



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
VERSLO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLININKYSTĖS KATEDRA

Skirmantė Mozūriūnaitė

IŠMANIŲJŲ MIESTŲ TVARIOS PLĖTROS MODELIS
DEVELOPMENT OF SMART CITIES SUSTAINABLE MODEL

Baigiamasis magistro darbas

Inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX086

Verslo projektavimo specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vilnius, 2020

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
VERSLO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLNINKYSTĖS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

prof. dr. V. Davidavičienė

(Vardas, pavardė)

2020-05-29

(Data)

Skirmantė Mozūriūnaitė

IŠMANIŲJŲ MIESTŲ TVARIOS PLĖTROS MODELIS
DEVELOPMENT OF SMART CITIES SUSTAINABLE MODEL

Baigiamasis magistro darbas

Inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX086

Verslo projektavimo specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Jolanta Sabaitytė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)



(Parašas)

2020-05-07

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

doc. dr. Rasuolė Vladarskienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

BD darbas peržiūrėtas lietuvių kalbos konsultantės doc. dr. Rasuolės Vladarskienės
Daina Bumeikienė



Vilnius, 2020

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
VERSLO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLININKYSTĖS KATEDRA

TVIRTINU

Verslo studijų kryptis

Inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas
6211LX086

Verslo projektavimo specializacija

Katedros vedėjas

(Parašas)
prof. dr. V. Davidavičienė
(Vardas, pavardė)
2018-10-31
(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO

UŽDUOTIS

2018-10-31 Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Skirmanė Mozūriūnaitė
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis

patvirtinta 2018 m. spalio 31 d. dekanų potvarkiu Nr. 230vv

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2020 m. birželio 16 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Išanalizuoti šiuolaikines išmaniųjų miestų tvarios plėtros modeliavimo koncepcijas bei susijusias charakteristikas, nustatyti esamas ekonomikos ir vadybos mokslų žinių spragas šioje srityje, parengti tyrimo metodiką žinių spragų eliminavimui, atlikti daugiakriterinį išmanaus miesto tvarios plėtros veiksnių vertinimą bei kitus susijusius empirinius tyrimus, pateikti atliktų empirinių tyrimų rezultatų analizę ir jos pagrindu parengti inovatyvų išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį, aprašant pastarojo charakteristikas, taikymo ypatumus, ribotumus bei nustatant tolesnes tyrimų kryptis.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

doc. dr. Rasuolė Vladarskienė

.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

.....
(Paraša)

..... doc. dr. Jolanta Sabaitytė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

Skirmanė Mozūriūnaitė

(Vardas, pavardė)

...2018 10 31.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Verslo vadybos fakultetas
Verslo technologijų ir verslininkystės katedra

ISBN ISSN
Egz. sk. **1**.....
Data **2020-05-29**.

Antrosios pakopos studijų **Inžinerinės ekonomikos ir vadybos** programos magistro baigiamasis darbas

Pavadinimas **Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis**
Autorius **Skirmantė Mozūriūnaitė**
Vadovas **Jolanta Sabaitytė**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamojo magistro darbo tikslas – sukurti išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį. Išsikeltiems uždaviniams pasiekti darbe nagrinėjamos išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros samprata, identifikuoti ir išanalizuoti išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros modeliai, išskirtos jų charakteristikos, veiksniai, nustatant jų įtaką ir pagrindiniai trūkumai. Apžvelgti modeliai ir jų veiksmų vertinimo rodikliai leido nustatyti jų glaudų ryšį su IKT ir duomenų vertinimo problematika. Išnagrinėti pagrindiniai modelių skirtumai, privalumai, veiksniai ir rodikliai, kuriais remiantis nustatomas miestų išmanumo indeksas ir tvarios plėtros efektyvumas. Taip pat pasitelkiant ekspertinį vertinimą, statistinės analizės apžvalgą identifikuoti išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksniai ir jų hierarchinę reikšmę. Remiantis gautais rezultatais pateiktas išmaniųjų miestų tvarios plėtros patobulintas modelis ir pateiktos išvados bei siūlymai jo valdymo tobulinimui.

Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros modelių apžvalga, išmaniųjų miestų tvarios plėtros tyrimas, išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelio tobulinimas, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 77 p. teksto be priedų, 7 iliustr., 16 lent., 115 bibliografiniai šaltiniai.
Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: išmanusis miestas, tvari plėtra, išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksniai, išmaniųjų miestų tvarios plėtros charakteristikos, išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis, išmanioji tvari plėtra.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Business Management
Department of Business Technologies and Entrepreneurship

ISBN ISSN
Copies No. 1
Date 2020-05-29..

Master Degree Studies **Engineering Economics and Management** study programme Master Final Thesis

Title **Development of Smart Cities Sustainable Model**
Author **Skirmantė Mozūriūnaitė**
Academic supervisor **Jolanta Sabaitytė**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

The master's thesis aims to create a smart cities sustainable development model. In order to achieve the set tasks, the analysis of smart cities and sustainable development concept and models is carried to identify and distinguish their characteristics, factors, determining their impact and main constraints. The reviewed models and their evaluation and indicators allowed to determine their strong connection with ICT and data evaluation issues. Analysed models main differences, advantages, as well as factors and indicators of the models, are used to determine the city smartness index and the effectiveness of sustainable development. The research conducted the expert evaluation, and review of statistical analysis in order to identify the factors of sustainable development of smart cities and their hierarchical significance. Based on the obtained results, an improved model of sustainable development of smart cities is presented, along with detail conclusions, and suggestions for the improvement of its management.

Structure: introduction, introduction, an overview of smart cities and sustainable development models, research of smart cities sustainable development, improvement of smart cities sustainable development model, conclusions and suggestions, references.

Thesis consists of: 77 p. text without appendixes, 7 pictures, 16 tables, 115 bibliographical entries.
Appendixes included.

Keywords: smart city sustainable development indicators, smart city sustainable development characteristics, smart city sustainable development model, smart sustainable development.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
egzaminų sesijų ir baigiamųjų darbų
rengimo bei gynimo organizavimo tvarkos
aprašo
2 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Skirmantė Mozūriūnaitė, 20022533

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Verslo vadybos fakultetas

(Fakultetas)

Inžinerinė ekonomika ir vadyba, VPfm-18

(Studijų programa, akademinė grupė)

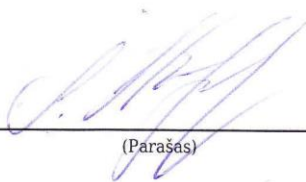
**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

2020 m. birželio 29 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis“ patvirtintas 2018 m. spalio 31 d. dekanų potvarkiu Nr. 230vv, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas daktaras Jolanta Sabaitytė.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).



(Parašas)

Skirmantė Mozūriūnaitė
(Vardas ir pavardė)

SUTIKIMAS DĖL ASMENS DUOMENŲ NAUDOJIMO

2020 05 29

(Data)

Šiuo sutikimu aš, [Skirmantė, Mozūriūnaitė] (toliau – Duomenų subjektas) sutinku, kad Vilniaus Gedimino technikos universitetas, juridinio asmens kodas 111950243, adresas Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius (toliau – Duomenų valdytojas), tvarkytų mano asmens duomenis kitų studentų mokymosi tikslu. T. y. tvarkytų (*pažymėkite tinkamą*):

- ☐ vardą, pavardę, bakalauro baigiamąjį darbą;
- ☐ bakalauro baigiamąjį darbą, nenurodant vardo, pavardės;
- ☒ vardą, pavardę, magistro baigiamąjį darbą;
- ☐ magistro baigiamąjį darbą nenurodant vardo, pavardės.

Šiuo tikslu tvarkomų asmens duomenų Duomenų valdytojas neperduos jokiems tretiesiems asmenims, studentams su baigiamaisiais darbais bus leidžiama susipažinti vidinėje informacinėje sistemoje. Duomenų subjekto asmens duomenys šiuo tikslu bus naudojami ne ilgiau nei 5 metai.

Šiuo sutikimu Duomenų subjektas patvirtina, kad yra supažindintas su šiomis teisėmis:

- Susipažinti su savo duomenimis ir kaip jie yra tvarkomi (teisė susipažinti);
- Reikalauti ištaisyti arba, atsižvelgiant į asmens duomenų tvarkymo tikslus, papildyti asmens neišsamius asmens duomenis (teisė ištaisyti);
- Savo duomenis sunaikinti arba sustabdyti savo duomenų tvarkymo veiksmus (išskyrus saugojimą) (teisė sunaikinti ir teisė „būti pamirštam“);
- Reikalauti, kad asmens duomenų valdytojas apribotų asmens duomenų tvarkymą (teisė apriboti);
- Teisė į duomenų perkėlimą (teisė perkelti);
- Nesutikti, kad būtų tvarkomi asmens duomenys, kai šie duomenys tvarkomi ar ketinami tvarkyti kitais tikslais;
- Pateikti skundą Valstybinei duomenų apsaugos inspekcijai;

Duomenų subjektas turi teisę bet kuriuo metu atšaukti savo sutikimą.

Skirmantė Mozūriūnaitė

[Duomenų subjekto vardas, pavardė, parašas]

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
SANTRUMPOS	10
ĮVADAS	11
1. IŠMANIŲJŲ MIESTŲ IR TVARIOS PLĖTROS TEORINĖS PRIELAIIDOS	14
1.1. Išmaniųjų miestų apibrėžtis ir koncepcija	14
1.1.1. Išmaniųjų miestų charakteristikos	19
1.1.2. Išmaniųjų miestų vertinimo veiksniai	23
1.2. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros charakteristikos ir veiksniai	25
1.2.1. Tvarios plėtros charakteristikos	28
1.2.2. Tvarios plėtros vertinimo veiksniai	30
1.3. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros projektavimo veiksnių analizė	33
1.4. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros koncepcinis modelis	35
1.5. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros priemonių nustatymas	41
1.6. Pirmojo skyriaus išvados	44
2. TVARIOS PLĖTROS PROJEKTAVIMO IŠMANIUOSIUOSE MIESTUOSE TYRIMAS	47
2.1. Tyrimo metodika	47
2.2. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros tendencijos	55
2.3. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelio gerinimo galimybės ir įžvalgos	58
2.4. Antrojo skyriaus išvados	60
3. IŠMANIŲJŲ MIESTŲ TVARIOS PLĖTROS MODELIO FORMAVIMAS	62
3.1. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros projektavimo problematika	62
3.2. Išmanaus miesto tvarios plėtros modelis, jo taikymas, ribotumai ir tolimesnių tyrimų kryptys	63
3.3. Trečiojo skyriaus išvados	68
IŠVADOS	69
LITERATŪRA	71

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Išmaniojo miesto charakteristikos (Vanolo, 2014)	21
2 paveikslas. Vanno schema, vaizduojanti tvaraus vystymo charakteristikas. (autorės adaptuota pagal Tanguay, 2009)	30
3 paveikslas. Miestų vystymo sritys [sudaryta autorės remiantis Tanguay, 2009, Vanolo, 2014] ..	37
4 paveikslas. Išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksniai [sudaryta autorės]	39
5 paveikslas. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių reikšmės (proc.) [sudaryta autorės]	51
6 paveikslas . Bendrovių pasidalijimas pagal veiklos rūšis (> 1 įmonė) (autorės adaptuota pagal Hira, 2017)	60
7 paveikslas. Išmaniojo miesto tvarios plėtros valdymo sąsajos skirtinguose sluoksniuose (autorės sudarytas pagal Lim et al., 2018, Barletta et al., 2019)	66

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Geografinės tendencijos ateities miesto terminuose (Eremia et al, 2016)	16
2 lentelė. Išmaniųjų miestų sąvokos sampratos ir pagrindinės temos (Lara et al., 2016; Mora et al., 2017)	18
3 lentelė. Bendrieji išmaniojo miesto sluoksniai (Silva et al., 2018)	19
4 lentelė. Išmaniojo miesto charakteristikos (Vanolo, 2014)	21
5 lentelė. Išmaniųjų miesto veiksniai ir rodiklių sąrašas (Giffinger et al., 2007)	25
6 lentelė. Tvaraus miesto vystymo charakteristikos (autorės adaptuota pagal Tanguay, 2009)	31
7 lentelė. Tvarių miestų vystymo veiksniai ir įrankiai. (Bibri & Krogstie, 2017)	32
8 lentelė. Tvariųjų miestų vystymo veiksnių sąrašas. (autorės adaptuota pagal SCI ir RFSC veiksniais) (app.rdsc.eu)	33
9 lentelė. Pagrindiniai išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros privalumai (Bibri & Krogstie, 2017) ...	34
10 lentelė. Išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksnių rodikliai. (adaptuota autorės, pagal Giffinger et al., 2007, SCI ir RFSC (app.rdsc.eu) veiksniais)	40
11 Lentelė. Išmaniojo miesto lygmenys ir subjektai (Borsboom – van Beurden, 2018b)	45
12 lentelė. Veiksnių porų (PCM) palyginimo matricos įvertinimai (Saaty, 1980)	50
13 lentelė. Veiksnių porų (PCM) palyginimo matricos įvertinimai (autorės sudaryta pagal Saaty 1980, Saaty & Vargas, 1991)	52
14 lentelė. AHP veiksnių hierarchinio proceso vertinimas [sudarytas autorės]	53
15 lentelė. Išmaniųjų miestų PCM veiksnių palyginimo matrica.	54
16 lentelė. Skaitmeninio IKT lygis Baltijos šalyse ir Skandinavijoje (Euromonitor, World Bank, 2thinknow, Innovative cities programme)	57
17 lentelė. Tvarios plėtros lygis Baltijos šalyse ir Skandinavijoje (World Bank, Numbeo, Euromonitor, Yale University, Climate Centre)	58

SANTRUMPOS

IKT – išmaniosios komunikacinės technologijos.

IM – išmanusis miestas.

TP – tvari plėtra.

DI – dirbtinis intelektas.

DD – didieji duomenys

IVADAS

Išmaniojo miesto koncepcija nėra naujas reiškinys, tai – fenomenas, tačiau pastaraisiais metais sparčiai išryškėjo išmaniųjų, dar kitaip vadinamų pažangių tvarių miestų koncepcija. Sparčiai augantis pasaulinis dėmesys šių miestų plėtrai yra perspektyvus atsakas į miesto tvarumo iššūkius, o tai ypač svarbus ekologiškai ir technologiškai pažengusioms šalims. Šioje literatūros apžvalgoje pateikiama išsami išmaniųjų ir tvarių miestų apžvalga atsižvelgiant į jų pagrindinius naujausius mokslinius tyrimus, plėtros principus, tyrimų galimybes ir horizontus, naujai atsirandančias mokslo ir technologijų tendencijas ir ateities vizijas. Literatūros apžvalgoje aptariami ir apibendrinami esami, mokslininkų nagrinėjami išmaniojo (angl. *smart*), tvaraus (angl. *sustainable*) ir inteligentiško (angl. *intelligent*) miesto tipai. Apžvelgiamos šių miestų tipų stipriosios ir silpnosios vietos. Literatūros analizėje dėmesys skiriamas nagrinėjant miestų indėliui į tvaraus vystymo tikslus nagrinėti ir šių tikslų integravimui į išmaniųjų miestų tvarią plėtrą. Siekiant nustatyti miestams kylančius iššūkius, šie miestų tipai yra apžvelgiami ir lyginami pagal miestų tvarumo lygmenį tvarumo sampratos požiūriu. Apžvalgoje pateikiamai įvairių mokslininkų ir tyrėjų identifikuoti sprendimai išmaniųjų, pažangių ir darnių miestų planavimo ir plėtros srityje, siekiant suderinti esamas problemas ir miestų vystymo gaires. Daugelis mokslininkų (Ahvenniemi, 2017, Sta, 2017) pastebi, kad svarbiausi klausimai vis dar neišspręsti, mažai išnagrinėti, o kartais iš esmės ignoruojami. Trūksta išsamių tyrimų, susijusių su egzistuojančiais išmaniaisiais, tvariais miestais ir jų modeliais. Šios literatūros apžvalgos tikslas yra apžvelgti ir apibendrinti išmaniųjų ir tvarių miestų vystymo modelius, aptarti esminius esamų modelių pagrindinius neapibrėžtumus, ribotumus ir trūkumus, remiantis naujos informacinės bangos IKT ir pagrindinių didelių duomenų (angl. *Big data*) bei skaičiavimo technologijų pritaikymu.

Aktualumas. Miestai yra daugialypė, kompleksinė ir tarpdisciplininė sistema, kurioje egzistuoja daug tarpusavyje susietų ir atskirai funkcionuojančių sistemų. Mokslinėje literatūroje nėra vienos miesto, kaip reiškinio, apibrėžties. Dažnai miestas apibūdinamas, kaip urbanizuota teritorija, kurioje sutelktos, koncentruotos pagrindinės funkcijos ir ištekliai. Remiantis Jungtinių Tautų skaičiavimais teigiama, kad iki 2050 m. 66 proc. pasaulio gyventojų gyvens didžiuosiuose miestuose, megapoliuose (Jungtinių Tautų Organizacija, 2015). Tokie skaičiai kelia didelį susirūpinimą, iššūkius ir didelius uždavinius, susijusius su aplinkos ir socialiniu tvarumu (OECD, 2012). Šių dienų didžiųjų pasaulio miestų forma (angl. *City form*) yra laikoma aplinkos ir socialinių problemų šaltiniu dėl nevaldomos miestų ir jų priemiesčių plėtros (angl. *Urban sprawl*). Pasaulio miestai yra pagrindiniai energijos išteklių vartotojai, kurie sunaudoja apie 70 proc. pasaulio išteklių, tokiu būdu jie ženkiai prisideda prie klimato kaitos. Nepaisant nevaldomos miestų ekspansijos tiek į išorę, tiek į vidų (angl. *inwards and outwards*), klimato kaitą taip pat lemia augantis gyventojų

tankis miestuose, jų ekonominės bei socialinės veiklos intensyvumas. Todėl miestų vystytojų diskusijos valstybės institucijų ir akademiniuose sluoksniuose daugiausia dėmesio skiria tvarumo svarbai, planavimui ir vystymui, atsižvelgiant į pagrindinius iššūkius, kylančius dėl sparčios urbanizacijos ir nepakankamų miestų valdymo įrankių. Kelis dešimtmečius mokslininkai ieško sėkmingų miestų vystymosi ir valdymo sprendimų, nes tipinės ir tradicinės augimo ir plėtros teorijos nėra tinkamos XXI amžiaus miestams. Vienas iš būdų siekiant suvaldyti besikeičiančias sąlygas yra ilgalaikio požiūrio ir gairių įdiegimas tvarumui skatinti (Bulkeley & Betsill, 2005, Bibri, 2018).

Šiuolaikiniai miestai gali būti planuojami ir plėtojami išmaniai, tačiau šiame procese itin svarbūs strateginiai ilgalaikiai tvarumo tikslai. Kitaip tariant, įvairios IKT formos (infrastruktūra, programos, duomenų analizė ir paslaugos) vis dažniau suteikia naujų būdų spręsti įvairius aplinkosaugos iššūkius ir didėjančias socialines ir ekonomines problemas šiuolaikiniuose miestuose. Miestuose taikomos išmaniosios technologijos, IKT leidžia jiems išlikti tvariems ir gyvybingiems (angl. *livable*), kai kiti miestai išgyvena įspūdingo masto nevaldomą urbanizaciją, didėjančią socialinį mobilumą ir stichiškai vykstančias transformacijas. Taip pat pastebimas augančių miestų poreikis rasti įrankius ir priimti išmaniuosius sprendimus (angl. *smart solutions*), sprendžiant XXI amžiaus miestų augimo iššūkius ir jų padarinius (Nam & Pardo, 2011). Townsendo (2013) teigia, kad IKT plėtra ir miestų augimas gali būti traktuojami kaip simbiozės forma. Tai sąlygoja sąveika, kuri yra naudinga tiek IKT, tiek miestų augimui. IKT atlieka svarbų vaidmenį išmaniųjų miestų tvaraus vystymo planavimo procese (Bifulco et al., 2016). Be to, mes gyvename pasaulyje, kuriame skaitmeninės sistemos ir IKT tapo giliai įsitvirtinusios šiuolaikinių miestų struktūroje, t. y. miestų operacijose, funkcijose, paslaugose ir dizaine ir yra suprantamos kaip skaitmeninimas ir išmanumas. Išmaniojo miesto ir tvarumo supratimas sąlygojo tolimesnį IKT plėtojimą, taip pat leido naujai suprasti ir permąstyti, kaip planuojame miestus (Höjer & Wangel, 2015).

Miestai gali vystytis taip, kad išmaniai spręstų aplinkosaugos problemas ir atitiktų gyventojų socialinius poreikius (Murray et al., 2011). Tai novatoriškų idėjų ir pažangių sprendimų inkubatoriai, generatoriai ir platintojai. Tačiau, kaip ir tvaraus miesto modelis, egzistuoja ir išmanusis miestas, kuris kelia didelius iššūkius ir problemas. Kai kalbama apie išmaniųjų miestų vystymą ir įgyvendinimą, siekiama įtraukti pagrindinius tvaraus miesto vystymosi tikslus.

Problema. Miestuose sparčiai vystantis urbanizacijos lygiui susiduriama su naujais iššūkiais ir kompleksinėmis problemomis, kurias sudėtinga suvaldyti dėl miestų dydžio ir apimties. Išmaniųjų miestų koncepcija yra plačiai nagrinėjama, išskiriant veiksnius, matuojant miestų išmanumo indeksus. Tačiau išmaniųjų miestų plėtros modeliai neapima energijos efektyvumo, taršos mažinimo, ir kitų tvarumą skatinančių veiksnių, o tvari plėtra ir jos valdymas yra aptariamas siaurai ir nepakankamai.

Tyrimo objektas – išmanusis miestas, jo tvarios plėtros ir valdymo principai ir ypatumai.

Darbo tikslas – sudaryti išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį, sudarantį prielaidas miestams tapti išmaniaisiais ir tvariais efektyviai valdomais, tausiai naudojančiais resursus. Šis integruotas modelis pasitelkiant IKT technologijas užtikrins miestų išmanumo augimą ir tvarios plėtros efektyvumą.

Uždaviniai:

1. Atlikti išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros koncepcijos analizę, išryškinant esamų plėtros modelių problematiką.
2. Ištirti ryšius tarp išmaniųjų miestų tvarios plėtros charakteristikų, veiksnių ir rodiklių.
3. Parengti išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį.

Darbe taikomi metodai: mokslinės ir metodinės literatūros analizė, lyginimo ir grupavimo metodai, statistinių duomenų analizė ir ekspertinis vertinimas.

Baigiamojo darbo praktinė reikšmė. Atlikto darbo rezultatai ir išvados gali būti naudingi išmaniųjų miestų mokslinio ištirtumo plėtrai, taip pat gali būti taikomi tiriant ir vystant tolimesnius išmaniųjų miestų raidos tyrimus. Gauti rezultatai ir modeliai gali būti taikomi išmaniųjų miestų vystymo gairėms formuluoti. Aprašyti miestų išmanumui ir tvarumui įtaką darantys veiksniai gali būti naudingi rengiant išmaniojo miesto koncepciją ir gaires. Darbe aptarti ir įvardijami miestuose vykstantys procesai bei jų sisteminės spragos, kurios gali būti naudingos, siekiant išvengti klaidų vystant išmaniuosius ir tvarius miestus.

1. IŠMANIŲJŲ MIESTŲ IR TVARIOS PLĖTROS TEORINĖS PRIELAIIDOS

Šiuolaikiniai miestai gali būti planuojami ir plėtojami išmaniai, tačiau šiame procese itin svarbūs strateginiai ilgalaikiai tvarumo tikslai. Kitaip tariant, įvairios IKT formos (infrastruktūra, programos, duomenų analizė ir paslaugos) vis dažniau suteikia naujų būdų spręsti įvairius aplinkosaugos iššūkius ir didėjančias socialines ir ekonomines problemas, su kuriomis susiduria šiuolaikiniai miestai. Šiandieniniams miestams išmaniosios technologijos IKT leidžia daugelyje pasaulio šalių išlikti tvariems ir gyvybingiems (angl. *livable*), kai kiti miestai išgyvena įspūdingo masto nevaldomą urbanizaciją, didėjančią socialinę mobilumą ir stichiškai vykstančias transformacijas. Pastebimas augančių miestų poreikis rasti ir priimti išmaniuosius sprendimus (angl. *smart solutions*), siekiant rasti būdus ir įrankius, kaip spręsti XXI amžiaus miestų augimo iššūkius ir jų padarinius (Nam & Pardo, 2011). Townsendo (2013) teigia, kad IKT plėtra ir miestų augimas gali būti traktuojami kaip simbiozės forma. Tai sąlygoja sąveika, kuri yra naudinga tiek IKT, tiek miestų augimui. IKT atlieka svarbų vaidmenį planavimo procese ir vystant išmaniuosius, tvarius miestus (Bifulco et al., 2016). Be to, mes gyvename pasaulyje, kuriame skaitmeninės sistemos ir IKT tapo giliai įsitvirtinusios į šiuolaikinių miestų struktūrą, t. y. miesto operacijos, funkcijos, paslaugos ir dizainas yra suprantami kaip skaitmeniškumas ir išmanumas. Išmaniojo miesto ir tvarumo supratimas sąlygojo tolimesnį IKT plėtojimą ir leido naujai suprasti, permąstyti, kaip planuojame miestus (Höjer et al., 2015), ir kurti naujus sampratos būdus.

Miestai gali vystytis taip, kad išmaniai spręstų aplinkosaugos, išteklių, infrastruktūros ir kt. problemas ir atitiktų savo piliečių socialinius poreikius (Murray et al., 2011). Tai novatoriškų idėjų ir pažangių sprendimų inkubatoriai, generatoriai ir platintojai.

1.1. Išmaniųjų miestų apibrėžtis ir koncepcija

Mokslinėje literatūroje vyrauja daug nagrinėjamų miestų tipų ir sąvokų, tai virtualūs miestai (Kummitha et al., 2017), elektroniniai miestai (Silva et al., 2018) skaitmeniniai miestai, išmanieji miestai, žinių miestai ir realiojo laiko miestai, tarp daugelio kitų nomenklatūrų, taip pat išskiriami hibridiniai miestai, ekologiniai, tvarūs, inteligentiški ir kt., miestai (1 lentelė), kurie turi panašių bruožų, teorijų ir koncepcijų. Tačiau išmaniųjų miestų tvaraus vystymo tema apima daugybę sričių ir yra tarpdisciplininė. Miestų raida yra neatsiejama nuo ekonomikos, mokslinių ir technologinių pasiekimų, politikos ir socialinių veiksmų. Todėl miestų raidos periodai koreliuoja su technologinių atradimų, politinių sistemų ir ekonomine raida, jų ciklais bei dėsningumais. Todėl ši literatūros apžvalga apima įvairių sričių mokslinius straipsnius, knygas, konferencijų medžiagą, ir kitus šaltinius.

1 lentelė. Geografinės tendencijos ateities miesto terminuose (Eremia et al., 2016)

Pavadinimas	Tendencija	Regiono populiarumas	Populiarumas pagal šalis
Ateities miestas (angl. <i>Future cities</i>)	Stabili	Globalus	Indija, JAV, Kanada, Australija, Jungtinė Karalystė, Meksika, Brazilija
Ekologinis miestas (angl. <i>Eco City</i>)	Stabili	Azija	Filipinai, Singapūras, Malaizija, Indija
Išmanusis miestas (angl. <i>Smart cities</i>)	Besikeičiantis susidomėjimas	Europa, Šiaurės Amerika	Italija, Ispanija, Belgija, Jungtinė Karalystė
Inteligentiškas – protingas miestas (angl. <i>Intelligent cities</i>)	Stabili	Šiaurės Amerika	JAV, Jungtinė Karalystė
Tvarus miestas (angl. <i>Sustainable cities</i>)	Stabili	Sandrauga	Australija, Jungtinė Karalystė, Kanada, JAV, Indija
Kompaktiškas miestas (angl. <i>Compact cities</i>)	Stabili	Mišri	Australija, Jungtinė Karalystė, JAV
Gyvenamas miestas (angl. <i>Livable cities</i>)	Retai naudojamas	Sandrauga	Australija, Jungtinė Karalystė, Kanada, Singapūras
Skaitmeninis miestas (angl. <i>Digital cities</i>)	Stabili po sumažėjusio susidomėjimo	Mišri	JAV, Airija, Filipinai, Jungtinė Karalystė
Inovatyvus miestas (angl. <i>Innovative cities</i>)	Stabili	Mišri	JAV, Jungtinė Karalystė, Indija,
Žaliasis miestas (angl. <i>Green cities</i>)	Stabili	Šiaurės Amerika	JAV, Australija, Kanada

Mokslinėje literatūroje (Eremia et al., 2016, Batty et al., 2012, Neirotti et al., 2014) randama įvairių samprotavimų apie išmanųjį miestą, taip pat, kaip ir skirtingų nuomonių apie jo kilmę. Pasak Gabrio (2014), šios sąvokos užuomazgų galima ieškoti 1960-aisiais metais, kai tai buvo įvardijama kaip „kibernetiškai suplanuotas miestas“, o nuo devintojo dešimtmečio, miestų plėtros planuose tai įvadinama, kaip pasiūlymai miestų tinklaveikai vystyti. Tad išmaniųjų miestų sąvoka nėra naujiena, o Dameri ir Cocchia (2013) teigia, kad koncepcija buvo įvesta 1994 metais. Neirotti et al., (2014) nuomone, koncepcija atsirado dėl išmaniojo vystymo judėjimo dešimtojo dešimtmečio pabaigoje. Batty et al., (2012) teigimu, ši koncepcija neseniai buvo pritaikyta miestų projektavimui per išmaniųjų miestų vystymo judėjimą. Išmaniųjų miestų vystymo principai grindžiami didinant miestų efektyvumą atsižvelgiant į energetiką, transportą, žemės paskirtį ir panaudojimą, komunikacijas, ekonomikos plėtrą, paslaugų teikimą ir kitas sritis. Iš tiesų, išmanusis miestas iš esmės atspindi efektyvumą, kuris yra pagrįstas intelektiniu miestų sistemų valdymu, naudojant IKT. Nuo 2010 metų, pradėjus vystyti išmaniųjų miestų projektus, juos pradėjo remti Europos Sąjunga, o tai pagrindžia didelė gausa straipsnių ir akademinių leidinių apie išmaniuosius miestus (Jucevičius et al., 2014).

Tačiau išmanusis miestas susideda ne tik iš paminėtų aspektų, bet taip pat apima fizinės aplinkos, ekonominius ir socialinius aspektus, kurie turėtų būti stiprinami atsižvelgiant į ilgalaikės perspektyvos tikslus ir kylančius sunkumus, siekiant išmaniojo miesto tvarumo. Pokyčių procesas ir strateginis požiūris į išmaniųjų miestų tvarią plėtrą skatina tvarumą, aplinkos integraciją, ekonominę plėtrą ir socialinę lygybę, kur tarpusavyje susiję tikslai remiasi pažangiais IKT sprendimais ir požiūriu, atskleidžiančiu neišnaudotą tvarios transformacijos potencialą, kurį įkūnija integruojamos IKT.

