

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Geografijos ir Kraštovarkos katedra

Kartografijos centras

**SKAITMENINIŲ KARTOGRAFAVIMO
METODŲ LYGINIMAS KLIMATINIUOSE
ŽEMĖLAPIUOSE**

Vilnius, 2016

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Geografijos ir Kraštovarkos katedra

Kartografijos centras

**SKAITMENINIŲ KARTOGRAFAVIMO METODŲ
LYGINIMAS KLIMATINIUOSE ŽEMĖLAPIUOSE
COMPARISON OF DIGITAL CARTOGRAPHICAL
METHODS IN CLIMATIC MAPS**

Magistro darbas

Kartografijos magistro studijų programos

II kurso studentas

Jonas Venčkauskas

Darbo vadovas

Lekt.dr. **LINAS BEVAINIS**

Konsultantas

Lekt. dr. **JUSTAS KAŽYS**

Vilnius, 2016

TURINYS

Įvadas.....	4
1. Darbo tikslas.....	6
2. Literatūros analizė.....	7
3. Metodologija ir metodika.....	11
4. Analizė.....	24
4.1 Vidutinių metinų kritulių žemėlapių lyginamoji analizė.....	26
4.2 Audrotumo žemėlapių lyginamoji analizė.....	30
4.3 Vidutinės metinės oro temperatūros žemėlapių lyginamoji analizė.....	33
4.4 Oro temperatūros sausio ir liepos mėn. žemėlapių lyginamoji analizė.....	35
4.5 Rūko ir perkūnijos žemėlapių lyginamoji analizė.....	39
5. Išvados.....	42
6. Literatūros sąrašas.....	43
7. Santrauka.....	46
8. Summary.....	47
9. Priedai.....	48

IVADAS

Darbo tema pasirinkta pagal baigtų bakalauro studijų sritį ir atsižvelgta turimų žinių panaudojimo galimybes bei galimą temos plėtojamą kartografiniu aspektu. Meteorologinių kartografavimo nusistovėjusių ir naujų metodų naudojimas bei pritaikymas kuriant regioninius ar didesnių teritorijų klimatinius žemėlapius.

Aktualumas ir problematiškumas

Tema svarbi tuo, kad atsiradus skaitmeniniams duomenų apdorojimo būdams ir sudarinėjant erdvinį duomenų bazines su laiku keičiasi reikalingiausių skaitinių verčių išgavimo būdai. Tai pat darbe bus analizuojamos skirtingų kartografavimo metodų charakteristikos ir duomenų tikslumo pokyčiai tiek apdorojant senuosius įskaitmenintus žemėlapius tiek naudojant geografinių informacinių sistemų (GIS) programine įranga sukurtus klimatinius žemėlapius. Atsižvelgiant į naujos kartos sistemas, bus analizuojami panašumai ir skirtumai sudarinėjant ankstesnių klimatinių žemėlapių kopijas, stengiantis pilnai automatizuoti procesą naudojant atitinkamus interpoliavimo metodus, bei vienodus erdvinius Lietuvos meteorologinių stočių duomenis. Naudojami skaitmenizuoti Lietuvos vidutinių metinių kritulių, oro temperatūros, sausio ir liepos mėnesių vidutinių reikšmių, audrotumo bei rūko ir perkūnijų trukmės klimatiniai žemėlapiai. Tačiau atliekant tokį darbą visada susiduriama su duomenų paklaidomis ir nuokrypiais. Analizuojamas laikotarpis pasirenkamas atitinkamai pagal turimus duomenis nuo 1971 iki 2000 m. Taip pat duomenų susistemimas, paklaidų pritaikymas skirtingoms vietovėms gali būti naudojamas nustatyti klimatinių žemėlapių korektiškumo tendencijas. Anskčiau duomenų trūkumas arba nepakankamumas būdavo sprendžiamas rankiniu metodu braižant žemėlapius, tačiau naudojant programinę įrangą šis aspektas sprendžiamas automatiškai būdu.

Pradiniai turimi duomenys yra iš meteorologijos stočių Lietuvoje. Šie rodikliai atvaizduojami žemėlapyje kaip erdvinių duomenų tinklas, tam kad šie duomenys taptų reprezentatyvūs ir aprėptų visą analizuojamą paviršių reikia kovertuoti į ištisinį paviršiaus modelį naudojant interpoliacijos procesą. Interpoliacija – lot. *Interpolation* „atnaujinimas, perdirbmas“ dydžio tarpinių verčių apytikslis nustatymas remiantis turimomis vertėmis.

Temos aktualumas šiuo atveju vertinamas kaip vizualinis ir faktinis senųjų rankinio interpoliavimo metodų privalumų ir trūkumų palyginimas su dabar nuolatos naudojamais kompiuterinės programos vizualizavimo ir skaičiavimo gaunamais rezultatais. Nustatant ar galima pasikliauti pilnai automatizuotu būdu sudaromų žemėlapių tikslumu ir reprezentyvumu.

Pagrindinė problema meteorologinių duomenų analizėje yra duomenų trūkumas ir nevienodas duomenų pasiskirstymo tinklas. Daugiau apie duomenų stiprybes ir silpnybes ir nurodyta 1.1 lentelėje arba problemų medyje 1.2 lentelėje. Tai gali lemti didelius pokyčius norint išanalizuoti ir sukurti klimatinių žemėlapių duomenų rinknius. Tam tikrose teritorijose nuolat atliekami matavimai, tačiau didžioji dalis duomenų prarandama dėl teritorijos dydžio ir matavimo prietaisų arba matuotojų trūkumo. Norėdami gauti kuo tikslesnį klimatinių žemėlapių vaizdą turiamojoje teritorijoje turime gauti kuo daugiau duomenų, juos suvidurkinus ir apdorojus galime sukurti ne tik buvusių reiškinių rodiklius tačiau ir sudaryti preliminarę prognozę kaip gali kisti žemėlapių sudarinėjimo metodika ateityje.

Darbo tikslas:

Naudojant šiuolaikines duomenų apdorojimo priemones išanalizuoti taikomų kartografavimo metodų skirtumus lyginant mechaniniu, bei rankiniu interpoliavimo būdu gautus žemėlapius.

Darbo uždaviniai:

- Išanalizuoti suskaitmenintus duomenis bei Lietuvos klimatinių žemėlapių pokyčių rodiklius įvertinant nuokrypius pagal senuosius žemėlapius.
- Nustatyti duomenų patikimumą įvertinant duomenų sklaidą, tolimesnes kartografavimo metodų tendencijas ir teoritorinį paplitimą
- Sukurti ir pateikti reprezentatyvius palyginimui skirtus klimatinius žemėlapius.

LITERATŪROS ANALIZĖ

Skaitmeniniai žemėlapiai – tai duomenų bazė, kaupianti informaciją apie duomenis, kurie reikalingi sudarant analoginį žemėlapij arba žemėlapij, skirtą peržiūrėti ekrane. Jų sukūrimas yra brangiausias ir daugiausiai laiko užimantis procesas. Čia labai svarbūs duomenų struktūros standartai. Vieningi standartai leidžia šį sudėtingą ir atitinkamo masto projektą išskirstyti atskiriems vykdytojams, o vėliau sujungti į visumą. GIS (geografinės informacinės sistemos) technologijos panaudojimas įvairiems uždaviniams spręsti tapo ne tik kasdieninio vartojimo, bet ir tolesnės ekonominės bei socialinės pažangos sąlyga. Pagrindinės skaitmeninių žemėlapių naudojimo sritys:

- Kaip erdvinis pagrindas teminėms geografinėms informacinėms sistemoms
- Kaip pagrindas pagal geodezinių matavimų duomenis įvedant naujus geoobjektus į jau esančią duomenų bazę;
- Atliekant naujai sudarytų duomenų kontrolę (pvz., žemės sklypų, saugomų teritorijų ribų, pastatų, vandens telkinių, formų);
- Atliekant automatinį projektavimą (pvz., detalusis, specialusis planavimas, žemės sklypų ribų projektai);
- Gaminant analoginius planus ir žemėlapius (to paties mastelio kaip ir pradinė medžiaga arba generalizuotų);
- Kuriant specialiuosius teminius žemėlapius (kadastriniai, hidrografiniai, demografiniai, meteorologiniai žemėlapiai);
- Vizualiai pateikiant erdvinę informaciją paieškos sistemose (interneto technologija);
- Vizualiai pateikiant technologinę informaciją, susijusią su padėtimi erdvėje.

Skaitmeninis žemėlapis yra pranašesnis už analoginį žemėlapi daugeliu aspektų, bet įdomiausia tai, kad turėdami reikiamą programinę įrangą, mes jį galime susikurti patys savo kompiuteryje. ArcGIS programa sudaromas skaitmeninis žemėlapis ir jo duomenų bazės paketas duotai teritorijai: formuojamos geometrinės ir atributinės duomenų bazės; nagrinėjami rastriniai, vektoriniai bei TIN duomenų modeliai; analizuojami skaitmeninių žemėlapių sudarymo principai, redagavimo, vizualizavimo ir spausdinimo būdai; nagrinėjamos duomenų analizės galimybės. Šiuo metu Lietuvoje GIS naudojimas sparčiai intensyvėja. Jo taikymas jau yra pakankamai išplėtotas, jau dabar didėja galimybes naudotis visa sukaupta informacija tiesiogiai ir suteikta vis daugiau prirėigų vartotojui aktyviai naudotis informacija. Kadangi dabar daug įstaigų, privačių įmonių, dirbančių su georeferenciniais duomenimis, pasirenka ArcGIS programinę įrangą, vis daugiau žmonių pradeda naudotis šia programine įranga, vis paprasčiau tampa paprastam vartotojui sukurti skaitmeninį žemėlapi, duomenų bazę, kurioje informacija apie vietovę būtų suskaidyta į atskirus sluoksnius. Tokią duomenų bazę taip pat galima papildyti aktualia atributine informacija. Taip sukurtą skaitmeninį žemėlapi vėliau gali naudoti daug vartotojų vienu metu, gali kurti užklausas ir gauti aktualios ir svarbios informacijos.

Interpoliacija – tai procesas, kai iš turimų aplinkinių reikšmių nustatomos apytikslės paviršiaus reikšmės tose vietose, kur nėra matavimų taškų. Tai yra nežinomų reikšmių, patenkančių tarp žinomų, įvertinimo procesas. Taškai su žinomomis reikšmėmis vadinami žinomais taškais, kontroliniais taškais, atrankos taškais ar stebėjimais. Reikšmės gali apibūdinti bet kokį kiekybinį geografinį reiškinį, (Kumetaitienė, 2006).

Krigingo metodas – tai toks interpoliavimo metodas, kai nežinomos paviršiaus taškų reikšmės apskaičiuojamos matematiniu variogramų modeliu (Kumetaitienė, 2006). Krigingo interpoliavimo metodą sukūrė Pietų Afrikos kalnakasybos inžinierius D.G. Krige. Kriging algoritmas minimizuoja interpoliavimo klaidų dispersiją, interpoliuotų reikšmių sisteminę paklaidą stengiasi gauti lygią 0 ir skaičiuojant svėrtus naudoja paprasčiausią tiesės funkciją.

Pagrindinis kriging skiriamasis bruožas nuo deterministinių interpoliavimo schemų tas, kad svertai nustatomi iš sumodeliuotos pusvariogramos. (K. Petraitytė, 2009)

Geoduomenys – geografinę (erdvinę) padėtį, formą, tarpusavio ryšius ir unikalumą apibūdinantys duomenys, kurie saugomi skaitmeninėje formoje, apie geobjektą. Geoduomenų modelis – realaus pasaulio perteikimas duomenų modeliu. Geoduomenų modeliavimo pagrindu gali būti žemėlapis. Jo tipas ir problema, kurią norima išspręsti, lemia, kuris modelis tinkamiausias. Pervedamus geoduomenis iš analoginės formos į skaitmeninę būtina sisteminti taip, kad jie būtų prieinami efektyviai ir įvairiapusiškai apdoroti bei naudoti. Reiškinių ir procesų modeliavimo tikslumas ir patikimumas priklauso nuo to, kaip tiksliai sudaryta duomenų struktūra atitinka geografinę realybę, joje vykstančius procesus ir tarpusavio priklausomybes. (A. Kumetaitienė, A. Stanionis, 2008)

Vektorinis skaitmeninis žemėlapis gali būti sudaromas ortofotogrametriniu, stereofotogrametrinius, geodeziniu digitalizavimo arba skenavimo ir skenuotų planų vektorizavimo metodais. Pasirenkant vietovės kartografavimo būdą atsižvelgiama į šiuos pagrindinius veiksnius: siekiamą kartografinių objektų tikslumą ir detalumą, kartografuojamos teritorijos dydį. Distanciniai tyrimai (pvz., fotogrametriniai) dažniausiai taikomi didelėms teritorijoms kartografuoti vidutiniais ir smulkiaisiais masteliais. (A. Kumetaitienė, A. Stanionis, 2008)

Skirtumai tarp rastrinio ir vaizdų duomenų modelių:

- Vaizdai neturi atributų lentelių ir jiems priskiriamų požymių o Rastriniai duomenys turi atributų lenteles, kurios gali būti jungiamos tarpusavyje.
- Rastrinis duomenų modelis taikomas erdvinei analizei ir modeliavimui o Vaizdų modelis – teritorijos ir jos požymių vaizdavimui. (I. Bagdanavičiūtė, 2015)

Privalumai:

- Labai paprasta duomenų struktūra (kiekvienoje ląstelėje viena reikšmė);
- Paprasta duomenų analizė (kompiuteris nesunkiai lygina skaičius);

Trūkumai:

