



K. Šešelgis' readings  
K. Šešelgio skaitymai

## LIETUVOS SOCIALINIO KAPITALO MODELIAVIMAS TAIKANT URBANISTINĖS FORMOS SKELETO METODĄ

Marius IVAŠKEVIČIUS \*

*Kauno technologijos universitetas, Kaunas, Lietuva*

Gauta 2019 m. birželio 14 d.; priimta 2020 m. kovo 24 d.

**Santrauka.** Kaip ir kiek aplinka veikia žmonių elgesį? Šiame tyrime koncentruojamasi į siaurą ir specializuotą žmonių visuomeniškumą apibūdinantį statistinį rodiklį – socialinį kapitalą ir nesunkiai pakartojamą urbanistinės aplinkos tyrimo būdą – urbanistinės formos skeleto analizę. Socialinis kapitalas yra populiarėjantis ir svarbus statistinis vietovės rodiklis, apibūdinantis socialinę aplinką. Formos skeleto analizės tyrimai, supaprastintai galima sakyti, leidžia modeliuoti, kaip žmogus suvokia formą. Šiame tyrime socialinis kapitalas išmatuojamas adaptuota Lietuvai Putnamo metodika, o urbanistinės formos skeleto metodologija pritaikyta remiantis psichologijos tyrimais. Modeliuoti taikant dirbtinio intelekto metodus buvo rastas statistiškai silpnas ryšys tarp urbanistinės formos ir socialinio kapitalo.

**Reikšminiai žodžiai:** socialinis kapitalas, urbanistinė forma, formos skeletas, parametrizacija, formos suvokimas, modeliavimas.

### Įvadas

Ekologija, ekonomika, sociologija ir kultūra gali būti analizuojamos kaip kompleksinės sistemos. Tokios sistemos pasižymi tvarumu, t. y. priešinimusi pokyčiams. Deja, toks tvarumas yra dviašmenis kardas, kai priešinimasis yra įveikiamas, sistema pereina į ekstremalų mažiau efektyvų režimą, kuriam esant irgi priešinasi grįžimui atgal į efektyvią. Ekologinės katastrofos, ekonominės krizės yra ekstremaliųjų režimų sudėtingose sistemose pavyzdžiai. Į tokius režimus pakliuvusi sudėtingoji sistema, net aplinkinėms sąlygoms grįžus į buvusią padėtį, kuriomis ji egzistavo normaliu režimu, į normalų režimą negrįžta dar ilgai. Kartais tai nuo laiko net nepriklauso, bet priklauso nuo aplinkinių sąlygų, kurios turi žymiai pagerėti, kad sistema grįžtų į efektyvų režimą. Pagrindinė darnaus vystymo idėja, atsiradusi ekonomikoje ir pasklidusi į kitas sritis, yra: pakankamai pažinti sistemą ir atsakingai ją naudoti tam, kad būtų galima išlaikyti ją normalaus efektyvaus režimo sąlygomis, neperveriant į ekstremaliųjų. Ekologija, ekonomika ir net kultūra turi gana jautrių rodiklių, parodančių sistemos būseną. Šie rodikliai gali būti taikomi planuojant miestą, nes priemonės, kuriomis galima juos paveikti, yra žinomos ir plačiai taikomos. Socialiniai reiškiniai, priešingai, yra matuojami tik pagal labai neigiamus rodiklius: nusikalstamumą, socialinių būstų poreikį, išmokėtų pašalpų kiekį ir t. t. Galima

būtų pagalvoti, kad mūsų požiūris į socialinę sistemą yra tik kaip į sistemą, visada egzistuojančią ekstremaliu, krizės režimu. Tačiau ši sistema tokia tikrai nėra, mes tik neturime pakankamai jautrių rodiklių ir netaikome priemonių jiems paveikti. Todėl šio tyrimo tikslas yra atkreipti dėmesį į miestų socialinę aplinką, pritaikyti pasaulyje žinomus rodiklius Lietuvai ir ieškoti priemonių, kaip tuos socialinius rodiklius galima būtų paveikti planuojant miestą. Tuo tikslu aptarti socialiniai rodikliai, o ypatingas dėmesys atkreipiamas į turbūt vieną svarbesnių – socialinį kapitalą. Taip pat ieškota tyrimų, kurie leistų nustatyti urbanistinės formos įtaką žmonių elgesiui ir iš elgesio išplaukiančiam socialiniam kapitalui. Metodų skyriuje apibūdintas socialinio kapitalo indekso matavimo metodologijos pritaikymas Lietuvai. Taip pat atliktas tyrimas, kurio metu apskaičiuotas socialinio kapitalo indeksas kiekvienai Lietuvos savivaldybei. Be to, kiekvienoje savivaldybėje apskaičiuoti urbanistinės formos rodikliai naudojantis formos skeleto metodu. Remiantis surinktais duomenimis, sudarytas dirbtinio intelekto modelis, kuris leistų modeliuoti socialinio kapitalo indeksą iš urbanistinės formos rodiklių, apskaičiuotų formos skeleto metodu, ir statistiniais metodais išmatuotus modeliavimo tikslumas. Išvadose aptariamas metodų efektyvumas, tyrimo pakartojamumas ir panaudojimo galimybės bei galima tolesnė tyrimo eiga.

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [marius.ivaskevicius@ktu.lt](mailto:marius.ivaskevicius@ktu.lt)

## 1. Literatūros analizė

Šio skyriaus tikslas yra sugretinti įvairius literatūros šaltinius tikintis, kad išaiškės urbanistinės formos skeleto galimybė daryti įtaką socialiniam kapitalui. Vadovaujama si hipoteze, kad ši įtaka turi gilią šaknis, kurias galima aptikti fundamentaliuose moksluose. Norint tą pasiekti, pirmiausia reikėtų sugretinti paprastesnes, fundamentalesnes idėjas: tiesioginę ir netiesioginę aplinkos įtaką elgesiui, lengvai apžvelgiamas patiriamos per ilgesnį laiko tarpą urbanistinės formos suvokimą bei žinomus dėsnius ir procesus, kurie dalyvauja šiuose stebimuose fenomenuose. Socializavimasis yra viena iš žmonių elgesio formų, jo skaitinis įvertinimas arba išmatavimas yra socialinio kapitalo indeksas. Vienos elgesio formos yra veikiamos akivaizdžiai: dėl fizinių ribojimų žmonės negali eiti kiauurai sienas ar skraidyti, tačiau yra neakivaizdžių poveikių, tokių kaip kelio maršruto pasirinkimas arba socializavimosi potencialas. Elgesį veikia ne tik aplinka. Dėl to labai svarbu gerai suprasti ir galėti išmatuoti šiam tyrimui svarbią elgesio formą – socializavimąsi. Empiriškai neakivaizdi aplinkos įtaka žmonėms buvo pastebėta ir neatliekant sudėtingų tyrimų, tačiau tokie pastebėjimai neleidžia kalbėti apie tokios įtakos dėsnius, nes trūksta užtikrintumo, nulemta matavimais. Priešingai, paprastesnių gyvūnų bendruomenių elgesys kartais gali būti labai nuspėjamas.

Kai kurių paprastesnių gyvūnų bendruomenės demonstruoja nuspėjamą elgesį, stipriai paveiktą aplinkos formos. Žmogus yra gyvūnijos pasaulio dalis, dėl to nemažai dalykų, atrastų kituose gyvūnuose, taip pat galioja ir žmonėms. Nors žmonių elgesį tam tikrais atvejais sunku nuspėti, kai kurių gyvūnų reagavimas į aplinką yra labai nuspėjamas. Turbūt vieni labiausiai nuspėjamų yra krabai kareivėliai (lot. *Mictyris longicarpus*), jų susibūrimų „rikiočių“ judėjimas yra taip aiškiai priklausomas nuo supančios aplinkos, kad tyrėjams pavyko suprojektuoti koridorių sankirtas, kuriomis einančios krabų rikiuotės veikia kaip loginiai elementai (Gunji et al., 2012). Loginiai elementai (angl. *logic gate*) yra įrenginiai, kurie atlieka Būlio algebros logines operacijas. Jie yra tarpinė skaitmeninių procesorių dizaino grandis tarp elementarių elektroninių komponentų, tokių kaip tranzistoriai, ir didesnės abstrakcijos: atminties, aritmetinių operacijų ir programuojamų procesorių. Loginiai elementai yra dažnai naudojami kaip determinizmo etalonas, nes jei sistema yra pakankamai nuspėjama loginiams elementams sukurti, tai galbūt galima ją taikyti skaičiavimams. Toks procesas jau yra ne vieną kartą pakartotas biologijoje ir genetikoje (Belen, 2002). Krabų pavyzdys yra tik vienas iš daugelio, parinktas dėl lengvai suprantamo eksperimento ir labai aiškių rezultatų, tačiau elgesio nuspėjamumas arba determinizmas buvo bandytas taikyti ir žmonėms.

