

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS



Jonas Šaparauskas

DARNAUS MIESTO VYSTYMO(-SI) DAUGIATIKSLĖ SELEKTONOVACIJA

Daktaro disertacija
Technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T

Vilnius 2004

Disertacija rengta 2000–2004 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Mokslinis vadovas:

prof. habil. dr. Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

TURINYS

IVADAS.....	5
1. MIESTŲ VYSTYMASIS UŽSIENYJE IR LIETUVOJE, PASAULINĖ DARNAUS MIESTŲ VYSTYMO SI TEORIJA BEI PRAKTIKA.....	9
1.1. Bendrosios žinios	9
1.2. Šiuolaikinės demografinės tendencijos ir miestų vystymasis	9
1.2.1. Gyventojų skaičiaus augimas ir miestų plėtra pasaulyje.....	9
1.2.2. Miestų vystymasis Lietuvoje.....	13
1.3. Miestų vystymosi problemos	14
1.4. Darnaus miestų vystymosi esmė, principai ir tikslai.....	15
1.5. Miesto darną apibūdinantys rodikliai, jų sistemos	23
1.5.1. Rodiklių naudotojai, reikalavimai rodikliams, rodiklių rūšys.....	23
1.5.2. Konceptinių rodiklių sistemos	25
1.5.3. Kiekybinių rodiklių sistemos	27
1.6. Darnaus miestų vystymosi planavimas ir įgyvendinimas	31
1.6.1. Vizijos	32
1.6.2. Scenarijai.....	33
1.6.2.1. Scenarijų apibrėžimas, rūšys	33
1.6.2.2. Scenarijai darniam miestui modeliuoti.....	35
1.6.3. Strategijos.....	37
1.6.4. Strategijos įgyvendinimo pavyzdys	39
1.7. Darnaus vystymosi principų taikymas miestų bendruosiuose ir strateginiuose planuose.....	41
1.8. Darnūs pastatai kaip darnaus miesto komponentas.....	42
1.9. Pirmojo skyriaus išvados.....	43
2. DAUGIATIKSLIŲ SPRENDIMŲ PRIĖMIMO METODŲ ANALIZĖ IR PARINKIMAS.....	44
2.1. Bendrosios žinios	44
2.2. Daugiatikslių metodų taikymo galimybės.....	44
2.3. Daugiatikslių metodų klasifikacija.....	45
2.4. Daugiatikslių metodų tyrimai užsienyje ir Lietuvoje.....	46
2.5. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymas	48
2.5.1. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai.....	48
2.5.2. Rodiklių reikšmingumų nustatymas porinio palyginimo metodu	49
2.5.3. Rodiklių reikšmingumo nustatymas rangavimu.....	52
2.6. Tinkamiausių daugiatikslių metodų parinkimas darnaus miesto vystymosi selektonovacijai atlikti.....	54
2.6.1. Paprastų svorių sudėjimo metodas	55
2.6.2. Daugiakriterinis sprendimų priėmimo metodas MCDM-23	57
2.6.3. Analitinis hierarchijos procesas	58
2.6.4. ELECTRE III metodas	60
2.6.5. Topsis metodas.....	63
2.6.6. Daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas	65
2.6.7. Naudotų daugiatikslių metodų lyginamoji analizė.....	67
2.7. Antrojo skyriaus išvados	69

3. MIESTO DARNOS ĮVERTINIMAS IR VYSTYMOŠI MODELIAVIMAS.....	70
3.1. Bendrosios žinios	70
3.2. Statyba ir darnus miesto vystymasis	70
3.2.1. Inžinerinis-techninis darnos komponentas	70
3.2.2. Statybos poveikis miesto darnai	72
3.2.3. Siūloma miesto darnos rodiklių sistema.....	76
3.3. Miesto darnos įvertinimo ir vystymosi planavimo modelis	79
3.4. Vilniaus vidinės darnos įvertinimas (lyginant seniūnijas)	80
3.5. Vilniaus išorinės darnos nustatymas (lyginant miestus)	87
3.6. Vilniaus ateities vystymosi planavimas	89
3.6.1. Trijų Vilniaus miesto scenarijų sudarymas ir aprašymas.....	89
3.6.2. Trijų Vilniaus miesto scenarijų įvertinimas	93
3.7. Miestų darną apibrėžiantys veiksniai ir pasiūlymai Vilniui.....	95
3.8. Trečiojo skyriaus išvados.....	100
4. INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS DARNIAM MIESTUI	
MODELIUOTI.....	101
4.1. Bendrosios žinios	101
4.2. Darnaus miesto vystymosi analizės ir planavimo automatizavimo priemonės.....	101
4.2.1. Skaičiuoklės, speciali programinė įranga, sprendimų paramos sistemos, ekspertinės sistemos, neuroniniai tinklai.....	101
4.2.2. Įvertinimo sistemos	106
4.3. Tarptautiniai projektai ir jų metu sukurtos sistemos	113
4.3.1. Tarptautinis „BEQUEST“ projektas ir internetinė sistema „BEQUEST Toolkit“	113
4.3.2. Tarptautiniai projektai SPARTACUS, PROPOLIS IR VISIONS	113
4.4. Siūloma internetinė darnaus miesto vystymosi daugiakriterinė sprendimų paramos sistema.....	115
4.4.1. Sprendimų paramos sistemos struktūra.....	115
4.4.2. Demonstracinė sprendimų paramos sistemos versija.....	117
4.4.3. Sprendimų paramos sistemos tobulinimas ateityje	121
4.5. Ketvirtąjo skyriaus išvados	121
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	123
LITERATŪRA	125
AUTORIAUS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS	142

IVADAS

Darbo aktualumas

Miestai atsirado maždaug prieš 7–9 tūkstančius metų, tačiau sparti jų plėtra prasidėjo tik XVIII a. pabaigoje. Dėl įvairių priežasčių per kelis šimtmečius miesto gyventojų skaičius pasaulyje nuo 3 proc. išaugo iki 50 proc. Prognozuojama, kad ateityje urbanizacijos procesas nesustos ir 2030 m. miestuose gyvens maždaug 60 proc. visų pasaulio gyventojų. Miestai tapo neatskiriama šiuolaikinės civilizacijos dalimi, jie formuoja žmonių socialinį, ekonominį ir kultūrinį gyvenimą. Nuo miestų vystymosi sėkmės priklauso visuomenės gerovė.

Miestuose vyksta aktyvi gamybinė ir komercinė veikla, išplėtotas paslaugų sektorius. Daugelis gyventojų miestuose praleidžia didžiąją savo gyvenimo dalį. Todėl miestuose sunaudojami didžiuliai kiekiai vandens, kuro, maisto, elektros ir kitų išteklių. Tai sukelia gamtos išteklių poreikį ir aplinkos taršą. Kita vertus, miestams būdingos tokios socialinės ir ekonominės problemos, kaip nedarbas, nusikalstamumas, gyventojų susiskirstymas į sluoksnius ir pan.

Miestas nėra tobulas darinys, nes tai žmonių, t. y. urbanistų, architektų ir inžinierių, kūrybos rezultatas, intensyvios statybos veiklos padarinys. Dažnai dėl neteisingų inžinerinių-techninių sprendimų iškyla įvairių problemų, kaip antai: infrastruktūros neefektyvumas, pastatų neekonomiškumas ir kt. Socialinės-ekonominės, aplinkos ir inžinerinės-techninės problemos yra tarpusavyje susijusios, darančios įtaką viena kitai. Pavyzdžiui, netinkamas gyvenamosios aplinkos formavimas gali sukelti gyventojų asocialų elgesį, nusikalstamumą. Prastas transporto organizavimas gali lemti didelį avaringumą, didžiulius laiko nuostolius keliaujant.

Miestų vystymosi analizė, planavimas ir valdymas yra sudėtingas, kompleksinis, daugiaaspektis uždavinys, kurį galima išspręsti tik panaudojus šiuolaikines mokslo žinias, technologijas bei patirtį. Priimant nūdienos iššūkius, turi būti daromi adekvatūs sprendimai, vykdoma atitinkama politika, įgyvendinamos įvairios programos. Tam reikia išsamios, objektyvios informacijos, turi būti sudaromos prognozės, nagrinėjami, diskutuojami įvairūs sprendimų variantai. Priimant miestui svarbius sprendimus turi dalyvauti visos suinteresuotos grupės, siekiančios kompromiso tarp verslo, gyventojų ir gamtos interesų. Prieš keletą dešimtmečių atsiradęs darnaus vystymosi požiūris leidžia kompleksiskai įvertinti ir spręsti miesto socialines, ekonomines ir aplinkos problemas. Tačiau tame požiūryje neakcentuojamas svarbus inžinerinis-techninis dėmuo. Trūksta gilaus, visaapimančio požiūrio į miestą, kaip į sudėtingą, daugiakomponentę sistemą. Nepakankamai naudojamos šiuolaikinės informacinės

technologijos. Todėl darnus miesto vystymasis turi būti laikomas ne tik socialinių, gamtos, bet ir inžinerijos mokslų objektu.

Tyrimų objektas – miestas kaip kompleksinė inžinerinė, socialinė, ekonominė ir ekologinė sistema; statybos poveikio visiems šiems komponentams nustatymas; pusiausvyros tarp jų paieška.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Pagrindinis darbo tikslas – sudaryti teorinį modelį, kuris leistų daugiatisiais sprendimų priėmimo metodais įvertinti miesto darną ir planuoti miesto vystymąsi ateityje. Šis modelis leistų vartotojams atlikti miesto inžinerinės-techninės, socialinės, ekonominės ir gamtinės aplinkos būklės analizę, suteiktų galimybę palyginti miestus tarpusavyje ir sudaryti įvairias miesto ateities vystymosi alternatyvas, jas palyginti bei atrinkti geriausią.

Siekiant tikslo turi būti:

- rastos šiuolaikinių miestų vystymosi tendencijos;
- nustatytos pagrindinės miestų problemos;
- išnagrinėtos darnaus miesto vystymosi prielaidos ir jų taikymo pavyzdžiai;
- išanalizuoti miesto darną apibūdinantys rodikliai ir jų sistemos;
- ištirti daugiatisiai metodai, jų taikymo galimybės ir parinkti tinkamiausi;
- nustatytas ryšys tarp statybos ir darnaus miesto vystymosi procesų;
- suformuluotas naujas darnos komponentas, apibūdinantis dirbtinę miesto aplinką;
- nustatytas statybos poveikis miesto darnos komponentams;
- įvardyti rodikliai, apibūdinantys miesto statybos proceso rezultatus;
- sukurtas, aprašytas ir išbandytas miesto darnos įvertinimo ir vystymosi planavimo teorinis modelis;
- ištirtos pasaulyje egzistuojančios darnaus miesto vystymosi analizės ir planavimo automatizavimo priemonės;
- sukurta internetinė darnaus miesto vystymosi daugiatislė sprendimų paramos sistema.

Tyrimo metodika

Visa oficialioji tarptautinių organizacijų, naujausia medžiaga mokslinių duomenų bazėse, Lietuvos institucijų pateikiama informacija bei kita medžiaga internete tiriama analizės būdu. Daugiatisiai metodai lyginami bei parenkami tinkamiausi taikant palyginamąją analizę. Alternatyvų rodiklių reikšmės nustatomos statistiniais ir analogijos metodais, o rodiklių reikšmingumai – ekspertiniais.

Mokslinis darbo naujumas

1. Darnaus miesto vystymosi idėja papildyta inžineriniu-techniniu aspektu.

2. Miesto darnos įvertinimui ir modeliavimui pritaikyti daugiatiksliai metodai.
3. Darnaus miesto vystymosi modeliavimas suskaidytas į lygmenis.
4. Panaudotos šiuolaikinės informacinės technologijos miesto inžineriniams-techniniams, socialiniams, ekonominiams ir aplinkos komponentams vertinti.

Teoriniai ir praktiniai darbo rezultatai

1. Pasiūlyta koncepcinė miesto darnos rodiklių sistema, atspindinti visų suinteresuotų grupių interesus, taip pat įvertinanti statybos veiklos įtaką miesto darnai.
2. Sudarytas miesto darnos įvertinimo ir darnaus vystymosi modeliavimo teorinis modelis, kuris leidžia nustatyti esamą miesto fizinės, socialinės ir ekonominės aplinkų pusiausvyrą, sudarytos miesto ateities vystymosi alternatyvos bei atrinktos geriausios.
3. Pritaikius sukurtąjį modelį, įvertinta konkrečiaus miesto darna, sudarytos bei įvertintos ateities vystymosi alternatyvos.
4. Sukurta originali internetinė sprendimų paramos sistema darniam miestui modeliuoti.
5. Darbo rezultatai, išvados ir pasiūlymai yra naudingi sprendžiant Lietuvos miestų vystymosi problemas, sudarant jų vizijas, strateginius planus, ar atliekant miesto fizinį planavimą.

Darbo aprobavimas ir praktinis rezultatų naudojimas

1. Pagrindiniai disertacijoje nagrinėjami teiginiai išdėstyti ir aptarti tarptautinėse ir respublikinėse konferencijose Lietuvoje, Lenkijoje, JAV, Nyderlanduose. Taip pat darbe išdėstyta medžiaga paskelbta trylikoje mokslinių straipsnių ir konferencijų leidiniuose.
2. Darbe sukaupta medžiaga panaudota dalyvaujant tarptautiniame Framework 6 projekte „Intelligent cities“.
3. Remiantis kai kuria disertacijoje išdėstyta medžiaga, parašytos magistro tezės.

Apimtis ir struktūra

Darbą sudaro įvadas, keturi skyriai, išvados ir pasiūlymai, literatūros šaltinių sąrašas. Darbo apimtis – 143 puslapiai.

Darbo struktūra pateikta 1 paveiksle.

Pirmajame skyriuje ištirtos šiuolaikinės demografinės ir miestų vystymosi tendencijos, analizuojama pasaulinė darnaus miesto vystymosi teorija bei praktika, taip pat ištirti miesto darnos rodikliai ir jų sistemos. Apžvelgti darnaus miestų vystymosi planavimo būdai.

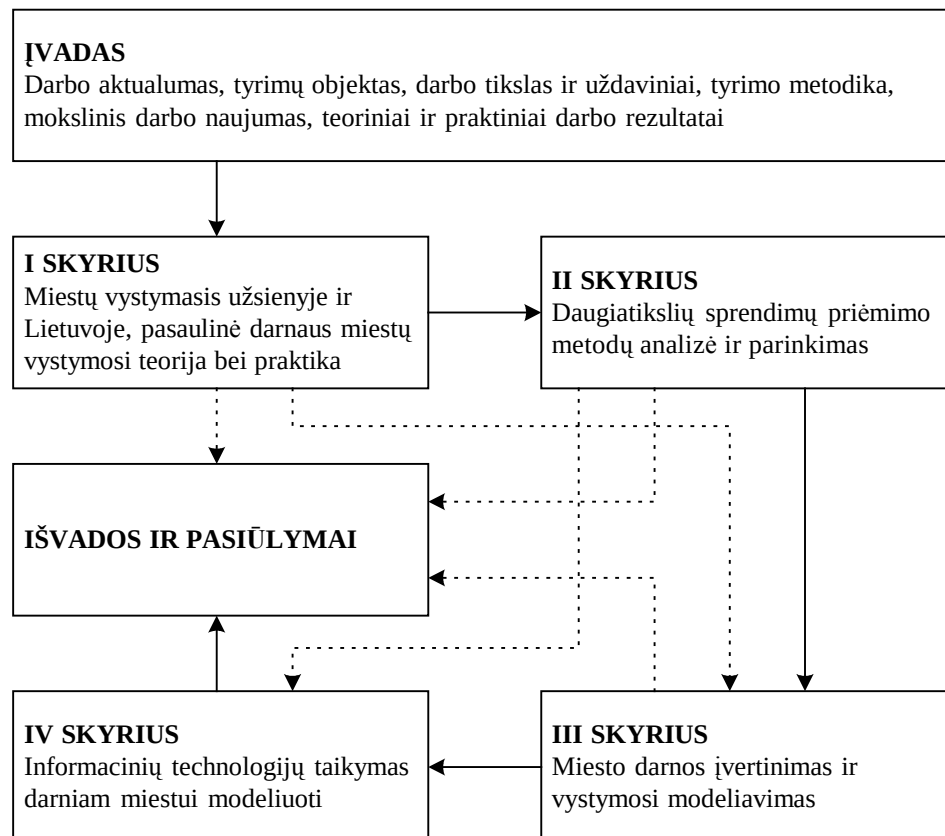
Antrajame skyriuje analizuojami šiuolaikiniai daugiatiksliai sprendimų priėmimo metodai, rodiklių reiškimumų ir reikšmių nustatymo būdai.

Trečiajame skyriuje pasiūlyta darnaus miesto samprata, sukurta originali socialinių, ekonominių, aplinkos ir inžinerinių-techninių rodiklių sistema. Sudarytas darnaus miesto

vystymosi įvertinimo ir planavimo modelis. Įvertinta Vilniaus miesto išorinė ir vidinė darna, sudaryti ir palyginti trys Vilniaus ateities vystymosi scenarijai.

Ketvirtame skyriuje apžvelgtos darnaus miesto vystymosi automatizavimo priemonės, išnagrinėti svarbūs tarptautiniai projektai ir jų metu sukurtos sistemos, sudaryta internetinė demonstracinė darnaus miesto vystymosi sprendimų paramos sistema.

Disertacinio darbo gale pateikiamos išvados ir pasiūlymai.



1 pav. Disertacinio darbo struktūra

1. MIESTŲ VYSTYMASIS UŽSIENYJE IR LIETUVOJE, PASAULINĖ DARNAUS MIESTŲ VYSTYMOSI TEORIJA BEI PRAKTIKA

1.1. Bendrosios žinios

Miestas yra sudėtingas fizinis ir socialinis fenomenas, kuris nuolat keičiasi, evoliucionuoja. Jame vyksta kiekybiniai ir kokybiniai pokyčiai. Miestų plėtra (raida) turi savaiminio ir planuojamo bei reguliuojamo proceso požymių. Šiems procesams objektyviai išreikšti autorius vartoja sąvokas „vystymas“ ir „vystymasis“.

2003 metų sausį Valstybinės lietuvių kalbos komisijos posėdyje „darnus vystymas(-is)“ buvo patvirtintas kaip oficialus lietuviškas „Sustainable Development“ termino atitikmuo. Vadinasi, sąvoka „Sustainable Urban Development“ turi būti suprantama kaip „darnus miesto vystymas“ ir „darnus miesto vystymasis“.

1.2. Šiuolaikinės demografinės tendencijos ir miestų vystymasis

1.2.1. Gyventojų skaičiaus augimas ir miestų plėtra pasaulyje

Gyventojų skaičiaus didėjimas pasaulyje ir miestų plėtra yra tiesiogiai susiję procesai, kuriuos reikia nagrinėti kartu [136].

2000 m. pasaulio gyventojų skaičius pasiekė 6,1 mlrd. ir pagal vidutinio augimo scenarijų prognozuojama, kad 2050-aisiais jų bus apie 9,3 mlrd. (žr. 1.1 lent.).

1.1 lentelė. Pasaulio gyventojų skaičius, esant įvairiems gimstamumo scenarijams [243]

Pagrindiniai regionai	Apskaičiuotasis gyventojų skaičius, mln.		Gyventojų skaičius 2050 m., mln.			
	1950	2000	žemas	vidutinis	aukštas	pastovus
Pasaulis	2519	6057	7866	9322	10934	13049
Labiausiai išsivystę regionai	814	1191	1075	1181	1309	1162
Mažiau išsivystę regionai	1706	4865	6791	8141	9625	11887
Mažiausiai išsivystę regionai	197	658	1545	1830	2130	3150
Kitos mažiau išsivysčiusios valstybės	1508	4207	5246	6312	7495	8738
Afrika	221	794	1694	2000	2320	3566
Azija	1399	3672	4527	5428	6430	7376
Lotynų Amerika ir Karibai	167	519	657	806	975	1025
Europa	548	727	556	603	654	580
Šiaurės Amerika	172	314	389	438	502	446
Okeanija	13	31	42	47	53	56

Pagal šį scenarijų bendras pasaulinis gimstamumas sumažės nuo 2,82 vaiko vienai moteriai (1995–2000) iki 2,15 vaiko vienai moteriai (2045–2050). Taip pat tikimasi, kad gyvenimo trukmė nuo 65 metų pailgės iki 76 metų. Dėl sumažėjusio gimstamumo pasaulio gyventojų augimo tempas sumažės nuo 1,35 proc. per metus (1995–2000) iki 0,47 proc. per metus (2045–2050).

Planuojama, kad gyventojų augimo tempai mažės ir labiau, ir mažiau išsivysčiusiuose regionuose. Skirtumas tik tas, kad mažiau išsivysčiusiuose regionuose iki 2050 metų tai turės teigiamų, o labiau išsivysčiusiuose regionuose – po 2025 metų neigiamų padarinių. Labiau išsivysčiusiuose regionuose 2045–2050 metais gyventojų sumažės 0,19 proc. per metus, o mažiau išsivysčiusiuose regionuose daugės 0,57 proc. per metus.

1995–2000 metais žmogaus gyvenimo trukmė labiau išsivysčiusiuose regionuose buvo 75 metai. Mažiau išsivysčiusiuose regionuose ji buvo 12 metų trumpesnė ir sudarė 63 metus. 2050 metais mažiau išsivysčiusios šalys pasieks 75 metų gyvenimo trukmę, o labiau išsivysčiusiuose šalyse ji sieks jau 82 metus. Skirtumas tarp gyvenimo trukmių įvairiuose regionuose sumažės.

Manoma, jog XXI amžiuje išliks aukštas tarptautinės migracijos lygis. Labiau išsivysčiusios šalys ir toliau priims tarptautinius migrantus, kurių skaičius kasmet didės 2 mln. 50-ies metų laikotarpiu. Dėl mažo gimstamumo labiau išsivysčiusiuose regionuose imigracija labai paveiks demografinę padėtį šiose šalyse. Be migracijos, labiau išsivysčiusiuose regionuose gyventojų imtų mažėti nuo 2003 metų ir 2050-aisiais 126 milijonais gyventojų būtų mažiau negu esant migracijai.

Pasaulio gyventojų miestuose skaičius 2000 metais pasiekė 2,9 mlrd., o prognozuojama, kad 2030-aisiais jų bus 5 milijardai. 1950 metais miestuose gyveno 30 proc. pasaulio gyventojų, 2000-aisiais jų buvo 47 proc. Prognozuojama, kad 2030 metais miestuose gyvens 60 proc. pasaulio gyventojų (1.2 lentelė). Esant dabartinėms tendencijoms miestų ir kaimų gyventojų skaičius susilygins 2007 metais.

1.2 lentelė. Miestų gyventojų skaičiaus kaita pasaulyje [244]

Pagrindiniai regionai	Gyventojų skaičius miestuose, proc.				Urbanizacijos sparta, proc.	
	1950	1975	2000	2030	1950–2000	2000–2030
Pasaulis	29,8	37,9	47,2	60,2	0,92	0,81
Labiau išsivystę regionai	54,9	70,0	75,4	82,6	0,63	0,31
Mažiau išsivystę regionai	17,8	26,8	40,4	56,4	1,63	1,11

Manoma, kad mažiau išsivysčiusiuose regionuose gyventojų padidėjimą (maždaug 2 milijardais) 2000–2030 metais absorbuos miestai. Tuo pat metu labiau išsivysčiusiuose

regionuose miestų gyventojų skaičius padidės nedaug – nuo 0,9 mlrd. (2000 m.) iki 1 mlrd. 2030 metais.

2000–2030 metais miestų gyventojų pasaulyje vidutinė metinė augimo sparta bus 1,9 proc., t. y. beveik du kartus pralenks gyventojų skaičiaus augimo tempą (1 proc. per metus). Esant tokiai situacijai miestų gyventojų skaičius padvigubės per 38 metus.

Esti didžiulių skirtumų tarp urbanizacijos lygio ir spartos atskiruose mažiau išsivysčiusiuose pasaulio regionuose. Lotynų Amerika ir Karibai yra labai urbanizuoti, čia 75 proc. gyventojų 2000 metais gyveno miestuose, daugiau nei Europoje. Be to, šis dydis yra dvigubai didesnis nei Afrikoje ir Azijoje, kur 2000 m. tik 37 proc. gyventojų gyveno miestuose. Būtent šiuose regionuose laukiamas didžiausias urbanizacijos procesas 2000–2030 metais. Manoma, kad 2030 m. Afrikos miestuose gyvens maždaug 53, o Azijos – 54 proc. gyventojų. Tuo pat metu 84 proc. Karibų ir Lotynų Amerikos gyventojų gyvens miestuose, t. y. maždaug tiek pat, kiek Šiaurės Amerikoje (1.3 lentelė).

1.3 lentelė. Miestų gyventų skaičiaus kaita pagrindiniuose regionuose [244]

Pagrindiniai regionai	Gyventojų skaičius miestuose, proc.				Urbanizacijos sparta, proc.	
	1950	1975	2000	2030	1950–2000	2000–2030
Šiaurės Amerika	63,9	73,8	77,4	84,5	0,38	0,30
Lotynų Amerika ir Karibai	41,9	61,4	75,4	84,0	1,18	0,36
Okeanija	61,6	72,2	74,1	77,3	0,37	0,14
Europa	52,4	67,3	73,4	80,5	0,68	0,31
Azija	17,4	24,7	37,5	54,1	1,53	1,23
Afrika	14,7	25,2	37,2	52,9	1,86	1,17

Nors miestuose gyvens vis daugiau pasaulio gyventojų, vis dėlto megamiestuose jų santykinė dalis padidės nedaug. 2000 metais 10 mln. gyventojų turinčiuose ir didesniuose miestuose gyveno maždaug 3,7 proc. pasaulio gyventojų. Tikimasi, kad 2015-aisiais šis skaičius padidės iki 4,7 procento. Bendra prognozė ta, kad 2015 m. tikrai 8,4 proc. pasaulio gyventojų gyvens miestuose, turinčiuose 5 mln. ir daugiau gyventojų. Išsamus pasaulio gyventojų pasiskirstymas pagal miestų dydžius pateiktas 1.4 lentelėje.

Gyventojų skaičius dideliuose miestuose augs ne tik dėl jų plėtros, bet ir dėl tokių miestų skaičiaus augimo. 2001 metais 5 ir daugiau milijonų gyventojų turinčių miestų buvo 10, tikimasi, kad 2015 m. tokių miestų bus jau 58. O štai megamiestų (kurie turi 10 ir daugiau milijonų gyventojų) nuo septyniolikos (2001 m.) padaugės iki dvidešimt vieno (2015 m.). Dauguma didžiųjų miestų bus besivystančiose šalyse. Tik 9 iš 40 miestų, turinčių 5 ir daugiau milijonų gyventojų, bus išsivysčiusiose šalyse.

1.4 lentelė. Pasaulio gyventojų pasiskirstymas pagal miestų dydžius [244]

Regionai	Miestų dydis pagal gyventojų skaičių	Gyventojų lyginamoji dalis, proc.		
		1975	2000	2015
Pasaulis	Iš viso	100,0	100,0	100,0
	Miestai	37,9	47,2	53,7
	10 mln. ir daugiau	1,7	3,7	4,7
	Nuo 5 mln. iki 10 mln.	3,0	2,8	3,7
	Nuo 1 mln. iki 5 mln.	8,2	11,1	13,3
	Nuo 0,5 mln. iki 1 mln.	4,3	4,8	4,9
	Mažiau kaip 0,5 mln.	20,8	24,8	27,1
	Kaimo vietovės	62,1	52,8	46,3
Labiau išsivystę regionai	Iš viso	100,0	100,0	100,0
	Miestai	70,0	75,4	78,6
	10 mln. ir daugiau	3,4	5,7	5,8
	Nuo 5 mln. iki 10 mln.	5,9	3,3	3,7
	Nuo 1 mln. iki 5 mln.	13,9	18,1	20,0
	Nuo 0,5 mln. iki 1 mln.	6,5	6,5	6,1
	Mažiau kaip 0,5 mln.	40,3	41,8	43,0
	Kaimo vietovės	30,0	24,6	21,4
Mažiau išsivystę regionai	Iš viso	100,0	100,0	100,0
	Miestai	26,8	40,4	48,6
	10 mln. ir daugiau	1,1	3,2	4,5
	Nuo 5 mln. iki 10 mln.	2,0	2,7	3,6
	Nuo 1 mln. iki 5 mln.	6,2	9,4	12,0
	Nuo 0,5 mln. iki 1 mln.	3,6	4,4	4,7
	Mažiau kaip 0,5 mln.	14,0	20,7	23,8
	Kaimo vietovės	73,2	59,6	51,4

Didieji miestai nebūtinai turi sparčiai augti. Iš tikrųjų labiausiai augantys miestai turi nedaug gyventojų, po to tokių miestų augimas sulėtėja. Tačiau kai kurie dabartinių megamiestų per pastaruosius 25 metus augo labai sparčiai. Pavyzdžiui, Daka (Bangladešas) augo po 7 proc. kasmet 1975–2000 metais; Delis (Indija) tuo pačiu periodu kasmet padidėdavo 4,1 procento. Tačiau tai tik paskiri atvejai. Tarp 17 megamiestų (2001 m.) tik 5 augo daugiau kaip 3 proc. kasmet 1975–2000 metų periodu. 8 megamiestai tuo pačiu laikotarpiu augo mažiau kaip 2 proc. Prognozuojama, kad ateityje tik Daka, Delis, Džakarta ir Karačis augs sparčiau kaip 3 proc., o kiti 9 megamiestai augs nedaug – mažiau kaip po 1 proc. kasmet. Didžiausi pasaulio megamiestai, jų gyventojų skaičius bei augimo tempai pateikti 1.5 lentelėje.

M. Antropas [9], apibūdindamas Europos urbanizacinius procesus, teigia, jog urbanizacija yra viena pagrindinių Europos civilizacijos charakteristikų. Urbanizaciniai procesai prasidėjo maždaug nuo 700 metų prieš Kristų ir pamažu išplito nuo Pietryčių Europos po visą kontinentą. Daugelyje Europos šalių per labai trumpą laiką urbanizacija pasiekė maždaug 80 proc. lygį. Tuo pat metu kaimai tuštėjo. Miestų vystymasis tam tikru požiūriu atspindi evoliucijos ciklus, kurie pasireiškia įvairiais būdais. Urbanizacijos procesai

Šiaurės ir Pietų Europoje vyko ne tuo pačiu metu ir nevienoda sparta. Svarbiausi, didžiausi miestai buvo paveikti pirmiausia, palaipsniui urbanizacijos procesai darė įtaką mažesnėms gyvenvietėms ir dar vėliau net labai nutolusiems regionų kaimams.

1.5 lentelė. Didžiausi pasaulio megamiestai ir jų augimo tempai [225]

Valstybė	Miestas	Gyventojų skaičius, mln.				Augimo tempas, proc.		
		1950	1975	2000	2015	1950–1975	1975–2000	2000–2015
Japonija	Tokijas	6,9	19,8	26,4	27,2	4,2	1,2	0,2
Bangladešas	Daka	0,4	2,2	12,5	22,8	6,6	7,0	4,0
Indija	Bombėjus	3,0	7,3	16,1	22,6	3,6	3,1	2,3
Brazilija	San Paulas	2,5	10,3	18,0	21,2	5,6	2,2	1,1
Indija	Delis	1,4	4,4	12,4	20,9	4,6	4,1	3,5
Meksika	Meksikas	2,9	10,7	18,1	20,4	5,2	2,1	0,8
JAV	Niujorkas	12,3	15,9	16,7	17,9	1,0	0,2	0,5
Indonezija	Džakarta	1,4	4,8	11,0	17,3	4,8	3,3	3,0
Indija	Kalkuta	4,4	7,9	13,1	16,7	2,3	2,0	1,7
Pakistanas	Karačis	1,0	4,0	10,0	16,2	5,4	3,7	3,2
Nigerija	Lagosas	0,3	1,9	8,7	16,0	7,5	6,1	4,1
JAV	Los Andželas	4,0	8,9	13,2	14,5	3,2	1,6	0,6
Kinija	Šanchajus	5,3	11,4	12,9	13,6	3,1	0,5	0,4
Argentina	Buenos Airės	5,0	9,1	12,0	13,2	2,4	1,1	0,6
Filipinai	Manila	1,5	5,0	10,0	12,6	4,7	2,8	1,6
Kinija	Pekinas	3,9	8,5	10,8	11,7	3,1	1,0	0,5
Brazilija	Rio de Žaneiras	3,0	8,0	10,7	11,5	4,0	1,2	0,5
Egiptas	Kairas	2,4	6,1	9,5	11,5	3,7	1,8	1,3
Turkija	Stambulas	1,1	3,6	9,0	11,4	4,8	3,6	1,6
Japonija	Osaka	4,1	9,8	11,0	11,0	3,5	0,4	0,0
Kinija	Tiendzinas	2,4	6,2	9,2	10,3	3,8	1,6	0,8

1.2.2. Miestų vystymasis Lietuvoje

Urbanistinė plėtra Lietuvoje turi savitų bruožų [230]. Dėl istorinio šalies bei jos ekonomikos vystymosi istorinių ypatybių Lietuvos urbanizacijos lygis nėra toks aukštas kaip Vakarų Europoje. Žemės ūkis Lietuvoje taip pat išlieka labai svarbus šalies ekonomikoje.

Istoriškai Lietuvoje susiformavo gana tolygus gyvenviečių tinklas, gyventojai šalies teritorijoje taip pat pasiskirstę gana tolygiai. Po Antrojo pasaulinio karo miestų ir jų gyventojų skaičius ėmė sparčiai augti. Tai lėmė ne tik natūralūs vystymosi reiškiniai (darbo paieška, mokslo siekimas ir kt.), bet ir žemės nusavinimas, kolektyvizacija. Vykusius procesus puikiai rodo miestų gyventojų skaičiaus augimo tendencijos (žr. 1.6 lentelę).

Dabartiniu metu miestų gyventojai sudaro beveik 70 proc. visų šalies gyventojų. Tai rodo Lietuvos urbanizacijos proceso mastą ir tempus.

1.6 lentelė. Miestų gyventojų skaičiaus didėjimas Baltijos šalyse ir Lietuvoje 1913–2000 m. (proc.) [136, 172]

Valstybė	Metai					
	1913	1940	1959	1970	1977	2000
Lietuva	13	23	39	50	52	66,9
Latvija	38	35	56	62	67	68,1
Estija	19	34	56	65	69	67,4

1.3. Miestų vystymosi problemos

Šiuolaikiniai miestai susiduria su daugybe problemų. Tai transporto kamščiai, didelis oro užterštumas ir avaringumo lygis, nusikalstamumas, nedarbas, nepalankios gyvenimo sąlygos ir kita. Neadekvatus apsirūpinimas būstu ir paslaugomis (vanduo, šiukšlių išvežimas, transportas ir pan.), žemės ir statybos kainų didėjimas, lūšnynų gausėjimas, didėjanti miesto tarša (B. K. Chakrabarty) [28] – akivaizdus urbanizacijos padarinys. Pastebėtina (E. F. J. de Mulderis) [89], kad daugelis miestų susiduria su geologinėmis problemomis. Tai požeminio vandens tarša, paviršiaus nusėdimas dėl požeminio vandens eksploatacijos, iškyla upių krantų erozijos, žemės drebėjimų, potvynių problemos. Neabejotina miestų augimo pasekmė – fizinės ir socialinės problemos (K. Sik Kimas ir N. Gallent’as) [116].

Antai Turkijos miestai nukenčia dėl dviejų dalykų (S. T. Elias-Ozkanas) [37]. Pirma, atlaisvinant erdvę naujiems ir daug aukštesniems pastatams, dažnai nugriunami išliekamąją istorinę vertę turintys pastatai. Antra, sugriautų namų atliekos paprastai išverčiamos savavališkai įrengtuose sąvartynuose.

Spartus ir nekontroliuojamas miestų augimas, stebimas Brazilijoje nuo 1960 metų, parodė, jog žymiai išaugo avaringumo lygis (E. A. Vasconcellos) [138].

Tvarkant Indonezijos miestų valdymo reikalus, O. B. Serverio [115] nuomone, priimti pažangius sprendimus trukdo įsišaknijusi korupcija.

Štai Meksikas (O. Buenrostro ir G. Bocco) [21] susiduria su aplinkosaugos ir administraciniais sunkumais tvarkant atliekas. Kaip ir kitose besivystančiose šalyse, dėl prasto planavimo blogai veikia šiukšlių išvežimo sistema, prastai tvarkomos atliekos. Šalis išgyvena spartų urbanizacijos procesą: 70 proc. šalies gyventojų susitelkę dešimtyje didžiausių miestų, likę gyventojai išsibarstę po visą šalį mažuose miesteliuose. Urbanizacija pakeitė gyventojų įpročius, todėl atliekos tapo įvairiarūšės ir padidėjo jų kiekis.

Savo metu garsus Amsterdamo Bijlmermeero rajonas, apstatytas daugiaaukščiais gyvenamaisiais namais septintajame ir aštuntajame XX amžiaus dešimtmečiuose, nepateisino statytojų lūkesčių: rajonas tapo „žymus“ aukštu nusikalstamumu, prastomis gyvenimo

sąlygomis, asocialių gyventojų koncentracija, užterštumu, socialine izoliacija ir kt. (G. Hellemanas ir F. Wassenbergas) [54]. Pagrindinė problemų priežastis – prasti gyvenamųjų namų architektūriniai-techniniai sprendimai. Pastatai yra per daug masyvūs, per daug aukšti, nepasizižymintys gyvenamojo būsto įvairove.

Netrūksta problemų ir Lietuvos miestuose (P. Juškevičius) [62]: didelė teršalų emisija, nepakankama aplinkos kokybė, neefektyvi susisiekimo sistema, neišplėtota infrastruktūra, neefektyvus žemės naudojimas. Per mažai tyrinėjamos (J. Vanagas) [135] miesto aplinkos fizinio ir psichinio poveikio žmogui problemos, nepakankamai vertinama gyvenamoji aplinka.

1.4. Darnaus miestų vystymosi esmė, principai ir tikslai

Darnus miestų vystymasis yra visuotinio darnaus vystymosi (angl. *Sustainable Development*) dalis [34, 121]. Jis apima visas žmogaus veiklos sritis.

Darnų vystymąsi galima apibrėžti įvairiai (L. Bourdeu) [16]. Tai:

- toks vystymasis, kuris patenkina šiandienos poreikius, nepažeisdamas ateities kartų gebėjimo patenkinti savo poreikius;
- žmonių gyvenimo kokybės gerinimas, rūpinantis supančios ekosistemos išsaugojimu;
- vystymasis, užtikrinantis aplinkos, ekonominę ir socialinę gerovę visiems visuomenės nariams be grėsmės toms sistemoms, kurios tą gerovę užtikrina;
- vystymasis, skatinantis žmonijos ekonominį ir socialinį progresą ir užtikrinantis, jog tas progresas yra lydimas kitų sričių pažangos.

Taip pat darnus miestas yra toks (J. I. Barredo ir L. Demichelis) [14], kuris išlaiko vidinę pusiausvyrą tarp ekonominės veiklos, gyventojų skaičiaus augimo, infrastruktūros ir komunalinių paslaugų teikimo, taršos, triukšmo ir kt. Tai pasiekama tokiu būdu, kuris užtikrina miesto plėtros harmoniją, o daroma įtaka gamtinei aplinkai yra kaip galima mažesnė.

Kiti (S. W. Yoonas ir D. K. Lee) [59] darna vadina dinaminės pusiausvyros būklę, kai stengiamasi išlaikyti ilgalaikę pusiausvyrą tarp ekonominės, aplinkos ir socialinės gerovės komponentų. Pripažįstama, jog darnos idėja atsirado dėl globalinių politinių procesų, stengiantis patenkinti svarbiausius mūsų laikų poreikius. Tai ekonominio vystymosi poreikis, siekiant įveikti skurdą; poreikis apsaugoti orą, vandenį, dirvožemį nuo taršos, išlaikyti

bioįvairovę; socialinio teisingumo ir kultūrinės įvairovės poreikis, suteikiantis galimybę bendruomenėms išreikšti savo vertybes.

Kita vertus, darna (M. Alberti ir L. Susskindas) [4] yra būseną, kuri turi būti išlaikyta neribotą laiką be kokybinių nuostolių. Ekonominės plėtros darną reiškia gamtos ekosistemos, užtikrinančios žmonijos egzistenciją, išsaugojimą. Mokslininkai (J. Ravetzas) [101] pateikia trijų sąvokų apibrėžimus: miesto aplinkos darną, miesto vystymasis ir darnus miesto vystymasis. Miesto aplinkos darną yra žmonių veiklos pusiausvyra miestuose, atsižvelgiant į gamtos išteklių kiekį. Kadangi šie dydžiai yra kintantys, darną yra veikiau kryptis nei statinis galutinis tikslas. Miesto vystymasis yra fizinė ir žmogiškoji miesto sistemų evoliucinė plėtra ir pertvarkymas – globaliu mastu tai taip pat kryptis, o ne galutinė būseną. Darnus miesto vystymasis – veiksmų visuma, kuri garantuoja miesto vystymąsi, kartu užtikrindama darną.

Nors daugelis mokslininkų darną apibūdina panašiai, vis dėlto yra daug įvairių interpretacijų, tebekyla daug diskusijų dėl darnos turinio. Antai teigiama (M. Alberti ir L. Susskindas) [4, 5], jog nesama bendro sutarimo, kaip apibrėžti darną, dažnai nesutariama, ar ekonominis augimas suderinamas su gamtos kapitalo išsaugojimu. Vieni teigia, kad pusiausvyros tarp ekonominio augimo ir gamtos saugos gali ir nebūti. Kiti tvirtina, jog šios jėgos neišvengiamai susiduria. Beje, dar sunkiau suvokti, ką darną reiškia praktikoje. Dar mažai žinoma apie darnos apraiškas šiuolaikiniame išsivysčiusiame ir besivystančiame pasaulyje. Vadinas, darną sunku apibendrinti. Skirtingos šalių vystymosi kryptys sufleruoja, kad jokia konkreti darnos strategija negali būti be išlygų taikoma visoms šalims. Išteklių naudojimo pobūdis priklauso ir kinta atsižvelgiant į nacijos ekonomiką, aplinką ir kultūrą. Mokslininkai mano, jog dar nepakankamai aišku, kas miestą daro darnų. Vieni (R. Camagni ir kiti) [24] patvirtina, kad darnos apibrėžimas vis dar yra neaiškus, sukeliantis daugybę debatų ir interpretacijų, kiti teigia, jog (P. Lombardi) [173] darnus miesto vystymasis yra visų jį veikiančių veiksnių ilgalaikis suderinimas tarpusavyje.

Lietuvos mokslininkų (P. Juškevičius ir G. Steponavičienė) [62, 119] manymu, darnus miesto vystymasis yra pastangos suderinti ekonominį miesto augimą ir socialinę pažangą, neekvojant neatsinaujinančių gamtos išteklių ir nekeliant grėsmės ekologinei pusiausvyrai. Idealiu atveju šios pastangos turėtų sukurti keturis svarbiausius tarpusavyje susijusius miesto komponentus:

- *sveika aplinka* – švarus oras, žemė, vanduo; biologinė įvairovė; gamtinių išteklių naudojimas yra pagrįstas ir daro tiesioginę įtaką gyvenimo kokybei;

- *gyvybinga ekonomika* – plati ekonominė bazė, prisitaikanti prie kintančių sąlygų, konkuruojanti su kitais šalies ir užsienio miestais; garantuojanti gyventojų užimtumą trumpam ar ilgam laikotarpiui, gebanti pritraukti naujų investicijų;
- *socialinė gerovė* – gyventojų saugumas; visiškas ir kokybiškas kultūrinių bei dvasinių poreikių tenkinimas; prieinamas būstas ir komunalinės paslaugos;
- *miesto bendruomenės aktyvus ir konstruktyvus dalyvavimas visais plėtros etapais.*

Nemažai minėtų darnaus miesto komponentų yra išdėstyta Vilniaus miesto vizijoje „Vilnius 2020“ [158]. Sąlyginai jie pavadinti „Naująja ekonomika“, „Pažangia visuomene“ ir „Savita aplinka“.

Pasaulyje pabrėžiami tokie darnaus miesto vystymo planavimo principai (I. Masseris) [84]:

- partnerystė ir atskaitomybė (kolektyvinei atsakomybei kuriamos sąjungos tarp suinteresuotų grupių; kiekviena grupė yra atskaitinga už savo priimtus sprendimus);
- aktyvus dalyvavimas ir skaidrumas (pagrindinės visuomeninės grupės yra įtrauktos į veiklą; visa reikiama informacija kiekvienam lengvai pasiekama);
- sisteminis požiūris (ekonominės, ekologinės ir visuomenės problemos turi būti suvokiamos kompleksiškai);
- ryšys su ateitimi (turi būti įvertinti trumpalaikės, ilgalaikės tendencijos ir poreikiai);
- lygybė ir teisingumas (ekonominė plėtra turi būti tolydi, ekologiškai pagrįsta ir socialiai teisinga);
- ekologiniai suvaržymai (turi būti užtikrintas racionalus gamtos išteklių naudojimas);
- ryšys tarp lokalaus ir globalaus masto (turi būti suvokta vietinės darnos įtaka globaliai darnai);
- vietinė svarba (vietiniai veiksmai turi būti realistiški, įgyvendinami ir turi būti pritaikyti vietinės bendruomenės poreikiams).

Minėtini šie pagrindiniai darnaus miesto vystymosi įgyvendinimo principai (M. Burinskienė) [22]: subalansuotas vadovavimas miestui, politikos integracijos principas, ekologinio sisteminio mąstymo principas, kooperacijos ir bendradarbiavimo principas. Šiuos principus papildoma siūlymas (J. Valiūnas) [133] įvertinti gamtinės aplinkos išteklius, nustatyti jos galimybes priimti atliekas; ūkinę veiklą suderinti su gamtinės aplinkos ribojimais; gauti didžiausios naudos iš sunaudotų išteklių ar susidariusių atliekų; gauti didžiausios socialinės naudos iš ekonominės veiklos; tolygiai paskirstyti materialines gėrybes.

Mokslininkai (S.-L. Huang ir kiti) [56], įvertinę Taipėjo miesto esamą gamtinę aplinką ir socialinę-ekonominę būklę, pasiūlė šio miesto darną išreikšti trimis aspektais:

- gamtinių išteklių turtingas ir pasižymintis didele bioįvairove miestas;
- saugus, sveikatingas ir patogus gyventi miestas;
- globalus miestas, pasižymintis gyvybinga ekonomika ir ekonomišku energijos vartojimu.

