



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

**Kostas Gružas**

Kartografijos magistro studijų programos baigiamasis darbas

**NUSIKALSTAMUMO RAJONAVIMO METODŲ TAIKYMO  
TYRIMAS (REMIANTIS 2015–2022 M. LIETUVOS POLICIJOS  
REGISTRUOTŲ ĮVYKIŲ DUOMENŲ PAVYZDŽIU)**

Vilnius, 2024



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

**Kostas Gružas**

Kartografija

Magistro baigiamasis darbas

**NUSIKALSTAMUMO RAJONAVIMO METODŲ TAIKYMO  
TYRIMAS (REMIANTIS 2015–2022 M. LIETUVOS POLICIJOS  
REGISTRUOTŲ ĮVYKIŲ DUOMENŲ PAVYZDŽIU)**

Darbo vadovė  
prof. dr. Giedrė Beconytė

Vilnius 2024



**VILNIUS UNIVERSITY  
FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES  
INSTITUTE OF GEOSCIENCES  
DEPARTMENT OF CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS**

**Kostas Gružas**

Cartography  
Master thesis

**A STUDY ON THE APPLICATION OF METHODS OF CRIME  
REGIONALISATION (BASED ON A SAMPLE OF CRIMINAL  
EVENT DATA RECORDED BY THE LITHUANIAN POLICE IN  
2015-2022)**

Scientific adviser  
prof. dr. Giedrė Beconytė

Vilnius 2024

## TURINYS

ĮVADAS.....	7
1. literatūros apžvalga.....	11
1.1 Pagrindinės sąvokos.....	11
1.2 Nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimai.....	14
1.2.1 Nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimai pasaulyje.....	15
1.2.2 Nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimai Lietuvoje.....	17
1.3 Geografinio rajonavimo tyrimų apžvalga.....	18
1.3.1 Rajonavimo metodų taikymo tyrimuose apžvalga.....	19
1.3.2 Rajonavimo bendrieji principai ir metodų pavyzdžiai.....	29
1.3.3 Klasterizavimo algoritmų apibendrinimas.....	33
1.4 GIS įrankiai, kurie gali būti pritaikyti rajonavimo uždaviniams.....	34
1.5 Veiksniai, kurie gali būti panaudoti išskiriant regionus.....	37
2. Tyrimo metodika.....	41
2.1 Tyrimo duomenys.....	41
2.2 Tyrimo duomenų statistinis apibendrinimas.....	42
2.2.1 Bendroji Lietuvoje fiksuotų įvykių statistika.....	42
2.2.2 Vilniuje fiksuotų įvykių statistika.....	46
2.2.3 Kaune fiksuotų įvykių statistika.....	50
2.2.4 Klaipėdoje fiksuotų įvykių statistika.....	55
2.2.5 Didžiųjų miestų statistikos palyginimas ir apibendrinimas.....	59
2.3 Erdvinės įvykių sklaidos analizė.....	62
2.4 Tyrimo duomenų ruošimas rajonavimo eksperimentams.....	63
2.5 Priemiestinių teritorijų išskyrimas.....	64
2.6 Rajonavimas.....	66
3. Rezultatai.....	71
3.1 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Lietuvoje.....	71
3.2 Nusikalstamumo erdvinė sklaida didžiuosiuose Lietuvos miestuose.....	73
3.2.1 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Vilniaus mieste ir priemiesčiuose.....	73
3.2.2 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Kauno mieste ir priemiesčiuose.....	75
3.2.3 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Klaipėdos mieste ir priemiesčiuose.....	78
3.3 Didžiųjų Lietuvos miestų nusikalstamumo rajonavimas.....	80
IŠVADOS.....	87
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	88

SANTRAUKA.....	92
SUMMARY .....	94
PRIEDAI.....	97
1 PRIEDAS .....	98
2 PRIEDAS .....	101
3 PRIEDAS .....	104
4 PRIEDAS .....	107
5 PRIEDAS .....	110
6 PRIEDAS .....	118
7 PRIEDAS .....	126
8 PRIEDAS .....	134

**Gružas, K. Nusikalstamumo rajonavimo metodų taikymo tyrimas (remiantis 2015–2022 m. Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu)**

Magistro darbas. Vilnius: VU. 2024.

**Anotacija.** Visose šalyse miestai ir jų priemiesčiai yra tankiausiai apgyvendintos teritorijos. Juose taip pat lankosi daugiausia turistų ir vienadienių lankytojų, kurie neišvengiamai rizikuoja tapti nusikaltimų aukomis. Todėl ne tik nacionaliniu, bet ir tarptautiniu lygmeniu svarbu žinoti nusikalstamumo miestuose struktūrą ir nustatyti miestų teritorijas, kurios skiriasi savo kriminogenine situacija. Tam reikalingas geografinis požiūris ir rajonavimas, pagrįstas kiekybiniais duomenimis. Šiame tyrime naudoti duomenys apie 2015–2022 m. Policijos registruotus įvykius, susijusius su smurtu, įvykius, susijusius su narkotikais, viešosios tvarkos pažeidimus bei vagystes ir turto sunaikinimą/suagadinimą. Atskirai buvo nagrinėjami įvykiai atvirose erdvėse. Atlikta statistinė ir erdvinė duomenų analizė Lietuvoje bei didžiuosiuose Lietuvos miestuose su priemiesčiais – Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje. Priemiestinės teritorijos išskirtos remiantis erdviniais duomenimis ir taikant erdvinės analizės metodus. Remiantis 2020 m. duomenimis, atlikta daugiau nei 500 eksperimentų, taikant skirtingus erdvinio grupavimo metodus ir jų parametrų kombinacijas. Vėliau buvo išbandytas geriausių statistinius rezultatus davęs automatinio zonavimo procedūros (angl. *automatic zoning procedure*) metodas, taikant skirtingus parametrų derinius. Kiekviename mieste buvo nustatytos septynių tipų miesto nusikalstamumo zonos. Kiekviename mieste buvo sudaryti nusikalstamumo zonų (rajonų) žemėlapiai. Rajonavimo rezultatai buvo interpretuojami socialiniu ir geografiniu požiūriu ir pastebėta, jog bent iš dalies atitinka ankstesnius sociologinius miestų tyrimus. Nustatyti septyni nusikalstamumo sričių tipai, kurie yra visuose tirtuose miestuose ir, remiantis preliminariniu vertinimu, maždaug atitinka kiekvieno miesto socialines ir demografines bei urbanistines zonas. Nusikalstamumo zonų žemėlapiai gali būti taikomi nusikalstamumo prevencijos planavimui ir komunikacijai, nekilnojamojo turto vertinimui, strateginiam miestų plėtros planavimui ir kitiems tikslams.

Tekstas 80 psl., priedai 37 psl., 44 pav., 21 lentelė. Santrauka lietuvių ir anglų kalbomis.

**Reikšminiai žodžiai:** Nusikalstamumas, rajonavimas, policijos registruoti įvykiai, erdvinė analizė.

## IVADAS

Nusikalstamumas yra viena opiausių socialinių problemų, su kuria susiduria kiekviena šalis, kiekvienas miestas ir jo priemiesčiai. Išvengti nusikalstamumo reiškinio neįmanoma – nusikalstamos veikos vyksta visur ir visada, todėl svarbu suprasti ir nustatyti nusikalstamumo priežastis, stebėti esamą situaciją, sisteminti ir analizuoti turimus duomenis, nustatyti galimybes ir sąlygas nusikalstamumo mažinimui.

Nusikalstamumo geografinės tyrimai Lietuvoje nėra pakankami, o valdymo sprendimai paprastai priimami remiantis Nusikalstamų veikų žinybinio registro duomenimis, kurie atspindi tik apie 4 proc. nusikalstamumo lygio (Kiškis ir kt., 2014). Dar nėra visuotinai naudojami išmaniosiomis technologijomis grįsti nusikalstamumo ir kitų teisės pažeidimų analizės ir prognozavimo metodai, kurie padėtų tiksliau, atsižvelgiant į teritorines gretimybes suprasti nusikalstamumo teritorinių arealų formavimąsi ir padėtų gerinti situaciją mažinant nusikalstamumo lygį. Vienas iš tokių metodų yra rajonavimas (regionavimas).

Rajonavimas (regionavimas) (angl. *regionalization*) – tai bendras geografinės analizės principas leidžiantis geriau pažinti sudėtingus ir daugialypius reiškinius, kurie formuojasi erdvėje veikiami įvairių skirtingos prigimties veiksnių, kurių negalima tirti atskirai. Nusikalstamumas yra būtent tokio pobūdžio socialinis reiškinys. Pagal ankstesnius tyrimus nustatyta, kad nusikalstamumas Lietuvos teritorijoje pasiskirstęs netolygiai, yra skirtumai ir taip kaimo ir miesto teritorijų, ir tarp Lietuvos regionų.

Rajonavimo esmė – atrasti ir apibendrinti panašumus, apimančius daugiau nei vieną reiškinio dimensiją, tarp jų – ir teritorinę gretimumą. Rajonavimui dažnai naudojami didieji duomenys (dideli duomenų masyvai), o gaunamas rezultatas – palyginti nedidelis skaičius rajonų (erdvinių ar teritorinių klasterių), kuriuose galima vienodai apibendrinti pagrindines reiškinio charakteristikas, t. y. sudaryti tiriamos teritorijos (rajono) statistinį profilį. Rajonus sudarantys teritoriniai klasteriai turi išlaikyti jungumo erdvėje savybes, atsižvelgiant į įvairius geografinius apribojimus, todėl rajonavimo metodų taikymas ir atlikimas yra sudėtingesni už klasterizavimą. Pagal atlikto rajonavimo rezultatus sudaromi žemėlapiai, kuriuos gali suprasti ne tik geografi, bet ir kitų sričių specialistai. Tokie žemėlapiai padeda tiriamą reiškinį geriau suprasti ir efektyviau jį valdyti. Nusikalstamumo atveju išskirtiems rajonams būtų galima parengti ir taikyti į jų ypatumus orientuotas prevencines priemones. Tai leistų taupyti lėšas ir darbuotojų laiko išteklius, kurių viešojo saugumo kontrolei vykdyti nuolatos trūksta.

Ankstesnių Lietuvoje vykdytų erdvinės kriminologijos tyrimų metu (Zaleckis ir Matijošaitienė (2012); Vasiliauskas ir Beconytė (2016); Spiriajevas (2015); Acus (2016) ir kt.) buvo pastebėta, kad teritorijos su didele gyventojų koncentracija nusikalstamumo atžvilgiu yra labiau fragmentuotos, o policijos registruotų įvykių koncentracija jose daug didesnė nei likusioje Lietuvos dalyje. Visgi, nusikalstamumas yra veikiamas daugybės skirtingų veiksnių ir jo negalima tirti izoliuotai, todėl į tyrimą įtraukiamos ir didžiųjų miestų priemiestinės teritorijos. Miestai ir jų priemiesčiai, nėra tik vietinių gyventojų mėgstamos vietos – jas aplanko lankytojai, turistai, vykstantys tranzitu, todėl problemos sprendimas yra aktualus ir tarptautiniu lygmeniu. Iš visų registruotų įvykių tipų yra išskirtos ir tiriamos grupės, tiesiogiai susijusios su nusikalstamumu ir jo geolokacijomis – įvykiai, susiję su smurtu (nužudymai, kūno sužalojimai, smurtas artimoje aplinkoje, plėšimai, lytiniai nusikaltimai, kiti nusikaltimai prieš asmenį); turto sugadinimas/sunaikinimas ir vagystės; viešosios tvarkos pažeidimai).

Šio tyrimo metu naudojama Policijos registruotų įvykių registro (*toliau – PRĮR*) pagrindu sudaryta duomenų bazė nusikalstamumo reiškiniui tirti. Joje saugomi policijos registruoti įvykiai, tarp jų tokių tipų įvykiai, kurie turi nusikalstamos veikos bruožų bei yra vienas iš nusikalstamumo rodiklių. Tyrinėjami šiuo metu aktualiausi viešai prieinami duomenys – 2015–2022 m. laikotarpio policijos registruoti įvykiai.

### **Temos aktualumas**

Saugi gyvenamoji aplinka – siekis, kuris aktualus tiek sprendimų priėmėjams (policijos, savivaldos specialistams), siekiantiems kurti saugesnę socialinę aplinką, tiek patiems gyventojams, kuriems svarbus saugumo jausmas. Policijos registruotų įvykių rajonavimas ir jo pagrindu priimti sprendimai gali sąlygoti nusikalstamumo mažėjimą, kuris iš esmės nėra visiškai nevaldomas reiškinys.

Nusikalstamumas – nuolatinė socialinė problema, kurią spręsti sudėtinga, bet nėra neįmanoma. Tam būtina rinkti ir sisteminti duomenis, atlikti jų analizę, daryti išvagas ir priimti prevencijos sprendimus. Išsamūs sprendimai privalo būti pagrįsti erdviniais duomenimis, t. y. atsižvelgiant į konkrečios teritorijos ypatumus nusikalstamumo atžvilgiu. Lietuvos policijos registruoti įvykiai yra labai išsamus duomenų šaltinis. Didieji erdviniai duomenys leidžia giliau suprasti nusikalstamos veikos struktūrą ir tendencijas, kas savo ruožtu gali padėti formuoti teisėsaugos strategijas ir politiką. Išskirti tipiniai rajonai leidžia efektyviai apibendrinti milžiniškos apimties duomenis bei padeda teisėsaugos institucijoms nustatyti aukštos rizikos nusikalstamumo zonas ir adekvačiai paskirstyti išteklius. Erdvinė analizė taip pat padeda atskleisti nusikalstamumo erdvinės sklaidos ypatumus, kurių išvelgti neįmanoma tiesiogiai stebint tik nusikalstamumo statistiką.

2023 m. pradžioje Lietuvos Respublikos Vidaus reikalų ministerija iškomunikavo, kad siekiant mažinti nusikalstamumo lygį ketina daugiau dėmesio skirti prevencijai, parengti Teisės pažeidimų prevencijos modelį ir atitinkamą įstatymą, kuriuo remiantis bus įkurta centrinė koordinuojanti institucija – kompetencijų centras, kuris atliks analizę, vertinimą, identifikuos problemas, siūlys priemones, kurios bus įgyvendinamos vietos lygmeniu. Siekiant teisingai suprasti duomenis, būtina tinkamai pasirinkti aktualias analizės technologijas, parengti tinkamai apibendrintą medžiagą, todėl svarbu atlikti tyrimus, kurie leistų tą padaryti taikant mokslinių tyrimų metodus.

**Tyrimo objektas** – Lietuvos policijos registruoti įvykiai 2015–2022 m. laikotarpiu.

Darbo **tikslas** yra įvertinti statistinių geografinio rajonavimo metodų tinkamumą Lietuvos nusikalstamumo duomenų apibendrinimui.

Darbo tikslui pasiekti iškelti šie *uždaviniai*:

1. Susipažinti su naujausioje mokslinėje literatūroje aprašytais rajonavimo metodų taikymais.
2. Atsižvelgiant į tyrimų rezultatus, parinkti metodus ir tipinius duomenų pavyzdžius rajonavimo eksperimentui su Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenimis.
3. Remiantis Lietuvos policijos registruotų įvykių registro (PRĮR) 2015–2022 m. duomenimis susipažinti su nusikalstamumo situacija Lietuvoje bei didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir jų priemiesčiuose, atlikti tose teritorijose įvykių erdvinės sklaidos analizę.
4. Paruošti PRĮR duomenis rajonavimo eksperimentams.
5. Atlikti rajonavimo eksperimentų serijas palyginant rajonavimo metodus ir jų parametrus didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir jų priemiesčiuose.
6. Remiantis PRĮR duomenimis ir pasirinktais rajonavimo metodais sudaryti Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos miestų su priemiesčiais nusikalstamumo žemėlapius su išskirtais skirtingo nusikalstamumo pobūdžio rajonais.



### **Tyrimo struktūra.**

Siekiant minėto darbo tikslo ir įgyvendinat darbo uždavinius tyrimą sudarė 5 pagrindiniai etapai:

1. Literatūros ir ankstesnių rajonavimo eksperimentų įžvalgų sisteminimas – naudojami literatūros šaltinių, įstatymų, dokumentų analizės bei informacijos sisteminimo ir apibendrinimo metodai.
2. Duomenų parengimas analizei – duomenų bazių projektavimo, duomenų modeliavimo, loginiai, erdvinės ir statistinės analizės metodai:
  - a) PRĮR nusikalstamumo duomenų sisteminimas, agregavimas, paruošimas tolimesnei analizei;
  - b) verčių perklasifikavimas;
  - c) miestų ir jų priemiestinių teritorijų nustatymas.
3. PRĮR duomenų analizė – erdvinės sklaidos ir statinės analizės metodai:
  - a) statistinė analizė Lietuvoje ir didžiuosiuose Lietuvos miestuose;
  - b) erdvinės sklaidos analizė Lietuvoje ir didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir jų priemiestinėse teritorijose.
4. Eksperimentinis rajonavimo metodo pasirinkimas – rajonavimo metodai, statistinės analizės metodai:
  - a) pradinio klasterių skaičiaus parinkimas;
  - b) skirtingų rajonavimo metodų taikymas ir vertinimas kiekvienam miestui su išskirtais priemiesčiais;
  - c) eksperimentai keičiant klasterių skaičių, taikant pasirinktus metodus;
  - d) tinkamiausio rajonavimo metodo ir klasterių skaičiaus parinkimas.
5. Rajonavimas ir žemėlapių sudarymas – rajonavimo metodai, kartografiniai, grafinio vizualizavimo metodai.
6. Rezultatų analizė ir interpretavimas – informacijos sisteminimo, apibendrinimo metodai.

Tyrimo naudoti programinės įrangos paketai GeoDa, ArcGisPro, kurių pagalba atliekama erdvinės sklaidos analizė, pritaikomi metodai ir įvertinamos galimybės įvykių rajonavimui – taikomi pagrindiniai rajonavimo metodai, o naudojantis kartografiniais metodais – sudaromi galutiniai žemėlapiai. Naudojantis statistinio skaičiavimo ir grafikos programavimo kalba *R* buvo atlikta statistinė analizė.

### **Darbo struktūra.**

Šį darbą sudaro įvadas, trys pagrindinės dalys, išvados, literatūros sąrašas bei priedai. Pirmajame skyriuje siekiama supažindinti su bendra įvykių ir jų tipų samprata, apžvelgti atliekamus panašaus pobūdžio tyrimus, susipažinti su pagrindiniais rajonavimo metodais. Antrajame skyriuje pateikiama tyrimo metodika – aprašomi tyrimo duomenys, pristatoma jų statistika, aprašomas duomenų tvarkymas, rodiklių skaičiavimas, taikomi erdvinės analizės metodai, priemiestinių teritorijų išskyrimo principai, naudojami rajonavimo metodai ir trumpai aprašomi pagrindiniai statistiniai rodikliai rajonavimui įvertinti. Paskutinis skyrius skirtas tyrimo rezultatams pateikti, kuriame išskiriamos dvi pagrindinės dalys – Lietuvos ir Lietuvos miestų su priemiesčiais erdvinės analizės rezultatai bei miestų ir jų priemiesčių rajonavimo rezultatai.

### **Tyrimo aprobacija.**

Tyrimo daliniai rezultatai magistro darbo rengimo metu buvo aptarti su Lietuvos kriminologų asociacijos, Lietuvos policijos atstovais, pristatyti publikacijoje ir konferencijų pranešimuose.

*CA WoS duomenų bazėje referuojamame žurnale publikuotas straipsnis:*

1. G. Beconytė, K. Gružas, E. Spiriajevas. Areas of Crime in Cities: Case Study of Lithuania. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2024, 13, 1. <https://doi.org/10.3390/ijgi13010001>

*Pranešimai tarptautinėse konferencijose:*

1. K. Gružas, G. Beconytė, 2024. Crime regions in Lithuanian major cities and their suburbs. Tarptautinė konferencija EuroCarto2024. Priimtas standinis pranešimas.
2. E. Spiriajevas, K. Gružas, 2024. Spatial Delineation of Suburban Areas: the Case of Lithuania. UL International Scientific Conference, section „Spatial Development and Planning”.
3. K. Gružas, G. Beconytė, 2022. Analysis of spatial distribution of crime of violence in Vilnius City municipality in 2015–2020. Tarptautinė konferencija EuroCarto2022.
4. K. Gružas, G. Beconytė and M. Govorov. 2022. „Violent crime in Lithuania: trends and changes in a year of pandemic“. AGILE „Artificial Intelligence in the service of Geospatial Technologies“. COPERNICUS Publications AGILE GIScience Series. 2022. Standinis pranešimas.

*Pranešimai kitose konferencijose:*

1. K. Gružas, 2024. Nusikalstamumo rajonavimo metodų taikymo tyrimas (remiantis 2015–2022 m. Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu). 27-oji jaunųjų mokslininkų konferencija „Mokslas – Lietuvos ateitis“.
2. E. Spiriajevas, K. Gružas, 2023. Nusikalstamumo rajonavimas Klaipėdoje: sąveika tarp geoinformacijos ir geoplanavimo. 4-oji prof. A. Seiliaus vardo mokslinė konferencija, Vadybos mokslo ir studijų iššūkiai.
3. K. Gružas, 2023. Nusikalstamumo rajonavimo metodų taikymo tyrimas (2015–2020 m. Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu). Studentų mokslinė konferencija 2023 „Naujoji mokslininkų karta“.
4. K. Gružas, 2023. Nusikalstamumo rajonavimo metodų taikymo tyrimas (2015– 2020 m. Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu). 3-oji mokslinė jaunųjų kriminologų konferencija.
5. K. Gružas, 2022. Lietuvos policijos registruotų įvykių, susijusių su smurtu erdvinės sklaidos analizė Vilniaus miesto savivaldybėje 2015–2020 m. 2-oji mokslinė jaunųjų kriminologų konferencija.

*Apdovanojimai:*

- 2023 m. LMA Aukštųjų mokyklų studentų mokslinių darbų konkurso premija.

## 1. LITERATŪROS APŽVALGA

Pasaulyje nuo 19 a. vidurio taikomi įvairūs nusikalstamumo aspektų geografinių tyrimų metodai. 20 a. tam pradėtos naudoti geografinės informacijos (GI) technologijos, kurios palengvino nusikalstamumo erdvinio pasiskirstymo analizę ir vaizdavimą (Megler, 2014; Scott, 2015; Santos, 2016; Kiese, 2017 ir kt.). Baltijos šalyse ir apskritai Rytų Europoje tokių tyrimų yra mažai ir jie daugiausiai aprašomojo pobūdžio (Ceccato, 2007, 2008), tuo tarpu šalys, turinčios ilgą tokių tyrimų tradiciją (JAV, Kanada, Jungtinė Karalystė) ar intensyviai vykdančios tokius tyrimus šiuo metu (Kinija, Indija) labai skiriasi nuo Lietuvos ne tik dydžiu, bet ir socialine, demografinė, urbanistine, kultūrine aplinka. Norint pastebėti ir suprasti tendencijas, svarbu tirti ir vertinti būtent Lietuvoje kaupiamus duomenis. Lietuvoje erdvinės kriminologijos tyrimai pradėti tik 21 a. 2 dešimtmetyje (Zaleckis ir Matijošaitienė (2012); Vasiliauskas ir Beconytė (2016); Spiriajevas (2015; 2016); Acus (2016) ir kiti). Lietuvos valdymo sprendimai priimami remiantis daugiausiai oficialiai registruoto nusikalstamumo duomenimis, kurie atspindi vos apie 4 proc. viktimizacijos tyrimais nustatyto nusikalstamumo lygio, todėl prevencija ir kontrolė šalies mastu nėra pakankamai efektyvi (Kiškis ir kt., 2014). Išmaniosiomis technologijomis pagrįsti nusikalstamumo ir kitų teisės pažeidimų prognozavimo metodai padėtų pagerinti situaciją.

Šiame tyrime atkreipiamas dėmesys į paties nusikalstamumo reiškinių situaciją Lietuvoje, didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir jų priemiesčiuose. Siekiama atlikti tose teritorijose fiksuotų įvykių erdvinės sklaidos analizę, įvertinti bendrąją situaciją. Erdvinės analizės metodai nusikalstamumui tirti yra plačiai taikomi daugelyje valstybių. Erdvinės analizės atveju, būtina susipažinti su taikomais metodais bei įvertinti jų taikymo galimybes šiame tyrime naudojamiems duomenims.

Pagrindinis geografinės analizės metodas, taikytas šiame tyrime – tai rajonavimas (regionavimas, angl. *regionalisation*). Pasaulyje yra žinomi įvairūs rajonavimo metodai, kurie naudojami socialiniams reiškiniams tirti, tačiau jie taikomi nedažnai, o nusikalstamumo tyrimams Lietuvoje nebuvo taikyti apskritai. Dėl šios priežasties, būtina atlikti užsienio literatūros apžvalgą/analizę, siekiant įsisavinti pagrindinius žinomus metodus, kurie gali būti taikomi erdvinėje kriminologijoje ir išbandyti juos su Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenimis.

Rajonavimas leidžia geriau pažinti sudėtingus ir daugialypius reiškinius, kurie formuojasi erdvėje veikiami įvairių skirtingos prigimties veiksnių, kurių negalima tirti izoliuotai. Nusikalstamumas yra tokio pobūdžio reiškinys. Visgi, rajonavimo metu siekiama atrasti ir apibendrinti panašumus, apimančius daugiau nei vieną reiškinio dimensiją, todėl būtina suvokti kokius papildomi veiksniai gali sąlygoti nusikalstamumo reiškinį, įvertinti jų įtraukimą į analizę ir rajonavimo taikymą. Dažnai natūraliai suvokiama, kas gali skatinti nusikalstamumą, tačiau būtina visa tai įvertinti objektyviai, remiantis kriminologiniais ar kitais panašaus pobūdžio tyrimais, todėl reikalinga literatūros analizė ir šiam uždaviniui spręsti.

### 1.1 Pagrindinės sąvokos

Siekiant, kad pats tyrimo pavadinimas, dažniausiai sutinkami ir tyrinėjami apibrėžimai būtų visiškai aiškūs, būtina išsiaiškinti pagrindines sąvokas: *nusikalstamumas*; *Lietuvos policijos registruoti įvykiai*; *rajonavimas*; *Lietuvos didieji miestai*; *priemiesčiai*.

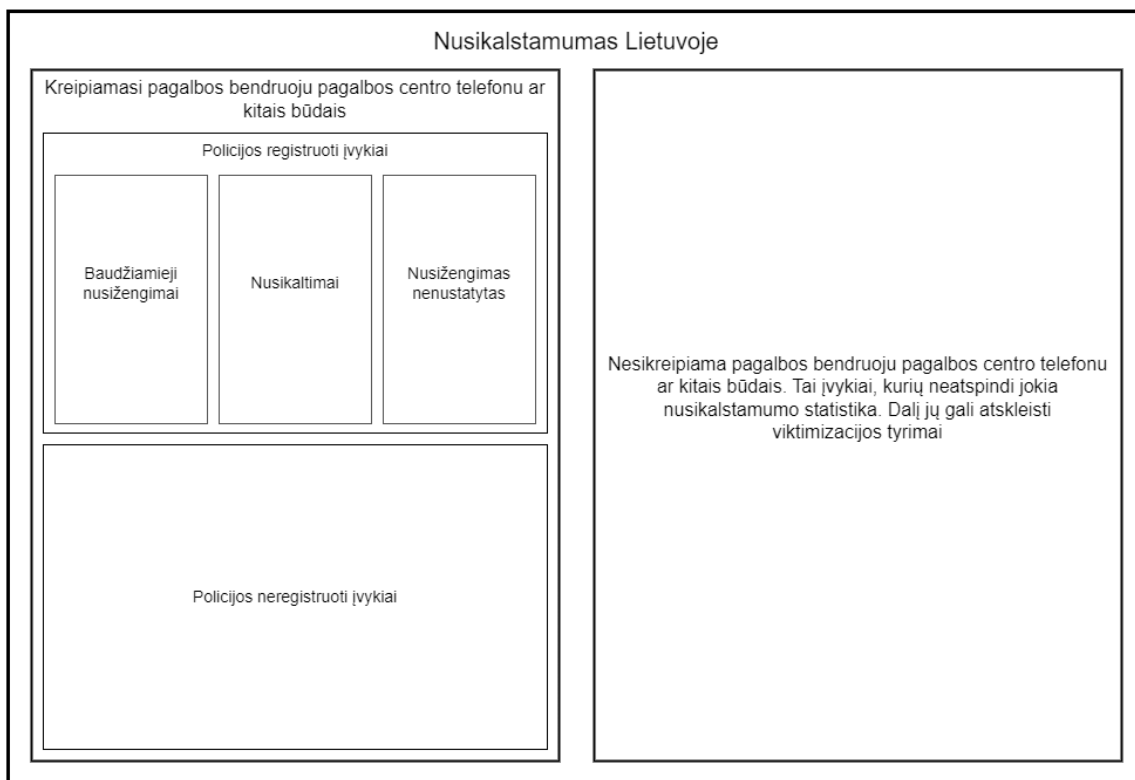
#### *Nusikalstamumas*

Pagal S. Maksimovą, „nusikalstamumas – tai sudėtinis socialinis – teisinis, masinis reiškiny, kurio pagrindą sudaro visuma veikų, turinčių nusikaltimų požymių, taip pat ir asmenų, tam tikroje teritorijoje per tam tikrą laikotarpį padariusių tokias veikas“ (Максимов ir Эминов, 2015). Nusikaltimų požymių turinčios veikos yra vadinamos *nusikalstamomis veikomis*. Jos apima *nusikaltimus* ir *baudžiamuosius nusižengimus*. Skirtumas tarp šių dviejų sąvokų yra aiškiai aprašytas Lietuvos Respublikos Baudžiamojo Kodekso (toliau – LR BK) 11 ir 12 straipsniuose: „Nusikaltimas yra pavojinga LR BK uždrausta veika (veikimas ar neveikimas), už kurią numatyta laisvės atėmimo bausmė“, „Baudžiamasis nusižengimas yra pavojinga ir LR BK uždrausta veika (veikimas ar neveikimas), už kurią numatyta bausmė, nesusijusi su laisvės atėmimu, išskyrus areštą“. Išsamesnis nusikalstamumo reiškinio aprašymas panašiam kontekste pateikiau savo bakalauro darbe (Gružas, 2022a) ir tyrimų vasaros metu ataskaitoje (Gružas, 2022b).

### ***Lietuvos policijos registruoti įvykiai***

Policijos registruojamų įvykių registro (toliau PRĮR) nuostatuose pateikiamas apibrėžimas – „Policijos registruojamų įvykių registras – policijos žinybinis registras, kurio paskirtis – informacinių technologijų priemonėmis registruoti Registro objektus, rinkti, kaupti, apdoroti, sisteminti, saugoti, naudoti ir teisės aktų nurodytais atvejais teikti fiziniams ir juridiniams asmenims Registro duomenis, informaciją, Registrui pateiktus dokumentus ir (ar) jų kopijas“. Svarbu suprasti, jog PRĮR įrašyti įvykiai dar nėra nusikaltimai, o tik nusikalstamos veikos bruožų turintys nutikimai. Atsižvelgiant į PRĮR nuostatas duomenis registrui teikia ne tik policijos pareigūnai, bet ir nukentėjusieji, policijos rėmėjai, sveikatos priežiūros įstaigų darbuotojai ar kiti policijos registruojamus įvykius matę asmenys, todėl dažnai nusikaltimų skaičius yra mažesnis nei užregistruotų įvykių. PRĮR steigimo įsakyme pateikiamas apibrėžimas „*Registro objektai – tai nusikalstamos veikos, kiti teisės pažeidimai ir įvykiai, kurių tyrimas įstatymų pavestas policijai (toliau – policijos registruojami įvykiai), taip pat į policijos areštines pristatyti ir uždaryti asmenys*“. Šiame įsakyme pateikiamas apibrėžimas padeda suvokti kokie įvykiai yra policijos registruojami. Dažniausiai tai nusikalstamos veikos, kiti teisės pažeidimai ir įvykiai, kurių tyrimas įstatymų pavestas policijai.

Šiame tyrime analizuojamas nusikalstamumo reiškinys remiantis PRĮR duomenimis, todėl būtina suprasti ryšį tarp nusikalstamumo ir policijos registruotų įvykių (1 pav.). Veno diagrama atskleidžia keletą esminių dalykų, kurie yra labai svarbūs atliekant policijos registruotų įvykių analizę: dalis gyventojų vis dar nesikreipia pagalbos į teisėsaugą dėl teisės pažeidimų; dalis teisės pažeidimų neatitinka nei baudžiamojo nusižengimo nei nusikaltimo bruožų, todėl nėra įrašomi į PRĮR; policijos registruoti įvykiai apima baudžiamuosius nusižengimus ir nusikaltimus.



**1 pav.** Ryšys tarp nusikalstamų veikų, nusikaltimų ir baudžiamųjų nusižengimų, pagal LR BK *Rajonavimas (regionavimas)*.

Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio erdvinės struktūros įvairovės ir jos tipų identifikavimo studijos I dalyje „Kraštovaizdžio supratimo ir jo erdvinės struktūros pažinimo nuostatos“ pateiktas apibendrintas rajonavimo (regionavimo) sąvokos paaiškinimas – „*teritorijos dalijimas į rajonus (regionus)*. Pagal nustatomų dalijamos geografinės erdvės teritorinių vienetų didumą bendrąja prasme skiriami mikroregionai (mikrorajonai), mezoregionai (mezorajonai), makroregionai (makrorajonai) ir megaregionai (megarajonai)“. Lietuvos Respublikos terminų banke pateikiama viena aktuali rajonavimo sąvokos apibrėžtis. Rajonavimas – tai „tiriamos teritorijos arba akvatorijos skirstymas į dalis (taksonus), atitinkančias mažiausiai du požymius (kriterijus): teritorinių vienetų savitumą ir tų vienetų elementų tarpusavio ryšį. Būna gamtinis, visuomeninis ir bendrasis rajonavimas“. Žodyne „Lietuvių kalbos žodynas (t. I–XX, 1941–2002): elektroninis variantas“ išskiriamos dvi reikšmės: „Žemės ūkio rajonavimas. Ekonominis rajonavimas remiasi daugelio požymių visuma. Miškų gamtinio ir istorinio rajonavimo principai. Klimato rajonavimas; tinkamos naujai veislei auginti vietos nustatymas vadinamas veislių rajonavimu“. Atsižvelgiant į lietuvių kalbos, terminų žodynuose esančius rajonavimo sąvokos paaiškinimus, galima manyti, kad šiuo metu didesnis dėmesys skiriamas gamtinių reiškinių rajonavimui. Tokia pati prielaida kyla peržiūrėjus Lietuvos nacionalinio atlaso tomus – rajonavimo žemėlapiai sudaryti tik gamtiniams reiškiniams/procesams (geomorfologinis rajonavimas, botaninis geografinis rajonavimas, klimatinis rajonavimas ir pan.).

Rajonavimo sąvoka gali būti naudojama skirtinguose kontekstuose, pvz. gamtiniame, ekonominiame, socialiniame ir panašiai, bet principas išlieka panašus visais atvejais. Rajonavimas – tai tam tikros teritorijos padalijimas į mažesnius teritorinius vienetus, atsižvelgiant į pagrindines tiriamojo ir su juo susijusių reiškinių charakteristikas, t. y. siekiama atrasti ir apibendrinti panašumus, apimančius daugiau nei vieno reiškinio dimensiją, tarp jų – ir teritorinį gretimumą. Rajonavimo

rezultatas – išskirti rajonai (teritoriniai klasteriai), kuriuose galima vienodai apibendrinti pagrindines reiškinių charakteristikas, t. y. sudaryti rajono statistinį profilį.

### ***Lietuvos didieji miestai***

Nėra oficialios sąvokos, kuri tiksliai apibrėžtų, kas yra laikoma Lietuvos didžiuoju miestu, o kas ne. Lietuvos Respublikos teritorijos administracinių vienetų ir jų ribų įstatyme yra aiškiai apibrėžiamos miestų, miestelių, kaimų, viensėdžių sąvokos:

- miestai yra kompaktiškai užstatytos gyvenamosios vietovės, turinčios daugiau kaip 3 tūkst. gyventojų, kurių daugiau kaip 2/3 dirbančiųjų dirba pramonėje, verslo bei gamybinės ir socialinės infrastruktūros srityse;
- mažiau kaip 3 tūkst. gyventojų turintys Lietuvos Respublikos miestai, rajonų miestai bei miesto tipo gyvenvietės, turėję miesto statusą, kaip gyvenamosios vietovės yra laikomi miestais ir įsigaliojus Lietuvos Respublikos teritorijos administracinių vienetų ir jų ribų įstatymui;
- miesteliai yra kompaktiškai užstatytos gyvenamosios vietovės, turinčios nuo 500 iki 3000 gyventojų, kurių daugiau kaip pusė dirbančiųjų dirba pramonėje, verslo bei gamybinės ir socialinės infrastruktūros srityse, taip pat tradiciniai miesteliai;
- kaimai yra gyvenamosios vietovės, neturinčios miesto, miestelio ir viensėdžio požymių;
- viensėdžiai yra istoriškai susiformavusios gyvenamosios vietovės, paprastai sudarytos arba kilusios iš vienos sodybos ir turinčios ne daugiau kaip 20 objektų skirtingu adresu.

Akivaizdu, kad Lietuvos didieji miestai, visų pirma, turėtų atitikti miestų apibrėžimą. Lietuvoje šiuo metu yra 103 miestai, kurių gyventojų skaičius gali skirtis dešimtimis kartų. Šio tyrimo metu koncentruojamasi tik į didžiuosius miestus, kurie šiuo atveju traktuojami kaip trys didžiausi Lietuvos miestai – Vilnius, Kaunas ir Klaipėda.

### ***Priemiesčiai***

Terminas *priemiestis* nėra oficialiai apibrėžtas, todėl dažnu atveju yra skirtingai interpretuojama, kas traktuojama kaip priemiestis, o kas ne. Galima rasti apibrėžimą Visuotinėje lietuvių enciklopedijoje, jog priemiestis – „*miesto pakraštys; gyvenvietė prie miesto*“. Angliškasis terminas *suburb* apibrėžiamas panašiai. Kembridžo žodyne pateikiamas paaiškinimas, jog tai „*vietovė didelio miestelio ar miesto pakraštyje, kurioje dažnai gyvena mieste ar mieste dirbantys žmonės*“. Visgi, nėra išskiriami tikslūs kriterijai, kaip miestų ar miestelių atveju, kaip nustatyti priemiestines teritorijas. Dėl šios priežasties dažnai priemiesčiai interpretuojami skirtingai ne tik skirtingose šalyse, bet ir toje pačioje valstybėje. Šiame tyrime, priemiesčiai taip pat išskiriami pagal savitus kriterijus, kurie išsamiau aprašyti metodikos skyriuje.

## **1.2 Nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimai**

Nusikalstamumo apibrėžimas, traktavimas, nusikalstamų veikų registravimas nėra vienodas skirtingose valstybėse. Skiriasi ne tik pati samprata, tačiau ir klasifikacija, struktūra, galimos prevencijos priemonės. Visa tai siejasi su kultūriniais, socialiniais, ekonominiais ar net gamtiniais įvairių regionų veiksniais. Būtina suprasti, kad viešosios tvarkos pažeidimas nebūtinai reiškia tą patį skirtingose valstybėse, todėl šalių lyginimas tampa sudėtingu. Visgi, šiame kontekste nėra tiek svarbu suprasti kaip traktuojami nusikaltimai skirtingose valstybėse ar ieškoti universalių duomenų šaltinių. Svarbiausia susipažinti, kokie erdvinės analizės metodai yra taikomi Lietuvoje bei užsienio valstybėse, kai atliekama nusikalstamumo reiškinių erdvinė analizė. Ne visi metodai gali būti universalūs visoms valstybės ar skirtingiems duomenų rinkiniams, tačiau tai leidžia atrasti naudingos

informacijos apie nusikalstamumo reiškinių tyrimus tiek Lietuvoje, tiek kitose valstybėse, pasiremti gerą patirtimi bei pritaikyti naujas idėjas savo tyrimuose. Šiame skyriuje siekiama trumpai apžvelgti nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimus bei susipažinti su taikomais metodais.

### 1.2.1 Nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimai pasaulyje

Nors pirmąsias sąsajas tarp nusikalstamumo ir jo teritorinio pasiskirstymo Prancūzijoje ir Belgijoje tyrė geografai Andriano Balbi ir teisininkas bei statistikos mėgėjas André-Michelis Guerry dar 19 a. 3–4 dešimtmetyje, geografai šia kryptimi susidomėjo tik 20 a. pabaigoje. Ilgą laiką nusikalstamumo tyrimai apsiribojo žvalgybine (nusikalstamų veikų stebėjimas ir palankių sąlygų saugumui užtikrinti sudarymas), kriminalistine (nusikalstamų veikų kriminalistinių charakteristikų stebėjimas) ir strategine (įvairių strategijų kovai su nusikalstamumu sudarymas) nusikalstamų analize. 20 a. 8 dešimtmetyje nusikalstamumo geografija pradėta domėtis Didžiojoje Britanijoje – geografai Herbertas Davidas nagrinėjo miestų nusikalstamumo lygio ir socialinės aplinkos priklausomybę (1982).

Nuo 1986 m. nusikalstamumo geografijoje pradėta naudoti kompiuterinė ir programinė įranga. Ji suteikė galimybę darbus atlikti greičiau ir kokybiškiau, lėmė naujų tyrimų kryptių (pvz., su paros laiku ir prekyba miesto centre susijusių smurtinių nusikalstamų karštųjų vietų nagrinėjimas), išsamios mokslinės literatūros atsiradimą. Nusikalstamumo geografijos mokslo raidą ir jos pokyčius atspindi atlikti tyrimai bei paskelbti veikalai. Andriano Balbi ir André-Michelis Guerry vieni pirmųjų bandė ieškoti koreliacijų tarp skirtingų kintamųjų, ypatingą dėmesį skyrė analizuodami švietimo ir nusikalstamumo lygio galimas sąsajas Prancūzijoje (Balbi ir Guerry, 1829). André-Michelis Guerry 1833 parašė esė, kurioje buvo pristatymas nusikalstamumo ir savižudybių lygis lentelėse bei teminiuose žemėlapiuose (detalesniuose Prancūzijos administraciniuose vienetuose). Pastebėta, jog nusikalstamumo ir savižudybių lygis išliko labai stabilus. Siekta nustatyti įvairius socialinius dėsnius ir skirtingų kintamųjų tarpusavio ryšius (Guerry, 1833). Jis kėlė idėją, kad masinius socialinius reiškinius (pvz., gimstamumą, mirtingumą, nusikalstamumą, savižudybes) lemia į fizikinius dėsnius panašūs dėsningumai, kuriuos galima tirti matematiniais metodais, todėl socialinės informacijos rinkimą ir jos matematinę analizę reikia sujungti į bendrą mokslą, dabar žinomą kaip statistika (Viselgienė, 2018). Clifford Shaw ir Henry D. McKay savo darbe sudarė Čikagos nepilnamečių nusikalstamų namų adresų žemėlapi. Pagal koncentrinę zonų teoriją jų tyrimo rezultatai parodė, kad nepilnamečių nusikalstamų koncentracija yra tam tikrose miesto dalyse, ypač miesto centre ir pereinamojoje zonoje. Jie akcentavo, jog vietinės bendruomenės labai svarbios formuojant nusikalstamą elgesį (Shaw ir McKay, 1942). Be to, nors teorija vėliau plėtojosi ir kito, tačiau šie autoriai laikomi vieni iš socialinės dezorganizacijos teorijos kūrėjų. Keith D. Harries išsamiai nagrinėjo nusikalstamumą geografo požiūriu. Jis parodė, jog nusikalstamumas skirtingose vietovėse skiriasi ir yra būtina erdvinė analizė, siekiant geriau suprasti nusikalstamumo reiškinį, jo prigimtį ir priežastis (Harries, 1974). David T. Herbert nagrinėjo nusikalstamumo geografinį pasiskirstymą didžiuosiuose miestuose, ieškojo sąsajų su urbanizacijos procesais. Pagrindinis dėmesys skiriamas nusikalstamumo erdviniam pasiskirstymui ir jo ryšiumi su socialinėmis bei ekonominėmis miesto struktūromis (Herbert, 1982). Victor Goldsmith atskleidė kaip naujosios, geografinių informacinių sistemų, technologijos gali būti naudojamos nusikalstamumui analizuoti bei vizualizuoti, siekiant veiksmingų strategijų formavimo ir tinkamo sprendimų priėmimo (Goldsmith, 2000). Panašus darbas buvo Spencer Chainey ir Jerry Ratcliffe, kurie dar didesnę dėmesį skyrė geografinėms informacijos sistemoms, atskleidė jų naudą nusikalstamumo duomenų analizėje ir vizualizacijoje (Chainey ir Ratcliffe, 2005).

Aleksandr Badov tyrinėjo postsovietinio laikotarpio nusikalstamumo situaciją Rusijoje, analizavo nusikalstamumo pokyčius po politinių ir socialinių permainų (Бадов, 2009). Derek J. Paulsen išleido knygą, kurioje kurioje išsamiai aptariamos miestų planavimo, nusikalstamumo viktimizacijos ir nusikaltimų prevencijos sąsajos. Aptariami pagrindiniai planavimo klausimai ir jų galimas poveikis nusikalstamumui (Paulsen, 2012). Rachel B. Santos parašė knygą apie nusikalstamumo analizę, naudojantis nusikalstamumo žemėlapiais, aprašė metodikas, kaip galima naudoti erdvinę informaciją ir naujausias technologijas nusikalstamumo reiškinių supratimui ir prevencinių priemonių formavime (Santos, 2016). Lu Wang ir kiti analizavo turtinius ir smurtinius nusikalstimus Toronte. Naudoti naujausi erdvinės analizės metodai, vertinam erdvinė autokoreliacija, taikomi tiesinės ir geografinės regresijos metodai. Siekiama ne tik išanalizuoti nusikalstamumo erdvinę sklaidą, bet ir iširti galimus socialinius ir erdvinis veiksnis, darančius įtaką nusikalstamumui (Wang ir kiti, 2019). Pasaulinė Covid-19 pandemija padarė įtaką įvairioms sritims, o taip pat, tikėtina, ir nusikalstamumui. Mengjie Yang ir kiti atliko Covid-19 galimo poveikio nusikalstamumui analizę Čikagoje, naudodami erdvės-laiko metodus, siekiant suprasti nusikalstamumo pokyčius pandemijos metu (Yang ir kiti, 2021). Pintu Kabiraj analizavo nusikalstamumą Indijoje ir atskleidė geografinius bei laiko dinamikos aspektus, darančius įtaką nusikalstamumui šalyje.

Čia pateikti populiariesni ir žinomesni tyrimai bei paskelbti veikalai, tačiau tokio pobūdžio tyrimų yra nemažai ir vis daugėja. Iš pateiktų pavyzdžių galima pastebėti, kad jau nuo 19 a. pr. yra domimasi nusikalstamumo erdvinio pasiskirstymu, galimomis sąsajomis su kitais reiškiniais bei tokie tyrimai tęsiasi iki šių dienų. Kaip jau minėta anksčiau, nusikalstamumas kaip reiškinys gali labai skirtis skirtingose valstybėse, tačiau atlikus apibendrinamąją literatūros apžvalgą apie taikomus erdvinės analizės metodus, galima susidaryti bendrąjį įspūdį. Kostas Gružas 2023 m. savo bakalauro darbe atliko užsienio šalyse vykdomų tyrimų paiešką apie smurtinių įvykių erdvinės sklaidos analizę, kurios nemažą dalį sudarė ir bendroji nusikalstamumo erdvinė sklaida. Dažniausiai buvo naudojami raktiniai žodžiai: *violent crime; analysis of violent crime; spatial analysis of violent crime; GIS methods for violent crime analysis* ir pan. Atlikus literatūros analizę pastebėta:

- a) nusikalstamumo problema yra aktuali absoliučioje daugumoje pasaulio valstybių;
- b) GIS metodai vis dažniau taikomi priimant svarbius nusikalstamumo valdymo klausimus;
- c) užsienio tyrėjai siekia išskirti karštąsias zonas;
- d) skiriamas didelis dėmesys teritorijoms aplink karštąsias zonas;
- e) siekiama sieti nusikalstamumo rodiklius su socialiniais – demografiniais rodikliais;
- f) nusikalstamumas nagrinėjamas ne tik erdvėje, bet ir laike;
- g) taikomi ne tik geoerdvinius, bet ir statistinės analizės metodai;
- h) ne tik ieškoma teritorijų su didesniu ar mažesniu nusikaltimų skaičiumi, bet ir bandoma aiškintis to priežastis;
- i) siekiama pateikti tiek esamą situaciją, tiek galimus prognostinius modelius;
- j) siekiama pateikti duomenis aiškiai ir suprantamai kiekvienam vartotojui.

Susipažįstant su kitose valstybėse atliekamais nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimais, nusikalstamumo žemėlapių sudarymo metodais, galima išskirti keletą metodų, kurie yra dažniausiai taikomi tokio pobūdžio tyrimuose (svarbu paminėti, kad metodų naudojimui didelę įtaką turi pačių duomenų struktūra, detalumas ir pan.):

- a) karštųjų zonų (angl. *hot spot*) analizė;
- b) tankumo (angl. *density*) analizė;
- c) klasterinė (angl. *cluster*) analizė;
- d) erdvinė autokoreliacija (angl. *spatial autocorrelation*);



- e) erdvinė regresija (angl. *spatial regression*);
- f) vis daugiau dėmesio skiriama įvairiausių nusikalstamumo žemėlapių sudarymui įvairiais teritoriniais lygmenimis (pasitaiko ir taškinių žemėlapių).

Svarbu suprasti, kad apibendrintose grupėse taikomi labai įvairūs įrankiai ir metodai: erdvinės statistikos, erdvinės analizės, erdvės-laiko analizės, daugiakriterinė analizė ir pan.

### 1.2.2 Nusikalstamumo erdvinės sklaidos tyrimai Lietuvoje

Lietuvoje pirmieji nusikalstamumo geografijos moksliniai tyrimai pradėti tik po Nepriklausomybės atkūrimo. Kryptingų nusikalstamumo geografijos tyrimų Lietuvoje raidai numatyti kartografas Darius Vasiliauskas pasiūlė (Vasiliauskas, 2014) bendrą struktūrinę schemą. Joje išskiriami 3 sektoriai, kiekvienas jų siejamas su skirtingomis mokslo sritimis (jų teorinės metodologijos suteikia pagrindą nusikalstamumo geografijos tyrimams atlikti).

1. Teritorinės diferenciacijos ir dinamikos sektorius (geografinė dedamoji) analizuoja nusikalstamumo erdvinę sklaidą, formuojamas teritorines struktūras, jų diferenciaciją, morfologiją ir dinamiką.
2. Sąsajų su aplinka sektorius (geosocioekologinė dedamoji) nagrinėja nusikalstamumo ir aplinkos (fizinės, ekonominės, socialinės, kultūrinės, psichologinės ir kitų) tarpusavio ryšius, jų sąveikas, genezę ir dinamiką.
3. Saugumo jausmo ir nusikaltimų baimės sektorius (geosociologinė dedamoji) domisi visuomenės narių suvokiamu saugumo jausmu realioje fizinėje erdvėje, tų erdvių nustatymu ir kartografavimu, jų geneze, dinamika ir lyginimu su faktine situacija.

Pirmųjų užuominų apie nusikalstamumo geografiją lietuviškoje literatūroje galima aptikti 1995 Stasio Vaitekūno vadovėlyje *Geografija: pasaulio socialinė geografija* (Vaitiekūnas, 1995). Teritoriniu aspektu nusikalstamumas nagrinėtas keliuose Teisės instituto mokslininkų Petro Ragauskos (Ragauskas, 2000), Sonatos Mališauskaitės-Simanaitienės (Mališauskaitė-Simanaitienė, 2008) darbuose. Kriminologė Aušra Pocienė aptarė aplinkos kriminologijos teorijų taikymo perspektyvas Lietuvoje (Pocienė, 2009) bei saugumo užtikrinimo miestuose problematiką (Pocienė ir kiti, 2010). Kauno technologijos universiteto mokslininkai (Zaleckis ir kiti, 2016) 2012–2013 vykdant mokslinį projektą *Erdvinė miesto struktūra ir gyventojų saugumas*, tyrinėjo ryšį tarp erdviųjų urbanistinių struktūrų ir nusikalstamumo didžiuosiuose Lietuvos miestuose, aiškinosi nustatyto ryšio priežastis ir dėsningumus. Klaipėdos mokslininkų (Spiriajevo ir kitų, 2016) monografijoje nagrinėti 1990–2010 laikotarpio nusikaltimai Klaipėdoje.

Nuo 2011 Vilniaus universiteto kartografas – G. Beconytė, A. Balčiūnas, D. Vasiliauskas ir kiti sistemingai vykdė nusikalstamumo erdvinės sklaidos Lietuvoje tyrimus. Teisininkė Jūratė Galinaitytė ir sociologas Tomas Rudzkis kėlė nusikalstamumo sampratos problemą, akcentavo šio reikšinio sudėtingumą ir latentškumą bei teigė, jog naujovės verčia keisti požiūrį į nusikalstamumą, analizuojant jį taikyti matematinius modelius (Galinaitytė ir Rudzkis, 2005). A. Eismontaitė ir G. Beconytė nagrinėjo 2002–2008 m. Lietuvoje užregistruotų nusikalstamų veikų priklausomybę nuo nedarbo lygio šalyje, skaičiuojamas nagrinėjamų kintamųjų koreliacijos koeficientas, aptariamas glimas priežastingumas, sudarytas prognostinis nusikalstamumo grafikas Lietuvoje (Eismontaitė ir Beconytė, 2011). Tais pačiais metais autorės analizavo 2010 m. viešai skelbiamų Policijos departamento prie Vidaus reikalų ministerijos suvestinių duomenis, atliko erdvės ir laiko analizę. Sudarytas įvykių tankio ir koncentracijos zonų žemėlapis leidžia nustatyti vietas, kuriose įvykių daugiausia, atskleisti jų koncentraciją. Demonstruojama, kaip erdvinės statistinės analizės metodai

gali būti pritaikyti tiriant nusikalstamumo sklaidą (Eismontaitė ir Beconytė, 2011). 2012 m. autorės parašė straipsnį, kuriame aptariami Vilniaus miesto policijos 2010 ir 2011 m. registruotų įvykių geografinių tyrimų, atliktų Vilniaus universitete 2011–2012 m., rezultatai. Analizuotas didelis kiekis tiksliai lokalizuotų ir klasifikuotų pagal veikos pobūdį įvykių. Sudaryti įvykių tankio žemėlapiai, stebėta skirtingų tipų procentinė dalis. Atlikta detali erdvinė analizė ir pastebėta, jog įvykių žemėlapiai gali padėti stebėti esamą situaciją, vertinti pokyčius ir planuoti prevencijos priemonės (Eismontaitė ir Beconytė, 2012). 2014 m. atliktas tyrimas, kurio metu siekta nustatyti, ar Vilniaus miesto nusikalstamumo teritorinėje struktūroje yra ypatumų, kurių nepaaiškina gyventojų tankis, ir išsiaiškinti galimas jų sąsajas su užstatytų teritorijų parametrais (Beconytė ir kiti, 2014). Tais pačiais metais atlikta išsami nusikalstamumo geografijos tyrimų Lietuvoje apžvalga (Vasiliauskas, 2014b). 2014 m. analizuotas galimas įvairių miesto parametrų poveikis nusikaltimų pasiskirstymui ir dinamiškai atvirose erdvėse. Tyrimas parodė, kad monofunkcinio komercinio naudojimo teritorijose atviroje erdvėje yra didžiausia visų rūšių nusikaltimų rizika, o gyvenamosiose zonose priešingai (Bielinskas ir kiti, 2014). 2015 m. E. Spiriajevas nagrinėjo nusikalstamumą Klaipėdos mieste, taikydamas erdvinės autokoreliacijos, hierarchinės klasterinės analizės metodus. Jų pagalba išskyrė 6 nusikalstamų viekų klasterių grupes ir aprašė jų struktūros erdvinę diferenciaciją (Spiriajevas, 2015). 2020 m. buvo pristatyti išskirtiniai Lietuvos policijos registruotų įvykių erdvinės analizės rezultatai. Tyrimo metu nagrinėti 2015–2019 m. duomenys (1,69 mln. įvykių). Vertinta skirtingų įvykių tipų dinamika, atlikta erdvinės sklaidos analizė, parenkant tinkamiausius metodus (Beconytė ir kiti, 2020). 2022 m. atliktas tyrimas, kuriame koncentruojamasi į įvykius, susijusius su smurtu bei jų pokyčius covid-19 pandemijos metu (2020 m.), lyginant su 2015–2019 m. tendencijomis (Beconytė ir kiti, 2022).

Nusikalstamumo geografijos raidai Lietuvoje svarbūs ir studentų baigiamieji darbai. A. Tonkalytė analizavo teritorinę nusikalstamumo lygio diferenciaciją, pobūdį ir dinamiką, bandė išvelgti teritorinius ryšius per nusikalstamumo difuziją Lietuvos regionuose (Tonkalytė, 1999). Atlikta darbų, kur siekiama pažinti nusikalstamumo erdvinę sklaidą Vilniuje (Černiauskas, 2006) ar visoje Lietuvoje (Eismontaitė, 2008; Eismontaitė, 2010). 2018 m. Lukas Tubutis nagrinėjo teritorinius sąryšius tarp nusikalstamų veikų ir alkoholio pardavimų vietų Vilniuje (Tubutis, 2018). Taip pat, yra baigiamųjų darbų, kur koncentruojamasi į konkrečių įvykių tipų erdvinę sklaidą skirtingose teritorijose (Valukonytė, 2014; Gružas, 2022). Didžioji dalis baigiamųjų darbų nusikalstamumo geografijos tematika rengiami Vilniaus universiteto geomokslų institute, kiek mažiau Klaipėdos universitete, taip pat, bent keli darbai rašyti Vilnius Tech ir Mykolo Romerio universitetuose.

Apžvelgus pagrindinius tyrimus ir veikalus, galima pastebėti sąsają su užsienio valstybėse atliekamais tyrimais. Akivaizdu, kad dažniausiai taikomi labai panašūs metodai ir įrankiai, siekiant atlikti erdvinės sklaidos analizę.

### **1.3 Geografinio rajonavimo tyrimų apžvalga**

Rajonavimo metodai dažniausiai naudojami gamtinių reiškinių/procesų rajonavimui, bet vis dažniau pastebimi taikymo pavyzdžiai socialinių, ekonominių reiškinių tyrimuose. Tiesa, tokių tyrimų vis dar nėra daug, ypatingai nusikalstamumo geografijos srityje. Suprantama, jog kiekvieno reiškinių ar proceso duomenų rinkimo, sisteminimo, analizės, rezultatų interpretacijos principai yra skirtingi, tačiau galima aptikti ir tam tikrų bendrų bruožų. Šiuo atveju, ypatingai svarbu susipažinti su kuo įvairesniais rajonavimo metodais, suprasti jų veikimo principus, taikymo galimybes. Deja,

Lietuvoje panašių tyrimų atliekama nebuvo, išskyrus Kosto Gružo 2022–2023 m. tyrimą semestro metu *Nusikalstamumo rajonavimo metodų taikymo tyrime (2015–2020 m. Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu)*. Šiame tyrime buvo atliekami eksperimentai su visos Lietuvos teritorija, todėl sudėtinga nustatyti ar taikyti metodai, jų parametrai yra tinkami ir Lietuvos didiesiems miestams. Visgi, tyrimas parodė, kad rajonavimą galima atlikti naudojantis GeoDa programine įranga ir atlikti eksperimentus su skirtingais metodais bei jų parametrais. Verta atkreipti dėmesį, kaip buvo atliekami eksperimentai, atsižvelgiant į kai kurių metodų gautus rezultatus, priimti ar atmesti vieną ar kitą metodą su mažesnėmis eksperimentų serijomis.

### 1.3.1 Rajonavimo metodų taikymo tyrimuose apžvalga

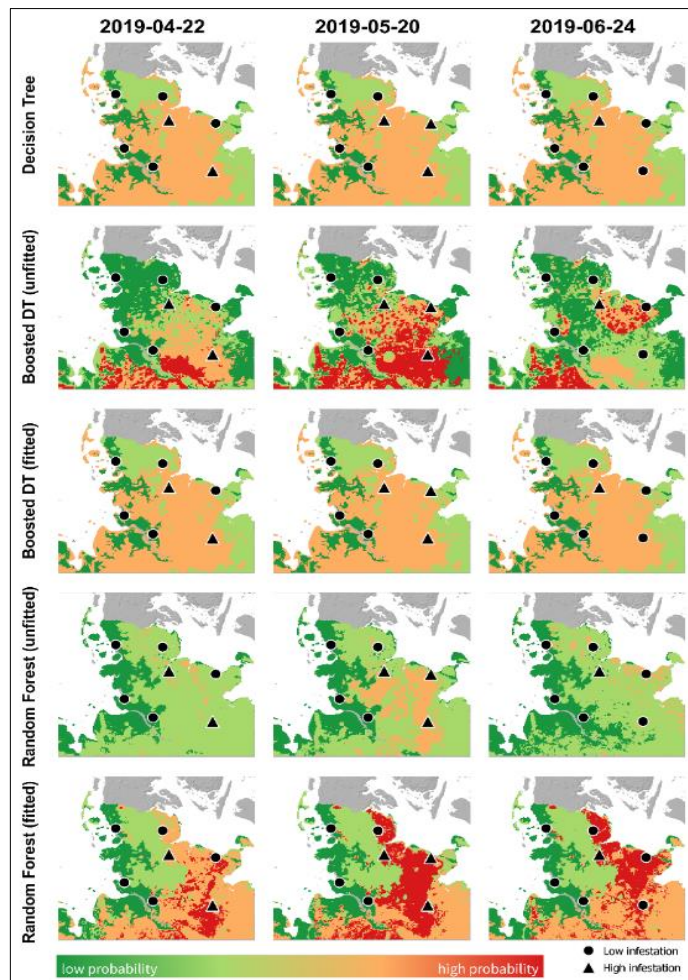
Viename iš pasaulyje pirmaujančių duomenų mokslo bendruomenės ir žinių portalų „Analytics Vidhya“ pateikiamas straipsnis „*Introducing Machine Learning for Spatial Data Analysis*“. Straipsnyje pristatomas mašininio mokymo taikymas GIS, o jei tiksliau – erdviųjų duomenų analizės mašininis mokymasis. Akcentuojami trys mašininio mokymosi metodai:

- 1) regresija. Įdomu tai, kad iš dalies, regresinė analizė yra skirta interpoliacijai, nes siekiame numatyti nežinomas reikšmes srityse tarp taškų. Nors vienas dažniausiai interpoliacijai naudojamų metodų (ir įrankių) yra Kriging, bet norint naudoti mašininį mokymąsi galima išbandyti Empirical Bayesian Kriging. Įprastas Kriging naudoja tik vieną semivariogramos modelį nežinomoms reikšmėms numatyti, o *Empirical Bayesian Kriging* prognozuoja nežinomas reikšmes naudodamas kelias semivariogramas ir Bajeso taisyklę. Kiti erdvinės interpoliacijos algoritmai yra paprastųjų mažiausių kvadratų regresija ir geografiškai svertinė regresija. Be taškinės interpoliacijos, galime atlikti ir plotinę interpoliaciją. Vienas daugiakampis gali būti perskirstytas į kelis daugiakampius, kurių reikšmės turi įtakos gretimoms reikšmėms;
- 2) klasifikavimas. Klasifikavimo užduotyse naudojami tokie metodai kaip: didžiausios tikimybės (angl. *Maximum Likelihood*), atraminių vektorių klasifikatorius (angl. *Support Vector Machine*) ar sprendimų medžio klasifikatorius (angl. *Decision Tree for Classification*). Straipsnyje akcentuojamas šių metodų taikymas palydovinių vaizdų klasifikavimui (pvz. ekosistemų išskyrimui);
- 3) grupavimas. Įprastiniame mašiniame mokyme daug stebėjimų galime sugrupuoti į kelias grupes pagal kintamųjų modelių panašumą – tą patį galime padaryti ir erdviniams duomenims. Pavyzdžiui, jei norima matyti, kur yra didelių ar mažų reikšmių koncentracijos – galima naudoti karštųjų zonų (angl. *hot spots*) metodą. Galimas ir taškų grupavimas pagal jų tankumą. Taip pat, grupuoti galima ir rastrinius vaizdus.

	<b>Įprastinis mašininis mokymasis (conventional machine learning)</b>	<b>Mašininis mokymasis erdvinei analizei (machine learning for spatial analysis)</b>
<b>Regresija (regression)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiesinė regresija (<i>linear regression</i>)</li> <li>• Atsitiktinio miško regresija (<i>random forest regression</i>)</li> <li>• Gradiento didinimo regresija (<i>gradient boosting regression</i>)</li> <li>• Atraminių vektorių mašinos regresija (<i>support vector machine regression</i>)</li> <li>• K artimiausio kaimyno (<i>k nearest neighbor</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empirinis Bajeso Krigingas (<i>empirical Bayesian Kriging</i>)</li> <li>• EBK su nepriklausomais kintamaisiais (<i>EBK with independent variables</i>)</li> <li>• Paprastoji mažiausių kvadratų regresija (<i>ordinary least squares regression</i>)</li> <li>• Geografinio svorio regresija (<i>geographically weighted regression</i>)</li> <li>• Arealinė interpoliacija (<i>areal interpolation</i>)</li> </ul>
<b>Klasifikacija (classification)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprendimų medžio klasifikavimas (<i>decision tree classification</i>)</li> <li>• Atsitiktinio miško klasifikavimas (<i>random forest classification</i>)</li> <li>• Atraminių vektorių mašinos klasifikavimas (<i>support vector machine classification</i>)</li> <li>• Didžiausias panašumas (<i>maximum likelihood</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprendimų medžio klasifikavimas (<i>decision tree classification</i>)</li> <li>• atsitiktinio miško klasifikavimas (<i>random forest classification</i>)</li> <li>• Atraminių vektorių mašinos klasifikavimas (<i>support vector machine classification</i>)</li> <li>• Didžiausias panašumas (<i>maximum likelihood</i>)</li> </ul>
<b>Klasterizacija (clustering)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierarchinis klasterizavimas (<i>hierarchical clustering</i>)</li> <li>• K-vidurkiai (<i>k-means</i>)</li> <li>• PAM</li> <li>• DBSCAN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daugiamatis klasterizavimas (<i>multivariate clustering</i>)</li> <li>• Erdviškai apribotas daugiamatis klasterizavimas (<i>spatially constrained multivariate clustering</i>)</li> <li>• Karštųjų taškų analizė (<i>hot spot analysis</i>)</li> <li>• Tankumu pagrįstas klasterizavimas (<i>density-based clustering</i>)</li> <li>• Vaizdo segmentavimas (<i>image segmentation</i>)</li> <li>• Erdvės-laiko modelių paieška (<i>space time pattern mining</i>)</li> </ul>

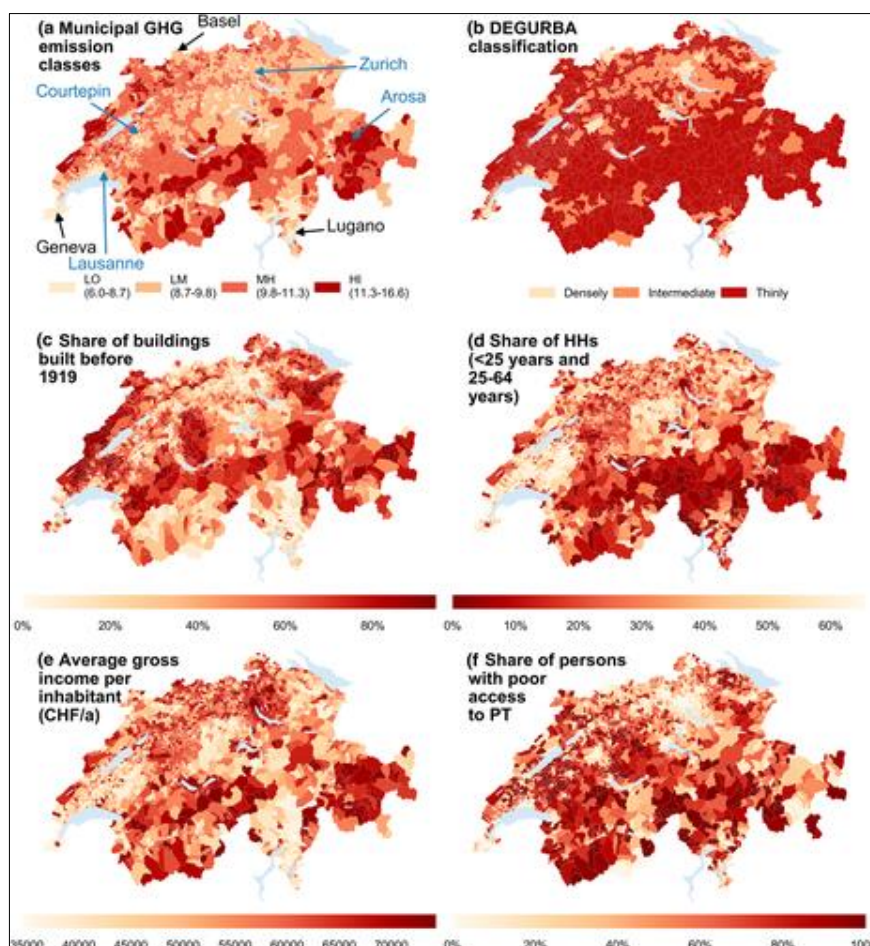
**2 pav.** Apibendrinančioji mašininio mokymo metodų lentelė (duomenų šaltinis: AnalyticsVidhya.com, sudaryta autoriaus)

2020 m. atliktas tyrimas apie pavojingų patogenų atsiradimo realiuoju laiku nustatymą ir jo svarbą norint greitai atlikti atsakomąsias priemones. Autorių sukurtas R paketas siūlo aplinką, kurioje, remiantis vietiniais duomenimis, naudojant įvairius deterministinius, geostatistinius rajonavimo ir mašininio mokymosi metodus, galima daryti erdvinės ir laiko prognozes. Siekiant prognozuoti patogenų vystymąsi ir erdvinę sklaidą apjungti rajonavimo ir mašininio mokymosi metodai. Tyrime naudojami metodai: *Inverse distance weighting*, *Ordinary kriging*, *Kriging with external drift*, *Random forest kriging*, *Decision trees*, *Random forests*, *Boosted decision trees*. Gauti rezultatai atskleidžia, kad geostatistinio rajonavimo, mašininio mokymosi metodų taikymas gali padėti atlikti prognostines užduotis ir prisidėti prie geresnio problemos valdymo. Visgi, akcentuojama ir tai, kad nėra vieno metodo tinkamo absoliučiai visiems tikslams (Hamer ir kiti, 2020).



