



**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS**  
**GEOMOKSLŲ INSTITUTAS**  
**KARTOGRAFIJOS IR GEOINFORMATIKOS KATEDRA**

**Aidas Garbačas**

**MULTIKRITERINIO VERTINIMO PRITAIKYMAS LOGISTIKOS**  
**KARINIŲ PRATYBŲ TERITORIJŲ PARINKIMUI (LIETUVOS**  
**TERITORIJOS PAVYZDŽIU)**

**LOCATION SELECTION FOR LOGISTICS MILITARY EXERCISES**  
**USING CUSTOMIZED MULTI-CRITERIA EVALUATION (CASE**  
**STUDY OF LITHUANIA TERRITORY)**

**Baigiamasis magistro darbas**  
**Studijų programa – Kartografija**

**Vadovas: dr. K. Papšys**

**Vilnius 2024**



**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS**  
**GEOMOKSLŲ INSTITUTAS**  
**KARTOGRAFIJOS IR GEOINFORMATIKOS KATEDRA**

**Aidas Garbačas**

Kartografijos magistro studijų programos baigiamasis darbas

**MULTIKRITERINIO VERTINIMO PRITAIKYMAS LOGISTIKOS**  
**KARINIŲ PRATYBŲ TERITORIJŲ PARINKIMUI (LIETUVOS**  
**TERITORIJOS PAVYZDŽIU)**

**LOCATION SELECTION FOR LOGISTICS MILITARY EXERCISES**  
**USING CUSTOMIZED MULTI-CRITERIA EVALUATION (CASE**  
**STUDY OF LITHUANIA TERRITORY)**

Darbo vadovas

dr. K. Papšys

Leidžiama ginti \_\_\_\_\_ (parašas)

Darbo įteikimo data \_\_\_\_\_

Registracijos Nr. \_\_\_\_\_

**Vilnius, 2024**

# TURINYS

ANOTACIJA.....	3
ĮVADAS.....	4
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	6
1.1. Įstatymai, darantys įtaką karinių teritorijų atrankai .....	6
1.2. Karinių teritorijų parinkimo metodų apžvalga.....	9
1.3. Karinių teritorijų parinkimo kriterijų apžvalga.....	12
2. DARBO METODIKA .....	18
2.1. Duomenų šaltiniai .....	18
2.2. Duomenų apdorojimas .....	21
2.3. Kriterijų nustatymas ir jų įtakos įvertinimas.....	29
2.4. Tinkamų logistikai karinių pratybų teritorijų nustatymas.....	34
3. REZULTATAI .....	37
3.1. Eksperto įvertinimas nustatytų kriterijų.....	37
3.2. Atrinktos logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijos .....	39
3.2. Logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų eksperto įvertinimas .....	41
IŠVADOS.....	43
LITERATŪROS IR INFORMACIJOS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS .....	44
SANTRAUKA .....	49
SUMMARY .....	50
PRIEDAI .....	51

## ANOTACIJA

**Garbačas A.** Multikriterinio vertinimo pritaikymas logistikos karinių pratybų teritorijų parinkimui (Lietuvos teritorijos pavyzdžiu). Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas. 2024.

**Anotacija.** Lietuvos kariuomenės logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų parinkimas vienas svarbiausių faktorių, padidinantis operacijų efektyvumą, mažinant tiekimo maršruto ilgį ir pristatymo laiką pratybų zonoje, kad būtų užtikrintas aukštas saugumo lygis kariams ir civiliams gyventojams. Šio darbo tikslas – sukurti karinių pratybų teritorijų logistikos GIS technologijomis verifikuotą vertinimo metodiką. Siekiant darbo tikslo, suformuluoti keturi uždaviniai: atlikti mokslinių publikacijų, skirtų karinių teritorijų parinkimui ir formavimui, analizę; suformuluoti objektų atrankos kriterijus ir jų įtakos svarbos koeficientus, parenkant karinių logistikos pratybų teritorijas; taikant geografinės informacijos sistemas sukurti karinių teritorijų parinkimo modelį, paremtą objektų atrankos ir jų įtakos svarbos kriterijais; sudaryti tinkamų logistikai karinių pratybų teritorijų Lietuvos žemėlapi. Darbui naudotos duomenų grupės, tokios kaip: literatūros šaltiniai, kartografiniai ir empiriniai duomenys. Taikyti metodai: modeliavimas, erdvinė interpoliacija, kokybinė analizė, aprašomasis metodas, lyginamoji analizė, kartografinė analizė, porinis palyginimas ir empiriniai tyrimai. Atliekant literatūros ir informacijos šaltinių analizę nustatyta, jog dažniausiai naudojami multikriteriniai sprendimų priėmimo metodai, kurie integruojami į geografines informacines sistemas ir taip parenkamos tinkamiausios logistikai karinių pratybų teritorijos. Taip pat nustatyti logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų vertinimo ir apribojimo kriterijai bei jų įtakos svarbos koeficientai. Atliekant tyrimą vertintos teritorijos suskirstytos į keturias kategorijas: tinkamiausios, vidutiniškai tinkamos, mažai tinkamos ir netinkamos karinių pratybų logistikai.

Tekstas 51 psl., priedai 10 psl., 21 pav., 17 lentelių, 1 diagrama. Santraukos lietuvių ir anglų kalbomis.

**Reikšminiai žodžiai:** logistikos pratybos, tinkamos teritorijos, teritorijos parinkimas, GIS, multikriterinis vertinimas.



## IVADAS

Vienas pagrindinių Lietuvos kariuomenės logistikos uždavinių – užtikrinti efektyvų išteklių paskirstymą ir valdymą, siekiant išlaikyti logistikos pajėgumus ir tinkamai aprūpinti krašto apsaugos sistemos padalinius. Logistikos specialistai naudoja įvairius būdus, kad priemonės ir atsargos būtų suteiktos laiku, tinkamoje vietoje ir reikalingais kiekiais. Tinkamai parinktos teritorijos didina operacijų efektyvumą, mažina tiekimo maršruto ilgį ir pristatymo į pratybų zoną laiką, visa tai užtikrina kariams ir civiliams gyventojams aukštą saugumo lygį (Lietuvos karinė doktrina, 2016). Svarbu, kad pasirinkta teritorija turėtų infrastruktūrą, kuri užtikrintų karinės technikos mobilumą ir efektyvų paramos teikimą dislokuotam vienetui.

**Problematika.** Karinė logistika yra sudėtinga sritis, kuri susiduria su įvairiausiomis problemomis ir iššūkiais. Nagrinėjant Lietuvos atvejį, karinės logistikos tikslas – tai dalinių aprūpinimas atsargomis ir reikiamos pagalbos suteikimas, dar svarbu, kad ir teritorija būtų tinkama visa tai įgyvendinti. Renkantis teritorijas būtina atsižvelgti į tokius aspektus: infrastruktūrą (geležinkeliai, keliai, oro uostai ir t. t.), saugumą (galimybė koordinuoti teritorijos apsaugą), gamtinio kraštovaizdžio elementus (lygumos, miškai, miesto teritorijos, kalvos), pajėgų galimybes bei aplinkosaugą (ekologinės sąlygos).

Išnagrinėjus teritorijų parinkimo veiksnius, darančius įtaką karinės logistikos užduočių atlikimui, ir parengus teritorijų vertinimo metodiką, panaudojant GIS technologijas būtų galima įvertinti teritorijas, kurios labiausiai tiktų operacijoms vykdyti. Tokiu būdu galima palyginti nustatytus kriterijus ir optimizuoti teritorijų paiešką, kartu išspręsti laiko ir žmogiškųjų išteklių problemą, kas leistų sumažinti logistikos specialistų ir karo geografo darbo krūvį.

**Aktualumas.** Logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų parinkimas yra gyvybiškai svarbus uždavinys, nes paramos tiekimas organizuojamas nuo sandėlio iki kario. Tinkamų teritorijų parinkimo metodika ir kriterijai tiesiogiai susiję su karinių operacijų efektyvumu bei sėkmingu jų įvykdymu. Tinkamai atrinktos karinės logistikos teritorijos privalo užtikrinti operacijų veiksmingumą, garantuoti karių ir civilių gyventojų saugumą.

**Naujumas.** Atliekant literatūros analizę pastebėta, kad logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų parinkimo tema nėra daug tyrinėta. Nedaug rasta Lietuvoje ir užsienio šalyse paskelbtų mokslinių publikacijų, nagrinėjančių karinės logistikos problematiką. Pažymėtina, kad užsienio mokslininkų atlikti tyrimai ir jų pagrindu parengti žemėlapiai viešai nepublikuojami. Literatūros analizė atskleidė, kad nei tyrimo, nei parengto žemėlapiu, skirtu Lietuvos kariuomenės logistikos pratybų tinkamiausių teritorijų paieškai, šiuo metu nėra.

**Pritaikomumas.** Šio tyrimo rezultatai būtų naudojami per logistikos karines pratybas atliekant teritorijų paieškos užduotis. Sukurtą metodiką būtų galima lanksčiai pritaikyti renkantis kitas tinkamas karines teritorijas, atlikus reikalingus vertinimo kriterijų pakeitimus. Gauti rezultatai bus naudingi sąjungininkams ir kitiems Lietuvos kariuomenės specialistams, padės jiems pasirinkti tinkamas teritorijas.

**Tyrimo objektas** – tinkamų teritorijų, skirtų kariuomenės logistikos pratyboms, parinkimo metodika.

**Tikslas** – sukurti karinių pratybų teritorijų logistikos GIS technologijomis verifikuotą vertinimo metodiką.

**Uždaviniai:**

1. Atlikti mokslinių publikacijų, skirtų karinių teritorijų parinkimui ir formavimui, analizę.
2. Suformuluoti objektų atrankos kriterijus ir jų įtakos svarbos koeficientus, parenkant karinių logistikos pratybų teritorijas.
3. Taikant geografinės informacijos sistemas sukurti karinių teritorijų parinkimo modelį, paremtą objektų atrankos ir jų įtakos svarbos kriterijais.
4. Sudaryti logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų Lietuvoje žemėlapi.

**Hipotezė.** Karinių pratybų teritorijų logistinė atranka gali būti vykdoma taikant multikriterinį vertinimą GIS technologijomis.

Darbo autorius dėkoja vadovui dr. Kęstučiui Papšiui už profesionalias konsultacijas atliekant tyrimą ir rašant baigiamąjį darbą. Taip pat Lietuvos kariuomenės Karo kartografijos centro Geoparamos skyriaus viršininkui kpt. Viliui Ažukui už ekspertinį nustatytų kriterijų ir atrinktų teritorijų įvertinimą, išsakytas pastabas ir patarimus ateities tyrimams.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

**Tyrimo ribotumas.** Tyrime naudojama tik viešai prieinama informacija iš atvirų šaltinių, nes tikslesnė ir detalesnė karinių logistikos pratybų vykdymo planų ir dokumentų informacija laikoma riboto naudojimo, todėl jų panaudojimas šiame tyrime yra neįmanomas. Tyrime naudojamas modelis yra tinkamas naudojant ir riboto naudojimo duomenis.

## 1.1. Įstatymai, darantys įtaką karinių teritorijų atrankai

Lietuvos Respublikos Seimo 2011 m. balandžio 12 d. priimto įstatymo XI-1307 – Lietuvos Respublikos žemės paėmimo visuomenės poreikiams įgyvendinant ypatingos valstybinės svarbos projektus įstatymas – paskirtis yra nustatyti Lietuvos Respublikos teritorijoje žemės paėmimo visuomenės poreikiams tvarką ir sąlygas, kai nekilnojamasis turtas yra būtinas įgyvendinti valstybinės svarbos projektus. Nacionalinį saugumą užtikrinantys ypatingos svarbos projektai yra inicijuojami Krašto apsaugos ministerijos. Paimamas iš visuomenės nekilnojamasis turtas yra įvertinamas pagal rinkos kainą, taip pat įvertinama vykdomos ūkinės veiklos nutraukimo nuostoliai ir išmokamos kompensacijos savininkams ir kitiems naudotojams (Lietuvos Respublikos žemės..., 2011). 1994 m. Lietuvos Respublikos Seimo priimtame įstatyme I-446 (Lietuvos Respublikos žemės įstatymas) nurodoma, kaip turi būti valdoma ir tvarkoma žemės nuosavybė Lietuvos Respublikoje. Krašto apsaugos ministerija ar kita jai priklausanti institucija gali inicijuoti karinės infrastruktūros projektą, kuriame numatomi reikalingi paimti visuomenės poreikiams žemės sklypai ir pakeisti jų naudojimo sąlygas, paskirtį, būdą, įregistruoti servitutus (Lietuvos Respublikos žemės..., 1994).

Krašto apsaugos institucijų naudojamas nekilnojamasis turtas laikomas karinėmis teritorijomis, joms gali priklausyti pastatai, patalpos ar lauko teritorijos. Lietuvos kariuomenė per mokymus karinėse teritorijose atlieka taktinių veiksmų, topografijos, sprogmenų neutralizavimo, gelbėjimo, logistinės paramos sutelkimo, saugumo ir gynybos užtikrinimo pratybas (Lietuvos Respublikos krašto..., 1998). 1994 m. liepos 19 d. Seimas priėmė Lietuvos Respublikos tarptautinių operacijų, pratybų ir kitų karinio bendradarbiavimo renginių įstatymą, reglamentuojantį karinių vienetų ir kitų krašto apsaugos tarnautojų dalyvavimą pratybose ir tarptautinėse operacijose Lietuvos Respublikos teritorijoje.

Pratybų teritorijose, kuriose planuojama vykdyti operacijas, turi būti tinkama infrastruktūra, numatytos plėtros galimybės daliniams rengti (Lietuvos kariuomenės karinių..., 2014). Atsižvelgiant į NATO ir sąjungininkų reikalavimus, nustatomi karių rengimo pratybų teritorijų dydžiai, batalionų ir kuopų sudėtis. Lietuvos kariuomenės logistikos specialistai

pratybų teritorijose turi užtikrinti, kad kariai, vykdantys užduotis, būtų aprūpinti būtiniausia įranga.

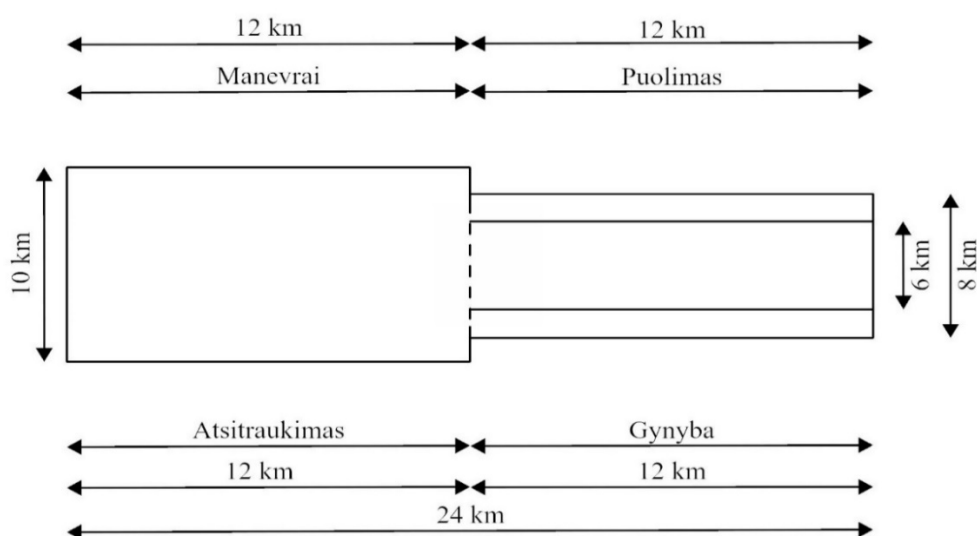
**1 lentelė.** *Batalionui rengti reikalingos teritorijos (Lietuvos kariuomenės karinių..., 2014).*

Operacija	Matmenys (km)	Plotas (ha)
Puolimas	12 x 8	9 600
Gynyba	12 x 6	7 200
Atsitraukimas	12 x 10	12 000

**2 lentelė.** *Kuopai rengti reikalingos teritorijos (Lietuvos kariuomenės karinių..., 2014).*

Operacija	Matmenys (km)	Plotas (ha)
Puolimas	5 x 10	5 000
Gynyba	3 x 8	2 400
Reidas	3 x 8	2 400
Pasala	5 x 10	5 000
Atsitraukimas	6 x 10	6 000

1 ir 2 lentelėse pateikti plotai, kurie yra būtini tam tikrai karinei operacijai atlikti. Pažymėtina, kad per pratybas atliekamos kelios operacijos vienu metu. Todėl mokomųjų laukų dydžiai sumuojami, pavyzdžiui: bataliono vykdomos operacijos yra puolimas (tam reikia 9 600 ha ploto) ir atsitraukimas į užnugarį (reikia 12 000 ha ploto), tai reikalingas plotas pratyboms bus 21 600 ha – taip pat strategiškai išitrauks gynyba ir bus atliekami taktiniai manevrai, kuriems papildomai priskirti ploto nereikia, nes naudosis atsitraukimo ir puolimo rajonais (žr. 1 ir 2 lentelę) (Lietuvos kariuomenės karinių..., 2014).



**1 pav.** *Pratybų operacijų laukų dydžiai (Lietuvos kariuomenės karinių..., 2014)*

Lietuvos kariuomenė sudaroma laikantis NATO standartų, kuriuose yra nustatyti kariniam vienetui priskirtų karių skaičiai bei vadovaujančių karininkų laipsniai. Tai pateikta 3 lentelėje.

**3 lentelė. Karinių vienetų dydžiai** (Krašto apsaugos ministerija, 2024)

<b>Pavadinimas</b>	<b>Karių skaičius</b>	<b>Sudėtis</b>	<b>Vadovaujantys karininkai</b>
Regionas (karinių veiksmų teatras)	200 000	2 armijų grupės	generolas
Armijų grupė	100 000	2 armijos	generolas
Armija	50 000–60 000	2 korpusai	generolas
Korpusas	30 000–50 000	2 divizijos	generolas leitenantas
Divizija	10 000–20 000	2–4 brigados arba pulkai	generolas majoras
Brigada	3 000–5 000	2 pulkai arba 3–6 batalionai	brigados generolas arba pulkininkas
Pulkas arba grupė	2 000–3 000	2 batalionai	pulkininkas
Batalionas	700–1 000	2–6 kuopos	pulkininkas leitenantas
Kuopa	70–300	2–8 būriai	kapitonas arba majoras
Būrys	25–60	2 skyriai arba patruliai	vyr. leitenantas arba leitenantas
Skyrius, komanda arba grupė	8–12	2 ugnies komandos	seržantas
Ugnies komanda	4–5	-	grandinis

Pasak Greičiūtės ir kitų autorių (2007), karinėse teritorijose vykstant pratyboms naudojami įvairūs kariniai įrenginiai, sprogmenys, amunicija ar karinė technika. Dėl to karinių teritorijų dirvožemis ne tik užteršiamas sunkiaisiais metalais, bet ir suniokojus viršutinį dirvos paviršių susidaro smėlingas dirvožemis, sunyksta augalija, kas sukelia didžiules aplinkosaugos problemas karinėse teritorijose. Pasak P. Baltrėno ir kitų autorių (2005), nuošaliau vykdant pratybas ir išlaikant atstumą nuo urbanizuotų vietovių siekiama apsaugoti žmonių sveikatą nuo žalingo teršalų poveikio. Pasak jų, karinės pratybos daro neigiamą įtaką besiribojantiems objektams, todėl būtina atsižvelgti į saugomas teritorijas ir išlaikyti atstumą nuo unikalių saugomų kraštovaizdžių, augalų, gyvūnų bei jų buveinių. Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatyme išskirtas buferinių apsaugos zonų reglamentavimas. Apsauginės zonos yra nustatomos tvirtinant saugomų teritorijų planavimo schemas, kitaip tariant, ribų ir tvarkymo planus (Lietuvos Respublikos saugomų..., 1993). Informaciją apie saugomų teritorijų buferinės apsaugos zonas neatlygintinai teikia Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Tam tikrose saugotinių teritorijų draustinių vietose gali būti vykdomi kariniai

mokymai, jeigu tai nepakenks saugomiems objektams ir neprieštarauja nustatytoms nuostatomis, yra suderinta su Aplinkos ministerija (Dėl Lietuvos kariuomenės..., 2000).

