
- nuotolinių tyrimų duomenys;
- gyventojų surašymo, atrinktų imčių, ataskaitų ir leidinių duomenys.

Šiame laboratoriniame darbe išmoksitė GIS sistemoje dirbti su naujais rastriniais atvaizdais. Šie atvaizdai gali būti nuskenuoti bendrieji arba teminiai žemėlapiai, nuotolinių tyrimų atvaizdai arba aeronuotraukos. Kontrolinius taškus naujų duomenų orientavimui galima gauti iš GPS arba nuotolinių tyrimų duomenų ir (ar) turimų popierinių arba skaitmeninių orientavimo duomenų. Geografiškai orientuotus naujuosius erdvinis duomenis galima naudoti topografiniams ir teminiams žemėlapiams kurti bei atnaujinti.

Atvaizdų **geografinio orientavimo** (*georeferencing*) arba **ištaisymo** (*rectification*) procesą sudaro keli etapai.

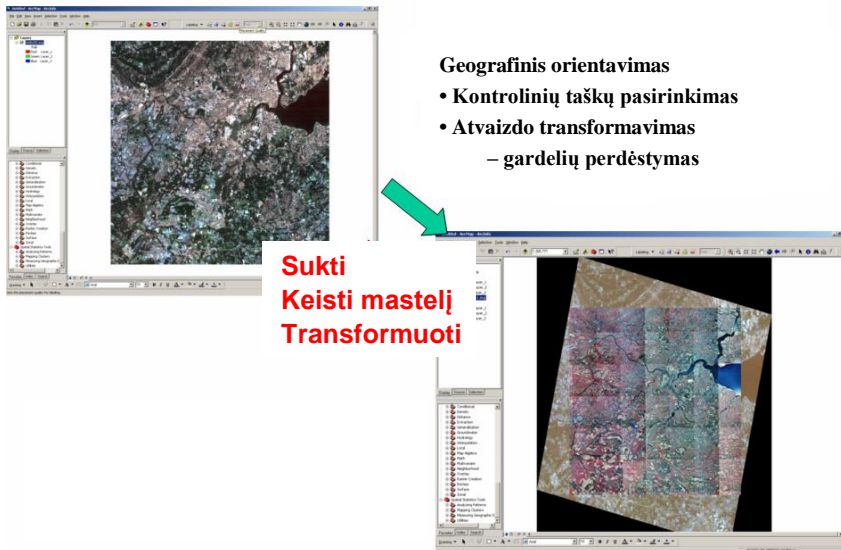
- Popierinių atvaizdų skenavimas – jei nėra skaitmeninių atvaizdų. Skenavimas yra greitas būdas erdvinis duomenims konvertuoti į skaitmeninį formatą. Skeneris pradinį analoginį dokumentą paverčia skaitmeniniu rastriniu. Prieš skenuojant labai svarbu pasirinkti tinkamą skiriamąją gebą. Nors didelė skiriamąją geba nuskenuojamos smulkesnės detalės, tačiau nuskenuojami ir nepageidautini elementai, pavyzdžiui, popieriaus pluoštas arba nuotraukų grūdėliai. Be to, gaunamas didesnis atvaizdo failas. Nustačius mažesnę skiriamąją gebą, praleidžiamos smulkios atvaizdo detalės.
- Skaitmeninio atvaizdo padėties nustatymas geografinėje ir (arba) žemėlapių koordinačių sistemoje. Gan dažnai galite gauti nuskenuotą, bet geografiškai neorientuotą atvaizdą – ypač aeronuotraukų. Tai yra nenurodyta atvaizdų projekcija arba elipsoido orientavimo parametrai. Kad šiuos atvaizdus būtų galima naudoti GIS kartu su geografiškai orientuotais, reikia orientuoti atvaizdą geografinėje arba projekcinėje koordinačių sistemoje.
- Geometrinis koregavimas. Nuotolinio tyrimo atvaizdas paverčiamas plokštuminiu atvaizdu žemėlapių koordinačių sistemoje.
- Atvaizdo **perdėstymas** (*resampling*). Duomenys ekstrapolijuojami į naują rastrą. Perdėstymas yra atvaizdo ištaisymo etapas, kuriuo iš pradinio rastro apskaičiuojamos naujosios ištaisyto rastro gardelių vertės. Keičiant atvaizdo mastelį, sukant atvaizdą ar atliekant sudėtingesnes transformacijas perdėstymo išvengti neįmanoma, bet galima pasirinkti perdėstymo tipą.

Geografinio orientavimo procesas yra labai dažna praktinė GIS užduotis.

Kartais ji vadinama **geografiniu koordinavimu** (*registration*). Rastro **geografinis koordinavimas** – tai dviejų ar daugiau duomenų rinkinių (rastrinių ir (ar) vektorinių) geometrinis lygiavimas, po kurio galima atlikti tos pačios žemės srities skaitmeninę arba vizualią superpoziciją. Žemėlapių koordinačių sistema šiam procesui nebūtina.