- Mažas tikslumas - atvirkščiai proporcingas gardelės dydžiui o kiekviena ląstelė turi būti koduota, nors ji ir būtų tuščia, tai labai padidina įvedamų į kompiuterio atmintį duomenų kiekį;
- Dėl netikslumų, apibendrinant duomenis, gauti rezultatai gali skirtis nuo realių duomenų;
- Tiesiogiai nenusako erdvinį ryšių tarp geografinių objektų. (I. Bagdanavičiūtė, 2015)

Taikant geostatistinius metodus, iškyla klausimas, ar erdvinį duomenų rinkinys (tam tikra nagrinėjamo reiškinių abstrakcija) turi atsitiktinę reikšmių variaciją, ar jos neturi. Geostatistinio metodo pavyzdys – Kriging interpoliavimo algoritmas. Kriging interpoliavimo skiriamasis bruožas – svoriai nustatomi pagal sumodeliuotą variogramą. Variograma – tai parametrinės funkcijos (pusvariacijos) grafikas, taikomas gretimų taškų aukščių koreliacijai (statistinei priklausomybei) nustatyti. Būtina sukurti tikslų pusvariacijos matematinį modelį. Pusvariacijai modeliuoti taikomos įvairios funkcijos: sferos, eksponentinė, tiesės, Gauss ir kt. Pagal eksponentinę kreivę sudaroma variograma. Taikant Kriging interpoliavimo metodą, atsižvelgiama į duomenų erdvinę koreliaciją, kuri leidžia apskaičiuoti minimizuotą interpoliavimo dispersiją ir teikia informacijos apie interpoliavimo tikslumą. Apskaičiuojama minimizuota interpoliavimo dispersija (Goovaerts 1997). Erdviniai vienetai gali būti nagrinėjami pagal erdvės matavimų skaičių, erdvinį savybių tipą arba derinimo būdus. Įprasta klasifikuoti pagal matavimų skaičių (ne erdvės, nes praktiškai visi geografiniai objektai yra trimačiai, bet pagal objekto matavimo galimybę). Taškai apibrėžti duotam stebėjimo masteliui aprašomi bent dviem padėties charakteristikomis, identifikatoriumi ir papildomais atributais. Žemėlapyje taškas gali būti paprasta lokacija, arba reikšti kitus objektus – užrašą ar sutartiniu ženklu žymimą objektą. Linijos (angl.: *polyline*) – tai keliai, upės, ryšių linijos.

Jos gali egzistuoti kaip atskiros esybės arba būti sujungtos į tinklą. (G. Beconytė, 2006)

Interpoliavimu vadiname procesą, kurio metu randamos funkcijos reikšmės tarpiniuose taškuose; ekstrapoliavimu – kai randamos funkcijos reikšmės taškuose, esančiuose už turimos imties ribų. (G. Beconytė, 2006)

Abiems procesams naudojami panašūs metodai.

- Artimiausios reikšmės
- Vidutinės reikšmės
- Tiesinės interpoliacijos
- Interpoliacijos splinais
- Tikimybinės (stochastinės) interpoliacijos
- Interpoliavimas pagal modelį

Naujame taške reikšmę skaičiuoti galima pagal visus jau turimus taškus, pagal kurį nors tarpinį tarp artimiausių taškų arba pagal vieną artimiausią tašką.

Skaičiuojant pagal dalį taškų, reikia atsižvelgti į šiuos kriterijus:

- Bendras taškų skaičius
- Skaičiavimams naudojamų taškų skaičius
- Atstumas nuo skaičiuojamo taško
- Kryptis nuo skaičiuojamo taško
- Skaičiavimų procedūra

Svorinis metodas – toks paviršiaus modeliavimo metodas, kuriame pradiniams taškų aukščiams priskiriami svoriai, atvirkščiai proporcingi atstumui iki skaičiuojamo taško.

Svorinė interpoliacija paremta prielaida, kad artimesni objektai yra panašesni tarpusavyje negu tolimesni. Neišmatuotai reikšmei nustatyti svorinis metodas naudoja aplink esančius išmatuotus taškų aukščius. Išmatuotų taškų aukščių įtaka nustatomai reikšmei priklauso nuo atstumo tarp žinomo ir nustatomų taškų. Atstumui tarp taškų mažėjant, svoris didėja.

Splaino metodas – toks deterministinis interpoliavimo metodas, kai interpoliuojamas paviršius priartinamas prie pradinių duomenų taškų aukščių reikšmių. Reguliarus splaino metodas tinkamiausias glotnių formų paviršiams interpoliuoti, taip pat tolygiai kintančio paviršiaus nuolydžiui skaičiuoti. Staigiai pasikeitus paviršiaus nuolydžiui, gaunami didesni paviršiaus aukščių reikšmių standartinių nuokrypių įverčiai. (G. Beconytė, 2006)

Peržvelgus įvairius tiriamojo pobūdžio darbus ir aprašomuosius literatūros šaltinius, apie interpoliavimo metodų trukumus ir privalumus bei jų praktinį pritaikomumą, pagrindiniai šios temos problematiniai klausimai buvo aptarti tik kai kuriose publikacijose. Daugiau užsienio autorių atliktuose tyrimuose išnagrinėta iš teorinės ir praktinės pusės. Dauguma tyrimo buvo atlikta vietovėms kurių geografinės ir fizinės savybės skiriasi lyginant su Lietuvos teritorija.

Nors Lietuvoje ir jos ne nedidelėje teritorijoje nėra aukštų kalnų tačiau net ir nedidelės kalvos arba nežymūs reljefo nelygimu sutrikdo bendra meteorologinių procesų eigą.

Didėjant absoliutiniam aukščiui – plonėja atmosferos sluoksnis, todėl išauga efektyvusis spinduliavimas (skirtumas tarp Žemės paviršiaus spinduliavimo ir atmosferos priešpriešinio spinduliavimo) (Rimkus, 1998).

Svarbus faktorius, nulemiantis vėsinantį aukštumų efektą bei galintis jį žymiai sustiprinti yra susijęs su atmosferos cirkuliacija. Slenkant oro masei didesniu kaip 5 m/s greičiu, priešvėjiniame aukštumų šlaite oras priverčiamas kilti aukštyn ir pavėjiniame leisti žemyn. Šlaite prieš vėją temperatūra krinta, o palei vėją vėl išauga, kitaip vadinamas feno efektas (Buzas, 1966).

Taigi dėl šių priežasčių aukštumose visus metus būna vėsiau. Lyginant stotis, esančias įvairiame aukštyje, bet panašiomis fizinėmis geografinėmis sąlygomis, nustatyta, kad didėjant vietovės aukščiui temperatūra nukrinta $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (Galvonaitė, 2007).

Neigiamose reljefo formose naktimis ar žiemą gali būti šalčiau, o dieną ir vasarą – karščiau negu gretimose aukštumose. Varėnos, Utenos, Ukmergės meteorologijos stotys įrengtos neigiamose reljefo formose, čia dažniau užregistruojama ekstremali oro temperatūra (Galvonaitė, 2007).

Metodologija ir metodika

Šiuolaikiniuose meteorologiniuose modeliavimo darbuose retai kada pavyksta išvengti didelės apimties skaičiavimų naudojant gausią įvairaus tipo ir įvairaus formato informaciją. Taigi vykdant modeliavimo darbus pagrindine pagalbine priemone tampa geografinės informacinės sistemos (GIS), kurios leidžia atlikti sudėtingus ir didelės apimties skaičiavimus per sąlyginai trumpą laiką panaudojant meteorologines geoinformacines duomenų bazines. Visą modeliavimui skirtą informaciją galime suskirstyti į du pagrindinius tipus: erdvinę ir atributinę. Meteorologinėse geoinformacinėse duomenų bazėse erdvinę informaciją sudaro meteorologiniai objektai bei jų padėtis erdvėje. Kaip ir kitose geoinformacinėse duomenų bazėse, erdviniai meteorologiniai objektai būna trijų tipų: taškiniai, linijiniai bei sričių. Taškinis tipas tai konkretūs objektai, esantys erdvėje ir turintys vieno taško koordinatę (postai, meteorologijos stotys). Linijinis tipas tai erdvėje esantys objektai, sudaryti iš tarpusavyje linija sujungtų taškų ir turintys tam tikrą ilgį (pavyzdžiui, izolinijos). Srities tipas tai erdvėje išsidėsčiusi visuma taškų, sujungtų linijomis bei sudaranti tam tikro ploto uždara sritį (pavyzdžiui, klimatinės zonos ir pan.).

Naudojama programinė įranga ArcGIS 10.2, sudarant erdvinę duomenų tinklą naudoti meteorologinių stočių rodikliai 1971 – 2000 m. laikotarpyje: vidutinė metinė, liepos ir sausio mėnesio oro temperatūra (°C), vidutiniai metiniai krituliai (mm), audrotumui, vidutinis dienų skaičius kai vėjo greitis buvo daugiau kaip 15m/s (arba lygu), rūko ir perkūnijos trukmės (val.). Naudojami ir senieji Justo Kažio kažkada ranka bražyti ir paskui skaitmenizuoti bei į geoportalą patalpinti klimatiniai žemėlapiai.

Skaitmenizuojant esamus analoginius žemėlapius taikomos skenavimo arba digitalizavimo ir vektorizavimo technologijos.

Vaizdų automatizuotam vektorizavimui reikalinga:

- Programinė įranga, automatizuotam vektorizavimui
 - Aukštos kokybės skenuotų žemėlapių (linijos, tekstas ir simboliai turi būti aiškūs)
 - Kvalifikuoto operatoriaus
 - Vektorizuojant reikia atlikti daug redagavimo darbų
 - Rastras turi būti skaidomas į tris kategorijas: kontūrai, galimi simboliai, triukšmas.
- Suskaidžius rastrą į kategorijas, kontūro kategorija vektorizuojama ir atpažįstami simboliai.

Esminė geografinių informacinių sistemų savybė yra erdvinės informacijos sąsaja su atributine informacija. Kiekvienas erdvės objektas gali turėti reikiamo dydžio atributinę duomenų bazę su reikiamais duomenimis. Meteorologinėse duomenų bazėse tai gali būti ne tik automatiškai GIS programinėmis priemonėmis apskaičiuojami objektų duomenys (pavyzdžiui, meteorologinių stočių koordinatės, apimamų teritorijų plotai), bet ir bet kokia kita papildoma informacija, kurią GIS vartotojas gali savarankiškai įtraukti į atitinkamų objektų atributinės informacijos duomenų bases.

Skaitmenizuojant dalį žemėlapių informacijos labiau tinka digitalizavimo technologija. Skenuojant žemėlapis suskirstomas taisyklingu tinkleliu. Priklausomai nuo nuskaitomo žemėlapių tipo sudaromas pustonų arba nespaltotas rastras. Skenavimo ir vektorizavimo technologijos privalumai:

- Rastras orientuojamas vieną kartą
- Galimybė skaitmenizuoti informaciją dalimis
- Skaitmenizuotus objektus patogiau kontroliuoti
- Rastre dažnai būna papildomos informacijos vartotojams. (A. Kumetaitienė, A. Stanionis, 2008)

Loginis modelis skaitmeninio žemėlapių sudarymo sistemoje realizuojamas erdviųjų

duomenų modeliais. Erdvinių duomenų modelis nustato taisykles, pagal kurias aprašomi objektai, turintys padėtį erdvėje. Visose skaitmeninio žemėlapių sudarymo sistemose taikomas kuris nors teorinis erdvinių duomenų modelis, kuris nusako, kaip objektai išsidėstę erdvėje. Teorinis erdvinių duomenų modelis (vektorinis ir topologinis, rastrinis, tinklinis, paviršiaus) apibrėžia skaitmeninio žemėlapių sudarymo – sistemos koncepciją. Neskaitant pasirinkto teorinio erdvinių duomenų modelio realizavimo programinėje įrangoje būklės tenka spręsti duomenų sandaros problemas, susijusias su duomenų saugojimu (pavienių duomenų bazių) duomenų atnaujinimu (atnaujinamas sluoksnis arba sluoksnių dalys) duomenų analize ir manipuliavimu (įvairiapusė analizė dažniausiai pasirenkamas analizės tipas) duomenų sudarymo kontrole ir vaizdavimu.

Linijiniai objektai meteorologinėse duomenų sistemose izolinijos. Labai tiksluose žemėlapiuose šie objektai iš linijinių tampa srities tipo geoinformaciniais duomenimis, tačiau ir čia yra kitų meteorologijoje naudojamų linijinių objektų. Linijiniai objektai dažniausiai apibrėžia izolinių pasiskirstymą.

Klimatinių žemėlapių duomenų sudedamieji komponentai:

- Geometrinių parametrų, nurodančių kiekvieno taško ar linijos padėtį trimatėje erdvėje.
- Topologinių duomenų, nurodančių, kaip tiesės ir sankirtos yra sujungtos tarpusavyje.
- Eiliškumo duomenų, nurodančių konkrečią vietą išilgai teotorijos.

Linijinių objektų tikslumas taip pat priklauso nuo topografinio pagrindo detalumo. Taškiniai objektai meteorologinėse geoinformacinėse sistemose turi vieną konkrečių koordinatų (pavyzdžiui, platumos ir ilgumos) apibrėžtą tašką erdvėje; tai meteorologinės stotys bei postai, kiti įvairių meteorologinių matavimų taškai. Taškiniai objektai gali turėti ne

tik konkrečią atributinę informaciją apie savo koordinates, pavadinimą, identifikatorių, bet ir platų duomenų spektrą. Ši ypatybė dažnai būdinga ilgalaikės stebėsenos tinklo taškams, įvairioms meteorologijos stotims, kaupiami įvairūs duomenys, svarbūs apskaičiuojant vidutinį kritulių kiekį, vidutinę metinę arba mėnesinę temperatūrą, rūko ir perkūnijos trukmes ir kt.