Lietuvos valstybinės sienos apsaugos zonos nurodomos Lietuvos Respublikos valstybės sienos ir jos apsaugos įstatyme, kuris buvo priimtas 2017 m. liepos 13 d. Įsakymo III skyriaus 11 straipsnio trečioje dalyje nurodoma, kad į Lietuvos Respublikos teritorijos pusę, sausumos ir teritorinių vandenų dalimi nustatomas 5 kilometrų pasienio ruožas. Nustatytoje pasienio zonoje galioja pasienio teisinis režimas, čia turi būti užtikrinama sienos apsauga, civilių ir karių veikla turi atitinkanti elgesio taisykles.

NATO šalyse karinę logistiką reglamentuoja NATO STANAG (tai yra standartizavimo dokumentai). Dokumentai dažniausiai būna rekomendacinio pobūdžio, juos pateikiamos bendrosios gairės dėl logistinės paramos ir kokio tikslo yra siekiamas. Žemiau nurodomi aktualiausi NATO STANAG dokumentai, kurie daro įtaką logistikos pratybų teritorijų atrankai:

- NATO STANAG 2034 – NATO STANDARD PROCEDURES FOR MUTUAL LOGISTIC ASSISTANCE.
- NATO STANAG 2182 – ALLIED JOINT DOCTRINE FOR LOGISTICS.
- NATO STANAG 2230 – ALLIED JOINT DOCTRINE FOR THE JOINT LOGISTIC SUPPORT GROUP.
- NATO STANAG 2406 – LAND FORCES LOGISTIC DOCTRINE.
- NATO STANAG 2612 – CARE OF SUPPLIES IN THE FIELD SUPPLY AREAS.

## **1.2. Karinių teritorijų parinkimo metodų apžvalga**

Daugiakriterinis sprendimo priėmimo metodas arba MCDM (angl. *Multi-Criteria Decision Making*) padeda priimti sprendimus, kai yra vertinamos alternatyvos pagal kelis skirtingus kriterijus (Ceballos, Lamata ir Pelta, 2016). Kaip teigia J. Gyarmati (2015), taikant MCDM metodikas yra galimas skirtingas kriterijų dėl netinkamo proceso pasirinkimo reitingavimas. Todėl rekomenduoja nusistatyti tyrimo gaires ir pasirinkti geriausią procesą savo tikslui pasiekti. Autorius teigia, kad daugiakriterinio sprendimo priėmimo metodika yra tinkama karinėje srityje priimant svarbius sprendimus.

MCDM metodą taikė Manouchehris Pashazadehas, Afsharas Sayyedinas ir Mahdi Parsay Moghaddamas (2017) rinkdami kariniam vienetai dislokuoti tinkamiausias vietas, kurios leistų padidinti efektyvumą kovojant su karinėmis grėsmėmis ir krizėmis. Pastebėjo

galimybę derinti MCDM metodiką su geografinėmis informacinėmis sistemomis (toliau – GIS). GIS naudojo tinkamų vietovių paieškai, atrinktų sluoksnių analizei, nustatė koeficientus pagal svarbą, naudojo sudarant tinkamumo žemėlapi.

Sayyadas Asghari Saraskanroudas, Miras Najafas Mosavi'is ir Sajadas Mahdavi'is (2020) atlikdami tyrimą taikė analitinį tinklo procesą ANP (angl. *Analytic Network Process*) ir nustatė kriterijų prioritetus. Naudojantis GIS programine įranga buvo sudarytas žemėlapis, kuriame pateikta informacija apie vakarų Azerbaidžano vietovės suskirstymą pagal tinkamumą kareivinėms statyti. Pasak autorių, GIS ir daugiakriterinis metodas tinka atlikti karinės paskirties erdvinę analizę.

Baharas Sennaroglu ir Gulsay Varlikas Celebi'is (2018), atlikdami karinio oro uosto vietos parinkimo Turkijoje tyrimą, panaudojo analitinį hierarchijos procesą, sutrumpintai vadinamą AHP (angl. *Analytic Hierarchy Process*), ir nustatė pasirinktų kriterijų svarbą. Kai įtaka buvo nustatyta, tuomet taikytas pirmenybinis reitingavimo organizavimo metodas PROMETHEE (angl. *Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations*), kuris įvertindavo balais pagal apskaičiuotas ribines reikšmes. Per kitą etapą autoriai pritaikė daugiakriterinį kompromisinį reitingavimo metodą VIKOR, kuris sudarė kompromisinį reitingavimo sąrašą, tai yra išskyrė geriausią kriterijų. Analitinio hierarchijos proceso metodiką metais anksčiau panaudojo Mitchelas Stimersas ir Sisira Lenagala (2017) atlikdami savo tyrimą, kuriame vertino duomenis ir skaičiavo įtaką. Šie autoriai siūlo naudoti AHP metodą kaip sprendimų priėmimo priemonę, padedančią nustatyti karinės bazės tinkamiausią vietą.

Kad apskaičiuotų kriterijų įtaką Ljubomiras Gigoviccius ir kt. (2016) taikė DEMATEL (angl. *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*) metodą kartu su anksčiau minėtu ANP. Pasitelkę geografinės informacijos sistemos programinę įrangą sudarė tinkamumo žemėlapi ir panaudoję daugiaatributinę idealo lyginamąją analizę MAIRCA (angl. *Multi Attributive Ideal-Real Comparative Analysis*) reitingavo atrinktas vietas, kurios tiktų šaudmenų sandėliams statyti. Publikacijoje palyginti alternatyvaus reitingavimo metodai, tokie kaip VIKOR, TOPSIS, MOORA ir COPRAS, su MAIRCA. Iš rezultatų matyti, kad TOPSIS, MOORA ir COPRAS metodais apskaičiuoti reitingai yra tokie patys kaip MAIRCA, nes atrinktos teritorijos yra tos pačios, o VIKOR metodo reitingai turi skirtumų. Autoriai teigia, kad GIS ir daugiakriterinės sprendimų analizės derinys yra plačiai naudojamas sprendžiant erdvinės problemas ir parenkant tinkamas teritorijas. Tai patvirtina ir Svajūnas Vepštas (2022), kuris atliko tyrimą, kuriuo siekė nustatyti tinkamas vietas saulės elektrinėms statyti. Jis teigia, kad

daugiakriterinis sprendimo priėmimo būdas, integruotas į geografines informacines sistemas, yra tinkamas ir kitos paskirties teritorijoms atrinkti.

Daugiakriterinio sprendimų priėmimo privalumas – tai galimybė kokybinius ir kiekybinius kriterijus įtraukti į vieną sprendimų erdvę. Naudojant daug prieštaringų kriterijų ir juos integruojant į geografinę informacinę sistemą, galima išskirti logiškus sprendimus (Curran, Bates ir Bell, 2014)

Luisa Santini, Anna Maria Miracco ir Alessandro Santucci'is (2018) atliko tyrimą panaudodami daugiakriterinį sprendimo priėmimo metodą, kurio tikslas buvo išnagrinėti apleistų karinių pastatų panaudojimo būdus įtraukus jų charakteristikas ir nustatyti, kokia jų įtaka būtų Pizos miesto centrui, atlikus pakeitimus. Autoriai teigia, kad į modelį integravus geografines informacines technologijas buvo atlikta trijų kareivinių klasifikacija ir išskirti hipotetiniai jų panaudojimo būdai.

**4 lentelė.** *AHP metodo įvertinimų sistema taikant porinį palyginimą* (Santini, Miracco ir Santucci, 2018)

Įvertinimas	Reikšmė
1	vienoda svarba
3	vidutinė svarba
5	didelė svarba
7	labai didelė svarba
9	nepaprastai svarbus
2, 4, 6, 8	tarpiniai svarbos įvertinimai
1/2, 1/3, 1/4 ...	atvirkštinės reikšmės

Lentelėje (žr. 4 lentelę) yra pateiktos AHP metodo porinio palyginimo įvertinimų reikšmės. Kriterijai vertinami nuo 1 iki 9, tai yra nuo vienodos svarbos iki nepaprastai svarbaus. Tarpiniai įvertinimai, tokie kaip 2, 4, 6, 8, būna tada, kai neužtenka pagrindinių išskirtų kriterijų. Trupmeniniai įvertinimai priskiriami, kai pasirinktas kriterijus yra mažiau svarbus už lyginamąjį kriterijų.

Vita Mačinskaitė (2022) vertino distancinių metodų tinkamumą Gaižiūnų karinio poligono kraštovaizdžio pokyčių nustatymui panaudojant ortofotografinius ir „Sentinel“ vaizdus. Per pirmą etapą buvo skaičiuojamas NDVI indeksas, taip įvertintas augalinės dangos tipas ir būklė. Atliekant ortofotografinių vaizdų analizę skirtingais laikotarpiais, taikytas kameralaus interpretavimo metodas. Dar buvo vykdyta civilių žmonių apklausa, siekiant



sužinoti jų nuomonę apie karinių poligonų plėtrą. Autorė įvertino Dumsių miško bendrą gamtovaizdžio įspūdingumą, reljefo išraiškingumą, augalijos erdvinį įvairumą, antropogeninių objektų įvairumą pagal nustatytą balų sistemą.

Kad nustatytų tinkamiausias karines teritorijas, mokslininkai atlikdami tyrimus dažnai naudoja keletą metodų. Tokiu būdu jie siekia išspręsti konkrečią problemą, tai yra gauti kuo tikslesnius rezultatus. Teritorijoms įvertinti dažniausiai naudojami daugiakriteriniai metodai, kurie nustato vertinimo kriterijus, o geografinės informacijos sistemos pasitelkiamos produktui sudaryti ir analizei.

### 1.3. Karinių teritorijų parinkimo kriterijų apžvalga

Remiantis moksliniais tyrimais ir ekspertų nuomonėmis, karinių teritorijų parinkimas grindžiamas nustatytais kriterijais, kurie apima tiek skirtingus aspektus, tiek svarbos veiksnius. Kriterijų analizė leidžia objektyviai įvertinti ir palyginti potencialias teritorijas, atsižvelgiant į jų tinkamumą konkrečioms karinėms užduotims atlikti.

Reza Zanjirani Farahani ir Nasrin Asgari (2005) atliko tyrimą, kuriame siekė ne tik rasti geriausias vietas kariniams logistiniams sandėliams, bet ir sumažinti vietos nustatymo išlaidas. Tyrimo autoriai nustatė šiuos kriterijus:

1. **Klimato** (temperatūra, lietus, drėgmė, saulė).
2. **Geologiniai** (žemės drejbėjimo intensyvumas, potvynių istorija, žemės įtrūkimai).
3. **Kariniai** (aktyvi gynyba, neaktyvi gynyba, pasienio grėsmės, vidinės grėsmės).
4. **Infrastruktūra** (prieigos prie kelių, geležinkelio, oro uostų, uostų, vandens išteklių, elektros linijų, dispečerinių centrų, degalinių patogumas ir personalas).

L. Gigovicus ir kt. (2016) įvertino, kad kariuomenės logistikos specialistams vietos parinkimas objektams yra svarbi strateginio planavimo ir tinkamų sprendimų priėmimo dalis. Naudodamiesi geografinės informacijos sistemos programine įranga ir daugiakriteriniu modeliavimu atrinko vietas, kurios būtų tinkamos šaudmenų sandėliams, atsižvelgiant į vertinimo kriterijus (žr. 5 lentelę) ir apribojimus (žr. 6 lentelę).

**5 lentelė.** Autorių išskirti kriterijai karinėms teritorijoms įvertinti (Gigovic ir kt., 2016)

Nr.	Kriterijus	Labai mažas tinkamumas	Mažas tinkamumas	Vidutinis tinkamumas	Didelis tinkamumas	Labai didelis tinkamumas
Svarbos intensyvumas:		1	2	3	4	5
1.	Atstumas nuo kelių ir geležinkelių	> 1500 m	1250–1500 m	1000–1250 m	750–1000 m	500–750 m
2.	Atstumas nuo miesto teritorijų	1000–1250 m	1250–1500 m	1500–1750 m	1750–2000 m	> 2000 m
3.	Žemės danga (nurodyti CORINE rinkinio dangų kodai)	(211–213; 312)	(241–244; 221–223)	(311; 313)	(321–324; 331–334)	(231)
4.	Nuolydis	12°–15°	9°–12°	6°–9°	3°–6°	< 3°
5.	Atstumas nuo elektros linijų	> 1400 m	1100–1400 m	800–1100 m	500–800 m	200–500 m
6.	Atstumas nuo karinių dalinių	> 5000 m	4000–5000 m	3000–4000 m	2000–3000 m	1000–2000 m

**6 lentelė.** Autorių išskirti apribojimai karinėms teritorijoms (Gigovic ir kt., 2016)

Nr.	Apribojimas	Buferinės zonos ir (arba) išimtys
1.	Saugomos teritorijos	< 1000 m
2.	Miesto teritorijos	< 2000 m
3.	Žemės naudojimo apribojimai	dirbtiniai paviršiai; drėgnos vietos; vandens paviršiai
4.	Nuolydis	> 15%
5.	Atstumas nuo kelių ir geležinkelių	< 500 m
6.	Elektros linija	< 200 m
7.	Atstumas nuo svarbių viešųjų objektų	< 1000 m
8.	Kariniai daliniai	< 1000 m
9.	Metalo rūdų (daro įtaką žaibų dažnumui ir intensyvumui)	metalo rūdos

Mitchelas Stimersas ir Sisira Lenagala (2017) panaudojo GIS programinę įrangą, kad parengtą tinkamumo žemėlapių siūlomoms karinių operacijų bazių vietoms. Tyrime aptarė klimato, oro, paviršinio vandens ir dirvožemio įtaką įvairioms operacijų sąlygoms. Renkantis vietas, pirmenybė buvo teikiama vietovėms, kurios nuo vandens telkinių ar upių nutolusios iki 2 km, taip siekta užtikrinti vandens šaltinį dislokuotiems kariams. Tyrėjai akcentuoja, kad

sprendimus priimančios vadovai turėtų įvertinti meteorologines sąlygas ir tarp sezoniškumą, tai yra stichines nelaimes, intensyvias liūtis ir potvynius (žr. 7 lentelę).

**7 lentelė. Autorių išskirti teritorijų vertinimo kriterijai (Stimers ir Lenegala, 2017)**

Faktoriai	Kriterijai		
	Netinkama	Tinka	Tinkamiausia
Gyventojų zonos	< 5 km (buferinėje zonoje)	5–7 km buferinės zonos	nuo 7 km
Žemės paviršiaus aukščio zonos	iki 9 m žemės paviršiaus aukščio	9–47 m žemės paviršiaus aukščio	nuo 47 m žemės paviršiaus aukščio
Ryšio bokštai	ryšio stočių aprėpties nepadengtas plotas	dengta teritorija prie vienos iš ryšio stočių	trijų ryšio stočių aprėpties padengtas plotas
Vandens telkiniai	500 m buferinėje zonoje	už 2 km buferinės zonos ribų	500 m – 2 km buferio zonoje
Vyraujantis dirvožemis	mineralinis dirvožemis, susidaręs paplūdimyje lygiame reljefe, ir kintamos tekstūros aliuviniai dirvožemiai	suketėjęs druskingas dirvožemis ir erozijos liekanos	nekalkinis rudas dirvožemis su biraus molio priemaišomis; rausvai rudas dirvožemis; nekalkinis rudas dirvožemis; mažai augalinių liekanų turintis dirvožemis
Keliai	iki 5 km buferinėje zonoje arba iki pagrindinio kelio	5–8 km buferinėje zonoje arba iki pagrindinio kelio	nuo 8 km buferinės zonos arba iki pagrindinio kelio
Stovykla	8 km už buferinės zonos ribų arba iki kalvotų vietovių	5–8 km (buferinė zona)	5 km nuo buferinės zonos iki kalvotos vietovės
Gyvūnų buveinės	iki 1 km buferinė zona	nenustatyta	už 1 km buferinės zonos
Istorinės vietos	iki 1 km buferinė zona	nenustatyta	už 1 km buferinės zonos
Priešo vieta	priklauso nuo elgesio ir naudojamų ginklų apsaugos zonų		

Manouchehras Pashazadehas, Afsharas Sayyedinas ir Mahdi Parsay Moghaddamas (2017) tyrė, kaip parinkti vietą karinio vieneto dislokavimui, kas būtų pasiektas didesnis karinių vienetų efektyvumas kovojant su karinėmis grėsmėmis ir krizėmis. Išskyrė kriterijus, darančius įtaką karinės vietos parinkimui: šlaitų kryptis, nuolydis, žemės drebėjimų epicentras, valstybinės sienos, atstumas nuo: upių, vandens telkinių, miestų centrų, užtvankų, elektros tinklų, pramonės objektų. Autoriai, remdamiesi teorija ir atsižvelgdami į ekspertų nuomonę, nustatė tinkamus atstumo intervalus pagal išskirtus kriterijus (žr. 8 lentelę).

**8 lentelė.** Autorių nustatyti kriterijai karinėms teritorijoms įvertinti (Pashazadeh ir kt., 2017)

Vertinimo sistema			Rodiklis
Tinkamumas	Balai	Intervalai	
Labai tinkamas	7	2–5 laipsnių	Nuolydis
Tinkamas	5	5–9 laipsnių	
Santykinai tinkamas	2	0–2 laipsnių	
Netinkamas	1	9–78 laipsnių	
Labai netinkamas	0	daugiau kaip 78 laipsniai	
Labai tinkamas	5	daugiau kaip 7 999 m	Dirbtinis kanalas, upės, vandens telkiniai
Tinkamas	5	7 299 iki 7 999 m	
Santykinai tinkamas	2	5 999 iki 7 299 m	
Netinkamas	1	299 iki 5 999 m	
Labai netinkamas	0	9 iki 299 m	
Labai tinkamas	7	pietūs-pietryčiai	Šlaitų kryptis
Tinkamas	5	pietvakariai-vakarai	
Santykinai tinkamas	2	šiaurės vakarai	
Netinkamas	1	šiaurės rytai	
Labai netinkamas	0	šiaurės	
Labai tinkamas	7	daugiau kaip 82 km	Žemės drebėjimo epicentras
Tinkamas	5	79–82 km	
Santykinai tinkamas	2	59–79 km	
Netinkamas	1	iki 59 km	
Labai netinkamas	0	epicentre	
Labai tinkamas	9	daugiau kaip 9 km	Ryšio linijos
Tinkamas	7	6 iki 9 km	
Santykinai tinkamas	6	4–6 km	
Netinkamas	5	2–4 km	
Labai netinkamas	3	1–2 km	
Labai tinkamas	9	daugiau kaip 8 km	Užtvankos ir pramonės objektai
Tinkamas	7	6–8 km	
Santykinai tinkamas	6	4–6 km	
Netinkamas	5	2–4 km	
Labai netinkamas	3	1–2 km	
Labai tinkamas	9	daugiau kaip 9 111 m	Elektros stotys ir perdavimo linijos
Tinkamas	7	6 111–9 111 m	
Santykinai tinkamas	6	4 111–6 111 m	
Netinkamas	5	2 111–4 111 m	
Labai netinkamas	3	1–2 111 m	
Labai tinkamas	9	daugiau kaip 95 km	Valstybinės sienos
Tinkamas	7	91–95 km	
Santykinai tinkamas	6	41–91 km	
Netinkamas	5	25–41 km	
Labai netinkamas	3	1–25 km	
Labai tinkamas	9	daugiau kaip 65 km	Miestų centrai
Tinkamas	7	61–65 km	

Vertinimo sistema			Rodiklis
Tinkamumas	Balai	Intervalai	
Santykinai tinkamas	6	21–61 km	Miestų centrai
Netinkamas	5	5–21 km	
Labai netinkamas	3	1–5 km	

Chyh-Mingas\_Lai (2019) nagrinėjo du vienodus karinius sandėlius, kaip juos būtų galima kuo efektyviau panaudoti logistikai. Autorius atliko pastatų vietos įvertinimą ir apibrėžė šiuos kriterijus: pastato tūrį; kelio, esančio prie pastato, kategoriją; teritorijos dydį; atstumus iki artimiausių sandėlių.