Architektai, urbanistai ir psichologai yra aprašę įvairių teorijų, susijusių su aplinkos įtaka žmonių elgesiui. Vienas iš tokių taikymų determinizmo aspektu yra Lang architektūros teorija, nors jis, toli gražu, nėra vienintelis, tyrinėjęs aplinkos įtaką elgesiui ar net socializacijai, tai yra pastebėję ir kiti autoriai. Anot Lang teorijos, toks krabų elgesys būtų

kategorizuojamas kaip deterministinis, paveiktas vien tik aplinkos, neturintis laisvos valios požymių. Priešinga jo teorija teigia, kad aplinka nedaro įtakos individams, nes jų poelgiai įvyksta vien tik laisva valia. Teorija, kuri sujungia abu šiuos požiūrius, yra tikimybinė, čia individo poelgio tikimybė yra priklausoma nuo jo asmeninių savybių ir aplinkos įtakos (Lang, 1987). Tai susiję su Lawton teorija, pagal kurią asmeninė savybė yra tik viena – kompetencija, o aplinka jos reikalauja arba ne. Šių dviejų kintamųjų lauke susidaro zonos, kur priklausomai nuo kompetencijos ir aplinkos žmogus gali jaustis komfortiškai, gali arba negali prisitaikyti (Lawton ir Nahemow, 1973). Pratešiant tą pačią idėją, galima paminėti Vaito sudarytą viešųjų erdvių savybių sąrašą, kurios padeda suburti žmones ir socializuotis (Whyte, 2001). Viena Vaito paminėtų savybių buvo susieta su kvartalų socialiniu kapitalu (Holtan et al., 2015). Tačiau tai buvo pastebėta daug seniau: Aleksandras dažnai vartoja terminą „socialinė erdvė“, kuriuo apibūdina aplinką, kuri provokuoja socializaciją (Alexander, 1977). Taip pat ir Hillieris teigė, kad urbanistinė aplinka, kaip ir kitos aukštesnio laipsnio erdvės, yra socialinių procesų žemėlapiai (Hillier ir Leaman, 1974). Nepaisant to, kad įtaka socializacijai yra pastebėta ir apibūdinti įtaką darantys veiksniai, socializacija yra sunkiai išmatuojama, dėl to patikimam tyrimui reikalingas aiškus socializacijos rodiklis ir patikima metodologija, kurią galima pritaikyti įvairiose kultūrose.

Yra daug statistinių rodiklių, skirtų socialinei aplinkai apibūdinti, pavyzdžiui, Lietuvos statistikos departamentas pateikia arti 1000 rodiklių kategorijoje „Gyventojai ir socialinė statistika“. Nors tame sąraše ir neegzistuojantis, vienas įdomesnių socialinės aplinkos rodiklių yra socialinis kapitalas, kuris gali būti vietos ir asmeninis. Asmeninis yra ne kas kita, kaip pažintys arba galėjimas gauti naudos per pažintis. Nors asmeninis kapitalas dažnai gali būti komentuojamas kaip neigiamas dalykas, vietovės socialinis kapitalas yra labiau teigiamas. Pats pirmasis socialinio kapitalo termino pavartojimas ir yra vietai apibūdinti. Hanifanas 1916 m. įkūrė mokyklą, tačiau ji stovėjo beveik tuščia. Apklausęs vietinius gyventojus, suprato, kad žmonės į naują mokyklą žiūri su nepasitikėjimu ir nenori į nežinią leisti savo vaikų. Norėdamas pakeisti situaciją, jis mokyklos patalpose įkūrė savaitgalio chorą ir pakvietė visas šeimas. Po keleto užsiėmimų tėvai susipažino su mokykla, įgavo pasitikėjimo ir pakeitė nuomonę dėl vaikų leidimo į ją. Hanifanas šį procesą apibūdino kaip socialinio kapitalo sukaupimo pasekmę (Hanifan, 1916). Nors termino atsiradimo metu ir nebuvo sukurta metodika, leidžianti išmatuoti socialinio kapitalo indeksą, terminas prigijo ir buvo išdiskutuotas ne viename veikale, jam išmatuoti buvo sukurta ne viena metodika.

Šiame tyrime vartojamas terminas vietos socialinis kapitalas, kurio nustatymo metodika pirmą kartą buvo aprašyta Putnamo knygoje „Bowling alone“. Knyga parašyta nemokslinei visuomenei prieinamu stiliumi, tačiau neatsisakant mokslinio korektiškumo (Putnam, 2001). Galima teigti, kad ši knyga paskatino socialinio kapitalo populiarumą, kuris paplito ne tik JAV, bet ir Europoje. Nuo

2002 m. Europos socialinis tyrimas (*Europe Social Survey*), pasitelkdamas vietinius partnerius, matuoja Europos Sąjungos šalių socialinį kapitalą (KTU Politikos ir viešojo administravimo institutas, 2017). Tiesa, jis paremtas ne Putnamo metodika, o apklausomis. Lietuvos socialiniam kapitalui nustatyti apklausiami apie 2000 atsitiktinių respondentų. Na o taikant Putnamo metodiką apklausos nevykdomos, priešingai, socialinis kapitalas randamas iš jo pėdsakų. Apskaičiuojami keturi socialinio kapitalo faktoriai: socialinių struktūrų, ne pelno organizacijų, balsavimo aktyvumo ir visuotinio surašymo aktyvumo, kurie vėliau yra sujungiami į bendrą rodiklį taikant pagrindinių komponentų analizę. Čia terminas faktorius yra vartojamas dėl to, kad pagrindinių komponentų analizė yra vienas iš daugelio faktorinės analizės metodų, kuriuos taikant analizuojami kintamieji, vadinami faktoriais (ISI, 2011). Taikant Putnamo metodiką pasirenkami administraciniai vienetai. Pirmajam tyrimui Putnamas buvo pasirinkęs matuoti valstijų lygmenyje ir kiekvienai valstijai nustatyti atskirą socialinio kapitalo indeksą. Toks indeksas yra labai tinkamas šiam tyrimui, nes jam nustatyti yra aiškiai aprašyta pakartojama metodologija, jai reikalingi duomenys yra kaupiami ir prieinami iš įvairių institucijų, belieka tik sugretinti jį su urbanistine forma.

Sugretinimas turi prasmę, nes turime daug nuorodų į tai, kad urbanistinė forma gali turėti ryšį su socialiniu kapitalu, tačiau tokie tyrimai, kurie tą ryšį išmatuotų statistiniais rodikliais, nebuvo daryti dideliu mastu. Vienas labiausiai paplitusių urbanistinės formos matavimo būdų yra erdvės sintaksė, kuri buvo sukurta kaip atsakas į tuomet vyravusią formos gramatikos teoriją (Hillier, 1989). Priešingai nei formos gramatika, erdvės sintaksė nėra skirta formai generuoti, tai yra diagnostinis metodas, leidžiantis apskaičiuoti daugybę įvairių rodiklių, kurie vėliau buvo susieti su srautų kiekiu gatvėse (Hillier et al., 1987): nekilnojamojo turto pardavimus ir nusikalstamumą (Hillier ir Sahbaz, 2008), taip pat ir pastatų naudojimo paskirtį (Zaleckis, 2018). Taikant šiuos metodus analizuojama erdvė tik taip, kaip ji yra sujungta, pasiekama bei matoma. Pavyzdžiui, taikant erdvės sintaksės ašinę analizę, analizuojama gatvių ašių arba erdvės ašių aspektais. Realiame pasaulyje neegzistuoja gatvės ašys, tai yra tik sutartinis terminas, vartojamas projektuojant arba reprezentuojant gatvių tinklą, atvaizduojant žemėlapij, taip pat navigacijai arba ašinei analizei. Nors gatvės ašys, kaip miesto audinio tipologijos modelis, dažniausiai veikia žmonių judėjimą, jose neatsispindi aikštės, parkai ir kitos erdvės, kuriose judėjimas yra laisvas. Tai yra geras metodas prognozuoti dažniausiai pasirenkamas gatves judant žmonėms, tačiau nėra nuorodų į tai, kad gatvių ašys turėtų veikti urbanistinės formos suvokimą arba socialinį kapitalą, nors erdvės sintaksės autoriai teigia, kad vien buvimas tarp žmonių sukelia socialinius efektus. Kitame erdvės sintaksės modelyje sugeneruotos erdvės ašys reprezentuoja vizualines linijas. Nors labai panašus metodas taikomas urbanistinei vizualinių ašių analizei, šis metodas labiau tinka vienaaukščio interjero erdvių analizėms, nes jį taikant neįvertinamas aukštis, ypač tokios situacijos, kai fiziškai nepa-