Svarbu, kad kiekvienas erdvėje atidėtas taškinis objektas savo atributinių duomenų lentelėje turėtų kuo išsamesnę bei tvarkingai suklasifikuotą informaciją. Taškiniai sluoksniai, kaip ir visi kiti geoinformaciniai sluoksniai, turi duomenų. Naudojant GIS programines priemones atliekama taip suklasifikuotų duomenų erdvinių ryšių analizė tarp tiriamojo sluoksnio.

Norint gauti taisyklingą tinklą naudojami erdviniai interpoliavimo metodai. Erdvinis interpoliavimas yra būdas, kuriuo iš diskrečių duomenų (skaitmenintų izolinijų, vietovės imčių duomenų ir kt.) gaunami tolydūs paviršiai. Interpoliacija yra nematuotų vietų atributų reikšmės numatymo procedūra pagal matavimus, atliktus srities, kurioje surinktos atrankinės imtys, viduje. Reikšmių numatymas srities, kurioje surinktos imtys, išorėje, vadinamas ekstrapoliavimu.

Interpoliacija naudojama taškiniams duomenims konvertuoti į ištisinį paviršiaus modelį. Ištisinius paviršiaus modelius galima palyginti tarpusavyje.

Interpoliuojama, kai:

- Atskiri paviršiaus modeliai yra skirtingos skiriamosios gebos, ir, norint juos palyginti, reikia pakeisti tinklinio modelio ląstelių dydį arba orientaciją, pavyzdžiui, skenuotų duomenų (vaizdai, aerofotografijos) konvertavimas, transformavimas į kitą koordinatinių sistemą, skenuotų vaizdų mozaikos sujungimas į vientisą vaizdą;
- ištisinis paviršiaus modelis perskaičiuojamas iš vieno duomenų modelio į kitą, pavyzdžiui, vaizdų mozaikos perskaičiavimas į kitą mozaiką arba kai nereguliarus trikampių tinklas perskaičiuojamas į stačiakampių tinklinį modelį;

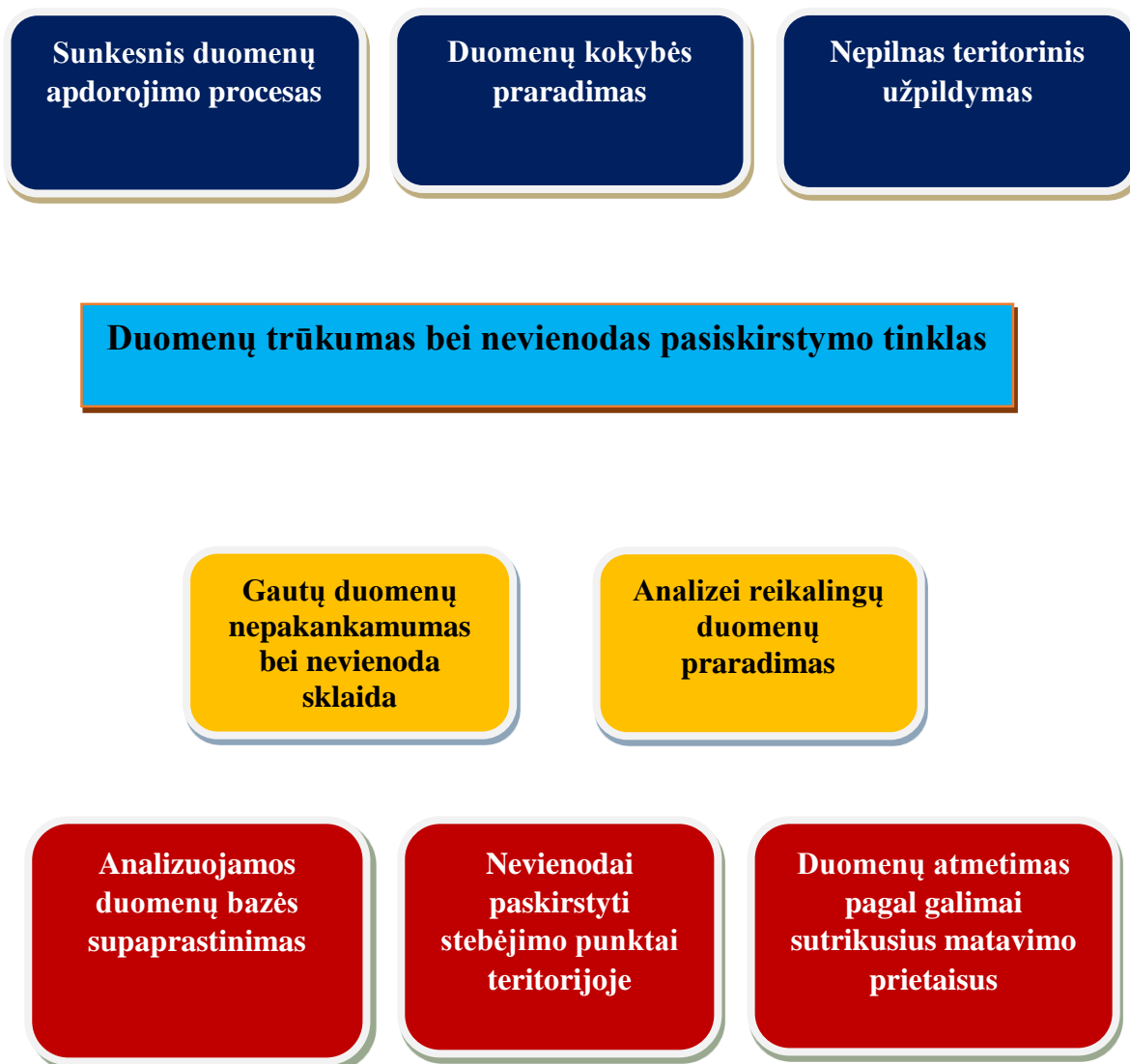
- turimi duomenys ne visiškai padengia dominantę paviršių, tuomet trūkstamos teritorijos paviršius išskaičiuojamas, naudojantis jau turimais duomenimis. (G. Beconytė, 2006)

1.1 Lentelė. Detalizuotos tyrimo veiklos uždaviniams bei taikomų metodų stiprybės – silpnybės

Uždaviniai	Veikla	Duomenys	Taikomi metodai	Stiprybės	Silpnybės
Išanalizuoti skaitmeninius ir archyvinius duomenis	Duomenų rinkimas	Skaitmeniniai duomenys	Matematiniai	Tikslūs duomenys	Galima paklaida
	Duomenų vaizdavimas	Skaitmeniniai duomenys	Kartografiniai metodai	Teritorinis vaizdas	Generalizuoti duomenys
Nustatyti duomenų patikimumą, sklaidą, bei teritorinį paplitimą	Kartografinių šaltinių analizė	kartografiniai	Kartografiniai	kartografinių duomenų pritaikymas	Informacijos trūkumas
	Statistinių duomenų analizė	statistiniai	Matematiniai	Pritaikymas	Maža informacijos
	Skaitmeninė analizė	statistiniai	Kartografiniai, matematiniai	Didelis šaltinių kiekis	Per daug neapdorotų duomenų
Įvertinti turimų rodiklių pokyčio įtaką tolimesnei analizei	Literatūros analizė	Mokslinė literatūra	Literatūros analizė	Turimos patirties pritaikymas	Per didelis kiekis informacijos
	Statistinių duomenų analizė	Statistiniai	koreliacinis	Parengtas pagal agal	Esminių duomenų rodiklių nesuderinamumas

				matematinį principą	
	Kartografinė analizė	kartografiniai	statistinis	Naudinga informacija ateityje	Mažai naujų šaltinių

1.2 Lentelė. Duomenų bazės sudarymo probleminių ryšių medis.



1.3 Lentelė. Deterministinių ir stochastinių metodų siskirstymas

Lokalūs	
Deterministiniai	Stochastiniai
<i>Atvirkščiai proporcingo atstumo metodas</i> (salyginai tikslus) <i>Splainas</i> (salyginai tikslus)	<i>Krigingas</i> (tikslus)

Deterministiniai modelių interpoliavimo rezultatas skiriasi nuo stochastinių tikslumo atžvilgiu. Lokalų polinomų interpoliacija vertina paviršių pagal vienas po kito esančius pasiskirtymo tinklo taškus, skaičiavimam naudojant tk artimiausių taškų reikšmes.

Paviršiaus interpoliavimas susideda iš keturių etapų;

- Artimiausių taškų radimas
- Teritorijos apie interpoliuojamą tašką dydžio radimas
- Metamatinio modelio pasirinkimas (reikalingas apskaičiuoti paviršiaus reikšmei pagal turimus taškus)
- Modelio (paviršiaus) reikšmės radimas

Lokalus metodas naudoja taškus su žinomomis reikšmėmis, kad būtų galima prognozuoti nežinomą reikšmę, todėl gali būti laikomas tikslu. Lokaliems prikimami splainas, krigingas, bei IDW.

Lokaliais interpoliavimo metodais vadinami tokie metodai, kurie paviršiaus reikšmėms skaičiuoti naudoja artimiausius duomenų taškus. Paviršiaus interpoliavimas susideda iš šių etapų:

- Analizuojamos teritorijos dydžio apie interpoliuojamą tašką radimas;

- Artimiausių duomenų taškų suradimas;
- Matematinio modelio pasirinkimas paviršiaus reikšmei apskaičiuoti pagal turimą ribotą aplinkinių taškų skaičių;
- Skaitmeninio reljefo modelio paviršiaus reikšmės radimas. (G. Beconytė, 2006)

Paviršiaus modeliavimo metodai gali būti suskirstomi į dvi grupes pagal skaičiavimams reikalingus modeliavimo parametrus: metodus kurie duomenų analizei naudoja variogramas (krigingas) bei metodus kurie naudoja taškų svorius (splainas „spline“, svorio metodas „IDW“). Svorio metodas – tai paviršiaus modeliavimo metodas, kai pradiniais taškų aukščiams priskiriami svoriai, kurie yra atvirkščiai proporcingi atstumui iki skaičiuojamo taško. Dėl to kuo labiau yra nutolęs taškas, tuo mažesnis svoris yra jam priskiriamas (Johnston and others, 2001). Svorius naudoja deterministiniai interpoliavimo metodai, o stochastiniai reikšmių radimui naudoja variogramas.

Variograma (semiviagriograma) – funkcija, parametrinė, naudojama artimų taškų aukščių koreliacijai, statistiniai priklausomybei nustatinėjant. Variograma naudojama rasti optimaliausius erdvinis sprendimus, įvertinti objektų padėtį ir dydį.

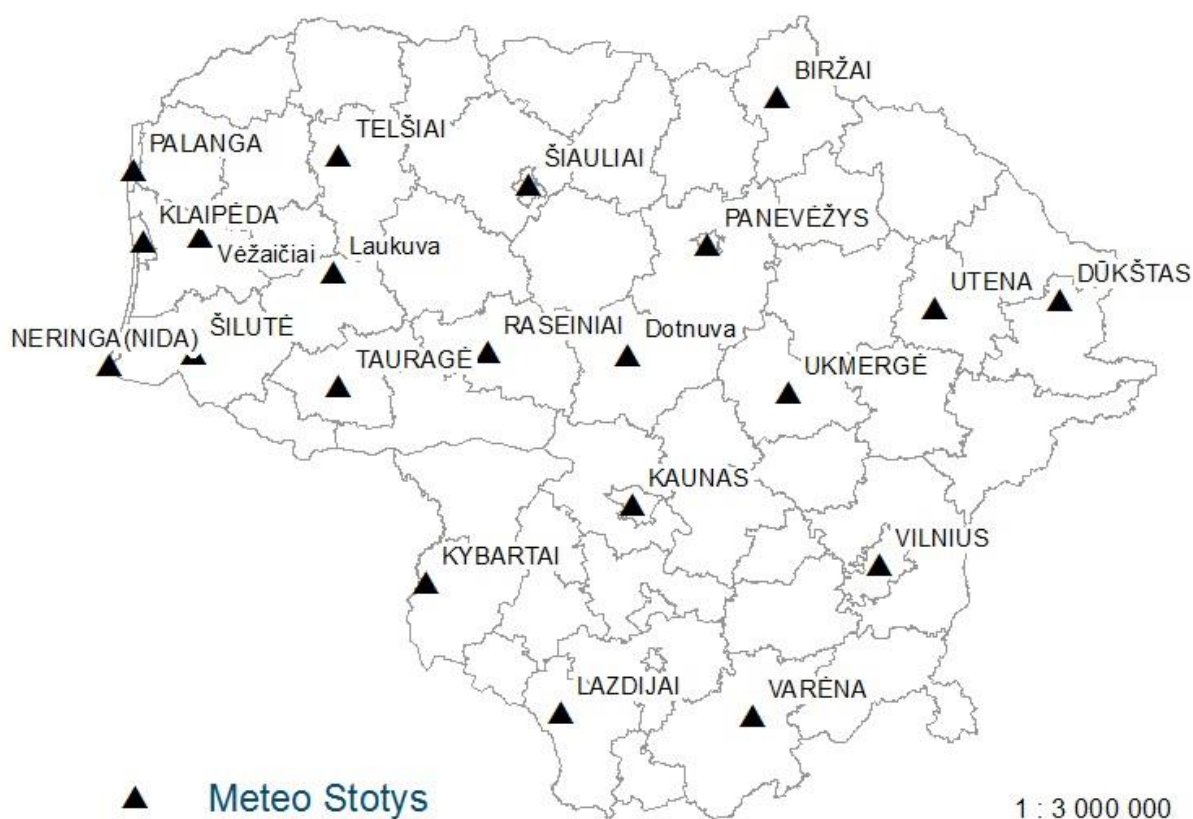
Stochastiniai modeliavimo metodai – kringas

Aplinkos ir gamtos mokslų mokslininkai bei pedagogai (dirvožemio mokslo specialistai, geografi, meteorologai), kringą naudoja optimaliai įvairių vietų interpoliacijai, sudarant žemėlapius. Pirmieji tokiu būdu kringą panaudojo Burgessas ir Websteris (1980 m.). Vėliau kringas buvo naudojamas ūkininkavimo srityje. Naudojant kringo metodą interpoliuojama reikšmė pagrįdė priklauso nuo dviejų veiksnių: trendo bei papildomo kintamumo elemento. Kylant nuo jūros aukštyn į kalnus, turėsite aiškiai išreikštą altitudės trendą. Tačiau tikrasis vietovės reljefas svyruos: kils aukštyn ar leisis žemyn kirsdamas upės slėnius, bus daugybė kalvų ir įdubų.