Steve’as Singeris ir kt. (2012) analizavo, kaip pasikeičia aplinka pasibaigus karinėms pratyboms. Tam jie taikė geografines informacines sistemas ir daugiakriterinius sprendimų priėmimo metodus. Aplinkos būklę po karinių pratybų autoriai įvertino pagal 5 aplinkos kriterijus:

- 1) dirvožemio eroziją,
- 2) vandens kokybę,
- 3) kraštovaizdžio fragmentaciją,
- 4) kraštovaizdžio estetiką,
- 5) karinių mokymų keliamą triukšmą.

Atsižvelgiant į svarbiausius faktorius, bloginančius aplinkos būklę, Steve’as Singeris ir kt. nustatė kriterijus. Atliekant tyrimą buvo matuojami rodikliai, o neišmatuotiems panaudojo viešai prieinamus duomenis.

Jan Du, Huan Zhan ir Lijuan Du (2020) sukūrė modelį, kurį taikant galima surasti tinkamiausią vartotojui karinį logistikos centrą. Tai leistų optimizuoti pasiskirstymą ir sumažintų logistinės paramos sąnaudas. Atliekdami tyrimą autoriai naudojami tokiais kriterijais: naudotojų skaičius ir buvimo vieta, logistikos centro vieta, logistikos centro aprūpinimo pajėgumas, paklausa, euklidinis atstumas nuo logistikos centro iki vartotojo.

Ernestas Marinas (2019) savo tyrime sugrupavo kriterijus, kurie daro įtaką vietovės praeinamumui: antropogeninis žemės dangos paviršius (kelių infrastruktūra ir pastatai); reljefas (šlaitai ir kalvos); gamtinis žemės dangos paviršius (smėlynai, miškai ir jaunuolynai); pelkėtos vietovės (pievos ir krūmynai); hidrografinis tinklas (upės, ežerai, tvenkiniai ir kanalai). Kriterijus jis įvertino pagal įtakos koeficientus, kuriuos apskaičiavo pasitelkęs Lietuvos kariuomenės karius (19–26 metų amžiaus), išlaikiusius fizinio parengtumo testus (KFPT) ir surinkusius nuo 200 iki 250 taškų. Tyrimo metu buvo fiksuojamas 300 metrų maršruto įveikimo

laikas skirtingomis vietovėmis, kurios parinktos pagal tam tikrus kriterijus. Kai buvo nustatyti maršrutų įveikimo laikai, buvo apskaičiuotas santykinis praeinamumo koeficientas.

Kritinės infrastruktūros esamas problemas Estijoje, Latvijoje, Lietuvoje ir Norvegijoje tyrė M. Andžāns ir kiti (2021). Autoriai analizavo skirtingų šalių požiūrį ir prioritetų skirstymą kritinės infrastruktūros apsaugai. Lietuvos infrastruktūrai būdinga:

1. Elektros tinklai, pastotės (transformatoriai), vėjo ir hidroelektrinės.
2. Dujotiekio ir naftotiekio inžineriniai tinklai.
3. Kelių ir geležinkelių infrastruktūra.
4. Pramonės sektorius (chemijos, branduolinės ir kitos didelės rizikos teritorijos).
5. Geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tinklai.
6. Ryšių tinklai.

Azizas Mashalla Talibovas ir Bakhtiyaras Vagifas Guliyevs (2021) publikavo straipsnį, kuriame lygino karinės logistikos vietas parinkimo ekonominius kriterijus: transportavimo atstumai iki karinių vienetų, prisijungimo prie inžinerinių tinklų arba vietinių tinklų įsirengimo išlaidos, naujos logistikos bazės statybos išlaidos arba panaudojimas jau pastatytų pastatų, taip pat karinių vienetų aptarnavimo kiekis.

Apibendrinant aptartus tyrimus matyti, kad karinių logistikos teritorijų parinkimas yra svarbi strateginio planavimo ir sprendimų priėmimo dalis. Atliekant tyrimus naudojami daugiakriteriniai metodai ir GIS programinė įranga, taip siekiama įvertinti skirtingus kriterijus ir apribojimus, kurie yra svarbus renkantis teritorijas. Įvertinus kriterijus ir nustačius apribojimų galima identifikuoti tinkamiausias teritorijas, atsižvelgiant į atstumus nuo kelių, miestų, elektros linijų, karinių dalinių ir kitų svarbių viešųjų objektų.

## 2. DARBO METODIKA

Atsižvelgiant į darbo tikslą ir nustatytus uždavinius, mokslinio darbo metodikoje galima išskirti šias dalis:

1. Atrenkami erdviniai duomenys.
2. Panaudojant geografinės informacijos sistemą (GIS) sudaroma duomenų bazė, atliekama erdvinė interpoliacija ir modeliavimas.
3. Atrenkami vertinimo ir apribojimo kriterijai, panaudojant AHP metodiką atliekamas porinis palyginimas ir eksperto vertinimas.
4. Lietuvos karinėms logistikos pratyboms tinkamų teritorijų žemėlapių sudarymas, remiantis GIS apdorotais rezultatais ir eksperto vertinimas.

### 2.1. Duomenų šaltiniai

Pagrindinis duomenų šaltinis – Georeferencinio pagrindo kadastras (GRPK), kurį teikia Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Tai yra Lietuvos teritorijos kadastras, kuriame kaupiami žemės paviršiaus ir antropogeniniai objektai: kelių ašinės linijos, gatvių ašinės linijos, geležinkelių ašinės linijos, upių, upelių ašinės linijos, kanalų ir melioracijos griovių ašinės linijos, ežerų ir tvenkinių ribos, pastatų ribos, miškų naudmenų ribos, žemės ūkio naudmenų ribos, geodezinio pagrindo punktai, žemės paviršiaus aukščio taškai (Lietuvos erdvinės..., 2024). Iš erdvinio duomenų rinkinio kriterijams nustatyti naudojamas sluoksnis AUKSTIS, kuriame sukaupti žemės paviršiaus aukščio taškai, taip pat naudojamas ir ELEKTR\_L sluoksnis, kuriame saugoma informacija apie antžemines didesnės kaip 35 kV įtampos elektros energijos perdavimo linijas. Kitas naudotas sluoksnis GELEŽINK su saugoma informacija apie geležinkelio vėžių ašines linijas. HIDRO\_L sluoksnyje saugomos upių, upelių, kanalų ir melioracijos griovių ašinės linijos. KELIAI sluoksnyje saugomos kelių ir gatvių ašinės linijos. PASTAT sluoksnyje saugomos aiškiai atpažįstamų pastatų ir statinių dengiamos teritorijos. PLOTAI sluoksnyje saugomos reikalingos dangos: elektros pastotės, užstatytos teritorijos, gamybinės teritorijos, vandens valymo įrenginių teritorijos, žemės naudmenų ir vandens telkinių dengiamos teritorijos. Dujotiekio ir naftotiekio inžinerinių tinklų sluoksniai DUJOS\_L ir NAFTA\_L. Sluoksnyje KLIUTYS pateikiami duomenys: vandentiekio bokštai, radijo antenos, RRS antenos stiebas, skrydžių valdymo bokštai ir kiti aukšti bokštinio tipo pastatai. RIBOS sluoksnyje saugomos administracinės ribos. Ir paskutinis panaudotas sluoksnis VIETOV\_T, jame saugoma informacija apie vietų pavadinimus ir gyventojų skaičių taškiniame sluoksnyje, kai nėra nustatyta konkreti objekto vieta.

Kitas duomenų šaltinis Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastras (STVK), kurį teikia Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie aplinkos ministerijos. Erdvinių duomenų rinkinyje pateiktos saugomų teritorijų ribos ir informacija apie tas teritorijas. Duomenų rinkinio panaudoti sluoksniai: nacionaliniai parkai, regioniniai parkai, rezervatai, draustiniai, biosferos rezervatai ir buferinės apsaugos zonos.

Dar vienas svarbus šaltinis adresų registro atviri duomenys, kuriuos tvarko VĮ Registrų centras. Duomenų bazę sudaro adresų taškai, gatvės, istorinės gatvės, gyvenamosios vietovės, istorinės gyvenamosios vietovės, seniūnijos, savivaldybės, apskritys. Tyrime panaudotas gyvenamosios vietovės sluoksnis apribojimams sudaryti.

Tiriamajame darbe panaudotas (angl. *Corine Land Cover (CLC2018)*) duomenų rinkinys, parengtas pagal programos „Copernicus“ žemės paviršiaus stebėsenos paslaugos sistemą, kuri nurodo žemės dangą ir naudojimo būdą. Panaudoti durpynų, sąvartynų vietų, vandens telkinių ir pelkių sluoksniai (žr. 9 lentelę).

**9 lentelė.** *CLC18 erdvinių duomenų rinkinio specifikacija (CLC, 2018)*

Dangos grupė	Kategorija	Kodas	Sluoksnis	
Dirbtinės dangos	užstatytos teritorijos	111	ištisas užstatymas	
		112	neišstisas užstatymas	
	pramoniniai ir komerciniai transporto objektai	121	pramoniniai ar komerciniai objektai	
		122	kelių ir geležinkelių tinklas ir su juo susijusi žemė	
		123	uostų teritorijos	
		124	oro uostai	
	karjerai, sąvartynai ir statybos	131	naudingųjų iškasenų gavybos vietos	
		132	sąvartynai	
		133	statybų plotai	
	apželdintos dirbtinės ne žemės ūkio paskirties teritorijos	141	žalieji miestų plotai	
		142	sporto ir poilsio vietos	
	Žemės ūkio teritorijos	dirbamoji žemė	211	nedrėkinamos dirbamosios žemės
			212	nuolat drėkinamos žemės
213			ryžių laukai	
daugiametės kultūros		221	vynuogynai	
		222	vaismedžių ir uogų plantacijos	
		223	alyvmedžių giraitės	
ganyklos		231	ganyklos	
kompleksinės žemės ūkio teritorijos		241	vienmečiai ir daugiamečiai pasėliai	
		242	kompleksiniai žemdirbystės plotai	
		243	dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos intarpais	
	244	miškininkystės teritorijos		
Miškai ir kitos gamtinės teritorijos	miškai	311	lapuočių miškas	
		312	spygliuočių miškas	
		313	mišrus miškas	
	krūmų ir žolinė augalija	321	natūralios pievos	



Dangos grupė	Kategorija	Kodas	Sluoksnis	
		322	dykvietės ir viržynai	
		323	kietalapė augalija	
		324	pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	
	plotas su reta augaline danga arba be jos	331	pliažai, kopos, smėlynai	
		332	uolos	
		333	alpinė augalija	
		334	gaisravietės	
		335	ledynai ir amžini sniegynai	
	Pelkės	kontinentinės pelkės	411	kontinentinės pelkės
			412	durpynai
pakrančių pelkės		421	druskingos pelkės	
		422	druskožemiai	
		423	užtvindomos sekļumos	
Vandens telkiniai	vidaus vandenys	511	vandens tėkmės	
		512	vandens telkiniai	
	jūrų vandenys	521	pakrančių lagūnos	
		522	estuarijos	
		523	jūra ir vandenynas	
Nėra duomenų	nėra duomenų	999	nėra duomenų	
Neklasifikuota	neklasifikuota	990	neklasifikuotas sausumos paviršius	
		995	neklasifikuotas vandens paviršius	
		990	neklasifikuota	

CLC žemės dangų rinkinio techniniai duomenys (žr. 10 lentelę) atitinka tyrimui išskeltus reikalavimus ir yra tinkami naudoti. Įvertinus, kad modelis, atlikus kriterijų pakeitimus, bus naudojamas ir kitoms karinėms teritorijoms atrinkti ne tik Lietuvos teritorijoje, tai tinkamiausias duomenų rinkinys. Šio rinkinio duomenų struktūra aprėpia didžiąją dalį NATO operacijų rajono teritorijos.

**10 lentelė.** CLC2018 duomenų rinkinio techniniai duomenys (CLC, 2018)

Palydoviniai duomenys	ESA Sentinel-2 ir Landsat 8 probleminėms vietoms ištaisyti
Laikotarpis	2017–2018 m.
Palydovinio vaizdo geometrinis tikslumas	≤ 10 m (Sentinel-2)
Minimalus kartografavimo plotas / ilgis	25 ha / 100 m
Geometrinis tikslumas, CLC	geresnis nei 100 m
Reikalavimas tikslumui ≥ 85 %	pasiektas
Pasikeitimų susiejimas	ribinis poslinkis min. 100 m; visi 5 ha ≥ pokyčiai kartografuojami
Gamybos laikas	1,5 metų
Dokumentacija	standartiniai metaduomenys
Prieiga prie duomenų	nemokama prieiga visiems vartotojams
Patenkančių šalių skaičius	39

Degalinių duomenims gauti buvo naudojama QGIS programinė įranga su įskiepiu QuickOSM. Tai leido atlikti duomenų eksportą iš OpenStreetMap, naudojant užklausą į

„Overpass“ API, kuri yra optimizuota duomenų naudotojams, kai reikia kelių arba daug sluoksnių su milijonais įrašų per trumpą laiko tarpą.

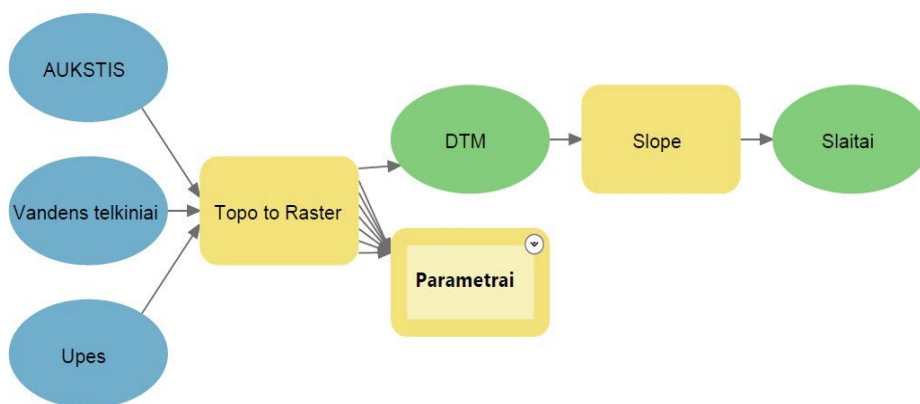
VĮ „Energetikos agentūra“ teikia duomenis apie Lietuvos teritorijoje esančių atsinaujinančių išteklių jėgainių geografinę padėtį, kontaktinius asmenius, energijos šaltinius ir energijos pagaminimo rodiklius (Lietuvos erdvinės..., 2024).

Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas prie Vidaus reikalų ministerijos teikia pavojingų objektų sąrašą. Į šį sąrašą patenka objektai, kuriuose nustatyti pavojingų medžiagų kiekiai yra didesni arba lygus klasifikaciniams kiekiams. Paskutinį kartą pavojingų objektų duomenys atnaujinti 2024 m. kovo 7 d. (Priešgaisrinės apsaugos..., 2024).

## 2.2. Duomenų apdorojimas

Duomenys apdoroti naudojant „ArcGIS Pro 3.2.1“ programinę įrangą. Siekiant produktą automatizuoti ir pagreitinti jo rengimo procesą sukurti modeliai programos *ModelBuilder* aplinkoje.

GRPK duomenys apie žemės paviršiaus aukščio taškus panaudoti apskaičiuojant šlaitų nuolydį. Taškai interpoliuoti taikant įrankį „Topo to Raster“, kuris naudojamas aukščio modeliams sudaryti. Šis metodas optimizuotas kaip atvirkščiai proporcingo atstumo interpoliacija (angl. *Inverse Distance Weighted* – IDW). Interpoliacija naudojama norint prognozuoti arba atstatyti reikšmes tarp duotų taškų, remiantis jų atstumu ir svorių įtaka (Esri, 2023). Įrankio įvesties parametrams panaudoti aukščio taškai, taip pat nurodytas sluoksnio atributinis laukas Z (normalinis aukštis, LAS07 aukščių sistemoje, išreikštas metrais), kuriame yra įvesta aukščio reikšmė. Kiti sluoksniai, tokie kaip upės ir vandens telkiniai, naudoti norint pagerinti interpoliacijos tikslumą, tam parinktas gardelės dydis – 50 metrų (žr. 2 pav.).



2 pav. Žemės paviršiau ir šlaitų nuolydžio sudarymo modelis

Baigus aukščio taškų interpoliavimą sudarytas šlaitų nuolydžio rastrinis sluoksnis. Šlaitų nuolydžio reikšmės apskaičiuotos iš išvestinio, skaitmeninio aukščių modelio, kurio rezultatai išreikšti metrais. Remiantis aukščių duomenimis, apskaičiuotas šlaitų nuolydis įrankiu „Slope“, kuris reljefo rastro pikselio aukščio reikšmes perklasifikuoja į šlaitų nuolydžio vertes, išreikštas laipsniais (žr. 3 pav.).



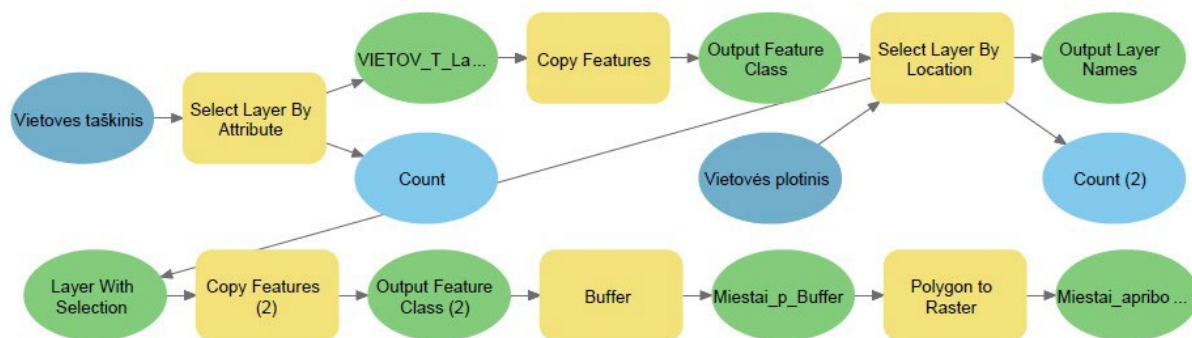
**3 pav.** Lietuvos šlaitų žemėlapis

Vektoriniams sluoksniams, tokiems kaip geležinkeliai, elektra, keliai, pakilimo takai, miškai ir pastatai, sudaryti rastriniai sluoksniai įrankiu „Euclidean Distance“ (žr. 4 pav.), kuris nustato atstumo reikšmę rastro 50 metrų gardelei iki artimiausio vektorinio šaltinio. Sudarant kelių rastrinį sluoksnį neįtraukti tokie duomenys: keliai, esantys uždaroje teritorijoje, (GKODAS – gc3); žmonių ir dviračių takai (GKODAS – dc2); keltų perkėlos sąlyginiai maršrutai (GKODAS – zs22); miško ir lauko keliukai (GKODAS – gc16) ir statomi keliai (GKODAS – sgc12, sgc14, sgc2). Iš sluoksnio PLOTAI atrinkti oro uostai (GKODAS – va1), pakilimo takai (GKODAS – va11), sraigtasparnių aikštelės (GKODAS – va12) ir sukurtas rastrinis sluoksnis – pakilimo takai. Iš aukščiau minėto sluoksnio atrinkti miškai (GKODAS – ms0) ir sudarytas rastrinis sluoksnis – miškai. Sudarant rastrinį sluoksnį pastatai filtruoti pagal plotą, tai yra kurie didesni kaip 2500 m<sup>2</sup>, potencialiai tinkami sandėliavimui.