Trumpai tariant, **geografinio orientavimo** procesui paprastai reikia:

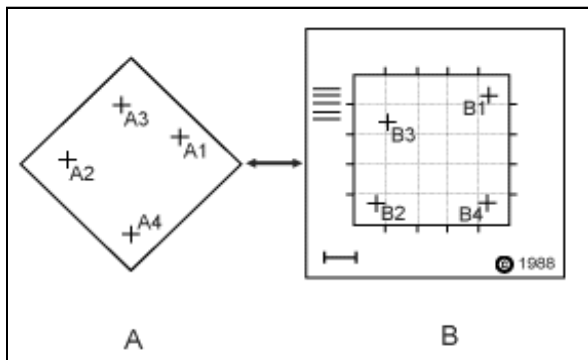
- skenuoto atvaizdo, kuris vėliau ištaisomas (pvz., aeronuotraukos, palydovinio atvaizdo, skenuoto topografinio ar teminio žemėlapių);
- kontrolinių taškų (KT) šaltinio (pvz., GPS arba geodezinių matavimų, turimų žemėlapių arba geografiškai orientuotų atvaizdų);
- GIS arba nuotolinių tyrimų programinės įrangos su tam tikras atvaizdų transformacijas (pvz., afinines, projekcines, ištempimo ir kt.) palaikančiomis priemonėmis.



Pav. Geografinio orientavimo procesas

Techniniu požiūriu, pagal programines priemones ir naudojamus kontrolinius taškus galima išskirti bent tris geografinio orientavimo tipus:

- neapdorotas atvaizdas orientuojamas pagal geografiškai orientuotą žemėlapi (atvaizdo orientavimas pagal žemėlapi (*image-to-map geo-referencing*));
- neapdorotas atvaizdas orientuojamas pagal ištaisytą atvaizdą (atvaizdo orientavimas pagal atvaizdą (*image-to-image geo-referencing*));
- orientuojama pagal kontrolinių taškų koordinatas (orientavimas įvedant koordinatas (*coordinate input geo-referencing*)).



Pav. Geografinio orientavimo procesas

Geografinio orientavimo procesą sudaro kelių atvaizde aiškiai atpažįstamų **kontrolinių taškų** koordinatinių (t. y. stulpelių ir eilučių) nustatymas pradiname atvaizde (A: A1 – A4) ir jų sutapdinimas su tikromis šių taškų geografinėmis koordinatėmis (pvz., ilguma ir platumą). Tikrosios geografinės koordinatės (B: B1 – B4) paprastai išmatuojamos geodeziniais matavimais arba nustatomos iš popierinio arba skaitmeninio žemėlapio. Šis procesas vadinamas **atvaizdo orientavimu pagal žemėlapi**. Nustačius kelias gerai išdėstytas kontrolinių taškų poras, kompiuteris apdoroja jų koordinatinių informaciją ir nustato atitinkamas pradinių (eilučių ir stulpelių) atvaizdo koordinatinių transformavimo lygtis, kuriomis šios koordinatės atvaizduojamos į geografines. Geografiškai orientuoti vieną ar kelis atvaizdus galima ne tik priskiriant geografines koordinatas, bet atvaizdą galima orientuoti ir pagal kitą atvaizdą. Šis procesas vadinamas **atvaizdo orientavimu pagal atvaizdą** ir dažnai atliekamas prieš įvairias atvaizdo transformacijas.

Šiame darbe jums reikia orientuoti nuskenuotą topografinį žemėlapi, aeronuotrauką ir istorinį Lietuvos žemėlapi.

- 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).

### 1 dalis. Geografinis orientavimas priskiriant koordinates

Pirmiausia jums reikia pagal kontrolinių taškų koordinates orientuoti Vilniaus topografinį žemėlapi (orientavimas įvedant koordinates).

- 2) Pakeiskite duomenų srities pavadinimą (numatytasis pavadinimas yra 'Layers') į 'Topografinis žemėlapis': spustelėkite **Layers** duomenų srities pavadinimą ir surinkite naują pavadinimą. Išsaugokite (☒) *ArcGIS* žemėlapio dokumentą savo darbiname aplanke pavadinimu "Geo-orientavimas.mxd".

*1 klausimas. Kokia projekcija rodoma tuščioje jūsų žemėlapio duomenų srityje? Iš kur tai žinote?*

- 3) Dešiniuju mygtuku spustelėkite **Topografinio žemėlapio** duomenų sritį ir atverkite duomenų srities savybių (*Data Frame Properties*) dialogą. Koordinačių sistemos (*Coordinate System*) skyrelyje nurodykite Lietuvos koordinacijų sistemą ir projekciją (LKS-94), kuri ir bus **Topografinio žemėlapio** duomenų srities koordinacijų sistema. Daugiau apie šią koordinacijų sistemą ir žemėlapio projekcijas sužinosite kitose kurso dalyse.