siekiamas objektas yra matomas dėl savo didelio aukščio. Tas pats apribojimas galioja ir „isovist“ analizei, kurią taikant analizuojamas 360° regos laukas, tačiau žmogus tokio lauko beveik niekada nejunta. Na o tiesaus formos skeleto metodas turi sąsają taip pat ir su formos gramatikos teorijomis, bet taip pat yra ir diagnostinis, nes formos skeletą galima sukurti bet kokiais formai, skeleto metodu sukurtas grafas turi savyje pakankamai informacijos originaliai formai atkurti, o pats formos skeleto metodas yra toks universalus ir dažnai taikomas, kad galėtų būti laikomas fundamentaliu.

Sugretinus gausybę sričių, kur natūraliai pasitaiko formos skeletas, ir jo generavimo sąsają su neurologijoje rastais dėsniais, tikimasi parodyti, kad formos skeletas iš dalies atspindi tai, kaip žmogus suvokia formą. Ši geometrinė struktūra yra gana universali, ji pasitaiko natūraliai gamtoje, taip pat išplaukia iš žmogaus sukurtų objektų ir gali būti naudojama projektuoti, yra gerai išanalizuota matematikos šakos pavadinimu „origami“ matematika. Pavyzdžiui, upės tekėjimo lygumoje dėl erozijos susiformuoja slėnis. Jei gruntas yra vienalytis, tuomet visi slėniai turi vienodą nuolydį, tokio slėnio briaunos kartu su upės ašine linija aerofotografinėje nuotraukoje sudarytų formos skeleto piešinį (Aichholzer ir Aurenhammer, 1996). Taip pat antikos laikais iškalant užrašus akmeninėse plokštėse buvo palaikomas vienodas kampas tarp raidės vidinių plokštumų ir pirminio akmens paviršiaus. Taip buvo daroma, kad būtų išvengta skilimo, palengvinant dailininko darbą, siekiant didžiausio įmanomo gylio ir palengvinant skaitomumą. Dėl tokio kompromiso vidinių raidės paviršių suformuotos plokštumos susikerta į briaunas, kurių piešinys, suprojektuotas atgal į pirminę akmens plokštės plokštumą, yra raidės formos arba poligono, formos skeletas. Iš briaunų susidaro piešinys, kuris yra identiškas tam, kuris būtų sukurtas skeleto metodu. Terminas projekcija čia pavartotas tik teisingam teoriniam apibūdinimui, iš tikrųjų tokios plokštės buvo skirtos fasadams ir dėl to buvo stebimos iš didelio atstumo. Projektavimo procese skirtumas tarp perspektyvinės projekcijos, kuri susidaro dėl akies optikos ant akies tinklainės, ir teorinės formos skeleto projekcijos ant pirminės fasadinės plokštės plokštumos yra mažesnis nei dailininko rankų darbo paklaida. Kitas pavyzdys aptinkamas projektuojant šlaitinius stogus, kur vienas paprastesnių sprendimų yra visiems šlaitams parinkti tokį patį nuolydį. Jeigu tokio stogo šlaitai nusileidžia prie kiekvienos sienos ir murlotai yra tame pačiame aukštyje, tuomet kraigas ir įstrižos gegnės plano projekcijoje sudaro formos skeleto piešinį (Held ir Palfrader, 2017). Analogiškai kompiuteriu valdomų frezavimo staklių optimalus frezos takas yra apskaičiuojamas naudojantis formos skeleto matematika (Huber, 2011). Taip pat viena iš „origami“ matematikos įdomybių yra „Origami poligonų pjovimo teorema“, kuri skelbia, kad bet kokios formos, sudarytos iš tiesių atkarpų, iškarpą galima sulankstyti taip, kad jos visos kraštinės sugultų į vieną tiesę. Lenkimo linijas, kurias reikėtų lenkti tokia forma, galima rasti matematiškai. Norint tą padaryti, pirmiausia reikia rasti

formos skeletą, kuris sudaro pusę lenkimo linijų (Demaine et al., 1998). Tyrėjai atrado keletą skirtingų formos skeleto tiesiojo radimo metodų, vienas jų pagrįstas ląsteliniu automatu, kurio veikimas prasideda nuo formos pakraščių, tuomet sužadintų ląstelių banga vilnija į formos vidų. Ląstelės, kurias banga sužadina formos kampuose, palieka pėdsaką, kuris simuliacijai pasibaigus nupiešia formos skeletą (Rosenfeld ir Pfaltz, 1966). Labai panašus „medianos ašių“ metodas buvo pasiūlytas statistiniam formų apdorojimui, kad jo rezultatus būtų galima lyginti su apklausų statistika psichologijos tyrimuose (Blum, 1964). Natūraliai atsirandantys fenomenai, mokslininkų rasti algoritmai ar pasiūlyti statistiniai rodikliai savaime, be abejo, yra tik įdomybės, tačiau kiti tyrimai rodo, kad formos skeletas gali būti aptiktas žmonių psichologijos tyrimuose, taip pat jo taikymas kito pobūdžio psichologiniuose tyrimuose leidžia padaryti įdomias išvadas.

Pradėkime nuo neuromokslo, kur neuroninių ląstelių bandinys, prigijęs prie specialių sensorių Pietri lėkštelėje, pademonstravo vadinamąjį sniego lavinų veikimo principą (Beggs ir Plenz, 2003). Šio proceso simuliacija su ląsteliniu automatu taip pat pademonstravo labai panašų procesą kaip anksčiau minėtas formos skeleto generavimo metodas. Tačiau šis eksperimentas buvo atliktas ant plokščio, vieno sluoksnio neuronų bandinio, o žmogaus smegenys yra erdvinės, sudarytos iš daug sluoksnių neuronų, sujungtų į įvairias sistemas. Jei vienas neuronų sluoksnis reaguodamas į stebimą ar suvokiamą formą sugeneruoja bangą, galbūt kitame sluoksnyje lieka tos formos skeletas, kuris vėliau interpretuojamas tolesnių neuroninių sluoksnių, kol pasiekiamas visiškas formos suvokimas. Jei šis procesas iš tikrųjų vyktų, mes galėtumėme aptikti įrodymų kituose tyrimuose su žmonėmis. Viename tokių tyrimų atsitiktinai atrinkti respondentai, paprašyti „paliesti poligoną“, rodomą planšetinio kompiuterio ekrane, dažniausiai pataikydavo į geometrinį masės centrą. Šiek tiek rečiau pataikydavo būtent į formos skeletą, nors nei centras, nei formos skeletas nėra rodomi. Pataikymas į poligono formos skeletą nėra paveiktas paties testo, o labiau respondentų poligono interpretavimo proceso pašalinis efektas (Firestone ir Scholl, 2014). Šis tyrimas rodo, kad formos skeletas gali būti generuojamas apklausos būdu. Na o kitas tyrimas pagrįstas tuo, kad žmogus, remdamasis savo gyvenimiška patirtimi, gali nesunkiai atskirti arba suklasifikuoti poligonus, reprezentuojančius gyvūnų ir augalų siluetus. Vaizdas sudarė tokių poligonų rinkinį, apskaičiavo visų poligonų formos skeletus ir atliko jų grafų analizę. Kadangi buvo žinoma kiekvieno poligono klasė, ar tai yra augalo, ar gyvūno siluetas, buvo įmanoma, naudojantis gauta duomenų matrica, sudaryti dirbtinio intelekto modelį, kuris vien tik iš grafų analizės duomenų gali suklasifikuoti poligonus į augalų ir gyvūnų siluetų klases. Klasifikuoti buvo pasirinktas Bajeso modelis, kuris po mokymosi kryžminės validacijos metu teisingai suklasifikavo 80 % siluetų. Palyginimui, žmonės apklausos metu tą patį testą atliko vidutiniškai 88 % tikslumu, nei vienas respondentas neatsakė geriau nei 95 %. Tačiau tikrasis modelio testas buvo suklasifikuoti nematytus, tarpinius, su

„morph“ procedūra sugeneruotus siluetus. „Morph“ procedūra sugeneruoja tarpinį poligoną tarp dviejų pateiktų. Ji yra parametrinė, galima nurodyti procentine išraiška, į kurią iš pateiktų poligonų artimesnio rezultato norima. Ji plačiai taikoma kompiuterinėje grafikoje. Nėra žinoma tarpinių, „morph“ procedūros sugeneruotų poligonų klasifikacija, jai gauti buvo apklausti savanoriai. Modelis statistiškai reikšmingai prognozavo apklausos rezultatus (Wilder et al., 2011).