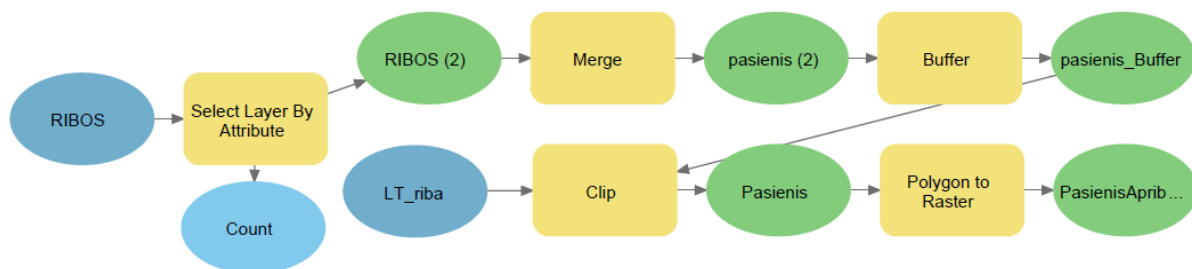
**4 pav.** *Vektorinių sluoksnių apdorojimo į rastrinius vaizdus modelis*

Toliau vykdytas apribojimo kriterijų sudarymas iš vektorinių duomenų į rastrinius sluoksnius. Miestų apribojimai sudaryti naudojant vietovių taškinį sluoksnį VIETOV\_T ir administracinio suskirstymo vektorinius duomenis, teikiamus VĮ Registrų centro. Sudarant miestų apribojimus naudotas įrankis „Select Layer By Attribute“, atrenkantis miestus (GKODAS – uas511) ir miestelius (GKODAS – uas512). Atlikus tokią atranką, pažymėtos miestų ir miestelių ribos, kertančios atrinktas vietas. Tuomet, atsižvelgiant į šias ribas, sukurtas 1000 metrų buferis. Tada naudotas įrankis „Polygon to Raster“, konvertuojantis atrinktas teritorijas ir buferio zonas į rastrinį sluoksnį. Rastrinis sluoksnis sudarytas 50 metrų pikselio dydžio (žr. 5 pav.).



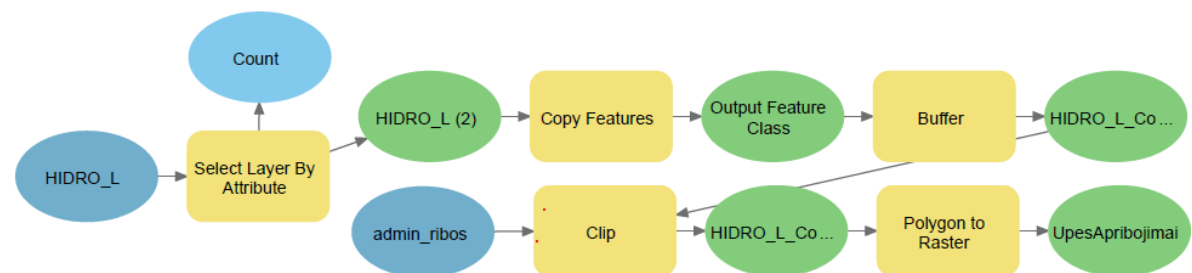
5 pav. Miestų teritorijų apribojimo modelis

Pasienio apribojimų zonos yra nuo Lietuvos teritoriją žyminčios ribos į vidinę pusę. Nuo Latvijos ir Lenkijos sienų nustatyti 5 km atstumai, o nuo Baltarusijos ir Kaliningrado – 10 km (žr. 6 pav.).



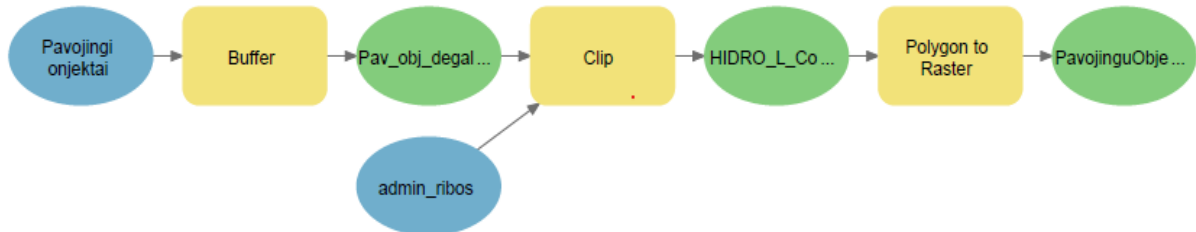
6 pav. Pasienio apsaugos zonų apribojimo modelis

Upių apribojimo rastrinis sluoksnis sudarytas iš GRPK erdvinio duomenų rinkinio HIDRO\_L vektorinio sluoksnio. Atrinktos linijos, žyminčios upes, kanalus, upelius ir drenažo griovius, kurių plotis nuo 2 metrų (GKODAI – hc1, hc3, hc32, hc33). Neįtrauktos linijos, žyminčios ašines kanalizuočių upių, tekančių vamzdinėmis vandens pralaidomis, fiktyvios linijos, kurios eina per vandens telkinius, ir ašinės linijos, kurios žymi siauresnius nei 2 metrai upelius, kanalų ar drenažo griovius (GKODAI – op01, fhc3, hc31) (žr. 7 pav.).



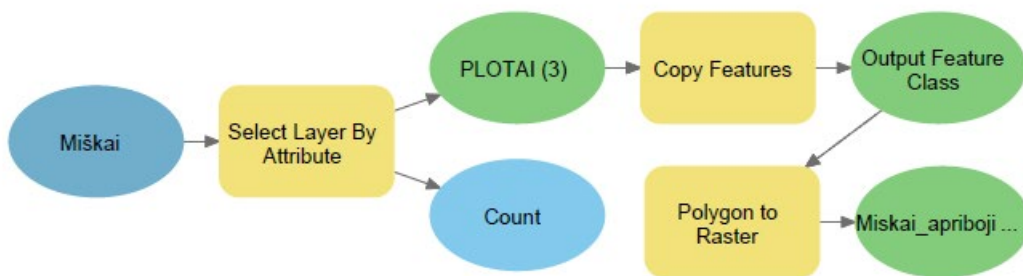
7 pav. Upių apsaugos zonų apribojimo modelis

Pavojingų objektų apribojimo sluoksniui sudaryti naudojami duomenys iš *OpenStreetMap*. Šiems sluoksniams įrankiu „Buffer“ nustatytos 1000 metrų apribojimų zonos, jos apkirptos pagal Lietuvos teritorijos ribą ir konvertuotos į rastrinį sluoksnį (žr. 8 pav.).



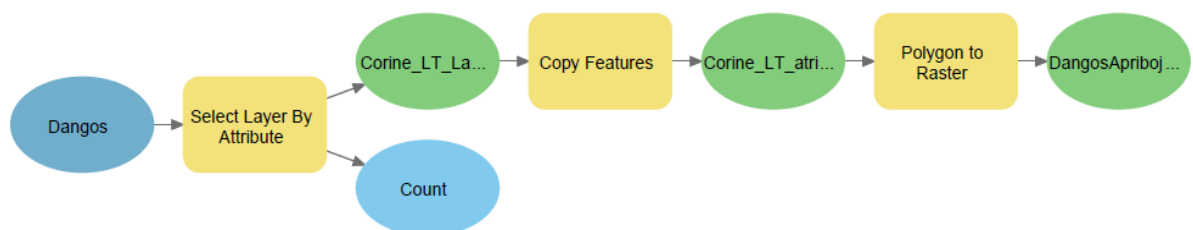
**8 pav.** Pavojingų objektų apsaugos zonų apribojimo modelis

Miškų apribojimo rastrui sudaryti naudojamas GRPK erdvinį duomenų bazės vektorinis sluoksnis PLOTAI. Atlikta plotų atranka, nukopijuoti tik miškų plotai (GKODAS – ms0). Nukopijuoti vektoriniai plotų duomenys įrankiu „Polygon to Raster“ konvertuoti į rastrinį sluoksnį (žr. 9 pav.).



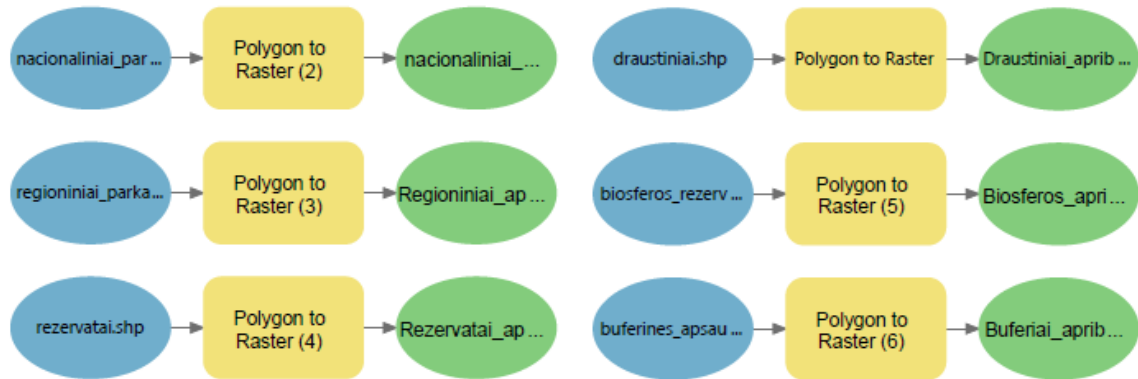
**9 pav.** Miškų teritorijų apribojimo modelis

Dangų apribojimams sudaryti naudoti CLC18 duomenų rinkinio duomenys: durpynai (klasifikacinis kodas – 412), sąvartynai (klasifikacinis kodas – 132), pelkės (klasifikacinis kodas – 411), vandens telkiniai (klasifikacinis kodas – 512). Sluoksniai atrinkti ir apkirpti pagal Lietuvos Respublikos ribą (žr. 10 pav.).



**10 pav.** Durpynų, sąvartynų, pelkių ir vandens telkinių teritorijų apribojimo modelis

Saugomų teritorijų apribojimo sluoksniams sudaryti naudotas STVK duomenų rinkinys, iš kurio atrinkti tokie sluoksniai: nacionaliniai parkai, regioniniai parkai, rezervatai, draustiniai, biosferos rezervatai ir buferinės apsaugos zonos. Įrankiu „Polygon to Raster“ atrinktos vektorinės teritorijos ir konvertuotos į rastrinius apribojimo sluoksnius (žr. 11 pav.).

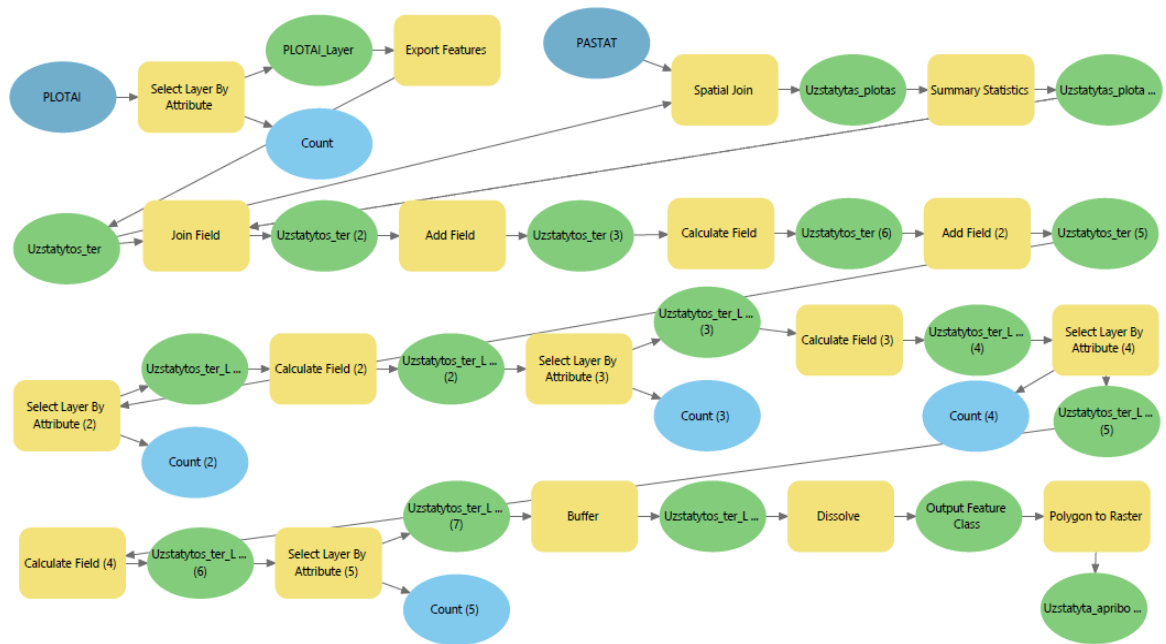


**2 pav.** Saugomų teritorijų apribojimo modelis

Tankiai užstatytų teritorijų apribojimo modelio etapai (žr. 12 pav.):

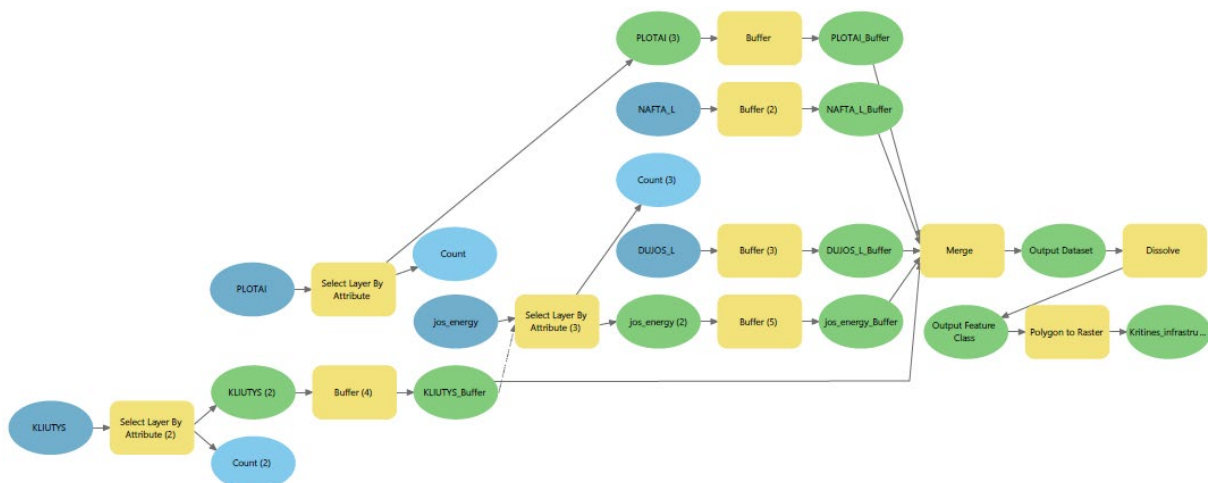
1. Iš PLOTAI sluoksnio atrenkamos užstatytos teritorijos (GKODAI – pu3 ir pu0) ir sukuriama pagrindinis vektorinis sluoksnis (*Užstatytos\_ter*).
2. Prie pagrindinio sluoksnio, naudojantis įrankiu „Spatial Join“, pridedama pastatų vektorinio sluoksnio atributinė informacija.
3. Įrankiu „Summary Statistic“ apskaičiuojamas pastatų plotas, patenkantis į užstatytų teritorijų teritoriją, sugeneruojama nauja atributinė lentelė ir įtraukiama į pagrindinį vektorinio sluoksnį.
4. Apskaičiuojamas teritorijos užstatymo plotas procentais ir priskiriamos reikšmės: mažiau kaip 50 % užstatyto ploto – *retai*, daugiau kaip 50 % užstatyto ploto – *tankiai*.
5. Tankiai užstatytoms teritorijoms sukuriama 2000 metrų buferis ir sudaromas rastrinis sluoksnis.





12 pav. Tankiai užstatytų teritorijų apribojimo modelis

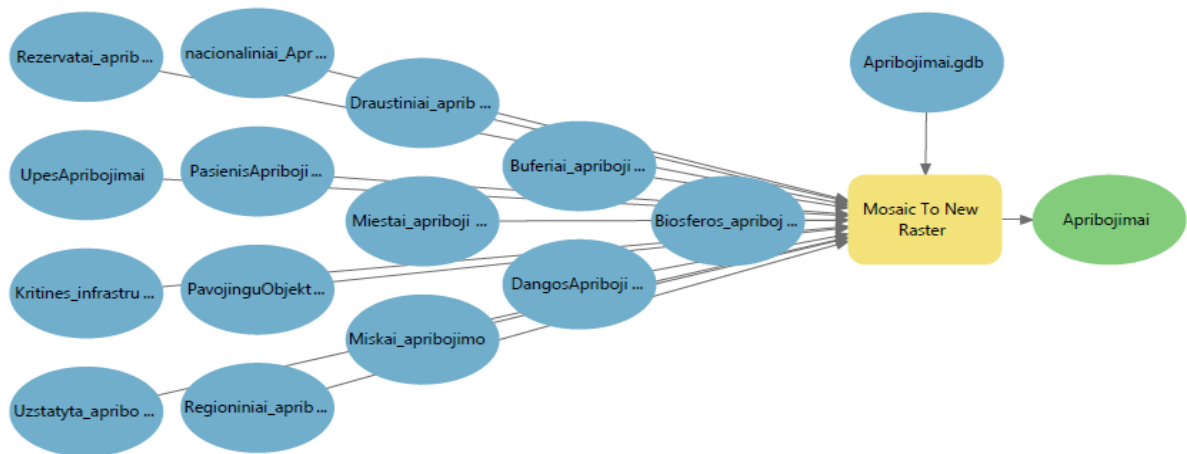
Kritinės infrastruktūros apribojimo rastrui sudaryti naudojami sluoksniai: elektros pastočių (transformatorinių) teritorijos, vandens valymo įrenginių teritorijos, dujotiekio ir naftotiekio vamzdynai, hidroelektrinės, vandentiekio bokštai, ryšio antenų bokštai ir skrydžių valdymo bokštai. Atrinktiems sluoksniams sukurta 1000 metrų apribojimo zona. Erdvinės analizės įrankiu „Merge“ sujungtos zonos į viena sluoksnį ir sudarytas rastrinis apribojimo sluoksnis (žr. 13 pav.).



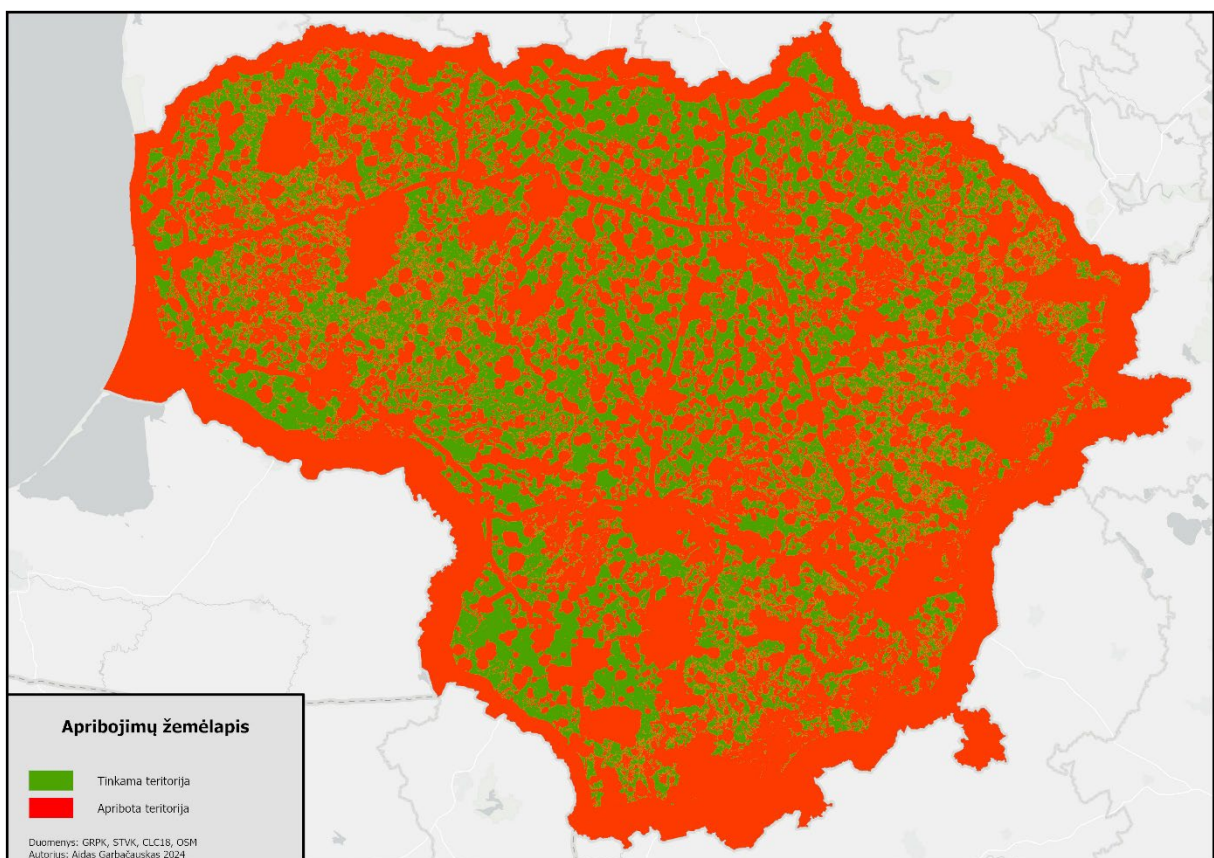
13 pav. Kritinės infrastruktūros apribojimo modelis



Atlikus apribojimo rastrų parengimą iš vektorinių duomenų, būtina juos visus sujungti į vieną bendrą rinkinį. Tam naudojamas įrankis „Mosaic To New Raster“, sujungiantis kelis rastrinius duomenų rinkinius į vieną naują sluoksnį. Kaip įvesties duomenys nurodomi sudaryti rastriniai sluoksniai (žr. 14 pav.). Sujungtas rastrinis sluoksnis bus naudojamas tolesnėms analizėms. Šis rastrinis apribojimų sluoksnis yra svarbus, nes daro įtaką, kad logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų vertinimas būtų kuo tikslesnis (žr. 15 pav.).