Visas Lietuvos koordinacijų sistemos LKS 94 aprašas:

- Projekcija: skersinė Merkatoriaus
  - Ilgumos poslinkis: 500000,00
  - Platumos poslinkis: 0,0
  - Ašinis dienovidinis: 24,00
  - Ašinio dienovidinio mastelio koeficientas:  $\mu = 0,9998$
  - Pradinė platumą: 0,0 (pusiaujas)
  - Ilgio vienetas: metras
- Geografinė koordinacijų sistema: GCS\_LKS\_1994
  - Kampų matavimo vienetas: laipsnis (0,017453292519943299)
  - Pradinis dienovidinis: Grinvičo (0,0)
  - Elipsoido orientavimo parametrai: D\_Lithuania\_1994
  - Sferoidas: GRS\_1980
  - Didysis pusašis: 6378137,00
  - Mažasis pusašis: 6356752,314140356100
  - Atvirkščias paplokštumas: 298,25722210100002000

- 4) Koordinacijų sistemos (*Coordinate System*) skyrelyje spustelėkite *Import* (importuoti), atverkite savo darbinį aplanką ir pažymėkite **Roads.shp**. Šis kelių failas jau orientuotas LKS-94 sistemoje. Šio failo koordinacijų sistemos informacija bus tiesiog perduota jūsų **Topografinio žemėlapio** duomenų sričiai. Atlikdami kitus pratimus, išmoksime apibrėžti koordinacijų sistemą nuo pat pradžios.

- 5) Koordinacių sistemos skyrelio dialogo lange pamatysite pažįstamus LKS-94 parametrus. Išanalizuokite juos. Spustelėkite *OK* ir uždarykite šį dialogą.

Dar kartą išsaugokite "Geo-orientavimas.mxd" dokumentą.

- 6) Prie žemėlapio pridėkite rastrinių duomenų sluoksnį *76\_32naujas.tif*: spustelėkite mygtuką *Add Data* ( pridėti duomenis, ) ir atverkite savo darbinį katalogą; spustelėkite *76\_32naujas.tif* ir *Add* ( pridėti). Jei norite pagreitinti duomenų apdorojimo operacijas, galite sukurti piramides. Jei spustelėsite mygtuką *OK*, pasirodys atvaizdas, bet turinyje tai nebus orientuotas atvaizdas.

2 klausimas. Kokia yra *76\_32naujas.tif* rastrinio atvaizdo projekcija? Iš kur tai žinote?


1


- 7) Dabar duomenų rodinio (*Data View*) lange matysite skenuotą 1:10 000 mastelio topografinį Vilniaus žemėlapi. Šis atvaizdas turi 3 RGB kanalus arba juostas (Raudona: 1 juosta; Žalia: 2 juosta; Mėlyna: 3 juosta).


 **Topografinis žemėlapis**

76\_32naujas.tif

RGB


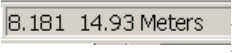
 Red: Band\_1

 Green: Band\_2


 Blue: Band\_3

3 klausimas. Kaip vadinama šių juostų kombinacija ir ekrane rodomos spalvos? (Patarimas: skaitykite [http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect1/Sect1\\_10.html](http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Sect1/Sect1_10.html))


1


- 8) Stumiant žymeklį  žemėlapiu, žymeklio padėties koordinatės rodomos apatinėje informacijos juostoje (pvz., ). Nesunkiai atspėsite, kad tai nėra nei geografinės, nei projekcinės koordinatės. Tai yra, šios koordinatės nenurodo žymeklio rodomų žemėlapi objektų vietos ant žemės paviršiaus. Šį topografinio žemėlapi atvaizdą reikia orientuoti geografinėje koordinacių sistemoje.


- 9) *ArcMap* lange atverkite geografinio orientavimo (*Geo-referencing*) mygtukų juostą: pasirinkite *View > Toolbars > Geo-referencing* (rodymas > mygtukų juostos > geografinis orientavimas). Pastumkite arba pritvirtinkite šią mygtukų juostą ten, kur jums patogiau.

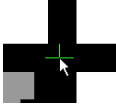
- 10) Spustelėkite geografinio orientavimo (*Geo-referencing*) juostos mygtuką *View Link Table* (rodyti ryšių lentelę, ). Perkelkite šią lentelę į *ArcMap* lango kraštą.

11) Padidinkite  dešinį viršutinį žemėlapio kampą. Šio kampo LKS-94 koordinatės X (rytinis

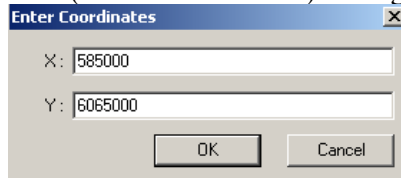
prieaugis) = 585 km arba 585000 metrų, Y (šiaurinis prieaugis) = 6065000 metrų ().

Pabandykite labai stipriai padidinti šį kampą ().

12) Spustelėkite geografinio orientavimo juostos įrankį *Add Control Points* ( pridėti kontrolinius taškus,  ). Pele spustelėkite neorientuoto atvaizdo rėmelio linijų sankirtos tašką, ir bus pridėtas pirmasis




kontrolinio taško saitas  . Šį veiksmą reikia atlikti kuo tiksliau. Dešiniuju mygtuku spustelėkite atvaizdą, tada spustelėkite *Input X and Y* (įvesti X ir Y).

13) Koordinatų įvedimo (*Enter Coordinates*) dialogo lange įveskite taško koordinatės iš žemėlapi.