**3 pav.** Numatomos tikimybės viršyti miltligės slenkstinę vertę (70 %) kviečiams tiriamoje teritorijoje, taikant skirtingas mašininio mokymosi procedūras pasirinktomis 2019 m. datomis (šaltinis: Hamer W. B. ir kiti, 2020)

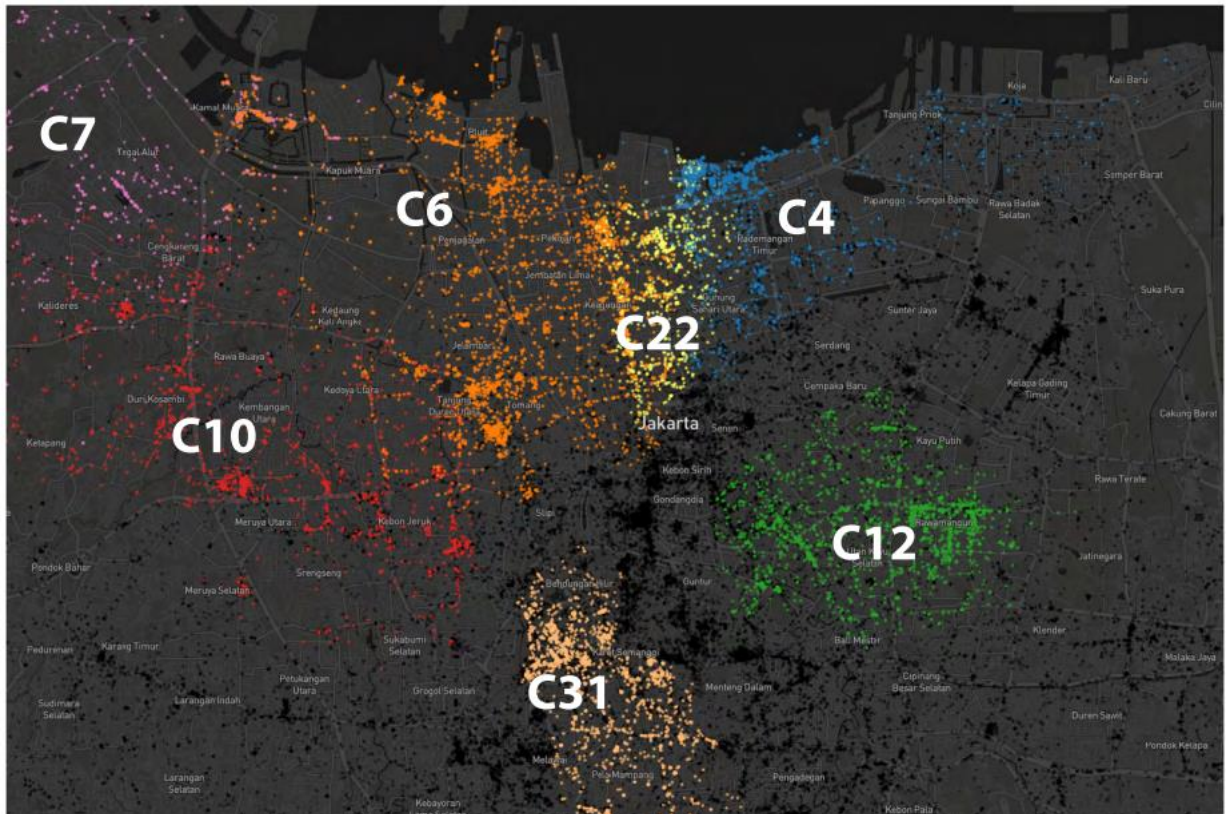
2019 m. atlikto tyrimo pagrindinis tikslas – sukurti ir įvertinti visapusi regioninį „iš apačios į viršų“ modelį, kuris įvertintų realius atskirų namų ūkių aplinkos profilius konkrečiame regione. Šiuo tikslu fiziškai pagrįstas pastato energijos modelis, agentais pagrįsto transporto modeliavimo rezultatai ir duomenimis pagrįstas namų ūkio vartojimo modelis buvo susieti į naują tikimybe pagrįstą klasifikavimo sistemą ir pritaikyti Šveicarijos atveju. Tačiau šioje analizėje pastebėtas priešingas įvairių kintamųjų poveikis patvirtina modelio, galinčio užfiksuoti regioninius skirtumus, svarbą (Froemelt ir kiti, 2019).



**4 pav.** Šveicarijos žemėlapiai vaizduojantys skirtingus rodiklius (šaltinis: Andreas Froemelt ir kiti, 2019)

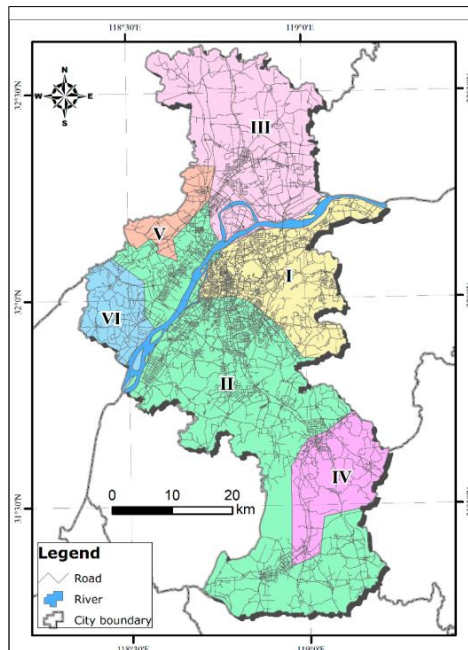
2018 m. Achilleas Psyllidis, Jie Yang ir Alessandro Bozzon atliko tyrimą, kuriame analizuojami socialinių tinklų įrašai, apimantys ne tik tekstinę informaciją, bet geografinę ir laiko dimensijas. Siekiama apibrėžti panašių socialinių sąveikų geografinėje erdvėje regioną (šiuo atveju kiekvieno miesto urbanistinę struktūrą), kuriame panašias demografines charakteristikas turintys žmonės būna tam tikrose vietose, tam tikru laiku. Norima pabrėžti, kad rajonavimas yra daugialypis reiškinys, kuris apima ir erdvinius (geografinis artumas), ir neerdvinius (vietos funkcija, tipas) požymius. Norint taikyti aprašomą metodą, pirmiausia nustatomi regionai, homogeniški socialinės sąveikos aplinkoje, tada ir jie susiejami su geografinė erdve.

Tyrimė naudojamas GeoSOM algoritmas, kuris yra Standartinio SOM algoritmo variantas, tačiau vertinantis artumą. Pagal tekstinę informaciją yra sukuriamas tam tikras skaičius įrašų temų kiekvienam miestui, o vėliau ji siejama su geografinė erdve. Pavyzdžiui, 8 tema Amsterdame ir 5 tema Bostone yra susijusios su kelionėmis/oro uostais ir, kaip tikėtasi, randami „Twitter“ įrašuose, kurie yra arba sutelkti aplink oro uostus, arba paskirstyti palei greitkelius ir geležinkelius, jungiančius atitinkamus miestų taškus su oro uostais. Įdomu tai, kad visus šiuos klasterius galima sudaryti ir erdvėje. Paveiksle yra pavyzdys Džakartos mieste, kur klasteriai sudaryti pagal skirtingas temas – regionai, apibrėžti gretimų 6 ir 22 klasterių, pasižymi dideliu skaičiumi „Twitter“ žinučių, susijusių su mažmeninės prekybos parduotuvėmis, prekybos centrais ir restoranais. Tyrimė pabrėžiama, kad erdviškai gretimų regionų nustatymas su vienalytėmis miesto charakteristikomis yra sudėtinga tema. Tai tampa dar sudėtingiau, kai siekiama įvertinti ir įvairias socialines sąveikas (Psyllidis ir kiti, 2018).

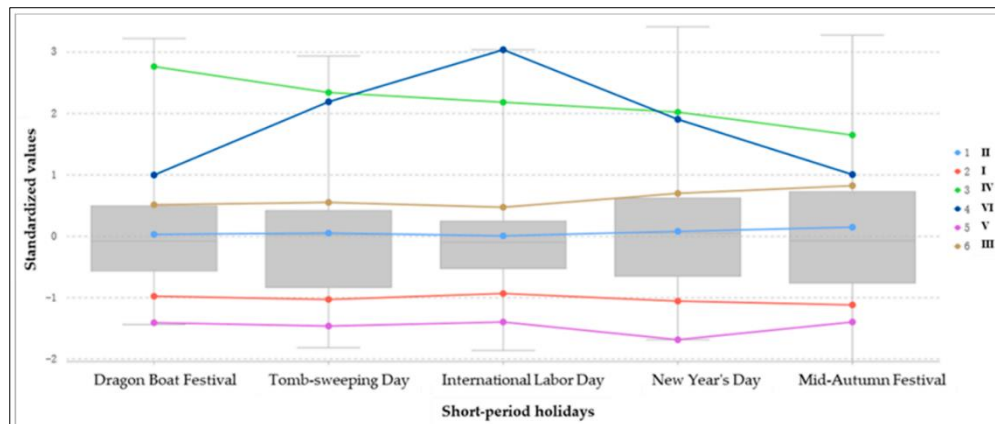


**5 pav.** Išskirti regionai Džakartoje (šaltinis: Achilles Psyllidis ir kiti, 2018)

Qiushi Gu ir kiti 2019 m. atliko tyrimą, kur analizuojami turizmo srautai tam tikrais laikotarpiais Kinijoje, Nankine. Remiantis turistų srautų į Nankiną duomenimis apie penkis trumpalaikius nacionalinius atostogas Kinijoje, šiame tyrime pirmiausia buvo apskaičiuotas turistų šaltinių regionų (315 miestų) kelionių rodiklis ir lankomų objektų geografinės koncentracijos indeksas (51 vaizdinga vieta). Taigi, tyrime naudojami įvairūs metodai: skaičiuojamas santykinis turistų skaičius; vaizdingų vietų geografinės koncentracijos indeksas; Morano I pasaulinės erdvinės autokoreliacijos indeksas; atliekamas geografinio rajonavimo modeliavimas. Visa teritorija suskirstyta į 15 regionų. Tie 15 rajonų išlaiko didžiausią panašumą viduje, tačiau išryškina didžiausius skirtumus lyginant vieną su kitu. Turistinių traukos objektų analizė rodo, kad išsiskiria 6 klasteriai. Pseudo-F testas rodo, kad didžiausia vertė yra 6, taigi 6 regionai yra geriausias išskyrimo skaičius. O, kad galėtume tinkamai interpretuoti pateiktus duomenis, turime diagramą, kuri atspindi kokiu principu išskirti minėtieji klasteriai (Gu ir kiti, 2019).



6 pav. Rajonavimo rezultatas (šaltinis: Qiushi Gu ir kiti, 2019)

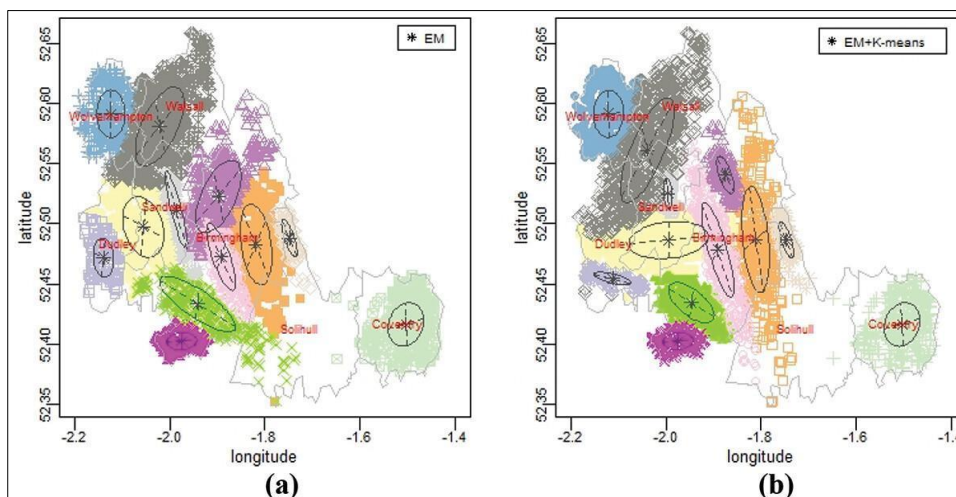


7 pav. Nankino rajonavimo rezultatų diagrama (šaltinis: Qiushi Gu ir kiti, 2019)

2022 m. publikuotas Simon Kojo Appiah ir kitų straipsnis, kuriame minima, jog karštųjų zonų analizė yra nuolat aktuali tyrimų sritis, o modeliais pagrįstų klasterizacijos procedūrų taikymas tampa vis populiariesnis nustatant erdvėje vykstančių nusikalstamumo įvykių tendencijas ir modelius. Tyrime didelis dėmesys skiriamas Gauso daugiamačiams skirstiniams, EM algoritmui, K-vidurkių klasterizacijos algoritmui. Siūlomas modeliu pagrįstas EM algoritmo grupavimas kartu su K-vidurkių klasterizacijos algoritmu pasirodė veiksmingas kaip greitas ir stabilus konvergencijos atžvilgiu su maža klasifikacijų neapibrėžtumo tikimybe.

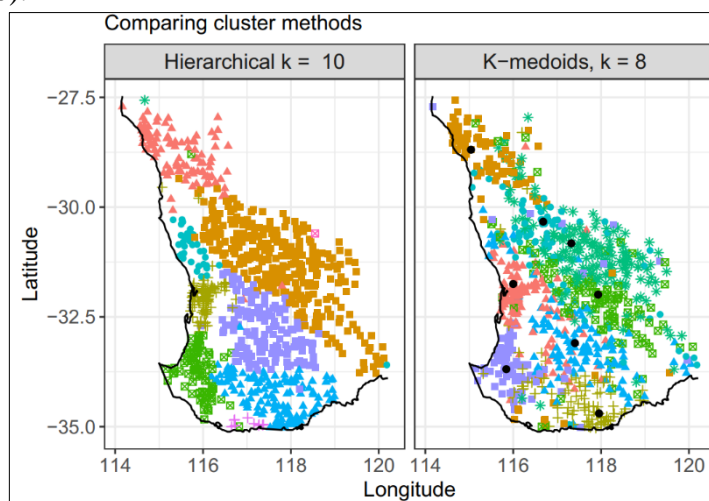
Manoma, kad kombinuoti modeliu pagrįsti grupavimo metodai, taikomi atliekant nusikalstamos veiklos erdvėje analizę, gali ne tik suteikti žinių apie nusikalstamumo prognozavimą ir išteklių paskirstymą reiškinio valdymo strategijoms, bet ir padėti tyrėjams pritaikyti didelių erdviųjų atributų modeliavimo mechanizmus duomenų gavybos srityje. Aprašomas procesas nuo nusikalstamų duomenų tyrimo iki klasterizacijos įvykdymo. Lyginami rezultatai, gauti taikant šiek tiek skirtingus metodus. Naudojant didelio taškinio modelio nusikalstamumo duomenis, buvo ištirti du klasterizacijos metodai, siekiant įvertinti nusikalstamos veikos koncentraciją. Siūlomas EM algoritmas su pusiau prižiūrimu K-klasterizavimu pasirodė esąs veiksmingas nustatant nusikalstamumo židinius (Appiah ir kiti, 2022).





**8 pav.** Elipsoidiniai skirstiniai, pritaikyti (a) E-M algoritmu ir (b) E-M algoritmu inicijuotu K vidurkiais (šaltinis: Simon Kojo Appiah ir kiti, 2022)

Saunders ir kiti analizavo galimybes, naudojant įvairius statistinius modelius, sumažinti ekstremalių kritulių keliamą riziką, fiksuojant kraštutinius erdvėje. Visgi, tai dažnai kelia iššūkius, o norėdami juos išspręsti, autoriai pateikia rajonavimo metodą, kuris matavimo stoteles padalija į panašios ekstremalios priklausomybės regionus, naudojant klasterizavimą. Aprašomi patys įvairiausi metodai: F-madogram; dvimatis kraštutinių reikšmių skirstinys (angl. *bivariate extreme value distribution*); trūkstančių skirtumų praktikos (angl. *practicalities of missing dissimilarities*); K-medoids; hierarchinis klasterizavimas (angl. *hierarchical clustering*). Siekiama pabrėžti skirtingų grupavimo algoritmų pasirinkimo poveikį, todėl skirstymai į grupes atliekami, naudojant skirtingus metodus. Šiame tyrime pastebėta, kad hierarchinis klasterizavimas yra pranašesnis konkrečiai šiai temai. Be to, sudaryti regionai iš esmės atitiko supratimą apie klimato ir topografinės ypatybės (Saunders ir kiti, 2020).



**9 pav.** Hierarchinės klasterizacijos ir K-medoidų klasterizacijos palyginimas (šaltinis: K. R. Saunders ir kiti, 2020)

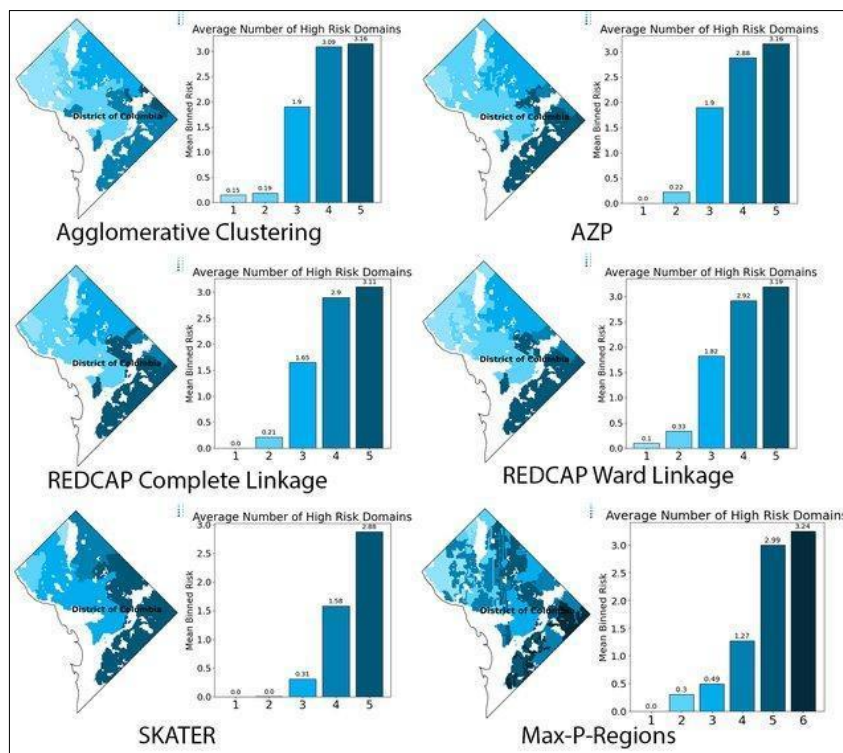
2013 m. tyrime siūlomas regioniškai suvaržytas aglomeracinis grupavimas ir skaidymo (REDCAP) metodas, skirtas sušvelninti modifikuojamo ploto vieneto problemą ir išspręsti „mažos populiacijos“ problemą. Šis tyrimas rodo, jog REDCAP rajonavimo metodas gali būti tinkamas tolesniems smurtinių nusikaltimų tyrimams, dėl jo gebėjimo pateikti stabilesnius duomenis, kad nusikalstamumo lygio skaičiavimai būtų patikimesni. Visų pirma, vertinti įvairūs rodikliai, kad būtų

apskaičiuotas koncentruoto nepalankumo indeksas (angl. *Concentrated Disadvantage Index*): žemiau skurdo ribos esančių žmonių procentas; afroamerikiečių procentas; vienišų namų ūkių procentas ir pan. Vėliau buvo atliekamas naujų geografinių vietovių kūrimas iš surašymo duomenų pagal REDCAP. Aprašomas vienas iš klasterizacijos metodų: Full-Order Average Linkage Clustering Method. Taip pat, skiriamas dėmesys erdvinei analizei, naudojant įvairius rodiklius bei metodus. Tyrimas atskleidė, jog REDCAP (*Regionalization with Dynamically Constrained Agglomerative Clustering and Partitioning*) metodas yra veiksmingas žmogžudysčių tyrimuose. REDCAP padeda spręsti problemas, kurios atsiranda dėl tarkime „mažų gyventojų“ problemos. Taip pat, galimas potencialas naudoti metodą, pavyzdžiui su faktorine analize arba daugiamatėmis regresijomis (Robert, 2013).



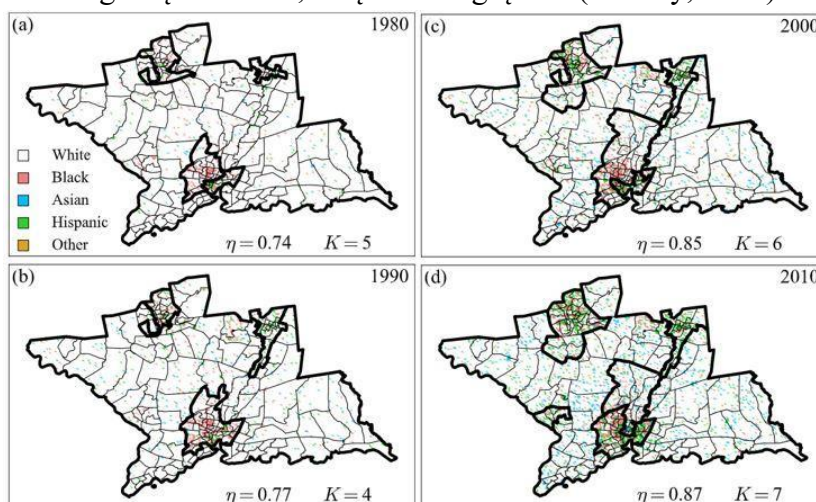
**10 pav.** Analizuojamos teritorijos REDCAP regionalizacija (šaltinis: Lawrence Keenan Robert, 2013)

2022 m. tyrime lyginami moderniausi rajonavimo metodai – aglomeracinis grupavimas, SKATER, REDCAP, AZP ir Max-P-regionai, naudojant socialinių sveikatą lemiančių veiksnių (toliau – SDOH) duomenis. Lyginami ne tik skirtingų duomenų rinkinių algoritmai, bet ir pateikiamas kiekvieno atskiro rajonavimo algoritmo testavimas. Naudojamos naujos geografinės metrikos algoritmų palyginimui. Tada rajonavimo metodai lyginamo su neribotu K-Means klasterizavimu pagal jų gebėjimą atskirti sveikatos duomenis Virdžinijoje ir Vašingtone. Rezultatai atskleidė, kad aglomeracinis grupavimas, AZP ir SKATER geriausiai veikia iš visų lyginamų rajonavimo metodų. Aglomeracinis grupavimas yra pranašesnis laiko, atminties ir neprižiūrimos klasterizacijos metrikos atžvilgiu, kai tikslas yra greitai apdoroti didelius duomenų kiekius. AZP tinkamiausias, jei naudojami mažesni (apie 10 000 taškų) duomenų rinkiniai. Metodų vertinimui įtakos galėjo turėti ir konkretus klasterių skaičiaus pasirinkimas. Didėjant regionų skaičiui, taip pat galėtų pradėti atskirti regionai, kurie yra per maži ir statistiškai nereikšmingi (Lattimer ir Lattimer, 2022).



**11 pav.** Vašingtono regionavimas (rajonavimas) pagal visus lyginamuosius rajonavimo algoritmus (šaltinis: Barrett Lattimer ir Alan Lattimer, 2022)

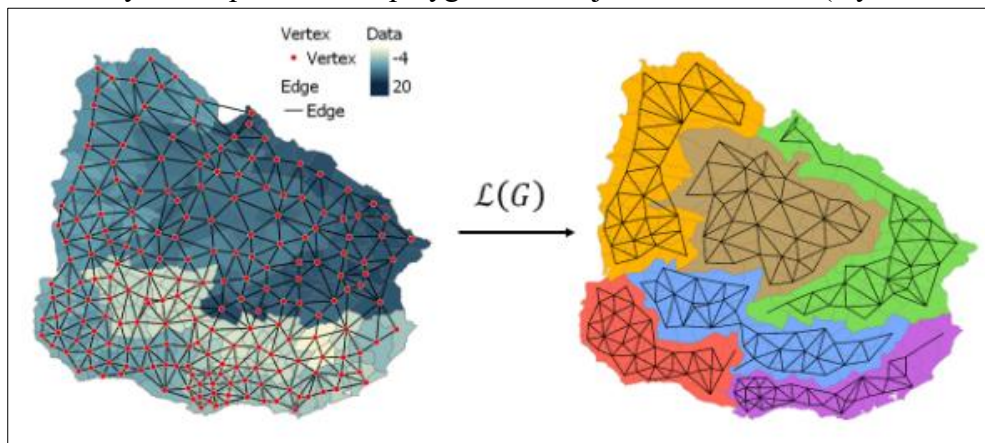
Alec Kirkley atliktame tyrime išskiriama viena iš problemų, jog esami rajonavimo metodai reikalauja naudotojo įvesties, pvz., regionų skaičiaus arba regionų panašumo matavimo, o tai neleidžia išskirti natūralių regionų, apibrėžtų tik pačiais duomenimis. Tyrime vertinama rajonavimo problema ir siekiama sukurti efektyvų, be didelio kiekio parametų rajonavimo algoritmą, pagrįstą minimalaus aprašymo ilgio principu. Žvelgiant į regionalizacijos problemą iš parametų parinkimo požiūrio, siekiama nereikalauti jokių „laisvų“ parametų, pvz., aiškaus erdvinio vienetų skirtumo funkcijos arba konkretaus regionų skaičiaus, kurį norima grąžinti (Kirkley, 2022).



**12 pav.** Surašymo ruožai yra nubrėžti plonomis juodomis kraštinėmis, o išvestinės klasterių ribos pagal minimalaus aprašo ilgio rajonavimo algoritmą rodomos storomis juodomis kraštinėmis kiekvienam dešimtmečiui, (a) 1980, (b) 1990, (c) 2000, (d) 2010 (šaltinis: Alec Kirkley, 2022)

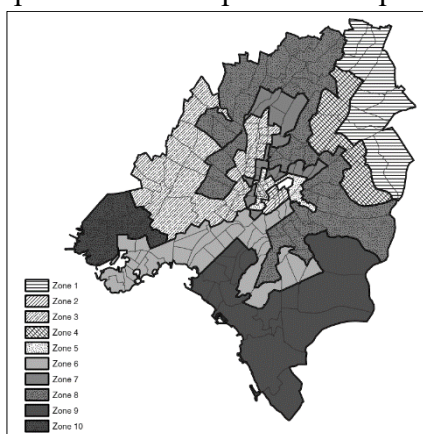
Orhun Aydin ir kiti 2018 m. tyrime aptaria konsensusu pagrįstą rajonavimą metodą, siekiant išspręsti grandininio sujungimo problemą. Analizuojamas algoritmas SKATER-CON, kuris

erdvinius duomenis skaido konsensuso pagrindu iš regionų, apibrėžtų deterministiniu atitikmeniu, SKATER algoritmu. Siūlomas algoritmas nustato konsensuą tarp skirtingų regionų, suskirstydamas panašumo grafiką naudojant kelių lygių grafų padalijimo algoritmą (METIS). Parodoma SKATER-CON pridėtinė vertė, palyginti su SKATER, naudojant realaus pasaulio duomenų rinkinį. Metodas SKATER-CON pranoko moderniausius metodus SKATER ir ARISEL pagal aptiktų regionų tikslumą ir bendrą regionų kompaktiškumą. Empiriniai ir sintetiniai tyrimai rodo, kad SKATER-CON pagerina jau egzistuojančius regionų suskirstymo metodus. Sintetiniuose eksperimentuose SKATER-CON gražina regionus, kurie yra kompaktiškesni, palyginti su naujausiais metodais (Aydin ir kiti, 2018).



**13 pav.** Erdvinių duomenų grafinis vaizdas (kairėje) ir regionų žemėlapis iš erdviškai suvaržytų grupių (dešinėje) (šaltinis: Orhun Aydin ir kiti, 2018)

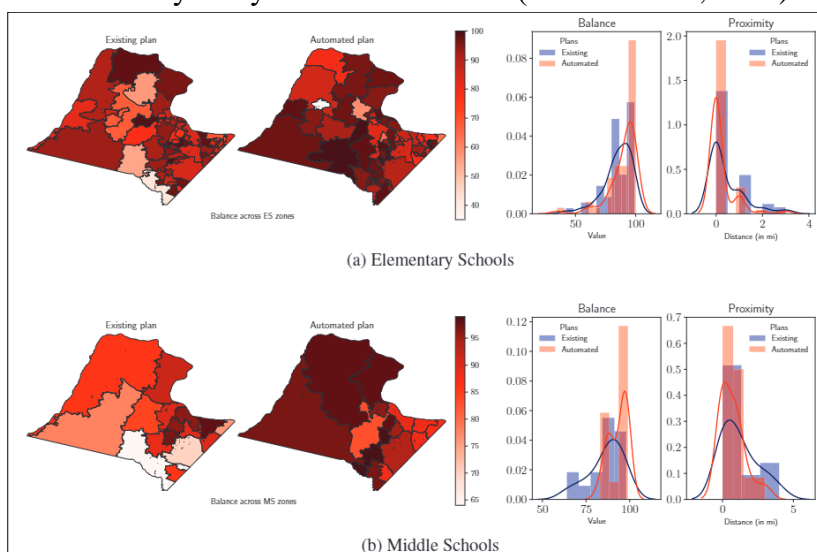
2012 m. Angelos Mimis ir kitų tyrime aptariamas metodas yra pagrįstas automatinio zonavimo problemos (AZP) procedūra, kuri išplečiama skruzdžių kolonijų optimizavimo (ACO) technika. Gauti rezultatai lyginami su originaliu AZP metodu. Abu metodai taikomi ekonominiams duomenims klasifikuoti pašto kodo lygiu Atėnų srityje. AZP-ACO – tai efektyvus rajonavimo metodas, kuris sujungia originalią AZP metodiką su ACO optimizavimo metodu. Šis metodas buvo lyginamas su originaliu Openshaw metodu ir parodė didesnę nei 30% tikslios funkcijos pagerėjimą. Siūlomas regiono projektavimo metodas gali būti taikomas įvairiose srityse ir leidžia naudoti skirtingus gretimumo ir objektyvios funkcijos apibrėžimus kompaktiškumo požiūriu (Mimis, 2012).



**14 pav.** AZP-ACO pasiūlytas regiono dizainas 10 regionų (šaltinis: Angelos Mimis ir kiti, 2012)

Subhodip Biswas ir kiti 2020 m. atliko tyrimą, kuriame analizuojamos valstybinių mokyklų ribos, kurios perbraižomos siekiant užtikrinti efektyvų mokyklų sistemų funkcionavimą. Siūlomas geodviniuo grupavimo algoritmas, kuris vadinamas GeoKmeans. Jis padeda suplanuoti mokyklų ribas taip, kad mokiniai būtų priskirti prie artimiausių mokyklų, kartu užtikrinant efektyvų mokyklos

pajėgumų panaudojimā. Algoritmas veikia su daugiakampėmis geometrijomis ir sujungia jas į geografiškai gretimas mokyklų ribas. Metodas integruoja tradicinį artumu pagrįstą klasterizacijos algoritmā su apribotu priskyrimo mechanizmu projektuojant mokyklos ribas. Atkreipiamas dėmesys, jog dar labiau suskaidyti daugiakampiai gali duoti geresnių rezultatų, ypač vietovėse, kuriose yra didelis gyventojų tankis arba mokyklos yra nesubalansuotos (Biswas ir kiti, 2020).



**15 pav.** Žemėlapiai kairėje rodo pajėgumų balansā (kuo tamsesnis, tuo geriau) automatizuotam planui ir esamam planui. Automatizuotas planas rodo geresnę pusiausvyrā tiek pradinėje, tiek vidurinėje mokykloje. Matome, kad automatizuotas planas, rodomas raudonai, yra geresnis išlaikant pusiausvyrā ir išlaikant nedidelį atstumā iki kelionės į darbā ir atgal (šaltinis: Subhodip Biswas ir kiti, 2020)

Atlikus literatūros analizę pastebėta, kad rajonavimui taikomi įvairūs metodai priklausomai nuo turimų duomenų, keliamų tikslų ir pan. Taip pat, tyrėjai siekia ne tik panaudoti egzistuojančius metodus, tačiau skiria didelį dėmesį jų parametrų parinkimui, pačių metodų tobulinimui ar kuria naujus (dažniausiai remdamiesi esamų metodų principais). Remiantis literatūros apžvalga, galime teigti, jog dažniausiai minimi metodai yra šie: aglomeracinis grupavimas, SKATER, SKATER-CON, REDCAP, AZP, Max-P regionų, GeoK-means ir DBSCAN. Šie metodai trumpai aptariami kitame skyriuje.

### 1.3.2 Rajonavimo bendrieji principai ir metodų pavyzdžiai

Išanalizavus naujausius tyrimus, susijusius su regionalizacija, galima pastebėti, jog skiriasi naudojami duomenys, algoritmai, parametrai, patys metodai ir pan. Visgi, atliktų tyrimų analizė ir pats regionalizacijos sampratos aiškinimas atskleidžia, jog yra tam tikri bendri bruožai. Juan Carlos Duque, Raúl Ramos ir Jordi Suriñach išskyrė penkis esminius visų regionalizacijos metodų bruožus (Duque ir kiti, 2007).

1. Visi metodai sujungia geografines sritis į tam tikrą regionų skaičių optimizuodami konkretų agregavimo kriterijų.
2. Regiono sritys turi būti geografiškai susietos (erdvinis gretimumas).
3. Regionų skaičius turi būti mažesnis arba lygus vietovių skaičiui.
4. Kiekviena sritis gali būti priskirta tik vienam regionui.
5. Kiekviename regione turi būti bent viena sritis.

Toliau tekste pateikiami 8 skirtingi metodai, kurie gali būti naudojami regionalizacijai atlikti ir buvo dažniausiai minimi šiame tyrime analizuotoje literatūroje.

### 1.3.2.1 Aglomeracinis grupavimas

Aglomeracinis grupavimas – tai vienas iš hierarchinės klasterizacijos tipų. Bendras hierarchinės klasterizacijos principas – artimi objektai yra panašesni vienas į kitą nei tolimesni. Hierarchinė klasterizacija gali būti atliekama dviem būdais: jungimu ir dalinimu. Aglomeracinis grupavimas yra atliekamas jungimo būdu, t. y. agregacija pradedama nuo vieno objekto, kurie agreguojami į vis didesnius klasterius – šis metodas dar vadinamas vienetinės jungties metodu. „Kiti jungimo metodai remiasi kitais objektų panašumo kriterijais, pavyzdžiui, visos jungties metodas – jeigu lyginant tarpusavyje visus klasterius randamos tokios jų poros, kurių objektų maksimalus skirtumas yra mažiausias, šie klasteriai sujungiami ir gaunamas naujas klasteris. Procedūra baigiama, kai visi objektai patenka į vieną klasterį. Taikant vidutinės jungties metodą įvertinamas klasterių elementų skirtumų vidurkis, centroidų metodą – nuotolis tarp klasterių centrų, taikant Wardo metodą stengiamasi taip suformuoti klasterius, kad požymių skirtumai klasterių viduje būtų kuo mažesni“ (Vaitkevičius, 2021). Bet kurio metodo atveju labai svarbus atstumas – reikia suprasti, kad tam tikrame atstume visi objektai gali būti apjungti į vieną klasterį. Kitaip tariant, nėra sukuriamas vienas konkretus masyvas su tam tikrais klasteriais – sukuriama visa klasterių hierarchija, kuri priklauso nuo atstumo. Akivaizdu, kad vienas esminių šio metodo parametrų yra atstumas, kuris gali būti matuojamas skirtingais metodais, o vieni populiariausių – Euklido, Manheteno ir Minkovskio.

Galima sakyti, jog yra du aglomeracinio grupavimo rezultatai – matrica, kurioje yra pateikiami absoliučiai visų objektų atstumai vienas nuo kito ir dendrograma – hierarchinio (medžio) principo diagrama, kurioje vienoje ašyje pateikiami suklasterizuoti objektai, o kitoje – atstumai, kuriose objektai jungiasi į klasterius. Būtent pagal dendrogramą dažniausiai sprendžiama kiek ir kokių klasterių galima sudaryti.

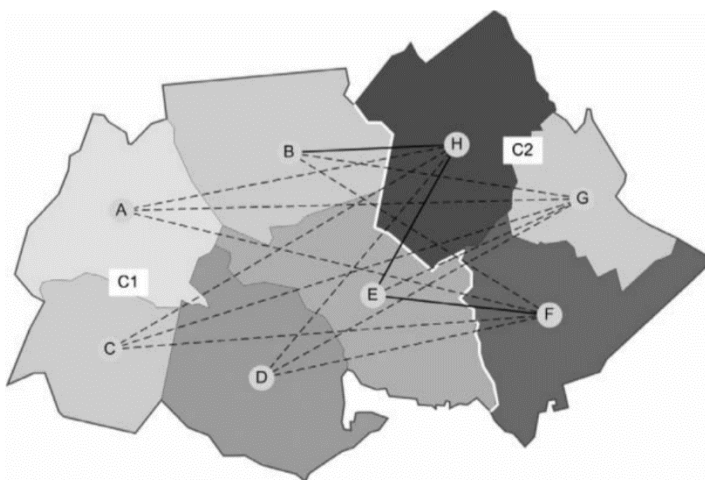
### 1.3.2.2 SKATER

Vienas iš specifinių erdvinio klasterizavimo (regionizavimo) metodų yra erdvinė klasterių analizė, naudojant medžio briaunų pašalinimo SKATER (angl. *Spatial Cluster Analysis by Tree Edge Removal*) metodą, kuris pagrįstas erdviniais ryšiais tarp tam tikrų vietų. Šiuo atveju, procese naudojama ne dendrograma, o minimalaus jungimo medis. Iš esmės, aktualiausias yra objektų viršūnės ir atstumas tarp jų. Pasirinkus tam tikrą viršūnę yra ieškoma, kuri viršūnė yra artimiausia (mažiausias svoris) ir abu objektai sujungiami. Tuomet ieškoma artimiausia viršūnė nuo antrosios ir taip toliau – svarbu atkreipti dėmesį, kad negali būti kryžminis ryšys tarp dviejų viršūnių, t. y. dvi viršūnės negali jungtis daugiau nei vieną kartą, nes susidarytų ciklas. Taip pat, erdviniai ryšiai gali būti analizuojami skirtingais algoritmais – Primo (angl. *Prim's Algorithm*) ar Kruskalo (angl. *Kruskal's Algorithm*). SKATER metodas turi keletą apribojimų, bet vienas svarbiausių – jis nėra efektyvus didelių duomenų rinkinių apdorojimui. Panašaus principo metodas yra SKATER-CON. Teigiama, jog jis šiek tiek pagerina SKATER generuodamas kelis atsitiktinius medžius. Jiems pritaikomas SKATER metodas, generuojami keli SKATER taikomas visoms RST, kad būtų sugeneruojami keli suskirstymo į regionus rezultatai, kurie vėliau sujungiami naudojantis konsensu pagrįstu metodu. Deja, šis metodas veikia dar lėčiau ir mažiau efektyviai su dideliais duomenimis.

### 1.3.2.3 REDCAP

Rajonavimas naudojant dinamiškai apribotą aglomeracinį grupavimą ir skaidymą REDCAP (angl. *Regionalization with Dynamically Constrained Agglomerative Clustering and Partitioning*) yra šešių skirtingų metodų grupė – pirmos-eilės-SLK (angl. *First-Order-SLK*), pirmos-eilės-ALK (angl. *First-Order-ALK*), pirmos-eilės-CLK (angl. *First-Order-CLK*), visos-eilės-SLK (angl. *Full-Order-SLK*), visos-eilės-ALK (angl. *Full-Order-ALK*) ir visos-eilės-CLK (angl. *Full-Order-CLK*). Visų pirma, pastebime, kad yra trys metodai, kurie skiriasi atstumo apibrėžimu – SLK, ALK ir CLK. Vieno susiejimo klasterizavimas (SLK) apibrėžia atstumą tarp dviejų grupių kaip skirtumą tarp artimiausių duomenų taškų poros iš kiekvieno klasterio. Vidutinis susiejimo klasterizavimas (ALK) apibrėžia atstumą tarp dviejų grupių kaip vidutinį skirtumą tarp visų kryžminių grupių duomenų taškų porų. Pilnas susiejimo klasterizavimas (CLK) naudoja skirtumą tarp tolimiausios duomenų taškų poros kaip atstumą tarp dviejų klasterių. Išskyrus skirtingus klasterio atstumo apibrėžimus, trijuose metoduose naudojama ta pati hierarchinių grupių formavimo procedūra (kaip ir aglomeracinio grupavimo atveju). Iš pradžių kiekvienas objektas yra atskiras klasteris, o vėliau, atsižvelgiant į panašumą pagal nustatytą atstumo apibrėžimą, jie apjungiami į vis didesnius klasterius (Diansheng Guo, 2008).

Dar vienas skirtumas – pirmos eilės ir visos eilės metodų naudojimas. Iš esmės, jie skiriasi tuo, kad pirmos eilės atveju jungiami pirmos eilės kraštai, t. y. gretimos teritorijos. Tuo tarpu visos eilės metodas – jungia visas teritorijas. Galima peržiūrėti „*Regionalization with dynamically constrained agglomerative clustering and partitioning (REDCAP)*“ straipsnyje pateikiamą pavyzdį (16 pav.).



**16 pav.** Skirtumo tarp pirmos eilės ribojimo strategijos ir visos eilės ribojimo strategijos demonstravimas (šaltinis: Diansheng Guo, 2008)

Tarkime, aštuonios apskritys yra sugrupuotos į dvi grupes (C1 ir C2). Iš visų 15 kraštų, jungiančių C1 ir C2, tik BH, EH ir EF yra pirmos eilės. Pavyzdžiui, pirmosios eilės SLK naudoja krašto EF ilgį (kuris yra trumpiausias pirmos eilės kraštas pagal atributų skirtumus tarp dviejų mazgų) kaip atstumą tarp C1 ir C2, o visos eilės SLK naudoja briaunos BG ilgį, kuris yra trumpiausias tarp visų 15 briaunų.

Apie kiekvieną iš 6 metodų išsamesnė informacija pateikiama Diansheng Guo 2008 m. straipsnyje „*Regionalization with dynamically constrained agglomerative clustering and partitioning (REDCAP)*“.

#### 1.3.2.4 AZP

Vienas iš seniausių ir plačiai naudojamų metodų yra automatinė zonavimo procedūra AZP (angl. *Automatic Zoning Procedure*). Teigiama, kad šis metodas buvo sukurtas dar 1977 m. AZP metodas dažnai naudojamas įvairiems tikslams, pavyzdžiui: standartinių geografinių vietų kūrimui statistikos paskelbimui ar konkreitiems tyrimams skirtų zonavimo sistemų sukūrimui. Visgi, AZP metodas dažniau naudojamas analizuojant susisiekimą ar atliekant žemėnaudų analizę, nes padeda nustatyti įvairaus pasiekiamumo ir galimas plėtros vietas. Dažniausiu atveju AZP metodas dalija visą teritoriją į tris dalis: centrinę zoną, kuri yra geriausiai pasiekiamą ir labiausiai išvystytą. Dažnu atveju jai būdingas didelis gyventojų tankumas, geras susisiekimas ir pan.; tarpinę zoną (pereinamąją zoną), kuri yra mažiau išvystyta ir ne taip gerai pasiekiamą – tuo pačiu čia yra mažesnis gyventojų tankis ir pan.; periferinę zoną – labiausiai nutolusi ir mažiausiai išvystyta zona, kur būdingas mažas gyventojų tankis ir gana prastas pasiekiamumas. Svarbu suprasti, kad AZP metodas vieną iš pagrindinių veiksnių laiko pasiekiamumą, kuris lemia tarkime plėtros galimybes, potencialą ir pan. Visgi, šis metodas dažniau pasiteisina transporto planavimo ar analizės uždaviniams. Tai gali padėti priimti tinkamus sprendimus dėl plėtros galimybių, o galbūt tinkamo tam tikrų teritorijų panaudojimo.

#### 1.3.2.5 Max-p

Dar vienas yra max-p regionų metodas. Tai dažniau naudojama tam tikrų tinklų analizei, tačiau tuo pačiu galima identifikuoti teritorijas, kurios yra tankiai apgyvendintos ir turi daug ryšių. Kitaip tariant, pagrindinė max-p regiono metodo idėja yra nustatyti „pagrindinius“ (angl. *pivot*) tinklo mazgus, kurie turi daugiausiai ryšių su kitais objektais. Būtent šie mazgai/teritorijos yra naudojamos apibrėžti regionui, kuris ir yra vadinamas max-p regionu. Šio metodo atveju, siekiama rasti teritorijas, kurios turi daugiausiai ryšių – jos tampa pačiomis svarbiausiomis ir darančiomis didžiausią įtaką. Šie tinklai, kartu su tam tikromis aplinkinėmis teritorijomis, priklausomai nuo atstumo, yra laikomos max-p regionu. Šio metodo taikymas gali padėti atrasti ne tik didžiausiai ryšiais išsiskiriančias teritorijas, tačiau tuo pačiu įvertinti ir tam tikrą pasiskirstymą visoje teritorijoje.

#### 1.3.2.6 GeoK-means

GeoK-means iš esmės veikia K-means klasterizacijos algoritmo pagrindu, tačiau yra specialiai pritaikytas naudojimui su geografiniais (erdviniais) duomenimis. Šiame metode iš pradžių yra nurodomas klasterių skaičius į kuriuos turi būti suskirstyti objektai. Tuomet skaičiuojamas kiekvieno klasterio centroidas bei visų objektų atstumas iki jo (dažniausiai Euklido metodu). Objektai priskiriami prie artimiausio klasterio. Centroidai, o tuo pačiu ir klasteriai yra nuolat perskaičiuojami, todėl veiksmas tęsiamas tol, kol objektų persiskirstymas yra nebegalimas, t. y. visi objektai priskirti prie artimiausių klasterių. GeoK-means dažniausiai naudojamas geografinių duomenų analizei ir yra ypač naudingas nustatant erdvinių duomenų modelius ir tendencijas. Jis gali būti naudojamas identifikuoti panašių duomenų taškų grupes arba suprasti erdvinį duomenų pasiskirstymą regione. Visgi, šiame metode išsiskiria viena aktualiausių klasterizacijos problemų – turi būti nurodytas išankstinis klasterių skaičius. Toks variantas dažnu atveju gali kelti netikslumų, nes: tam tikrame klasteryje gali nebūti objektų apskritai; tam tikros išskirtys gali sudaryti vieną klasterį; iš esmės siekiama ieškoti tam tikrų klasterių ir panašios struktūros duomenų, tačiau šiuo atveju pati struktūra dalinai yra primetama.



### 1.3.2.7 DBSCAN

Vienas iš dažniausiai naudojamų tankiu paremtų metodų yra DBSCAN (angl. *Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise*). Metodas paremtas atstumo slenksčiu tarp dviejų taškų, kurie tenkina tankio kriterijų – objektų skaičių tam tikro spindulio plote (Martin Ester ir kiti, 1996). Čia svarbiausi yra du parametrai – minimalus klasterio elementų kiekis ir tarp jų esančios kaimynystės atstumas. Algoritmo, kurio metu DBSCAN randa klasterius, žingsnius, remiantis 2006 metais J. Erman, M. Arlitt ir A. Mahanti atliktu tyrimu „*Traffic classification using clustering algorithms*“ aprašė Lina Norkevičiūtė savo bakalauro darbe:

- iš pradžių visi analizuojamos aibės objektai laikomi nepriskirti jokiam klasteriui;
- elementų aibėje parenkamas objektas  $q$ ;
- jei  $q$  yra šerdinis objektas, remiantis kaimynystės atstumu  $e$  ir minimaliu klasterio elementų kiekiu  $m$ , randami visi su juo sujungti objektai ir priskiriami naujam klasteriui;
- jei  $q$  nėra šerdinis objektas, jis laikomas triukšmu ir analizei pasirenkamas kitas elementas;
- visus elementus priskyrus klasteriams arba triukšmui, algoritmas stabdomas.

Čia svarbu suprasti, kad šerdiniu objektu yra laikomas toks objektas, jei į nurodyto spindulio ribojamą erdvę patenka bent minimalus klasterio elementų kiekis. Tokiu atveju, šerdinis objektas yra toks objektas, kuris gali pasiekti visus kaimynystėje esančius elementus.

### 1.3.3 Klasterizavimo algoritmų apibendrinimas

Adil Fahad ir kiti 2014 m. išskyrė 5 pagrindines klasterizavimo algoritmų kategorijas (Fahad ir kiti, 2014).

1. Skaidymo, segmentavimo (angl. *partitioning-based*). Skaidymo algoritmai padalija duomenų objektus į keletą grupių (skaidinių), kur kiekviena grupė reiškia klasterį. Galimi pavyzdžiai: K-medoidų, K-vidurkių, PAM, CLARA, CLARANS ir panašūs metodai.
2. Hierarchinių metodų. Algoritmai paremti ta idėja, kad artimi objektai yra panašesni tarpusavyje, negu tolimesni. Šie algoritmai sujungia objektus į klasterius remiantis atstumu. Hierarchiniai klasterizacijos metodai gali būti aglomeraciniai arba dalijantys. Galimi šios kategorijos pavyzdžiai: BIRCH, CURE, ROCK, Chameleon ir kiti panašūs metodai.
3. Tankiu paremtų metodų. Šių metodų atveju, klasteriais yra laikomos sritys, kuriose yra tankiau išsidėstę duomenų rinkinio objektai. Objektai, kurie išsidėstę erdvėje tarp klasterių yra laikomi triukšmu. Galimi šios kategorijos pavyzdžiai: DBSCAN, OPTICS, DBCLASD ir kiti panašūs metodai.
4. Tinklu paremtų metodų. Duomenų objektų erdvė suskirstoma į tinklelius, kuriuose atliekami veiksmai. Pagrindinis šio metodo privalumas yra greitas apdorojimo laikas, tačiau esant labai netaisyklingam duomenų paskirstymui, vieno vienodo tinklelio gali nepakakti norint gauti reikiamą klasterizacijos kokybę. Galimi šios kategorijos pavyzdžiai: STING, CLIQUE, WaveCluster ir kiti panašūs metodai.
5. Modelių pagrįstų metodų. Tokie metodai optimizuoja atitikimą tarp pateiktų duomenų ir tam tikro (iš anksto nustatyto) matematinio modelio. Jis pagrįstas prielaida, kad duomenys generuojami iš pagrindinių tikimybių skirstinių. Vieni geriausiai žinomų pavyzdžių: MCLUST ir EM.

Iš anksčiau aprašytų metodų didžiąją dalį galime priskirti hierarchinio grupavimo kategorijai (aglomeracinio grupavimo metodai, SKATER, SKATER-CON, Max-p regionų, iš dalies REDCAP); taip pat, keletas metodų gali būti priskiriami skaidymo kategorijai (dalinei REDCAP ir GeoK-means); ir DBSCAN, kaip ir nurodyta pavyzdžiuose – priskiriamas prie tankiu paremtų metodų. Atsižvelgiant į tai, jog regionalizacijai atlikti reikalingas skirtingų objektų integravimas, skirtingų metodų parinkimas, panašu, kad tankiu paremtų metodų taikymas nėra tinkamas.

Šiame skyriuje pateikti metodai yra dažnai integruojami į tam tikrus įrankius programinėse įrangose. Kitaip tariant, ne visada yra taikomas pirminis, tam tikru kodu parašytas metodas. Tokiose programinėse įrangose kaip ArcGIS Pro ar QGIS yra pateikti įrankiai, kurių viduje integruojamos įvairios matematinės funkcijos, skaičiavimai, tie patys rajonavimo metodai. Visgi, siekiama sukurti patogią vartotojui aplinką, todėl dažniausiai matomas akiai patraukli vartotojo sąsaja, kurios pagalba galima atlikti įvairius veiksmus. Svarbu suprasti, kad didžioji dalis įrankių turi numatytuosius nustatymus, bet tik žmogus, kuris išmano analizuojamų duomenų specifiką, suvokia metodų veikimo principus, supranta, kokius pokyčius lemia skirtingų parametru parinkimas, gali maksimaliai gerai išnaudoti jau esamų įrankių galimybes.

#### 1.4 GIS įrankiai, kurie gali būti pritaikyti rajonavimo uždaviniams

GIS uždaviniai gali būti sprendžiami įvairiais būdais – programuojant pasirinktomis programavimo kalbomis (Python, R ir pan.) ar programinės įrangos pagalba (ArcGIS, QGIS ir pan.). Svarbu suprasti, kad po programinėje įrangoje integruotais įrankiais dažniausiai slepiasi būtent tam tikras programinis kodas, kurio naudotojas nemato. Visgi, šiame skyriuje bus aptariami įrankiai, esantys dviejuose populiariausiose ir dažniausiai naudojamose GIS programinėse įrangose – ArcGIS Pro ir QGIS. Iš esmės, didžioji dalis įrankių yra pasiekiami abiejose programinėse įrangose – minimaliai skiriasi kai kurių įrankių pavadinimai. Taip pat, norint pasiekti kai kuriuos įrankius QGIS programinėje įrangoje, reikia instaliuoti tam tikrus įskiepius. Toliau skyriuje trumpai aprašomi metodai, kurie gali būti bent dalinai pritaikyti įvairiems rajonavimo uždaviniams.

*80-20 analizė.* Iš esmės, tai įrankis, kuris sukuria taškų grupes, linijas arba daugiakampius pagal susijusių incidentų skaičių. Nustatomos vietos, kuriose įvyksta neproporcingai daug incidentų. Agregavimo metodo parametras nustato, kaip atliekama 80–20 analizė ir kaip bus apibendrinamos įvesties taškų savybės. Analizei atlikti galima naudoti du agregavimo metodus:

- a) klasteris – įvesties taško funkcijos bus sugrupuotos pagal apibrėžtojo atstumo (DBSCAN) grupavimo metodą, naudojamą tankiu pagrįsto grupavimo (angl. *Density-based Clustering*) įrankyje.
- b) artimiausia funkcija – įvesties taško ypatybės bus susietos su artimiausia įvesties palyginimo linija arba daugiakampio funkcija.

*Tankumo apskaičiavimas* (angl. *Calculate Density*). Galimas tankio žemėlapiu sukūrimas iš taškų ar linijų. Sukuriamas tam tikrų sričių sluoksnis, kuris klasifikuojamas nuo mažiausiai tankaus iki tankiausio. Didesnė tankio vertė reiškia, kad toje vietoje yra taškų koncentracija. Daugeliu atvejų rezultatas gali būti interpretuojamas kaip būsimų įvykių rizikos įvertinimas. Pavyzdžiui, jei įvesties taškai nurodo policijos registruotų įvykių vietas, rezultato sluoksnis gali būti interpretuojamas kaip būsimų policijos registruotų įvykių rizikos paviršius.

*Karštųjų zonų analizė* (angl. *hotspots analysis*). Duomenys išskiriami į dvi dalis, atsižvelgiant į statistinį reikšmingumą: didelių verčių zona (karštoji zona) arba mažų verčių zona (šaltoji zona). Dažniausiai, rezultatų sluoksnyje karštosios zonos vaizduojamos raudonai, o šaltosios – mėlynai. Kuo

intensyvesnė raudona spalva, tuo reikšmingesnės didelių verčių arba taškų tankio sancaupos. Tokiu pačiu principu išskiriamos šaltosios zonos, kurios susijusios su stipriausiu mažų verčių arba mažiausio taškų tankio erdviniu grupavimu. Taip pat, išskiriama grupė su statistiškai nereikšmingomis reikšmėmis – tai greičiausiai gali būti atsitiktinių procesų/atitiktinumų rezultatas.

*Taškų interpoliacija* (angl. *interpolate points*). Šis įrankis gali padėti numatyti vertes naujose vietose, pagal taškinį duomenų rinkinį. Įrankis naudoja taškų duomenis su reikšmėmis kiekviename taške kaip įvestį ir klasifikuoja sritis pagal numatomas reikšmes. Įvesties sluoksnis turi turėti skaitinį lauką, kuris būtų interpoliacijos pagrindas. Visgi, šis metodas labiau skirtas dirbti su duomenimis, kurie kinta lėtai, todėl tikėtina, jog metodo taikymas nusikalstamumo analizėje yra netinkamas.

*Taškų klasterizacija* (angl. *find point clusters*). Tankio skaičiavimu pagrįstas grupavimo įrankis veikia aptikdamas sritis, kuriose taškai sutelkti ir kur juos skiria zonos, kuriose taškų tankis mažas arba jų visai nėra. Taškai, kurie nėra klasterio dalis – pažymėti kaip triukšmas. Yra galimybė nurodyti ne tik taško vietą, bet ir laiką – tokiu būdu ieškomos sancaupos tiek erdvėje, tiek laike. Šis įrankis naudoja neprižiūrimus mašininio mokymosi grupavimo algoritmus. Šie algoritmai laikomi neprižiūrimais, nes jiems nereikia jokių mokymų, norint nurodyti, kas turi sudaryti vieną ar kitą grupę.

*Mišku pagrįsta klasifikacija ir regresija* (angl. *Forest-based Classification and Regression*). Kuria modelius ir generuoja prognozes naudodamas atsitiktinio miško algoritmo (angl. *Random Forest Algorithm*) pritaikymą, kuris yra vienas iš prižiūrimojo mašininio mokymosi metodų. Prognozės gali būti atliekamos tiek kategoriniams kintamiesiems (klasifikacija), tiek nuolatiniams kintamiesiems (regresija). Šis įrankis sukuria šimtus medžių, vadinamų sprendimų medžių ansambliu, kad sukurtų modelį, kuris gali būti naudojamas prognozavimui. Kiekvienas sprendimų medis sukuriamas naudojant atsitiktinai sugeneruotą pradinių (mokymo) duomenų dalis. Kiekvienas medis sukuria savo prognozę ir balsuoja už rezultatą. Miško modelis atsižvelgia į visų sprendimų balsus, kad prognozuotų arba klasifikuotų nežinomos imties rezultatus.

*Panašių vietų aptikimas* (angl. *find similar locations*). Nurodo potencialius elementus, kurie yra labiausiai panašūs arba nepanašūs į vieną ar daugiau įvesties elementų pagal elementų atributus. Gali būti naudojami lentelės, taško, linijos ar ploto elementai. Jei įvesties sluoksnyje yra daugiau nei vienas elementas, atitikimas grindžiamas vidutinėmis įvesties sluoksnio reikšmėmis. Pavyzdžiui, jei vienas iš laukų yra užfiksuotų įvykių reikšmės, tai įrankis ieškos tokių elementų, kurie panašūs į vidutinės reikšmes. T. y. jei įvykių skaičius yra 100 ir 102, įrankis ieškos galimų elementų, kurių įvykių skaičius yra netoli 101. Panašus įrankis yra panašumų paieška (angl. *similarity search*).

*Erdvės-laiko kubo metodas* (angl. *space time cube*). Metodas, kuris iš taškinio duomenų sluoksnio sukuria netCDF duomenų struktūrą, kurioje taškai sujungiami į erdvės ir laiko dėžes, kuriose taškai yra suskaičiuojami, pasirinkti atributai agreguojami ir įvertinamos erdvės ir laiko verčių tendencijos. Erdvės-laiko kubas gali būti vizualizuojamas 2D arba 3D aplinkoje. Pirmuoju atveju sukuriamas 2D erdvinis sluoksnis, kuriame pateikiami trendai mūsų nurodytose teritorijose. Trendų skaičiavimas atliekamas pagal Mann-Kendal testą (angl. *Mann-Kendall trend test*). Antruoju atveju sukuriamas 3D erdvinis sluoksnis, kuriame kiekvienas kubelis vaizduoja numatytą laiko žingsnį, o kiekvieno kubelio spalva priklauso nuo mūsų pasirinkto atributo reikšmės dydžio. Sukurtą netCDF duomenų struktūrą galima naudoti kitiems klasterizavimo metodams, pvz.: naujų karštųjų zonų analizė (angl. *Emerging Hot Spot Analysis*).

*Laiko eilučių grupavimas* (angl. *Time Series Clustering*). Laiko eilučių rinkinys padalinamas į grupes, remiantis laiko eilučių charakteristikų panašumu. Laiko eilutes galima sugrupuoti remiantis trimis kriterijais: pagal panašias reikšmes per tam tikrą laiką; pagal tendencijas didėti ar mažėti; pagal

panašius pasikartojančius modelius. Iš rezultatų gali būti kuriamas 2D žemėlapis, kuriame rodoma kiekvienas kubas priskirtas tam tikrai grupei. Sukuriamos ir diagramos, kuriose yra informacija apie kiekvieno klasterio laiko eilutę.

*Klasterių ir išskirčių analizė* (angl. *Cluster and Outlier Analysis*). Dažniausiai ši analizė paremta Anselin Local Moran's I statistika – tai erdvinės statistikos metodas, kuriuo erdvinių duomenų sluoksnyje nustatomi kintamojo teritorinio pasiskirstymo netolygumai – statistiškai reikšmingos tarpusavyje panašią (aukštą arba žemą) kintamojo reikšmę turinčių geografinių objektų sankaupos (HH ir LL tipo klasteriai) ir išskirtys – netoli esantys objektai, kurių reikšmės reikšmingai skiriasi (LH ir HL tipo išskirtys) (Įsakymas dėl savivaldybių priskyrimo..., 2019). Kai įrankis sėkmingai įvykdomas, sukuriama išvestinis sluoksnius, kuriame pateikiami 4 tipų klasteriai priklausomai nuo I, z ir p reikšmių: HH – gardelės, kuriose fiksuojamas didelis įvykių skaičius ir jas supa gardelės su dideliu įvykių skaičiumi (aukšta – aukšta); HL – gardelės, kuriose fiksuojamas didelis įvykių skaičius, bet jas supa gardelės su mažu įvykių skaičiumi (aukšta – žema); LH – gardelės, kuriose fiksuojamas mažas įvykių skaičius, bet jas supa gardelės su dideliu įvykių skaičiumi (žema – aukšta); LL – gardelės, kuriose fiksuojamas mažas įvykių skaičius ir jas supa gardelės su mažu įvykių skaičiumi (maža – maža). Teigiama I reikšmė indikuoja, kad gardelė yra apsupta gardelių su panašiomis reikšmėmis, tuo tarpu neigiama I reikšmė indikuoja, kad gardelė yra apsupta gardelių su nepanašiomis reikšmėmis. Kad klasteris būtų statistiškai reikšmingas, p reikšmė turi būti mažesnė nei 0,05 (95% patikimumo lygmuo).

*Aukštų/žemų verčių klasterizacija* (angl. *High/Low Clustering*). Aukštos/žemos klasterizacijos metodas matuoja aukštų arba žemų verčių koncentraciją tam tikroje tyrimo srityje. Dažniausiai ši analizė paremta Getis-Ord General G statistika – išvadinė statistika, o tai reiškia, kad analizės rezultatai interpretuojami nulinės hipotezės kontekste. Nulinė hipotezė, skirta aukšto/mažo klasterizavimo (General G) statistikai, teigia, kad nėra erdvinio savybių reikšmių grupavimo. Šis metodas yra tinkamiausias, kai egzistuoja gana tolygus reikšmių pasiskirstymas ir ieškoma netikėtų, didelių verčių šuolių erdvėje.

*Kelių atstumų erdvinė klasterių analizė* (angl. *Multi-Distance Spatial Cluster Analysis*). Išskirtinis šio metodo bruožas nuo tarkime erdvinės autokoreliacijos ar karštųjų zonų analizės yra tas, kad jis apibendrina erdvinę priklausomybę (ypatybių grupavimą arba savybių sklaidą) įvairiais atstumais. Ripley K-funkcija iliustruoja, kaip keičiasi objektų centroidų erdvinis grupavimas arba sklaidą, kai pasikeičia kaimynystės dydis.

*Erdvinė autokoreliacija* (angl. *Spatial Autocorrelation*). Skaičiuojama erdvinė autokoreliacija, pagrįsta objektų vietomis ir atributų reikšmėmis, dažniausiai naudojant Morano I statistiką. Atsižvelgiant į savybių rinkinį ir susijusį požymį, metodas įvertina, ar išreikštas modelis yra sugrupuotas, išsklaidytas ar atsitiktinis. Analizės rezultatai visada interpretuojami nulinės hipotezės kontekste. Pasaulinės Morano I statistikos atveju nulinė hipotezė teigia, kad analizuojamas požymis yra atsitiktinai paskirstytas tarp tiriamosios srities ypatybių. Erdvinės autokoreliacijos įrankis pateikia penkias reikšmes: Morano I indeksą, numatomą indeksą, dispersiją, z balą ir p reikšmę.

*Daugiamatis klasterizavimas* (angl. *Multivariate Clustering*). Surandamos natūralios ypatybių grupės, remiantis tik atributų reikšmėmis. Atsižvelgiant į kuriamų grupių skaičių, metodas ieško sprendimo, kuriame visi kiekvieno klasterio elementai būtų kuo panašesni, o patys klasteriai tarpusavyje – kuo skirtingesni. Elementų panašumas pagrįstas atributų reikšmėmis, o klasteriai sukuriama naudojant K-Means algoritmą. Daugiamatis klasterizacijos įrankis naudoja neprižiūrimus mašininio mokymosi metodus, kad nustatytų natūralias duomenų grupes.

*Erdviniu požiūriu suvaržytas daugiamatis klasterizavimas* (angl. *Spatially Constrained Multivariate Clustering*). Surandamos erdviškai gretimos objektų grupės pagal objektų atributų vertes ir pasirenkamus klasterio dydžio apribojimus. Atsižvelgiant į kuriamų grupių skaičių, metodas ieško sprendimo, kuriame visi kiekvieno klasterio elementai būtų kuo panašesni, o patys klasteriai tarpusavyje – kuo skirtingesni. Šiuo atveju naudojamas metodas, kuris vadinamas SKATER.