Teigiama (E. H. W. Chan ir E. H. K. Yung) [29], jog darnus miestas turi pasižymėti ir tokiomis charakteristikomis:

- suteikti adekvatų gyvenamąjį būstą;
- užtikrinti kokybišką gyvenamąją aplinką;
- numatyti adekvačias bendrojo naudojimo erdves su sveika aplinka;
- kurti centralizuotą, save reguliuojantį miestą, kuriame gyventojus aptarnauja gerai išplėtotos visuomeninio transporto sistemos. Turi būti užtikrinti mažiausi kelionės atstumai iki darbo, pramogų vietų, mokymosi įstaigų ir kt.;
- kultūrinis gyvybingumas turi būti užtikrinamas integruojant istorinį paveldą su naujais statiniais;
- teikti daugiau dėmesio vadinamajai „trijų matmenų kontrolei“, kuri atlieka visapusišką pastatų įvertinimą supančios aplinkos atžvilgiu;
- atsižvelgti į vietinius ypatumus (net ir mažiems rajonams turi būti sudarytos alternatyvios schemas, kaip vykdyti plėtrą).

Darnaus miesto principus labiausiai atitinka keli miestų tipai [62, 63].

Kompaktinis miestas. Pagrindiniai požymiai: tankus užstatymas, mišrus žemės naudojimas, keleivių susisiekimas viešąja sistema. Tokio miesto privalumai: trumpų ryšių miestas; ekonomiškai ir techniškai gerai naudojama esama techninė infrastruktūra, todėl išvengiama (arba iš dalies išvengiama) naujų investicijų; išvengiama dalies reguliarių kelionių į darbą ir sumažinami gatvių kamščiai; sudaromos sąlygos viešajam keleivių transportui gyvuoti; sudaro prielaidas išlaikyti dirbamą žemę.

Sveikas miestas. Tai sveika fizinė ir socialinė aplinka, kurios siekiama bendromis socialinio, aplinkos ir aplinkosaugos, urbanistinio, ekonomikos, susisiekimo ir kitų sričių planuotojų pastangomis.

Žalias miestas. Šioje plėtros koncepcijoje želdynų ir užstatytų erdvių plėtra traktuojama kaip žmogaus sukurtų ir gamtinių sistemų sąveika; želdynų integravimas į miesto struktūrą naudingas mikroklimatui formuoti ir oro kokybei didinti.

Kiek kitaip darnios gyvenvietės viziją (ją galima taikyti ir priemiesčiui, ir miesteliui, ir pagaliau dideliam miestui) suprato M. ir D. Kennedy [68]:

- *gyvenvietė, kurioje vyrauja įvairovė.* Joje gyvenimas ir darbas suderinamas, todėl ilgos kelionės į darbą nebūtinės; joje socialinė ir kultūrinė veikla, poilsis ir sportas, visuomeniškumas ir individualumas gali egzistuoti greta;
- *humaniška gyvenvietė.* Joje kaimynai palaiko draugiškus tarpusavio santykius, tačiau išlieka savarankiškomis asmenybėmis. Gyvenvietėje yra palikta vietos gamtai: medžiams, sodui, upeliui ar pelkei, kuri atskiria asmenines valdas, tačiau formuoja bendrą kraštovaizdį. Medžiams ir gyvūnijai leidžiama klestėti, kas nebūdinga šiuolaikinei civilizacijai. Trumpai tariant, šioje gyvenvietėje dera kraštovaizdis, klimatas, flora, fauna ir vietinė kultūra;
- *trumpų nuotolių gyvenvietė.* Ekologiškos gyvenvietės skersmuo – 1,5–2 km. Tai reiškia, kad norint ją pereiti skersai, sugaištama maždaug pusė valandos, o važiuojant dviračiu ar saulės energija varomu automobiliu – 5 minutes. Vidutiniams atstumams įveikti pasiskolinamas bendruomenės automobilis arba mikroautobusas. Ilgoms kelionėms pasirenkamas pigiausias ir greičiausias visuomeninis transportas – autobusai ir traukiniai. Gyventojus aptarnaujanti infrastruktūra išdėstoma netoli visuomeninio transporto sustojimo vietų;
- *gyvenvietė, kuri užima kuo mažiau vietos.* Gyvenvietės dydis ir apgyvendinimo tankumas priklauso nuo to, kokia teritorija yra disponuojama ir kokio ploto reikia gyventojų reikmėms patenkinti, nedarant žalos tai teritorijai. Vietoj dabartinių miestų „vėžio“ formos plėtimosi, gyvenvietės sudaro darnų tinklą, prisijungdamos vis naujų gyvenviečių;
- *gyvenvietė, kurioje gyvena atsakingi gyventojai.* Visi gyventojai dalyvauja vietinėje bendruomenės administracijoje, formuodami ir įgyvendindami ekologiškos gyvenvietės viziją. Visi sprendimai priimami solidarumo principu. Kiek įmanoma, kiekvienas naudoja vietines paslaugas, vietinės gamybos prekes, čia pat gauna išsimokslinimą ir leidžia laisvalaikį, palaiko ryšius su regioniniais, nacionalinėmis ir tarptautinėmis grupėmis ir organizacijomis;
- *ekonomiška gyvenvietė.* Energijos taupymo priemonės ir racionalus energijos naudojimas šildymo reikmėms, transportui ir elektros gamybai sumažins energijos sąnaudas iki 10 proc. dabartinio sunaudojimo lygio. Energija visų pirma generuojama iš atsinaujinančių šaltinių: saulės, vėjo, potvynių ir atoslūgių, geoterminės energijos ir organinės masės. Pastatai suprojektuoti optimaliai naudoti pasyviają saulės energiją šildyti, vėdinti.

Šiuolaikiška konstrukcija leidžia iki 20 kWh sumažinti kasmetinį energijos suvartojimą vienam kvadratiniam metrui gyvenamojo ploto;

- *gyvenvietė, neišskirianti pavojingųjų dujų.* Sumažintos energijos sąnaudos, transporto kamščių gatvėse išvengimas lemia žemesnę CO₂, SO₂, NO_x ir kitų toksiškų dujų ir dulkių emisiją. Velėna padengtas stogas, vijokliais apželdintas fasadas, žalieji plotai padės sumažinti neigiamą įtaką atmosferai;
- *rami ir graži gyvenvietė.* Ribojant transporto srautus ir gamybinių procesų triukšmą, gyvenvietė bus rami vieta. Grožio, elegancijos, paprastumo kriterijai, projektuojant gyvenvietę, priderins ją prie esamo kraštovaizdžio ir kultūrinio paveldo;
- *gyvenvietė, kuri vertina vandenį.* Lietaus vandens surinkimas sklype ir gruntinio vandens apsaugojimas nuo toksinių medžiagų patekimo leidžia gyvenvietei apsirūpinti geriamuoju vandeniu; vandens taupymo įranga, fekalijų ir kitų organinės kilmės atliekų atskyrimas kompostuoti ir fermentuoti sumažina geriamojo vandens suvartojimą žemiau 60 litrų ribos vienam asmeniui per dieną; nešvarus vanduo iš praustuvių ir vonių, skalbimo mašinų ir indaplovių apsivalo natūraliuoju būdu ir vėliau susigeria į gruntą. Rūšiai pakeičiami saugyklomis;
- *gyvenvietė, neteršianti aplinkos.* Vadovavimasis principu „kiekviena šiukšlė yra potencialus išteklius“ leidžia 90 proc. sumažinti esamą taršą, nesvarbu, ar tai buitinės šiukšlės, iškastas gruntas, statybinės medžiagos, ar pramoninės atliekos. Esamos atliekos, prieš jas pakartotinai naudojant ar perdirbant, rūšiuojamos aikštelėje;
- *sveikatingų namų gyvenvietė.* Statyboje naudojamos medžiagos ir konstrukcijos yra sveikatingos, joms pagaminti sunaudojama nedaug energijos. Pastatus galima perplanuoti pagal poreikius, transformuoti, padidinti arba sumažinti, galiausiai – išmontuoti. Elektros kabeliai ir įranga sumontuoti taip, kad sudarytų kuo mažesnę elektrinę smogą. Prieš pradedant projektavimo darbus, nustatomos geopatologinės zonos, kuriose vengiama projektuoti miegamąsias ir gyvenamąsias erdves;
- *gyvenvietė su laukiniais ir kultūriniais augalais.* Ypatingas dėmesys kreipiamas augalų rūšiai, dydžiui, kultivavimo laikotarpiui pasirinkti. Gyvenvietėje auginami vaismedžiai ir vaiskrūmiai, taip pat kiti augalai, aprūpinantys gyventojus šviežiais vaisiais, salotomis apskritus metus be ypatingų pastangų. Žaliuosiuose plotuose, upelių, tvenkinių ir pelkių pakrantėse augančius valgomuosius ir vaistinius augalus gali suvartoti žmonės ir gyvūnai. Šie produktai yra šviežesni, jų pristatymas atsieina pigiau nei įsivežti importinius. Prekyba

komerciniais produktais ir apsieikimas pertekline produkcija sukuria nuolatinių darbo vietų ir leidžia apsirūpinti aukštos kokybės produkcija kiekvienam prieinama kaina;

- *gyvenvietė, kurioje konfliktai sprendžiami kūrybiškai.* Konfliktai kyla dėl kūrybiško mokymosi proceso. „Naudoti bendrai užuot naudojusi vienam“ – dalytis darbu, automobiliais, vaismedžiais, žaidimo atviromis ir uždromis aikštelėmis – tai mokymasis kartu, lydimas sunkesnio, bet turtingesnio gyvenimo;
- *žmogiškųjų vertybių gyvenvietė.* Gyvenvietes ir miestus galima laikyti kolektyviniais meno kūriniais. Daugelio kartų individualios ir kolektyvinės pastangos suteikia jiems ypatingų, nepamirštamų bruožų. Šiandien įmanoma sumodeliuoti jų istorinę plėtrą ir pateikti įvairias alternatyvas (statant naujus ar pertvarkant senus kvartalus). Tokiu būdu greičiau galima pasiekti kompromisą tarp gyventojų poreikių ir norų, valdžios, aplinkosaugos reikalavimų, ekonominių apribojimų, iki toks projektas bus parengtas. Užtrunkama nemažai laiko, kol tokia bendra vizija pavirsta realybe, tačiau joje glūdi gyvenvietės dvasinė, intelektinė ir materialinė išraiška [68].

Suprantama, darnus miesto vystymasis gali būti pasiektas įvairiai (G. Haughtonas) [52]. Galimi keturi skirtingi požiūriai. „Nuo savęs priklausantis miestas“, kai atsakingai vykdoma ekonominė veikla ir naudojami gamtos ištekliai, perdirbamos ir pakartotinai panaudojamos medžiagos, formuojamas uždaras, save aprūpinantis miesto ūkis. „Pertvarkytas miestas“ – planuojamas kompaktiškas, energiniu požiūriu efektyvus miestas. „Nuo išorės priklausantis miestas“ – be saiko eksploatuojamos užmiesčio teritorijos, medžiagos neperdirbamos, nuolat didinamas miesto ekonominis pajėgumas, formuojamas atviras miesto ūkis. „Lygiavos miestas“, kai visų gyventojų poreikiai ir teisės subalansuotos, reguliuojant gamtinių išteklių naudojimą.

Daugybė informacijos, apibūdinančios darnų miestą, yra internete. Pavyzdžiui, viename tinklapyje [184] pateikiama struktūra sveikatingam ir klestinčiam (darniam) miestui modeliuoti (1.7 lentelė). Ši struktūra išskiria rodiklius, kurie turi būti pasiekti, norint užtikrinti miesto sveikatingumą, klestėjimą, galiausiai darną. Šioje struktūroje miestas traktuojamas kaip urbanistinės aplinkos ir gyventojų junginys, funkcionuojantis kaip vientisas organizmas. Struktūrą sudaro penkios eilutės ir trys stulpeliai. Penkios eilutės parodo bendruosius miesto egzistencinius poreikius, atitinkančius Maslow žmogaus poreikių hierarchijos skalę (individo lygmeniu). „Miestas“ parodo sąsają tarp fizinės bei ekologinės miesto aplinkos. „Kultūra“ atspindi sąsają tarp individo ir visuomenės. „Gyventojai“ reiškia ryšį tarp individo egzistencijos mieste ir jo fizinės bei biologinės aplinkos.

1.7 lentelė. Bendrieji egzistenciniai miesto poreikiai [184]

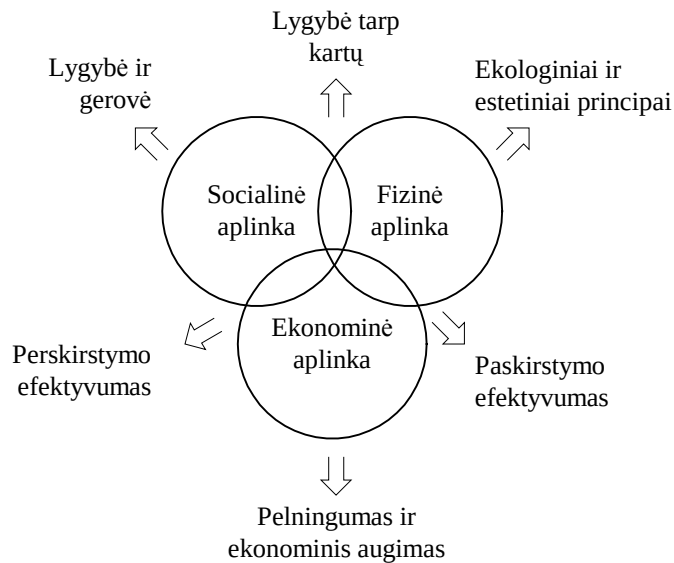
Lygmenys	Miestas	Kultūra	Gyventojai
5 lygmuo	Kūrybiškumas ir novatoriškumas siekiant kultūrinės, technologinės ir ekonominės plėtros	Socialinis mobilumas Galimybių siekti savų tikslų piliečiams suteikimas	Asmeninio pasitenkinimo poreikis Savęs realizavimas
4 lygmuo	Miesto struktūrų ir ekonomikos lankstumas ir prisitaikomumas	Informacijos laisvė Galimybė skleisti verslo ir asmeninę informaciją	Asmeniniai poreikiai Pagarbos sau ir pasitikėjimo jausmai
3 lygmuo	Fizinė, urbanistinė ir gamtinės aplinkos regeneracija mieste	Darna Socialinio kapitalo kūrimas ir aplinkos gerinimas per visuomeninę veiklą	Socialiniai poreikiai Meilė ir visuomeninė parama
2 lygmuo	Miesto nepriklausymas nuo gamtos jėgų ir kitų miestų	Teisingumas Socialinės struktūros visuomenei kūrimas ir ekonominės veiklos skatinimas	Saugumo poreikis Būstas ir saugumas
1 lygmuo	Energijos ir medžiagų srautai mieste. Jie yra esminiai, kad gyvuotų bet kokia gyvybinė sistema	Kritiškas mąstymas Kultūros barjerų laužymas ir mąstymo išlaisvinimas	Fiziologiniai poreikiai Maisto, vandens ir šilumos poreikis

Kitame tinklapyje [197] pateikiami tokie esminiai darnaus miesto komponentai (1.8 lentelė).

1.8 lentelė. Esminiai darnaus miesto komponentai

Aplinkos integralumas	Gyvenimo kokybė	Ekonominis saugumas	Demokratiškumas
Ekologinių apribojimų paaisymas Gamtos išteklių tausojimas Atsakingas vartojimo lygis (pakartotinis naudojimas, perdirbimas) Išmatuojami ribiniai rodikliai (vandens ir oro kokybė, rūšių įvairovė ir kiti)	Ryšys su vieta Įvairovė Bendradarbiavimas Sveikata Išsimokslinimas Efektyvi, pigi, prieinama transporto sistema Komunikacijos Darbo ir gyvenamosios vietų artumas Lygybė tarp kartų ir tarp kartos narių Nuomonių pliuralizmas ir tolerancija Pagarba kultūrai Užuojauta	Vietinės, regioninės ekonomikos gyvybingumas Įsidarbinimo galimybės Ekonominis teisingumas Prarajos tarp turtingųjų ir vargšų mažinimas Ekonominės garantijos Tinkamos technologijos ir ekonominės priemonės Ilgalaikis požiūris, ne trumpalaikė nauda; galvojimas apie kelias kartas į priekį.	Visuomenės įtakingumas Tikėjimas pokyčiais Demokratija Atsakingumas Atsakingumas Asmens orumas Komunikacija, švietimas, informavimas, bendradarbiavimas Demokratiškumo ugdymas Visos grupės yra atstovaujamos Paprastus žmones jungiančios organizacijos

Mokslininkų svarstymus apie darnaus miesto komponentus galima apibendrinti darnaus miesto grafine interpretacija (1.1 pav.).



1.1 pav. Darnaus miesto komponentai pagal R. Camagni ir kitus [24]

1.5. Miesto darną apibūdinantys rodikliai, jų sistemos

1.5.1. Rodiklių naudotojai, reikalavimai rodikliams, rodiklių rūšys

Miesto socialinę, ekonominę ir fizinę būklę kiekybiškai ir kokybiškai galima įvertinti rodikliais.

Išskiriamos trys (S.-L. Huangas ir kiti) [56] darnos rodiklių naudotojų grupės: mokslininkai, politikai ir visuomenė.

Suformuluojami tokie reikalavimai darnos rodikliams:

- suprantamumas ir gebėjimas supaprastinti kompleksinę informaciją;
- objektyviai perteikti kasdienius su darna ir gyvenimo kokybe susijusius reikalus;
- gebėti parodyti tam tikro laiko periodo tendencijas, ypač kai pokyčiai vyksta teigiama linkme;
- būti lankstiems, vykstant pokyčiams visuomenėje;
- leisti palyginti rajonus ir miestus tarpusavyje (S. K. McMahonas) [85].
- rodiklių sistema turi perteikti visus miesto vystymosi aspektus;
- rodiklių sistemos informacija turi būti nuosekli ir renkama iš patikimų šaltinių;
- rodiklių sistema turi būti lanksti, t. y. turėti galimybę sudaryti alternatyvias rodiklių sistemas (S. Fengas ir L. D. Xu) [41].
- rodiklių svarba nacionaliniu mastu;
- ryšys su pagrindiniais darnos tikslais;
- suprantamumas, aiškumas, paprastumas ir nedviprasmiškumas;

- realumas įgyvendinti įvertinant laiko, techninius ir kitus apribojimus;
- riboto skaičiaus, likę – neturintys nustatytų ribų ir lengvai taikomi prie ateities pokyčių;
- turi plačiai aprėpti „Darbotvarę 21“ ir visus darnaus vystymosi aspektus;
- priimtas naudoti tarptautiniu mastu;
- atsižvelgiant į informaciją, kuri lengvai prieinama, arba prieinama už protingą kainą, yra atitinkamai dokumentuota, patikima bei reguliariai atnaujinama;
- nepriklausomumas, t. y. kiekvienas rodiklis turi būti prasmingas pats sau;
- etc. (J. H. Spangenbergas ir kiti) [118].
- atspindėti ilgalaikes kultūrinės, ekonominės ir aplinkos būklės kitimo tendencijas;
- statistiškai įvertinami;
- patrauklūs vietinės žiniasklaidos priemonėms;
- suprantami paprastam žmogui (A. Atkissonas) [12].

Lietuvos mokslininkai (M. Burinskienė) [23] rekomenduoja:

- pasirinkti išmatuojamus rodiklius, t. y. išreiškiamus skaičiais, procentais, koeficientais;
- pasirinkti rodiklius, kurių duomenys oficialiai publikuojami, t. y. žinoma duomenų rinkimo metodologija, vartotos sąvokos ir apibrėžimai.

Pažymėtina, jog būta daug bandymų (Ch. Tweedas ir Ph. Jonesas) [127] sudaryti tokią rodiklių imtį, kuri geriausiai perteiktų miesto darną. Tačiau, nepaisant visų pastangų, egzistuoja daug įvairių rodiklių rinkinių. Siūloma tokia rodiklių rinkinių klasifikacija:

- daug paprastų rodiklių;
- keli sudėtiniai rodikliai;
- sudėtinių ir paprastų rodiklių derinys.

Galima rodiklius grupuoti į pagrindinius ir tarpusavyje susijusius (J. H. Spangenbergas) [117]. Pagrindiniai darnos rodikliai yra ekonominiai, socialiniai, aplinkos ir instituciniai. Susijusių kategorijai priklauso socialiniai-ekonominiai, socialiniai-aplinkos, ekonominiai-instituciniai, socialiniai-instituciniai ir aplinkos-instituciniai.

Vieni mokslininkai (S.-L. Huangas ir kiti) [56] išskiria du darnos rodiklių tipus: prognostinius ir retrospektyvinius. Prognostinis rodiklis teikia tiesioginę informaciją apie ateities būseną ir su ja susijusių socialinių ir ekonominių ir aplinkos rodiklių pokyčius. Retrospektyvinis rodiklis suteikia informacijos apie egzistuojančios politikos efektyvumą arba rodo raidos tendencijas.

Kiti (S. K. McMahonas) [85], vertindami, pavyzdžiui, gyvenimo kokybę Bristolyje (JK), rodiklius suskirstė į penkis lygius:

- bendrieji Europos rodikliai;
- svarbiausieji nacionaliniai ir regioniniai rodikliai;
- suinteresuotųjų grupių rodikliai;
- vietiniai, administracinį rajoną ir miestą apibūdinantys rodikliai;
- bendruomenės rodikliai.

Treti (A. Atkissonas) [12] išskyrė tris jų grupes:

- ribotas pagrindinių rodiklių skaičius (paprasčiausiam darnos įvertinimui);
- gausus antraeilių rodiklių skaičius (papildo pagrindinius rodiklius išsamiam darnos įvertinimui);
- provokuojantys rodikliai (menkai moksliskai pritaikomi, tačiau žaismingai išreiškia darną, pvz., išgertų kavos porcijų vienkartinuose puodeliuose skaičius).

Reziumuojant galima sudaryti tokią bendrą miesto darnos rodiklių klasifikaciją (žr. 3.1 lentelę.).

1.9 lentelė. Miesto darnos rodiklių klasifikacija

Pagal svarbą	Laiko požiūriu	Pagal pateikiamą informaciją	Pagal sudėtingumą	Pagal hierarchiją	Pagal naudotojus
Svarbūs nacionaliniu mastu Svarbūs tarptautiniu mastu	Prognostiniai Retrospektyviniai	Koncepciniai Skaitiniai	Paprasti* Sudėtiniai**	Pagrindiniai Tarpusavyje susiję	Skirti mokslininkams Skirti politikams Skirti visuomenei

* socialiniai, ekonominiai, aplinkos ir instituciniai; ** socialiniai-ekonominiai, socialiniai-aplinkos, ekonominiai-instituciniai ir aplinkos-instituciniai

Iš 1.9 lentelės matyti, kad parenkant konkrečią rodiklių sistemą reikia atsižvelgti į daugybę sąlygų, kaip antai: konkretaus miesto ypatumus, vertintojo išsilavinimą, kompetenciją ir kita. Pavyzdžiui, mokslininkams tinkanti rodiklių sistema gali būti sunkiai suprantama plačiajai visuomenei.

1.5.2. Koncepcinių rodiklių sistemos

Pasaulyje sukurta daug ir įvairių miesto vystymąsi apibūdinančių rodiklių sistemų. Išskirtina (S.-L. Huangas ir kiti) [56] sudaryta rodiklių sistema Taipėjo miesto darnai įvertinti. Iš pradžių buvo atrinkta aštuoniasdešimt vadinamųjų planavimo rodiklių. Tačiau vėliau dėl informacijos trūkumo šie rodikliai buvo pakeisti į šių, dešimties bendrųjų, rodiklių sistemą: ekologinė darna; vandens išteklių naudojimas; ekonominis efektyvumas; išteklių

pakankamumas; įtaka aplinkai; gyvenimo patogumas; transporto efektyvumas; aplinkos valdymas; socialinė gerovė ir saugumas; švietimas. Kiekvienas rodiklis įvertinamas trimis spalvomis: žalia, geltona ir raudona. Žalia spalva reiškia, jog yra artėjama darnos link; geltona reiškia nekintančią padėtį; raudona spalva signalizuoja, jog tolstama nuo darnos.

Svarus ir Lietuvos mokslininkų indėlis. Jie (P. Juškevičius) [62] siūlo tokią koncepcinių (pirminių) rodiklių sistemą:

A. Miesto struktūros rodikliai: 1. Kompaktiškumas; 2. Žemės naudojimo intensyvumas; 3. Darbo jėgos ir pasiūlos įsidarbinti balansas; 4. Funkcinis integruotumas; 5. Struktūrinės žemės naudojimo dalys: a) želdynai, b) transporto infrastruktūra, c) kultūros paveldas, d) pėsčiųjų zonos, gatvės, e) ramaus eismo zonos; 6. Gyventojų tankis.

B. Miesto transporto indikatoriai: 1. Struktūrinės gyventojų mobilumo dalys: a) pagal dažnį, nuotolį, greitį, b) pėsčiomis, c) dviračiu, d) viešuoju transportu, e) taksi, f) lengvuju automobiliu; 2. Struktūrinės transporto priemonių srauto dalys: a) lengvieji automobiliai, b) krovininių automobiliai, c) viešojo transporto (elektros, bėgių, kiti), d) tranzitinis eismas, e) kitos paskirties eismas (transporto priemonės); 3. Srauto greičiai; 4. Gatvių erdvės išnaudojimo laipsnis.

C. Miesto funkcionavimo pasekmės: 1. Susisiekimui naudojama energija; 2. Triukšmo lygis; 3. Oro užterštumo lygis; 4. Eismo įvykiai: a) įskaitiniai ir neįskaitiniai, b) žuvusiųjų skaičius (pėstieji, dviratininkai, vaikai), c) sužeistųjų skaičius (pėstieji, dviratininkai).

D. Miesto valdymas: 1. Gyventojų informuotumas; 2. Eismo valdymo ir kontrolės laipsnis; 3. Dienų be lengvojo automobilio organizavimas; 4. Viešojo transporto prioritetas, skatinimas.

Įdomios Sietlo (JAV) darniosios visuomenės rodiklių sistemos kūrimo aplinkybės (A. Atkissonas) [12]. Iš pradžių buvo pasiūlyti 99 rodikliai. Tačiau po kurio laiko daugelis įsitikino, jog šis skaičius yra per didelis. Galiausiai buvo sudarytas 40 rodiklių sąrašas. Jie buvo suskirstyti į penkias grupes: 1. Aplinka; 2. Gyventojai ir ištekliai; 3. Ekonomika; 4. Jaunimas ir išsimokslinimas; 5. Sveikata ir bendruomenė. Tarkim, grupė „gyventojai ir ištekliai“ apima šiuos rodiklius: gyventojų augimo tempai; vandens suvartojimas buityje; kietųjų atliekų susidarymas ir perdirbimas; taršos mažinimas ir atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas; vietinė žemės ūkio produkcijos gamyba; automobiliais nuvažiuotas atstumas ir kuro sunaudojimas; atsinaujinančių ir neatsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas. Kiekvienas rodiklis išreiškiamas jo pokyčio tendencijomis: auga, smunka arba nekinta.

Esminis koncepcinių rodiklių sistemos trūkumas – sudėtingas taikymas praktikoje, nes

dažnai sudėtinga jų interpretacija. Vis dėlto koncepciniai rodikliai naudotini esant nepakankamai skaitinei informacijai apie tiriamąjį objektą (miestą). Juos naudojant nustatoma miesto plėtros būklė, pagrindinės tendencijos.

1.5.3. Kiekybinių rodiklių sistemos

Bristolio miesto darnos rodiklių sistemos sudarymas (S. K. McMahonas) [85] – vienas būdingiausių pavyzdžių. Iš pradžių sudarytas ribotas rodiklių rinkinys, apibūdinantis aplinkos, ekologines ir socialines problemas. Bėgant metams buvo diegiami vis nauji rodikliai, ir per šešerius metus sukurta rodiklių sistema (iš viso apie 100 rodiklių), kuri gali išsamiai įvertinti Bristolio gyvenimo kokybę. Rodikliai suskirstyti į 15 kategorijų: atliekų valdymas; energija; transportas; aplinkos apsauga; bioįvairovė; apsirūpinimas būstu; darnus verslas; sveikata ir gerovė; maisto ir vandens kokybė; visuomenės saugumas; socialinė ekonomika; laisvalaikis, kultūra ir turizmas; žemės naudojimas ir plėtra; švietimas; skurdas ir socialinė atskirtis. Tarkim, kategoriją „apsirūpinimas būstu“ sudaro šie rodikliai: poreikis persikelti į geresnį būstą; benamių skaičius; netinkamų gyventi namų skaičius; būsto prieinamumas.

Lygindami penkis didžiausius Azijos miestus – Tokiją, Honkongą, Singapūrą, Taipėjų ir Šanchajų – darnaus vystymosi požiūriu, mokslininkai (M. K. Ng ir P. Hillsas) [65] teigia, jog globalizacijos sąlygomis miestai turi siekti „didžiojo miesto“ statuso, užuot buvę tiesiog pasauliniais miestais. Pasak jų, didžiuosiuose miestuose technologiniai ir ekonominiai laimėjimai palaiko lokalinę ir globalinę plėtrą, kartu praturtindami socialinį ir ekonominį, žmogiškąjį, kultūrinį bei aplinkos kapitalą. Miestams lyginti sukurta išsami rodiklių sistema, kurioje rodikliai suskirstyti į skyrius ir poskyrius (1.10 lentelė).

1.10 lentelė. Penkių Azijos miestų vystymosi rodiklių sistemos skyriai ir poskyriai [65]

Globalinis vystymasis	Vietinis vystymasis	Žmogiškoji, socialinė, kultūrinė ir aplinkos plėtra
Tarptautinė svarba Prekyba ir komercija Finansų sektorius Tarptautiniai ryšiai (rodikliai: tarptautinis turizmas (mln. svečių per metus), vidaus turizmas (mln. svečių per metus), išlaidos, tenkančios vienam turistui (JAV dol.), metinis oro transporto keleivių skaičius (mln.), metinis orlaivių judėjimas (tūkst.), Boeing-747 nusileidimo mokestis piko valandomis (JAV dol.))	rodikliai: nacionalinių interneto paslaugų teikėjų skaičius, mokslo tiriamųjų darbų sąnaudos nuo BVP (proc.), pragyvenimo išlaidų indeksas (Niujorkas=100), neto valandos uždarbis (dol.), vidutinis darbo valandų skaičius per metus	Žmogiškieji ištekliai Sveikata Aplinka (rodikliai: nuotekų apdorojimas (proc.), antraeilis nuotekų apdorojimas (proc.), nusiskundimų skaičius dėl triukšmo 100 000 gyventojų) Transportas Menai ir kultūra Sportas ir rekreacija Pramogos ir žiniasklaida

Tyrimo objektais pasirinkus 57 Pietų Korėjos miestus, kurie buvo suskirstyti į tris kategorijas – didelius, vidutinius ir mažus, nustatyta (S. W. Yoonas ir D. K. Lee) [59] tokia darnos rodiklių sistema, suskirstyta į 4 sektorius: 1. Veiksniai: a) gyventojai (žmonių skaičius), b) įstaigų skaičius (1000 gyventojų), c) registruotų automobilių skaičius (1000 gyventojų); 2. Spaudimas: a) energijos vartojimas (Ktoe), b) SO₂ emisija (t), c) CO₂ emisija (KTC); 3. Būklė: a) žemės naudojimo pokyčiai (užstatytas plotas (proc.), b) žalieji plotai (proc.), c) SO₂ koncentracija (ppm), 4. Padariniai: a) tropinių naktų skaičius (vnt.), b) temperatūra mieste (°C). Šis modelis miesto darnai įvertinti atskleidė klimato pokyčius, oro taršą minėtuose miestuose.

Lietuvos nacionalinės darnaus vystymosi strategijos [91] įgyvendinimo monitoringui vykdyti nustatyti 77 darnaus vystymosi rodikliai. Sąlygiškai jie sugrupuoti į grupes. Nemažai šių rodiklių gali būti sėkmingai pritaikyti darniam miestui modeliuoti (1.11 lentelė).

1.11 lentelė. Darnos rodikliai pagal nacionalinę darnaus vystymosi strategiją [91]

Aplinkos būklės rodikliai	Ekonominio vystymosi rodikliai	Socialinio vystymosi rodikliai
Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija CO ₂ ekvivalentu (mln. tonų) Miestų oro kokybė (dienų skaičius per metus, kai teršalų koncentracijos viršija leistinus normatyvus) Užteršto vandens nuotekų kiekis (tūkst. tonų) Paviršinių vandens telkinių kokybė (teršalų koncentracija) Požeminio vandens kokybė (nitrato, amonio koncentracija, mg/l) Komunalinių atliekų kiekis (tūkst. tonų) Gamybinių atliekų kiekis (tūkst. tonų) Nepavojingųjų atliekų perdirbimo intensyvumas (tūkst. tonų ir susidariusių atliekų kiekio procentais) Pavojingųjų atliekų kiekis (tūkst. tonų) Viešosios atliekų tvarkymo paslaugos teikimas (bendro gyventojų skaičiaus procentais)	BVP vienam gyventojui (litas) Lengvųjų automobilių tankis (skaičius 1000 gyventojų) Senesnių kaip 10 metų lengvųjų automobilių skaičius (procentais) Keliuose įvykusių transporto avarių skaičius per metus Gamyklų, turinčių ISO 9000 sertifikatą, skaičius (vienetais ir visų įmonių procentais) Gamyklų, turinčių ISO 14001 sertifikatą, skaičius (vienetais ir visų įmonių procentais) Aukštosiomis technologijomis pagrįstos produkcijos gamyba (pramonės sukuriama BVP procentais) Būstuose suvartojamo vandens kiekis (litrais vienam gyventojui per dieną) Viešojo geriamojo vandens tiekimo tinklo plėtros lygis (gyventojų, į kurių būstus tiekiamas geriamasis vanduo iš viešojo geriamojo vandens tiekimo tinklo, procentais) Viešojo nuotekų surinkimo tinklo plėtros lygis (gyventojų, kurių būstai prijungti prie nuotekų surinkimo sistemų, procentais) Būstuose sunaudojamos šilumos energijos kiekis (mln. tonų n.e.) Namų ūkio vidutinės išlaidos komunaliniams mokesčiams (vidutinių namų ūkio pajamų procentais)	Ekonominio aktyvumo ir užimtumo lygis (darbingo amžiaus asmenų procentais) Nedarbo ir ilgalaikio nedarbo lygis (darbo jėgos procentais) Skurdo lygis (žemiau skurdo ribos gyvenančių asmenų skaičius procentais) Būsima vidutinė gyvenimo trukmė (metai) Natūralus gyventojų prieaugis (promilėmis) Vidutinis gyvenamasis plotas vienam gyventojui (kv. metrų) Gyventojų, gyvenančių netinkamos kokybės būste (procentais) Švietimui ir mokslui skiriama lėšų (BVP procentais) Studentų skaičius (iš viso, tais metais baigusiujų studijas, to amžiaus jaunuolių procentais)

Lietuvos aplinkos apsaugos agentūros [175] ekspertai savivaldybių pasiekimams subalansuotos plėtros srityje siūlo tokį bazinių rodiklių sąrašą: 1. Oro kokybė mieste; 2. CO₂

emisijos; 3. CO emisijos; 4. CH₄ emisijos; 5. NO_x emisijos; 6. SO_x emisijos; 7. Dienų, kai oro teršalų koncentracijos viršijo oro užterštumo normas, skaičius; 8. Geriamojo vandens šaltiniai; 9. Geriamojo vandens kokybė; 10. Paviršinio vandens kokybė; 11. Nuotekų valymo įrenginiai; 12. Užteršti plotai; 13. Žalieji plotai; 14. Prieinamumas prie miesto želdynų (% žmonių, gyvenančių 500 m nuo parkų); 15. Žalieji plotai, tenkantys gyventojams (m²/gyventojui); 16. Saugomos teritorijos % nuo viso miesto ploto; 17. Investicijos į želdynus; 18. Laukinė gyvūnija ir augalija mieste; 19. Apleisti plotai; 20. Atstatomi miesto plotai; 21. Gatvės su pėsčiųjų ir dviračių takeliais; 22. Atliekų susidarymas; 23. Visuomenės dalyvavimas mažinant atliekų susidarymą; 24. Kietųjų atliekų antrinio panaudojimo lygis; 25. Visuomenės dalyvavimas priimant sprendimus; 26. Informacija/reklama vietinėje žiniasklaidoje; 27. Nevyriausybinių organizacijų, susijusių su aplinkosauga; 28. Vietiniai „žalieji“ mokesčiai.

Aplinkos, ekonominiams ir socialiniams veiksniams įvertinti sukurta (J. Ravetzas) [101] savita 24 rodiklių sistema, panaudota Mančesterio (JK) darnai įvertinti (1.12 lentelė).

1.12 lentelė. Rodiklių sistema Mančesteriui (JK) įvertinti

Bendrieji rodikliai	Urbanizuota aplinka	Namų ūkiai	Transportas
Gyventojai (milijonai) BVP (mlrd. £) BVP vienam gyventojui (£ 1000/gyv.) Pramonė (mlrd. £) Prekyba (mlrd. £)	Urbanizuotos teritorijos plotas (km ²) Namų ūkių tankis (gyv. sk./ha); Pramoninė teritorija/BVP (m ² /£1000) Transportui skirta teritorija/kelionių atstumas (m ² /1000 km) Apleista teritorija (km ²)	Energijos suvartojimo intensyvumas (GJ/m ² /m.) Bendras energijos poreikis (PJ/m.) Energija, išgauta iš atsinaujinančių šaltinių (%) Energija, išgauta iš efektyvių šildymo sistemų (%) CO ₂ emisija buityje (mt CO ₂ /m.) Namų ūkių, reikalingų rekonstruoti, skaičius (1000 vnt.)	Keleivių pervežimo intensyvumas (km/m./£ BVP) Krovinių pervežimo intensyvumas (t. km/m./£ BVP) Dviračių/pėsčiųjų eismas >1 km (Mkm/m.) Bendri keleivių pervežimai sausuma (Mkm/m.) Bendri keleivių pervežimai oro transportu (Mkm/m.) Bendri krovinių pervežimai (Mkm/m.) Bendras energijos poreikis (PJ/m.) Bendra transporto priemonių CO ₂ emisija (Mt CO ₂ /m.)

Visai kitokia rodiklių sistema (I. Harmaajärvis) [51] taikoma įvairiems miesto plėtros sprendimams ekologiniu aspektu įvertinti. Naudoti šie rodikliai: bendrasis energijos sunaudojimas (kWh); statybinių medžiagų sunaudojimas (t); degalų sunaudojimas (t); teršalų

emisija (t); vandens suvartojimas ir nuotekos (l); kietosios atliekos (t); bendrosios statybos, transportavimo ir eksploatavimo išlaidos (eur).

Sudaryta (S. Fengas ir L. D. Xu) [41] keturių lygmenų rodiklių sistema vertina miestų vystymosi tendencijas (1.13 lentelė).

1.13 lentelė. Miestų įvertinimo rodiklių sistema sudaryta iš keturių lygmenų [41]

Bendras rodiklis	Makrolygmens rodikliai	Vidurinio lygmens rodikliai	Mikrolygmens rodikliai
Bendras miesto vystymasis	Socialinis vystymasis	Miesto gyventojų padėtis	Natūralus gyventojų prieaugis Gyventojų tankumas Priimtų studentų į kolegijas ir universitetus skaičius Mokslininkų ar inžinierių skaičius tūkstančiui darbuotojų
		Miesto gyvenimo kokybė	Vienam gyventojui tenkančios pajamos Vidutinis vieno darbuotojo darbo užmokestis Vieno gyventojų metinės santaupos Vienam gyventojui tenkantis gyvenamasis plotas Vieno gyventojų suvartojamo vandens kiekis Automobilių skaičius, tenkantis 1000 gyventojų Telefonų skaičius, tenkantis 100 gyventojų Gydytojų skaičius, tenkantis 1000 gyventojų
		Miesto valdymas	Autoįvykių skaičius, tenkantis 100 000 gyventojų Gaisrų skaičius, tenkantis 100 000 gyventojų
	Ekonominis vystymasis	Regiono ekonominė veikla	Bendras vidaus produktas (BVP) Kapitalo pelningumas Pagamintos pramonės produkcijos apimtys Bendrosios investicijos Mažmeninėje prekyboje esančių prekių bendra vertė Miesto biudžeto pajamos Pajamos, gautos iš turizmo Eksporto vertė
		Apibendrintasis ekonomikos efektyvumas	Nacionalinės pajamos Gamybos našumas Pramonės produkcijos apimtys
		Tarptautinės investicijos	Naujų įmonių, pritraukiančių tarptautines investicijas, skaičius Tarptautinio kapitalo dalis įmonėse Faktiškai naudojamo tarptautinio kapitalo kiekis
	Aplinkosauga		Medžiais ir gėlynais užsodintos teritorijos plotas Vienam gyventojui tenkantis želdinių plotas Apdorotų pramonės nuotekų kiekis Apdorotų pramonės dujinių teršalų kiekis Apdorotų pramonės kietųjų atliekų kiekis

Mokslininkai (S.-L. Huangas ir kiti) [56], pritaikę išteklių ir medžiagų srautų analizės teoriją, pamėgino vertinti Taipėjo miesto darnos pokyčius atsižvelgiant į statybą. Jie, norėdami įvertinti medžiagų srautų poveikį miesto ekologinei ir ekonominei sistemai, sukūrė penkių kategorijų rodiklių sistemą: 1. Išteklių naudojimo intensyvumas; 2. Pritekėjimo, ištekėjimo santykis; 3. Miesto tinkamumas gyventi; 4. Miesto metabolizmo efektyvumas; 5. Miesto metabolizmo kritinio taško nustatymas. 1-oji kategorija – „Išteklių naudojimo

intensyvumas“ – sudaryta iš tokių rodiklių: statybos medžiagų naudojimo tankis (t/km^2); statybos medžiagų sunaudojimas vienam gyventojui (t); statybos atliekų susidarymas vienam gyventojui (t).

Idomūs Jungtinių Tautų (JT) ir Pasaulio banko rodikliai miesto ekonominėms ir socialinėms sąlygoms vertinti (R. May ir kiti) [82]. Minėti rodikliai suskirstyti į šias grupes: 1. Žemės naudojimas; 2. Gyventojų tankumas; 3. Gyventojai; 4. Namų ūkiai; 5. Pajamos; 6. Socialinė ir ekonominė plėtra; 7. Infrastruktūra; 8. Transportas; 9. Aplinka; 10. Vietinė valdžia; 11. Būsto nuosavybės forma; 12. Būsto prieinamumas; 13. Apsirūpinimas būstu. Pavyzdžiui, grupė „Infrastruktūra“ sudaryta iš tokių rodiklių: būsto aprūpinimas vandeniu, elektra ir pan.; galimybė naudotis geriamuoju vandeniu; vandens suvartojimas; vidutinė vandens kaina.

Tuo tarpu miesto aplinkos rodiklių enciklopedijoje (angl. *CEROI (City Environmental Indicators Encyclopedia)* [186] pateikiami 29 pagrindinių rodiklių ir 90 įvairių rodiklių sąrašai. Rodikliai suskirstyti pagal temas: ekonominis sektorius, fizinė aplinka, socialinė aplinka, priemonės, išorės poveikis ir VSBPR (veiksniai, spaudimas, būklė, poveikis, reakcija). Kiekviena tema sudaryta iš grupės rodiklių. Pavyzdžiui, grupė „Saugumas“ sudaryta iš šių elementarių rodiklių: prekyba narkotikais (nusikaltimų sk. 1000 gyventojų); nužudymai (nusikaltimų sk. 1000 gyventojų); išžaginimai (nusikaltimų sk. 1000 gyventojų); vagystės (nusikaltimų sk. 1000 gyventojų). Darnos matavimo duomenų bazėje [231] rodikliai suskirstyti pagal tokias temas: ekonomika, švietimas, aplinka, valdymas, sveikata, būstas, gyventojai, viešasis saugumas, rekreacija, išteklių naudojimas, visuomenė, transportas. Tema „būstas“ susideda iš tokių rodiklių grupių: prieinamumas, būklė, išlaidos. Tarkim, grupė „būklė“ apima šiuos rodiklius: gyvenamasis plotas vienam asmeniui; būstas žmonėms su sunkia fizine negalia; remontuotinių būstų procentas; neadekvatus, perpildytas arba kainuojantis daugiau kaip 30 % pajamų būstas.

1.6. Darnaus miestų vystymosi planavimas ir įgyvendinimas

Darnaus miestų vystymosi planavimas ir diegimas susideda (J. Ravetzas) [101] iš trijų etapų: vizionavimo (vertybių tyrimas; tikslų, prioritetų, problemų identifikavimas; apribojimų nustatymas), scenarijų sudarymo (kuriamų sistemų analizė įvertinant dabartinę situaciją ir galimybes ateityje) ir veiklos (politikos, strategijos, programų ir projektų įgyvendinimas įvertinant realius apribojimus).

Galimos ir kitokios vystymosi planavimo ir įgyvendinimo schemų variacijos.

1.6.1. Vizijos

Miestų vizijos padeda miestui nusistatyti siekiamus tikslus, sumodeliuoti jo ateitį. Vizijos generuojamos vizionavimo proceso metu. Kiekvieno reikšmingesnio pasaulio miesto valdžia inicijuoja vizionavimą, nes tai užtikrina miesto ilgalaikį ekonominį konkurencingumą bei gerovę.

Antai tokių svarbių regioninių miestų, kaip Mančesteris, Melburnas ir Torontas, problemos kilo dėl dinamiškų socialinių pokyčių juose (G. Williamsas) [143]. Pabrėžus konkurencingumo, socialinės lygybės, darnaus miesto formos palaikymo problemas, galima teigti, jog susidarę prieštaravimai trukdo valdžiai įgyvendinti jos viziją mieste.

Kitu aspektu nagrinėtos (S. Antupitas ir kiti) [10] Sietlo (JAV) gatvių projektavimo ir statybos aktualijos: fizinė miesto būklė ir vystymasis istorijos kontekste, kliūtys ir lėta pažanga projektuojant pėstiesiems tinkamas gatves. Įvertinta ketverių metų trukmės Pėsčiųjų programa, aptarta įvairių suinteresuotų grupių veikla įgyvendinant pėstiesiems palankią viziją.

Mokslininkų (D. F. W. Brunsas ir J. A. Schmidtas) [19] nagrinėtas spartus Vokietijos miestų augimo fenomenas 40 metų laikotarpiu parodė, jog šis augimas sunaikino aiškias miestų ribas, susikūrę priemiesčiai užima daug teritorijos, gadina kraštovaizdžio vaizdingumą. Iškeliama kultūrinio ir gamtinio paveldo prioritetų svarba. Siūloma daug sprendimų, tarp kurių yra vizijų, detaliųjų generalinių planų sudarymas, užstatomų teritorijų įvertinimas aplinkosaugos požiūriu ir pan.

Tyrimų (J. Meeuso) [86] objektas – Tilburgo miestas, taip pat Nyderlandų pietinė dalis – apibūdinamas dideliu gyventojų tankumu, intensyviu žemės ūkiu. Iškelta ir detalai aptarta Tilburgo susiliejo su aplinkiniais rajonais vizija – tai novatoriškas sprendimas formuojant postindustrinį kraštovaizdį.

Aptarus (P. Ache) [1] pagrindinius Europos Sąjungos erdvinio planavimo oficialius dokumentus, teigiama, jog didieji Europos miestai taps permainų iniciatoriais. Tam reikia erdvinės plėtros modelio, aiškaus permainų dalyvių apibrėžimo, aiškos vizijos ir kt.