Išmaniųjų miestų mokslinių tyrimų rezultatai viešai skelbiami atviros prieigos informacijoje (www.smart-cities.eu, PLECC, www.smartcities.eu, www.smartregions.net ir kt.), rodo, kad pagrindinis mokslinių tyrimų aspektas yra IKT, pabrėžiant tai kaip pagrindinį išmaniųjų miestų aspektą. Nami ir Pardo (2011) sutinka, kad išmanieji miestai ieško inovacijų technologinėse srityse, taip pat organizacinėje ir politinėje srityje, kurios yra išmaniojo valdymo ir politikos priemonės. Moksliniuose tyrimuose pastebima, kad autoriai susiduria su sunkumais aprašant IKT lygį ir jų įtraukimo į tyrimą lygį. Tačiau pasak Coldingo et al., (2017), išmaniojo miesto kritikai pastebi ekologinio ir aplinkosauginio aspektų sąsajos stoką, tarp technologinių ir visuomeninių veiksmų, kurie turi reikšmingą įtaką miesto urbanistinių sistemų valdymui

Išmaniųjų miestų srityje nėra apibrėžto išmaniojo miesto reitingo charakteristikų sąrašo, o išmanusis miestas skirtingų mokslininkų apibūdinamas labai įvairiai. Tačiau mąstant apie išmanųjį miestą, reikėtų visų pirma paklausti, kaip jis tampa išmanus, kokias sistemas, išteklius naudoja? Išmaniųjų miestų tema sieja daug ankstesnių tyrimų, įskaitant conceptualius, analitinius, taip pat konkrečių technologijų, jų potencialo ir galimybių tyrimus. Tiesa, pastarąjį dešimtmetį buvo didelis susidomėjimas ir daugybė akademinių publikacijų išmaniųjų miestų tema, o tai atspindi mokslinių tyrimų tarpdiscipliniškumas, mastas ir įvairovę. Tačiau vis dar nėra visuotinai suderintos išmaniojo miesto apibrėžties (2 lentelė). Tai sudėtinga sąvoka, kurią galima būtų apibrėžti ir griežtai apibūdinti, tačiau atsiras technologinių, informacinių ar kitų miesto turinio veiksmų ir sąvoka nebus apibrėžta. Tai dažnai priklauso nuo konteksto, t. y. įvairių išmaniojo miesto projektų, iniciatyvų ar veiksmų, kurie yra pagrįsti konkrečiais tikslais, turimais ištekliais, reguliavimo ir politikos dokumentais, finansiniais pajėgumais (angl. *financial capabilities*), ir kt. Todėl lengviau apibrėžti pagrindines pamatines nusistovėjusias išmaniojo miesto gaires, dėl kurių mokslininkų nuomonės ženkliai neišsiskiria. Apžvelgus mokslinėje literatūroje išmaniojo miesto sąvokos sampratą, (3 lentelė) pateikiamas išmaniojo miesto sluoksnių modelis atsižvelgiant į sąvokos daugialypumą ir skirtingą traktavimą.

2 lentelė. Išmaniųjų miestų sąvokos sampratos ir pagrindinės temos (Lara et al., 2016; Mora et al., 2017)

Nuoroda	Sąvoka	Tema
Lara et al., (2016)	Bendruomenė, kuri nuolat skatina bendrą visų savo narių gerovę pakankamai lanksčiai, kad aktyviai ir tvariai taptų vis geresne vieta gyventi, dirbti ir žaisti.	Bendruomenė, gerovė, tvarumas, gyvybingumas
Yigitcanlar (2016)	Tai idealus būdas kurti tvarius 21-ojo amžiaus miestus, jei būtų pasiektas subalansuotas ir tvarus požiūris į ekonominį, visuomeninį, aplinkos ir institucinį vystymąsi.	Tvarumas, produktyvumas, valdymas, bendruomenė
Piro et al., (2014)	Miestas, miesto aplinka, kuris remdamasis visuotinėmis IKT sistemomis, gali pasiūlyti pažangias ir novatoriškas paslaugas piliečiams, kad būtų pagerinta bendra jų gyvenimo kokybė.	Technologija, tinkamumas, politika
Alkandari, Alnasheet ir Alshaikhli (2012)	Miestas, kuriame naudojama išmanumo sistema, kuriai būdinga infrastruktūros, kapitalo, elgsenos ir kultūrų sąveika, pasiekta per jų integraciją.	Technologijos, našumas, bendruomenė, valdymas
Lazaroiu ir Roscia (2012)	Miestas, kuriame naujosios technologijos naudojamos asmeniniam, ekonominiam bei socialiniam pažangumui bei gyvenimo kokybės gerinimui.	Technologija, klestėjimas, gyvybingumas, gerovė
Chaffers et al., (2012)	Saugus, saugus ekologiškas ir veiksmingas ateities miesto centras, turintis pažangią infrastruktūrą, tokią kaip jutikliai, elektronika ir tinklai, siekiant skatinti tvarų ekonomikos augimą ir aukštą gyvenimo kokybę.	Technologijos, našumas, tinkamumas naudoti, tvarumas
Caragliu et al., (2011)	Miestas, kuris yra išmanus, kai investuojama į žmogiškąjį ir socialinį kapitalą bei tradicinį transportą ir šiuolaikinė IKT infrastruktūra užtikrina tvarų ekonomikos augimą ir aukštą gyvenimo kokybę, išmaniai valdant gamtinius išteklius.	Bendruomenė, technologija, gyvybingumas, tvarumas, valdymas, politika, prieinamumas
González ir Rossi (2011)	Viešasis administravimas arba institucija, teikianti arba siekianti naujos kartos paslaugų ir infrastruktūros rinkinį, pagrįstą informacinėmis ir ryšių technologijomis.	Valdymas, politika, technologijos
Hernandez-Munoz et al., (2011)	Miestas, kuris atstovauja išskirtinei turtingai ekosistemai, kad būtų skatinamas didžiulės daugybinių veiklos sričių didelės apimties taikomųjų programų ir paslaugų diegimas.	Technologija, valdymas
Nam ir Pardo (2011)	Humoristiškas miestas, turintis daugybę galimybių išnaudoti savo žmogiškąjį potencialą ir vadovauti kūrybiniam gyvenimui.	Bendruomenė, gerovė, našumas
Zhao (2011)	Miestas, kuris gerina gyvenimo kokybę, įskaitant ekologinius, kultūrinius, politinius, institucinius, socialinius ir ekonominius komponentus, nepaliekant naštos būsimoms kartoms.	Veiksmingumas, valdymas, tvarumas, bendruomenė, produktyvumas
Belissent (2010)	Miestas, kuris naudoja IKT, kad būtų sukurta miestų administravimo, švietimo, sveikatos priežiūros, visuomeninio saugumo, nekilnojamojo turto, transporto ir komunalinių paslaugų esminės infrastruktūros komponentai ir interaktyvios, veiksmingos paslaugos.	Technologija, prieinamumas, gyvybingumas, valdymas

Nuolat augantis finansinių pajėgumų (angl. *financial capabilities*) susidomėjimas išmaniojo miesto koncepcija grindžiamas poreikiais spręsti urbanizacijos keliamus miestų ekonomikos ir jų valdymo iššūkius. Tai skatina investicijas į IKT plėtojimą ir diegimą, kas skatina tolimesnius bendrai finansuojamus mokslinius tyrimus, išmaniųjų miestų iniciatyvą ir tolimesnį projektų įgyvendinimą (Ahvenniemi et al., 2017). Akivaizdu, kad išmanieji miestai itin domina mokslininkus, tačiau trūksta aiškos apibrėžties, todėl sunku nustatyti bendras tendencijas.

3 lentelė. Bendrieji išmaniojo miesto sluoksniai (Silva et al., 2018)

Saugumo moduliai	Taikymo sluoksnis	Apsauga ir stebėsena	Sveikatos apsauga ir valdymas	Pramonės valdymas	Oro prognozavimas
		Bendruomenės vystymas	Tinklinis tiekimas	Transporto valdymas	Vaišingumas ir rekreacija
	Duomenų valdymo sluoksnis	Įvykių valdymas		Sprendimų valdymas	
		Duomenų sintezė	Duomenų analizė	Duomenų apdorojimas	Duomenų skirstymas
	Perdavimo sluoksnis	Perdavimo tinkas: 3G, 4G LTE, internetas, palydovas, ...			
		Pasiekiamumo tinkas: Bluetooth, Zigbee, NFC, M2M, ...			
	Jutiminis sluoksnis	Jutiminiai komponentai: Bluetooth, RFID, Zigbee, ...			
		Fiziniai prietaisai ir infrastruktūra: pastatai, transporto priemonės, prietaisai			

Remiantis Angelidou (2014), vyrauja du pagrindiniai išmaniųjų miestų požiūriai ir modeliai. *Pirmasis* išmaniojo miesto požiūris – orientuotas į technologijų ir IKT naudojimą. *Antrasis* požiūris – orientuotas į žmones, jų gerovę. Miestuose vyrauja skirtingi požiūriai ir miestų vystymo strategijos, kuriose dėmesys skiriamas kitai infrastruktūrai ir technologijoms (transporto, energetikos, komunikacijų, atliekų tvarkymo, vandentiekio infrastruktūros ir kt.); veiksmingumui ir pažangai per IKT ir miesto vystymo strategijas, taip pat minkštajai infrastruktūrai (socialinei, žinių ir žmogiškojo kapitalo, veiklumo, teisėsaugos, saugumo ir kt.) ir žmonėms. Vienas iš pirmųjų išmaniojo miesto požiūrį buvo pateikęs Kitchinas (2014), jis teigė, kad išmanusis miestas, tai miestas, kuris stebi ir integruoja visą svarbią infrastruktūrą, optimizuoja savo išteklius, planuoja veiklą ir maksimaliai išnaudoja paslaugų sektorių. Tęsiant šią mąstymo kryptį Marsal – Llcuna et al., (2015) teigia, kad naudodami IKT ir duomenų analizės technologijas išmanieji miestai siekia stebėti ir optimizuoti esamą infrastruktūrą, didinti ekonominių subjektų bendradarbiavimą, teikti veiksmingesnes paslaugas piliečiams ir remti novatoriškus verslo modelius privačiame ir viešame sektoriuje.

Apžvelgiant antrąjį požiūrį, Neirotti et al. (2014) išmanųjį miestą apibūdina kaip miestą, kurio pagalba galima pagerinti gyventojų gyvenimo kokybę, kadangi išmanusis miestas apima ne tik socialinius veiksnius, bet fizinius ir technologinius veiksnius (Aguilera, Galan, 2013). Lombardi et al., (2011) išmaniųjų miestų kontekste pabrėžia papildomus minkštuosius veiksnius, tokius kaip dalyvavimas, saugumas ir kultūros paveldo vaidmuo. Kitų mokslininkų nuomone daugiausia dėmesio derėtų skirti paslaugoms (Belanche et al., 2016; Lee et al., 2014). Tačiau Belanche et al., (2016) pabrėžia, kad išaugęs miesto paslaugų naudojimas siekiant efektyvumo ir tvarumo, nedaro ženklios įtakos tvarumo vystymui. Priešingai, Angelidou (2014) pabrėžia IKT vaidmenį siekiant klestėjimo, veiksmingumo ir konkurencingumo.

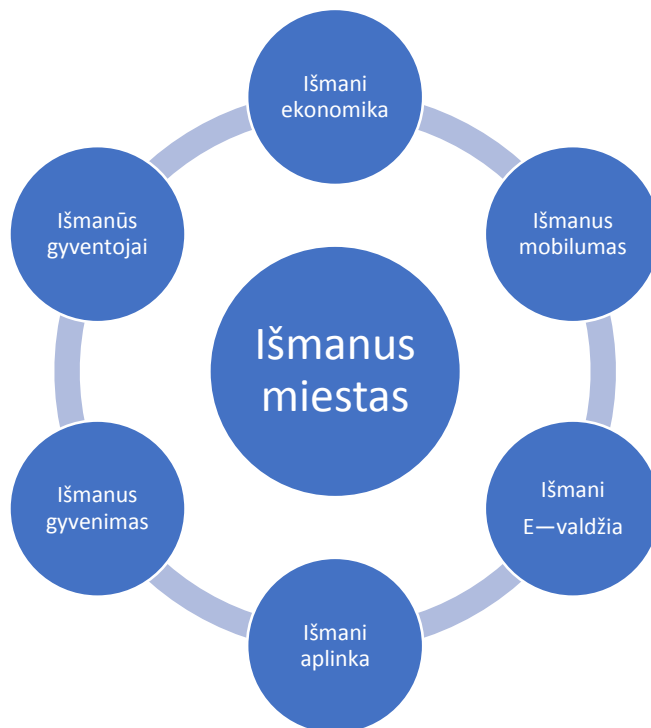
Apžvelgus naujausius mokslinius straipsnius ir išmaniųjų miestų tyrimus galima išmaniųjų miestų koncepciją grįsti išmania visuomene, išmaniomis technologijomis, išmaniuoju transportu ir valdymu. Apibendrinus apžvelgtas sąvokas galima teigti, kad išmanusis miestas (IM) – miestas, kuris investuoja į žmogiškąjį ir socialinį kapitalą, naudoja IKT infrastruktūrą siekiant miestų tvarios plėtros, išmaniojo transporto infrastruktūros, tvarios ekonomikos augimo, išmaniojo miesto valdymo, užtikrinant visuomenės saugumą, aukštą gyvenimo kokybę, išmaniai valdant gamtinius išteklius.

1.1.1. Išmaniųjų miestų charakteristikos

Kalbant apie išmanųjį miestą, turėtume pagalvoti, kokie turi būti išmaniojo miesto gyventojai ir kokias išmaniąsias technologijas jie naudoja. Nagrinėjant išmanius miestus, Vanolo (2014) išskiria šešias išmanaus miesto charakteristikas, kitaip tariant išmaniojo miesto išmanumo rodiklius. Autoriaus išskiriami rodikliai – išmani ekonomika, išmanus judumas, išmanus valdymas, išmani aplinka, išmanūs žmonės ir gyvenimas (1 pav.). Šios išmanumo klasifikavimo charakteristikos (4 lentelė) padeda išskirti išmaniuosius miestus iš generinių miestų. Išskirtos charakteristikos padeda lengviau įvertinti miestų išmanumą bendrąja prasme, tačiau tokie vertinimai – subjektyvūs. Be išskirtų autoriaus rodiklių yra daugybė kitų išmatuojamų rodiklių, kuriuos reikėtų apsvarstyti vertinant išmanumo laipsnį pasirinktuose miestuose; tai miestų mastelį – dydį, bei rango lygį regione.

Išmaniojo miesto charakteristikų imtis skiriasi priklausomai nuo skirtingų mokslinių tyrimų sričių ir tarpdisciplininių mokslinių tyrimų, taip pat moksliniams tyrimams skirto dėmesio. Išmaniųjų miestų mokslinių tyrimų apribojimai grindžiami skirtingų matuojamų rodiklių/parametrų skaičiumi, kurie gali reikšti skirtingus rezultatus skirtingu metu, keičiant rodiklių skaičių (IESE, 2016). Todėl galime gauti skirtingą rezultatą su skirtingomis charakteristikomis ir miestų reitingavimą. Pateiktos charakteristikos ir nagrinėti tyrimai yra parinkti iš tyrimų ir mokslinių

straipsnių nagrinėjančių išmaniuosius miestus. Daugelyje šaltinių pastebima svarbių charakteristikų, aprašomų išmaniųjų miestų savybių, kurios nėra įtrauktos į nagrinėjamų išmaniųjų miestų duomenų statistiką. Taip nutinka dėl tarpdisciplininio požiūrio stokos ir mokslinių tyrimų, pagrįstų duomenų ir informacijos prieinamumu, gylio ir apimties. Nė viena iš statistinių išteklių ar duomenų bazių neturi naujausių duomenų apie miesto socialinę aplinką ar joje vykstančius procesus, tokius kaip pvz., imigraciją, bendruomenės vystymasis, tvarumas, miestų plėtra, visuomenės įtraukimo veiksmingumas ar saugumas ir kt.



1 paveikslas. Išmaniojo miesto charakteristikos (Vanolo, 2014)

4 lentelė. Išmaniojo miesto charakteristikos (Vanolo, 2014)

Charakteristikos	Aprašymas
Išmani ekonomika	Tai autoriaus siūloma sąsaja su naujovių, verslumo, darbo rinkos lankstumo, integracijos į tarptautinę rinką ir transformacijos gebėjimu
Išmanus mobilumas	Remiamasi vietiniu ir periferijų prieinamumu, IKT gyvybingumu, moderniu, tvarių ir saugiu transportu
Išmani E — valdžia	Siejamas su valstybinio ir privataus sektoriaus skaitmeninimu, išmaniųjų technologijų pagalba dalyvavimu sprendimų priėmimo procesuose, valdymo sistemų skaidrume, viešųjų paslaugų prieinamumu ir politinių strategijų kokybe.
Išmani aplinka	Suprasti gamtos patrauklumą, mažinant taršą ir saikingas ir išmanusis išteklių valdymą.
Išmanus gyvenimas	Gyvenimo kokybę nusakanti charakteristika, kuri pamatuojama per kultūros, švietimo ir paslaugų, turistų lankomų vietų prieinamumą, socialinę sanglaudą, sveiką aplinką, asmeninį saugumą ir išmanųjį būstą.
Išmanūs gyventojai (žmonės)	Siejama su žmonių išsilavinimu ir kvalifikacija, socialinio kapitalo lankstumu, kūrybiškumu, tolerancija, kosmopolitiniu požiūriu ir dalyvavimu viešajame gyvenime.

IESE (2016) atliktame tyrime buvo išskirti 9 išmaniųjų miestų aspektai, ypatybės, kas lemia, miestų išmanumą, tai – žmogiškasis kapitalas, socialinė sanglauda, ekonomikos valdymas, aplinka, mobilumas, miestų planavimas, tarptautiniai pasiekimai ir technologijos. Tyrimais nustatyta, kad *žmogiškasis kapitalas* yra vienas iš būdų išmaniai valdyti miestą ir gebėjimas pritraukti bei palaikyti miesto kūrybiškumą, švietimą ir mokslinius tyrimus. Ši charakteristika yra matuojama remiantis aukštojo mokslo įstaigų, universitetų, kultūros objektų, laisvalaikio ir rekreacijos funkcijų ir vietų skaičiumi. Nagrinėjant žmogiškąjį kapitalą, nereikėtų pamiršti ir augančių jaunųjų piliečių, kurių ugdymas turi didelę įtaką augančiam žmogiškam kapitalui, todėl būtų tikslinga įtraukti ir pagrindinio, pradinio ugdymo, mokymo įstaigas. Kaip ugdomos ateities išmaniųjų miestų išmanių piliečių kartos. Kokios išmanios specialybės ir kokie įgūdžiai bus reikalingi išmaniajame mieste. Kaip pasikeitusius darbo rinkos poreikius papildys nauji išmaniųjų profesijų piliečiai. Šie aspektai yra ypač reikšmingi miestams planuojant ir projektuojant ateities perspektyvas. *Socialinės sanglaudos* charakteristika yra matuojama atsižvelgiant į tai, kaip miesteliuose vyksta socialinė sąveika, kai miestas yra pajėgus susitarti su socialinėmis grupėmis arba jų nariais. Taip pat šią charakteristiką lemia nusikalstamumo, nedarbo lygis, taip pat ligoninių (privačių ir viešųjų) skaičius mieste. Šioje charakteristikoje dėl tarpdisciplininių tyrimų stokos nėra nagrinėjama socialinė atskirtis, skirtingos etninės grupės, jų integracija į išmaniųjų miestų socialinį gyvenimą ir kiti aspektai.

Ekonomikos charakteristika apima ekonominio vystymosi regione aspektus, taip pat strateginius ir pramoninius planus, inovacijų kūrimą ir verslo grupes. Šis aspektas matuojamas pritraukiant verslą ir sudarant palankias sąlygas verslo steigimui, verslumo motyvaciją ir BVP vienam gyventojui. Tačiau šios charakteristikos bruožai yra bendriniai, kurie neatspindi išmanumo lygmens. Ekonomikos charakteristika turėtų įtraukti naujus išmanius verslus, kurie susikuria paskatinti IKT ir kitos technologinės veiklos, kai yra sukuriamos naujos darbo vietos ir keičiami nusistovėję tradiciniai verslo modeliai. Dalijimosi ekonomiką galima būtų apibūdinti kaip naują ekonomiką, kuriai IKT ir technologinė pažanga sudarė prielaidas atsirasti. Tai ekonomika, kur technologijų pagalba yra įveiksinami nauji verslo modeliai, kai žmonės su išmaniomis technologijomis ir prietaisais naudojami verslo paslaugomis, o darbuotojai dirba naudodami naujausias išmanias technologijas. Išmanaus *valdymo* charakteristika apibūdinama kaip valstybės intervencija efektyvumui užtikrinti (kokybę, gaires ir kt.). Šiai charakteristikai įvertinti matuojamas miestų rezervas (milijonais dolerių), esamas korupcijos indeksas, demokratijos lygis, atvirų duomenų platformų prieinamumas ir e-valdymo plėtra.

Aplinkos charakteristikos dažniausiai matuojamos pagal šalies išskiriamą CO₂ emisijos indeksą, taršos lygį, atsinaujinančius vandens išteklius ir kietųjų atliekų kiekį vienam gyventojui. Pagrindinė aplinkosaugos problema yra aplinkosauginio tvarumo gerinimas taikant taršos mažinimo

planus, paramą ekologiškiems pastatams ir alternatyviai energijai, veiksmingą vandens valdymą ir kt. Nagrinėjant ir matuojant aplinkos charakteristikas, svarbu paminėti, kad atsinaujinantys šaltiniai ir jų ištekliai turėtų būti integruojami ir naudojami ir naujų ar restauruojamų pastatų statyboje, bei šildyme ir apšvietime. Šioje charakteristikoje didesnis dėmesys turėtų būti skiriamas BIM, KNX ir kitų technologijų diegimui stengiantis sumažinti gamtinių išteklių naudojimą, panaudojant alternatyvius energetikos šaltinius, kurie kartu su IKT leidžia kurti išmanius pastatus ir jų valdymą.

Judumo ir transporto charakteristika miestuose susiduria su daugybe iššūkių, su judėjimo užtikrinimu mieste ir viešųjų paslaugų prieinamumu. Ši charakteristika matuojama remiantis eismo indeksu, vykdomų skrydžių skaičiumi, esamų degalinių kiekiu mieste ir kt. Tačiau vienas iš judumo ir transporto išmanumo veiksnių, tai efektyviai ir sklandžiai veikianti transporto infrastruktūra, bei jos pasiekiamumo tinklas mieste. Nagrinėjant šią charakteristiką matoma stoka veiksnių, kurie nėra įtraukti į išmanumo indekso matavimą. Nagrinėjant judumą ir transportą, reikėtų atkreipti dėmesį į išmaniąją šviesoforų valdymo sistemą, elektromobilių skaičių mieste, automobilių su išmaniomis vairavimo sistemomis, kurios užtikrina vairavimo saugumą skaičių. Taip pat ši charakteristika yra neatsiejama nuo išmanios visuomeninio transporto sistemos, kuri leidžia efektyviai judėti miestu ir išsprendžia privataus transporto naudojimo ir parkavimo problemą. Tokiu būdu pamatavę visus išmanaus judumo ir transporto charakteristiką lemiančius veiksnius, galime miestams priskirti atitinkamą indeksą.

Miesto planavimo charakteristiką yra ypač sudėtinga įvertinti, nes tam tikri procesai miestuose yra savarankiški, jų negalime prognozuoti ar valdyti. Tačiau ši charakteristika matuojama pagal gyventojų skaičių viename namų ūkyje, aukštybinių pastatų ir užbaigtų pastatų skaičių mieste bei gyventojų, turinčių prieigą prie sanitarinių įrenginių, skaičių. Tačiau šie rodikliai visiškai neatspindi išmaniojo miesto charakteristikų, tai tik nusako miesto tankumą, aukštingumą ir sanitarines sąlygas mieste. Miestų planavimo charakteristika yra sudėtinga ir kompleksinė, kai išskirti vieno ar kito veiksnio negalima. Todėl teisingiausia būtų matuoti išmanumo veiksnius per miesto infrastruktūros, fizinius ir funkcinius sluoksnius, tokius kaip visuomeninio transporto pasiekiamumas ir tankumas mieste ir skirtinguose jo rajonuose, bei kaimynijose; žaliųjų ir viešųjų erdvių, parkų, skverų ir žaidimo aikštelių skaičius atitinkamose rajonuose ir kaimynijose; kultūrinių, socialinių, komercinių ir aptarnavimo funkcijų gausa bei įdarbinimo fizinės ir virtualios vietos ir kt.

Tarptautinis pasiekiamumas apibūdina savybes, kurios suteikia miestui reikšmę ir jo tarptautinį pripažinimą strateginiais turizmo planais, užsienio investicijų pritraukimu ir atstovavimu užsienyje, o tai vertinama oro uostų, keleivių, viešbučių ir lankytinų vietų skaičiumi. Ši charakteristika gana paini, todėl kad parametrai nėra konkrečiai apibrėžti ir koku būdu matuojamas tarp tautiškumas ir tarptautinis žinomumas. Galiausiai, *technologijų* charakteristika, kuri dažnai yra vadinamas IKT. Tai vienas iš pagrindinių aspektų, padedančių pasiekti miestų išmanumą ir

matuojamas atsižvelgiant į išmaniųjų telefonų naudojimą, bevielio ryšio taškų talpą, inovacijų indeksą ir interneto padengiamumą. Tačiau technologijos turėtų būti matuojamos ne tik atsižvelgiant į techninius parametrus, bet taip pat turėtų būti matuojamas šalies žmonių technologinis raštingumas ir išmaniųjų technologijų panaudojimas tiek versle, tiek buityje ar miesto sistemose.

Viena iš pagrindinių išmaniųjų miestų mokslinių tyrimų kliūčių yra išmaniųjų miestų definicijos vientisumo nebuvimas; nėra identifikuoti ir nesutarti išmaniųjų miestų parametrai ir kriterijai, kuriais būtų nusakoma ir kas matuojama nustatant išmanumo indeksus. Kita tyrimų kliūtis – nepakankamas informacijos kiekis leidžiantis išmatuoti funkcijas ir išmaniuosius įrenginius miestuose. Dauguma įrenginių gali neegzistuoti arba neturėti duomenų. Šis reiškinys pastebimas kartu su skaitmeninių technologijų plėtra, kai tam tikros funkcijos pastatuose tampa skaitmeninėmis. Todėl duomenys ar statistika pateikiant informaciją gali neatitikti ir turėti didelę įtaką atliekamiems tyrimams tam tikruose miestuose.

1.1.2. Išmaniųjų miestų vertinimo veiksniai

Išmanusis miestas – tai sudėtinga sąvoka, kurią galima būtų apibrėžti ir griežtai apibūdinti, tačiau gali atsirasti technologinių, informacinių ar kitų miesto turinio veiksnių, kurios lems tai, kad sąvoka nebus apibrėžta. Tai dažnai priklauso nuo konteksto, t.y. įvairių išmaniojo miesto projektų, iniciatyvų ar veiksnių, kurie yra pagrįsti konkrečiais tikslais, turimais ištekliais, reguliavimo ir politikos dokumentais, finansiniu pajėgumu (angl. *financial capabilities*), ir kt. Todėl lengviau apibrėžti pagrindines pamatines nusistovėjusias išmaniojo miesto gaires, dėl kurių mokslininkų nuomonės ženkliai neišsiskiria.

Giffinger et al., (2007) atliktas tyrimus laikomas vienu iš tinkamiausių požiūrių į Europos išmaniųjų miestų reitingavimą pagal prieinamų duomenų ir išmaniųjų miestų charakteristikų rodiklių sąrašą (5 lentelė). Šioje lentelėje yra išskiriami pagrindiniai išmaniųjų miestų indikatoriai, kuriuos pasitelkus matuojamas išmaniųjų miestų išmanumo indeksas.

Šioje lentelėje išskirti veiksniai detaliau apibūdina jų rodiklius, kuriais yra nusakomas miestų išmanumas pagal skirtingus indikatorius. Tačiau skirtinguose tyrimuose ir studijose pastebimos skirtingos vertinimo metodikos, vieningų ir sutartų vertinimo rodiklių nėra, todėl atliktus tyrimus galima būtų įvardinti subjektyviais. Tad ir tyrimų interpretuojama informacija ar matuojami parametrai pagal pasirinktus indikatorius gali turėti skirtingas reikšmes, o gauta informacija traktuojama skirtingai, priklausomai nuo gautų rezultatų.

Apžvelgus mokslinėje literatūroje išmaniojo miesto sąvokas ir veiksnius, pateikiami išmaniojo miesto rodikliai, atsižvelgiant į sąvokos daugialypumą ir skirtingą traktavimą per išmaniojo miesto

sluoksnius. Atsižvelgiant į šiuos sluoksnius ir žinant diegiamų IKT funkcijas, lengviau suprantame jų veikimą, lygmenis ir kuriame sluoksnyje mieste tai pasireiškia.

5 lentelė. Išmaniojo miesto vertinimo veiksniai ir rodiklių sąrašas (Giffinger et al., 2007)

Veiksniai	Rodikliai
Išmani ekonomika (išsami)	Inovatyvi dvasia Verslumas Ekonominis įvaizdis ir prekių ženklai / miesto įvaizdis Produktyvumas Darbo rinka / darbo rinkos lankstumas Tarptautinis įvietinimas / tarptautinė integracija
Išmanūs žmonės (socialinis ir žmogiškasis kapitalas)	Kvalifikacijos / išsilavinimo lygis Mokymasis visą gyvenimą Etninė įvairovė Atviras mąstymas
Išmanus valdymas (dalyvavimas)	Dalyvavimas visuomenės gyvenime / politinis sąmoningumas Viešosios ir socialinės paslaugos Skaidrus valdymas / Efektyvus ir skaidrus administravimas
Išmanus mobilumas (transportas ir IKT)	Vietinis prieinamumo / vietos transporto sistema Tarptautinis (valstybinis) prieinamumas IKT infrastruktūros / IKT infrastruktūros prieinamumas Transporto sistemos tvarumas
Išmani aplinka (gamtiniai ištekliai)	Aplinkos sąlygos Oro kokybė (be taršos) Ekologinis sąmoningumas Tvarus išteklių valdymas
Išmanus gyvenimas (gyvenimo kokybė)	Kultūros objektai Sveikatos sąlygos / Individualus saugumas Būsto kokybė Švietimo objektai Turizmo patrauklumas Ekonominė gerovė / socialinė sanglauda

Nuolat augantis didžiųjų privačių subjektų finansinis pajėgumas (angl. *financial capabilities*), kelia susidomėjimą išmaniojo miesto koncepcija, grindžiamą poreikiais spręsti urbanistinės plėtros keliamus iššūkius. Tai skatina investicijas į IKT plėtojimą ir diegimą, kas skatina tolimesnius bendrai finansuojamus mokslinius tyrimus, išmaniųjų miestų iniciatyvą ir tolimesnį projektų įgyvendinimą (Ahvenniemi et al., 2017). Akivaizdu, kad išmanieji miestai traukia mokslininkų dėmesį, tačiau trūksta aiškaus apibrėžtumo, todėl sunku nustatyti bendras tendencijas.