Aptarti įrankiai nėra specialiai pritaikyti rajonavimo uždaviniams spręsti. Visgi, skaičiuodami karštąsias zonas mes galime išskirti regionus su dideliu ir mažu įvykių skaičiumi; skaičiuodami klasterius ir išskirtis – rasti teritorijas, kur yra koncentracija didesnių ar mažesnių reikšmių, atsižvelgiant į aplinkines teritorijas; naudodami erdvės-laiko kubo įrankį – stebėti tendencijas, kurios pastebimos skirtingose teritorijose. Visgi, tai tik dalinai leidžia spręsti šiame tyrime keliamus uždavinius. Šiuo atveju reikalingas sprendimas, kuris atsižvelgtų į keletą svarbiausių faktorių:

- leistų vertinti kelis rodiklius vienu metu;
- tuo pačiu metu vertintų erdvinį gretimumą;
- kiek įmanoma išvengtų regionų fragmentacijos.

Atsižvelgiant į aukščiau aprašytus punktus galime teigti, jog norimas sąlygas galėtų tenkinti erdvinės autokoreliacijos, daugiamatis klasterizavimas ar erdvinio požiūriu suvaržytas daugiamatis klasterizavimas, nes didžioji dalis kitų įrankių remiasi tik taškų tankiu ir apskritai vertina tik vieną rodiklį.

Aukščiau aprašyti įrankiai ir metodai dažniausiai taikomi tokiose programinėse įrangose kaip ArcGIS ir QGIS, tačiau šiame tyrime sprendžiamiems uždaviniams gali būti taikoma dar viena papildoma GIS programinė įranga – GeoDa. Kaip pateikiama jos dokumentacijoje, tai yra nemokama atvirojo kodo programinė įranga, kuri pritaikyta pagrindiniams erdvinio duomenų mokslo uždaviniams spręsti. Įrankis sukurtas siekiant palengvinti naujas duomenų analizės įžvalgas, tyrinėjant ir modeliuojant erdvinis modelius. Integruota didelė dalis erdvinės analizės galimybių – erdvinio ryšių paieška; klasterizacija, įtraukiant erdvinį gretimumą; standartinė klasterizacija; erdvinė koreliacija ir pan. Šiame tyrime aktualiausia yra erdvinė klasterizacija (klasterizacija, įtraukiant erdvinį gretimumą), kuri padeda spręsti rajonavimo uždavinius. GeoDa leidžia taikyti tokius metodus kaip: PCA, MDS, t-SNE, K Means, K Medians, K medoids, Spectral, Hierarchical, DBScan, HDBScan, SC K Means, SCHC, skater, redcap, AZP ir max-p. Didelė dalis metodų buvo aptikti atliekant literatūros analizę, todėl būtent su šia programine įranga bus atliekama didžioji dalis (arba visi) eksperimentai.

## **1.5 Veiksniai, kurie gali būti panaudoti išskiriant regionus**

Nusikaltimai vyksta visur ir visada, o užkirsti jiems kelią yra labai sudėtinga. Visgi, nusikalstamumas nėra nekontroliuojamas reiškinys, o tai puikiai atspindi nusikaltimų prevencijos idėjos, kurios buvo, yra ir, tikėtina, bus aktualios. Atliekant rajonavimą siekiama remtis įvairių požymių visuma, t. y. nusikalstamumo rajonų sudarymui gali būti aktualūs ne tik nusikalstamumo duomenys, bet ir sociodemografiniai, ekonominiai rodikliai, teritorijų užstatytų tipai ir pan. Pavyzdžiui, 2003 m. Lietuvos Respublikos Seimas patvirtino programą „Nacionalinės nusikaltimų prevencijos ir kontrolės programa“, kurioje buvo apibrėžto pagrindinės nusikaltimų priežastys ir sąlygos. Lentelėje (1 lentelė) pateiktos priežastys ir pastaba dėl galimybės šias priežastis įvertinti smulkiuose teritoriniuose vienetuose, pavyzdžiui, 1x1 km gardelėse.

**1 lentelė.** Nusikalstamumą lemiantys veiksniai ir priežastys

Nr.	Veiksny	Komentaras	Duomenų pateikties būdai	Šaltinis
1.	Gyventojų tankumas.	Miesto ir kaimo vietovės pasižymi labai skirtingu gyventojų tankumu, nuo kurio priklauso vyraujantys nusikaltimai. Vis dėlto, sąsaja nėra vienareikšmė, nes didesnis gyventojų tankumas gali būti ir saugesnės kaimynystės prielaida.	Gyventojų tankumas gali būti pateiktas kaip santykinis dydis skirtingo dydžio gardelėse arba kaip kategorija.	LR 2021 metų visuotinis gyventojų surašymas
2.	Urbanizacijos pobūdis.	Tankiai užstatytose teritorijose patogiau vykdyti nusikaltimus atvirose erdvėse (yra kur pasislėpti, pabėgti). Gamybinėse teritorijose ar vietose, kur yra apleistų pastatų, palankesnės sąlygos vykdyti įvairioms nelegalioms veikloms. Taip pat, urbanizacija skatina tam tikrus regioninius skirtumus, žmonės koncentruojasi miestuose, todėl silpnėja socialinė kontrolė ir daugėja galimybių nusikalsti.	Užstatyto ploto dalis teritorijoje Pastatų perimetro santykis su plotu – konfigūracijos sudėtingumo rodiklis	Georeferencinio pagrindo kadastras (GRPK), OpenStreetMap duomenys
3.	Gyventojų užimtumas/aktyvumas.	Svarbus nusikalstamumą lemiantis veiksnys yra žmonių neužimtumas. Kriminologinių tyrimų duomenimis, žmogui, neturinčiam socialiai naudingo užsiėmimo, padidėja tikimybė ir rizika nusikalsti.	Galima bet kokio detalumo gardelėse išskirti 5 grupes: dirbantis asmuo; bedarbis; pensijos ar kapitalo pajamų gavėjas; studentas, moksleivis; kitas, nepriklausantis darbo jėgai.	LR 2021 metų visuotinis gyventojų surašymas
4.	Gyventojų išsilavinimas.	Išsilavinimo stoka taip pat turi didelę įtaką nusikalstamumui. Didžiąją dalį visų nusikaltusių asmenų sudaro tik pagrindinį ir vidurinį išsilavinimą turintys asmenys, o turintys profesinį, aukštesnįjį ir aukštąjį – gerokai mažesnę.	Galima bet kokio detalumo gardelėse išskirti 6 grupes: 10 metų ir vyresni gyventojai, turintys aukštąjį išsilavinimą; turintys aukštesnįjį išsilavinimą; turintys vidurinį išsilavinimą; turintys	LR 2021 metų visuotinis gyventojų surašymas

			pagrindinį išsilavinimą; turintys pradinį išsilavinimą; neturintys pradinio išsilavinimo.	
5.	Alkoholio ir narkotikų vartojimo sukeltos ligos ir mirtys; Su narkotikais siejamų PRĮR įvykių vietos koeficientas	Apsvaigimas nuo alkoholio bei narkotinių ar psichotropinių medžiagų dažnai tampa nusikaltimo priežastimi arba sąlyga.	Sunkiai įvertinamas rodiklis, tačiau galima iš PRĮR išskirti aktualius įvykius.	Higienos institutas, Policijos registruojamų įvykių registras
6.	Gyvenimo sąlygos? Vaikų/jaunimo dalis?	Nepilnamečių nusikalstamumas rodo šeimos, mokymo įstaigų, specializuotų priežiūros ir teisių apsaugos įstaigų socialinės kontrolės ir priežiūros stoką. Dėl šios priežasties daugelis vaikų, ypač iš sunkiai materialiai besiverčiančių šeimų, turi menkas saviraiškos galimybes ir tai sudaro sąlygas nepilnamečiams įsitraukti į socialiai nepriimtina veiklą.	Patį nepilnamečių nusikalstamumą įvertinti sunku, bet galima vertinti veikiančius ūkio subjektus pagal skirtingas veiklas. Taip pat, įvertinti kiek vaikų gyvena būstuose, kurie neturi pagrindinių patogumų (karštas vanduo ir pan.)	Veikiantys ūkio subjektai, LR 2021 metų visuotinis gyventojų surašymas
7.	Policijos komisariatų pasiekiamumas	Nepakankamos galimybės tinkamai finansuoti valstybės institucijas, taip pat teisėsaugos ir kitas tiesiogiai su nusikaltimų prevencija ir kontrole susijusias institucijas. Dėl to šios institucijos nepajėgia tinkamai atlikti savo funkcijų, kartu silpnėja kontrolė ir didėja nusikalstamos veikos galimybės.	Galima įvertinti kokia teritorija yra pasiekiamą 10–15 min. atstumu nuo komisariatų. Vėliau įvertinti, kokia dalis teritorijų yra nutolusi didesniu atstumu ir priimti kaip vieną iš galimai skatinančių veiksnių.	Reikalingas komisariatų aptarnaujamų teritorijų ruošimas; galimas pasiekiamumo teritorijų apskaičiavimas pagal komisariatus
8.	Gyventojų tautinės sudėties ypatumai	Stiprėjantys tarptautiniai ryšiai daro įtaką ekonominiams, socialiniams, kitiems procesams, taip pat ir nusikalstamumui, lemia	Pačius tarptautinius ryšius įvertinti sudėtinga, bet galima įvertinti gyventojų įvairovę pagal tautybę iš gyventojų surašymo duomenų.	LR 2021 metų gyventojų surašymas

		tarptautinių atskirų nusikalstamų procesų pobūdį.		
9.	Prekybos vietų arba tam tikrų objektų, siejamų su didesniu nusikalstamumu, skaičius	Ekonomikos plėtra, pokyčiai verslo srityje taip pat daro įtaką nusikalstamumui. Palyginti laisvai prieinama daugiau prekių ir vertybių. Atsirado daug didesnė mokėjimo priemonių įvairovė, tačiau tuo pat metu jos teikia daugiau galimybių, palankių nusikaltimams daryti.	Galima vertinti veikiančius ūkio subjektus – kiek daug yra vienu ar kitu įmonių, priklausomai nuo ekonominės veiklos tipo.	Veikiantys ūkio subjektai, vietos vienetai

Veiksnių, kurie gali būti panaudoti išskiriant regionus yra daugiau, tačiau nėra pakankamai juos atspindinčių duomenų, pvz., teigiama, kad augantis socialinis visuomenės mobilumas lemia ryšių su artimiausia aplinka (šeimos, giminystės, kaimynystės) silpnėjimą, kas gali įtakoti nusikalstamumą. Visgi, tokių nuosekliai sukauptų duomenų šiuo metu nėra, o šio tyrimo tikslas yra išskirti regionus pagal egzistuojančius duomenis, o ne surinkti naujus. Todėl dauguma lentelėje išvardytų veiksnių nebuvo įtraukti į šį tyrimą.

Kita svarbi priežastis – dalį veiksnių yra sudėtinga arba neįmanoma įvertinti teritoriniu aspektu, pvz.: teisėsaugos institucijų veiklos trūkumai, didelis neišaiškintų nusikaltimų skaičius, ilgai užtrunkantys bylų tyrimai mažina visuomenės pasitikėjimą teisėsauga, neužtikrina atsakomybės neišvengiamumo principo įgyvendinimo, dėl to atsiranda nebaudžiamumo atmosfera, kuri gali įtakoti nusikalstamumą. Kadangi tyrime didelis dėmesys skiriamas erdvės komponentui, tokie veiksniai nėra įtraukiami.

Vienas pagrindinių šio tyrimo uždavinių yra atlikti rajonavimą, remiantis policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu. Siekiama atlikti apibendrintą visos Lietuvos rajonavimą, išskiriant regionus su didesniu ar mažesniu tam tikro tipo įvykių skaičiumi bei centruojantis į miestus bei jų priemiesčius. 1 lentelėje pateikti dažniausiai literatūroje ar teisės aktuose minimi nusikalstamumą lemiantys veiksniai ir priežastys, kurie gali būti aktualūs analizuojant ir bandant išskirti tam tikro profilio teritorijas. Visgi, šių rodiklių integravimas į rajonavimo procesą turėtų būti atliekamas jau susipažinus su bendraisiais principais, įvertinus policijos registruojamų įvykių duomenų pagrindu suformuotus regionus ir centruojantis į mažesnes, detalesnes teritorijas. Šiuos rodiklius galima įtraukti kaip papildomus veiksnius formuojant regionus arba, išskyrus teritorijas pagal policijos registruotus įvykius, atlikti būtent tų vietų analizę. Atsižvelgiant į šio tyrimo metu gautus rezultatus, galima centruotis į mažesnes teritorijas iš vieno ar kito profilio, pavyzdžiui: vertinti minėtuosius veiksniai ir priežastis regione, kuriame vyrauja mažas įvykių skaičius; vidutinis įvykių skaičius ar didelis įvykių skaičius. Visgi, kaip ir minėta anksčiau, šis tyrimas centruojasi į bendrą Lietuvos policijos registruotų įvykių rajonavimą, kuriam visiškai pakanka skirtingų tipų policijos registruotų įvykių įtraukimo.



## 2. TYRIMO METODIKA

Tyrimo tikslui pasiekti ir uždaviniams įgyvendinti taikyti statistiniai apibendrinimo ir analizės metodai, žinomi ir kitose srityse sistemiskai taikomi erdvinės analizės (geostatistiniai) metodai, rajonavimo metodai bei kartografinio vizualizavimo metodai.

### 2.1 Tyrimo duomenys

Tyrimui atlikti naudoti šie duomenų šaltiniai:

1. Policijos registruojamų įvykių registro (PRĮR) pagrindu sudaryta duomenų bazė (© Lietuvos policijos departamentas prie Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerijos, 2023; © Kostas Gružas, 2024 – išvestinis duomenų rinkinys iš Policijos registruojamų įvykių registro pagrindu sudarytos duomenų bazės);
2. 2021 m. gyventojų ir būstų surašymo duomenys (© Valstybės duomenų agentūra, 2021; pritaikyta analizei autoriaus);
3. Geografiniai statistiniai tinkleliai sudaryti LKS-94 Lietuvos valstybinėje koordinacių sistemoje (© Valstybės duomenų agentūra, 2021);
4. Adresų registro duomenys (© Registrų centras, 2023);
5. OpenStreetMap duomenys (© Open Street Map Contributors, 2023).

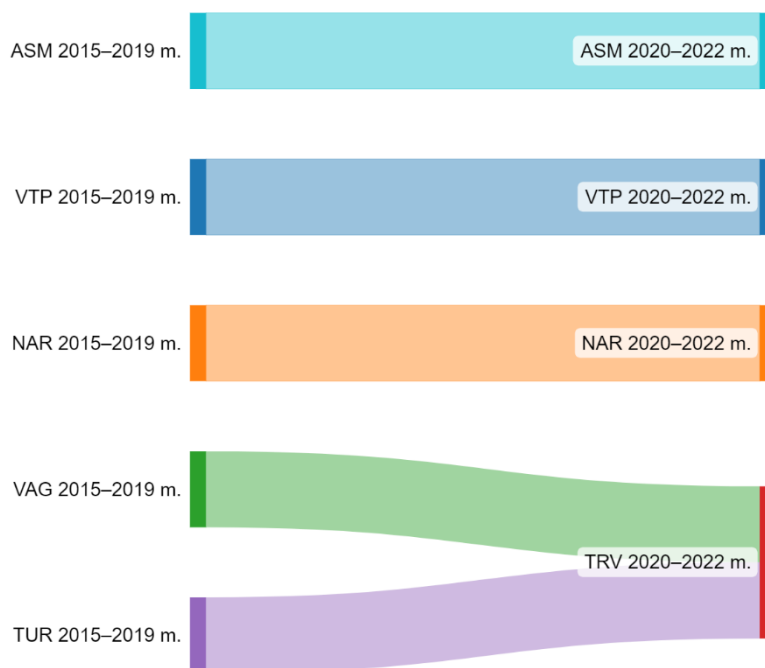
Pagrindinis šio tyrimo objektas yra Policijos registruojami įvykiai 2015–2022 m. laikotarpiu, kurie saugomi PRĮR pagrindu sudarytoje duomenų bazėje. PRĮR tvarkomi labai įvairūs duomenys, informacija ir dokumentai. Šiame tyrime aktualiausia yra įvykių tipų grupės ir konkreti vieta, todėl naudojama supaprastinta duomenų bazė. Taip pat, dėl Policijos registruojamų įvykių registro įsakymo 8 skyriuje numatytos registro duomenų, informacijos ir dokumentų saugos, nėra pateikiama informacija apie konkrečius asmenis, taip užtikrinant asmens duomenų apsaugą. Tyrime naudojama ši geografinėje duomenų bazėje pateikiama informacija:

- 1) įvykio data – pateikiama formatu METAI–MĖNUO–DIENA valandos:minutės:sekundės;
- 2) įregistravimo data – pateikiama formatu METAI–MĖNUO–DIENA valandos:minutės:sekundės;
- 3) namo koordinatės X – pateikiamos namo koordinatės Lietuvos koordinacių sistemoje (LKS 94);
- 4) namo koordinatės Y – pateikiamos namo koordinatės Lietuvos koordinacių sistemoje (LKS 94);
- 5) registruotų įvykių tipų grupė – šiuo atveju įvykiai, susiję su smurtu (ASM), viešosios tvarkos pažeidimai (VTP), turto sunaikinimas/sugadinimas ir vagystės (TRV) ir įvykiai, susiję su narkotikais (NAR).

Tyrime naudojama supaprastinta duomenų bazė, kurioje pateikiama informacija užtikrinant asmens duomenų apsaugą, tačiau leidžianti, naudojantis duomenimis, nustatyti ir vertinti kartografiniais ir GIS analizės metodais Lietuvos policijos registruotų įvykių teritorinės sklaidos rodiklius bei atlikti rajonavimą.

Apie konkrečius policijos registruotus įvykius, jų tipus, klasifikaciją išsamesnę informaciją galima rasti K. Gružo darbuose: „Nusikalstamumo atvirose erdvėse Vilniaus miesto savivaldybėje kartografinis pristatymas interneto žemėlapiuose“; „Lietuvos policijos registruotų įvykių teritorinės sklaidos rodiklių nustatymas ir vertinimas“ ar „Lietuvos policijos registruotų įvykių, susijusių su smurtu Vilniaus miesto savivaldybėje 2015–2020 m. erdvinės sklaidos analizė“. Šiame tyrime aktualios bendrosios įvykių grupės – įvykiai, susiję su smurtu (ASM), įvykiai, susiję su narkotikais

(NAR), viešosios tvarkos pažeidimai (VTP) ir vagystės bei turto sunaikinimas/sugadinimas (TRV). Analizuojamas 2015–2020 m. laikotarpis, svarbu atkreipti dėmesį į TRV grupę, į kurią 2020 m. buvo apjungti du atskiri tipai – vagystės (VAG) ir turto sunaikinimas/sugadinimas (TUR), žr. 17 pav.



**17 pav.** Policijos registruotų įvykių grupės ir jų pokytis nuo 2020 m.

## 2.2 Tyrimo duomenų statistinis apibendrinimas

Šiame skyriuje pateikiama bendra visoje Lietuvoje fiksuotų įvykių statistika bei Lietuvos didmiesčiuose: Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje. Pateikiama statistika tik didmiesčiuose, be jų priemiesčių teritorijų. Tiek bendroji Lietuvoje fiksuotų įvykių statistika, tiek atskirų miestų statistika pateikiama tokiais pačiais pjūviais – apžvelgiama dinamika absoliučiais skaičiais bei procentiniu pokyčiu; Policijos registruojamų įvykių registro pagrindu sudaryta duomenų bazė leidžia atlikti detalesnes analizes, pagal tikslią įvykių datą ir laiką, todėl galima atlikti analizę laike ir stebėti kaip kinta skirtingų tipų įvykių skaičius padieniui, sudarant laiko eilutes; visais atvejais verta pažvelgti į laiko eilutes, pašalinant sausio 1 d. įvykius, kai įvykių skaičius labai išauga tiek dėl registravimo specifikos, tiek dėl kitų priežasčių (taigi, geresniam tendencijų stebėjimui visais atvejais yra pašalinamos kiekvienų metų pirmosios dienos: 2015-01-01, 2016-01-01, 2017-01-01, 2018-01-01, 2019-01-01, 2020-01-01, 2021-01-01 ir 2022-01-01); taip pat, stebima įvykių kaita savaitės bei paros eigoje.

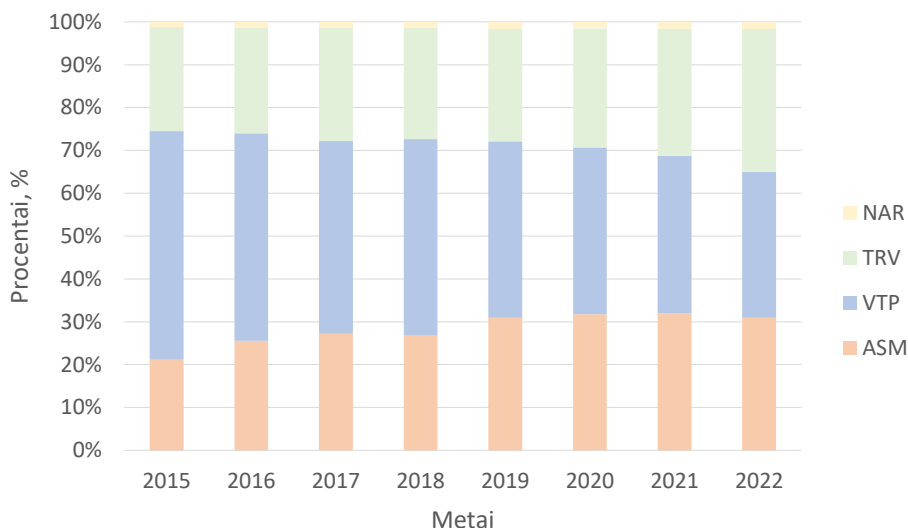
### 2.2.1 Bendroji Lietuvoje fiksuotų įvykių statistika

Bendra ASM, VTP, TRV ir NAR įvykių apimtis 2015–2022 m. laikotarpiu sudarė 2,69 mln. Duomenų apimtis galima matyti 2 lentelėje, o jų procentinį pokytį – 18 paveiksle.

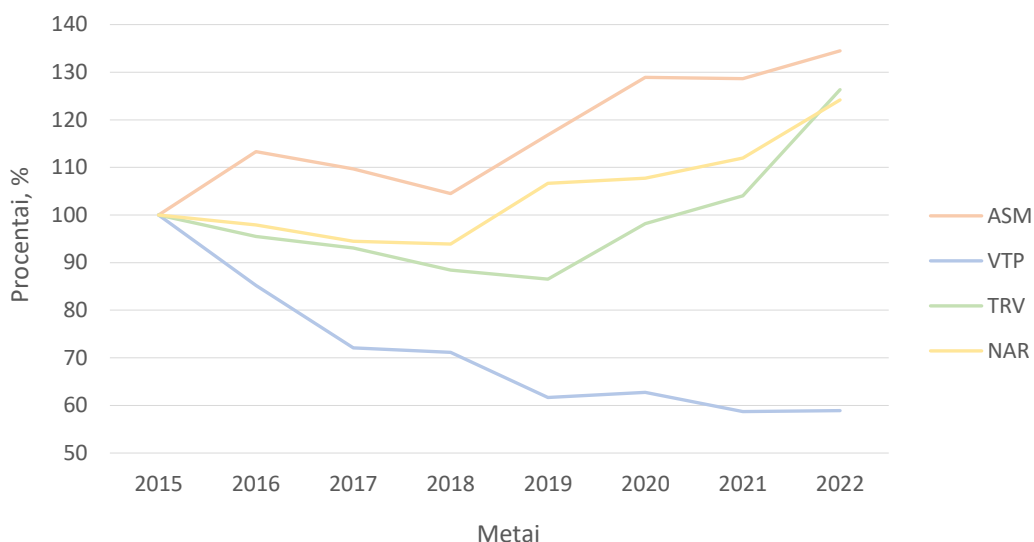
**2 lentelė.** Policijos registruotų įvykių dinamika 2015–2022 m. Lietuvoje

Metai	ASM	VTP	TRV	NAR
2015	80 800	203 544	92 646	4 706
2016	91 544	173 422	88 450	4 609
2017	88 596	146 675	86 226	4 447
2018	84 464	144 752	81 915	4 419
2019	94 409	125 472	80 160	5 018
2020	104 174	127 713	90 988	5 071
2021	103 931	119 496	96 366	5 268
2022	108 670	119 959	117 046	5 844
Viso	756 588	1 161 033	733 797	39 382

2 lentelėje pateikti absoliutūs įvykių skaičiai leidžia daryti išvalgas ne tik apie dinamiką – pastebima, jog didžiausią visų policijos registruotų įvykių dalį sudaro viešosios tvarkos pažeidimai, o mažiausią – įvykiai, susiję su narkotikais. 18 pav. pateiktas įvykių pasiskirstymas pagal tipus skirtingais metais – viešosios tvarkos pažeidimų dalis bendrame įvykių skaičiuje nuolat mažėja, o kitų tipų įvykių – didėja. Tai susiję su pokyčiais (19 pav.). Matome, jog vienintelio VTP tipo įvykių skaičius sumažėjo apie 40%, kitų tipų padidėjo – ASM apie 35%, TRV ir NAR apie 25%, palyginti su 2015 m.



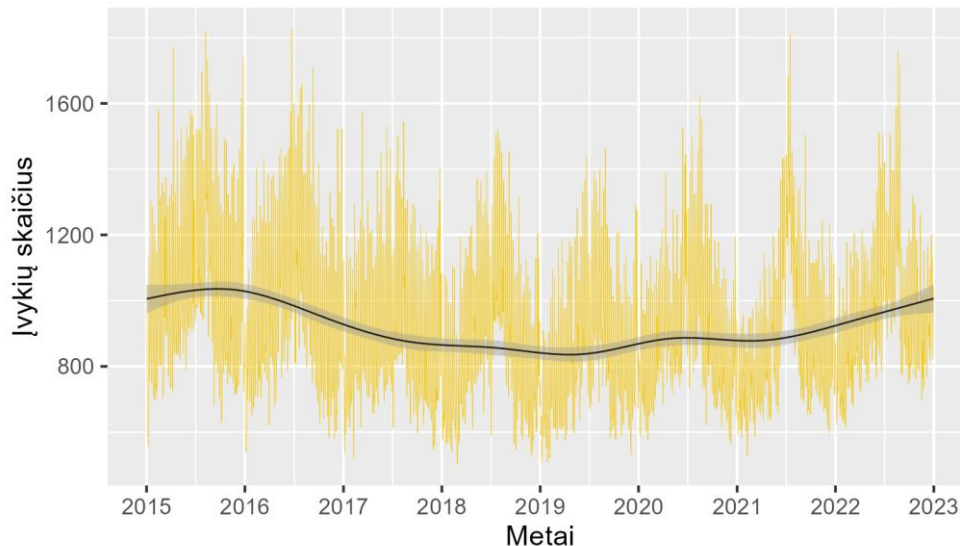
**18 pav.** Skirtingų tipų įvykių procentinė dalis



**19 pav.** Policijos registruotų įvykių procentinis pokytis nuo 2015 m. pagal įvykių grupes

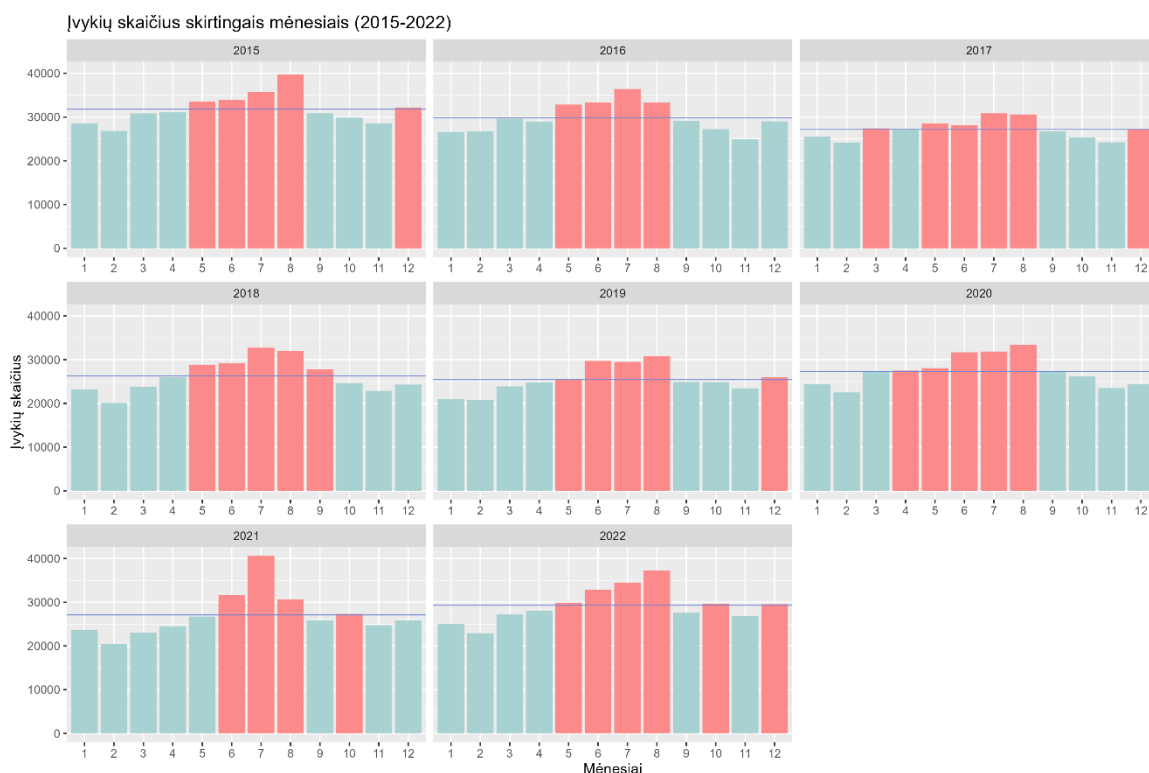
20 pav. pateikiama bendra ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių laiko eilutė padieniui. Galima išvelgti bendrąją tendenciją, jog iki 2019 m. bendras įvykių skaičius nuolat mažėja. Nuo 2019 m. iki 2020 m. šiek tiek padidėja, iki 2021 m. išlieka gana stabilus, o nuo 2021 m. vidurio vėl gana stabiliai didėja. Taip pat, pastebimi ryškūs pokyčiai kiekvienų metų eigoje, o tai, tikėtina, susiję su metų sezonais. Laiko eilutėje sudaryta pašalinus kiekvienų metų pirmąsias dienas – absoliučiai visais metais šią dieną fiksuojama daugiausiai įvykių ir tai apsunkina bendrų tendencijų stebėjimą.

Įvykių skaičius 2015-2022 m.



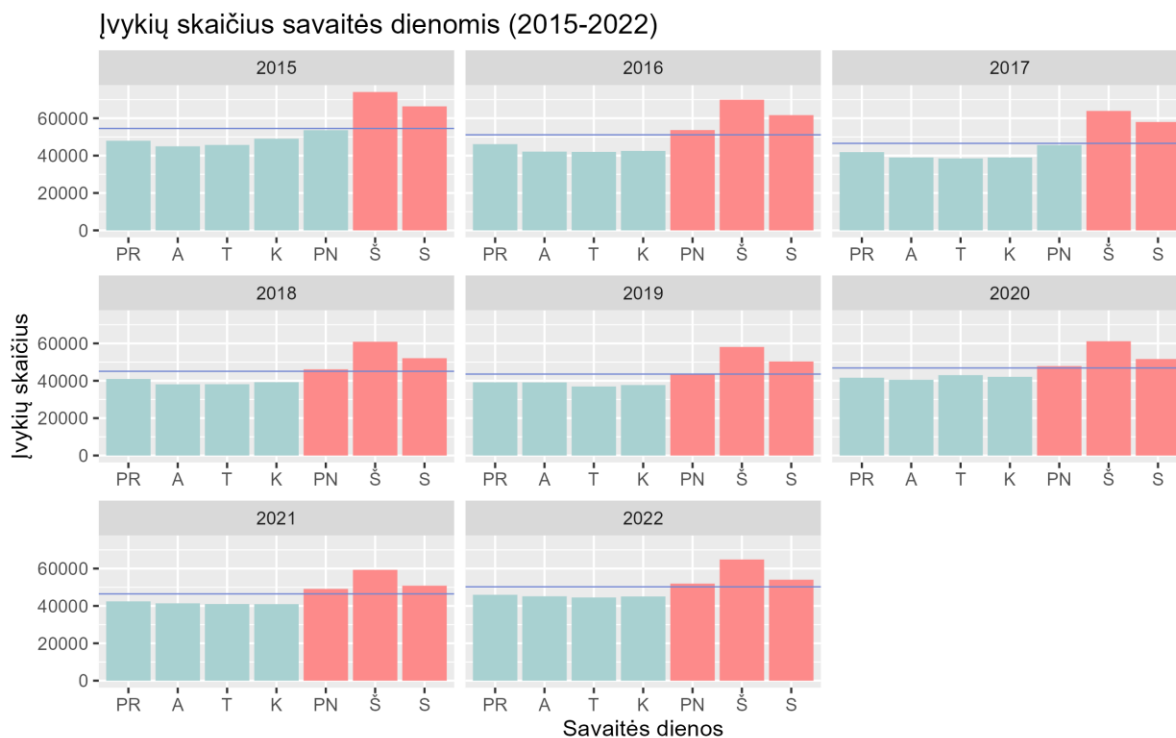
**20 pav.** ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių bendra laiko eilutė (išskyrus kiekvienų metų pirmąsias dienas)

Akivaizdžiai pastebima, jog įvykių skaičius kiekvienais metais didėja iki vasaros ir vėliau pradeda mažėti – tikėtina, kad jų skaičių įtakoja skirtingi sezonai. Siekiant geriau atpažinti šiuos skirtumus kasdieniai įvykiai buvo agreguoti į mėnesius (21 pav.). Mėlyna linija žymi kiekvienų metų vidurkį, žali stulpeliai – mėnesio įvykių skaičius mažesnis už vidurkį, raudona – didesnis. Matome, jog beveik visais metais gegužę, birželį, liepą, rugpjūtį ir gruodį yra fiksuojama daugiau įvykių nei likusiais mėnesiais. Skirtingų įvykių tipų pasiskirstymas mėnesiais pateikiamas 1 priedo 1 lentelėje.



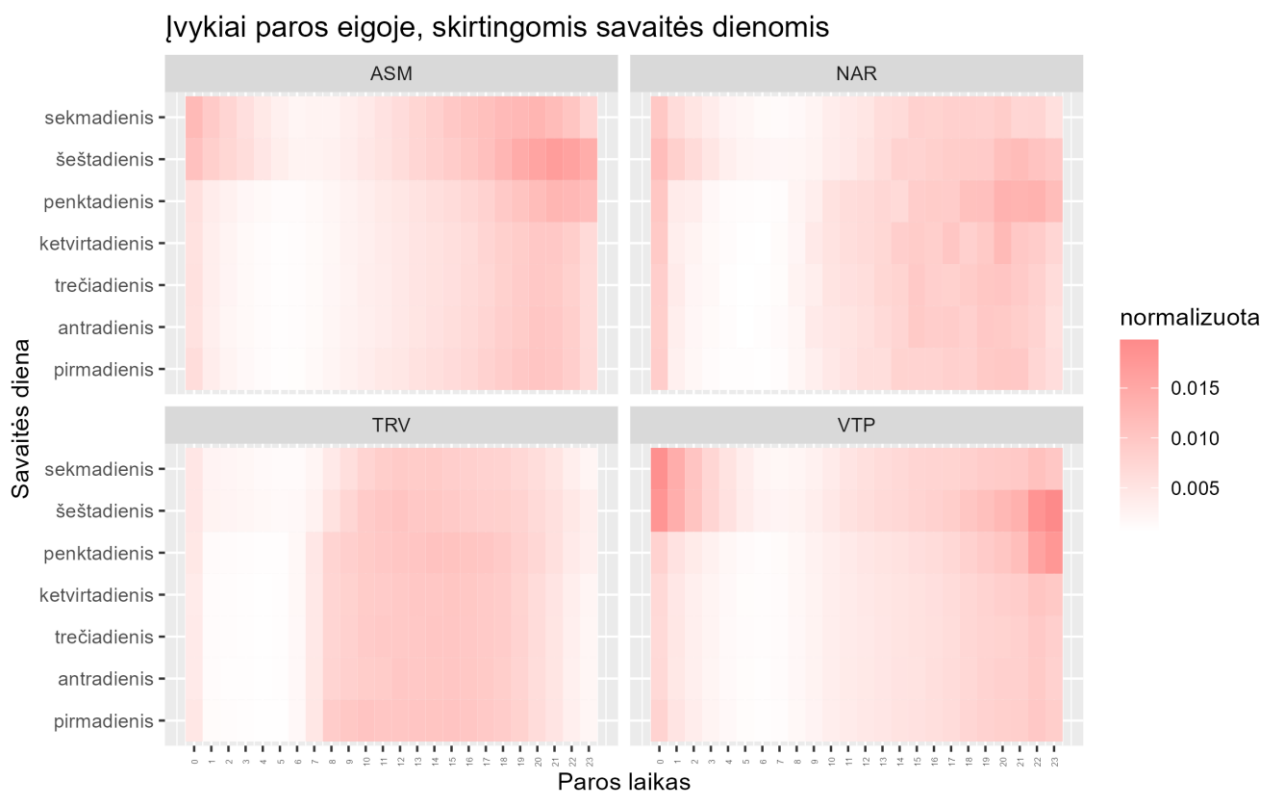
**21 pav.** Įvykių pasiskirstymas skirtingų metų mėnesiais

22 pav. pateikiamas visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje – galima pastebėti, kad bendras įvykių skaičius išauga savaitgalio dienomis – penktadienį, šeštadienį ir sekmadienį. Šiomis dienomis beveik visais metais yra fiksuojama daugiau įvykių nei savaitės vidurkis. Išimties pastebimos 2015 m. ir 2017 m. – šių metų penktadieniais fiksuojamas mažesnis įvykių skaičius nei savaitės vidurkis. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės dienomis pateiktas 1 priedo 2 lentelėje.



**22 pav.** Bendras visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje

Skirtingų tipų įvykių analizei paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis buvo atliktas reikšmių normalizavimas (23 pav.). Reikšmės normalizuotos pačiu elementariausiu būdu – konkretaus įvykio tipų įvykusio konkrečią savaitės dieną ir valandą reikšmė dalinama iš bendro konkretaus įvykių tipų skaičiaus. Tokiu būdu matyti, kad ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis). Įdomu tai, kad TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu – būtina akcentuoti, kad tai yra vagystės, turto sunaikinimai/sugadinimai, todėl šios veikos dažniausiai vykdomos, kada tikėtina gyventojų nėra namuose. Pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis 2015–2022 m. pateiktas 1 priedo 3 lentelėje.



**23 pav.** Įvykiai paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis

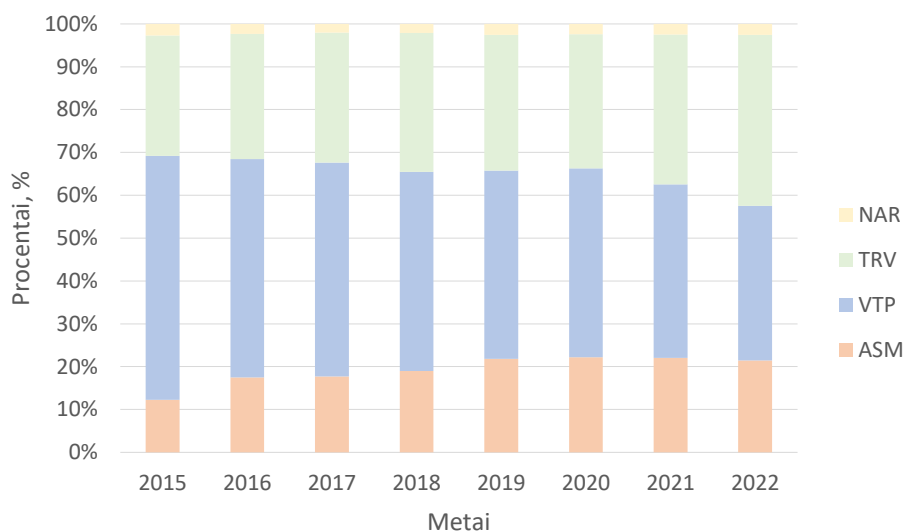
### 2.2.2 Vilniuje fiksuotų įvykių statistika

Bendra ASM, VTP, TRV ir NAR įvykių apimtis 2015–2022 m. laikotarpiu sudarė 589 322. Duomenų apimtis galima matyti 3 lentelėje, o jų procentinį pokytį – 24 paveiksle.

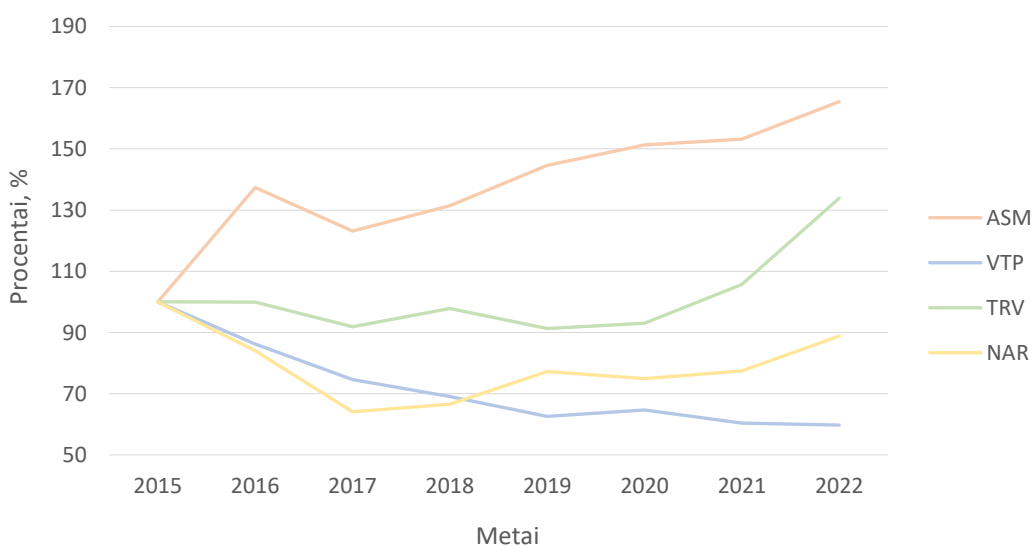
**3 lentelė.** Policijos registruotų įvykių dinamika 2015–2022 m. Vilniuje

Metai	ASM	VTP	TRV	NAR
2015	10 165	47 277	23 334	2 223
2016	13 968	40 767	23 312	1 869
2017	12 515	35 280	21 444	1 425
2018	13 357	32 655	22 831	1 479
2019	14 701	29 584	21 305	1 717
2020	15 383	30 558	21 720	1 667
2021	15 572	28 539	24 664	1 722
2022	16 818	28 248	31 247	1 976
Viso	112 479	272 908	189 857	14 078

Didžiausią dalį Policijos registruotų įvykių sudaro viešosios tvarkos pažeidimai, o mažiausią – įvykiai, susiję su narkotikais. Visgi, viešosios tvarkos pažeidimų dalis mažėja, o kitų įvykių didėja – 2022 m. TRV tipo įvykių buvo fiksuota daugiau nei VTP. ASM tipo įvykių skaičius didėjo visu tyrinėjamu laikotarpiu, išskyrus 2016–2017 m., o VTP – visu laikotarpiu mažėjo. TRV ir NAR tipo įvykių tendencijos nuolat kinta, bet galima matyti, jog TRV tipo įvykių skaičius nuolat auga nuo 2019 m., ypač išaugo 2022 m.



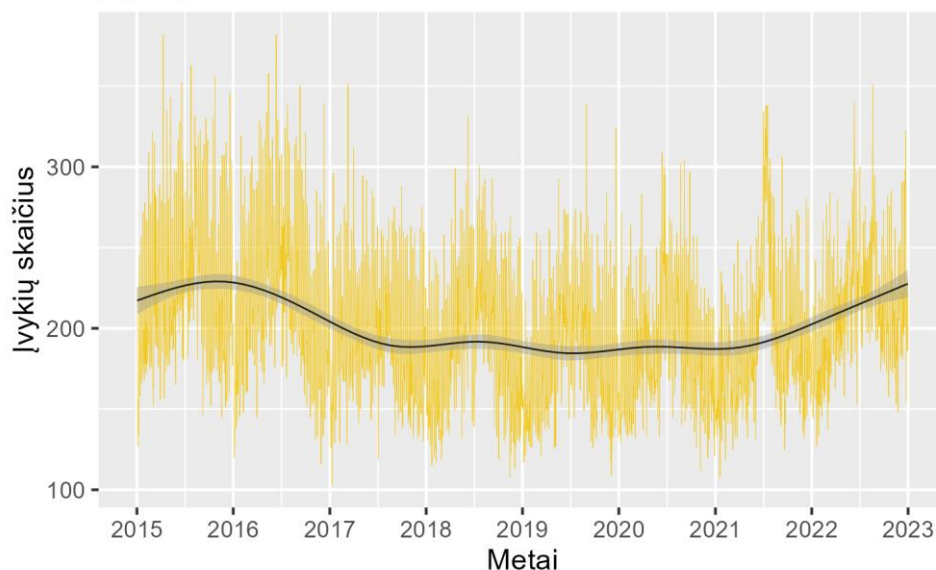
**24 pav.** Skirtingų tipų įvykių procentinė dalis Vilniuje



**25 pav.** Policijos registruotų įvykių procentinis pokytis nuo 2015 m. pagal įvykių grupes Vilniuje

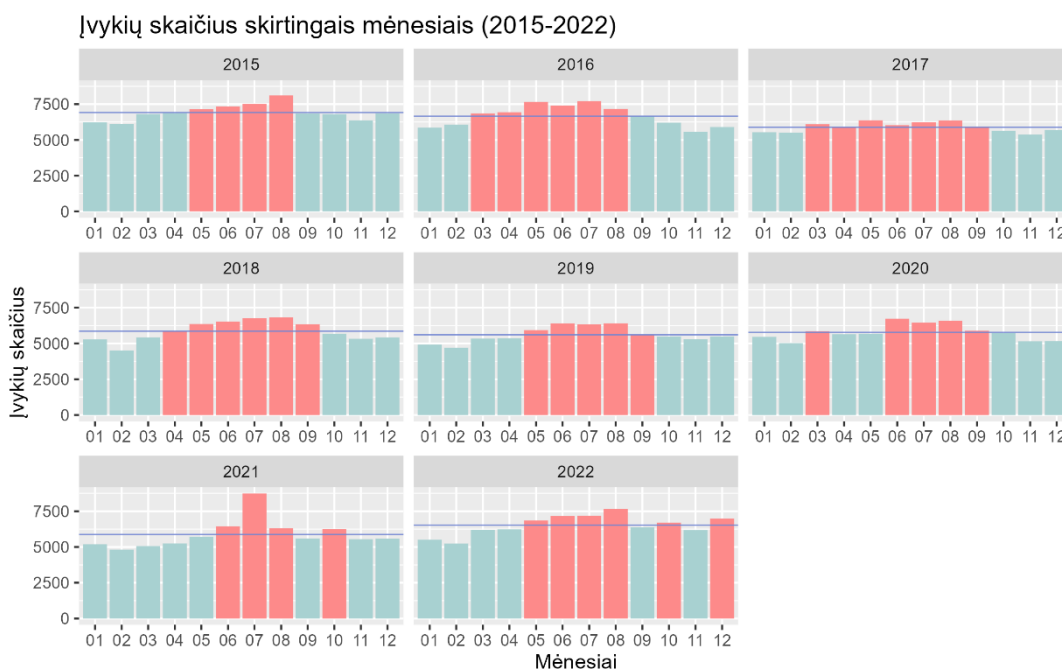
26 pav. pateikiama bendra ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių laiko eilutė padieniui. Pastebima, kad iki 2017 m. įvykių skaičius šiek tiek mažėjo ir išliko stabilus iki 2021 m. vidurio. Nuo šio laikotarpio įvykių skaičiaus tendencija pasikeitė ir matomas augimas. Laiko eilutėje sudaryta pašalinus kiekvienų metų pirmąsias dienas – absoliučiai visais metais šią dieną fiksuojama daugiausiai įvykių ir tai apsunkina bendrą tendencijų stebėjimą.

### Įvykių skaičius 2015-2022 m.



**26 pav.** ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių bendra laiko eilutė Vilniuje (išskyrus kiekvienų metų pirmąsias dienas)

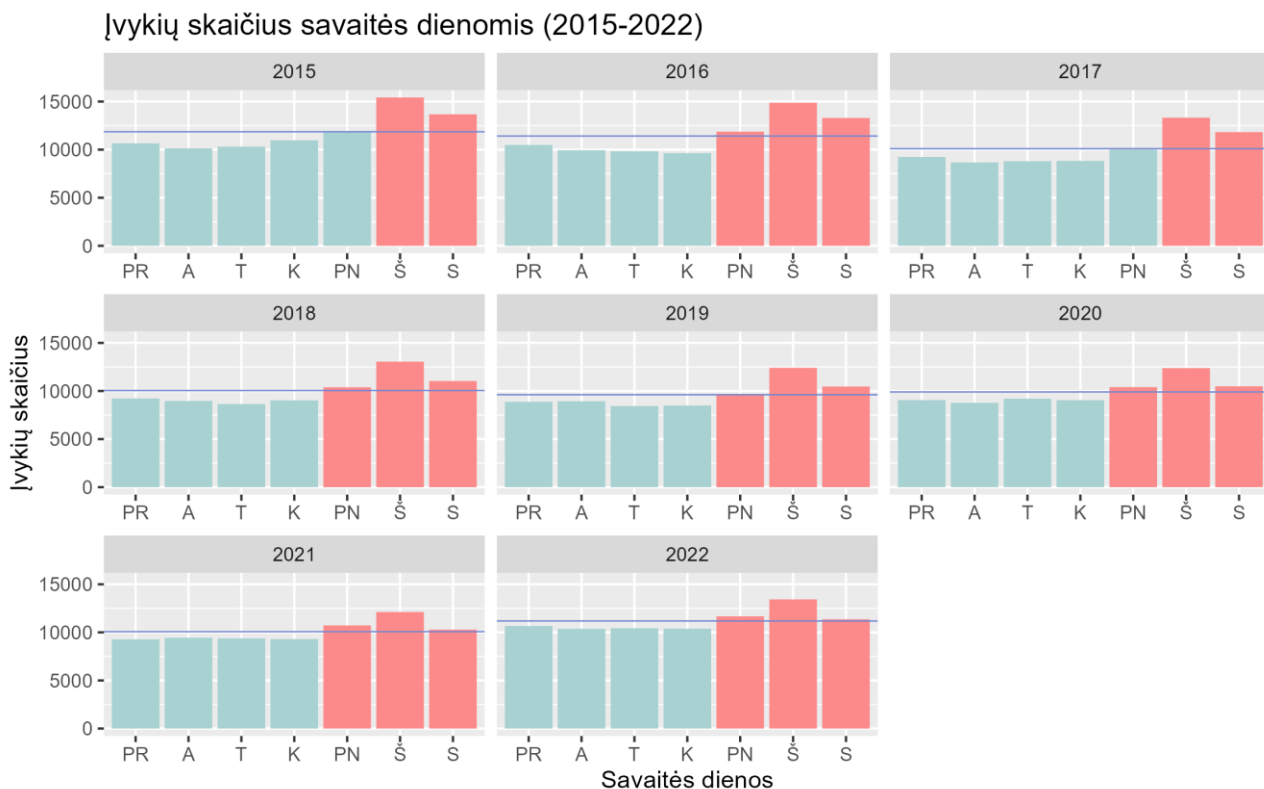
Kaip ir Lietuvos atveju, įvykių skaičius kiekvienais metais didėja iki vasaros ir vėliau pradeda mažėti. Siekiant geriau atpažinti šiuos skirtumus kasdieniai įvykiai buvo agreguoti į mėnesius (27 pav.). Mėlyna linija žymi kiekvienų metų vidurkį, žali stulpeliai – mėnesio įvykių skaičius mažesnis už vidurkį, raudona – didesnis. Matome, jog kiekvienais metais yra laikotarpis, kai įvykių skaičius viršija vidurkį – tai dažniausiai vasaros laikotarpis. Galima matyti, jog laikotarpis, kai fiksuojama didesnis įvykių skaičius nei vidurkis mažėja. Taip pat, paskutiniiais metais atsiranda naujų mėnesių, pavyzdžiui – spalio ar gruodžio. Skirtingų įvykių tipų pasiskirstymas mėnesiais pateikiamas 2 priedo 1 lentelėje.



**27 pav.** Įvykių pasiskirstymas skirtingų metų mėnesiais Vilniuje

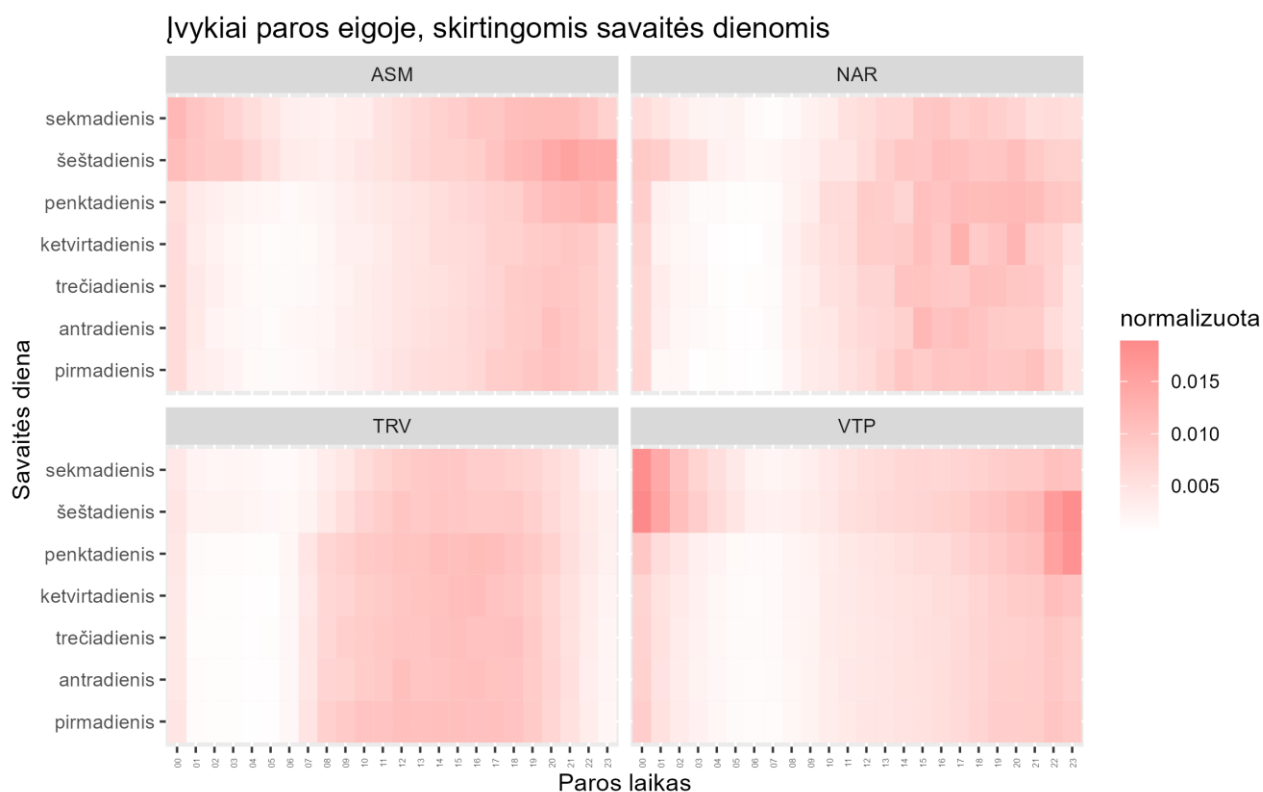


28 pav. pateikiamas visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje – galima pastebėti, kad bendras įvykių skaičius išauga savaitgalio dienomis – penktadienį, šeštadienį ir sekmadienį. Šiomis dienomis beveik visais metais yra fiksuojama daugiau įvykių nei savaitės vidurkis. Išimtyms pastebimos 2015 m. ir 2017 m. – šių metų penktadieniais fiksuojamas mažesnis įvykių skaičius nei savaitės vidurkis. Taip pat, skirtumas tarp savaitgalio ir darbo dienų mažėja. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės dienomis pateiktas 2 priedo 2 lentelėje.



**28 pav.** Bendras visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje Vilniuje

29 pav. pateikiamas pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis. Tokiu būdu matyti, kad ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis). TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu – būtina akcentuoti, kad tai yra vagystės, turto sunaikinimai/sugadinimai, todėl šios veikos dažniausiai vykdomos, kada tikėtina gyventojų nėra namuose. Pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis 2015–2022 m. pateiktas 2 priedo 3 lentelėje.



29 pav. Įvykiai paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis Vilniuje

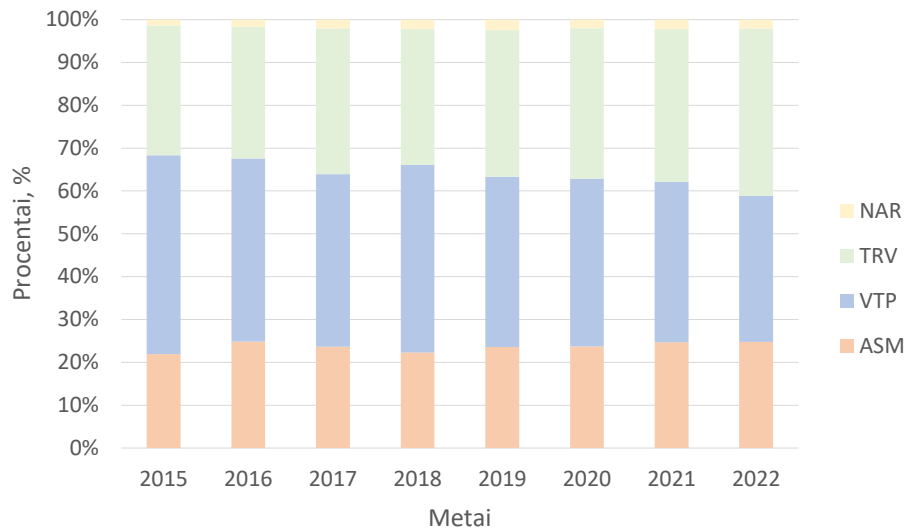
### 2.2.3 Kaune fiksuotų įvykių statistika

Bendra ASM, VTP, TRV ir NAR įvykių apimtis 2015–2022 m. laikotarpiu sudarė 310 274. Duomenų apimtis galima matyti 4 lentelėje, o jų procentinį pokytį – 30 paveiksle.

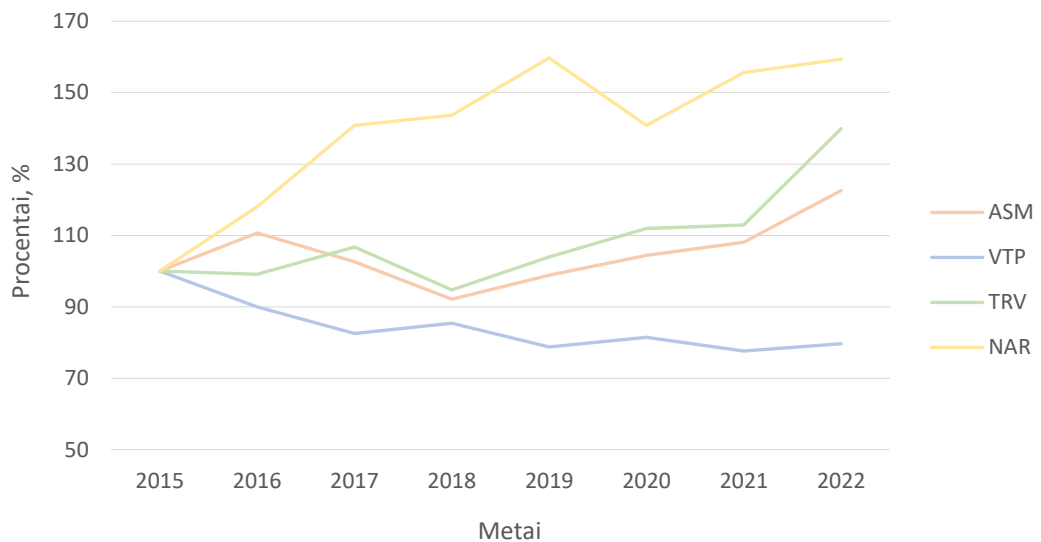
4 lentelė. Policijos registruotų įvykių dinamika 2015–2022 m. Kaune

Metai	ASM	VTP	TRV	NAR
2015	8 768	18 539	12 111	556
2016	9 701	16 674	12 006	656
2017	8 994	15 300	12 927	783
2018	8 077	15 829	11 473	799
2019	8 663	14 594	12 586	888
2020	9 154	15 103	13 555	783
2021	9 476	14 388	13 681	865
2022	10 748	14 768	16 943	886
Viso	73 581	125 195	105 282	6 216

Didžiausią dalį Policijos registruotų įvykių sudaro viešosios tvarkos pažeidimai, o mažiausią – įvykiai, susiję su narkotikais. Visgi, viešosios tvarkos pažeidimų dalis mažėja, o kitų įvykių didėja – 2022 m. TRV tipo įvykių buvo fiksuota daugiau nei VTP. ASM tipo įvykių skaičius didėjo visu tyrinėjamu laikotarpiu, išskyrus 2016–2018 m., o VTP – visu laikotarpiu mažėjo, išskyrus mažus padidėjimus 2018 m. ir 2020 m. TRV ir NAR tipo įvykių tendencijos nuolat kinta, bet galima matyti, jog jų skaičius auga – NAR tipo įvykių padaugėjo daugiau nei 50%, lyginant 2022 m. ir 2015 m.

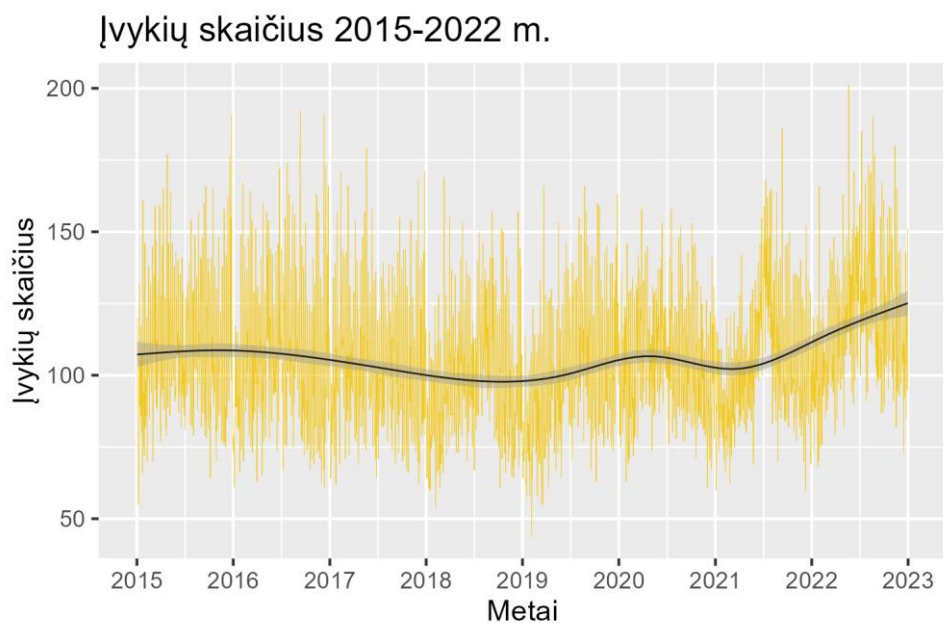


**30 pav.** Skirtingų tipų įvykių procentinė dalis Kaune



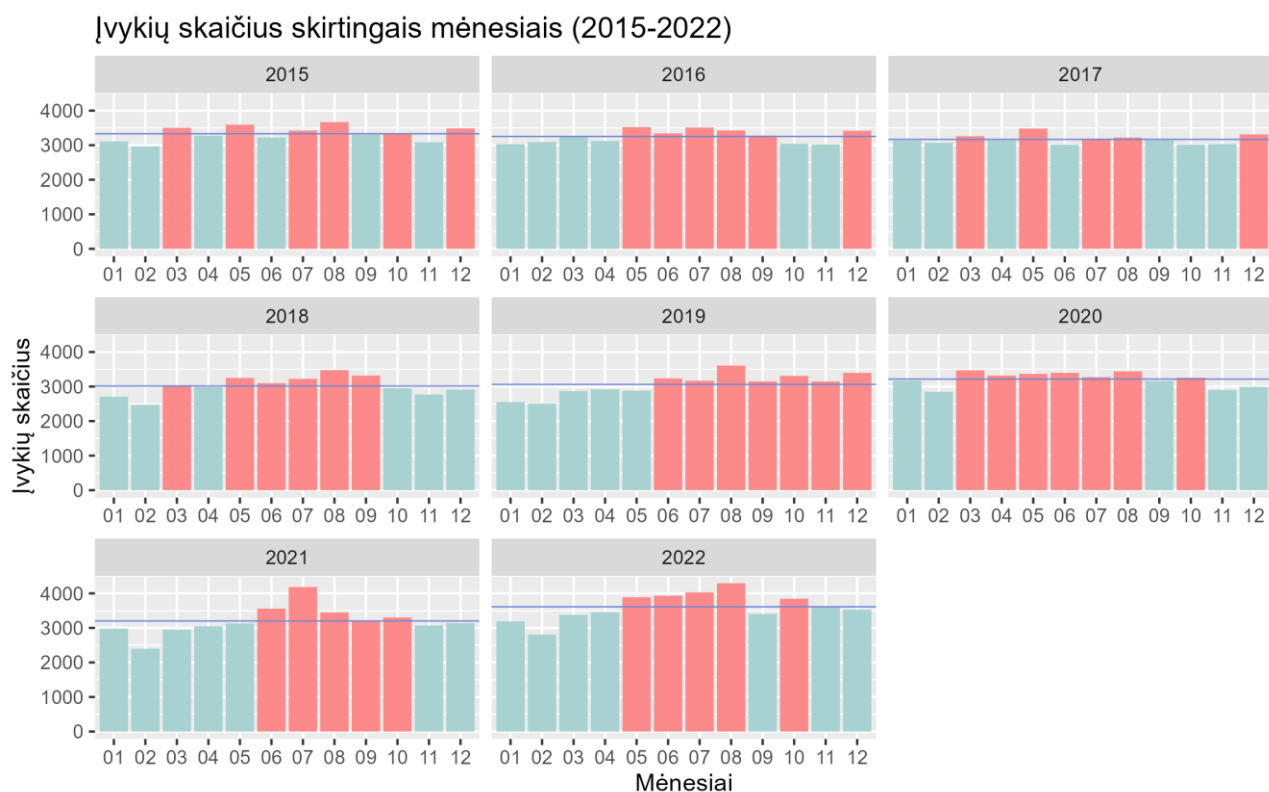
**31 pav.** Policijos registruotų įvykių procentinis pokytis nuo 2015 m. pagal įvykių grupes Kaune

32 pav. pateikiama bendra ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių laiko eilutė padieniui. Pastebima, kad iki 2019 m. įvykių skaičiaus tendencija beveik nekito. Nuo 2019 m. pastebimas padidėjimas, o ryškus padidėjimas – nuo 2021 vidurio, kaip ir Vilniaus miesto atveju. Laiko eilutė sudaryta pašalinus kiekvienų metų pirmąsias dienas – absoliučiai visais metais šią dieną fiksuojama daugiausiai įvykių ir tai apsunkina bendrų tendencijų stebėjimą.