Mokslininkai (K. El-Khishinas) [38], nagrinėję didžiausio Šiaurės Afrikos miesto Kairo ekonomines problemas ir galimybes pagerinti situaciją, kaip vieną problemos sprendimo būdą siūlo Kairui siekti globalinio miesto statuso. Tačiau tai nepavyksta dėl strateginės vizijos nebuvimo, menkų finansinių išteklių ir vietinės valdžios nekompetentingumo.

1.6.2. Scenarijai

1.6.2.1. Scenarijų apibrėžimas, rūšys

Ateitį galima apibrėžti sudarant scenarijus (J. Rotmansas ir kiti) [108]. Teoriškai scenarijai – tai hipotetinių įvykių seka, sudaryta atsižvelgiant į ją sukėlusias priežastis. Praktiškai scenarijai yra būdingiausi ateities alternatyvūs vaizdai, sukurti pagal modelius, atspindinčius praeitį, dabartį ir ateities vystymąsi. Scenarijai nėra ateities atitikmuo, tačiau jie turi ateities vaizdą. Ateities vaizdai yra statiniai ateities būsenos atspindžiai, o scenarijai yra dinamiškas filmas, susidedantis iš loginės ateities vaizdų sekos. Tačiau scenarijai sudaryti ne tik iš ateities vaizdų sekos, bet apima ir „varančiąsias jėgas“, įvykius ir veiksmus, kurie sukelia ateities sąlygas. Idealiu atveju scenarijai turi būti pagrįsti, įtikinami. Nors esti daug scenarijų apibrėžimų, visi jie turi tam tikrų būdingų bruožų [107]. Jie:

- yra *hipotetiniai*, aprašantys galimus ateities bruožus;
- aprašo *dinaminį* procesus, išreiškiančius įvykių sekas per tam tikrą laiko tarpą;
- sudaryti iš *būklės*, „*varančiųjų jėgų*“, *įvykių*, *padarinių* ir *veiksmų*, susijusių priežastiniais ryšiais;
- prasideda *pradine būsena* (paprastai dabartimi) ir aprašo *galutinę būseną* nustatytu laiko momentu.

Scenarijai nėra prognozės, veikiau tai ateities projekcijos. Taigi scenarijų reikšmė – ne jų sugebėjimas numatyti ateitį, o galimybė suvokti dabartį. Ateičiai nustatomi svarbių pokyčių požymiai ir atskleidžiama tų pokyčių reikšmė. Svarbu atpažinti silpnus signalus, vadinamuosius ateities daigus, kurie gali vyrauti ateities pasaulyje. Tačiau nėra jokių specialių mokslinių metodų, kurie padėtų identifikuoti tuos silpnus signalus. Viskas, ką galima padaryti norint susekti tuos signalus, tai pasimokyti iš praeities, išvedant analogijas tarp praeities ir dabartinės situacijos, bei remtis intuicija, vaizduote ir kūrybingumu. Deja, dauguma scenarijų, kurie buvo sukurti per kelis paskutinius dešimtmečius, neužfiksavo šių signalų [6].

Dauguma scenarijų praeityje buvo sukurta inžinierių, ekonomistų ir projektuotojų, o socialinių mokslų indėlis buvo labai retas reiškinys. Tai paaiškina, kodėl praeityje sukurti scenarijai buvo tokie kategoriški, konservatyvūs ir prognostiniai. Vertinant pastarųjų 25-erių metų laikotarpį, galima pastebėti, kad scenarijai, sudaryti 1970 ir 1980 m. ir prognozuavę Žemės ateitį, buvo nepatikimi ir politiniu požiūriu davė priešingus rezultatus [128].

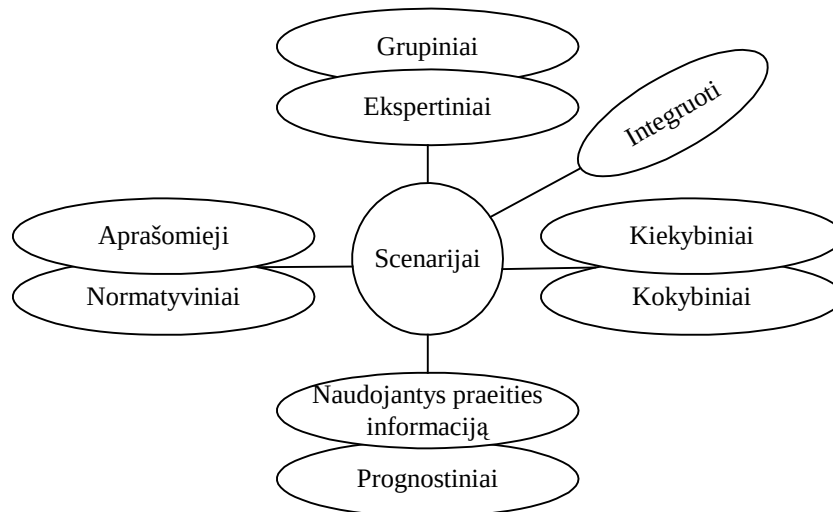
Dabar visuotinai priimta, kad scenarijai ne prognozuoja, bet piešia galimos ateities vaizdus ir tiria įvairius variantus, kurie gali būti pasikeitus tam tikroms sąlygoms, pavyzdžiui, vyriausybės politikai. Taigi scenarijus nepateikia atsakymo į klausimą, ar tai įvyks, bet

svarsto, kokių veiksmų reikia imtis, jei tai įvyktų. Taigi scenarijai padeda aiškiai suformuluoti svarbiausias prielaidas, o tai palengvina nustatyti apribojimus ir dilemas. Scenarijai leidžia peržengti tradicinio mąstymo ribas. Vis labiau suvokiama scenarijų reikšmė tiriant neapibrėžtas situacijas [107].

Nepaisant išvardytų privalumų, iki šiol sukurti ir naudoti scenarijai turi nemažai trūkumų [108]. Tai:

- įvairovės stoka. Scenarijai dažnai sudaromi tam tikros siauros mokslo šakos pagrindu, todėl turi ribotą skaičių ekonominių, technologinių ir aplinkos prielaidų;
- dabartinių tendencijų ekstrapoliacija. Daugelis scenarijų sukurti remiantis dabartinėmis tendencijomis (vadinamieji *business as usual* scenarijai), laikantis prielaidos, kad jos tęsis dešimtmečius. Toks požiūris nenumato jokių radikalių pokyčių, netikėtumų;
- nevaizdingumas. Dažnai scenarijai yra nuobodūs, nes nėra vaizduotės padariniai. Įdomiausi ir patraukliausi yra tie scenarijai, kurie sukuriama kūrybingai ir yra įtikinami;
- prieštaringumas. Priimtose prielaidose dėl įvairių sektorių, regionų ar problemų, kurios dažnai prieštarauja viena kitai;
- suprantamumo stoka. Pagrindinės prielaidos, vertinimai dažnai nėra tikslūs. Taip pat sudėtinga nustatyti, kokie procesai yra savarankiški, o kokie veikiami konkrečių veiksmų.

Scenarijus galima įvairiai suklasifikuoti [11, 108]. Toliau pateikiama klasifikacija pagal atskiras grupes (žr. 1.2 pav.).



1.2 pav. Scenarijų klasifikacija

Prognostiniai scenarijai ir scenarijai, *naudojantys praeities informaciją*. Prognostiniai scenarijai skirti ateičiai, t. y. jie tiria ateities padarinius, kuriuos sukelia prielaidų seka. Daugelis scenarijų priklauso būtent šiai kategorijai. Scenarijai, naudojančys praeities

informaciją, priešingai, yra orientuoti į praeitį, t. y. nustatoma galutinė fiktyvi būseną ir tiriamos išankstinės prielaidos, kurios galėtų priartinti prie tos būsenos.

Taip pat skiriami *aprašomieji* ir *normatyviniai* scenarijai. Aprašomieji scenarijai išdėsto parinktų įvykių seką neatsižvelgiant į jų pobūdį, o normatyviniai nustato jų vertę, pagrindžia siekiamus tikslus. Dabartiniai scenarijai daugiausia yra arba aprašomieji, arba visiškai normatyviniai.

Gali būti ir *kiekybinių*, ir *kokybinių* scenarijų. Kiekybiniai scenarijai išreiškiami modeliu, o kokybiniai – įvykių išdėstymu. Kiekybiniai scenarijai daugiausia buvo naudojami energijos suvartojimui modeliuoti. Jie dažnai siejami su kompiuteriniais modeliais, kurių pagrindinis tikslas – arba ištirti kai kurių prielaidų pasekmes ateityje, arba patikrinti sudaryto scenarijaus logiškumą. Aprašomieji scenarijai naudojami tais atvejais, kai duomenys nepatikimi arba jų trūksta. Tada ateitis aprašoma kokybiškai.

Dar būna *grupiniai* ir *ekspertiniai* scenarijai. Grupinius scenarijus sudarinėja ne mokslininkai, pavyzdžiui, valdžios atstovai, verslo žmonės ir teisininkai. Ekspertinius scenarijus sudaro mažos techninių ekspertų grupelės. Šiuo metu vis dažniau sudaromi grupiniai scenarijai. Jie propaguojami dėl to, kad žmonės, atstovaudami įvairioms sritims ir turintiems skirtingų žinių, patirties ir požiūrių, kuria išsamesnius scenarijus.

Atskirą kategoriją sudaro *integruoti* scenarijai. Jie ypatingi tuo, kad pasižymi sąsajomis ir nuoseklumu. Sąajos reiškia, kad egzistuoja ryšiai tarp nagrinėjamų procesų, o nuoseklumas – kad scenarijuose priimtose prielaidos yra tikrinamos įvairiais aspektais.

1.6.2.2. Scenarijai darniam miestui modeliuoti

2002 m. rugsėjo 24–25 d. Osle (Norvegija) vyko tarptautinis seminaras miestų klausimais. Jo metu buvo sudaryti penki ateities miesto iki 2030 metų scenarijai [206]. Pateikiamai šių pagrindinių scenarijų aprašymai (1.14 lentelė). Neįmanoma vienareikšmiškai atsakyti, kuris scenarijus labiausiai tinka konkrečiam miestui. Reikia įvertinti miesto specifinius bruožus: geografinę padėtį, ekonominio išsivystymo lygį, ekologinę būklę, šiuolaikinių technologijų diegimą, demokratijos lygį ir kt. Pavyzdžiui, didelį istorinį-architektūrinį paveldą turinčiam miestui priimtinausias galėtų būti kultūrinio miesto scenarijus. Pagal jį būtų puoselėjami išliekamąją vertę turintys pastatai, išlaikomas savitas kraštovaizdis, taip pat toleruojamos įvairios kultūros, liberalizmas, įvairios vertybių sistemos. Trapioje ekologinėje sistemoje įsikūrusiam miestui tiktų aplinką tausojančio miesto scenarijus, nes jame akcentuojamas taupus išteklių naudojimas, užtikrinama oro, vandens,

dirvožemio švara. Posovietinėse visuomenėse dažnai kyla valdžios interesų konfliktų, todėl ten būtų galima įgyvendinti elektroninės demokratijos scenarijų.

1.14 lentelė. Ateities miesto iki 2030 metų scenarijai [206]

1-as scenarijus: el. demokratiškas miestas	2-as scenarijus: virtualus miestas	3-ias scenarijus: kultūrinis miestas	4-as scenarijus: aplinką tausojantis miestas	5-as scenarijus: pokatastrofinis miestas
1. Subalansuota miesto plėtra: • daigafunkciniai pastatai ir erdvės; • stabilios fizinės bendruomenės. 2. Žinių visuomenė: • nauji interesų išraiškos būdai; • bendravimo, mokymo ir suteikiančios galimybę priemonės, pavyzdžiui, automatizuotas vertimas; • sprendimų priėmimo paramos grupė. 3. El.valdžia (valdymas): • efektyvus skaidrumas; • naujos savaime susiformuojančios struktūros; • efektyvus dalyvavimas ir galių suteikimas; • efektyvus vadovavimas, kuris yra atsakingas ir atskaitingas; • tarpininkavimas interesų konfliktuose.	1. Išplėtotas nuotolinis darbas. 2. Greitaeigio transporto sistemos. 3. „Protingi“ pastatai. 4. Mobilus gyvenimo stilius, neatsižvelgiant į gyvenamąją vietą (nuotolinis priėjimas). 5. Protingos aplinkos (taupi, „žalia“ ir vikri) – miestas reaguoja į individo elgesį, kad palengvintų subalansuotą gyvenimo būdą. 6. Naujos infrastruktūros, skirtos palaikyti šias savybes. 7. Apsirūpinimas asmenine specializuota informacija. 8. Ryžtingas, pažangus valdymas: • efektyvus atstovavimas; • įgaliojimas; • liberalumas ir visuomeniškumas.	1. Pagrindinis elementas – socialinė sąveika: • žmonių slauga (etinė problema); • lygus atstovavimas; • aktyvus dalyvavimas; • gyvybingas; liberalus; daugiakultūris; tolerantiškas; palaikantis įvairias vertybių sistemas ir dvasinį vientisumą; • nemokamas ir prieinamas išsilavinimas. 2. Fizinės ir technologinės charakteristikos: • žmogiškasis lygis; • aukštos kokybės, estetiška aplinka (pastatų išvaizda ir miesto kraštovaizdis); • viešosios erdvės sąveika (romėnų forumas); • nematomos, bet palaikomosios technologijos.	Dauguma XX amžiaus pabaigos, XXI amžiaus pradžios aplinkos ir socialinių problemų yra sprendžiamos taip: • didesnis gyventojų tankumas; • daugiau visuomeninio transporto; • švari gamyba ir taršos pašalinimas; • lankstus apsirūpinimas paslaugomis; • labiau išsilavinę ir informuoti piliečiai (žinių visuomenė); • visiškas užimtumas, pagrįstas žiniomis; • visuotinis priėjimas prie plačiajuostės radijo signalų technologijos; • efektyvus išteklių naudojimas – nėra žemės stygiaus; žaliosios erdvės; žalia energija; švarus oras, vanduo, t. t.; • didesnis saugumas, sumažintas nusikalstamumas; • bendras sprendimų priėmimas.	Numatytas aplinkos arba gamtinės katastrofos atveju. Tai lemia tokių dalykų pervertinimą (įvertinimą iš naujo): • ribotų išteklių koncepcija; • nuosavybės teisės; • ekonominės sistemos efektyvumas; • socialinės lygybės aptarimas; • aplinkos apsaugos reikšmė; • vyriausybės kontrolė rinkų ir korporacijų atžvilgiu; • planinių rodiklių ir suvartojimo modelio direktyvinis reguliavimas, monitoringas ir kontrolė.

Paprastai yra sudaromi bent du scenarijai. Dabartinių tendencijų (DT, angl. *Business as usual*, arba BAU) scenarijus nenumato jokių pokyčių. Alternatyvusis darnaus vystymosi (DV, angl. *Sustainable development*, arba SD) scenarijus yra mokslinių, etinių ir praktinių žinių

derinys. Šis scenarijus nėra prognozė „kas atsitiks“, bet studija „kas galėtų atsitikti“. Būtent tokie du scenarijai sudaryti (J. Ravetzas) [101] išnagrinėjus Mančesterio (Jungtinė Karalystė) darnaus vystymosi perspektyvas. Šie scenarijai įvertino aplinkos, ekonominius ir socialinius veiksnius. Sudaryti (Y. Murota ir K. Ito) [90] tokie patys scenarijai išanalizavus besivystančių šalių įtaką globaliniam klimato atšilimui. Gali būti sudaromi ir kitokie ateities scenarijai. Pavyzdžiui, mokslininkai (S. Heinonenas ir kiti) [53], nagrinėję ekologijos problemas, naudojo rizikingą aplinkos požiūriu ir progresyvų technologiniu požiūriu scenarijus. Ypač įdomus sukurtas ir pritaikytas (Y. Liu ir S. R. Phinnas) [76] tinklinis miesto fizinės plėtros modelis, naudojant geoinformacinę sistemą (GIS) ir neapibrėžtųjų aibių teoriją. Šiame modelyje miestų plėtra vyksta pagal keturis scenarijus: normali plėtra, lėta plėtra, labai lėta plėtra ir nėra plėtros.

Brazilijos miestai, kuriems gresia potvyniai, patraukė mokslininkų (N. A. Campana ir C. E. M. Tucci) [25] dėmesį, kurie sudarė įvairius miestų plėtros scenarijus, įvertindami galimą potvynių dažnumą.

Modeliuojant (D. P. Wardas ir kiti) [141] pietryčių Kvinslendo regiono plėtrą, buvo sudaryti įvairūs žemės naudojimo scenarijai atsižvelgiant į žemės naudojimo politiką.

Tiriant (C. P. Lo) [77] Hong Kongo ekonomikos perėjimą nuo gamybos prie paslaugų teikimo, akcentuota, kad būtina išsami erdvinės plėtros strategija. Tuo tikslu buvo atliktas modeliavimas ir pagal jo rezultatus sudaryti keturi scenarijai.

Taigi sukūrus (L. O. Marquezas ir S. Maheepala) [83] teritorijų ir aprūpinimo paslaugomis modelį integruotam planavimui bei valdymui, palengvėja žemės naudojimo, aprūpinimo paslaugomis (vandeniu, dujomis, telefono ryšiu, elektra, etc.) scenarijų įvertinimas. Tokiu būdu generuojami alternatyvūs darnaus vystymosi variantai, nustatoma, kurio varianto įgyvendinimo išlaidos yra mažiausios. Be to, šis modelis leidžia įvertinti socialinius, ekonominius, aplinkos ir institucinius aspektus.

1.6.3. Strategijos

Įvairios strategijos formuojamos tam tikroms miesto problemoms ar jų kompleksui spręsti. Gali būti sudaroma viena ar kelios alternatyvios strategijos.

Nagrinėjant (D. Mitlinas) [87] skurdo mieste problemas, buvo ištirtos kelios skurdą mažinančios programos, siekiant sukurti dar pažangesnę. Paaiškėjo, jog skurdui mažinti taikytinos šios strategijos: visuomeninių organizacijų stiprinimas, ryšių su valstybe pertvarkymas ir dabartinės miesto vystymosi praktikos pakeitimas.

Tiriant (A. Bradley ir kiti) [17] praeityje buvusius pramoninius JK miestus, kurie turėjo persiorientuoti, nustatyta, jog norint padidinti lankytojų srautus į šiuos miestus, būtina pakeisti išorinį jų įvaizdį. Pripažinta, jog tam reikalingos miesto regeneravimo strategijos.

Rio de Žaneiro (Brazilija) municipalitetas, vykdęs pagrindines miesto vystymosi strategijas, kad atgaivintų kai kuriuos merdinčius miesto rajonus, įsitikino, jog politiką padėjo įgyvendinti struktūriniai pokyčiai vietinėje valdžioje (C. Acioly (jaunesnysis)) [2].

Įdiegus darnaus energijos vartojimo strategiją (B. Sadownikas ir M. Jaccardas) [111] Kinijos miestuose, turėtų sumažėti teršalų, kuriuos išskiria gyvenamieji namai ir transportas.

Tailando Vyriausybės sudarytas strategijų paketas, skatinęs įvairių regionų miestus tapti darnesnius (B. Ta'I) [123], yra žinomas kaip Regioninių miestų vystymosi programa.

Nagrinėjant pokyčių būtinybę miestuose, kuriuos skatina globalizacija, aptariamas (A. Löfgrenas) [78] Trondheimo miesto (Norvegija) pavyzdys ir svarstoma, kaip atsispirti globalizacijos poveikiui. Sudarytos keturios strategijos: kliento strategija, konkuravimo strategija, izoliacijos strategija ir nieko neveikimo strategija. Daroma išvada, jog globaliniai pokyčiai paskatins mažų miestelių vietinę valdžią sudaryti naujas strategijas.

Antai tiriant Nigerijos miestų plėtrą ir transporto sistemą (J. F. K. Akinbami ir S. O. Fadare [3]), tarp šių dviejų dalykų pastebėtas konfliktas, todėl siūloma keletas strategijų, kurios galėtų būti pritaikytos ir išspręstų šias problemas.

Nagrinėjant Pietų Kinijos regiono ekonominius pokyčius, trunkančius jau 20 metų, buvo tiriama (R. C. K. Chanas) [30] ekonominės plėtros ir miestų vystymosi strategijų poveikis regionui. Daroma išvada, kad darnaus miesto vystymosi strategijos diegimas yra gyvybiškai svarbus užtikrinant tolesnį regiono augimą.

Analizuojant Vankuverio miesto gyventojų vertybių skalę ir būdus, kaip tas vertybes išlaikyti bei puoselėti, siūlomos (M. Quayle'as) [100] šešios strategijos, kaip įgyvendinti visuomenės lūkesčius. Tai pilietiškumo atkūrimo, didelių permainų, mažų permainų ir bandymų, modeliavimo atsižvelgiant į gamtą ir grožį, pilietiškumo ugdymo strategijos.

Taigi, strategijos skirtos skurdui mažinti, turizmui stimuliuoti, degraduojantiems miesto rajonams atgaivinti, taršai mažinti, tarptautiniam konkurencingumui didinti ir kita. Iš esmės jos apima visą socialinių-ekonominių ir aplinkos problemų visumą.

Internete taip pat gausu įvairių strategijų, kaip įtvirtinti miesto darną. Pavyzdžiui, Sautamptono (Jungtinė Karalystė) valdžia sudarė tokią strateginių siekių sistemą, kurią tikimasi įgyvendinti ateityje (žr. 1.15 lentelę).

1.15 lentelė. Sautamptono miesto strateginių siekių sistema [228]

2003 m.	2008 m.	2020 m.
Mokiniai dalyvauja atliekant savo mokyklų energetinį auditą ir vykdant aplinkosaugos projektus	Papildomas pagyvenusių žmonių namų apšiltinimas ir šildymo sistemos rekonstrukcija	Saugių pėsčiųjų ir dviratininkų takelių tinklas
Saugesnis visuomeninis transportas, ypač nakties metu	Sautamptonas tampa centru, kur naudojamos alternatyviosios energetikos technologijos	Automobilių eismas miesto teritorijoje apribotas, dviratininkų ir pėsčiųjų eismas saugesnis
5000 gyvenamųjų namų prijungiama prie efektyvios šildymo sistemos, mažinama CO ₂ emisija	Dauguma miesto centro pastatų prijungta prie efektyvios šildymo ir vėdinimo sistemos	Išplėta visuomeninio transporto sistema
Interaktyvus buityje suvartojamos energijos įvertinimas internetu	Nauji pastatai statomi vadovaujantis energijos taupymo standartais	Biurai ir visuomeniniai pastatai yra efektyvūs energiniu požiūriu ir naudoja, pavyzdžiui, saulės energiją
Didelės kompanijos sulėtino atliekų kiekio augimą	Vis daugiau visuomeninio transporto priemonių ir taksi naudos ekologiškesnį kurą	Efektyvi šildymo sistema prieinama plačiai visuomenei
Sukurta infrastruktūra, leidžianti pagyvenusiems žmonėms ir butų savininkams patogiau rūšiuoti stiklą, popierių ir kt.	Smulkiojo verslo, siūlančio perdirbamus gaminius, augimas	Sautamptonas lenkia Europos lygi atliekų perdirbimo srityje
Spaudimas prekybos centrams, kad jie naudotų mažiau pakavimo medžiagų	Pildosi Richardo Rogerso kompaktiško miesto vizija, kuriame visuomeninis transportas koncentruojasi miesto centre; pakraščiuose pėstiesiems ir dviratininkams yra saugiau, nes automobilių greitis apribotas	Nepaprastai išplėta infrastruktūra, gyventojai lengvai gali pasiekti miesto centrą. Automobilis tampa nebereikalingas
Nenaudojama miesto teritorija naudojama komerciniams, laisvalaikio arba gyvenamiesiems tikslams	Pagerės bendruomenės ūkių, žemės sklypų ir atvirų erdvių kokybė	Sautamptonas pagerino pakrančių ir miškų būklę
Vandens taupymo idėjų platinimas mieste	Didelių biurų ir visuomeninių pastatų išteklį naudojimas yra kontroliuojamas, mažiau suvartojama vandens	Upės ir jūros tarša yra minimali
	Bandymai sumažinti upės ir jūros taršos lygį	

1.6.4. Strategijos įgyvendinimo pavyzdys

Ryšiausias pasaulyje pavyzdys, kaip buvo įgyvendinama (J. Xu ir A. G. O. Yeh) [146] strategija Gvangdžou miesto (Kinija) konkurencingumui ir patrauklumui didinti. 1997 m. apklausa parodė, kad 73 proc. gyventojų buvo nepatenkinti savo miesto vystymusi. Jo atsilikimas buvo akivaizdus, palyginti su dviejų jo konkurentų – Šanchajaus ir Šenzeno – miestų pažanga siekiant pasaulinio miesto statuso. Šanchajus daug vėliau ėmėsi veiklos, tačiau greitai spėjo įgyvendinti nemažai stambių projektų, kas sukėlė išpūdingą plėtrą. Šenzeno miestas taip pat vystėsi šuoliais, siekdamas tapti tiek ekonomiškai stiprus, tiek patrauklus gyventi. Jis buvo stiprus konkurentas pritraukdamas investicijas, ypač į aukštųjų

technologijų sritį. Šie ir kiti požymiai rodė, jog, jei Gvangdžou nedelsiant nebus imtasi jokių veiksmų keisti padėtį, jis tikrai pralaimės Šanchajui ir Šenzenui.

Šiuo kritiniu momentu Gvangdžou miesto valdžia žengė tris svarbius žingsnius, kad išspręstų tas problemas ir atgautų svarbiausio regiono miesto statusą. Pirma, Gvangdžou valdžia iš naujo nustatė strateginį tikslą – tapti klestinčiu, efektyviu ir civilizuotu pasaulinio lygio miestu regione. Be to, Gvangdžou ateityje turėtų tapti ekologiškas miestas ir patrauklus plėtoti verslą.

Antra, norėdama pasiekti užsibrėžtą tikslą, valdžia inicijavo miesto vystymosi strategiją, sudarytą iš trijų fazių: nedideli pokyčiai per metus, vidutiniai pokyčiai per trejus metus ir dideli pokyčiai 2010 metais. Veikla prasidėjo 1998-aisiais. Tikslas – skatinti miesto apželdinimą, patogumą ir patrauklumą įgyvendinant infrastruktūros projektus naikinti nelegalias statybas, atnaujinti apleistas gatves ir pastatus, valyti aplinką, pagerinti susisiekimą ir skirti viešąsias (atviras) erdves. Pirmoji fazė – nedideli pokyčiai per metus (1998–1999) buvo įgyvendinta vykdant 109 projektus miesto vaizdui pagerinti. Tai vyko ir toliau antrojoje fazėje – vidutiniai pokyčiai per trejus metus (1999–2002). Tuo metu įgyvendinti 74 svarbūs projektai gerinant miesto transporto tinklą ir likviduojant nelegalias statybas. Iš viso nuo 1999 iki 2002 m. į miesto statybas valdžia investavo daugiau kaip 7,25 mlrd. dolerių. Dvi pirmosios strategijos fazės buvo pripažintos kaip labai sėkmingos ir Gvangdžou miestas 2002 m. už nuopelnus gerinant gyvenimo sąlygas mieste gavo Jungtinių Tautų apdovanojimą. 2002 m. surengta apklausa parodė, kad 96 proc. Gvangdžou gyventojų patenkinti naująja miesto plėtra. Tai didžiulė pažanga, palyginti su 1997-aisiais. 2002 m. Gvangdžou valdžia pradėjo trečiąją plėtros strategijos fazę – dideli pokyčiai 2010 metais. Jos vizija – patrauklus gyventi metropolis 2010-aisiais metais. Norėdama to pasiekti, valdžia planuoja investuoti 12,8 mlrd. dolerių per 5 ateinančius metus. Keletas svarbių projektų bus pradėti arba tęsiami, kad sustiprėtų Gvangdžou, kaip svarbiausio miesto, įvaizdis.

Trečias, bet ne mažiau svarbus, žingsnis, kurį žengė Gvangdžou valdžia, buvo miestų administracinių ribų pakeitimas, prijungiant Huadu ir Panyu miestelius prie Gvangdžou miesto. Po reorganizacijos teritorija, kurią tiesiogiai valdo Gvangdžou valdžia, padidėjo nuo 1400 iki 3719 kv. km, t. y. daugiau kaip 50 proc. Prijungtojoje teritorijoje gyvena 7,4 mln., arba 74,4 proc., gyventojų. Pakeista jurisdikcija teigiamai paveikė fizinę plėtrą.

Pakeitus administracines ribas, Gvangdžou inicijavo sukurti naują koncepcinį planą, kurio tikslas – projektuoti miesto ateitį regiono kontekste.

1.7. Darnaus vystymosi principų taikymas miestų bendruosiuose ir strateginiuose planuose

Vilniaus miesto bendrajame plane [236] teigiama, jog Vilnius turi tapti europietišku miestu, turinčiu išplėtotą ekonominę ir socialinę aplinką, susisiekimo ir inžinerinę infrastruktūrą, gamtos ir kultūros paveldo vertybes (1.16 lentelė). Darnaus Kauno bruožai (1.16 lentelė) išdėstyti miesto urbanistinėje vizijoje [209]. Klaipėdos strateginiame plane [210] suformuluota daug tikslų, kurie iš esmės atitinka darnaus vystymosi principus (1.16 lentelė). Panevėžio miesto plėtros strateginis planas [220] pradėtas rengti 2002 m. rugsėjį. Iki 2003 m. liepos buvo sukurta miesto vizija iki 2022 metų. Joje pateikta miesto socialinės ir ekonominės būklės analizė, nustatyti miesto plėtros prioritetai (1.16 lentelė).

1.16 lentelė. Darnos siekiai Vilniaus, Kauno, Klaipėdos ir Panevėžio planavimo dokumentuose

Vilnius	Kaunas	Klaipėda	Panevėžys
Integracija į Rytų ir Vidurio Europos sostinių tinklą			
Darni miesto ir užmiesčio plėtra			
Subalansuota miesto struktūra			
Saugi ir sveika socialinė aplinka			
Miesto ekonomikos plėtra			
Naudojamas ir saugomas miesto kultūros paveldas			
Kokybiška gyvenamoji aplinka			
Tenkinanti miesto poreikius susisiekimo sistema			
	• Kaunas – antrasis savo dydžiu ir svarba Lietuvos miestas, vidurio Lietuvos centras. Tai vidutinio dydžio miestas, teritoriškai nesiplečiantis, tačiau darniai pertvarkomas dabar ir ateityje; • tai polifunkcis, raiškios struktūros miestas, kuriame suderinta patraukli gyvenamoji aplinka su verslo, visuomeninėmis, rekreacinėmis zonomis ir išplėtotą socialinę infrastruktūrą; • miestas, pasižymintis optimaliai išdėstytomis ir kompaktiškais verslo ir mokslui imlių technologijų gamybos teritorijomis, neteršiančiomis aplinkos; • etc.	• sukurti ekonominę aplinką, palankią pramonei, verslui ir investicijoms; • sudaryti palankias sąlygas darbo vietoms kurti ir siekti sumažinti nedarbo lygį iki 5 proc.; • užtikrinti šiuolaikišką, integruotą ir patikimą miesto susisiekimo sistemą ir jai reikalingą susisiekimo infrastruktūrą; • užtikrinti veiksmingą inžinerinio aprūpinimo sistemų naudojimą, atnaujinimą ir plėtrą; • užtikrinti miesto rekreacinės infrastruktūros bei gyvenamosios gamtinės aplinkos kokybę; • užtikrinti darnią miesto ir uosto plėtrą bei efektyvų uosto galimybių naudojimą; • išsaugoti ir pagerinti miesto gyvenamąjį fondą; • etc.	Stiprinti Panevėžio, kaip regiono centro, konkurencingumą Kurti darbo vietas, išlaikant esamą pramonės potencialą ir skatinant verslų plėtrą Kurti kokybišką gyvenimo aplinką Formuoti Panevėžio, kaip Aukštaitijos, švietimo, mokslo, sporto ir kultūros centrą

1.8. Darnūs pastatai kaip darnaus miesto komponentas

Pastatai, ar jie būtų visuomeniniai, ar gyvenamieji, biurų ar kitokie, daro įtaką bendrai miesto darnai. Darnūs pastatai (angl. *Sustainable buildings*) nusako aukštesnį miesto darnos lygį.

Mokslininkų (E. H. W. Chanas ir E. H. K. Yungas) [29] pastebėtas augantis visuomenės pageidavimas sumažinti naujai statomų pastatų poveikį aplinkai, nagrinėtos (D. Oktay) [93] šiuolaikinės miesto planavimo tendencijos. Išnagrinėjus, pavyzdžiui, Kipro miestą, daroma išvada, kad dabartiniai pastatai nedera vienas prie kito, neformuoja darnaus miesto vaizdo.

Darnių pastatų projektavimas, statyba ir eksploatavimas apima atskirą didelę tyrimų sritį. Čia pateikiami tik pagrindiniai jos aspektai.

Darnaus pastato savybės aiškiai apibrėžtos kai kurių mokslininkų (T. Wooley, S. Kimminsas) [145] darbuose. Apibendrinti statybos medžiagų naudojimo ir energijos taupymo pastatuose ypatumai, taip pat pateikta bendrų projektavimo patarimų ir aptartos ekologinės problemos.

Prie darnių pastatų teorijos plėtojimo ypač daug prisidėjo Nyderlandų mokslininkai. Trumpai aptarsiu kiekvieno jų indėlį.

R. J. Dierkxas [36] savo daktaro disertacijoje nagrinėjo darnių mokyklų projektavimo Kenijoje klausimus.

Pasak J. E. M. H. van Bronswijko ir kitų [18], opi šių dienų aktualija yra visuomenės senėjimas ir su tuo susijusios problemos. Jų dėmesio centre – pastatų pritaikymo pagyvenusiems žmonėms reikalai.

P. A. Erkelenso [39] manymu, pastatai ir statyba daro didelį poveikį ekosistemai. Jis pabrėžė atliekų kiekio sumažinimo svarbą statybos ir rekonstrukcijos metu. S. de Jonge'as [61], nagrinėjęs darnios bažnyčių architektūros problemas, teigia, kad liturginiai ir teologiniai aspektai gali praturtinti darnaus pastato sampratą. Tuo tarpu J. M. Postas ir M. H. P. M. Willemsas [99] vykdė XX projektą, kurio metu naudojo vadinamąsias kompleksines ir pramonines, unifikuotas bei išardomas konstrukcijas (angl. *IFD units*) pastatui statyti. Šių mokslininkų nuomone, jei toks pastatas naudojamas dvidešimt metų, jo įtaka aplinkai eksploatacijos ir griovimo metu yra daug mažesnė nei įprastinio.

P. Schmido [113] pasirinktas nagrinėjimo objektas – sąlygos darniems pastatams statyti įvairiuose planetos regionuose ir realios galimybės įdiegti tai globaliu mastu.

1.9. Pirmojo skyriaus išvados

1. Šiuolaikinių demografinių ir urbanizacijos tendencijų analizė rodo, jog ateityje miestų gyventojų skaičius didės visuose pasaulio kontinentuose. Miestų reikšmė pasaulio ekonomikai ir žmonių gyvenimui augs. Tikėtina, jog santykinis gyventojų skaičius Lietuvos miestuose taip pat didės.
2. Naujausi mokslininkų tyrimai rodo, kad miestų gyventojų ilgalaikė gerovė iš esmės priklauso nuo to, ar bus pasiekta darna (pusiausvyra) tarp miesto socialinės, ekonominės ir aplinkos sferų. Ta pusiausvyra kiekvienam miestui yra individuali.
3. Autorius nustatė, kad miesto darna labai priklauso nuo jo fizinės aplinkos savybių, todėl siūlo darnaus miesto vystymosi sampratą papildyti inžineriniu-techniniu aspektu. Jis atspindi negamtinę, techniškąją, miesto prigimtį.
4. Atlikta išsami literatūros apžvalga leidžia teigti, kad darnaus miesto modeliavimas susideda iš dviejų komponentų: a) esamos situacijos analizės; ir b) ateities vystymosi planavimo.
5. Darnaus miesto modeliavimui reikalingas kompleksinis modelis, pagal kurį būtų galima atlikti miesto raidos analizę ir darnaus vystymosi planavimą ateityje.
6. Literatūros analizė parodė, jog galima formaliai (matematiškai) apibūdinti visas miesto aplinkas. Tam reikalinga išsami, objektyvi rodiklių sistema.
7. Visas suinteresuotas grupes tenkinančiai miesto socialinių, ekonominių ir kitų komponentų pusiausvyrai rasti naudotini daugiakriteriniai matematiniai metodai, nustatantys geriausią kompromisinį variantą.

2. DAUGIATIKSLIŲ SPRENDIMŲ PRIĖMIMO METODŲ ANALIZĖ IR PARINKIMAS

2.1. Bendrosios žinios

Daugiakriteriniai sprendimų priėmimo metodai (angl. *Multi(ple) Criteria Decision Making*, arba *MCDM*) [129] yra skirstomi į dvi grupes:

- Daugiaobjekčius (angl. *Multi(ple) Objective Decision Making*, arba *MODM*), kai nagrinėjamos vektorinio maksimumo problemos [8, 160];
- Daugiatikslius (angl. *Multi(ple) Attribute Decision Making*, arba *MADM*), kai ieškoma atskirų sprendimų [154, 162–164].

Pirmosios grupės metodų matematinė išraiška sudėtinga, jie sunkiai pritaikomi praktikoje. Todėl šioje disertacijoje bus analizuojami ir taikomi tik daugiatiksliai sprendimų priėmimo metodai.

Tyrėjai, atlikdami daugiakriterinį įvertinimą (angl. *Multi-Criteria Evaluation*) ar daugiakriterinę analizę (angl. *Multi-Criteria Analysis*), dažniausiai naudoja daugiatikslius metodus. Taigi žodžiai *daugiakriterinis* ir *daugiatikslius* yra tapę sinonimais ir siejami su antros grupės daugiakriteriniais sprendimų priėmimo metodais.

Šioje disertacijoje vartojamą sąvoką „daugiatikslė selektonovacija“ autoriaus suprantama kaip kompromisinio, visų suinteresuotų grupių poreikius labiausiai tenkinančio, sprendinio ieškojimą. Tam tikslui naudoti daugiakriteriniai (daugiatiksliai) sprendimų priėmimo metodai.

2.2. Daugiatikslių metodų taikymo galimybės

Pasaulyje esama daug daugiatikslių metodų, tačiau parinkti tinkamus tam tikrai problemai spręsti nėra paprasta. Daugiatikslių metodų taikymo galimybės konkrečiam atvejui nagrinėjamos pagal daugelį požymių [97, 154, 156]:

- šiuo metodu išspręstų konkretaus pobūdžio uždavinių skaičius;
- vertinamų alternatyvų didžiausias galimas skaičius;
- didžiausias galimas rodiklių skaičius, kuriais apibūdinamos alternatyvos;
- informacijos apie sprendimą priimančių specialistų nuomonę, kuri bus svarbi taikant šį metodą, lygis;
- gautų rezultatų patikimumo analizės galimybė;
- laikas, skirtas apmokyti naudotis metodu darbuotoją, kuris apie jį neturi jokių žinių;

- darbuotojo, mokačio taikyti šį metodą, laikas, reikalingas atlikti daugiatislį įvertinimą;
- lėšos, reikalingos konkrečiu metodu išspręsti daugiatislį uždavinį.

Dažniausiai sprendimų priėmėjui rūpi, koks yra jo taikomo daugiatislio metodo skaičiavimo algoritmas. Todėl, autoriaus nuomone, be išvardytų požymių labai svarbu yra metodo suprantamumas. Jis gali būti paprastas, vidutiniškas ar sudėtingas.

2.3. Daugiatikslių metodų klasifikacija

Daugiatiksliai metodai gali būti klasifikuojami įvairiai. Pavyzdžiui, juos galima suskirstyti į klasikinius ir technologinius [157], kompensacinius ir nekompensacinius [57, 154, 163]. Kai kurie mokslininkai (J. Blechas, U. Getce'as) [160], (C. L. Hwangas, K. Yoonas) [57] metodus klasifikuoja pagal turimos informacijos pobūdį (žr. 2.1 lentelę).

2.1 lentelė. Daugiakriterinių metodų klasifikacija pagal pradinę informaciją

Informacijos nėra	Informacija apie rodiklius				Informacija apie alternatyvas	
	Kiekybiniai duomenys	Eiliškumo duomenys	Reikalavimų lygis	Pakeitimų normos	Informacija apie prioritetus	Duomenys apie nutolimą
Hurvico sprendimo taisyklė Maksimino (Valdo) sprendimo taisyklė Maksimakso sprendimo taisyklė	Linijinio programavimo metodas Paprastų svorių sudėjimo metodas (SAW) Analitinis hierarchijos procesas (AHP) Naudingumo analizė ELECTRE metodai Idealaus taško (TOPSIS) metodai PROMETHEE metodai	Leksikografiniai metodai Permutaciniai metodai ORESTE metodai Atmetimų metodas	Disjungtyviniai metodai Konjungtyviniai metodai	MAUT metodai Hierarchiniai metodai	LINMAP metodai Interaktyvus paprastų svorių sudėjimas	Daugkartiniai matavimai nustatant optimalią reikšmę

Panašią klasifikaciją daugiakriterinių metodų studijoje siūlo E. Triantaphyllou [126], pateikdamas ją tokią. Nesant informacijos, jo manymu, reikėtų taikyti dominavimo, Maksimino arba Maksimakso metodus. Kai turima informacija yra standartinio lygio, taikytini disjungtyvinis ir konjungtyvinis metodai. Jei yra eiliškumo duomenys, pritaikomi atmetimų ir leksikografiniai metodai. Turint kiekybinius duomenis, galima naudoti svertinį sumavimo, svertinį sandaugos, ELECTRE ir TOPSIS metodus bei analitinį hierarchijos procesą. O. Laričevas [169] normatyvinius metodus skirsto į keturias grupes (žr. 2.2 lentelę).

2.2 lentelė. Metodų klasifikacija pagal sprendimų priėmėjo disponuojamą informaciją

Pagrįsti kiekybiniais matavimais	Pagrįsti pirminiais kokybiniais matavimais	Pagrįsti kiekybiniais matavimais, naudojant kelis indikatorius	Pagrįsti kokybiniais matavimais, nenaudojant perėjimo prie kiekybinių kintamųjų
Daugiakriterinės naudingumo teorijos metodai [57, 157, 168] Kiti nauji metodai	Analitinės hierarchijos metodai [171] Neapibrėžtų aibių metodai [147]	Lyginamosios preferencijos metodai [105]	Verbalinės analizės metodai [170]

2.4. Daugiatikslių metodų tyrimai užsienyje ir Lietuvoje

Daugelis pasaulio mokslininkų (G. Geoffrey) [46], (P. Goodwinas ir G. Wrightas) [48], (B. Urli ir R. Nadeu) [129] nagrinėjo daugiakriterinius metodus. Vieni (M. R. Mahmoudas ir L. A. Garcia) [81] tarpusavyje lygino penkis daugiakriterinio įvertinimo metodus: svertinio vidurkio (WA), PROMETHEE II, kompromisinio programavimo (CP), ELECTRE II ir analitinę hierarchijos procesą (AHP). Buvo vertinamas gautų rezultatų pastovumas, metodų aiškumas ir metodui reikalingos papildomos informacijos kiekis. Prieita prie išvados, kad jų suformuluotam uždaviniui spręsti labiausiai tinka svertinio vidurkio metodas. Kiti (S. H. Zanakis, A. Solomonas ir kiti) [148] matematiniams eksperimentams pasirinko aštuonis metodus: ELECTRE, TOPSIS, eksponentinio svėrimo (MEW), paprastų svorių sudėjimo (SAW) ir keturias analitinio hierarchijos proceso versijas. Tinkamiausiais pripažinti paprastų svorių sudėjimo ir eksponentinio svėrimo metodai. Po jų seka TOPSIS, analitinis hierarchijos procesas ir galiausiai ELECTRE. Dar kiti (S. Opricovicas ir G.-H. Tzengas) [96] atliko VIKOR ir TOPSIS metodų palyginamąją analizę, alternatyvas vertindami pagal jų atstumą iki idealaus sprendinio. Pastebėta, kad skaičiuojant TOPSIS trumpiausią atstumą iki idealaus teigiamo sprendinio ir ilgiausią atstumą iki idealaus neigiamo sprendinio, nepakankamai įvertinami tų atstumų santykiniai reikšmingumai. Minėti metodus galima sėkmingai pritaikyti darnaus miesto vystymosi uždaviniams spręsti, kai darnos komponentai išreiškiami kiekybiniais rodikliais.

D. L. Olsonas [94] pritaikė SMART, PROMETHEE ir CENTROID metodus žaidimų rezultatams prognozuoti. Išaiškinta, jog tam labiausiai tinkami PROMETHEE II, naudojantis Gauso prioritetiškumo funkcija, ir SMART metodai, o CENTROID metodas ir PROMETHEE II, naudojantis ordinalius duomenis, mažiau tinkami. O. I. Laričevas ir kiti [72] pasiūlė naują sprendimų priėmimo metodą SAC. Metodas buvo patikrintas lyginant jį su ORCLASS. Statistiniu modeliavimu nustatyta, kad SAC pronoksta ORCLASS. Be to, naujojo metodo absoliutus efektyvumas yra gana aukštas. Tiriant (O. I. Laričevas ir kiti) [74] ekspertinius

alternatyvų atrankos metodus, pasiūlytas naujas ekspertinis metodas CYCLE. Jo testavimas parodė, jog jis labai efektyvus monotoniškoms funkcijoms vertinti. Galiausiai pasiūlytas (O. I. Laričevas) [73] naujas verbalinių sprendimų paramos metodų grupei priklausančias ZAPROS metodo variantas. Šis metodas taikytinas tada, kai nagrinėjama problema subjektyvi, o turima informacija kokybinė, sunkiai išreiškiama skaičiais. Verbaliniai metodai ypač tinka, kai miesto daroma apibūdinama koncepcinė rodiklių sistema.

Nagrinėjant (J. Figueira ir B. Roy) [43] rodiklių reikšmingumą nustatymo problemas, išanalizuota ir pakoreguota Simos procedūra netiesioginiu būdu išreikšti rodiklių reikšmingumams, jos pagrindu sukurta programinė įranga.

Be to, nagrinėti (A. Goicoechea) [47] šie daugiakriteriniai sprendimų priėmimo metodai: panaudojamumo įvertinimas (Keeney); kompromisinis programavimas (Zeleny); dirbtinės (netikros) vertės išvengimas (Haimesas); daugiakriterinis Simplekso (Yu, Zeleny); galimų nuostolių išvengimo (Goicoechea, Ducksteinas); kiti.