14 pav. Apribojimo sluoksnių sujungimo į vieną rastrą modelis



15 pav. Nustatytų apribojimų žemėlapis

### 2.3. Kriterijų nustatymas ir jų įtakos įvertinimas

Šie kriterijai nustatyti remiantis 2022–2024 m. Lietuvoje vykusiomis karinėmis pratybomis, kuriuose buvo gauta užduočių, susijusių su logistikai tinkamų teritorijų paieška. Lietuvos kariuomenės logistikos specialistai, įvertinę užduotį, išskirdavo vertinimo ir apribojimo kriterijus pagal svarbos balą ieškamai teritorijai. Atsižvelgiant į karinių pratybų metu gautus kriterijus, taip pat analizuotų autorių tyrimus ir jų naudotus kriterijus, buvo nustatyti vertinimo (žr. 11 lentelę) ir apribojimų (žr. 12 lentelę) kriterijai, tinkamiausi Lietuvos teritorijai, ir atliktas eksperto vertinimas.

11 lentelė. *Atrinkti vertinimo kriterijai*

Nr.	Vertinimo kriterijai	Tinkamiausias	Vidutiniškas tinkamumas	Mažas tinkamumas
	<b>Balas:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
1.	Atstumas iki geležinkelių	0–500 m	500–1500 m	1500 m <
2.	Atstumas iki kelių	0–200 m	200–1000 m	1000 m <
3.	Nuolydis	< 5°	5–10°	10–20°
4.	Atstumas iki elektros linijų	0–500 m	500–1500 m	1500 m <
5.	Pastatai nuo 2500 m <sup>2</sup> ploto	0–100 m	100–300 m	300 m <
6.	Atstumas iki aerodromų	0–10 km	10–25 km	25 km <
7.	Atstumas iki miškų	0–100	100–300 m	300 m <

Nustatyti vertinimo kriterijai: geležinkelis – viena pagrindinių kariuomenės krovinių pervežimo priemonių, tinkama ypač didelių svorių kroviniams, patikimiausia, menka oro sąlygų įtaką (Martišiūnas, 2021). Keliai – dažniausiai naudojamas transportavimo būdas logistikos operacijoms vykdyti šalies viduje dėl gerai išplėto tinklo (Birgiola, 2016; Petravičius, 2018). Nuolydis – svarbus faktorius, lemiantis karinės technikos mobilumo galimybes; 0–5 laipsnių nuolydis laikomas lėkštas, nes esant sausam dirvožemiui lengvai įveikiamas ratiniam ir vikšriniam transportui. 5–10 laipsnių nuolydis lengvai įveikiamas vikšriniam transportui, ratiniam – sunkiau. Šlaito 10–20 laipsnių nuolydis vikšriniam transportui įveikiamas sunkiai, o ratiniam idealiomis sąlygomis tik nedideliu greičiu. 20–30 laipsnių nuolydis ratiniam transportui neįveikiamas, vikšriniam tik nedideliu greičiu. Nuo 30 laipsnių nuolydis neįveikiamas jokioms antžeminėms karinėms transporto priemonėms (Jasiulionis ir Narušis, 1994). Elektros tinklai – vertinti nuo 35 kV, kurie užtikrina reikiamą galią kariuomenės poreikiams. Tai vienas svarbiausių dalykų karinių dalinių štabams įrengti. Todėl būtina pasirinkti tinkamiausią vietą, kurioje nesudėtinga ir reikalingi mažiausi kaštai elektrai įvesti (Krivcovas, 2020). Pastatai – atrenkami tik nuo 2500 m<sup>2</sup> ploto, tinkami

sandėliavimui. Tačiau neįtraukiami gyvenamosios paskirties pastatų, kurie būtų tinkami tiekti atsargas (Uleckas, 2017). Aerodromai – įtraukti dėl oro operacijų, norint tinkamai išnaudoti visas galimas logistikos funkcijas. Aerodromai gali atlikti ir kitą funkciją, pavyzdžiui, kaip dideli aikštelių plotai, tinkami krovos darbams (*Geospatial engineering*, 2010). Miškai – tai natūrali priedanga, dislokavus karinį vienetą kuo arčiau miško yra didesnės tikimybė išlikti nepastebėtam. Šalia miškų dažniausiai vyrauja krūmynai, turintis maskuojamųjų savybių, ir jie nelaikomi karinio transporto judėjimą apribojančiomis kliūtimis (Jasiulionis ir Narušis, 1995).

**12 lentelė. Atrinkti apribojimo kriterijai**

<b>Nr.</b>	<b>Apribojimo kriterijai</b>	<b>Zonos</b>
1.	Saugomos teritorijos	saugoma teritorija
2.	Miestų teritorijos	< 1000 m
3.	Pavojingi objektai	< 1000 m
4.	Dangos	durpynai, vandens telkiniai, pelkės
5.	Upės	< 150 m
6.	Miškai	miško teritorija
7.	Pasienis	< 5 km

Nustatyti apribojimai (žr. 12 lentelę), darantys įtaką tinkamų logistikai karinių pratybų teritorijų atrankai. Vienas tokių apribojimų – saugomos teritorijos, į jas atsižvelgiama, kad nebūtų padaryta nepataisoma žala aplinkai ir nebūtų pažeisti aplinkosauginiai reikalavimai, keliami saugomų teritorijų apsaugos zonoms. Į miestų apribojimų teritorijas įtraukti ir miesteliai, pridodant 1 km apsaugos zoną aplink jų ribas. Apribojimai numatyti tokiems pavojingiems objektams: degalinėms, sprogmenų sandėliams, chemijos sandėliams, naftos produktų terminalams, žemės ūkio trąšų sandėliams, kuro bazėms, kuro terminalams, chemijos gamykloms, suskystintų dujų terminalams, dujų perpylimo stotims bei kitiems aplinkai ir žmonėms pavojingiems objektams. Apribojimai nustatyti tokioms dangoms kaip: durpynai, kur daug sunkiau atlikti taktinius manevrus ir didelė tikimybė įvykti gaisrui, nes čia daug sausos augalinės kilmės liekanų, o visa tai vertinama kaip labiausiai netinkamas dirvožemio tipas (Rehrer, Griffin ir Renner, 2022); vandens telkiniai ir pelkės, nes apie jų gylį, dugną, kranto aukščius trūksta duomenų. Prie upių nustatytas 150 m apribojimas dėl nepatikimo grunto ir nesant neužtikrintos upės kirtimo galimybės, kas gali kelti logistinių problemų. Įtraukta apribojimų ir miškui, nes ši teritorija kariniam transportui laikoma kaip judėjimo kliūtis (Jasiulionis ir Narušis, 1995). Pasienio 5 km ruožas taip pat įtrauktas kaip apribojimas, tai reglamentuoja Lietuvos Respublikos valstybės sienos ir jos apsaugos įstatymas.

Kriterijaus svarba įvertinama taikant porinio palyginimo metodiką AHP, kuri vertina skirtingus kriterijai pagal jų svarbą ir įtaką. Visi galimi kriterijai sudedami poromis taip, kad nepasikartotų. Sudarytoje matricoje visi eilutėje esantys kriterijai yra lyginami su grafoje esančiais, jiems skiriami balai: nuo 1 – tai yra vienodos svarbos, iki 9 – tai yra didelės svarbos. Trumpmena išreikštas balas parodo, kad grafoje esantis kriterijus yra svarbesnis už eilutėje esantį (žr. 13 lentelę). Kriterijai išreikšti sutrumpinimais:

1. **K1** – atstumas iki geležinkelių.
2. **K2** – atstumas iki kelių.
3. **K3** – atstumas iki miškų.
4. **K4** – atstumas iki elektros linijų.
5. **K5** – atstumas iki aerodromų.
6. **K6** – atstumas iki pastatų.
7. **K7** – nuolydis.

**13 lentelė.** *Kriterijų porinio palyginimo matrica*

Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
<b>K1</b>	1	2	2	5	3	5	2
<b>K2</b>	1/2	1	2	4	2	5	4
<b>K3</b>	1/2	1/2	1	3	2	4	3
<b>K4</b>	1/5	1/4	1/3	1	1	3	2
<b>K5</b>	1/3	1/2	1/3	1	1	3	3
<b>K6</b>	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1	1/2
<b>K7</b>	1/2	1/4	1/3	1/2	1/3	2	1

Sudarius kriterijų vertinimo matricą ir atlikus jų svarbos koeficientų skaičiavimus, gaunami rezultatai, kuriuos galima suprasti kaip įtakos reikšmes. Jas susumavus gaunamas 1, kuris prilyginamas 100 % (žr. 14 lentelę).

**14 lentelė.** *Porinio palyginimo nustatyta kriterijų įtaka*

Kriterijai	Kriterijų įvertinimų suma	Įtaka
<b>K1 – atstumas iki geležinkelių</b>	20,00	0,26 (26 %)
<b>K2 – atstumas iki kelių</b>	18,50	0,24 (24 %)
<b>K3 – atstumas iki miškų</b>	14,00	0,18 (18 %)
<b>K4 – atstumas iki elektros linijų</b>	7,78	0,10 (10 %)
<b>K5 – atstumas iki aerodromų</b>	9,17	0,12 (12 %)
<b>K6 – atstumas iki pastatų</b>	2,82	0,04 (4 %)
<b>K7 – nuolydis</b>	4,92	0,06 (6 %)
<b>Suma</b>	<b>77,18</b>	<b>1,00 (100 %)</b>

Sudarius kriterijų porinio palyginimo matricą ir apskaičiavus jų įtaka, apskaičiuojamas nuoseklumo koeficientas – CR (angl. *Consistency Ratio*) (Piantanakulchai ir Saengkhaio, 2003). Tinkamai sudarytai porinio palyginimo matricai CR vertė neturėtų viršyti 10 %. Priešingu atveju, jeigu vertė viršija nurodytą reikšmę, reikia nustatyti problemą ir pakartotinai sudaryti matricą. Tai kartoti tol, kol reikšmė neviršys 10 % ribos (Saaty, 1987). Nuoseklumo koeficientas parodo, kad visi kriterijai įvertinti nuosekliai ir nėra klaidų, darančių neigiamą įtaką galutiniam rezultatui.

Nuoseklumo koeficientas apskaičiuojamas laikantis nustatytos eigos, kurią aprašė J. Franekas ir A. Kresta 2014 metais atliktame tyrime:

1. Apskaičiuojama didžiausia matricos savitoji vertė.

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n (s * v) = (0,26 * 3) + (0,24 * 5) + (0,18 * 6) + (0,10 * 15) + (0,12 * 10) + (0,04 * 23) + (0,06 * 16) = 7,568624$$

(*s* – kriterijui apskaičiuota įtaka; *v* – lyginamojo kriterijaus balų suma)

2. Matricos nuoseklumo indekso apskaičiavimas.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{7,568624 - 7}{7 - 1} = 0,094771$$

(*n* – kriterijų kiekis;  $\lambda_{\max}$  – didžiausia matricos savitoji vertė)

3. Nuoseklumo koeficiento apskaičiavimas.

**15 lentelė.** Atsitiktinio nuoseklumo indeksai (Franek ir Kresta, 2014)

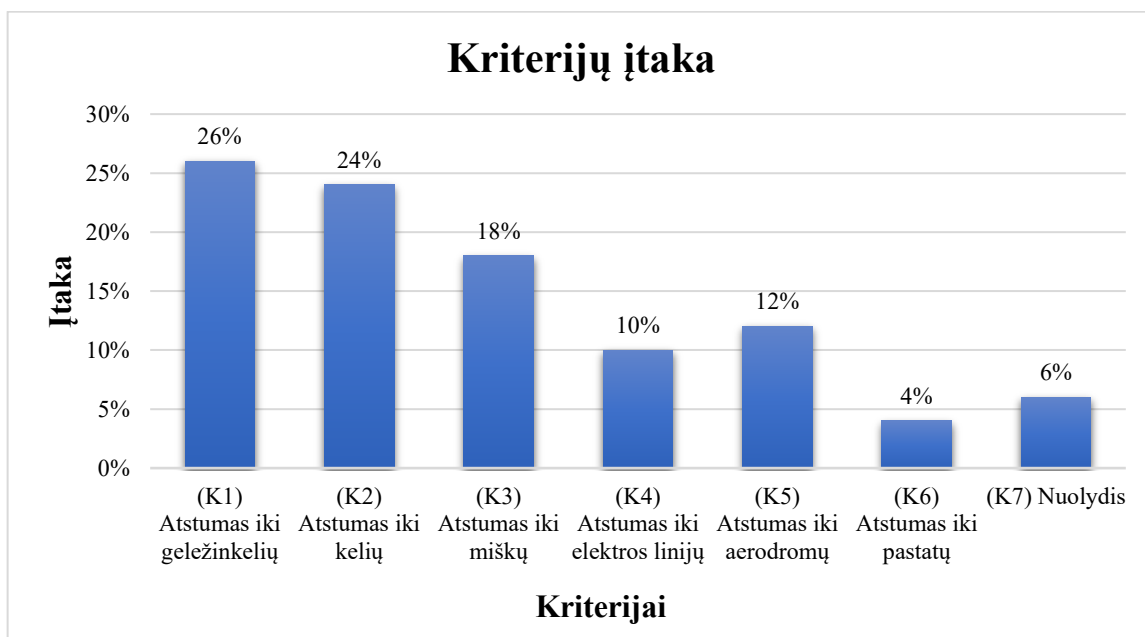
Atsitiktinio nuoseklumo indeksas (RCI)										
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RCI	0	0	0,525	0,882	1,11	1,250	1,341	1,404	1,451	1,486

$$CR = \frac{CI}{RCI} = \frac{0,094771}{1,341} * 100 = 7,07\% < 10\%$$

(*n* – kriterijų kiekis; *CI* – matricos nuoseklumo indeksas; *RCI* – atsitiktinio nuoseklumo indeksas (žr. 15 lentelę))

Apskaičiuotas nustatytų kriterijų nuoseklumo koeficientas yra 7,07 %, tai yra mažesnis už nustatytą 10 % ribą. Kadangi kriterijai atitinka porinio palyginimo reikalavimus, juos galima naudoti tolesnei erdvinei analizei.

Svarbiausias kriterijus yra atstumas iki geležinkelių – 26 %, kiti kriterijai pateikti mažėjančia tvarka: atstumas iki kelių – 24 %, atstumas iki miškų – 18 %, atstumas iki aerodromų – 12 %, atstumas iki elektros linijų – 10 %, nuolydis – 6 %, atstumas iki pastatų – 4 % (žr. 1 diagramą).



**Diagrama 1.** *Kriterijų įtakos palyginimas*

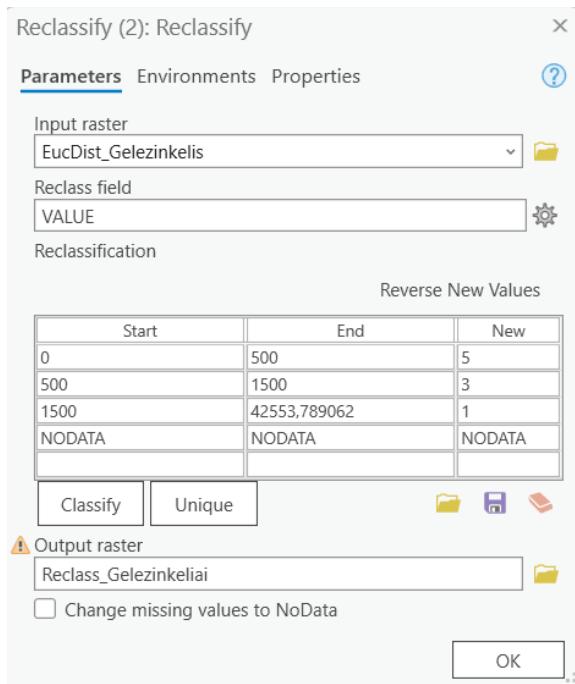
Siekiant papildomai įvertinti atrinktus kriterijus, sudaryti vertinimo lentelių šablonai (žr. 1–2 priedą) ir pateikti Lietuvos logistikos valdybos struktūroje tarnaujančiam karininkui, karo geografui (ekspertui) įvertinti. Ekspertui dar pateikta medžiaga apie atliekamą tyrimą, kuri sudaryta iš tyrimo pavadinimo, problematikos, objekto, uždavinių, glaustos literatūros analizės, nustatytų kriterijų bei jų įtakos analizės ir tyrimo tikslo. Gauta eksperto įvertinimo forma buvo vertinama ir analizuojama, po to atlikta kriterijų korekcija, siekiant gauti tikslesnius rezultatus ir įgyvendinti numatytus poreikius.

## 2.4. Tinkamų logistikai karinių pratybų teritorijų nustatymas

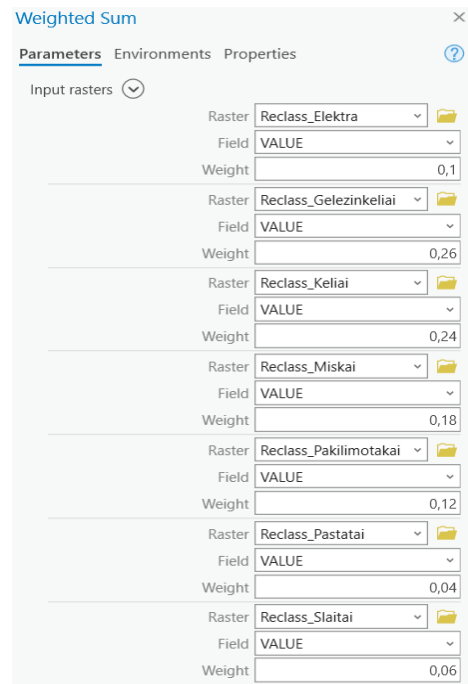
Sudaromas modelis, kurio parengti duomenys įrankiu „Reclassify“ (žr. 16 pav.) perklasifikuojami pagal nustatytas tinkamumo ribas ir įvertinami balais (žr. 17 pav.).



16 pav. Tinkamumo modelis



17 pav. Reikšmių perklasifikavimas



18 pav. Įtakos priskyrimas

Perklasifikuotiems rastrams naudojamas įrankis „Weighted Sum“. Šis įrankis leidžia padauginti kiekvieno rastro pikselio vertes iš nustatyto įtakos koeficiento ir susumuoti visus sutampančius pikselius į vieną išvesties rastrą, nurodžius apribojimo slauksnį. Toje vietoje, kur persidengs slauksniai, įrankis nesudarys rastro.

Žemiau pateiktas pavyzdys, kur langeliuose esančios reikšmės dauginamos iš jų įtakos koeficiento, tada gauti rezultatai yra sudedami, siekiant sukurti išvesties rastrą. Kairėje pusėje, viršuje esančių langelių vertės:  $(2,2 * 0,75) = 1,65$  ir  $(3 * 0,25) = 0,75$ . O jų suma sudėjus yra 2,4 (žr. 19 pav.).



19 pav. Vertinami rastrai sujungiami į vieną bendrą (Esri, 2023)

Geografinės informacinės sistemos „ArcGIS Pro“ programinėje įrangoje yra galimybė sudarytame tinkamumo žemėlapyje automatiškai atrinkti teritoriją, panaudojant įrankį „Locate Regions“ (žr. 20 pav.). Įrankis veikia pagal nurodytus reikalavimus: bendras plotas, teritorijų



skaičius, formas, pagal įtakos rastro reikšmių prioritetus, esamos atrinktos teritorijos, maksimalus bei minimalus plotas ir atstumas tarp teritorijų (Esri, 2024).