Nors aerofotografinė nuotrauka atsirado palyginti seniai ir upių slėnius lygumose tikriausiai nedaug kas stebi, tačiau į antikinius užrašus žmonės žiūri jau tūkstančius metų. Ar tas faktas prisidėjo prie to, kaip žmogus suvokia formas? O gal tai yra jo padarinys? Gali būti, kad niekada nesužinosime. Apibendrinant, formos skeletas yra natūralus gamtos fenomenas, išplaukianti šriftų akmenkalystės bei šlaitinių stogų projektavimo savybė, jo atkarpas intuityviai jaučia žmonės, jį analizuojant galima klasifikuoti biologinius siluetus. Taip pat algoritmas, generuojantis formos skeletą, veikia tuo pačiu principu kaip neuronų simuliacija. Visos šios įžvalgos sukuria stiprų teorinį pagrindą bei iškelia formos skeleto analizės metodą virš kitų erdvės analizavimo metodų.

Norint pritaikyti formos skeleto metodą urbanistinei analizei, kiekvienam pastatui galima sugeneruoti atskirą formos skeletą, tačiau sugeneruoti formos skeletą erdvei tarp pastatų reikėtų tam tikros strategijos. Pasirinkta strategija – padalinti teritoriją į langelius ir iš langelių išpjauti pastatus, gauti poligonai reprezentuos erdvę tarp pastatų. Tokiems poligonams taip pat galima sugeneruoti formos skeletus ir juos išanalizuoti. Langelio kraštinės ilgis buvo pasirinktas 300 m remiantis literatūros šaltiniais. Aleksandras teigia, kad žmogus negali identifikuoti didesnės nei 300 m kaimynystės (Alexander et al., 1977). Moughtinas pastebėjo, kad pėsčiųjų maršrutas gali būti patrauklus, jei bent kas 300 m yra įdomus objektas (Moughtin et al., 1999). Gehlo tyrimai parodė, kad 300–500 m atstumu žmogus dar gali atskirti, ar mato žmogų, ar kitą gyvūną (Gehl ir Rogers, 2010). Knoxas pamatavo, kad vidutinė pėsčiojo kelionė yra tarp 150 ir 450 m (Knox, 2010).

Apibendrinant, tyrimo tikslas yra rasti ryšį tarp socialinio kapitalo, matuojamo Putnamo metodika, Lietuvoje ir urbanistinės formos, matuojamos pagal Wildero metodiką.

## 2. Socialinio kapitalo indekso ir urbanistinės formos rodiklių nustatymas bei dirbtinio intelekto modelio sudarymas

Siekiant pamatuoti socialinio kapitalo indekso ryšį su urbanistinės formos analize, reikia sudaryti duomenų matricą, kurios vertės reprezentuotų tas pačias teritorijas, Lietuvos savivaldybes. Sudarytoje matricoje formos skeletų analizės kintamieji traktuojami kaip žinomi, o kadangi jų yra ne vienas, iš jų sudaromas vektorius „X“, iš sudedamųjų, analizės rezultatų  $x_1$ ,  $x_2$  ir t. t., į kuriuos įrašomos išmatuotos skeletų savybės: šakų skaičius, papildomų išsišakojimų skaičius, skeleto grafo gylis, vidutinis



šakos atsišakojimo kampas ir t. t. Na o socialinio kapitalo indeksas yra traktuojamas kaip nežinomasis „y“. Taigi, sudaryti dirbtinio intelekto modeliai, iš kurių kai kurie gali būti išreikšti formulėmis, prognozuos socialinio kapitalo indeksą naudodami urbanistinės formos skeletų analizės duomenis.

Pasirinktais metodais Lietuvoje nebuvo matuotas nei socialinis kapitalas, nei urbanistinė forma. Šiam tyrimui atlikti reikėjo sudaryti specialią duomenų matricą, kuri sujungtų abiejų rūpimų komponentų GIS duomenis. Kaip jau buvo aptarta, socialinio kapitalo indeksas apskaičiuojamas taikant pagrindinės komponentės metodą su socialinių struktūrų, ne pelno organizacijų, visuotinio surašymo aktyvumo ir balsavimo aktyvumo faktoriais. Tam, kad būtų galima rasti socialinių struktūrų faktorių, reikia suskaičiuoti, kiek kiekviename administraciniame vienete yra religinių organizacijų, socialinių bei pilietinių asociacijų, verslo asociacijų, profesinių organizacijų, darbininkų organizacijų, boulingo centrų, viešų sporto aikštelių, viešų golfo aikštelių, sporto klubų. Šių struktūrų sumą reikia padalinti iš 10 ir to administracinio vieneto populiacijos 10'000 dalies. Tam, kad būtų galima rasti ne pelno organizacijų faktorių, reikia suskaičiuoti, kiek yra tokių organizacijų ir padalinti iš to administracinio vieneto populiacijos 10'000 dalies. Balsavimo aktyvumas yra tiesiog balsavusių santykis su turinčių teisę balsuoti kiekviename administraciniame vienete. Visuotinio surašymo aktyvumas yra atsakiusių į surašymo anketą santykis su administracinio vieneto populiacija.

Pats sudėtingiausias atkartojimo prasme yra pirmasis faktorius, į kurį įeina įvairių organizacijų skaičius. Sunku suvokti, kodėl boulingo centrai, viešos sporto aikštelės, viešos golfo aikštelės ir sporto klubai yra išskirti į atskiras kategorijas. Galima būtų manyti, kad siekta pabrėžti jų svarbą, tačiau matematiškai toks išskyrimas nieko nekeičia, nes vėliau kintamųjų reikšmių suma dalinama iš kintamųjų skaičiaus. Galima būtų teigti, jog apskaičiuojamas vidurkis. Galbūt kintamiesiems atrinkti šiam faktoriui apskaičiuoti įtakos turėjo ir duomenų prieinamumas. Detaliausią klasifikaciją turinčioje Lietuvos organizacijų duomenų bazėje yra 286 klasės (Rekvizitai.lt, 2019). Artimiausios Putnamo metodui atrinktos šios: religinės organizacijos, bendruomenės, kultūros centrai, labdara – parama, sąjungos – fondai – asociacijos, socialinės paslaugos, sporto organizacijos, sporto paslaugos, politinės organizacijos. Tam, kad būtų galima gauti faktoriaus reikšmes, šių organizacijų kiekis buvo apskaičiuotas kiekvienai savivaldybei ir padalintas iš kiekvienos savivaldybės populiacijos 10'000 dalies. Ne pelno organizacijų faktoriui buvo panaudotos VŠĮ įmonės iš „info.lt“ katalogo (HNIT-Baltic Duomenys, 2015). Analogiškai ne pelno organizacijos buvo suskaičiuotos kiekvienai savivaldybei ir padalintos iš kiekvienos savivaldybės populiacijos 10'000 dalies. Pagal Lietuvos statistikos departamento visuotinio surašymo metodiką, būtina pasiekti 94 % populiacijos. Deja, į anketą atsako mažiau ir likę duomenys yra užsakomi iš VĮ Registrų centro. Pagal tą pačią metodiką duomenys apie tai, kokia dalis atsakė, yra nekaupiami (stat.gov.lt,

2011). Dėl to Lietuvos socialiniam kapitalui nustatyti šio faktoriaus negalime taikyti, duomenų jam nėra. Tačiau tai visai nėra problema, nes principinę komponentę galima išvesti iš bet kokio faktorių skaičiaus. Dėl to socialinio kapitalo tikslumas tikriausiai sumažės arba nebus toks išsamus. Nepaisant to, jis bus dėl pasirinkto prisitaikančio principinių komponentių metodo. Balsavimo aktyvumo faktoriui buvo panaudoti Lietuvos Respublikos vyriausiosios rinkimų komisijos teikiami duomenys apie 2016 m. Seimo rinkimus (vrk.lt, 2016). Duomenys yra pateikiami balsavimo apygardomis, kurių ribos nevisiškai sutampa su savivaldybių ribomis, duomenys savivaldybėms buvo perkelti naudojantis apygardų geometriniais centrais. Taip buvo sumuojamas apygardų, kurių geometriniai centrai pataiko į savivaldybę, skaičius, kuris padalinamas iš populiacijos, kad būtų gauta balsavusiųjų proporcija. Duomenys buvo sujungti naudojantis „Qgis“ geografinio informacinio paketo „Join attributes by location“ funkcija (QGIS, 2017). Pagrindinė komponentė buvo apskaičiuota naudojantis „Python“ programavimo kalbos automatino mokymosi paketu „sklearn“ (Rossum ir Drake, 2011; Cournapeau, 2018).