Ištirti (V. M. Ozeroy) [97] metodai, kurie pasižymi panašiomis charakteristikomis: reikšmingumo metodai (MacCrimonas); daugiakriterinė naudingumo teorija (Keeney, Raiffa); nustatomos vertės teorija (Dyeris, Sarinas); analitinis hierarchijos procesas (Saaty); papildomo reikšmingumo įvertinimo funkcija su daline informacija (Kirwoodas, Sarinas); daugiakriterinis metodas, kai informacija neišsami (Weberis); alternatyvų lyginimas poromis, remiantis įprastiniais kriterijais (Koksalanas, Karwanas, Ziontsas); supaprastintas daugiakriterinis naudingumo metodas (Einhornas ir McCoachas); ELECTRE I, II ir III (Roy, Vincke). Miesto daromą apibūdinančių rodiklių reikšmės dažnai būna netikslios, todėl čia tinka ELECTRE metodai, įvertinantys jų svyravimo ribas.

Lietuvos mokslininkai (E. K. Zavadskas) [155, 162–167] savo darbuose išnagrinėjo ir pritaikė nemažai daugiakriterinio įvertinimo metodų: lošimo teorijos kriterijus (Valdo, Sevidžo, Gurvico, Maksimakso); apibendrintus kriterijus (adityviniai, vidutiniškai svertinės priimamo sprendimo sėkmės, multiplikatyviniai, kombinuotieji, naudingumo funkcijos, artumo idealiam taškui); nuoseklaus optimizavimo metodus (sprendimų suderinamumo, prioritetų nustatymo, nedominuojančių variantų išrinkimo); sintezės metodus. L. Ustinovičius [130] analizavo verbalinių metodų taikymą vertinant investicinių projektų efektyvumą, nustatė šių metodų privalumus. Jis sukūrė verbalinių metodų kompleksą SNOD (angl. *Scale of Normalized and Ordered Differences*), skirtą naujos statybos ir pastatų rekonstrukcijos investiciniams uždaviniams spręsti. Šis mokslininkas taip pat pasiūlė daugiakriterinę baudos taškų metodiką, skirtą statybos investicijų efektyvumui nustatyti, taip pat metodologiškai pagrindė ELECTRE III ir ELECTRE IV metodus sprendžiamas praktinius uždavinius. Be to,

racionaliems konstrukciniams, technologiniams ir organizaciniais variantams parinkti sukūrė sintezės metodą.

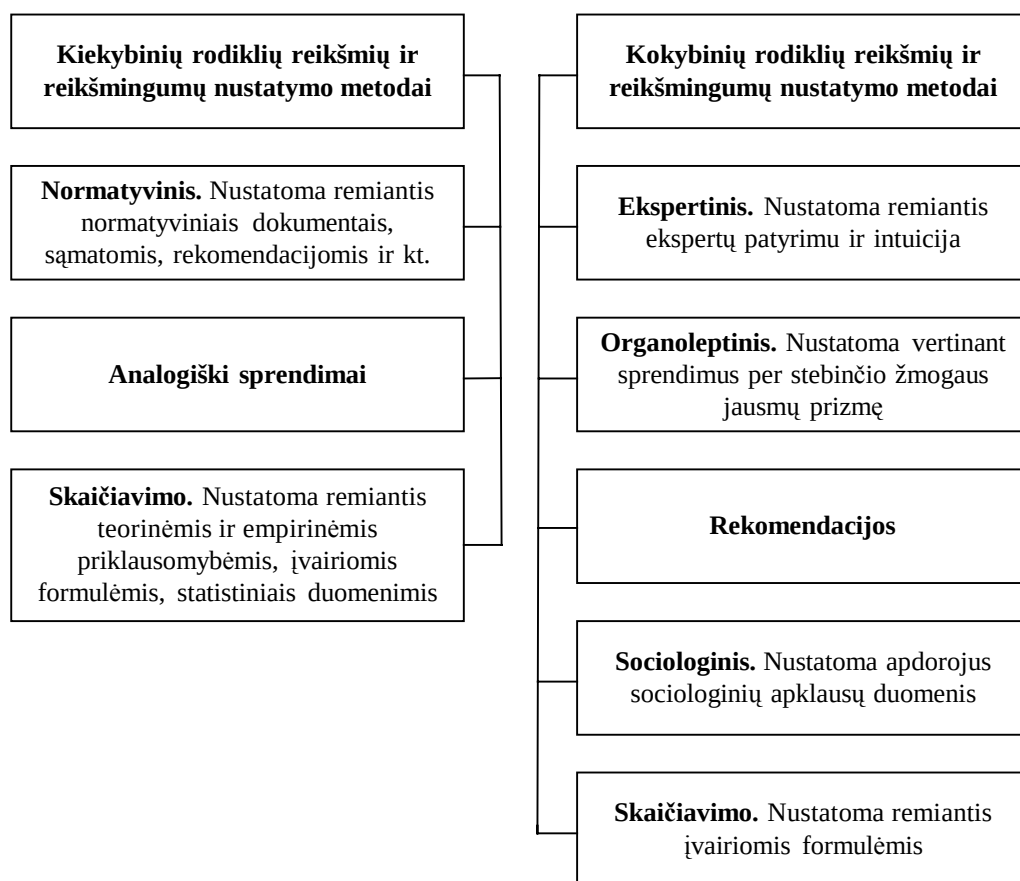
2.5. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymas

2.5.1. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai

Rodiklių reikšmių ir reikšmingumo nustatymo metodus galima suskirstyti į dvi grupes:

- metodai, kuriuos taikant rodiklius galima išreikšti piniginiiais vienetais. Tokie rodikliai vadinami kiekybiniais;
- metodai, kuriuos taikant rodiklių negalima išreikšti piniginiiais vienetais. Tokie rodikliai vadinami kokybiniais.

Šiuo metu plačiausiai taikomi trys kiekybinių rodiklių reikšmių ir reikšmingumo nustatymo metodai: normatyvinis, skaičiavimo ir analogijos (žr. 2.1 pav.) [154].



2.1 pav. Rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai

Normatyviniu metodu rodiklių reikšmės ir reikšmingumas nustatomi remiantis normatyviniais dokumentais, sąmatomis, rekomendacijomis ir kt. Skaičiavimo metodu norimi

dydžiai nustatomi naudojant empirines ir teorines priklausomybes, statistinius duomenis, įvairias formules. Analogijos metodas taikomas tada, kai tiriamas objektas (jo kai kurių rodiklių reikšmės ir reikšmingumai dar nėra žinomi) lyginamas su analogu, parinktu pagal tam tikrus keliamus reikalavimus. Išnagrinėjus analogijos požymius, nustatomi perskaičiavimo koeficientai. Visas reikalingas etalono rodiklių reikšmės ir reikšmingumą padauginus iš šių perskaičiavimo koeficientų, gaunamos trūkstamos tiriamo objekto rodiklių reikšmės ir reikšmingumas.

Kokybinių rodiklių reikšmės ir reikšmingumas dažniausiai nustatomas ekspertiniu, organoleptiniu, rekomendacijų, sociologiniu, skaičiavimo ir analogijos metodais (2.1 pav.).

Taikant ekspertinius metodus, kokybinių rodiklių reikšmės gali būti nustatomos taip:

- išrenkama konkretaus rodiklio geriausia reikšmė;
- nagrinėjamo rodiklio geriausiai reikšmei suteikiama reikšmė, lygi 10 balų (100 %);
- nustatomas santykis tarp geriausios rodiklio reikšmės ir visų likusių to paties rodiklio reikšmių;
- likusioms rodiklio reikšmėms suteikiamos santykinės reikšmės.

Panašiai nustatomi ir rodiklių reikšmingumų dydžiai. Konkretaus rodiklio reikšmingumo fizinė prasmė yra ta, kad jis parodo, kiek kartų jo naudingumas objektui kompleksiskai vertinant alternatyvas yra didesnis (mažesnis) už kito rodiklio naudingumą [154].

2.5.2. Rodiklių reikšmingumų nustatymas porinio palyginimo metodu

Ekspertinių metodų teorinio ir praktinio taikymo klausimai nagrinėti daugelio mokslininkų (S. D. Bešelevas ir F. G. Gurvičius) [159], (L. G. Evlanovas) [161], (E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas) [154, 164], (L. Ustinovičiaus) [131, 132] darbuose. Atlikus ekspertų apklausą, gauti vertinimų rinkiniai apdorojami statistiškai.

Ekspertinis vertinimas atliekamas poromis (T. L. Saaty) [109], siekiant kiekvienoje lyginamojoje poroje nustatyti reikšmingesnę rodiklį. Ekspertinis vertinimas ir skaičiavimai atliekami matricos forma. Kiekvienas ekspertas į matricos eilutės ir stulpelio sankirtos tašką įrašo savo įvertinimą x_{ij} . Jis gali būti 1, 0 arba 0,5 atsižvelgiant į tai, ar i rodiklis prioritetiškesnis už j , ar jie lygūs. 1 (M1) porinių palyginimų matrica pateikta 2.3 lentelėje.

Tokia pačia matricos (M1) forma pateikiami suminiai visų ekspertizėje dalyvavusių ekspertų atsakymų rezultatai.

2.3 lentelė. 1 (M1) porinių palyginimų matrica

<i>i</i> rodiklis	<i>j</i> rodiklis					
	1	2	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>
1	—	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}
2	x_{21}	—	...	x_{2j}	...	x_{2n}
...	...	...	—	...	...	...
<i>i</i>	x_{i1}	x_{i2}	...	—	...	x_{in}
...	...	...	...	...	—	...
<i>n</i>	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{in}	...	—

2 (M2) matricoje pateikiamas procentinis santykis, kai *i* rodiklis yra reikšmingesnis už *j* pagal bendrą gautų įvertinimų skaičių. M2 matricoje rezultatus patogiau pateikti $p_{ij} = \frac{x_{ij}}{k}$ išraiška (čia *k* – ekspertų skaičius), turint omenyje, kad $p_{ij} + p_{ji} = 1$. 2 (M2) matrica – dalis atvejų, kai rodiklis reikšmingesnis už rodiklio faktorių (2.4 lentelė):

2.4 lentelė. 2 (M2) matrica (*i* rodiklis prioritetiškesnis už *j*)

<i>i</i> rodiklis	<i>j</i> rodiklis						Eilės suma
	1	2	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>	
1	—	p_{12}	...	p_{1j}	...	p_{1n}	p_1
2	p_{21}	—	...	p_{2j}	...	p_{2n}	p_2
...	...	...	—	...	...	...	...
<i>i</i>	p_{i1}	p_{i2}	...	—	...	p_{in}	p_i
...	...	...	...	...	—	...	...
<i>n</i>	p_{n1}	p_{n2}	...	p_{in}	...	—	p_n

Į trečią (M3) matricą surašomi pagrindinio pertvarkymo pagal skales rezultatai (2.5 lentelė).

2.5 lentelė. 3 (M3) pagrindinio pertvarkymo matrica

<i>i</i> rodiklis	<i>j</i> rodiklis						Iš viso	Vid. reikšmė
	1	2	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>		
1	—	z_{12}	...	z_{1j}	...	z_{1n}	z_1	$\frac{z_1}{n}$
2	z_{21}	—	...	z_{2j}	...	z_{2n}	z_2	$\frac{z_2}{n}$
...	...	...	—	...	...	...	...	...
<i>i</i>	z_{i1}	z_{i2}	...	—	...	z_{in}	z_i	$\frac{z_i}{n}$
...	...	...	...	...	—	...	...	...
<i>n</i>	z_{n1}	z_{n2}	...	z_{in}	...	—	z_n	$\frac{z_n}{n}$

Jei *k* ekspertai davė *n* įvertinimą R_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ požymiams C_j ; $j = 1, 2, 3, \dots, n$ skaičių pavidalu, pagal tai, ar jie turi kažkokią *X* savybę, tai C_j skaičiai yra R_i požymių pagal skalę įvertinimai, o tokių dviejų C_j ir R_i objektų įvertinimų skirtumas išreiškiamas skalės modeliu:

$$C_i - C_j = Z_{ij} \times \sigma_{ij}. \quad (1)$$

Čia C_i, C_j – rodiklių įvertinimai pagal skalę; Z_{ij} – normuotas nukrypimas, atitinkantis p_{ij} , parodantį dalį i rodiklio prioritetiškumo prieš rodiklį j atveju; σ_{ij} – numanomo skirtumų tarp C_i ir C_j paskirstymo vidutinis kvadratinis nukrypimas, t.y.

$$G(Z_{ij}) = p_{ij} = \int_{-\infty}^{Z_{ij}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (2)$$

Paprastumo dėlei galima laikyti, kad σ_{ij} pagal (1) išraišką lygus 1, tada:

$$C_i - C_j = Z_{ij}.$$

Be to, tarkime, kad normuoto normaliojo pasiskirstymo plotas po kreive (intervale nuo -3σ iki $+3\sigma$) lygus 1. 2 formulę galima užrašyti išplėstiniu būdu:

$$G(Z_{ij}) = p_{ij} = \int_{-\infty}^0 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + \int_0^{Z_{ij}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (3)$$

Kadangi integralas nuo $-\infty$ iki 0 lygus 0,5, gauname:

$$G(Z_{ij}) = p_{ij} = \int_0^{Z_{ij}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (4)$$

Tolesniuose skaičiavimuose naudojama būtent ši išraiška.

Žinoma, kad realūs vertinimai skiriasi nuo laukiamos eilės Z_{ij} , todėl uždavinio tikslas – surasti aibę įvertinimų, kuriems šis skirtumas būtų mažiausias. Todėl įvertinimų pagal skalę sudarymo procedūra – tai stebimų p_{ij} santykių (M2 matrica) pavertimas laukiamais Z_{ij} pagal (3) lygtį, naudojant normuoto normaliojo pasiskirstymo lentelę. Šie Z_{ij} sudaro matricą su dviem įėjimais arba pagrindinio pertvarkymo matricą 3 (M3) su kiekvieno i rodiklio skaičių eilutėmis ir kiekvieno j rodiklio skaičių stulpeliais. Taigi M3 matricoje kiekvienas Z_{ij} įvertinimas – tai skirtumas tarp i ir j rodiklių standartiniuose nukrypimuose, be to, $Z_{ij} = \sum_{i=1}^n Z_i$ – šių įvertinimų suma, o vidutinė reikšmė:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{k}, \quad (5)$$

čia k – ekspertų skaičius.

Be to, p_{ij} nagrinėjamas kaip plotas po normuoto normaliojo pasiskirstymo kreive intervale nuo $-\infty$ iki Z . Tokio pasiskirstymo funkcijos reikšmė pateikta literatūroje apie statistiką.

Naudojant M3 matricoje pateiktus rezultatus, nesunku nustatyti rodiklio reikšmingumo reikšmes arba lyginamų projektų reikšmingumą. Tačiau grupinis įvertinimas laikomas pakankamai patikimu tik tada, kai apklausiamų specialistų atsakymai yra gerai suderinti. Todėl iš ekspertų gautos informacijos statistinis apdorojimas turi atspindėti nuomonių suderinamumo įvertinimą.

Poriniame lyginyje konkordacijos koeficientas gali būti nustatytas pagal formulę [154]:

$$W = \frac{Q}{Q_{\max}};$$
$$Q = \sum_{i=1}^n C_{\rho_{ij}}^2, \quad (6)$$

$$Q_{\max} = \frac{k(k-1)n(n-1)}{4},$$

iš čia

$$W = \frac{4}{k(k-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{C_{\rho_{ij}}^2}{n(n-1)}.$$

Mažiausia leistina konkordacijos koeficiento reikšmė apskaičiuojama pagal formulę:

$$W = \frac{k-2}{2(K-1)}. \quad (7)$$

Porinio palyginimo metodas geras tuo, kad jis yra matematiškai tikslus. Trūkumai: reikia atlikti daug palyginimų (jis apskaičiuojamas pagal formulę $\frac{n \cdot n - n}{2}$, čia n – rodiklių skaičius); atliekant rodiklių įvertinimą galima suklysti; palyginimai, pildant visą matricą, dubliuojasi. Darnaus miesto komponentai apibūdinami rodikliais, kurių skaičius įvairuoja nuo keliolikos iki kelių dešimčių. Esant tokioms sąlygoms atlikti rodiklių porinį palyginimą nepaprastai keblu.

2.5.3. Rodiklių reikšmingumo nustatymas rangavimu

Rangavimo metodu rodiklių reikšmingumai nustatomi tiesioginiu būdu. Naudojamos diskretinių (1, 2, ...) arba realiųjų skaičių (25/100, 38/100, ...) skalės.

Pavyzdžiui, galima rodiklių reikšmingumus apibrėžti 10 balų skale nuo 1 iki 10. Svarbiausias rodiklis įgyja 10 balų reikšmę (gali būti ir keli svarbiausieji rodikliai). Visi kiti rodikliai yra lyginami su svarbiausiuoju. Pavyzdžiui, jei rodiklis yra šiek tiek mažiau svarbesnis už svarbiausiąjį, jis įgyja 8 balų reikšmę. Rangavimo skalė ir rodiklių vertinimas

atrodo taip. 10 balų – vienodas reikšmingumas; 9, 8 balai – šiek tiek mažesnis reikšmingumas; 7, 6, 5 – aiškiai mažesnis reikšmingumas; 4 – nesvarbus rodiklis [217].

Galima naudoti ir kitokią dešimtbalę skalę. Pavyzdžiui, rodiklio reikšmingumą galima išreikšti skaičiais nuo 1 iki 10. Šiuo atveju įvertinimai tokie: 1, 2 – nereikšmingas rodiklis; 3, 4 – mažai reikšmingas rodiklis; 5, 6 – vidutiniškai reikšmingas rodiklis; 7, 8 – reikšmingas rodiklis; 9, 10 – labai reikšmingas rodiklis. Naudojant įvertinimų skalę nuo 4 iki 10 balų, iš anksto užprogramuojama, jog labiausiai reikšmingas ir mažiausiai reikšmingas rodikliai vienas nuo kito skirsis 2,5 karto. Tuo tarpu įvertinimų skalėje nuo 1 iki 10 balų skirtumas tarp rodiklių reikšmingumų gali būti iki 10 kartų. Esant tokiai skalei reikšmingumai išsibarstys plačiau, o tikimybė, jog bus pasiektas ekspertų nuomonių sutarimas, mažesnė. Nuo pasirinktos skalės priklauso galutinis daugiakriterinio uždavinio sprendinys.

Atlikus ekspertų apklausą, gauti t_{jk} vertinimų rinkiniai apdorojami statistiškai. Vidutinė rodiklio įvertinimo reikšmė $\bar{t}_j$ nustatoma pagal formulę [154, 162]:

$$\bar{t}_j = \frac{\sum_{k=1}^r t_{jk}}{r}; \quad (8)$$

čia: t_{jk} – k eksperto atliktas j rodiklio įvertinimas; r – ekspertų skaičius.

Kiekvieno rodiklio reikšmingumas q_j apskaičiuojamas pagal formulę [154, 162]:

$$q_j = \frac{\bar{t}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{t}_j}. \quad (9)$$

Ekspertų vertinimo patikimumą galima išreikšti ekspertų nuomonių konkordacijos koeficientu, apibūdinančiu individualių nuomonių sutapimo laipsnį:

$$W = \frac{12S}{r^2 \times (n^3 - n) - r \sum_{k=1}^r T_k}; \quad (10)$$

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^r t_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{jk} \right)^2; \quad (11)$$

$$T_k = \sum_{l=1}^{H_l} (h_l^3 - h_l); \quad (12)$$

Čia: S – kiekvieno rodiklio įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma; T_k – k ranžiruotėje susijusių rangų rodiklis; H_l – lygių rangų grupių skaičius k ranžiruotėje; h_l – lygių rangų, l susijusių rangų grupėje, skaičius vertinant k ekspertui; t_{jk} – k eksperto j rodikliui priskiriamas rangas; r – ekspertų skaičius; n – vertinamų rodiklių skaičius.

Jei nėra susijusių rangų, konkordacijos koeficientą galima nustatyti pagal formulę:

$$W = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}. \quad (13)$$

Konkordacijos koeficientas lygus 1, jei visos ekspertų ranžiruotės vienodos; lygus 0, jei visos ranžiruotės skirtingos, t. y. visiškai nesutampa.

Konkordacijos koeficiento reikšmingumas nustatomas pagal formulę:

$$\chi^2 = \frac{12S}{r \times n \times (n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k}. \quad (14)$$

Jei pagal (14) formulę apskaičiuota χ^2 reikšmė didesnė už χ_{lent}^2 pagal lentelę, priklausanti nuo laisvės laipsnių skaičiaus bei priimto reikšmingumo lygio, ekspertų suderintų ranžiruočių hipotezė priimama. Jei $\chi^2 < \chi_{\text{lent}}^2$, laikoma, kad ekspertų nuomonės nesuderintos.

Rangavimo metodo pranašumai: paprastumas, aiškumas ir nedidelės ekspertų darbo laiko sąnaudos vertinant rodiklius. Jei rodiklių sistema sudaryta iš 20 rodiklių, tai porinio palyginimo metodu reikės atlikti net 190 palyginamųjų veiksmų, tuo tarpu rangavimo metodu tik dvidešimt. Darbo sąnaudos skiriasi kone dešimt kartų.

2.6. Tinkamiausių daugiatikslių metodų parinkimas darnaus miesto vystymosi selektonovacijai atlikti

Daugiatiksliams sprendimų priėmimo metodams palyginti taikomi trys pagrindiniai kriterijai: skaičiavimo rezultatų pastovumas; darbo sąnaudos, reikalingos uždaviniui išspręsti ir metodo suprantamumas. Tam suformuluotas supaprastintas darnaus miesto vystymosi uždavinys, sudarytas iš dviejų sprendimų priėmimo matricų (žr. 2.6 ir 2.7 lenteles) [189]. Naudojant matricose esančius pradinius duomenis aptariami ir atliekami skaičiavimai, komentuojami gaunami rezultatai.

2.6 ir 2.7 lentelėse naudojamų rodiklių reikšmingumai: Nedarbo lygis – 0,4; BVP, tenkantis vienam gyventojui – 0,3; Gyventojų skaičiaus pokyčiai – 0,1; Gyventojų, dirbančių aukštųjų technologijų sektoriuje, skaičius – 0,1; Gyventojų, turinčių aukštąjį išsilavinimą, skaičius – 0,1.

Skaičiavimo rezultatų pastovumo nustatymas reikalauja didelio pradinių duomenų tikslumo, todėl daugelio matricų P1 ir P2 rodiklių tikslumas padidintas iki trijų reikšminių skaitmenų. Taip pat priimta prielaida, kad rodiklių reikšmingumas yra absoliučiai tikslus.

2.6 lentelė. Sprendimų priėmimo matrica P1

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	*	Miesto pavadinimas									
				Kopenhaga	Frankfurtas	Štutgartas	Helsinkis	Amsterdamas	Stokholmas	Barselona	Bristolis	Lydsas	Mančesteris
1	Nedarbo lygis	Proc.	–	7,50	7,20	5,60	5,70	6,30	3,30	6,50	3,30	3,60	9,20
2	BVP, tenkantis vienam gyventojui	Tūkst. eurų	+	50,8	74,5	53,6	35,3	38,2	35,7	18,4	29,4	25,6	21,1
3	Gyventojų skaičiaus pokyčiai	Proc.	–	5,00	1,40	4,00	5,20	2,30	5,50	0,300	0,100	0,200	3,00
4	Gyventojų, dirbančių aukštųjų technologijų sektoriuje, skaičius	Proc.	+	5,00	4,00	3,00	7,00	4,00	7,00	2,00	5,00	3,00	3,00
5	Gyventojų, turinčių aukštąjį išsilavinimą, skaičius	Proc.	+	26,0	27,0	26,0	41,0	28,0	38,0	25,0	30,0	25,0	22,0

*Ženklas parodo, kad didesnė (mažesnė) rodiklio reikšmė labiau atitinka respondento poreikius.

2.7 lentelė. Sprendimų priėmimo matrica P2

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	*	Miesto pavadinimas				
				Frankfurtas	Helsinkis	Stokholmas	Bristolis	Lydsas
1	Nedarbo lygis	Proc.	–	7,20	5,70	3,30	3,30	3,60
2	BVP, tenkantis vienam gyventojui	Tūkst. eurų	+	74,5	35,3	35,7	29,4	25,6
3	Gyventojų skaičiaus pokyčiai	Proc.	–	1,40	5,20	5,50	0,100	0,200
4	Gyventojų, dirbančių aukštųjų technologijų sektoriuje, skaičius	Proc.	+	4,00	7,00	7,00	5,00	3,00
5	Gyventojų, turinčių aukštąjį išsilavinimą, skaičius	Proc.	+	27,0	41,0	38,0	30,0	25,0

*Ženklas parodo, kad didesnė (mažesnė) rodiklio reikšmė labiau atitinka respondento poreikius.

Iš P1 ir P2 matricų matyti, jog bus naudojami konkrečias skaitines reikšmes turintys rodikliai, todėl tyrimui preliminarai pasirinkti šie plačiausiai taikomi daugiatisksliai metodai: paprastų svorių sudėjimo metodas (SAW), daugiakriterinis sprendimų priėmimo metodas MCDM-23, analitinis hierarchijos procesas (AHP), ELECTRE III, TOPSIS ir daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas (DKPIM).

2.6.1. Paprastų svorių sudėjimo metodas

Paprastų svorių sudėjimo metodas (angl. SAW – *Simple Additive Weighting*) leidžia įvertinti įvairių dimensijų rodiklius. Visų rodiklių reikšmingumų suma turi būti lygi vienetui

($\sum_{i=1}^n w_i = 1$). Šiuo metodu uždavinys sprendžiamas tokiu nuoseklumu.

1-as žingsnis. Sprendimo priėmimo matricos normalizavimas:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_j^{\max}}; \quad (15)$$

$$x_{ij} = \frac{a_j^{\min}}{a_{ij}}. \quad (16)$$

Pagal (15) formulę normalizuojami maksimizuojami elementai, o pagal (16) formulę – minimizuojami elementai.

2-as žingsnis. Normalizuotos matricos tos pačios alternatyvos kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos nariais.

$$S_{SAW} = \max_j \sum_{i=1}^n x_{ij} \times w_i, \quad j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (17)$$

3-ias žingsnis. Geriausios alternatyvos išrinkimas pagal (17) sąlygą.

Uždavinio sprendimas

1-as žingsnis:

$$x_{11} = \frac{3,30}{7,50} = 0,440; \text{ kitos reikšmės apskaičiuojamos analogiškai, o visa normalizuota matrica}$$

pateikta 2.8 lentelėje.

2.8 lentelė. Normalizuota matrica

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀
R ₁	0,440	0,458	0,589	0,579	0,524	1,000	0,508	1,000	0,917	0,359
R ₂	0,682	1,000	0,719	0,474	0,513	0,479	0,247	0,395	0,344	0,283
R ₃	0,0200	0,0714	0,0250	0,0192	0,0435	0,0182	0,333	1,000	0,500	0,0333
R ₄	0,714	0,571	0,429	1,000	0,571	1,000	0,286	0,714	0,429	0,429
R ₅	0,634	0,659	0,634	1,000	0,683	0,927	0,610	0,732	0,610	0,537

2-as žingsnis:

2.9 lentelė. $x_{ij} \times w_i$ sandaugų matrica

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀
R ₁	0,176	0,183	0,236	0,232	0,210	0,400	0,203	0,400	0,367	0,143
R ₂	0,205	0,300	0,216	0,142	0,154	0,144	0,0741	0,118	0,103	0,0850
R ₃	0,00200	0,00714	0,00250	0,00192	0,00435	0,00182	0,0333	0,100	0,0500	0,00333
R ₄	0,0714	0,0571	0,0429	0,100	0,0571	0,100	0,0286	0,0714	0,0429	0,0429
R ₅	0,0634	0,0659	0,0634	0,100	0,0683	0,0927	0,0610	0,0732	0,0610	0,0537

$S_1=0,176+0,205+0,00200+0,0714+0,0634=0,517$; $S_2=0,613$; $S_3=0,560$; $S_4=0,576$; $S_5=0,493$; $S_6=0,738$; $S_7=0,400$; $S_8=0,763$; $S_9=0,624$; $S_{10}=0,328$.

3-ias žingsnis:

prioritetų eilutė atrodo taip: $A_8, A_6, A_9, A_2, A_4, A_3, A_1, A_5, A_7, A_{10}$.

Alternatyvų prioritetų eilutė, kai skaičiuojama pagal matricos P2 duomenis: A_8, A_6, A_9, A_2, A_4 .

2.6.2. Daugiakriterinis sprendimų priėmimo metodas MCDM-23

Šis metodas sukurtas JAV Nacionalinėje alternatyviosios energetikos laboratorijoje [13]. Geriausiai alternatyvai išrinkti naudojama (17) išraiška. Rodiklių reikšmių normalizavimui sudaromos vadinamosios reikšmių įvertinimo skalės, kurios leidžia įvairių mato vienetų rodiklių reikšmes paversti balais. Naudojama dešimtbalė vertinimo sistema nuo 4 iki 10 balų. 10 – puiku, 9 – labai gerai, 8 – gerai, 7 – pakankamai gerai, 6 – patenkinamai, 5 – sunkiai priimtina, 4 – nepriimtina. Skaičiavimas atliekamas žingsniais.

1-as žingsnis. Reikšmių įvertinimo skalių sudarymas.

2-as žingsnis. Įvairių dimensijų turinčių rodiklių reikšmės verčiamos į balus. Taikomos (18) ir (19) formulės, kai rodikliai minimizuojami arba maksimizuojami:

$$B_n = B_{n,\min} + (R_{n,\max} - R_n) \times tg\alpha, \quad (18)$$

$$B_n = B_{n,\min} + (R_n - R_{n,\min}) \times tg\alpha. \quad (19)$$

Čia: B_n – n -ojo rodiklio reikšmė, balais; $B_{n,\min}$ – minimali n -ojo rodiklio reikšmė skalėje, balais; $B_{n,\max}$ – maksimali n -ojo rodiklio reikšmė skalėje, balais; R_n – n -ojo rodiklio reikšmė natūriniais vienetais; $R_{n,\max}$ – maksimali n -ojo rodiklio reikšmė skalėje; $R_{n,\min}$ – minimali n -ojo rodiklio reikšmė skalėje; $tg\alpha = \frac{B_{n,\max} - B_{n,\min}}{R_{n,\max} - R_{n,\min}}$.

3-ias žingsnis. Kiekvienos alternatyvos svertinės sumos skaičiavimas ir geriausios alternatyvos parinkimas. Geriausia alternatyva ta, kuri surenka daugiausia taškų.

Uždavinio sprendimas

1-as žingsnis:

Nedarbo lygis: 3 proc.=10 balų (šis nedarbo lygis labiausiai pageidaujamas); 10 proc.=4 balai (tarpinės reikšmės pasiskirsto tiesiškai). BVP, tenkantis vienam gyventojui: 75 tūkst. eurų=10 balų; 15 tūkst. eurų=4 balai. Gyventojų skaičiaus pokyčiai: 0,1 proc.=10 balų; 6,0 proc.=4 balai. Gyventojų, dirbančių aukštųjų technologijų sektoriuje, skaičius: 8 proc.=10 balų; 2 proc.=4 balai. Gyventojų, turinčių aukštąjį išsilavinimą, skaičius: 45 proc.=10 balų; 15 proc.=4 balai.

2-as žingsnis:

$a_{11} = 4 + (10 - 7,5) \cdot \frac{(10 - 4)}{(10 - 3)} = 6,14$ balo; kitų rodiklių transformacija į balus vykdoma analogiškai (rezultatai pateikti 2.10 lentelėje).

2.10 lentelė. Normalizuota matrica

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
R_1	6,14	6,40	7,77	7,69	7,17	9,74	7,00	9,74	9,48	4,69
R_2	7,58	9,95	7,86	6,03	6,32	6,07	4,34	5,44	5,06	4,61
R_3	5,02	8,68	6,03	4,81	7,76	4,51	9,80	10,0	9,90	7,05
R_4	7,00	6,00	5,00	9,00	6,00	9,00	4,00	7,00	5,00	5,00
R_5	6,20	6,40	6,20	9,20	6,60	8,60	6,00	7,00	6,00	5,40

3-ias žingsnis:

2.11 lentelė. $x_{ij} \times w_i$ sandaugų matrica

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
R_1	2,46	2,56	3,11	3,07	2,87	3,90	2,80	3,90	3,80	1,87
R_2	2,27	2,99	2,36	1,81	1,90	1,82	1,30	1,63	1,52	1,38
R_3	0,502	0,868	0,603	0,481	0,776	0,451	0,980	1,00	0,990	0,705
R_4	0,700	0,600	0,500	0,900	0,600	0,900	0,400	0,700	0,500	0,500
R_5	0,620	0,640	0,620	0,920	0,660	0,860	0,600	0,700	0,600	0,540

$S_1=2,46+2,27+0,502+0,700+0,620=6,55$ balo; $S_2=7,65$ balo; $S_3=7,19$ balo; $S_4=7,18$ balo; $S_5=6,80$ balo; $S_6=7,93$ balo; $S_7=6,08$ balo; $S_8=7,93$ balo; $S_9=7,40$ balo; $S_{10}=5,00$ balo.

Alternatyvų prioritetų eilutė: $A_8, A_6, A_2, A_9, A_3, A_4, A_5, A_1, A_7, A_{10}$.

Prioritetiškumas, skaičiuojant pagal matricos P2 duomenis: A_8, A_6, A_2, A_9, A_4 .

Sudarant reikšmių skales, visi rodikliai automatiškai tampa maksimizuojamais, todėl nereikalingi jokie papildomi veiksmai. Šis metodas geras tuo, kad vertinimo skalių dėka galima suformuoti idealią alternatyvą. Atlikus įvertinimą tampa aišku, kiek realios alternatyvos skiriasi nuo idealiosios. Tačiau norint objektyviai sudaryti įvertinimo skales, reikalingi aukštos kvalifikacijos ekspertų įvertinimai.

2.6.3. Analitinis hierarchijos procesas

Analitinio hierarchijos proceso (T. L. Saaty) [110] metu kompleksinis daugiatikslių uždavinys yra skaidomas į hierarchijų sistemą. AHP metodas operuoja su $m \times n$ matrica (m – alternatyvų skaičius, o n – rodiklių skaičius). Čia kiekvienas elementas a_{ij} turi būti normalizuotas taip, kad būtų tenkinama sąlyga:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} = 1. \quad (20)$$

Skaičiuojant AHP metodu, geriausia alternatyva yra ta, kuri geriausiai tenkina šią sąlygą:

$$S_{AHP} = \max_j \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot w_j, \quad j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (21)$$

AHP naudoja santykinės reikšmės, todėl AHP galima naudoti esant įvairių dimensijų rodikliams. Jei yra minimizuojamų rodiklių, jie turi būti pakeisti į maksimizuojamus. Tai atliekama pagal tokią formulę:

$$a_{ij}^* = \frac{1}{a_{ij}}. \quad (22)$$

Čia: a_{ij}^* – ij -ojo elemento transformuota reikšmė.

Uždavinio sprendimas

1-as žingsnis:

$a_{11} = \frac{1}{7,5} = 0,133$; visų minimizuojamų elementų pakeitimo į maksimizuojamus suvestinė pateikta 2.12 lentelėje.

2.12 lentelė. Minimizuojamų rodiklių vertimo maksimizuojamais suvestinė

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
R_1	0,133	0,139	0,179	0,175	0,159	0,303	0,154	0,303	0,278	0,109
R_3	0,200	0,714	0,250	0,192	0,435	0,182	3,33	10,0	5,00	0,333

2-as žingsnis:

$$a_{11} \times w_1 = \frac{0,133}{0,133 + 0,139 + 0,179 + 0,175 + 0,159 + 0,303 + 0,154 + 0,303 + 0,278 + 0,109} \times 0,4 = 0,0276;$$

2.13 lentelė. $a_{ij} \times w_i$ sandaugų matrica

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
R_1	0,0276	0,0288	0,0370	0,0363	0,0329	0,0628	0,0319	0,0628	0,0575	0,0225
R_2	0,0398	0,0584	0,0420	0,0277	0,0300	0,0280	0,0144	0,0231	0,0201	0,0165
R_3	0,00097	0,00346	0,00121	0,00093	0,00211	0,00088	0,0162	0,0485	0,0242	0,00162
R_4	0,0116	0,00930	0,00698	0,0163	0,00930	0,0163	0,00465	0,0116	0,00698	0,00698
R_5	0,00903	0,00938	0,00903	0,0142	0,00972	0,0132	0,00868	0,0104	0,00868	0,00764

$S_{1,AHP}=0,0276+0,0398+0,00097+0,0116+0,00903=0,0891$; $S_{2,AHP}=0,109$; $S_{3,AHP}=0,0962$;
 $S_{4,AHP}=0,0955$; $S_{5,AHP}=0,0840$; $S_{6,AHP}=0,121$; $S_{7,AHP}=0,0758$; $S_{8,AHP}=0,156$; $S_{9,AHP}=0,117$;
 $S_{10,AHP}=0,0553$.

Alternatyvų prioritetiškumo eilutės, skaičiuojant pagal matricos P1 ir P2 duomenis:

$A_8, A_6, A_9, A_2, A_3, A_4, A_1, A_5, A_7, A_{10}$ ir A_8, A_6, A_2, A_9, A_4 .

2.6.4. ELECTRE III metodas

ELECTRE (*Elimination et Choice Translating Reality*) metodas taiko dominuojančio santykio principą. Dominuojantis santykis $A_k \rightarrow A_l$ reiškia, kad net jeigu nėra vienas variantas nedominuoja matematiškai, pripažįstama, kad A_k yra beveik tikrai geriau negu A_l [79, 134]. Kitaip tariant, šiame metode yra lyginami variantų tie patys rodikliai, sudarant sutarimo ir nesutarimo matricas $C(a,b)$ ir $D(a,b)$. Skaičiavimai šiuo metodu atliekami žingsniais [130].

1-as žingsnis. Nustatomos rodiklių svyravimo skaitinės ribos: 1) nereikšminga rodiklių svyravimo riba $q_j(a)$; 2) leistinoji rodiklių svyravimo riba $p_j(a)$; 3) neleistinoji rodiklių svyravimo riba (Veto) $v_j(a)$.

2-as žingsnis. Tarpusavyje lyginami variantai pagal visus rodiklius, t. y. nustatoma kaip variantų rodikliai atitinka nustatytą idealią rodiklio reikšmę (ar a varianto j rodiklis toks pat geras kaip b varianto j rodiklis). Turi būti vadovaujamosi šiomis priklausomybėmis:

$$\begin{aligned} g_j(b) > g_j(a) + p_j[g_j(a)] &\rightarrow c_j(a,b) = 0 \\ c_j(b,a) &= 1; \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} g_j(a) + q_j[g_j(a)] < g_j(b) \leq g_j(a) + p_j[g_j(a)] \\ 0 < c_j(a,b) \leq 1; c_j(b,a) &= 1. \end{aligned} \quad (24)$$

Interpoliavimo būdu nustatoma variantų rodiklio atitikimo matricos $c_j(a,b)$ reikšmė:

$$c_j(a,b) = \frac{p_j[g_j(a)] - [g_j(b) - g_j(a)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]}; \quad (25)$$

$$\begin{aligned} g_j(a) \leq g_j(b) \leq g_j(a) + q_j[g_j(a)] &\rightarrow c_j(b,a) = 1 \\ c_j(b,a) &= 1. \end{aligned} \quad (26)$$

Čia: $g_j(a)$ – a varianto lyginamasis j rodiklis; $g_j(b)$ – b varianto to paties pobūdžio j rodiklis.

3-ias žingsnis. Variantų rodiklių sutarimų matricos $C(a,b)$ sudarymas. Gautos variantų rodiklių atitikimo matricos $c_j(a,b)$ reikšmės suvedamos į bendrą variantų rodiklių sutarimų matricą $C(a,b)$.

$$C(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^m k_j \times c_j(a,b)}{\sum_{j=1}^m k_j}; \quad (27)$$

čia k_j – rodiklių reikšmingumas iš pradinės matricos.

4-as žingsnis. Nustatoma varianto rodiklių ir idealių rodiklių neatitikimas bei sudaromos variantų rodiklio nesutarimo $D_j(a,b)$ ir bendros rodiklių nesutarimo $D(a,b)$ matricos. Skaičiavimams taikomos šios priklausomybės:

$$\begin{aligned} g_j(b) - g_j(a) &\leq p_j[g_j(a)] \\ D_j(a,b) &= 0; \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} p_j[g_j(a)] &< g_j(b) - g_j(a) < v_j[g_j(a)] \\ 0 &< D_j(a,b) \leq 1. \end{aligned} \quad (29)$$

Interpoliavimo būdu nustatoma variantų rodiklio neatitikimo matricos $D_j(a,b)$ reikšmė:

$$D_j(a,b) = \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]}; \quad (30)$$

$$g_j(b) - g_j(a) \leq v_j[g_j(a)]; \quad D_j(a,b) = 1. \quad (31)$$

5-as žingsnis. Sulyginant variantų rodiklių sutarimo ir nesutarimo matricas atskiriami tinkami ir netinkami variantai. Tam naudojamos šios priklausomybės:

$$\text{jei } D_j(a,b) \text{ yra gerokai daugiau už } C_j(a,b), \text{ tai } d_j(a,b) = 0; \quad (32)$$

$$\text{jei } D_j(a,b) < C_j(a,b), \text{ tai } d_j(a,b) = C_j(a,b); \quad (33)$$

$$\text{jei } D_j(a,b) \text{ kiek daugiau už } C_j(a,b), \text{ tai } d_j(a,b) = C_j(a,b) \times \frac{1 - D_j(a,b)}{1 - C_j(a,b)}. \quad (34)$$

6-as žingsnis. Pagal gautus rezultatus nustatomas variantų prioritetiškumas (iš matricos $d(a,b)$).

Uždavinio sprendimas

Rankinis skaičiavimas ELECTRE III metodu yra daug laiko sąnaudų ir atidumo reikalaujantis darbas, todėl suformuluoto uždavinio sprendimui panaudota kompiuterinė programa ELECTRE III/IV, version 3.1 [195]. Skaičiavimo eiga ir gauti rezultatai iliustruojami spausdiniais iš minėtos programos.

1-as žingsnis:

2.14 lentelė. Rodiklių svyravimo skaitinės ribos

	q_j		p_j		v_j	
	α	β	α	β	α	β
R_1	0	0,10	0	0,25	0	0,75
R_2	0	2,0	0	3,5	0	5,0
R_3	0	0,10	0	0,25	0	0,50
R_4	0	0,50	0	1,0	0	1,5
R_5	0	0,50	0	2,5	0	50,10,0

2-6-as žingsniai:

ELECTRE III / IV - [Untitled] - [Concordance Matrix]										
File Edit Calculate Results Options Window										
A0001 A0002 A0003 A0004 A0005 A0006 A0007 A0008 A0009 A0010										
A0001	1	0.17	0.34	0.4	0.42	0.4	0.5	0.4	0.5	0.9
A0002	0.9	1	0.6	0.4	0.57	0.4	0.5	0.3	0.5	1
A0003	0.9	0.47	1	0.8	0.72	0.4	0.9	0.3	0.5	0.9
A0004	0.63	0.6	0.6	1	0.72	0.6	0.9	0.5	0.5	0.9
A0005	0.6	0.6	0.3	0.4	1	0.4	0.9	0.32	0.5	1
A0006	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1	0.9	0.9	0.9	0.9
A0007	0.57	0.52	0.17	0.1	0.23	0.1	1	0.033	0.2	0.76
A0008	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	1	1	1	1
A0009	0.57	0.52	0.67	0.5	0.5	0.1	1	0.1	1	1
A0010	0.1	0	0.2	0.1	0	0.1	0.4	0	0.1	1

2.2 pav. Konkordantiškumo matrica

ELECTRE III / IV - [Untitled] - [Credibility Matrix]										
File Edit Calculate Results Options Window										
A0001 A0002 A0003 A0004 A0005 A0006 A0007 A0008 A0009 A0010										
A0001	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A0002	0.9	1	0	0	0	0	0	0	0	1
A0003	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A0004	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
A0005	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
A0006	0	0	0	0.8	0	1	0	0	0	0
A0007	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.76
A0008	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
A0009	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
A0010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

2.3 pav. Sutarimo matrica

ELECTRE III / IV - [Untitled] - [R...		ELECTRE III / IV - [Untitled] - [R...	
File Edit Calculate Results Options		File Edit Calculate Results Options	
Rank Alternative		Rank Alternative	
1	A0008	1	A0008
2	A0002	2	A0006
3	A0005 A0009	3	A0002
4	A0006	4	A0004
5	A0003 A0007	5	A0009
6	A0004		
7	A0001		
8	A0010		

2.4 pav. Alternatyvų prioritetiškumas (kai skaičiuojama pagal matricas P1 ir P2)

ELECTRE III skaičiavimo metodika neleidžia nustatyti, kiek viena alternatyva yra geresnė už kitą, tačiau ji gali įvertinti rodiklių reikšmių svyravimų ribas.

2.6.5. Topsis metodas

Skaičiuojant šiuo metodu (C. L. Hwangas, K. Yoonas) [57] geriausias sprendinys yra tas, kuris yra arčiausiai idealaus sprendinio ir toliausiai nuo blogiausio sprendinio. Topsis buvo sukurtas kaip alternatyva ELECTRE metodui [126]. Topsis išeities duomenys yra sprendimo priėmimo matrica D :

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}.$$

1-as žingsnis. Normalizuotos matricos R sudarymas dimensijoms eliminuoti. Kiekvienas sprendimų priėmimo matricos elementas normalizuojamas pagal formulę:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}}; \quad (35)$$

2-as žingsnis. Normalizuotos svartinės matricos sudarymas. Kiekvienas normalizuotos matricos elementas dauginamas iš atitinkamo reikšmingumo w_i . $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_1 r_{12} & w_1 r_{13} & \dots & w_1 r_{1m} \\ w_2 r_{21} & w_2 r_{22} & w_2 r_{23} & \dots & w_2 r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n r_{n1} & w_n r_{n2} & w_n r_{n3} & \dots & w_{mn} r_{mn} \end{bmatrix}.$$

3-ias žingsnis. Idealaus teigiamo A^+ ir idealaus neigiamo A^- sprendinių nustatymas:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I \right), \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I' \right), j = 1, 2, 3, \dots, m \right\} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}; \quad (36)$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I \right), \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I' \right), j = 1, 2, 3, \dots, m \right\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}. \quad (37)$$

Čia: $I = \{i = 1, 2, 3, \dots, n\}$ ir $I' = \{i = 1, 2, 3, \dots, n\}$.

4-as žingsnis. Atstumų nuo idealaus teigiamo ir idealaus neigiamo sprendinių skaičiavimas.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}, j = 1, 2, 3, \dots, m; \quad (38)$$

čia: S_i^+ – atstumas nuo nagrinėjamos alternatyvos iki idealaus teigiamo sprendinio.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, j = 1, 2, 3, \dots, m; \quad (39)$$

čia: S_i^- – atstumas nuo nagrinėjamos alternatyvos iki idealaus neigiamo sprendinio.

5-as žingsnis. Santykinio atstumo iki idealaus sprendinio skaičiavimas. Alternatyvos A_j artumas idealiam taškui A^+ apibūdinamas taip:

$$C_j^+ = \frac{S_j^+}{S_j^+ + S_j^-}, \quad (40)$$

čia: $1 \geq C_j^+ \geq 0$, $j = 1, 2, 3, \dots, m$. $A_j = A^+$ kai $C_i^+ = 1$ ir $A_j = A^-$ kai $C_i^+ = 0$.