Spustelėkite *OK*. LKS-94 atstumai matuojami metrais, todėl jūs ir įvedėte koordinatės metrais (*Linear Unit: Meter*).

14) Turinyje dešiniuju mygtuku spustelėkite paskirties sluoksnį – orientuotą duomenų rinkinį – ir spustelėkite *Zoom to Layer* (didinti iki sluoksnio).

15) Kartodami šiuos keturis žingsnius, įveskite likusių 3 žemėlapio kampų koordinatės. Patartina retkarčiais *išsaugoti* savo .mxd projektą. Ieškant kontrolinių taškų ir juos pridėdant, įrankius ,  ir  galima naudoti beveik bet kuria tvarka.

Kad orientuotumėte topografinį žemėlapi žinomoje koordinatės sistemoje ir projekcijoje, paprastai pakanka nurodyti 4 žemėlapio kampų kontrolinių taškų koordinatės. Atminkite, kad prieš pridėdant prie žemėlapio neorientuotus atvaizdus, reikia nustatyti *ArcMap* duomenų srities koordinatės sistemą. Jei jūsų taškų koordinatės yra ilguma ir platumas, pasirinkite geografinę koordinatės sistemą su atitinkamais orientavimo parametrais (pvz., WGS84). Jei taškų koordinatės nurodytos metrinėje projekcinėje sistemoje, kaip šiuo atveju, pasirinkite, pavyzdžiui, LKS-94 su tam tikrais parametrais. Šiuo atveju šiuos parametrus jūs nurodėte įkėlę *Roads.prj* projekcijos apibrėžties failą.

16) Kai įvesite bent 4 kontrolinių žemėlapio taškų poras, *ArcMap* apskaičiuos kiekvieno kontrolinio taško vidutinę kvadratinę paklaidą (*Root Mean Square error – RMS*) arba liekaną ir jų sumą. Šias paklaidas matysite atvėrę ryšių lentelę (mygtukas *View Link Table*). Jei suskaičiuota paklaida mažesnė už nustatytą ribą, geografinis orientavimas yra tinkamas. Be to, ryšių lentelėje (*Link Table*) arba transformacijos meniu (*Geo-referencing > Transformation*) galima pamatyti ir pakeisti transformacijos tipą.

Vidutinė kvadratinė paklaida atspindi skirtumą tarp pradinių kontrolinių taškų ir transformuojant apskaičiuotų naujų kontrolinių taškų vietų. Vidutinė kvadratinė paklaida nurodoma žemėlapio matavimo vienetais. Jei geografiniai duomenys turi būti labai tikslūs, žemėlapyje vidutinė kvadratinė paklaida neturi

viršyti 0,01 cm. Mūsų atveju 1 cm žemėlapyje atitinka 100 metrų ant žemės; taigi 0,01 cm atitinka 1 metrą. Taigi, mūsų vidutinė kvadratinė paklaida turi būti mažesnė už 1.

Didelė vidutinė kvadratinė paklaida daugiausia gaunama todėl, kad ekrane rodomame žemėlapyje netiksliai įvedami kontroliniai taškai arba skenuojamas suglamžytas žemėlapis. Kad rezultatai būtų tikslesni, skaitmenindami kontrolinį tašką patikrinkite, kad manipulatoriaus linijų sankirtos taškas sutaptų su kontroliniu tašku.

17) Jei gautos vidutinės kvadratinės paklaidos jūsų netenkina (ne mažesnės už 1), reikia pašalinti ryšius (kontrolinius taškus), kurių vidutinė kvadratinė paklaida bloga, ir iš naujo tiksliau pridėti šiuos kontrolinius taškus.

18) Išsaugokite savo kontrolinius taškus, tik prieš išsaugodami atžymėkite visus pažymėtus taškus – priešingu atveju bus išsaugoti tik pažymėti taškai: spustelėkite ryšių lentelės mygtuką *Control Points Saves* (išsaugoti kontrolinius taškus), ir įvesti kontroliniai taškai bus įrašyti į kontrolinių taškų failą. Iš šio failo vėliau galima įkelti (*Load*) kontrolinius taškus į ryšių lentelę atliekant kitus žemėlapio orientavimus.

4 klausimas. Pateikite įvertinimui ryšių lentelės ekrano nuotrauką su įvestais 4 kontrolinių taškų ryšiais. **5**

5 klausimas. Pateikite geografiškai orientuoto topografinio žemėlapio ArcMap ekrano nuotrauką. **1**

19) Atlikę šiuos veiksmus, spustelėkite geografinio orientavimo (*Georeferencing*) išskleidžiamąjį meniu ir spustelėkite jo komandą *Update Geo-referencing* (atnaujinti orientavimą); bus išsaugota rastrinio duomenų rinkinio transformacijos informacija. Ji įrašoma į naują failą, kurio pavadinimas toks pats, kaip duomenų rinkinio, o plėtinys *.aux.xml*. Taip pat sukuriamas *.tif* failo orientavimo failas (*world file*) su *.tfwx* plėtiniu. Galite užverti ryšių lentelę.