Formos skeletai buvo sugeneruoti iš pastatų kontūrų (poligonų) duomenų, teikiamų atvirojo žemėlapiu, kuris yra sudarinėjamas savanorystės pagrindu (OpenStreetMap, 2019). Duomenų išrauką, dengiančią Lietuvos teritoriją, teikia (Geofabrik, 2016). Generuoti buvo naudojama vienas patikimiausių generatorių „PostgreSQL“ duomenų bazės įskiepio „PostGIS“ komanda „ST\_StraightSkeleton“ (PostGIS, 2018). Tam tikslui asmeniniame kompiuteryje buvo įkurta „PostgreSQL“ duomenų bazė bei į ją įkelti duomenys naudojant specialią programą „Osmosis“, skirtą manipuluoti „OpenStreetMap“ duomenimis, o vėliau atlikus formos skeletų generavimą iškelti. Kiekvienam pastato ir erdvės tarp pastatų formos skeletui buvo apskaičiuoti grafų analitiniai rodikliai. Kiekvieno grafo kiekvienai briaunai buvo apskaičiuotas šakotumas, šakų gilumas (kiek kartų išsišakoja jau išsišakojusios šakos), atkarpų gilumas, briaunos posūkio kampas, briaunos posūkio kampo absoliučioji reikšmė, šakos kampas su šiaurės kryptimi, šakos ilgis. Kadangi grafas gali turėti skirtingą briaunų skaičių, o tam, kad sužinotume kiekvieno grafo reikšmes, briaunų reikšmės buvo agreguotos apskaičiuojant jų statistikas: minimumą, maksimumą, medianą, vidurkį, standartizuotą deviaciją bei variaciją. Tokiu būdu gaunami kintamieji, tokie kaip pastato skeleto grafo briaunų skaičius, mažiausias briaunos ilgis, didžiausias briaunos ilgis, vidutinis briaunos ilgis ir pan. Vienas administracinis vienetas gali turėti skirtingą pastatų ir jų grafų skaičių, taip pat langelių, atspindinčių erdvę tarp pastatų, skaičių. Kad būtų galima sužinoti administracinio vieneto reikšmes, grafų kintamieji buvo agreguoti tomis pačiomis funkcijomis kaip ir agreguojant grafų briaunas. Tačiau dabar tam tikros reikšmės būna agreguotos antrą kartą, pavyzdžiui, pastato grafo briaunų skaičiaus pagrindu sukuriama kintamieji, tokie kaip: maksimalus pastato grafo briaunų skaičius savivaldybėje, minimalus pastato grafo briaunų skaičius savivaldybėje, vidutinis ir pan. arba

pastatų grafų briaunų mažiausių ilgių maksimumas, minimumas ir t. t. Tas pat kartojama apkarpius skeleto briaunas, neturinčias atsišakojimų, jos yra lengvai randamos matuojant gylį, nes jų gylis visada būna nulinis. Šis procesas atliekamas siekiant surinkti kuo daugiau duomenų iš erdvės analizės. Tuomet dar kartą pakartojama su erdvių tarp pastatų skeletais ir su apkarpytais pastatų tarp erdvių skeletais. Komunikuoti su duomenų baze buvo naudojamas „Python“ įskiepis „Pycopg“ (Pycopg, 2018). Agregavimo funkcijos buvo apskaičiuotos naudojant „Python“ mokslinių skaičiavimų įskiepi „NumPy“ (NumPy, 2018). Formos skeletai buvo priskirti savivaldybėms pasitelkiant GIS įskiepi „GeoPandas“ (GeoPandas, 2018).

Kartu sudėjus pastatų ir erdvių tarp pastatų kintamuosius, buvo sudaryta duomenų matrica iš 1750 kintamųjų ir 60 imčių, nes Lietuvoje yra 60 savivaldybių. Socialiniam kapitalui modeliuoti vien tik su Lietuvos duomenimis buvo sudaryti įvairūs modeliai: tiesinė regresija, „lasso“, jungtinio gradiento atsitiktinių medžių svoriniai kolektyviniai modeliai „lgbm“ ir „xgboost“ (Microsoft Corporation, 2019) (Chen, 2016). Tam, kad būtų galima patikrinti modelio tikslumą, buvo atskirta atsitiktinė 20 % duomenų dalis, kuri mokymosi metu modeliui buvo nerodoma, tačiau tikslumas buvo skaičiuojamas tik pagal mokymo metu nuslėptą dalį.

### 3. Rezultatai

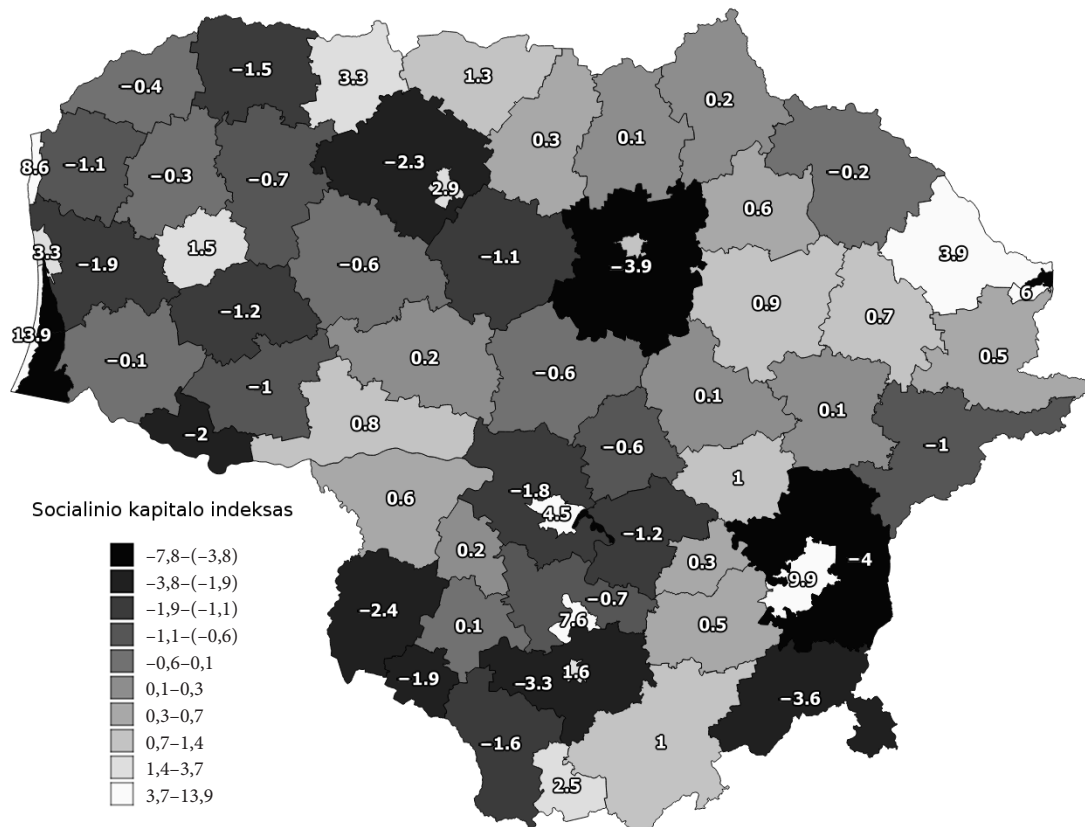
Sudarytas Lietuvos savivaldybių lygmens socialinio kapitalo žemėlapis (1 paveikslas) gali būti naudingas ne tik šiam tyrimui. Įžvalgos, kurias galima daryti vien tik iš šio rezultato, bus apžvelgtos diskusijų skyriuje.