1.2. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros charakteristikos ir veiksniai

Šiame skyriuje pateikiami literatūros apžvalgoje nagrinėti moksliniai tyrimai, atlikti nustatant išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelių charakteristikas ir veiksnius. Išmaniųjų miestų srityje moksliniai tyrimai iš esmės yra tarpdisciplininiai, todėl jie apima daugybę klausimų, diskusijų ir iššūkių, kuriuos būtina spręsti. Tad svarbu, nustatant naujas mokslinių tyrimų galimybes ir galimų mokslinių tyrimų kryptis, remtis tuo, kas iki šiol buvo ištirta, kokie klausimai ir problemos buvo paliesti. Atliekamo tyrimo tikslas yra sukurti išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį, kuris leis prisidėti siekiant išnaudoti IKT galimybes. Sėkmingas modelis, turint replikacijos gebą, integruojant IKT ir valdymą sėkmingam perėjimui į išmaniuosius miestus, ir užtikrinant tvarią miestų plėtrą (Angelidou, 2014).

Bendraja prasme, tvarumo mokslas apibrėžia būtinybę tobulinti žinias, kaip gamtinės ir žmogaus sistemos sąveikauja atsižvelgiant į besikeičiančią dinamiką, siekiant projektuoti, kurti, įgyvendinti, vertinti ir nuolatos tobulinti inžinerines sistemas kaip praktinius sprendimus ir intervencijas, kurios palaiko subalansuotos socialinės ir ekologinės sistemos idėją (Caragliu et al. 2011). Tuo pačiu puoselėjant ir palaikant ryšius tarp mokslinių tyrimų ir technologijų naujovių bei politikos ir viešojo administravimo procesų, susijusių su tvarumu.

Tvarumas (angl. *sustainability*) kaip tarpdisciplininė sritis, susieja disciplinas gamtos, socialinių ir taikomųjų mokslų srityse. Kaip mokslinių tyrimų sritis, tvarumas analizuoja sudėtingus modelius ir mechanizmus, sujungdamas ir kurdamas sąveiką tarp projektavimo, socialinių, aplinkosaugos ir inžinerijos sistemų, siekiant suprasti jų elgsenos modelius ir besikeičiančią dinamiką, prisidedant prie sprendimų, ieškant atsakymų į kylančius iššūkius, susijusius su sistemingu šių sistemų senėjimu, efektyvumo mažėjimu, kuris pamažu tampa grėsmingas žmonių gerovei (Bibri, 2018).

Tvari plėtra yra pokyčių procesas ir strateginis požiūris siekiant ilgalaikių tvarumo tikslų, tokių kaip subalansuota socialinė ir ekologinė sistema (Bibri, 2013, 2015b). Tvarios plėtros idėja pasirodė kaip visuotinis atsakas į aplinkosaugos krizes, kurias lėmė antropogeninė veikla, taip pat didėjanti socialinė nelygybė visuomenėje. Viena pirmųjų darnios plėtros koncepcijų minima 1987 metais. Pirmą kartą ji buvo pristatyta Bruntlando ataskaitoje, kurioje ji apibūdinama kaip plėtra, atitinkanti dabarties poreikius ir siekius, nekenkianti ateities kartų poreikių patenkinimui (WCED, 1987).

Žvelgiant į tvarumo mokslą plačiąja prasme, mokslininkų grupės laikosi nuomonės ir pabrėžia būtinybę išnagrinėti pagrindines technologinio, ekonominio ir visuomeninio vystymosi paradigmu pagrindines nestabilumo priežastis. Toks bandymas suvokti integruotą socialinės ir ekologinės sistemos visumą bei sudėtingų socialinių ir daugialypių aplinkosauginių problemų atžvilgiu, reikalauja bendro visuotinio politinio sutarimo ir bendradarbiavimo tarp valdžios ir kitų susijusių

institucinių, socialinių, ekonominių, mokslo ir technologijų sričių. Neatsiejama šio proceso dalimi yra laikomas aktyvus piliečių, bendruomenių, organizacijų ir institucijų dalyvavimas (Bibri, 2015b).

Kita dalis mokslininkų (Bibri 2013, Höjer et al., 2015, Kramers et al., 2014) mano, kad tvarumo sąvoka atsirado iš supratimo, kad vyraujanti socialinės, ekonominės ir urbanistinės plėtros paradigma neatsiejama nuo aplinkos krizių, taip pat socialinių krizių pasekmių ir pablogėjimo, sukeliančių ekologinį ir socialinį nepriteklių ir grėsmes ateities kartoms. Tvarus vystymasis atspindi visapusišką, ilgalaikę perspektyvą, grindžiamą sąmoningu ir nenutrūkstamu vyksmu efektyviai ir sąmoningai naudoti ir saugoti gamtos išteklius. Taip pat skatintų ir sudarytų sąlygas kurti naujas sistemas, kurios reikalingos tolimesniam miestų vystymui, pažangių sprendimų diegimui, siekiant sukurti ir vystyti tvarią visuomenę (Bibri & Krogstie, 2017b). Devintojo dešimtmečio pabaigoje visuotinis dėmesys buvo kreipiamas į tvarios plėtros koncepcijos sklaidą, kurios dėka paplitusi koncepcija buvo siejama su strategijų diegimu. Tvarumas įkūnija unikalias plėtros ir konstitucines jėgas, kaip didelio masto visuomeninis diskursas. Kaip visuomenės mąstymo paradigma, tvari plėtra. Tvarumas yra orientuotas, kaip gairės socialinei plėtrai svarbiausiose srityse, įskaitant mokslą, inovacijas, technologijas, ekonomiką, miestų planavimą ir politiką. Pagrindinė tvarumo koncepcija yra grįsta prielaida, visapusišku supratimu apie problemas, su kuriomis susiduria visuomenė. Šių problemų identifikavimas yra būtinas siekiant priimti globalius sprendimus ir imtis gerai apgalvotų veiksmų siekiant ilgalaikės naudos.

Miestų tvarumas ir tvari miestų plėtra yra neatsiejama nuo urbanizacijos proceso ir urbanistinio projektavimo. Urbanizacijos procesų keliama iššūkiu diskutuojami įvairių autorių (Mumford, 1961; Lynch, 1981; Jacobs, 1961 ir kt.) knygose iš kultūrinės, politinės, ekonominės, ekologinės ir socialinės perspektyvos. Pagrindinis urbanistinio planavimo tikslas yra kurti tvarius miestus, kurie esamas ir suprojektuotas gyvenvietes darytų patraukliomis žmonėms gyventi (Nigel, 2007). Naujausiuose moksliniuose straipsniuose (Nam et al., 2011) didelis dėmesys skiriamas išmaniajam tvarių miestų formų planavimui, kaip integruotų tipologijų ir projektavimo koncepcijų rinkinio (tankio, kompaktiškumo, įvairovės, mišrios žemės naudojimo paskirties, tvaraus transporto ir ekologiško dizaino), kaip organizuoto, suderinto ir standartizuoto fiziniais susitarimais ir erdvine organizacija.

Tyrimai naudoja duomenų bazines, statistiką (Eurostatas, DIGCOP ir kt.) ir rodiklius, skirtus nustatyti miestų išmanumą ir skaitmeninimo lygį. Tokiu būdu sumanūs miestai yra suskirstomi pagal skirtingus miestų rodiklius (išmaniojo miesto ratas, Bilbao išmaniojo miesto tyrimas, išmaniojo miesto profilis, išmaniojo miesto protokolas ir t.t.) (Ahvenniemi et al., 2017; Klopp & Petretta, 2017). Vienos technologijos universitetas 2007 m. atliko tyrimą „Europos išmanieji miestai“, įvertindami ir palygindami pažangius ar potencialiai pažangius miesto profilius iš 77 vidutinių ir 81 didelių miestų Europos Sąjungoje. Mokslininkai išbandė stereotipų, susijusių su

miesto sumanumu skirtingais mastais, pagrįstumą. Neirotti, et al., (2014) publikavo išmaniųjų miestų klasifikaciją pagal miestų iniciatyvas. Straipsnyje buvo išskirti atskiri reikšmingi elementai, pvz., aplinkos, energetikos tinklų, mobilumo ir minkštų sričių, tokių kaip kultūra, ekonomika, švietimas ir e – valdžia. Tačiau visi atliekami tyrimai yra labai subjektyvūs, nes iki šiol mokslininkų tarpe nėra susitarta kokiais išmanumo ir tvarumo kriterijais ir kas yra vertinama ir kokiais duomenimis remiantis, tai vertinama.

Viena populiariausių mokslinių tyrimų kryptis, susijusi su miesto skaičiavimo teorija ir praktika, taikoma miestų planavime ir miestų IKT. Šios krypties tyrimuose nagrinėjami klausimai, susiję su miestų jutikliais, urbanistine informatika, didžiųjų duomenų analize, kontekstinio informavimo skaičiavimais, debesų kompiuterių infrastruktūra, duomenų apdorojimo platformomis, miestų modeliavimo metodais ir įžvalgos funkcijomis, duomenų bazių integracija, belaidžio ryšio technologijomis ir tinklais, sprendimų palaikymo sistemomis ir kt. Šios technologijos taikomos įvairioms miestų sritims (pvz., transportui, judumui, energetikai, aplinkosaugai, vandens tiekimui, atliekų planavimui, projektavimui, švietimui, sveikatos priežiūrai, saugumui, valdymui ir ekonomikai) siekiant efektyvumo ir geresnio valdymo (Angelidou, 2014; Batty, 2013a,b; Batty et al., 2012; Belanche et al., 2016). Ši mokslinių tyrimų kryptis, kuri vyrauja išmaniųjų miestų modeliuose, daugiausia dėmesio skiria technologijų pažangai ir pritaikymui, jų naudojimui efektyvumo ir valdymo tikslams.

Tyrimai, moksliniai darbai, publikacijos – svarus mokslinis indėlis, prisidėjęs prie analitinio darbo, tai bandymai ištirti daugybę galimybių, atsižvelgiant į naujausias ir būsimas IKT. ir Tai, kas sukuria naują miesto „ženklėlį“ arba esamą miestą atgaivina kaip išmanųjį; skatina miestą naudoti IKT ir kurti naujas miestų įžvalgos funkcijas, plėtoti miesto paslaugas, naudodamas šiuolaikines IKT, ir t.t.. Todėl ankstyvaisiais moksliniais tyrimais buvo siekiama suprasti, apibūdinti, klasifikuoti ar vertinti išmaniojo miesto reiškinį, pagrįstą šiuolaikinių IKT naudojimu, atsižvelgiant į daugybę miesto funkcijų, paslaugų ir dizainų. Nepaisant to, kad paskutiniai tyrimai buvo skirti analizuoti įvairius projektus, perspektyvas ir iniciatyvas, galimą jų poveikį miestui, tyrimuose ypatingas dėmesys buvo skiriamas konkrečioms technologijoms ir jų taikymui, tokioms, kaip didžiųjų duomenų analizei, miestų informatikai, aplinkos duomenų skaičiavimams ir debesų kompiuterijai, taip pat iššūkiams, susijusiam su išmaniųjų miestų rodiklių pasiekimu.

Kita mokslinių tyrimų kryptis yra susijusi su anksčiau aptartu išmaniųjų miestų tvarumu ir yra orientuota į esminių trūkumų identifikavimą. Vienas iš esminių aptariamų tyrimo klausimų yra tai, kad ne visos išmaniojo miesto apibrėžtys apima tvarios plėtros tikslus. Pasak Höjerio et al., (2015), esamos išmaniojo miesto sąvokos nėra tvarumo pagrindas, taip pat nenusako, kas yra tvari plėtra. Nors šios sąvokos apibrėžtis yra labai svarbi žinant, kokiais tikslais turėtų būti naudojamos išmaniosios IKT. Taip pat trūksta įvertinimo ar (ir koku mastu) pažangios IKT prisideda prie

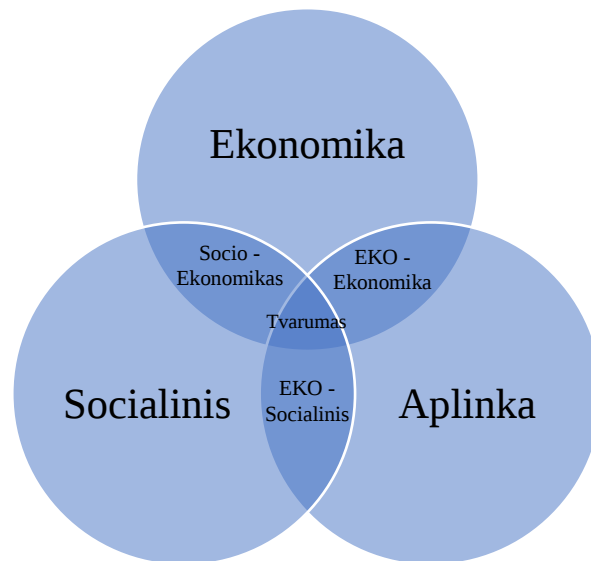
tvaraus vystymosi tikslų. Kaip pastebėjo Kramers et al., (2014), trūksta patvirtinimo, kaip išmaniojo miesto koncepcija ir intelektualieji sprendimai yra susiję su tvarumu, kokias sąsajas turi su aplinkosaugos problemomis ir sprendiniais. Atkreipdamas dėmesį į šiuos pastebėjimus, tyrinėjant išmaniojo miesto koncepciją per strateginio tvarumo perspektyvą, Colldahl et al., (2013) pastebi, kad nepaisant išmaniojo miesto koncepcijos, kuri yra reikšminga, leidžianti miestams tapti tvariais savo potencialo dėka, sprendžiant tam tikrus tvarumo iššūkius ir gerinant miestų sistemų efektyvumą. Tačiau novatoriška ir pažangumą orientuota miestų planavimo strategija yra susijusi su tvarumo trūkumais, kurie ne visuomet leidžia miestams vystytis tvarumo link. Mokslininkai identifikavo esminius žingsnius, kurių pagalba galima eliminuoti ar dalinai išspręsti šių trūkumų klausimus, juos sušvelninant, kad būtų lengviau susisteminti išmaniuosius miestus.

Kita tyrimų grupė atskleidė kad, miestai, siekiantys tapti išmaniaisiais, turi atkreipti dėmesį į vykdomas intelektines miestų iniciatyvas. Neseniai atliktame Ahvenniemi et al., (2017) tyrime buvo vertinta 16 išmaniųjų tvarios plėtros miestų sistema (8 miestai susiję su tvarumo principais ir 8 miestai susiję su išmanumo principais), siekianti išnagrinėti ir palyginti išmaniuosius miestus su tvariaisiais miestais, atsižvelgiant į bendrus ir skirtingus požybius. Tyrime miestai ir jų koncepcijos yra palyginamos atsižvelgiant į jų veiklos vertinimo sistemą, taikant 12 sričių veiksnus (aplinkosaugos, miesto vandentiekio ir atliekų tvarkymo sistemų, transporto, energetikos, ekonomikos, švietimo, kultūros, mokslo ir inovacijų, gerovės, sveikatos ir saugos sistemų, valdymo, piliečių įsitraukimo ir IKT) ir 3 veiksmų kategorijas (aplinkos, ekonominę – socialinę ir tvarumo), kuriose bendrai naudojami 958 rodikliai. Autoriaus teigimu didesnis dėmesys skiriamas šiuolaikinėms IKT ir tam, ką reiškia išmanumas pažangių miestų sistemose, atsižvelgiant į socialinius ir ekonominius rodiklius. Išsamesniems rezultatams nustatyti nepakanka aplinkosauginių rodiklių. Todėl peršasi išvada, kad išmanieji miestai turi tobulinti savo tvarumą, remdamiesi pažangiomis IKT, mažindami atotrūkį tarp išmaniųjų miestų ir tvarių miestų struktūrų. Tokiu būdu galima toliau plėtoti išmaniaisiais miestų sistemas ir iš naujo apibrėžti išmaniojo miesto koncepciją. Todėl tyrėjai teigia, kad protingo miesto veiklos vertinime turėtų būti naudojami poveikio rodikliai, pagal kuriuos būtų vertinamas išmaniųjų miestų indėlis į tvarumą, taigi ir į aplinkos, ekonominius ir socialinius tvarios plėtros tikslus. Kramers et al., (2014) teigia, kad išmaniojo ir tvaraus miesto koncepcija gali būti naudojama kaip priemonė pabrėžti iniciatyvas, kuriose išmanumas yra orientuotas į aplinkos tvarumo skatinimą. Kaip teigia Höjeris ir Wangelis (2015), išmanieji miestai tampa tvarūs, kai IKT yra naudojamos ilgalaikiam vystymui.

1.2.1. Tvarios plėtros charakteristikos

Tvarios plėtros miestų iššūkis yra sumažinti priklausomybę nuo ekosistemų funkcijų, dėl kurių išeikvojami gamtos ištekliai ir biologinė įvairovė, taip pat imamasi priemonių švelninti

klimato pokyčius ir prie jų prisitaikyti. Anot Kennedy et al., (2007), tvarus miestas gali būti tik tas, kurio materialinių ir energetinių išteklių turėjimas ir atliekų šalinimas neviršija supančios miesto aplinkos galimybių. Taip pat svarbu, kad miestai sumažintų gamtinių išteklių sunaudojimą ir atliekų susidarymo pėdsakus, taip pat pagerintų žemės naudojimo efektyvumą, kad poveikis aplinkai būtų sumažintas iki minimumo. Galiausiai, norint skatinti tvarų dinamišką žmonių ir jų aplinkos ryšį, turi būti taikomas integruotas požiūris į miesto valdymą, kuris išplečia ankstesnes miesto ribas ir supančią teritoriją, skatinant geresnę gyvenimo kokybę, ekologišką verslą, kuris palaiko ekonominę gerovę.



2 paveikslas. Venno schema, vaizduojanti tvarios plėtos charakteristikas. (autorės adaptuota pagal Tanguay, 2009)

Europos aplinkos agentūra (EAA) naudoja DPSIR sistemą (Gabrielsen & Bosch, 2003), aplinkos rodikliams struktūrizuoti ir klasifikuoti. Tačiau daugelio mokslininkų teigimu šis požiūris turi ribotumą, kai reikia pavaizduoti sudėtingą aplinkos, socialinių ir ekonominių bei valdymo veiksnių sąveiką. Todėl negalima teigti, kad tai tinkamai sukurta tvarumo charakteristikų bazinė struktūra (2 pav.).

Pateikta charakteristikų diagrama (6 lentelė), vaizduoja tvarumo aspektus ir jų tarpusavio integraciją. Šio modelio interpretacijos gali kisti pavaizduojant skirtingus charakteristikų elementus apskritimuose. Tačiau visa tai rodo, kad praktinis tvarumo įgyvendinimas gali įvykti tik tuo atveju, jei sutampa 3 pagrindiniai elementai.

6 lentelė. Tvarios plėtros charakteristikos (autorės adaptuota pagal Tanguay, 2009)

Charakteristikos	Aprašymas
Ekonomika	Inovacijos Kapitalo efektyvumas Nuoseklus pelningas augimas Rizikos valdymas Bendra akcininko grąža
Socialinis	Pagarba individui Lygios galimybės Įvairovė Informavimo programos Užimtumas žmogaus teisių srityje
Aplinka	Vandens ir žemės emisijos mažinimas Biologinės įvairovės valdymas CO ₂ emisija Nulinės atliekos (angl. <i>Zero waste</i>)
<i>Tvarumas</i>	Integruotas požiūris į socialinio ir ekonominio aplinkos (vidaus ir išorės) klausimus lemia ilgalaikį, tvarų pelno augimą.
<i>Socioekonomika</i>	Užimtumas Įgūdžių tobulinimas Lokalus ekonominis poveikis Socialinės investicijos Verslo etika Saugumas
<i>Ekosocialinis</i>	Sveikata ir saugumas Krizių valdymas Aplinkosauginis teisumas Globali klimato kaita
<i>Ekoekonomika</i>	Išteklų efektyvumas Energijos vartojimo efektyvumas Globalios energetikos problemos Gyvavimo ciklų valdymas

1.2.2. Tvarios plėtros vertinimo veiksniai

Miestų tvarumo veiksnių vertinimų sistemos, naudojamos miestų planavimo ir vystymo sprendimų priėmimui, siekia didinti tvarumo pažangą. Mokslinėje literatūroje gausu miesto tvarumo vertinimo sistemų. Viena iš pagrindinių vertinimo ir stebėsenos sistemų prasidėjo praėjusio amžiaus ankstyvojoje devintojo dešimtmečio pradžioje, tai – miesto monitoringas, siekiant stebėti miestų teritorijų tvarumą (Marsal – Llcuna et al., 2015). Keletas gyvenimo kokybės vertinimo rodiklių pasirodė 2000 metais (Mercer, 2014). Svarbu atkreipti dėmesį, kad rodiklių gausą lėmė daugialypės tvaraus vystymo interpretacijos ir įgyvendinimo būdai. Miestų tvarumo rodikliai buvo parengti aplinkosaugos konsultantų, tvaraus kapitalizmo, mokslinių tyrimų ir ekologiškų pilietiškumo organizacijų (Ahvenniemi et al., 2017). Todėl miestų tvarumo vertinimo priemonės parengtos ekspertų organizacijų buvo rengiamos pagal hierarchinį „iš viršaus į apačią“ (angl. *top to bottom*)

principą. Mokslininkai Bernardi (2013), Robinson ir Cole, (2015) pritaria piliečių, dalyvaujančių ir lokalizuoto požiūrio integravimui, tai patvirtina pagrindinę prielaidą, kad santykius tarp miestų, jų veiklos ir aplinkos reikėtų suprasti, kaip pasiektą norimą tvarumo lygį.

Siekiant užtikrinti Europos Sąjungos šalių darnią plėtrą ir mažinant žmonių poveikį aplinkai, Europos komisija kartu su valstybėmis narėmis įsipareigojo vykdyti tvaraus vystymo strategiją įtraukdama ją į 2030 m. darbotvarkę. Darbotvarkė yra mūsų bendras klestinčio pasaulio planas, nepaprastai svarbus ES vertybėms ir Europos ateičiai užtikrinant darnų tvarios plėtos tikslų vystymąsi. Sėkmingam 2030 m. Darbotvarkės ir 17 tvaraus vystymosi tikslų (SDG) įgyvendinimui reikalingas veiksmingas daugiašališkumas ir parama tarptautinėmis taisyklėmis grindžiamai tvarkai, kuri gina visuotines vertybes, skatina bendrąsias viešąsias gėrybes ir teikia naudą visiems.

Apžvelgiant mokslinę literatūrą matoma, kad nėra vieningos tvarios miestų plėtos veiksmų sistemos. Pateiktoje 7 lentelėje, pateiktos organizacijos ir jų veiksmų ir įrankių aprašymai, skirtingoms miestų situacijoms ir tikslams. Didžioji dalis veiksmų ir taikomų įrankių tinka Europos miestams, tačiau juose išskiriami veiksniai skiriasi, nesudarydami vieningos sistemos.

7 lentelė. Tvarios plėtos veiksniai ir įrankiai. (Bibri & Krogstie, 2017)

Įrankiai	Organizacijos
City Blueprint	Waternet Amsterdam; KWR Water Cycle Research Institute
EEA Urban Metabolism Framework	European Environment Agency
European Green Capital Award	European Commission
European Green City Tool	European Union
European Green City Index	Economist Intelligence Unit; Siemens
European Green Leaf Award	European Union
Global City Indicators Program	Global City Indicators Facility
Indicators for Sustainability	Sustainable Cities International
Reference Framework for Sustainable Cities (RFSC)	RFSC
STAR Community Rating System	Sustainability Tools for Assessing and Rating Communities (STAR)
Urban Audit Cities Statistics	Eurostat
Urban Ecosystem Europe – Informed Cities	International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI); Ambiente Italia
Urban Sustainability Indicators	European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

Tvarios plėtos gairių sistema (RFSC) yra universalus priemonių rinkinys, padedantis Europos miestams įgyvendinti Leipcigo tvarių Europos miestų chartijos tvarumo tikslus. Tai yra gairių sistema miestams skatinti darnų ir integruotą vystymąsi pagal strategijos „Europa 2020“ gaires ir tikslus (Van Dijken, Dorenbos & Kamphof, 2012). RFSC išskiria 16 pagrindinių veiksmų

ir virš 300 papildomų rodiklių, apimančių ekonomiką, visuomenę, aplinką ir valdymą (8 lentelė). Didelė gausa išskirtų papildomų rodiklių tiriant tvarių miestų vystymą užtikrina RFSC metodikos veiksmų patikimą. Ši priemonė išskiria veiksmus per socialinės, valdymo, socio – kultūrinės, ekonomikos, ir aplinkos dimensijos sektorius pabrėžia tvarų valdymą ir ekonominės veiklos svarbą.

8 lentelė. Tvarios plėtros veiksmų sąrašas. (autorės adaptuota pagal SCI ir RFSC) (app.rdsc.eu)

Veiksniai	Rodikliai
Erdvės (angl. <i>Spatial dimension</i>)	Tvarus miesto planavimas, vystymas ir žemės panaudojimas Erdvinio teisingumo užtikrinimas Teritorijos atsparumo užtikrinimas Saugoti ir skatinti architektūrinį, kultūrinį miesto paveldą Skatinti aukštą viešųjų erdvių ir gyvenamosios aplinkos kokybę ir funkcionalumą Plėtoti alternatyvų ir tvarų judumą
Valdymas	Užtikrinti integruotą teritorinę strategiją Skatinti darnų administravimą ir finansinį miesto valdymą Įdiegti vertinimo ir nuolatinio tobulinimo procesą Didinti piliečių dalyvavimą Stiprinti partnerystę ir valdymą Palengvinti ir stiprinti tinklų kūrimą
Ekonominis (angl. <i>Economic dimension</i>)	Skatinti ekologišką augimą ir žiedinę ekonomiką Skatinti inovacijas ir išmaniuosius miestus Užtikrinti ryšius (angl. <i>connectivity</i>) Plėtoti užimtumą ir atsparią vietos/lokalią ekonomiką Skatinti tvarią gamybą ir vartojimą Puoselėti bendradarbiavimą ir novatoriškas partnerystes
Aplinkos (angl. <i>Environmental dimension</i>)	Švelninti klimato pokyčius Saugoti, atkurti ir stiprinkite biologinę įvairovę ir ekosistemas Sumažinkite taršą Prisitaikyti prie klimato kitos pokyčių Tvariai tvarkyti natūralius gamtos išteklius ir mažinti atliekų emisiją Saugoti, tausoti ir valdyti vandens išteklius
Socialinė ir kultūrinė dimensija	Užtikrinti socialinę įtraukimą Užtikrinti socialinį ir kartų teisingumą Gyventojų aprūpinimas gyvenamuoju būstu Saugoti ir skatinti sveikatą bei gerovę Tobulinti integracinį švietimą ir mokymą Skatinti kultūrą ir laisvalaikio praleidimo galimybes

Išmaniųjų miestų tvarią plėtrą galima būtų apibūdinti kaip plėtrą, grįstą IKT, sprendžiant išmaniųjų miestų iššūkius, tausojančią, efektyviai ir atsakingai naudojant gamtinius ir energetinius išteklius, užtikrinant gamtą tausojančią plėtrą neviršijant supančios miesto aplinkos galimybių. Tačiau Leipzigo tvarių Europos miestų chartijos tvarumo tikslai ir gairės turi laisvės interpretavimui ir yra rekomendaciniai, nėra konkrečiai apibrėžti. Tačiau pagrindiniai veiksniai minimi gairėse ir

rekomendacijose ir kituose dokumentuose išskiria valdymo, aplinkos, ekonomikos, planavimo, socialinius ir kultūrinius veiksnius.

1.3. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros projektavimo veiksmų analizė

Nagrinėti išmaniojo miestų ir tvarios plėtros modeliai turi panašumo ir ženklių skirtumų, todėl stengiantis išsiaiškinti išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros modelių integralumą ir suderinamumą, apžvelgiami jų koncepcijų pagrindiniai pranašumai (9 lentelė). Pagrindinis koncepcijų sugretinimo tikslas yra apžvelgti jų savybes ir reikšmingumą išmaniųjų miestų tvarioje plėtroje ir valdyme. Tokiu būdu galima išvystyti modelį, kuris įveiksmintų tvarios miestų plėtros ir valdymo įrankius.

9 lentelė. Pagrindiniai išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros privalumai (Bibri & Krogstie, 2017)

Išmaniojo miesto privalumai	Tvarios plėtros privalumai
Pažangios į duomenis orientuotos programos, skirtos tvarių miestų formų tipologijų ir projektavimo koncepcijų tvaraus vystymosi link stiprinimui.	Teoriškai ir praktiškai pagrįstos strategijos (ISO) norint pasiekti reikiamą tvarumo lygį.
Sudėtingi duomenų vertinimo metodai, skirti pagrįsti tipologijų ir dizaino koncepcijų praktinį panaudojimą siekiant išmaniųjų tikslų.	Metodai ir gairės taikant tvarumo ir aplinkosaugos reikalavimus ir žinias miestų skirtingiems veiksniams.
Į duomenis orientuoti metodai, skirti palyginti skirtingus tvarios miesto formos modelius.	Tvarios plėtros strategijos, skirtos skatinti miestų infrastruktūrą pažangą ir naujoves, jų veikimą, valdymą, planavimą ir gamtos išteklių valdymą.
Veiksmingi skirtingo miestų mastelio veikimo efektyvumo ir miestų planavimo modeliai, būtinai miestų augimui, aplinkos, socialinių ir ekonominių poreikių pokyčiams.	Energijos vartojimo efektyvumo didinimo būdai, taršos ir atliekų mažinimas bei žmonių gyvenimo kokybės ir gerovės skatinimas.
Priemonės ir metodai dinamiškos tvarios miestų formos koncepcijos realizavimui, atsižvelgiant į urbanizacijos rezultatus.	Gerosios praktikos pavyzdžiai ir sėkmingas įgyvendinamas.
Sumanios struktūros, skirtos subalansuotos urbanistinės formos metabolizmo modeliui sustiprinti.	Tvarumo veiksniai ir matavimo rodikliai skirtingiems miesto lygmenims ir veiksniams
Išmaniosios programos, skirtos miestų sistemų integravimui ir tobulinimui, palengvinti miesto magistralių bendradarbiavimui tvarios miesto formos kontekste.	Skirtingo tankio, įvairovės, tvaraus transporto, ekologinio ir pasyviojo dizaino, saulės dizaino deriniai su skirtingu veiklos rezultatu ir tvarumo indėliu gairių integravimas.
Susieti tvarios miestų formos modelių tipologijas ir projektavimo koncepcijas, jų veikimui ir planavimui stebint, analizuojant, valdant, kontroliuojant ir optimizuojant.	Sėkminga ekologinės įvairovės praktika, išmaniosios technologijos, atsinaujinančios energijos šaltinių integravimo galimybės.