Dabar jūsų geografiškai orientuotą rastrinį topografinį žemėlapi sudaro trys 76\_32naujas failai su *.tif*, *.tfwx* ir *.aux.xml* plėtiniais. Šie failai turi būti tame pačiame aplanke; jei norite nukopijuoti šį žemėlapi kam nors kitam, kopijuokite visus šiuos failus, kad kitas žmogus *ArcMap* programoje galėtų dirbti su geografiškai orientuotu atvaizdu.

Jei norėtumėte visam laikui transformuoti pradinį atvaizdą ir įrašyti į naują failą (pvz., *(Geo)Tiff* formato), turėtumėte naudoti geografinio orientavimo meniu ištaisymo komandą (*Rectify*). Ją naudosime kitose šio darbo užduotyse.


## 2 dalis. Atvaizdo geografinis orientavimas pagal žemėlapi

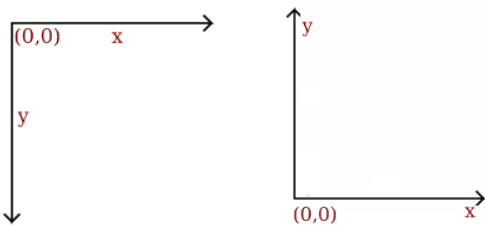
Šioje darbo dalyje jums reikia geografiškai orientuoti aeronuotrauką.

20) *ArcMap* programoje įterpkite naują duomenų sritį: spustelėkite pagrindinio *ArcMap* meniu komandą *Insert > Data Frame* (įterpti > duomenų sritį). Į turinį bus įrašyta nauja duomenų sritis. Pavadinkite šią sritį *Aeronuotrauka*. Aktyvios srities pavadinimas turinio lentelėje pastorintas. Jei norite suaktyvinti sritį, spustelėkite ją dešiniuoju pelės mygtuku ir pažymėkite parinktį *Active* (aktyvi).

21) Nurodykite, kad *Aeronuotraukos* duomenų srities koordinacių sistema bus Lietuvos koordinacių sistema (LKS-94), panašiai, kaip tai anksčiau darėte *Topografinio žemėlapio* duomenų sričiai.



- 22) *ArcMap* programa pridėkite upių, upių poligonų ir kelių sluoksnius (*Rivers*, *Hidro\_p* ir *Roads*) iš savo *G1106\_2* aplanko. Jei norite pagerinti kontrastą, galite pakeisti vektorinių sluoksnių simbolius.
- 23) Prie žemėlapio pridėkite *7632.sid* rastrinį sluoksnį. Spustelėkite *OK*, ir bus sukurtos piramidės.
- 24) Jei padidinsite atvaizdą iki visos aprėpties (*Full Extent*, ) , pastebėsite, kad jūsų orientuoti vektoriniai ir neorientuoti rastriniai duomenys yra skirtingose koordinatinių sistemose ir nesutampa. Padidinkite atvaizdą iki *7632* sluoksnio: dešiniuoju mygtuku spustelėkite sluoksnį, tada spustelėkite *Zoom to Layer* (didinti iki sluoksnio); išanalizuokite atvaizdo koordinates (stumkite žymeklį atvaizdu, ir koordinates matysite apatinėje informacijos juostoje – pavyzdžiui, ). *7632* sluoksnis yra plokštuminėje rastrinių koordinatinių sistemoje; šios koordinatės nesutampa su plokštuminėmis vektorinėmis koordinatėmis.





Pav. Rastrinės ir vektorinės plokštuminės koordinatinių sistemos

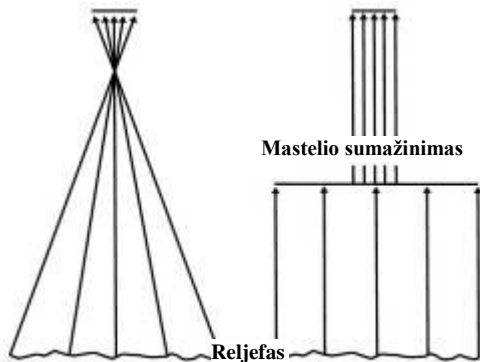
- 25) Dabar padidinkite atvaizdą ekrane iki vieno iš vektorinių sluoksnių ir panagrinėkite jo koordinates. Šio sluoksnio koordinatinių sistema yra LKS-94.

Dabar turite kelis sluoksnius (pvz., kelių elementų rinkinys) žemėlapio koordinatinių sistemoje ir atvaizdą, kurį reikia orientuoti. *7632* atvaizdą jums reikės orientuoti pagal pagrindinių Vilniaus kelių ir gatvių sankirtas. Geriausiai tam tiktų pastatų kampai, tačiau mes šių duomenų neturime.


- 26) Turinio lentelėje dešiniuoju mygtuku spustelėkite kelių (*Roads*) paskirties sluoksnį (orientuotą duomenų rinkinį) ir padidinkite atvaizdą ekrane iki šio sluoksnio (*Zoom to Layer*). Geografinio orientavimo mygtukų juostoje *7632* sluoksnis turi būti nurodytas kaip orientuojamas sluoksnis ().