Geriausias modelis „xgboost“ prognozuoja 30 % tikslumu. Modelis „lgbm“ prognozuoja tik 10 % tikslumu. Tiesinė regresija bei „lasso“ modeliuoja blogiau nei įsivaizduojamas palyginamasis modelis, kuris visiems atsakymams naudoja socialinio kapitalo indekso vidutinę reikšmę. Modelių modeliavimo tikslumas pateikiamas 1 lentelėje.

Remiantis geriausio modelio „xgboost“ patikimumo koeficientu, galima teigti, kad tarp urbanistinės formos ir socialinio kapitalo yra statistiškai silpnas ryšys.

1 lentelė. Modelių prognozavimo tikslumas  
Table 1. Accuracy of model prediction

Modelis	Tikslumas (R2)
tiesinė regresija	-24
lasso	-6
lgbm	0,1
xgboost	0,3



1 paveikslas. Lietuvos socialinio kapitalo indekso žemėlapis  
Figure 1. Map representing social capital index in Lithuania

#### 4. Diskusija

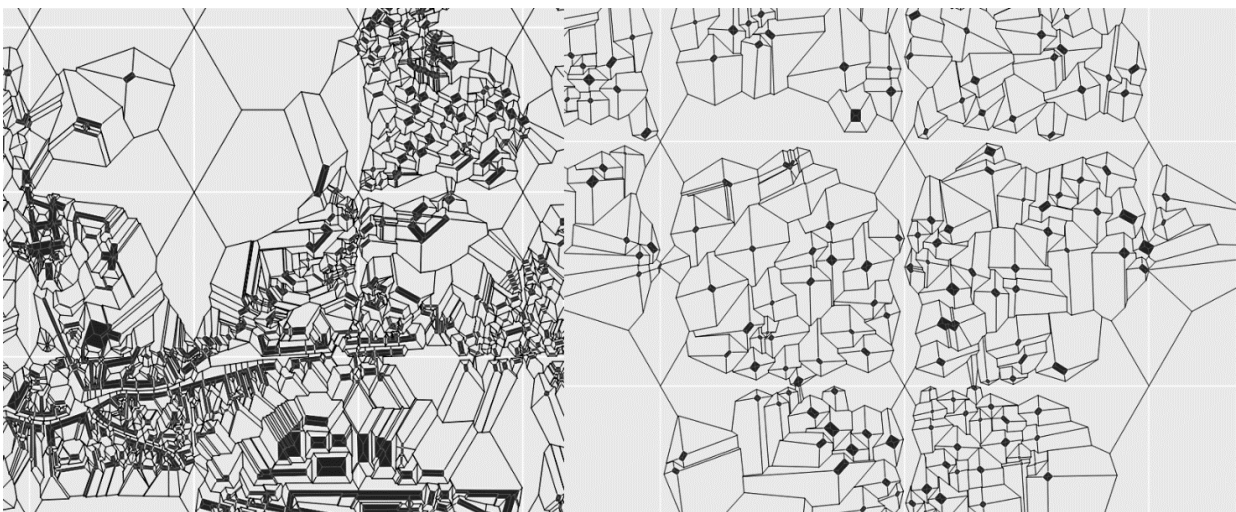
Interpretuojant Lietuvos socialinio kapitalo žemėlapi, galima pastebėti kelias ir taip žinomas tendencijas. Žiedinėse savivaldybėse, miestų rajonuose yra ekstensyvios plėtros kvartalų. Buvę žemės ūkio paskirties sklypai sudalinti į smulkius namų valdos sklypelius. Tokiems kvartalams ar net rajonams trūksta infrastruktūros ir jie skatina transporto sistemos apkrovimą. Žiedinės ir centrinės savivaldybių socialinių kapitalų skirtumas galėtų būti situacijos aštrumo matas. Priešinga tendencija yra su kurortais, kuriuose yra daugiau infrastruktūros, nei jos reikia vietiniams gyventojams, tai irgi prisideda prie transporto sistemos apkrovimo. Tačiau būtų klaidinga teigti, kad tokių teritorijų socialinio kapitalo indeksas yra neteisingas, jis yra tiesiog epizodinis. Birštono savivaldybė turi pastebimą abiejų paminėtų tendencijų sinergiją, ji yra ir kurortas, ir centrinė savivaldybė, turinti savo žiedinę savivaldybę.

Stebint skirtingo socialinio kapitalo indekso urbanizuotas teritorijas (2 paveikslas), galima intuityviai pastebėti tam tikrų urbanistinių morfotipų ir genotipų asociacijas su mažu arba dideliu socialiniu kapitalu. Putnamo metodika kartu su prieinamų duomenų specifika susieja socialinio kapitalo matavimą su administraciniais vienetais, tačiau pačiame administraciniame vienete socialinis kapitalas gali būti nevienalytis. Galbūt ateityje bus priemami smulkesni ir gausesni duomenys, kurie leis išskirti teritorijų, kurioms būdingas vienalytis socialinis kapitalas, ribas bei socialinio kapitalo židinius.

Jau buvo minėta, kad imčių kiekis sutampa su administracinių teritorijų kiekiu, ir tai yra 60, tačiau formos skeletų analizės rezultatas yra 1750 kintamųjų. Toks mažas imčių kiekis labai apriboja automatinio mokymosi modelio pasirinkimą. Taip pat faktas, kad kintamųjų yra daugiau nei imčių, reiškia, kad modelis turės tendenciją prisitaikyti prie duomenų (iš naujo mokytis), kitaip tai žinoma kaip

dimensiškumo problema, kuri labai apriboja jo galimybę prognozuoti (Verikas ir Gelžinis, 2003). Tą parodo ir didelis skirtumas tarp modelio testavimo su duomenimis, naudotais mokymuisi ir naudotais tik testavimui. Pavyzdžiui, „xgboost“ modelio patikimumo koeficientas su mokymosi duomenimis yra 0,8, tačiau su testavimo duomenimis – tik 0,3. Tai reiškia, kad apskritai modelis yra persimokęs. To buvo galima tikėtis, nes, kaip parodė modeliavimo patikimumo ryšio su duomenų kiekiu tyrimai, šiam modeliui mokytis nepakanka imčių (Floares et al., 2017). Turint daugiau imčių, šiuo atveju modeliuojant daugiau administracinių vienetų, galima būtų manipuluoti modelio hiperparametrais tam, kad priartėtų mokymosi ir testavimo patikimumo rodikliai.

Atsitiktinių medžių svoriniai kolektyviniai modeliai taikomi laikantis hipotezės, kad matematinėmis funkcijomis duomenų matricos modeliuoti neįmanoma. Buvo išbandyti tiesinės regresijos ir „lasso“ modeliai, kurių labai mažas patikimumo koeficientas bent jau iš dalies patvirtino šia hipotezę. Atsitiktinių medžių modelis kiekvieną „x“ tolydųjį kintamąjį bando paversti į diskretųjį, rasdamas ribą (tolydžiojo kintamojo reikšmę), kurią naudoja tolydžiam kintamajam suklasifikuoti. Jei toks naujas diskretusis kintamasis padeda prognozuoti, jis paliekamas ir ieškoma kita ribos reikšmė, kuri įves papildomų kategorijų diskrečiajame kintamajame ir, tikėtina, dar labiau pagerins prognozavimo galimybes. Tai yra atsitiktinio medžio gylis. Toks pats procesas pakartojamas kiekvienam kintamajam. Kadangi toks modelis bando kategorizuoti ir tikrina prognozavimo pagerėjimą kiekvienam kintamajam atskirai, jis neturi dimensiškumo problemos, taip pat gali įvertinti kiekvieno kintamojo klasifikavimo naudingumą. Šiame tyrime buvo naudoti 4 žingsnių gylio atsitiktiniai medžiai. Svoriniai kolektyviniai modeliai gali sujungti vieno tipo ar netgi keleto skirtingų tipų modelių prognozes įvertindami jų sklaidas ir pagal jas sumažindami arba padidindami



2 paveikslas. Vilniaus (kairėje; socialinio kapitalo indeksas 9,9) ir Vilniaus rajono (dešinėje; socialinio kapitalo indeksas –4) pastatų bei erdvių tarp pastatų formos skeletai

Figure 2. Skeletons of buildings and spaces between buildings in Vilnius (left; social capital index 9.9) and Vilnius district (right; social capital index –4)



atskiro modelio prognozės įtaką galutinei, suminei prognozei. Tai leidžia iš daug silpnai prognozuojančių modelių sudaryti vieną stipriai prognozuojantį. Šiame tyrime geriausias rezultatas buvo pasiektas naudojant 10'000 narių svorinį kolektyvą.