Tyrimas apie tvarios miestų formos modelių idėją, kaip tech – miesto inovacijų laboratoriją.	Atvira sistema tvariam ir efektyviam miesto metabolizmui.
Keli urbanistinio modelio simulavimai – įvairių miesto gyvenimo situacijų kūrimas ir apjungimas.	Atsinaujinanti energija, nulinės atliekos ir anglies dioksidą mažinančios technologijos ir gyvenamosios teritorijos.
Modeliavimo metodų įvairovė, miestų modeliavimo modelių kūrimas, siekiant formuoti ateities tvarius miesto formos modelius, remiantis įžvalgomis ir prognozavimo galimybėmis.	Aplinkos, socialinės, institucinės ir žemės ūkio politikos priemonės tvariam miesto valdymui.

Nagrinėjant išmaniųjų ir tvarių miestų charakteristikas ir veiksnius, pastebima, kad išmaniuosiuose miestuose yra IKT ir kitų skaitmeninių technologijų veiksmų, integruotų į miesto skaitmeninių technologijų tinklą. Išmanieji miestai integruoja skaitmenines technologijas į pagrindines miesto infrastruktūros sistemas, kad galėtų kurti išmaniuosius pastatus, transporto sistemas, mokyklas, įmones, viešąsias erdves ir viešąsias paslaugas, į kurias integruotų išmaniąsias miesto sistemas. Išmanieji miestai diegia intelektualias miestų sistemas, kad pasitarnautų socialiniam ir ekonominiam bei ekologiniam vystymuisi ir pagerintų gyvenimo kokybę bei spręstų socialinio nestabilumo miestuose priežastis. Tačiau matuojant išmanumą, tyrimuose nagrinėjami tiksliai kietieji (angl. *hard*) duomenys, kuriuos lengva surinkti ir pamatuoti išmaniosiomis technologijomis, duomenų, statistikos analize ar kitais kiekybiniais matavimo principais. Tuo tarpu didžioji dalis svarbių veiksmų miestuose yra minkštieji veiksniai (angl. *soft*) kuriuos yra žymiai sunkiai surinkti ir pamatuoti.

Priešingai – tvaraus vystymo modelyje didesnis dėmesys yra kreipiamas į minkštuosius (angl. *soft*) kokybinius veiksnius ir parametrus, kadangi tvarūs miestai pabrėžia dizaino koncepcijas ir principus bei pamiršta išmaniuosius sprendimus, o išmanieji miestai sutelkia dėmesį į modernias IKT ir efektyvius sprendimus ir nesvarsto projektavimo aspektą. Taip pat susiduriama su miestų dydžio (mastelio) iššūkiais, nes pagrindiniai tvarumo principai, skirti didiesiems miestams ir išmaniesiems tikslams, taip paliekant mažesnius miestus nuošalyje. Tvarios plėtros ir išmaniųjų miestų tikslai sunkiai suderinami dėl jų tarpusavio ryšių nebuvimo, todėl išmanieji miestai turi apimti tvaraus vystymo tikslus, o tvari plėtra turi įnešti indėlį į šiuos tikslus.

Dažnu atveju yra klaidingai suprantama sąsaja tarp išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros sąvokų, o tarp šių koncepcijų pastebimas silpnas ryšys (Bibri et al., 2017). Pagrindinis šių koncepcijų tarpusavio trūkumas yra vertinimo sistemų ir koncepcijų skirtumas, kur turi būtų įtraukti aplinkos rodikliai ir tvarių miestų teorinės konstrukcijos. Tai yra svarbus aspektas, kadangi išmaniosios technologijos naudojamos išmaniųjų miestų srityje, netaiko jokio indėlio į tvarumo aspektus, o tvarios miestų strategijos yra taikomos neatsižvelgiant į išmaniąsias technologijas.

Apibendrinant išmaniojo miesto ir tvarios plėtros veiksnius, ženkliai išsiskiria veiksmų ir rodiklių vertinimo standartizavimas. Tvarios plėtros rodikliai yra apibrėžti ISO standartu, tuo tarpu išmaniųjų miestų veiksniai ir rodikliai nėra standartizuoti. Pagrindinė jungiamoji grandis išmaniųjų miestų modelyje ir tvarios plėtros principuose yra IKT integravimas siekiant efektyvumo ir tvaraus vartojimo. Kitas svarbus aspektas, kuris pastebėtas, tai valdymo ir monitoringo įrankių nebuvimas tiek išmaniuosiuose miestuose ir tvarioje plėtroje. Pagrindiniu iššūkiu tampa sėkmingas koncepcijų įgyvendinimas ne tik technologiniu lygmeniu per skaitmenines sistemas, bet taip pat planavimo, vykdomojo ir fizinio lygmeniu miestų koncepcijose. Tai yra pagrindiniai iššūkiai ir trūkumai kuriant išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį.

1.4. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros koncepcinis modelis

Išmaniųjų miestų tvarios plėtros idėja neseniai buvo pasiūlyta kaip atsakas į ankstesnę kritiką miestų tvarumui ir išmanumui (Ahvenniemi et al., 2017; Bibri & Krogstie, 2017; Höjer & Wangel, 2015; ITU, 2016a). Ši nauja kylanti koncepcija apjungia miesto tvarią plėtrą ir išmaniuosius miestus, pabrėždama, lygiareikšmę abiejų aspektų svarbą. Ši nauja koncepcija gali būti atsakas į įvairiai vertinamą išmaniųjų miestų modelį, kuris ignoruoja tvarios plėtros principus, taip pat tradicinę tvarumo koncepciją, kuri bando patenkinti skaitmenizuotų miestų poreikius (Huovila et al., 2019). Pagal Lakamp (2017) išmaniesiems miestams reikia daug daugiau nei įdiegtų ryšių, jutiklių ar įrenginių, tačiau retai minimos esminės sritys, kuriose susiduriama su iššūkiais vystant skirtingus miestų modelius (3 pav.). Vienas iš pagrindinių išmaniųjų miestų vystymo iššūkių – urbanizacija, IKT integravimas, sistemų suderinamumas, duomenų dubliavimo išvengimas, atvirų duomenų integracija, interoperabilumas, kibernetinis saugumas ir kt. Vystantis ir augant miestams, didmiesčiuose auga žmonių koncentracija ir gyventojų skaičiaus, o kartu su jais gamyba ir paslaugos, daugiausia dėmesio skiriant ekonominei veiklai, generuojant vidutiniškai tris kartus didesnes pajamas nei tos pačios šalies kaimo vietovėse. Sparti urbanizacija skatina inovacijas, kurias lemia universitetų, tyrimų centrų ir R&D kompanijų veikla ir kt. Moksliniai tyrimai ir plėtra, mokslo inovacijos ir inžineriniai proveržiai daugiausia vyksta miestuose (Sacks, 2015). Didžioji dalis ekonominės veiklos rūšių vykdoma miestuose, tai sudaro apie 80% pasaulio BVP, tokiu būdu miestai sunaudoja apie du trečdalius viso pasaulio poreikio ir išmeta iki 70% viso šiltnamio efektą sukeliančių dujų. Didmiesčiuose pastatai sunaudoja maždaug 40 proc. viso pasaulio sunaudojamos energijos ir sukuria didelę viso pasaulio išmetamo CO₂ kiekį. Tuo tarpu ši sparčiai auganti urbanizacija paskatino socialinės nelygybės, nedarbo lygio ir socialinio nestabilumo augimą. Oro ir vandens tarša, transporto grūstys, smurtas ir nusikalstamumas miestuose yra kasdieniniai iššūkiai miesto vyriausybėms ir politikams.



3 paveikslas. Miestų vystymų sritys [sudaryta autorės remiantis Tanguay, 2009, Vanolo, 2014]

Anksčiau minėtos urbanizacijos tendencijomis ir iššūkiais, pagrindinis vietos valdžios, politikų, planuotojų ir miesto gyventojų klausimas yra, kaip tvariai vystyti miestus augant urbanizacijai, kurie būtų atsparūs stichinėms ir žmonių sukeltoms nelaimėms. Siekiant tvarumo mieste, galėtume išskirti pagrindinius elementus: tai planavimas, elektros, vandens, nuotekų, atliekų tvarkymo ir kitų komunalinių paslaugų teikimas, skaitmeninė ir transporto infrastruktūra, viešosios paslaugos, švietimas ir valdymas, kuriuos teisingai vystant ir valdant galima pasiekti tvarumo. Atsižvelgdama į pasaulinį globalizacijos mastą ir sparčios urbanizacijos poveikį, vietos valdžia negali išspręsti augančių miestų iššūkių. Jungtinių Tautų tvaraus vystymo darbo grupė išskyrė 17 darnaus vystymosi tikslų (SDG), o vieną iš jų paskyrė, kad pakeistų tūkstantmečio plėtros tikslus (MDG), kurie turėjo baigtis su 2015 m. urbanizacija. Tūkstantmečio plėtros tikslui skirtas SDG11 tikslas yra skirtas „padaryti miestus ir žmonių gyvenvietes teritorijas įtraukiančiomis, saugiomis, atspariomis ir tvariomis“ (UN OWG 2015). Tačiau šiam tikslui pasiekti vien tvarumo sprendinių nepakanka. Urbanizacijos ir tvarumo aptarti iššūkiai verčia pasaulio miestus tobulinti modelius, kurie būtų strategiškai grindžiami skaitmeninių technologijų naudojimu, tačiau tai priklauso nuo miesto konteksto, plėtros vizijos ir būdo, kuriuo skaitmeninės technologijos palaikys miestą.

Nepaisant pasirinkto miesto plėtros modelio, miestų planavimas turėtų apimti socialinės įtraukties, ekonominės plėtros ir aplinkos apsaugos aspektus, siekiant tvarumo pasitelkti skaitmenines technologijas. Sėkmingam įgyvendinimui ir teisingoms priemonėms miesto planavimui labai svarbu kitų miestų, šalių geroji praktika ir patirtis. Jungtinių Tautų organizacija (UNDESA 2014a) teigia, kad tvarių miestų vystymas – pagrindinis variklis siekiant darnaus

vystymosi tikslų (UN OWG 2015). Tačiau miestų vyriausybėms netikslinga siekti tik vieno iš tikslų, miestų vystymo požiūris į šių dienų miestų iššūkius ir problemas turėtų būti atviras ir visapusiškas, išnaudojantis skaitmenines galimybes ir siekti išmaniosios, tvaraus miesto vizijos.

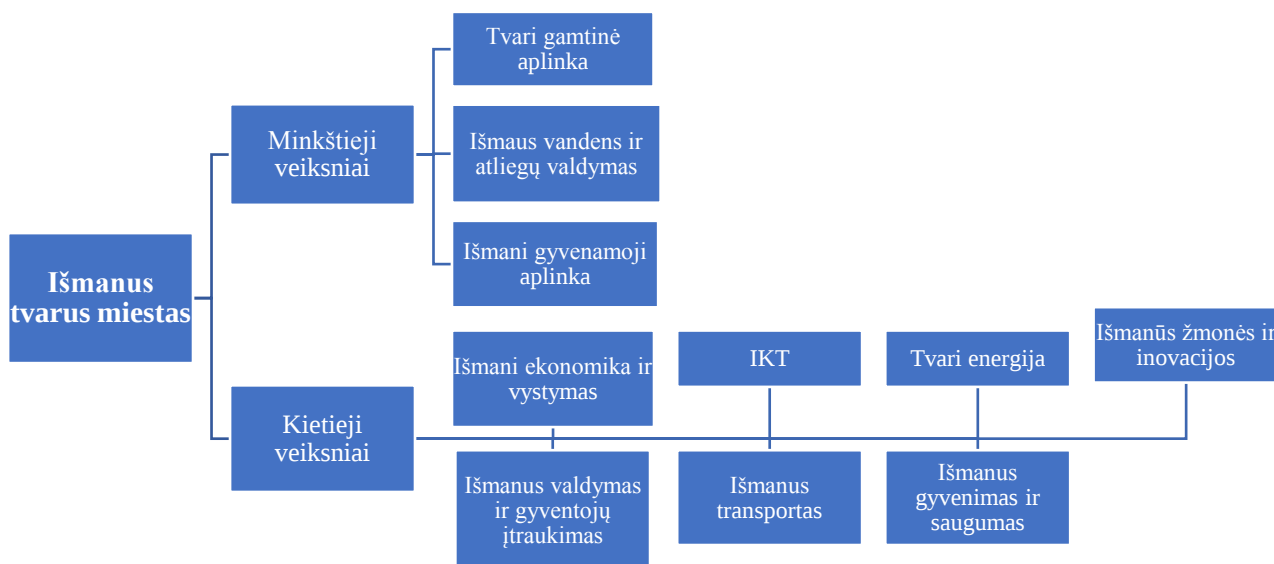
Apžvelgus ir sugretinus išmaniųjų ir tvarių miestų veiksnius pastebimi modelių trūkumai, o su jais ir visapusiško požiūrio stoka. Miestų modelių veiksniams didelę įtaką daro modelio charakteristikos, vystymo būdai, technologijos ir informacija. Todėl svarbu apžvelgti ne tik modelio pamatinius ar idėjinius veiksnius, bet ir neišvengiamus miestų vystymosi tendencijų sąlygotus ateities veiksnius.

Išmani ekonomika ir vystymas. Išmaniųjų miestų modelio pagrindas pagrindinis modelio pamatas yra institucinė, fizinė, socialinė ir ekonominė infrastruktūra (Silva et al., 2018, Hajduk, 2016,). Kaip ir kiekviename modelyje ekonomikos veiksnys yra neišvengiamas, tačiau skirtingai nuo išmaniojo miesto, išmanios ekonomikos, tvarių miestų modelyje susiduriame su tvarios ekonomikos veiksniais. Ekonomikos veiksnio papildyti rodikliai, tokie kaip inovacijos, novatoriška partnerystė, užimtumas ir ekologiškas augimas, žiedinė ekonomika, praturtintų išmanios ekonomikos ir tvaraus vystymo veiksnį.

Išmanus valdymas ir gyventojų įtraukimo veiksnio pagrindinis skirtumas tarp dviejų miesto modelių yra skaitmeninių technologijų integravimas į miestų valdymą ir gyventojų įtraukimą (Grifinger et al., 2007). Išmanus valdymas gali būti papildytas atsižvelgus į tvarumo principus ir papildžius veiksnį integruota teritorijos strategija, partnerystės ir valdymo stiprinimu, novatorišku viešųjų pirkimų procesu, taip pat įdiegtus stebėsenos ir tobulinimo procesą. Skirtinga situacija įžvelgiama su IKT veiksnium, kuris išmaniųjų miestų modelyje yra integruojamas kartu su išmaniuoju transportu ir mobilumu. Priešingai, tvarių miestų modelyje išmanumo ir skaitmeninių technologijų veiksniai yra ignoruojami, limituojant modelį ir atspindint jo ribotumą. IKT veiksnys yra svarbus, jis nuolat kinta dėl jam daromos technologijų įtakos, naujos mados, keliamų reikalavimų, kuriamų programų ir jų pritaikymo, taip pat visuomenės vertinimo. Išskiriant ir išgryninant technologinį IKT veiksnį išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelyje, reikalingas gilesnis ištirtumas nustatant vis augančią ir nuolat kintančią jo reikšmę miestų modeliuose. *Išmaniojo tvaraus transporto* veiksnys, atskyrus nuo IKT veiksnio, reikalauja didesnio ištirtumo dėl technologijų tiesioginės įtakos ir didėjančios reikšmės. Tiriant išmaniojo transporto veiksnį, nauji rodikliai, tokie kaip nemotorizuoto transporto panaudojimas, eismo ir kelionių trukmės ir neefektyvumo indeksas, žemės ir oro transporto storių ir srautų kiekis, automobilių ir dviračių transporto priemonių dalijimosi sistemos, kelionių dalinimosi, švarių – elektrinių automobilių naudojimas mieste, savaeigio transporto panaudojimas ir išmaniojo transporto ir transporto sistemų valdymas.

Tvarios energijos veiksnys nėra išskirtas nei viename iš modelių nesuteikiant tam didelės reikšmės (SCI ir RFSC) (app.rdsc.eu). Tačiau šis veiksnys tampa vis svarbesnis miestų vystyme siekiant miestų ir šalių autonomiškumo ir efektyvaus išteklių naudojimo. Tobulėjant technologijoms ir mokslui, galima vystyti miesto modelius, kurie naudos saulės, vėjo, hidro, termo, biokuro ir koheneracinę energiją, kurią gali pagaminti tiek individualūs namų ūkiai, tiek didelės jėgainės. Šis veiksnys kartu su gamtinių išteklių veiksmu yra svarbūs ir tarpusavyje susiję, o jų valdymas siejamas su IKT veiksmu.

Išmanaus gyvenimo ir saugumo veiksnys skirtinguose koncepcijose (Tanguay, 2009) aprašomas kaip gyvenimo kokybės ar socio – kultūrinės dimensijos veiksnys, kuriame dėmesys skiriamas socialiniam ir kultūriniam aspektams bei sveikai gyvensenai. Tačiau šie aspektai skirtinguose modeliuose priklausimai nuo jų koncepcijos yra traktuojami ir matuojami skirtingai. Išmanus gyvenimas yra neatsiejamas nuo saugumo ir sveikos gyvensenos, tačiau nėra atkreipiamas dėmesys į aplinką, kokia ji, kokioje aplinkoje užauga ir gyvena sveikas žmogus. Todėl veiksnio rodiklius reikėtų praplėsti ir giliau ištirti nagrinėjant sveikai gyvensenai skirtų įstaigų, įrenginių, aikštelių ar parkų, jų saugumo, ir visuomenės informavimo apie sveikatai ir gyvybei svarbius pavojus sistemas. *Išmanūs žmonės ir inovacijos*, šis veiksnys dažnai maišomas su socialiais aspektais, kurie yra glaudžiai susiję su šiuo veiksmu. Tačiau daugumoje koncepcijų šis veiksnys nagrinėja išmanios visuomenės švietimą, kultūrą, mokslą, inovacijas ir įtraukimą.



4 paveikslas. Išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksniai [sudaryta autorės]

Nagrinėjant gamtinės aplinkos veiksnį skirtingose koncepcijose (Bibri et al., 2017, Tanguay, 2009, Griffinger et al., 2007) matome skirtingą ištirtumo lygį. Todėl *gamtinės aplinkos* (angl.

environmental) veiksnį dėl meno ištirtumo, veiksnio kompleksiskumo ir aspektų stokos, veiksnys išskiriamas į *tvarios gamtinės aplinkos, išmanaus vandens ir atliekų valdymo*, bei *išmanios gyvenamosios aplinkos* veiksnius. Šie išskirti veiksniai tiek išmaniųjų, tiek tvarių miestų modeliuose nėra ištirti arba mažai tirti identifikuojant minimalius rodiklius. Todėl šių veiksmų išskyrimas ir jų rodiklių išgryninimas pasitarnaus išmaniojo miesto tvarios plėtros modelio kūrimo, nuosekliai užpildant nagrinėtų modelių veiksmų persidengimus ir spragas.

Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modeliui autorė išskiria 10 pagrindinių veiksmų – tai tvari gamtinė aplinka, išmanus vandens ir atliekų valdymas, išmani gyvenamoji aplinka, išmani ekonomika ir vystymas, išmanus valdymas ir gyventojų įtraukimas, IKT, išmanusis transportas, tvari energija, išmanus gyvenimas ir saugumas, išmanūs žmonės ir inovacijos, užtikrinantys tvarų išmaniųjų miestų vystymą (4 pav.).

10 lentelėje pateikti išskirti 10 pagrindinių veiksmų rodikliai, atspindintys Jungtinių tautų ir Europos komisijos tvarios plėtros prioritetus ir tikslus vystant išmaniojo miesto tvarios plėtros modelį.

10 lentelė. Išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksmų rodikliai. (adaptuota autorės, pagal Giffinger et al., 2007, SCI ir RFSC) (app.rdsc.eu)

Veiksniai	Rodikliai
<i>Kietieji veiksniai</i>	
Išmani ekonomika ir vystymas (angl. <i>Smart Economy and development</i>)	Inovacijų indeksas Verslumas Ekonominis įvaizdis ir prekių ženklai Tvarią gamybą ir vartojimą Darbo rinka ir jos lankstumas Tarptautinė integracija ir novatoriškas partnerystė Užimtumą ir atspari vietos ekonomiką Ryšius užtikrinimas (angl. <i>connectivity</i>) Ekologišką augimą ir žiedinę ekonomiką
Išmanus valdymas ir gyventojų įtraukimas (angl. <i>smart governance and citizen engagement</i>)	Dalyvavimas visuomenės gyvenime ir politinis sąmoningumas Viešosios ir socialinės paslaugos Efektyvus, skaidrus administravimas ir valdymą Integruota teritorinę strategiją Partnerystė ir valdymas Tinklų kūrimas Vertinimo ir nuolatinio tobulinimo procesą Novatoriški ir atsakingi viešieji pirkimai
IKT (angl. <i>ICT, time and convenience</i>)	Tarptautinis prieinamumas IKT infrastruktūros prieinamumas IKT integravimas, skaitmeninimas miestuose IKT ryšiai Išmaniųjų įrenginių naudojimas

	Internetinių paslaugų kokybė Bevielio „Wi-Fi“ interneto prieigos globalus taškų skaičius „Realiu laiku“ duomenų prieinamumas (angl. <i>real-time data</i>) Skaitmeninių finansinių, sveikatos, soc. ir kt. paslaugos
Išmanusis transportas (angl. <i>smart transport</i>)	Transporto sistemos tvarumas Transporto sistemų pasiekiamumas Alternatyvios ir tvaraus judumo sistema Transporto efektyvumas ir valdymas. Eismo indeksas. Miestų infrastruktūros monitoringas ir valdymas Miesto gatvių šviesų valdymas Švarus ir nemotorinis transportas Neefektyvumo indeksas – transporto priemonių neefektyvumo įvertinimas. Kelių eismo įvykių skaičius. Metro stočių skaičius mieste. Traukinio stočių skaičius mieste. Skrydžiai – atvykimo ir išvykimo į miestą skaičius (oro maršrutai). Dviračių/paspirtukų dalijimosi sistema. Automobilių dalijimosi sistema. Privataus transporto automobilių skaičius. Elektrinių automobilių skaičius. Savaeigio transporto skaičius.
Tvari energija (angl. <i>sustainable energy</i>)	Atsinaujanti energija miestuose Atsinaujinančia energija naudojančių namų ūkių skaičius Namų ūkiai gaminantys atsinaujinančią energiją Įmonės gaminančios atsinaujinančią energiją Energijos efektyvumas ir valdymas
Išmanus gyvenimas ir saugumas (angl. <i>smart living and safety</i>)	Sveikatos sąlygos Sveikatą bei gerovę skatinimas Gyventojų aprūpinimas gyvenamuoju būstu Ekonominė gerovė ir socialinė sanglauda Sveikatos ir medicinos įstaigos Sveikatinimo ir sporto įstaigos Atviri sporto įrenginiai ir aikštelės Saugumo indeksas Saugios aplinkos indeksas Išgelbėtos gyvybės Nusikaltimo indeksas Reagavimas į avarijas ir jų grėsmes
Išmanūs žmonės ir inovacijos (angl. <i>smart people and innovations</i>)	Kultūros objektai Religiniai objektai Turizmo patrauklumas Kūrybingumo skatinimas Švietimo objektai Kvalifikacijos ir išsilavinimo lygis Mokymasis visą gyvenimą Integracinio švietimo ir mokymo tobulinimas 21 amžiaus švietimas Etninė įvairovė Atviras mąstymas

	Užtikrinti socialinę įtraukimą Užtikrinti socialinį ir kartų teisingumą Migrantų ir pabėgėlių įtraukimas į miestus Skurdo lygis ir jo mažinimas miestuose
<i>Minkštieji veiksniai</i>	
Tvari gamtinė aplinka (angl. <i>sustainable natural environment</i>)	Prisitaikyti prie klimato kitos pokyčių Oro kokybė (be taršos) Ekologinis sąmoningumas Tvarus išteklių valdymas Klimato pokyčių švelninimas Gamtinės aplinkos monitoringas ir apsauga
Išmaus vandens ir atliekų valdymas (angl. <i>smart water and waste management</i>)	Saugoti ir valdyti vandens išteklius Atliekų rūšiavimo indeksas Namų ūkiu rūšiuojančių atliekas indeksas Perdirbamų atliekų indeksas Perdirbamų atliekų sunaudojamų atsinaujinančiai energijai indeksas Vandens kokybės telkiniuose gerinimo rodiklis SUDS sistemos įdiegimas miestuose Vandens ir šiukšlių atliekų valdymas
Išmani gyvenamoji aplinka (angl. <i>smart built environment</i>)	Tvarus miesto planavimas, vystymas ir žemės panaudojimą Miesto architektūrinio ir kultūrinio paveldo apsauga Viešųjų erdvių ir gyvenamosios aplinkos kokybė ir funkcionalumas Strateginis planavimas ir projektavimo efektyvumas Urbanizacijos lygis miestuose Gyventojų, turinčių prieigą prie sanitarinių paslaugų Gyventojų prieiga prie vandens tiekimo Planavimo sistemos skaitmeninimas Tvarių projektų skaičius (BREAM sertifikavimas) Žalių/išmaniųjų statinių/projektų skaičius (BREAM sertifikavimas) A/A+ klasės namai naudojantys atsinaujinančią energiją BIM projektų integravimas į miesto skaitmeninį planavimą CIM miestų skaitmeninio planavimo integravimas

Išskirti išmaniųjų miestų tvarios plėtros kietieji ir minkštieji veiksniai, atskleidžia kurie rodikliai yra lengviau pamatuojami, o jų duomenys lengvai valdomi. Šie veiksmų skirtumai atsiranda dėl technologijų panaudojimo ir gautos informacijos - duomenų skaitmeninimo. Tačiau pagrindinį spraga įžvelgiama technologijų raidos spartume, jų taikyme miestų infrastruktūroje ir skirtingu koncepcijų veiksmų ir rodiklių reglamentavime.

1.5. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros priemonių nustatymas

Nagrinėtų išmaniųjų ir tvarių miestų tyrimais, išskirtos keturios išmaniųjų miestų valdymo koncepcijos – tai *išmaniojo miesto valdžia, protingas sprendimų priėmimas, išmanus administravimas ir išmanus miesto bendradarbiavimas*. Šios išmaniojo miesto valdymo koncepcijos atskleidžia valdžios vaidmenį šiuolaikinėje išmaniojo visuomenėje (Osborne, 2006; Torfing et al.,

2012). Ši koncepcija skiriasi nuo esamų miestų valdymo koncepcijų atspindint poreikį pertvarkyti valdymą, kad miestai būtų išmanesni. Konservatyvios koncepcijos rodo, kad esamos institucinės struktūros gali leisti vystyti išmaniųjų miestą, tuo tarpu radikalesnės koncepcijos rodo, kad norint vystyti išmanų miestą reikia pertvarkyti pačią institucinę struktūrą.

Pirma išmanaus valdymo koncepcija rodo, kad nebūtinas valdžios struktūros ir procesų pertvarkymas, nes išmanus valdymas – teisingų politinių sprendimų priėmimas ir efektyvus bei veiksmingas įgyvendinimas. Anot Batty et al., (2012), išmanus valdymas yra tik principas, susijęs su miesto valdymu, kai miestas save laiko protingu. Alkandari et al., (2012) nurodo, kad valstybė turi patvirtinti išmaniojo miesto plėtrą ir turi nustatyti prioritetus vystymo sritims. Tačiau Namo (2012) teigia, kad išmanus valdymas yra protingo miesto iniciatyvų skatinimas.

Antra išmanaus valdymo koncepcija pabrėžia išmanių sprendimų priėmimo procesų poreikį ir šių sprendimų įgyvendinimą. UNESCAP (2007) teigia, kad išmanus valdymas yra „sprendimų priėmimo procesas, kuriuo sprendimai įgyvendinami, o sprendimų priėmimas gali tapti išmaniu naudojant IKT“ Walravensas (2012). IKT naudojamos vyriausybės racionalumui sustiprinti, naudojant išsamią ir lengvai prieinamą informaciją sprendimų priėmimo procesams ir jų įgyvendinime.

Trečia koncepcija – išmanus valdymas yra administravimas. Pasak Gil – Garcia (2012) „išmani valstybė“ yra nauja el., valdymo forma, naudojant informacines technologijas, integruojant informaciją, procesus, institucijas ir fizinę infrastruktūrą piliečių ir bendruomenės poreikiams. Išmaniam valdymui reikia pertvarkyti vidaus organizaciją, kur administracija turi būti novatoriška, kad galėtų patenkinti diferencijuotos politikos reikalavimus (Caragliu & Del Bo, 2012). Batty et al. (2012) teigia, kad „sumanus valdymas yra daug stipresnė išmanumo funkcija koordinuojant daugelį skirtingų išmaniųjų miestų sudarančių komponentų, tai – struktūra, apjungianti tradicinės valdžios ir verslo funkcijas.

Ketvirta koncepcija – išmanus valdymas, išmanusis miesto dalyvių bendradarbiavimas mieste. Ši koncepcija grindžiama bendradarbiavimu tarp valdžios ir bendruomenių, padedant skatinti ekonomikos augimą, orientuojantis į bendruomenės ir gyventojus. Tapscotto (1999) teigia, kad išmanus valdymas yra valdymo modelis, kai naujosios technologijos palengvina ryšį. Vyrauja įsitikinimas, kad norint pertvarkyti miestus yra pageidautina ir reikalinga valdymo pertvarka ieškant geresnių būdų pagrindinėms valdymo funkcijoms. Norint suprasti išmaniojo miesto valdymo principą – svarbu suvokti, kad išmanusis miesto valdymas gali būti vertinamas pagal skalę nuo institucinio išsaugojimo (tradicinio miesto valdymo) iki institucinio pertvarkymo (išmaniojo miesto valdymo).

Siekdamas išspręsti valdymo iššūkius, Deakinaso (2013, 2014) siūlo „trigubos spiralės modelio“ metodą, grindžiamą – viešojo, privačiojo sektoriaus ir akademinės bendruomenės

partnerystė, siekiant įveikti valdymo ir plėtros apribojimus. Be to, Bolivaro (2018) analizuojanti visuomenės vertybės (angl. *public value*) kūrimą išmaniuosiuose miestuose nustatė, kad visuomenės vertybės kūrimas pranoksta jų tradicinių institucijų gebėjimus, galimybes ir pasiekimus bei jų klasikinius valdymo procesus, todėl reikia naujų ir novatoriškų valdymo formų. Tokiu būdu kuriant viešąją vertę išmaniųjų miestų kontekste grindžiamas sumanus bendradarbiavimas miestuose, kuris skatina naudoti naujas technologijas aktyvesniam valdymo modeliui (Yigitcanlar et al., 2018).