**32 pav.** ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių bendra laiko eilutė Kaune (išskyrus kiekvienų metų pirmąsias dienas)

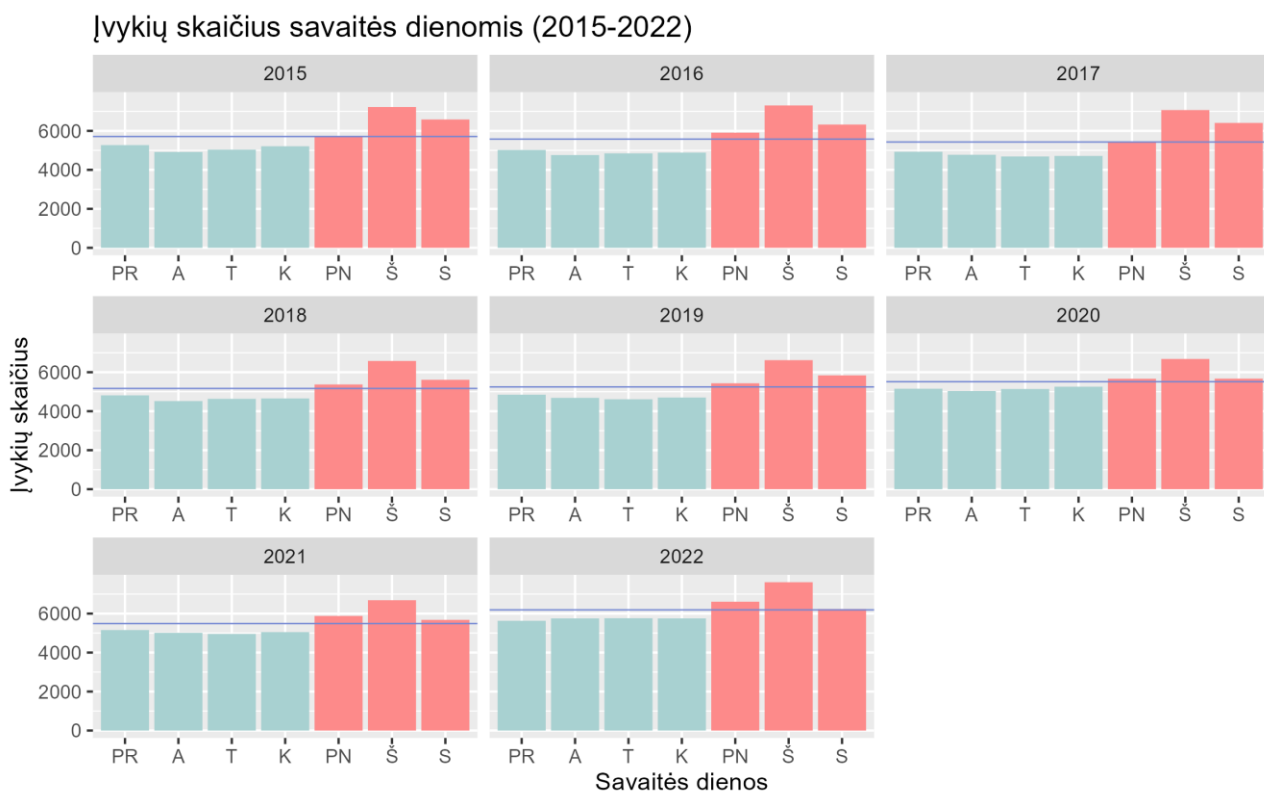
Kauno miesto laiko eilutėje nesimato tokių ryškių skirtumų šiltuoju ir šaltuoju laikotarpiu. Siekiant geriau atpažinti šiuos skirtumus kasdieniai įvykiai buvo agreguoti į mėnesius (33 pav.). Mėlyna linija žymi kiekvienų metų vidurkį, žali stulpeliai – mėnesio įvykių skaičius mažesnis už vidurkį, raudona – didesnis. Matome, jog kiekvienais metais yra laikotarpis, kai įvykių skaičius viršija vidurkį – tai dažniausiai vasaros laikotarpis, tačiau pats periodas nėra toks stabilus. Didesnis stabilumas pastebimas nuo 2018 m., kai nuolat vasaros mėnesiais įvykių skaičius viršija vidurkį, tačiau taip pat išsiskiria ir rugsėjo, spalio mėnesiai, o 2019 m. visi mėnesiai nuo birželio. Skirtingų įvykių tipų pasiskirstymas mėnesiais pateikiamas 3 priedo 1 lentelėje.



**33 pav.** Įvykių pasiskirstymas skirtingų metų mėnesiais Kaune

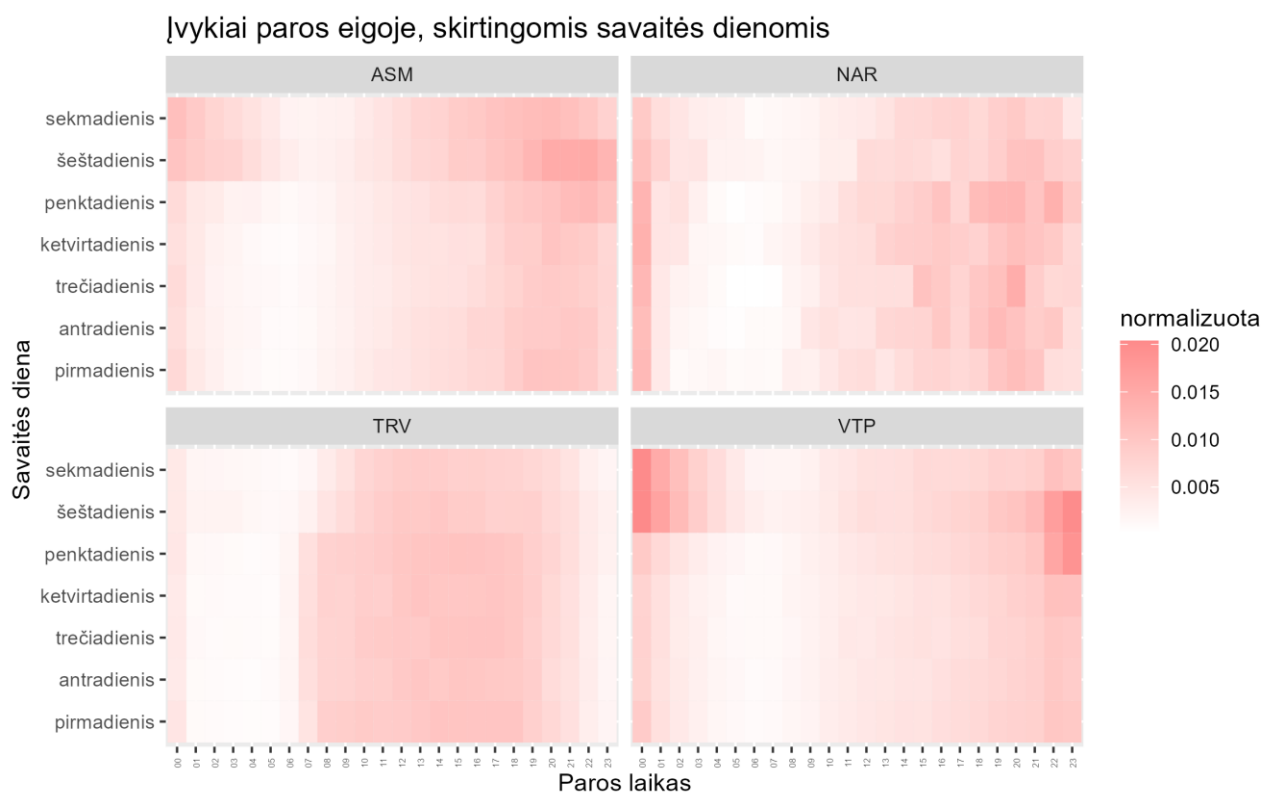
34 pav. pateikiamas visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje – galima pastebėti, kad bendras įvykių skaičius išauga savaitgalio dienomis – penktadienį, šeštadienį ir sekmadienį. Nėra nei vieno metų, kai įvykių skaičius kažkurią iš dienų būtų mažesnis nei savaitės dienos vidurkis, skirtingai nei Lietuvos ar Vilniaus miesto atveju. Išimtys pastebimos 2015 m. ir 2017 m. – šių metų penktadieniais fiksuojamas mažesnis įvykių skaičius nei savaitės vidurkis. Taip pat, galima

pastebėti, kad paskutiniais metais vis daugiau įvykių įvyksta penktadienį nei sekmadienį. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės dienomis pateiktas 3 priedo 2 lentelėje.



**34 pav.** Bendras visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje Kaune

35 pav. pateikiamas pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis. Tokiu būdu matyti, kad ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypač tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis). TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu – būtina akcentuoti, kad tai yra vagystės, turto sunaikinimai/sugadinimai, todėl šios veikos dažniausiai vykdomos, kada tikėtina gyventojų nėra namuose. Pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis 2015–2022 m. pateiktas 3 priedo 3 lentelėje.



35 pav. Įvykiai paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis Kaune

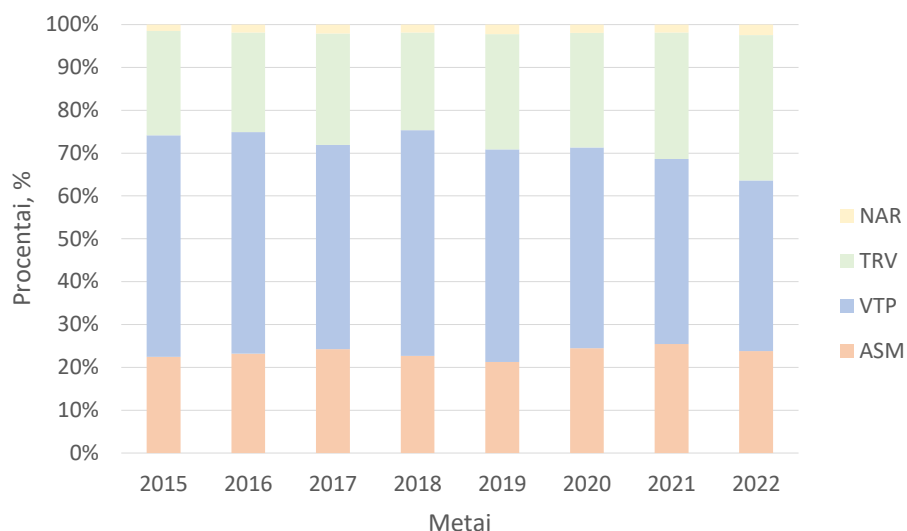
#### 2.2.4 Klaipėdoje fiksuotų įvykių statistika

Bendra ASM, VTP, TRV ir NAR įvykių apimtis 2015–2022 m. laikotarpiu sudarė 200 491. Duomenų apimtis galima matyti 5 lentelėje, o jų procentinį pokytį – 36 paveiksle.

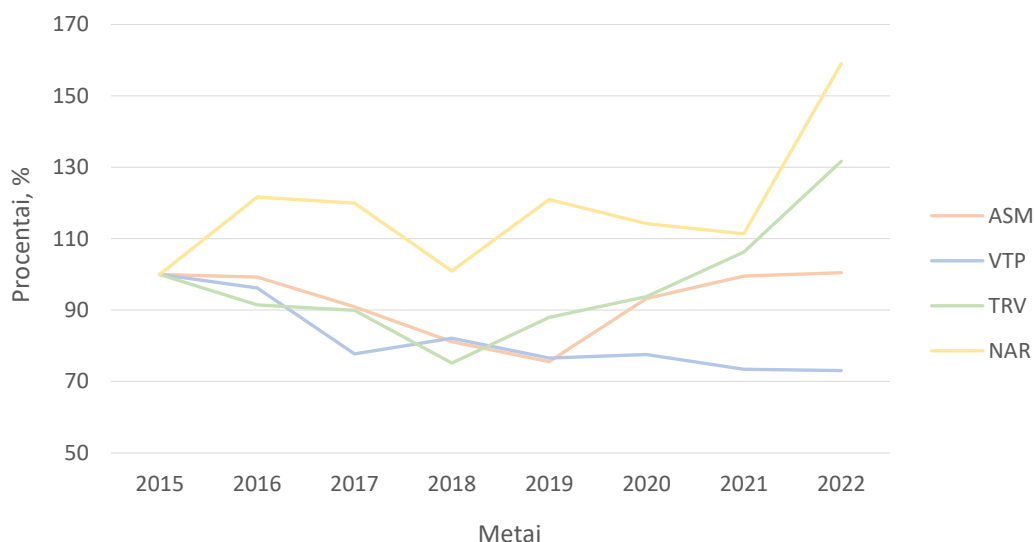
5 lentelė. Policijos registruotų įvykių dinamika 2015–2022 m. Klaipėdoje

Metai	ASM	VTP	TRV	NAR
2015	6 355	14 610	6 901	415
2016	6 310	14 050	6 311	505
2017	5 777	11 363	6 204	498
2018	5 156	12 003	5 188	419
2019	4 802	11 186	6 072	502
2020	5 927	11 328	6 474	474
2021	6 327	10 728	7 334	462
2022	6 386	10 676	9 088	660
Viso	47 040	95 944	53 572	3 935

Didžiausią dalį Policijos registruotų įvykių sudaro viešosios tvarkos pažeidimai, o mažiausią – įvykiai, susiję su narkotikais. Pastebima, kad viešosios tvarkos pažeidimai sudaro žymiai didesnę dalį visų įvykių, lyginant su Vilniaus ar Kauno miestu. Viešosios tvarkos pažeidimų dalis mažėja, o kitų įvykių iki 2018–2019 m. mažėjo, o vėliau pradėjo daugėti.



**36 pav.** Skirtingų tipų įvykių procentinė dalis Klaipėdoje

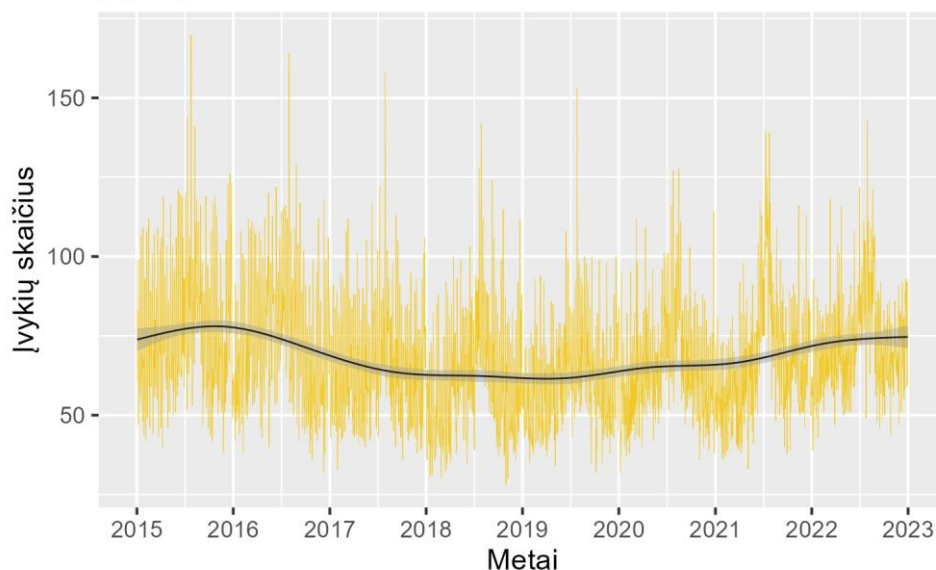


**37 pav.** Policijos registruotų įvykių procentinis pokytis nuo 2015 m. pagal įvykių grupes Klaipėdoje

38 pav. pateikiama bendra ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių laiko eilutė padieniui. Pastebima teigiama tendencija – įvykių skaičiaus mažėjimas iki 2017 m., stabilus laikotarpis tarp 2017 m. ir 2020 m. ir neigiama tendencija – įvykių skaičiaus didėjimas nuo 2021 m. Laiko eilutė sudaryta pašalinus kiekvienų metų pirmąsias dienas – absoliučiai visais metais šią dieną fiksuojama daugiausiai įvykių ir tai apsunkina bendrą tendencijų stebėjimą.



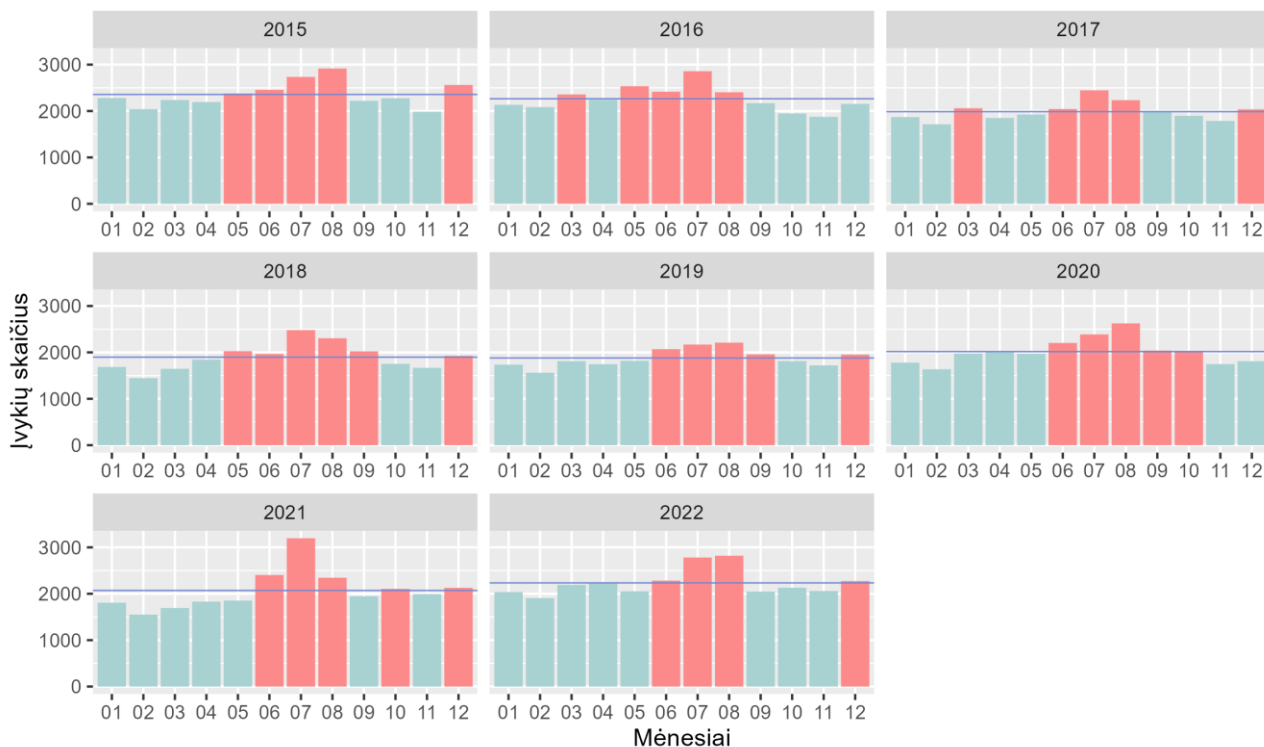
Įvykių skaičius 2015-2022 m.



**38 pav.** ASM, TRV, VTP ir NAR tipų įvykių bendra laiko eilutė Klaipėdoje (išskyrus kiekvienų metų pirmąsias dienas)

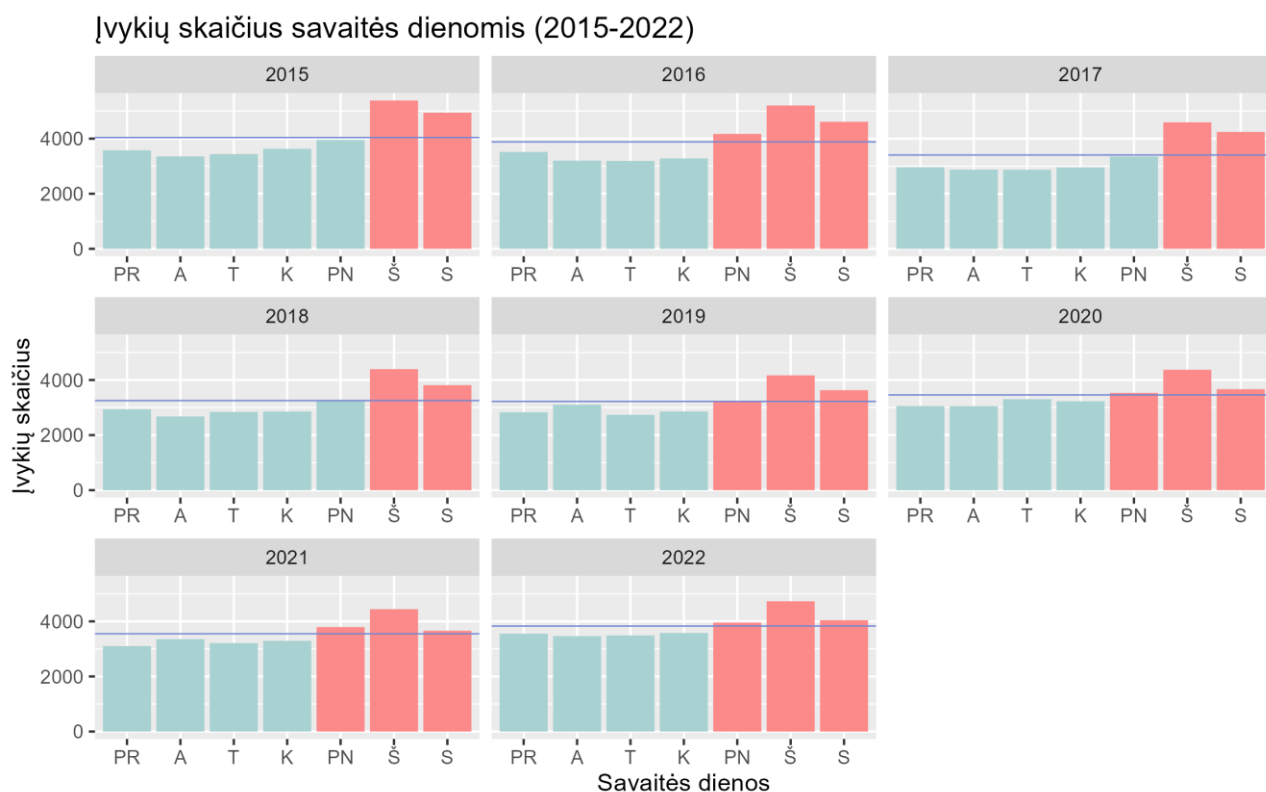
Klaipėdos miesto laiko eilutėje matosi gana ryškūs skirtumai šiltuoju ir šaltuoju laikotarpiu. Siekiant geriau atpažinti šiuos skirtumus kasdieniai įvykiai buvo agreguoti į mėnesius (39 pav.). Mėlyna linija žymi kiekvienų metų vidurkį, žali stulpeliai – mėnesio įvykių skaičius mažesnis už vidurkį, raudona – didesnis. Visais metais yra stabiliai trys mėnesiai, kai įvykių skaičius yra didesnis už mėnesio vidurkį – birželis, liepa ir rugpjūtis. Taip pat, dažnai į šį laikotarpį patenka gegužės, rugsėjo ir gruodžio mėnesiai. Skirtingų įvykių tipų pasiskirstymas mėnesiais pateikiamas 4 priedo 1 lentelėje.

Įvykių skaičius skirtingais mėnesiais (2015-2022)



**39 pav.** Įvykių pasiskirstymas skirtingų metų mėnesiais Klaipėdoje

40 pav. pateikiamas visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje – galima pastebėti, kad bendras įvykių skaičius išauga savaitgalio dienomis – penktadienį, šeštadienį ir sekmadienį. Išimtyms pastebimos 2015 m. ir 2017 m. – šių metų penktadieniais fiksuojamas mažesnis įvykių skaičius nei savaitės vidurkis. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės dienomis pateiktas 4 priedo 2 lentelėje.



**40 pav.** Bendras visų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje Klaipėdoje

41 pav. pateikiamas pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis. Tokiu būdu matyti, kad ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis). TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu – būtina akcentuoti, kad tai yra vagystės, turto sunaikinimai/sugadinimai, todėl šios veikos dažniausiai vykdomos, kada tikėtina gyventojų nėra namuose. Pasiskirstymas paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis 2015–2022 m. pateiktas 4 priedo 3 lentelėje.

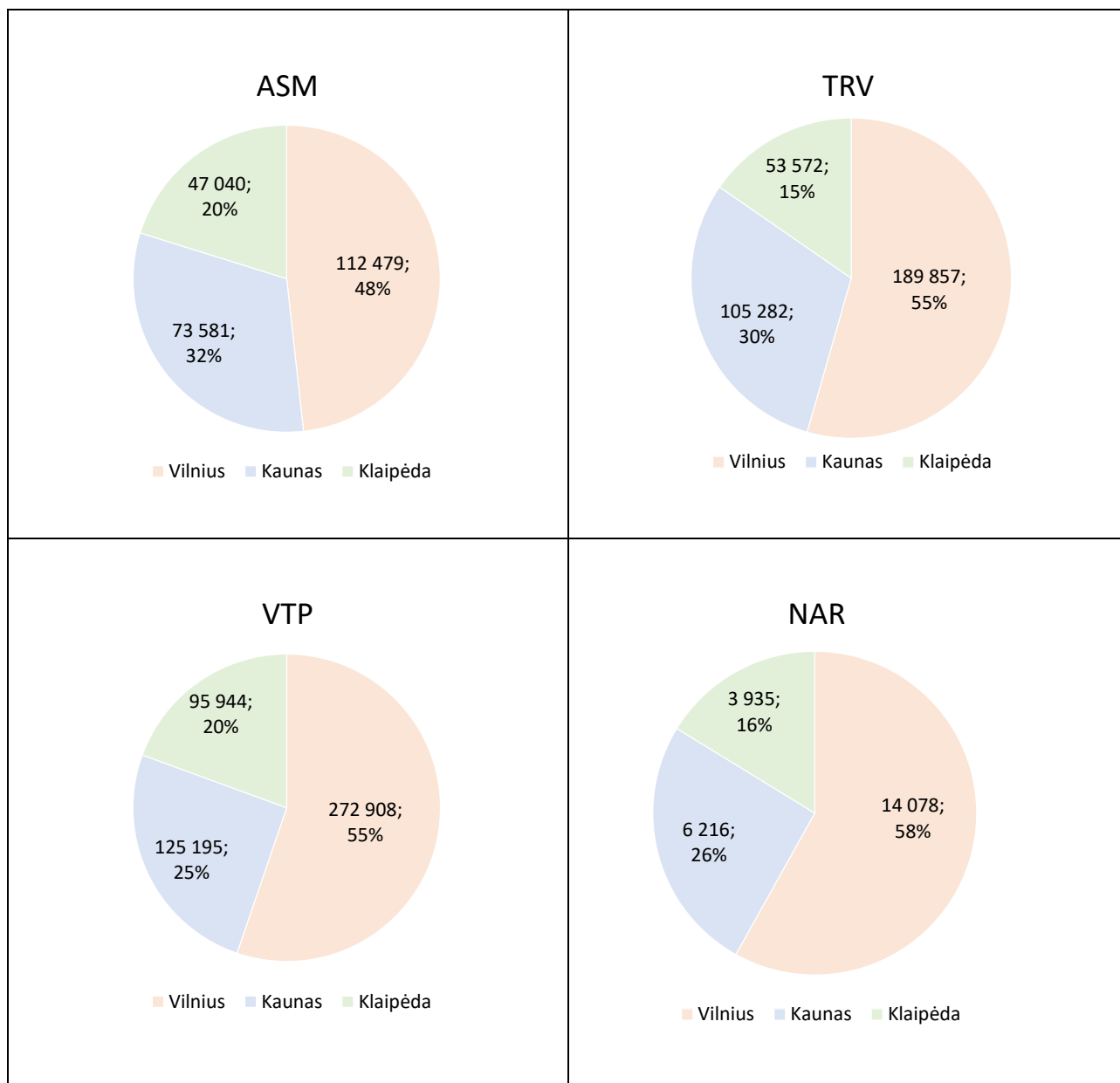


**41 pav.** Įvykiai paros eigoje, skirtingomis savaitės dienomis Klaipėdoje

## 2.2.5 Didžiųjų miestų statistikos palyginimas ir apibendrinimas

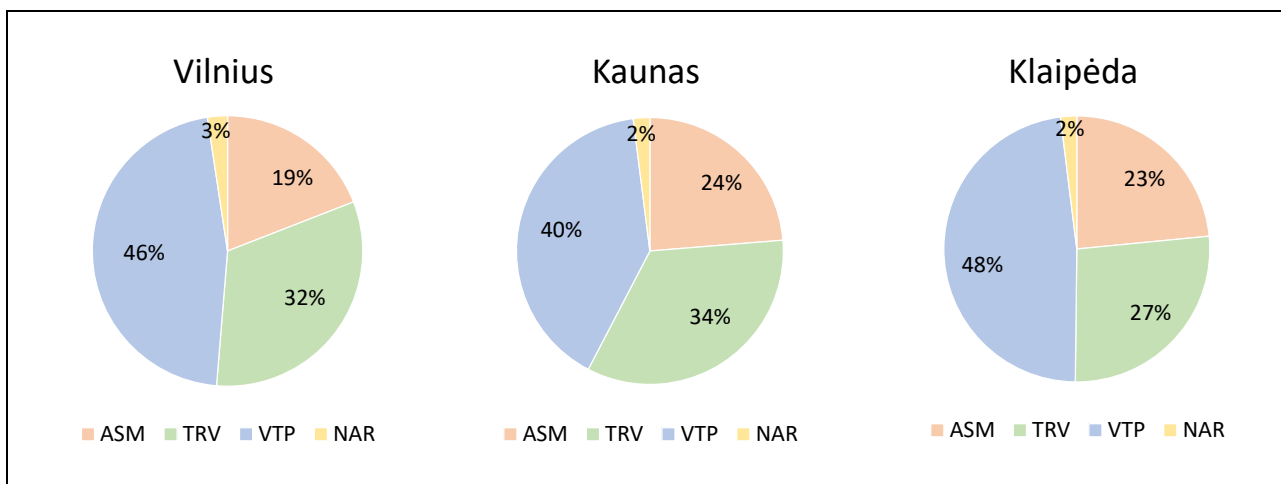
Visoje Lietuvoje 2015–2022 m. laikotarpiu fiksuota apie 2,69 mln. įvykių, o tuo tarpu trijuose didžiuosiuose miestuose – apie 1,1 mln. (tai beveik 41% visų Lietuvos įvykių). Didžiausia dalis fiksuota Vilniuje (beveik 22% visų Lietuvos įvykių), kiek mažiau Kaune (beveik 12%) ir mažiausiai Klaipėdoje (beveik 8%). Suprantama, kad tokiu pačiu eiliškumu pasiskirsto įvykių skaičius ir tarp didžiųjų miestų, tačiau čia Vilniaus mieste įvyksta net apie 54% visų didžiuosiuose miestuose fiksuotų įvykių, Kaune – apie 28%, o Klaipėdoje – apie 18%. Kitaip tariant, Vilniuje fiksuojama daugiau įvykių nei Kaune ir Klaipėdoje kartu. Bendras fiksuotų įvykių kiekis tarp miestų skiriasi, tačiau galima atidžiau pažiūrėti kokią dalį kiekvieno konkretaus tipo įvykių sudaro kiekvienos miesto įvykiai. Pavyzdžiui, Vilniuje įvyksta beveik 60% visų įvykių, susijusių su narkotikais fiksuotų trijuose didžiuosiuose Lietuvos miestuose. Tuo tarpu įvykių, susijusių su smurtu dalis yra kiek mažesnė nei 50%. Tikslesni pasiskirstymai pateikiami 6 lentelėje.

**6 lentelė.** Policijos registruotų ASM, VTP, TRV ir NAR tipų dalis didžiuosiuose Lietuvos miestuose (2015–2022 m.)



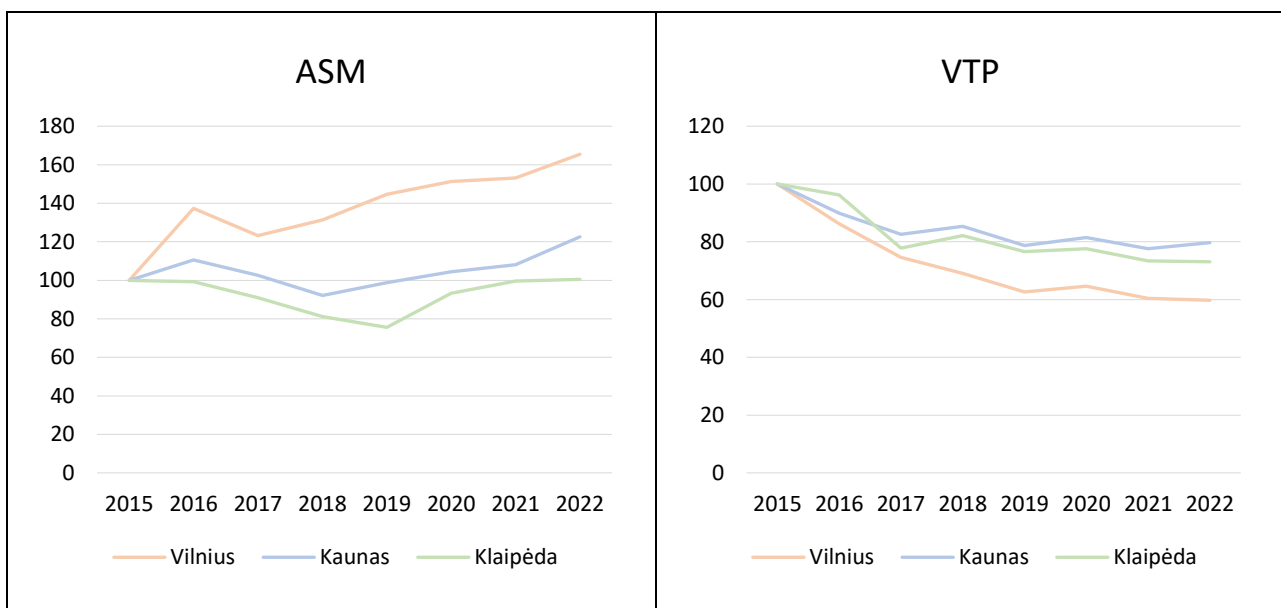
Tiek bendras įvykių skaičius, tiek konkrečių tipų pasiskirstymas išlieka identiškas – daugiausiai įvykių fiksuojama Vilniuje, mažiau Kaune ir mažiausiai Klaipėdoje. Visgi, skirtingų tipų įvykių dalis miestuose šiek tiek skiriasi. Pavyzdžiui, Klaipėdoje VTP sudaro 48% visų įvykių, kai Kaune – 40%. Tuo tarpu Kaune TRV įvykiai sudaro 34%, o Klaipėdoje – 27%. Taip pat, Vilniuje fiksuojama šiek tiek mažesnė įvykių, susijusių su smurtu dalis, tačiau nežymiai didesnė – įvykių, susijusių su narkotikais. Išsamesnė informacija pateikiama 7 lentelėje.

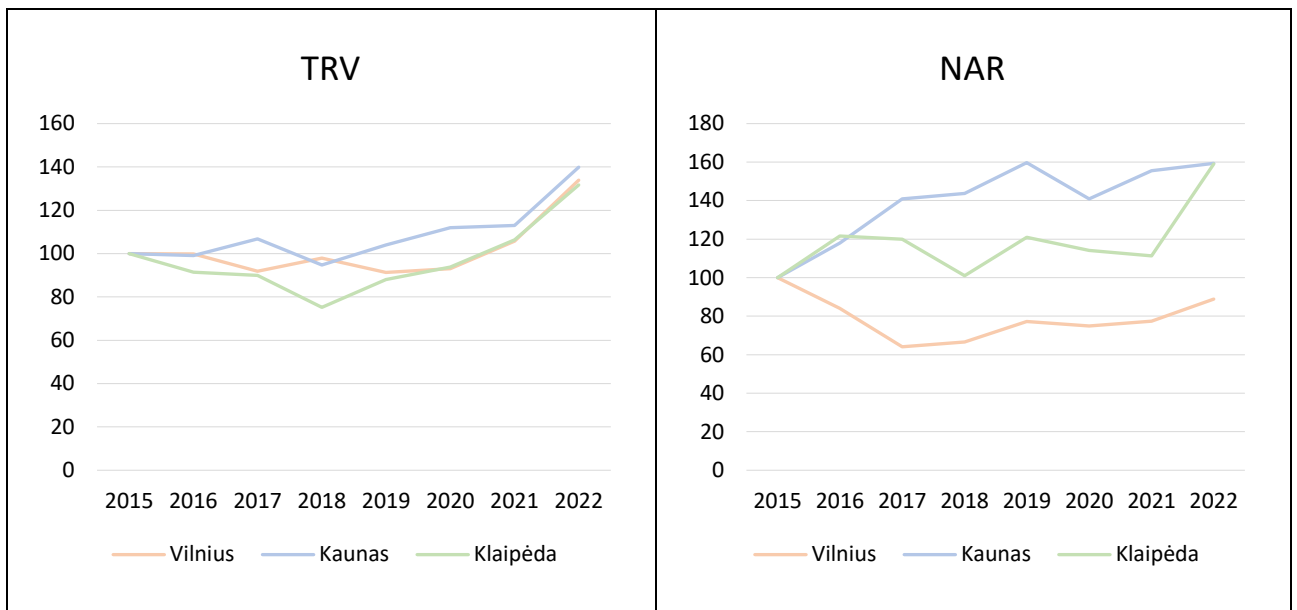
**7 lentelė.** Policijos registruotų įvykių pasiskirstymas pagal tipus Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje (2015–2022 m.)



Atlikdami visos Lietuvos ir skirtingų miestų analizę pastebėjome, kad įvykių skaičius kinta visu 2015–2022 m. laikotarpiu. Visgi, tas kitimas nėra vienodas visuose miestuose, todėl siekiama išvelgti esminius skirtumus. ASM tipo įvykių skaičius labiausiai didėjo Vilniuje, kiek mažiau Kaune, o Klaipėdoje skirtingais metais situacija keitėsi, bet palyginti 2022 m. su 2015 m. įvykių skaičius beveik nepakito. VTP įvykių skaičius mažėjo visuose trijuose miestuose, o intensyviausiai – Vilniuje. Kaune ir Klaipėdoje VTP įvykių skaičiaus tendencijos visu tyrinėjamu laikotarpiu labai panašios. Įdomus TRV tipo įvykių procentinis pokytis – Kaune ir Klaipėdoje tendencijos yra panašios, t. y., kai įvykių skaičius mažėja viename mieste, tai mažėja ir kitame. Tuo tarpu Vilniuje situacija dažnai priešinga – jei įvykių skaičius Kaune ir Klaipėdoje mažėja, tai Vilniuje didėja ir atvirkščiai. Sudėtinga išvelgti aiškias tendencijas NAR tipo įvykių pokyčiuose, tačiau galima matyti, jog nors skirtingais metais visuose miestuose NAR tipo įvykių skaičius mažėja ir didėja, tačiau bendra tendencija Kaune ir Klaipėdoje neigiama – įvykių skaičius padidėjo, o Vilniuje teigiama – įvykių skaičius sumažėjo.

**8 lentelė.** Skirtingų tipų procentinis pokytis Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje (2015–2022 m.)





Pasiskirstymas savaitės dienomis ir jų paros valandomis neatskleidžia didelių skirtumų. Iš esmės tendencijos yra labai panašios visuose miestuose. ASM ir VTP tipo įvykių daugiausiai fiksuojama po darbo valandų (nuo 17–18 val.) iki 01–03 valandos. VTP tipo įvykių skaičius labai išauga savaitgaliais apie vidurnaktį. Tuo tarpu TRV tipo įvykių pasiskirstymas yra beveik priešingas – didžiausia dalis įvykių fiksuojama dienos metu, nuo 07 iki maždaug 21 valandos. NAR tipo įvykių pasiskirstymas nėra tendencingas – sudėtinga išvelgti aiškų pasiskirstymą skirtingų savaitės dienų paros eigoje. Galima atkreipti dėmesį, kad nuo vidurnakčio iki paryčių NAR tipo įvykių fiksuojama labai mažai.

Metų eigoje taip pat nėra labai ryškių skirtumų. Iš esmės, visuose trijuose miestuose įvykių skaičius didėja šiltuoju metų laiku. Galima matyti nežymius skirtumus tarp skirtingų tipų pasiskirstymo, tačiau sunku išvelgti aiškių tendencijų. TRV įvykių skaičius 2019–2020 m. labai skiriasi Kaune, palyginti su Vilniumi ir Klaipėda. Kaune daugiausiai fiksuojama nuo 2019 m. rugpjūčio iki 2020 m. gegužės, kai tuo tarpu Vilniuje ir Klaipėdoje – abiejų metų viduryje (gegužės – rugpjūčio mėnesiais).

### 2.3 Erdvinės įvykių sklaidos analizė

Prieš rajonavimą siekiama susipažinti su nusikalstamumo situacija Lietuvoje bei didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir jų priemiesčiuose, atlikti tose teritorijose įvykių erdvinės sklaidos analizę. Egzistuoja daugybė įvairių erdvinės sklaidos analizės metodų, kurie gali būti pritaikomi skirtingų programinių įrangų, skirtingų įrankių pagalba. Visgi, šio tyrimo metu yra naudojami trys metodai, siekiant susipažinti su nusikalstamumo situacija bei atlikti erdvinės sklaidos analizę. Visos Lietuvos lygmeniu yra skaičiuojamas santykinis įvykių skaičius, tenkantis 1 000 gyventojų seniūnijose bei vietos koeficientas 2,5 x 2,5 km dydžio gardelėse. Miestuose sudaromi įvykių tankio žemėlapiai bei skaičiuojamas vietos koeficientas 500x500 m dydžio gardelėse.

#### *Tankumo analizė*

Siekiant įvertinti skirtingų tipų įvykių tankį ir pasiskirstymą didžiuosiuose Lietuvos miestuose, buvo atlikta tankumo analizė. Jai atlikti pritaikytas vienas populiariausių įrankių – *Kernel Density*. Gaunamas rezultatas – rastras, kurio kiekviena celė turi tankio reikšmę. Kitaip tariant, šis metodas apskaičiuoja taškų tankį aplink kiekvieną išvesties rastro celę, kai didžiausia vertė yra taško vietoje

ir mažėja didėjant atstumui nuo taško, pasiekdama nulį, kai viršijamas paieškos spindulio atstumas. Kiekvienos išvesties rastro langelio tankis apskaičiuojamas pridėdant visų branduolio paviršių, kuriuose jie dengia rastro langelio centrą, vertes. Šiuo atveju, visiems miestams buvo parinkti identiški parametrai: išvesties rastro celės dydis 100x100 m, o paieškos spindulys – 500 m. Suformavus galutinį rastrą yra atliekamas vienas papildomas veiksmas – iš rastro pašalinamos tos gardelės, kurių tankumo reikšmės yra lygios 0. Tokiu atveju, galutiniame žemėlapyje vaizduojamos tik tokios teritorijos, kur tankio reikšmės yra didesnės už 0.

#### *Santykinio įvykių skaičiaus analizė*

Santykinis įvykių skaičius, tenkantis 1 000 gyventojų skaičiuotas Lietuvos seniūnijose. Tiesa, seniūnijos nedengia visos Lietuvos teritorijos, todėl naudotas duomenų rinkinys iš 2020 m. bandomojo surašymo. Geoerdvinius gyventojų surašymo duomenis sudaro integruoti seniūnijų, miestų bei miestų savivaldybių teritorijų geoerdviniai duomenys. Pagrindiniai teritoriniai vienetai yra seniūnijos, tačiau jos nedengia visos Lietuvos teritorijos, todėl geoerdviniai duomenys buvo papildyti miestų/miestų savivaldybių teritorijomis.

#### *Vietos koeficiento analizė*

Vietos koeficientas (teritorinės koncentracijos koeficientas) leidžia geriau pažinti skirtingų tipų įvykių koncentraciją. Vietos koeficientas visų didžiųjų miestų ir jų priemiestinių teritorijų atveju skaičiuotas 500x500 m gardelėse. Vietos koeficientas nurodo tam tikro aktyvumo dalies viename erdviniam vienete santykį su tuo paties aktyvumo dalimi visame regione. Šiuo atveju apskaičiuotas vietos koeficientas parodo gardeles, kuriose analizuojamo tipo įvykių santykis palyginti su bendru policijos registruotų įvykių skaičiumi viršija visos analizuojamos teritorijos tyrinėjamo tipo įvykių santykį su bendru policijos registruotų įvykių skaičiumi. Gardelės, kuriose pastebimas didelis vietos koeficientas nebūtinai išsiskiria dideliu nusikaltimų skaičiumi, tačiau policijos pareigūnų dėmesys turėtų būti labiau koncentruotas į būtent to tipo įvykius ir jų prevenciją. Vietos koeficiento skaičiavimo formulė:

$$\text{vietos koeficientas} = \frac{\left(\frac{\text{analizuojamo tipo įvykių skaičius gardelėje}}{\text{bendras įvykių skaičius gardelėje}}\right)}{\left(\frac{\text{analizuojamo tipo įvykių skaičius tiriamoje teritorijoje}}{\text{bendras įvykių skaičius tiriamoje teritorijoje}}\right)}$$

## **2.4 Tyrimo duomenų ruošimas rajonavimo eksperimentams**

Tyrimo metu rajonavimas taikytas didiesiems Lietuvos miestams – Vilniui, Kaunui ir Klaipėdai su išskirtomis priemiestinėmis teritorijomis. Kiekvienam iš šių miestų duomenys buvo ruošiami atskirai, tačiau tokiu pačiu principu. Visų pirma, atskiriamos gardelės, kuriose atitinkamo tipo įvykių nėra fiksuojama – tokios gardelės priskiriamos nulinei kategorijai (priskiriama reikšmė 0). Tuomet likusioms reikšmėms yra skaičiuojami percentiliai, į kuriuos atsižvelgiant, skirtingi analizuojami įvykių tipai skirstomi į 6 kategorijas pagal įvykių skaičių:

- nulinė kategorija (0). Į šią kategoriją įtraukiamos gardelės, kuriose įvykių nebuvo fiksuota;
- pirmoji kategorija (1). Į šią kategoriją įtraukiamos gardelės, kuriose įvykių tipo reikšmės yra mažesnės arba lygios 20 percentiliui, t. y. ši intervalą sudaro 20 proc. mažiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių;
- antroji kategorija (2). Į šią kategoriją įtraukiamos gardelės, kuriose įvykių tipo reikšmės yra tarp 20 ir 40 (įskaitytinai) percentilio, t. y. ši intervalą sudaro didesnės reikšmės nei 20%

mažiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių ir mažesnės nei 40 proc. (įskaitytinai) mažiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių;

- trečioji kategorija (3). Į šią kategoriją įtraukiamos gardelės, kuriose įvykių tipo reikšmės yra tarp 40 ir 60 (įskaitytinai) percentilio, t. y. ši intervalą sudaro didesnės reikšmės nei 40% mažiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių ir mažesnės nei 40 proc. (įskaitytinai) didžiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių;
- ketvirtoji kategorija (4). Į šią kategoriją įtraukiamos gardelės, kuriose įvykių tipo reikšmės yra tarp 60 ir 80 (įskaitytinai) percentilio, t. y. ši intervalą sudaro didesnės reikšmės nei 40% didžiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių ir mažesnės nei 20 proc. (įskaitytinai) didžiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių;
- penktoji kategorija (5). Į šią kategoriją įtraukiamos gardelės, kuriose įvykių tipo reikšmės yra didesnės už 80 procentilį, t. y. ši intervalą sudaro 20 proc. didžiausių atitinkamo įvykių tipo reikšmių.

Siekiant geriau suprasti kategorijų reikšmes, galima suteikti aiškesnius pavadinimus. Nulinė kategorija – įvykių nėra fiksuojama; pirmoji kategorija – fiksuojama labai mažai įvykių; antroji kategorija – fiksuojama mažai įvykių; trečioji kategorija – fiksuojama vidutiniškai įvykių; ketvirtoji kategorija – fiksuojama daug įvykių; penktoji kategorija – fiksuojama labai daug įvykių.

Visi skaičiavimai atliekami kvadratinėse 500 x 500 m gardelėse. Suskirsčius įvykius į aukščiau aprašytas kategorijas yra atliekamas skirtingų rajonavimo metodų taikymas.

## 2.5 Priemiestinių teritorijų išskyrimas

Ankstesniame skyriuje minima, jog duomenys skirtingi paruošiami visos Lietuvos tyrimo analizei ir didžiųjų miestų bei jų priemiesčių. Dėl šios priežasties, būtina susipažinti su tuo, kas yra laikoma priemiesčiu.

Pirmajame ataskaitos skyriuje yra pristatomos pagrindinės sąvokos, o viena iš jų – priemiestis. Deja, bet tokios oficialios sąvokos nėra, todėl yra sudėtinga ne tik apibrėžti (įvardinti) kas yra priemiestis, bet ir išskirti skirtingų miestų priemiestines teritorijas. Nėra aiškių oficialių taisyklių, kas yra laikoma priemiesčiu, o kas ne, todėl šiame tyrime yra atliekama apibendrinta duomenų analizė, leidžianti bent dalinai objektyviai įvertinti priemiestines teritorijas. Žinoma, šio tyrimo kontekste nėra koncentruojamasi į pačių priemiestinių teritorijų išskyrimą, todėl jų išskyrimo metodiką kituose tyrimuose galima tobulinti. Būtina atkreipti dėmesį, kad kai kurios vietos yra vertinamos ir ekspertiniu požiūriu, t. y. konsultuotasi su profesionalu, kuris yra gerai susipažinęs su urbanizacijos, suburbanizacijos procesais, gerai išmano miestų struktūras, žino apytiksles didžiųjų miestų priemiesčių teritorijas. Taigi, apjungus erdvinės analizės metodus su ekspertiniu vertinimu, galima apytiksliai išskirti Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos priemiestines teritorijas, kurios yra aktualios šiame tyrime.

Didelė dalis metodikos, kuri skirta priemiestinių teritorijų išskyrimui, yra panaši visiems trims didiesiems miestams. Visų pirma, atrenkamos miestų seniūnijos aplink miesto centrą.

1. Vilnius. Iš visų Vilniaus miesto ir rajono seniūnijų atrinktos 32 – Justiniškių, Šnipiškių, Pašilaičių, Viršuliškių, Žvėryno, Fabijoniškių, Karoliniškių, Rudaminos, Naujosios Vilnios, Juodšilių, Grigiškių, Bezdonių, Pagirių, Nemėžio, Šatrininkų, Panerių, Antakalnio, Riešės, Zujūnų, Avižienių, Rasų, Naujininkų, Mickūnų, Verkių, Lazdynų, Lentvario, Šeškinės, Naujamiesčio, Vilkpėdės, Žirmūnų, Senamiesčio ir Pilaitės.



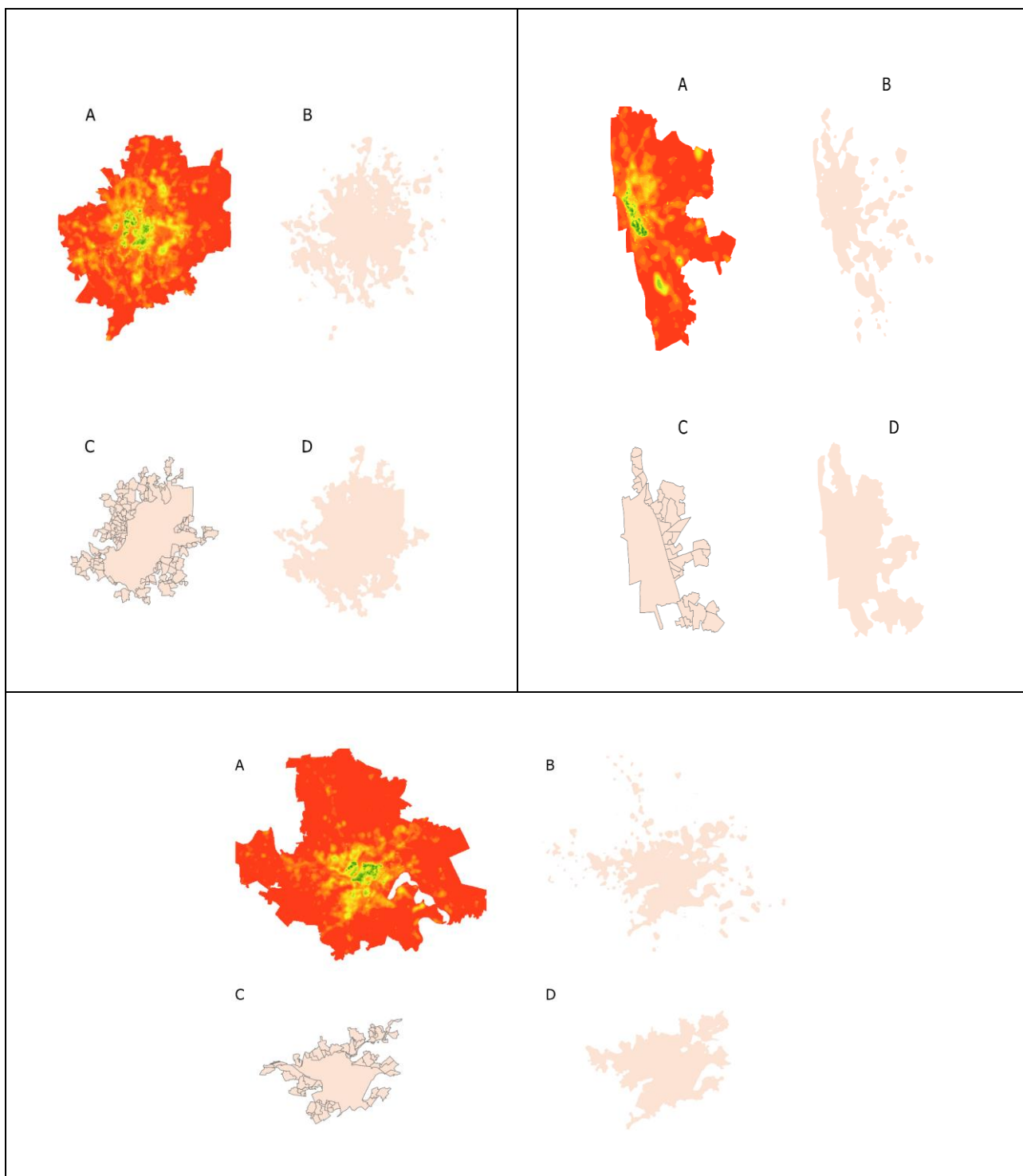
2. Kaunas. Iš visų Kauno miesto ir rajono seniūnijų atrinktos 33 – Kačerginės, Centro, Dainavos, Šančių, Žaliakalnio, Gričiupio, Neveronių, Vilijampolės, Eigulių, Akademijos, Raudondvario, Kulautuvos, Užliedžių, Rumšiškių, Ringaudų, Domeikavos, Zapyškio, Užusalių, Alšėnų, Rokų, Pravieniškių, Panemunės, Garliavos, Aleksoto, Šilainių, Karmėlavos, Babtų, Taurakiemio, Vandžiogalos, Samylų, Petrašiūnų, Lapių, Garliavos apylinkių.
3. Klaipėda. Teritorijų pasirinkimas atliekamas seniūnijų lygmeniu. Iš visų Klaipėdos rajono seniūnijų atrinktos 5 – Dauparų-Kvietinių, Dovilų, Priekulės, Sendvario, Kretingalės. Taip pat priskirtos pakraštinės Klaipėdos miesto teritorijos iki Palangos plento.

Iš atrinktų seniūnijų yra suformuojamos pirminės teritorijos ir vyksta duomenų atranka – Adresų registro adresų taškai; OpenStreetMap pastatų bei kelių sluoksniai; 2021 m. gyventojų ir būstų surašymo duomenys; 100x100 m gardelės. Su atrinktais duomenimis atliekami tokie veiksmai:

- apskaičiuojamas adresų taškų tankis, naudojantis *kernel tankumo* įrankiu;
- apskaičiuojamas gyventojų tankis, naudojantis *kernel tankumo* įrankiu;
- apskaičiuojamas kelių tankis, naudojantis *kernel tankumo* įrankiu;
- apskaičiuojamas pastatų tankis 100 m gardelėse. Šiuo atveju, įvertinama kokią dalį gardelės užima pastatai (nuo 0 iki 100 proc.).

Atlikus minėtuosius veiksmus, vykdomas tinkamumo modeliavimas (angl. *suitability modeler*), kuris leidžia gautus analizės rezultatus apjungti į vieną rastrą. Norint atlikti tinkamumo modeliavimą, būtina naudoti rastrinius duomenis, todėl gardelės, kuriose įvertintas pastatų tankis, paverčiamos į rastrinį duomenų sluoksnį, o jo reikšmės yra lygios pastatų dalies gardelėje vertėms. Svarbu paminėti, jog visa duomenų analizė yra atliekama 100x100 m gardelėse. Visi 4 rastrai yra naudojami tinkamumo modeliavimo aplinkoje, kur, visų pirma, duomenys yra perklasifikuojami, t. y. šiuo atveju skirtingiems intervalams yra priskiriamos reikšmės nuo 1 iki 10 (1 – mažiausiai tinkama teritorija, 10 – labiausiai tinkama teritorija). Atlikus anksčiau aprašytus veiksmus bei perklasifikavimą yra suformuojamas bendras rastras (6 lentelė, A). Iškart pašalinamos pačios netinkamiausios teritorijos, t. y., kur reikšmės yra pačios mažiausios (6 lentelė, B). Kitas žingsnis – pridėamos gyvenvietės, kurios patenka į atrinktas Kauno miesto seniūnijas, apskaičiuojama, kokią kiekvienos gyvenvietės dalį sudaro atrinktos teritorijos ir paliekamos tik tos, kuriose atrinktų teritorijų dalis gyvenvietėje yra didesnė nei 60% bei jos sudaro vientisą teritoriją (6 lentelė, C). Tuomet peržiūrimos likusios teritorijos iš sudaryto rastro, kurios yra jungios su atrinktomis gyvenvietėmis. Atliekamas tokių teritorijų apjungimas bei gaunamas galutinis miesto ir jo priemiesčių išskyrimo variantas (6 lentelė, D). Paskutinis žingsnis – ekspertinis vertinimas, kurio metu gali būti pridėtos ar pašalintos tam tikros teritorijos.

**9 lentelė.** Skirtingų miestų priemiesčių išskyrimas (viršuje kairėje – Vilniaus, viršuje dešinėje – Klaipėdos, apačioje – Kauno)



## 2.6 Rajonavimas

Tyrimo metu atliktoje eksperimentų serijoje naudojami keturi erdvinio grupavimo metodai, pasirinkti išanalizavus literatūrą ir programinės įrangos galimybes.

1. Erdviškai apribotas hierarchinis grupavimas (SCHC). Šio metodo veikimo principas yra panašus į hierarchinio grupavimo, vienintelis skirtumas – čia įtraukiamas erdvinis gretimumas. Kitaip tariant, viskas paremta ta pačia idėja, kad artimi objektai yra panašesni tarpusavyje nei tolimesni ir

objektai jungiami remiantis atstumu. Visgi, erdvinis apribojimas įtakoja tai, kad tik erdviškai gretimi objektai gali būti apjungti tarpusavyje. Taip pat, svarbu suprasti, kad suformavus tam tikrą objektų grupę, kiekvieną kartą iš naujo vertinamas erdvinis gretimumas. Išsamesnį aprašymą apie šio metodo veikimo principus galima rasti šio tyrimo metu naudojamos programinės įrangos dokumentacijoje (Anselin, 2024).

2. SKATER (angl. *Spatial Cluster Analysis by Tree Edge Removal*). Šis metodas paremtas minimalaus jungimo medžiu (angl. *minimal spanning tree*). Kiekvienas objektas turi savo viršūnę ir briaunomis yra susietas su kaimynais (gretimais objektais). Šiuo atveju, svarbus briaunos svoris, kuris yra proporcingas skirtumui tarp objektų, kuriuos jis jungia, o čia skirtumas matuojamas pagal kaimynų atributines reikšmes. Sujungus visus objektus, atliekamas ne apjungimas, o padalijimas pagal kraštus, kurie išsiskiria didžiausiais skirtumais. Plačiau šis metodas aprašomas naudojamos programinės įrangos dokumentacijoje (Anselin, 2024b).

3. REDCAP (angl. *Regionalization with dynamically constrained agglomerative clustering and partitioning*). Tai metodas, kuris apjungia tiek SCHC, tiek SKATER. Iš esmės, visą veikimą sudaro trys etapai. Pirmiausia, naudojant duotą susiejimo funkciją, sudaroma dendrograma, skirta erdviškai apribotam hierarchiniam klasterizavimui. Taip gaunama lygiai tokia pati dendrograma, kaip ir SCHC atveju. Po to ši dendrograma paverčiama erdviiniu medžiu, taikant standartinius grafų manipuliavimo principus. Galiausiai, naudojant tą pačią logiką (ir skaičiavimus), kaip ir SKATER, gaunami optimalūs medžio pjūviai iki norimo klasterių skaičiaus. Daugiau informacijos apie metodą pateikta dokumentacijoje (Anselin, 2024c).

4. AZP (angl. *Automatic Zoning Procedure*). Tai vienas seniausių rajonavimo metodų, kuris ilgą laiką buvo dalinai naudojamas kaip vienas iš modifikuojamo ploto vieneto problemos (angliškas trumpinys MAUP) sprendimo būdų. Metodas paremtas euristika, kuri skirta rasti geriausią gretimų erdvių vienetų derinį, suskirstant juos į tam tikrą regionų skaičių, minimizuojant kvadratų sumą viduje, kaip homogeniškumo kriterijų. Atkreipiamas dėmesys, kad reikia atlikti įvairius eksperimentus su nustatymais, nes tik su numatytaisiais – geriausių rezultatų ne visada galima pasiekti. Išsamesnis aprašymas pateikiamas dokumentacijoje (Anselin, 2024d).

Pasirinkta atlikti eksperimentus būtent su šiais metodais, nes juos taikant atsižvelgiama į erdvinį gretimumą. Svarbu suprasti, kad yra kitų klasterizavimo metodų, tačiau juose nėra nurodomas erdvinis gretimumas, nors tam tikri erdviniai atributai gali būti vertinami kaip papildomas atributas. Pavyzdžiui, galima pasirinkti poligonų centroidų x ir y koordinates bei jas nurodyti kaip papildomą atributą naudojamą klasterizavimui – GeoDa programinės įrangos atveju, su erdve nesusiję atributai ir su erdve susiję atributai vertinami lygiavertiškai. Kitu atveju, galima nurodyti svorį erdvių objektų centroidams – tokiu atveju centroidų koordinatės ir kiti atributai yra vertinami kaip dvi atskiros grupės. Visgi, atliekant rajonavimą yra aktualus erdvinio gretimumo įvertinimas, todėl toliau eksperimentai bus atliekami tik su minėtaisiais 4 metodais. Taip pat, visos eksperimentų serijos atliekamos su 2020 m. duomenimis. Įvertinus tinkamiausius parametrus, atliekamas rajonavimas ir su kitų metų duomenimis, siekiant įvertinti ar atrinkti metodai yra universalūs skirtingų metų duomenims. Galutiniai rajonavimo žemėlapiai sudaromi su aktualiausias to meto duomenimis, šiuo atveju – 2022 m.

### **Parametrai.**

Visų pirma, visiems minėtiems metodams reikalinga nurodyti erdvinio gretimumo tipą. Šiuose eksperimentuose naudotas „karalienės“ erdvinis gretimumas (angl. *Queen*), t. y. vertinamas ne tik kraštinėmis, bet ir kampais besiliečiančių gardelių gretimumas. Dar vienas parametras, kuris aktualus visiems rajonavimo metodams – atstumo funkcija. Čia galimi du pasirinkimai – Euklido atstumo

(angl. *Euclidean*) ir Manheteno atstumo (angl. *Manhattan*). Šiame tyrime analizuojamos teritorijos yra sudalintos į vienodo dydžio gardeles. Sudarinėjant gardeles nėra atsižvelgiama į jokių realių objektus (kelius, pastatus, kvartalus ir pan.), todėl analizuojant gardeles, visuose eksperimentuose bus naudojamas Euklido atstumo pasirinkimas. Kiti parametrai nėra vienodi visiems metodams, todėl jų variacijos pateiktos 10 lentelėje.

**10 lentelė.** Testuojami metodai ir jų parametrai

<b>Metodas (angl. method)</b>	<b>Parametras (angl. parameter)</b>	<b>Testuoti pasirinkimai</b>
SCHC	Metodas (angl. method)	Ward's Linkage Single Linkage Complete Linkage Average Linkage
	Minimalioji riba (angl. minimum bound)	Nenurodyta Gyventojų skaičius: miestuose nuo 100 iki 1 500 (100 gyventojų intervalais) Lietuvoje nuo 20 000 iki 50 000 (10 000 gyventojų intervalais)
SKATER	Minimalus regiono dydis (angl. min region size)	Nenurodyta Gardelės: miestuose nuo 10 iki 60 (5 gardelių intervalais) Lietuvoje 20, 50 ir 100 gardelių
	Metodas (angl. method)	Full-Order Ward's Linkage First-Order Single Linkage Full-Order Complete Linkage Full-Order Average Linkage Full-Order Single Linkage
REDCAP	Minimalioji riba (angl. minimum bound)	Nenurodyta Gyventojų skaičius: miestuose nuo 100 iki 1 500 (100 gyventojų intervalais) Lietuvoje nuo 20 000 iki 50 000 (10 000 gyventojų intervalais)
	Minimalus regiono dydis (angl. min region size)	Nenurodyta Gardelės: miestuose nuo 10 iki 60 (5 gardelių intervalais) Lietuvoje 20, 50 ir 100 gardelių
AZP	Minimalioji riba (angl. minimum bound)	Nenurodyta Gyventojų skaičius: miestuose nuo 100 iki 1 500 (100 gyventojų intervalais)

		Lietuvoje nuo 20 000 iki 50 000 (10 000 gyventojų intervalais)
	Minimalus regiono dydis (angl. min region size)	Nenurodyta Gardelės: miestuose nuo 10 iki 60 (5 gardelių intervalais) Lietuvoje 20, 50 ir 100 gardelių
	AriseI	Nenurodyta Nuo 10 iki 100 (intervalai kas 10)
AZP-Tabu Search	Tabu length	10, 15, 25, 50, 100, 300, 600, 1200
AZP-Simulated Annealing	Cooling Rate	0.70, 0.80, 0.85
	MaxIt	1, 3, 7

### Rajonų skaičiaus pasirinkimas.

Miestuose pradinis rajonų skaičius buvo nustatytas remiantis anksčiau Lietuvoje vykdytu tyrimu (Acus ir kiti, 2019), kuriame buvo išskirti šeši teritoriniai nusikalstamumo klasteriai Klaipėdos mieste. Pradėti nuo šešių klasterių buvo logiškas pasirinkimas ir Vilniui: ankstesniuose tyrimuose (Gružas, 2023) pastebėti bent šeši skirtumai pagal absoliutų ir santykinę policijos užregistruotų įvykių skaičių, taip pat vagysčių ir smurtinių nusikaltimų santykį. Taip pat, pastebėta, jog taikant alkūnės metodą (angl. *elbow method*) dažniausiai optimalus klasterių skaičius varijuoja nuo 6 iki 9. Taikydami alkūnės metodą kiekvieno metodo atveju keičiame klasterių skaičių nuo 1 iki šiuo atveju 11. Kiekvienai reikšmei apskaičiuojame vidinę kvadratų sumą, kuri yra atstumo tarp kiekvieno taško ir klasterio centro kvadrato suma. Nubraižius vidinės kvadratų sumos su  $K$  vertėmis  $X$  ašyje, grafikas atrodo kaip alkūnė. Didėjant klasterių skaičiui, vidinės kvadratų sumos reikšmės pradės mažėti, o ji didžiausia, kai klasterių skaičius lygus 1. Analizuodami grafikus matysime, kad grafikas staigiai keičiasi tam tikruose taškuose ir taip kuria alkūnės formą. Nuo tam tikrų taškų grafikai pradeda judėti beveik lygiagrečiai  $X$  ašiai. Šį tašką atitinkantis klasterių skaičius yra laikomas optimaliu. GeoDa programinės įrangos kūrėjai siūlo naudoti tarpgrupinės kvadratų sumos ir bendros kvadratų sumos santykio reikšmės alkūnės grafikui. Naudojant skirtingus rodiklius grafikai gali šiek tiek skirtis, tačiau lūžiai matomi panašiose vietose – naudodamiesi dviem grafikais galime padaryti teisingesnius sprendimus.