Tiesinės regresijos modelis tikrina hipotezę, ar duomenų matricoje yra tiesinė priklausomybė tarp visų „X“ kintamųjų, šiame tyrime urbanistinės formos skeletų analizės rezultatų ir „y“ socialinio kapitalo indekso. Sudaroma tiesinė funkcija, kurios vertės nusako jos pradžios koordinatų sistemoje ir kampo priklausomybę nuo „X“ kintamųjų. Toks modelis labai kenčia dėl dimensiškumo problemos. Jį galima sulyginti su lygčių sistemos sprendimu, kur lygčių yra daugiau nei nežinomųjų, atsakymas randamas greitai, tačiau yra neišsamus, nes jam rasti nepanaudojamos visose lygtyse užrašytos žinios. Tą patvirtina ir patikimumo koeficientų tarp mokymosi ir testavimo imčių skirtumas. Mokymosi metu patikimumo koeficientas yra 0,79, tačiau tikrinant su mokymosi metu nenaudotais duomenimis nukrenta iki –24. Neigiamas patikimumo koeficientas reiškia, kad geresnis modelis būtų, jei visiems prognozavimo atsakymams būtų naudojamas tiesiog „y“ vidurkis. Tokio modelio patikimumo koeficientas būtų lygus nuliui.

Tiesinės regresijos dimensiškumo problema gali būti spendžiama atmetant dalį „X“ kintamųjų arba palaiapsniui pasirenkant po vieną, jei jis pagerina modelio rezultatus. Tai yra žingsninio pasirinkimo modeliai. Tokie modeliai dažnai kritikuojami ir vietoje jų siūloma taikyti naujesnius ir patikimesnius. Vienas iš tokių yra „lasso“ (Flom ir Cassell, 2007). Čia kiekvienam kintamajam parenkami svoriai, kurie ne tik leidžia neatmesti net ir tokių kintamųjų, kurie pagerina modelio prognozavimą labai nežymiai, bet taip pat įgalina atrasti sinerginius ryšius tarp kintamųjų, kurie pagerina prognozavimą tik tam tikrose kombinacijose. Nepaisant to, iš rezultatų matyti, kad testavimo patikimumas taip pat neigiamas (–6). Tai rodo, kad taikydami tiesinę funkciją ir urbanistinės formos skeleto kintamuosius socialinio kapitalo prognozuoti negalime.

## Išvados ir galima tolesnė eiga

1. Formos skeletas gali būti naudojamas kaip urbanistinės formos suvokimo modelis. Tai patvirtina šiame tyrime rastas ryšys tarp socialinio kapitalo ir taikant formos skeleto analizę surinktų duomenų iš pastatų. Taip pat tai patvirtina ir literatūros analizė, kurioje parodomas formos skeleto universalumas ir platus pritaikymas. Labiausiai pabrėžtinamas tyrimas, kurio metu sukurtas modelis leido suklasifikuoti siluetus (Wilder et al., 2011).
2. Lietuvos socialinio kapitalo demografija iki šiol buvo neištirta erdvė. Tyrimo metu sudaryta Lietuvos socialinio kapitalo demografijos duomenų matrica jau leido daryti kai kurias išvalgas net nesugretinant jos su kitais duomenimis. Be to, ateityje galima atlikti tokius lyginius su duomenimis, gautais iš skirtingų urbanistinės erdvės analizių, taip pat panaudoti kitiems tyrimams.

3. Socialinio kapitalo žemėlapyje išvelgiama nuo seno žinoma opi situacija, kai nekontroliuojama ir nesuplanuota urbanizacija, žinoma kaip ekstensyvi plėtra, sukuria didžiulius žemo tankio vienos paskirties užstatymus, kuriuose infrastruktūros įvairovės nebuvimas apkrauna transporto sistemas ir mažina socialinį kapitalą. Tas ypač aktualu žiedinėse savivaldybėse, todėl socialinio kapitalo indekso skirtumas tarp centrinės ir žiedinės savivaldybės galėtų tapti šio negatyvaus reiškinio matu.
4. Nors sukurto modelio tikslumas (30 %) nėra pakankamas prognozuoti, jis nurodo ryšio stiprumą tarp urbanistinės formos ir socialinio kapitalo. Šiuo metu, kai interneto platybėse yra daugybė duomenų rinkinių ir kuriami dirbtinio intelekto modeliai kaunasi dėl tikslumo, viršijančio 99 %, šio tyrimo sukurto modelio tikslumas gali atrodyti menkas. Tačiau reikia turėti omenyje, kad norint pasiekti tokį tikslumą reikia turėti imtis, viršijančias šimtus tūkstančių įrašų, o dėl šio tyrimo metodikos specifinio susiejimo su administracinėmis ribomis ir kartu su jų ribotu skaičiumi imtis taip pat labai ribota. Dėl šio apribojimo nebuvo galima sukurti modelio, turinčio didesnę tikslumą. Nepaisant to, socialiniuose moksluose toks modeliavimo tikslumas yra įprastas ne tik dėl to, kad didelės duomenų imtys yra neprieinamos, bet ir dėl daugybės faktorių, kurių duomenų neįmanoma (ar per brangu) surinkti, tačiau jie veikia žmonių socialinį elgesį.
5. Galima išskirti urbanistinės formos skeletų savybes, kurios labiausiai veikė modelio sudarymą. Tai yra variacijos formos skeletų gyliuose, šakų kampuose ir orientacijos pasaulio šalių atžvilgiu. Skirtingi formos skeletų gyliai galėtų būti gaunami iš pastatų, kurie yra skirtingo planinio sudėtingumo, turintys mažai arba daug korpusų. Skirtingi kampai formos skeletuose gaunami, kai pastato dalys arba korpusai yra orientuoti skirtingais kampais vienas kito atžvilgiu, taip pat kai pastatai turi nelygiagrečias išorines sienas. Deja, modelis negali paaiškinti, kaip šios savybės veikia socialinį kapitalą: teigiamai ar neigiamai.
6. Pastatų formos skeletų savybės turėjo žymiai didesnę įtaką prognozuojant socialinio kapitalo indeksą nei erdvių tarp pastatų skeletų savybės. Tai nurodo į tai, kad socialinis kapitalas yra labiau formuojamas pastatų viduje, o ne viešosiose erdvėse. Tai gali būti ir lokalus reiškinys, susijęs su Lietuvos klimatu. Šią hipotezę galima būtų bandyti patikrinti ištiriant daugiau valstybių, kurių skirtingos klimato sąlygos, tačiau tada rezultatus gali iškreipti ir skirtingų kultūrų bei politinių situacijų įtaka.
7. Tobulinant modelį, galima bandyti sumodeliuoti socialinio kapitalo faktorius atskirai. Dalis socialinio kapitalo faktorių yra tiesiogiai susiję su pastatų paskirtimi, dėl to gali būti, kad modeliui geriau sekasi prognozuoti šiuos faktorius. Tai patvirtintų ir tai, kad duomenys, surinkti iš pastatų skeletų analizės, prognozuoja geriau nei surinkti iš erdvių tarp pastatų. Tokiu atveju duomenys, surinkti iš erdvių tarp pastatų, potencialiai galėtų geriau prognozuoti faktorius, nesusijusius su pastatų paskirtimi.



8. Tikėtina, kad ateityje galima bus sudaryti socialinio kapitalo žemėlapi, nepriklausomą nuo administracinių vienetų. Didėjant duomenų prieinamumui valstybinuose ir komerciniuose sektoriuose, galima bus smulkinti kiekvieno faktoriaus demografiją atskirai. Taip pat socialinio kapitalo tyrimas galėtų būti papildytas virtualių socialinių tinklų duomenimis. Toks susmulkinimas leistų sudaryti tokį žemėlapi, kuriame teritorijų suskirstymas atspindėtų panašaus socialinio kapitalo indekso teritorijas, taip pat smulkesnės teritorijos leistų turėti didesnę imtį ir, tikėtina, sukurti tikslesnį socialinio kapitalo indeksą prognozuojantį modelį iš urbanistinės formos skeleto.