Išmaniųjų miestų tvaraus valdymo priemonės priklauso nuo pasirinktos valdymo koncepcijos ir išmaniojo miesto valdymo veiksnio matuojamų rodiklių. Miestų valdymas apima daugelį sričių, kurių veiksnumas matuojamas veiklos, efektyvumo ar kitais nustatytais rodikliais, kad būtų galima įvertinti, kiek jie gali pagerinti gyvenimo kokybę ir tvarumą. Tačiau veiklos įvertinimo rodikliams dažnai trūksta standartizacijos, nuoseklumo ar palyginamumo skirtinguose miestuose. Tokiu tikslu kuriama visą apimanti integruota darnaus vystymosi ir atsparumo strategija, remiantis ISO / TC 268 tvarių miestų ir bendruomenių standartas.

ISO 37120 kuria standartą, kuris nustato veiklos vertinimo rodiklių rinkinį, kuriame išgryninamas požiūris į tai, kas matuojama ir kaip tą matavimą reikia atlikti. Tarptautinė telekomunikacijų sąjunga nenurodė pagrindinių išmaniųjų tvarių miestų veiklos rodiklių standarte ISO / TR 37150, tokių kaip reagavimas ir ekstremalios situacijos, sveikatos apsauga, švietimas, sauga, transportas, energija (gyv., elektros paslaugos, procentais), vandeniui (gyv., vandens tiekimo paslaugos procentas), socialinė lygybė, technologijos ir inovacijos, CO₂ lygis ir mažinimo strategijos bei pastatai ir t.t.

Norint palyginti išmaniųjų miestų valdymo priemonių efektyvumą, tinka tam tikras etalonų nustatymo metodas. 2014 m. tokiame palyginime buvo pasiūlyti įvairūs lyginamosios analizės metodai. Įvairios organizacijos ir akademinės institucijos dirbo kurdamos išmaniųjų miestų modelius. Anksčiau minėta IEC naudojo tris tvarumo aspektais (ramsčiais) – ekonominiu, socialiniu ir aplinkosauginiu – kurdama išmatuodama išmaniųjų miestų indeksą, o IBM savo išmaniųjų miestų modelyje derina prietaisus, sujungimą ir intelektą. Tačiau išmaniųjų miestų tvarumo valdymas ir jo priemonės – kur kas sudėtingesnis procesas, kurį galima būtų suskirstyti į kelis lygmenis, kurie siejasi su ketvirta miestų valdymo koncepcija. Valdant miestą skirtingais lygmenimis, jie valdomi per mieste veikiančius subjektus, jų veiklos efektyvumą tvaraus valdymo priemonių rodikliais (11 lentelė). Todėl administraciniu lygmeniu svarbu užtikrinti jų veikimą ir atskirų subjektų tarpusavio sąveiką.

11 Lentelė. Išmaniojo miesto lygmenys ir subjektai (Borsboom – van Beurden, 2018b)

Lygmenys	Subjektai
Vietinė (lokal) valdžia	Miesto administracija ir darbuotojai
Strateginiai sąjungininkai, bendri iniciatoriai	Pastatų, žemės ir infrastruktūros savininkams Nekilnojamojo turto vystytojas Vietos bendruomenės iniciatyvos Vietinis verslas Energetikos tinklų operatoriai Transporto operatoriai Piliečiai, nuomininkai, galutiniai vartotojai
Įgalintojai / veikėjai	Techninių sprendimų tiekėjai Statybų pramonė Energijos tiekėjai Kitos vietos valdžios institucijos Regionų valdžia Nacionalinės valdžios institucijos Universitetai, žinių institutai, Komunalinės paslaugos Investuotojų privatus kapitalas Bankai, finansinės institucijos Turto ir infrastruktūros valdymas Nevyriausybinių organizacijų Konsultantai, inžinieriai Architektai, planuotojai

Universitetai ir tyrimų institutai gali būti labai svarbūs miestų partneriai, naujų išmaniųjų miestų katalizatoriai, panaudojant mokslinių tyrimų finansavimą, norint iširti, išbandyti specifinius metodus ar technologijas ar eksperimentuoti gyvosiose laboratorijose nepateikiant konkrečių sprendimų, tiek metodinių ir technologinių apžvalgą išmaniųjų miestų srityje. Apžvalgos pagrindu galima kurti ir išbandyti naujas technologijas ir metodus, taip prisidedant prie novatoriškos vietos ekonomikos ir valdymo kūrimo. Universitetai ir tyrimų institutai gali sukurti naudingas duomenų bazines, kiekybinius modelius, skirtus išmaniųjų miesto sprendimų stebėsenai ir poveikio vertinimui. Universitetai ir mokslinių tyrimų bei technologijų organizacijos yra vieni iš daugelio išmaniųjų miestų tvarumo veiksmų subjektų, pagrindiniai žinių įvertinimo dalyviai. Norint išnaudoti universitetų ir tyrimų institutų mokslinių tyrimų ir kitų suinteresuotųjų šalių ir partnerių potencialą išmaniųjų miestų tvaram valdymui, reikia nustatyti naujus bendradarbiavimo būdus ir sukurti tinkamas prielaidas, mokymosi aplinką, kuri padėtų sukurti daugiau struktūrų, veiklos ir verslo modelių kuriant efektyvų ir tvarų išmaniųjų miestų valdymo modelį, grįstą Europos komisijos miestų vystymosi bei jų pažangiai raidai išskirtais 13-ai prioritetų (European Commission, 2019).

1.6. Pirmojo skyriaus išvados

Atlikta mokslinės literatūros analizė leido detalai išnagrinėti išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros koncepcijas, modelius, taip pat jų veiksmus ir rodiklius, kurie lemia išmanumą ir tvarumą.

Tačiau pagrindiniai iššūkiai kyla dėl išmanumo sąvokos, veiksnių ir rodiklių neapibrėžtumo, taip pat tvarumo rodiklių ir gairių lankstumo. Apibendrinant atliktą mokslinės literatūros analizę, pateikiamos šios išvados:

1. Atlikta išsami mokslinės literatūros analizė leido detalai apžvelgti vyraujančią išmaniojo miesto apibrėžties gausą įvairiose mokslo srityse ir detalai išanalizuoti išmaniojo miesto modelį, nustatyti, jo charakteristikas, veiksnius ir rodiklius. Nepaisant išmaniųjų miestų sąvokų gausos, visi mokslininkai sutinka, kad tai – miestas, kuris investuoja į gyventojų išmanumą ir naudoja išmaniąsias technologijas, IKT infrastruktūrą miesto socialiniam ir ekonominiam augimui. Tad galima drąsiai teigti, kad pagrindinis išmaniųjų miestų variklis yra IKT ir kitos išmaniosios technologijos. Tačiau miestų išmanumo rodikliui nustatyti nėra sutartų vieningų rodiklių, kurie neleidžia objektyviai pamatuoti miestų išmanumo indekso.
2. Tvarios plėtros charakteristikos ir gairės plačiai aprašyti Europos sąjungos direktyvose ir Europos sąjungos šalių tvarios plėtros nuostatose, reglamentuoti ISO tvarios plėtros standartu. Tačiau tvarumo veiksniai ir rodikliai matuojami naudojant už tvarumą atsakingų agentūrų ir valstybinių įstaigų pateiktus statistinius duomenis ir kitą informaciją, kurios pateiktus duomenys jau būna seni. Todėl galima teigti, kad sunku pamatuoti jų tikrąjį efektyvumą ir veiksmingumą, kadangi duomenys nėra grindžiami IKT ir kitomis technologijomis.
3. Atlikta literatūros analizė leido sugretinti išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros koncepcijas, apžvelgiant jų privalumus ir trūkumus (Tanguay, 2009, Vanolo, 2014). Nustatyti esminiai skirtumai koncepcijų veiksnių ir rodiklių reglamentavime, kai išmanumo veiksniai neturi rodiklių apibrėžtumo ir nėra sutarta dėl jų rodiklių, o skirtingi tyrimai atspindi skirtingus duomenis pagal pasirinktų rodiklių vertinimą. Priešinga situacija yra tvarios plėtros modelyje, kur veiksniai ir rodikliai yra reglamentuoti. Tačiau pastebima, kad išmaniosios plėtros rodikliai naudoja „kietuosius“ veiksnius grįstus IKT, kuriuos yra lengviau paskaičiuoti, nei tvarios plėtros matuojamus „minkštuosius“ duomenis. Esminiai modelių trūkumai yra tokie, kad išmanieji miestai nenaudoja ir nematuoja minkštųjų duomenų, o tvarios plėtros modelyje išvelgiama nepakankamos IKT ir kitų išmaniųjų technologijų integravimo stoka.
4. Atlikta išmaniojo miesto ir tvarios plėtros koncepcijų analizė leido nustatyti pagrindinius jų trūkumus. Identifikuoti pagrindiniai išmaniojo miesto ir tvarios plėtros koncepcijų trūkumai yra šie: IM tyrimuose nagrinėjami tik kietieji (angl. *hard*) veiksniai; TP nagrinėjami minkštieji (angl. *soft*) veiksniai; dėmesys sutelkiamas į modernias IKT sprendimus nesvarstant projektavimo aspektų; miestų dydžio (mastelio) iššūkiai; skirtingi koncepcijų

tikslai. Tai leidžia daryti išvadą, kad koncepcijos yra sunkiai integralios dėl skirtingų technologijų ir veiksmų naudojimo, kurie nėra tinkami ir konkretūs. Tačiau nepaisant koncepcijų trūkumų šie skirtingi modeliai integruoti į vieną ir praturtinti naujais veiksniais bei IKT galimybėmis sukurtų naują veiksmingą modelį.

5. Remiantis atlikta išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros koncepcijų analize bei nustatyta koncepcijų veiksmų ir rodiklių panašumo ir skirtumų problematika, parengtas išmaniųjų miestų tvarios plėtros koncepcinis modelis, kuris susideda iš kietųjų ir minkštųjų veiksmų, bei papildytas naujais tvarios plėtros rodikliais.

2. TVARIOS PLĖTROS PROJEKTAVIMO IŠMANIUOSIUOSE MIESTUOSE TYRIMAS

2.1. Tyrimo metodika

Išmaniuosius miestus formuojančios charakteristikos grindžiamos veiksnių pusiausvyra, kaip išmani gamtinė aplinka, išmanus valdymas, išmanūs gyventojai, IKT, išmani ekonomika ir vystymas ir t.t. (Bibri, 2018) Šie pagrindiniai veiksniai sąveikauja tarpusavyje, kad būtų galima pasinaudoti technologijų suteiktomis galimybėmis, kurios padeda vystyti išmanų tvarų miestą. Remiantis atlikta literatūros analize, ir išnagrinėtais išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros koncepcija, charakteristika ir veiksniais, galima teigti, kad sudarytame koncepciniame išmaniųjų miestų tvarios plėtros koncepcijoje trūksta žinių apie tvarumo veiksnius ir jų ištirtumo, kuris leistų efektyviau ir tiksliau įvertinti miestų tvarios plėtros ir vystymo tikslų ir prioritetų atitikimą, taip pat kokiomis priemonėmis būtų galima pagerinti vystymo kokybę. Siekiant gauti papildomų žinių buvo atliktas kompleksinis tyrimas, apimantis kelių pasirinktų tyrimų metodų taikymą. Darbe tyrimo metodai įvardijami skirtingais būdais, kurie naudojami moksliniuose tyrimuose rezultatams gauti, remiantis Saat (1980, 1985) analitinės hierarchijos proceso (AHP) metodika.

Tyrimo metodų pasirinkimas. Tyrimui atlikti buvo pasirinkti metodai, tai: statistinių duomenų analizė, ekspertų apklausos metodas, multikriterinis tyrimo vertinimas. Tyrimui atlikti pasirinkti metodai sudaro galimybę išaiškinti, kurie veiksniai, tokie kaip išmanioji ekonomika ar išmanūs žmonės ir inovacijos, yra ne mažiau svarbūs nustatant jo reikšmę. Tyrime naudotas analizės hierarchijos procesas (AHP) norint priskirti kriterijų reikšmes, nustatant pagrindinių veiksnių svarbą ir reikšmę išmaniojo tvaraus miesto vystymui. Šio tyrimo pagrindu gautais rezultatais ir veiksniais galima vadovautis vystant išmaniųjų miestų tvarią plėtrą, kai gauti rodikliai suskirstomi pagal prioritetą, svarbą ir aktualumą.

Šių dienų miestai pasak Dirkso (2009), yra priklausomi nuo septynių veiksnių, įskaitant žmones (švietimas, sveikatos apsaugos, visuomenės saugumas, gyvenimo kokybė), valdymą, transportą, ryšius, vandens tiekimą, energiją ir infrastruktūrą. Miestai, veikiami globalizacijos, besikeičiančios ekonomikos ir technologijų raidos, susiduria su urbanizacijos, technologiniais ir tvarios miestų plėtros iššūkiais. Tiriant ir nagrinėjant išmaniųjų miestų vystymo modelius ir veiksnius, pastebima tendencija, kad daugiausia dėmesio yra skiriama didmiesčiams, kitaip vadinamiems miestams „megapoliams“, o vidutinio dydžio miestuose, kuriuose susiduriama su iššūkiu susidoroti su didžiųjų miestų – „megapolių“ konkurencija sudėtinga (Anthopoulos, 2017).

Tyrimo problema. Skirtingi miestų ir miestų plėtros modeliai išskiria skirtingus veiksnius priklausomai nuo tyrimo požiūrio ir nustatytos prioritetinės srities. Daugeliu atvejų miestų modeliuose trūksta visapusiško požiūrio, kuris išskiria skirtingus veiksnius priklausomai nuo jų

srities, tiek minkštuosius veiksnius (sunkiai pamatuojamus), tiek kietuosius, t. y. IKT panaudojimo mastą – pamatuojamus veiksnius. Taip pat nėra sudarytos vienos veiksmų sistemos, kaip ir vienos miesto koncepcijų apibrėžties. Todėl susiduriama su problema, kad diskusija apie išmanųjį miestą neišvengiamai nukrypsta link technologijų, transporto infrastruktūros. Trūksta universalios miestų modelio apimtų kelias koncepcijas ir galėtų būti vystomas priklausomai nuo naujai atsirandančių veiksmų.

Empirinio tyrimo objektas yra išmaniojo miesto tvarios plėtros modelio veiksmų ir rodiklių prioritetai.

Empirinio tyrimo tikslas. Šio tyrimo tikslas – ištirti išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksmius naudojant analitinės hierarchijos proceso (AHP) metodiką, kiekvienam veiksmui, kuris laikomas svarbiu jo reikšmei, priskirti svorį.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti išmaniųjų miesto tvarios plėtros veiksmų vertinimo proceso hierarchiją, taip pat vertinimo proceso hierarchiją nustatymas pasitelkiant AHP (angl. *analytic hierarchy process*) ir PCM (angl. *pairwise comparison matrix*) palyginimo matricos įvertinimo metodus.
2. Identifikuoti veiksmų vertinimo proceso rodiklius ir jų svarbą išmaniųjų miestų tvariame vystymui; išskirti išmaniųjų miestų veiksmų rodiklius sugretinus miestų vystymo modelius ir pasitelkus ekspertinę apklausą.
3. Nustatyti išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelio ribotumus ir valdymo įrankius.

Ekspertinis vertinimas – tai kiekybinis tyrimo metodas, kurį taikant naudojami matematiniai analizės metodai tyrimo duomenims apdoroti. Ekspertinis vertinimas pasitelktas nustatyti išmaniojo miesto tvarumo veiksmų hierarchijai ir rodikliams, kuriais matuojamas miestų išmanumo indeksas.

Ekspertų atranka. Ekspertinio vertinimo tyrimui ekspertai buvo atrinkti pagal kriterijus: 1) aukštasis išsilavinimas (ne žemesnis nei magistro laipsnis (technologijų, socialinių mokslų ir menų dėl tyrimo tarpdiscipliniškumo)); 2) patirtis (daugiau nei 8 metai IT sistemų diegime miestų projektavimo, ekonomikos, tvarios plėtros, architektūros, transporto ir IT srityse). Ekspertinio vertinimo anketos buvo išsiųstos 11 ekspertų, remiantis sprendinio patikimumo priklausomybe nuo ekspertų skaičiaus. Iš viso tyrime dalyvavo: projektų vadovai (2) ekonomistai – analitikai (3), architektas (1), urbanistai-miestų projektuotojai (3), taip pat IT specialistas (1) ir tvarios plėtros specialistas (1).

Atliktame tyrime buvo siekiama nustatyti išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksmų prioritetus ir svarbą. Tikslui pasiekti tyrimo veiksniai buvo išskirti į hierarchinius lygius. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksniai buvo išskirti remiantis mokslininkų tyrimais ir literatūros šaltiniais, ekspertų apklausa (žr. Priedą A). Tiriant išmaniųjų miestų veiksmius ir jų rodiklius, buvo pasitelkta

ekspertinė apklausa, kad būtų galima nustatyti išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių svarbą – reitingą. Didžioji dalis ekspertų patvirtino veiksnių svarbą, o tyrimui pasitelktas AHP (angl. *analytic hierarchy process*) analitinis hierarchijos metodas buvo naudojamas nustatant išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių svarbą apklausos metu. Taikant šią metodiką, kiekvienas hierarchijos veiksnys poromis lyginamas su kitu aukščiau esančiu hierarchijos lygio veiksnio. Tokiu būdu AHP metodas leidžia sistemingai įvertinti kiekvieno veiksnio struktūrinę vertę ir svarbą. Nustatant išskirtų išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių vertę (svarbą) AHP procese, buvo naudojamas PCM (angl. *pairwise comparison matrix*) porinis lyginamosios matricos metodas, kada lyginamos veiksnio poros pagal svarbą (12 lentelė).

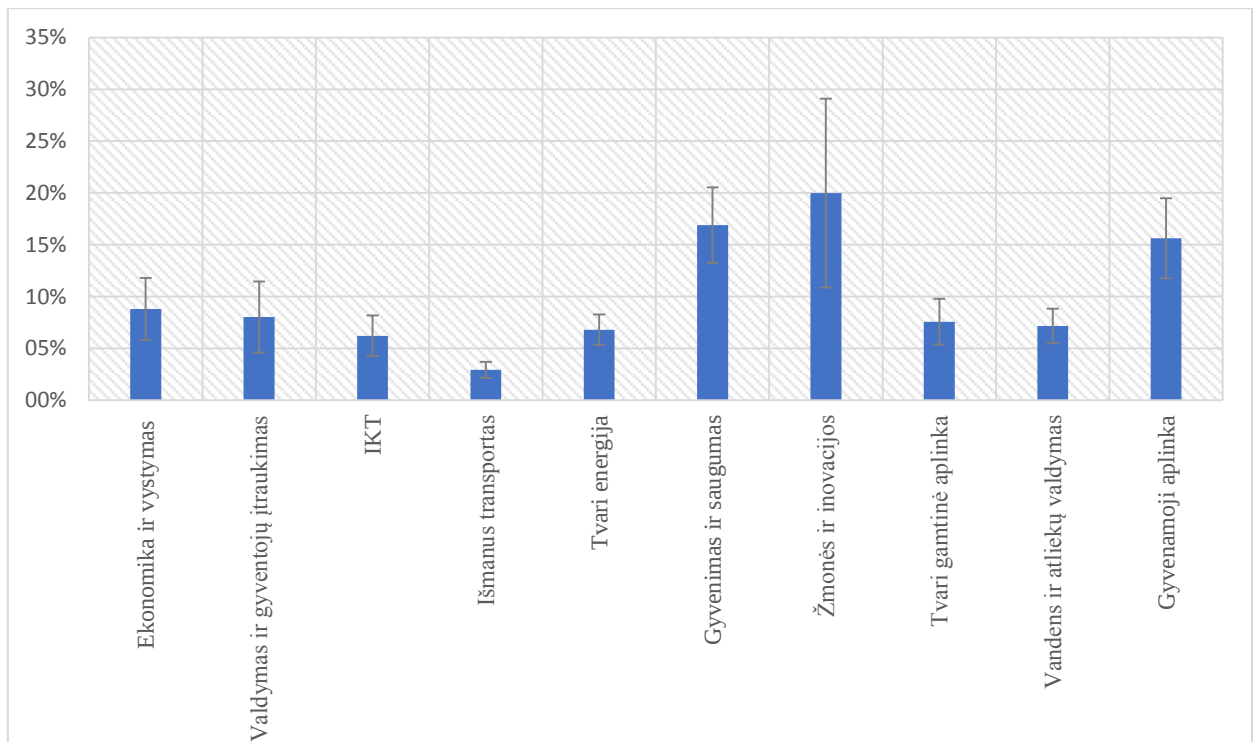
12 lentelė. Veiksnių porų (PCM) palyginimo matricos įvertinimai (Saaty, 1980)

Svarbos lygis/vertė	Reikšmė/ svarba
1	Vienodai svarbus
3	Vidutiniškai svarbus
5	Stipriai svarbus
7	Labai svarbus
9	Labai stipriai svarbus
*2,4,6,8	Vertės atvirkštiniam palyginimui

Daugiakriterio tyrimo sprendimo analizėje (MCDA) pasirinkti kriterijai ne visada yra vienodi vertinant pagal svarbą, todėl šiam tyrimui buvo naudojama veiksnių porų palyginimo matrica (PCM), kad būtų galima nustatyti kiekvieno iš 10 išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių svarbą ir vertę. PCM metodu sumodeliuota matricos santykiu lentelė remiantis AHP metodu. Pateiktoje 11 lentelėje išskirtas veiksnių eiliškumas pagal svarbą ir reikšmę.

Ekspertinio vertinimo metu tyrimo rezultatų nuoseklumui užtikrinti ekspertams buvo pateikti rodikliai, kurių vertinimas ženkliai išsiskyrė iš tarp vertinamų rodiklių. Tokiu būdu leista ekspertams peržvelgti dar kartą atliktą vertinimą ir išvengti žmogiškojo veiksnio ar neatidumo klaidų.

Atliktame empiriniame tyrime ištirti ir nustatyti išmaniojo miesto tvarios plėtros modelio veiksnių ir rodiklių prioritetai ir jų svarba. Ekspertiniam vertinimui pagal hierarchinį prioritetą AHP (angl. *analytic hierarchy process*) metodu pateikti išskirti išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksniai, kurių vertinimas pagal svarbą pateiktas 5 paveiksle procentine išraiška. Tyrimo duomenys atspindi pasirinktos ekspertų imties nuomonę ir patirtį vertinant išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnis.



5 paveikslas. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių reikšmės (proc.)

Ekspertinės apklausos rezultatų atsakymo nuoseklumo vidurkis vertinant išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnius svyruoja nuo 10 iki 26 %, o nuoseklumo santykis – 0,37 (13 lentelė). Kadangi pasirinkti ekspertai iš skirtingų sričių, kurios visos susijusios su išmaniųjų miestų vystymu ir darnia plėtra, tada pastebimi gana ženklaus skirtumai vertinant rodiklius. Tačiau bendras veiksnių svarbos vertinimas ir konsensusas bendrai vertinant rodiklių svarbą sudaro 53,8 %. Ekspertų nuomonių vieningumą ypač rodo keli veiksniai, tai „Žmonės ir inovacijos“ (20,0 %), „Gyvenimas ir saugumas“ (16,9 %) ir „Gyvenamoji aplinka“ (15,6 %). Kita veiksnių grupė, kurios svarba ekspertų buvo įvertinta, kaip mažiau reikšminga išmaniųjų miestų darniai plėtrai, tai „Ekonomika ir vystymas“ (8,8 %), „Valdymas ir gyventojų įtraukimas“ (8,0 %), „Tvari gamtinė aplinka“ (7,6 %) ir „Vandens ir atliekų tvarkymas“ (7,2 %). Mažiau svarbiais veiksniais buvo įvardinti „IKT“, „Tvari energija“ ir „Išmanusis transportas“.

13 lentelė. Veiksnių porų (PCM) palyginimo matricos įvertinimai (autorės sudaryta pagal Saaty 1980, Saaty & Vargas, 1991)

Veiksniai	Reikšmė/ svarba	+/-
Ekonomika ir vystymas	8,8 %	3,0 %
Valdymas ir gyventojų įtraukimas	8,0 %	3,4 %
IKT	6,2 %	2,0 %
Išmanusis transportas	2,9 %	0,8 %
Tvari energija	6,8 %	1,5 %
Gyvenimas ir saugumas	16,9 %	3,7 %
Žmonės ir inovacijos	20,0 %	9,1 %
Tvari gamtinė aplinka	7,6 %	2,2 %
Vandens ir atliekų valdymas	7,2 %	1,7 %
Gyvenamoji aplinka	15,6 %	3,9 %

Atsižvelgiant į ekspertų vertinimus ir nuoseklumo santykį, veiksnių reikšmėms, apskaičiuojant AHP metodu, išskaičiuota nuoseklumo vertinimo paklaida 0,8 – 9,1 %, kuri atspindi nuomonių gausą vertinant veiksnius ir atsižvelgiant į veiksnių kompleksiskumą ir ekspertų patirtis skirtingose veiklos srityse. Ekspertinio veiksnių vertinimo rezultatai AHP metodu pateikti 14 lentelėje. Vieninga ekspertų nuomonė pastebima *išmanaus transporto, tvarios energijos, IKT, vandens ir atliekų tvarkymo* bei *tvarios gamtinės aplinkos* vertinime, kurių vertinimų paklaida yra nuo 0,8 – 2,2 %. Vieningą ekspertų nuomonę galėjo lemti kietieji veiksnių matavimo rodikliai, kuriuos lengviau pamatuoti nei minkštuosius veiksnių rodiklius. *Ekonomika ir vystymas, Valdymas ir gyventojų įtraukimas, gyvenimas ir saugumas, gyvenamoji aplinka* ekspertų vertinimu yra svarbesnių veiksnių grupė, kurių vertinimo nuoseklumas yra nuo 3,0 – 3,9 %. Šių veiksnių rodikliai didžiąja dalimi priklauso minkštiesiems, kuriuos yra daug sudėtingiau išmatuoti ir įvertinti. Ekspertinio vertinimo nuomone svarbiausias išmaniųjų miestų veiksnys yra *žmonės ir inovacijos*. Šio veiksnio nuoseklumo vertinimo procentas tyrime yra aukščiausias – 9,1 %. Tokią nuomonių įvairovę galėjo lemti prioritetų išskyrimas kitų veiksnių atžvilgiu, taip pat prioritetų pasirinkimas atsižvelgiant į ekspertų profesinę ir asmeninę patirtis. Tačiau akivaizdu, kad ekspertų nuomonė yra vieninga, kad išmaniųjų miestų tvari plėtra negalima be atsakingos ir sąmoningos išmanios visuomenės – išmanių žmonių ir inovacijų.

14 lentelė. AHP veiksmų hierarchinio proceso vertinimas [sudarytas autorės]

		Veiksniai	Reikšmė (1-9)											
1	2	Ekonomika ir vystymas	Valdymas ir gyventojų įtraukimas	1	1	9	3	3	1	1	1	1	5	1
1	3		IKT	1	1	1	9	3	1	7	5	7	7	5
1	4		Išmanusis transportas	3	5	1	9	5	3	1	5	5	7	5
1	5		Tvari energija	3	1	1	9	5	5	1	7	5	9	7
1	6		Gyvenimas ir saugumas	5	5	1	5	9	7	9	9	1	9	9
1	7		Žmonės ir inovacijos	7	1	1	7	9	1	9	1	9	9	9
1	8		Tvari gamtinė aplinka	3	1	1	5	9	3	5	5	3	9	1
2	3	Valdymas ir gyventojų įtraukimas	IKT	1	1	1	7	7	7	7	7	5	7	5
2	4		Išmanusis transportas	5	3	7	7	3	5	5	5	5	5	5
2	5		Tvari energija	3	5	1	7	5	3	1	7	7	9	1
2	6		Gyvenimas ir saugumas	5	3	1	5	5	1	7	9	1	9	7
2	7		Žmonės ir inovacijos	8	5	9	7	7	1	9	1	9	9	7
2	8		Tvari gamtinė aplinka	3	5	1	5	1	3	5	5	3	9	7
3	4	IKT	Išmanus transportas	9	3	9	7	7	9	1	5	7	1	1
3	5		Tvari energija	5	1	1	1	3	5	7	3	1	9	7
3	6		Gyvenimas ir saugumas	8	5	1	3	7	1	9	7	1	9	9
3	7		Žmonės ir inovacijos	5	3	1	5	3	1	9	5	9	9	9
3	8		Tvari gamtinė aplinka	3	1	1	3	3	3	7	5	5	9	9
4	5	Išmanusis transportas	Tvari energija	3	5	1	5	3	1	7	5	5	9	7
4	6		Gyvenimas ir saugumas	3	5	9	1	9	7	7	7	3	9	9
4	7		Žmonės ir inovacijos	8	3	9	1	5	7	9	7	7	9	9
4	8		Tvari gamtinė aplinka	3	5	9	1	1	3	5	3	7	9	1
5	6	Tvari energija	Gyvenimas ir saugumas	3	5	9	5	7	7	7	7	1	9	1
5	7		Žmonės ir inovacijos	5	1	9	5	3	9	9	9	7	9	1
5	8		Tvari gamtinė aplinka	3	3	9	3	1	1	5	1	1	1	1
6	7	Gyvenimas ir saugumas	Žmonės ir inovacijos	8	5	1	7	7	1	1	5	7	1	1
6	8		Tvari gamtinė aplinka	5	3	1	3	5	7	7	5	7	9	9
7	8	Žmonės ir inovacijos	Tvari gamtinė aplinka	8	5	1	3	3	7	7	5	7	9	1
1	9	Ekonomika ir vystymas	Vandens ir atliekų valdymas	5	1	1	1	5	9	1	5	7	9	1
1	10		Gyvenamoji aplinka	1	5	1	1	5	1	1	7	5	9	1
2	9	Valdymas ir gyventojų įtraukimas	Vandens ir atliekų valdymas	5	5	9	3	3	5	1	5	5	9	7
2	10		Gyvenamoji aplinka	7	5	7	3	5	3	1	7	5	9	1
3	9	IKT	Vandens ir atliekų valdymas	7	5	1	5	3	5	7	5	5	9	9
3	10		Gyvenamoji aplinka	5	5	1	1	5	1	7	5	5	7	1
4	9	Išmanusis transportas	Vandens ir atliekų valdymas	3	7	7	3	3	1	5	3	3	9	7
4	10		Gyvenamoji aplinka	9	7	7	3	7	9	7	5	1	7	1
5	9	Tvari energija	Vandens ir atliekų valdymas	3	1	7	3	5	1	1	1	1	1	1
5	10		Gyvenamoji aplinka	9	1	1	5	5	7	7	5	5	9	1
6	9	Gyvenimas ir saugumas	Vandens ir atliekų valdymas	1	3	1	1	5	7	7	5	7	1	9
6	10		Gyvenamoji aplinka	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	9	Žmonės ir inovacijos	Vandens ir atliekų valdymas	9	5	1	5	5	7	1	7	5	9	7
7	10		Gyvenamoji aplinka	1	5	1	5	5	1	1	9	3	1	1
8	9	Tvari gamtinė aplinka	Vandens ir atliekų valdymas	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	10		Gyvenamoji aplinka	9	1	1	5	5	7	7	7	1	1	1
9	10	Vandens ir atliekų valdymas	Gyvenamoji aplinka	8	1	1	5	7	7	1	1	1	1	1

Sudarius veiksnų matricą PCM metodu (15 lentelė), kiekvieno nagrinėjamo veiksnio reikšmė buvo apskaičiuota naudojant Eigen vektoriaus apskaičiavimo procedūrą. Išskirti išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksniai, skirti nustatyti veiksnų svarbai, reikšmei ir eiliškumui. Šis veiksnų vertinimas buvo pagrįstas ekspertų nuomonėmis. Veiksnų apskaičiavimo rezultatai parodė, kad veiksmui „Žmonės ir inovacijos“ suteikta aukščiausia reikšmė (Eigen vektorius) – 0,3119; padarant jį svarbiausiu išmaniojo miesto tvarios plėtros veiksmu. Antras pagal svarbą veiksnys – „Gyvenimas ir saugumas“, kurio reikšmė yra 0,2969, po kurio eina „Gyvenamoji aplinka“, kurio reikšmė 0,2799, ir „Ekonomika ir vystymas“, kurio reikšmė yra 0,2186. „Valdymas ir gyventojų įtraukimas“ (reikšmė: 0,2070) ir „Tvari gamtinė aplinka“ (reikšmė: 0,2018) ir kiti veiksniai užėmė atitinkamai žemesnes pozicijas, atsižvelgiant į išmaniųjų miestų tvarią plėtrą.