### Kintamieji.

Rajonavimui pasirinkti trys PRĮR duomenų bazėje pateikti įvykių tipai – ASM, TRV ir VTP. Rajonavimo kintamųjų pasirinkimas buvo atliktas remiantis šio tyrimo metu atlikta erdvinės sklaidos analize bei ankstesniais tyrimais, kurie rodo, kad Lietuvos miestuose yra didelių erdvinės sklaidos skirtumų, o ASM ir TRV tipų įvykių santykis ryškiai skiriasi retai ir tankiai apgyvendintose vietovėse (Beconytė ir kiti, 2021b; Gružas, 2022b). Be šių trijų tipų, duomenų bazėje yra eismo įvykiai, įvykiai, susiję su narkotikais bei neklasifikuojami („kiti“) įvykiai. Eismo įvykiai gali būti tik netiesiogiai susieti su nusikalstamu elgesiu ir labiau priklauso nuo kelių ir gatvių tinklo ypatybių, o ne nuo geografinės padėties. Atlikus statistinę ir erdvinės sklaidos analizę pastebėta, jog įvykių, susijusių su narkotikais yra palyginti nedaug (5–10 kartų mažiau nei analizėje naudotų įvykių) ir jie aiškiai koncentruoti, todėl turėtų nuspėjamą įtaką regionų identifikavimui. „Kitų“ įvykių įvairovė yra labai didelė ir dauguma jų neturi aiškaus ryšio su nusikalstamu elgesiu. Dėl šių priežasčių tokio tipo įvykiai nebuvo naudojami rajonavimui.

Anksčiau atlikti tyrimai atskleidžia, jog įvykiai atvirose erdvėse taip pat gali būti potencialus regioną formuojantis veiksnys. Pavyzdžiui, įvykių skaičiaus mažėjimas atvirose erdvėse nuo 2015 m. iki 2019 m. (45 proc.) buvo santykinai didesnis nei patalpose (14 proc.); nusikalstamumo atviroje erdvėje augimas (priešingai bendrai tendencijai) koncentravosi tik Kaune (Beconytė ir kiti, 2021c). Vilniaus mieste smurtinių incidentų atvirose erdvėse skaičiaus santykis įvairiose vietovėse COVID-19 pandemijos metu skyrėsi (Gružas, 2022c). Todėl šiame tyrime visus tris parinktus įvykių tipus taip pat suskirstėme į tokias grupes: įvykiai atvirose erdvėse (atviruose kiemuose, gatvėse, aikštėse, parkuose ir kt.) ir įvykiai privačiose/pusiau privačiose erdvėse (gyvenamosiose ar kitose patalpose, uždaruose kiemuose ir pan.). Įprasta manyti, kad nusikalstamumas yra glaudžiai susijęs su gyventojų skaičiumi tam tikroje vietovėje (Azevedo ir kiti, 2021; Maghularia ir Uebelmesser, 2023). Remiantis šia prielaida, kaip vienas iš kintamųjų buvo įtrauktas gyventojų skaičius.

### **Rezultatų interpretavimas.**

Rezultatų interpretavimui naudojamas tarpgrupinės kvadratų sumos (TKS) ir bendros kvadratų sumos (BKS) santykis, nes jis kiekybiškai parodo, kokią bendro duomenų kintamumo dalį paaikškina erdvinis klasterizavimas ir leidžia suprasti, kaip gerai rajonavimo metodas atspindi erdvinę duomenų struktūrą. Iš esmės tai yra klasterio kompaktiškumo santykis. Tai santykis, kurio reikšmės svyruoja nuo 0 (0%) iki 1 (100%). Didesnis BSS/TSS santykis rodo, kad klasterizavimo metodas sėkmingai sugrupavo panašias reikšmes, todėl susidaro aiškesni erdviniai klasteriai. Idealiu atveju TKS/BKS santykis turėtų būti artimas 1. Praktikoje labai didelių verčių neįmanoma pasiekti dėl erdvinio gretimumo reikalavimo ir daugybės galimų skirtingų kintamųjų derinių.

$$TKS/BKS = (TKS)/(BKS), \text{ kur } TKS = \sum n_i * (M_i - M)^2 \text{ ir } BKS = \sum_i \sum_j (X_{ij} - M)^2, \text{ čia}$$

$n_i$  – objektų skaičius grupėje  $I$ ,  $M_i$  –  $I$  grupės vidurkis,

$M$  – visų objektų reikšmių vidurkis,  $X_{ij}$  – individualus objektas

Taip pat, aktualus rodiklis yra klasterio centro reikšmė. Iš esmės, tai yra visų klasteriui priklausančių objektų atributinių reikšmių aritmetinis vidurkis. Čia labai svarbu atkreipti dėmesį, jog visų objektų esančių viename klasteryje reikšmės yra arčiau būtent to klasterio centrų reikšmės nei bet kokio kito klasterio. Jei mes skirstome įvykių tipus į kategorijas nuo 0 iki 5, tai klasterių centrų reikšmės taip pat varijuoja nuo 0 iki 5. Kuo reikšmės artimesnės 0, tuo mažesnis įvykių skaičius, o kuo reikšmės labiau artėja prie 5, tuo didesnis įvykių skaičius. Išsamus statistinių rodiklių aprašymas ir rodiklių skaičiavimo pavyzdžiai pateikti autoriaus viešai publikuotoje ataskaitoje (Gružas, 2023b).

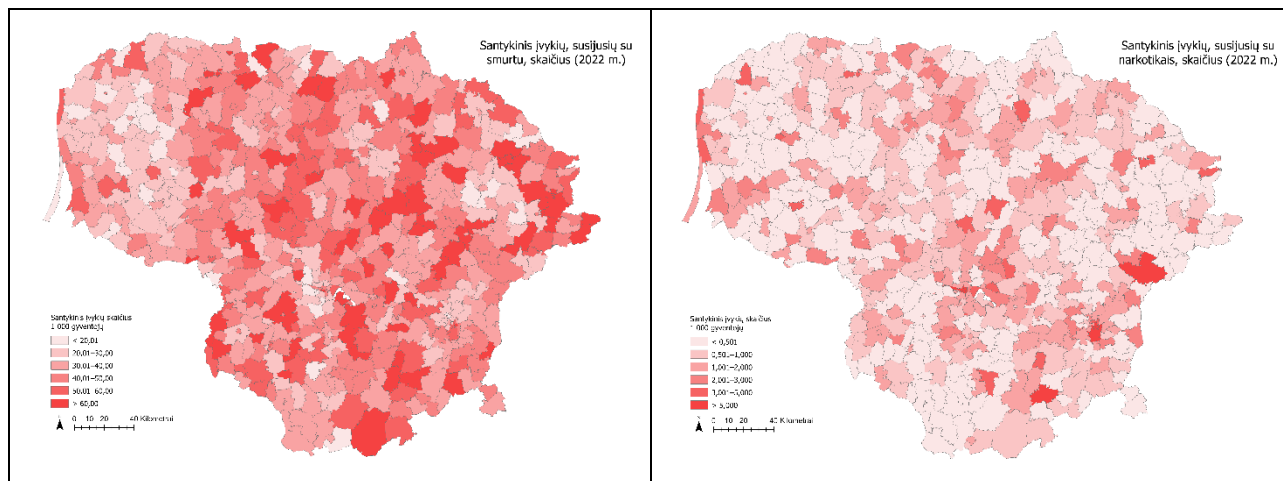
### 3. REZULTATAI

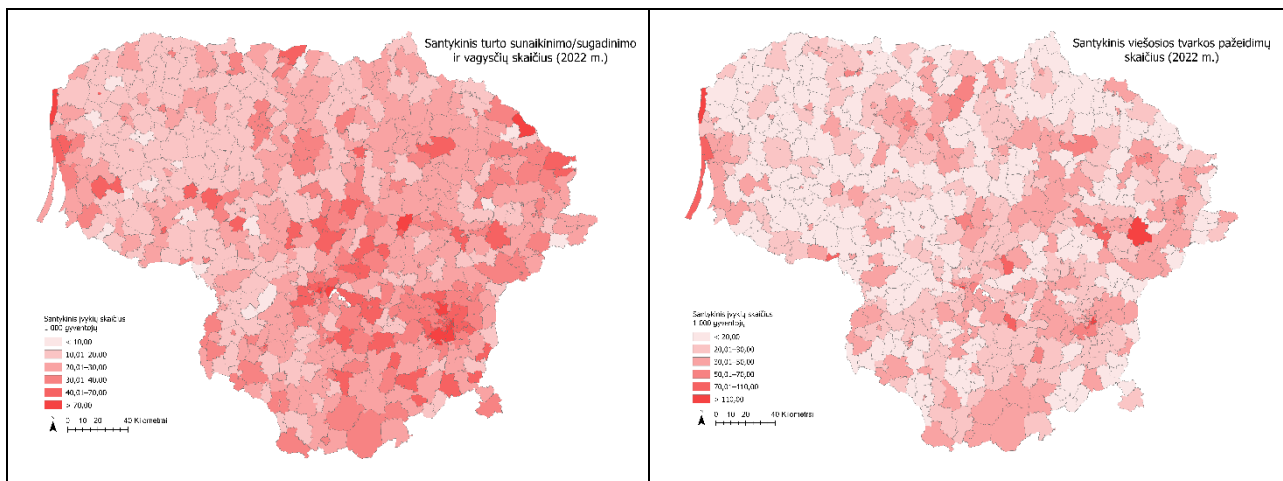
Rezultatų skyrių sudaro trys pagrindinės dalys – nusikalstamumo erdvinės sklaidos Lietuvoje analizė, nusikalstamumo erdvinės sklaidos didžiuosiuose miestuose ir jų priemiesčiuose analizė bei didžiųjų miestų ir jų priemištinių teritorijų nusikalstamumo rajonavimas. Didžiųjų miestų ir jų priemištinių zonų erdvinės sklaidos analizės skyrius suskirstytas į tris dalis – Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos miestų analizę.

#### 3.1 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Lietuvoje

Visų pirma, apskaičiuotas santykinis skirtingų įvykių tipų skaičius 1 000 gyventojų 2022 metais. Pastebima, kad didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir jų seniūnijose fiksuojama santykinai daugiau TRV, NAR ir VTP tipo įvykių, bet mažiau ASM. Taip pat, fiksuojama santykinai mažai visų tipų įvykių vakarų Lietuvoje, Žemaitijoje, išskyrus Palangos, Klaipėdos miestus. Stebint pokyčius nuo 2015 m. iki 2022 m. tendencijos išlieka gana panašios. Ryškesni pokyčiai pastebi ASM tipo įvykių pasiskirstyme, kur 2015 m. ir 2016 m., kai vidurio Lietuvoje buvo ypač mažas santykinis įvykių skaičius, tačiau vėl padidėjo. NAR tipo įvykių atveju situacija taip pat panaši, tik galima matyti besiformuojantį didesnio santykinio skaičiaus regioną aplink Šiaulius. TRV tipo atveju tendencijos panašios, ypatingai išsiskiria rytinė Lietuvos dalis su didesniu įvykių skaičiumi, o ypač 2017 m. ir 2020 m. VTP tipo erdvinė sklaida labai nepasikeitė, išliko didžiausias santykinis skaičius aplink didžiausiuosius Lietuvos miestus, ypač Šiaulius ir Vilnių, kartu su jų apylinkėmis. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie santykinio įvykių skaičiaus kaitą pateikiama 5 priedo 1–4 paveiksluose.

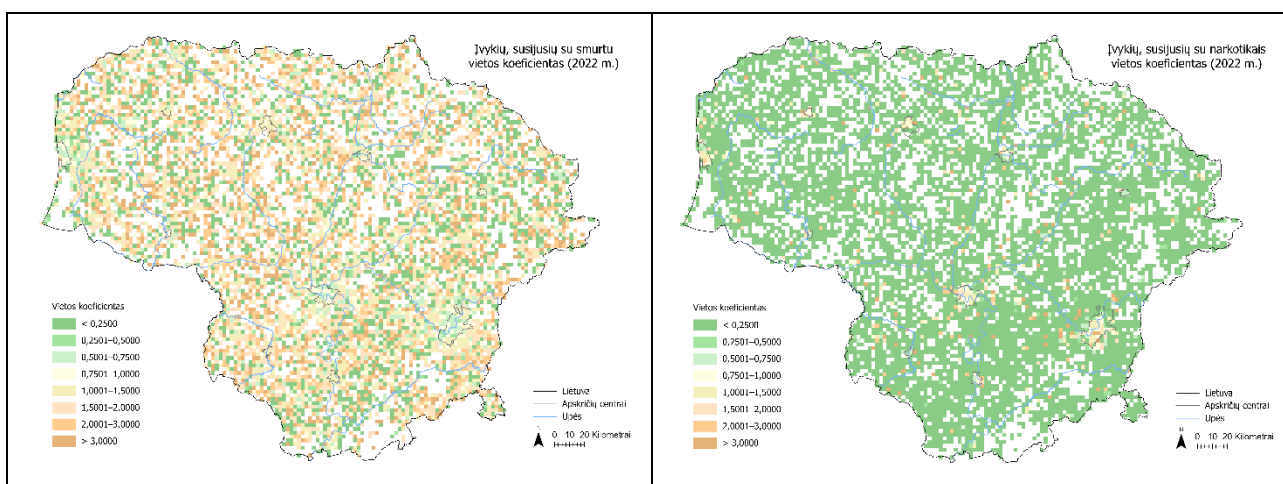
11 lentelė. Santykinio skirtingų tipų įvykių skaičiaus erdvinė sklaida Lietuvoje



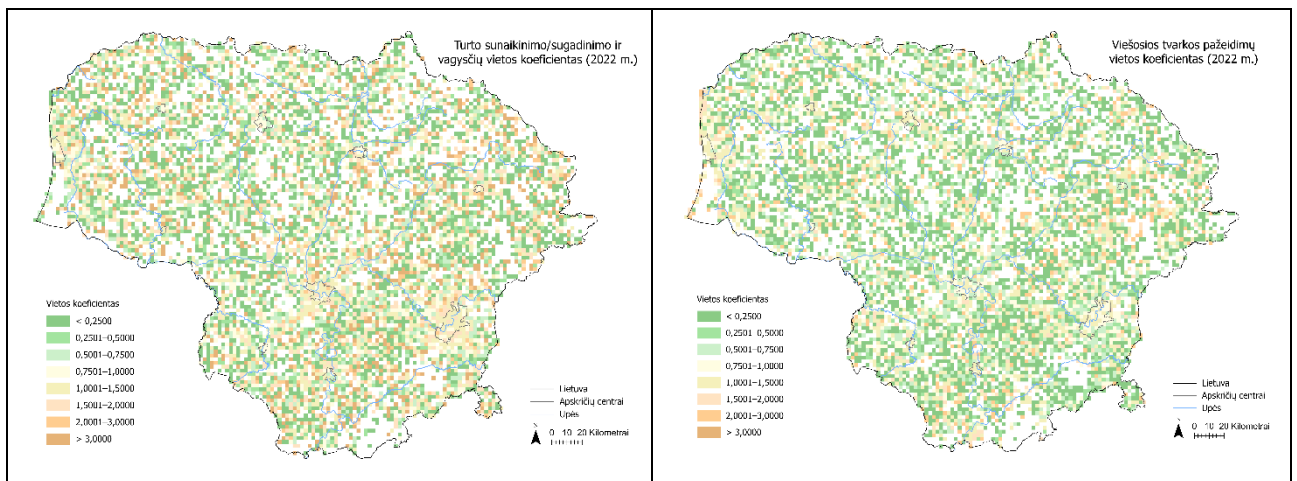


Taip pat, apskaičiuotas vietos koeficientas 2,5 x 2,5 km gardelėse, leidžiantis geriau įvertinti skirtingų įvykių tipų santykinę koncentraciją. Žvelgiant į bendrą tendenciją, galima matyti, kad įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficientas didesnis yra mažesniuose miesteliuose ar kaimo vietovėse, kai tuo tarpu NAR tipo įvykiai pasiskirsto visiškai priešingai su keliomis pavienių gardelių išimtimis. TRV tipo įvykių koncentracija taip pat didesnė miestuose, tačiau mažesniuose miesteliuose ar kaimo vietovėse taip pat išsiskiria didesni arealai, ne tik pavienės gardelės – pietrytinėje dalyje, į šiaurę nuo Vilniaus, centrinėje Lietuvos dalyje. VTP vietos koeficientas labai didelis yra tik labai mažoje dalyje gardelių – tai iš esmės rodo, kad nėra gardelių, kur būtų ryškiai didesnė koncentracija VTP, palyginti su visos Lietuvos įvykių santykiu. Visgi, čia taip pat išsiskiria labiau didžiųjų miestų teritorijos. Žvelgiant į pokyčius nuo 2015 m., pastebima, jog mažėja teritorijų, kuriose būtų didelis ASM vietos koeficientas. NAR tipo įvykių tendencija išlieka panaši visu laikotarpiu – didesnė koncentracija miestuose, o pavienėse gardelėse sudėtinga išvelgti tendencingus pokyčius. Stebint TRV, matoma, jog periferijose vis mažiau išsiskiriančių gardelių su dideliu TRV vietos koeficientu. VTP atveju situacija panaši į NAR – visu laikotarpiu išsiskiria miestai, nors pastebima, jog ir juose vietos koeficiento reikšmės mažėja. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie vietos koeficiento kaitą pateikiama 5 priedo 5–8 paveiksluose.

**12 lentelė.** Skirtingų tipų įvykių vietos koeficiento erdvinė sklaida Lietuvoje







### 3.2 Nusikalstamumo erdvinė sklaida didžiuosiuose Lietuvos miestuose

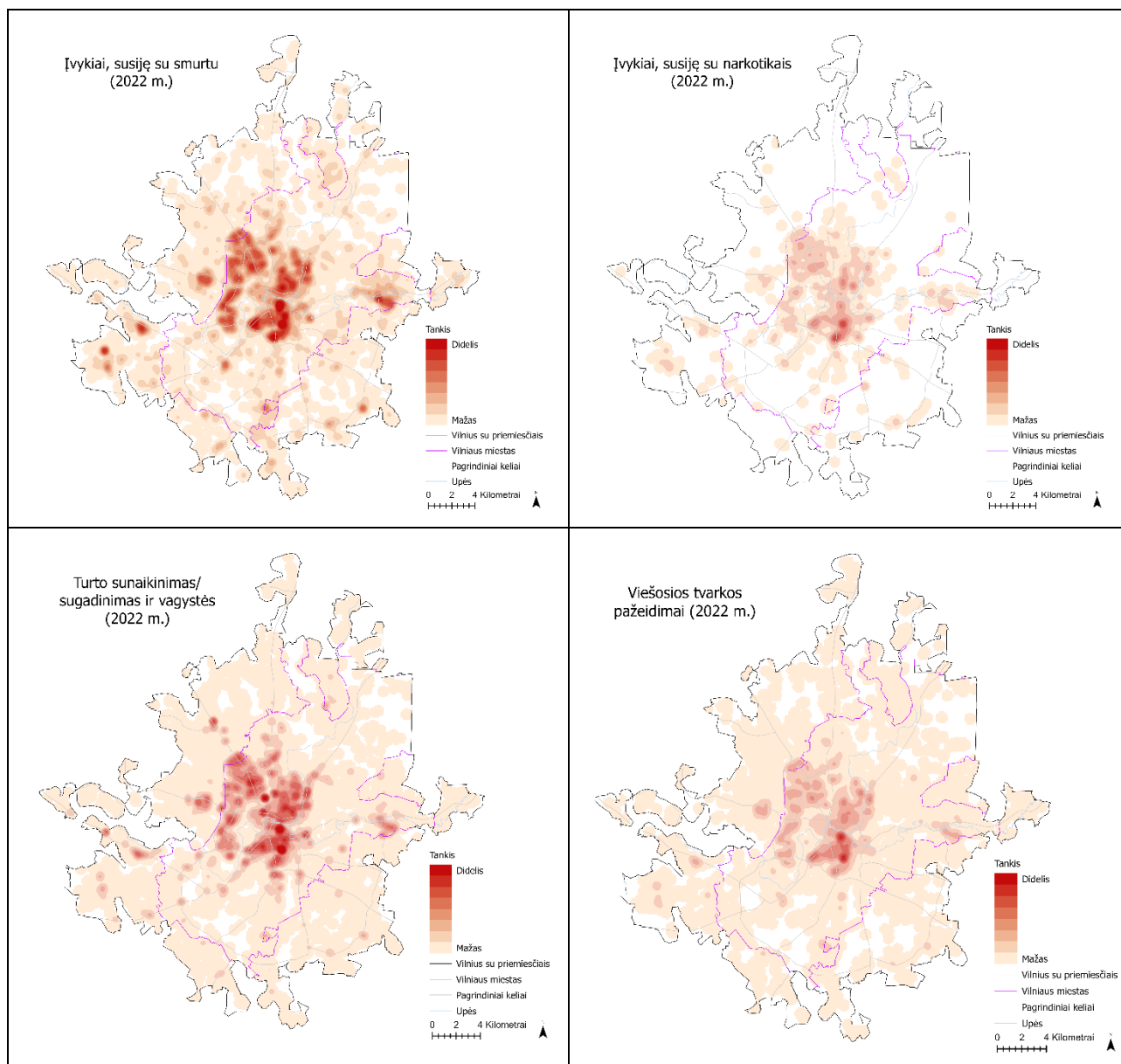
Šiame skyriuje pateikiama didžiųjų Lietuvos miestų – Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos su priemiestinėmis teritorijomis erdvinės sklaidos analizė. Rezultatų skyriuje pateikiama aktualiausia, 2022 m. informacija, o ankstesnių metų situacija pristatoma 5–7 prieduose.

#### 3.2.1 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Vilniaus mieste ir priemiesčiuose

Visų pirma, pateikiami skirtingų tipų įvykių tankumo žemėlapiai. Atkreipiamas dėmesys, kad nereikėtų lyginti skirtingų įvykių tipų tankumą kiekybiškai, nes skalės nėra vienodos. Tačiau galima matyti pačią įvykių koncentraciją, kas leidžia teigti, jog ASM daugiau fiksuojama centrinėje miesto dalyje – Senamiestyje, Naujamiestyje, Šnipiškėse, Vilkpėdėje. Taip pat, išsiskiria ir miegamieji rajonai – Karoliniškės, Viršuliškės, Lazdynai. Pastebimos didesnio tankumo zonos ir toliau nuo centro esančiose teritorijose – Naujojoje Vilnioje, Pilaitėje, taip pat, mažos zonos į pietvakarius nuo Vilniaus miesto ribos. NAR tipo atveju matome, jog koncentracija yra labiau išreikšta tam tikrose konkrečiose zonos – Naujininkuose, stoties rajone. Yra mažesnio tankio zonų ir kitose rajonuose, bet tai dažnai mažos ar labai mažos koncentracijos vietos. Tiesa, galima išvelgti besiformuojančias didesnio tankio zonas Vilkpėdėje ir Šnipiškėse. TRV įvykių tankis didžiausias centrinėje miesto dalyje, tačiau skirtingai nei VTP atveju – zonos yra labiau koncentruotos, formuojasi ties tam tikrais objektais, dažniausiai, prekybos centrais. Taip pat, pastebima tendencija, jog formuojasi didesnio tankio zonos prie pagrindinių kelių. VTP atveju didesnio tankio zonos formuojasi centrinėje miesto dalyje, ypatingai Senamiestyje, stoties rajone. Taip pat, galima atkreipti dėmesį, jog praktiškai nėra didesnio tankumo zonų toliau nuo miesto esančiose teritorijose.

Analizuojant tankumo žemėlapius skirtingais metais dažnai nėra pastebima didelių pokyčių. Dažnai tai yra įvykių tankumo mažėjimas arba didėjimas tose pačiose zonos. ASM atveju galima išvelgti besiformuojančias naujas zonas į pietvakarius nuo Vilniaus miesto ribos. Analizuojant NAR įvykius pastebima, jog nebėra tokio didelio tankio zonos pietinėje Vilniaus dalyje, buvo tankumo sumažėjimas ir Naujininkuose 2018–2020 m. laikotarpiu, tačiau 2021 m. ir 2022 m. stebimas vėl NAR tipo įvykių tankumo didėjimas. Taip pat, formuojasi naujos didesnio tankio zonos Šnipiškėse. TRV tankumo analizėje didelių skirtumų nepastebima, o VTP atveju ankstesniais metais buvo pastebima platesnė didelio tankumo zona, kuri vis mažėja ir 2022 m. formuojasi nedidelės zonos su dideliu įvykių tankumu. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie tankumo kaitą pateikiama 6 priedo 1–4 paveiksluose.

**13 lentelė.** Skirtingų tipų įvykių tankumas Vilniaus mieste ir jo priemiesčiuose



Taip pat, apskaičiuotas vietos koeficientas 500 x 500 m gardelėse, leidžiantis geriau įvertinti skirtingų įvykių tipų santykinę koncentraciją. Analizuojant ASM tipo įvykius pastebima labai įdomi tendencija, jog santykinė koncentracija yra didesnė periferinėse miesto arba priemiestinėse teritorijose. Galima pastebėti gana didelius arealus naujais besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose. NAR tipo įvykių vietos koeficientas didžiausias Naujininkuose, kur susiformavusi gana didelė, vientisa teritorija. Kitose zonose pastebimos tik pavienės gardelės. TRV, kaip ir ASM, vietos koeficientas didesnis aplink centrinę dalį esančiose teritorijose, nors ir centre jis yra netoli vidutinio. Taip pat, išsiskiria zonos už Vilniaus miesto ribos – tiek šiaurės vakarinėje, tiek pietrytinėje dalyje. VTP vietos koeficientas gana panašus didelėje dalyje Vilniaus ir jo priemiesčių – galima matyti, jog nėra daug zonų su didelėmis reikšmėmis ir tai dažniausiai pavienės gardelės. Visgi, pastebime, jog santykinai didesnė koncentracija yra centrinėje miesto dalyje. Tiesa, gana mažas vietos koeficientas visoje teritorijoje atskleidžia, jog nėra daug zonų, kuriose VTP įvykių būtų santykinai labai daug, palyginti su viso miesto bendra tendencija.

Vertinant vietos koeficiento kaitą nuo 2015 m. iki 2022 m. su ASM tipo įvykiais nėra pastebima didelių pokyčių – yra nežymių naujų arealų su didesniu vietos koeficientu naujai besiformuojančiuose

gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose. Pastebimi gana ryškūs pokyčiai su NAR tipo įvykiais – buvusios zonos su dideliu vietos koeficientu pietinėje dalyje situacija gerėja, tačiau šiaurinėje dalyje pastebimas plėtimasis vakarų-rytų kryptimis. TRV atveju ankstesniais metais labiau išsiskirdavo teritorija su didelėmis reikšmėmis į šiaurės vakarus nuo Vilniaus miesto ribos, tačiau ji tampa vis mažiau aktuali, nes ten situacija gerėja. VTP atveju didelių pokyčių nepastebima, išsiskiria centrinė dalis su vidutinėmis vietos koeficiento reikšmėmis ir pasitaiko pavienių gardelių su didelėmis, bet sunku išvelgti aiškias tendencijas. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie vietos koeficiento kaitą pateikiama 6 priedo 5–8 paveiksluose.

**14 lentelė.** Skirtingų tipų įvykių vietos koeficiento erdvinė sklaida Vilniaus mieste ir jo priemiesčiuose



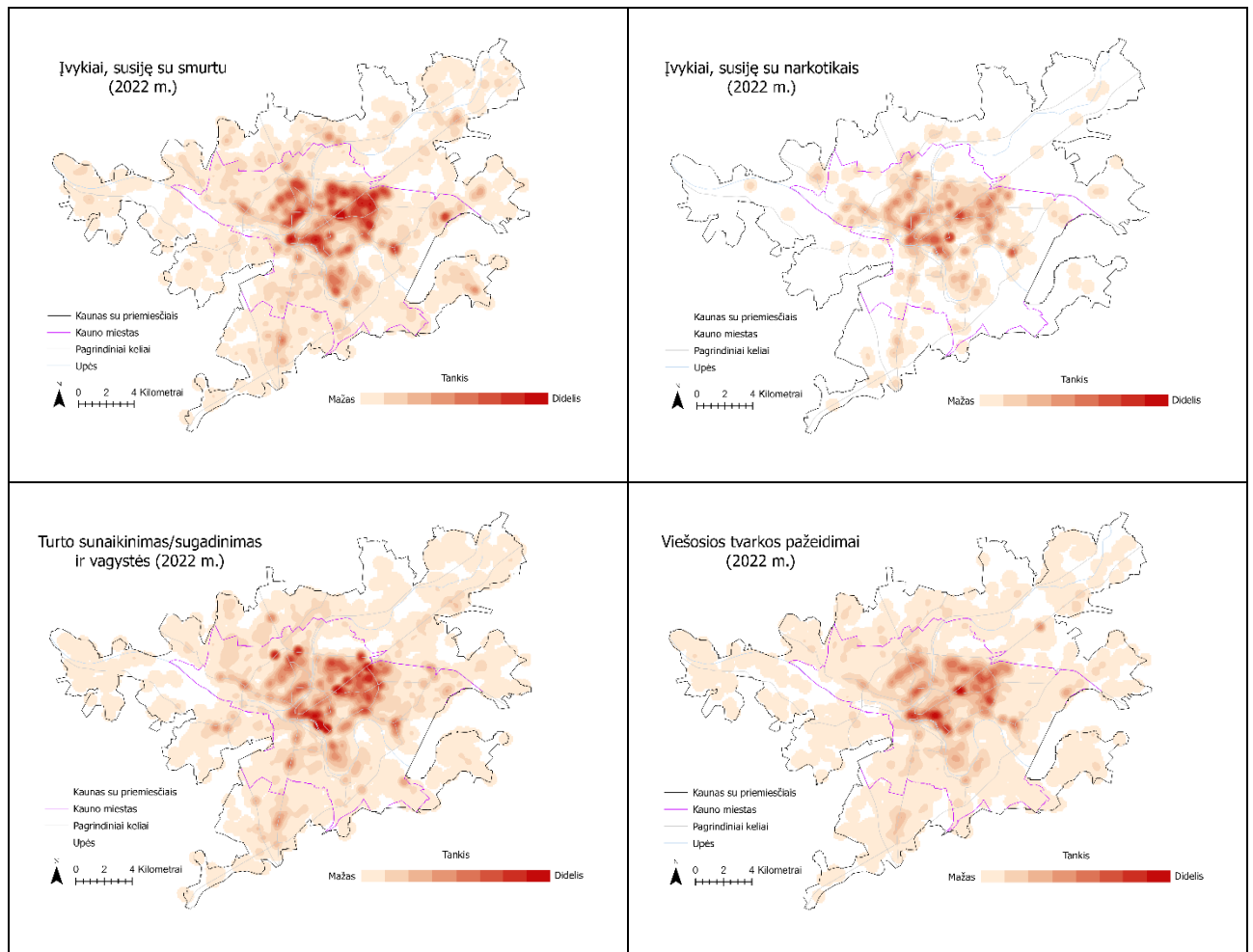
### 3.2.2 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Kauno mieste ir priemiesčiuose

Visų pirma, pateikiami skirtingų tipų įvykių tankumo žemėlapiai. Atkreipiamas dėmesys, kad nereikėtų lyginti skirtingų tipų įvykių tipų tankumą kiekybiškai, nes skalės nėra vienodos. Tačiau galima

matyti pačią įvykių koncentraciją, kas leidžia teigti, jog ASM daugiau fiksuojama centrinėje miesto dalyje ir miegamuosiuose rajonuose šiaurės rytinėje miesto dalyje. Taip pat, išsiskiria ir miegamieji rajonai – Karoliniškės, Viršuliškės, Lazdynai. Pastebimos didesnio tankumo zonos ir toliau nuo centro esančiose teritorijose, rytinėje miesto dalyje. NAR tipo atveju matome, jog koncentracija yra labiau išreikšta tam tikrose konkrečiose zonos, tačiau jos dažniausiai yra centrinėje miesto dalyje. TRV įvykių tankis didžiausias centrinėje miesto dalyje, tačiau skirtingai nei VTP atveju – zonos yra labiau koncentruotos, formuojasi ties tam tikrais objektais, dažniausiai, prekybos centrais. Taip pat, pastebima tendencija, jog formuojasi didesnio tankio zonos prie pagrindinių kelių. VTP atveju didesnio tankio zonos formuojasi centrinėje miesto dalyje bei Kauno miesto šiaurės rytuose. Taip pat, galima atkreipti dėmesį, jog praktiškai nėra didesnio tankumo zonų toliau nuo miesto esančiose teritorijose.

Analizuojant tankumo žemėlapius skirtingais metais dažnai nėra pastebima didelių pokyčių. Dažnai tai yra įvykių tankumo mažėjimas arba didėjimas tose pačiose zonos. ASM atveju tankio didėjimas pastebimas šiaurės rytinėje, centrinėje miesto dalyje. NAR daugiausiai koncentruojasi centrinėje dalyje, čia ryški didelio tankio zona išlieka nuo 2015 m., įvykių tankis čia net didėja. TRV atveju didelių pokyčių nėra, pastebima ta pati tendencija, jog išsiskiria nedidelės zonos prie didžiųjų prekybos centrų, dažnai formuojasi tankesnės zonos ties pagrindiniais keliais, net ir priemiestinėse teritorijose. VTP atveju didesnio tankio zonos labai nekinta, bet pastebimas akivaizdus tankio mažėjimas didžiojoje dalyje miesto. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie tankumo kaitą pateikiama 7 priedo 1–4 paveiksluose.

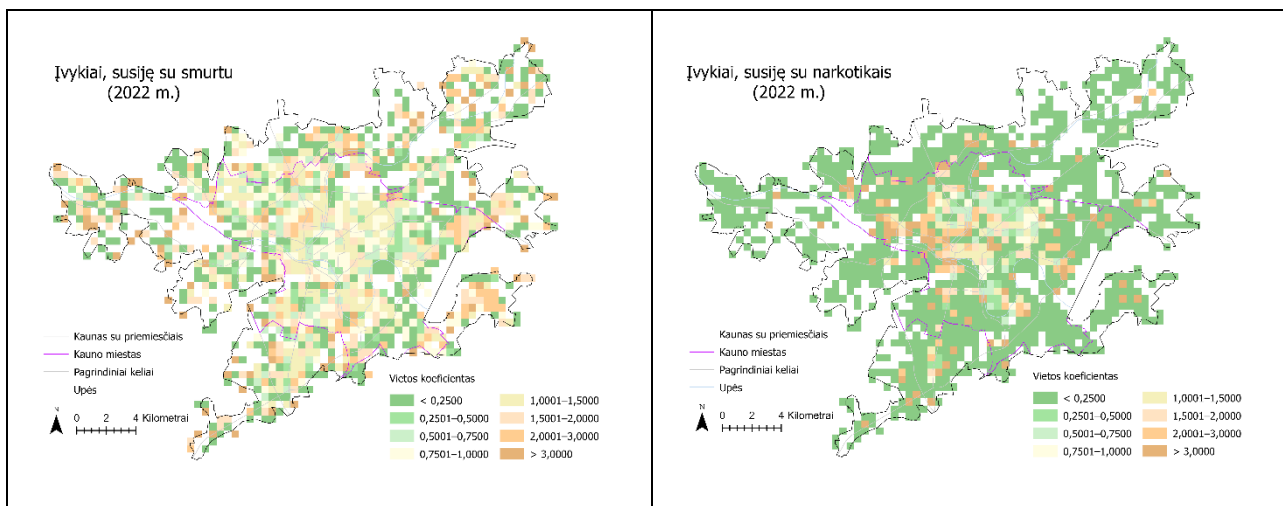
**15 lentelė.** Skirtingų tipų įvykių tankumas Kauno mieste ir jo priemiesčiuose

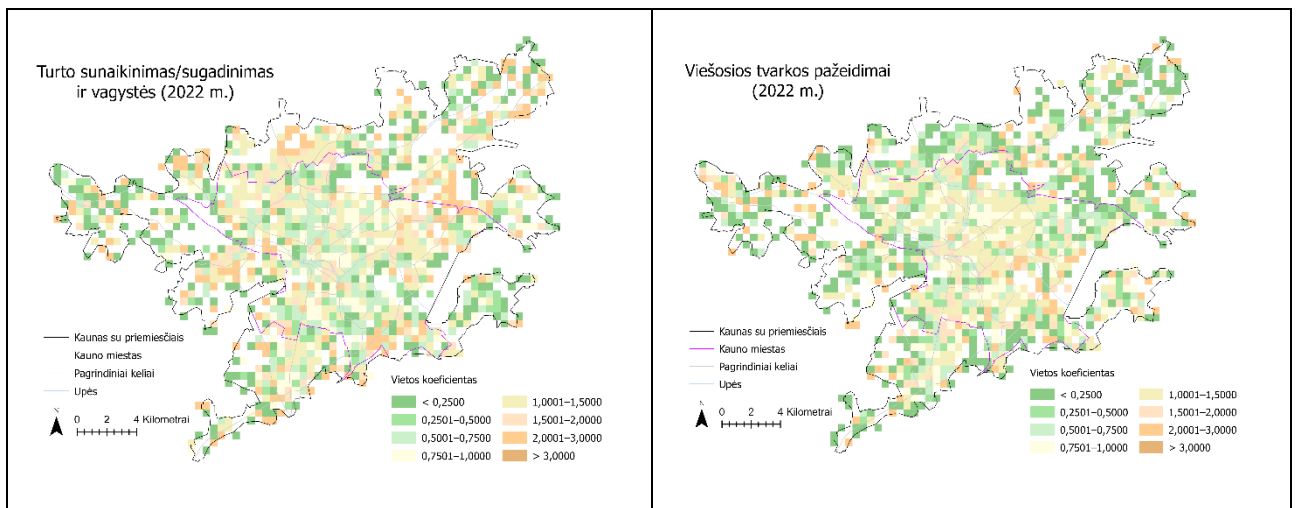


Taip pat, apskaičiuotas vietos koeficientas 500 x 500 m gardelėse, leidžiantis geriau įvertinti skirtingų įvykių tipų santykinę koncentraciją. Analizuojant ASM tipo įvykius pastebima labai įdomi tendencija, jog santykinė koncentracija yra didesnė periferinėse miesto arba priemiestinėse teritorijose. Galima pastebėti gana didelius arealus naujais besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose. NAR tipo įvykių vietos koeficientas didžiausias vakarinėje miesto dalyje, bet nėra susiformavusi tokia akivaizdi didelės koncentracijos zona kaip Vilniuje. Visgi, kitose zonose pastebimos tik pavienės gardelės. TRV, kaip ir ASM, vietos koeficientas didesnis aplink centrinę dalį esančiose teritorijose, nors ir centre jis yra netoli vidutinio. Taip pat, išsiskiria zonos už arba šalia Kauno miesto ribos – tiek šiaurinėje, tiek pietrytinėje dalyje. VTP vietos koeficientas gana panašus didelėje dalyje Kauno ir jo priemiesčių – galima matyti, jog nėra daug zonų su didelėmis reikšmėmis ir tai dažniausiai pavienės gardelės. Visgi, pastebime, jog santykinai didesnė koncentracija yra centrinėje miesto dalyje. Tiesa, gana mažas vietos koeficientas visoje teritorijoje atskleidžia, jog nėra daug zonų, kuriose VTP įvykių būtų santykinai labai daug, palyginti su viso miesto bendra tendencija.

Vertinant vietos koeficiento kaitą nuo 2015 m. iki 2022 m. su ASM tipo įvykiais nėra pastebima didelių pokyčių – yra nežymių naujų arealų su didesniu vietos koeficientu naujai besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose. Su NAR tipo įvykiais nėra pastebima aiškesnių pokyčių. TRV atveju probleminės zonos išlieka panašios, tačiau tankumas jose mažėja. Pastebimos vis didesnės tankio zonos prie prekybos centrų, pagrindinių kelių. VTP atveju didelių pokyčių nepastebima, išsiskiria centrinė dalis su vidutinėmis vietos koeficiento reikšmėmis ir pasitaiko pavienių gardelių su didelėmis, bet sunku išvelgti aiškias tendencijas. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie vietos koeficiento kaitą pateikiama 7 priedo 5–8 paveiksluose.

**16 lentelė.** Skirtingų tipų įvykių vietos koeficiento erdvinė sklaida Kauno mieste ir jo priemiesčiuose



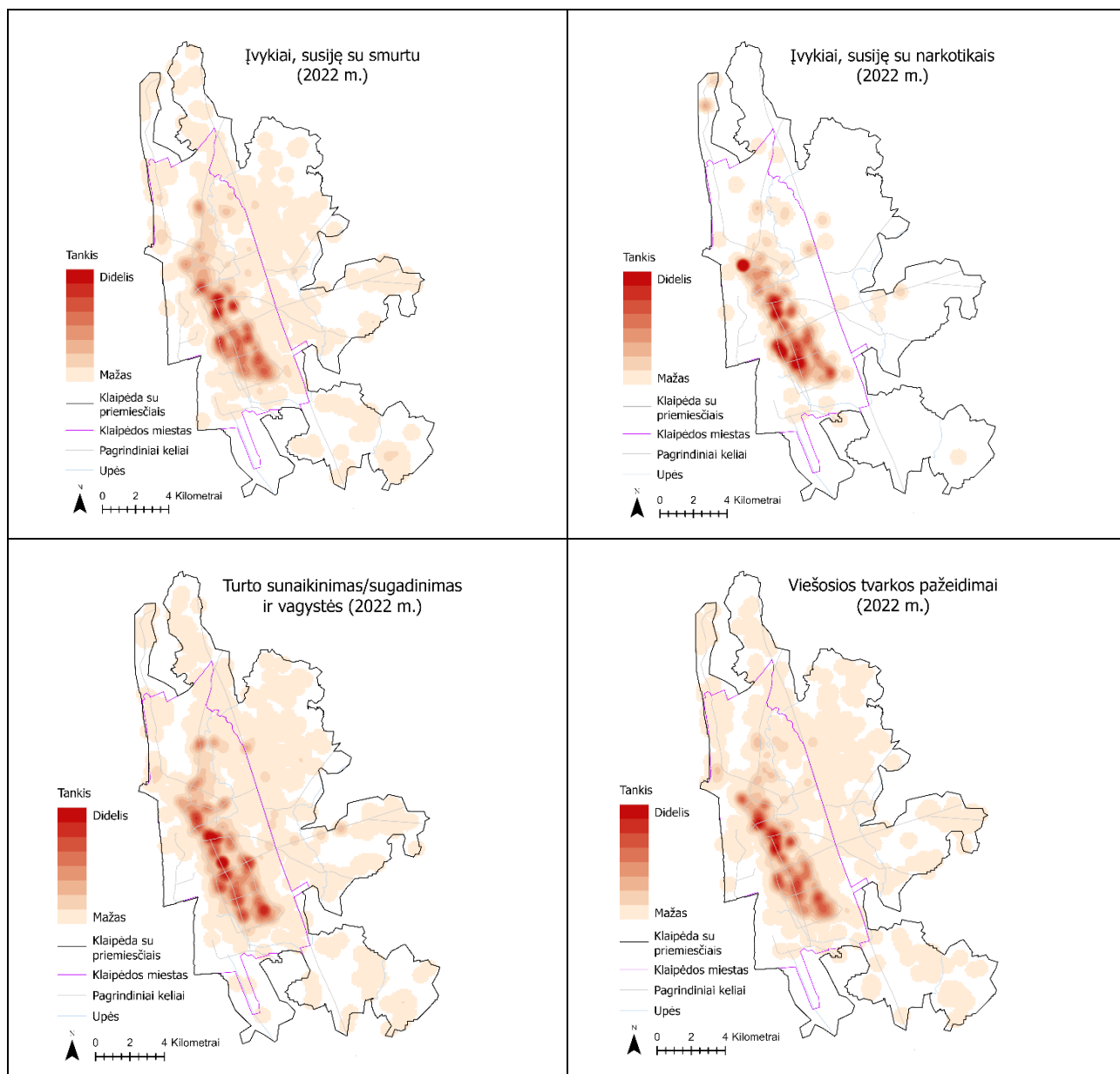


### 3.2.3 Nusikalstamumo erdvinė sklaida Klaipėdos mieste ir priemiesčiuose

Visų pirma, pateikiami skirtingų tipų įvykių tankumo žemėlapiai. Atkreipiamas dėmesys, kad nereikėtų lyginti skirtingų įvykių tipų tankumą kiekybiškai, nes skalės nėra vienodos. Tačiau galima matyti pačią įvykių koncentraciją, kas leidžia teigti, jog ASM daugiau fiksuojama centrinėje miesto dalyje ir miegamuosiuose rajonuose, ypač į pietus nuo Baltijos prospekto. NAR tipo atveju matome, jog koncentracija yra labiau išreikšta tam tikrose konkrečiose zonose, tačiau jos dažniausiai yra centrinėje miesto dalyje, nors viena didelio tankio zona pastebima nutolusi labiau į šiaurę. TRV įvykių tankis didžiausias centrinėje miesto dalyje, tačiau skirtingai nei VTP atveju – zonos yra labiau koncentruotos, formuojasi ties tam tikrais objektais, dažniausiai, prekybos centrais. Taip pat, pastebima tendencija, jog formuojasi didesnio tankio zonos prie pagrindinių kelių, yra daugiau zonų, kurios šiek tiek nutolusios nuo centrinės dalies. VTP atveju didesnio tankio zonos formuojasi centrinėje miesto dalyje. Taip pat, galima atkreipti dėmesį, jog praktiškai nėra didesnio tankumo zonų toliau nuo miesto esančiose teritorijose.

Analizuojant tankumo žemėlapius skirtingais metais dažnai nėra pastebima didelių pokyčių. Dažnai tai yra įvykių tankumo mažėjimas arba didėjimas tose pačiose zonose. ASM atveju galima pastebėti, jog didelio tankio zonos tampa labiau koncentruotos, taip pat, formuojasi keletas naujų didesnio tankio zonų šiaurinėje miesto dalyje. NAR įvykių tankumo zonos išlieka gana panašios, tik nuo 2020 m. pradeda formuotis nauja didelio tankumo zona į šiaurę nuo centrinės miesto dalies. TRV tendencija išlieka panaši visu tiriamu laikotarpiu – formuojasi nedidelės zonos prie didžiųjų prekybos centrų, dažnai formuojasi tankesnės zonos ties pagrindiniais keliais. VTP atveju didelių pokyčių nepastebima, tik bendra šio tipo įvykių mažėjimo tendencija. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie tankumo kaitą pateikiama 8 priedo 1–4 paveiksluose.

17 lentelė. Skirtingų tipų įvykių tankumas Klaipėdos mieste ir jo priemiesčiuose



Taip pat, apskaičiuotas vietos koeficientas 500 x 500 m gardelėse, leidžiantis geriau įvertinti skirtingų įvykių tipų santykinę koncentraciją. Analizuojant ASM tipo įvykius pastebima tendencija, jog santykinė koncentracija yra didesnė periferinėse miesto arba priemiestinėse teritorijose, tačiau tai mažiau išreikšta nei Vilniaus ar Kauno atveju. Galima pastebėti gana didelius arealus naujais besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose, pavyzdžiui, į rytus ar pietryčius nuo miesto ribos. NAR vietos koeficientas didesnis centrinėje miesto dalyje, bet nėra susiformavusi tokia akivaizdi didelės koncentracijos zona kaip Vilniuje ar net kaip Kaune. Visgi, kitose zonose pastebimos tik pavienės gardelės. TRV, kaip ir ASM, vietos koeficientas didesnis aplink centrinę dalį esančiuose teritorijose, nors ir centre jis yra netoli vidutinio. Taip pat, išsiskiria zonos už arba šalia Klaipėdos miesto ribos. VTP vietos koeficientas gana panašus didelėje dalyje Klaipėdos ir jos priemiesčių – galima matyti, jog nėra daug zonų su didelėmis reikšmėmis ir tai dažniausiai pavienės gardelės. Visgi, pastebime, jog santykinai didesnė koncentracija yra centrinėje miesto dalyje. Tiesa, gana mažas vietos koeficientas visoje teritorijoje atskleidžia, jog nėra daug zonų, kuriose VTP įvykių būtų santykinai labai daug, palyginti su viso miesto bendra tendencija.

Vertinant vietos koeficiento kaitą nuo 2015 m. iki 2022 m. su ASM tipo įvykiais nėra pastebima didelių pokyčių – yra nežymių naujų arealų su didesniu vietos koeficientu naujai besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose. Panaši situacija ir su NAR tipo įvykiais, ryškių, tendencingų pokyčių išvelgti sudėtinga. TRV atveju matome, jog didžiausi arealai su didesniu vietos koeficientu formuojasi toliau nuo miesto centrinės dalies esančiose teritorijose. Čia labiausiai išsiskiria teritorija į šiaurės rytus nuo Klaipėdos miesto ribos, taip pat, ne taip ryškiai išsiskirianti teritorija į rytus. Pasitaiko pavienių gardelių ir kitose zonose, dažnai pastebima didesnė koncentracija prie prekybos centrų ar pagrindinių kelių. VTP įvykių vietos koeficientas išlieka pakankamai panašus visu tiriamu laikotarpiu. Žemėlapiai ir išsamesnė informacija apie vietos koeficiento kaitą pateikiama 8 priedo 5–8 paveiksluose.

**18 lentelė.** Skirtingų tipų įvykių vietos koeficiento erdvinė sklaida Klaipėdos mieste ir jo priemiesčiuose



### 3.3 Didžiųjų Lietuvos miestų nusikalstamumo rajonavimas



Atlikta daugiau kaip 500 eksperimentų, taikant skirtingas metodų, jų parametų, klasterių skaičiaus kombinacijas. Visais atvejais geriausi statistiniai rezultatai gauti naudojant AZP su Ward'o ryšiu, o Vilniaus ir Kauno atveju – minimalią 1000 gyventojų ribą. Toliau didinant minimalią ribą, klasterių poros, ypač su mažu gyventojų skaičiumi, susimaišė viena su kita ir interpretacijai nebuvo sukurta jokia papildoma vertė. Klasterių skaičiaus padidinimas iki 8 taip pat lėmė nepageidaujamą grupių susimaišymą. Tai rodo, kad šiek tiek geresnis statistinis įvertinimas nebūtinai lemia geresnį rajonavimą.

**19 lentelė.** Skirtingų metodų ir jų parametų kombinacijų geriausi rezultatai

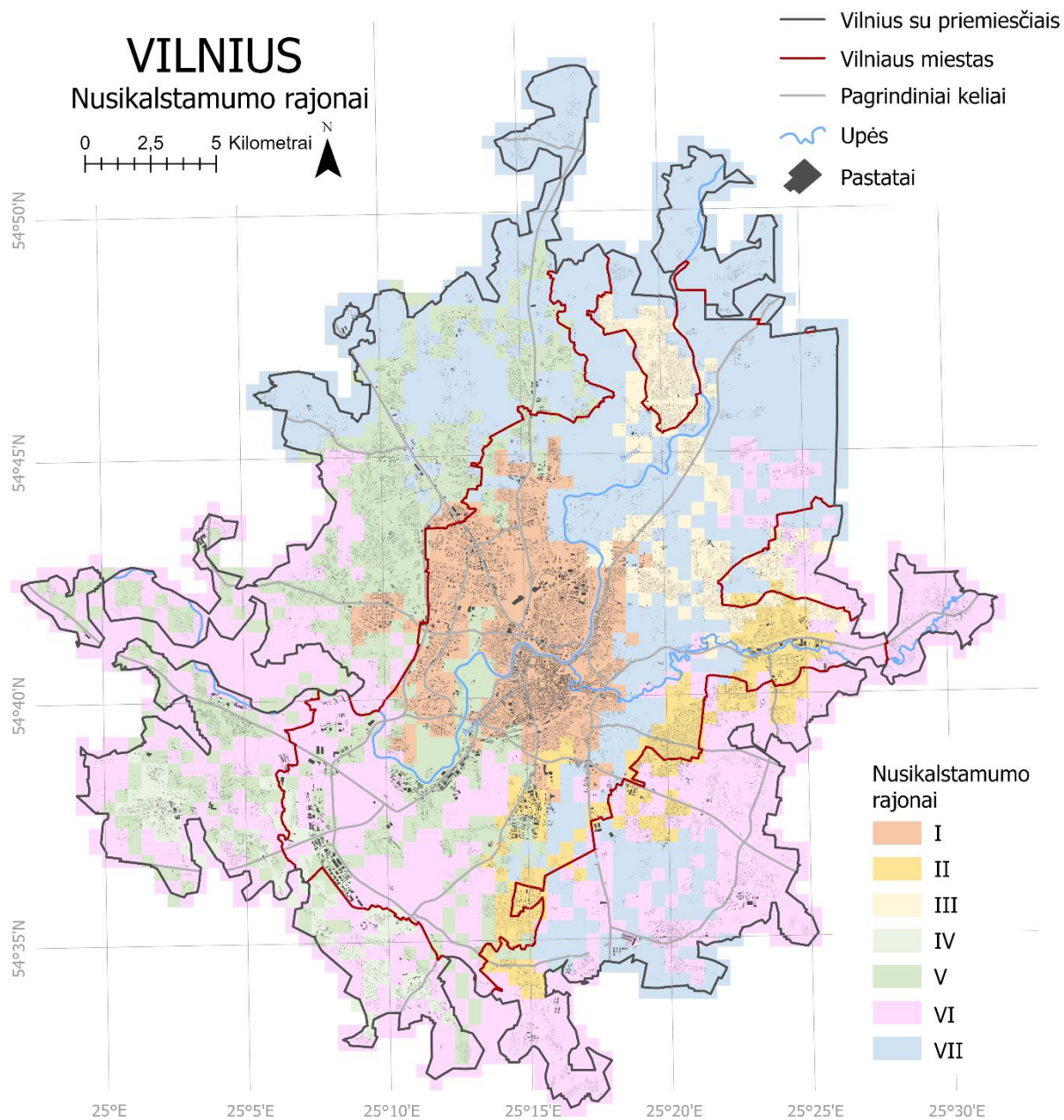
Teritorija	Rajonų skaičius	Metodas			
		SCHC	SKATER	REDCAP	AZP
Vilnius	6	0,549	0,455	0,556	0,572
	7	0,560	0,467	0,564	0,603
	8	0,570	0,479	0,572	0,621
Kaunas	6	0,586	0,531	0,579	0,627
	7	0,597	0,543	0,595	0,640
	8	0,607	0,553	0,607	0,645
Klaipėda	6	0,679	0,620	0,679	0,700
	7	0,692	0,632	0,693	0,695
	8	0,702	0,642	0,703	0,699

AZP metodas buvo pritaikytas Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos miestų duomenims ir sudaryta po 7 nusikalstamumo rajonus kiekviename mieste. Dauguma rajonų yra palyginami tarp miestų ir jų žinomų socialinių ir demografinių rajonų, nors turi ir savo specifiką. Nusikalstamų zonų profiliai ir apytikslis atitikimas bendroms miesto teritorijų charakteristikoms, žinomoms iš ankstesnių tyrimų (Acus ir kiti, 2019b), pateikiamos žemiau esančioje lentelėje (20 lentelė). Kadangi geodemografinė klasifikacija atlikta tik Klaipėdai, taikymas yra tik orientacinis. Jei ateityje kiekviename mieste geodemografiniai klasteriai būtų nustatomi tuo pačiu metodu, erdvinę klasterių aprėptį būtų galima kiekybiškai palyginti su nusikalstamumo sritimis.

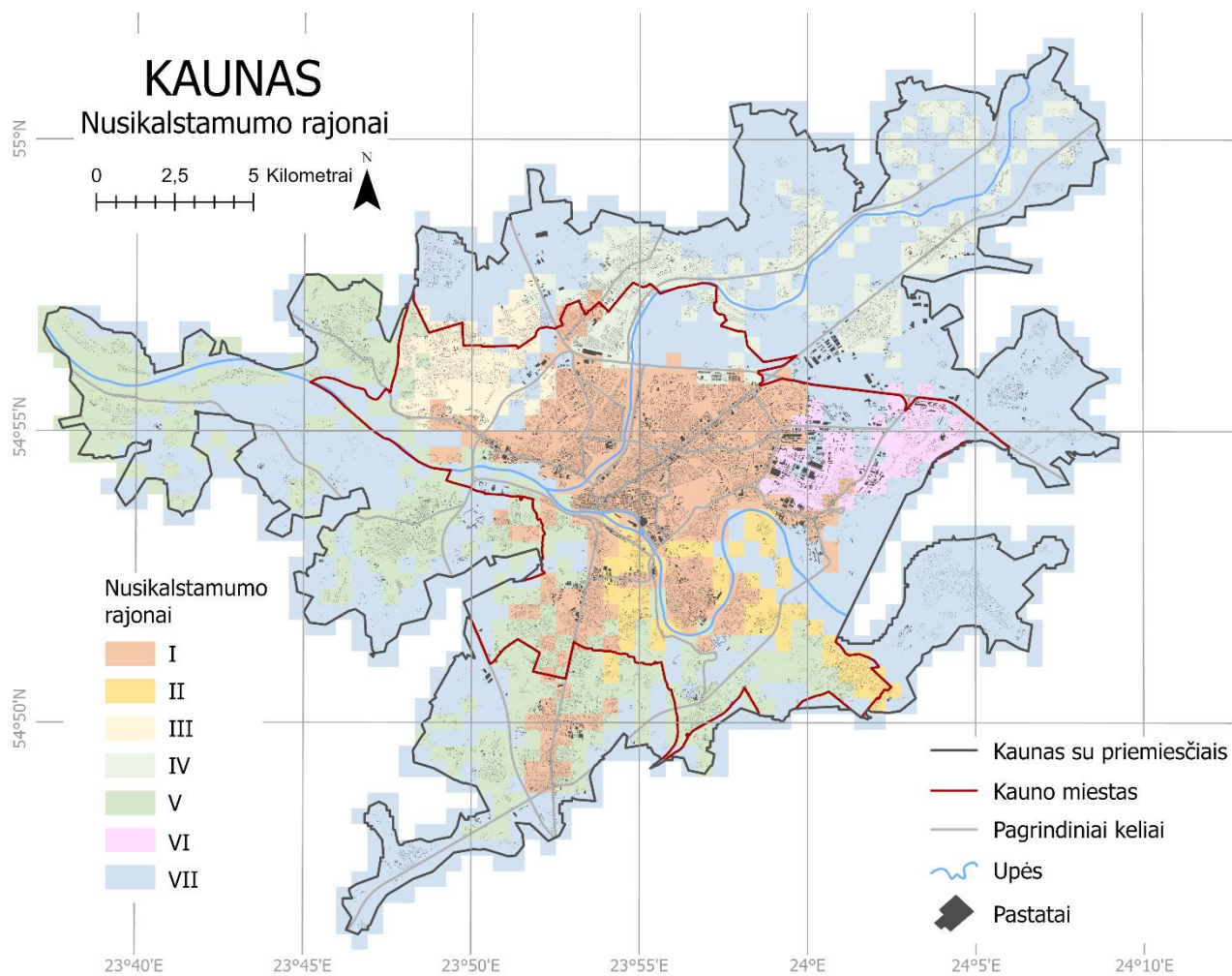
**20 lentelė.** Išskirtų nusikalstamumo rajonų aprašymas ir vyraujantis miesto socialinis, demografinis tipas

Nusikalstamumo rajonas	Nusikalstamumo zonos charakteristikos <i>Konkrečiau miesto specifika</i>	Atitinkamas miesto socialinis, demografinis tipas
I	Vidutinis nusikalstamumo lygis, visų rūšių nusikalstamumas proporcingas gyventojų skaičiui. Didžiausias ASM skaičius. <i>Vilniuje atvirose erdvėse fiksuojama mažiau ASM įvykių nei kituose dviejuose miestuose.</i>	Centrinės (istorinės) dalys: vidutinio tankumo, tankiai užstatyta, kai kurie apleisti pastatai ir mažų/vidutinio dydžio verslo įmonių ir komercinių paslaugų paplitimas. Vilniuje šis rajonas apima ir tankiai apgyvendintus gyvenamuosius rajonus aplink miesto centrą.
II	Palyginti aukštas nusikalstamumo lygis, daugiau patalpose, didesnė VTP ir TRV dalis.	Gyvenamieji daugiabučiai, tankiai užstatyti, didelio gyventojų tankumo, komercinės stambaus verslo įmonės ir

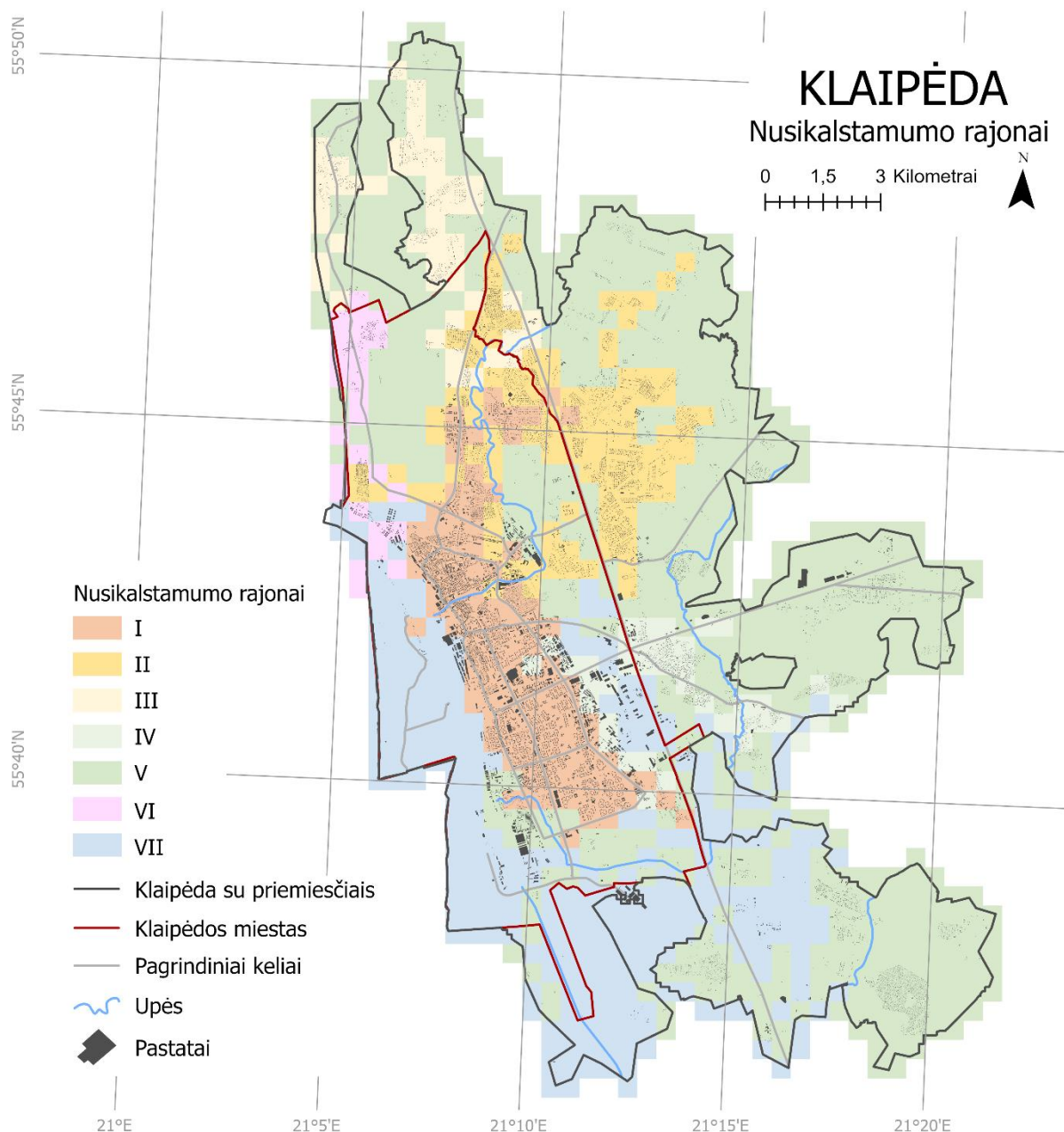
	<i>Vilniuje daugiau ASM įvykių tiek atvirose erdvėse, tiek patalpose. Klaipėdoje apskritai mažesnis nusikalstamumas.</i>	didelių prekybos tinklų paslaugos. Išvystyta socialinė infrastruktūra, tokia kaip mokyklos, darželiai, sveikatos priežiūros centrai ir įsiterpusios žaliosios erdvės. Intensyvus vietinių gyventojų judėjimas kasdieniams poreikiams aplink prekybos centrus.
III	<i>Žemesnis nusikalstamumo lygis ir nusikalstamumo patalpose vyravimas. Vilniuje mažesnė VTP dalis atvirose erdvėse.</i>	Miesto ribose gyvenamieji rajonai su individualiais namais, vidutinis gyventojų tankumas, žemas teritorijos komercializavimo lygis ir socialinės kontrolės technologijos (vaizdo stebėjimas, tvoros, vartai naudojami privačios nuosavybės ribojimui).
IV	<i>Didelė nusikaltimų dalis atvirose erdvėse, ypač ASM ir VTP. Vilniuje santykinai daugiau ASM įvykių tiek atvirose erdvėse, tiek patalpose.</i>	Mišrios plėtros periferinės miesto teritorijos (gyvenamieji, vidutinio ir smulkaus verslo bei gamybos įmonės), mažesnis nei vidutinis gyventojų tankumas ir veikiančios komercinės struktūros.
V	<i>Žemas ir vidutinis užregistruotų nusikaltimų lygis, iš kurių vyrauja nusikaltimai patalpose. Vilniuje didesni TRV ir VTP kiekiai.</i>	Vienos šeimos individualių namų teritorijos priemiesčiuose ir uždarose bendrijose, kuriose gyventojų tankumas yra vidutinis ir mažesnis nei vidutinis.
VI	<i>Santykinai didelis ASM įvykių skaičius, ypač atvirose erdvėse. Kaune didesnis gyventojų tankumas ir aukšti TRV ir VTP rodikliai.</i>	Retai apgyvendintos vietovės su apleistais pastatais. Teritorijos atkuriamos, veikia verslas. Šios teritorijos skirtos ekonominei veiklai, o ne nuolatiniam gyvenimui.
VII	<i>Žemesnis už vidutinį užregistruotų nusikaltimų lygis. Santykinai didesnis VTP įvykių skaičius atvirose erdvėse. Klaipėdoje praktiškai negyvenamos vietovės; labai aukštas santykinis nusikalstamumo lygis, ypač VTP atvirose erdvėse, dėl itin reto gyventojų skaičiaus.</i>	Nuo pagrindinės miesto zonos nutolusios gyvenvietės, kurios dėl kasdieninio gyventojų važinėjimo į darbą ir atgal patenka į metropolinės zonos ekonominę trauką. Vidutinis ir mažesnis nei vidutinis gyventojų tankis.



**42 pav.** Vilniaus miesto su priemiesčiais nusikalstamumo rajonai, remiantis 2020 m. Policijos registruotais įvykiais



**43 pav.** Kauno miesto su priemiesčiais nusikalstamumo rajonai, remiantis 2020 m. Policijos registruotais įvykiais



**44 pav.** Klaipėdos miesto su priemiesčiais nusikalstamumo rajonai, remiantis 2020 m. Policijos registruotais įvykiais

Siekiant įvertinti parinkto metodo pritaikomumą skirtingiems laikotarpiams, atliktas 2015 m., 2016 m., 2017 m., 2018 m., 2019 m., 2021 m. ir 2022 m. duomenų rajonavimas, taikant tą patį AZP metodą ir identiškus parametrus, kaip ir 2020 m. duomenų atveju. Vilniaus atveju tarpgrupinės kvadratų sumos ir bendros kvadratų sumos santykis varijuoja nuo 0.568187 iki 0.61556, Kauno atveju – nuo 0.608208 iki 0.639804, o Klaipėdos – nuo 0.601677 iki 0.731464 (21 lentelė). Tik Klaipėdos atveju pastebima šiek tiek didesnė variacija, nors tai iš esmės įtakoja tik vieni metai iš viso 8 metų laikotarpio. Visgi, siekiant geriausių rezultatų kiekvienais metais reikėtų atlikti papildomus eksperimentus su rajonavimo metodais ir jų parametrais.