- 27) Spustelėkite geografinio orientavimo meniu komandą *Fit to Display* (talpinti į matomą atvaizdą). Atvaizdas bus parodytas toje pačioje srityje, kaip ir vektoriniai paskirties sluoksniai. Kad pamatytumėte visus duomenų rinkinius, galite stumti (*Shift*, ) rastrinių duomenų rinkinį ir keisti jo mastelį (*Scale*, ). Kad pakeistumėte rastrinio sluoksnio mastelį, laikykite paspaustą pelės mygtuką ir vilkite jį rastriniu sluoksniu, kol gausite reikiamą sluoksnio dydį. Kai įjungę mastelio keitimo įrankį paspaudžiote pelės mygtuką, žemėlapyje pasirodo rastrinio sluoksnio ribų stačiakampis. Atsižvelgiant į žymeklio tempimo kryptį jis didėja arba mažėja.

Žemėlapių ir aeronuotraukų geometriniai principai skiriasi. Aeronuotrauka iškart sukurama kaip perspektyvinė projekcija per optinį objektyvą; žemėlapi galima sukurti bet kioje projekcijoje. Dauguma topografinių žemėlapių sudaromi plokštuminio projektavimo principais. Kad būtų galima orientuoti atvaizdą kitoje koordinatinių sistemoje sudarytame žemėlapyje, reikia daugiau negu 4 kontrolinių taškų. Šis geografinis orientavimas panašus į atvaizdų iškraipymą.



Pav. Aeronuotraukos projekcija centrinė arba perspektyvinė, o žemėlapis – ortografinė arba plokštuminė

28) Spustelėkite kontrolinių taškų įrankį (*Control Points*, ) ir įveskite kontrolinius taškus. Kad pridėtumėte ryšį, pele spustelėkite žinomą rastrinių duomenų vietą, pavyzdžiui, Geležinio vilko gatvės tilto centrą, o po to spustelėkite tą pačią vietą žemėlapis koordinatėse pateiktų (orientuotų) duomenų rinkinyje. Pridedant ryšius kartais praverčia didinimo (*Magnification*) langas. Ieškant kontrolinio taško, taip pat galima naudotis ekrano mastelio keitimo (*Zoom In, Zoom Out*) arba perstumimo (*Pan*) įrankiais.



Pav. Kad pridėtumėte pirmąjį ryšį, pele spustelėkite Geležinio vilko tilto centrą, o po to spustelėkite tą pačią vietą žemėlapis koordinatėse pateiktų (orientuotų) duomenų rinkinyje.


Atsižvelgiant į pasirinktos formulės laipsnį arba nežinomų parametrų skaičių, reikia pasirinkti nuo dešimties iki dvidešimties taškų, aiškiai matomų ir atvaizde, ir žemėlapyje. Kontroliniai taškai turėtų būti išdėstyti atsitiktinai, bet maždaug vienodais tarpais; jų turi būti ir kampuose. Nuo kontrolinių taškų išsidėstymo ir skaičiaus priklauso geografinio orientavimo ir geometrijos koregavimo tikslumas.

Transformacijos formulės pasirinkimas priklauso nuo koreguojamo atvaizdo tipo. Jei atvaizdas transformuojamas toje pačioje koordinatinių sistemoje, paprastai gerai tinka afininė transformacija. Jei transformuojamos aeronuotraukos arba palydoviniai atvaizdai, pakanka ne didesnio negu trečio laipsnio polinominės transformacijos. Polinomų laipsnis nustatomas pagal geometrinius iškraipymus. Šiuo atveju kontrolinių taškų skaičius turi būti didesnis negu nežinomų polinomo parametrų skaičius (žr. lentelę), nes paklaidos koreguojamos mažiausių kvadratų metodu.

**9.5.1 lentelė. Transformavimo formulės** (x, y): žemėlapių koordinatinių sistema  
(u, v): atvaizdo koordinatinių sistema

Pavadinimas	Transformavimo formulė	Nežinomų parametrų skaičius
1) Helmerto transformacija (mastelio keitimas, poslinkis ir posūkis)	$x = au + bv + c$ $y = -bu + av + d$	4
2) Afininė transformacija	$x = au + bv + c$ $y = du + ev + f$	6
3) Pseudoafininė transformacija	$x = a_1uv + a_2u + a_3v + a_4$ $y = a_5uv + a_6u + a_7v + a_8$	8
4) Projektijos transformacija	$x = \frac{a_1u + a_2v + a_3}{a_7u + a_8 + 1}$ $y = \frac{a_4u + a_5v + a_6}{a_7u + a_8 + 1}$	8
5) Antros eilės konforminė transformacija	$x = a_1u + a_2v + a_3(u^2 - v^2) + 2a_4uv + a_5$ $y = -a_2u + a_1v + 2a_3uv - a_4(u^2 - v^2) + a_6$	6
6) Polinominės transformacijos	$x = \sum \sum a_{ij} u^{i-1} v^{j-1}$ $y = \sum \sum b_{ij} u^{i-1} v^{j-1}$	—

**Pav. Transformavimo formulės**

29) Kad įvertintumėte transformaciją, spustelėkite mygtuką *View Link Table* (rodyti ryšių lentelę, ). Perkelkite šią lentelę į *ArcMap* lango kraštą. Dabar lentelėje yra vienintelis ryšys. Galite įvertinti kiekvieno ryšio liekamąjį nuokrypį (*residual error*) ir visą vidutinę kvadratinę paklaidą. Vėliau jūs pridėsite daugiau ryšių ir galėsite pakeisti transformacijos tipą. Pirmo laipsnio transformacijai reikės bent trijų ryšių, antro laipsnio – šešių, trečio laipsnio – dešimties.