15 lentelė. Išmaniųjų miestų PCM veiksnų palyginimo matrica.

Matrica		Ekonomika ir vystymas	Valdymas ir gyventojų įtraukimas	IKT	Išmanusis transportas	Tvari energija	Gyvenimas ir saugumas	Žmonės ir inovacijos	Tvari gamtinė aplinka	Vandens ir atliekų valdymas	Gyvenamoji aplinka	Eigen vektorius
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ekonomika ir vystymas	1	1	1 1/6	2	1 6/7	1 2/9	4/7	1/4	7/9	1 6/7	5/6	8,80%
Valdymas ir gyventojų įtraukimas	2	6/7	1	2 5/7	3 2/5	8/9	5/9	1/5	2/3	1	3/5	8,03%
IKT	3	1/2	3/8	1	3 1/4	5/8	4/9	2/5	1	1 1/7	4/9	6,21%
Išmanusis transportas	4	1/2	2/7	1/3	1	3/7	1/5	1/6	1/2	1/3	2/9	2,93%
Tvari energija	5	5/6	1 1/8	1 3/5	2 1/3	1	1/3	2/5	7/9	5/7	2/5	6,79%
Gyvenimas ir saugumas	6	1 3/4	1 5/6	2 1/4	5 1/3	3	1	1	3 2/9	3	5/6	16,90%
Žmonės ir inovacijos	7	3 7/8	5 2/7	2 4/7	5 5/6	2 2/5	1	1	2	2 2/7	7/8	19,99%
Tvari gamtinė aplinka	8	1 2/7	1 4/9	1	2 1/6	1 2/7	1/3	1/2	1	6/7	1/3	7,58%
Vandens ir atliekų valdymas	9	1/2	1	7/8	3 1/4	1 3/8	1/3	4/9	1 1/6	1	1/2	7,16%
Gyvenamoji aplinka	10	1 1/5	1 2/3	2 1/5	4 5/8	2 5/9	1 1/5	1 1/7	2 7/9	2	1	15,63%

Ekspertų nuomone, „Žmonės ir inovacijos“ yra pagrindinis veiksnys vystant išmaniųjų miestų tvarią plėtrą, kai išmaniųjų miestų koncepcija grindžiama išmaniais gyventojais, išmania ir atsakinga visuomene, jos kuriamomis inovacijomis, užtikrinančiomis tvarią plėtrą. Veiksnų ekspertinė apklausa atspindi tiesioginę sąsają su ekspertine veiksnų rodiklių reikšmės apklausa, kurioje, ekspertų nuomone, 11-os rodiklių svarba iš 16 rodiklių buvo įvertinta kaip svarbūs ir labai svarbūs išmanių žmonių ir inovacijų veiksmui. Ekspertų nuomone, apklausoje įvertinti (1 –

nesvarbu, 9 – labai svarbu) svarbiausi rodikliai buvo švietimo objektai, (9 – labai svarbu, 90,9 %), kultūros objektai (9 – labai svarbu, 72,7 %), kvalifikacijos ir išsilavinimo lygis (9 – labai svarbu, 63,6 %), religiniai objektai (8 – svarbu, 45,5 %), mokymasis visą gyvenimą (9 – labai svarbu, 54,5 %). Apžvelgus tyrimo rezultatus akivaizdu, kad išmani, išsilavinusi ir tobulėjanti visuomenė ir žmonės yra pagrindinis išmaniojo ir tvaraus miesto veiksnys.

Antras pagal svarbą ekspertų išskirtas veiksnys „Gyvenimas ir saugumas“ – glaudžiai susijęs su išmanių žmonių ir inovacijos veiksmu. Šių veiksmų sąsaja yra papildanti viena kitą, ji kuria ne tik išsilavinusią, bet kartu sveiką, atsakingą ir saugią visuomenę. Ekspertinėje apklausoje buvo išskirti ir įvertinti kaip labai svarbūs šie rodikliai: reagavimas į avarijas ir jų grėsmes (9 – labai svarbu, 90,9 %), sveikatos ir medicinos įstaigos (9 – labai svarbu, 72,67 %), ekonominė gerovė ir socialinė sanglauda (9 – labai svarbu, 72,67%), saugumas (saugumo indeksas) (9 – labai svarbu, 63,6 %), sveikatos sąlygos (9 – labai svarbu, 54,5 %), strateginis planavimas ir projektavimo efektyvumas (9 – labai svarbu, 45,5 %).

Išmaniųjų miestų „Gyvenamosios aplinkos“ veiksnys, ekspertiniu vertinimu, yra svarbus, nors jis nebuvo išskirtas kitų mokslininkų tyrimuose, apima gyvenamąją aplinką, išmanius tvarius pastatus, tvarų miesto planavimą ir kitus aspektus. Išmaniąją ir tvarią miesto aplinką galima vystyti tvariai naudojant atsinaujinančius išteklius. Ekspertų nuomone, šio veiksnio svarbą atspindi šie rodikliai: viešųjų erdvių ir gyvenamosios aplinkos kokybė ir funkcionalumas (9 – labai svarbu, 90,9 %), planavimo sistemos skaitmeninimas (9 – labai svarbu, 54,5%), tvarus miesto planavimas, vystymas ir žemės panaudojimas (9 – labai svarbu, 54,5 %), miesto architektūros ir kultūros paveldo apsauga (9 – labai svarbu, 54,5 %). Miestų plėtra įgyvendinant novatoriškas pažangias technologijas, aplinkai nekenksmingą veiklą ir suteikiant daugiau galių vartotojams leis sukurti išmanųjį ir tvarų miestą. Tačiau išmanieji miestai vystosi ne tik dėl novatoriškų ir technologinių proveržių, kurie neišvengiami gyvenant mieste, bet taip pat naudojant technologijas mažinti skurdui ir nelygybei, nedarbui ir energijos valdymo strategijai. Daugelis pasaulio miestų jau ir dabar, siekdami tapti išmaniaisiais miestais, taiko išmaniąsias technologijas miestuose, kad užtikrintų ekonominį konkurencingumą pertvarkant ir modernizuojant savo visuomenę.

Ekspertiniu vertinimu, rodikliai „Ekonomika ir vystymas“ bei „Valdymas ir gyventojų įtraukimas“ buvo įvertinti panašiai, suprantant ekonomikos svarbą, miesto valdymą ir išmaniųjų miestų socialinę gerovę. Gyventojų įtraukimas į sprendimų priėmimo procesą per skaitmenines platformas gali palengvinti procesus vystant miestus. Ekspertų nuomone vieni iš svarbesnių rodiklių vertinant šiuos veiksmus yra efektyvus, skaidrus administravimas ir valdymas (9 – labai svarbu, 72,7 %), darbo rinka ir jos lankstumas (9 – labai svarbu, 60,0 %), dalyvavimas visuomenės gyvenime ir politinis sąmoningumas (8 – svarbu, 54,5 %), tarptautinė integracija ir novatoriška partnerystė (9 – labai svarbu, 45,5 %), viešosios ir socialinės paslaugos (9 – labai svarbu, 45,5 %).

Atlikto tyrimo rezultatai atskleidė pagrindinius veiksnius, kurie ekspertų laikomi esminiais norint sėkmingai vystyti išmaniuosius miestus. Miestai su išmaniomis bendruomenėmis efektyviai integruojami su technologijomis, tvaria atsinaujinančia energija, efektyviai valdantys išteklius, diegiantys išmanų judumą ir kiti veiksniai – išmaniųjų miestų tvarios plėtros pagrindas, kurios siekia daugelis pasaulio miestų. Nors išmanūs žmonės, bendruomenės ir išmani ekonomika yra svarbūs veiksniai vystant išmaniuosius miestus, tačiau kai kurios šalys pagrindinį dėmesį sutelkia į IKT, kaip išmaniojo miesto variklį, kuris įtraukia socialinius ir ekonominius, valdymo, bendruomenės, tvaraus vystymo, gyvenimo kokybės ir kitus miesto aspektus.

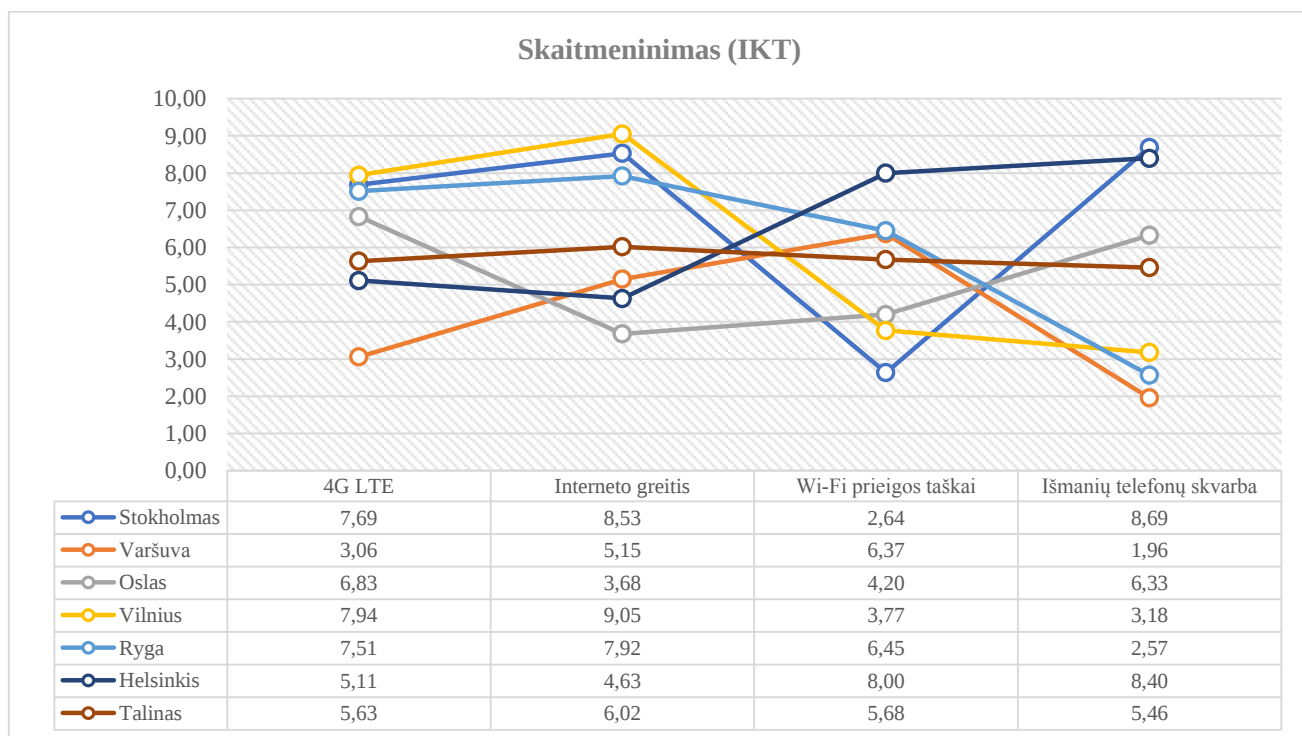
2.2. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros tendencijos

Pastarojo meto išmaniojo tvaraus miesto koncepcijų ir temų gausos banga bei vykstantis skaitmeninimas liudija didelius miestų vystymo infrastruktūrų pokyčius.

Didžioji dalis tyrimų išmaniųjų miestų srityje susiję su išmanumo ir tvarumo aspektais ir jų veiksmų identifikavimu didžiųjų duomenų (angl. *big data*) ir konteksto duomenų pagalba tolimesniems tyrimams ir miesto modelių ir strateginių sprendimų kūrimui, susijusių su tvarumo tikslais (Al Nuaimi et al., 2015; Batty et al., 2012; Bibri & Krogstie, 2016b). Išmaniųjų tvarių miestų koncepcija ir plėtra apima miesto aplinką ir jos suvokimą kaip instrumentų, sudarytų iš erdvės ir laiko sujungtų įvairiais būdais, kad būtų galima keisti miestų duomenis, naudojant išmaniąsias technologijas. Tokiu būdu stebima ir analizuojama, kaip miestai veikia ir kaip juos galima valdyti, nukreipti jų plėtrą į tvarumą. Todėl miestuose IKT drastiškai keičia miestų planavimo būdus, tiek trumpalaikes, tiek ilgalaikes sprendimų priėmimo strategijas (Batty, 2013a). Naujos technologijos keičia išmaniojo miesto planavimą įtraukiant IKT į mokslo ir technologijų procesą, žemės naudojimo būdų taikymą, natūralios ekosistemos, fizinės struktūros, erdvinės organizacijos, gamtos išteklių, infrastruktūros sistemas, socialinius ir ekonominius tinklus ir gyventojų išmanumą (16 lentelė).

Miestų vystymas ir planavimas susiejimas su IKT kuria ne tik išmaniuosius, bet ir tvaresnius, gyvybingus bei patrauklius miestus (Al Nuaimi et al., 2015; Batty et al., 2012; Bibri & Krogstie, 2016a; Shahrokni et al., 2015; Nikitas et al., 2020). Išmanus požiūris į vystymą ir planavimą yra nepaprastai svarbus strategiškai tvariai miesto plėtrai, kuri yra būtina norint pasiekti ilgalaikius miesto tvarumo tikslus. Miesto sistemų, procesų tvariam planavimui valdyti ir organizuoti reikia ne tik tarpdisciplininių žinių apie tvarumą, bet taip pat reikalingos žinios apie naujausias technologijas, skaičiavimo ir duomenų analizės galimybes ir jų valdymą. Lentelėje (17 lentelė) pateikta Baltijos ir Skandinavijos šalių tvarumo apžvalga atspindi šalių pažangumą ir tvarumo principų įsisavinimą ir vykdymą.

16 lentelė. Skaitmeninio IKT lygis Baltijos šalyse ir Skandinavijoje (Euromonitor, World Bank, 2thinknow, Innovative cities programme)



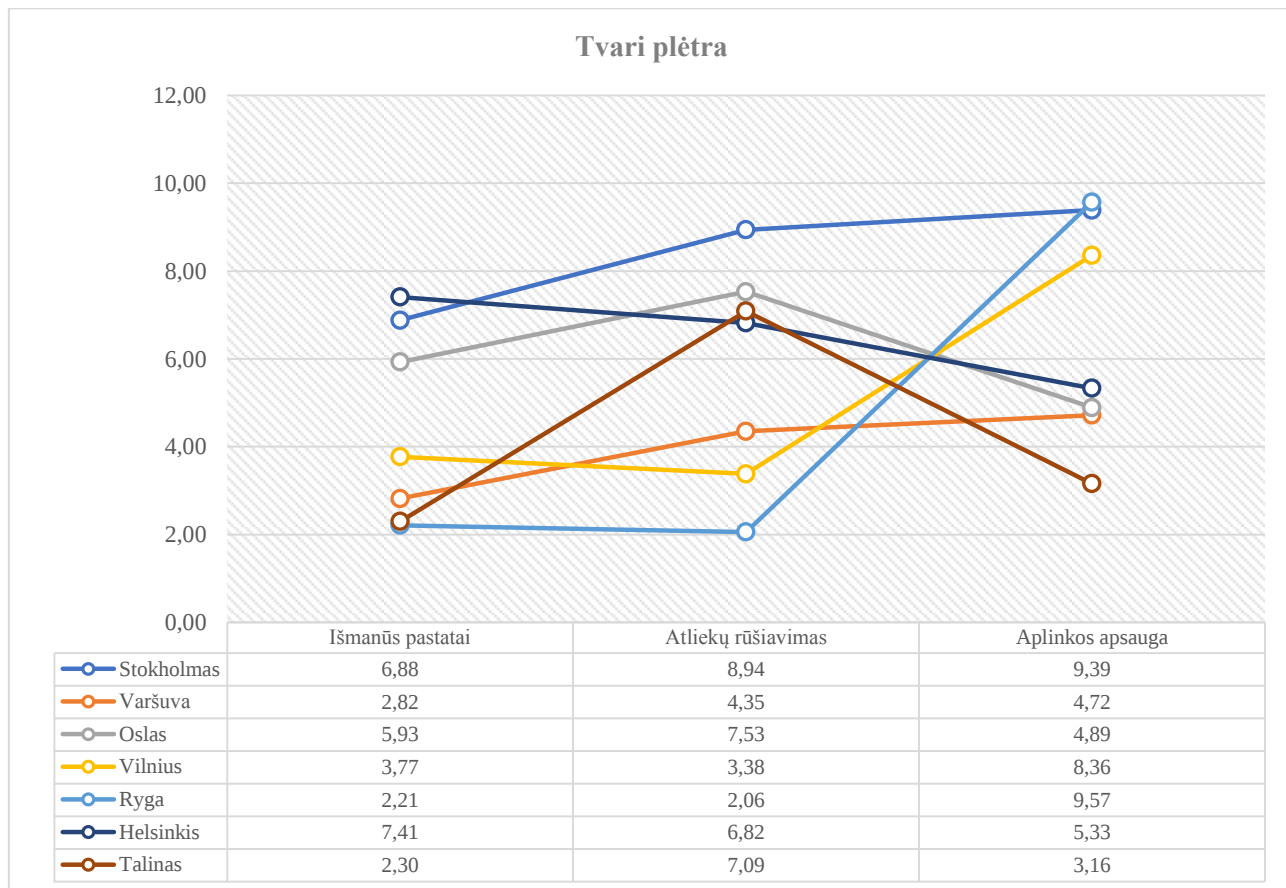
Remiantis Bibri ir Krogstie (2016a) teiginiu, išmanūs, tvarūs miestai yra tarpininkai ekologiškoje ir technologiškai pažangioje visuomenėje, kaip mokslo žinių ir technologinių naujovių apraiškos miestuose, jas formuoja socialinės, kultūrinės ir politinės bei institucinės struktūros.

Taip pat pastebimas IKT sukeltas radikalus poslinkis daugelyje skirtingų mokslo sričių, susijusių su miestais ar šiuolaikine visuomene. Taikomasis miestų mokslas, aplinkos inžinerijos mokslas ir kt., dėl tarpdiscipliniškumo ir probleminių aspektų sudėtingumo tapo susisiejęs taip, kad šiuos mokslus galima sujungti į naujus mokslus.

Informacijos ir technologijų amžiuje, išmani tvarių miestų koncepcija atskleidžia poslinkį iš energijos ir medžiagų pagrindu sukurto pasaulio į vis labiau informacijos ir jos manipuliacijos pasaulį. Tai patvirtina įvairių disciplinų mokslininkai (Batty et al., 2012; Bibri & Krogstie, 2017; Shahrokni et al., 2015), kad technologijos, kaip pagrindinis išmaniųjų tvarių miestų veiksnys, įtraukiamas į miestų planavimą ir vystymą. Tokiu būdu sukuriama prielaida naujai miesto analizei, kurios pagrindiniai komponentai yra dideli duomenys (angl. *big data*). Žmonėms miestuose naudojant įvairias technologijas, atskleidžiami erdviniai ir miesto duomenys, o duomenų mokslas tampa svarbia priemone miestuose, kai išsamūs duomenys gali leisti miesto departamentams, miesto administratoriams ir valdžiai reaguoti į išylančias problemas ar į tokius veiksnys kaip mobilumas, prieinamumas, transportas, energija, visuomenės saugumas, sveikatos priežiūra ir pan. Akivaizdu, kad tokiems naujiems išmaniems miestams reikia naujų miesto

valdymo ir planavimo metodų, ypač efektyviai valdyti, organizuoti, vertinti ir planuoti miestus, kadangi senieji metodai tampa neveiksmingi.

17 lentelė. Tvarios plėtros lygis Baltijos šalyse ir Skandinavijoje (World Bank, Numbeo, Euromonitor, Yale University, Climate Centre)



Tradiciniai miesto modeliai nebepajėgūs spręsti kylančių iššūkių IKT grindžiamame pasaulyje, kuriame informacija nepalieka fizinių pėdsakų, neturi erdvės, ploto, padėties, vietos ir formos aspektų. Pasak Batty et al., (2012), šiandien naudojamos miesto planavimo sistemos „nėra tinkamos šiam tikslui“, todėl permainos, kurios yra neišvengiamos, galima įvardinti, kaip precedento neturintys paradigmos pokyčiai. Išmaniuose ir tvariuose miestuose tai pasireiškia IKT infrastruktūros diegimu ir koordinavimu, kad būtų galima susisiekti, pasiekti ir naudoti kolektyvinės žvalgybos funkcijoms ir paslaugų teikimo sistemoms. Tam pajungiami pažangiųjų didžiųjų duomenų analizės metodai, galintys apdoroti milijardus stebėjimų, operacijų ir sąveikų, kad būtų galima atrasti naujų žinių, reikalingų tvarkyti ir planuoti miestus bei perprojektuoti esamus. Kiti paradigmos pokyčiai pasak Batty et al., (2012) apima naujojo socialinio ir erdvinio elgesio mokslo atsiradimą, skaitmeninimą ir integravimą. Ateities miestų supratimo ir konceptualizavimo būdas dinamiškai kinta: pradedama žiūrėti į uždaras ir statines sistemas, kad jos būtų traktuojamos kaip

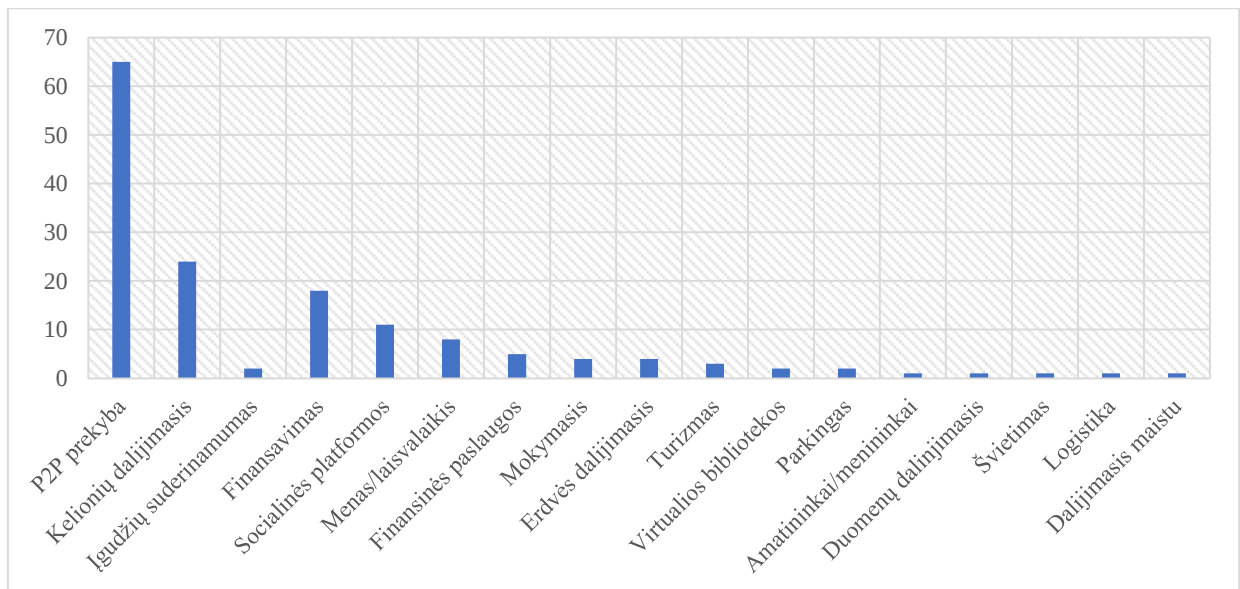
sudėtingos, dinamiškos, adaptyvios ir besivystančios sistemos, atsižvelgiant į jų elgesio modelius ir vidinę bei išorinę sąveiką.

Šios įžvalgos atkreipia dėmesį į greitai besikeičiantį nusistovėjusį pasaulį, kuris kelia vis naujus iššūkius, su kuriais susiduriame kas dieną. Todėl svarbu pažvelgti ir pamatyti iššūkius kaip galimybes, o šios įžvalgos leidžia pamatyti kokios galėtų būti tolimesnės miestų koncepcijos vystymosi kryptys, ir ateities miestų plėtros scenarijai.

2.3. Išmanių miestų tvarios plėtros modelio gerinimo galimybės ir įžvalgos

Tyrime nagrinėtų veiksnių sąveika tarp išmaniosios gyvenamosios aplinkos, mobilumo, gamtinės aplinkos, išmaniųjų gyventojų, išmanios ekonomikos ir valdymo yra svarbi išmaniųjų miestų tvariai plėtrai, sprendžiant jų administravimo efektyvumo ir tvarumo problemas. Išmaniojo miesto tvari plėtra geriausiai atspindi žmogiškųjų išteklių ir technologinės pažangos panaudojimą. Tačiau didžioji dauguma pasaulio didmiesčių šiandien kovoja su augančiu vartojimu ir vartojimo kultūra. Ši masinio vartojimo kultūra keičia ne tik miestus, kaip mes juos naudojame ir juose gyvename ar judame, bet radikaliai keičia ekonomiką ir šiuolaikines technologijas. Stengiantis patenkinti augančius vartotojų poreikius, technologijos ir ekonomika vystosi labai sparčiai pateikiant rinkai alternatyvias žaliavas ir tvaraus vartojimo formas ir būdus. Tokiu būdu kuriasi nauji išmanios ir tvarios ekonomikos ir verslo modeliai.

Darnios ir tvarios plėtros vystymo sąlygomis dalijimosi ekonomika turi potencialą pereiti į kitą ekonomikos išsivystymo (angl. *development*) etapą, kuris padeda pereiti prie plačiai paplitusio tvaraus verslo praktikos (Cohen & Kietzmann, 2014). Dalijimosi ekonomika yra grindžiama ir susijusi su mažesniu bendru išteklių naudojimu, ilgesniu produktų naudojimo laikotarpiu ir maksimaliu naudojimu. Tai vienas iš svarbių tvarios plėtros aspektų, kai prekių perskirstymas leidžia sumažinti atliekų ir anglies dvideginio išmetimą kartu su gamyba (Kathan et al., 2016). Šį reiškinį puikiai iliustruoja Hira (2017) tyrimo duomenys apie skirtingos veiklos sričių įmones ir išteklių panaudojimo mažinimą (6 pav.). Remiantis Hira (2017) duomenimis, įmonių veiklos augimą galėjo paskatinti pasirinktas naujas verslo modelis ir technologijos atveriančios naujas galimybes pasikeitusiam rinkos vartojimui ir poreikiams, kada mažinamas vartojimas ir auga dalijimasis.



6 paveikslas. Bendrovių pasidalijimas pagal veiklos rūšis (> 1 įmonė) (autorės adaptuota pagal Hira, 2017)

Kiti išmaniųjų miestų technologinių pažangumų paskatinti pokyčiai miestuose tokie, kaip išmanusis transportas, savaeigės mašinos, elektroninės bankininkystės, dokumentų valdymo sistemos, skaitmeninės valdžios sistemos, registrai ir begalė kitų tvariais principais grįstų infrastruktūros ir sistemos elementų tapo neatsiejama miestų dalimi. Išmaniosios technologijos nėra panacėja miestų problemoms išspręsti, bet gali paspartinti pažangą, ypač jei jos derinamos ir apjungiamos su papildomomis gairėmis, nuostatomis ar investicijomis į infrastruktūrą. Skaitmeninis pertvarkymas reikalauja laiko ir darbo, o tai gali būti ypač sudėtinga savivaldybių biurokratijai, nes daugelis jų turi reguliavimo lygmenis, kurie yra palankesni taisyklėms nei naujovėms. Todėl skaitmeninimas dažnai traktuojamas kaip galinga jėga keičianti senas struktūras ir atlikimo būdus.

Tačiau sklandžiam visų sistemų veikimui ir sinergijai reikalingi saugūs ir lengvai prieinami duomenys su išmaniu ir tvarių valdymu. Tam reikalinga vieninga sistema tarp atskirų valdžios skirtingų lygmenų institucijų ir vyriausybinių įmonių. Tokiu būdu jų turimos duomenų bazės, duomenys ir išteklių būtų apjungti į vientisą sistemą, kurioje lengviau ir efektyviau būtų priimami sprendimai, valdoma informacija ir taupomi resursai. Taip pat tokios sistemos buvimas leistų prognozuoti ir modeliuoti skirtingus scenarijus panaudojant optimaliausią iškilusiems iššūkiams spręsti. Tačiau tokios sistemos veikimo įgalinimui ir įdiegimui reikalingas prototipas ar pilotinis projektas, kuriame būtų peržvelgtos visos grėsmės ir spragos įstatymų ir duomenų naudojimo tvarkose, valdymo sistemoje, technologinių galimybių ir atskirų sričių diegime ir sistemos poveikio pasekmių įvertinimo.

McKinsey instituto (2018) išmaniųjų miestų apžvalgos ataskaitoje teigiama, kad net patys moderniausi ir ambicingiausi išmanieji miestai dar turi nueiti ilgą kelią, kol taps pilnai išmanūs.