Krigingo interpoliavime yra teigiama, kad apie tendą svyruoja autokoreliuota erdvėje atsitiktinė paklaida. „Atsitiktinė“ reiškia tai, kad svyravimai iš anksto nežinomi. Nors šis metodas plačiai naudojamas jis turi trūkumą – skaičiavimo sudėtingumą (Heinrich, 1994).

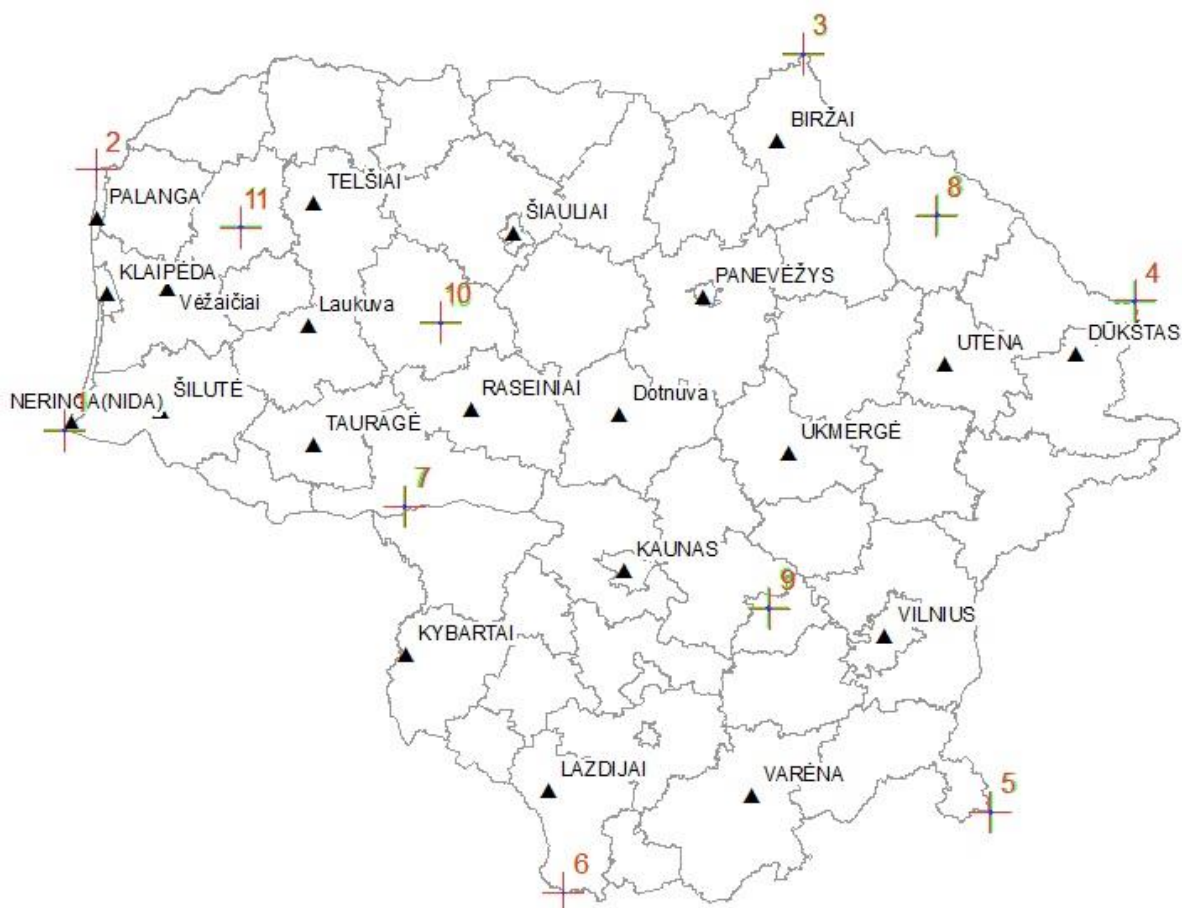
Naudojamas Meteorologinių stočių tinklas susideda iš 21 stoties, atitinkamai svyruoja tarp 18 – 21 priklausomai nuo turimų duomenų kiekio. Stotelių kiekis skiriasi kiekvienam žemėlapiui, kai kuriuose žemėlapiuose nėra tokių stočių kaip Palangos aviacinė meteorologinės arba Vėžaičių matavimų stoties. Arba tose kai kurie duomenys nebuvo gaunami, arba dėl gedimų ar techninių kliūčių duomenys buvo sugadinti.

Meteorologinių stočių tinklas



1.1 Pav. Meteorologinių stočių tinklas Lietuvos teritorijoje

Naudojant skaitmenizuotus senuosius klimatinius žemėlapius iš Geoportalo ir norint juos pritaikyti GIS'o aplinkoje reikia pririšti georefecinių duomenis. Žemėlapių pririšimui prie LKS1994 koordinacių sistemos buvo pasirinktas 13 taškų (1.2 pav.) iš kurių atitinkamai kiekvienam žemėlapiui buvo palikti visi atmesti labiausiai neatitinkantys.



1.2 pav. Žemėlapių pririšimui skirtų taškų tinklas

ANALIZĖ

Iš kiekybinių duomenių gautą statistinių paviršių pasiskirstymą galima pavaizduoti: kartogramomis – vaizduojami kiekiai tam tikrose teritorijose; dažimetriniais žemėlapiais – daugiausia vaizduojamos vienodo kiekio sritys, neatsižvelgiant į teritorijų ribas; izolinijų žemėlapiais – parodomi patys kiekiai, kiekio gradientai ir kiekio pasiskirstymas. Izopletos ir izolinijos – tai tam tikras skaitines vertes turinčių linijų rinkiniai, vaizduojantys absoliučią ir santykinę padėtį bei tam tikrą elementų vietą ir gradientą. Izolinijomis vaizduojamas absoliučių verčių skaitinis pasiskirstymas. Šiomis linijomis vaizduojamos vertės gali iš tikro egzistuoti bet kuriame linijos taške (pvz., vienodos altitudės, vienodos temperatūros, vienodo slėgio, vienodo kritulių kiekio ir pan. linijos). Terminas izopleta kilęs iš graikiško žodžio „plethos“, reiškianio „daugybė arba minia“; šios linijos vaizduoja santykinės vertes. Šiomis linijomis vaizduojamos vertės linijų taškuose tikrovėje egzistuoti negali. Izolinijų vertės dažniausiai nustatomos taškų matavimais (pvz., lauko matavimais). Tai yra vaizduojami kontroliniuose taškuose išmatuoti arba nustatyti kiekiai. Pagrindiniai izolinijų braižymo veiksmai: kontrolinių taškų atidėjimas staiakampėje koordinatinių sistemoje; klasių intervalų nustatymas (pvz., aukšio kontūrų intervalo); izolinijų interpoliavimas; žemėlapių dizaino sukrimas (pvz. kokiomis spalvomis ar atspalviais vaizduoti tarpus tarp izolinijų).

Svarbiausia yra įvertinus meteorologinių stočių stebėjimo tinklą, tinkamai pasirinkti ir panaudoti esamus interpoliavimo metodus aregis aplinkoje. Tačiau reikia nepamiršti, kad esant retam metrologiniam tinklui, interpoliavimo metu gautos reikšmės gali salyginai stipriai skirtis lyginant toli viena nuo kitos esančių stočių taškus.

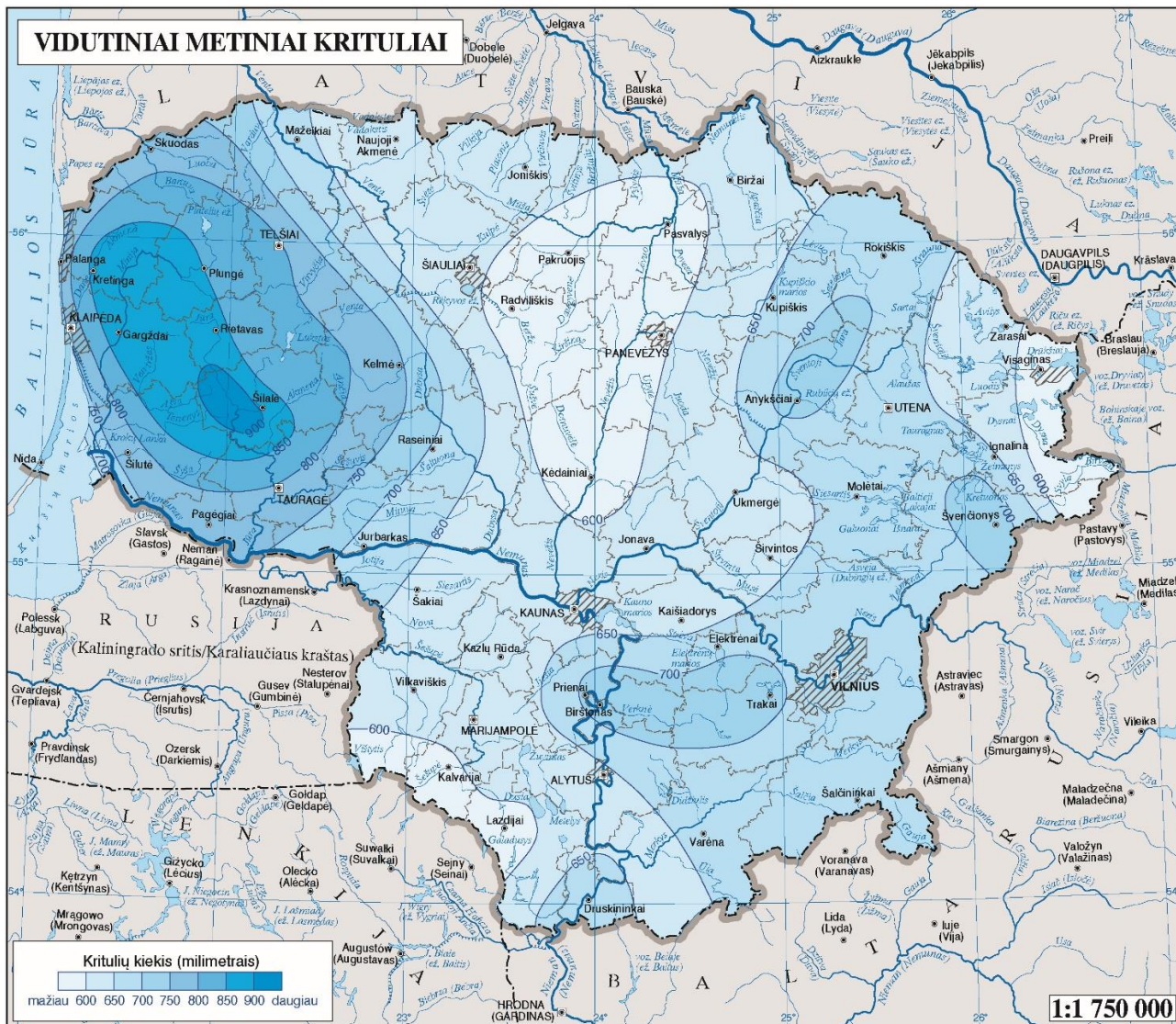
Nustačius prognozavimui reikalingas charakteristikas yra parenkamas vienas iš interpoliavimo metodų – stochastinis arba deterministinis (krigingas arba splainas atitinkamai).

Tačiau tinkamiausias ir lyginant žemėlapius artimiausiai interpoliavimo metodas išlieka krigingas. N. Nikalovos ir S. Vassilev, 2004 ir K. Petraitytės, 2009 atliktais tyrimais, kurie parodė, kad tiksliausi rezultatai interpoliuojant įvairius klimatinius rodiklius tam tikrai vietai, buvo gaunami naudojant krigingo interpoliavimo metodą.