**20 pav.** *Regionų atrankos modelis*

Įrankis rastrinio failo formatu atranka teritorijas, atitinkančias nustatytus reikalavimus. Jeigu pagal pateiktus reikalavimus nėra tinkamų teritorijų, tuomet surandamos joms artimiausios pagal specifiką. Atributinėje lentelėje apie atrinktus regionus pateikiama pagrindinė statistinė informacija: minimalios, vidutinės ir maksimalios tinkamumo balų vertės sudarytame žemėlapyje, plotas, eilės numeris pagal tinkamumą (jeigu renkama iš daugiau nei vienos teritorijos) ir atrinktų tinkamų rastro pikselių skaičius. Atrinktų teritorijų rastrinis sluoksnis konvertuojamas į vektorinį sluoksnį, kuris reikalingas sudarant schemas.

### 3. REZULTATAI

#### 3.1. Eksperto įvertinimas nustatytų kriterijų

Atlikęs įvertinimą ekspertas pateikė siūlymus dėl apribojimo kriterijų papildymo. Patikslinti kriterijai pateikti žemiau esančioje lentelėje (žr. 16 lentelę).

16 lentelė. Patikslinti apribojimo kriterijai

Nr.	Apribojimo kriterijai	Zonos
1.	Saugomos teritorijos	saugoma teritorija
2.	Miestų teritorijos	< 1000 m
3.	Pavojingi objektai	< 1000 m
4.	Dangos	durpynai, vandens telkiniai, pelkės
5.	Upės	< 150 m
6.	Miškai	miško teritorija
7.	Pasienis	su draugiškomis valstybėmis 5 km, su nedraugiškomis 10 km
8.	Kritinė infrastruktūra	< 1000 m
9.	Tankiai apgyvendintos teritorijos	< 2000 m

Ekspertas pasiūlė nustatyti 5 km apsaugos zoną į vidinę Lietuvos Respublikos teritorijos pusę tik su draugiškomis valstybėmis Latvija ir Lenkija, o su nedraugiškomis, tokiomis kaip Baltarusija ir Kaliningradas, – 10 kilometrų apsaugos zoną. Pasiūlymas priimtas. Siekiant apsaugoti nuo galimų konfliktų su nedraugiškomis valstybėmis, reikia imtis visų įmanomų veiksmų saugumui užtikrinti.

Kitas eksperto siūlymas – įtraukti kritinę infrastruktūrą, taip būtų apribotas tinkamų teritorijų nustatymas, atsižvelgiant į valstybės saugumo, humanitarines sąlygas žmonėms užtikrinančias infrastruktūras. Išnagrinėjus viešai skelbtą informaciją apie Ukrainoje identifikuotas problemas, į kritinę infrastruktūrą buvo įtraukti tokie duomenys kaip: elektros pastočių (transformatorinių) teritorijos, vandens valymo įrenginių teritorijos, dujotiekio ir naftotiekio vamzdiniai, hidroelektrinės, vandentiekio bokštai, ryšio antenų bokštai bei skrydžių valdymo bokštai ir kita kritinė infrastruktūra, įtraukta į teritorijų vertinimo kriterijus.

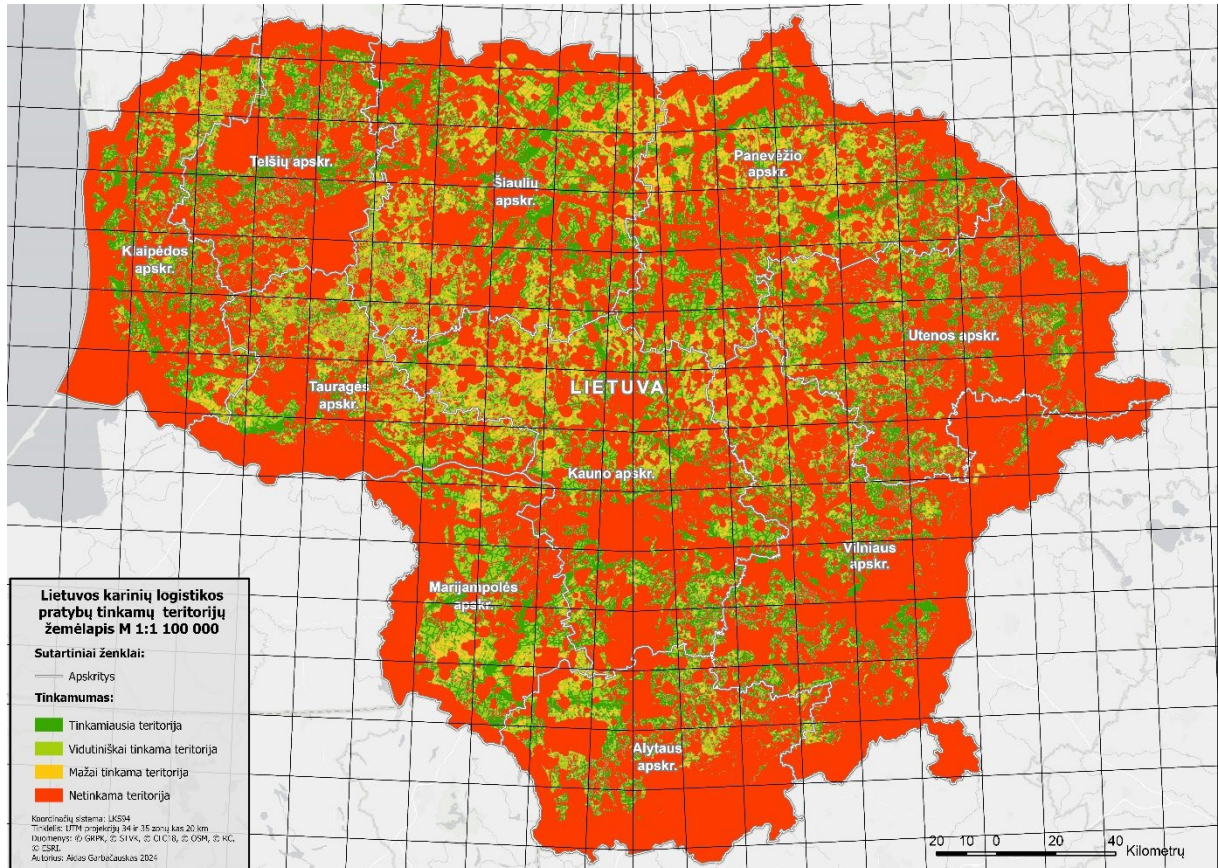
Paskutinis eksperto siūlymas, kuris taip pat buvo įgyvendintas, – tai tankiai apgyvendintos teritorijos, kuriose daugiau kaip 50 % ploto užstatyta pastatais. Lietuvos kariuomenėje, jeigu nėra nurodyta kitaip ar nėra tam tikrų išimčių, tai dažniausiai naudojamas dydis.

Ekspertas nustatytus vertinimo kriterijus įvertino kaip tinkamus atrenkant karinių pratybų teritorijas logistikai (žr. 3–4 priedą). Tačiau pateikė pastabų dėl tolesnių tyrimų ir rekomendacijas. Pasak eksperto, „ateityje plėtojant tyrimą ir siekiant maksimalių rezultatų, siūloma išnagrinėti dirvožemio poveikį, įtraukiant kaip vieną iš kriterijų (Dirv\_DR10LT pagrindu)“ ir „(rašant disertaciją) įvertinti, kad tam tikri dirvožemių tipai, turi įtaką kritulių kiekiui ir gali paveikti pasiekiamumą turima technika vykdant logistines operacijas.“ Įtraukus eksperto siūlomus dirvožemio ir kritulių kriterijus vertinant karinių logistikos pratybų teritorijas, reikėtų išplėsti patį tyrimą, nes kariuomenėje yra daug įtaką darančių faktorių, tokių kaip: karinės technikos specifikacija, dirvožemio tipai, dirvožemio struktūros pasikeitimai prie tam tikro drėgmės lygio ar iškritusių kritulių kiekis, taip pat skirtingi sezonai, būdingi Lietuvos teritorijai. Tokiam tyrimui atlikti reikėtų suburti šių sričių ekspertus. Reikėtų atkreipti dėmesį į kaimynines NATO šalis, kuriuose yra tinkamos kvalifikacijos būriai, atsakingi už dirvotyra ir klimatologiją. Šie būriai bendradarbiaudami su karinės technikos inžinieriais sudaro karinės technikos pravažumo žemėlapius (CCM – angl. *Cross Country Mobility*) ne keliais. Ekspertas rekomenduoja: „palikti galimybę sprendimų priėmėjams (vadams) keisti kriterijų dydžius (pvz.: pastato plotas) atsižvelgiant į logistinės užduoties specifiką“. Sukurta metodika tai leidžia atlikti, ekspertui ar sprendimų priėmėjams pildant vertinimo šabloną ir įrašant papildomus kriterijus ar koreguojant jau nustatytus, kaip reikalingas pastatų plotas. Optimalų ir sklandų užduočių atlikimą lemia sudarytas automatizuotas modelis, kuriame, įvedus pakeitimus, yra sugeneruojamas pagal užduoties specifiką logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų žemėlapis. Tai pakeičia sudėtingą rankinį darbą, kurio metu būna atrenkami reikalingi erdviniai duomenys, apadoruojami skirtingais geografinės analizės procesais, ir galiausiai sudėtingas bei kruopštus kiekvieno kriterijaus pritaikymas, jų tarpusavio sulyginimas ir lėtas teritorijų atrinkimas. Atliekant šį sudėtingą darbą galimos specialistų klaidos dėl nuovargio ar dėmesio trūkumo.

Naudojant šio tyrimo metu sudarytą modelį ne tik išvengiama specialistų daromų klaidų, bet ir per trumpą laiko tarpą įvertinamos didelės teritorijos. Visa tai lemia sklandų tinkamiausių logistikai karinių pratybų teritorijų atranką.

### 3.2. Atrinktos logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijos

Remiantis vertinimo ir apribojimo kriterijais, sudarytas logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų Lietuvos žemėlapis (žr. 21 pav., 5 priede), atsižvelgiant į įtakos rastrą.



21 pav. Logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų Lietuvos žemėlapis

#### Tyrimo rezultatai

1. Tinkamiausių teritorijų plotas sudaro 10 761,80 km<sup>2</sup>, tai yra 16,48 % sudaryto tinkamumo rastro ploto. Ši teritorija yra laikoma labiausiai tinkama karinėms logistikos pratyboms.
2. Vidutiniškai tinkamai teritorijai priskirta 12,85 % teritorijos. Tai yra vidutinio tinkamumo plotas, kuris gali būti naudingas karinėms logistikos pratyboms, nors ne tiek optimalus kaip tinkamiausios teritorijos plotas.
3. Mažai tinkama teritorija sudaro tik 4,17 % visos teritorijos. Tai yra mažas plotas, kuris turi mažą tinkamumą karinėms logistikos pratyboms.
4. Netinkama teritorija sudaro net 66,50 % Lietuvos ploto. Tai yra didelis plotas, netinkantis karinėms logistikos pratyboms dėl nustatytų apribojimo kriterijų.

Tinkamos teritorijos yra ties Lietuvos sienos dalimi su Latvija, Kaliningradu ir Suvalkų koridoriumi, kuris yra ypač svarbus Lietuvos kariuomenei ir visam NATO aljansui. Suvalkų koridorius yra strategiškai svarbi teritorija, jungianti Baltijos valstybes su Vakarų Europos šalimis. Čia eina svarbūs geležinkelio ir kelių tinklai, kurie užtikrina prekių ir žmonių judėjimą bei karinių vienetų dislokacijos laiką gynybos atveju.

Daugiausia apribotų teritorijų yra prie Baltarusijos siena, tai lemia vyraujantys miškų masyvai. Miškai daro neigiamą įtaką planuojant ir vykdant logistikos karines operacijas, jie apriboja karinės technikos judėjimą ir apsunkina mobilumą.

Kauno apskrityje nustatytas didžiausias 2,25 % (1469,37 km<sup>2</sup>) tinkamiausios teritorijos plotas iš viso tirtu ploto, antroji vieta tenka Šiaulių apskričiai – 2,23 %. Tada Utenos apskritis – 1,98 % ploto, kiek mažiau Panevėžio apskritis – 1,98 %. Mažiausias tinkamiausios teritorijos plotas yra Alytaus apskrityje, tai yra 1,04 % (682,02 km<sup>2</sup>).

Vidutiniškai tinkamos teritorijos pagal apskritis pasiskirstė taip: Šiaulių – 2,42 % (1578,05 km<sup>2</sup>), Kauno – 2,06 % (1342,98 km<sup>2</sup>), Panevėžio – 1,91 % (1249,15 km<sup>2</sup>), Tauragės – 1,31 % (854,62 km<sup>2</sup>), Vilniaus – 1,06 % (692,79 km<sup>2</sup>), Marijampolės – 0,99 % (645,53 km<sup>2</sup>), Utenos – 0,93 % (607,35 km<sup>2</sup>), Klaipėdos – 0,88 % (571,26 km<sup>2</sup>), Alytaus – 0,68 % (447,05 km<sup>2</sup>) ir Telšių – 0,61 % (397,26 km<sup>2</sup>). Mažai tinkamos teritorijos pagal apskritis pasiskirsčiusios nuo 0,20 % iki 0,80 %, mažiausiai tokių teritorijos yra Alytaus apskrityje, daugiausia – Panevėžio ir Šiaulių apskrityse.

Didžiausias nustatytų apribojimų plotas iš visos tirtos teritorijos yra Vilniaus apskrityje, jis sudaro 7586,10 km<sup>2</sup> arba 11,61 %, toliau eina Utenos apskritis – 7,84 % (5120,93 km<sup>2</sup>), Šiaulių – 7,62 % (4976,40 km<sup>2</sup>), Panevėžio – 7,38 % (4817,30 km<sup>2</sup>), Alytaus – 6,37 % (4160,15 km<sup>2</sup>), Klaipėdos – 5,49 % (3585,01 km<sup>2</sup>), Telšių – 4,60 % (3003,32 km<sup>2</sup>), Marijampolės – 4,39 % (2867,47 km<sup>2</sup>) ir Tauragės – 3,82 % (2497,11 km<sup>2</sup>).

Gautų rezultatų žemėlapis vizualizuoja teritorijas, kurios suskirstytos į keturias kategorijas: tinkamiausios, vidutiniškai tinkamos, mažai tinkamos ir netinkamos karinėms logistikos pratyboms. Žemėlapyje matyti, kad šalia miškų masyvų ar miesto teritorijų yra didesnė tinkamiausių teritorijų koncentracija, nes ten yra gerai išvystyta infrastruktūra ar vyrauja miškai, tinkami kaip natūrali priedanga. Vis dėlto didžiausią teritorijos dalį sudaro netinkamos teritorijos, tai yra 66,50 % tirtu ploto, kurios netinka dėl nustatytų apribojimų. Taigi, netinkamų teritorijų plotas yra du kartus didesnis nei tinkamų.

### 3.2. Logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų eksperto įvertinimas

Po to, kai buvo tyrimo metu sudarytas tinkamų teritorijų žemėlapis, atlikta eksperto paskirta užduotis (žr. 6 priede). Jos tikslas – įvertinti, kaip automatiškai atrinktos teritorijos atitinka nustatytus kriterijus, naudojant tinkamumo rastrą. Eksperto paskirtos užduoties pagrindiniai reikalavimai:

1. Atrinkti 3 teritorijas, kurios patektų į AOI (angl. *Area of Interest*): 34VFH4397532375; 35VLC2088332189; 35ULC1881505863; 34UFH4420005973.
2. Atrinkta teritorija turi būti nuo 1500 iki 3000 hektarų ploto.
3. Teritorija turi būti nutolusi viena nuo kitos ne arčiau kaip 5 kilometrai.
4. Išplėtotas kelių tinklas (minimaliai 4 metrų pločio su rišlia danga).
5. Turi praeiti ne vietinės reikšmės geležinkelis.
6. Išvengti teritorijų ar žemės dangų apsunkinančių karinės technikos mobilumą.
7. Išlaikyti saugius atstumus nuo svarbių kritinių taškų.
8. Privalumas patenkantys elektros tinklai.
9. Natūralių priedangų patekimas.
10. Teritorijoje esantys pastatai potencialūs atsargoms kaupti.

17 lentelė. Atrinktų teritorijų analizė

Reikalavimai	Automatiškai atrinkta teritorija		
	Nr. 1 (žr. 7 priede)	Nr. 2 (žr. 8 priede)	Nr. 3 (žr. 9 priede)
<b>Centro koordinatė (nurodytoje – AOI)</b>	34VFH 60071 26867	34VFH 83916 15282	34VFH 52533 12716
<b>Teritorijos plotas (ha)</b>	1661	1527	2717
<b>Atstumas iki kitų teritorijų</b>	Nr. 2 – 20,54 km, Nr. 3 – 9,80 km	Nr. 1 – 20,54 km, Nr. 3 – 23,86 km	Nr. 2 – 23,86 km, Nr. 1 – 9,80 km
<b>Kelių tinklas</b>	keltas su žvyro danga nuo 5 m, asfaltuoti keliai nuo 8 m pločio	keltas su žvyro danga nuo 5 m, asfaltuoti keliai nuo 7 m pločio	keltas su žvyro danga nuo 4 m, asfaltuoti keliai nuo 6 metrų pločio
<b>Geležinkelio tinklas</b>	1520 mm	1520 mm	1520 mm
<b>Karinės technikos mobilumas</b>	nėra karinės technikos mobilumą apsunkinančių teritorijų	nėra karinės technikos mobilumą apsunkinančių teritorijų	nėra karinės technikos mobilumą apsunkinančių teritorijų

Reikalavimai	Automatiškai atrinkta teritorija		
	Nr. 1 (žr. 7 priede)	Nr. 2 (žr. 8 priede)	Nr. 3 (žr. 9 priede)
Teritorijoje esančių gyventojų skaičius	± 115	± 189	± 133
Kritiniai taškai	gyvenvietės: Niūrančiai, Vaizgučiai, Andrešiūnai	gyvenvietės: Megučioniai, Girbutkiai, Medėnai	gyvenvietės: Domantai, Lūpaičiai, Karvazai, Adomiškiai, Daugėlaičiai
Elektros tinklai	330 kV ir 110 kV	35 kV	110 kV
Natūralios priedangos	teritorijoje yra jaunuolynų, krūmynų ir melioracijos griovių	teritorijoje yra krūmynų ir melioracijos griovių	teritorijoje yra jaunuolynų, krūmynų ir melioracijos griovių
Potencialių sandėlių plotas (m <sup>2</sup> )	± 6873	± 25373	± 30201

Teritorijos buvo atrinktos naudojantis geografinės informacinės sistemos „ArcGIS Pro“ programinės įrangos teikiamomis galimybėmis, nurodžius sudarytą tinkamumo žemėlapi ir atlikus automatizuotą teritorijų atranką. Tai leidžia efektyviai panaudoti išteklius ir sumažinti teritorijų atrinkimo proceso laiko sąnaudas.

Ekspertas atrinktas logistikos karinių pratybų teritorijas įvertino kaip tinkamas tolesniam naudojimui. Jis pabrėžė, kad metodika yra tinkama naudoti atrenkant kitas karines teritorijas, įterpus papildomus ar pakoregavus esamus nustatytus kriterijus (žr. 10 priedą).