6-as žingsnis. Geriausio varianto išrinkimas, t. y. to, kuris artimiausias vienetui.

Uždavinio sprendimas

1-as žingsnis:

$$R = \begin{bmatrix} 0,388 & 0,373 & 0,290 & 0,295 & 0,326 & 0,171 & 0,336 & 0,171 & 0,186 & 0,476 \\ 0,386 & 0,567 & 0,408 & 0,268 & 0,290 & 0,271 & 0,140 & 0,224 & 0,195 & 0,160 \\ 0,467 & 0,131 & 0,373 & 0,486 & 0,215 & 0,514 & 0,028 & 0,009 & 0,019 & 0,280 \\ 0,344 & 0,275 & 0,206 & 0,482 & 0,275 & 0,482 & 0,138 & 0,344 & 0,206 & 0,206 \\ 0,280 & 0,291 & 0,280 & 0,441 & 0,301 & 0,409 & 0,269 & 0,323 & 0,269 & 0,237 \end{bmatrix}.$$

2-as žingsnis:

$$V = \begin{bmatrix} 0,155 & 0,149 & 0,116 & 0,118 & 0,130 & 0,068 & 0,135 & 0,068 & 0,075 & 0,190 \\ 0,116 & 0,170 & 0,122 & 0,081 & 0,087 & 0,081 & 0,042 & 0,067 & 0,058 & 0,048 \\ 0,047 & 0,013 & 0,037 & 0,049 & 0,021 & 0,051 & 0,003 & 0,001 & 0,002 & 0,028 \\ 0,034 & 0,028 & 0,021 & 0,048 & 0,028 & 0,048 & 0,014 & 0,034 & 0,021 & 0,021 \\ 0,028 & 0,029 & 0,028 & 0,044 & 0,030 & 0,041 & 0,027 & 0,032 & 0,027 & 0,024 \end{bmatrix}.$$

3-ias žingsnis:

$$A^+ = \{0,068; 0,170; 0,001; 0,048; 0,044\};$$

$$A^- = \{0,190; 0,042; 0,051; 0,014; 0,024\}.$$

4-as žingsnis:

$$S_1^+ = \sqrt{(0,155 - 0,068)^2 + (0,116 - 0,170)^2 + (0,047 - 0,001)^2 + (0,034 - 0,048)^2 + (0,028 - 0,044)^2} = 0,114;$$

$$S_1^- = \sqrt{(0,155 - 0,190)^2 + (0,116 - 0,042)^2 + (0,047 - 0,051)^2 + (0,034 - 0,014)^2 + (0,028 - 0,024)^2} = 0,085;$$

2.15 lentelė. Likusių alternatyvų atstumai iki idealaus teigiamo ir idealaus neigiamo sprendinių

	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
S^+	0,0856	0,0830	0,113	0,108	0,102	0,149	0,104	0,116	0,178
S^-	0,141	0,111	0,0914	0,0823	0,134	0,0741	0,136	0,127	0,0251

5-as žingsnis:

$$C_1 = \frac{0,085}{0,114 + 0,085} = 0,426; C_2=0,622; C_3=0,572; C_4=0,447; C_5=0,431; C_6=0,568; C_7=0,332;$$

$$C_8=0,566; C_9=0,523; C_{10}=0,124.$$

6-as žingsnis:

alternatyvų prioritetų eilutė: $A_2, A_3, A_6, A_8, A_9, A_4, A_5, A_1, A_7, A_{10}$.

Alternatyvų prioritetiškumas (kai sprendžiama pagal P2 matricą): A_8, A_6, A_2, A_9, A_4 .

2.6.6. Daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas

Šis metodas sukurtas VGTU mokslininkų E. K. Zavadsko ir A. Kaklauskos [154]. Skaičiuojant šiuo metodu nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir jų naudingumo laipsnis tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių rodiklių sistemos, rodiklių reikšmių ir reikšmingumų dydžių.

1-as žingsnis. Sudaroma įvertinta normalizuota sprendimų priėmimo matrica D . Šio etapo tikslas – iš lyginamųjų rodiklių gauti bedimensius (normalizuotus) įvertintus dydžius. Tam naudojama tokia formulė:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^m x_{ij}}, i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (41)$$

2-as žingsnis. Apskaičiuojamos j variantą apibūdinančių minimizuojančių S_{-j} ir maksimizuojančių S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^n d_{+ij}; S_{-j} = \sum_{i=1}^n d_{-ij}; i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (42)$$

3-ias žingsnis. Lyginamų variantų santykinis reikšmingumas (efektyvumas) nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+1} ir neigiamomis S_{-1} savybėmis. Kiekvieno varianto a_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{j=1}^m S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^m \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (43)$$

4-as žingsnis. Nustatomas variantų prioritetiškumas. Juo didesnis Q_j , tuo varianto efektyvumas (prioritetiškumas) yra didesnis. Pavyzdžiui, jeigu $Q_1 > Q_2 > Q_3$ tai geriausias yra pirmasis variantas.

5-as žingsnis. Pagal (44) formulę apskaičiuojamas varianto naudingumo laipsnis:

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{\max}} \times 100. \quad (44)$$

Uždavinio sprendimas

1-as žingsnis:

$$d_{11} = \frac{0,40 \times 7,5}{7,5 + 7,2 + 5,6 + 5,7 + 6,3 + 3,3 + 6,5 + 3,3 + 3,6 + 9,2} = \frac{3,0}{58,2} = 0,0515.$$

2.16 lentelė. Normalizuota matrica

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
R_1	0,0515	0,0495	0,0385	0,0392	0,0433	0,0227	0,0447	0,0227	0,0247	0,0632
R_2	0,0398	0,0584	0,0420	0,0277	0,0300	0,0280	0,0144	0,0231	0,0201	0,0165
R_3	0,0185	0,00519	0,0148	0,0193	0,00852	0,0204	0,00111	0,00037	0,00074	0,0111
R_4	0,0116	0,00930	0,00698	0,0163	0,00930	0,0163	0,00465	0,0116	0,00698	0,00698
R_5	0,00903	0,00938	0,00903	0,0142	0,00972	0,0132	0,00868	0,0104	0,00868	0,00764

2-as žingsnis:

$$S_{+1}=0,0398+0,0116+0,00903=0,0605; S_{-1}=0,0515+0,0185=0,0701.$$

2.17 lentelė. Maksimizuojančių ir minimizuojančių įvertintų normalizuotų rodiklių sumos

	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
S_{+}	0,0771	0,0580	0,0582	0,0490	0,0575	0,0278	0,0451	0,0357	0,0312
S_{-}	0,0547	0,0533	0,0584	0,0518	0,0431	0,0458	0,0231	0,0255	0,0743

3-ias žingsnis:

$$Q_1 = 0,0605 + \frac{0,0231 \times (0,0701 + 0,0547 + \dots + 0,0743)}{0,0701 \times \left(\frac{0,0231}{0,0701} + \frac{0,0231}{0,0547} + \dots + \frac{0,0231}{0,0743} \right)} = 0,0917; \quad Q_2=0,117; \quad Q_3=0,0990;$$

$$Q_4=0,0956; Q_5=0,0911; Q_6=0,1082; Q_7=0,0755; Q_8=0,1399; Q_9=0,1214; Q_{10}=0,0605.$$

4-as ir 5-as žingsniai:

$$N_1 = \frac{0,0917}{0,1399} \times 100 = 65,5\%; \quad N_2=83,7\%; \quad N_3=70,8\%; \quad N_4=68,3\%; \quad N_5=65,2\%; \quad N_6=77,4\%;$$

$$N_7=54,0\%; \quad N_8=100\%; \quad N_9=86,8\%; \quad N_{10}=43,3\%.$$

Variantų prioritetų eilutė: $Q_8, Q_9, Q_2, Q_6, Q_3, Q_4, Q_1, Q_5, Q_7, Q_{10}$.

Alternatyvų prioritetiškumas (sprendžiant pagal P2 matricą): $Q_8, Q_2, Q_{10}, Q_6, Q_4$.

Šiuo metodu išspręsta nemažai darnaus miesto vystymosi uždavinių [64, 120, 122, 149–153].

2.6.7. Naudotų daugiatikslių metodų lyginamoji analizė

Supaprastinto darnaus miesto vystymosi uždavinio sprendimo rezultatai šešiais sprendimų priėmimo metodais apibendrinti 2.18 ir 2.19 lentelėse.

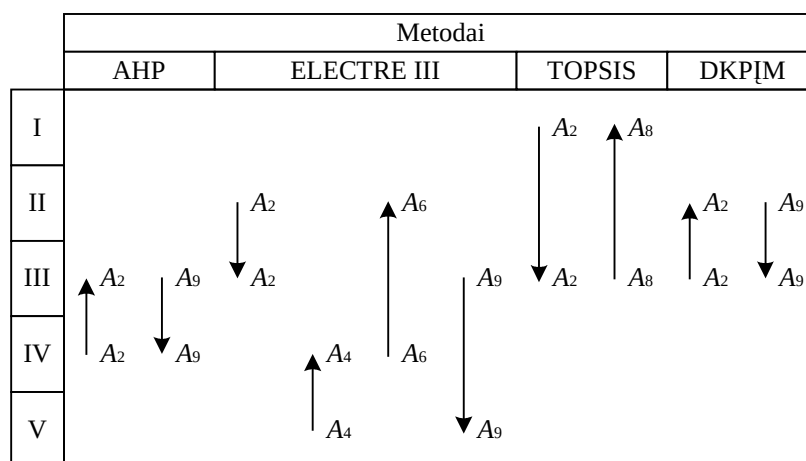
2.18 lentelė. Dešimties alternatyvų pasiskirstymas pagal prioritetą

Alternatyvos	Metodo pavadinimas					
	SAW	MCDM-23	AHP	ELECTRE III	TOPSIS	DKPIM
A1	7	8	7	7	8	7
A2	4	3	4	2	1	3
A3	6	5	5	5	2	5
A4	5	6	6	6	6	6
A5	8	7	8	3	7	8
A6	2	2	2	4	3	4
A7	9	9	9	5	9	9
A8	1	1	1	1	4	1
A9	3	4	3	3	5	2
A10	10	10	10	8	10	10

2.19 lentelė. Penkių alternatyvų pasiskirstymas pagal prioritetą

Alternatyvos	Metodo pavadinimas					
	SAW	MCDM-23	AHP	ELECTRE III	TOPSIS	DKPIM
A2	4	3	3	3	3	2
A4	5	5	5	4	5	5
A6	2	2	2	2	2	4
A8	1	1	1	1	1	1
A9	3	4	4	5	4	3

Paprastų svorių sudėjimo metodas ir daugiakriterinis sprendimų priėmimo metodas MCDM-23 alternatyvas pagal prioritetą išdėsto ta pačia tvarka. Skaičiuojant analitiniu hierarchijos procesu, alternatyvos A_2 ir A_9 susikeičia vietomis, t. y. alternatyva A_2 iš ketvirtos vietos pakyla į trečią, o A_9 savo ruožtu smukteli į ketvirtą vietą (poslinkis per vieną poziciją). Skaičiuojant ELECTRE III metodu, alternatyvų prioritetiškumas dislokuojasi sudėtingai: alternatyva A_2 iš antros vietos smukteli į trečią; alternatyva A_4 iš penktos vietos pakyla į ketvirtą; alternatyva A_6 iš ketvirtos vietos pakyla į antrą (per dvi pozicijas); alternatyva A_9 iš trečios vietos smukteli į penktą. Skaičiavimai TOPSIS metodu pateikia skirtingas geriausias alternatyvas: kai yra dešimt skirtingų variantų, geriausia pripažinta A_6 alternatyva, o esant penkiems variantams – A_8 (poslinkis per dvi pozicijas). Daugiakriterinis kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas, kaip ir analitinis hierarchijos metodas sukeičia A_2 ir A_9 alternatyvų prioritetiškumą, t. y. A_2 iš trečiosios vietos pakyla į antrąją, o A_9 iš antrosios vietos nukrenta į trečiąją. Alternatyvų prioritetiškumo dislokacijų suvestinė, sprendžiant darnaus miesto vystymosi uždavinį, pateikta 2.5 paveiksle.



2.5 pav. Alternatyvų prioritetiškumo dislokacija

Ištirtų daugiatikslių metodų analizės rezultatai apibendrinti 2.20 lentelėje.

2.20 lentelė. Daugiatikslių sprendimų priėmimo metodų palyginimas

Metodas	Vertinimo kriterijai			Kitos savybės
	Rezultatų pastovumas	Darbo sąnaudos, reikalingos uždaviniui išspręsti rankiniu būdu*	Suprantamumas	
SAW	Pastovūs	Mažos	Lengvai suprantamas	Formuoja idealią alternatyvą Įvertina rodiklių reikšmių svyravimo ribas
MCDM-23	Pastovūs	Mažos	Lengvai suprantamas	
AHP	Nepastovūs	Mažos	Lengvai suprantamas	
ELECTRE III	Nepastovūs	Didelės	Sunkiai suprantamas	
TOPSIS	Nepastovūs	Mažos	Lengvai suprantamas	
DKPIM	Nepastovūs	Mažos	Lengvai suprantamas	

*Ši savybė nėra svarbi, kai daugiatikslių įvertinimas atliekamas kompiuteriu.

2.7. Antrojo skyriaus išvados

1. Konstatuojama, kad darnaus miesto vystymosi uždavinių formalizavimui ir sprendimui labai tinka daugiatiksliai sprendimų priėmimo metodai, operuojantys kiekybine informacija apie rodiklius.
2. Ištirti pagrindiniai rodiklių reikšmių ir reikšmingumų nustatymo metodai. Nuspręsta, kad rodiklių reikšmės geriausia nustatyti remiantis statistiniais duomenimis, atliekant skaičiavimus ir apklausų būdu.
3. Rodiklių reikšmingumams nustatyti siūloma pasirinkti ekspertinį rangavimo metodą. Jo tikslumas žemesnis, tačiau jis paprastas, reikalauja nedaug darbo sąnaudų vertinant bei apdorojant apklausų rezultatus.
4. Remiantis metodų lyginamąja analize ir ištyrus kitas jų specifines savybes, miesto darnai vertinti (geriausiai alternatyvai nustatyti) siūlomas paprastų svorių sudėjimo metodas, MCDM-23, analitinis hierarchijos procesas, ELECTRE III ir daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas.
5. Kai darnaus miesto aplinkos apibūdinamos kokybiškai, tada daugiatiksliam vertinimui galima pritaikyti verbalinius sprendimų priėmimo metodus ZAPROS, ORCLASS, PARK, CLARA ar CYCLE.

3. MIESTO DARNOS ĮVERTINIMAS IR VYSTYMOSI MODELIAVIMAS

3.1. Bendrosios žinios

Darnaus miesto vystymosi modeliavimui reikalingi du pagrindiniai dalykai: rodiklių sistema ir vienas ar keli daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodai. Rodiklių sistema turi visapusiškai apibūdinti miesto socialinę, ekonominę ir fizinę (gamtinę bei urbanistinę) aplinkas. Atrodytų, kad būtinas didelis skaičius rodiklių. Tačiau čia susiduriama su dviem esminėmis problemomis. Pirma, kai yra daug rodiklių, jų reikšmėms nustatyti užtrunkama daug laiko, kai kurių rodiklių reikšmių gali iš viso nepavykti nustatyti. Antra, esant dideliame rodiklių skaičiui, ekspertams darosi sunku nustatyti jų reikšmingumus, be to, atsiranda tikimybė, kad atsiras nereikšmingų, nedarančių jokios įtakos skaičiavimams rodiklių. Tampa akivaizdu, jog reikalinga sistema, sudaryta iš riboto paprastų ir sudėtinių rodiklių derinio.

3.2. Statyba ir darnus miesto vystymasis

3.2.1. Inžinerinis-techninis darnos komponentas

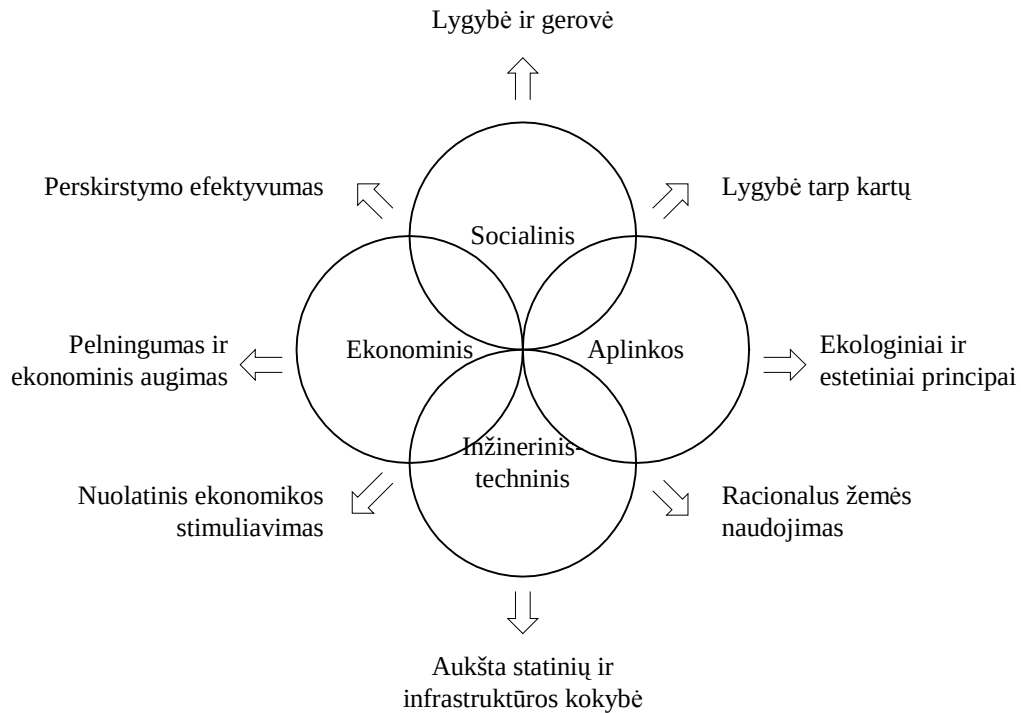
Mokslinės literatūros apžvalga rodo, jog vertinant miesto darną nėra akcentuojama dirbtinės, žmogaus sukurtos, aplinkos reikšmė. Klasikinėje darnaus miesto vystymosi sampratoje pastatai, transporto ir inžinerinė infrastruktūra apibūdinama apibendrintuoju aplinkos komponentu. Pastarasis apima ir gamtinę, ir urbanizuotą aplinką.

Šiuolaikinis konkurencingas miestas neišsivaizduojamas be šiuolaikinių technologijų taikymo, patogaus ir greito visuomeninio transporto, kokybiško būsto ir gyvenamosios aplinkos, taip pat išplėtos prekybos, paslaugų, socialinės ir kitokios infrastruktūros. Todėl autorius siūlo darnaus miesto sampratą papildyti ketvirtu, inžineriniu-techniniu, komponentu, apibūdinančiu tik urbanizuotą aplinką, t. y. pastatus ir jų aplinką, transporto ir inžinerinę infrastruktūrą. Pagal pasiūlytą sampratą aplinkos komponentas apibūdintų tik gamtinę aplinką ir ekologinę situaciją mieste (žr. 3.1 pav.).

Pasiūlytos darnaus miesto sampratos principų aiškinimas:

Lygybė ir gerovė. Užtikrinamos vyrų ir moterų lygios galimybės; nėra gyventojų, gyvenančių žemiau skurdo ribos; gerai funkcionuoja sveikatos apsaugos, švietimo, socialinės apsaugos ir teisėsaugos sistemos.

Lygybė tarp kartų. Išteklių (atsinaujinantys ir neatsinaujinantys) valdomi taip, kad būtų patenkinti ne tik šiandienos, bet ir ateinančių kartų poreikiai.



3.1 pav. Autoriaus siūloma darnaus miesto samprata (su principais)

Ekologiniai ir estetiniai principai. Formuojama patraukli, estetiška aplinka; naudojamos gamtą mažai teršiančios technologijos; atliekos perdirbamos, utilizuojamos; nuotekos valomos.

Racionalus žemės naudojimas. Fizinė miesto plėtra vykdoma trimis būdais: užstatomos naujos teritorijos, urbanizuotų teritorijų užstatymo tankinimas ir užstatytų teritorijų atnaujinimas. Stengiamasi, kad būtų kuo mažesnės išlaidos inžinerinėms komunikacijoms įrengti.

Aukšta statinių ir infrastruktūros kokybė. Pastatai, statiniai ir infrastruktūra yra tinkamai eksploatuojami, jei reikia, atnaujinami; infrastruktūros išplėtojimo laipsnis toks, kad visiškai patenkina gyventojų ir verslo poreikius.

Nuolatinis ekonomikos stimuliavimas. Infrastruktūra plėtojama taip, kad skatintų tam tikras ekonomines veiklas.

Pelningumas ir ekonomikos augimas. Aukštas verslo įmonių rentabilumas; naši gamybinė veikla; efektyvus paslaugų sektorius; didelės investicijos; aukštųjų technologijų taikymas.

Perskirstymo efektyvumas. Socialinės lėšos perskirstomos taip, kad užtikrintų žmonių, negalinčių savimi pasirūpinti, išgyvenimą, tačiau darbingi žmonės skatinami veikti. Skiriama

pakankamai lėšų švietimo kokybei didinti ir nenutrūkstamam ugdymui bei kvalifikacijos kėlimui organizuoti.

3.2.2. Statybos poveikis miesto darnai

Statybos vieta darnaus miesto vystymosi procese yra labai svarbus. Juk visi pastatai bei infrastruktūra yra statybos veiklos padarinys. Be to, visos statybos veiklos rūšys palaiko miesto urbanizuotos aplinkos būklę, ją atnaujina ir galiausiai plėtoja. Taigi statyba turi tiesioginį ryšį su inžineriniu-techniniu komponentu. Maža to, statyba netiesiogiai veikia miesto socialinius, ekonominius ir aplinkos komponentus.

Statybos veiklą mieste autorius siūlo suskirstyti į tris grupes: 1) nauja statyba; 2) pastatų ir aplinkos atnaujinimas; 3) susisiekimo ir inžinerinės infrastruktūros atnaujinimas ir plėtra.

Toliau detalai aprašomos visos statybos veiklos rūšys ir jų poveikis miestų socialiniams, ekonominiams ir aplinkos komponentams.

Nauja statyba:

a) *gyvenamųjų namų statyba naujose teritorijose* kuria didesnę būsto įvairovę, didėja kokybiško būsto pasiūla. Gerėja gyventojų apsirūpinimo gyvenamuoju plotu rodikliai bei kyla bendras gyvenimo kokybės lygis mieste;

b) *įvairios paskirties pastatų statyba nepatraukliuose miesto rajonuose*. Stabdoma tolesnė rajonų degradacija. Pagyvinama vietinė ekonomika bei gerinama rajonų estetinė išvaizda. Kuriamos prielaidos naujoms investicijoms;

c) *socialinio būsto statyba* padeda spręsti nepasiturinčių gyventojų aprūpinimo būstu problemas, didėja socialinio būsto rezervas. Iš dalies išsprendžiama benamių problema.

d) *socialinės infrastruktūros objektų statyba* (mokyklos, darželiai, poliklinikos ir kt.) naujai užstatomuose rajonuose užtikrina darniąją teritorijų plėtrą;

e) *naujų sveikatingumo, kultūros ir pramogų centrų statyba*, kur jų labiausiai stokojama, gerina laisvalaikio organizavimo galimybes. Žmonės skatinami daugiau sportuoti, rūpintis sveikata, turiningai ir prasmingai praleisti laisvalaikį. Padidėja jaunimo užimtumas, sumažėja nusikalstamumas bei asocialaus elgesio apraiškos.

Esamų pastatų ir aplinkos atnaujinimas:

a) *oro uosto, autobusų ir geležinkelio stočių ir jų aplinkos atnaujinimas* gerina pagrindinių miesto „vartų“ vaizdą. Užsienio turistai ir miesto svečiai susidaro teigiamą įspūdį apie miestą;

b) *reprezentacinių pėsčiųjų trasų su kokybiška danga įrengimas ir aplinkos atnaujinimas*. Šios trasos skatina turistus ir miesto svečius domėtis svarbiausiais objektais, jie pasilieka mieste ilgesniam laikui;

c) *Senamiesčio rekonstrukcija* (pastatai, viešosios erdvės ir kt.) pagerina jo estetinį vaizdą ir vertę. Jis dar labiau traukia užsienio turistus ir miesto svečius. Todėl didėja už turizmą gaunamos pajamos;

d) *buvusių pramonės objektų rekonstrukcija* pritaikant juos kitai paskirčiai. Atsisakoma neefektyvios, teršiančios aplinką gamybos. Buvusi veikla keičiama į perspektyvesnę, paremtą aukštosiomis technologijomis;

e) *gyvenamųjų namų, įstaigų, taip pat kultūros, prekybos ir paslaugų objektų pritaikymas* neįgaliųjų poreikiams didina jų mobilumą, integraciją į visuomenę bei galimybę gyventi visavertį gyvenimą;

f) *gyvenamųjų namų atnaujinimas* pagerina gyvenimo sąlygas juose, mažina eksploataavimo kaštus, taupomi energetiniai ištekliai. Gerėja pastatų estetinė išvaizda, didėja jų vertė, ilgėja naudojimo laikas;

g) *sporto aikštelių bei įrenginių atnaujinimas ar įrengimas*. Atsiranda galimybės sportuoti netoli gyvenamosios vietos. Gerėja gyventojų sveikatos būklė.

Susisiekimo ir inžinerinės infrastruktūros atnaujinimas ir plėtra:

a) *naujų kelių, aplinkkelių tiesimas*, taip pat sankryžų rekonstrukcija gerina susisiekimo sąlygas tarp atskirų miesto rajonų. Nuo miesto nukreipiami tranzitinio transporto srautai;

b) *infrastruktūros kūrimas naujoms transporto rūšims* užtikrina darnią miesto susisiekimo sistemos plėtrą. Išlaisvinamos nuo automobilių srautų gatvės, pagreitinamas susisiekimas, sumažėja miesto užterštumas;

c) *viadukų ir tiltų statyba, gatvių bei sankryžų pertvarkymas, papildomų eismo juostų tiesimas* didina gatvių pralaidumą, mažina laiko nuostolius keliaujant bei aplinkos taršą;

d) *viešojo transporto infrastruktūros plėtra* (elektros linijų, stotelių įrengimas) užtikrina susisiekimą viešuoju transportu naujai statomuose ir blogai aptarnaujamuose rajonuose;

e) *pėsčiųjų ir dviračių takų tiesimas* kuria „žaliąsias jungtis tarp gyvenamųjų rajonų, darbo vietų, rekreacijos, pramogų ir kultūros centrų, skatina naudoti bevarikles transporto priemones;

f) *inžinerinių apsaugos priemonių statyba* (akustinės sienutės, pylimai) izoliuoja transporto keliamą triukšmą nuo gyvenamųjų namų;

g) *skirtingų lygių pėsčiųjų perėjų statyba*. Užtikrina pėsčiųjų ir dviratininkų saugų gatvių kirtimą, nestabdomas automobilių transporto eismas;

h) *esamų vandentiekio tinklų atnaujinimas ir naujų statyba*. Gerėja tiekiamo vandens kokybė, vandeniu aprūpinami bevandeniai rajonai;

i) *buitinių nuotekų tinklų atnaujinimas, naujų įrengimas; valymo įrenginių statyba ir modernizavimas*. Mažėja aplinkos tarša nevalytomis nuotekomis;

j) *lietaus nuotekų tinklų atnaujinimas, naujų statyba; lietaus valymo įrenginių statyba*. Mažėja vandens telkinių teršimas nevalytu paviršiniu ir lietaus vandeniu;

k) *šilumos tiekimo tinklų atnaujinimas, naujų tiesimas; decentralizuotos šilumos tiekimo sistemos statyba*. Mažėja kaštai ir nuostoliai tiekiant šilumą;

l) *esamų dujotiekių atnaujinimas ir naujų statyba*. Didėja dujotiekio tinklų pralaidumas, dujofikuojami esami ir nauji rajonai, pramonės įmonės;

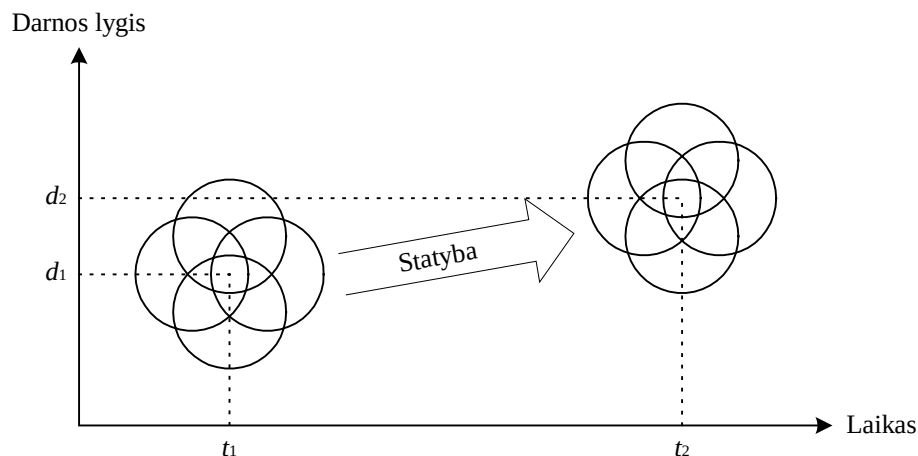
m) *senų atnaujinimas ir naujų elektros tinklų statyba*. Didėja elektros energijos tiekimo patikimumas ir operatyvumas;

n) *šiuolaikiškų sąvartynų įrengimas, buitinių atliekų surinkimo, rūšiavimo ir antrinio panaudojimo sistemos kūrimas arba plėtojimas*. Mažėja atliekų tūris, gerėja sanitarinės aplinkos ir gyvenimo sąlygos;

o) *telekomunikacinių tinklų statyba esamuose ir naujuose rajonuose*. Gerėja prieiga prie interneto, jis tampa prienamas daugumai gyventojų;

p) *alternatyviosios energetikos objektų statyba*. Didėja elektros energijos, gaunamos ekologišku būdu, dalis.

Statybos veiklos įvairovė mieste rodo, kad statyba yra priemonė miesto darnos lygiui pakelti (žr. 3.2 pav.).



3.2 pav. Miesto darnos lygio pokytis dėl statybos veiklos

Vis dėlto kai kuriais atvejais statyba gali sukelti neigiamų padarinių miestui, sutrikdyti darną. Pavyzdžiui, netinkamai suplanuotas užstatymo tankinimas naikina parkus, viešąsias

erdves, rekreacines zonas ir kt. Stambių prekybos centrų miesto centre statyba formuoja intensyvių eismo srautus, didina oro užteršumą ir triukšmą. Vienarūšių paslaugų objektų koncentracija skatina nesveiką konkurenciją, išstumia smulkiojo ir vidutinio verslo įmones iš rinkos. Taigi statyba gali miesto darną tiek padidinti, tiek sumažinti. Tai priklauso nuo to, ar teisingai plėtojama ši veikla.

Autorius sudarė įvairios statybos veiklos potencialaus poveikio suvestinę miesto darnos komponentams (3.1 lentelę).

3.1 lentelė. Statybos veiklos rūšys mieste ir jų poveikis miesto darnos komponentams

Statybos veikla	Miesto darnos komponentai			
	S	E	A	I-T
1. Nauja statyba:				
a) gyvenamųjų namų statyba naujose teritorijose	×	×	×	×
b) įvairios paskirties pastatų statyba nepatraukliuose miesto rajonuose	×	×	×	×
c) socialinio būsto statyba	×		×	×
d) socialinės infrastruktūros objektų statyba	×		×	×
e) naujų sveikatingumo, kultūros ir pramogų centrų statyba	×	×	×	×
2. Esamų pastatų ir aplinkos atnaujinimas:				
a) oro uosto, autobusų ir geležinkelio stočių ir jų aplinkos atnaujinimas		×	×	×
b) reprezentacinių pėsčiųjų trasų su kokybiška danga įrengimas ir aplinkos atnaujinimas			×	×
c) Senamiesčio rekonstrukcija		×	×	×
d) buvusių pramonės objektų rekonstrukcija pritaikant juos kitai paskirčiai	×	×	×	×
e) gyvenamųjų namų, įstaigų, taip pat kultūros, prekybos ir paslaugų objektų pritaikymas neįgalųjų poreikiams	×			×
f) gyvenamųjų namų atnaujinimas;	×		×	×
g) sporto aikštelių bei įrenginių atnaujinimas ar įrengimas	×		×	×
3. Susisiekimo ir inžinerinės infrastruktūros atnaujinimas ir plėtra:				
a) naujų kelių, aplinkkelių tiesimas, taip pat sankryžų rekonstrukcija		×	×	×
b) infrastruktūros kūrimas naujoms transporto rūšims		×	×	×
c) viadukų ir tiltų statyba, gatvių bei sankryžų pertvarkymas, papildomų eismo juostų tiesimas			×	×
d) viešojo transporto infrastruktūros plėtra	×		×	×
e) pėsčiųjų ir dviračių takų tiesimas			×	×
f) inžinerinių apsaugos priemonių statyba			×	×
g) skirtingų lygių pėsčiųjų perėjų statyba	×		×	×
h) esamų vandentiekio tinklų atnaujinimas ir naujų statyba	×		×	×
i) buitinių nuotekų tinklų atnaujinimas, naujų įrengimas; valymo įrenginių statyba ir modernizavimas			×	×
j) lietaus nuotekų tinklų atnaujinimas, naujų statyba; lietaus valymo įrenginių statyba			×	×
k) šilumos tiekimo tinklų atnaujinimas, naujų tiesimas; decentralizuotos šilumos tiekimo sistemos statyba		×	×	×
l) esamų dujotiekių atnaujinimas ir naujų statyba; dujofikuojami esami ir nauji rajonai, pramonės įmonės	×	×	×	×
m) senų atnaujinimas ir naujų elektros tinklų statyba	×	×	×	×
n) šiuolaikiškų sąvartynų įrengimas, buitinių atliekų surinkimo, rūšiavimo ir antrinio panaudojimo sistemos kūrimas arba plėtojimas			×	×
o) telekomunikacinių tinklų statyba esamuose ir naujuose rajonuose	×	×	×	×
p) alternatyviosios energetikos objektų statyba			×	×

S – socialinis; E – ekonominis; A – aplinkos; I-T – inžinerinis-techninis

3.2.3. Siūloma miesto darnos rodiklių sistema

Kaip rodo užsienio literatūros ir kitų informacijos šaltinių apžvalga, darnos rodiklių grupavimas esti labai įvairus. Rodiklių sistemos parinkimas konkrečiam miestui priklauso nuo daugybės veiksnių, pavyzdžiui, nuo miesto dydžio bei reikšmės pasaulio ar šalies mastu, disponuojamos informacijos kiekio ir kokybės. Autorius miesto darnos rodiklius siūlo sugrupuoti į keturias grupes. Trys – socialinių, ekonominių ir aplinkos rodiklių – grupės atstovauja klasikiniam darnaus vystymosi požiūriui ir jų tikslas – apibūdinti socialinį, ekonominį ir gamtinį darnaus miesto komponentus. Jų interpretacija, reikšmė miesto darnai išsamiai aptarta. Svarbiausiųjų socialinių ir ekonominių rodiklių nomenklatūra pateikta 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Siūlomi socialiniai ir ekonominiai rodikliai

Socialiniai	Ekonominiai
Žemiau skurdo ribos gyvenančių šeimų skaičius (%)	Tiesioginės užsienio investicijos, tenkančios vienam gyventojui (tūkst. Lt)
Įvykdytų nusikaltimų skaičius	Materialinės investicijos, tenkančios vienam gyventojui (tūkst. Lt)
1000 gyventojų (vnt.)	BVP, tenkantis vienam gyventojui (tūkst. Lt)
Bedarbių skaičius (%)	Įmonių, įdiegusių aplinkos vadybos sistemą, skaičius (%)
Vienam gyventojui tenkantis gyvenamasis plotas (m ²)	Eksportas (mln. Lt)
Benamių skaičius (%)	Importas (mln. Lt)
Būsima gyvenimo trukmė (metai)	Darbo našumas (prod. kiekis/žm.h.)
Būsto kainos ir vidutinių šeimos metinių pajamų santykis	Pajamos, gautos iš turizmo (%)
Gyventojų tankumas (gyv. sk./km ²)	Ekonomikos konkurencingumas (balai)
Gyventojų skaičiaus augimas (%)	Įmonių, naudojančių aukštasias technologijas, skaičius (%)
Metinės būsto nuomos kainos ir metinių šeimos pajamų santykis	Kelionių metu sunaudoto kuro kiekis vienam gyventojui per metus (l)
Nelegaliai dirbančių žmonių skaičius (%)	Nukeliautas atstumas per metus vienam gyventojui (km)
Kūdikio mirtingumas (%)	Vietiniuose turguose išleista pinigų suma per metus (Lt)
Daugiausiai ir mažiausiai uždirbančių žmonių pajamų santykis	Sunaudoto vandens kiekis, tenkantis vienam žmogui (l)
Gyventojų, patenkintų savo gyvenamąja vieta, skaičius (%)	Metinis elektros suvartojimas, tenkantis vienam žmogui (GWh)
Vadovaujančiųjų moterų skaičius (%)	

Ketvirtosios, inžinerinių-techninių rodiklių, grupės paskirtis – objektyviai ir išsamiai apibūdinti „techniškąją“ darnaus miesto pusę ir joje vykstančius procesus: 1) inžinerinės infrastruktūros būklę (išplėtojimo laipsnis, kokybė, efektyvumas, kt.); 2) infrastruktūros plėtros procesus; 3) infrastruktūros atnaujinimą; 4) įvairios paskirties statinių ir pastatų būklę (sveikatingumas, ekonomiškumas, poveikis aplinkai, estetika, kt.); 5) naujų statinių ir pastatų statybą; 6) esamų pastatų ir statinių atnaujinimą; 7) fizinio teritorijos planavimo sprendimus (žr. 3.3 lentelę).

3.3 lentelė. Aplinkos ir inžineriniai-techniniai rodikliai

Aplinkos	Inžineriniai-techniniai
Dienų skaičius per metus, kai teršalų kiekis ore viršija leistinąsias normas (dienos)	Būstų, aprūpinamų švartu geriamuoju vandeniu, skaičius (%)
Vienam gyventojui per metus tenkanti CO ₂ emisija (t)	Gyventojų, galinčių lengvai pasiekti rekreacines zonas, skaičius (%)
Vienam gyventojui per metus tenkanti NO _x emisija (t)	Gyventojų, galinčių pasinaudoti netoli esančių bankų paslaugomis, skaičius (%)
Vienam gyventojui per metus tenkanti SO ₂ emisija (t)	Gyventojų, galinčių pasinaudoti netoli esančio visuomeninio transporto paslaugomis, skaičius (%)
Vienam gyventojui per metus tenkanti CO ₂ emisija (t)	Gyventojų, galinčių pasinaudoti netoli esančių maisto prekių parduotuvėmis, skaičius (%)
Užterštos teritorijos plotas (%)	Gyventojų, galinčių pasinaudoti netoli esančių gydymo įstaigų paslaugomis, skaičius (%)
Paukščių rūšių skaičius (vnt.)	Gyventojų, galinčių pasinaudoti netoli esančiomis bendrojo lavinimo mokyklomis, skaičius (%)
Saugomų teritorijų plotas (%)	Gyventojų, galinčių pasinaudoti atliekų rūšiavimo infrastruktūra, skaičius (%)
Miškų plotas (ha)	Būstų, turinčių elektrą, skaičius (%)
Parkų plotas (ha)	Būstų, turinčių vandentiekį, skaičius (%)
Želdynų plotas (ha)	Būstų, turinčių kanalizaciją, skaičius (%)
Rekreacinių teritorijų plotas (ha)	Būstų, turinčių internetą, skaičius (%)
Vienam gyventojui tenkančių kietųjų atliekų kiekis (t)	Kelionės iš namų į darbą trukmė (min.)
Išvalyto nuotekinio vandens kiekis (%)	Dviračių takų ilgis (km)
Gyventojų, besiskundžiančių triukšmu, skaičius (%)	Rekonstruojamų pastatų skaičius (vnt.)
	Inžinerinės-komunalinės infrastruktūros būklė (balai)
	Pastatų techninė būklė (balai)
	Pastatytų per metus butų bendras plotas (m ² /gyv.)
	Atlikti inžinerinės infrastruktūros atnaujinimo darbai (mln. Lt)
	Pastatyta socialinio būsto per metus (tūkst. km ²)

Pasiūlytoje rodiklių sistemoje yra daugiau nei 60 rodiklių ir skirta maždaug po 15 kiekvienai grupei. Miesto darnai apibūdinti nerekomenduojama naudoti visų rodiklių, geriausia pasirinkti labiausiai atitinkančius vertintojo prioritetus, miesto specifines ypatybes, taip pat disponuojamos informacijos kiekį ir pobūdį. Pavyzdžiui, jei akcentuojami miesto tarptautinio konkurencingumo klausimai, verta pasirinkti daugiau ekonominių rodiklių (kitų grupių rodiklių būtų mažiau); jei mieste aktualios užterštumo problemos, į skaičiavimus reikia įtraukti daugiau aplinkos rodiklių. Daugeliui mažesnių Lietuvos miestų būdingos nedarbo, nusikalstamumo, gyventojų asocialaus elgesio, investicijų pritraukimo ir kitos panašios socialinio-ekonominio pobūdžio problemos. Sudarant šių miestų darnos rodiklių sistemą, būtina įtraukti šiuos bendruomenei svarbius rodiklius. Didžiųjų Lietuvos miestų (Vilniaus, Kauno, Klaipėdos) gyventojai kenčia dėl būsto stygiaus, nepagrįsto jo kainos kilimo. Taip pat šiuose miestuose pasireiškia transporto infrastruktūros neefektyvumas (piko valandomis formuojasi transporto grūstys, tačiau daugelis gyventojų vengia naudotis visuomeninio transporto paslaugomis), su tuo susijęs aukštas užterštumo bei triukšmo lygis. Dėl šių

priežasčių minėtų miestų darną reikėtų sieti su būsto statybos, transporto infrastruktūros plėtros rodikliais.

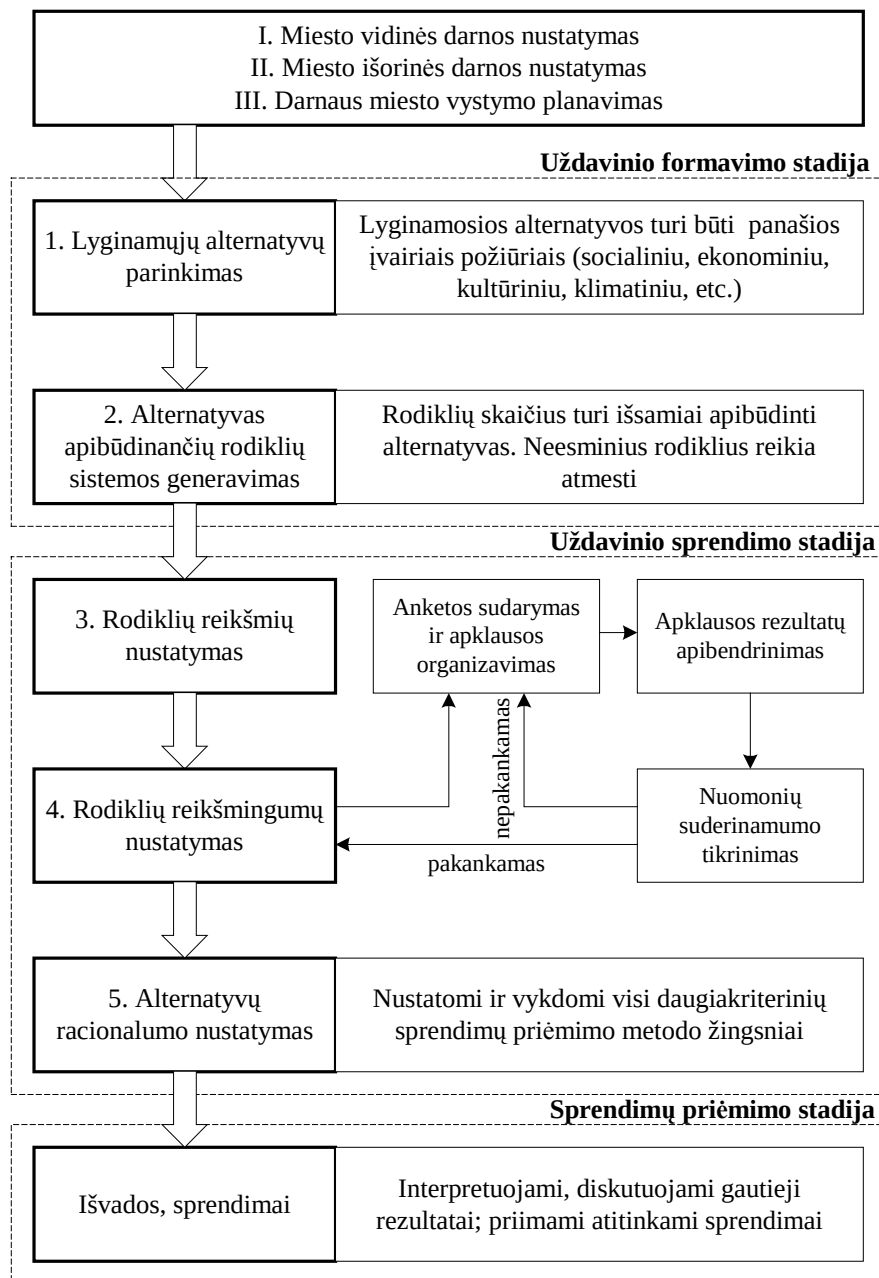
Pabrėžtina, kad pasiūlytas miesto darnos rodiklių sąrašas nėra baigtinis. Kasmet pasaulyje sukuriami šimtai naujų rodiklių. Iš to skaičiaus keliasdešimt pripažįstama tinkamais naudoti. Taip pat nėra jokių rekomendacijų, kiek rodiklių turėtų apibūdinti miestą. Atsižvelgiant į vertinimo rezultatų vartotojus, rodiklių skaičius gali įvairuoti nuo 10 iki 100.