Vidutinių metinių kritulių žemėlapių lyginamoji analizė

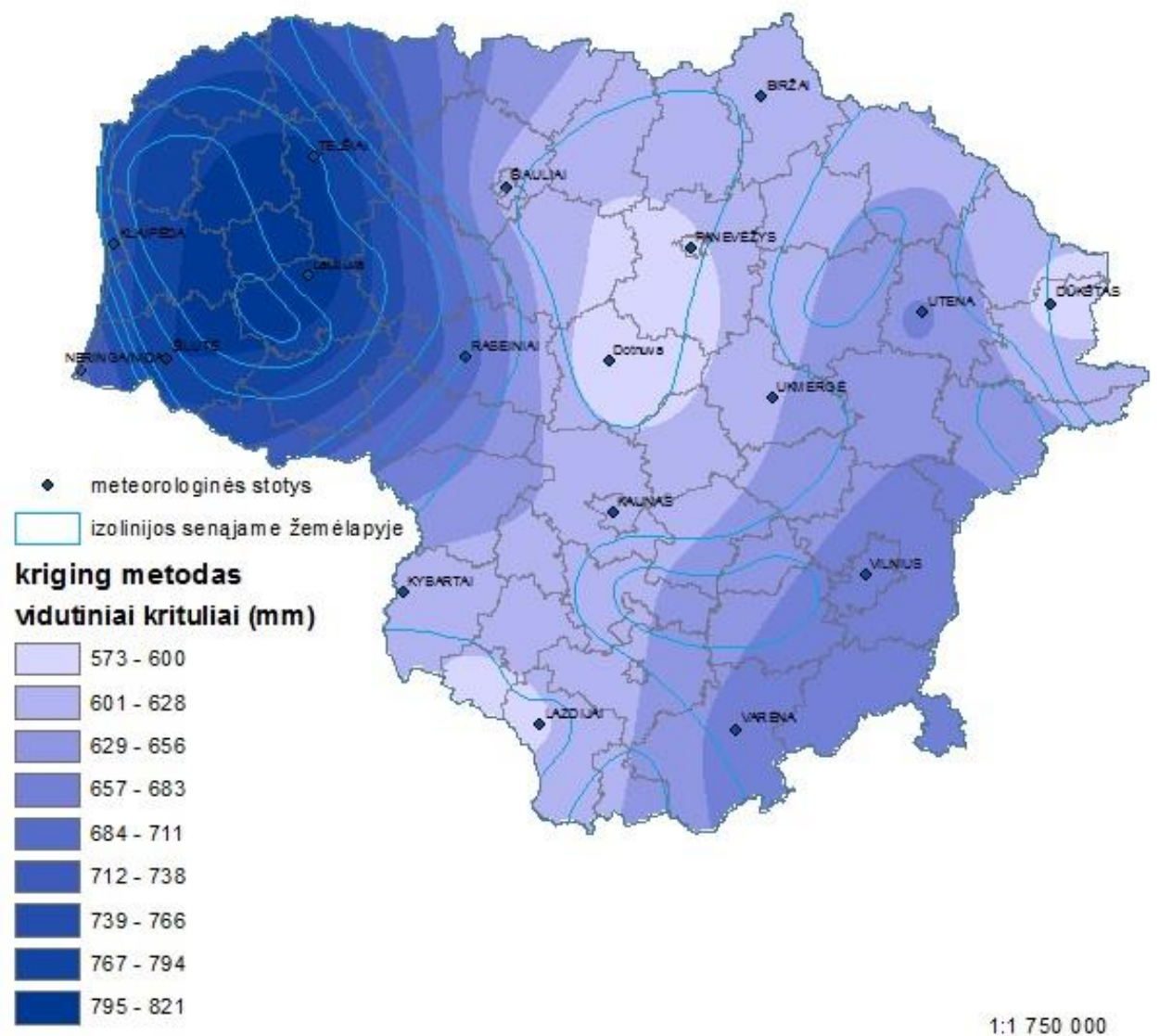
Lietuvoje vėjui, taip pat ir kritulių pasiskirstymui įtakos turi vyraujančios oro masės ir reljefas. Vidutinis ir metinis stiprių vėjų bei kritulių kiekis Lietuvoje nevienodas. Didžioji dalis kritulių iškrenta pietvakariniuose ir vakariniuose Žemaičių aukštumos šlaitų regionuose. Kadangi drėgnos jūrinės oro masės atslinkusios iš vakarinės pusės yra priverstos kilti Žemaičių aukštumos šlaitais, silpnėja vėjas, orui atvėsus aktyvėja debesodara, iškrenta daugiau kritulių. Todėl atitinkamai galima daryti išansktinę prielaidą, kad šiame regione esančių stočių vidutiniai klimatiniai duomenų rodikliai ženkliai skirsis nuo kitų Lietuvoje esančių stočių. Esant didialiam duomenų sklaidos skirtumui izolinijų grupių visuma šioje teritorijoje bus daugiau labiau sukoncentruota. Pažvelgus į pradinį Lietuvos vidutinių metinių kritulių kiekio žemėlapi (2.1 pav.) Prielaida iškart pasitvirtina. Lietuvos vakarinėje dalyje izolinijų tinklas daug tankesnis, didžiausia dalis kritulių išmatuota Laukuvoje 821 mm. Izolinijos reikšmė aplink siekia 900 mm. ribą. Meteorologinių stočių tinklą sudaro 18 skirtingų erdvinių taškų. Sudarinėjant naują žemėlapi GIS aplinkoje, naudojamas krigingo interpoliacijos metodas (2.2 pav.). Pradiniame žemėlapyje izolinijų žingsnis parinktas kas 50 mm. tuo tarpu naudojant krigingo metodą gis'inėje aplinkoje izolinijų žingsnį ir klasifikacijų skaičių programa pasirenka automatiškai pati. Žingsnio intervalas kas 27 mm. ir 9 skirtingas atspalvių klasifikacijas. Automatizuotu būdu izolinijos apie Dotnuvos ir Panevėžio stočių taškus apibrėžtos daug mažesniu intervalu nei tai buvo atliekama operatoriaus rankiniu būdu, tai yra dėl pasirenkamų intervalų skirtumos. Norint pakeisti interpoliacijos žingsnį ir intervalų skaičių bei sulyginti jį su pradinio žemėlapi parametrais tuomet krigingo metodu gautos izolinijos visiškai nebeatitinka pradiniam žemėlapiui. Intervalas tampa per didelis ir atitinkamai naujai išbrėžtos izolinijos praranda savo reprezentatyvumą. Mažų reikšmių stotys

atitinkamai išsiskiria griežtu fiksuotu mažos apėrties plotu kuris nei atspindi galimos situacijos nei vizualiai patrauklus.



2.1 pav. Lietuvos vidutinių metinių kritulių kiekis (milimetrais), 1970 – 2000 m.

Vidutiniai metiniai krituliai



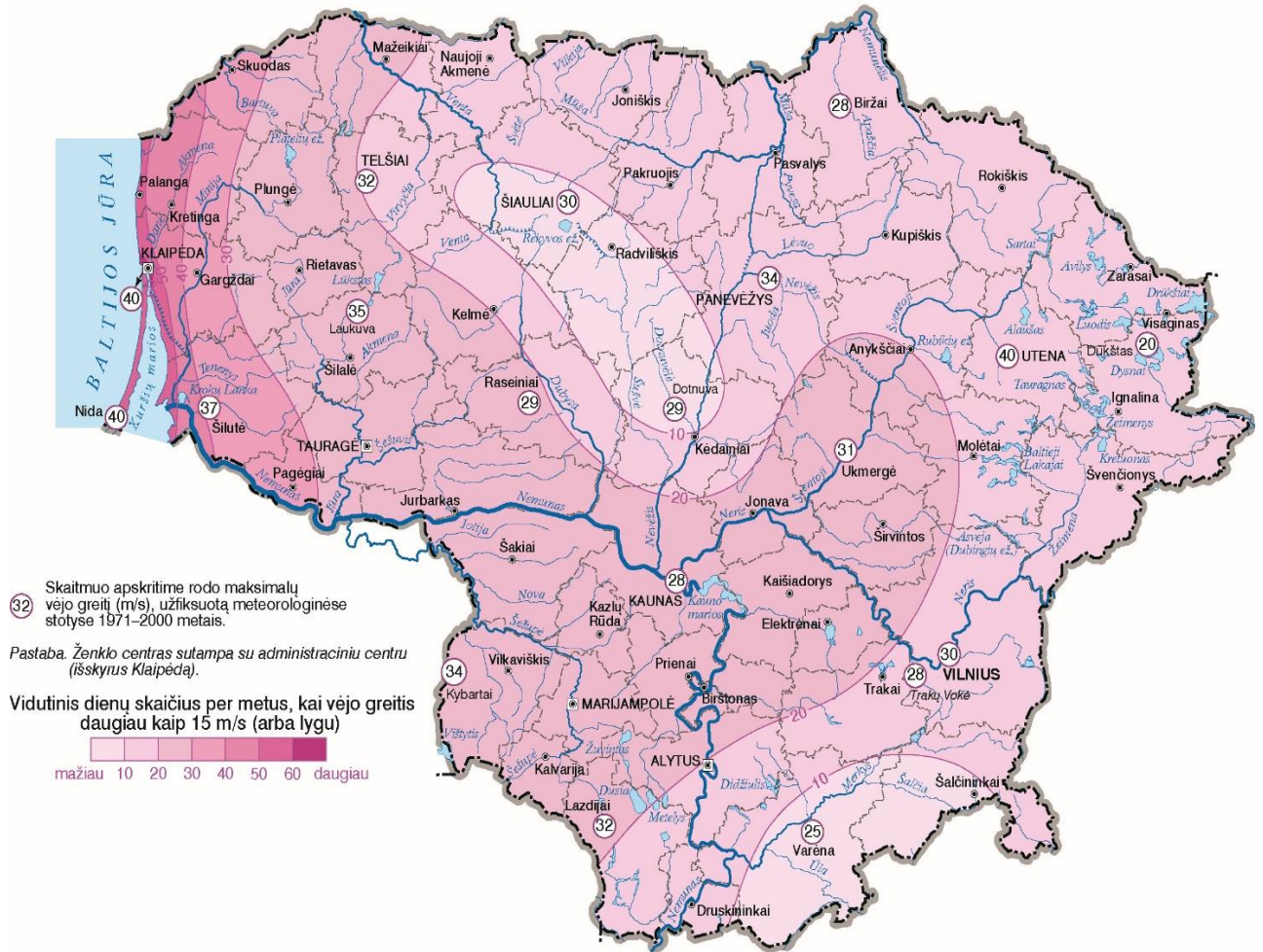
2.2 pav. Automatizuotai sudarytas Lietuvos vidutinių metinių kritulių (mm) žemėlapis automatizuotas krigingo metodu.

Operatorius braižydamas klimatinius žemėlapius minimaliai įvertina ir Lietuvos reljefo aspektus. Atitinkamai prie aukštumų šlaitų operatorius pasirenka izolinijų tinklą daryti daug tankesnį ir linijų kryptį stengiasi atitinkamai pritaikyti lygiagriačiai paviršiaus kaitai. Izohietų išsidėstymas automatizuoto krigingo metodu niekaip neatsižvelgia į paviršiaus nelygumus ir jų išsidėstymas pagal statiškumą imtį atitinka tik pagal turimus stočių duomenis o net jei ir norint pritaikyti kokį nors paviršiaus reljefo modelį, kad gauti tikslesnius ir žemėlapius tampa per daug sudėtinga ir

reikalauja nemažai resursų. Tokiam procesui atitinkamai reikia investuoti daugiau laiko ir atlikti nemažai skaičiavimų ir rezultatų tikslumas neaišku at būtų korektiškas. Todėl operatoriui atliekant šiuos veiksmus ranka ir įvertinant reljefą pagal turimas žinias, tampa parasčiau koreguoti izohietų poziciją.

Audrotumo žemėlapių lyginamoji analizė

AUDROTUMAS

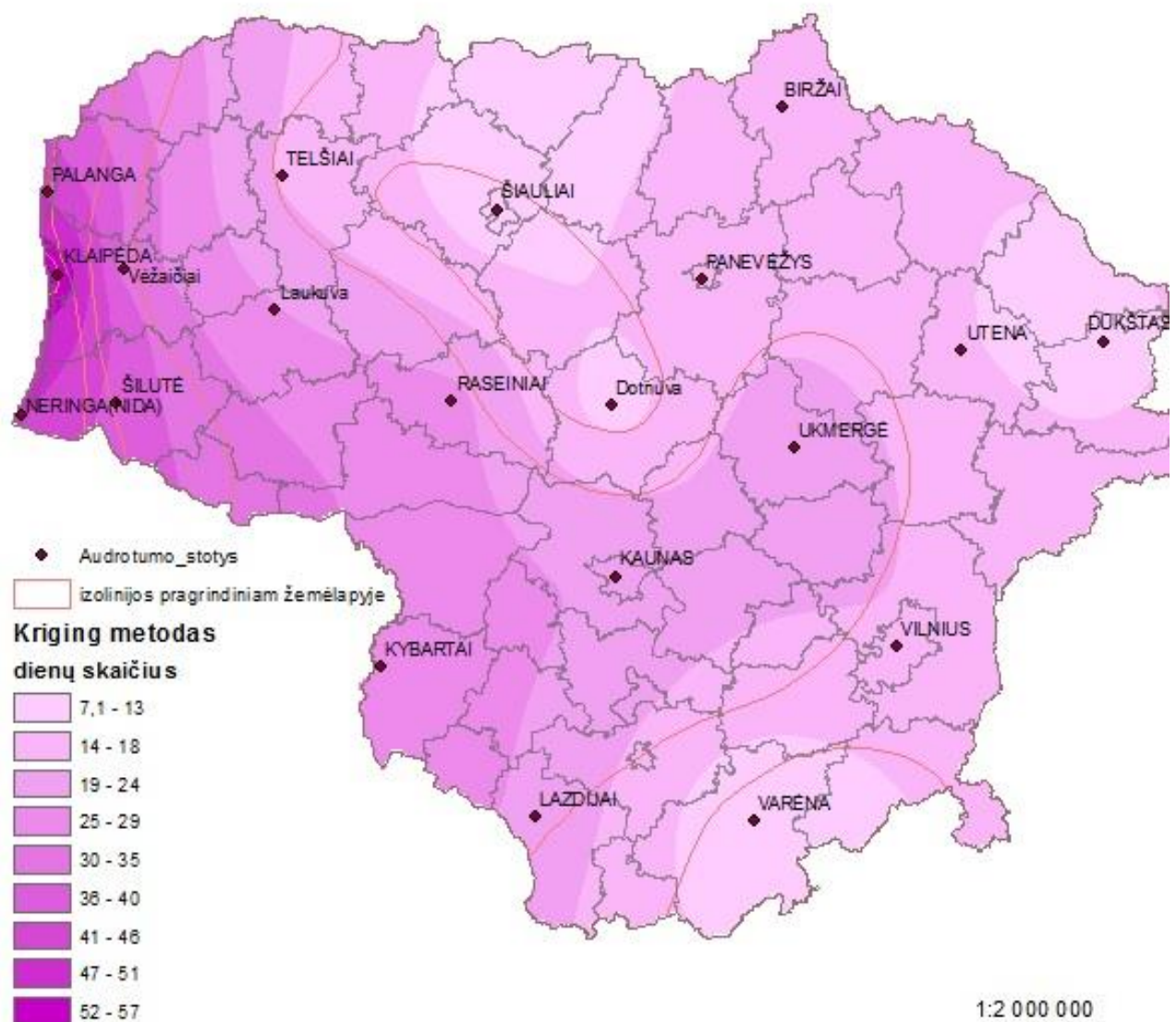


3.1 pav. Lietuvos audrotumo žemėlapis, vidutinis dienų skaičius per metus, kai vėjo greitis daugiau kaip 15m/s (arba lygu) 1971 – 2000 m..