## IŠVADOS

1. Atlikus mokslinių darbų apžvalgą matyti, kad karinių teritorijų tinkamumo paieškai dažnai naudojami multikriteriniai sprendimų priėmimo metodai kartu su integruotomis geografinės informacinės sistemos (GIS) priemonėmis. Šie metodai leidžia įvertinti ir palyginti kriterijus, kurie yra svarbūs atrenkant tinkamas karines teritorijas.
2. Nustatyti logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų vertinimo kriterijai kaip: atstumas iki geležinkelių, kelių, miškų, aerodromų, elektros linijų, pastatų ir šlaitų nuolydžio. Kaip apribojimo kriterijai atrinkta: saugomos teritorijos, miestų teritorijos, pavojingi objektai, dangos (durpynai, vandens telkiniai, pelkės), upės, miškai, pasienis, kritinė infrastruktūra ir tankiai apgyvendintos teritorijos. Nustatytus vertinimo ir apribojimo kriterijus ekspertas įvertino kaip tinkamus atrenkant logistikai karinių pratybų teritorijas.
3. Atlikus porinio palyginimo vertinimą nustatyta, kad didžiausią įtaką kriterijų vertinimo sistemoje daro atstumas iki geležinkelių, o mažiausią įtaką – atstumas iki pastatų. Apskaičiuotas nuoseklumo koeficientas yra 7,07 %, mažesnis už nustatyta 10 % ribą.
4. Taikant geografinės informacijos sistemas sukurtas karinių teritorijų parinkimo modelis, paremtas objektų atrankos ir apribojimo kriterijais bei jų įtakos svarbos koeficientais. Tai sudaro galimybę įvertinti Lietuvos teritorijos tinkamumą logistikai karinių pratybų tikslams. GIS įrankiai užtikrina visiškai automatizuotą tinkamumo vertinimo procesą, kuris leidžia objektyviai ir sistemingai atrinkti potencialias teritorijas.
5. Logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų Lietuvos žemėlapis sudarytas naudojantis GIS modelio parengtu rastru. Tinkamiausių teritorijų dydis siekia 10 761,80 km<sup>2</sup>, tai yra 16,48 % sudaryto raistro ploto, vidutiniškai tinkamai teritorijai priklauso 8 386,04 km<sup>2</sup> (12,85 %), mažiausią dalį užima mažai tinkama teritorija – tik 2 725,06 km<sup>2</sup> (4,17 %). Netinkama teritorija sudaro net 43 412,73 km<sup>2</sup> (66,50 %).



## LITERATŪROS IR INFORMACIJOS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

1. *Adresų registro geografinių duomenų bazė. Erdvinių duomenų rinkinys.* 2023-06. VĮ Registrų centras. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. <https://www.geoportal.lt/geoportal/paieska> (paskutinį kartą žiūrėta 2023-06).
2. Andžāns M., Džatkoviča E., Godzimirski J. M., Juurvee I., Loik R., Vilpišauskas R. 2021. *Critical Infrastructure in the Baltic States and Norway: Strategies and Practices of Protection and Communication.* Riga: Latvian Institute of International Affairs.
3. AsghariSaraskanroud S., Mosavi M. N., Mahdavi S. 2019. Geomorphological analysis in site selection of military centers using GIS, ANP (Case studies: garrisons border cities of west Azerbaijan). *Geographical Planning of Space.* 9(33). 77–96.
4. Bahar S., Gulsay V. C. 2018. A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment.* 59. 160–173.
5. Baltrėnas P., Ignatavičius G., Idzelis R., Greičiūtė K. 2005. *Aplinkos apsauga kariniuose poligonuose.* Vilnius: Technika, 302 p.
6. Birgiola M. 2016. *Transportavimo tobulinimas Lietuvos kariuomenėje.* Magistro darbas. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas.
7. Ceballos B., Lamata M. T., Pelta D. A. 2016. A comparative analysis of multi-criteria decision-making methods. *Progress in Artificial Intelligence.* 5(4). 315–322. <https://doi.org/10.1007/s13748-016-0093-1>.
8. Corine Land Cover (CLC) 2018. Erdvinių duomenų rinkinys. 2023-06. Europos aplinkos agentūra (EAA) pagal programą „Copernicus“. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=mapview> (paskutinį kartą žiūrėta 2023-06).
9. Curran R., Bates M., Bell H. 2014. Multi-criteria Decision Analysis Approach to Site Suitability of U.S. Department of Defense Humanitarian Assistance Projects. *Procedia Engineering,* 78, 59–63. doi:10.1016/j.proeng.2014.07.039.
10. Dėl Lietuvos kariuomenės karinių poligonų ir karinio mokymo teritorijų. *Žin.* 2000, Nr. 40-1128. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.100699/asr>
11. Du J., Zhan H., Du L. 2021. Research on Site Selection and Algorithm of Military Logistics Center. *Journal of Physics: Conference Series.* 1792. 1742–6596.
12. Esri, ArcGIS Pro. 2024-04. *Mosaic To New Raster.* <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/data-management/mosaic-to-new-raster.htm>

13. Esri, ArcGIS Pro. 2024-04. *Reclassify*. [Ihttps://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/reclassify.htm](https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/reclassify.htm)
14. Esri, ArcGIS Pro. 2024-04. *Topo to Raster*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/topo-to-raster.htm>
15. Esri, ArcGIS Pro. 2024-04. *Weighted Sum*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/weighted-sum.htm>
16. Esri, ArcGIS Pro. 2024-04. *How the Locate Regions Tool Works*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.1/tool-reference/spatial-analyst/how-locate-regions-works.htm>
17. Franek J., Kresta A. 2014. Judgment Scales and Consistency Measure in AHP. *Procedia Economics and Finance*. 12. 164–173. doi:10.1016/S2212-5671(14)00332-3.
18. Georeferencinio pagrindo kadastras (GRPK). Erdvinių duomenų rinkinys. 2024-04. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. Internetė: <https://www.geoportal.lt/geoportal/duomenu-paieska#queryText=grpk> (paskutinį kartą žiūrėta 2024-04).
19. *Geospatial Engineering*. ATTP 3-34.80. 29 July 2010. <http://cdn.asktop.net/wp/download/12/GEOSPATIAL%20ENGINEERING.pdf> (paskutinį kartą žiūrėta 2024-04).
20. Gigovic L., Pamučar D., Bajic Z., Milicevic M. 2016. The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots. *Sustainability*. 8(4). 1-30.
21. Gyarmati J. 2015. Military Application of Multi-Criteria Decision Making. *AARMS – Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*. 14(4). 291–297. <https://doi.org/10.32565/aarms.2015.4.3>.
22. Greičiūtė K., Juozulynas J. A., Šurkienė G., Valeikienė V. 2007. Research on soil disturbance and pollution with heavy metals in military grounds. *Geologija*. 57. 14–20.
23. Jasiulionis E., Narušis J. 1994. *Karo topografija*. I dalis. Vilnius: Lietuvos karo akademija.
24. Jasiulionis E., Narušis J. 1995. *Karo topografija*. II dalis. Vilnius: Lietuvos karo akademija.
25. Krašto apsaugos ministerija. 2024-03. Karinių vienetų dydžiai. <https://infogram.com/kariniu-vienetu-dydziai-1gl8m3j551xep36>
26. Krivcovas A. 2020. *Karinių lauko stovyklų įrengimo tobulinimo sprendimai*. Bakalauro darbas. Vilnius: Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija.

27. Lai, Ch.-M. 2019. Integrating simplified swarm optimization with AHP for solving capacitated military logistic depot location problem. *Applied Soft Computing*. 78. 1–12.
28. Lai Ch.-M., Tseng M.-L. 2022. Designing a reliable hierarchical military logistic network using an improved simplified swarm optimization. *Computers & Industrial Engineering*. 169. 108–153.
29. Lenagala S., Stimers M. 2017. The Analytic Hierarchy Process in GIS-Driven Military Operation Base Selection: A Case Study in Sri Lanka. *Journal of Defense Management*. 7. 157.
30. *Lietuvoje veikiančių atsinaujinančių išteklių jėgainių geografinis išdėstymas. Erdvinių duomenų rinkinys*. 2024-04. VĮ „Energetikos agentūra“ Lietuvos erdvinės informacijos portalas. <https://www.geoportal.lt/geoportal/duomenu-paieska#queryText=atsinaujinan%C4%8Di%C5%B3> (paskutinį kartą žiūrėta 2024-04).
31. *Lietuvos kariuomenės mokymo ir doktrinų valdyba. Lietuvos karinė doktrina*. 2016. LK Karo kartografijos centras. 2. 108 p.
32. Lietuvos Respublikos krašto apsaugos sistemos organizavimo ir karo tarnybos įstatymas. *Žin.* 1998. Nr. 49-1325. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.56646/asr>
33. Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymas. *Žin.* 1993. Nr. 63-1188. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.5627/asr>
34. *Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastras (STVK). Erdvinių duomenų rinkinys*. 2023-06. Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba (valdytoja Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija). Lietuvos erdvinės informacijos portalas. <https://www.geoportal.lt/geoportal/paieska> (paskutinį kartą žiūrėta 2023-06).
35. Lietuvos Respublikos tarptautinių operacijų, pratybų ir kitų karinio bendradarbiavimo renginių įstatymas. *Žin.* 1994. Nr. 58-1133. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.5908/asr>
36. Lietuvos Respublikos valstybės sienos ir jos apsaugos įstatymo Nr. VIII-1666 pakeitimo įstatymas. TAR 2017-07-13. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/9a0dd6b2660411e7a53b83ca0142260e/asr>
37. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2024-04. Lietuvos kariuomenės karinių poligonų ir karinio mokymo teritorijų, esančių Jonavos rajono savivaldybėje, Ruklos seniūnijoje ir Švenčionių rajono savivaldybėje, Pabradės seniūnijoje, išplėtimo galimybių studija. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAP/6f7bb960171c11e4aa9bb36470fb9e6e>
38. Lietuvos Respublikos žemės įstatymas. *Žin.* 1994, Nr. 34-620. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.5787/asr>

39. Lietuvos Respublikos žemės paėmimo visuomenės poreikiams įgyvendinant ypatingos valstybinės svarbos projektus įstatymas. *Žin.* 2011. Nr. 49-2362. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.396644/asr>
40. Mačinskaitė V. 2022. *Distancinių metodų taikymas Gaižiūnų karinio poligono kraštovaizdžio pokyčių tyrimui (ortofotografiniu ir Sentinel vaizdų analizės pagrindu)*. Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas.
41. Marinas E. 2019. *Vietovės įveikimo pėsčiomis sąlygų vertinimo GIS priemonėmis metodika*. Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas.
42. Martišiūnas V. 2021. *Geležinkelių transporto infrastruktūros galimybių, siekiant užtikrinti priimančios šalies paramą (PŠP), vertinimas*. Magistro darbas. Vilnius: Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija.
43. NATO STANAG 2034, NATO Standard procedures for mutual logistic assistance.
44. NATO STANAG 2182, Allied joint doctrine for logistics.
45. NATO STANAG 2230, Allied joint doctrine for the joint logistic support group.
46. NATO STANAG 2406, Land forces logistic doctrine.
47. NATO STANAG 2612, Care of supplies in the field supply areas.
48. Pashazadeh M., Sayyedin A., Parsay Moghaddam M. 2017. The Utilization of GIS in Analyzing Optimal Military Sites for Deployment of Military Units based on Defensive–Security Observations (Case Study: Ardabil Province). *Military Management Quarterly*. 17(66). 23–51.
49. Petravičius M. 2018. *Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo logistinių maršrutų tyrimas*. Magistro darbas. Kaunas: Kauno technologijos universitetas.
50. Piantanakulchai M., Saengkhaio N. 2003. Evaluation of alternatives in transportation planning using multi-stakeholders multi-objectives AHP modeling. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 4. 1613-1628.
51. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentas prie Vidaus reikalų ministerijos. Pavojingų objektų sąrašas. 2024-04. <https://pagd.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/valstybine-priesgaisrine-prieziura/pavojingieji-objektai/pavojinguju-objektu-sarasas/> (paskutinį kartą žiūrėta 2024-04).
52. Rehrer S. E., Griffin A. W., Renner M., of Engineers, U. S. A. C., Research, E., (u.s.), D. C., (u.s.), G. R. L. 2022. Cross Country Mobility (CCM) Modeling Using Triangulated Irregular Networks (TIN). <http://dx.doi.org/10.21079/11681/46082>.

53. Reza Z. F., Nasrin A. 2007. Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility location: A case study. *European Journal of Operational Research*. 176. 1839–1858.
54. Saaty R. W. 1987. The analytic hierarchy process – what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*. 9(3). 161–176. doi:10.1016/0270-0255(87)90473-8.
55. Santini L. O., Miracco A., Santucci A. 2018. Urban Regenerations. Application of Multi Criteria Spatial Analysis for the redevelopment of the military barracks in the historic centre of Pisa. *J-Reading - Journal of Research and Didactics in Geography*, 2. 13–26.
56. Singer S., Wang G., Howard H. 2012. Environmental Condition Assessment of US Military Installations Using GIS Based Spatial Multi-Criteria Decision Analysis. *Environmental Management*, 50, 329–340. doi:10.1007/s00267-012-9873-y.
57. Talibov A. M., Guliyev B. V. 2021. A method for assessing the military-economic indicators with the purpose of locating a logistics center for redeploying troops. *Advanced Information Systems*. 5(2). 152–158.
58. Uleckas J. 2017. *Lietuvos kariuomenės sandėlių valdymo problemos*. Bakalauro darbas. Vilnius: Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija.
59. Vepštas S. 2022. *Daugiakriterinio vertinimo taikymas saulės elektrinių teritorijų parinkimui (Lietuvos teritorijos pavyzdžiu)*. Magistro darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas.

# SANTRAUKA

Aidas Garbačas

## **Multikriterinio vertinimo pritaikymas logistikos karinių pratybų teritorijų parinkimui (Lietuvos teritorijos pavyzdžiu)**

Logistikai tinkamų karinių pratybų teritorijų parinkimas yra gyvybiškai svarbus uždavinys, nes parama tiekama nuo sandėlio iki kario. Tinkamai atrinktos teritorijos užtikrina civilių gyventojų ir karių saugumą. Tyrimo objektas yra tinkamų teritorijų, skirtų kariuomenės logistikos pratyboms, parinkimo metodika. Tikslas – sukurti karinių pratybų teritorijų logistikos GIS priemonėmis verifikuotą vertinimo metodiką.

Literatūros analizės skyriuje apžvelgiami atlikti tyrimai ir įstatymai, susiję su karinių teritorijų parinkimu. Tyrime naudojama tik viešai prieinama informacija iš atvirų šaltinių, nes tikslesnė ir detalesnė informacija laikoma riboto naudojimo. Tyrėjai dažniausiai naudoja multikriterinius sprendimų priėmimo metodus, kurie padeda nustatyti vertinimo kriterijus. Po to šie kriterijai dar integruojami į geografinės informacinės technologijas. Tokiu būdu atrenkamos tinkamiausios karinės teritorijos.

Darbo metodikos skyriuje pateikiami naudoti duomenų šaltiniai ir aprašomas duomenų apdorojimas sudarytais modeliais *ArcGIS PRO* programinės įrangos *ModelBuilder* aplinkoje. Pateikiama vertinimo ir apribojimo kriterijų atrinkimo bei vertinimo metodika, kuri yra pritaikyta prie besikeičiančių sprendimo priėmėjų ar vadų poreikio. Sukurtas vertinimo ir atrinkimo modelis, skirtas tinkamoms teritorijoms nustatyti, veikia automatizuotai, yra galimybė įvesti papildymų kriterijų.

Tyrimo nustatyti tokie teritorijų vertinimo kriterijai: atstumas iki geležinkelių, kelių, miškų, aerodromų, elektros linijų, pastatų ir šlaitų nuolydžio. Apribojimo kriterijams atrinkta: saugomos teritorijos, miestų teritorijos, pavojingi objektai, netinkamos dangos, upės, miškai, pasienis, kritinė infrastruktūra ir tankiai apgyvendintos teritorijos. Nustatytus vertinimo kriterijus ekspertas įvertino kaip tinkamus logistikai atrenkant karinių pratybų teritorijas.

Tyrimo rezultatai: tinkamos teritorijos sudaro 10 761,60 km<sup>2</sup> (16,48 %), vidutiniškai tinkamos teritorijos – 8 386,04 km<sup>2</sup> (12,85 %), mažai tinkamos teritorijos – 2 725,06 km<sup>2</sup> (4,17 %). Didžiausią dalį sudaro netinkamos logistikai karinių pratybų teritorijos, jų plotas yra net 43 412,73 km<sup>2</sup> (66,50 %).

# SUMMARY

Aidas Garbačauskas

## **Location selection for logistics military exercises using customized multi-criteria evaluation (Case study o Lithuania territory)**

The selection of logistically suitable territories for military exercises is a task of vital importance as support flows from warehouse to soldier. Properly selected territories ensure the safety of civilians and soldiers. The object of the research is the methodology of selecting suitable territories for military logistics exercises. The aim is to create an evaluation methodology verified by means of GIS tools for the logistics of military exercise territories.

Conducted research and laws related to the selection of military territories are reviewed in the literature analysis section. Only publicly available information from open sources is used in the research, as more accurate and detailed information is considered of limited use. Researchers usually use multicriteria decision-making methods, which help to determine the evaluation criteria. After that, these criteria are further integrated into geographic information technologies. In this way, the most suitable military territories are selected.

The methodology section of the thesis presents the used data sources and describes the processing of the data with the created models in the *ArcGIS PRO* software *ModelBuilder* environment. A methodology for selection and assessment of evaluation and limitation criteria is presented, which is adapted to the changing needs of decision makers or commanders. The created evaluation and selection model for determining suitable territories works automatically, there is an option to enter the criteria for additions.

The research determined the following criteria for the evaluation of territories: distance to railways, roads, forests, airfields, power lines, buildings and slope inclinations. The following were selected for the limitation criteria: protected areas, urban areas, dangerous objects, unsuitable surfaces, rivers, forests, borders, critical infrastructure and densely populated areas. The established evaluation criteria were evaluated by the expert as suitable for logistics in selecting territories for military exercises.

Research results: suitable territories make up 10,761.60 km<sup>2</sup> (16.48%), moderately suitable territories – 8,386.04 km<sup>2</sup> (12.85%), less suitable territories – 2,725.06 km<sup>2</sup> (4.17%). The largest part consists of territories unsuitable for logistics, their area is as much as 43,412.73 km<sup>2</sup> (66.50%).

## PRIEDAI

### 1 priedas

#### Nustatytų kriterijų ir jų įtakos eksperto vertinimas

##### Teritorijų atrankos kriterijų įvertinimas:

Nr.	Vertinimo kriterijai	Priskirtų balų/zonų įvertinimas	Siūlymai
1.	Atstumas iki geležinkelių		
2.	Atstumas iki kelių		
3.	Nuolydis		
4.	Atstumas iki elektros linijų		
5.	Pastatai nuo 2500 m <sup>2</sup> ploto		
6.	Atstumas iki aerodromų		
7.	Atstumas iki miškų		

*Pastabos:*

##### Eksperto siūlomi papildomi atrankos kriterijai:

Nr.	Vertinimo kriterijai	Kriterijų tinkamumo zonų ribos	Zonų įvertinimas balais
1.			
2.			
3.			

*Pastabos:*

##### Teritorijų apribojimo kriterijų įvertinimas:

Nr.	Apribojimo kriterijai	Siūlymai
1.	Saugomos teritorijos	
2.	Miestų teritorijos	
3.	Pavojingi objektai	
4.	Dangos (durpynai, vandens telkiniai, pelkės)	
5.	Upės	
6.	Miškai	
7.	Pasienis	

*Pastabos:*

##### Eksperto siūlomi papildomi apribojimo kriterijai:

Nr.	Vertinimo kriterijai	Apribojimų zonos
1.		
2.		
3.		

*Pastabos:*



## 2 priedas

Porinio palyginimo metu priskiriami balai nuo 1 (vienodos svarbos) iki 9 (kelis kartus svarbesnis už lyginamą kriterijų). Lyginami eilutėje esantys kriterijai su stulpelyje esančiais kriterijais. Kai stulpelyje esantys kriterijai svarbesni už eilutėje esančius kriterijus priskiriami balai trupmena (pavyzdžiui: 1/ ir skaičius nuo 1 iki 9).

### Eksperto sudaryta kriterijų porinio palyginimo matrica:

Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	...
K1 - Atstumas iki geležinkelių								
K2 - Atstumas iki kelių								
K3 - Atstumas iki miškų								
K4 - Atstumas iki elektros linijų								
K5 - Atstumas iki aerodromų								
K6 - Atstumas iki pastatų								
K7 - Nuolydis								
...								