Daugelis miestų dar neįdiegė išmanių įrankių, kurie galėtų turėti didelį poveikį ir pažangą išskeltiems prioritetams. Joks miestas nėra toks išmanus, koks gali būti ir bus, nes technologijos nestovi vietoje ir tobulėja kiekvieną dieną. Miestai, turintys centralizuotą vyriausybę, gali įdiegti pokyčius, tačiau demokratinėje visuomenėje ekosistemos rinkėjai reikalauja reaguoti į problemas, kurios darys įtaką jų gyvenimui.

Išmanieji miestai yra neatsiejami nuo išmanios visuomenės, todėl svarbu, kad visuomenė būtų nuolatiniam miestų vystymo centre, kuri naudoja technologijas ir skatina miestų tvarų išmanumą. Tad galime teigti, kad miesto tapimas išmaniuoju miestu – ne tikslas, o priemonė tikslui pasiekti. Visa esmė yra veiksmingiau ir dinamiškiau reaguoti į gyventojų poreikius ir norus, bei jų išmanumo vystymą ir išmanų edukavimą. Kiekvienas miestas nori išsiugdyti pažangiausią reputaciją, tačiau labai svarbu neužsisklęsti technologų vizijoje, atsiribojančioje nuo realių žmonių, kurie ten gyvena ir dirba. Todėl išmaniųjų miesto pastangos turi būti skaidrios ir atskaitingos visuomenei, o pažangaus miesto strategijos turėtų būti grindžiamos tuo, ko nori išmanūs gyventojai.

Išmaniojo miesto tvarios plėtros procesas yra kompleksinis ir sudėtingas todėl jo sėkmė mokslininkų teigimu yra strateginio planavimo rezultatas naudojant tvaraus valdymo įrankius visais svarbiais aplinkos, mobilumo, išmanių gyventojų, ekonomikos ir valdymo aspektais. Vis daugiau ir daugiau pasaulio miestų taiko išmaniojo miesto vystymo koncepciją ir technologines platformas, sprendžiant urbanizacijos ir kitas aktualias problemas. Ekspertų apklausos rezultatai ir mokslininkų teiginiai rodo, kad išmaniojo miesto tvarios plėtros sėkmę lemia planavimas, kuris kuria visiems miesto gyventojams darnią, tvarią ir rūpestingą aplinką ir gyvybingą ekonomikos plėtra tvariai naudojant gamtos išteklius, investuojant į žmones ir socialinį kapitalą, išmanų judumą ir susisiekimo infrastruktūrą, kurie padėtų pasiekti išmanios ir vieningos visuomenės, subalansuotos ekonomikos, socialinės gerovės ir tvarios aplinkos vystymo tikslus.

2.4. Antrojo skyriaus išvados

Siekiant sukurti išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį, atlikti ekspertinio vertinimo tyrimai, statistikos analizės, kurie leido nustatyti išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnius, jų rodiklius, plėtros tendencijas, valdymo priemones, ribotumą ir pateikti šias išvadas:

1. Remiantis atlikta mokslinių tyrimų apžvalga ir nustatčius išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros ribotumus, problemas pasitelkta ekspertinė apklausa ir statistinių duomenų analizė. Nustatyta išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių hierarchija ir metodų AHP ir PCM prioritetai.
2. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros tendencijos, kaip ir kitų modelių, yra stipriai veikiamos naujų IKT ir kitų skaitmeninių technologijų, kurios ženkliai keičia gyvenamąją aplinką,

fizinio miesto suvokimą ir jo valdymą bei trumpalaikių ir ilgalaikių sprendimų priėmimo strategijas. Naujos skaitmeninės technologijos keičia ne tik mokslą ir gyvenimo būdą, visuomenę, bet ir būdus, kaip mes naudojame miestą ir kaip technologijos papildo ir palengvina jo naudojimą, tačiau eliminuoja senas nusistovėjusias sistemas, keičia valdymo metodus ir struktūras.

3. Remiantis atlikta mokslinės literatūros analize išskirtos keturios išmaniųjų miestų valdymo koncepcijos: išmaniojo miesto valdžia, protingas sprendimų priėmimas, išmanus administravimas ir išmanus miesto bendradarbiavimas. Koncepcijos atskleidžia poreikį pertvarkyti valdymą ir institucinę struktūrą, kad miestai būtų išmanesni. Tačiau tam reikalingas ne tik struktūros valdymo pertvarkymas grindžiamas lokalia – vietos valdžia, bet ir viešojo, privačiojo sektoriaus ir akademinės bendruomenės partnerystė.
4. Išmanieji miestai ir tvari plėtra atspindi kompleksinį ir sudėtingą procesą, pasitelkiant žmogiškųjų išteklių ir technologinę pažangą bei tvaraus valdymo įrankius visais svarbiais aplinkos, mobilumo, išmanių gyventojų, ekonomikos ir valdymo aspektais. Tačiau išmaniojo miesto tvarios plėtros sėkmę lemia daugelis aspektų tokių kaip, nauji verslo modeliai – dalijimosi ekonomika; saugūs, išvalyti ir patikrinti didieji duomenys; sparti technologijų ir IKT plėtra bei visuomenės išmanumas. Tačiau pagrindinis išmanumo ir tvarumo variklis – investicijos į žmones ir socialinį kapitalą, ir į išmaniąsias technologijas, kurios padėtų pasiekti išmanios ir vieningos visuomenės, subalansuotos ekonomikos, socialinės gerovės ir tvarios aplinkos vystymo tikslus.

3. IŠMANIŲJŲ MIESTŲ TVARIOS PLĖTROS MODELIO FORMAVIMAS

3.1. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros projektavimo problematika

Išmaniojo miesto tvarią plėtrą galima apibrėžti, kaip plėtrą, kai naudojamos IKT ir kitos išmanios priemonės gyvenimo kokybei, miesto eksploatavimo ir paslaugų efektyvumui bei konkurencijai gerinti. Tokiu būdu siekiama užtikrinti, kad išmaniųjų miestų tvari plėtra atitiktų dabartinių ir būsimų kartų poreikius atsižvelgiant į ekonominius, socialinius ir aplinkosaugos aspektus (Nasrawi et al., 2016). Išmaniųjų miestų tvarios plėtros formuojamas apibrėžtis nusako nagrinėto reiškinio ir kuriamo modelio kompleksiskumą ir tarpdiscipliniškumo aspektus, todėl akivaizdu, kad standartinio sprendimo negalima taikyti išmaniųjų miestų tvarios plėtros valdymui. Mokslinėje literatūroje (Grossi et al., 2020, Lima et al., 2020) susiduriama su informacijos stoka apie išmaniųjų miestų valdymo modelius, orientuotus, kaip sistemingai valdyti tvarią plėtrą. Daugeliu atvejų aptariamas tik atskirų miesto elementų valdymas, tokių kaip transportas, IKT ir kt.

Šiais laikais kiekvienam miestui reikia indeksų, kad būtų galima įvertinti jo veikimą ir efektyvumą (Hajduk, 2016). Pirmajame skyriuje apžvelgtuose tyrimuose miestų išmanumo indeksai nėra standartizuoti, suderinami ar palyginami laikui bėgant. ISO 37120 yra išmaniojo miesto infrastruktūros standartas, kuriame yra aprašytas indeksų rinkinys, užtikrinantis vienodą požiūrį į tai, kas matuojama ir kaip tai daroma (Steele, 2014). Bendrąja prasme ISO 37120 standartas nustato 100 būtinų ar rekomenduojamų miesto rodiklių, taip pat apima 46 pagrindinius ir 54 pagrindžiančius ataskaitų indeksus, kuriuos galima naudoti tvarios miesto plėtros pažangai stebėti (Tillie, 2014; Lynch, 2015). Rodikliai buvo sukurti siekiant padėti miestams mokytis vieniems iš kitų leidžiant palyginti įvairius veiklos rodiklius ir dalytis geriausia praktika. Bendra indeksų ir juos matuojančių rodiklių visumos sistema su valdymo modeliu leistų į išmanųjį miestą pažiūrėti kaip į visumą – vieną sistemą, o ne į atskiras sistemines dalis. Tokiu būdu turint vieną sistemą galima pašalinti ir sukurti inovatyvų valdymo modelį kokybiškam išmaniųjų miestų tvarios plėtros valdymui.

Valdymo modelis su skirtingais veiksniais ir jo duomenų prieinamumo rodikliais leistų išgryninti neefektyvumo priežastis, darančius įtaką veiksnius, išskylančias spragas ir pašalinti kitus trūkumus. Išmanus valdymo modelis leistų užtikrinti, kad tvaraus vystymo procesas nebus vykdomas padrikai, o nuosekliai remiantis gairėmis, etapais ir indeksais. Tokiu būdu, tai leis užtikrinti sklandų valdymo procesą, taip pat užtikrins, kad bus laikomasi tvaraus vystymo principų, modeliuoti procesus ir ateities plėtros scenarijus, taip pat optimizuoti resursus. Tačiau čia susiduriame su proceso ir sprendimų priėmimo proceso dalyvių iššūkiu. Marcho (1994) iškelta problema yra susijusi su tuo, kaip sprendimų priėmimo proceso rezultatai negali būti priskiriami tik

asmenų veiksams, bet taip pat turi būti siejami su bendra sąveikaujančių asmenų, organizacijų ir visuomenių įtaka sprendimų priėmimo. Ši problema ypač akivaizdi išmaniųjų miestų, jų piliečių, viešuosius sprendimus priimančių asmenų ir įvairių viešojo, privataus ir daugelio suinteresuotųjų subjektų sąveikos formų kontekste. Dinamiškas ir daugialypis suinteresuotųjų šalių pobūdis yra sprendimų priėmimo proceso sudėtingumo ir netikrumo priežastis.

Išmaniuosiuose miestuose sudėtingiausia yra suprasti miestų valdymo dinamikos pobūdį. Meijeras ir Rodriguez Bolivaras (2016) teigia, kad literatūroje apie išmaniuosius miestus pritariama, kad suinteresuotų šalių sąveikos ir bendradarbiavimo procesai yra ypatinga jų valdymo ypatybė. Nesti (2017) išmaniojo miesto valdymas pristatomas kaip kylanti nauja valdymo paradigma, turinti specifinių politinių tikslų, politikos stiliaus, viešojo ir privačiojo sektorių mainų, miesto ir piliečių santykių, pavaldumo modelių ypatybių vertinimo kriterijų. Kiti socialiniai mokslininkai pasisako už tai, kad sumanaus miesto valdymas būtų įgyvendinamas per keletą aspektų: strateginės dinamikos dimensiją (pagrįstą strategine įžvalga ir jautrumu bei išteklių lankstumu), tarpsektorinį bendradarbiavimą (pagrįstą palengvinančia lyderyste, bendradarbiavimo platforma ir bendrąja atsakomybe), tarp institucinis bendradarbiavimas (pagrįstas sąveikos platforma ir bendradarbiavimo kompetencijomis) ir įgalinta visuomenės dimensija (Šiugždinienė et al., 2019).

3.2. Išmanaus miesto tvarios plėtros modelis, jo taikymas, ribotumai ir tolimesnių tyrimų kryptys

Remiantis atlikto kompleksinio empirinio tyrimo rezultatais, buvo sudarytas išmaniojo miesto tvarios plėtros modelis. Modelio patobulinimai pavaizduoti naujame vizualiniame modelio pateikime (7 pav.). Modelis papildytas šiais elementais:

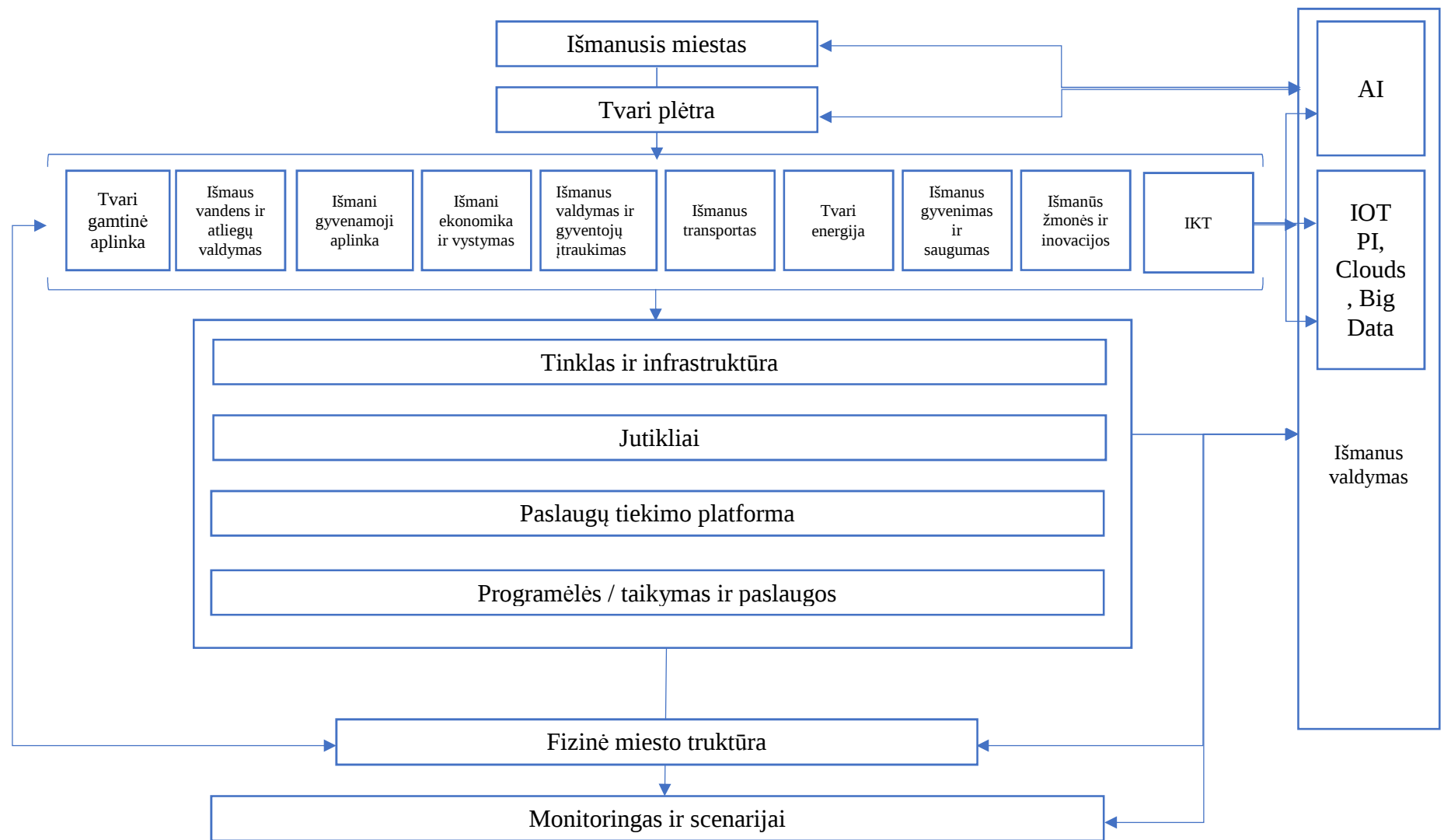
– Modelis papildytas technologiniais sluoksniais (Barletta, 2020), kurie per IKT įdiegiami mieste. (1) *tinklai ir infrastruktūra*: išmaniojo miesto statyba grindžiama šiuo sluoksniu, apimančiu telekomunikacijas, mobilumą, energiją ir aplinką; (2) *jutikliai*: šis sluoksnis – nukreiptas į daiktų internetą, siekiant surinkti didžiuosius duomenis iš prijungtų miesto objektų, kuriuose renkami duomenys apie infrastruktūrą, aplinką ir vartotojų elgseną; (3) *paslaugų teikimo platforma*: įveiksmia platformas patobulinti didžiuosius duomenis, kuriuos surenka kiti sluoksniai, siekiant patobulinti esamą paslaugą ir sukurti naujas; ir (4) *taikymas ir paslaugos*: tai – paslaugų programų sluoksnis, kuris surenka duomenis apie infrastruktūrą, aplinką ir vartotojo elgseną naudojant mobiliuosius ir žiniatinklio duomenis. Šių technologinių sluoksnių sąveika mieste yra neatsiejama nuo išmanios visuomenės ir gyventojų, kadangi jie įgalina išmanumą mieste (Giffinger et al., 2007).

– IKT sluoksnio praplėtimas (IOT, FI, Clouds, Big DATA) remiantis aptartu modelio ribotumu. IKT iširtumas praplečiamas į išmanųjį valdymą pasitelkiant valdymui reikalingų technologijų ir didžiųjų duomenų naudojimą. Siekiant išvengti klaidingų duomenų ir užtikrinti jų

saugumą, reikalingas *duomenų valdymas, aprašomoji statistika ir bendrumo bei kintamumo analizė* (CVA) (Barletta, 2020, Tsuchiya, 2013) duomenų išmanumui užtikrinti, naudojama informacijos technologiniam gyliui pamatuoti ir išskirti jų unikalias savybes. IKT debesų kompiuterijos technologijos taikymas yra viena iš pagrindinių ateities tendencijų, mažinančių išlaidas technologijoms ir įrangai. Debesų technologija suteikia galimybę nebesirūpinti duomenų saugyklomis ar programine įranga, kuri yra patalpinta debesų duomenų centruose ir užtikrinama jų nenutrūkstama veikla ir reguliari priežiūra. Tačiau naudojant išmaniąsias technologijas ir IKT yra svarbi rizikų prevencija, kaip rizikų identifikavimas (technologinių ir žmogiškųjų) galėtų padėti išvengti klaidų tiek lokaliame lygmenyje, tiek miesto ar šalies lygmenyje.

– Valdymas įtraukiant visų sektorių atstovus, taip pat pasitelkiant dirbtinį intelektą (DI) (angl. *artificial intelligence*), įvertinantį sprendimų perspektyvos tinkamumą, užtikrinti visuomenės poreikių tenkinimą, taip pat valdymo lygmenimis sujungiant viską į vieną visumą.

– Monitoringas ir scenarijai leistų patikrinti priimtų sprendimų tinkamumą ir jų efektyvumą išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksnių rodikliuose. Išmaniųjų miestų nuolatinis monitoringas leistų ištaisyti sistemines ir neefektyvias rodiklių ar veiksnių klaidas. O scenarijų generavimas leistų sukurti sistemą, kuri susiklosčius nepalankioms sąlygoms ar kardinaliems pasikeitimams, leistų suvaldyti ir lengviau prisitaikyti išmaniajam miestui prie netikėtų technologinių, gamtinių, ekonominių ar socialinių pokyčių. Tačiau svarbu pastebėti, jog monitoringo ir scenarijų testavimas yra tik prevencinės ir tikimybių nustatymo priemonės, leidžiančios pažvelgti į ateitį ir daryti įžvalgas technologijų, mokslo ir ekonomikos srityse.



7 paveikslas. Išmaniojo miesto tvarios plėtros valdymo sąsajos skirtinguose sluoksniuose (autorės sudarytas pagal Lim et al., 2018, Barletta et al., 2019)

Modelio paskirtis. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis skirtas miestų tvarios plėtros vystymui, kuris svarbus išmaniojo miesto tvarumui ir kokybei užtikrinti. Modelis gali būti taikomas tvarių miestų plėtrai, vystymui ir valdymui, taip panaudotas kaip pagrindas kurti ir testuoti miesto ekonomikos, išteklių valdymo ir optimizavimo scenarijus.

Modelio išskirtinumas. Patobulintas modelis skiriasi valdymo lygmenų įvedimu ir technologinių sluoksnių elementų sujungimu, kai atskleidžiama jų įtaka ir sąveika skirtinguose etapuose ir veiksmuose ar sluoksniuose išmaniųjų miestų tvarios plėtros procese.

Modelio taikymo prielaidos. Išmaniojo miesto tvarios plėtros modelis pateikia veiksmus, jų sąveiką su technologiniais sluoksniais įtraukiant valdymo etapus, taip pat išskiriant ir suinteresuotų šalių sąveikos ir bendradarbiavimo proceso lygmenį, tokiu būdu išskiriant visus galimus veiksmus ir dalyvius tvarios plėtros procese.

Modelio ribotumai. Šis modelis grįstas atliktu empiriniu tyrimu, atliekant ekspertinį vertinimą. Tyrimo ribotumą gali atspindėti nedidelė ekspertinio vertinimo pasirinktų ekspertų imtis ir jų veiklos sritys ir geografinė zona – Lietuva. Atlikto ekspertinio vertinimo tyrimo nuoseklumo indeksas atspindi skirtingas ekspertų nuomones dėl jų veiklos srities ir netolygaus ekspertų skaičiaus iš skirtingų veiklos sričių, kas turėjo įtakos gautiems rezultatams. Taip pat atliktame tyrime išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksniai buvo išskirti pagal bendruosius bruožus detaliam neišskiriant konkrečių ir detalių rodiklių, kurie papildytų ISO 37120 išmaniojo miesto infrastruktūros standarto indekso rodiklius. Gilesnio ištirtumo ir technologinio aspekto požiūriu paieškos galimos IKT veiksnys, kuriame būtų galima detaliau diskutuoti didžiųjų duomenų (angl. *Big data*), debesų kompiuterijos (angl. *cloud computing*), duomenų minios tiekimo (angl. *crowdsourcing*), realiojo laiko duomenų (angl. *real time data*) ir kt., temomis, kurios susijusios su duomenų bazėmis ir pateikiama informacija statistikai, atviriems duomenims ir t. t. Šių duomenų apdorojimo, paskirstymo ir autonominė informacinė infrastruktūra dėl neaiškiai pateiktų duomenų ar duomenų aiškumo, kai skirtingai interpretuoja gaunamus duomenis (Sta, 2017). Visos šios netobulos informacijos rūšys gali neigiamai paveikti miesto paslaugų teikimą ir sprendimų priėmimus, kuriems naudojami šie duomenys. Todėl norint išvengti galimų ribotumų svarbu žinoti veiksmų ribotumus stengiantis eliminuoti netobulų duomenų tvarkymą informacijos gavimo ir duomenų integravimo į turimus ar kitus procesus.

Modelio tolimesnių tyrimų kryptys. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros empirinis tyrimas atliktas remiantis 11 ekspertų apklausos imtimi, todėl rekomenduojama tolesniam tyrimui praplėsti ekspertų imtį iš platesnio ekspertų veiklos lauko sričių. Vystant tolimesnį tyrimą, rekomenduojama detaliau panagrinėti IKT ir valdymo modelius ir įrankius 21 amžiuje, DI taikymą ir plėtojimą išmaniųjų miestų modeliams ir jam valdyti.

Tarp išmaniųjų miestų veiksmų IKT veiksnys yra neatsiejamas plėtojant išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį. Tyrėjai (Albino et al., 2015; Angelidou, 2015; Bibri & Krogstie, 2017c; Stratigea et al., 2015) ištyrė išmaniojo miesto plėtrą skatinančias iniciatyvas ir metodus, kuriuose aptariamas IKT naudingumas, kuriant išmaniąsias miesto programas, tokias kaip IoT (Alam et al., 2017; Cicirelli et al., 2017), išmaniosios kortelės (Belanche-Gracia et al., 2015), jutikliai (Ang & Seng, 2016), didžiųjų duomenų analizė (Bibri & Krogstie, 2017c), saugumo valdymo sistemos (Li & Shahidehpour, 2017), geografinės informacijos sistemos (Aina, 2017) ir virtualioji realybė. (Jamei et al., 2017). Papildydami minėtus veiksmus, Limas ir Maglio (2018) žvelgia į technologijų perspektyvą ir siūlo IKT struktūrizuoti į keturis technologinius veiksmus, tai *daiktų ir žmonių ryšiai*, *duomenų rinkimas kontekstui suvokti*, *skaičiavimas* (apskaičiavimas) *debesyje* ir *ryšys belaidžiu būdu*.

Šios technologijos turėtų būti svarstomos įgyvendinant išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelio ir planavimo, grįstų IKT, struktūrą. Stratigea et al., (2015) teigia, kad duomenimis grįstas požiūris yra naudingas išmaniesiems miestams. Kiti nauji mokslininkų tyrimai, tokie kaip Hashem et al., (2016) didžiųjų duomenų vaidmuo išmaniuosiuose miestuose; Al Nuaimi et al., (2015) didžiųjų duomenų pritaikymas išmaniuosiuose miestuose; Abella et al., (2017) duomenimis pagrįstų inovacijų ir vertės kūrimo išmaniuosiuose miestuose analizės modelis; Bibri ir Krogstie (2017c) išmaniųjų miestų didžiųjų duomenų ir miesto kontekstu papildyta tipologija ir projektavimo koncepcija; Ruijeris et al., (2017) atvirų duomenų naudojimo teorinė sistema; Cao et al., (2017) patikimo dalijimosi duomenimis išmaniuosiuose miestuose modelis; Ben Sta (2017) duomenų kokybė išmaniuosiuose miestuose ir Bibri (2018b) jutikliais pagrįstų didžiųjų duomenų taikymo aplinkos tvarumui analizės sistema, parodė stiprų didžiųjų miesto duomenų planavimo ir politikos vystymo potencialą išmaniuosiuose miestuose. Į tai svarbu atkreipti dėmesį ir didžiųjų duomenų taikymą įtraukti tolimesniuose tyrimuose, kadangi visi šie tyrimai gali būti naudojami kaip išmaniųjų miestų kūrimo pagrindas, nes jie kuria naujas sistemų taikymo galimybes (Al Nuaimi et al., 2015).

Vystant išmaniųjų miestų tvarią plėtrą reikia integruoti pažangiausias technologijas į miestų projektavimą ir veiklą įvairiose srityse. Miestų informacinis modelis CIM (angl. *CIM – city information model*) – priemonė integruoti skaitmeninimą į fizinį miestą ir jo valdymą. Tai laikoma miesto pertvarkymo pagrindu ir išmaniojo miesto vizija, tačiau nėra išspręstas tinkamas fizinio sluoksnio IKT ir interneto infrastruktūros integravimas, tolimesnis diegimas ir valdymas (Stojanovski, 2018).

Diegiant ir įveiksminant vis daugiau IKT ir kitų skaitmeninių technologijų, kibernetinis saugumas, privatumas tampa pagrindiniais iššūkiais išmaniųjų miestų skaitmeninėje infrastruktūroje. Tačiau išmaniųjų miestų tvarios plėtros IKT veiksnys neapima šių klausimų, kurie

užtikrina privačių, valstybinių ir kitų duomenų saugumą, kurių skaitmeninimas sumažina saugojimo sąnaudas, optimizuoja naudojimą, pagerina interaktyvumą (Nikitas, 2020).

3.3. Trečiojo skyriaus išvados

Formuojant išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį buvo padarytos tokios išvados:

1. Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelio veiksnių ekspertinis vertinimas atskleidė veiksnių prioritetus, skirtingus nuo IKT technologiniu požiūriu grįstų išmaniųjų miestų tyrimų. Ekspertų vertinimu, pagrindiniai išmaniųjų miestų tvarios plėtros veiksniai yra *gyvenimas ir saugumas, žmonės ir inovacijos, gyvenamoji aplinka*. Taip miestai su išmaniosiomis bendruomenėmis, naudodami IKT, tvarią atsinaujinančią energiją, taupiai naudoja ir valdo išteklius, išmanųjį judumą, skatina tvarumą. Tačiau nereikėtų nuvertinti skaitmeninių technologijų ir IKT veiksnio, kurio ištirtumo lygį vystantis technologijoms ir plėtros perspektyvas sunku apibrėžti. Išmaniosios technologijos, žmonės ir inovacijos – išmaniojo miesto variklis, kuris padeda vystyti gyvenimo kokybės ir kitus miestų plėtros aspektus.
2. Nustatyta, kad pagrindiniai valdymo apribojimai ir problematika šių dienų miestuose vis dar išlieka – duomenų prieinamumas, kuris leistų efektyviai ir nuosekliai valdyti ir užtikrinti tvaraus vystymo procesus. Tačiau duomenys kartu su IKT neužtikrina išmanumo ir tvarumo sėkmės. Sklandžiam procesui užtikrinti reikalingas ne išmanusis valdymas, o išmanusis valdymas per lygmenis, grindžiamas strateginėmis įžvalgomis, išteklių lankstumu, tarpinstituciniu bendradarbiavimu ir bendra atsakomybe, visuomenės dalyvavimu jo procesuose.
3. Remiantis atlikto kompleksinio empirinio tyrimo rezultatais buvo sudarytas išmaniojo miesto tvarios plėtros modelis, kuris papildytas technologiniais sluoksniais, ir IKT sluoksnio papildymą per išmanųjį valdymą pasitelkiant DD naudojimą; valdymu įtraukiant visų sektorių atstovus, taip pat pasitelkiant dirbtinį intelektą (DI); monitoringu ir scenarijais sprendimams priimti. Šis išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis skirtas miestams, siekiantiems tapti išmaniesiems ir tvariems. Vystant tyrimą, svarbu detaliau gilintis į IKT, kibernetinį saugumą, kadangi duomenys tampa skaitmeniniai, taip pat į DI taikymą miestų modeliuose ir jo valdyme.

IŠVADOS

1. Atlikta mokslinės literatūros analizė leido nustatyti IM ir TP veiksnius ir rodiklius, kurie lemia išmanumą ir tvarumą. Apibendrinant atliktą mokslinės literatūros analizę, pateikiamos šios išvados:

- 1.1. Atlikta išsami išmaniųjų miestų ir tvarios plėtros modelių, IS ir TP charakteristikų, veiksmų ir rodiklių privalumų ir trūkumų analizė, kuri leido nustatyti, kad IKT infrastruktūra – pagrindinis išmaniųjų miestų variklis miesto socialiniam ir ekonominiam augimui.
- 1.2. Nustatyta, kad TP charakteristikos reglamentuotos ISO tvarios plėtros standartu, tačiau matuojami duomenys atspindi ne situaciją realiuoju laiku, o ankstesnių periodų duomenis. Todėl sunku pamatuoti tikrąjį TP efektyvumą ir veiksmingumą be IKT ir kitų technologijų.
- 1.3. Nustatyti IM ir TP veiksmų ir rodiklių skirtumai reglamentavime, kai IM veiksniai ir rodikliai neturi rodiklių apibrėžtumo, o TP reglamentuoti. Tačiau išskirti rodiklių naudojami kietieji ir minkštieji duomenys, kurių tipą lemia IKT ir kitų technologijų integravimas.
- 1.4. Atlikta išmaniojo miesto ir tvarios plėtros modelių analizė leido nustatyti pagrindinius IM ir TP modelių trūkumus: naudojimų veiksmų ir tinkamo modelių integralumo trūkumas, lemiamas skirtingų technologijų, o naujas modelių integravimas su IKT ir naujais veiksniais sukuria naują modelį.