Audrotumo žemėlapis kuris susidaro iš 20 meteorologinių stočių postų išdėstytų kaip erdviniai taškai žemėlapyje ir izolinijos atvaizduoja vietas su dažniausiai pasikartojančių dideliais vėjo greičiais. Pradiniame žemėlapyje taip pat pavaizduoti maksimalūs užfiksuoti vėjo greičiai kiekvienoje stotyje, tačiau šie duomenys atliekant tyrimą nebuvo naudojami, nes jų aktualumas atliekamam tyrimui įtakos neturi todėl ir nebuvo atvaizduoti naujai sudarytame

žemėlapyje. Interpoliavimo metodu galima išskirti teritorijas kurios reprezentuoja vidutinį dienų skaičių per metus kuomet vėjo greitis stotyse buvo užfiksuotas didesnis kaip 15 m/s.

Audrotumas



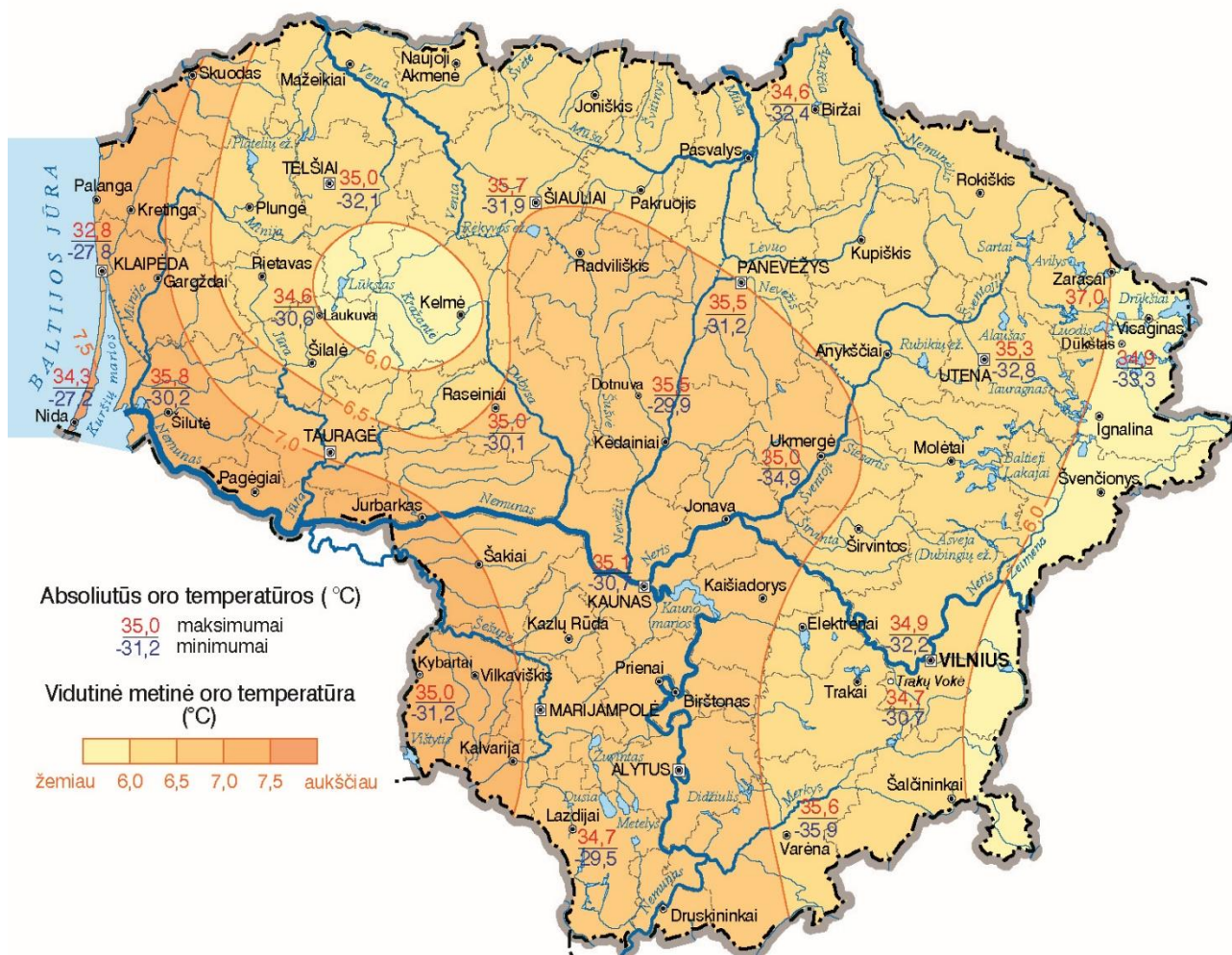
3.2 pav. Automatizuotai sudarytas Lietuvos audrotumo žemėlapis krigingo metodu 1971-2000 m.

Atitinkamai tiek pradiniame (3.1 pav.) tiek naujai sudarytame (3.2 pav.) audrotumo žemėlapiuose aiškiai galima matyti vakarinėje Lietuvos pajūrio dalyje didžiausią dienų skaičių su

stipriais vėjais, atitinkamai už žemaičių aukštumos oro masėms susidūrus su reljefo nelygumais ir praradus didžiąją dalį greičio remiantis Dotnuvos ir Šiaulių stočių duomenimis vos 8 ir 9 dienos per metus kurių metu vėjo greitis buvo didesnis nei 15 m/s. Tuo tarpu išilgai vidurio Lietuvos žemumos atitinkamai matomas didesnis stipresnių vėjų rodiklis. Lyginant šiuos žemėlapius izolinijų panašumas vienas iš didžiausių. Linijų interpoliavimo panašumas labai aiškus, net skiriantis intervalui. Pradiniame žemėlapyje audrotumo dienų žingsnis pasirinktas kas 10 dienų ir 6 klasėmis, o naujame kringo interpoliavimo metodu žingsnis kas antrą kart keičias nuo 4 iki 5 dienų ir standartiškai kaip ir visuose kituose naujai sudarytuose žemėlapiuose pasiskirsto 9 klasifikacijas.

Vidutinės metinės oro temperatūros žemėlapių lyginamoji analizė

VIDUTINĖ METINĖ ORO TEMPERATŪRA

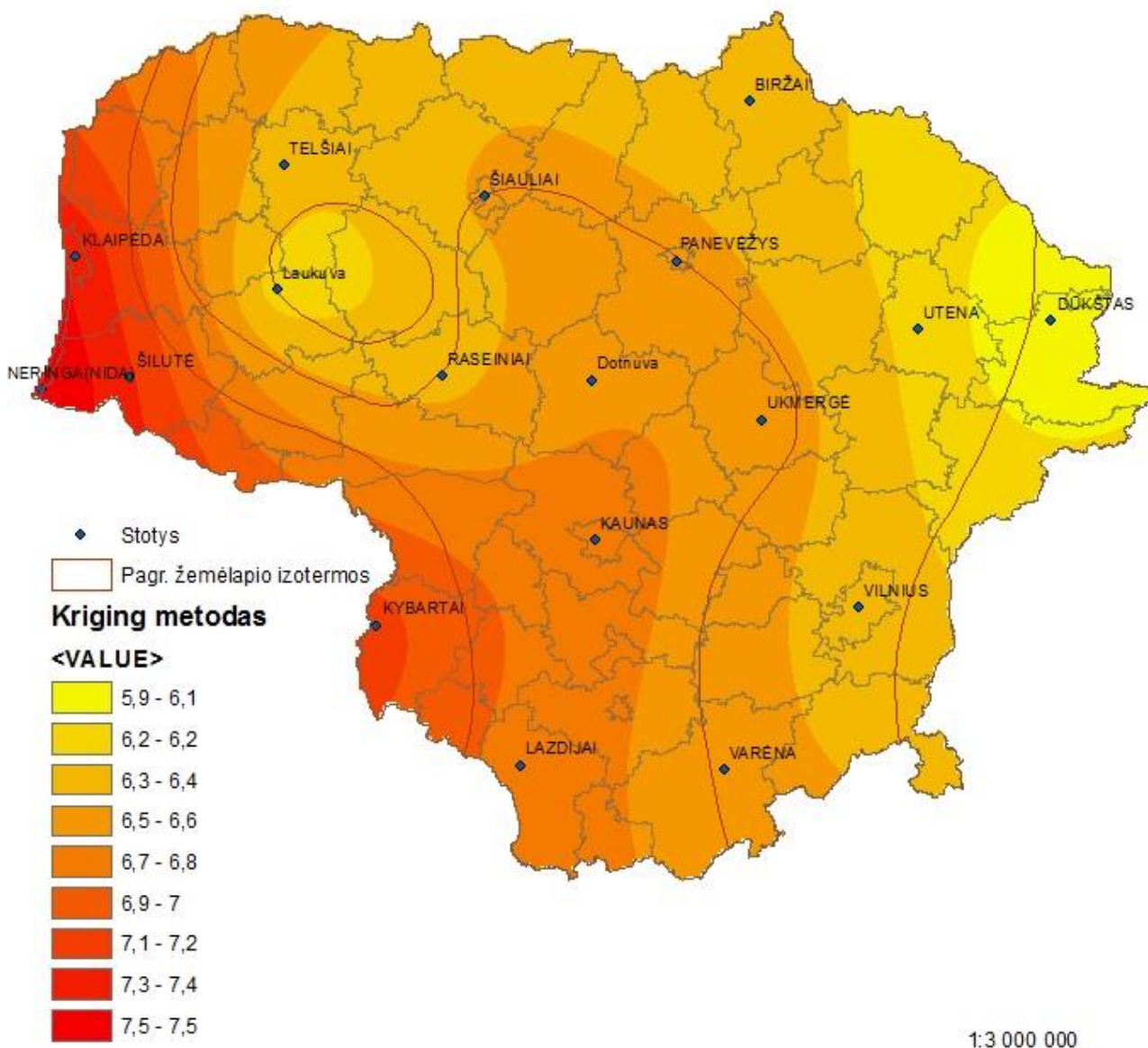


4.1 pav. Lietuvos vidutinės metinės oro temperatūros izotermų žemėlapis, 1971 – 2000 m.

Rankiniu būdu sudarytas Lietuvos pradinis klimatinis metinės oro temperatūros žemėlapis (4.1 pav.) lyginant su automatinio variantu (4.2 pav.) skiriasi tik izotermų išlinkimo pobūdžiu. Krigingo metodu gautos izotermos braižomos interpiuolijant žingsniu vos kas 0,1°C išskiriant 9 skirtingas klases, tuo tarpu pradiniam žemėlapyje izotermoms pasirinktas žingnis daug didesnis 0,5°C ir klasifikuojant vos į 5 skirtingas klases nuo 5,5°C iki 8,0°C. Krigino interpoliacijos metodu

įvertintos klasifikacijos metu sistema matydama, kad yra daug pasikartojančių reikšmių lygių 6.2°C sukūrė papildomą klasę būtent šiam intervalui nuo, kita klasė prasideda jau nuo 6.3°C.