**21 lentelė.** Skirtingų metų nusikalstamumo rajonavimo geriausi rezultatai, naudojant AZP metodą ir tinkamiausius parametrus pagal 2020 m. duomenis

	2015 m.	2016 m.	2017 m.	2018 m.	2019 m.	<b>2020 m.</b>	2021 m.	2022 m.
--	---------	---------	---------	---------	---------	----------------	---------	---------

Vilnius	0.61556	0.575325	0.591716	0.584079	0.587665	<b>0.603054</b>	0.616348	0.568187
Kaunas	0.63669	0.631893	0.608208	0.619404	0.618825	<b>0.639804</b>	0.616872	0.610924
Klaipėda	0.72870	0.731464	0.654978	0.658837	0.731131	<b>0.694565</b>	0.70634	0.601677

## IŠVADOS

1. Remiantis literatūros apžvalga, galima teigti, kad dažniausiai cituojami metodai, tinkantys nusikalstamumo rajonavimo uždaviniui, yra aglomeracinis klasterizavimas, SKATER, SKATER-CON, REDCAP, AZP, Max-P-Regions, GeoK-Means ir SCHC. Tyrimu pademonstruota, kad dauguma šių metodų apskritai tiko Lietuvos miestų nusikalstamumo rajonavimui.

2. Nusikalstamumo įvykių duomenys, apibendrinti santykinai mažose gardelėse (500 m x 500 m), yra tinkami miestų nusikalstamumo rajonavimui. Rajonuojant tikslinga atskirai nagrinėti įvykius atvirose ir neatvirose erdvėse. Būtina atsižvelgti į gyventojų skaičių.

3. Kadangi įvykių duomenys nėra normaliai pasiskirstę, taip pat siekiant pagreitinti skaičiavimus, taikytas įvykių skaičiaus kategorizavimas, kuris metodiškai pasiteisino.

4. Nustatytos šios pagrindinės Lietuvos policijos registruotų įvykių didžiuosiuose miestuose erdvinės sklaidos tendencijos:

- a) didžiuosiuose miestuose didžioji dalis įvykių fiksuojama centrinėse miestų dalyse;
- b) įvykių, susijusių su smurtu, intensyvumas didesnis aplink miestų centrus esančiuose gyvenamuosiuose rajonuose;
- c) viešosios tvarkos pažeidimų intensyvumas didžiausias centrinėse miestų dalyse;
- d) turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių intensyvumas didžiausias centrinėse miestų dalyse su „karštaisiais taškais“ ties prekybos centrais ir pagrindiniais keliais.

5. Įvykių, susijusių su narkotikais erdvinė sklaida didžiuosiuose miestuose yra skirtinga. Vilniuje didžiausias intensyvumas Naujininkų mikrorajone, tarptautinio oro uosto aplinkinėse teritorijose; Kaune – centrinėje miesto dalyje su intensyviu ir pastoviu židiniu ties Vytauto parku; Klaipėdoje – centrinėje miesto dalyje, Rumpiškės rajone, Malūno parko pietinėje dalyje.

6. Atlikus eksperimentus su policijos registruotų įvykių duomenimis ir skirtingų erdvinės statistikos analizės metodų taikymu, nustatyta, jog Lietuvos didžiuosiuose miestuose geriausi statistiniai įverčiai (BSS/TSS 0.6 ar daugiau) gauti taikant originalų AZP rajonavimo metodą. Siekiant dar geresnių rezultatų būtina atlikti eksperimentus su skirtingais parametrais ir rajonų skaičiumi. Reikia pastebėti, kad nedidelis įverčio pagerinimas nebūtinai reiškia geresnį rajonavimą (gali būti labai sudėtingos konfigūracijos rajonai).

7. Visuose trijuose miestuose pavyko išskirti po 7 rajonus (teritorinius klasterius), kurių kiekvienam būdinga specifinė nusikalstamumo struktūra. Pasitvirtino literatūroje aprašyta didelė nusikalstamumo priklausomybė nuo gyventojų skaičiaus – visuose miestuose aiškiai išsiskyrė centriniai rajonai. Ir kitais aspektais tyrimo rezultatai neprieštarauja anksčiau vykdytų nusikalstamumo teritorinės sklaidos tyrimų rezultatams. Išskirti didžiųjų miestų ir jų priemiestinių teritorijų rajonai leidžia suvokti nusikalstamumo teritorinę diferenciaciją.

8. Rajonavimo žemėlapiai turi kitą paskirtį, negu analitiniai. Jie apibendrina nusikalstamumo ypatumus sąlyginai didelėse teritorijose, todėl yra patogūs vertinant bendrą situaciją mieste ir planuojant prevencijos priemones, ypač savivaldybėse. Tokie žemėlapiai taip pat tinka pristatymams visuomenei, perteikia situaciją objektyviau, lyginant su analitiniais karštųjų zonų žemėlapiais ar kartoschemomis.

9. Tyrimas buvo pilotinio pobūdžio. Jo metodika gali būti pritaikyta panašaus dydžio kitų Europos šalių miestams rajonuoti. Tikėtina, kad gauti rezultatai būtų palyginami.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Acus, A., Beteika, L., 2016. Registruoto turtinio nusikalstamumo Klaipėdos mieste dinamika 1990–2015 m. *Tiltai* 1: 59–82.
- Acus, A., Beteika, L., Kraniauskas, L., Spiriajevas, E., 2019. *Crime in Klaipėda 1990–2010: Spaces, Changes and Structures*; Klaipėda University: Klaipėda, Lithuania, 2019; p. 230.
- Anselin, L., 2024. *An Introduction to Spatial Data Science with GeoDa. Volume 1: Exploring Spatial Data*. CRC/Chapman&Hall, Boca Raton, FL. Online version.
- Appiah K. S., Wirekoh K., Aidoo N. E., Oduro S., Yarhands D. A., Ling N., 2022. A model-based clustering of expectation–maximization and K-means algorithms in crime hotspot analysis, *Research in Mathematics*, 9:1, DOI: 10.1080/27684830.2022.2073662
- Aydin O., Janikas M., Assunção R., Lee T., 2018. SKATER-CON: Unsupervised Regionalization via Stochastic Tree Partitioning within a Consensus Framework Using Random Spanning Trees. 10.1145/3281548.3281554.
- Azevedo, V., Maia, R. L., Guerreiro, M. J., Oliveira, G., Sani, A., Caridade, S., Dinis, M. A. P., Estrada, R., Paulo, D., Nunes, L. M., et al, 2021. Looking at Crime-communities and Physical Spaces: A Curated Dataset. *Data Brief* 2021, 39, 107560.
- Бадов, А.Д., 2009. География преступности в России в постсоветский период.
- Balbi, A., Guerry, A.-M., 1829. *Statistique Comparée de L'état de L'instruction et du Nombre des Crimes Dans les Divers Arrondissements des Académies et des Cours Royales de France*. Paris: Jules Renouard.
- Beconytė, G., Vasiliauskas, D., Govorov, M., 2020. Lietuvos policijos 2015–2019 m. registruotų įvykių erdvinė sklaida ir dinamika. *Filosofija. Sociologija*, 31(2), p. 175–185.
- Beconytė, G., Gružas, K., Govorov, M., 2022. Violent crime in Lithuania: trends and patterns in 2015–2020. *AGILE*, 2022.
- Beconytė, G., Balčiūnas, A., Bielinskas, V., Jukna, L., 2014. Nusikalstamumo tendencijos Vilniaus miestourbanistinėse erdvėse 2012 m. *Geografija*, 50(1), p. 32–42.
- Bielinskas V., Staniūnas E., Beconytė G., Balčiūnas A., Vasiliauskas D. (2014). Public safety in monofunctional zones of Vilnius city. *International Conference on Environmental Engineering (ICEE) Selected papers*. Vilnius Gediminas Technical University Press Technika. DOI: <http://dx.doi.org/10.3846/enviro.2014.108>
- Biswas S., Chen F., Sistrunk A., Muthiah S., Chen Z., Self N., Lu C.T., Ramakrishnan N., 2020. Geospatial Clustering for Balanced and Proximal Schools. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34(09), 13358-13365. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i09.7058>
- Ceccato, V. 2007. Crime Dynamics at Lithuanian Borders. *European Journal of Criminology* 4(2): 131–160. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1177/1477370807074845>
- Ceccato, V. 2008. Expressive Crimes in Post-Socialist States of Estonia, Latvia and Lithuania. *Journal of Scandinavian Studies in Criminology and Crime Prevention* 9: 1, 2–30. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/14043850701610428>.
- Chainey, S., Ractliffe, J. (2005). *GIS and Crime Mapping*. Wiley.
- Černiauskas D., 2006. Nusikalstamumo teritorinės sklaidos ypatumai Vilniaus mieste. *Bakaluro darbas*. Vilnius: VU Geografijos ir kraštotvarkos katedra.
- Duque J. C., Ramos R., Suriñach J., 2007. Supervised Regionalization Methods: A Survey. *International Regional Science Review*, 30(3), 195–220. <https://doi.org/10.1177/0160017607301605>
- Eismontaitė, A., 2010. Nusikalstamumo 2008 m. Lietuvoje analizė erdvinės statistikos metodais. *Geodesy and Cartography*, 36(4), p. 156–159.
- Eismontaitė A., 2012. 2010 m. ir 2011 m. policijos registruotų įvykių analizė Vilniaus mieste erdvinės statistikos metodais. *Magistro darbas*. Vilnius: VU Kartografijos centras.
- Ester M., Kriegel H., Sander J., Xu X., 1996. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'96)*. AAAI Press, 226–231.



- Fahad A., Alshatri N., Tari Z., Alamri A., Khalil I., Zomaya A., Foufou S., Bouras A., 2014. A Survey of Clustering Algorithms for Big Data: Taxonomy and Empirical Analysis. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, vol. 2, no. 03, pp. 267-279. doi: 10.1109/TETC.2014.2330519
- Froemelt A., Buffat R., Hellweg S., 2019. Machine learning based modeling of households: A regionalized bottom-up approach to investigate consumption-induced environmental impacts. *Journal of Industrial Ecology* published by Wiley Periodicals, Inc. on behalf of Yale University. <https://doi.org/10.1111/jiec.12969>
- Galinaitytė, J., Rudzkiš, T., 2005. Šiuolaikinio nusikalstamumo sampratos problema. *Jurisprudencija*, 2005, t. 70(62); 134–140.
- Goldsmith, V., Philip G., John M. and Timothy, R., 2000. *Analyzing Crime Patterns: Frontiers of Practice*. New York: Sage.
- Gružas K., 2022. Lietuvos policijos registruotų įvykių, susijusių su smurtu Vilniaus miesto savivaldybėje 2015–2020 m. erdvinės sklaidos analizė. *Bakalauro darbas*. Vilnius: VU kartografijos ir geoinformatikos katedra.
- Gružas, K., 2021. Viešai publikuota 2021 m. mokslinės vasaros praktikos ataskaita „Lietuvos policijos registruotų įvykių teritorinės sklaidos rodiklių nustatymas ir vertinimas kartografiniais ir GIS analizės metodais“.
- Gružas, K., 2023. Nusikalstamumo rajonavimas Lietuvos didžiuosiuose miestuose ir jų priemiesčiuose (remiantis 2015–2020 m. Lietuvos policijos registruotais įvykiais). Viešai publikuota praktikos ataskaita. Vilniaus universitetas. Pasiikiama internete: [http://kc.gf.vu.lt/wp-content/uploads/2023/09/ProjektoVeiklosAtaskaita\\_KGruzas\\_2023\\_09\\_06.pdf](http://kc.gf.vu.lt/wp-content/uploads/2023/09/ProjektoVeiklosAtaskaita_KGruzas_2023_09_06.pdf) (žiūrėta 2024 balandžio 3 d.).
- Guo D., 2008. Regionalization with dynamically constrained agglomerative clustering and partitioning (REDCAP). *International Journal of Geographical Information Science*. 22. 801-823. 10.1080/13658810701674970.
- Guerry, A.-M., 1833. *Essai sur la statistique morale de la France*. Paris: Crochard.
- Gu Q., Zhang H., Chen M., Chen C., 2019. Regionalization Analysis and Mapping for the Source and Sink of Tourist Flows. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* <https://doi.org/10.3390/ijgi8070314>
- Hamer W., Birr T., Verreet J., Duttmann R., Klink H., 2020. Spatio-Temporal Prediction of the Epidemic Spread of Dangerous Pathogens Using Machine Learning Methods. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. <https://doi.org/10.3390/ijgi9010044>
- Harries, K.D., 1974. *The Geography of Crime and Justice*. New York: McGraw-Hill.
- Herbert, D. T., Harries, K. D., 1986. Area Based Policies for Crime Prevention. *Applied Geography* 6: 281–295.
- Herbert, D., 1982. *The Geography of Urban Crime*. London: Longman. <https://books.google.lt/books?id=MTpdDgAAQBAJ>
- Yang, M., Zhe, C., Zhou M., Liang, X., Bai, Z., 2021. The Impact of COVID-19 on Crime: A Spatial Temporal Analysis in Chicago. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 10, no. 3: 152. <https://doi.org/10.3390/ijgi10030152>
- Kabiraj, P., 2022. Crime in India: a spatio-temporal analysis. *GeoJournal*. 88. 1-22. 10.1007/s10708-022-10684-7.
- Kavaliauskas P., Jankauskaitė M., Veteikis D., Šimanauskienė R., 2013. Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio erdvinės struktūros įvairovės ir jos tipų identifikavimo studija. I dalis. Kraštovaizdžio supratimo ir jo erdvinės struktūros pažinimo nuostatos. ISBN: 978-609-417-064-5. Kembridžo žodynas: elektroninis variantas. Suburb. Žiūrėta 2023 m. liepos 13 d. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/suburb>
- Kiessé, T. S. 2017. ‘On Finite Sample Properties of Nonparametric Discrete Asymmetric Kernel Estimators’, *Statistics* 51: 5, 1046–1060.
- Kirkley A., 2022. Spatial regionalization based on optimal information compression. *Commun Phys* 5, 249. <https://doi.org/10.1038/s42005-022-01029-4>
- Kiškis, A., Justickaja, S., Uscila, R., Justickis, V., 2014. *Nusikalstamumas Lietuvoje ir jo prevencijos perspektyvos*. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas. ISBN: 978-9955-19-687-7.

- Lattimer B. ir Lattimer A., 2022. Creating Compact Regions of Social Determinants of Health.
- Lawrence K. R., 2013. Constructing geographic areas for homicide research: a case study of New Orleans. LSU Master's Theses. 226. [https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool\\_theses/226](https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses/226)
- Lietuvių kalbos žodynas (t. I–XX, 1941–2002): elektroninis variantas. Rajonavimas. Žiūrėta 2022 m. spalio 11 d.
- Lietuvos Respublikos baudžiamasis kodeksas, 11 str. Nusikaltimas. <http://www.infolex.lt/ta/66150:str11>
- Lietuvos Respublikos baudžiamasis kodeksas, 12 str. Baudžiamasis nusižengimas. <https://www.infolex.lt/ta/66150:str12>
- Lietuvos Policijos Generalinio Komisarо įsakymas dėl policijos registruojamų įvykių registro steigimo, 2005. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.267481/asr>
- Lietuvos Respublikos seimo nutarimas dėl nacionalinės nusikaltimų prevencijos ir kontrolės programos patvirtinimo, 2003.
- Lietuvos Respublikos teritorijos administracinių vienetų ir jų ribų įstatymas, 2022. Žiūrėta 2023 m. liepos 15 d., <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.5911/asr>
- Lietuvos Respublikos terminų bankas: elektroninis variantas. Rajonavimas. Žiūrėta 2022 m. spalio 11 d., <http://terminai.vlkk.lt/paieska?search=rajonavimas>
- Maghularia, R., Uebelmesser, S., 2023. Do Immigrants Affect Crime? Evidence from Germany. J. Econ. Behav. Organ. 2023, 211, 486–512.
- Максимов С.В., Эминов В.Е. Концепция борьбы с организованной преступностью в России: монография. М.: Норма, Инфра-М, 2015. – 80 с.
- Mališauskaitė-Simanaitienė, S., 2008. Nusikalstamumo teritorinio pasiskirstymo Lietuvoje ypatumai. Kn.: B. Genovaitė ir kt. 2008. Nusikalstamumas Lietuvoje ir jo prognozė iki 2015 metų. Vilnius: Mykolo Romerio universiteto Leidybos centras.
- Megler, V.; Banis, D.; Chang, H. 2014. ‘Spatial Analysis of Graffiti in San Francisco’, Applied Geography 54: 63–73.
- Mimis A., Rovolis A., Stamou M., 2012. An AZP-ACO Method for Region-Building. In: Maglogiannis, I., Plagianakos, V., Vlahavas, I. (eds) Artificial Intelligence: Theories and Applications. SETN 2012. Lecture Notes in Computer Science(), vol 7297. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-30448-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30448-4_11)
- Norkevičiūtė L., 2020. Didžiųjų duomenų klasterizavimas ir klasifikavimas. Vilnius.
- Quetelet, A., 1835. Sur l’homme et le développement de ses facultés, ou Essai de physique sociale. Paris: Bachelier.
- Pocienė, A., 2009. Socialinės tvarkos ir saugumo prielaidos mieste: aplinkos kriminologijos teorijų taikymo patirtis vakaruose ir perspektyvos Lietuvoje. Teisės problemos, 4(66), p. 31–69.
- Pocienė, A., Kalesnykas, R., Kiškis, A., Uscila, R., Mališauskaitė-Simanaitienė, S., 2010. Saugumo miestuose užtikrinimo problemos. Teisės instituto mokslo tyrimai, T. 6. Vilnius: Teisės institutas.
- Psyllidis A., Yang J., Bozzon A., 2018. Regionalization of Social Interactions and Points-of-Interest Location Prediction With Geosocial Data. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2018.2850062.
- Ragauskas, P., 2000. Nusikalstamumas. Pranešimas apie žmogaus socialinę raidą Lietuvoje. Vilnius: Jungtinių Tautų vystymo programa.
- Santos, R., 2016. Crime Analysis with Crime Mapping, SAGE Publications, Inc; Fourth edition.
- Saunders K.R., Stephenson A.G. ir Karoly D.J., 2021. A regionalisation approach for rainfall based on extremal dependence. Extremes 24, 215–240. <https://doi.org/10.1007/s10687-020-00395-y>
- Scott, D. W. 2015. Multivariate Density Estimation: Theory, Practice, and Visualization. Hoboken (NJ): John Wiley and Sons.
- Spiriajevas, E., 2015. Nusikalstamų veikų teritoriniai klasteriai ir jų struktūros diferenciacija: Klaipėdos miesto atvejis. Geografijos metraštis 48: 24–40.
- Tonkalytė, A., 1999. Geografiniai nusikalstamumo Lietuvoje aspektai. Bakalauro darbas. Vilnius: VU Bendrosios geografijos katedra.
- Tubutis, L., 2018. Nusikalstamų veikų ir alkoholio pardavimo vietų teritorinio sąryšio kartografinė analizė Vilniaus mieste. Magistro baigiamasis darbas. Vilnius: VU Kartografijos centras.

- Wang, L., Gabby, L., Ian W., 2019. The Spatial and Social Patterning of Property and Violent Crime in Toronto Neighbourhoods: A Spatial-Quantitative Approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 8, no. 1: 51. <https://doi.org/10.3390/ijgi8010051>
- Vaitekūnas, S., 1995. Geografija: pasaulio socialinė geografija (10 klasės vadovėlis). Kaunas: Šviesa.
- Valukonytė, A., 2014. Vagysčių ir plėšimų koncentracijos židinių teritorinės sklaidos tyrimas Vilniaus mieste 2013 m. (prekybos centrų pavyzdžiu). Bakalauro darbas. Vilnius: VU Geografijos ir kraštotvarkos katedra.
- Vasiliauskas, D., Beconytė, G., 2016. Cartography of Crime: Portrait of Metropolitan Vilnius. *Journal of Maps* 12(5): 1236–1241.
- Vasiliauskas, D., 2014. Nusikalstamumo geografija Lietuvoje: tyrimų apžvalga. *Geografijos metraštis* 47.
- Viselgienė, G., 2018. Lambert Adolphe Jacques Quételet. Visuotinė lietuvių enciklopedija. Žiūrėta 2024 m. kovo 23 d., <https://www.vle.lt/straipsnis/lambert-adolphe-jacques-quetelet/>
- Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras, 2011. Priemiestis. Visuotinė lietuvių kalbos enciklopedija. Žiūrėta 2023 m. liepos 12 d., <https://www.vle.lt/straipsnis/priemiestis/>
- Zaleckis, K., Matijošaitienė, I., 2012. Kauno miesto erdvinės struktūros įtaka saugumui viešosiose erdvėse ir žaliosiose rekreacinėse teritorijose. *Journal of Architecture and Urbanism*, 36(4): 272–282.
- Zaleckis, K., Matijošaitienė, I., Sinkienė, J., Stankevičė, I., Navičkaitė, K., 2016. Erdvinė miesto struktūra ir gyventojų saugumas. Mokslo studija. DOI: 10.5755/e01.9786090212646, eISBN: 978-609-02-1265-3.

## SANTRAUKA

### VILNIAUS UNIVERSITETAS CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS

KOSTAS GRUŽAS

#### **Nusikalstamumo rajonavimo metodų taikymo tyrimas (remiantis 2015–2022 m. Lietuvos policijos registruotų įvykių duomenų pavyzdžiu)**

Nusikalstamumas yra nuolatinė opi socialinė problema, kuri aktuali kiekvienoje valstybėje, kiekviename mieste ar jo priemiesčiuose. Erdviniai duomenys suteikia labai svarbių įžvalgų apie nusikalstamos veiklos erdvinis modelius, leidžiančius nustatyti didelės rizikos sritis, suprasti nusikalstamumo tendencijas, įvertinti nusikalstamumo ir įvairių socialinių, ekonominių ir aplinkos veiksnių erdvinis ryšius. Naudodamiesi erdviniais duomenimis, sprendimus priimančias asmenys gali parengti tikslines intervencines priemones, efektyviai paskirstyti išteklius ir įgyvendinti aktyvias priemones, nukreiptas į nusikalstamumą miestuose ir priemiesčiuose, kas sėkmingai nustato efektyvesnius ir tvaresnius sprendimus, leidžia didinti visuomenės saugumą ir bendruomenės gerovę.

Šiame tyrime analizuojami Policijos registruoti įvykiai, kurie turi nusikalstamų veikų požymių ir yra vienas geriausių nusikalstamumo indikatorių. Tyrinėti 2015–2022 m. fiksuoti įvykiai, susiję su smurtu; įvykiai, susiję su narkotikais; viešosios tvarkos pažeidimai bei vagystės ir turto sunaikinimas/sugadinimas.

Tiriant nusikalstamumą didžiuosiuose miestuose ir jų priemiesčiuose reikalingas daugialypis požiūris – nuo priemiesčio apibrėžimo iki tikslaus priemiesčių zonų nustatymo metodų kūrimo. Priemiesčiai paprastai pasižymi artumu miestų centrams, mažesniu gyventojų tankumu, palyginti su miestais, ir gyvenamosios bei komercinės paskirties žeme. Nustatant priemiesčius, naudoti skirtingi erdvinis duomenų šaltiniai – adresų taškai, gyventojų surašymo duomenys, pagrindiniai keliai ir pastatai. Analizuojant šiuos duomenų rinkinius ir taikant erdvinės analizės metodus, tokius kaip tankumo ir proporcijų skaičiavimai, nustatytos apytikslės priemiesčių ribos. Pastebėta, kad tyrimų, kuriuose būtų naudojami erdvinės analizės metodai ir geografiniai duomenys, siekiant nustatyti didžiųjų miestų priemiesčius, nėra. Šiame tyrime daug daugiau dėmesio skiriama nusikalstamumo erdviniam pasiskirstymui ir rajonavimui, todėl reikia tobulinti priemiesčių nustatymo metodiką.

Išskyrus priemiesčius, atlikta įvykių erdvinės sklaidos analizė visoje Lietuvoje bei didžiuosiuose miestuose ir jų priemiesčiuose. Naudoti santykinio įvykių skaičiaus, vietos koeficiento ir tankumo metodai. Pastebėta, kad didžiuosiuose miestuose daugiausia incidentų fiksuojama centrinėse miestų dalyse; smurtiniai incidentai dažnesni gyvenamuosiuose rajonuose aplink miestų centrus; viešosios tvarkos pažeidimų intensyvumas didžiausias centrinėse miestų dalyse; nusikaltimų nuosavybei daugiausiai centriniuose miestų rajonuose, dažnai prie prekybos centrų ir pagrindinių kelių. Sudaryti skirtingų metų ir metodų žemėlapių rinkinys, kuriame pateikiami standartinių erdvinės analizės metodų rezultatai Lietuvoje ir didžiuosiuose Lietuvos miestuose.

Remiantis 2020 m. duomenimis, atlikta daugiau nei 500 eksperimentų, taikant skirtingus erdvinio grupavimo metodus ir jų parametrų kombinacijas. Vėliau buvo išbandytas geriausias statistinius rezultatus davęs automatinio zonavimo procedūros (angl. *automatic zoning procedure*) metodas, taikant skirtingus parametrų derinius. Kiekviename mieste buvo nustatytos septynių tipų miesto nusikalstamumo zonos. Kiekviename mieste buvo sudaryti nusikalstamumo zonų (rajonų) žemėlapiai. Rajonavimo rezultatai buvo interpretuojami socialiniu ir geografiniu požiūriu ir

pastebėta, jog bent iš dalies atitinka ankstesnius sociologinius miestų tyrimus. Nustatyti septyni nusikalstamumo sričių tipai, kurie yra visuose tirtuose miestuose ir, remiantis preliminariu vertinimu, maždaug atitinka kiekvieno miesto socialines ir demografines bei urbanistines zonas. Nusikalstamumo zonų žemėlapiai gali būti taikomi nusikalstamumo prevencijos planavimui ir komunikacijai, nekilnojamojo turto vertinimui, strateginiam miestų plėtros planavimui ir kitiems tikslams.

## SUMMARY

### VILNIUS UNIVERSITY FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES

KOSTAS GRUŽAS

#### **A study on the application of methods of crime regionalisation (based on a sample of criminal event data recorded by the Lithuanian police in 2015–2022)**

Spatial data provides very important insights into the spatial patterns of criminal activity, allowing identify high-risk areas, understand crime trends, to assess the spatial relationships between crime and various social, economic and environmental factors. Using spatial data, decision makers can prepare targeted intervention measures, allocate resources effectively and implement proactive measures aimed at crime in cities and in the suburbs, which successfully identifies more efficient and sustainable solutions. to increase public safety and community well-being.

This study analyses incidents recorded by the Police that have the characteristics of criminal offences and are one of the best indicators of crime. The events analysed are violence-related incidents recorded between 2015 and 2022; drug-related incidents; public order offences and theft and destruction/damage to property.

Investigating crime in major cities and their suburbs requires a multifaceted approach, from defining what constitutes a suburb to developing methods for precise identification of suburban areas. Suburbs are generally characterized by their proximity to urban centers, lower population density compared to cities, and residential and commercial land use. We use a variety of spatial data layers, including address points, population data, road networks and building footprints, to pinpoint suburbs. By analyzing these data sets and applying spatial analysis techniques such as density and proportion calculations, suburban boundaries can be determined. It was noted that there are no studies that use spatial analysis methods and geographic data to identify the suburbs of large cities. This study focuses much more on the spatial distribution and regionalization of crime, and the methodology for identifying suburbs needs to be improved.

Once suburbs are delineated, conducting spatial analysis of crime within these areas requires diverse methods to capture the complexity of the crime patterns. Three commonly employed methods include density maps, densities differences, and location quotients were applied. We found out that in the major cities, the majority of incidents are recorded in the central parts of the cities; violent incidents are more frequent in residential areas around city centers; the intensity of public order offences is highest in the central parts of cities; property crimes are highest in central cities parts with hot spots near shopping centers and main roads.

Based on 2020 data, more than 500 experiments have been carried out using different spatial clustering methods and parameter combinations. The automatic zoning procedure method, which gave the best statistical results, was then tested using different combinations of parameters. Seven types of urban crime zones were identified in each city. Maps of the crime zones (neighbourhoods) in each city were drawn. The results of the zoning were interpreted from a socio-geographical perspective and found to be at least partially consistent with previous sociological studies of cities. Seven types of crime areas have been identified, which are present in all the cities studied and, according to a preliminary assessment, roughly correspond to the socio-demographic and urban areas

of each city. The crime area maps can be used for crime prevention planning and communication, real estate valuation, strategic urban development planning and other purposes.

Data .....

## 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: .....

(vardas, pavardė)

(parašas)



## **PRIEDAI**

1. 1 priedas. Bendroji Lietuvoje fiksuotų įvykių statistika
2. 2 priedas. Vilniuje fiksuotų įvykių statistika
3. 3 priedas. Kaune fiksuotų įvykių statistika
4. 4 priedas. Klaipėdoje fiksuotų įvykių statistika
5. 5 priedas. Lietuvos nusikalstamumo erdvinė analizė
6. 6 priedas. Vilniaus ir jo priemiesčių nusikalstamumo erdvinė analizė
7. 7 priedas. Kauno ir jo priemiesčių nusikalstamumo erdvinė analizė
8. 8 priedas. Klaipėdos ir jos priemiesčių nusikalstamumo erdvinė analizė

## Bendroji Lietuvoje fiksuotų įvykių statistika

1 lentelėje pateikiamas skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui. Galima matyti, jog bendrosios analizės tendencija apie vasaros mėnesius išlieka visiems tipams (pastebima išimtis su NAR tipo įvykiais). ASM ir TRV atveju išryškėja 5–10 mėnesiai, kai nuolat įvyksta daugiau įvykių nei likusiais metais. Taip pat, išsiskiria ASM tipo įvykiai, kurių didelė dalis fiksuojama gruodžio mėnesį – kitų tipu atveju tokia tendencija nepastebima.

**1 lentelė.** Skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui



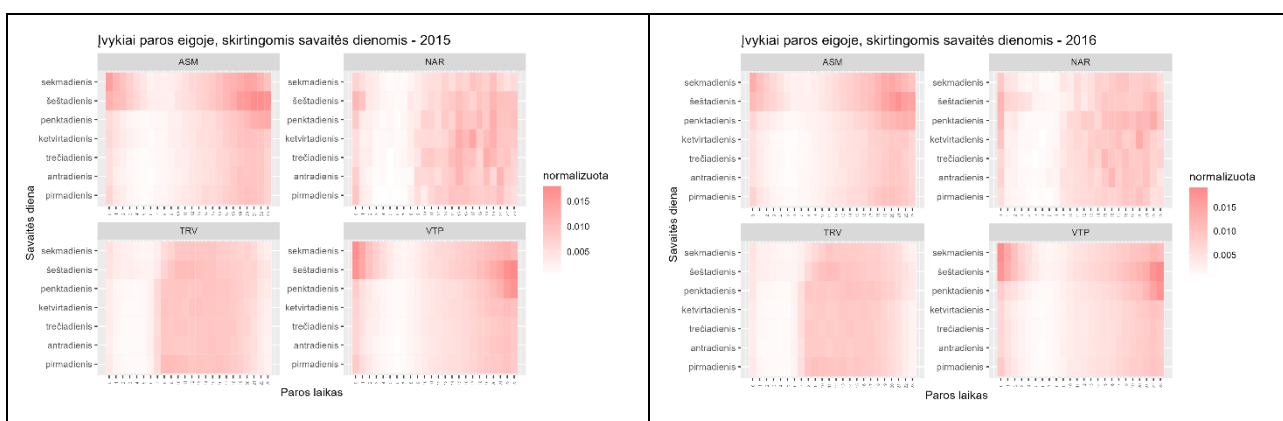
Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje šiek tiek skiriasi nuo bendrosios tendencijos (2 lentelė). Panašu, kad bendrą įvykių tendenciją sąlygoja didelis ASM ir VTP įvykių skaičius savaitgalį. Tuo tarpu NAR įvykių daugiau fiksuojama ketvirtadieniais, penktadieniais ir šeštadieniais – šiuo atveju sekmadienis neviršija savaitės vidurkio nei vienais metais. TRV įvykių pasiskirstymas akivaizdžiai skiriasi nuo 2015 iki 2019 m. ir vėliau. 2015–2019 m. daugiau įvykių buvo fiksuojama pirmadieniais, penktadieniais ir šeštadieniais. Nuo 2020 m. vis daugiau įvykių fiksuojama darbo dienomis – nuo pirmadienio iki penktadienio.

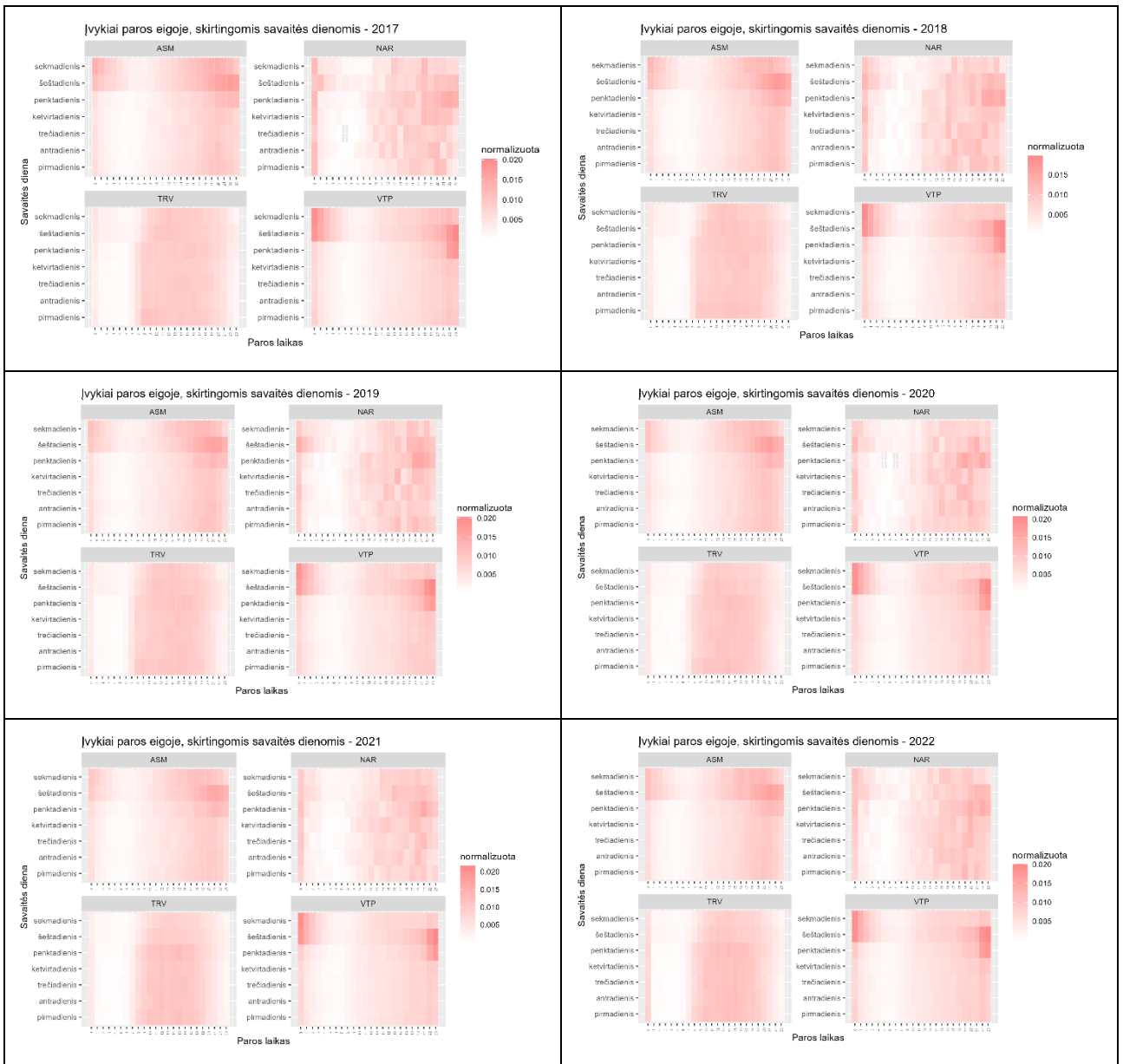
## 2 lentelė. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje



Siekiant vertinti skirtingų tipų įvykių pasiskirstymą paros eigoje savaitės dienomis 2015–2022 m., buvo atliktas reikšmių normalizavimas. Reikšmės normalizuotos pačiu elementariausiu būdu – konkretaus įvykio tipų įvykusio konkrečią savaitės dieną ir valandą reikšmė dalinama iš bendro konkretaus įvykių tipų skaičiaus. Pastebėta, jog visais metais tendencija išlieka tokia pati – ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis), o TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu (3 lentelė).

## 3 lentelė. Įvykiai paros eigoje savaitės dienomis skirtingais metais

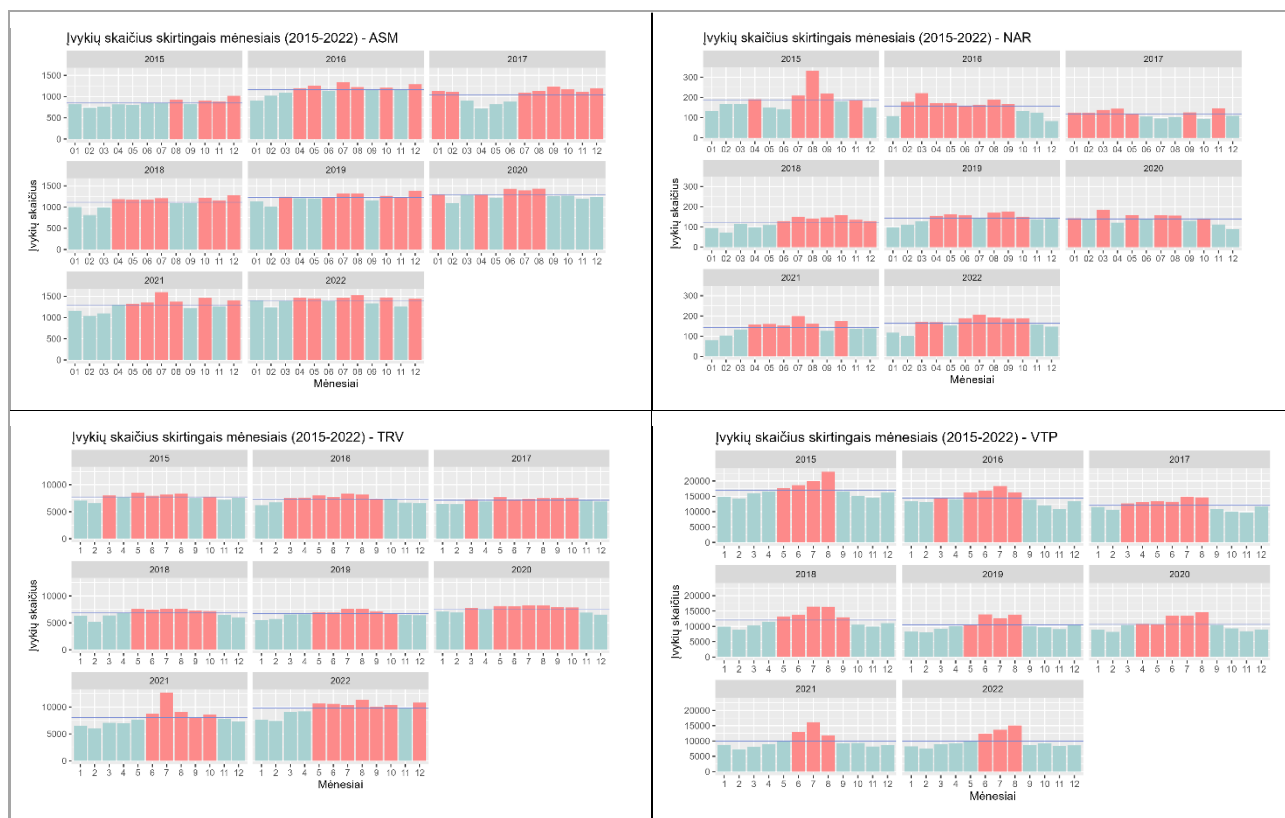




## Vilniuje fiksuotų įvykių statistika

1 lentelėje pateikiamas skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui. Šiuo atveju pastebima, kad bendrąją tendenciją geriausiai atitinka VTP tipo įvykiai, kurių daugiausiai stabiliai fiksuojama vasaros metu, pagrinde – birželio, liepos, rugpjūčio mėnesiais su išimtimis. Tuo tarpu ASM tipo įvykių padidėjimas taip pat pastebimas vasaros metu, tačiau taip pat išryškėja ir metų pabaigos mėnesiai, ypačingai – gruodis. 2017–2019 m. apskritai spalio–gruodžio mėnesiais buvo fiksuojama daugiau nei vidutiniškai įvykių, susijusių su smurtu. TRV tipo atveju taip pat matoma tendencija, jog daugiau įvykių šiltuoju metų laiku, tik čia išsiskiria šiek tiek ilgesnis periodas – dažniausiai nuo gegužės iki spalio mėnesio. NAR tipo įvykių pasiskirstymas neturi tokios aiškios tendencijos visais metais, tačiau galima matyti, jog stabiliai mažiau nei vidurkis fiksuojama šaltuoju metų laiku. Taip pat, paskutiniai metais vis labiau išryškėja šiltasis sezonas, kai fiksuojama daugiau įvykių nei vidurkis (vasaros mėnesiai).

1 lentelė. Skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui



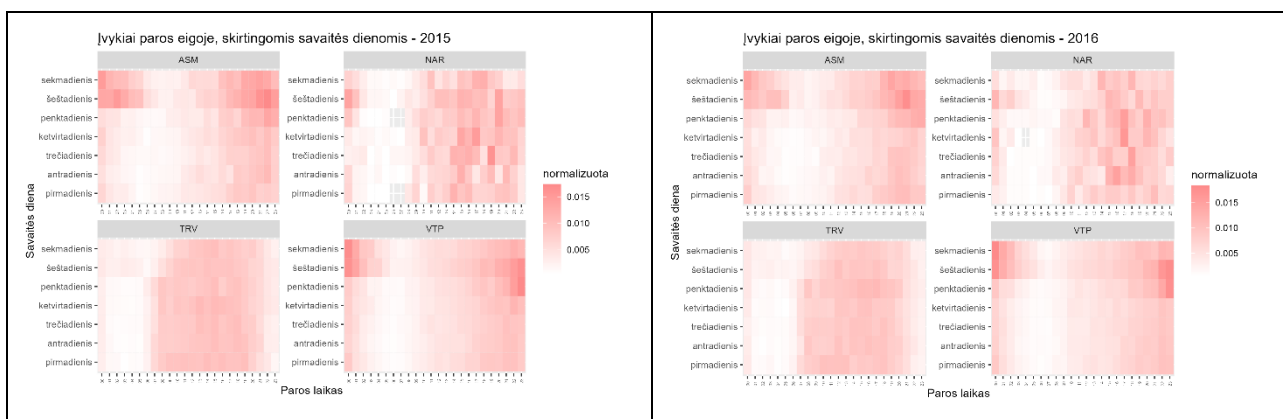
Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje šiek tiek skiriasi nuo bendrosios tendencijos (2 lentelė). Panašu, kad bendrą įvykių tendenciją sąlygoja didelis ASM ir VTP įvykių skaičius savaitgalį. Tuo tarpu NAR įvykių daugiau fiksuojama ketvirtadieniais, penktadieniais ir šeštadieniais – šiuo atveju sekmadienis neviršija savaitės vidurkio nei vienais metais. TRV įvykių pasiskirstymas buvo gana nestabilus iki 2021 m., o 2021–2022 m. labai išsiskiria darbo dienos, kai įvykių skaičius viršija vidurkį.

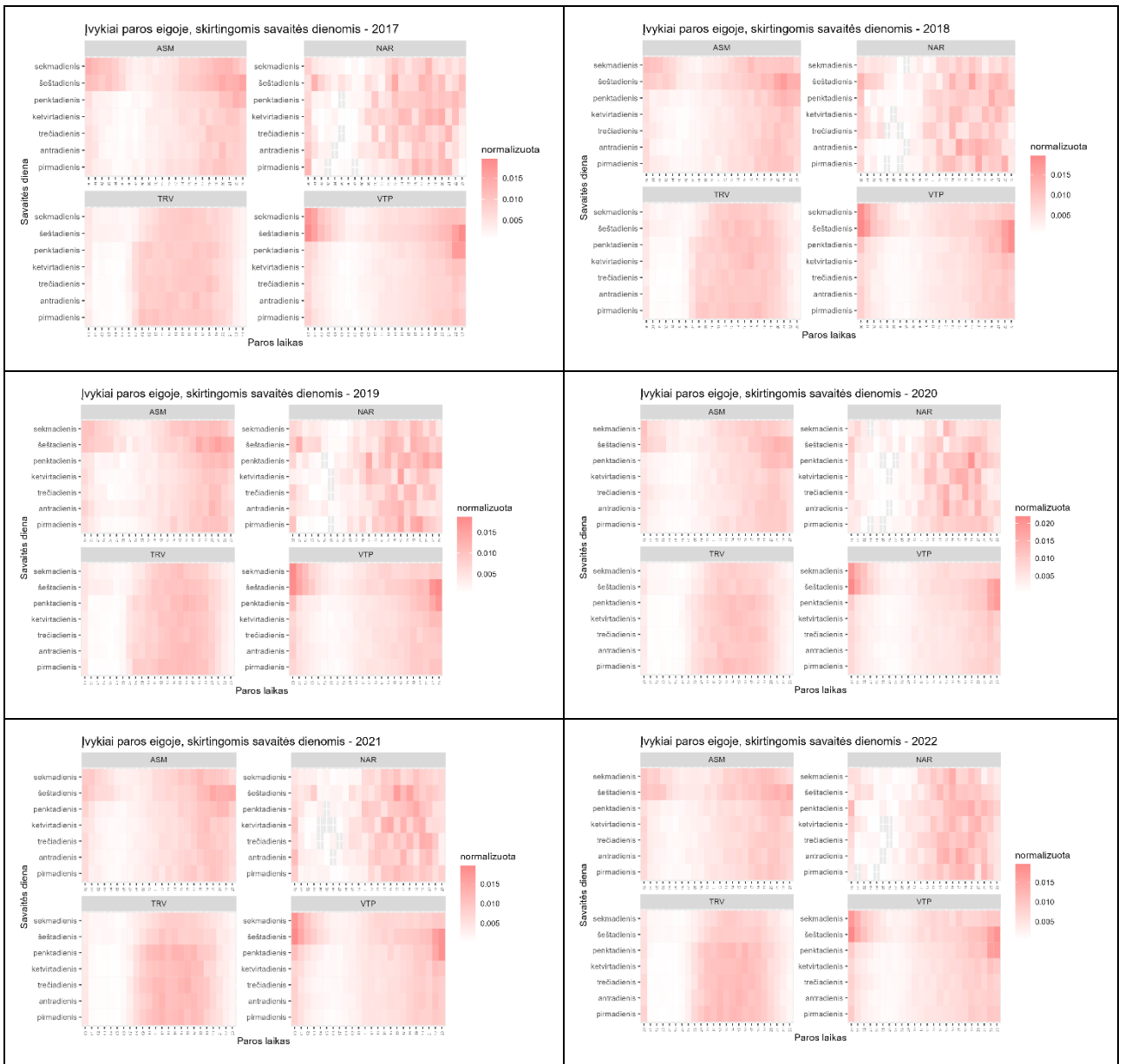
## 2 lentelė. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje



Siekiant vertinti skirtingų tipų įvykių pasiskirstymą paros eigoje savaitės dienomis 2015–2022 m., buvo atliktas reikšmių normalizavimas. Reikšmės normalizuotos pačiu elementariausiu būdu – konkretaus įvykio tipų įvykusio konkrečią savaitės dieną ir valandą reikšmė dalinama iš bendro konkretaus įvykių tipų skaičiaus. Pastebėta, jog visais metais tendencija išlieka tokia pati – ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis), o TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu (3 lentelė).

## 3 lentelė. Įvykiai paros eigoje savaitės dienomis skirtingais metais

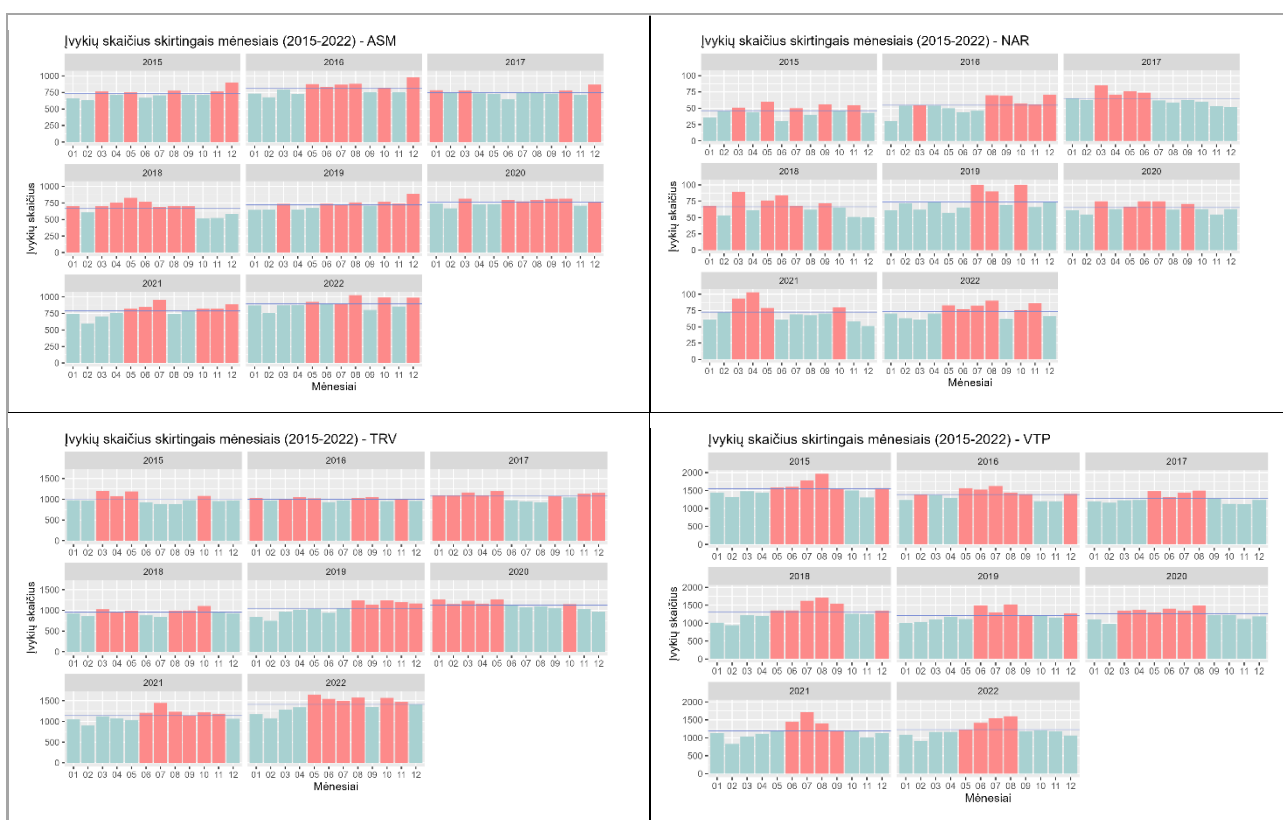




## Kaune fiksuotų įvykių statistika

1 lentelėje pateikiamas skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui. Šiuo atveju pastebima, kad bendrąją tendenciją geriausiai atitinka VTP tipo įvykiai, kurių daugiausiai stabiliai fiksuojama vasaros metu, pagrinde – birželio, liepos, rugpjūčio mėnesiais su išimtimis. Tuo tarpu ASM tipo įvykių padidėjimas taip pat pastebimas vasaros metu, tačiau taip pat išryškėja ir metų pabaigos mėnesiai, ypačingai – gruodis (visais metais, išskyrus 2018 m.). TRV tipo atveju tendencija, jog įvykių fiksuojama daugiau šiltuoju metų laiku pastebima tik nuo 2021 m. Anksčiau buvo priešingai – daugiau įvykių fiksuojama laikotarpyje iki ir po vasaros. NAR tipo įvykių pasiskirstymas neturi tokios aiškios tendencijos visais metais, tačiau dažniausiai daugiau įvykių fiksuojama pavasarį, ypačingai išsiskiria kovo mėnuo.

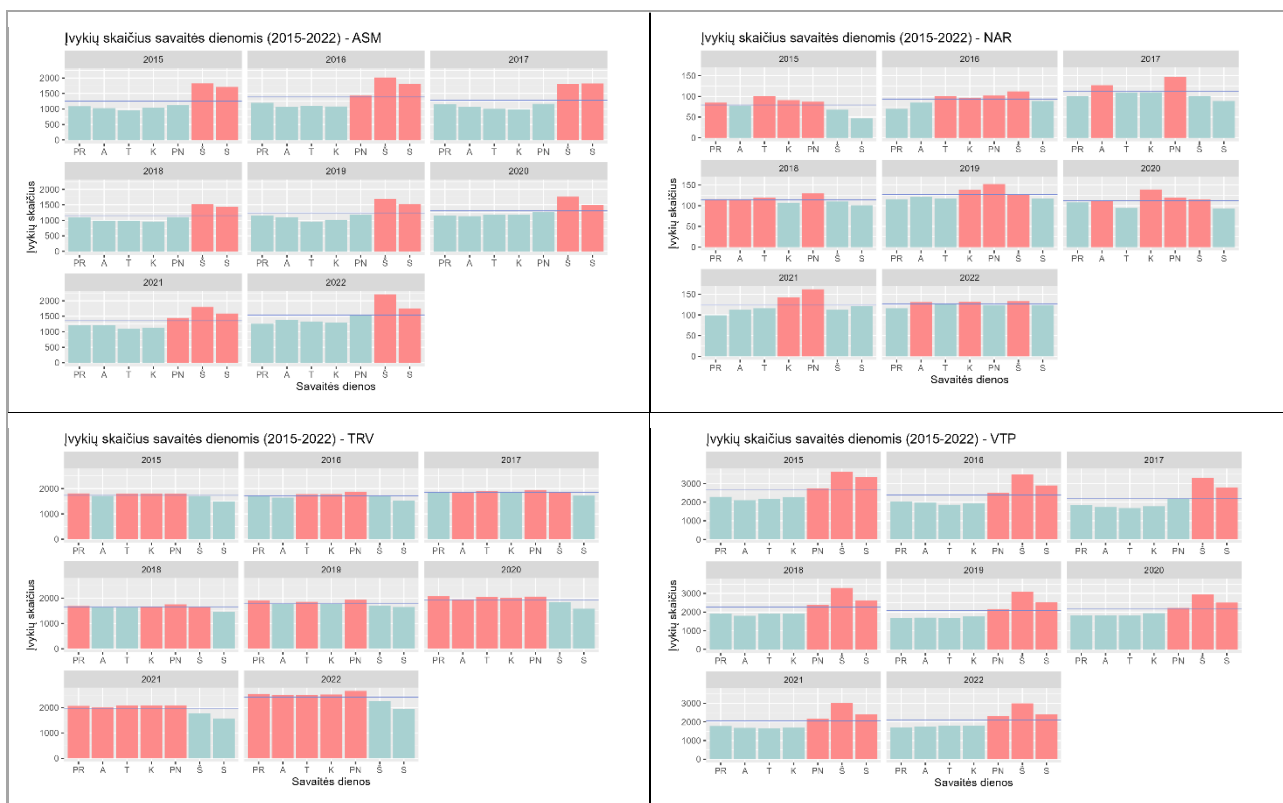
1 lentelė. Skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui



Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje šiek tiek skiriasi nuo bendrosios tendencijos (2 lentelė). Panašu, kad bendrą įvykių tendenciją sąlygoja didelis ASM ir VTP įvykių skaičius savaitgalį. VTP fiksuojama stabiliai daugiau nei vidurkis nuo penktadienio iki sekmadienio, o ASM – šeštadienį ir sekmadienį. Tuo tarpu NAR įvykių daugiau fiksuojama ketvirtadieniais, penktadieniais ir šeštadieniais – šiuo atveju sekmadienis neviršija savaitės vidurkio nei vienais metais. Tiesia, pasitaiko nemažai išimčių, todėl sunku įžvelgti aiškią tendenciją. TRV įvykių pasiskirstymas buvo gana nestabilus iki 2020 m., o 2020–2022 m. labai išsiskiria darbo dienos, kai įvykių skaičius viršija vidurkį.

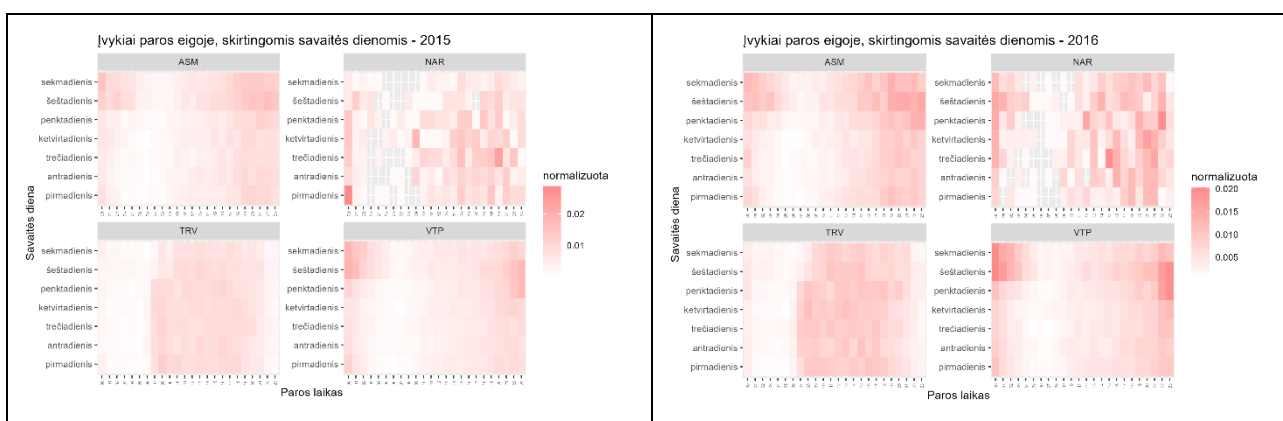


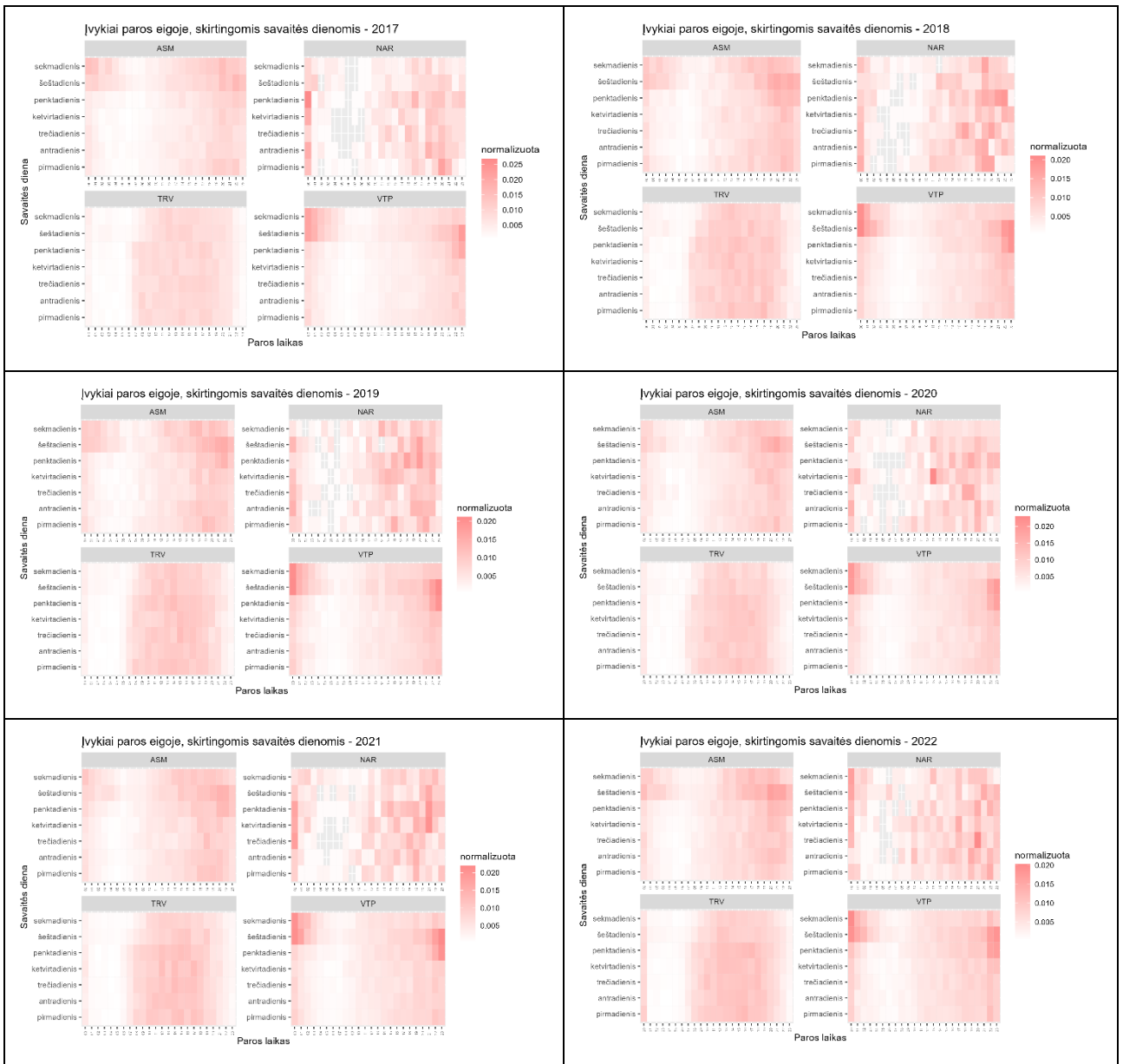
## 2 lentelė. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje



Siekiant vertinti skirtingų tipų įvykių pasiskirstymą paros eigoje savaitės dienomis 2015–2022 m., buvo atliktas reikšmių normalizavimas. Reikšmės normalizuotos pačiu elementariausiu būdu – konkretaus įvykio tipų įvykusio konkrečią savaitės dieną ir valandą reikšmė dalinama iš bendro konkretaus įvykių tipų skaičiaus. Pastebėta, jog visais metais tendencija išlieka tokia pati – ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis), o TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu (3 lentelė).

## 3 lentelė. Įvykiai paros eigoje savaitės dienomis skirtingais metais





## Klaipėdoje fiksuotų įvykių statistika

1 lentelėje pateikiamas skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui. Šiuo atveju pastebima, kad bendrąją tendenciją geriausiai atitinka VTP tipo įvykiai, kurių daugiausiai stabiliai fiksuojama vasaros metu, pagrinde – birželio, liepos, rugpjūčio mėnesiais su išimtimis. Tuo tarpu ASM tipo įvykių padidėjimas taip pat pastebimas vasaros metu, tačiau taip pat išryškėja ir metų pabaigos mėnesiai, ypač – gruodis. TRV tipo atveju taip pat labiau išryškėja šiltasis metų laikotarpis. Ypač didelis išskirtinumas pastebimas 2021 m. liepos mėnesį, kai TRV tipo įvykių fiksuota ypatingai daug. NAR tipo įvykių pasiskirstymas neturi tokios aiškios tendencijos visais metais, tačiau dažniausiai daugiau įvykių fiksuojama pavasarį ir vasarą. Tačiau galimi ir išskirtinimai, kai daugiau įvykių fiksuojama metų pabaigoje, pavyzdžiui 2015 m., 2017 m. ir 2021 m.

1 lentelė. Skirtingų įvykių tipų skaičiaus pasiskirstymas pamėnesiui



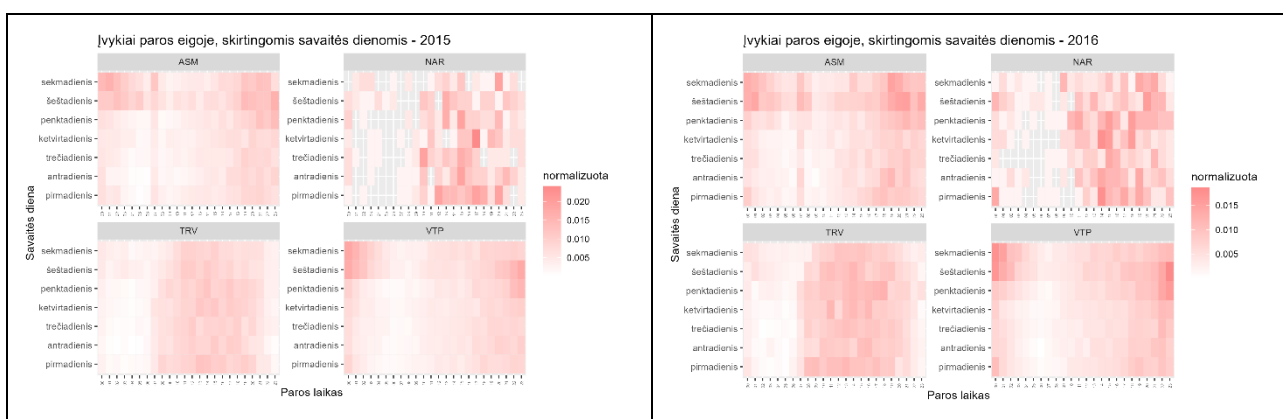
Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje šiek tiek skiriasi nuo bendrosios tendencijos (2 lentelė). Panašu, kad bendrą įvykių tendenciją sąlygoja didelis ASM ir VTP įvykių skaičius savaitgalį. VTP fiksuojama stabiliai daugiau nei vidurkis nuo penktadienio iki sekmadienio, o ASM – šeštadienį ir sekmadienį. Tuo tarpu NAR tipo įvykių atveju nėra pastebima tokia aiški tendencija. Dažnai išsiskiria penktadieniai ir šeštadieniai, tačiau nestabiliai pasitaiko ir kitų dienų, kai fiksuojama daugiau įvykių nei vidurkis. TRV įvykių pasiskirstymas buvo gana nestabilus iki 2020 m. (labiau išsiskirdavo penktadienis ir šeštadienis), o 2020–2022 m. labai išsiskiria darbo dienos, kai įvykių skaičius viršija vidurkį.