## Literatūra

- Alexander, C. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford University Press.
- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel, S. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford University Press.
- Aichholzer, O., & Aurenhammer, F. (1996). Straight skeletons for general polygonal figures in the plane. In J. Y. Cai, & C. K. Wong (Eds.), *COCOON 1996: Computing and combinatorics* (Vol. 1090, pp.117–126). Springer. [https://doi.org/10.1007/3-540-61332-3\\_144](https://doi.org/10.1007/3-540-61332-3_144)
- Beggs, J. M., & Plen, D. (2003). Neuronal avalanches in neocortical circuits. *Journal of Neuroscience*, 23(35), 11167–11177. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-35-11167.2003>
- Belen, M. (2002). *Logic Gates made with DNA*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.87.1221&rank=1>
- Blum, H. (1964). *A transformation for extracting new descriptors of shape*. <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/~stefans/npr/entry-Blum-1967-ATF.html>
- Chen, T. (2016). *Story and lessons behind the evolution of XGBoost*. <https://homes.cs.washington.edu/~tqchen/2016/03/10/story-and-lessons-behind-the-evolution-of-xgboost.html>
- Cournapeau, D. (2018). *Scikit-learn: Machine learning in Python—Scikit-learn 0.21.2 documentation*. <https://scikit-learn.org/stable/>
- Demaine, E., Demaine, M., & Lubiw, A. (1998). *Folding and cutting paper*. <https://erikdemaine.org/papers/JCDCG98/>
- Firestone, C., & Scholl, B. J. (2014). “Please tap the shape, anywhere you like”: Shape skeletons in human vision revealed by an exceedingly simple measure. *Psychological Science*, 25(2), 377–386. <https://doi.org/10.1177/0956797613507584>
- Flores, A., Ferisgan, M., Onita, D., Ciuparu, A., Calin, G., & Manolache, F. (2017). *The smallest sample size for the desired diagnosis accuracy*. *International Journal of Oncology and Cancer Therapy*, 2, 13–19. <https://www.iaras.org/iaras/home/caijoct/the-smallest-sample-size-for-the-desired-diagnosis-accuracy>
- Flom, P., & Cassell, D. (2007). *Stopping stepwise: why stepwise and similar selection methods are bad, and what you should use*. [https://www.lexjansen.com/cgi-bin/xsl\\_transform.php?x=nesug2007](https://www.lexjansen.com/cgi-bin/xsl_transform.php?x=nesug2007)
- Gehl, J., & Rogers, L. R. (2010). *Cities for people* (1st ed.). Island Press.
- Geofabrik. (2016). <http://download.geofabrik.de/north-america.html>
- GeoPandas. (2018). *GeoPandas is an open source project to make working with geospatial data in python easier*. <http://geopandas.org/>
- Gunji, Y.-P., Nishiyama, Y., & Adamatzky, A. (2012). Robust soldier crab ball gate. *ArXiv:1204.1749 [Cs, Nlin]*. <https://doi.org/10.1063/1.3637777>
- Hanifan, L. J. (1916). The rural school community center. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 67(1), 130–138. <https://doi.org/10.1177/000271621606700118>
- Held, M., & Palfrader, P. (2017). Straight skeletons with additive and multiplicative weights and their application to the algorithmic generation of roofs and terrains. *Computer-Aided Design*, 92, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2017.07.003>
- Hillier, B. (1989). *The social logic of space* (Reprint ed.). Cambridge University Press.
- Hillier, B., Burdett, R., Peponis, J., & Penn, A. (1987). Creating life: or, does architecture determine anything? *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/32884797\\_Creating\\_Life\\_Or\\_Does\\_Architecture\\_DetermineAnything](https://www.researchgate.net/publication/32884797_Creating_Life_Or_Does_Architecture_DetermineAnything)
- Hillier, B., & Leaman, A. (1974). How is design possible? *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/32886713\\_How\\_is\\_design\\_possible](https://www.researchgate.net/publication/32886713_How_is_design_possible)
- Hillier, P. B., & Sahbaz, O. (2008). *An evidence based approach to crime and urban design: or, can we have vitality, sustainability and security all at once?* (pp. 1–28). London, United Kingdom.
- Holtan, M., Dieterlen, S., & Sullivan, W. (2015). Social life under cover: tree canopy and social capital in Baltimore, Maryland. *Environment and Behavior*, 47(5), 502–525. <https://doi.org/10.1177/0013916513518064>
- Huber, S. (2011). *Computing straight skeletons and motorcycle graphs: theory and practice* (pp. 1–134). Shaker Verlag.
- ISI, I. S. I. (2011). *Factor analysis*. <http://isi.cbs.nl/glossary/term1220.htm>
- Knox, P. L. (2010). *Cities and design* (1 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203848555>
- KTU Politikos ir viešojo administravimo institutas. (2017). *ESS8, kontaktavimo su respondentais formų duomenys, Lietuva, 2017 m. spalio – gruodis*. [http://www.lidata.eu/index\\_search\\_results\\_data.php?pid=LiDA%3Aquant.LiDA\\_ESS\\_0309](http://www.lidata.eu/index_search_results_data.php?pid=LiDA%3Aquant.LiDA_ESS_0309)
- Lang, J. (1987). *Creating architectural theory: the role of the behavioral sciences in environmental design*. Van Nostrand Reinhold.
- Lawton, M. P., & Nahemow, L. (1973). Ecology and the aging process. In *The psychology of adult development and aging* (pp. 619–674). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10044-020>
- Microsoft Corporation. (2019). *LightGBM*. <https://lightgbm.readthedocs.io/en/latest/>
- Moughtin, C., Cuesta, R., Signoretta, P., & Sarris, C. (1999). *Urban design: method and technique*. Architectural Press.
- NumPy. (2018). *NumPy is the fundamental package for scientific computing with Python*. <https://www.numpy.org/>
- OpenStreetMap. (2019). <https://www.openstreetmap.org/>
- PostGIS. (2018). *PostGIS — Spatial and geographic objects for PostgreSQL*. <https://postgis.net/>
- Psycopg. (2018). *Psycopg is the most popular PostgreSQL adapter for the Python programming language*. <http://initd.org/psycopg/>
- Putnam, R. D. (2001). *Bowling alone: the collapse and revival of American community*. <https://doi.org/10.1145/358916.361990>
- QGIS. (2017). <http://www.qgis.org/en/site/>
- Rekvizitai.lt. (2019). <https://rekvizitai.vz.lt/>

- Rosenfeld, A., & Pfaltz, J. L. (1966). Sequential operations in digital picture processing. *Journal of the ACM*, 13(4), 471–494. <https://doi.org/10.1145/321356.321357>
- Rossum, G. V., & Drake, F. L. J. (2011). *The Python language reference manual*. Network Theory Ltd.
- stat.gov.lt. (2011). Lietuvos Respublikos 2011 metų visuotinio gyventojų ir būstų surašymo eigos aprašas. [https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/130368/2011\\_GBSurasymo\\_aprasas.pdf/eb5a6a4a-2006-44d5-ac50-2d41734c36c9](https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/130368/2011_GBSurasymo_aprasas.pdf/eb5a6a4a-2006-44d5-ac50-2d41734c36c9)
- Verikas, A. ir Gelžinis, A. (2003). *Neuroniniai tinklai ir neuroniniai skaičiavimai*. Technologija.
- vrk.lt. (2016). *Atviri duomenys—Vrk.lt*. <https://www.vrk.lt/atviri-duomenys>
- Whyte, W. H. (2001). *The social life of small urban spaces* (unknown ed.). Project for Public Spaces.
- Wilder, J., Feldman, J., & Singh, M. (2011). Superordinate shape classification using natural shape statistics. *Cognition*, 119(3), 325–340. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.01.009>
- Zaleckis, K. (2018). *Erdvės sintaksė urbanistinei analizei: Konceptijos, apskaičiavimai ir pavyzdžiai*. Lietuvos architektų sąjunga.

## USING SKELETONS OF URBAN SHAPE TO MODEL SOCIAL CAPITAL IN LITHUANIA

M. Ivaškevičius

### Abstract

How and to what extent does the environment affect people's behavior? This study focuses on a narrow and specialized statistical indicator describing human sociability – social capital, and an easily replicable method of researching the urban environment – the skeleton analysis of the urban form. Social capital is a growing in popularity and important statistical indicator which describes social environment of the place. Shape skeleton analysis allow us to model how a person perceives shapes. In this study, social capital is measured by the Putnam methodology adapted to Lithuania, and the shape skeleton methodology of the urban form is adapted based on psychological research. Artificial intelligence methods using data from urban form generated prediction which had statistically weak relationship with social capital.

**Keywords:** social capital, urban form, shape skeleton, parameterization, shape perception, modeling.