Disertacijoje taikoma darnaus miesto modeliavimo metodika reikalauja, jog visi miestą apibūdinantys rodikliai būtų minimizuojami arba maksimizuojami. Su kai kuriais rodikliais ši procedūra nesudėtinga. Tarkim, „įvykdytų nusikaltimų skaičius“ arba „bedarbių skaičius“ turi būti kuo mažesnis (arba lygus nuliui), todėl juos galima besąlygiškai minimizuoti. Ir priešingai, rodiklis „būstų, turinčių elektrą, vandentiekį ir kanalizaciją, skaičius“ maksimizuojamas. Keblumų kyla su tokiais rodikliais, kaip „želdynų plotas“ ar „rekonstruojamų pastatų skaičius“. Šioje situacijoje turi būti išnagrinėta esama situacija nagrinėjamame mieste bei geriausia vyraujanti praktika pažangiausių šalių miestuose. Jei „želdynų plotas“ pažangiausių šalių miestuose yra didesnis už nagrinėjamo miesto, vadinasi, šį rodiklį reikia maksimizuoti. Taip pat reikia atsižvelgti ir į tam tikrus specifinius miesto bruožus parenkant lyginamąsias alternatyvas, nes kurortiniame miestelyje paprastai būna daugiau žalumos negu dideliame pramoniniame didmiestyje. Poreikis rekonstruoti pastatus kyla dėl jų prastos techninės būklės, pasenusių tūrinių-planinių sprendimų, nesveiko mikroklimato patalpose ar neadekvataus aprūpinimo komunalinėmis paslaugomis. Visas šias savybes galima apibūdinti terminu „pastato kokybė“. Jei vidutinė pastatų kokybė nagrinėjamame mieste yra daug prastesnė už pažangių miestų, rodiklį „rekonstruojamų pastatų skaičius“ reikia maksimizuoti.

Ypač sudėtinga maksimizuoti ar minimizuoti tokių įstaigų, kaip muziejai, bibliotekos, kino teatrai skaičių. Kultūros objektų skaičius priklauso nuo valstybės vykdomos politikos, finansavimo ar gyventojų poreikio tokiems objektams. Šis rodiklis galėtų būti maksimizuojamas, jei bendruomenė išreiškia požiūrį dėl tokių objektų stokos. Nepaprasta nustatyti optimalų (geriau, kai daugiau ar kai mažiau) specifinių prekybos įmonių, pavyzdžiui, vaistinių, skaičių. Paprastiems gyventojams (ypač pagyvenusiems) patogiau, kai vaistinė yra šalia namų (kai jų daugiau). Verslo požiūriu vaistinė pelningai dirbti gali tik tuo atveju, kai aptarnauja pakankamai didelę klientų grupę (geriau, kai nėra arti konkurentų). Galima teigti, kad vaistinių tinklas yra pakankamas, jei jose apsiperkančių gyventojų skaičius yra ne mažesnis už kritinį, o klientai savo ruožtu yra patenkinti jų išsidėstymu gyvenamosios vietos atžvilgiu.

3.3. Miesto darnos įvertinimo ir vystymosi planavimo modelis

Miesto darnos įvertinimui ir darnaus vystymosi planavimui sukurtas trijų lygmenų modelis (žr. 3.3 pav.).



3.3 pav. Siūlomo miesto darnos įvertinimo ir darnaus vystymosi planavimo modelio struktūra

Atskiri lygmenys bendrąją rodiklių sistemą leidžia skaidyti į tris skirtingas rodiklių grupes, kurios apibūdina tam tikrą problemų skaičių. Pavyzdžiui, pirmajame lygmenyje gali

būti akcentuojamos inžinerinės-techninės ir aplinkos problemos, o antrajame – socialinės ir ekonominės. Rodiklių sistemos skaidymas į grupes dar naudingas tuo, jog nustatant jų reikšmingumus, ekspertams lengviau įvertinti mažesni rodiklių skaičių, reikšmingumai ne taip plačiai išsibarsto. Dar vienas svarbus aspektas – disponuojama informacija. Kiekvienam lygmeniui gali būti būdinga tam tikra specifinė informacija, todėl racionalu rodiklių sistemą sudaryti pagal jau turimą informaciją.

Pirmieji du lygmenys skirti kompleksinei bei išsamiai esamos miesto socialinės, ekonominės, gamtinės aplinkos, inžinerinės-techninės būklės analizei.

Pirmajame lygmenyje „*Miesto vidinės darnos nustatymas*“ įvertinama nagrinėjamo miesto tam tikrų lyginamųjų rajonų ar administracinių vienetų, pavyzdžiui, seniūnijų, santykinė darna. Čia labai svarbu tinkamai parinkti lyginamąsias alternatyvas. Tarkim, būtų nekorektiška lyginti pramoninį rajoną su gyvenamuoju arba esantį centrinėje miesto dalyje su periferiniu.

Antrajame lygmenyje „*Miesto išorinės darnos nustatymas*“ įvertinamas nagrinėjamo miesto bendras santykinis darnos lygis. Tuo tikslu atliekamas nagrinėjamo miesto palyginimas su kitais miestais. Čia taip pat svarbu korektiškai parinkti lyginamuosius miestus. Būtų nekorektiška lyginti sostinę su paprastu regioniniu miesteliu, kurio dauguma gyventojų yra bedarbiai ir gyvena iš socialinių pašalpų. Geriausia, kai lyginamieji miestai esti panašūs daugeliu požymių: gyventojų skaičiumi, savo reikšme, socialiniu, kultūriniu, ekonominiu, aplinkos ir kt. požūriais.

Trečiajame lygmenyje „*Darnaus miesto vystymosi ateities planavimas*“ atliekama nagrinėjamo miesto skirtingų ateities vystymosi projekcijų atranka, nustatant, kuri ateities būseną labiausiai atitinka darnaus vystymosi principus. Ateities formaliajam aprašymui, autoriaus nuomone, labiausiai tinka *integruoti* scenarijai, kurie matematiškai išsamiai aprašo miesto vystymosi ateityje ypatumus.

Kiekvienas modelio lygmuo (I, II ir III) susideda iš šešių etapų (žr. 3.3 pav.).

3.4. Vilniaus vidinės darnos įvertinimas (lyginant seniūnijas)

Vilniaus miestas padalytas į administracinius vienetus – seniūnijas. Iš viso jų yra 21. Vienose seniūnijose koncentruojasi gyvenamieji rajonai (Viršuliškės, Karoliniškės, Lazdynai ir kt.), kituose įsikūrusios pramonės įmonės, pavyzdžiui, Paneriuose. Skiriasi seniūnijų apgyvendinimo tankis, dominuojančių pastatų aukštingumas ir paskirtis. Dėl šių ir kitų savitumų seniūnijų darnos lygį įvertinti ir palyginti tarpusavyje sudėtinga. Pavyzdžiui, norint

palyginti Senamiestį su stambiaplokščiais pastatais apstatytu rajonu, kyla klausimas, ar rodiklį „pastato amžius“ maksimizuoti ar minimizuoti. Logika diktuoja, kad geriau, kai pastatas yra kuo naujesnis, tada jo nusidėvėjimas nedidelis. Kita vertus, senas, autentiškas pastatas Senamiestyje turi didelę istorinę-architektūrinę vertę. Taigi negalima kategoriškai teigti, jog naujumas neabejotinai yra privalumas. Prasminga seniūnijas pagal tam tikrus bendrus bruožus suklasifikuoti ir tik tada atlikti tam tikros seniūnijų grupės įvertinimą. Autorius siūlo iš pradžių seniūnijas sugrupuoti Neries upės krantų atžvilgiu, o po to – pagal kitus požymius.

Dešinysis Neries krantas:

1. Seniūnijos (Fabijoniškių, Justiniškių, Karoliniškių, Lazdynų, Pašilaičių, Pilaitės, Šeškinės, Verkių, Viršuliškių ir Žirmūnų), kuriose įsikūrę gyvenamieji rajonai. Šiuose rajonuose dominuoja sovietmečiu (1959–1990) pastatyti daugiaaukščiai stambiaplokščiai, mūriniai ir monolitiniai gyvenamieji namai;
2. Seniūnijos (Žvėrynas, Šnipiškės), kuriose dominuoja mažaaukštė statyba, individualūs namai. Šios seniūnijos ypatingos tuo, kad yra netoli miesto centro.

Kairysis Neries krantas:

3. Seniūnijos (Senamiesčio, Naujamiesčio), esančios centrinėje miesto dalyje. Čia daug istorinę-architektūrinę vertę turinčių pastatų;
4. Seniūnijos (Naujininkai, Paneriai, Vilkipėdė), kuriose susikonglomeravusios pramonės įmonės;
5. Seniūnijos (Grigiškių, Naujosios Vilnios), nutolusios nuo miesto centro;
6. Kitos seniūnijos (Antakalnio, Rasų) nusidriekusių pagal tą pačią vertikalią ašį: Antakalnis į šiaurę ir rytus, o Rasos – į pietus.

Autorius darnos įvertinimui ir palyginimui pasirinko pirmąją, didžiausią grupę, sudarytą iš dešimties seniūnijų (3.4 lentelė).

Rodiklių paaiškinimai

1. Seniūnijos teikiamų paslaugų kokybė, *balai*; 2. Inžinerinės-komunalinės infrastruktūros būklė, *balai*; 3. Susisiekimas transportu, *balai*; 4. Aplinkos priežiūra, *balai*. Šių keturių rodiklių reikšmės gautos atlikus verslo įmonių apklausą. Pavyzdžiui, į pateiktą klausimą „kokia seniūnijos teikiamų paslaugų kokybė“ buvo galima atsakyti taip: „gera“, „patenkinama“, „bloga“, „neturi reikšmės“ ir „neturiu nuomonės“. Gauti atsakymai išreikšti procentais nuo apklaustųjų skaičiaus [199, 207, 208, 211, 221, 222, 232, 235, 240, 245]. Įvertinimui „gera“ skirta 10 balų, įvertinimui „patenkinama“ – 5 balai, o įvertinimui „blogai“ – 1 balas. Respondentų atsakymai „neturiu nuomonės“ arba „neturi reikšmės“ buvo atmesti ir

į skaičiavimus neįtraukti. Procentai į balus transformuojami skaičiuojant svertinį įvertinimą vidurkį pagal formulę:

$$n_{ij} = \frac{B_{ij} + 5P_{ij} + 10G_{ij}}{B_{ij} + P_{ij} + G_{ij}}. \quad (45)$$

3.4 lentelė. Vilniaus miesto seniūnijas apibūdinanti rodiklių sistema

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	*	Seniūnijos pavadinimas									
				Fabijoniškių	Justiniškių	Karoliniškių	Lazdynų	Pašilaičių	Pilaitės	Šeškinės	Verkių	Viršuliškių	Žirmūnų
1	Seniūnijos teikiamų paslaugų kokybė	Balai	+	6,16	5,83	5,88	6,82	5,53	6,13	6,22	5,97	5,88	4,95
2	Inžinerinės-komunalinės infrastruktūros būklė	Balai	+	6,25	6,66	5,85	6,34	6,86	6,41	7,44	6,70	6,48	6,49
3	Susisiekimas transportu	Balai	+	6,71	6,88	7,68	7,3	7,65	7,57	6,96	7,12	7,96	7,46
4	Aplinkos priežiūra	Balai	+	6,14	5,78	5,96	6,27	6,55	7,5	5,76	6,88	6,47	5,9
5	Gyventojų tankumas	Gyv. sk./km ²	–	8927	10300	7725	3178	3024	1113	8318	551,7	6480	5565
6	Įmonių tankumas	Įm. sk./km ²	+	101,95	92,7	81	40,2	54,1	10,63	118,4	9,71	127,2	166,4
7	Nusikalstamumo lygis, 10 000 gyventojų	Sk.	–	9,5	10,9	7,2	8,6	14,1	6,5	10,5	23,1	13,2	23,6
8	Būsto kaina	Lt/m ²	–	1720	1720	1560	1560	1720	1560	1720	1900	1560	1720
9	Važiavimo trukmė iki miesto centro	Min.	–	25	33	36	38	40	43	29	26	36	12
10	Pastatų administravimo išlaidos	Lt/m ²	–	0,0568	0,0531	0,0582	0,0582	0,0531	0,0531	0,0542	0,0653	0,0558	0,0582
11	Pastatų techninė būklė	Balai	+	6,7	6,8	6,0	6,8	6,8	7,1	6,7	6,9	6,7	6,4
12	Pastatų architektūrinė vertė	Balai	+	4	4,1	3,1	3,6	4,3	4,6	4	4,3	3,9	3,7

*Ženklas + (-) parodo, kad didesnė (mažesnė) rodiklio reikšmė labiau atitinka respondento poreikius.

Čia:

B_{ij} – ij -ojo elemento „bloga“ įvertinimų procentas; P_{ij} – ij -ojo elemento „patenkinama“ įvertinimų procentas; G_{ij} – ij -ojo elemento „gera“ įvertinimų procentas. Pavyzdžiui, Fabijoniškėse 17,0 proc. respondentų atsakė, jog seniūnijos teikiamų paslaugų kokybė yra gera; 39,6 proc. atsakė, kad ji patenkinama; 3,8 proc. teigė, kad ji bloga; o 39,6 proc. respondentų arba iš viso neturėjo nuomonės, arba jiems paslaugų kokybė nebuvo svarbi. Pagal (49) formulę apklausos rezultatai perskaičiuojami į balus:

$$n_{11} = \frac{(3,8 + 5 \times 39,6 + 10 \times 17,0)}{3,8 + 39,6 + 17,0} = 6,16 \text{ balo.}$$

5. Gyventojų tankumas, *gyv. sk./km²*. Šis rodiklis apibūdina viešųjų erdvių (parkų, skverų) buvimo galimybę seniūnijoje [140]. Apskaičiuojamas dalijant gyventojų skaičių iš seniūnijos ploto. Pavyzdžiui, Pilaitė užima 14,2 m², joje gyvena 15800 gyventojų. Vadinasi, gyventojų tankumas lygus $15800/14,2=1113$ gyv./km².
6. Įmonių tankumas, *įm. sk./km²*. Šis rodiklis iš dalies apibūdina galimybę susirasti darbo seniūnijos teritorijoje [140]. Apskaičiuojamas dalijant įmonių skaičių iš seniūnijos ploto. Pavyzdžiui, Šeškinėje registruota 521 įmonė, o seniūnija užima 4,4 km². Taigi, įmonių tankumas yra $521/4,4=118,4$ vnt./km².
7. Nusikalstamumo lygis 10 000 gyventojų, *sk.* Apibūdinamas nusikaltimų skaičiumi 10 000 gyventojų [219].
8. Būsto kaina, *Lt/m²*. Priimama 2-jų kambarių buto vidutinė vieno kvadratinio metro kaina nerenovuotame daugiaaukščiame name, įvertinant, ar pastatas stambiaplokštis, mūrinis ar monolitinis [218]. Pavyzdžiui, Fabijoniškėse vyrauja stambiaplokščiai, mūriniai ir monolitiniai daugiabučiai gyvenamieji namai. 2-jų kambarių buto 1 m² kaina stambiaplokščiame name svyruoja nuo 1440 Lt iki 1680 Lt [218]. Tuo tarpu, tokio pat buto 1 m² kaina mūriniame ar monolitiniame pastate įvairuoja nuo 1800 iki 2000 Lt [218]. Taigi apatinė kainos riba imama 1440, o viršutinė – 2000 Lt. Tada vidutinė 1 m² kaina apskaičiuojama taip: $(1440+2000)/2=1720$ Lt.
9. Važiavimo trukmė iki miesto centro, *min.* Šis rodiklis įvertina laiką, kuris sugaištamasis važiuojant iš „namų“ į miesto centre vykstantį koki nors kultūrinį renginį visuomeniniu transportu (troleibusais ir autobusais) [194, 215]. Fiktyvios kelionės diena – šeštadienis, menamas atvykimo laikas – apie 18 val. vakaro. Kelionės maršrutas nustatomas taip. Išvykimo vieta: nuo gyvenamųjų namų grupės „svorio“ centro arčiausiai esanti stotelė. Atvykimo vieta: stotelės „Savivaldybė“, „Karaliaus Mindaugo“ arba „Katedra“ (miesto centras). Įvertinamas trumpiausias maršrutas su kiek galima mažesniu persėdimų skaičiumi. Jei keliaujama su persėdimais, jam skiriama 10 min. Pavyzdžiui, iš Viršuliškių miesto centras pasiekiamas taip. Iš stotelės „Viršuliškės“ (išvykimo laikas 17.35) 19-uju troleibusu važiuojama iki „Žalgirio stadiono“ (atvykimo laikas 17.53), o iš ten (išvykimo laikas 17.56) 2-uju troleibusu pasiekiamą stotelę „Savivaldybė“ (atvykimo laikas 18.04). Iš viso kelionėje užtrunkama 29 min. Dar pridedamos 7 minutės, nes pagal tvarkaraštį persėdimui skirtos tik 3 minutės. Vadinasi, iš viso sugaištamos 36 minutės.
10. Pastatų administravimo išlaidos, *Lt/m²* [237]. Tai daugiaaukščių gyvenamųjų pastatų administravimo išlaidos.

11. Pastatų techninė būklė, *balai*. Šis rodiklis apibūdinamas trimis parametrais: sienų, stogo ir langų/durų būkle, kuri išreiškiama balais: 1–3 balai – gerai; 4–6 balai – vidutiniškai; 7–9 balai – prastai [238]. Skaičiavimuose šis rodiklis maksimizuojamas, todėl didesnis balų skaičius turėtų reikšti geresnę būklę. Dėl šios priežasties duomenų bazėje naudojami įvertinimai transformuojami pagal tokią formulę:

$$n_{ij}=10-t_{ij} \quad (46)$$

Be to, apskaičiuojamas apibendrintas techninės būklės rodiklis, išvedant iš minėtų parametrų vidurkį. Šis rodiklis apskaičiuojamas, imant domėn bent po penkis namus iš kiekvienos seniūnijoje esančios gatvės, kurioje yra daugiaaukščių gyvenamųjų namų. Pavyzdžiui, skaičiuojant Fabijoniškių gyvenamųjų namų techninę būklę, buvo atsitiktinai atrinkta po penkis gyvenamuosius namus iš Ateities, Didlaukio, Fabijoniškių, Galežinio Vilko, L. Giros, P. Žadeikos, S. Stanevičiaus, Ukmergės, Visorių, Gedvydžių, Šleževičiaus ir Kaimelio gatvių.

12. Pastatų architektūrinė vertė, *balai* [238]. Duomenų bazėje esantys įvertinimai perskaičiuojami pagal 50 formulę. Paskui išvedama vidutinė vertė. Pavyzdžiui, vertinant Fabijoniškių gyvenamųjų namų architektūrinę vertę, buvo nagrinėjami tie patys pastatai, kaip nustatant techninę būklę.

Buvo parengtos anketos (žr. 1-ą priedą) ir apklausta dešimt Vilniaus Gedimino technikos universiteto (VGTU) mokslininkų, dirbančių miestų planavimo, statybos srityse. Jie yra pakankamai informuoti, suinteresuoti asmenys, galintys apibūdinti svarbiausius miesto darną apibūdinančius veiksnius ir jų reikšmę.

Rodiklių reikšmingumą skaičiavimas ir ekspertų nuomonių suderinamumo nustatymas

Naudojant ekspertų apklausos duomenis (žr. 1-ą priedą) pagal (8) formulę apskaičiuojamos vidutinės rodiklių įvertinimo reikšmės (**1-as žingsnis**):

$$\bar{t}_1 = \frac{4+3+3+3+2+4+3+4+3+4}{10} = 3,3; \quad \bar{t}_2 = 9,7; \quad \bar{t}_3 = 9,5; \quad \bar{t}_4 = 4,8; \quad \bar{t}_5 = 4,6; \quad \bar{t}_6 = 4,8; \\ \bar{t}_7 = 7,5; \quad \bar{t}_8 = 9,5; \quad \bar{t}_9 = 8,0; \quad \bar{t}_{10} = 3,6; \quad \bar{t}_{11} = 6,6; \quad \bar{t}_{12} = 1,7.$$

Pagal (9) formulę apskaičiuojamas kiekvieno rodiklio reikšmingumas (**2-as žingsnis**):

$$q_1 = \frac{3,3}{3,3+9,7+9,5+4,8+4,6+4,8+7,5+9,5+8,0+3,6+6,6+1,7} = 0,0448; \quad q_2 = 0,1318; \\ q_3 = 0,1291; \quad q_4 = 0,0652; \quad q_5 = 0,0625; \quad q_6 = 0,0652; \quad q_7 = 0,1019; \quad q_8 = 0,1291; \quad q_9 = 0,1087; \\ q_{10} = 0,0489; \quad q_{11} = 0,0897; \quad q_{12} = 0,0231.$$

Pagal (11) formulę apskaičiuojama kiekvieno rodiklio įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma (**3-ias žingsnis**):

$$\frac{1}{12}(33+97+95+48+46+48+75+95+80+36+66+17)=61,3;$$

$$S=(33-61,3)^2+(97-61,3)^2+(95-61,3)^2+(48-61,3)^2+(46-61,3)^2+(48-61,3)^2+ \\ +(75-61,3)^2+(95-61,3)^2+(80-61,3)^2+(36-61,3)^2+(66-61,3)^2+(17-61,3)^2=8097.$$

Pagal (10) formulę apskaičiuojamas konkordacijos koeficientas **(4-as žingsnis)**:

$$T_1=T_4=T_5=T_7=T_8=2^3-2=6; T_2=T_9=T_{10}=(2^3-2)+(2^3-2)=12; T_3=0; T_6=(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)=36.$$

$$\sum_{k=1}^r T_k = 6 \times 5 + 12 \times 3 + 36 = 102; W = \frac{12 \times 8097}{10^2(12^3-12)-10 \times 102} = 0,570.$$

Pagal (14) formulę nustatomas konkordacijos koeficiento reikšmingumas **(5-as žingsnis)**:

$$\chi^2 = \frac{12 \times 8097}{10 \times 12(12+1) - \frac{102}{12-1}} = 62,7.$$

Nustatomas lentelinis konkordacijos koeficiento reikšmingumas ir atliekamas palyginimas **(6-as žingsnis)**:

$\chi_{lent}^2 = 24,7$ iš [70], kai laisvės laipsnių skaičius lygus 11, o priimto reikšmingumo lygis lygus 1 proc. Kadangi $62,7 > 24,7$, tai ekspertų nuomonės yra suderintos.

Seniūnijų įvertinimas kompleksiniu proporcingo įvertinimo metodu

1-as žingsnis:

$$d_{11} = \frac{0,0448 \times 6,16}{6,16 + 5,83 + 5,88 + 6,82 + 5,53 + 6,13 + 6,22 + 5,97 + 5,88 + 4,95} = 0,00465;$$

$$d_{12} = 0,00440; d_{13} = 0,00444; d_{14} = 0,00515; d_{15} = 0,00417; d_{16} = 0,00463; d_{17} = 0,00469; \\ d_{18} = 0,00451; d_{19} = 0,00444; d_{110} = 0,00374; d_{21} = 0,01258; d_{22} = 0,01341; d_{23} = 0,01178; \\ d_{24} = 0,01276; d_{25} = 0,01381; d_{26} = 0,01290; d_{27} = 0,01498; d_{28} = 0,01349; d_{29} = 0,01304; \\ d_{210} = 0,01306; d_{31} = 0,01182; d_{32} = 0,01212; d_{33} = 0,01353; d_{34} = 0,01286; d_{35} = 0,01348; \\ d_{36} = 0,01334; d_{37} = 0,01226; d_{38} = 0,01254; d_{39} = 0,01402; d_{310} = 0,01314; d_{41} = 0,00633; \\ d_{42} = 0,00596; d_{43} = 0,006148; d_{44} = 0,00647; d_{45} = 0,00676; d_{46} = 0,00774; d_{47} = 0,00594 \\ d_{48} = 0,00710; d_{49} = 0,00667; d_{410} = 0,00609; d_{51} = 0,01011; d_{52} = 0,01167; d_{53} = 0,00875; \\ d_{54} = 0,00360; d_{55} = 0,00343; d_{56} = 0,001261; d_{57} = 0,00942; d_{58} = 0,000625; d_{59} = 0,00734; \\ d_{510} = 0,00630; d_{61} = 0,00829; d_{62} = 0,00753; d_{63} = 0,00658; d_{64} = 0,00327; d_{65} = 0,00440; \\ d_{66} = 0,000864; d_{67} = 0,00962; d_{68} = 0,000789; d_{69} = 0,01034; d_{610} = 0,01352; d_{71} = 0,00761;$$

$$\begin{aligned}
 d_{72} &= 0,00873; d_{73} = 0,00577; d_{74} = 0,00689; d_{75} = 0,01130; d_{76} = 0,00521; d_{77} = 0,00841 \\
 d_{78} &= 0,01851; d_{79} = 0,01058; d_{710} = 0,01891; d_{81} = 0,01327; d_{82} = 0,01327; d_{83} = 0,01203; \\
 d_{84} &= 0,01203; d_{85} = 0,01327; d_{86} = 0,01203; d_{87} = 0,01327; d_{88} = 0,01465; d_{89} = 0,01203; \\
 d_{810} &= 0,01327; d_{91} = 0,00855; d_{92} = 0,01128; d_{93} = 0,01231; d_{94} = 0,01299; d_{85} = 0,01367; \\
 d_{96} &= 0,01470; d_{97} = 0,00991; d_{98} = 0,00889; d_{99} = 0,01231; d_{910} = 0,00410; d_{101} = 0,00491; \\
 d_{102} &= 0,0045; d_{103} = 0,00503; d_{104} = 0,00503; d_{105} = 0,00459; d_{106} = 0,00459; d_{107} = 0,00468 \\
 d_{108} &= 0,00564; d_{109} = 0,00482; d_{1010} = 0,00503; d_{111} = 0,00898; d_{112} = 0,00912; d_{113} = 0,00805; \\
 d_{114} &= 0,00912; d_{115} = 0,00912; d_{116} = 0,00952; d_{117} = 0,00898; d_{118} = 0,00925; d_{119} = 0,00898; \\
 d_{1110} &= 0,00858; d_{121} = 0,00233; d_{122} = 0,00239; d_{123} = 0,001808; d_{124} = 0,0021; d_{125} = 0,00251; \\
 d_{126} &= 0,00268; d_{127} = 0,00233; d_{128} = 0,00251; d_{129} = 0,0028; d_{1210} = 0,00216.
 \end{aligned}$$

2-as žingsnis:

$$\begin{aligned}
 S_{+1} &= 0,00465 + 0,01258 + 0,01182 + 0,00633 + 0,00829 + 0,00898 + 0,00233 = 0,0550; \\
 S_{+2} &= 0,0549; S_{+3} = 0,0523; S_{+4} = 0,0517; S_{+5} = 0,0542; S_{+6} = 0,0517; S_{+7} = 0,0588; \\
 S_{+8} &= 0,0502; S_{+9} = 0,0598; S_{+10} = 0,0603; \\
 S_{-1} &= 0,01011 + 0,00761 + 0,01327 + 0,00855 + 0,00491 = 0,0444; S_{-2} = 0,0495; S_{-3} = 0,0439; \\
 S_{-4} &= 0,0405; S_{-5} = 0,0462; S_{-6} = 0,0378; S_{-7} = 0,0457; S_{-8} = 0,0483; S_{-9} = 0,0471; \\
 S_{-10} &= 0,0476.
 \end{aligned}$$

3-ias žingsnis:

$$\begin{aligned}
 &0,0378 \times (0,0444 + 0,0495 + 0,0439 + 0,0405 + 0,0462 + 0,0378 + 0,0457 + \\
 &+ 0,0483 + 0,0471 + 0,0476) \\
 Q_1 &= 0,0550 + \frac{0,0378 \times (0,0444 + 0,0495 + 0,0439 + 0,0405 + 0,0462 + 0,0378 + 0,0457 + 0,0483 + 0,0471 + 0,0476)}{0,0444 \times \left(\frac{0,0378}{0,0444} + \frac{0,0378}{0,0495} + \frac{0,0378}{0,0439} + \frac{0,0378}{0,0405} + \frac{0,0378}{0,0462} + \frac{0,0378}{0,0378} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{0,0378}{0,0457} + \frac{0,0378}{0,0483} + \frac{0,0378}{0,0471} + \frac{0,0378}{0,0476} \right)} = \\
 &= 0,1005;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= 0,0958; Q_3 = 0,0984; Q_4 = 0,1016; Q_5 = 0,0980; Q_6 = 0,1052; Q_7 = 0,1031; Q_8 = 0,0920; \\
 Q_9 &= 0,1027; Q_{10} = 0,1028.
 \end{aligned}$$

4-as žingsnis:

Kadangi $Q_6 > Q_7 > Q_{10} > Q_9 > Q_4 > Q_1 > Q_3 > Q_5 > Q_2 > Q_8$, tai pagal prioritetiškumą geriausias yra šeštasis variantas.

5-as žingsnis:

$$N_1 = \frac{0,1005}{0,1052} \times 100 = 95,5 \text{ proc.}; N_2 = 91,0 \text{ proc.}; N_3 = 93,6 \text{ proc.}; N_4 = 96,6 \text{ proc.};$$

$$N_5 = 93,1 \text{ proc.}; N_6 = 100 \text{ proc.}; N_7 = 98,0 \text{ proc.}; N_8 = 87,5 \text{ proc.}; N_9 = 97,6 \text{ proc.};$$

$$N_{10} = 97,7 \text{ proc.}$$

3.5. Vilniaus išorinės darnos nustatymas (lyginant miestus)

Daugiakriteriniam įvertinimui pasirinkti trys didžiausi Lietuvos miestai: Vilnius, Kaunas ir Klaipėda. Darnai įvertinti sudaryta dvylikos, į dvi grupes suskaidytų, rodiklių sistema. Pirmoji rodiklių grupė rodo, kiek būstų yra prijungta prie miesto inžinerinių komunikacijų: vandentiekio, kanalizacijos, elektros tinklų ir fiksuoto telefono ryšio linijų (žr. 3.5 lentelę). 1–3 rodikliai vienareikšmiškai maksimizuojami, nes aukštesnis būstų prisijungimo prie inžinerinių tinklų procentas rodo geresnį miesto komunalinės infrastruktūros išplėtojimo laipsnį. Ketvirtas rodiklis – įrengtų fiksuoto ryšio telefono skaičius – sąlygiškai maksimizuojamas, nes yra alternatyva naudoti judriojo ryšio telefoną.

3.5 lentelė. Vilnių, Kauną ir Klaipėdą apibūdinančių rodiklių sistema [75]

Eil. nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	*	Miestai		
				Vilnius	Kaunas	Klaipėda
1	Būstų, kuriuose įrengtas vandentiekis, skaičius	%	+	94,3	96,3	98,7
2	Būstų, kuriuose įrengta kanalizacija, skaičius	%	+	93,3	94,0	98,2
3	Būstų, kuriuose yra elektra, skaičius	%	+	99,9	99,9	100
4	Būstų, kuriuose įrengtas telefonas, skaičius	%	+	92,7	93,5	94,9
5	Parduotuvių prekybos plotas	m ² /gyv.	+	1,16	0,760	0,531
6	Restoranų, barų, valgyklų skaičius	vnt./1000 gyv.	+	2,21	1,86	2,42
7	Apgyvendinimo įmonių skaičius	vnt./10 000 gyv.	+	1,39	0,775	1,41
8	Vienai mokyklai tenkančių moksleivių skaičius	moksl.	–	640	642	606
9	Muziejų skaičius 100 000 gyventojų	vnt.	+	4,70	2,94	1,56
10	Kino teatrų skaičius 100 000 gyventojų	vnt.	+	6,33	1,87	3,13
11	Bibliotekų skaičius 100 000 gyventojų	vnt.	+	5,42	8,82	7,81
12	Vaistinių skaičius 10 000 gyventojų	vnt.	+	1,84	3,45	2,34

*Ženklas + (-) parodo, kad didesnė (mažesnė) rodiklio reikšmė labiau atitinka respondento poreikius.

5–12 rodikliai apibūdina viešąją miesto infrastruktūrą. Aukštesnis šios infrastruktūros išplėtojimo laipsnis užtikrina geresnį miesto gyventojų ir svečių poreikių tenkinimą, jų įvairovę. Šie rodikliai sąlygiškai maksimizuojami, nes visgi nepagrįstai didelis parduotuvių, restoranų, apgyvendinimo įmonių ir kt. skaičius gali sukelti nepageidaujamų reiškinių, kaip antai: nesąžiningą konkurenciją ir bankrotus, per dideles miesto biudžeto išlaidas.

Paruošus anketas (žr. 2-ą priedą) apklausta dešimt ekspertų, kompetentingų darnaus vystymosi klausimais.

Rodiklių reikšmingumų skaičiavimas ir ekspertų nuomonių suderinamumo nustatymas

1-as žingsnis:

$$\bar{t}_1 = \frac{10+10+10+10+10+10+10+10+10+10}{10} = 10; \quad \bar{t}_2 = 10; \quad \bar{t}_3 = 10; \quad \bar{t}_4 = 2,5; \quad \bar{t}_5 = 4,0;$$

$$\bar{t}_6 = 6,7; \quad \bar{t}_7 = 8,8; \quad \bar{t}_8 = 5,3; \quad \bar{t}_9 = 7,9; \quad \bar{t}_{10} = 7; \quad \bar{t}_{11} = 3,0; \quad \bar{t}_{12} = 3,9.$$

2-as žingsnis:

$$q_1 = \frac{10}{10+10+10+2,5+4,0+6,7+8,8+5,3+7,9+7,0+3,0+3,9} = 0,1264; \quad q_2 = 0,1264;$$

$$q_3 = 0,1264; \quad q_4 = 0,0316; \quad q_5 = 0,0506; \quad q_6 = 0,0847; \quad q_7 = 0,1113; \quad q_8 = 0,0670; \quad q_9 = 0,0999;$$

$$q_{10} = 0,0885; \quad q_{11} = 0,0379; \quad q_{12} = 0,0493.$$

3-ias žingsnis:

$$\frac{1}{12}(100+100+100+25+40+67+88+53+79+70+30+39) = 65,9;$$

$$S = (100-65,9)^2 + (100-65,9)^2 + (100-65,9)^2 + (25-65,9)^2 + (40-65,9)^2 + (67-65,9)^2 +$$

$$+ (88-65,9)^2 + (53-65,9)^2 + (79-65,9)^2 + (70-65,9)^2 + (30-65,9)^2 + (39-65,9)^2 = 8688,9.$$

4-as žingsnis:

$$T_1=T_5=(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)=36; \quad T_2=(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)=42; \quad T_3=(3^3-3)+(2^3-2)=30;$$

$$T_4=T_7=T_8=T_9=T_{10}=3^3-3=24; \quad T_6=(3^3-3)+(3^3-3)=48.$$

$$\sum_{k=1}^r T_k = 24 \times 5 + 36 \times 2 + 42 + 30 + 48 = 312; \quad W = \frac{12 \times 8688,9}{10^2(12^3 - 12) - 10 \times 312} = 0,619.$$

5-as žingsnis:

$$\chi^2 = \frac{12 \times 8688,9}{10 \times 12(12+1) - \frac{312}{12-1}} = 68,1.$$

6-as žingsnis:

$\chi_{lent}^2 = 24,7$ iš [70], kai laisvės laipsnių skaičius lygus 11, o priimto reikšmingumo lygis lygus 1 proc. Kadangi $68,1 > 24,7$, tai ekspertų nuomonės yra suderintos.

Miestų įvertinimas kompleksiniu proporcingo įvertinimo metodu

1-as žingsnis:

$$d_{11} = \frac{0,1264 \times 94,3}{94,3 + 96,3 + 98,7} = 0,0412; \quad d_{12} = 0,0421; \quad d_{13} = 0,0431; \quad d_{21} = 0,0413; \quad d_{22} = 0,0416;$$

$$d_{23} = 0,0435; \quad d_{31} = 0,0421; \quad d_{32} = 0,0421; \quad d_{33} = 0,0422; \quad d_{41} = 0,01042; \quad d_{42} = 0,0105;$$

$$d_{43} = 0,0107; \quad d_{51} = 0,0239; \quad d_{52} = 0,01569; \quad d_{53} = 0,01096; \quad d_{61} = 0,0288; \quad d_{62} = 0,0243;$$

$$d_{63} = 0,0316; \quad d_{71} = 0,0433; \quad d_{72} = 0,0241; \quad d_{73} = 0,0439; \quad d_{81} = 0,0227; \quad d_{82} = 0,0228;$$

$$d_{83} = 0,0215; \quad d_{91} = 0,0510; \quad d_{92} = 0,0319; \quad d_{93} = 0,01694; \quad d_{101} = 0,0494; \quad d_{102} = 0,01461;$$

$$d_{103} = 0,0244; \quad d_{111} = 0,00932; \quad d_{112} = 0,01516; \quad d_{113} = 0,01342; \quad d_{121} = 0,01189; \quad d_{122} = 0,0223;$$

$$d_{123} = 0,01512.$$

2-as žingsnis:

$$S_{+1} = 0,0412 + 0,0413 + 0,0421 + 0,01042 + 0,0239 + 0,0288 + 0,0433 + 0,0510 + 0,0494 +$$

$$+ 0,00932 + 0,01189 = 0,353;$$

$$S_{+2} = 0,284; \quad S_{+3} = 0,296; \quad S_{-1} = 0,0227; \quad S_{-2} = 0,0228; \quad S_{-3} = 0,0215.$$

3-ias žingsnis:

$$Q_1 = 0,353 + \frac{0,0215 \cdot (0,0227 + 0,0228 + 0,0215)}{0,0227 \cdot \left(\frac{0,0215}{0,0227} + \frac{0,0215}{0,0228} + \frac{0,0215}{0,0215} \right)} = 0,375; \quad Q_2 = 0,306; \quad Q_3 = 0,319.$$

4-as žingsnis:

Kadangi $Q_1 > Q_3 > Q_2$, tai pagal prioritetiškumą geriausias yra pirmasis variantas.

5-as žingsnis:

$$N_1 = \frac{0,375}{0,375} \times 100 = 100 \text{ proc.}; \quad N_2 = 81,7 \text{ proc.}; \quad N_3 = 85,1 \text{ proc.}$$

3.6. Vilniaus ateities vystymosi planavimas

3.6.1. Trijų Vilniaus miesto scenarijų sudarymas ir aprašymas

Vilniaus miesto savivaldybės įmonė „Vilniaus planas“ parengė dokumentą „Vilniaus vizija 2020“. Jis ypatingas tuo, jog visi rodikliai turi didžiausias arba artimas joms reikšmes [139]. Vadinasi, nustatytų tikslų įgyvendinimas pareikalaus maksimalių lėšų.

Autorius siūlo išskirti kelias miesto plėtros linijas, arba scenarijus, akcentuojant socialines, ekonomines ir aplinkos (ekologines) problemas. Siūloma sudaryti: 1) scenarijų, orientuotą į visuomenę (socialinės problemos); 2) scenarijų, orientuotą į ekonomiką (ekonominės problemos), ir 3) scenarijų, orientuotą į aplinką (ekologinės problemos). Atlikus daugiakriterinį šių scenarijų vertinimą, galima pasirinkti tą, kuris labiausiai atitiktų daugumos

suaugusių grupių poreikius. Tada lėšos, skirtos tam scenarijui įgyvendinti, būtų panaudotos kryptingiau, racionaliau.

Visi trys Vilniaus miesto scenarijai 2020 metams sudaryti pagal dokumentą „Vilniaus vizija 2020“, priklausantį Vilniaus miesto 2002–2011 metų strateginio plano priežiūros sistemai. Visi 12 rodiklių, aprašančių scenarijus, taip pat yra pasiskolinti iš šios priežiūros sistemos (žr. 3.6 lentelę).

3.6 lentelė. Vilniaus ateities scenarijus apibūdinančių rodiklių sistema

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	*	Scenarijų rodiklių reikšmės					
				1. Orientuotas į visuomenę	Komentaras	2. Orientuotas į ekonomiką	Komentaras	3. Orientuotas į aplinką	Komentaras
1	Kasmetinis gyventojų skaičiaus didėjimas	proc.	–	1,0	1	1,0	2	0,5	3
2	Vidutinis mėnesinis bruto darbo užmokestis	Lt	+	6400	4	2100	5	2100	6
3	Gyventojų apsirūpinimas gyvenamuoju plotu (naudingasis plotas, tenkantis vienam gyventojui)	kv. m	+	32	7	30	8	25	9
4	Moksleivių ir studentų skaičius, tenkantis 10 000 gyventojų	žm.	+	3500	10	3000	11	3000	12
5	BVP, tenkantis vienam gyventojui	tūkst. Lt	+	55	13	100	14	55	15
6	Nedarbo lygis	proc.	–	4	16	4	17	7	18
7	Materialinės investicijos, tenkančios vienam gyventojui	tūkst. Lt	+	10	19	20	20	10	21
8	Tiesioginės užsienio investicijos, tenkančios vienam gyventojui	tūkst. Lt	+	20	22	30	23	20	24
9	Azoto dioksido ir kietųjų dalelių ribinės reikšmės viršijimas ore	proc.	–	1	25	10	26	1	27
10	Paviršinių vandenų kokybė	balai	+	7,5	28	5,0	29	7,5	30
11	Įrengtų želdynų plotas, tenkantis vienam gyventojui	kv. m	+	30	31	15	32	30	33
12	Atliekų naudojimas	proc.	+	65	34	45	35	65	36

*Ženklas + (-) parodo, kad didesnė (mažesnė) rodiklio reikšmė labiau atitinka respondento poreikius.

Rodiklių reikšmingumams nustatyti apklausta dešimt darnaus miesto vystymosi specialistų (žr. 3-ią priedą).

Vilniaus miesto 2020 metų scenarijai

Orientuotas į visuomenę scenarijus. Šiuo scenarijumi siekiama maksimaliai užtikrinti miestiečių gyvenimo kokybę. Čia akcentuojamas darbo užmokesčio, apsirūpinimo būstu, išsilavinimo problemų sprendimas. Šis scenarijus daugeliu aspektų susijęs su orientuotu į aplinką scenarijumi.

Orientuotas į ekonomiką scenarijus. Šio scenarijaus prioritetai – formalieji miesto ekonomikos rodikliai: BVP, materialinių investicijų dydis, nedarbas.

Orientuotas į aplinką scenarijus. Šiuo scenarijumi siekiama kuo labiau pagerinti aplinkos kokybę, ekologinę situaciją.

1. *Kasmetiniai gyventojų skaičiaus pokyčiai (2000 m. – 0,17 %).* Pernelyg spartų gyventojų skaičiaus didėjimą arba mažėjimą miestuose autorius traktuoja kaip neigiamą reiškinį, nes tai sukelia įvairių neigiamų padarinių. Pavyzdžiui, staigų gyventojų skaičiaus didėjimą lydi būsto kainų augimas. Kita vertus, masiškas gyventojų kėlimasis į didelius miestus stabdo darnią šalies regionų plėtrą. Todėl šis rodiklis minimizuojamas, t. y. kuo lėčiau miestuose daugėja arba mažėja gyventojų, tuo geriau. (1 komentaras) tikėtina, jog ateityje miestuose gyventojų neišvengiamai daugės, nes čia jie lengviau ras darbo ir pan. Todėl pasirinktas prognostinis 1 proc. didėjimas iš „Vilniaus vizijos 2020“, sudarytos savivaldybės įmonės „Vilniaus planas“; (2) gausėjant gyventojų Vilniuje, atsirastų didesnis būsto, būtiniausio vartojimo prekių poreikis ir kt. Ekonominiu požiūriu tai naudinga; (3) ekologiniu požiūriu miesto plėtra susijusi su didėjančia tarša, gamtinės aplinkos niokojimu. Tačiau miesto plėtra neišvengiama, todėl nustatytas ribotas 0,5 proc. kasmetinis miesto gyventojų daugėjimas.

2. *Vidutinis mėnesinis bruto darbo užmokestis (2000 m. – 1175 Lt).* Darbo užmokesčio augimą autorius vertina teigiamai, todėl šis rodiklis maksimizuojamas, t. y. kuo didesnis vidutinis mėnesinis atlyginimas, tuo geriau; (4) socialiniu požiūriu atlyginimo dydis yra labai svarbus, todėl nustatytas „Vilniaus vizijoje 2020“ optimistinis, prognostinis 6400 Lt dydžio vidutinis mėnesinis atlyginimas (prognozuojamas 8,8 proc. augimas kasmet); (5) autoriaus nuomone, kasmetinis 8,8 proc. vidutinis atlyginimų augimas ekonomiškai nepagrįstas. Imamas 3 proc. kasmetinis augimas. Taigi po dvidešimties metų vidutinis mėnesinis atlyginimas sudarytų apie 2100 Lt; (6) manoma, kad atlyginimų kilimas aplinkai įtakos praktiškai nedarys, taigi jis taip pat gali būti lygus 2100 Lt.

3. *Gyventojų apsirūpinimas gyvenamuoju plotu (naudingasis plotas, tenkantis vienam gyventojui, 2000 m. – 21,8 m²).* Apsirūpinimas gyvenamuoju plotu yra svarbus gyventojų gerovei, taigi šis rodiklis turėtų būti maksimizuojamas, t. y. didesnis gyvenamasis plotas, tenkantis vienam gyventojui, yra geriau; (7) 32 kv. m, numatyti „Vilniaus vizijoje 2020“, yra optimistinis variantas ir atitinka ES šalių vidurkį; (8) vargu, ar pavyks pasiekti optimistinį apsirūpinimo būstu variantą, tad ekonomiškai geriau pagrįstas yra 27 kv. m gyvenamasis plotas, tenkantis vienam gyventojui; (9) naujo gyvenamojo ploto statyba ekologiniu požiūriu susijusi su išteklių naudojimu, naujų teritorijų užstatymu ir pan. Vis dėlto gyvenamojo ploto

didėjimas yra neišvengiamas, todėl nustatytas 25 kv. m gyv. plotas, tenkantis vienam gyventojui.

4. *Moksleivių ir studentų skaičius, tenkantis 10 000 gyventojų (2001 m. – 2719 žm.).* Didesnis moksleivių ir studentų skaičius siejamas su aukštesne kultūra, konkurencingumu darbo rinkoje ir kt. Šis rodiklis maksimizuojamas. (10) Savivaldybės įmonės „Vilniaus planas“ numatyta, kad 2020 metais 10 000 gyventojų teks 3500 moksleivių ir studentų. Šis skaičius geriausiai tenkintų visuomenės poreikius; (11) ekonomiškai nėra paprasta padidinti studentų skaičių, skiriant jiems finansavimą. Autoriaus nuomone, labiau pagrįstas 3000 moksleivių ir studentų skaičius 10 000 gyventojų; (12) studentų ir moksleivių skaičius neblogina ekologinės būklės, todėl galima imti 3000 moksleivių ir studentų 10 000 gyventojų.

5. *BVP, tenkantis vienam gyventojui (2000 m. – 21,0 tūkst. Lt).* Šis rodiklis atspindi ekonominį šalies potencialą, gerovę, todėl turi būti maksimizuojamas. (13, 15) Jei dvidešimt metų kasmet BVP padidės 5 proc., tai 2020 metais vienam gyventojui teks 55 tūkst. Lt BVP; (14) nustatyta 100 tūkst. Lt BVP, tenkančio vienam gyventojui. Šis skaičius paimtas iš „Vilniaus vizijos 2020“.

6. *Nedarbo lygis (2001 m. – 7,2 %).* Visuomenei ir ekonomikai yra geriau, kai nedarbo lygis yra mažesnis. Šis rodiklis minimizuojamas. (16, 17) Socialiniu ir ekonominiu požiūriu priimtinesnis žemesnis nedarbo lygis. „Vilniaus vizijoje 2020“ numatytas 4 proc. nedarbo lygis; (18) diegiant ekologiškas technologijas, griežtinant aplinkosaugą, gali būti atsisakyta kai kurios gamybos. Todėl nedarbo lygis gali išlikti toks pat kaip ir 2000 metais – 7 proc.