2. Atlikti ekspertinio vertinimo tyrimai ir statistikos analizė leido nustatyti IM ir TP veiksnius, jų rodiklius, plėtros tendencijas, valdymo priemones, ribotumą ir pateikti šias išvadas:

- 2.1. Remiantis atlikta mokslinių tyrimų apžvalga ir nustačius IM ir TP ribotumus ir problemas, pastebima stipri IKT įtaka ir veiksmų bei rodiklių apibrėžtumo stoka. Pasitelkus ekspertinę apklausą ir statistinių duomenų analizę AHP bei PCM metodu galima nustatyti IM ir TP veiksmų hierarchiją ir prioritetus.
- 2.2. Atliktų tyrimų duomenimis nustatytos IM TP tendencijos: IKT ir kitų skaitmeninių technologijų įtaka modeliams ir gyvenamajai aplinkai, fizinio miesto suvokimas ir naudojimo kaita, miestų valdymo nauji modeliai, naujos visuomenės ir gyvenimo būdo kūrimasis.
- 2.3. Remiantis tyrimais išskirtos keturios IM valdymo koncepcijos: išmaniojo miesto valdžia, protingas sprendimų priėmimas, išmanusis administravimas ir išmanusis miesto bendradarbiavimas, kurios rodo poreikį valdymo ir institucinės struktūros

pertvarkai, grindžiamai vietos valdžia, viešojo, privačiojo sektoriaus ir akademinės bendruomenės partnerystė.

- 2.4. IM ir TP – kompleksinis ir sudėtingas procesas, kurio sėkmę lemia nauji verslo modeliai, saugūs ir patikrinti duomenys; IKT plėtra ir visuomenės išmanumas, o pagrindinis jų variklis – socialinis kapitalas ir išmaniosios technologijos, kurios užtikrina ekonominę ir socialinę gerovę siekiant TP tikslų.
3. Formuojant išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį buvo padarytos tokios išvados ir siūlymai:
 - 3.1. Ekspertinio vertinimo tyrimas atskleidė IM TP modelio veiksmų prioritetus, tai: *gyvenimas ir saugumas, žmonės ir inovacijos, ir gyvenamoji aplinka*. Tyrime IKT veiksnio reikšmė įvertinta nepakankamai dėl technologijų plėtros perspektyvos neapibrėžtumo.
 - 3.2. Nustatyta, kad pagrindiniai valdymo ribojimai ir problematika miestuose – duomenų prieinamumas, kuris leistų užtikrinti efektyvų TP procesą. Sklandžiam procesui užtikrinti reikalingas išmanusis valdymas lygmenimis, grindžiamas strateginėmis įžvalgomis, išteklių lankstumu, tarpinstituciniu bendradarbiavimu, bendra atsakomybe ir visuomenės dalyvavimu jo procesuose.
 - 3.3. Tyrimo rezultatai leido sudaryti išmaniojo miestų tvarios plėtros modelį, kuris užtikrintų IM TP vystymą. Modelis papildytas: IKT sluoksniu; išmaniuoju valdymu per DD naudojimą ir sektorių atstovus, taip pat pasitelkiant DI; monitoringu ir scenarijais sprendimams priimti. Modelis gali būti pritaikytas kaip įrankis miestams siekiant išmanumo ir tvarumo. Siūloma vystant modelį detaliau ištirti ir gilintis į IKT perspektyvą, kibernetinį saugumą ir DI taikymą miesto vystymui ir jo valdymui. Tyrimo tęstinumas leistų nustatyti šių veiksmų efektyvumą ir įtaką IM TP vystymui.



LITERATŪRA

1. Abella, A., Ortiz-de-Urbina-Criado, M., & De-Pablos-Heredero, C. (2017). A model for the analysis of data-driven innovation and value generation in smart cities' ecosystems. *Cities*, 64, 47–53.
2. Aguilera, G., Galan, J. L., Campos, J. C., & Rodríguez, P. (2013). An accelerated-time simulation for traffic flow in a smart city. *FEMTEC*, 2013, 26.
3. Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234–245.
4. Aina, Y. A. (2017). Achieving smart sustainable cities with GeoICT support: The Saudi evolving smart cities. *Cities*, 71, 49–58.
5. Al Nuaimi, E.; Al Neyadi, H.; Mohamed, N.; Al-Jaroodi, J. (2015). Applications of big data to smart cities. *J. Internet Serv. Appl.* 2015, 6, 25.
6. Albino, V.; Berardi, U.; Dangelico, R.M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *J. Urban Technol.* 2015, 22, 3–21.
7. Alkandari, A., Alnasheet, M., & Alshaikhli, I. F. (2012). Smart cities: a survey. *Journal of Advanced Computer Science and Technology Research*, 2(2), 79–90.
8. Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95–106.
9. Anthopoulos, L. (2017). Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases. *Cities*, 128–148.
10. Batty, M. (2013a). Big data, smart cities and city planning. *Dialogues Human Geography*, 3(3), 274–279.
11. Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., et al. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal*, 214, 481–518.
12. Belanche-Gracia, D., Casalo-Ariño, L. V., & Pérez-Rueda, A. (2015). Determinants of multi-service smartcard success for smart cities development: A study based on citizens' privacy and security perceptions. *Government Information Quarterly*, 32(2), 154–163.
13. Belanche, D., Casalo, L., & Orús, C. (2016). City attachment and use of urban services: Benefits for smart cities. *Cities*, 50, 75–81.
14. Berardi, U. (2013). Sustainability assessment of urban communities through rating systems. *Environment. Development and Sustainability*, 15, 1573–1591.
15. Beretta, I. (2018). The social effects of eco-innovations in Italian smart cities. *Cities*, 72, 115–121.
16. Beretta, S., Girardi, P. (2013). Ricadute ambientali delle misure di efficienza e risparmio energetico. RdS report 13000398. Milan, 2013. www.rse-web.it.
17. Bibri, S. E. (2013). ICT for sustainable urban development in the European Information Society: A discursive investigation of energy efficiency technology, Master Thesis. School of Culture and Society, Malmö University.
18. Bibri, S. E. (2015a). The human face of Ambient Intelligence, cognitive, emotional, affective, behavioral and conversational aspects. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
19. Bibri, S. E. (2018). Backcasting in futures studies: a synthesized scholarly and planning approach to strategic smart sustainable city development. *European Journal of Futures Research*, 6(1).
20. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2016a). On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society. *Sustainable Cities and Society* (in press).
21. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2016b). Big data analytics and context-aware computing for smart sustainable cities of the future. *NOBIDS conference* (in press).
22. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). ICT of the new wave of computing for sustainable urban forms: their big data and context-aware augmented typologies and design concepts. *Smart Cities and Society*.
23. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212.

24. Bifulco, F., Tregua, M., Amitrano, C. C., & D'Auria, A. (2016). ICT and sustainability in smart cities management. *International Journal of Public Sector Management*, 29(2), 132–147.
25. Bolivar, M. P. (2018). Governance models and outcomes to foster public value creation in smart cities. *Scienze Regionali*, 17(1), 57–80.
26. Borsboom-van Beurden, J. (2018b). Windows of Opportunity for Smart City Solutions in the Urban Fabric. Paper presented at 54th ISOCARP Congress 2018, 1-5 October Bodø.
27. Bulkeley, H., & Betsill, M. (2005). Rethinking sustainable cities: Multilevel governance and the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 14(1), 42–63.
28. Cao, Q., Simsek, Z., & Jansen, J. J. (2015). CEO social capital and entrepreneurial orientation of the firm: Bonding and bridging effects. *Journal of Management*, 41(7), 1957–1981.
29. Caragliu, A., & Del Bo, C. (2012). Smartness and European urban performance: Assessing the local impacts of smart urban attributes. *Innovation*, 25(2), 97–113.
30. Caragliu, A., Del Bo, C., and Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban*
31. Cohen, B., & Kietzmann, J. (2014). Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy. *Organization and Environment*, 27(3), 279–296.
32. Colding, J., & Barthel, S. (2017). An urban ecology critique on the “Smart City” model. *Journal of Cleaner Production*, 164, 95–101.
33. Colldahl, C., Frey, S., & Kelemen, J. E. (2013). Smart cities: Strategic sustainable development for an urban world, Master Thesis. School of Engineering, Blekinge Institute of Technology.
34. Dameri, R., & Cocchia, A. (2013). Smart city and digital city: Twenty years of terminology evolution. X conference of the italian chapter of AIS, ITAIS 2013 (18) [p. 18].
35. Deakin, M. (2014). Smart cities: The state-of-the-art and governance challenge. *Triple Helix*, 1(7), 1–16.
36. Dirks, S., Keeling, M., & Dencik, J. (2009). How smart is your city? Helping Cities Measure Progress. Somers, NY: IBM Global Business Services.; Available from <ftp://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/gbe03248usen/GBE03248USEN.PDF>
37. Eremia, M., Toma, L., & Sanduleac, M. (2017). The Smart City Concept in the 21st Century. *Procedia Engineering*, 181, 12–19.
38. European Commission. (2019). European Innovation Scoreboard Exploratory Report A: What to measure and why? Capturing mechanisms and emerging phenomena of innovation. *Europeana Commision – Innovation/SMEs Programme*.
39. Gabrielsen, P. & Bosch, P. (2003) Environmental indicators: typology and use in reporting. EEA, Copenhagen.
40. Gabrys, J. (2014). Programming environments – environmentality and citizen sensing in the smart city. *Environment and Planning D: Society and Space*, 32, 30–48.
41. Giffinger, R., Fertner, Ch, Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., et al. (2007). Smart cities – ranking of European medium-sized cities. Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology. Viewed 2 February 2013, <[http://www.smart-cities.eu/download/smart cities final report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart%20cities%20final%20report.pdf)>.
42. Gil-Garcia, J. R., Zhang, J., & Puron-Cid, G. (2016). Conceptualizing smartness in government: An integrative and multi-dimensional view. *Government Information Quarterly*, 33, 524–534.
43. Grossi, G., & Pianezzi, D. (2017). Smart cities: Utopia or neoliberal ideology? *Cities*, 69(December 2016), 79–85.
44. Hajduk, S. (2016). the Concept of a Smart City in Urban Management. *Business, Management and Education*, 14(1), 34–49.
45. Hashem, I.A.T., Yaqoob, I., Anuar, N.B., Mokhtar, S., Gani, A., Khan, S.U., (2015). The rise of “big data” on cloud computing: review and open research issues. *Inf. Syst.* 47, 98–115.

46. Hira, A. (2017). Profile of the Sharing Economy in the Developing World: Examples of Companies Trying to Change the World. *Journal of Developing Societies*, 33(2), 244–271.
47. Hofstad, H. (2012). Compact city development: High ideals and emerging practices. *European Journal of Spatial Planning*, 1–23.
48. Höjer, M., & Wangel, S. (2015). Smart sustainable cities: Definition and challenges. In L. Hilty, & B. Aebischer (Eds.), *ICT innovations for sustainability* (pp. 333–349). Berlin: Springer-verlag.
49. Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? *Cities*, 89(January), 141–153.
50. IESE (Institute of Higher Business Studies) (2016). IESE cities in motion index. Navarra: University of Navarra.
51. Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Buys, L., Ioppolo, G., Sabatini-Marques, J., da Costa, E. M., & Yun, J. H. J. (2018). Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. *Cities*, 81(April), 145–160.
52. International Telecommunication Union (2016a). Recommendation ITU-T Y.4900/L.1600 overview of key performance indicators in smart sustainable cities.
53. ITU-T FG-SSC (2014). Technical report on smart sustainable cities: An analysis of definitions. International telecommunication union (ITU-T), focus group on smart sustainable cities (FG-SSC). United Nations.
54. Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26, 38–52.
55. Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. New York: Random House.
56. Jenks, M., Burton, E. & Williams, K. (eds.) (1996). *The compact city: a sustainable urban form?*. London: E & FN Spon.
57. Joss, S. (2010). Eco-cities – a global survey. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 129, 239–250.
58. Joss, S. (2011). Eco-cities: The mainstreaming of urban sustainability; key characteristics and driving factors. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 6(3), 268–285.
59. Joss, S., Cowley, R., & Tomozeiu, D. (2013). Towards the ubiquitous eco-city: An analysis of the internationalisation of eco-city policy and practice. *Journal of Urban Research & Practice*, 76, 16–22.
60. Jucevičius, R., Patašienė, I., Patašius, M. (2014). Digital dimension of smart city: 611–622. Critical analysis. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 156, 146–150.
61. Kärrholm, M. (2011). The scaling of sustainable urban form: some scale—related problems in the context of a Swedish urban landscape. *Eur Plan Stud* 19(1):97–112.
62. Kärrholm, M. (2011). The scaling of sustainable urban form: Some scale—Related problems in the context of a Swedish urban landscape. *European Planning Studies*, 19(1), 97–112.
63. Kathan, W., Matzler, K., & Veider, V. (2016). The sharing economy: Your business model’s friend or foe? *Business Horizons*, 59(6), 663–672.
64. Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J., (2007). The changing metabolism of cities. *J. Ind. Ecol.* 11, 43–59.
65. Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *Geo Journal*, 79, 1–14.
66. Klopp, J. M., & Petretta, D. L. (2017). The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. *Cities*, 63, 92–97.
67. Kramers, A., Höjer, M., Lövehagen, N., & Wangel, J. (2014). Smart sustainable cities: Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environmental Modelling & Software*, 56, 52–62.

68. Kummitha, R. K. R., & Crutzen, N. (2017). How do we understand smart cities? An evolutionary perspective. *Cities*, 67(March), 43–52.
69. Lara, A. P., Costa, E. M., Furlani, T. Z., & Yigitcanlar, T. (2016). Smartness that matters: Towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2, 8.
70. Lee, S. H., Yigitcanlar, T., Han, J. H., & Leem, Y. T. (2008). Ubiquitous urban infrastructure: Infrastructure planning and development in Korea. *Innovations*, 10(2–3), 282–292.
71. Li, H. (2017). Based on the Technology of Sponge City in Urban Design Study. *Proceedings – 2016 International Conference on Smart City and Systems Engineering, ICSCSE 2016*, 27–29.
72. Lim, C., & Maglio, P. P. (2018). Data-driven understanding of smart service systems through text mining. *Service Science*, 10(2), 154–180.
73. Lima, E. G., Chinelli, C. K., Guedes, A. L. A., Vazquez, E. G., Hammad, A. W. A., Haddad, A. N., & Soares, C. A. P. (2020). Smart and sustainable cities: The main guidelines of city statute for increasing the intelligence of Brazilian cities. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3).
74. Lynch, K. (1981). *A theory of good city form*. Cambridge, MA: MIT Press.
75. Lynch, M. (2015). Standardized indicators for resilient cities: ISO 37120 & The World Council on City Data [online], Available from Internet: http://resilientcities2015.iclei.org/fileadmin/RC2015/files/pptx/Opening_Plenary_Lynch.pdf
76. Lombardi, P., Giordano, S., Caragliu, A., Del Bo, C., Deakin, M., Nijkamp, P., Kourtit, K. (2011). An advanced triple-helix network model for smart cities performance. Vrije Universiteit Amsterdam, Research Memorandum 2011–2045.
77. March, J. (1994). *A Primer on Decision Making. How Decisions Happen*. New York: Free Press.
78. Marsal-Llacuna, M.-L., Colomer-Llinàs, J., & Meléndez-Frigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address S.E. Bibri, J. Krogstie / Sustainable Cities and Society 31 (2017) 183–212 211 the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, 90(B), 611–622.
79. Meijer, A., & Bolívar, M. P. R. (2016). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392–408.
80. Mercer. (2014). 2014 quality of living worldwide rankings – mercer survey. new York. <http://www.uk.mercer.com/newsroom/2014-quality-of-living-survey.html>
81. Mora, L., Bolici, R., & Deakin, M. (2017). The first two decades of smart-city research: A bibliometric analysis. *Journal of Urban Technology*, 24(1), 3–27.
82. Mumford, L. (1961). *The city in history: Its origins, its transformations, and its prospects*. New York: Harcourt Brace and World.
83. Murray, A., Minevich, M., & Abdoullaey, A. A. (2011). The future of the future: Being smart about smart cities (Vol. 20), <<http://www.kmworld.com/Articles/Column/The-Future-of-the-Future/The-Future-of-the-Future-Beingsmart-about-smart-cities-77848.aspx>>.
84. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th annual international conference on digital government research*.
85. Nasrawi, S. A. Al, Adams, C., & El-Zaart, A. (2016). A Conceptual Multidimensional Model for Assessing Smart Sustainable Cities. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 12(3), 541–558.
86. Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in smart city initiatives – some stylized facts. *Cities*, 38, 25–36.
87. Nesti, G. (2017). Defining and Assessing the Transformational Nature of Smart City Governance: Insights from Four European Cases. *International Review of Administrative Sciences*.

88. Nigel, T. (2007). Urban planning theory since 1945. London: Sage.
89. Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. (2020). Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and dimensions of a new mobility era. *Sustainability (Switzerland)*, 12(7), 1–19.
90. OECD. (2012). OECD environmental outlook to 2050. The consequences of inaction. OECD Publishing. <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/internationellt-miljoarbete/multilateralt/oecd/outlook-2050-oecd.pdf>
91. Robinson, J., & Cole, R. (2015). Theoretical underpinnings of regenerative sustainability. *Building Research and Information*, 43(2), 133–143.
92. Saaty, T.L. (1980). The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York.
93. Saaty, T.L., Vargas, L.G. (1991). Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 251 pp.
94. Sacks, J. (2015). The Age of Sustainable Development. Columbia University Press.
95. Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 38 (January), 697–713.
96. Sta, H. Ben. (2017). Quality and the efficiency of data in “Smart-Cities.” *Future Generation Computer Systems*, 74, 409–416.
97. Steele, R. (2014). ISO 37120 standard on city indicators – how they help city leaders set tangible targets, including service quality and quality of life [online]. Centre for Liveable Cities, Singapore.
98. Stratigea, A., Papadopoulou, C. A., & Panagiotopoulou, M. (2015). Tools and technologies for planning the development of smart cities. *Journal of Urban Technology*, 22(2), 43–62.
99. Šiugždinienė, J., Gaulė, E., & Rauleckas, R. (2019). In search of smart public governance: the case of Lithuania. *International Review of Administrative Sciences*.
100. Tanguay, G.A., Rajaonson, J., Lefebvre, J.F., Lanoie, P., (2010). Measuring the sustainability of cities: an analysis of the use of local indicators. *Ecol. Indicat.* 10 (2), 407e418.
101. Tapscott, D. (1999). ERIC – Educating the Net Generation., Educational Leadership, 1999. *Educational Leadership*.
102. Tillie, N. (2014). Innovation in assessing and governing low carbon and smart cities, World Council on City Data [online].
103. Torfing, J.B., Peters, G., Pierre, J., and Sorensen, E., (2012). Interactive Governance: Advancing the Paradigm. Oxford: Oxford University Press.
104. Townsend, A. (2013). Smart cities – big data, civic hackers and the quest for a new utopia. New York: Norton & Company.
105. Tsuchiya, R., Kato, T., Washizaki, H., Kawakami, M., Fukazawa, Y., Yoshimura, K., (2013). Recovering traceability links between requirements and source code in the same series of software products. In Proceedings of the 17th International Software Product Line Conference (SPLC’13), New York, NY, USA, 13–17 September 2013; pp. 121–130.
106. UNDESA (2014). United Nations E-Government Survey. United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA).
107. UNESCAP (2007). Statistical Yearbook for Asia and the Pacific 2007. <http://www.unescap.org/stat/data/syb2007/17-Information-and-communicationtechnology.asp>
108. United Nations (2015). World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. 2015.
109. United Nations (2015). World urbanization prospects. the 2014 revision. New York: Department of Economic and Social Affairs. <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>
110. Van Dijken, K., Dorenbos, R. & Kamphof, R. (2012) The Reference Framework for Sustainable Cities (RFSC): Testing results and recommendations. (January).

111. Vanolo, A. (2014). Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy. *Urban Studies*.
112. Walravens, N. (2012). Mobile business and the smart city: Developing a business model framework to include public design parameters for mobile city services. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 7(3), 121–135.
113. WCED (The World Commission on Environment and Development) (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future. United Nations. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
114. Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., Sinha, S., Strube, G., ... Tann, V. (2018). Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future. *McKinsey & Company*, (June), 152.

A priedas

AHP Analytic Hierarchy Process

n= 10

Input 1

Objective: Išmanaus miesto tvartos plėtos veiksniai

Only input data in the light green fields!

Please compare the importance of the elements in relation to the objective and fill in the table: Which element of each pair is more important, **A or B**, and **how much** more on a scale 1-9 as given below.

Once completed, you might adjust highlighted comparisons 1 to 3 to improve consistency.

n	Criteria	Comment	RGMM	+/-
1	Ekonomika ir vystymas		10.0%	
2	Valdymas ir gyventojų įtraukimas		10.0%	
3	IKT		10.0%	
4	Išmanus transportas		10.0%	
5	Tvari energija		10.0%	
6	Gyvenimas ir saugumas		10.0%	
7	Žmonės ir inovacijos		10.0%	
8	Tvari gamtinė aplinka		10.0%	
9	Vandens ir atliekų valdymas		10.0%	
10	Gyvenamoji aplinka		10.0%	

Skimante

1

α : 0,1

CR: 0%

1

Name Weight Date Consistency Ratio

		Criteria		more important ?	Scale
i	j	A	B	A or B	(1-9)
1	2	Ekonomika ir vystymas	Valdymas ir gyventojų įtraukimas		
1	3		IKT		
1	4		Išmanus transportas		
1	5		Tvari energija		
1	6		Gyvenimas ir saugumas		
1	7		Žmonės ir inovacijos		
1	8		Tvari gamtinė aplinka		
2	3	Valdymas ir gyventojų įtraukimas	IKT		
2	4		Išmanus transportas		
2	5		Tvari energija		
2	6		Gyvenimas ir saugumas		
2	7		Žmonės ir inovacijos		
2	8		Tvari gamtinė aplinka		
3	4	IKT	Išmanus transportas		
3	5		Tvari energija		
3	6		Gyvenimas ir saugumas		
3	7		Žmonės ir inovacijos		
3	8		Tvari gamtinė aplinka		
4	5	Išmanus transportas	Tvari energija		
4	6		Gyvenimas ir saugumas		
4	7		Žmonės ir inovacijos		
4	8		Tvari gamtinė aplinka		
5	6	Tvari energija	Gyvenimas ir saugumas		
5	7		Žmonės ir inovacijos		
5	8		Tvari gamtinė aplinka		
6	7	Gyvenimas ir saugumas	Žmonės ir inovacijos		
6	8		Tvari gamtinė aplinka		
7	8	Žmonės ir inovacijos	Tvari gamtinė aplinka		
1	9	Ekonomika ir vystymas	Vandens ir atliekų valdymas		
1	10		Gyvenamoji aplinka		
2	9	Valdymas ir gyventojų įtraukimas	Vandens ir atliekų valdymas		
2	10		Gyvenamoji aplinka		
3	9	IKT	Vandens ir atliekų valdymas		
3	10		Gyvenamoji aplinka		
4	9	Išmanus transportas	Vandens ir atliekų valdymas		
4	10		Gyvenamoji aplinka		
5	9	Tvari energija	Vandens ir atliekų valdymas		
5	10		Gyvenamoji aplinka		
6	9	Gyvenimas ir saugumas	Vandens ir atliekų valdymas		
6	10		Gyvenamoji aplinka		
7	9	Žmonės ir inovacijos	Vandens ir atliekų valdymas		
7	10		Gyvenamoji aplinka		
8	9	Tvari gamtinė aplinka	Vandens ir atliekų valdymas		
8	10		Gyvenamoji aplinka		
9	10	Vandens ir atliekų valdymas	Gyvenamoji aplinka		

Intensity of importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two elements contribute equally to the objective
3	Moderate importance	Experience and judgment slightly favor one element over another
5	Strong Importance	Experience and judgment strongly favor one element over another
7	Very strong importance	One element is favored very strongly over another, its dominance is demonstrated in practice
9	Extreme importance	The evidence favoring one element over another is of the highest possible order of affirmation

2,4,6,8 can be used to express intermediate values

B priedas

IŠMANIŲ MIESTŲ TVARIOS PLĖTROS VEIKSNIŲ RODIKLIŲ VERTINIMO APKLAUSOS ANKETA

Geriamas Eksperte,

Siekiame identifikuoti išmaniųjų miestų tvarios plėtros vertinimo veiksnių rodiklių svarbą, kviečiu atsakyti į anketos klausimus. Gauta informacija bus naudojama Vilniaus Gedimino Technikos Universiteto Verslo vadybos fakulteto studentės Skirmantės Mozūriūnaitės magistriniame darbe „Išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelis“ atliekamame tyrime. Visi atsakymai yra anonimiški. Jūsų nuomonė bus labai vertinga, ruošiant patobulintą išmaniųjų miestų tvarios plėtros modelį.

Išmani ekonomika ir vystymas

1. Inovacijų indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

2. Verslumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

3. Ekonominis įvaizdis ir prekių ženklai

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

4. Tvari gamyba ir vartojimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

5. Darbo rinka ir jos lankstumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

6. Tarptautinė integracija ir novatoriška partnerystė

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

7. Užimtumas ir atspari vietos ekonomika

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

8. Ryšių užtikrinimas (angl. connectivity)

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

9. Ekologiškas augimas ir žiedinė ekonomika

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

Skip to question 10

Išmanus valdymas ir gyventojų įtraukimas

10. Dalyvavimas visuomenės gyvenime ir politinis sąmoningumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

11. Viešosios ir socialinės paslaugos

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

12. Efektyvus, skaidrus administravimas ir valdymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

13. Integruota teritorinė strategija

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

14. Partnerystė ir valdymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

15. Tinklų kūrimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

16. Vertinimo ir nuolatinio tobulinimo procesas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

17. Novatoriški ir atsakingi viešieji pirkimai

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbus	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbus

IKT (Laikas ir patogumas)

18. Tarptautinis prieinamumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

19. IKT infrastruktūros prieinamumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

20. IKT integravimas, skaitmeninimas miestuose

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

21. IKT ryšiai

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

22. Išmaniųjų įrenginių naudojimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

23. Internetinių paslaugų kokybė

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

24. Bevielio „Wi-Fi“ interneto prieigos globalus taškų skaičius.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

25. „Realiu laiku“ duomenų prieinamumas (angl. real-time data)

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

26. Skaitmeninės finansų, sveikatos, soc. ir kt. paslaugos

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

Išmanus transportas

27. Transporto sistemos tvarumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

28. Transporto sistemų pasiekiamumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

29. Alternatyvios ir tvaraus judumo sistema

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

30. Transporto efektyvumas ir valdymas. Eismo indeksas.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

31. Miestų infrastruktūros monitoringas ir valdymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

32. Miesto gatvių šviesų valdymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

33. Švarus, nemotorinis transportas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

34. Neefektyvumo indeksas - transporto priemonių neefektyvumo įvertinimas.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

35. Kelių eismo įvykių skaičius.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

36. Metro stočių skaičius mieste.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

37. Traukinio stočių skaičius mieste.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

38. Skrydžiai – atvykimo ir išvykimo į miestą skaičius (oro maršrutai).

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

39. Dviračių / paspirtukų dalijimosi sistema.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

40. Automobilių dalijimosi sistema.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

41. Privataus transporto automobilių skaičius.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

42. Elektrinių automobilių skaičius.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

43. Savaeigio transporto skaičius.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

Tvari energija

44. Atsinaujinanti energija miestuose

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

45. Atsinaujinančia energija naudojančių namų ūkių skaičius

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

46. Namų ūkiai gaminantys atsinaujinančią energiją

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

47. Įmonės gaminančios atsinaujinančią energiją

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

48. Energijos efektyumas ir valdymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

Išmanus gyvenimas ir saugumas

1. Sveikatos sąlygos

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

2. Sveikata bei gerovės skatinimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

3. Gyventojų aprūpinimas gyvenamuoju būstu

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

4. Ekonominė gerovė ir socialinė sanglauda

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

5. Sveikatos ir medicinos įstaigos

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

6. Sveikatinimo ir sporto įstaigos

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

7. Atvirų sporto įrenginiai ir aikštelės

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

8. Saugumo indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

9. Saugios palinkos indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

10. Išgelbėtos gyvybės

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

11. Nusikaltimo indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

12. Reagavimas į avarijas ir jų grėsmes

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

Išmanūs žmonės ir inovacijos

13. Kultūros objektai

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

14. Religiniai objektai

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

15. Turizmo patrauklumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

16. Kūrybingumo skatinimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

17. Švietimo objektai

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

18. Kvalifikacijos ir išsilavinimo lygis

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

19. Mokymasis visą gyvenimą

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

20. Integracinio švietimo ir mokymo tobulinimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

21. 21 amžiaus švietimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

22. Etninė įvairovė

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

23. Atviras mąstymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

24. Užtikrinti socialinį įtraukimą

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

25. Užtikrinti socialinį ir kartų teisingumą

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

26. Migrantų ir pabėgėlių įtraukimas į miestus

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

27. Skurdo lygis ir jo mažinimas miestuose

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

Tvari gamtinė aplinka

28. Prisitaikyti prie klimato kaitos pokyčių

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

29. Oro kokybė (be taršos)

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

30. Ekologinis sąmoningumas

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

31. Tvarus išteklių valdymas

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

32. Klimato pokyčių švelninimas

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

33. Gamtinės aplinkos monitoringas ir apsauga

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Išmanus vandens ir atliekų tvarkymas

34. Saugoti ir valdyti vandens išteklius

Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

35. Atliekų rūšiavimo indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

36. Namų ūkių rūšiuojančių atliekas indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

37. Perdirbamų atliekų indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

38. Perdirbamų atliekų sunaudojamų atsinaujinančiai energijai indeksas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

39. Vandens kokybės telkiniuose gerinimo rodiklis

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

40. SUD's (angl. sustainable urban drainage) sistemos įdiegimas miestuose

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

41. Vandens ir šiukšlių atliekų valdymas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

Išmani gyvenamoji aplinka

42. Tvarus miesto planavimas, vystymas ir žemės panaudojimą

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

43. Miesto architektūrinės ir kultūrinės paveldo apsauga

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

44. Viešųjų erdvių ir gyvenamosios aplinkos kokybė ir funkcionalumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

45. Strateginis planavimas ir projektavimo efektyvumas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

46. Urbanizacijos lygis miestuose

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

47. Gyventojų skaičius, turinčių prieigą prie sanitarinių paslaugų

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

48. Gyventojų skaičius turinčių prieigą prie vandens tiekimo

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

49. Planavimo sistemos skaitmeninimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

50. Tvarių projektų skaičius (BREEM sertifikavimas ir kt.)

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

51. Žalių/išmanių statinių/projektų skaičius (BREEM sertifikavimas ir kt.)

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

52. A/A+ klasės namai naudojančys atsinaujinančią energiją

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

53. BIM projektų integravimas į miesto skaitmeninį planavimą.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu

54. CIM miestų skaitmeninio planavimo integravimas

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nesvarbu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Labai svarbu