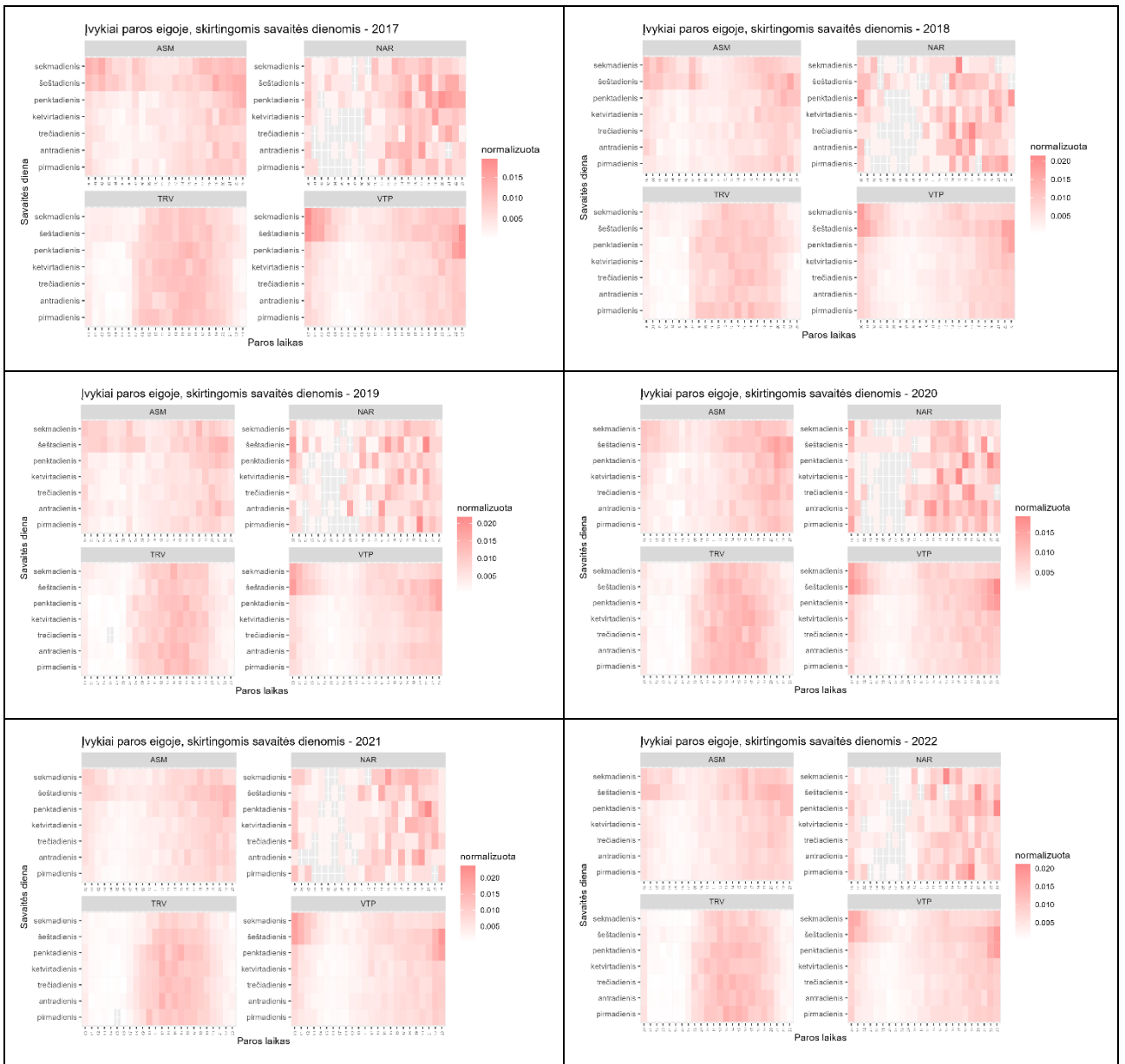
## 2 lentelė. Skirtingų tipų įvykių pasiskirstymas savaitės eigoje



Siekiant vertinti skirtingų tipų įvykių pasiskirstymą paros eigoje savaitės dienomis 2015–2022 m., buvo atliktas reikšmių normalizavimas. Reikšmės normalizuotos pačiu elementariausiu būdu – konkretaus įvykio tipų įvykusio konkrečią savaitės dieną ir valandą reikšmė dalinama iš bendro konkretaus įvykių tipų skaičiaus. Pastebėta, jog visais metais tendencija išlieka tokia pati – ASM, NAR ir VTP tipo įvykiai daugiau fiksuojami vėlesnėmis valandomis – ypačingai tai pastebima su ASM ir VTP įvykiais (daugiausiai įvykių savaitgalio naktimis), o TRV tipo įvykiai daugiausiai fiksuojami dienos metu (3 lentelė).

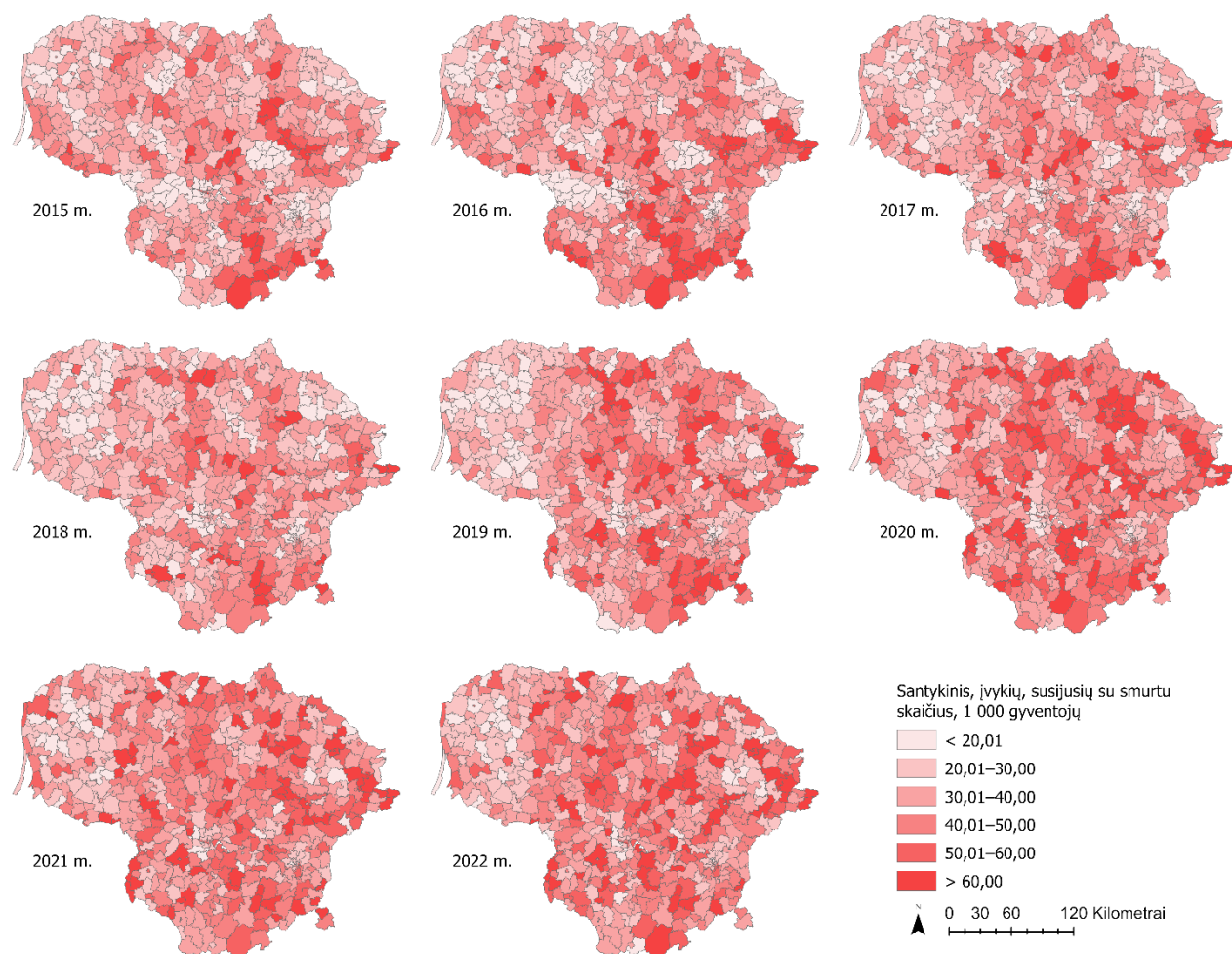
## 3 lentelė. Įvykiai paros eigoje savaitės dienomis skirtingais metais





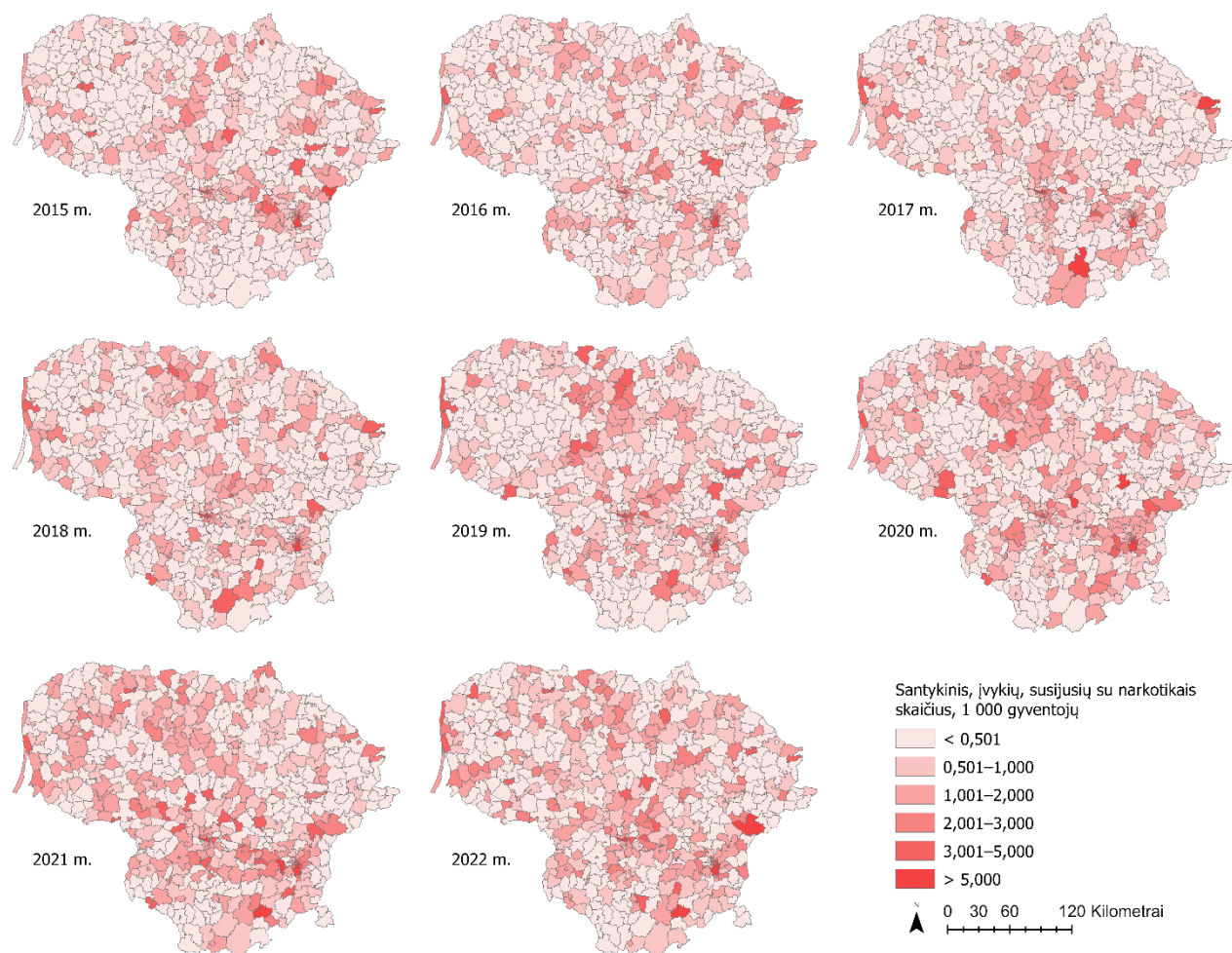
**Lietuvos nusikalstamumo erdvinė analizė**

1 paveiksle pateikta santykinio įvykių, susijusių su smurtu skaičiaus dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad bendroji tendencija išlieka pakankamai panaši – santykinai didesnė dalis įvykių fiksuojama vidurio ir rytų Lietuvoje, ypač išsiskiria teritorijos pietrytinėje Lietuvos dalyje, kur įvykių skaičius santykinai didelis visu nagrinėjamu laikotarpiu. Taip pat, pastebimi ryškesni pokyčiai vidurio Lietuvoje, kur 2015 m., 2016 m. matoma teritorija su ypač mažu santykinio įvykių skaičiumi, tačiau vėlesniais metais situacija pasikeitė ir įvykių fiksuojama vis daugiau.



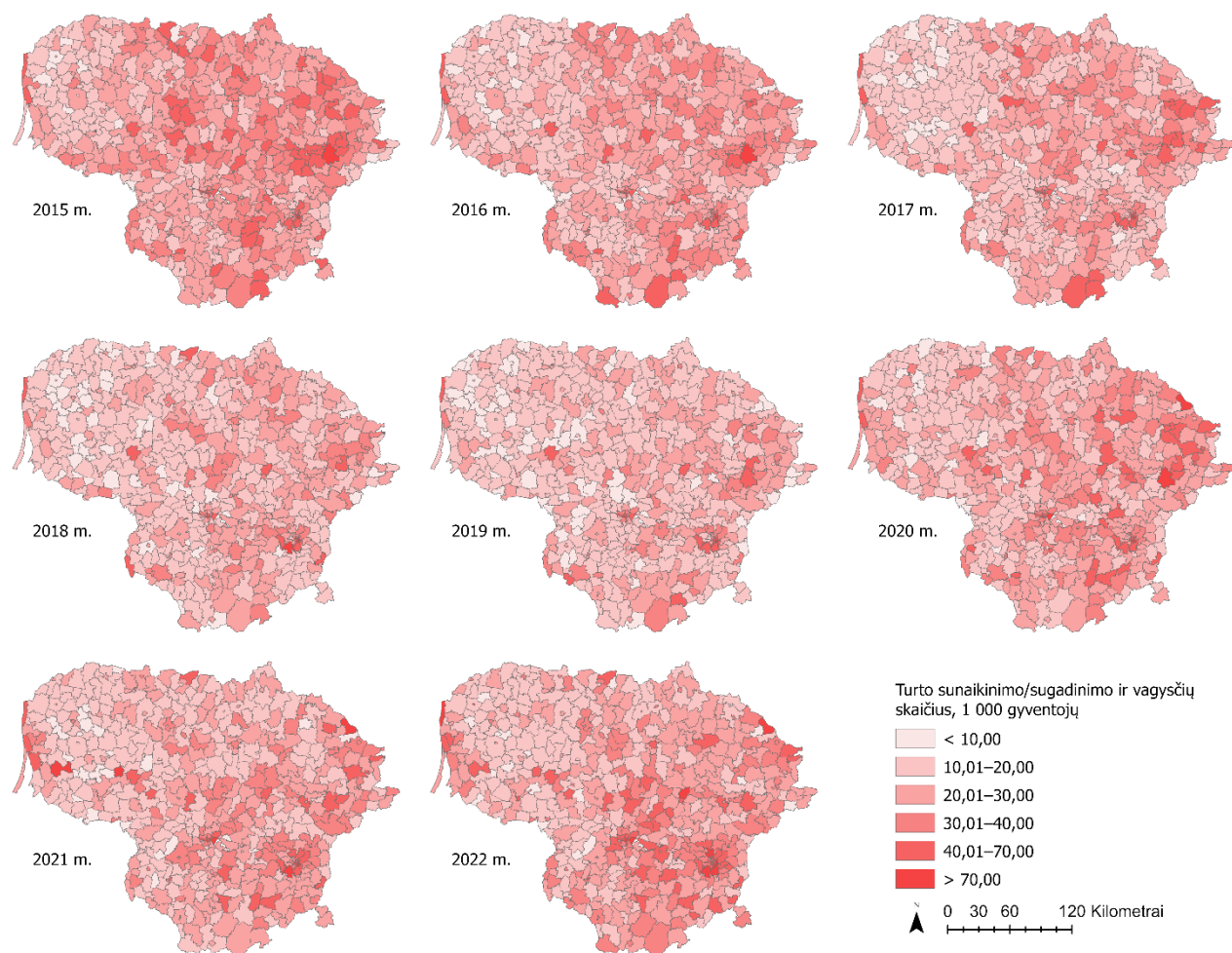
**1 pav.** Santykinis įvykių, susijusių su smurtu skaičius 1 000 gyventojų Lietuvos seniūnijose

2 paveiksle pateikta santykinio įvykių, susijusių su narkotikais skaičiaus dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Didžiojoje dalyje Lietuvos fiksuojama santykinai mažai įvykių, susijusių su narkotikais. Visgi, galima matyti besiformuojančias didesnio santykinio skaičiaus teritorijas didžiuosiuose Lietuvos miestuose ir aplink juos. Labiausiai išsiskiria Vilnius, Kaunas ir Klaipėda, tačiau galima matyti kaip laikui bėgant formuojasi didesnio santykinio skaičiaus regionas aplink Šiaulius.



**2 pav.** Santykinis įvykių, susijusių su narkotikais skaičius 1 000 gyventojų Lietuvos seniūnijose

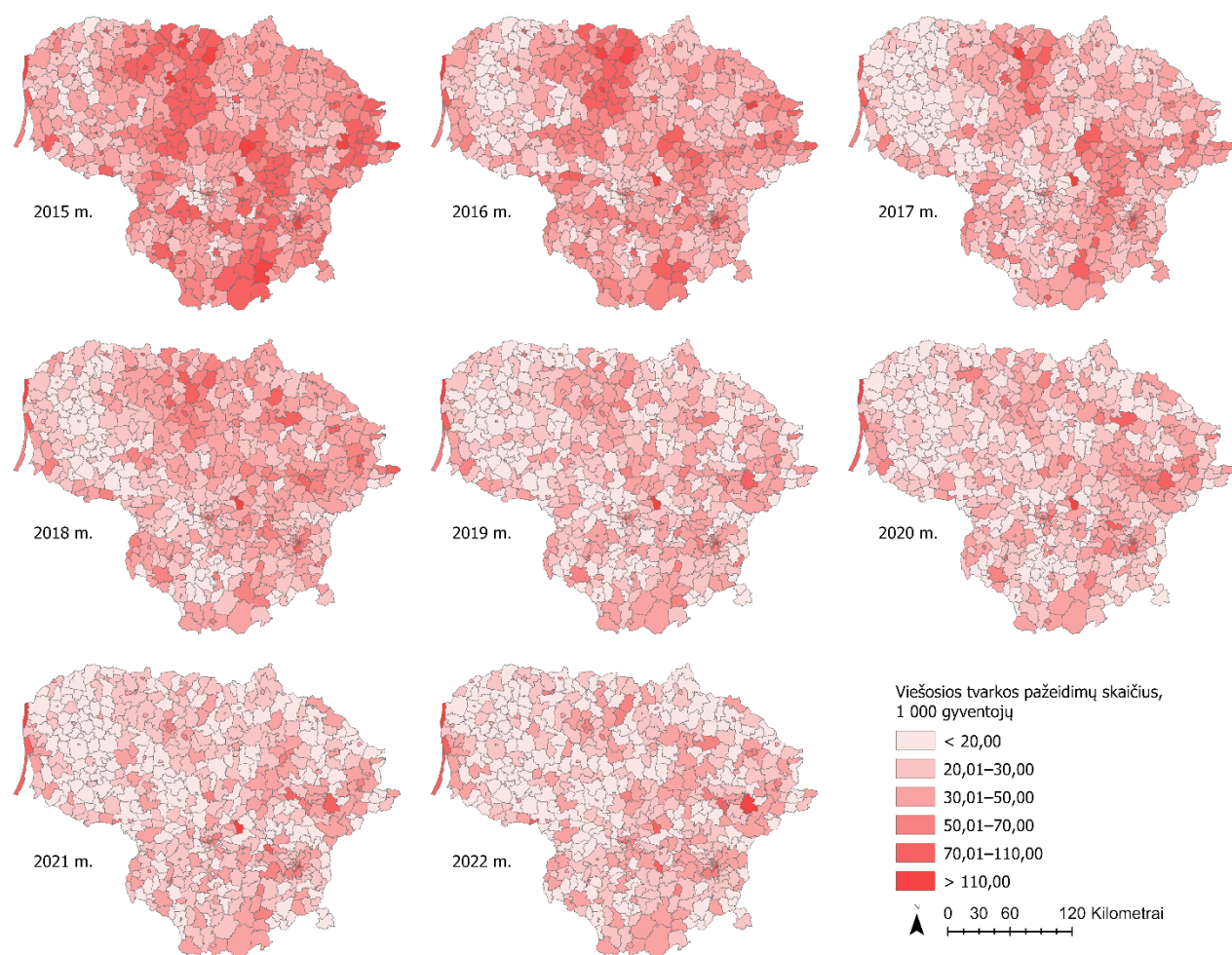
3 paveiksle pateikta santykinio turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių skaičiaus dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Kaip ir įvykių, susijusių su narkotikais atveju, čia taip pat išsiskiria didieji Lietuvos miestai – Vilnius, Kaunas, Klaipėda – kur fiksuojamas santykinai didesnis TRV tipo įvykių skaičius. Taip pat, galima matyti, kad rytinėje Lietuvos dalyje fiksuojama daugiau įvykių, palyginus su vakarine (išskyrus Klaipėdą ir jos apylinkes). Rytiniame pakraštyje pastebima didesnė teritorija su didesniu TRV įvykių skaičiumi, ypač 2017 m. ir 2020 m.



**3 pav.** Santykinis turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių skaičius 1 000 gyventojų Lietuvos seniūnijose

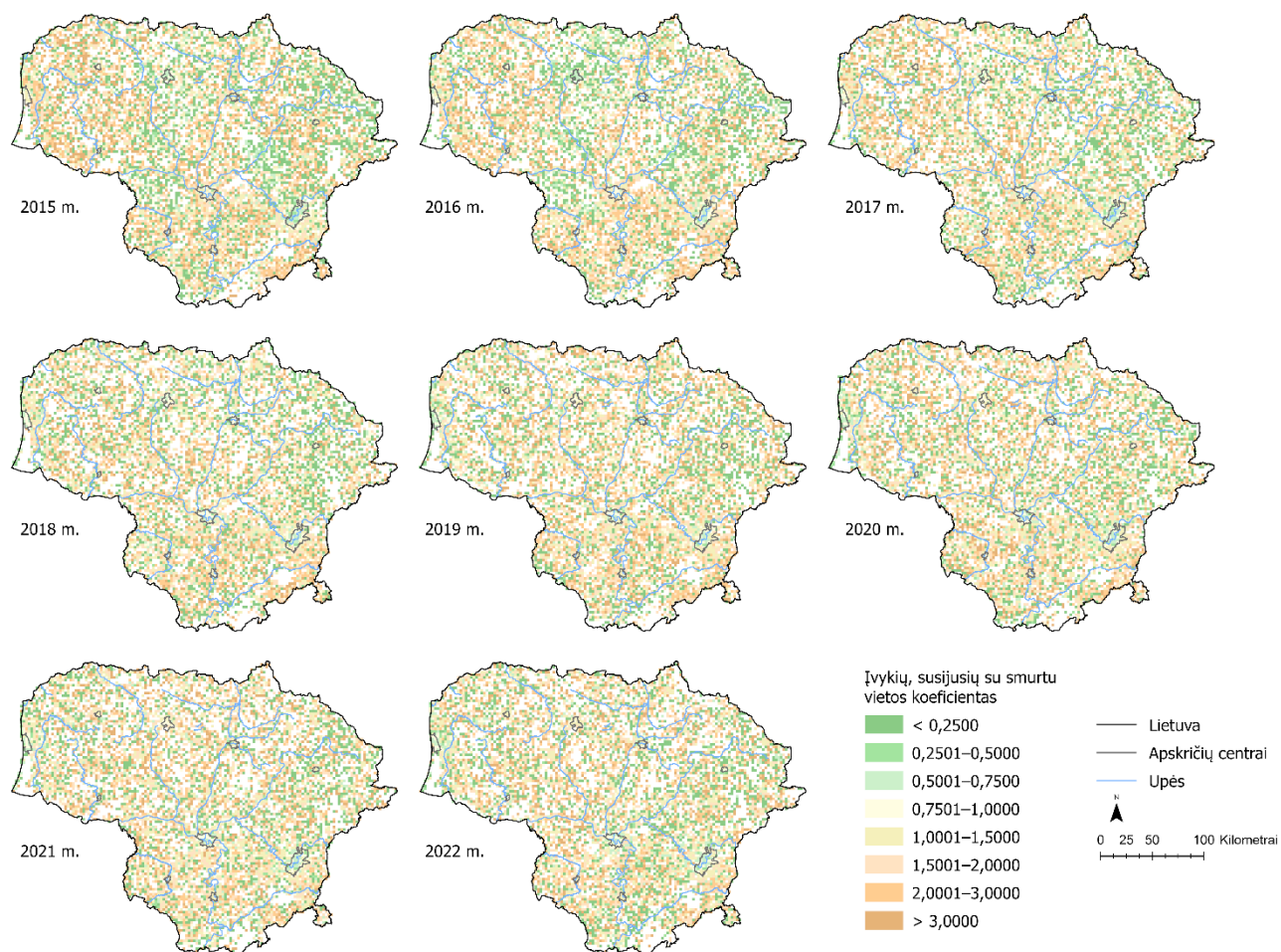
4 paveiksle pateikta santykinio viešosios tvarkos pažeidimų skaičiaus dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju galima ir iš žemėlapių identifikuoti, jog įvykių skaičius labai sumažėjo. Visgi, probleminės teritorijos išliko labai panašios – Šiaulių miestas ir jo apylinkės, teritorijos aplink Vilniaus miestą (ypatingai šiaurės ir pietų kryptimis). Taip pat, nuo 2019 m. labai išsiskiria seniūnija rytinėje Lietuvos dalyje su dideliu santykinu VTP įvykių skaičiumi.





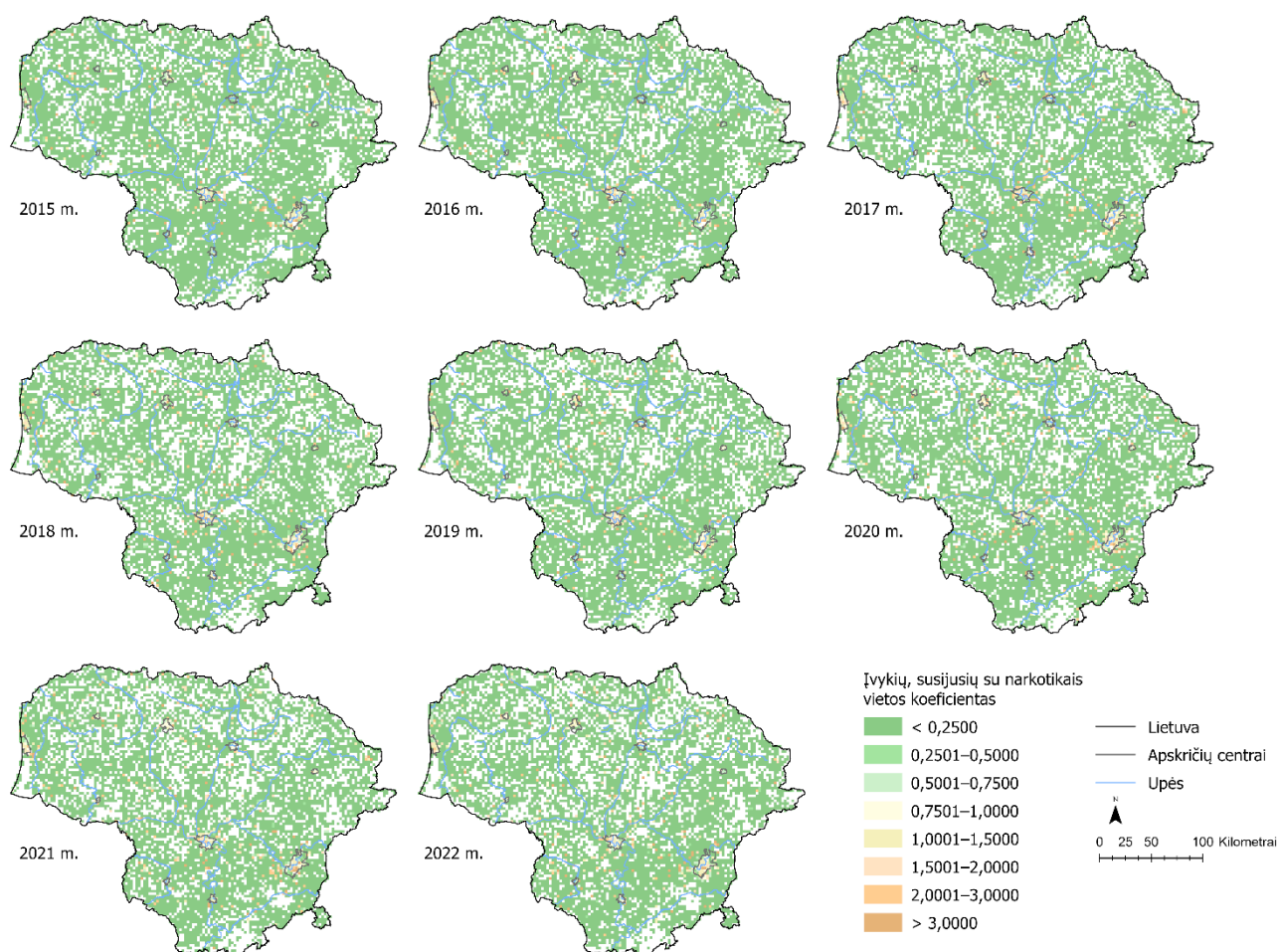
**4 pav.** Santykinis viešosios tvarkos pažeidimų skaičius 1 000 gyventojų Lietuvos seniūnijose

5 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficiento dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Pastebima, kad nagrinėjamu laikotarpiu ASM tipo įvykių vietos koeficientas yra mažesnis miestuose, ypačingai tai pastebima Vilniuje ir Kaune. Visgi, būtina atkreipti dėmesį, jog mažėja teritorijų, kuriose būtų didelis ASM vietos koeficientas – vis dar galima matyti problemingą sritį vakarų, pietvakarių Lietuvoje, tačiau vis dažniau tai būna pavienės gardelės, o ne ištiesi arealai, kas rodo gerėjančią situaciją periferinėse zonose.



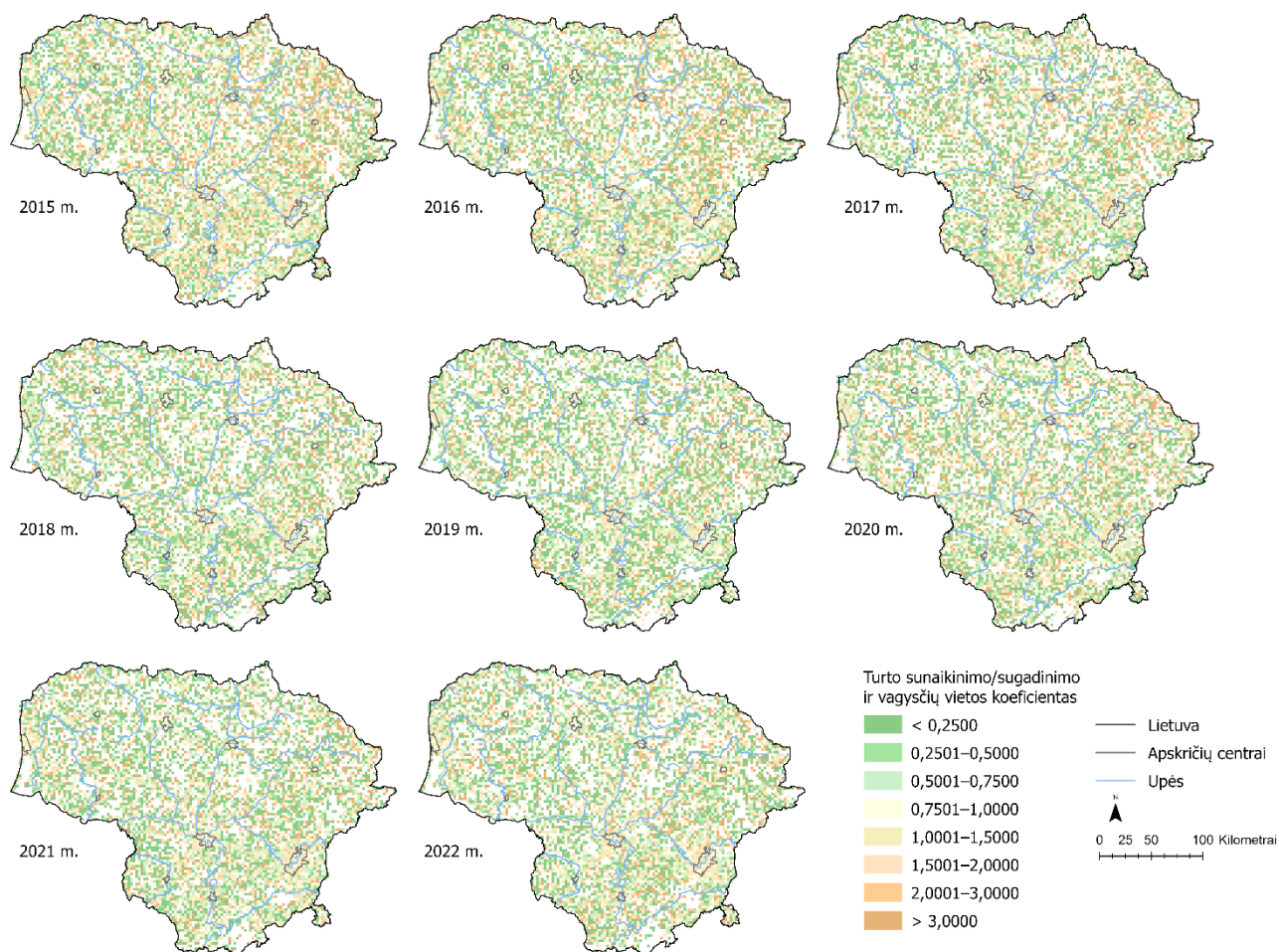
**5 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficientas Lietuvos seniūnijose

6 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficiento dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Aiškiai pastebima, kad yra ne daug teritorijų, kur NAR tipo įvykiai dominuotų, lyginant su kitų tipų įvykiais. Taip pat, akivaizdu, kad santykinė NAR koncentracija yra didesnė didžiuosiuose Lietuvos miestuose – čia išsiskiria ne tik Vilnius, Kaunas ir Klaipėda, bet ir Šiauliai, Telšiai, Panevėžys. Didelių skirtumų tyrinėjamu laikotarpiu nėra pastebima. Kiekvienais metais pasitaiko pavienių gardelių su didesniu NAR vietos koeficientu, bet ryškių tendencijų išvelgti negalima.



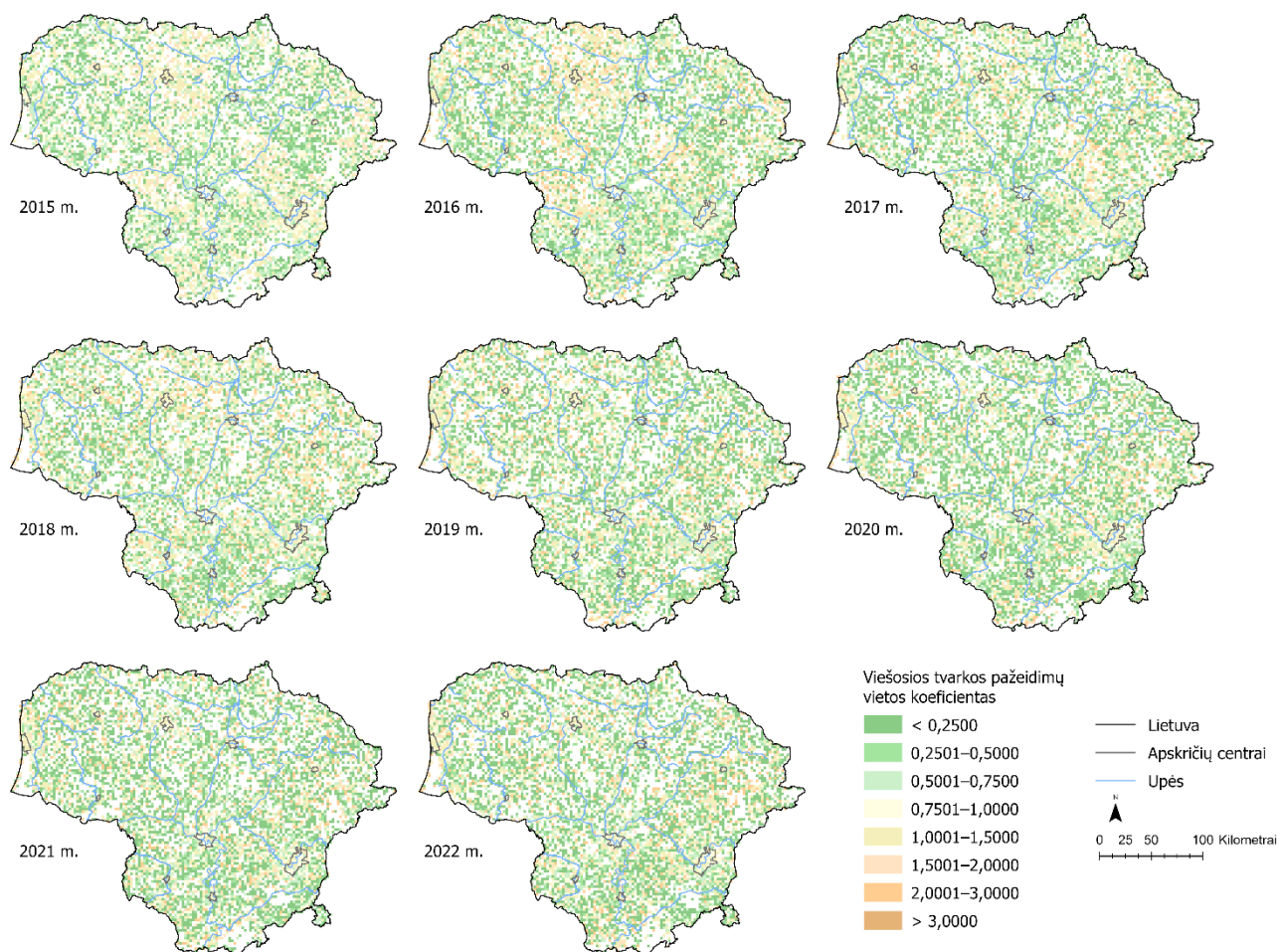
**6 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficientas Lietuvos seniūnijose

7 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficiento dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Pastebima, kad visu nagrinėjamu laikotarpiu vidutinis ar didesnis nei vidutinis vietos koeficientas yra didžiuosiuose miestuose, dažnai jų priemiestinėse teritorijose. Taip pat, 2015 m. išsiskyrė teritorija šiaurės rytinėje Lietuvoje, kur buvo gana dideli arealiai su didesne TRV tipo įvykių koncentracija. Visgi, skirtingų metų žemėlapiai atskleidžia, jog šioje teritorijoje problema nebėra tokia ryški ir apskritai – periferijose vis mažiau išsiskiriančių gardelių su dideliu TRV vietos koeficientu.



**7 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficientas Lietuvos seniūnijose

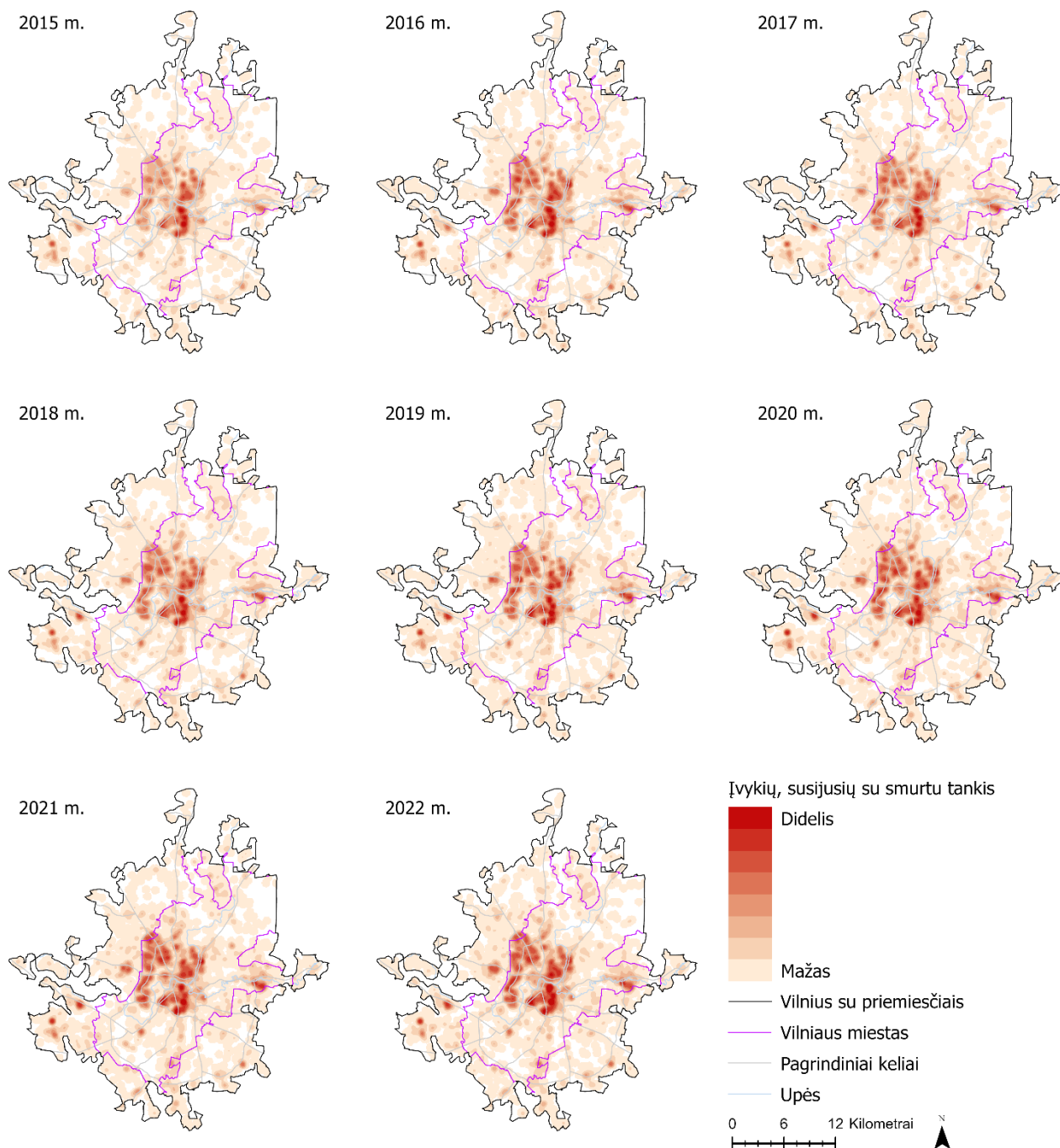
8 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficiento dinamika nuo 2015 iki 2022 m. Labai aiškiai išryškėja tos pačios teritorijos, kaip ir santykinio VTP įvykių skaičiaus atveju – centrinėje Lietuvos dalyje, ypač aplink Šiaulius, į vakarus nuo Kauno, tarp Vilniaus ir Panevėžio. Visgi, čia taip pat pastebima teigiama tendencija ir šiose teritorijose pastebima vis mažesnė VTP tipo koncentracija. Taip pat, su santykinai didesne koncentracija išsiskiria didieji Lietuvos miestai.



**8 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficientas Lietuvos seniūnijose

### Vilniaus ir jo priemiesčių nusikalstamumo erdvinė analizė

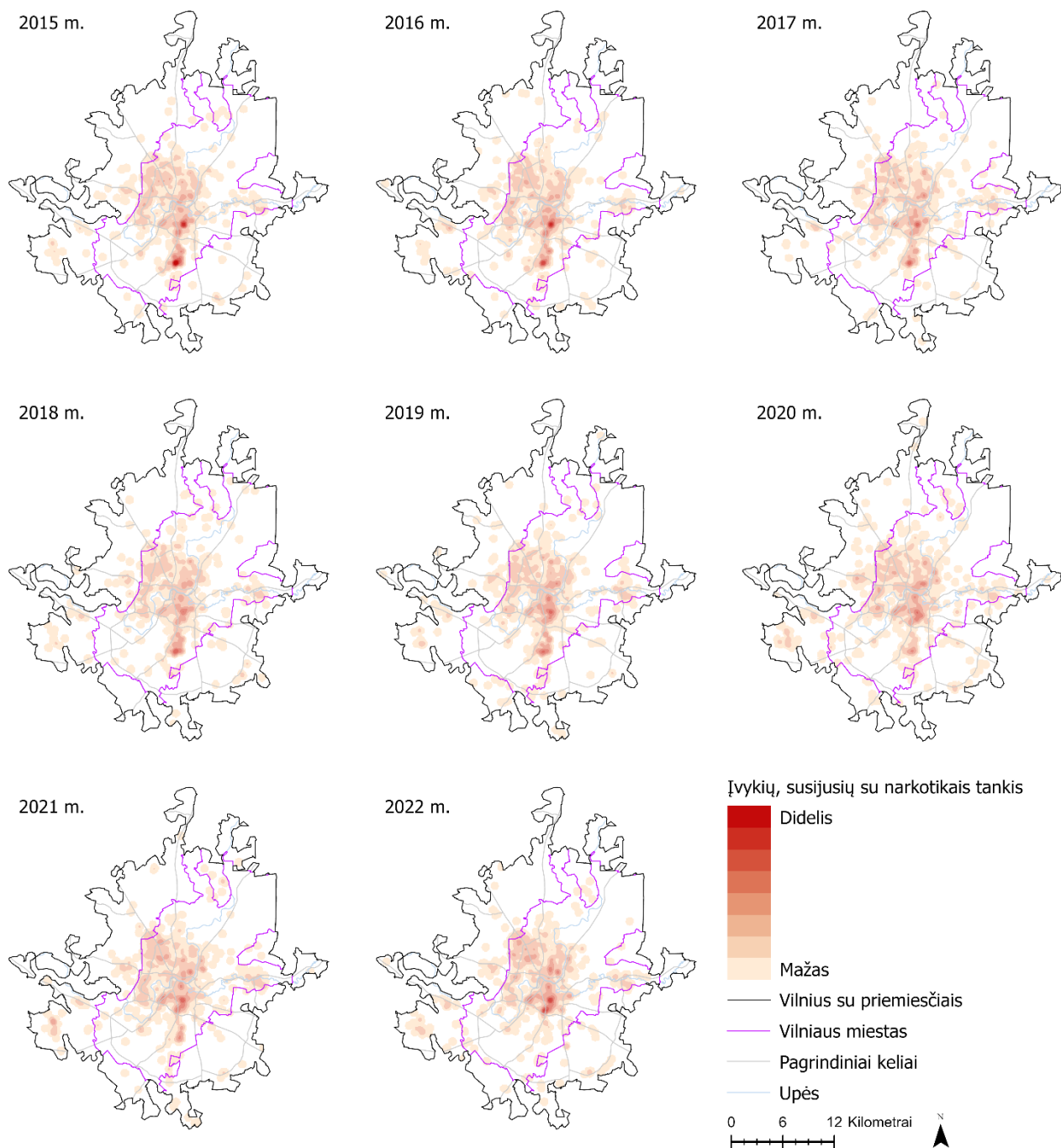
1 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių skirtingais metais nėra, didžiausiu tankumu išsiskiria centrinė Vilniaus dalis, ypač Senamiestis, Šnipiškės, šiaurinė Naujininkų dalis, Karoliniškės. Taip pat, kiek toliau nuo centrinės dalies matomos didesnio tankio zonos Pilaitėje bei Naujoje Vilnioje. Žvelgiant į kaitą pagal metus, pastebimos besiformuojančios naujos zonos į pietvakarius nuo Vilniaus miesto ribos. Visgi, galima matyti, kad tankumas tiesiog didėja tose pačiose zonos.



**1 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu tankis Vilniuje ir jo priemiesčiuose

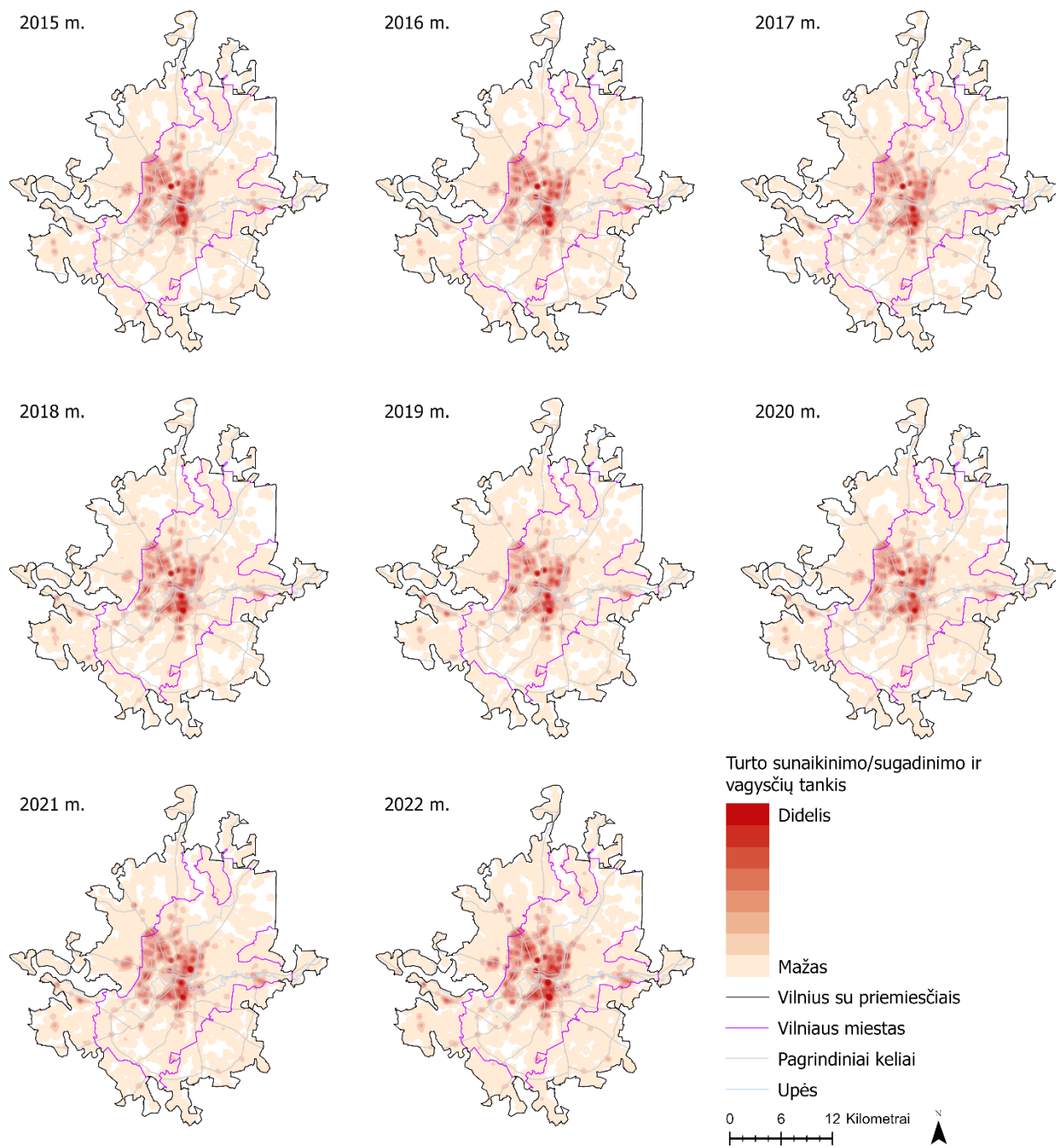
2 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių didelio tankumo zonose nėra, nors akivaizdžiai pastebimas tankumo mažėjimas. Tiesa, nebėra tokio didelio tankio zonos pietinėje Vilniaus dalyje, buvo

sumažėjimas tankumas ir Naujininkuose 2018–2020 m. laikotarpiu, tačiau 2021 m. ir 2022 m. stebimas vėl NAR tipo įvykių tankumo didėjimas. Taip pat, formuojasi naujos didesnio tankio zonos Šnipiškėse.



**2 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais tankis Vilniuje ir jo priemiesčiuose

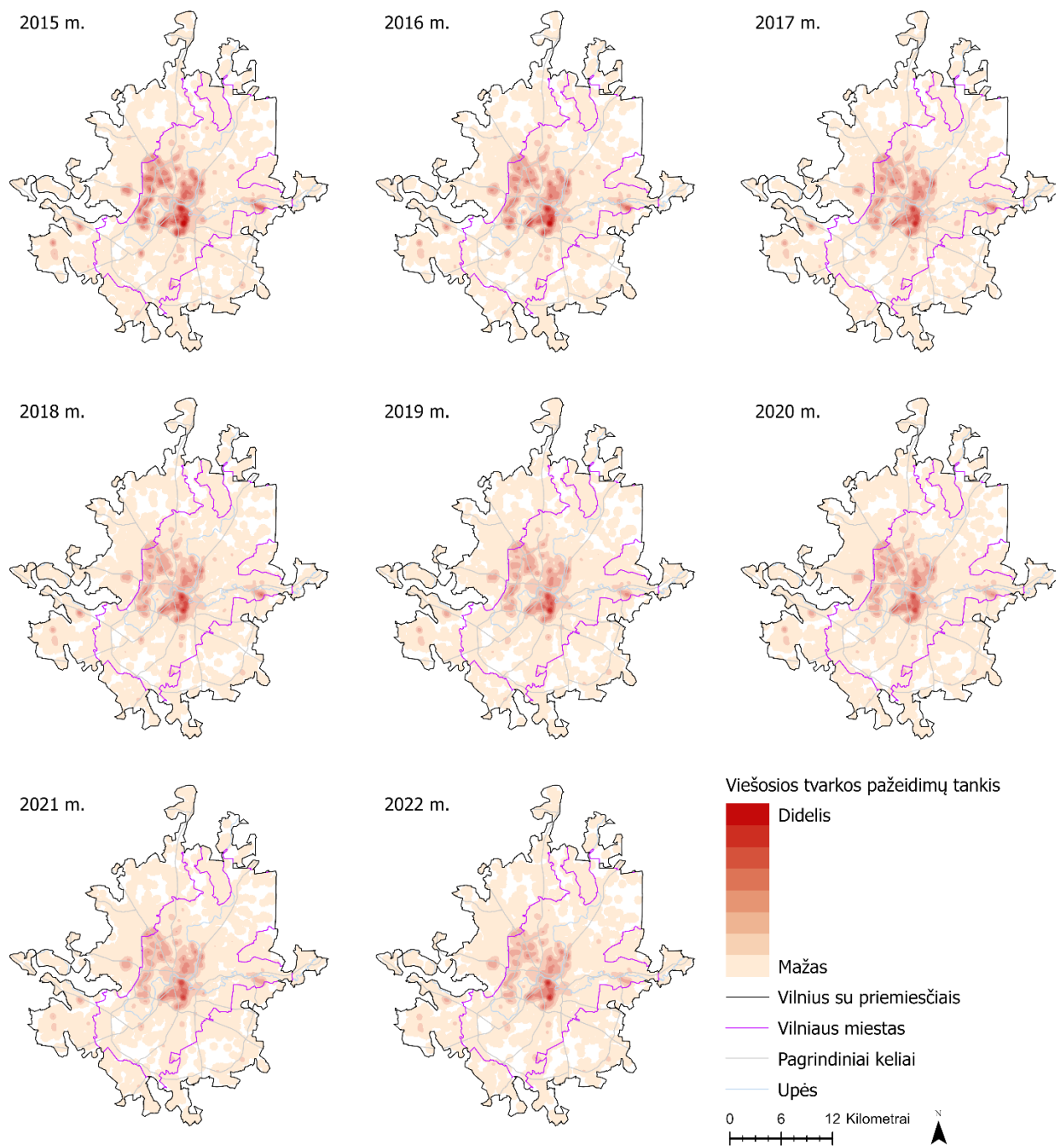
3 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių didelio tankumo zonose nėra, nors galima pastebėti, jog centrinėje dalyje tankis šiek tiek didėja. Taip pat, išsiskiria nedidelės zonos prie didžiųjų prekybos centrų, dažnai formuojasi tankesnės zonos ties pagrindiniais keliais, net ir priemiestinėse teritorijose.



**3 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių tankis Vilniuje ir jo priemiesčiuose

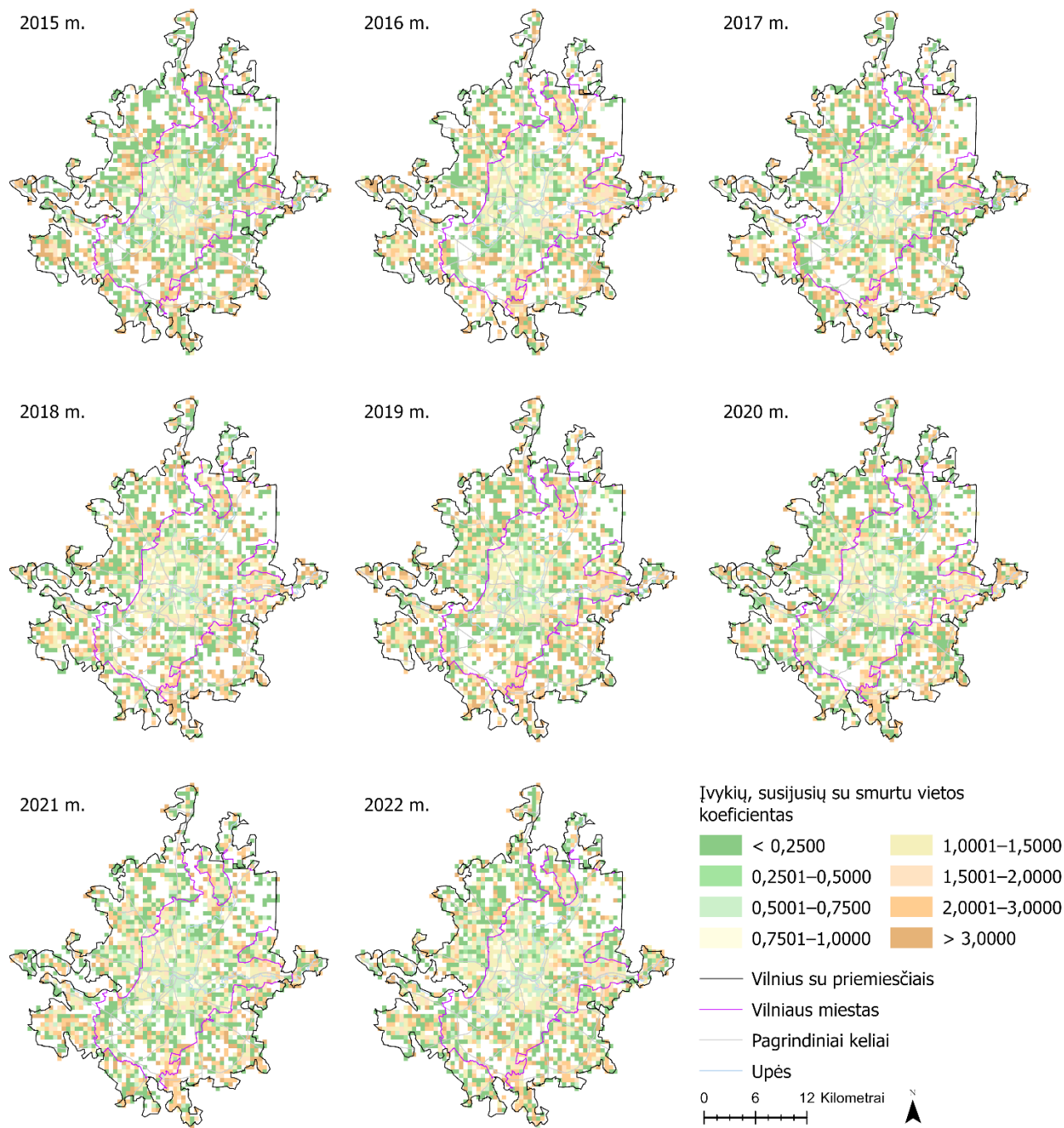
4 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių tankumo zonose nėra, nors akivaizdžiai pastebimas viešosios tvarkos pažeidimų tankio mažėjimas, ypač centrinėje miesto dalyje. Ankstesniais metais pastebima platesnė didelio tankumo zona, kuri vis mažėja ir 2022 m. formuojasi nedidelės zonos su dideliu įvykių tankumu. Taip pat, keletas karštųjų zonų už Vilniaus miesto ribos, Pilaitėje bei į pietvakarius nuo Vilniaus miesto.





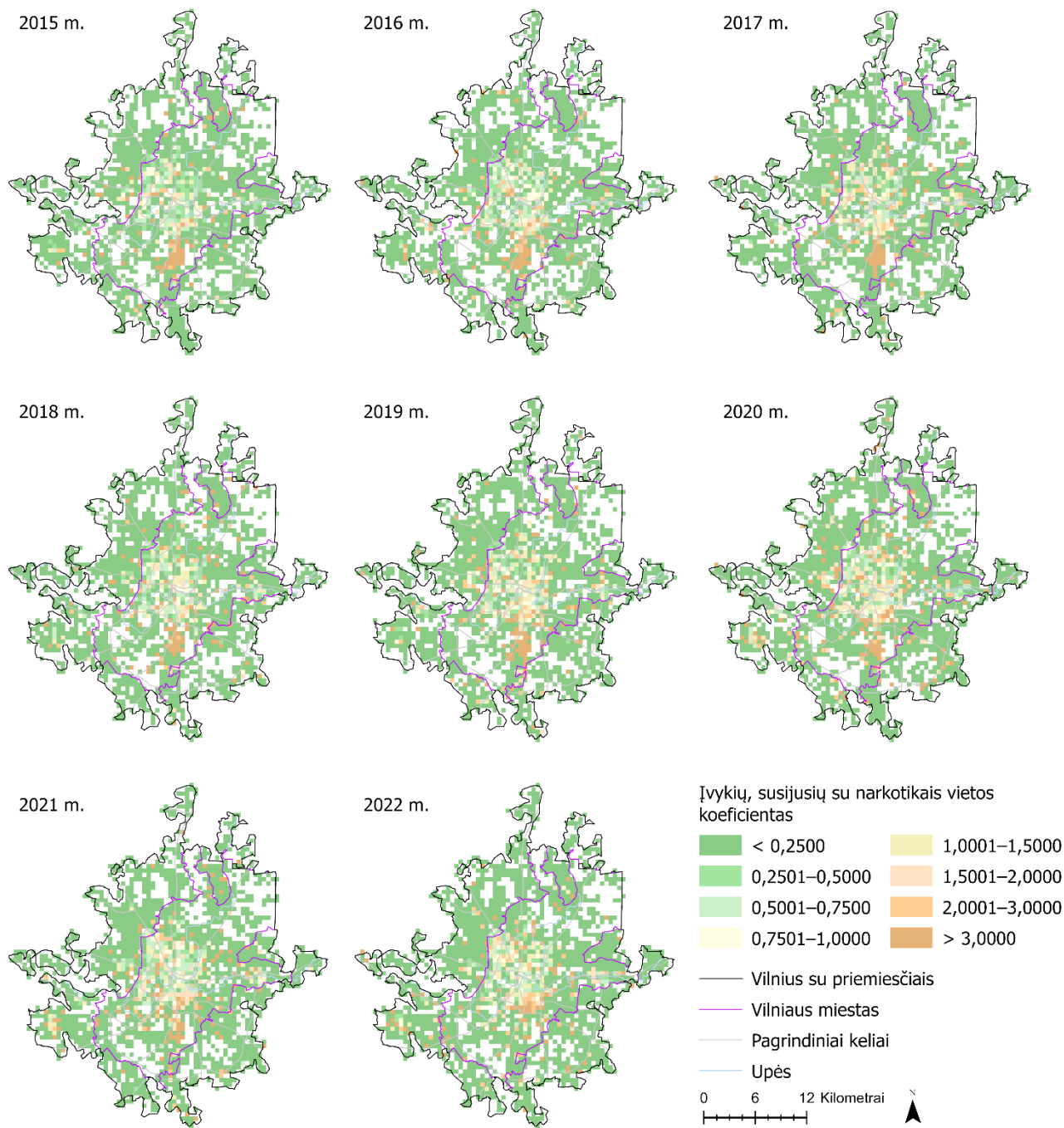
**4 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų tankis Vilniuje ir jo priemiesčiuose

5 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju pastebima, jog ASM tipo įvykių santykinė koncentracija yra didesnė periferinėse miesto arba priemiestinėse teritorijose. Galima pastebėti gana didelius arealus naujais besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose.



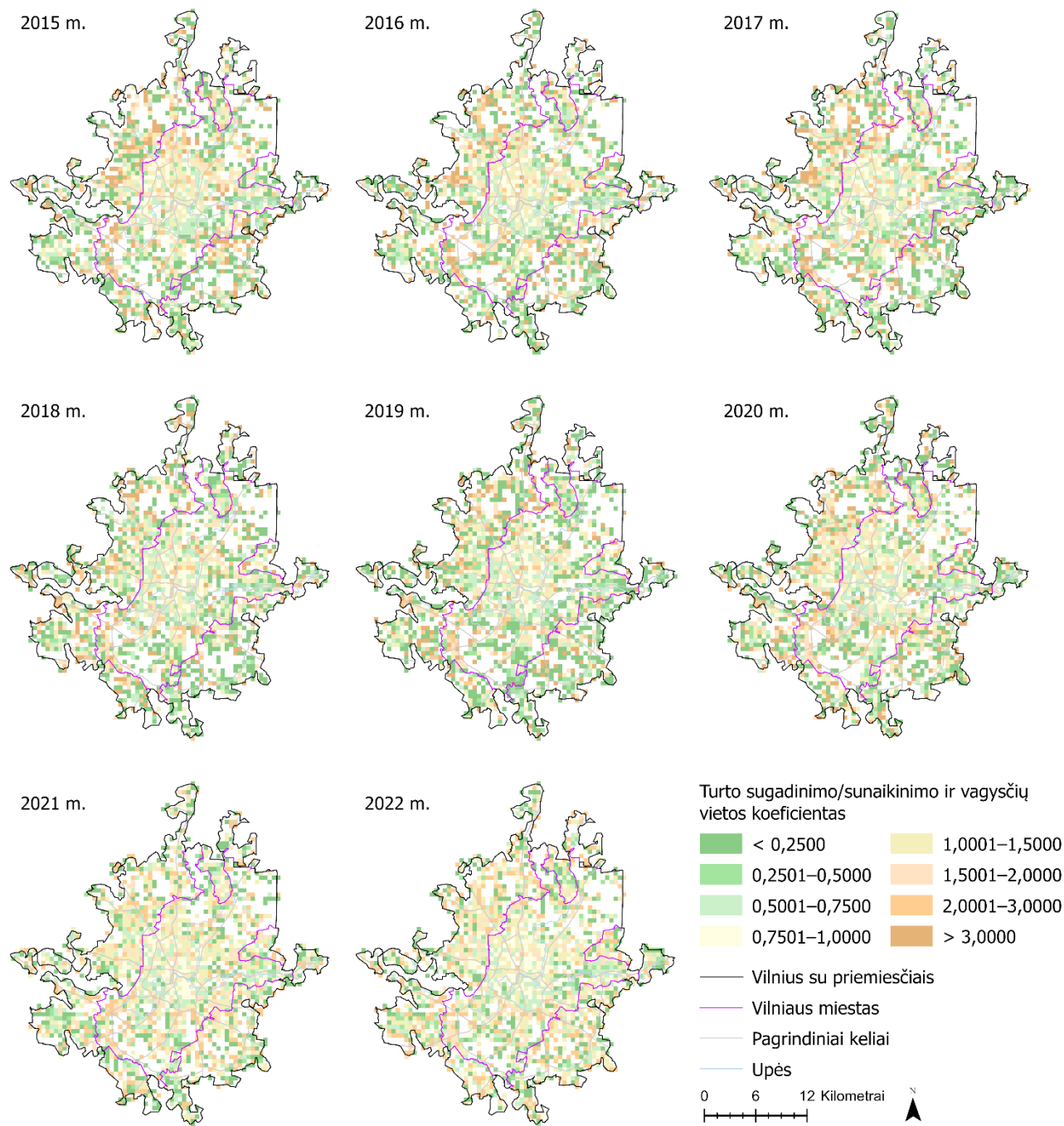
**5 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficientas Vilniuje ir jo priemiesčiuose

6 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. NAR tipo įvykių koncentracija Vilniuje yra išskirtinė – galima matyti aiškiai išsiskiriančią zoną pietinėje (pietrytinėje) Vilniaus miesto dalyje. Visgi, ši probleminė teritorija mažėja, ypatingai pietinė dalis ir beveik išnyksta 2021 ir 2022 m. Tačiau šiaurinėje buvusios probleminės teritorijos vietoje pastebimas plėtimasis vakarų-rytų kryptimis. Taip pat, šiek tiek daugiau gardelių su didesniu vietos koeficientu yra centrinėje miesto dalyje nei periferijoje – čia dažniausiai pasitaiko tik visiškai pavienės gardelės.