7. *Materialinės investicijos, tenkančios vienam gyventojui (2000 m. – 4 tūkst. Lt).* Investicijos vertinamos kaip teigiamas reiškinys, todėl maksimizuojamos. (19, 21) Teigiama, kad nuo 2000 iki 2020 metų materialinės investicijos augs po 5 proc. kasmet. Tada vienam gyventojui teks maždaug po 10 tūkst. Lt; (20) „Vilniaus vizijoje 2020“ numatyta 20 tūkst. Lt materialinių investicijų.

8. *Tiesioginės užsienio investicijos, tenkančios vienam gyventojui (2002 m. – 12,3 tūkst. Lt).* Tiesioginės užsienio investicijos vertinamos kaip teigiamas reiškinys, todėl maksimizuojamos. (22, 24) Teigiama, kad nuo 2000 iki 2020 metų tiesioginės užsienio investicijos augs po 3 proc. kasmet. Tada vienam gyventojui vidutiniškai teks maždaug po 20 tūkst. Lt; (23) „Vilniaus vizijoje 2020“ numatytas prognostinis skaičius – 30 tūkst. Lt (numatomas 5 proc. kasmetinis augimas).

9. *Azoto dioksido ir kietųjų dalelių ribinės reikšmės viršijimas (2000 m. – 20 proc.).* Tarša yra neigiamas reiškinys, kuris turi būti kuo labiau apribotas, minimizuojamas. (25, 27) Tarša neigiamai veikia gyventojų sveikatą, florą ir fauną, todėl „Vilniaus vizijoje 2020“

patvirtintas prognostinis nulinis teršalų ribinių reikšmių viršijimas. Tačiau daugiakriterinio įvertinimo algoritmas neoperuoja nulinėmis rodiklių reikšmėmis, todėl imama mažiausia galima reikšmė, lygi vienetui; (26) apribojus transporto eismą mieste (kuris yra didžiausias teršėjas), sumažėtų surenkamų į biudžetą pinigų kiekis. Tačiau taršą mieste vis tiek būtina sumažinti, todėl patvirtintas kompromisinis 10 proc. taršos viršijimas.

10. *Paviršinių vandenų kokybė (2000 m. – III–IV klasė).* Paviršinių vandenų kokybė maksimizuojama. (28, 30) Gyventojams ir ekologiniu požiūriu geriau, kai vanduo švaresnis. „Vilniaus vizijoje 2020“ numatyta prognostinė paviršinių vandenų kokybė (II–III klasė, arba 7,5 balo); (29) ekonominiu požiūriu vandens teršimo mažinimas susijęs su tam tikros ūkinės veiklos apribojimu, valymo įrenginių įrengimu ir pan. Šiuo atveju palankesnė yra esama paviršinių vandenų kokybė (III–IV klasė, arba 5,0 balai).

11. *Įrengtų želdynų plotas, tenkantis vienam gyventojui (2000 m. – 8 m²).* Įrengtų želdynų plotas yra maksimizuojamas, nes atlieka rekreacinę funkciją, sukuria aplinką vietinei faunai. (31, 33) „Vilniaus vizijoje 2020“ prognostinis želdynų plotas, tenkantis vienam gyventojui, – 30 kv. m; (32) ekonominiu požiūriu želdynus sodinti nėra pelninga. Imamas tarpinis variantas, kad vienam gyventojui teks apie 15 kv. m įrengtų želdynų.

12. *Atliekų naudojimas (2001 m. – 11,5 proc.).* Didesnės atliekų naudojimo apimtys daro mažesnę žalą aplinkai. Jos gali būti naudojamos pakartotinai arba perdirbamos. Šis rodiklis maksimizuojamas. (34, 36) „Vilniaus vizijoje 2020“ prognostinis atliekų naudojimas siekia iki 65 proc.; (35) organizuojant atliekų perdirbimą, prekės brangs. Tačiau atliekų perdirbimas – neišvengiamas procesas. Prognozuojama, kad bus perdirbama 45 proc. atliekų.

3.6.2. Trijų Vilniaus miesto scenarijų įvertinimas

Rodiklių reikšmingumų skaičiavimas ir ekspertų nuomonių suderinamumo nustatymas

(ekspertų apklausos duomenų ieškoti 3-iaame priede)

1-as žingsnis:

$$\bar{t}_1 = \frac{8+6+6+7+10+10+8+9+8+7}{10} = 7,9; \quad \bar{t}_2 = 10; \quad \bar{t}_3 = 8,4; \quad \bar{t}_4 = 2,4; \quad \bar{t}_5 = 9,8; \quad \bar{t}_6 = 9,8;$$

$$\bar{t}_7 = 6,3; \quad \bar{t}_8 = 6,1; \quad \bar{t}_9 = 9,1; \quad \bar{t}_{10} = 2,3; \quad \bar{t}_{11} = 7,1; \quad \bar{t}_{12} = 7,8.$$

2-as žingsnis:

$$q_1 = \frac{7,9}{7,9+10+8,4+2,4+9,8+9,8+6,3+6,1+9,1+2,3+7,1+7,8} = 0,0908; \quad q_2 = 0,1149;$$

$$q_3 = 0,0966; \quad q_4 = 0,0276; \quad q_5 = 0,1126; \quad q_6 = 0,1126; \quad q_7 = 0,0724; \quad q_8 = 0,0701; \quad q_9 = 0,1046; \\ q_{10} = 0,0264; \quad q_{11} = 0,0816; \quad q_{12} = 0,0897.$$

3-ias žingsnis:

$$\frac{1}{12}(79+100+84+24+98+98+63+61+91+23+71+78) = 72,5;$$

$$S = (100 - 72,5)^2 + (100 - 72,5)^2 + (100 - 72,5)^2 + (25 - 72,5)^2 + (40 - 72,5)^2 + (67 - 72,5)^2 + \\ + (88 - 72,5)^2 + (53 - 72,5)^2 + (79 - 72,5)^2 + (70 - 72,5)^2 + (30 - 72,5)^2 + (39 - 72,5)^2 = 7631.$$

4-as žingsnis:

$$T_1=T_2=T_5=T_8=T_9=T_{10}=(2^3-2)+(2^3-2)=12; \quad T_3=0; \quad T_4=T_6=T_7=2^3-2=6.$$

$$\sum_{k=1}^r T_k = 12 \times 6 + 6 \times 3 = 90; \quad W = \frac{12 \times 7631}{10^2(12^3 - 12) - 10 \times 90} = 0,536.$$

5-as žingsnis:

$$\chi^2 = \frac{12 \times 7631}{10 \times 12(12+1) - \frac{90}{12-1}} = 59,0.$$

6-as žingsnis:

$\chi_{lent}^2 = 24,7$ iš [70], kai laisvės laipsnių skaičius lygus 11, o priimto reikšmingumo lygis lygus 1 proc. Kadangi $58,7 > 24,7$, tai ekspertų nuomonės yra suderintos.

Scenarijų įvertinimas kompleksiniu proporcingo įvertinimo metodu

1-as žingsnis:

$$d_{11} = \frac{0,0908 \times 1}{1+1+0,5} = 0,0363; \quad d_{12} = 0,0363; \quad d_{13} = 0,01816; \quad d_{21} = 0,0694; \quad d_{22} = 0,0228;$$

$$d_{23} = 0,0228; \quad d_{31} = 0,0355; \quad d_{32} = 0,0333; \quad d_{33} = 0,0278; \quad d_{41} = 0,01017; \quad d_{42} = 0,00872;$$

$$d_{43} = 0,00872; \quad d_{51} = 0,0295; \quad d_{52} = 0,0536; \quad d_{53} = 0,0295; \quad d_{61} = 0,0300; \quad d_{62} = 0,0300;$$

$$d_{63} = 0,0525; \quad d_{71} = 0,0181; \quad d_{72} = 0,0362; \quad d_{73} = 0,0181; \quad d_{81} = 0,0200; \quad d_{82} = 0,0300;$$

$$d_{83} = 0,0200; \quad d_{91} = 0,00872; \quad d_{92} = 0,0872; \quad d_{93} = 0,00872; \quad d_{101} = 0,0099; \quad d_{102} = 0,0066;$$

$$d_{103} = 0,0099; \quad d_{111} = 0,0326; \quad d_{112} = 0,01632; \quad d_{113} = 0,0326; \quad d_{121} = 0,0333; \quad d_{122} = 0,0231;$$

$$d_{123} = 0,0333.$$

2-as žingsnis:

$$S_{+1} = 0,0694 + 0,0355 + 0,01017 + 0,0295 + 0,0181 + 0,0200 + 0,0099 + 0,0326 + 0,0333 = 0,259;$$

$$S_{+2} = 0,231; S_{+3} = 0,203; S_{-1} = 0,0363 + 0,0300 + 0,00872 = 0,0751; S_{-2} = 0,1535;$$

$$S_{-3} = 0,0794.$$

3-ias žingsnis:

$$Q_1 = 0,259 + \frac{0,0751 \cdot (0,0751 + 0,1535 + 0,0794)}{0,0751 \cdot \left(\frac{0,0751}{0,0751} + \frac{0,0751}{0,1535} + \frac{0,0751}{0,0794} \right)} = 0,385; Q_2 = 0,293; Q_3 = 0,322.$$

4-as žingsnis:

Kadangi $Q_1 > Q_3 > Q_2$, tai pagal prioritetiškumą geriausias yra pirmasis variantas.

5-as žingsnis:

$$N_1 = \frac{0,385}{0,385} \times 100 = 100 \text{ proc.}; N_2 = 76,0 \text{ proc.}; N_3 = 83,7 \text{ proc.}$$

3.7. Miestų darną apibrėžiantys veiksniai ir pasiūlymai Vilniui

Miesto klestėjimas priklauso nuo daugelio dalykų. Autorius pasauliniame kontekste identifikavo pagrindinius miesto darną lemiančius veiksnius ir pateikia konkrečius pasiūlymus, kaip Vilniuje spęsti pagrindines socialines, ekonomines, aplinkosaugos ir infrastruktūros problemas.

Veiksnyys: globalizacija

Globalizacija yra tokia įtakinga, jog paveikė beveik visus svarbius pasaulio miestus, sukeldama tarptautinį darbo pasidalijimą ir kitus procesus gamybos bei socialinio reguliavimo srityje. Šių procesų pasekmė – vadinamųjų „globalinių miestų“ atsiradimas. Ekonominė ir monetarinė Indonezijos krizė parodė, kad globalizacija turi tiek teigiamą, tiek neigiamą poveikį miestų vystymuisi (T. Firmanas) [44].

Nuo Kinijos „atvirų durų“ politikos pradžios, jos ekonomika integravosi į pasaulio ekonomiką ir dabar daro didelę įtaką pasaulio ekonominėms struktūroms. Ši tendencija stimuliuoja Kinijos ekonomikos ir miestų plėtrą (T. Deci) [35].

Pasiūlymai: formuoti Vilniaus, kaip svarbaus Europos miesto, įvaizdį. Palaikyti glaudžius ryšius su kitų šalių sostinėmis ir kitais miestais. Siekti, kad Vilnius taptų tarptautinių politinių, kultūrinių, sporto įvykių vieta. Skatinti tarptautinius tranzitinius transporto srautus.

Veiksny: efektyvus miesto dydis

Pripažįstama, jog miesto darna priklauso nuo jo optimalaus dydžio (R. Capello ir kiti) [26].

Buvo bandyta įvertinti privačias ir socialines išlaidas bei galimą naudą plečiant miestą. Prieita prie išvados, jog didesniuose JAV miestuose socialinių išlaidų prieaugis viršija naudą, vadinasi, tie miestai yra per daug išplėsti. Nustatyta, kad optimalus miesto dydis yra reliatyvus – labai priklauso nuo jame vykstančios gamybos pobūdžio, geografinės padėties, regioninės svarbos, administravimo kokybės, gyventojų sudėties ir demografinės situacijos (V. Hendersonas) [55].

Pasiūlymai: siekti tokio miesto dydžio, kad jame būtų geriausios sąlygos verslui plėtoti ir žmonėms gyventi, o miesto eksploatavimui ir plėtrai reikėtų minimalių išlaidų.

Veiksny: demografiniai pokyčiai

Singapūro ekonominis augimas ir gyventojų skaičiaus augimas sukėlė spartų automobilizacijos lygio kilimą ir su tuo susijusias problemas. Politinės priemonės yra labai svarbios reaguojant į gyventojų skaičiaus didėjimą ir gyventojus apgyvendinant kitose vietose (C. Willoughby) [144].

Seulo pramonės plėtra ir su ja susijęs gyventojų skaičiaus augimas sukėlė fizines ir socialines problemas. Tai vyko nepaisant to, kad valstybinės politikos prioritetas buvo darni regiono plėtra ir buvo bandoma įgyvendinti atitinkama politika (J. A. LaGro) [71].

Pasiūlymai: siekti tolygaus, riboto miesto gyventojų skaičiaus augimo.

Veiksny: mažas ir vidutinės pajamas gaunančių šeimų aprūpinimas kokybišku ir prieinamu būstu

Paprastai socialinio būsto programos stengiasi patenkinti skurstančiųjų būsto poreikį. Tačiau pastebėta, kad čia didelę įtaką turi neformalus sektorius (W. Fekade) [40].

JAV buvo įkurta speciali valstybinė institucija, skirstanti kreditus žemas ir vidutinės pajamas gaunančioms šeimoms. Teigiami rezultatai paskatino teikti dar daugiau kreditų nepasiturintiems žmonėms (L. Andersonas ir kiti) [7].

Pasiūlymai: skatinti gyvenamųjų namų statybą, nepatrauklių miesto gyvenamųjų rajonų atnaujinimą ir plėtrą. Plėtoti socialinio būsto fondą, aprūpinant būstu nepasiturinčius gyventojus.

Veiksny: tolygus miesto augimas

Dabar daugelis specialistų pripažįsta, jog tolygus miestų augimas, užuot jį kontroliavus ir slopinant, yra būtinas ekonomikos plėtrai. Tris dešimtmečius trukę bandymai kontroliuoti

miestų plėtrą Azijos šalyse daugeliu atvejų baigėsi nesėkme. Gyventojų migracijos iš kaimų į miestus ir miestų plėtros kontrolės programos nepasiekė savo tikslų (D. A. Rondinelli) [106].

Pasiūlymai: miesto augimas turi būti kontroliuojamas, tačiau ne itin radikaliomis priemonėmis.

Veiksny: turizmas

Turizmas gali smarkiai stimuliuoti miesto ekonomikos plėtrą, ypač istorinį paveldą turinčiuose miestuose. Tačiau turi būti išplėtotas geras viešbučių, restoranų, parduotuvių tinklas. Turi būti organizuojamos pramogos, įvairūs renginiai ir kt. (P. Hallas) [50].

Pasiūlymai: pagerinti sąlygas užsienio svečiams apgyvendinti, vykdyti aktyvią turizmo verslo rinkodarą, plėtoti miesto turizmo informacinę-techninę bazę.

Veiksny: gyventojų nuostatų keitimas

Gyventojų elgesys priklauso nuo aplinkos, kurioje jie gyvena. Miestas, atskiri jo rajonai lemia tam tikrus gyventojų elgesio modelius (I. Benensonas) [15].

Tihingano miestelio atvejis atskleidė, kad keičiant erdvinį ryšį tarp kaimyninių namų valdų, mažėja socialinis skirtumas tarp skirtingų gyventojų grupių ir kastų (L. S. Sentosa) [114].

Pasiūlymai: skatinti gyventojus rūpintis savo sveikata ir aplinka, ugdyti bendruomeniškumo jausmą. Imtis aktyvesnių priemonių kovai su vaikų teisių pažeidimais, nepilnamečių asocialiu elgesiu bei nusikalstamumu.

Veiksny: elektros naudojimo optimizavimas

Pastebimas didžiulis elektros energijos sunaudojimo buityje šuolis. Toks šuolis susijęs su didele šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija. Lengviausias kelias sumažinti elektros vartojimą – namų ūkyje naudojamos įrangos tobulinimas. Šį procesą turėtų stimuliuoti rinka ir atitinkami įstatymai. Šios priemonės užtikrintų aplinkos apsaugą ir ekonomikos augimą neatsisakant elektros prietaisų naudojimo namų ūkyje (S. R. Tyleris) [125].

Pasiūlymai: rinkos mechanizmų pagalba ir valstybinio reguliavimo priemonėmis skatinti naudoti tobulesnę elektros įrangą, naudojamą namų ūkyje.

Veiksny: žemės naudojimo racionalizavimas

Gyventojų skaičiaus ir žemės naudojimo augimo sparta pralenkė valstybės galimybes planingai reaguoti į šiuos procesus (A. F. Moustapha ir kiti) [88].

Kad būtų apsaugota žemės ūkio paskirties žemė šalia miestų nuo užstatymo gyvenamaisiais namais, planuotojai privalo rasti kompromisą tarp ūkininkų ir miesto gyventojų interesų (C. A. Fergusonas ir kiti) [42].

Daugelyje aukštos ir neaukštos urbanizacijos JAV apygardų dėl gyventojų skaičiaus augimo ir migracijos vyksta miestų plėtra. Kad būtų išsaugota aplinkos kokybė urbanizuojamose teritorijose, žemės naudojimo politika turi siekti bent trijų tikslų: a) minimizuoti tolesnį ekologinės pusiausvyros ardymą; b) atkurti, kur tikslinga, nutrauktus ekologinius ryšius; c) orientuoti naujas statybas netoli miestų centrų (J. A. LaGro) [71].

Viduržemio regionas Valensija yra viena dinamiškiausių Ispanijos sričių, pasižyminti sparčiu miestų, gyventojų skaičiaus augimu, intensyviu žemės ūkiu. Todėl šiame regione vis dažniau kyla konfliktų, kokiame tikslui panaudoti žemę (žemės ūkiui ar pramonei, namų statybai ar draustiniui įkurti), kaip spręsti aplinkosaugos problemas (paviršinio ir požeminio vandens tarša, dirvos ir oro tarša, kraštovaizdžio niokojimas ir pan.). Detalus žemės naudojimo planavimas yra gyvybiškai svarbus sprendžiant žemės naudojimo konfliktus regione (J. R. I. Recatala ir kiti) [102].

Nyderlanduose tebevyksta diskusijos, kokią paskirtį suteikti turimai laisvai žemei. Miestai nuolat kėsinasi į kaimiškas vietas. Daugiatikslis žemės panaudojimas tampa vis svarbesnis. Tačiau biofizinių ir socioekonominių procesų tyrimai rodo, kad dažnai to nepaisoma, ypač planuojant žemės ūkio paskirties žemę. Tai kelia grėsmę darniam žemės naudojimui (G. J. Carsjensas ir W. van der Knaapas) [27].

Pasiūlymai: a) vykdyti darnią prekybos ir gamybos miesto teritorijų plėtrą. Tvarkyti vertingiausias gamtines teritorijas, pritaikant jas turizmui ir poilsiui; b) patenkinti žemės poreikį naujai gyvenamajai statybai, prekybos, paslaugų, smulkaus verslo bei kitoms investicijoms; c) teikti pirmenybę plėtrai miesto ribose. Ribotai naudoti naujas teritorijas. Miesto plėtrą pirmiausia vykdyti ten, kur efektyviausiai būtų panaudota esama socialinė, inžinerinė infrastruktūra, tankinant užstatymą neracionaliai panaudotose teritorijose, gerinti esamą teritorijų aplinkos kokybę, išlaikyti pusiausvyrą tarp gamtinių ir užstatytų teritorijų. Mažaaukštę gyvenamąją statybą vykdyti priemiesčiuose. Miesto centro dalyse statyti daugiaaukščius pastatus. Senamiestyje ir kitose svarbiose miesto istorinėse teritorijose siekti išsaugoti kuo daugiau pastatų, turinčių gyvenamąją funkciją.

Veiksny: miesto infrastruktūros optimizavimas

Didėjančios energijos kainos ir tiekimo sutrikimai paspartino poreikį mažinti energijos poreikį miesto transportui. 49 JAV didmiesčiuose buvo ištirta, kiek miesto planiniai sprendimai daro įtaką kuro sąnaudoms keliaujant miestu. Tyrimai parodė, jog vidutinio dydžio miestuose, kuriuose yra didelis gyventojų tankumas, kuro vienam gyventojui sunaudojama mažiau nei kitų tipų miestuose (D. L. Keyesas) [67].

Integruotas žemės naudojimo ir komunalinių paslaugų tiekimo planavimo ir valdymo modelis generuoja įvairius žemės naudojimo ir komunalinių paslaugų (vanduo, dujos, telefonas ir elektra) teikimo scenarijus. Tai padeda sukurti įvairias alternatyvias miesto plėtros alternatyvas ieškant pigiausių komunalinių paslaugų tiekimo kaštų (L. O. Marquez ir kiti) [83].

Pasiūlymai: stengtis, kad miesto socialinė ir inžinerinė infrastruktūra atitiktų naujausius reikalavimus. Plėtoti teritoriškai darnią socialinę-kultūrinę infrastruktūrą. Optimizuoti socialinės rūpybos ir sveikatos apsaugos infrastruktūrą. Gerinti kultūros, sporto, laisvalaikio organizavimo infrastruktūrą. Sukurti planavimo ir valdymo sistemą miesto inžinerinės infrastruktūros plėtrai reguliuoti. Atnaujinti senas ir plėtoti naujas vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo sistemas. Tobulinti energetikos sistemą.

Veiksny: taršos minimizavimas

Pastatų griovimo atliekų perdirbimas į užpildus yra šiuolaikiškas požiūris mažinant aplinkos taršą. Taip sumažinamas atliekų kiekis ir gamtinių užpildų naudojimas. Pagrindinės sąlygos pastatų atliekoms perdirbti yra: atliekų kiekis, perdirbimo patirtis, techninė ir aplinkos standartizacija, įdiegtos technologijos ir kt. (R. Hadjieva-Zaharieva ir kiti) [49].

Miestai yra sudėtingos ekosistemos dalis ir visame pasaulyje susiduria su oro tarša, rūgščiais lietumis, smogu, vandens trūkumu, šiukšlių tvarkymu. Singapūro pavyzdys rodo, kaip miesto plėtra ir aplinkos vadyba vyksta vienu metu dėl elito, politikų ir ryžtingo vyriausybės kišimosi. Lygiai taip pat vyko miestų planavimas ir vietovių urbanizavimas, taip pat buvo stengiamasi išsaugoti gamtinį bei istorinį kraštovaizdį. Tai buvo pasiekta nuolat šviečiant visuomenę ir formuojant atitinkamas gyventojų nuostatas į aplinkosaugos problemas informuojant per žiniasklaidą, kampanijų metu ir įstatymiais apribojimais (V. R. Savage'as ir kiti) [112].

Pasiūlymai: keisti gyventojų nuostatas į aplinkos problemas per žiniasklaidą, įvairių kampanijų metu ir įstatymu įteisintais apribojimais.

Veiksny: miesto atnaujinimas

Jungtinėje Karalystėje buvo vertinamas gyventojų sergamumas chroniškais ligomis, nusiskundimai prasta savijauta, nerimu, depresija. Tyrimai parodė, kad egzistuoja ryšys tarp būsto, jo prieigų ypatybių ir gyventojų sveikatos būklės. Įsitikinta, jog būsto ir jo aplinkos problemos yra labai aktualios. Būsto kokybės pagerinimas ir miesto atnaujinimas pagerintų gyventojų sveikatos būklę (S. Macintyre'as ir kiti) [80].

Miesto atnaujinimas realizuoja darnaus vystymosi idėją, atgaivinant apleistą miesto žemę ir pastatus. Sykiu sumažėja periferinės plėtros poreikis, skatinamas kompaktiško miesto formavimasis (Ch. Couchas ir kiti) [33].

Pasiūlymai: inicijuoti gyvenamųjų teritorijų ir pastatų atnaujinimą. Sutvarkyti apleistas teritorijas ir pastatus.

Veiksny: gyventojų švietimo lygio kėlimas

Naujausios literatūros apžvalga rodo, kad švietimas labai svarbus miesto ekonominiam ir socialiniam augimui, taip pat individo tobulėjimui (A. Tanselis) [124].

Pastebėta, jog švietimo plėtra ir užimtumo įstatymai po truputį mažina darbuotojų atlyginimų skirtumus. Švietimo plėtra tarp moterų gerokai sumažino atlyginimų skirtumus tarp lyčių (Y. P. Chungas) [31].

Pasiūlymai: kurti nuolatinio mokymosi ir kvalifikacijos kėlimo sistemą. Kelti visuomenės žinių lygį informacinių technologijų srityje, siekti, kad internetas taptų prieinamas kiekvienam. Tobulinti švietimo ir ugdymo infrastruktūrą.

3.8. Trečiojo skyriaus išvados

1. Miesto darnos įvertinimui turi būti parinktas toks rodiklių skaičius ir derinys, kuris geriausiai atspindi suinteresuotų grupių interesus. Rodikliai turi būti aktualūs, lengvai suprantami, surinkti iš patikimų informacijos šaltinių, lengvai nustatomos jų reikšmės. Atliekant įvertinimus pastebėta, jog informacijos egzistavimas iš esmės lemia rodiklių pasirinkimą.
2. Pasiūlyta koncepcinė miesto darnos rodiklių sistema, kuri sudaryta iš keturių pagrindinių grupių: socialinės, ekonominės, aplinkos ir inžinerinės-techninės. Tai leidžia visapusiškai apibūdinti visus miesto komponentus.
3. Sudarytas trijų lygmenų miesto darnos įvertinimo ir vystymo planavimo modelis. Jo dėka galima nustatyti miesto vidinę ir išorinę darną, atrinkti geriausią miesto ateities vystymosi scenarijų. Lygmenys leidžia rodiklių sistemą skaidyti į kelias dalis.
4. Pritaikius sukurtąjį modelį, išspręsti trys praktiniai uždaviniai. Pastebėta, jog yra rodiklių, kurie sunkiai pasiduoda maksimizavimui ar minimizavimui. Tokių rodiklių reikia iš viso atsisakyti arba taikyti sąlyginį maksimizavimą ar minimizavimą.
5. Ištyrus pasaulio miestų vystymosi tendencijas, nustatyta trylika pagrindinių miesto darną apibūrinančių veiksnių ir pateikti pasiūlymai, kaip padidinti darną Vilniuje.

4. INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS DARNIAM MIESTUI MODELIUOTI

4.1. Bendrosios žinios

Informacinės technologijos – tai organizacinių bei technologinių priemonių visuma, leidžianti rinkti, saugoti, analizuoti, pertvarkyti, pavaizduoti ir siųsti įvairius duomenis.

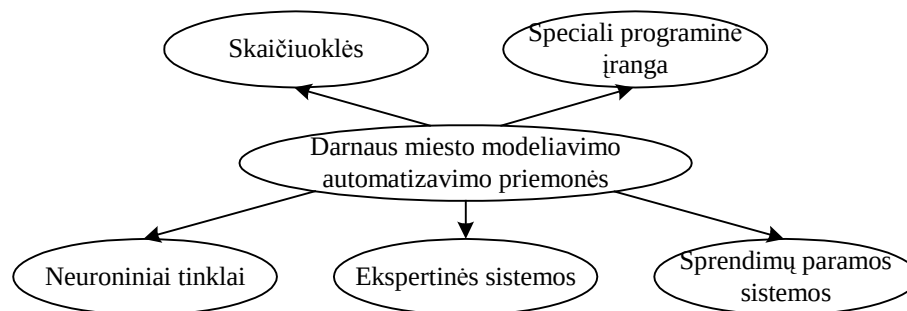
Miesto darnos įvertinimas ir ateities vystymosi numatymas bei planavimas susideda iš dviejų pagrindinių etapų: informacijos rinkimo ir daugiakriterinio įvertinimo. Pirmajam etapui reikia išsamios ir įvairios informacijos, ji turi būti atitinkamai apdorojama ir klasifikuojama, nes darnų miestą apibūdina sudėtinga rodiklių sistema. Daugiakriteriniam įvertinimui atlikti (antrasis etapas) naudojama daug sprendimo priėmimo metodų, kurių matematinė išraiška gana sudėtinga.

Darnaus miesto modeliavimas rankiniu būdu yra daug sąnaudų reikalaujantis procesas. Informacinių technologijų taikymas leidžia tipines, daug kartų pasikartojančias operacijas atlikti automatizuotu būdu, taip išlaisvinant planuotojus nuo brangiai kainuojančio mechaninio, lėto ir monotoniško darbo.

4.2. Darnaus miesto vystymosi analizės ir planavimo automatizavimo priemonės

4.2.1. Skaičiuoklės, speciali programinė įranga, sprendimų paramos sistemos, ekspertinės sistemos, neuroniniai tinklai

Darnaus miesto vystymosi planuotojai gali naudoti skaičiuokles, analizatorius, specialią programinę įrangą, neuroninius tinklus, ekspertines ir sprendimų paramos sistemas ir kt. (žr. 4.1 pav.). Pažymėtina, jog minėtų priemonių klasifikacija yra gana sąlygiška.



4.1 pav. Darnaus miesto modeliavimo automatizavimo priemonių klasifikacija pagal tipus

Skaičiuoklė yra programa, kuri atlieka matematinius skaičiavimus. Skaičiuoklėmis gali būti paprasčiausios programos, atliekančios elementarias matematines funkcijas; taip pat programos, atliekančios sudėtingus matematinius ir statistinius skaičiavimus. Kai kurie tinklapiai [216] turi darnaus miesto vystymosi skaičiuokles.

Suinteresuotos grupės įvairiems tikslams taip pat naudoja *specialią programinę įrangą*: Rural/Urban Projection (RUP) programa [227] atmosferos užterštumui, energijos taupymui, oro kokybei, pastatų įrenginiams vertinti, saulės/klimato analizei; komunalinėms įmonėms vertinti; vėdinimo/oro srautams ir vandens apsaugai nuo užterštumo modeliuoti [185].

Darnaus miesto vystymosi projektuotojai gali naudoti įvairias *sprendimų paramos sistemas*. SPS – tai sistema, kuri talkina sprendimų priėmėjams, naudojančioms meniu ar komandinę sistemą. SPS gelbsti formuojant alternatyvas, įvertinant duomenis, kuriant modelius ir interpretuojant rezultatus. Pavyzdžiui, kai kurie mokslininkai (M. Rylattas ir kiti) [104] aprašo saulės energetikos plėtros sistemą, sudarytą iš metodologijos ir sprendimų paramos sistemos, skirtos projektuotojams ir konsultantams energetikos klausimais. Ši sistema skirta nustatyti saulės potencialui ir jį panaudoti mieste. Sistema pradės priimti sprendimus diegiant šias saulės energetikos technologijas: saulės katilus karštam vandeniui paruošti, saulės elementus, naudojant pasyviąją saulės energiją.

Ekspertinės sistemos padeda spręsti sudėtingas, bet aiškiai suformuluotas užduotis. Yra sukurta (A. Onishi) [95] ekspertinė sistema FGMS200 integruotam, globaliam modeliavimui. Ši sistema sukurta kaip visuomenės informavimo priemonė pasaulio visuomenei, kad būtų ieškoma galimybių derinti įvairių šalių politikas siekiant darnaus pasaulio vystymosi.

Neuroniniai tinklai yra skaičiavimo metodas, mėgdžiojantis žmogaus smegenų veiklą. Kai grupė veikiančių elementų priima informaciją, tuo pat metu susiformuoja ryšiai tarp elementų, atpažįstami pasikartojantys veiksmi. Pavyzdžiui, regioninio vystymosi alternatyvų pasekmių internetinei analizei buvo naudota RDBMS-Neural sistema (P. Khanna ir kiti) [69]. Gauti rezultatai naudojami kaip darnios plėtros rodikliai. Neuroniniai tinklai panaudoti hidrologijoje modeliuojant Himalajų ledynų tirpimą (A. M. Buchas ir kiti) [20]. Panašiai buvo prognozuojami upės vandens srautai (R. Ichikawa ir kiti) [58], elektros energijos poreikis (J. L. Yuanas ir T. I. Fine'as) [60]. Dirbtiniai neuroniniai tinklai buvo panaudoti kuriant užtvankų estetinį dizainą (Furuta ir kiti) [45]. Kita neuroninių tinklų taikymo sritis – vandens valymo įrenginių kontrolės sistemų kūrimas (M. Cote'as ir kiti) [32].

Pasaulyje plačiai naudojama daugelis populiarių miesto plėtros modeliavimo, sprendimų priėmimo paramos ir kitų miesto bendruomenei aktualių problemų nagrinėjimo automatizavimo priemonių.

Viena jų – iš trijų paketų sudaryta programinė įranga CommunityViz [188]. Pirmasis paketas, *Scenario constructor*, leidžia atlikti įvairių plėtros variantų analizę. Antrasis paketas, *3D Town Builder*, leidžia sudaryti miesto modelį ir jį nagrinėti. Trečiasis paketas, *Policy Simulator*, padeda vartotojams prognozuoti žmonių reakciją į įvairius valdžios sprendimus. Šios programinės įrangos privalumas tas, kad visi trys paketai tarpusavyje integruoti. Pavyzdžiui, *3D Town Builder* paketu generavus naujus pastatus, tai atsispindi kituose paketuose. Arba, *Policy Simulator* sumodeliavus gyventojų padidėjimą, iš karto galima patikrinti, kaip tai atsilieps miesto modeliui.

GIS pagrindu veikianti planavimo paramos sistema INDEX [205] naudoja rodiklių sistemą miesto planui įvertinti. Yra kelios šios programinės įrangos versijos. Dvi versijos – standartinė ir su specialiomis funkcijomis skirta profesionaliems planuotojams, o trečia versija skirta visuomeninėms organizacijoms. Bet kurios versijos programinė įranga atlieka šias funkcijas: a) planų generavimas atlikus problemų identifikaciją, išnagrinėjus alternatyvas ir nusistačius tikslus; b) priimtų planų įvertinimas, ar jie atitinka formalius tikslus; c) periodiška siekiamų tikslų įgyvendinimo kontrolė plano vykdymo metu. Programa pagal suinteresuoto asmens sudarytą rodiklių grupę kiekybiškai ir grafiškai vertina esamą situaciją ir planinius pasiūlymus. Sistemos nagrinėjamos sritys: žemės naudojimas, transportas ir gamtiniai ištekliai. Sudaromos prognozės gali siekti iki 20 metų. Nagrinėjamas objekto dydis gali įvairuoti – nuo atskiro pastato iki konkretaus miesto kvartalo.

PLACES [224] programinės įrangos naudojimo sritis – teritorijos ir miestų planavimas. Sistema padeda bendruomenėms suvokti, kad joje vykstantys procesai gali prisidėti stiprinant darną. *PLACES* remiasi šiais pagrindiniais principais: 1) visuomenės dalyvavimas – suinteresuotų grupių atstovai, atsakingi už darnos principų įgyvendinimą ir bendrąjį planavimą; 2) planavimas ir projektavimas – aiškus principų rinkinys, kuris įkūnija bendruomenės vertybes, taupaus išteklių naudojimo bei darnos viziją; 3) įvertinimas – kiekybinis energinių, ekonominių ir aplinkos rodiklių skaičiavimas planų sudarymo ir įgyvendinimo fazės metu.

Įvairių suinteresuotų pusių svarstymus ir diskusijas regiono darnos klausimais palengvina QUEST [226] programa. Ji leidžia aktyviai nagrinėti regionų įvairius galimus ateities scenarijus ir apskaičiuoti jų socialines, ekonomines ir įtakos aplinkai padarinius. Programinė įranga gali būti pritaikyta kokrečiam regionui ir skirta naudoti tiek specialistams, tiek nespecialistams. Sistema buvo naudota įvairiuose projektuose visame pasaulyje.

Su GIS susijusi sistema WHAT IF [242] gali nagrinėti alternatyvius ateities visuomenės vystymosi scenarijus ir su tuo susijusius teritorijos naudojimo modelius, gyventojų skaičiaus pokyčius, būsto bei gyventojų užimtumo tendencijas. Nesudėtingi žemėlapiai ir lentelės

leidžia valstybės pareigūnams ar paprastiems piliečiams patikrinti įvairių sprendimų, pavyzdžiui, riboti miesto plėtrą, išsaugoti žemės ūkio paskirties žemę, padarinius. Programinė įranga naudoja esančią GIS informaciją, ji skirta nespecialistams priimti kompromisinius sprendimus bendruomenės susirinkimuose. *WHAT IF* gali būti panaudota nustatant žemės tinkamumą tam tikrai veiklai vykdyti, prognozuojant žemės poreikį ateityje, sudarant žemės naudojimo planą ir paskirstant žemę pagal tam tikrą paskirtį.

Airhead [174] kalkuliatorius padeda žmonėms sumažinti oro taršos įtaką kasdieninėje veikloje. Specialiame tinklapyje esantis emisijų kalkuliatorius padeda nustatyti ir stebėti dėl žmonių veiklos atsirandančią oro taršą, taip pat atlikti įvairių vartotojams skirtų gaminių sukeltą santykinę oro taršą. ICLEI Commuter Calculator [204] apskaičiuoja šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos pokyčius įvertinęs įvairias darbuotojo važiavimo į darbą ir atgal transporto priemones.

EGIS [193] kuriama sistema teiks informaciją apie tam tikrose teritorijose esančias dykvietes, pavojingųjų atliekų sandėliavimą, oro taršą ir nuotekinių vandenų debitą. Individualiai analizei naudotojai galės įvesti savo informaciją.

Bene plačiausiai miestų savivaldybių naudojama ArcView GIS [176] programinė įranga. Šią programą galima įdiegti paprastame personaliniame kompiuteryje. Ja gali naudotis planuotojai ir kiti specialistai, kuriems reikalinga lengvai prieinama, paprastai koreguojama ir patogiai operuojama informacija. Renkama informacija yra grupuojama ir saugoma duomenų bazėse.

ArclMS [176] internetu prieinama sistema. Pavyzdžiui, bendruomenės gyventojas gali rasti jį dominančios informacijos apie jo gyvenamąją vietą, naudodamasis interneto prieiga.

Trimatės animacijos programinės įrangos AutoDesk VIZ [178] dėka galima sukurti labai smulkius ir tikroviškus trimačius modelius. Objektų vizualizacija demonstruojama iš anksto numatyto rakursu, įvertinama apšvietimo ir šešėlių įtaka objektui.

Creator [191] – trimatę modeliavimo sistemą – galima įdiegti paprastame personaliniame kompiuteryje, tačiau būtinas tinkamas pasiruošimas darbui šia programa. Be to, reikalinga papildoma programinė įranga ir skaitmeninė kamera. Šia sistema galima sukurti daugybę objektų naudojant paprastas geometrines figūras, taip pat tikroviškus objektus, naudojant realias tam tikros vietos fotografijas. VIO [239] programine įranga patogų tyrinėti objektą iš bet kokio norimo taško. Galima realaus laiko vizualizacija ir vizualizacija iš anksto numatyto rakursu.

3D Analyst [176] yra papildoma priemonė trimačiams modeliams kurti ir skirta programinei įrangai *ArcView GIS*. Sukurti modeliai gali būti analizuojami dvimatėje ir

trimatėje erdvėje. Tačiau *3D Analyst* neatlieka realaus laiko vizualizacijos. Pagrindinės sistemos funkcijos: generuoja trimačius vietovės ir pastatų vaizdus iš GIS duomenų bazių; vaizdų pritraukimas ir panoramavimas.

SiteBuilder [191] gali greitai generuoti trimatį vietovės modelį iš GIS duomenų. Taip pat gali atlikti greitą vietovės vizualizaciją, bet ne taip tikroviškai kaip Creator ar VIO. Su papildoma programine įranga galima kurti tobulesnius modelius, kurie vietovę atspindi kur kas tiksliau.

Daugiamatė sistema Creator/VIO-GIS [239] suteikia trimatę realaus laiko funkciją programai ArcView GIS. Sistema įdiegiama paprastame personaliniame kompiuteryje. Galimybės: trimačio modelio nagrinėjimas iš bet kurio norimo taško; projektuojamų vaizdų peržiūra realiu laiku; galima iš anksto numatyti stebėjimo taškus, įrašyti ir vėliau iš naujo pademonstruoti „pasivaikščiojimą“ po virtualų miestą. CommunityViz [187] programinis paketas taip pat turi analizės, trimatės vizualizacijos ir sprendimų pasekmių modeliavimo funkcijas. Sistemos pagrindinės funkcijos: trimatis realaus laiko „pasivaikščiojimo“ ir „skrydžio“ modeliavimas po virtualų miestą; GIS dėka galima analizuoti priimtų sprendimų trumpalaikius ir ilgalaikius padarinius aplinkai.

Council ir WebCouncil [190] – tai sistemos, kurios pagerina bendruomenės dalyvavimą priimant sprendimus. Šios sistemos padeda didelėms grupėms generuoti idėjas ir sudaryti atgalinį ryšį. Kompiuteriai sujungiami bevieliu ryšiu ir taip užtikrinamas maksimalus mobilumas ir sumažinamas sprendimo priėmimo laikas. TRANSIMS [233] sistema atlieka transportavimo ir oro kokybės analizės ir prognozės procedūras. Naudodama pažangius skaičiavimo ir analizės metodus bei modelius ir duomenų bazes, sistema generuoja integruotą regioninės transportavimo sistemos modelį. Modeliavimo rezultatai padeda priimti sprendimus specialistams, kurie tiria aplinkos taršos, energijos vartojimo, teritorijos planavimo, eismo saugumo, transporto infrastruktūros ir kitų faktorių įtaką gyvenimo kokybei, produktyvumui ir ekonomikai.

Modeliavimo sistema UrbanSim [234] padeda bendruomenėms kompleksiškai spręsti žemės naudojimo, transportavimo ir aplinkos planavimo uždavinius. Atsižvelgiant į įvairius žemės naudojimo, transportavimo ir aplinkosauginės politikos scenarijus modeliuojama būsto ir darbo vietų dislokacija, nekilnojamojo turto kainos. UrbanSim teritoriją suskirsto į 150×150 m tankumo tinklą, todėl gali padėti spręsti tiek rajonines, tiek regionines problemas.

Programinė įranga ENERGY-10 [196] gali atlikti įvairių dienos šviesos, pasyvaus saulės šildymo ir efektyvaus vėdinimo variantų modeliavimą ankstyvojoje pastato projektavimo stadijoje. Tai leidžia surasti efektyviausius pastato konstrukcinius, inžinerinės

įrangos sprendimus. Sistemos pritaikymo sritis: mokyklos, bibliotekos, biurų pastatai ir gyvenamieji pastatai, kurių plotas ne didesnis kaip 10 000 kvadratinų pėdų.

LEM [213] programa skirta kreditoriams, teikiantiems paskolas būstui įsigyti. Ši programa, naudodama GIS technologiją, padeda nustatyti pastatus, kurie yra netoli visuomeninio transporto linijų. Įvertinama, kiek gyventojai galėtų sutaupyti važinėdami visuomeniniu transportu užuot naudojęsi automobiliu. Apskaičiuojama, kiek išlaidų skirtumo dėka galima padidinti suteikiamo kredito dydį.

Atlikęs populiariausių automatizavimo priemonių analizę, autorius jas suklasifikavo (žr. 4.1 lentelę).

4.1 lentelė. Darnaus miesto modeliavimo automatizavimo priemonių klasifikacija pagal naudojamą technologiją

Naudojama technologija	Automatizuota sistema
Internetinės sistemos	Airhead; ICLEI Commuter Calculator; EGIS
Geografinės informacinės sistemos (GIS)	ArcView GIS; ArcIMS; Community Viz; INDEX; WHAT IF
Trimatė animacija	AutoDesk VIZ
Trimatė GIS	3D Analyst; SiteBuilder; Creator/VIO-GIS; Community Viz;
Trimatis realaus laiko modeliavimas	Creator; VIO
Kitos	TRANSIMS; UrbanSim; ENERGY-10; LEM; Council; WebCouncil; PLACES; QUEST

4.2.2. Įvertinimo sistemos

Pastatai, statiniai su jų aplinka, taip pat inžinerinės komunikacijos yra svarbūs miestų elementai. Nuo jų tiesiogiai priklauso inžinerinio-techninio miesto darnos komponento būseną. Be to, statiniai, infrastruktūra netiesiogiai veikia miesto socialinę, ekonominę, gamtinę sferas. Pavyzdžiui, šildant neekonomiškus pastatus labiau teršiama atmosfera; netinkamas patalpų mikroklimatas sukelia didesnę gyventojų ar darbuotojų sergamumą; nelankstus patalpų išplanavimas reikalauja didesnių kaštų keičiant jų paskirtį.

Pasaulyje sukurta daug įvairių sistemų, kurios įvertina pastatų ir jų infrastruktūros sunaudojamų išteklių kiekį, poveikį aplinkai ir kt. juos projektuojant, statant bei eksploatuojant. Toliau pateikiama trumpa tokių pasaulyje egzistuojančių sistemų analizė.

Hierarchinė vertinimo sistema GBTool (Kanada) [200] skirta daugiabučiams gyvenamiesiems namams, biurų pastatams, mokykloms vertinti. Ji apima nuo 100 iki 150 įvairių kriterijų. Programa jau įvertinti 34 pastatai 14-oje įvairių šalių. Vertinama sudarant projektą arba baigus statybą. Vertinti naudojama kiekybinė ir kokybinė informacija. Vertinimo objektas – pastatas, iš dalies vertinama ir jį supanti aplinka. Pažymėtina, jog

aplinkos veiksniai gali būti vertinami kartu su pastatu. Sistema skirta ecožymėjimui; pastatams sertifikuoti; eksploatavimui planuoti; nustatytų tikslų laikymosi kontrolei, projektavimo principams formuoti.

Komercinė pastatų vertinimo sistema LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*, JAV) [212] pagrįsta patikrintų mokslo žinių naudojimu. Ji vertina viso pastato įtaką aplinkai jo egzistavimo proceso metu. Sistemos esmė – įvertinti projektuojamus ir esamus komercinius, municipalinius, daugiaaukščius gyvenamuosius pastatus energijos suvartojimo ir poveikio aplinkai požiūriu. Kad būtų atspindėtas kiekvienas kriterijus, suteikiamas atitinkamas balų arba kreditų skaičius ir apskaičiavus pateikiamas tam tikras subalansuotumo lygmuo. Vertinimo sistemos naudotojai, išklause kursų ir išlaikę egzaminus, turi gauti sertifikatą. Sistemos naudotojai – pastatų projektavimo specialistai, statybos verslo atstovai, taip pat įrenginiais dirbantis personalas. Sistemos privalumai: daugybė tiriamų problemų ir paprasta naudoti.

Metodas BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*, Jungtinė Karalystė) [183] teikia autoritetingus patarimus, kaip mažinti neigiamą pastatų poveikį aplinkai lokaliu ir globaliu mastu. Vertinimo rezultatas – sertifikatas, kuris apibūdina pastato poveikį aplinkai. Vertinimo sistema naudojasi savininkai, naudotojai, investicinių projektų vadovai. Vertinamos keturios rodiklių grupės: valdymas, sveikata ir komfortas, energija, transportas, vandens suvartojimas, medžiagos, žemės naudojimas, sklypo ekologija, tarša. Sistema gali vertinti naujai pastatytus ir rekonstruojamus pastatus, taip pat galima pastatų lyginamoji analizė. Dirbti su sistema gali tik licencijuoti specialistai. Naudojama kiekybinė ir kokybinė informacija.