30) Sukurkite dar penkis atvaizdo ir žemėlapių kontrolinių taškų ryšius. Pasirinkite antro laipsnio transformaciją: *Georeferencing > Transformation > 2<sup>nd</sup> Order Polynomial* (geografinis orientavimas > transformacija > 2 laipsnio polinominė). Išanalizuokite liekamuosius nuokrypius. Jei norite pagerinti visą vidutinę kvadratinę paklaidą, galite pagerinti atskirus liekamuosius nuokrypius, iš naujo įvesdami taškus pele arba keisdami jų koordinatas ryšių lentelėje (*Link Table*), o taip pat galite pašalinti labai „nestabilius“ kontrolinius taškus su dideliu liekamuoju nuokrypiu. Turi būti parinkti tokie kontroliniai taškai, kurie nekinta laikui bėgant ir tikrai yra toje pačioje vietoje ir atvaizde, ir žemėlapyje (vektoriniuose sluoksniuose).

31) Galima pridėti daugiau kontrolinių taškų, pasirinkti trečio laipsnio transformaciją ir palyginti orientavimo rezultatus su ankstesniaisiais. Jums reikia gauti kuo geriau orientuotą atvaizdą LKS-94 koordinatinių sistemoje. Galite pasirinkti geriausią transformacijos tipą. Jei gauti rezultatai jums tinka, daugiau ryšių įvesti nereikia.

7 klausimas. Pateikite įvertinimui ryšių lentelės ekrano nuotrauką su įvestais ryšiais. 5

8 klausimas. Pateikite geografiškai orientuotos aeronuotraukos ArcMap ekrano nuotrauką. 1

9 klausimas. Tarkime, norite ištaisyti atvaizdą (*rectification*) ir pažymite kelis kontrolinius taškus ant gamtinių (pvz., upės išsišakojimas) ir dirbtinių objektų (pvz., sankryža). Trumpai aprašykite priežastis, dėl kurių vienu pažymėtų kontrolinių taškų pradinės vidutinės kvadratinės paklaidos gali būti didesnės arba mažesnės negu kitų. Kaip atvaizdo ištaisymą gali palengvinti ar pasunkinti tokios atvaizdo savybės kaip nagrinėjamos teritorijos padėtis arba naudojamos jutiklių sistemos (*sensor system*) skiriamoji geba (pvz., erdvinė skiriamoji geba arba gardelės dydis)? 3

32) Kad 7632 atvaizdą transformuotumėte visam laikui ir įrašytumėte į naują failą, spustelėkite geografinio orientavimo (*Georeferencing*) meniu komandą *Rectify* (ištaisyti); nurodykite tą patį gardelės dydį, kaip ir pradinio failo, artimiausio kaimyno (*Nearest Neighbor*) perdėstymo tipą ir (*Geo*)*Tiff* formatą. Orientuoto atvaizdo išsaugojimas gali šiek tiek užtrukti, o pačiam atvaizdai gali reikėti nemažai vietos diske.

33) *ArcCatalog* programa iš *Roads* *SHAPE* failo priskirkite naujam atvaizdai koordinačių sistemą (LKS-94): dešiniuoju mygtuku spustelėkite atvaizdo sluoksnį, tada spustelėkite savybių meniu (*Properties*) bei prie erdvinio orientavimo (*Spatial Reference*) esantį redagavimo (*Edit*) mygtuką. Dabar jūsų naujasis atvaizdas yra geografiškai orientuotas ir jam priskirta koordinačių sistema. Jis saugomas *GeoTiff* formato faile, kurio antraštėje saugoma informacija apie koordinačių sistemą.

34) Dar kartą išsaugokite *ArcGIS* dokumentą "Geo-orientavimas.mxd".

10 klausimas. Kokia gauto geografiškai orientuoto atvaizdo **erdvinė** skiriamoji geba (gardelės dydis)? 1

### 3 dalis. Istorinių žemėlapių geografinis orientavimas

Šioje darbo dalyje orientuosite iš interneto parsisiųstą istorinį žemėlapi.

35) Sukurkite naują *ArcMap* duomenų sritį ir pavadinkite ją *Baltics\_1350-60*.