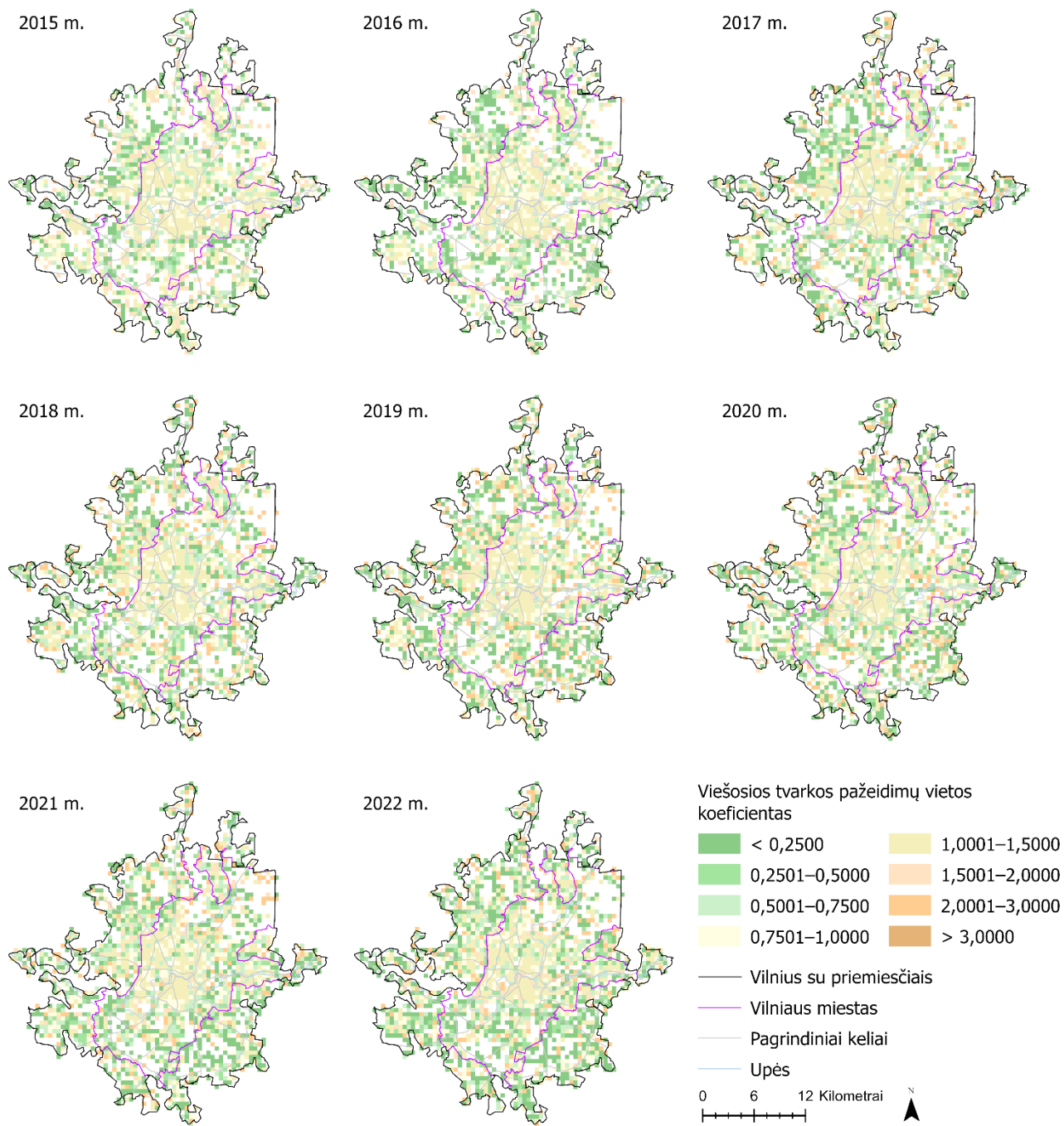
**6 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficientas Vilniuje ir jo priemiesčiuose

7 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Matome, jog didžiausi arealai su didesniu vietos koeficientu formuojasi toliau nuo miesto centrinės dalies esančiose teritorijose. Čia labiausiai išsiskiria teritorija į šiaurės vakarus nuo Vilniaus miesto ribos. Tiesa, ši probleminė zona tampa vis mažiau aktuali. Taip pat, yra didesnio vietos koeficiento zonos pietvakarinėje Vilniaus miesto dalyje, pavienių gardelių prie didžiųjų prekybos centrų.



**7 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficientas Vilniuje ir jo priemiesčiuose

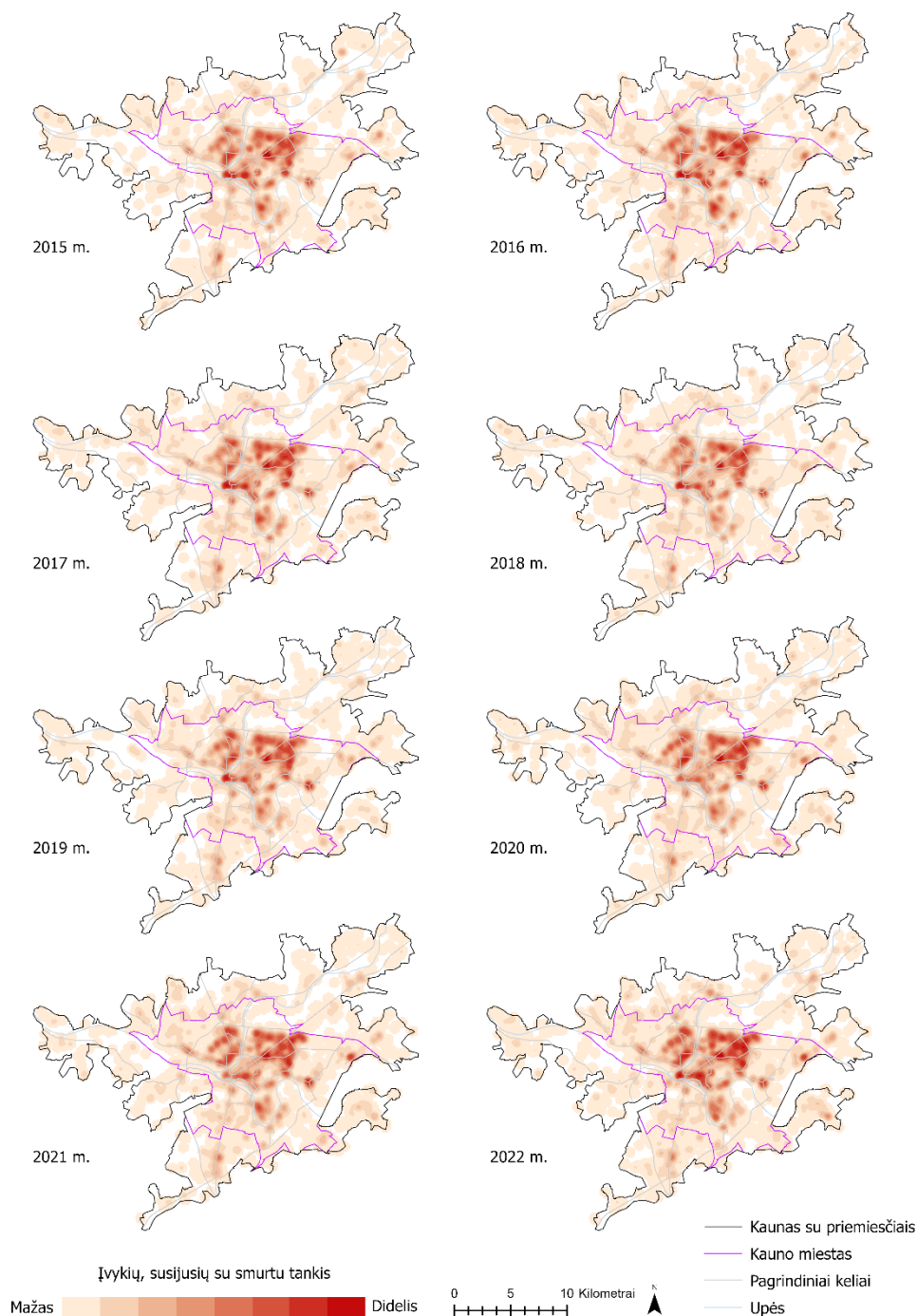
8 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju akivaizdžiai išsiskiria centrinė miesto dalis, kur yra šiek tiek didesnis VTP vietos koeficientas. Taip pat, galima atkreipti dėmesį, jog nėra daug gardelių su ypatingai dideliu vietos koeficientu, kas atskleidžia, jog VTP fiksuojama pakankamai daug ir panašia santykinė koncentracija visame mieste. Tiesa, pasitaiko pavienių gardelių su didesniu vietos koeficientu, bet jos dažniau yra nutolusios nuo centrinės miesto dalies.



**8 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficientas Vilniuje ir jo priemiesčiuose

### Kauno ir jo priemiesčių nusikalstamumo erdvinė analizė

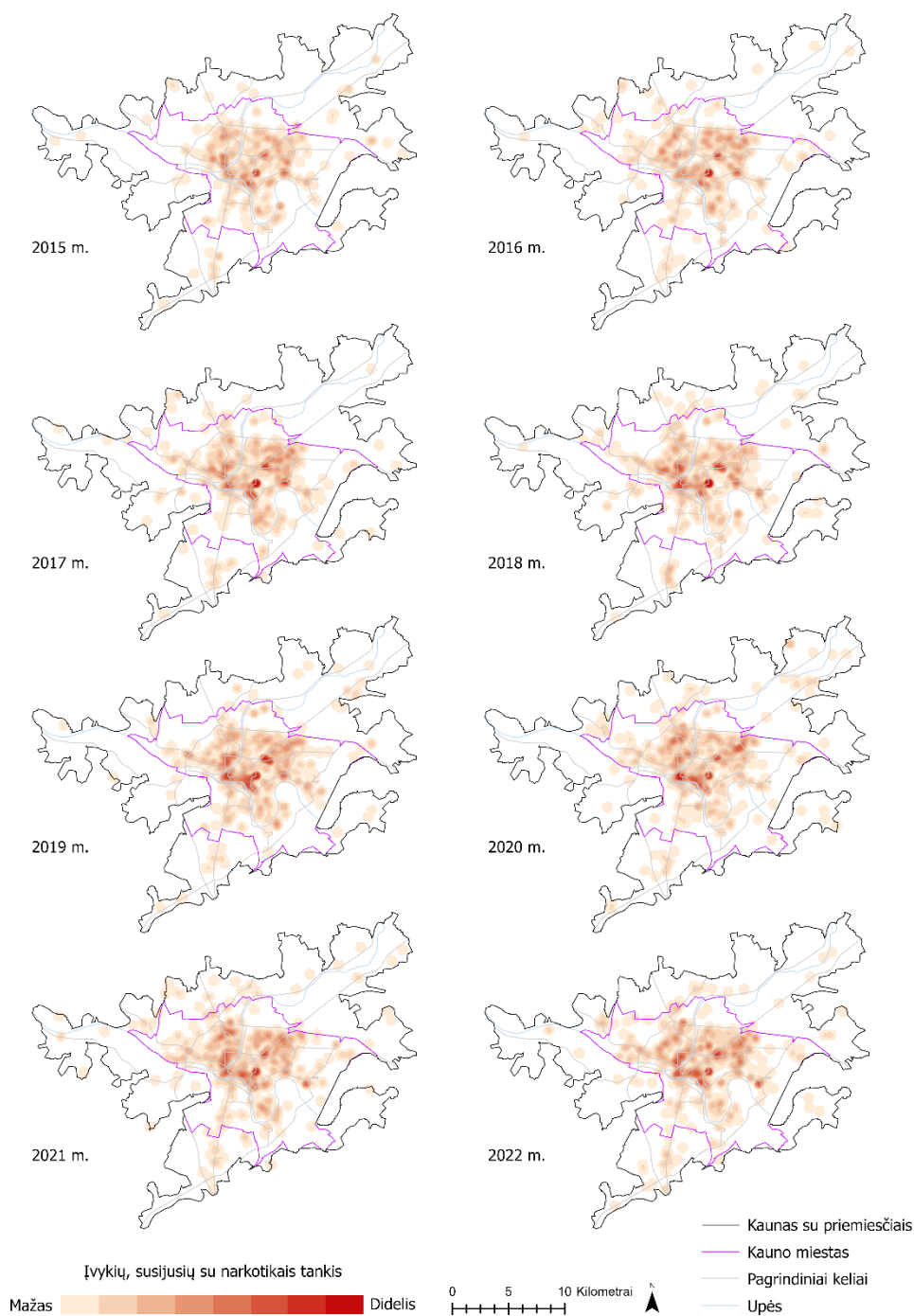
1 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, jog keičiantis metams neatsiranda daug naujų didelio tankio zono, tačiau tankis didėjau jau esamose, ypač šiaurės rytinėje, centrinėje miesto dalyje. Taip pat, pastebimos besiformuojančios mažesnio tankumo zonos pietinėje miesto dalyje, nedidelės zonos pastabimos ir priemiestinėse teritorijose.



**1 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu tankis Kaune ir jo priemiesčiuose

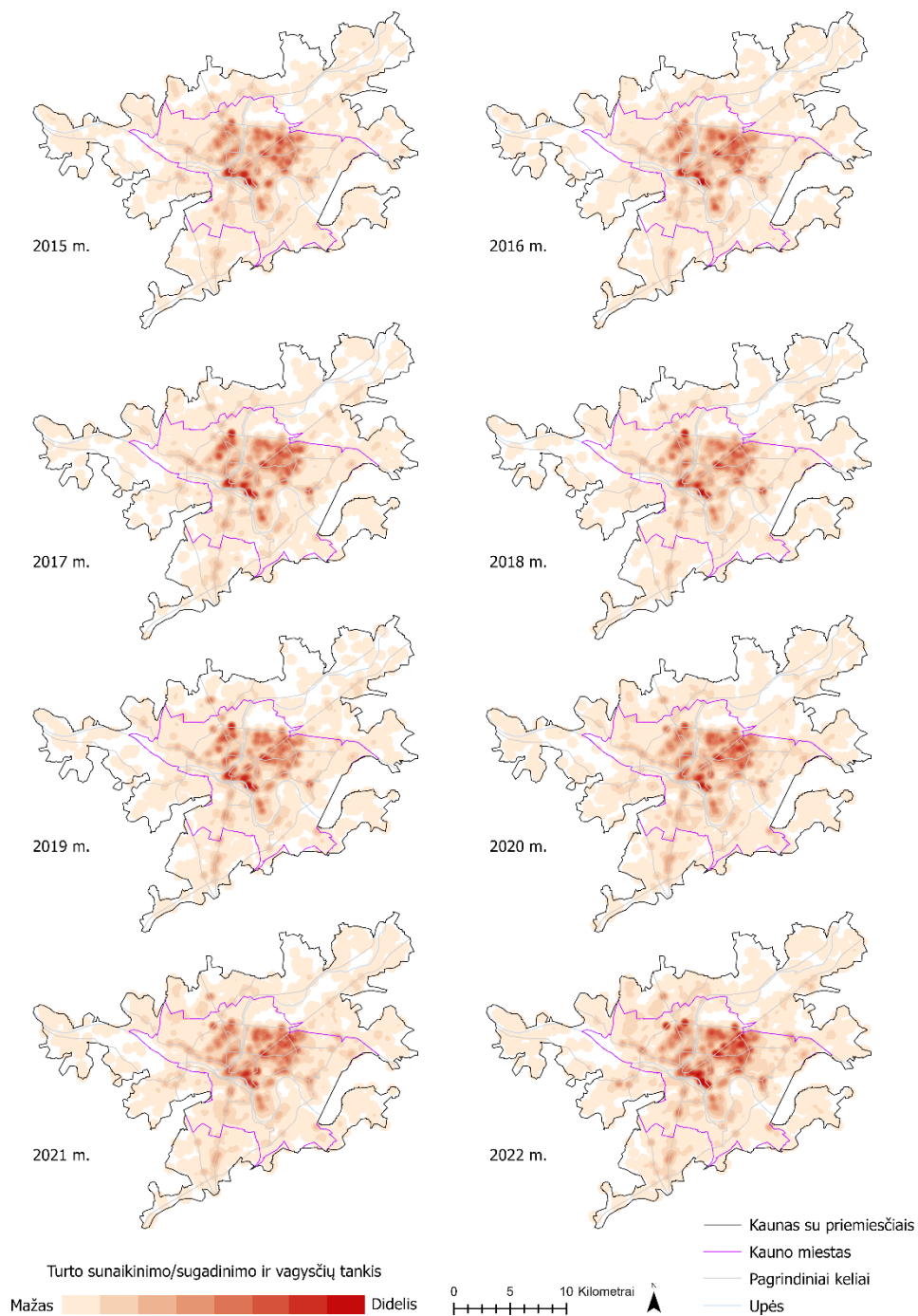
2 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima pastebėti, jog išaugo NAR tipo įvykių tankis centrinėje miesto dalyje. Visgi, viena didžiausio tankio zonų centrinėje dalyje išlieka nuo pat 2015 m. – keičiantis metams čia tankis net kažkiek

padidėjo. Taip pat, galima matyti nedideles tankumo zonas ir toliau nuo centro esančiose teritorijose, bet tai nėra labai didelio tankumo zonos.



**2 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais tankis Kaune ir jo priemiesčiuose

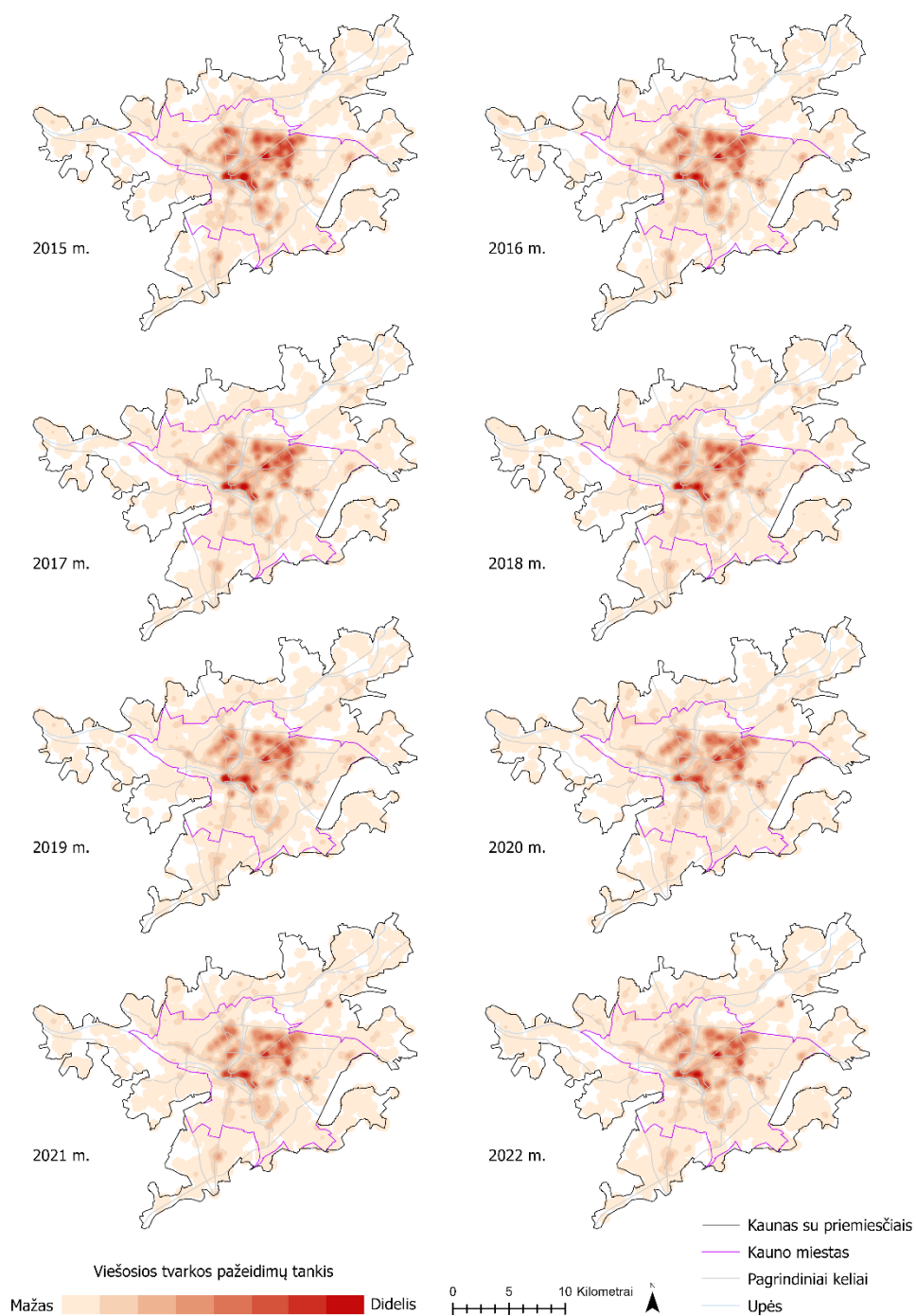
3 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių didelio tankumo zonose nėra, nors galima pastebėti, jog centrinėje dalyje tankis šiek tiek didėja. Taip pat, išsiskiria nedidelės zonos prie didžiųjų prekybos centrų, dažnai formuojasi tankesnės zonos ties pagrindiniais keliais, net ir priemiestinėse teritorijose.



**3 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių tankis Kaune ir jo priemiesčiuose

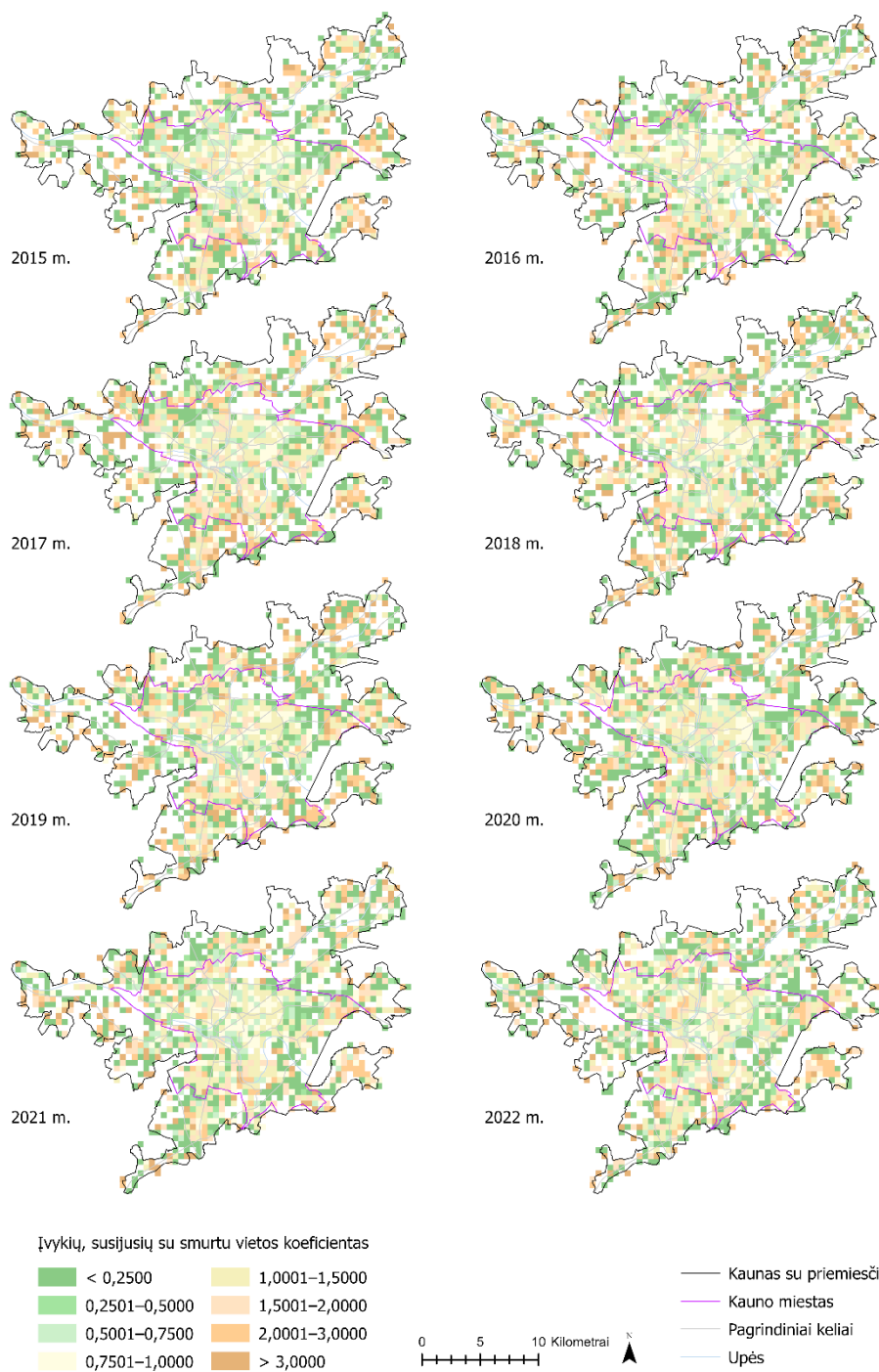
4 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių tankumo zonose nėra, nors akivaizdžiai pastebimas viešosios tvarkos pažeidimų tankio mažėjimas, šiek tiek labiau siaurės rytinėje Kauno miesto dalyje. Centre taip pat mažėja didesnio tankumo zonų plotas, tačiau centrinės zonos, kur didžiausias VTP tipų tankis išlieka panašios.





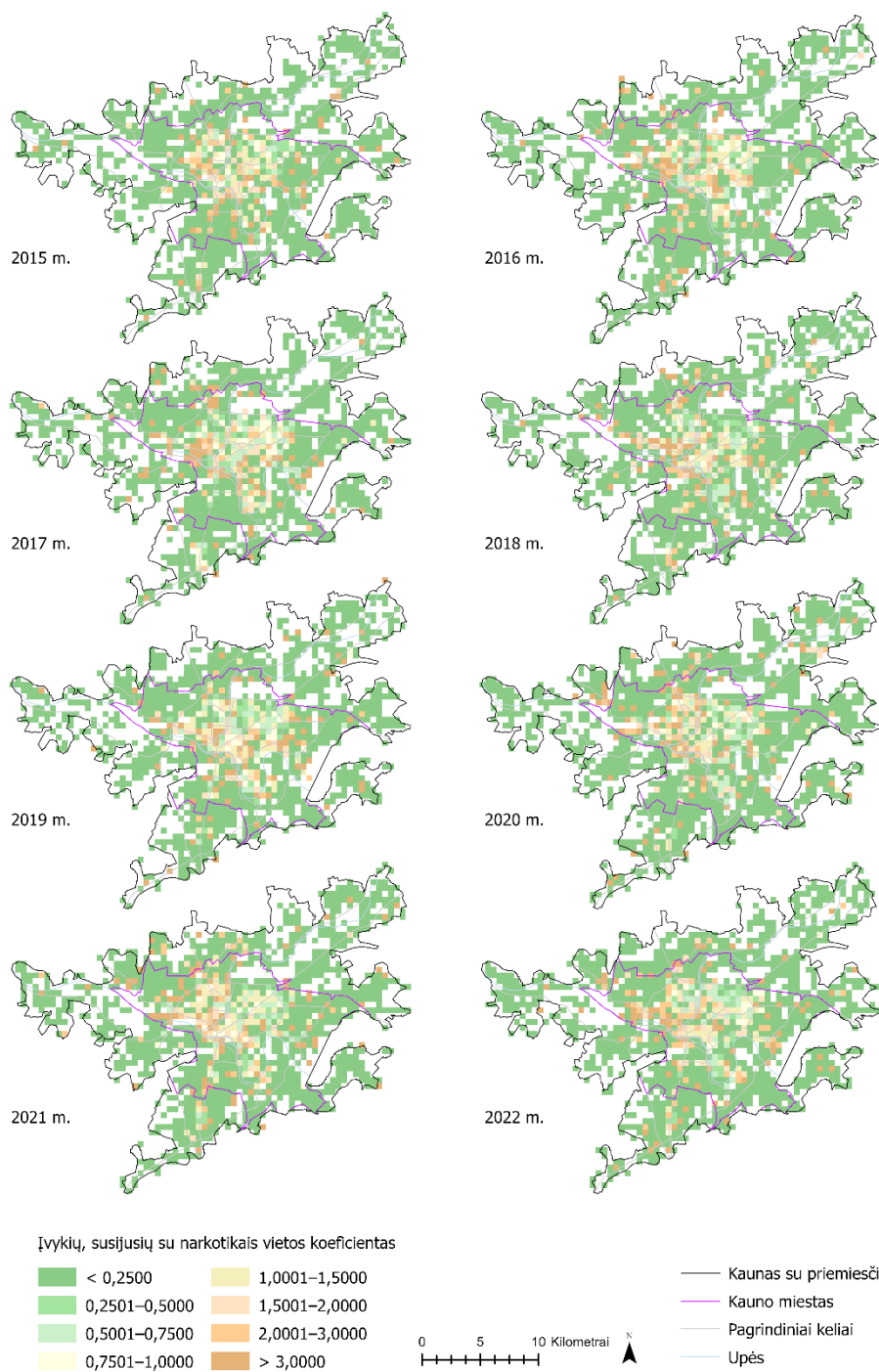
**4 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų tankis Kaune ir jo priemiesčiuose

5 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju pastebima, jog ASM tipo įvykių santykinė koncentracija yra didesnė periferinėse miesto arba priemiestinėse teritorijose. Galima pastebėti gana didelius arealus naujais besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose.



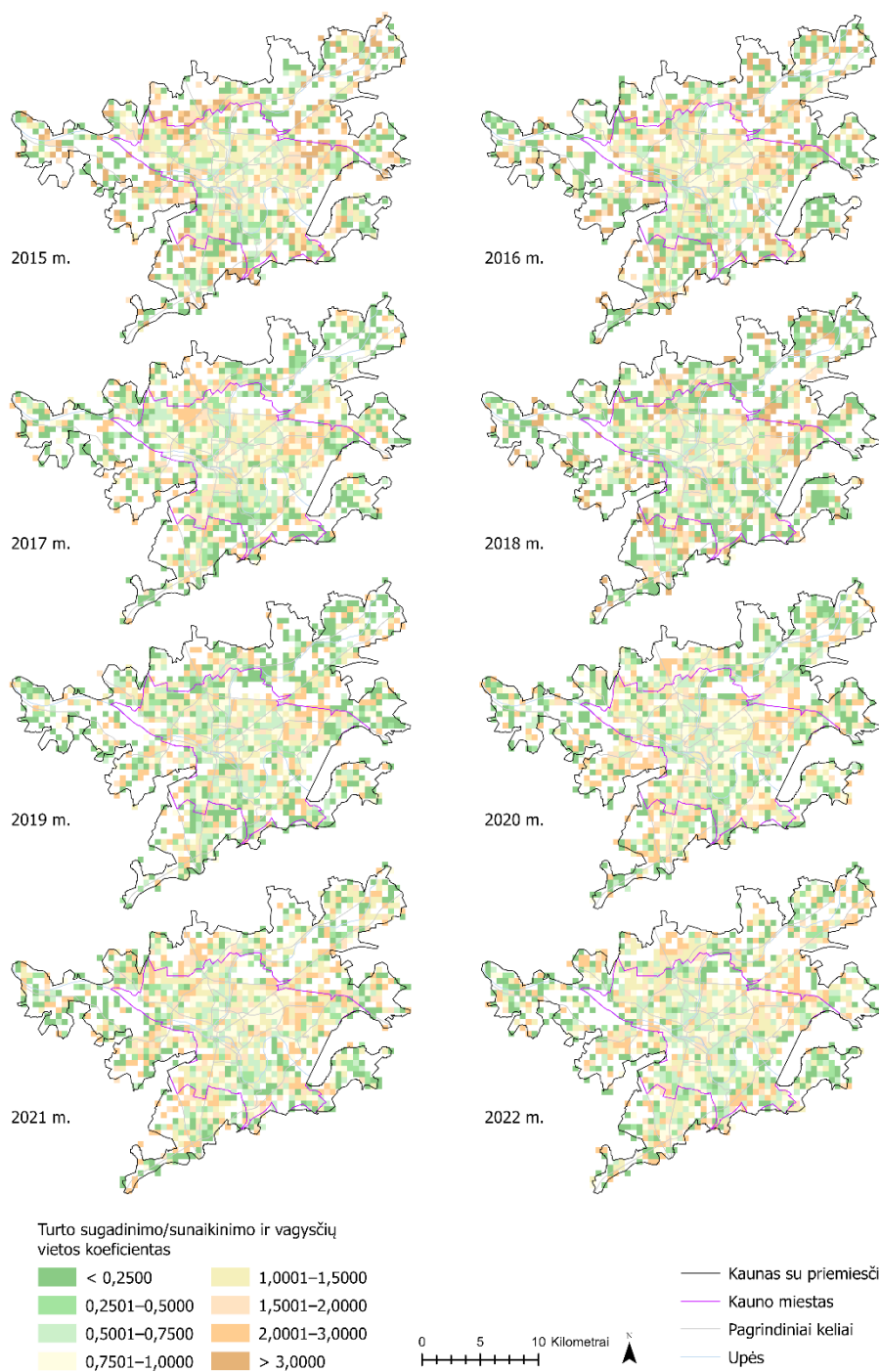
**5 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficientas Kaune ir jo priemiesčiuose

6 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Skirtingai nei Vilniuje, čia neišsiskiria labai aiški ir konkreti teritorijai su santykinai didesne NAR tipo koncentracija. Visgi, akivaizdžiai pastebime, jog tai dažniausiai arčiau centrinės miesto dalies esančios teritorijos, formuojasi nedideli arealai šiek tiek į vakarus nuo centrinės miesto dalies. Taip pat, pasitaiko pavienių gardelių, kartais ir priemiestinėse teritorijose.



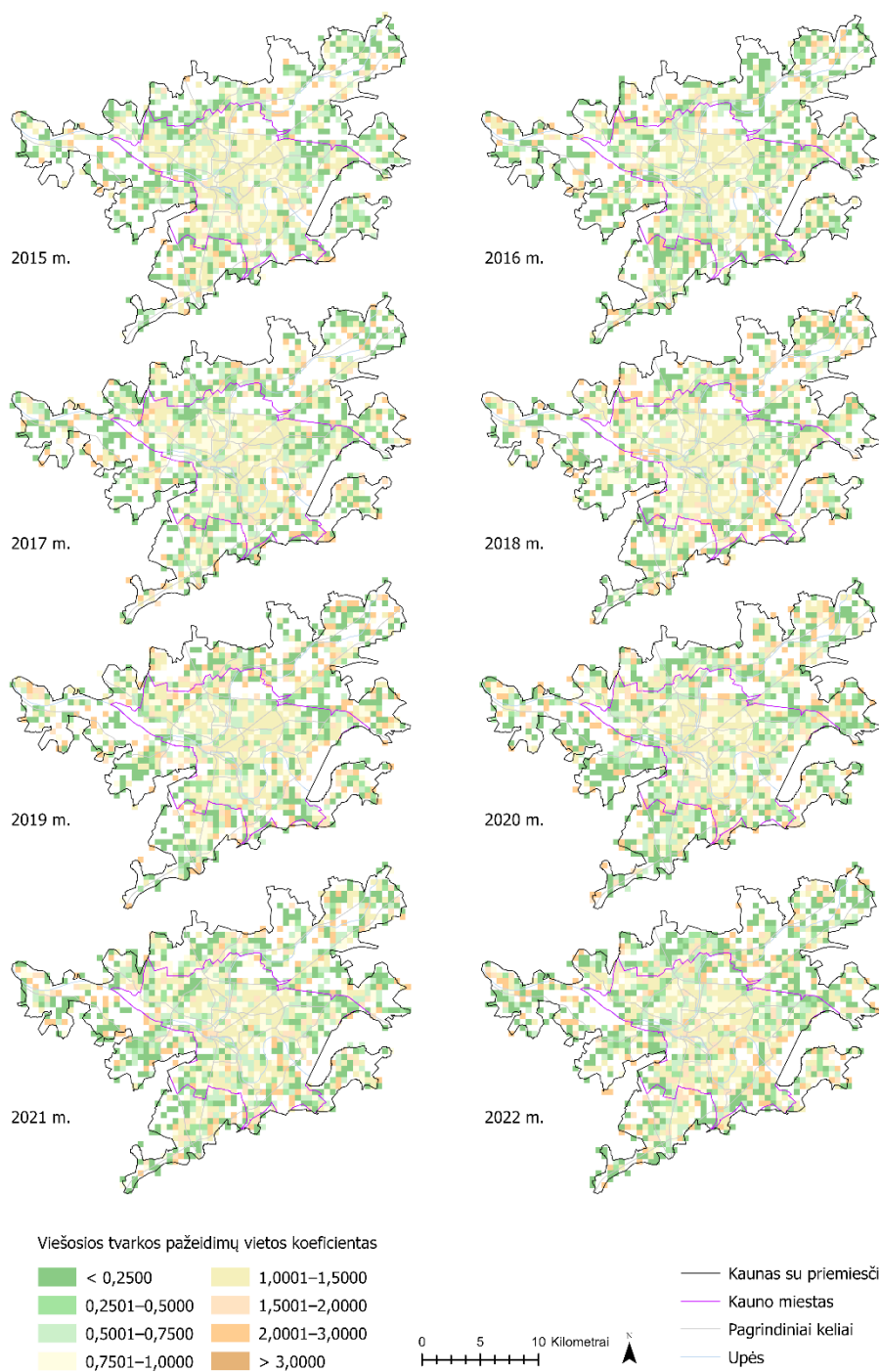
**6 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficientas Kaune ir jo priemiesčiuose

7 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Matome, jog didžiausi arealai su didesniu vietos koeficientu formuojasi toliau nuo miesto centrinės dalies esančiose teritorijose. Čia labiausiai išsiskiria teritorija į šiaurės rytus nuo Kauno miesto ribos, taip pat, ankstesniais metais – šiaurinė, rytinė miesto ir priemiestinė dalis. Tiesa, šios probleminės zonos po truputį mažėja, nesiformuoja tokie ryškūs arealiai. Pastebimos didesnio vietos koeficiento zonos prie prekybos centrų, pagrindinių kelių.



**7 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficientas Kaune ir jo priemiesčiuose

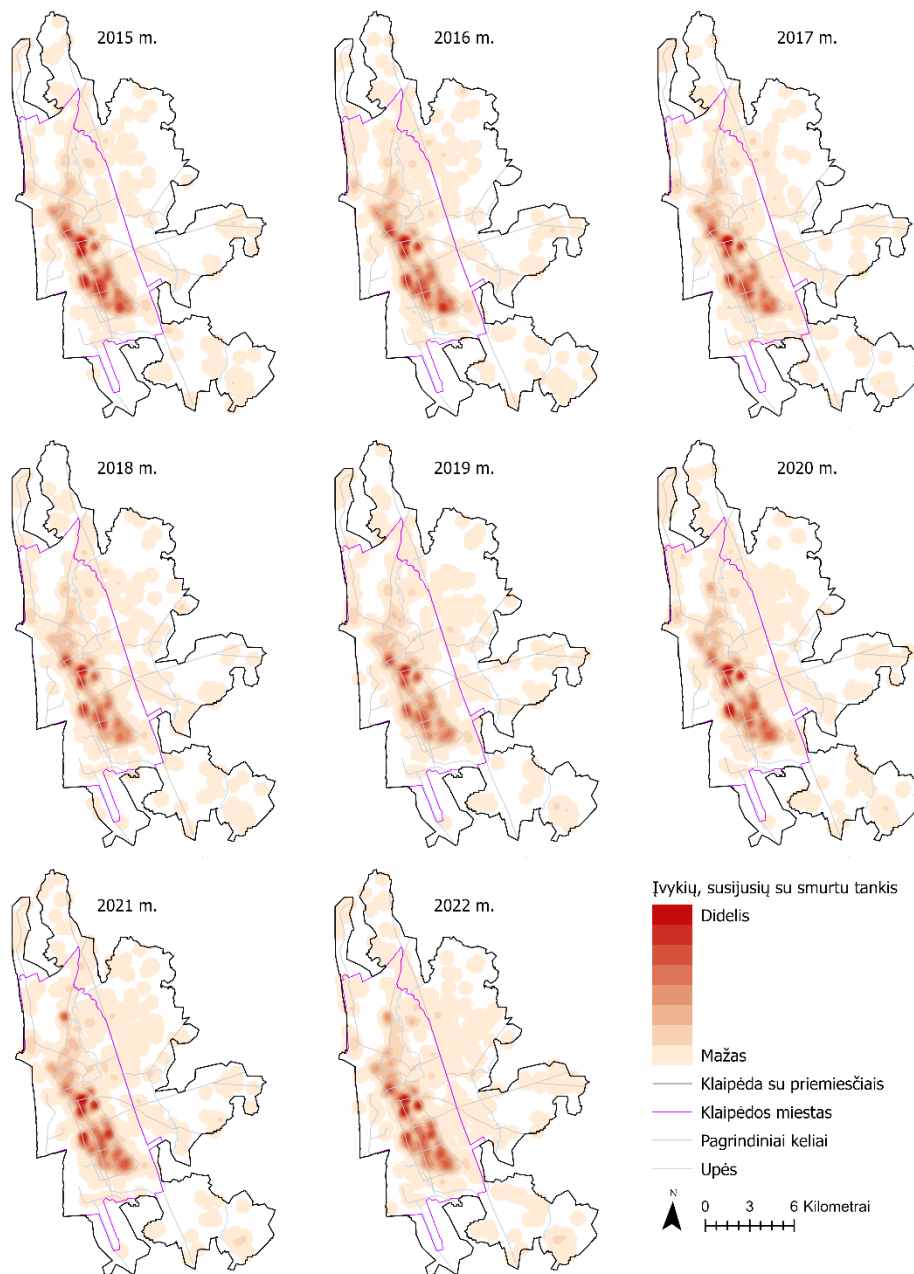
8 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju akivaizdžiai išsiskiria centrinė miesto dalis, kur yra šiek tiek didesnis VTP vietos koeficientas. Taip pat, galima atkreipti dėmesį, jog nėra daug gardelių su ypatingai dideliu vietos koeficientu, kas atskleidžia, jog VTP fiksuojama pakankamai daug ir panašia santykinė koncentracija visame mieste. Tiesa, pasitaiko pavienių gardelių su didesniu vietos koeficientu, bet jos dažniau yra nutolusios nuo centrinės miesto dalies arba net priemiestinėse zonose.



**8 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficientas Kaune ir jo priemiesčiuose

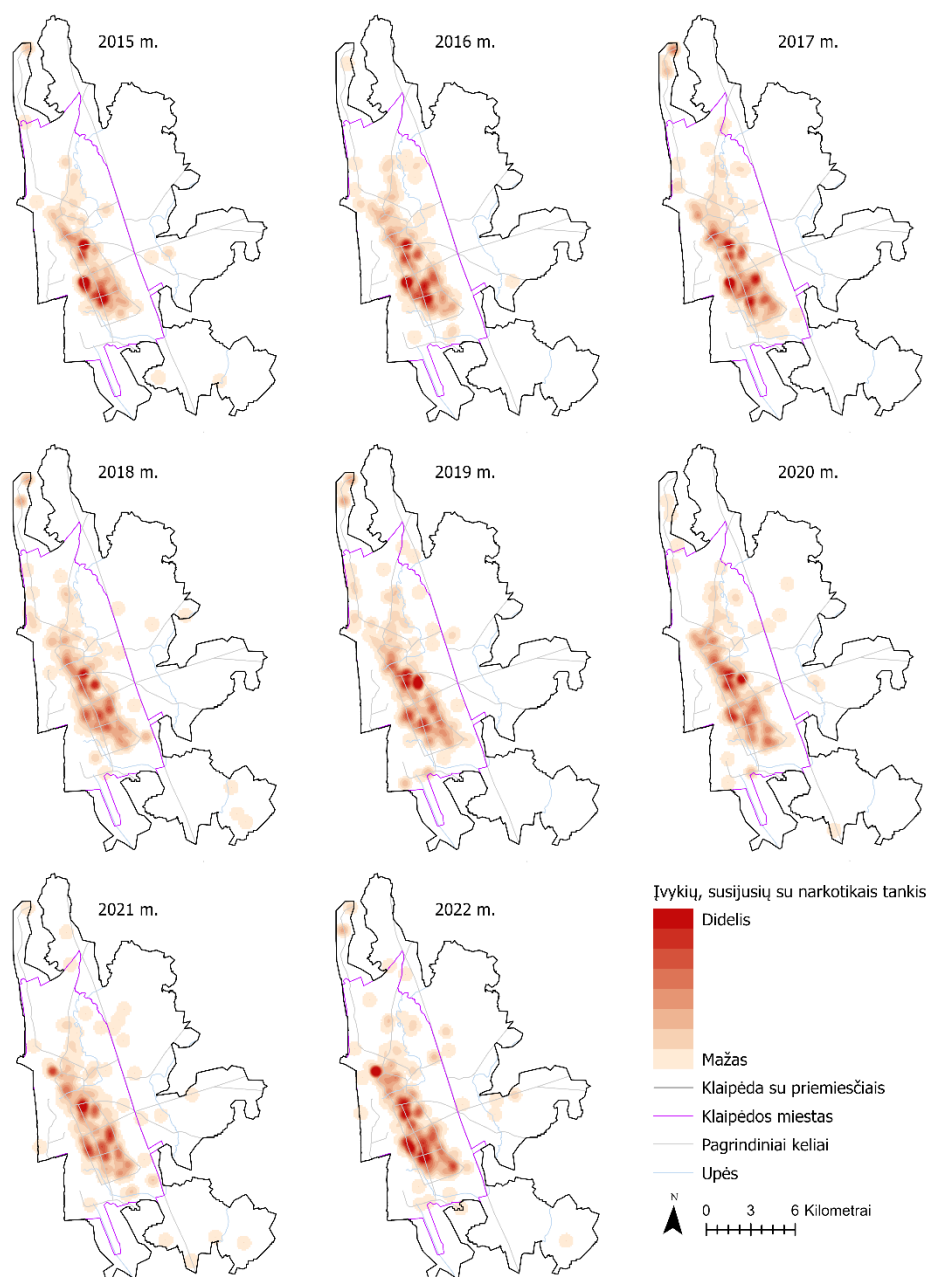
### Klaipėdos ir jos priemiesčių nusikalstamumo erdvinė analizė

1 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, jog keičiantis metams didelio tankio zonos tampa labiau koncentruotos. Visgi, pastebima, kad tai daugiau išlieka centrinė miesto dalis, formuojasi keleta naujų didesnio tankio zonų šiaurinėje miesto dalyje.



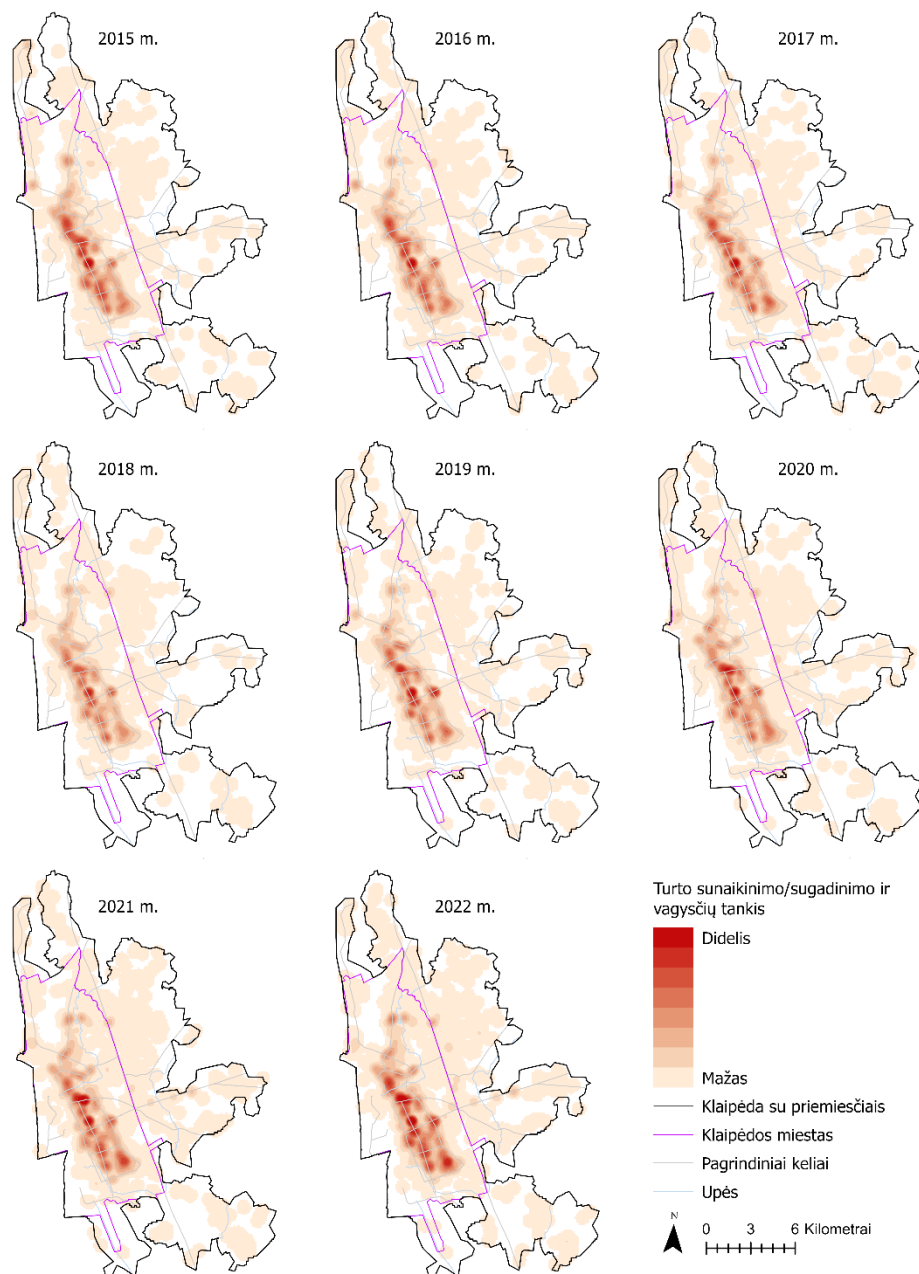
**1 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu tankis Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

2 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima pastebėti, jog išaugo NAR tipo įvykių tankis centrinėje miesto dalyje. Visgi, viena didžiausio tankio zonų centrinėje dalyje išlieka nuo pat 2015 m. – keičiantis metams čia tankis net kažkiek padidėjo, o pati didesnio tankumo zona išsiplėtė, nėra tokia sukoncentruota. Taip pat, išsiskiria nauja didelio tankumo zona į šiaurę nuo centrinės miesto dalies.



**2 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais tankis Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

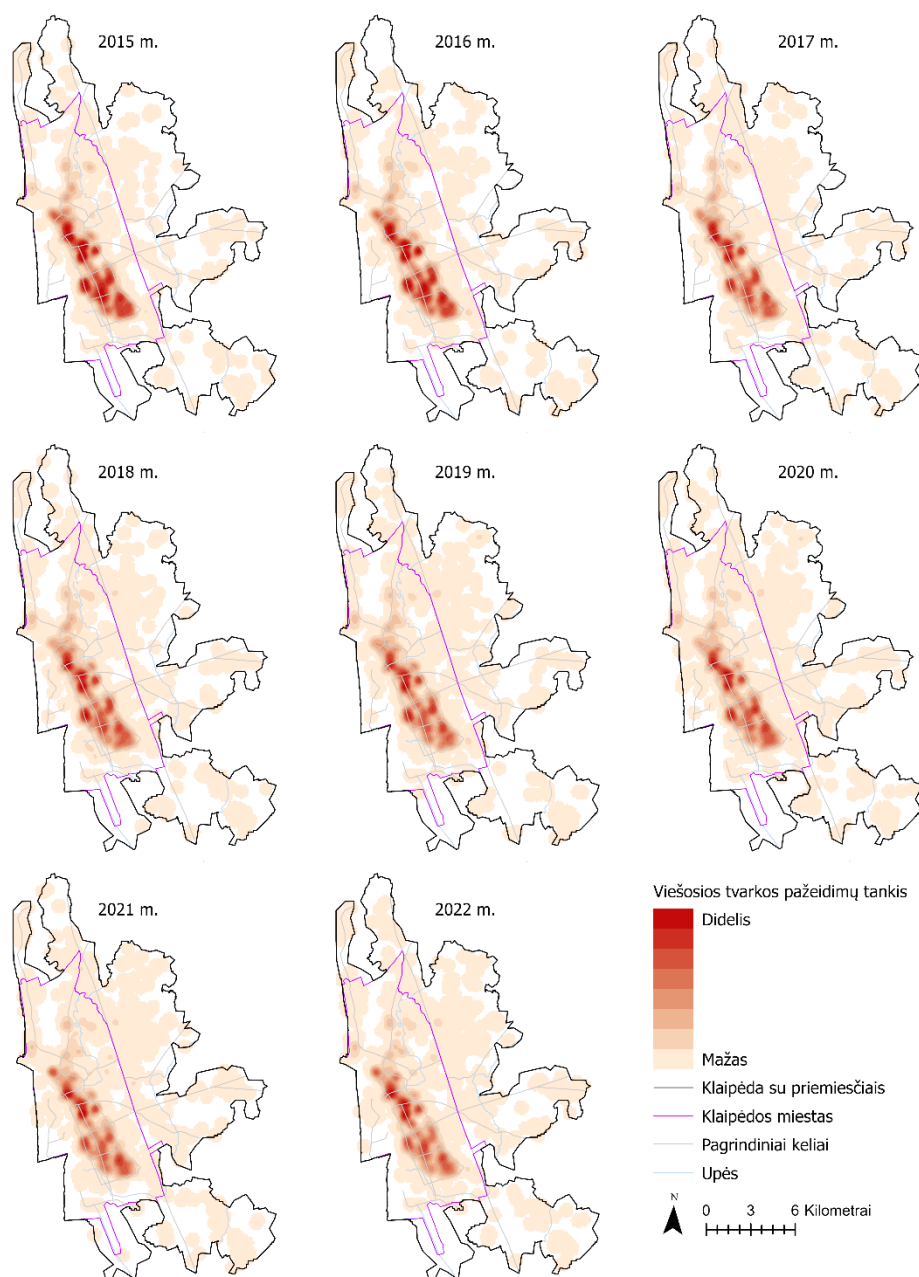
3 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių didelio tankumo zonose nėra, nors galima pastebėti, jog centrinėje dalyje tankis šiek tiek didėja. Taip pat, išsiskiria nedidelės zonos prie didžiųjų prekybos centrų, dažnai formuojasi tankesnės zonos ties pagrindiniais keliais.



**3 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių tankis Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

4 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų tankumo analizė nuo 2015 iki 2022 m. Galima matyti, kad didelių pokyčių tankumo zonose nėra, nors akivaizdžiai pastebimas viešosios tvarkos pažeidimų tankio mažėjimas. Taip pat, pastebimos mažesnio tankumo zonos nei centrinėje dalyje, bet didesnės nei kitoje tyrinėjamoje teritorijoje į šiaurę nuo miesto centro, taip pat, pakrantėse.





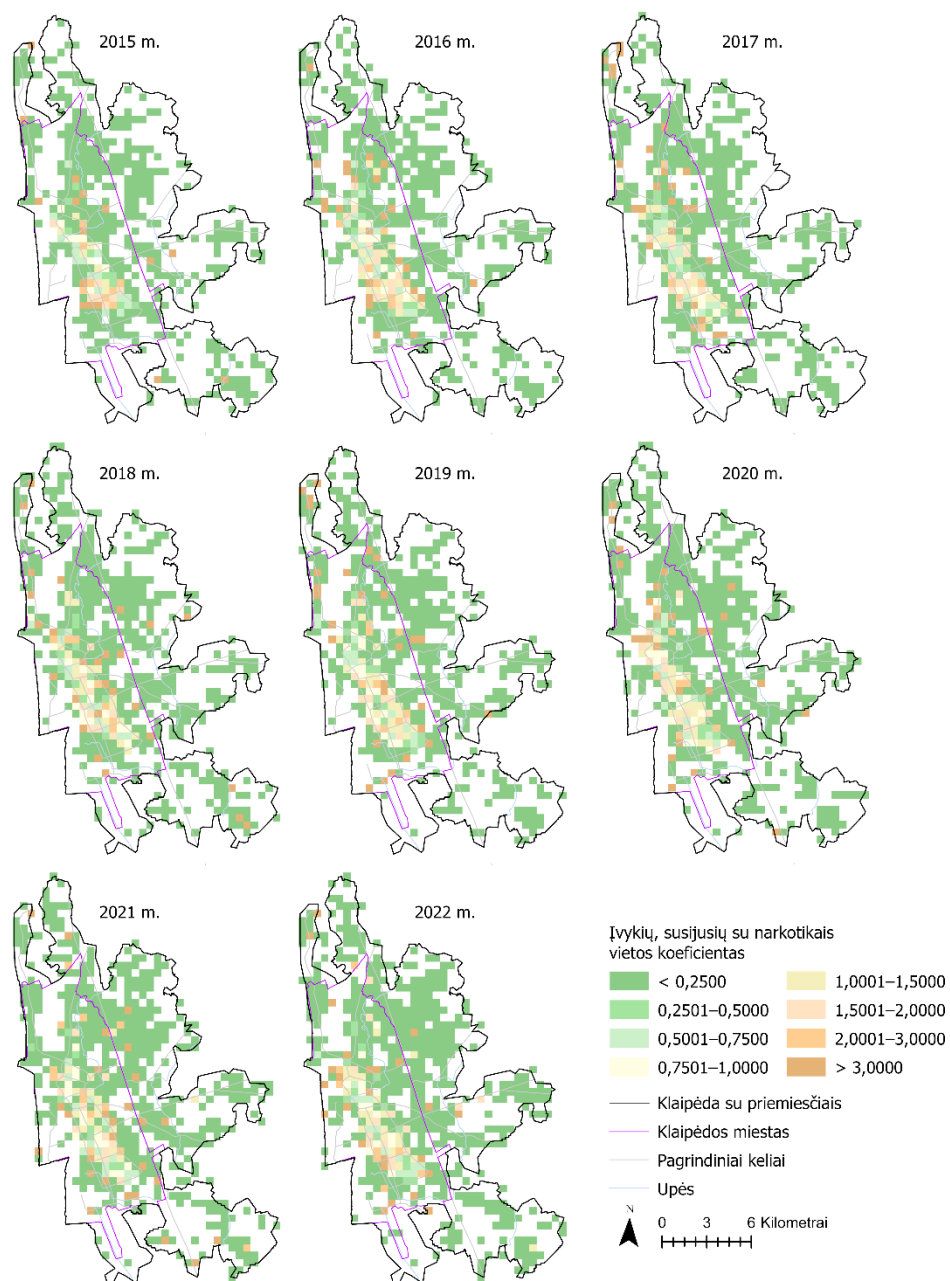
**4 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų tankis Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

5 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju pastebima, jog ASM tipo įvykių santykinė koncentracija yra didesnė periferinėse miesto arba priemiestinėse teritorijose. Galima pastebėti gana didelius arealus naujai besiformuojančiuose gyvenamuosiuose rajonuose ar priemiestinėse teritorijose.



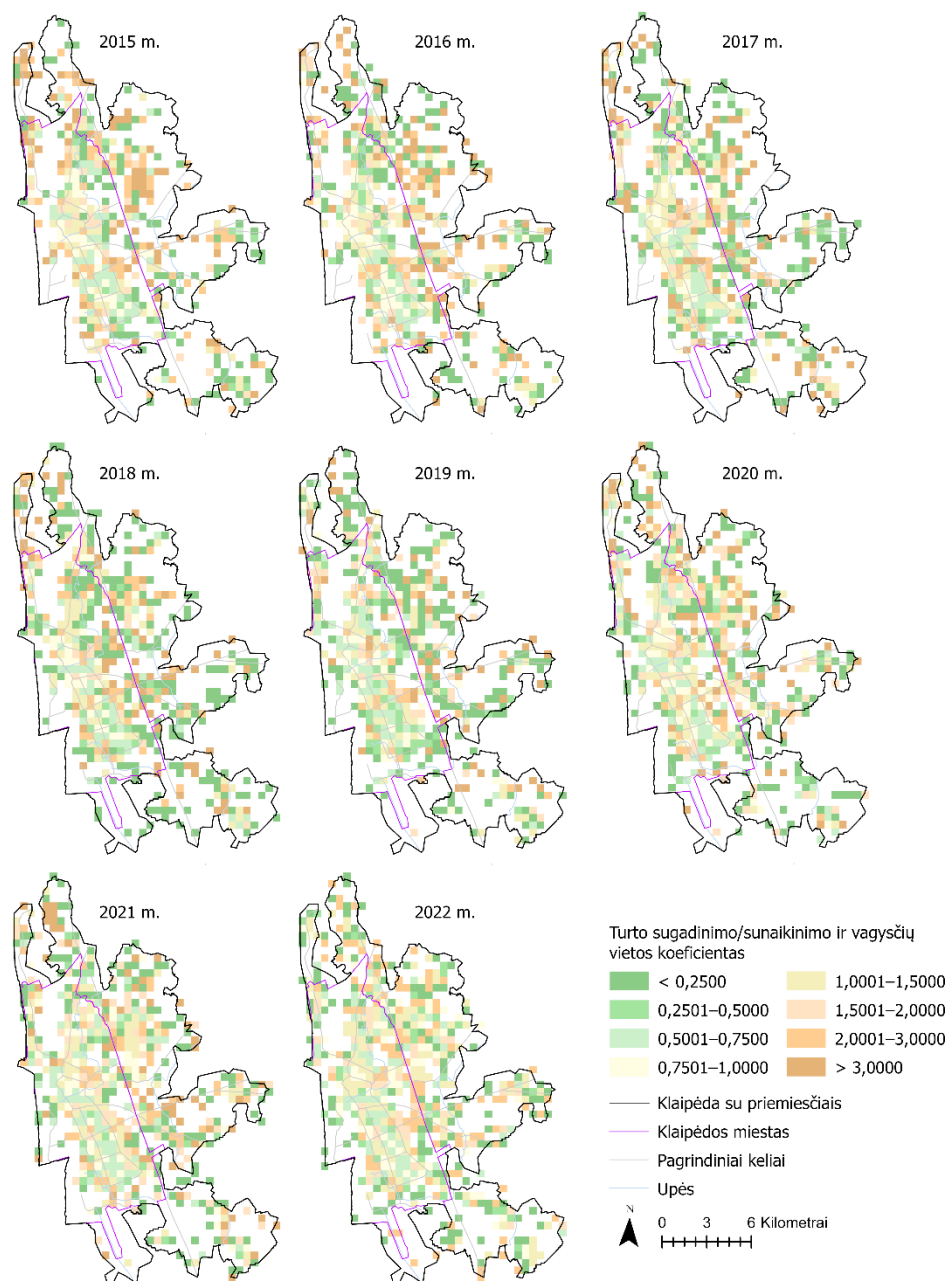
**5 pav.** Įvykių, susijusių su smurtu vietos koeficientas Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

6 paveiksle pateikta įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Skirtingai nei Kaune ar tuo labiau Vilniuje, čia neišsiskiria labai aiški ir konkreti teritorija su santykinai didesne NAR tipo koncentracija. Visgi, akivaizdžiai pastebime, jog tai dažniausiai arčiau centrinės miesto dalies esančios teritorijos. Taip pat, pasitaiko pavienių gardelių, kartais ir priemiestinėse teritorijose.



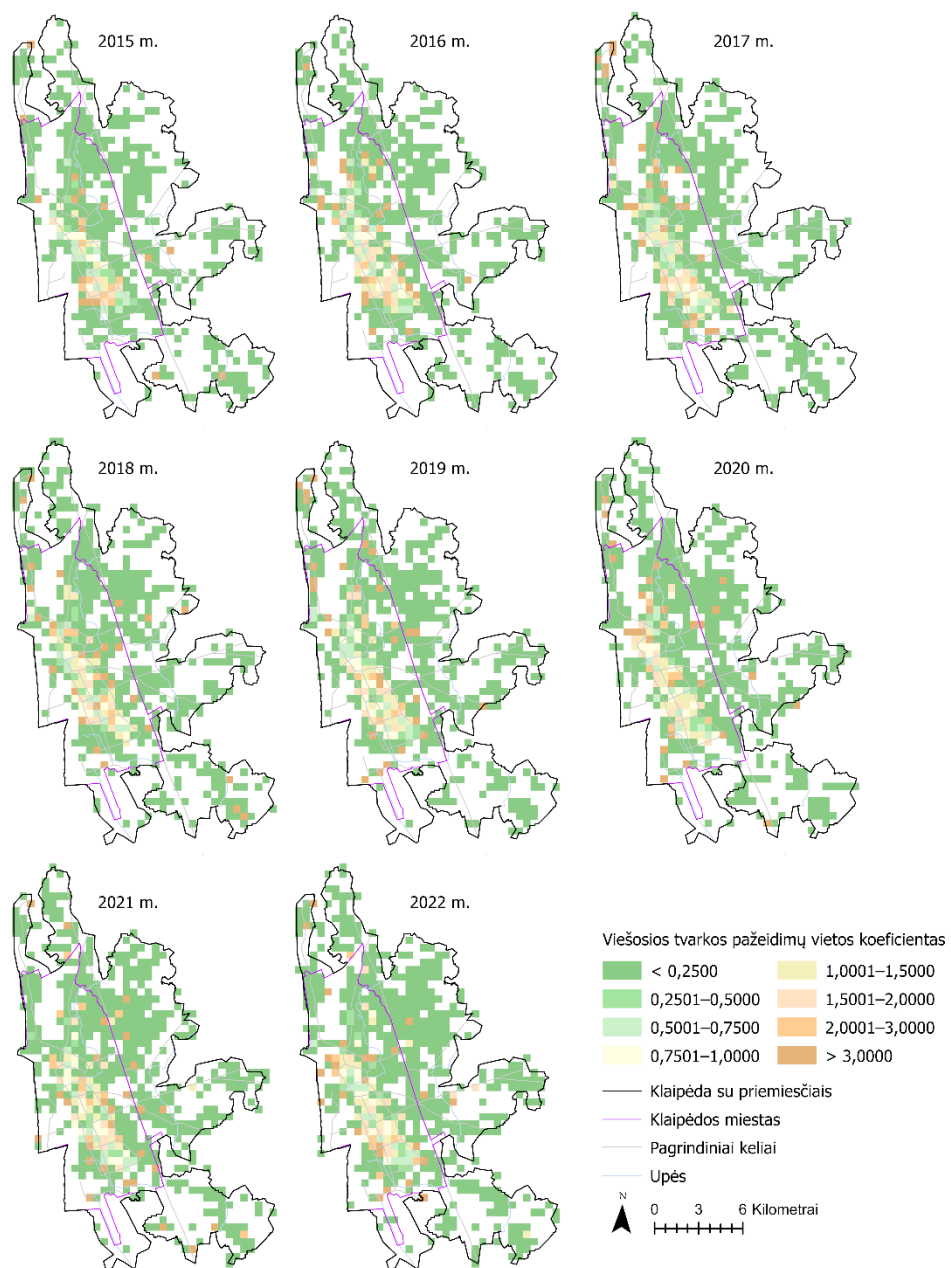
**6 pav.** Įvykių, susijusių su narkotikais vietos koeficientas Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

7 paveiksle pateikta turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Matome, jog didžiausi arealai su didesniu vietos koeficientu formuojasi toliau nuo miesto centrinės dalies esančiose teritorijose. Čia labiausiai išsiskiria teritorija į šiaurės rytus nuo Klaipėdos miesto ribos, taip pat, ne taip ryškiai išsiskirianti teritorija į rytus. Pasitaiko pavienių gardelių ir kitose zonose, dažnai pastebima didesnė koncentracija prie prekybos centrų ar pagrindinių kelių.



**7 pav.** Turto sunaikinimo/sugadinimo ir vagysčių vietos koeficientas Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose

8 paveiksle pateikta viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficiento analizė nuo 2015 iki 2022 m. Šiuo atveju akivaizdžiai išsiskiria centrinė miesto dalis, kur yra šiek tiek didesnis VTP vietos koeficientas. Taip pat, galima atkreipti dėmesį, jog nėra daug gardelių su ypatingai dideliu vietos koeficientu, kas atskleidžia, jog VTP fiksuojama pakankamai daug ir panašia santykinė koncentracija visame mieste. Tiesa, pasitaiko pavienių gardelių su didesniu vietos koeficientu, bet jos dažniau yra nutolusios nuo centrinės miesto dalies arba net priemiestinėse zonose.



**8 pav.** Viešosios tvarkos pažeidimų vietos koeficientas Klaipėdoje ir jos priemiesčiuose