Vidutinė metinė oro temperatūra



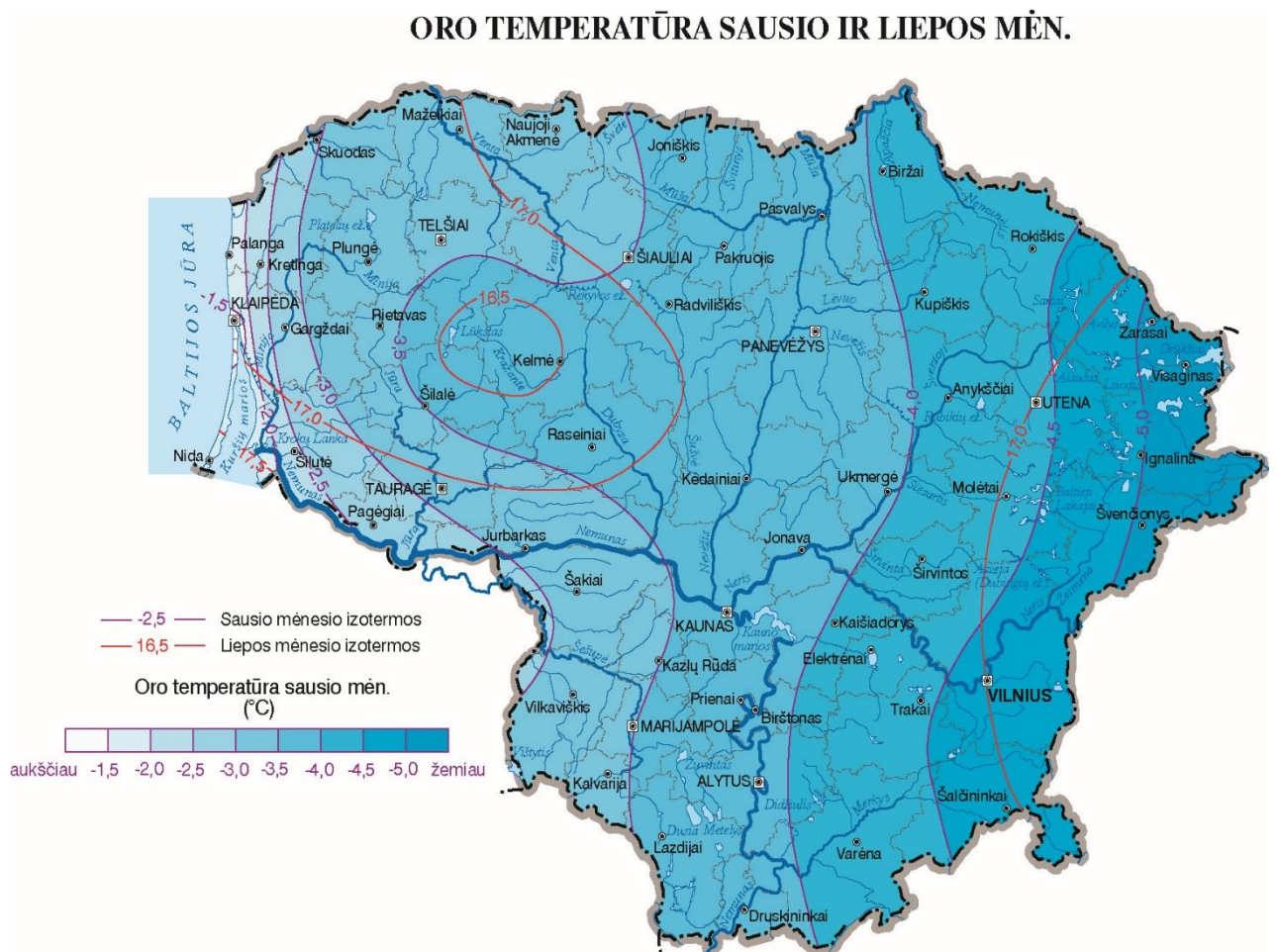
4.2 pav. Automatizuotai sudarytas Lietuvos vidutinės metinės oro temperatūros izotermų žemėlapis, 1971 – 2000 m.

Vidutinių temperatūrų stočių tinklas susidaro iš 18 taškų. Trūksta Palangos stoties duomenų, tačiau notiliese yra Klaipėdos todėl, duomenų kaitai didelės įtakos tai neturi. Taip pat dažnai

operatorius braižydamas ranka pasirenka iš dviejų skirtingų stočių pasirenka vieną, nes interpoliuojant didelės įtakos artimos stotys, ypač su panašiais duomenimis, nedaro.

Vertinant tų pačių žemėlapių skirtingus interpoliacijos metodus galima daryti preilaidą, kad įtakos daugiau duomenų skirtingai sklaidai turi ne pats interpoliavimo skaičiavimo būdas o braižymo metodo pasirinkimas. Nes interpoliuojant duomenys ar stočių tinklas nesikeičia, tačiau keičiasi požiūris braižymo metu kaip pasirinkti linijos reprezentatyumą. Netgi automatizavus kringo metodu galima pakeisti žingsnio dydį arba klasių skaičių ir atitinkamai pasirinkti labiau priimtina vizualinį izolinijų tinklą.

Oro temperatūros sausio ir liepos mėn. žemėlapių lyginamoji analizė

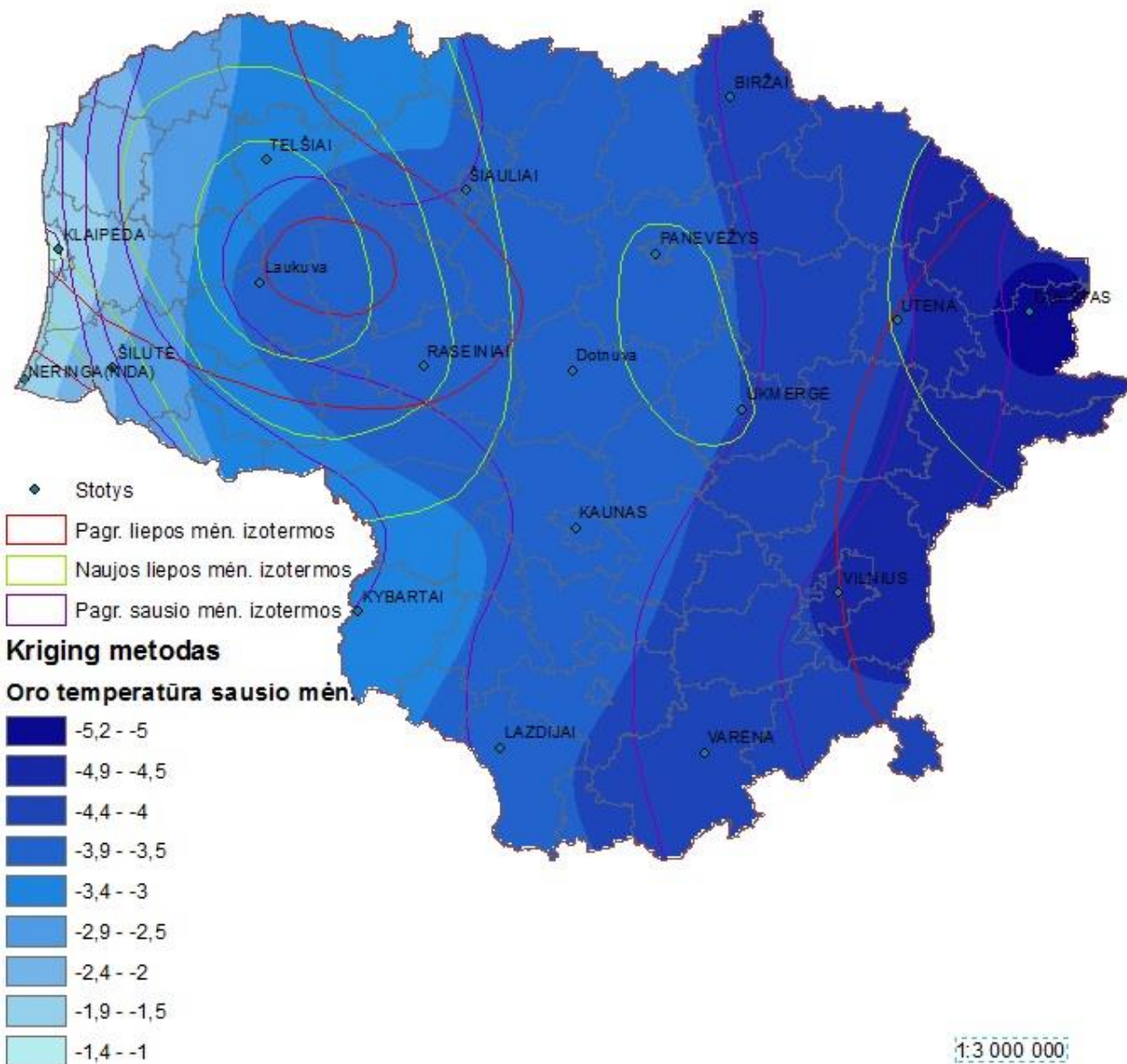


5.1 pav. Lietuvos oro temperatūros sausio ir liepos mėn. izotermų žemėlapis 1971-2000 m.

Meteorologinių stočių tinklą Lietuvos sausio ir liepos oro temperatūros žemėlapiui sudaro 18 stočių. Izotermų žingsnis pradiniame žemėlapyje (5.1 pav) pasirinktas kas $0,5^{\circ}\text{C}$ tiek sausio tiek ir liepos mėnesių temperatūroms. Sausio mėnesio izotermos klasifikuojamos į 9 skirtingas klases, toks pats kaip ir kriginio metodu gautas klasių kiekis. Diapozonas nuo -2°C iki $-5,5^{\circ}\text{C}$. Liepos mėnesio temperatūroms diapozonas vos nuo $16,5^{\circ}\text{C}$ iki $17,5^{\circ}\text{C}$. Ir tik 3 skirtingos klasės. Lyginant naująjį sudarytą žemėlapij kriginio interpoliacijos rezultatas labai panašus į rankiniu būdu braižytų žemėlapio izotermas. Juolab, kad klasifikacijų, tiek ranka braižyto tiek automatizuotu kriginio

metodu sudaryto, skaičius toks pat tik žingsnis nežymiai skiriasi nuo 0,1°C iki 0,3°C, klasės nuo -1°C iki -5.2°C

Oro temperatūra sausio ir liepos mėn.



5.2 pav. Automatizuotai sudarytas Lietuvos oro temperatūros sausio ir liepos mėn. izolinių žemėlapis 1971-2000 m.

Sausio mėnesio duomenų interpoliavimo metodų skirtumas išryškėja tik dėl menko žingsnio skirtumo bei ranka apsirenkamos izotermos brėžimo trajektorijos, tačiau duomenų tikslumas ir reprezentatyvumas labai artimi vienas kitam. Tik Liepos mėnesio izotermų neatitikimas stebėtinai

skiriasi. Didžiausia to prežastimi tampa nedidelė duomenų sklaida ir mažas klasių skaičius. Kuo mažiau klasių krigingo nterpoliavimo metodas skiriasi nuo rankinių būtu braižytų izotermų.

Norint gauti kuo panašesnius žemėlapius tarp skirtingų metodų gis'o aplinkoje reikia keisti krigingo klasių intervalus ir parinkti nepriklausomus vienas nuo kito žingsnius. Tačiau tai ilgas daug laiko atimantis procesas, todėl tokiu atveju paprasčiausia yra viską palikti automatizuotai sistemai ir tik tai įskirtiniu atveju jei nori panaikinti arba papildomai sukurt pridėtinę izotermą žemėlapyje galima keisti klasių skaičių. Dažnai operatoriai netgi šiai dienai sudarinėdami klimatinius žemėlapius GIS aplinkoje ir naudodami šiuos interpoliacijos metodus karts nuo karto patys pakoreguoja dalį gautų rezultatų dėl aiškesnio vaizdo ar didesnio reprezentatyvumo, todėl palikti ir pilnai automatizuoti šį procesą kol kas nėra korektiška.

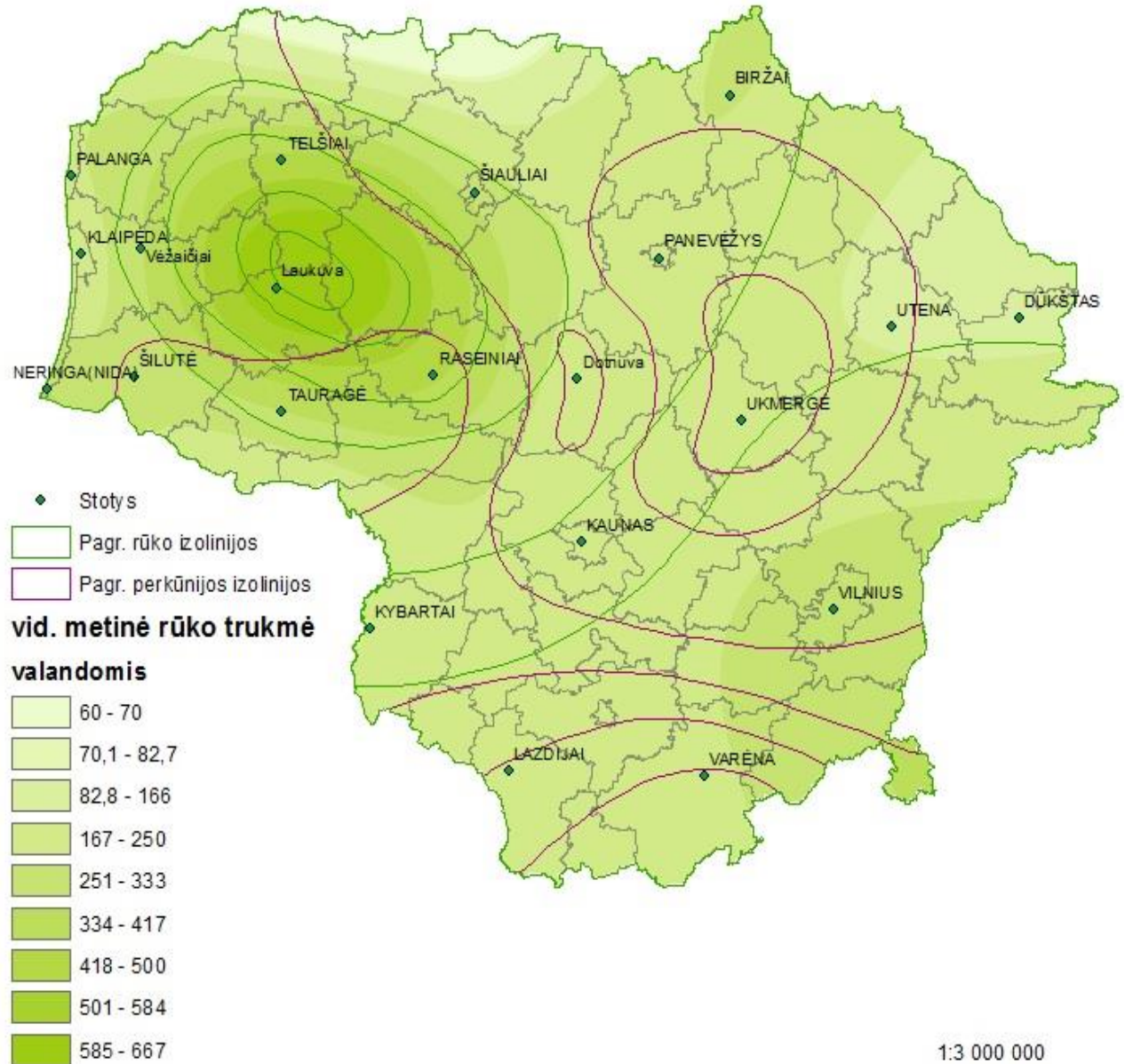
Rūko ir perkūnijos žemėlapių lyginamoji analizė



6.1 pav. Lietuvos rūkų ir perkūnijų vidutinės metinės trukmės (valandomis) žemėlapis, 1970-2000 m.