36) Nurodysime šios srities koordinačių sistemą su šiais parametrais: kūginė lygiatarpė projekcija, 30 laipsnių ašinis dienovidinis, 50 ir 60 standartinės lygiagretės, WGS1972 elipsoidas. Duomenų srities

savybių (*Data Frame Properties*) dialogo koordinacijų sistemos *Coordinate System* kortelėje nurodykite koordinacijų sistemą: *Predefined > Projected Coordinate Systems > Continental > Europe > Europe Equaldistance Conic > Apply* (numatytosios > projekcinės koordinacijų sistemos > žemyninės > Europos > Europos lygiatarpė kūginė > vykdyti). Pakoreguokite šią projekciją: pasirinkite *Select>Geographic Coordinate System > World > WGS1972 > Add* (geografinė koordinacijų sistema > pasaulio > WGS1972 > pridėti) ir pakeiskite ašinį dienovidinį (*Central\_Meridian*) į 30 laipsnių, standartines lygiagretes (*Standard\_Parallels*) į 50 ir 60; spustelėkite *OK* ir dar kartą *OK*.

37) Orientuokite `baltics_1350-60.jpg` žemėlapiu atvaizdą ([http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/baltics\\_1350-60.jpg](http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/baltics_1350-60.jpg)) pagal *Water.shp* ir *Continent.shp* sluoksnius.

38) Kontroliniais taškais galima pasirinkti upių sankirtos ir kranto linijų taškus. Arba galima sukurti 5 laipsnių geografinių koordinacijų tinklą ir kontroliniais taškais pasirinkti jo linijų sankirtos taškus. Šį tinklą pridėti galite panašiai kaip žemėlapiu tinklą 1 laboratoriniame darbe. *Patarimas*: jei norite po atvaizdu matyti žemėlapiu objektus, atvaizdą galite orientuoti maketo rodinyje (*Layout View*) ir pakeisti atvaizdo skaidrumą (*transparence*).

39) Pasirinkite tokį transformacijos laipsnį, kad gautumėte mažiausią vidutinę kvadratinę paklaidą, ir atvaizdas kuo geriau sutaptų su žemėlapiu.

40) Kad `baltics_1350-60.jpg` atvaizdą transformuotumėte visam laikui, spustelėkite geografinio orientavimo (*Georeferencing*) meniu komandą *Rectify* (ištaisyti) ir įrašykite atvaizdą į naują `jpg2000 (JP2)` formato failą, pasirinkę 100 proc. kokybės suspaudimo nuostatą. Kad pamatytumėte rezultatą, *ArcMap* programa pridėkite naujojo ištaisyto atvaizdo failą. Į `jpg2000 (JP2)` formato failus galima įrašyti koordinacijų sistemos informaciją.

41) Dar kartą išsaugokite *ArcGIS* dokumentą "Geo-orientavimas.mxd".

- 11 klausimas. Pateikite įvertinimui *baltics\_1350-60.jpg* ryšių lentelės ekrano nuotrauką su įvestais ryšiais. **5**
- 12 klausimas. Pateikite geografiškai orientuoto *baltics\_1350-60* žemėlapiu ArcMap ekrano nuotrauką. **1**
- 13 klausimas. Kokie yra atvaizdo orientavimo žemėlapyje pranašumai ir trūkumai, palyginti su orientavimu įvedant koordinatas? **2**
- 14 klausimas. Kiek kontrolinių taškų reikia pasirinkti, kad būtų galima įvertinti nuokrypius? Kodėl? **2**
- 15 klausimas. Ką galima padaryti, jei gauta visa vidutinė kvadratinė paklaida didesnė negu 1,0? **2**

Keletas klausimų ir atsakymų:

*K. Ar galiu skaitmeninti atvaizdą ir sukurti žemėlapi, o geografiškai orientuoti atvaizdą ir žemėlapi vėliau? (Jei visai neturiu jo GPS koordinatų?)*

*A. Galima sukurti žemėlapi iš neapdoroto atvaizdo, bet jūsų vektoriniai duomenys bus neorientuoti ir teks vėliau juos transformuoti į tam tikrą koordinatų sistemą ArcMap vektorinių duomenų transformavimo įrankiu, kuris skiriasi nuo atvaizdų transformavimo įrankio. Taigi teks atlikti dvigubą darbą. Patartina pirmiausia orientuoti pradinį atvaizdą, o po to jį paversti vektoriais.*

*K. Jei turiu, pavyzdžiui, medžių GPS koordinatas ir noriu įvesti jas į žemėlapi, ar galiu jas įvesti dešimtainiais laipsniais, ar reikia jas konvertuoti į x,y koordinatas?*

*A. Galima įvesti ilgumos ir platumos (Lat/Long) arba metrinės (pvz., UTM) koordinatas. Bet įvedant koordinatas reikia Add XY Events (XY įvykių) dialogo lange nurodyti koordinatų sistemą. Įvykių įvesties koordinatų sistema turi būti ta pati kaip ir įvesties duomenų koordinatų sistema (pvz., jei duomenys yra ilgumos ir platumos sistemoje, tai bus geografinė (Geographic) sistema, pvz., WGS84).*

*Komentaras.* Atminkite, kad *ArcMap* viename žemėlapyje gali perdengti skirtingų koordinatinių sistemų sluoksnius. Vėliau pridėtus sluoksnius programa perprojektuoja į pirmųjų į turinį pridėtų sluoksnių sistemą. Tačiau tai tik dinaminis projektavimas, skirtas žemėlapiui parodyti ekrane. Pridėtų sluoksnių koordinatės failuose nekeičiamos.