*Pastabos:*

### Eksperto nustatyta vertinimo kriterijų įtaka:

Kriterijai	Kriterijų įvertinimų suma	Įtaka
K1 - Atstumas iki geležinkelių		
K2 - Atstumas iki kelių		
K3 - Atstumas iki miškų		
K4 - Atstumas iki elektros linijų		
K5 - Atstumas iki aerodromų		
K6 - Atstumas iki pastatų		
K7 - Nuolydis		
...		
<b>Suma:</b>		

*Pastabos:*

### 3 priedas

#### Nustatytų kriterijų ir jų įtakos eksperto vertinimas

##### Teritorijų atrankos kriterijų įvertinimas:

Nr.	Vertinimo kriterijai	Priskirtų balų/zonų įvertinimas	Siūlymai
1.	Atstumas iki geležinkelių	Vertinu kaip tinkama	
2.	Atstumas iki kelių	Vertinu kaip tinkama	
3.	Nuolydis	Vertinu kaip tinkama	
4.	Atstumas iki elektros linijų	Vertinu kaip tinkama	
5.	Pastatai nuo 2500 m <sup>2</sup> ploto	Vertinu kaip tinkama	
6.	Atstumas iki aerodromų	Vertinu kaip tinkama	
7.	Atstumas iki miškų	Vertinu kaip tinkama	

*Pastabos: ateiityje plėtojant tyrimą ir siekiant maksimalių rezultatų, siūloma išnagrinėti dirvožemio poveikį, įtraukiant kaip vieną iš kriterijų (Dirv\_DR10LT pagrindu). Taip pat, palikti galimybę sprendimų priėmėjams (vadams) keisti kriterijų dydžius (pvz.: pastato plotas)atsižvelgiant į logistinės užduoties specifiką.*

##### Eksperto siūlomi papildomi atrankos kriterijai:

Nr.	Vertinimo kriterijai	Kriterijų tinkamumo zonų ribos	Zonų įvertinimas balais
1.	Dirvožemis	Nenustatytos	
2.	Krituliai	Nenustatytos	

*Pastabos: ateiityje (rašant disertaciją) įvertinti, kad tam tikri dirvožemių tipai, turi įtaką kritulių kiekiui ir gali paveikti pasiekiamumą turima technika vykdant logistines operacijas.*

##### Teritorijų apribojimo kriterijų įvertinimas:

Nr.	Apribojimo kriterijai	Priskirtų balų/zonų įvertinimas	Siūlymai
1.	Saugomos teritorijos	Vertinu kaip tinkama	
2.	Miestų teritorijos	Vertinu kaip tinkama	
3.	Pavojingi objektai	Vertinu kaip tinkama	
4.	Dangos (durpynai, vandens telkiniai, pelkės)	Vertinu kaip tinkama	
5.	Upės	Vertinu kaip tinkama	
6.	Mišakai	Vertinu kaip tinkama	
7.	Pasienis	Vertinu kaip tinkama	Įvardinti, kad pasienis 5 kilometrai tik su draugiškomis šalimis. O su Baltarusija ir Kaliningradu naudoti bent 10 kilometrų.

*Pastabos: siūlymas, įtraukti tankiai apgyvendintas teritorijas ir joms nustatyti < 2000 m.*

LK KKC Geoparamos  
skyriaus viršininkas  
kpt. Vilius Ažukas

Ekspertas:

\_\_\_\_\_ (pareigos)

 \_\_\_\_\_ (parašas)

## 4 priedas

### Eksperto siūlomi papildomi apribojimo kriterijai:

Nr.	Vertinimo kriterijai	Apribojimų zonos
1.	Kritinė infrastruktūra	< 1000 m
2.	Tankiai apgyvendintos teritorijos	< 2000 m

*Pastabos: atsižvelgiant į Ukrainoje identifikuotas pamokas, kritinė infrastruktūra – vertingas prieš taikinius tad jį svarbu identifikuoti vykdant tinkamumo analizę.*

Porinio palyginimo metu priskiriami balai nuo 1 (vienodos svarbos) iki 9 (kelis kartus svarbesnis už lyginamą kriterijų). Lyginami eilutėje esantys kriterijai su stulpelyje esančiais kriterijais. Kai stulpelyje esantys kriterijai svarbesni už eilutėje esančius kriterijus priskiriami balai trupmena (pavyzdžiui: 1/ ir skaičius nuo 1 iki 9).

### Eksperto sudaryta kriterijų porinio palyginimo matrica:

Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1 - Atstumas iki geležinkelių	1	2	2	5	3	5	2
K2 - Atstumas iki kelių	1/2	1	2	4	2	5	4
K3 - Atstumas iki miškų	1/2	1/2	1	3	2	4	3
K4 - Atstumas iki elektros linijų	1/5	1/4	1/3	1	1	3	2
K5 - Atstumas iki aerodromų	1/3	1/2	1/3	1	1	3	3
K6 - Atstumas iki pastatų	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1	1/2
K7 - Nuolydis	1/2	1/4	1/3	1/2	1/3	2	1

*Pastabos: pastabų nėra. Įtraukus siūlomus kriterijus porinį palyginimą reiktų atlikti iš naujo.*

### Eksperto nustatyta vertinimo kriterijų įtaka:

Kriterijai	Kriterijų įvertinimų suma	Įtaka
K1 - Atstumas iki geležinkelių	20,00	0,26 (26%)
K2 - Atstumas iki kelių	18,50	0,24 (24%)
K3 - Atstumas iki miškų	14,00	0,18 (18%)
K4 - Atstumas iki elektros linijų	7,78	0,10 (10%)
K5 - Atstumas iki aerodromų	9,17	0,12 (12%)
K6 - Atstumas iki pastatų	2,82	0,04 (4%)
K7 - Nuolydis	4,92	0,06 (6%)
<b>Suma:</b>	<b>77,18</b>	<b>1,00 (100%)</b>

*Pastabos: pastabų nėra, įtaka nustatyta tinkamai.*

LK KKC Geoparamos  
skyriaus viršininkas  
kpt. Vilius Ažukas

Ekspertas:

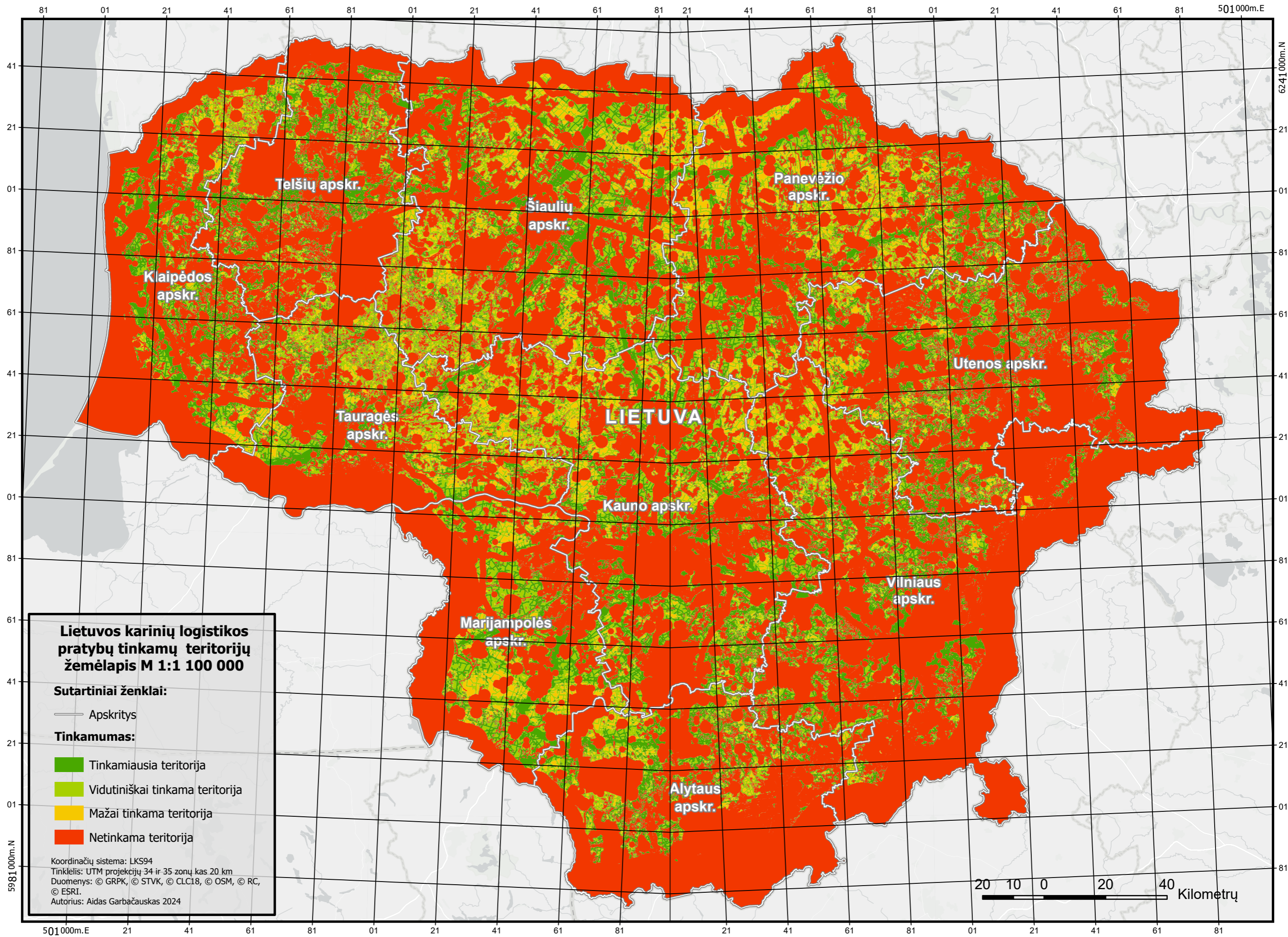
(pareigos)



(parašas)



# 5 priedas





## 6 priedas

### Eksperto skirta užduotis atrinktų teritorijų įvertinimui

**Užduotis:** Atrinkti tinkamas teritorijas logistikos karinėms pratyboms, skirtas bataliono dydžio vienetui nuo 700 iki 1000 karių.

#### Reikalavimai teritorijoms:

- Atrinktos teritorijos turi patekti į AOI (*Area of Interest*): 34VFH4397532375; 35VLC2088332189; 35ULC1881505863; 34UFH4420005973.
- Atrinkti 3 tinkamiausias teritorijas.
- Reikalingas plotas 1 teritorijai 1500 – 3000 ha.
- Teritorijos turi būti ne arčiau viena nuo kitos 5 kilometrai.
- Būtina gerai išplėtoti kelių (minimalus kelio plotis 4 metrai, privalumas asfaltui) ir geležinkelio infrastruktūra.
- Laikini pastatai tinkami atsargų sandėliavimui.
- Vengti teritorijų apsunkinančių karinei technikai mobilumą.
- Išlaikyti saugius atstumus nuo tankiai apgyvendintų teritorijų, pavojingų objektų, pasienių ir saugomų teritorijų.
- Turi būti tinkamas reljefo peraukštėjimas užtikrinantis taktinius manevrus karinei ratinei ir vikšrinei technikai.
- Reikalingi aukštos įtampos elektros tinklai.
- Atsižvelgti į natūralias priedangas.



LK KKC Geoparamos  
skyriaus viršininkas  
kpt. Vilius Ažukas

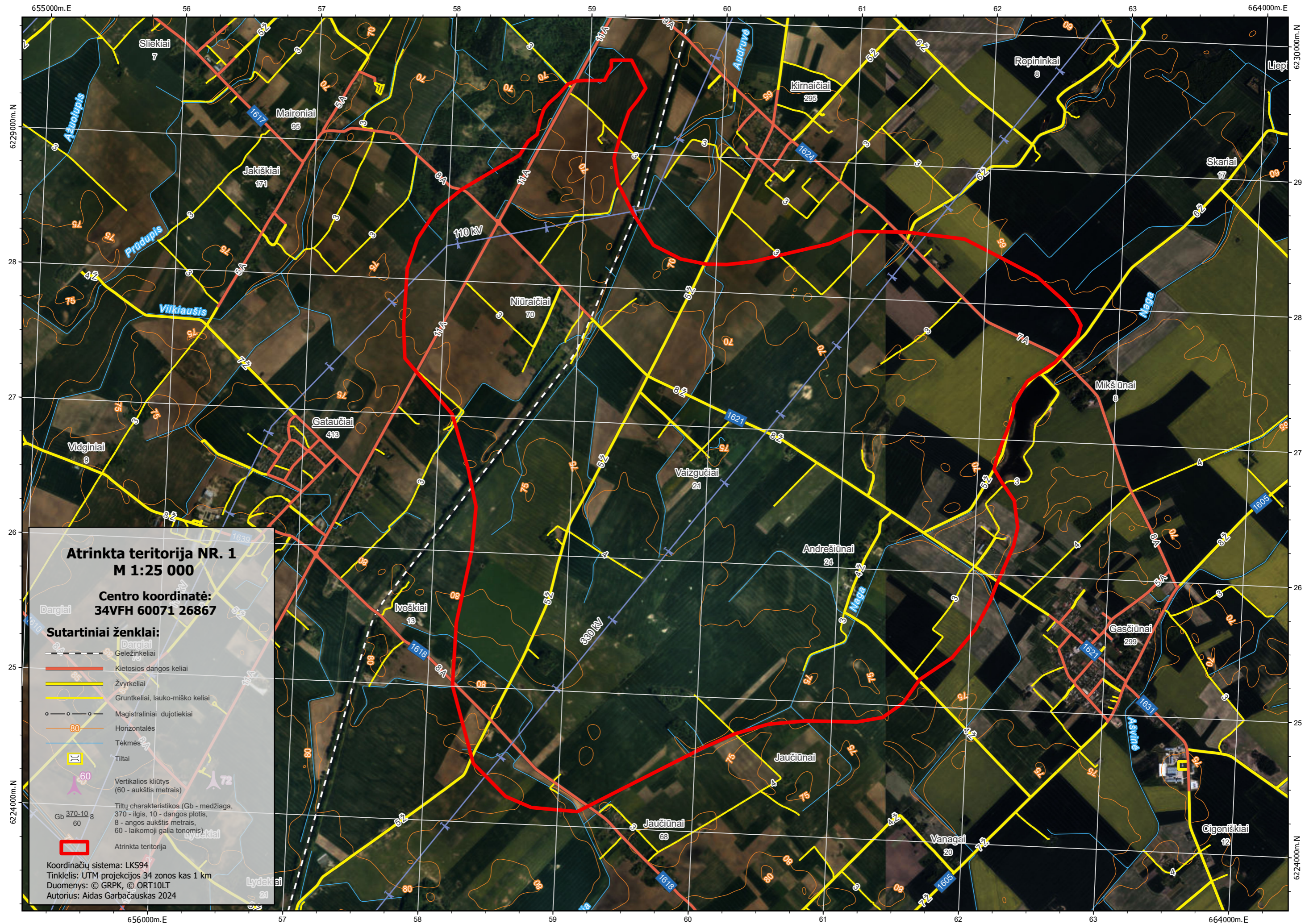
Ekspertas: \_\_\_\_\_

(pareigos)

(parašas)

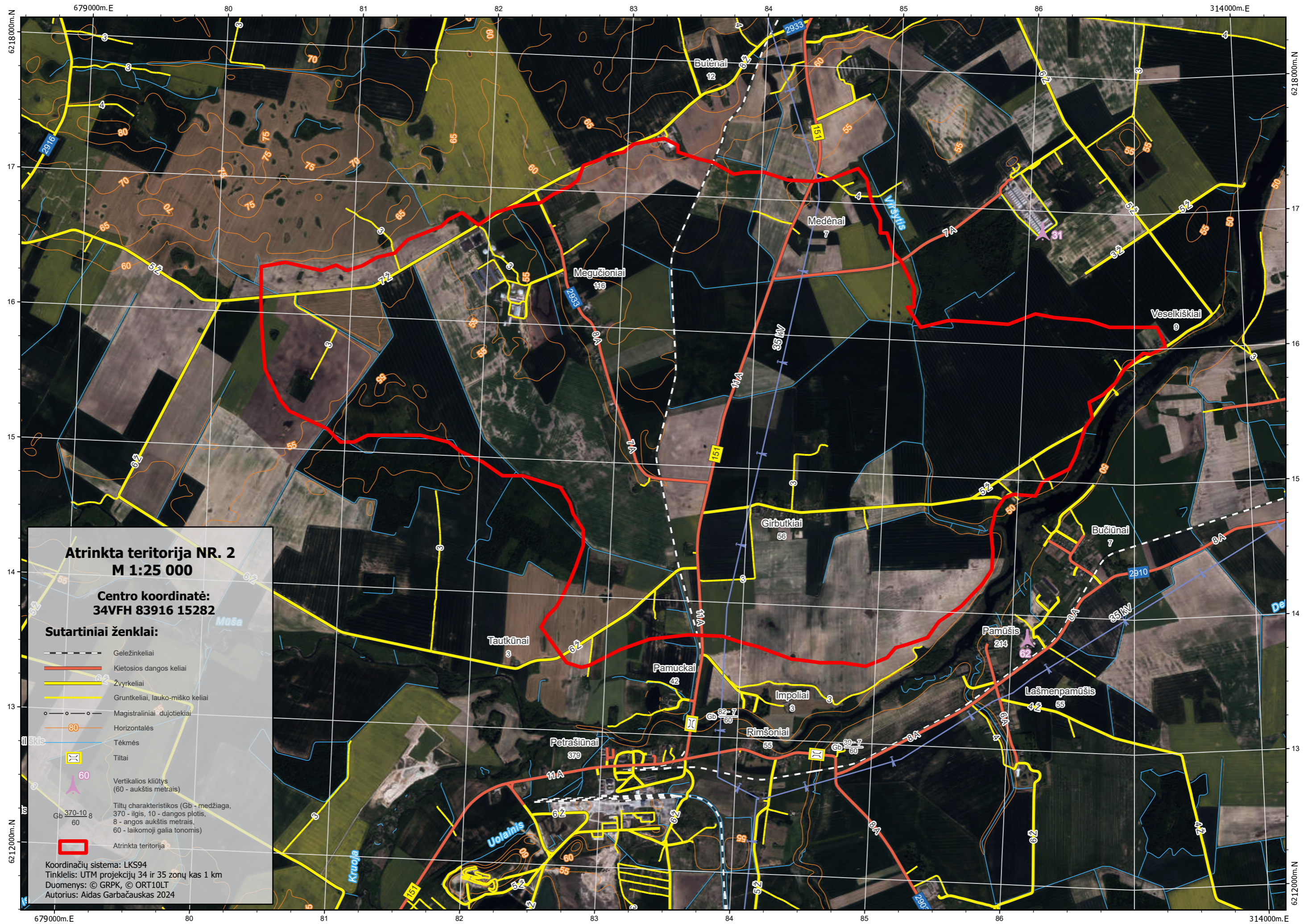


# 7 priedas





# 8 priedas









## 10 priedas

### Nustatytų teritorijų eksperto vertinimas



Išanalizavus ir įvertinus atrinktų teritorijų atitikimą nustatytiems kriterijams, nuspręsta, kad sukurta metodika yra tinkama naudoti logistikos karinių pratybų teritorijų parinkimui ir yra pritaikoma kitokio poreikio teritorijoms atrinkti, atliekant kriterijų pakeitimus. Autoriaus sukurta metodika leidžia efektyviai panaudoti turimus kariuomenės išteklius ir optimizuoti teritorijų atrinkimo procesus.

LK KKC Geoparamos  
skyriaus viršininkas  
kpt. Vilius Ažukas

Ekspertas: \_\_\_\_\_

(pareigos)

(parašas)

## BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO VERTINIMO LAPAS

Darbo autorius: .....  
(vardas, pavardė) .....  
(parašas)

Mokslinis darbo vadovas: .....  
(mokslinis laipsnis, mokslinis vardas, vardas, pavardė) .....  
(parašas)

Recenzentas: .....  
(mokslinis laipsnis, mokslinis vardas, vardas, pavardė) .....  
(parašas)

Kartografijos ir geoinformatikos katedros vadovas: .....  
(mokslinis laipsnis, mokslinis vardas, vardas, pavardė) .....  
(parašas)

Darbo gynimo data: .....

Darbo įvertinimas: .....  
(balas skaičiumi, balas raštu)

Baigiamųjų darbų gynimo komisijos pirmininkas: .....  
(mokslinis laipsnis, mokslinis vardas, vardas, pavardė) .....  
(parašas)

Baigiamųjų darbų gynimo komisijos sekretorius: .....  
(mokslinis laipsnis, mokslinis vardas, vardas, pavardė) .....  
(parašas)