Rūko žemėlapių stočių tinklą sudaro 21 meteorologinė stotis, o perkūnijų 20 stočių, prie perkūnijų neįeina Palangos aviacijos meteorologinės stoties duomenys. Vidutinė metinė rūkų trukmė valandomis suskirstyta į 6 intervalus, žingsnis kas 100 valandų. Didžiausia rūkų trukmė susikoncentravus ties Žemaičių aukštuma, Laukuvoje netgi 643 valandos.

Rūkas ir Perkūnijos



6.1 pav. Automatizuotai sudarytas Lietuvos rūkų ir perkūnijų vidutinės metinės trukmės (valandomis) izolinių žemėlapis, 1970- 2000 m.

Automatiniu interpoliavimo metodu sudarytų žemėlapių izolinijos dalinai sutampa su pradiniu žemėlapiu. Klasifikuojama tipiškai į 9 skirtingas klases, pasirenkant žingsį kas ~82 valandos. Šis žingsnis dar skiriasi atitinkamai kaip programa įvertina turimus duomenis. Daugiausiai metinė rūko trukmė valandomis pasižymi žemaičių aukštumoje esančių rezultatai. Šis

stočių tinklas sudaro gal tankią izolinių grupę. Nustatant daugiau klasių galima matyti, kaip šis regionas didelį valandų kiekį būna padengtas rūke. Vidurio Lietuvoje šis rezultatas daug mažesnis ir beveik nesiskiria per visą teritoriją.

IŠVADOS

Naudojant automatizuotą interpoliavimo metodą galima daug greičiau, patogiai tikrai reprezentatyviai ir vizualiai išreikšti duomenų sklaidą žemėlapyje, tačiau teigti, kad šis būdas gali būti pilnai naudojamas be žymaus operatoriaus įsikišimo nebūtų galima. Netgi ir po šiai dienai meteorologai sudarinėdami klimatinius žemėlapius renkasi šiek tiek koreguoti gaunamus rezultatus ar išbraižomų izolinijų padėtį koreguodami tam tikrus duomenų modelius.

Kriging interpoliavimo metodu gaunami žemėlapiai geriausiai atspindi senuosius ranka braižytų žemėlapių rezultatus. Izolinijų panašumas labiausiai pasireiškia leidžiant sistemai automatinio būdu parinkti vizualizuojamų klasių skaičių bei intervalo žingsnį. Norint automatinio interpoliavimo rezultatų žingsnį suvienodinti su rankiniu būdu parinktu žingsniu, susiduriama su rezultatų neatikimu. GIS'o interpoliavimo sistema nemato neegzistuojančių duomenų ir intervalus gali pasirinkti tik nuo turimos mažiausios iki turimos didžiausios reikšmės ir neinterpretuoja jei duomenų vienoje ar kitoje vietoje tiesiog nėra.

Norint visiškai pilnai automatizuoti interpoliavimo modotus be operatoriaus įsikišimo reikėtų labai tankaus meteorologinių stočių tinklo, tuo pačiu turėti duomenų ir už analizuojamos teritorijos ribų, įvertinti visus aplinkinius veiksnius ir jau prie turimų duomenų rasti metodą kaip pritaikyti analizuojamo paviršiaus reljefo modelį. Jei nors vieno iš šių dalykų trūkumas, tuomet patyrusio ir kvalifikuoto operatoriaus interpretacija gali būti tikslesnė.

Literatūros sąrašas

- Paul M. Della-Marta, Hubert Mathis, Christoph Frei, Mark A. Liniger, Jan Kleinn and Christof Appenzellera, 2009. *The return period of wind storms over Europe*. Federal Office of Meteorology and Climatology, Switzerland.
- V. Urbanavičius, G. Sližienė, A. Rožkienė. 2008. *Kartografija*. Kauno kolegijos leidykla.
- Institute for Meteorology and Climate Research (IMK), Karlsruhe Institute of Technology (KIT),
- O. Krueger, F. Schenk, F. Feser, and R. Weisse, 2012. *Inconsistencies between long-term trends in storminess derived from the 20CR reanalysis and observations*. Institute for Coastal Research,
- Bukantis A. 1994. *Lietuvos klimatas*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Rimkus E. 1998. *Meteorologijos pagrindai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Vilnius.
- Rimkus E. 1998. *Meteorologijos pagrindai*. Vilnius
- Rimkus E., Bukantis A., Stankūnavičius G. 2006. Klimato kaita: faktai ir prognozės.
- Daly C., Neilson RP., Philips DL. (1994). A Statistical-topographic Model for Mapping Climatological Precipitation Over Mountainous Terrain, *Journal of Applied Meteorology* (33): 130-160.
- Gustavsson T., Karlsson M., Bogren J., Lindqvist S. (1998). Development of Temperature Patterns During Clear Nights, *Journal of Applied Meteorology* : 550-570.
- Kumetaitienė A. (2006). *Skaitmeninio reljefo modelio sudarymas skirtingais geostatistiniais reljefo modeliavimo metodais*.

Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos (2007). *Erdvinė analizė ir modeliavimas*. Mokomoji knyga, Vilnius.

Rimkus E., Bukantis A., Stankūnavičius G. 2006. Klimato kaita: faktai ir prognozės. *Geologijos akiračiai*. 1 (61): 10–20.

G. Beconytė. 2006. Loginiai ir matematiniai metodai geografiijoje *Paskaitų ir pratybų medžiaga geografijos spec. 2 kuros studentams*

A Kumetaitienė, A. Stanionis. 2008. Skaitmeninio žemėlapių sudarymo metodika. Mokomoji knyga, Vilnius.

Smith R.B., 1979. The influence of mountains on the Atmosphere, *Advances in geophysics*

G. Ceidaitė. 2011. Grafika ir vizualizavimas. *Paskaita_kreivės*. VDU. Vilnius

K. Petraitytė. 2009. Meteorologinių rodiklių erdvinio pasiskirstymo vizualizavimas naudojant skirtingus interpoliacijos metodus. Magistro darbas. Vilnius

Kumetaitienė A. 2006. Skaitmeninio reljefo modelio sudarymas skirtingais geostatiniiais reljefo modeliavimo metodais.

Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos. 2007. Erdvinė analizė ir modeliavimas. Mokomoji knyga. Vilnius

Internetinė literatūra:

<ftp://apc.ku.lt/GIS/4paskaita2015.pdf> (paskutinį kartą žiūrėta 2016-05-18)

Lietuva – Kompiuterinė enciklopedija. *Klimatas*. <http://mkp.emokykla.lt/enciklopedija/lt/straipsniai/zeme/klimatas> (žiūrėta 2016 05 17)

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XzCZ4IWhjaIJ:www.kc.gf.vu.lt/Paskaitos/MK/3-Geometrija.ppt+&cd=7&hl=lt&ct=clnk&gl=lt> (paskutinį kartą žiūrėta 2016-05-23)

<http://www.slideserve.com/terentia/interpoliavimas-principai> (paskutinė kartą žiūrėta 2016-05-

20)

Jonas Venčkauskas

SKAITMENINIŲ KARTOGRAFAVIMO METODŲ LYGINIMAS KLIMATINIUOSE ŽEMĖLAPIUOSE

Santrauka

Meteorologai sudarinėdami klimatinius žemėlapius anksčiau juos braižydavo ranka. Kol nebuvo šiuolaikinių kompiuterinių geografinių informacinių sistemų pagrindinių žemėlapių gamyba buvo ilgas procesas. Interpoliuodami ir rankiniu būdu braižydami izolinijas operatoriai turėdavo pilną laisvę interpretuoti norėdami reprezentatyviai pateikti vidutinių kritulių, oro temperatūrų ar kitų reiškinių ar procesų rezultatus. Tačiau atsiradus GIS programinei įrangai atsirado galimybė šį procesą susistemizuoti ir galbūt pilnai automatizuoti, tačiau norint pilnai pasikliauti kompiuteriniu modeliavimu reikia įsitikinti ar toks procesas yra pakankamai tikslus ir vizualiai informatyvus. Šiame darbe pasirinkti vieno operatoriaus seniau sudaryti vidutiniai nuo 1971 iki 2000 m. temperatūrų, kritulių, audrotumo ir rūkų klimatiniai žemėlapiai. Šie žemėlapiai vėliau buvo suskaitmenizuoti, kad prie jų prieigą turėtų didžioji dalis vartotojų. Šie žemėlapiai buvo braižyti ranka todėl pagrindinis darbo tikslas turint meteorologinių stočių duomenis sudaryti atitinkamai šių žemėlapių interpoliavimo proceso replikas GIS aplinkoje. Palyginti ar naudojant skaitmeninius interpoliavimo metodus ir pilnai automatizuojant procesą galima gauti tokio pat tipo reprezentatyvius žemėlapius. Ištirti ar šis procesas vistiek reikalauja papildomos operatoriaus interpretacijos ir turimų meteorologinių žinių. GIS aplinkoje pagrinde naudojami trys interpoliavimo metodai: idw, spline, kriging. Patikrinti kuris metodas tinkamiausias.

Jonas Venčkauskas

SKAITMENINIŲ KARTOGRAFAVIMO METODŲ LYGINIMAS KLIMATINIUOSE ŽEMĖLAPIUOSE

Summary

Meteorological environmental specialist while composing the maps used to do it by hand. Until the modern maps of the computerised geographic systems production it was a long process. Using interpolation methods operators manual drawings had to be representative and they had a full range of freedom to interpret the present average rainfall, air temperature, or the results of the other phenomena or processes. However, the GIS software has presented a possibility to make this process perhaps fully-automated, but in order to fully rely on computer simulations to confirm whether such a process is sufficiently accurate and visually informative. On this research an operator was chosen who made some maps in the past, consisting of the average means from 1971 to 2000 temperature, rainfall, storminess, and fog climatic maps. These maps were later digitalised that their access should be for the most of users. These maps have been drawn by hand so the main purpose of this work with the data of meteorological stations, respectively, these maps in the GIS environment in the process of interpolation and create replicas of them. Comparison of interpolation methods in digital and fully by automating the process, you can get the same type of representative maps. Exploring and using this process anyway requires additional interpretations of the operator and the availability of meteorological knowledge. GIS environment mainly used three interpolation methods: idw, spline, kriging. Examine which is the most appropriate method.

PRIEDAI

	<i>Vidutinė metinė, sausio ir liepos mėn. temp.</i>		
	<i>metine</i>	<i>sausis</i>	<i>liepa</i>
BIRŽAI	6,3	-4,1	17,1
DOTNUVA	6,6	-3,8	17,2
DŪKŠTAS	5,8	-5,2	16,9
KAUNAS	6,7	-3,6	17,1
KYBARTAI	7,1	-3,0	17,2
KLAIPĖDA	7,4	-1,4	16,9
LAUKUVA	6,0	-3,8	16,4
LAZDIJAI	6,7	-3,9	17,0
NIDA	7,6	-1,7	17,6
PANEVĖŽYS	6,5	-3,8	17,2
RASEINIAI	6,3	-3,9	16,7
ŠIAULIAI	6,5	-3,5	17,1
ŠILUTĖ	7,2	-2,5	17,1
TELŠIAI	6,3	-3,3	16,7
UKMERGĖ	6,6	-4,0	17,2
UTENA	6,2	-4,4	17,0
VARĖNA	6,5	-4,2	17,1
VILNIUS CAMS	6,1	-4,8	17,0
VILNIUS TV	6,3	-4,6	17,1

<i>Vidutinis metinis kritulių kiekis</i>			
<i>METINIS</i>	<i>ŠILTAS</i>	<i>ŠALTAS</i>	
623	414	209	BIRŽAI
572	382	189	DOTNUVA
587	407	181	DŪKŠTAS
623	414	209	KAUNAS
610	413	196	KYBARTAI
752	454	297	KLAIPĖDA
821	497	324	LAUKUVA
597	413	184	LAZDIJAI
702	439	264	NIDA
598	408	189	PANEVĖŽYS
700	451	249	RASEINAI
613	413	199	ŠIAULIAI
792	507	285	ŠILUTĖ
802	490	312	TELŠIAI
625	422	202	UKMERGĖ
661	441	220	UTENA
668	444	223	VARĖNA
670	445	225	VILNIUS (TV)
655	435	219	VILNIUS (CAMs)

<i>Audrotumas</i>	
Biržai	14
Dotnuva	8
Dukštas	10
Kaunas	24
Kybartai	28
Klaipeda	61
Laukuva	24
Lazdijai	23
Nida	46
Palanga	45
Panevežys	18
Raseiniai	27
Šiauliai	9
Šilutė	38
Telšiai	17
Ukmergė	23
Utena	13
Varena	6
Veizaiciai	30
Vilnius	13
Vokė	18

PERKUNIJA		RUKAS	VIDURKIS
17,60389	Dotnuva		252,2333
22	Vezaiciai		196,5667
22,30944	Dukštas		204,9
23,78278	Vokė		168,2
24,54333	Šiauliai		211,4667
27,12722	Kaunas		642,6
28,67722	Biržai		210,3667
32,64222	Telšiai		331,5
34,16444	Klaipeda		218,9367
34,695	Panevežys		431,5667
34,755	Utena		308,1667
35,14611	Nida		275,1
37,18389	Kibartai		331-295
37,91944	Laukuva		439,9
45,06056	Šilutė		190,8333
45,70056	Raseiniai		160,5333
46,68611	Ukmergė		235,0333
47,22167	Lazdija		445,5
45	Tauragė		288,8667
63,63278	Varena		153,8333
			324,7333
			235-358
			Palanga