Pristatoma (I. Harmaajärvi) [51] programinė įranga *EcoBalance*, kuria galima nustatyti energijos, kitų išteklių sąnaudas, teršalų emisijas, pinigines išlaidas, atsirandančias gyvenamųjų rajonų ir miesto statinių gyvavimo periodo metu.

LCA-HOUSE (Suomija) [137] sistemos tikslas – įvertinti pastatų įtaką aplinkai, atlikti pastatų lyginamąją analizę ir įvairius konstrukcinius sprendimus. Ji gali naudotis mokslininkai, architektai, konstruktoriai, pastatų naudotojai ir statybinių medžiagų gamintojai. Svarbus sistemos bruožas tas, jog ji įvertina aplinkos taršą, energijos suvartojimą per ilgą pastato gyvavimo laikotarpį (jo metu poveikis aplinkai daug didesnis nei medžiagų gamybos metu). Programa gali būti naudojama šiais tikslais: ištirti pastato įtaką aplinkai parinkus tam tikras medžiagas ir eksploatacijos periodą; patikrinti, ar tenkinamos poveikio aplinkai charakteristikos; patikrinti, kaip priežiūros, remonto procedūros veikia aplinką;

palyginti įvairių konstrukcijų, turinčių tuos pačius funkcinis vienetų, poveikį aplinkai; palyginti įvairių medžiagų poveikį aplinkai.

Pastato įtakos aplinkai vertinimo priemonė BEAT 2000 (Danija) [98] – tai kompiuterinė programa, taikanti gyvavimo ciklo metodą ir įvertinanti pastatų ir jų elementų įtaką aplinkai. Ši programa sudaryta iš duomenų bazės, kurioje laikoma visa kiekybinė su aplinka susijusi informacija, ir skaičiuoklės, kuri nustato pastatų ir jų elementų įtaką aplinkai. Duomenų bazėje yra informacija apie dažniausiai pasitaikančius energijos šaltinius, transporto rūšis, statybines medžiagas ir elementus, naudojamus Danijos statybos pramonėje. Informacija apie importinius produktus surinkta iš atitinkamų žinybų. Be kita ko, programa gali įvertinti globalinį atšilimą ir ozono sluoksnio plonėjimą. Visi rezultatai gali būti išspausdinti lentelių ir grafikų forma. *BEAT 2000* taip pat gali analizuoti neapibrėžtumus, naudodama vadinamąjį nuoseklųjį vertinimą.

LCA-Tool (Suomija) [103] programa dirba „Windows“ terpėje ir skaičiuoja pastatų konstrukcijų įtaką aplinkai, taip pat vertina technines pastato sistemas. Ekologinis dizainas apima gyvavimo ciklo skaičiavimus įvairiais lygiais. Konceptinėje fazėje gali būti įvertintas energijos naudojimas ir pastato įtaka aplinkai esant įvairioms pastato formoms, orientacijai pasaulio šalių atžvilgiu ir kt. Kitoje fazėje lyginamos skirtingos techninės sistemos, naudojant detalųjį modeliavimą ir gyvavimo ciklo analizę. Esant detaliajam projektavimui, galima palyginti suprojektuotų sistemų, įrangos ir net medžiagų įtaką aplinkai, naudojantis gamintojų duomenimis. Programos ypatybė ta, jog visi skaičiavimo etapai yra integruoti, t. y. vieno programos modulio išeities duomenys tampa kito modulio pirminiais (įeities) duomenimis.

Ecole des Mines de Paris komandos sukurta EQUER (Prancūzija) [92] programa taiko gyvavimo ciklo analizės metodą. Duomenų bazėse esantys duomenys būdingi Šveicarijai ir Vokietijai. Programa pateikia dvylika su aplinka susijusių rodiklių. Skaičiavimo rezultatai pateikiami taip, kad būtų galima matyti, kokią įtaką aplinkai daro kiekviena pastato egzistavimo fazė. Taip pat galima palyginti įvairius konstrukcinius variantus.

CSTB ir Savoijos universitetams bendradarbiaujant sukurta ESCALE (Prancūzija) [92] programa gali įvertinti pastato kokybę aplinkos požiūriu dar jį projektuojant. Išskiriama vienuolika skirtingų kriterijų, apibūdinančių, pavyzdžiui, poveikį pastato aplinkai, naudotojo komfortui, sveikatai ir kt. Programoje yra du modelių tipai: paprastas ir detalusis. Modelis parenkamas atsižvelgiant į tai, kiek išsami turima informacija. Skaičiavimo rezultatai išreiškiami balais, kurie parodo kriterijų reikšmes.

PAPOOSE (Prancūzija) [92] sukurta TRIBU ir apibūdinama kaip priemonė, palengvinanti pastatų naudotojų sprendimų priėmimą. Programoje numatyti įvairūs

projektavimo etapai, apimantys tuziną su aplinka susijusių rodiklių, tačiau daugiausia dėmesio skiriama energijos vartojimui ir išlaidoms. Rezultatai pateikiami skaitmenine ir grafine forma, dažniausiai išreiškiant procentais.

TEAM (Prancūzija) [92] sukurta „Ecobilan TEAM LCA“ programos pagrindu ir pritaikyta statybos sektoriui programa leidžia vartotojui modeliuoti tam tikras sistemas ir subsistemas. Vartotojas gali pasirinkti vieną iš daugelių metodų, kad įvesta informacija būtų apdorota ir apskaičiavus būtų pateikti tinkami poveikio aplinkai rodikliai.

Kompiuterinė programa MCDM-23 (JAV) [13] sukurta JAV Nacionalinės alternatyviosios energetikos laboratorijos. Ši sistema automatizuotai atlieka daugiakriterinę analizę. Sprendimo rezultatai pateikiami lentelės forma ir su ja susijusia žvaigždine diagrama, kuri parodo, kaip du ar daugiau projektų eskizai išsidėstę pagal pagrindinius šešis kriterijus: gyvavimo ciklo kainą; išteklių naudojimą; poveikį aplinkai, funkcionalumą, architektūrinę kokybę ir vidaus (mikroklimato) kokybę.

Pastatų įtakos vertinimo aplinkai metodas EcoEffect (Švedija) [142] skirtas projektuojamiems daugiabučiams gyvenamiesiems pastatams įvertinti. Vertinimo rezultatai pateikiami keturiais aplinkos aspektais: energijos ir medžiagų naudojimas, kuris lemia poveikį išorės aplinkai; vidaus ir išorės mikroklimatas, kuris lemia vidaus mikroklimato pokyčius. Poveikiai išorės aplinkai skaičiuojami naudojant LCA (gyvavimo ciklo analizę). Vidaus mikroklimato pokyčiai nustatomi kriterijų sistema.

Eco-Quantum (Nyderlandai) [183] sudaro dvi *Eco-Quantum* versijos. *Eco-Quantum Research* skirta modeliuoti biuro pastatams, *Eco-Quantum Domestic* – gyvenamiesiems pastatams. Modeliavimo metu nustatomi tokie sprendimai, kurie yra priimtiniausi aplinkai. *Eco-Quantum* yra kompiuterinė programa, taikanti gyvavimo ciklo analizės metodą nustatyti poveikį aplinkai visą pastato gyvavimo periodą – žaliavų iškasimas, statybinių medžiagų gamyba, pastatų statyba, naudojimas, griovimas ar pakartotinis naudojimas. Programa išbandyta architektų, statybos pramonės įmonių, municipalitetų ir kitų organizacijų.

GreenCalc (Nyderlandai) [66, 202, 203] programa skaičiuoja išlaidas, reikalingas išvengti aplinkos niokojimo pastatų statybos ir eksploatacijos metu. *GreenCalc* taiko gyvavimo ciklo vertinimo metodą, tačiau juo neapsiriboja. Dėl duomenų trūkumo gyvavimo ciklo analizė dažniausiai būna neišsami. *GreenCalc* remiasi TWIN koncepcija, kuria naudojantis galima įvertinti ir kiekybinius, ir kokybinius duomenis. Todėl įvertinami ne tik energijos, medžiagų ir vandens sunaudojami kiekiai, bet ir kiti aspektai. Ši programa daugiausia taikoma biuro pastatams modeliuoti.

EcoProP (Suomija) [192] programa leidžia vartotojui pasirinkti išmatuojamus rodiklius subalansuotai projektuoti pastato gyvavimo proceso pradžioje. Pagrindiniai šios programos vartotojai – nekilnojamojo turto savininkai. Naudotojai gali programos duomenų bazes papildyti savo duomenimis, o paskui jas naudoti kitiems projektams vertinti. Kadangi programa sprendžia daugelį klausimų, daug reikiamos informacijos programos duomenų bazėse trūksta.

BEES (*Building for Environmental and Economic Sustainability*, JAV) [183] kompiuterinė programa padeda vartotojui pasirinkti statybines medžiagas ir gaminius biuro bei gyvenamiesiems pastatams, kad šie atitiktų ekologinius ir ekonominius kriterijus. Gali būti palyginta daugybė alternatyvių pastato konstrukcijos medžiagų, atsižvelgiant į kiekvieną ekologinį ir ekonominį kriterijų atskirai ar jų kombinaciją. Poveikis aplinkai nustatomas taikant gyvavimo ciklo įvertinimo metodą, reglamentuotą ISO 14000 standartu. Ekonominės charakteristikos yra sukuriamos vadovaujantis gyvavimo ciklo kainos nustatymo metodu. Bendra ekologinė ir ekonominė charakteristika sukurama remiantis daugiakriterine analize.

BRE Environmental Profiles (Jungtinė Karalystė) [183] metodas skirtas lyginti surinktus ir teikiamus ekologinius duomenis apie medžiagas. Tai leidžia architektams, klientams priimti pagrįstus sprendimus dėl statybinių medžiagų ir komponentų parinkimo. Medžiagų gamintojai gali papildyti duomenų bazę naujomis medžiagomis su jų apibūdinamosiomis savybėmis. Metodas taikomas pastatams projektuoti, statyti, eksploatuoti. Tačiau jį galima taikyti ir statybinių medžiagų gamyboje.

Programinė įranga OSLAT (*Office, Schools and Local Authority Toolkits*, Jungtinė Karalystė) [183] padeda pastatų ūkio valdymo specialistams arba biurų valdytojams mažinti pastatų įtaką aplinkai ir parodo, kaip galima sutaupyti lėšų. Programa gali vertinti su pastato egzistavimu susijusius poveikius aplinkai, išskyrus gamybos procesą. Analizuojami ir tiesioginiai, ir netiesioginiai veiksniai.

Pirmoji Jungtinės Karalystės programinė įranga ENVEST [183] vertina pastato įtaką jo gyvavimo ciklo metu nuo pat ankstyvosios jo projektavimo fazės. Programa gali vertinti medžiagų sunaudojimą statant biuro pastatus ir energijos bei kitų išteklių sunaudojimą egzistavimo laikotarpiu. ENVEST leidžia vartotojui akimirksniu gauti informacijos apie tai, kokie pastato elementai daro didžiausią įtaką aplinkai.

Programinė įranga ATHENA (Kanada) [177] padeda architektams, inžinieriams ir mokslininkams atlikti projektuojamų, esamų, rekonstruojamų pastatų gyvavimo ciklo analizę poveikio aplinkai požiūriu. Galima vertinti pramoninius, municipalinius, biuro, vienbučius ir daugiabučius gyvenamuosius namus. Prireikus pastatus galima suskirstyti į nuosavus ir

nuomojamus. Rezultatai pateikiami lentelių ir grafikų pavidalu. Programa galima palyginti ir projektinius sprendinius, tiek paskiras medžiagas.

Gyvavimo ciklo analizės metodą taikanti sprendimų priėmimo paramos programa LISA (Australija) [214] buvo sukurta, kad architektams ir kitiems statybos pramonės specialistams būtų lengviau priimti ekologiškesnius projektinius sprendinius. Programa pateikia skaičiavimus grafikais ir lentelėmis, apibūdinančiais įtaką aplinkai. Tai energijos suvartojimas, dujų emisija, vandens tarša ir kt. Programa galima naudotis specialiai nepasirengus.

EcoPro (Vokietija) [214] programa taiko gyvavimo ciklo analizės metodą. Programa įvertina įtaką aplinkai naudojant energiją ir medžiagas. Medžiagų gyvavimo ciklas modeliuojamas grafiškai. Norint sėkmingai naudotis šia programa, reikia darbo su CAD programomis patirties. Programos vartotojai – architektai, preliminariniai ir detalieji projektuojantys pastatus. Pastatas skaidomas į elementus, o šie į – komponentus. Komponentai savo ruožtu pagaminti iš tam tikrų medžiagų. Apie medžiagas pateikiama išsami informacija. Skaičiavimai apima visą gyvavimo ciklą: statybą, naudojimą, priežiūrą, remontą, griovimą.

Hierarchinis aplinkos vertinimo metodas Ecoprofile (Norvegija) [183] tinka esamiems biuro pastatams vertinti. Jis sudarytas iš trijų pagrindinių komponentų: išorės aplinkos, išteklių naudojimo ir vidaus aplinkos. Iš viso galima įvertinti apie 90 įvairių rodiklių. Programos vartotojai turi lankyti dviejų dienų trukmės kursus, turėti inžinerijos ir architektūros žinių ir nuo 2 iki 5 metų darbo patirtį šioje srityje. Programa naudoja kiekybinius ir kokybinius duomenis. Išorės aplinkos vertinimas apima vandens, oro ir dirvožemio taršą, išteklių naudojimo vertinimas – energijos ir vandens suvartojimą, vidaus aplinkos vertinimas – terminę, oro, vizualinę, mechaninę kokybę, akustines savybes.

PIMWAQ (Suomija) [223] metodo esmė – įvertinti projektuojamų gyvenamųjų namų ekologiškumo lygį. Jis turi šias kriterijų sistemas: tarša (anglies dvideginis, vandens tarša, tarša statybos aikštelėje, gyventojų atliekos), gamtiniai ištekliai (šildymo energija, elektros energija ir kt.), sveikata (vidaus klimatas, drėgnumas, triukšmas, sklypo padėtis saulės ir vėjo atžvilgiu), gamtos bioįvairovė, maisto produktų gamyba. Vertinama projektuojamų ir eksploatuojamų pastatų aplinkos kokybė. Pagrindinis vertinimo objektas – pastatas, iš dalies vertinamas ir sklypas. Naudojami kiekybiniai ir kokybiniai duomenys. Sistemos naudotojais gali būti pastatų projektuotojai, naudotojai, valdžios institucijų darbuotojai, investicinių projektų vykdytojai.

Atlikta įvertinimo sistemų analizė rodo, jog pastatai gali būti įvertinti pagal daugelį rodiklių: išteklių naudojimą, poveikį aplinkai, vidaus mikroklimatą, eksploatacines savybes ir kt. (žr. 4.2 lentelę).

4.2 lentelė. Įvertinimo sistemų klasifikacija pagal vertinamų rodiklių skaičių

Vertinami rodikliai	Įvertinimo sistemos																		
	GBTool	LEED	BREEAM	LCA-Tool	GreenCalc	Eco-Quantum	BEAT-2000	LCA-House	EQUER	ESCALE	PAPOOSE	TEAM	EcoEffect	LISA	EcoPro	EccoProfile	PIMWAQ	ATHENA	BEES
Resursų naudojimas																			
Sunaudota energija			x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Pastato eksploataavimo energija	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x
Žemė	x	x			x	x									x	x			x
Vanduo	x	x	x		x				x	x	x	x		x	x	x			x
Medžiagos	x	x	x	x	x	x	x			x			x	x	x	x		x	x
Poveikis aplinkai																			
Dujų emisija	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Kietosios atliekos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x
Skystosios atliekos	x		x		x	x		x						x	x		x	x	x
Kiti taršos šaltiniai	x																	x	
Vidaus mikroklimatas																			
Oro kokybė	x	x	x							x			x		x		x	x	x
Terminė kokybė	x	x	x							x					x				x
Vizualinė kokybė	x									x			x		x				x
Triukšmas ir akustika	x									x			x		x	x			x
Sistemų valdomumas	x															x			
Ilgaamžiškumas																			
Pritaikomumas	x									x						x			x
Eksploatacinių savybių palaikymas	x	x														x	x		x
Procesai																			
Pastato projektavimas ir statyba	x																		x
Pastato eksploatavimas	x	x																x	x
Kiti veiksniai																			
Kiti veiksniai	x									x									
Įtaka artimiausiai aplinkai	x	x	x							x								x	

Nepaisant gausos, minėtųsias įvertinimo sistemas sunku pritaikyti Lietuvos sąlygomis, nes jų duomenų bazės susietos su konkrečia šalimi (su ta, kurioje sistema yra sukurta). Tik programą MCDM-23 galima taikyti bet kurioje šalyje, nes ji neturi savo duomenų bazių.

4.3. Tarptautiniai projektai ir jų metu sukurtos sistemos

4.3.1. Tarptautinis „BEQUEST“ projektas ir internetinė sistema „BEQUEST Toolkit“

Tarptautinis „BEQUEST“ (angl. *Building Environmental Quality Evaluation for Sustainability Through Time*) projektas buvo vykdomas 1998–2001 metais „Framework-4“ programos, kurią finansavo Europos Komisija (EK), metu. Jo tikslas – akademiniu ir komerciniu lygmeniu nagrinėti darnaus miesto vystymosi problemas, norint apsaugoti aplinką ir išlaikyti gyvenimo kokybę ateities kartoms. Projekto dalyvės šešios šalys: Austrija, Suomija, Italija, Nyderlandai, Portugalija ir JK [180, 181].

Šio projekto metu buvo sukurta internetinė sistema „BEQUEST Toolkit“ darniam miesto vystymuisi (angl. *BEQUEST Toolkit for Sustainable Urban Development*). Ši sistema padeda vartotojams suprasti darnaus miesto vystymosi idėją, jos kilmę ir tikslus, taip pat gelbsti sprendžiant miesto darnos problemas. Sistema sudaryta iš 4 modulių [179, 183].

1-asis modulis – *protokolas* (angl. *Protocol*). Jis sudarytas iš trijų dalių: *veikla* (angl. *Activities*), *procesas* (angl. *Process*) ir *pavyzdžių nagrinėjimas* (angl. *Case studies*). Veikloje pateikiamas sąrašas problemų, kurios nagrinėjamos įvairiose miesto vystymosi sferose. *Procese* aprašoma, kaip gali būti vertinama darba miesto vystymosi procese nuo pradžios iki galo. *Pavyzdžių nagrinėjimo* dalyje pateikti praktiniai darnos principų taikymo pavyzdžiai konkrečiuose projektuose.

2-asis modulis – *įvertinimo metodai* (angl. *Assessment Methods*). Čia išsamiai aprašomi miesto darnaus vystymosi įvertimo metodai. Jie gali būti automatizuotai pasirenkami pagal vystymosi veiklos pobūdį, nagrinėjamų problemų gausą ir erdvinį lygmenį. Toliau lentelės forma pateikiamas visas paieškos parametrų sąrašas.

3-iasis modulis – *konsultantai* (angl. *Advisors*). Čia nurodoma išsami kontaktinė informacija kvalifikuotiems specialistams rasti, kurie gali pakonsultuoti taikant darnos principus miesto vystymuisi. Specialistai suklasifikuoti pagal šias veiklos sritis: planavimas, investicijų į pastatus planavimas, projektavimas, statyba, naudojimas.

4-asis modulis – *specialių terminų žodynas* (angl. *Glossary*). Jame pateikiami sistemoje vartojamų terminų apibrėžimai [201].

4.3.2. Tarptautiniai projektai SPARTACUS, PROPOLIS IR VISIONS

SPARTACUS [229] tarptautinis projektas buvo pradėtas vykdyti 1996 metais, dalyvaujant penkioms šalims – Suomijai, Jungtinei Karalystei, Ispanijai, Italijai ir Vokietijai.

Pagrindinis projekto tikslas buvo sukurti demonstracinę miesto strateginio planavimo sistemą darniai plėtrai įgyvendinti. Sistemos pagrindą sudarė MEPLAN programinė įranga, gebanti prognozuoti įvairių alternatyvių strateginių sprendimų padarinius atsižvelgiant į žemės naudojimo ir transporto tarpusavio sąveiką. MEPLAN buvo integruota su miesto darnos rodiklių grupe, GIS pagrindu veikiančia įvertinimo sistema (teikia detalią informaciją apie įvairias įtakas), duomenų baze ir rezultatų pateikimo modulių. SPARTACUS sistema buvo panaudota vertinant trijų miestų – Helsinkio, Bilbao ir Naplo, planavimo strateginių sprendimų atitiktį darnaus vystymosi principams. Išnagrinėta beveik septyniasdešimt įvairių sprendimų variantų, pavyzdžiui, apmokestinimas, teisinis reguliavimas, investavimas, transportavimo ir žemės naudojimo planavimas. Projektas baigtas 1998 metais paskelbus rekomendacijas, kaip vykdyti darniąją miesto vystymosi politiką ir kokie tyrimai turi būti atlikti ateityje. Ištirtų miestų pavyzdžiai rodo, kad darnos lygis gali būti padidintas priimant įvairius sprendimus, ypač teisinio reguliavimo ir mokesčių politikos srityje.

PROPOLIS [198] mokslinio tiriamojo projekto tikslas – įvertinti miesto strategijas ir atskleisti jų ilgalaikio poveikio pasekmes Europos miestams. Tuo tikslu sukurta metodologijų struktūra sudaryta iš integruoto žemės naudojimo sistemos, transportavimo ir aplinkos modeliavimo sistemos, rodiklių sistemos, įvertinimo sistemos ir rezultatų pateikimo sistemų. Darnus vystymasis projekte susideda iš aplinkos, sociokultūrinių ir ekonominių aspektų. Visiems trims darnos aspektams įvertinti sudaryta apie trisdešimt pagrindinių rodiklių sistema. Tai oro tarša, gamtos išteklių naudojimas, viešųjų erdvių kokybė, gyventojų buvimas užterštame ore ir triukšme, teisingumas, transporto ir žemės naudojimo galimybės bei ekonominė nauda. Kai kurių reikšmės nustatomos iš šiuolaikinių žemės naudojimo ir transporto modelių. Kitų rodiklių reikšmės nustatyti sukurti ir integruoti papildomi moduliai, pavyzdžiui, teisingumo įvertinimo modulis, ekonominio vertinimo modulis ir GIS pagrindu sukurtas modulis. Miesto valdymo sprendimų padarinių įvertinimui naudojamas daugiakriterinis ir pajamų-išlaidų metodai. Pavyzdžiui, aplinkos ir socialiniams darnos aspektams vertinti pritaikyta daugiakriterinė analizė, o ekonominiams aspektams naudojama pajamų ir išlaidų analizė. PROPOLIS įvertinimo ir modeliavimo sistema diegiama septyniuose Europos didmiesčiuose: Bilbao (Ispanija), Briuselyje (Belgija), Dortmunde (Vokietija), Helsinkyje (Suomija), Invernese (Škotijoje), Naples (Italijoje) ir Vičencijoje (Italija). PROPOLIS įvertinimo sistema bus tiriami daug strateginių sprendimų, susijusių su žemės naudojimu, transporto infrastruktūra, transporto judėjimo apribojimu, apmokestinimu. Be to, bus tiriami minėtų sprendimų deriniai.

VISIONS [241] (kompleksinio vertinimo projektas) buvo vykdomas 1998–2001 metais. Pagrindinis VISIONS projekto tikslas – sukurti grupę alternatyvių darnaus vystymosi scenarijų iki 2020 ir 2050 metų, kuriuose būtų apsvarstytos teisingumo, užimtumo, vartotojiškumo ir gamtos išteklių išsekimo problemos. Buvo sudarytas bendras Europos steities scenarijus bei trijų pasirinktų regionų – (Nortvest (JK), Venecija (Italija) ir Grynherht (Nyderlandai) – ateities scenarijai. Šiame procese aktyviai dalyvavo politikai, verslininkai, paprasti piliečiai ir nevyriausybinų organizacijų atstovai. Sudarytieji scenarijai buvo panaudoti bandant moderniausią programinę įrangą, derinant ją su kompromiso ieškančiais grupiniais sprendimo priėmimo metodais. Parengtos bendrosios rekomendacijos ir pasiūlyta konkreti programinė įranga sprendimus priimančioms asmenims ir suinteresuotoms grupėms.

4.4. Siūloma internetinė darnaus miesto vystymosi daugiakriterinė sprendimų paramos sistema

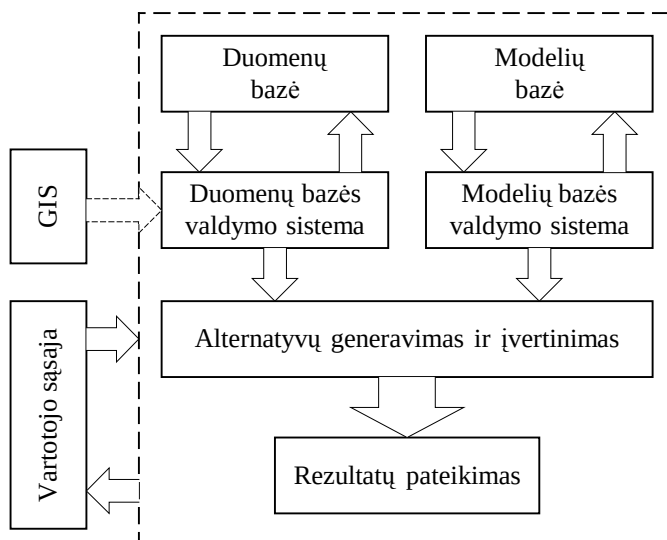
4.4.1. Sprendimų paramos sistemos struktūra

Ištirus darnaus miesto planavimo priemones, prieita prie išvados, jog reikalinga darnaus miesto vystymosi sprendimų paramos sistema, pasižyminti šiomis savybėmis: turinti prieigą internetu (nenaudojanti vartotojo kompiuterio išteklių); kompleksiškai vertinanti miesto socialinius, ekonominius, aplinkos ir inžinerinius-techninius veiksnius; prieinama (nes nemokama) ir skirta platiesiems vartotojų sluoksniams (mokslininkams, politikams, paprastiems miesto gyventojams, etc.); nereikalaujanti specialių įgūdžių ir patirties.

Remdamasis išdėstytais reikalavimais, autorius siūlo tokią (žr. 4.2 pav.) kuriamos internetinės sprendimų paramos sistemos struktūrą.

Duomenų bazė susideda iš dviejų modulių: rodiklių ir scenarijų. Rodiklių modulyje talpinamas išsamus darnos rodiklių sąrašas, pateikiamas kiekvieno rodiklio aprašymas ir dimensija, patarimai dėl jų minimizavimo ar maksimizavimo. Rodikliai šiame modulyje sugrupuoti pagal abėcėlę ir pagal tipą (socialiniai, ekonominiai, etc.). Scenarijų modulyje yra pateikiami du standartiniai miesto vystymosi scenarijai ir jų aprašymai.

Duomenų bazės valdymo sistema leidžia vartotojui iš rodiklių sąrašo išsirinkti vartotojo nurodytus rodiklius alternatyvoms apibūdinti. Be to, vartotojas gali papildyti rodiklių sąrašą naujais rodikliais. Vartotojas taip pat gali įrašyti į scenarijų modulį savo susikurtus scenarijus.



4.2 pav. Sprendimų paramos sistemos struktūra

Modelių bazė, kaip ir duomenų bazė, sudaryta iš dviejų modulių: reikšmingumo nustatymo ir daugiakriterinės analizės metodų. Numatyti trys reikšmingumo įvertinimo būdai: rodiklių porinio palyginimo, rangavimo ir įrašant vartotojo pasirinktas reikšmes. Taikant pirmuosius du būdus, būtina atlikti ekspertų anketinę apklausą. Daugiakriterinių metodų modulyje yra keturi sprendimų priėmimo metodai: paprastų svorių sudėjimo (SAW), svartinis sandaugos, analitinis hierarchijos procesas ir daugiakriterinis kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas.

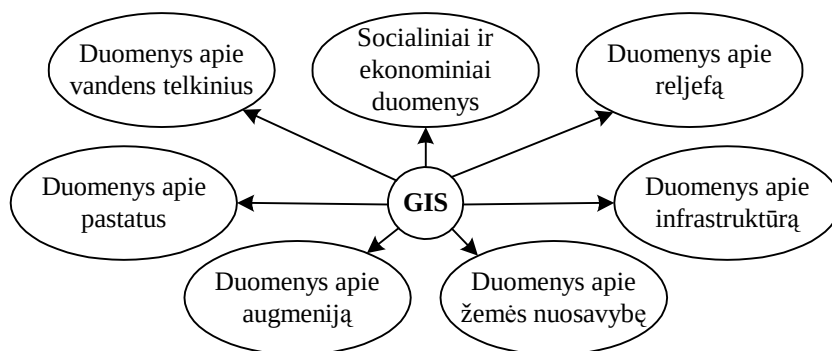
Modelių bazės valdymo sistema leidžia pasirinkti vartotojui bet kurį iš reikšmingumo nustatymo ir daugiakriterinės analizės metodų. Taip pat numatyta galimybė modelių bazę papildyti naujais metodais.

Vartotojo sąsaja. Čia dialoginių langų pagalba įvedama informacija apie suformuluotas alternatyvas, jas apibūdinančią rodiklių sistemą su atitinkamais reikšmingumais bei reikšmėmis. Vartotojo sąsaja valdomi visi sprendimų paramos sistemos moduliai.

Alternatyvų generavimas ir įvertinimas. Iš suvestos informacijos generuojama pradinė duomenų lentelė. Atlikus alternatyvų įvertinimą, automatiškai sukuriamą rezultatų lentelę, kurioje atsispindi kiekvienos alternatyvos prioritetiškumas.

GIS. Į sukurtą SPS struktūrą ateityje numatyta integruoti geografinę informacinę sistemą (GIS), kurios dėka būtų galima nustatyti daugelio rodiklių reikšmes (žr. 4.3 pav.)

SPS vartotojai. Numatomas vartotojų būrys yra labai didelis ir apima visas suinteresuotas grupes. Tai miesto planuotojai, mokslininkai, politikai ir paprasti piliečiai.



4.3 pav. GIS teikiamos informacijos nomenklatūra

SPS vertinimo mastas. Sukurtą SPS bus galima įvertinti darną įvairiais mastais: gyvenamosios aplinkos, miesto administracinio vieneto, miesto ar net regiono (žr. 4.3 lentelę).

SPS laiko skalė. SPS bus galima įvertinti tiek dabartinę situaciją, tiek modeliuoti ateities alternatyvas (žr. 4.3 lentelę).

4.3 lentelė. Darnaus miesto vystymosi SPS vertinimo mastas

Įvertinamos problemos	Erdvinis lygmuo	Laiko skalė
1. Socialinės 2. Ekonominės 3. Aplinkos 4. Inžinerinės-techninės	1. Šalis 2. Apskritis 3. Miestas 4. Rajonas 5. Gyvenamoji aplinka	Dabartis (0 m.) Trumpas laikotarpis (iki 5 m.) Vidutinis laikotarpis (nuo 5 iki 20 m.) Ilgas laikotarpis (daugiau kaip 20 m.)

SPS lankstumas. Vartotojai galės sudaryti individualias rodiklių sistemas pagal savo interesus, o alternatyvų vertinimui bus galima pasirinkti bet kurią iš siūlomų daugiakriterių sprendimų priėmimo metodų.

SPS tiriamų alternatyvų skaičius. Priklauso nuo vartotojo gebėjimo generuoti alternatyvas. Be išvardytų privalumų, kuriama SPS pasižymės naudojimo paprastumu bei bus visiškai nemokama.

4.4.2. Demonstracinė sprendimų paramos sistemos versija

Pagal sprendimų paramos sistemos struktūrą (4.2 pav.) autorius sukūrė internetinę darnaus miesto vystymosi daugiakriterinės sprendimų paramos sistemos demonstracinę versiją.

Darbas su sistema atliekamas tokia seka:

1-as žingsnis. Įrašoma užduotis ir paspaudžiama pelės kairiuoju klavišu ties užduoties pavadinimu (žr. 4.4 pav.);

2-as žingsnis. Atsidariusiame lange klaviatūra aprašomi nagrinėjami miesto vystymosi scenarijai (žr. 4.5 pav.);

3-ias žingsnis. Toliau spaudžiama pelės kairiuoju klavišu ties užrašu „*Expert and Quantitative Description of Alternatives*“ (žr. 4.5 pav.);

4-as žingsnis. Atsidariusiame lange klaviatūra įvedami rodiklių pavadinimai, jų matavimo vienetai, nurodoma, ar jie maksimizuojami, ar minimizuojami, įrašomi rodiklių reikšmingumai bei rodiklių reikšmės pagal visus scenarijus (žr. 4.6 pav.);

5-as žingsnis. Spaudžiama pelės kairiuoju klavišu ties užrašu „*Results of Multiple Criteria Evaluation*“ (žr. 4.6 pav.);

6-as žingsnis. Atsidaro langas, kuriame lentelės forma pateikiami įvertinimo rezultatai. Vartotojui svarbiausias rodiklis „*Usefulness degree*“ (naudingumo laipsnis), esantis lentelės paskutinėje eilutėje. Didesnė šio laipsnio reikšmė rodo, kad sprendinys yra geresnis (žr. 4.7 ir 4.8 pav.).

Demonstracinė sistemos versija paleidžiama taip. Adresu <http://dss.vtu.lt> iškviečiama elektroninė verslo sistema. Nuspaudus piktogramą, simbolizuojančią JK vėliavą, pereinama prie angliško elektroninio verslo sistemos varianto. Paskui spaudžiamas tinklapio kairėje esanti piktograma su užrašu „*Sustainable Development*“ (darnus vystymasis). Toliau demonstruojami visi šeši žingsniai.



4.4 pav. Užduoties formulavimas (pastaba: užduoties pavadinimas „*Integrated assessment for sustainability appraisal in cities and regions*“)

4 skyrius. Informacinių technologijų taikymas darniam miestui modeliuoti

User not registered - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Stop Refresh Home Search Favorites Media History Mail Print Edit Discuss

Address http://193.219.145.99/default_eng.asp Go Links Norton AntiVirus

STV

User

Sustainable development

Facilities Management

Innovation

Real estate

Loans

Search

Useful references

Information about real estate

About system

Examples of the Adoption of the Internet and E-Business by Major Players in Real Estate

Expert and Quantitative Description of Alternatives

B.A.U. (2020)

The B.A.U scenario projections for each indicator are generally based on industry and government projections where available, and linked to anticipated economic growth. (Scenarios in Greater Manchester, UK by 2020)

SUST.DEV. (2020)

The alternative SUST.DEV. scenario has to be designed as a combination of scientific advice, ethical goals, and practical constraints—with little external guidance available to help. A set of linked indicators is the basis for a scenario - not a forecast of what will happen, but an exploration of what could happen with its implications. (Scenarios in Greater Manchester, UK by 2020)

Internet 09:50

4.5 pav. Miesto vystymosi scenarijų aprašymas

User not registered - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Refresh Home Search Favorites Media History Mail Print Edit Discuss

Address http://193.219.145.99/default_eng.asp Go Links Norton AntiVirus

STV

User

Sustainable development

Facilities Management

Innovation

Real estate

Loans

Search

Useful references

Information about real estate

About system

Examples of the Adoption of the Internet and E-Business by Major Players in Real Estate

Results of Multiple Criteria Evaluation

Expert and Quantitative Description of Alternatives

Nr.	Criteria under evaluation	Measuring units of criteria	*	Weights of criteria	B.A.U (2020)	SUST.DEV. (2020)
1	Population	million	-	0.1	27	27
2	GDP	£ bn	+	0.2	339	339
3	GDP per head	£ 1000/cap	+	0.03	122	122
4	Industry/primary	£ bn	+	0.2	92	99
5	Commerce&public	£ bn	+	0.2	237	231
6	Total urban land	km2	-	0.15	578	564
7	New hsg gross pop. density	pp/ha	-	0.3	88	120
8	Industrial land/GDP	m2/£1000	-	0.2	355	334
9	Transport land/pass. travel	m2/1000 km	-	0.15	267	275
10	Total derelict land	km2	-	0.2	30	11
11	Energy intensity new stock	GJ/m2/y	-	0.1	100	75
12	Total final energy demand	PJ/y	-	0.2	1158	886
13	Energy via direct renewables	%	+	0.2	20	120
14	Energy via CHP heat	%	+	0.2	50	150
15	Domestic CO2 emissions inc.	mt CO2/v	-	0.1	75	48

Internet 10:00

4.6 pav. Sprendimų priėmimo matricos formavimas

User not registered - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Stop Refresh Home Search Favorites Media History Mail Print Edit Discuss

Address http://193.219.145.99/default_eng.asp

Go Links Norton AntiVirus

- User
- Sustainable development
- Facilities Management
- Innovation
- Real estate
- Loans
- Search
- Useful references
- Information about real estate
- About system
- Examples of the Adoption of the Internet and E-Business by Major Players in Real Estate

Results of Multiple Criteria Evaluation

Criteria under evaluation	Measuring units of criteria	*	Weights of criteria	Weighted normalized values of criteria of the comparable alternatives	
				B.A.U (2020)	SUST.DEV. (2020)
Population	million	-	0.1	0.05	0.05
GDP	£ bn	+	0.2	0.1	0.1
GDP per head	£ 1000/cap	+	0.03	0.015	0.015
Industry/primary	£ bn	+	0.2	0.0963	0.1037
Commerce&public	£ bn	+	0.2	0.1013	0.0987
Total urban land	km2	-	0.15	0.0759	0.0741
New hsg gross pop. density	pp/ha	-	0.3	0.1269	0.1731
Industrial land/GDP	m2/£1000	-	0.2	0.103	0.097
Transport land/pass. travel	m2/1000 km	-	0.15	0.0739	0.0761
Total derelict land	km2	-	0.2	0.1463	0.0537
Energy intensity new stock	GJ/m2/y	-	0.1	0.0571	0.0429
Total final energy demand	PJ/y	-	0.2	0.1133	0.0867
Energy via direct renewables	%	+	0.2	0.0286	0.1714
Energy via CHP heat	%	+	0.2	0.05	0.15

4.7 pav. Skaičiavimo rezultatų pateikimas (pastaba: pavaizduota rezultatų lentelės pradžia)

User not registered - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Stop Refresh Home Search Favorites Media History Mail Print Edit Discuss

Address http://193.219.145.99/default_eng.asp

Go Links Norton AntiVirus

- User
- Sustainable development
- Facilities Management
- Innovation
- Real estate
- Loans
- Search
- Useful references
- Information about real estate
- About system
- Examples of the Adoption of the Internet and E-Business by Major Players in Real Estate

Total final energy demand	PJ/y	-	0.2	0.1133	0.0867
Energy via direct renewables	%	+	0.2	0.0286	0.1714
Energy via CHP heat	%	+	0.2	0.05	0.15
Domestic CO2 emissions inc. power	mt CO2/y	-	0.1	0.061	0.039
Unfit hsg in need of replacement	1000's	-	0.2	0.1424	0.0576
Pass. travel intensity	km/y/£ GDP	-	0.1	0.0562	0.0438
Freight intensity	t.km/y/£ GDP	-	0.1	0.0622	0.0378
Cycle/walk>1 km	Mkm/y	+	0.1	0.034	0.066
Total surface pass. travel	Mkm/y	-	0.1	0.0563	0.0437
Total air pass. travel	Mkm/y	-	0.1	0.06	0.04
Total freight traffic	Mkm/y	-	0.15	0.0932	0.0568
Total final energy demand	PJ/y	-	0.15	0.1042	0.0458
Total CO2 from transport inc. power	Mt CO2/y	-	0.2	0.1376	0.0624
The sums of weighted normalized maximizing indices of variant S_{ij}				0.4252	0.7048
The sums of weighted normalized minimizing indices of variant S_{ij}				1.5195	1.0805
Significance of variant Q_j				1.5057	2.2243
Usefulness degree N_j				67.69%	100%

Done

Start In... E... U... In... M...

Internet

09:56

4.8 pav. Skaičiavimo rezultatų pateikimas (pastaba: pavaizduota rezultatų lentelės pabaiga)

4.4.3. Sprendimų paramos sistemos tobulinimas ateityje

Autoriaus pasiūlyta darnaus miesto vystymosi sprendimų paramos sistema ateityje bus tobulinama naudojant neuroninius tinklus, ekspertines sistemas. Duomenų bazė bus tobulinama išstudijavus pažangiausių pramoninių šalių miestus. Tam bus apibendrinama geriausia praktika:

1. Socialinė sanglauda (ekologiškumas, ekonomiškai efektyvios ir socialiai darnios gyvenvietės, globėjiška visuomenė, skurdo nebuvimas);
2. Gyvenimo kokybė (daugiau komforto, laiko, pinigų; laimingi žmonės, daugiau malonumų, mažiau darbo, gyvenvietės struktūros rekonstrukcija, gatvių užimamos erdvės atgaivinimas, pasitikėjimas);
3. Aplinka (taiki, kultūringa visuomenė; saugumas, taršos nebuvimas, „žalia“ aplinka; visuomeninis transportas);
4. Ekonomika (visiškas užimtumas, pažanga);
5. Žinių visuomenė (vartotojui patogios kompleksinės priemonės, vienodas priėjimas, el. demokratizavimas);
6. Sprendimų priėmimas (valdžių bendradarbiavimas, priėjimas prie informacijos, dalyvavimas, tarpusavio pagalba, įvertinimo priemonės);
7. Saugumas;
8. Kita.

4.5. Ketvirtąjo skyriaus išvados

1. Ištirta, jog daugelis miesto analizės ir darnaus vystymosi planavimo automatizavimo priemonių nesprendžia problemų kompleksškai; jų duomenų bazės susijusios su kokrečia šalimi; jos reikalauja specialių žinių ir įgūdžių; yra sunkiai prieinamos daugeliui vartotojų.
2. Pasiūlyta originali internetinės darnaus miesto vystymosi sprendimų paramos sistemos struktūra, sudaryta iš penkių pagrindinių elementų: duomenų bazė, duomenų bazės valdymo sistema, modelių bazė, modelių bazės valdymo sistema, vartotojo sąsaja.
3. Pagal sudarytą sprendimų paramos sistemos struktūrą galima sukurti paprastą, patikimą, kiekvienam vartotojui prieinamą ir lanksčią internetinę sprendimų paramos sistemą.
4. Naudojantis sprendimų paramos sistema bus galima ne tik kompleksškai, bet ir atskirai nagrinėti visus miesto darnos komponentus. Todėl potencialus jos vartotojų būrys yra labai didelis – nuo verslininkų iki aplinkosaugininkų ar paprastų piliečių.

5. Sukurta ir internete patalpinta internetinė darnaus miesto vystymosi daugiakriterinės sprendimų paramos sistemos demonstracinė versija.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Nustatyta, kad miesto darna labai priklauso nuo jo urbanizuotos aplinkos savybių, todėl siūloma klasikinę darnaus miesto vystymosi sampratą papildyti inžineriniu-techniniu aspektu. Identifikuota, kad statyba turi tiesioginį poveikį šiam aspektui. Be to, statyba veikia socialinį ir ekonominį darnaus miesto komponentus.
2. Literatūros analizė leidžia teigti, kad miesto darna yra kintanti laike pusiausvyra ir individuali kiekvienam miestui. Darnaus miesto modeliavimas susideda iš dviejų dalių: esamos situacijos analizės ir ateities vystymosi planavimo. Tam reikalingas kompleksinis modelis, formaliai apibūdinantis socialinę, ekonominę ir gamtinę miesto aplinkas bei miesto statybos proceso rezultatus.
3. Įrodyta, kad darnaus miesto vystymosi modeliavimui reikia naudoti daugiatislius, daugelį veiksnių įvertinančius ir geriausią kompromisinį variantą nustatančius metodus. Jie atsakymą pateikia vienu skaičiumi, todėl galima palyginti įvairias alternatyvas.
4. Ištyrus šešis daugiatislius metodus, nustatyta, kad nagrinėjamiems uždaviniams spęsti labiausiai tinka šie metodai: paprastų svorių sudėjimo metodas, MCDM-23, analitinis hierarchijos procesas, ELECTRE III ir daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas. Minėti metodai turi savo specifinių privalumų ir trūkumų, kuriuos reikia įvertinti interpretuojant rezultatus.
5. Miesto darnos įvertinimui turi būti parinktas toks rodiklių skaičius ir derinys, kuris geriausiai atspindi suinteresuotų grupių (verslininkų, gyventojų, aplinkosaugininkų) interesus. Pasiūlyta koncepcinė miesto darnos rodiklių sistema, sudaryta iš keturių pagrindinių grupių: inžinerinės-techninės, socialinės, ekonominės ir aplinkos.
6. Sudarytas miesto darnos įvertinimo ir darnaus vystymo planavimo trijų lygmenų modelis. Jis gali įvertinti miesto vidinę (lyginant skirtingas seniūnijas) ir išorinę (lyginant skirtingus miestus) darną. Jame numatytas miesto ateities scenarijų sudarymas ir jų palyginimas leidžia aktyviai planuoti miesto darną ateityje.
7. Pritaikius sukurtąjį modelį, išspręsti trys praktiniai uždaviniai. Pirmajame palyginta dešimt miesto seniūnijų ir nustatyta, kad darniausiai vystosi Pilaitė. Antrajame kompleksiškai įvertinti Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos rodikliai ir rezultatai parodė, kad Vilnius pasižymi aukščiausiu darnos lygiu. Trečiajame pagal socialinius, ekonominius ir aplinkos rodiklius palyginti trys Vilniaus ateities vystymosi scenarijai. Geriausiu pripažintas „Orientuotas į visuomenę scenarijus“.

8. Nustatyta, jog miesto darnos įvertinimo galutiniai rezultatai yra kintamas dydis ir priklauso nuo penkių pagrindinių veiksnių: a) lyginamųjų alternatyvų parinkimo ar suformavimo korektiškumo; b) rodiklių sistemos išsamumo; c) rodiklių reikšmių tikslumo; d) priimtų prielaidų teisingumo; e) reikšmingumų nustatymo objektyvumo. Dėl šių veiksnių sunku iš pirmo karto gauti objektyvius sprendinius. Tik skaičiavimas priartėjimo būdu užtikrina visų suinteresuotų grupių poreikių patenkinimą.
9. Ištirta, jog daugelis miesto analizės ir darnaus vystymosi planavimo automatizavimo priemonių sprendžia siaurą problemų ratą; jų duomenų bazės susijusios su kokrečia šalimi; jos reikalauja specialių žinių ir įgūdžių; yra sunkiai prieinamos daugeliui vartotojų. Todėl pasiūlyta originali internetinės darnaus miesto vystymosi sprendimų paramos sistemos struktūra.
10. Pagal sudarytą sprendimų paramos sistemos struktūrą galima sukurti paprastą, patikimą, prieinamą ir lanksčią internetinę sprendimų paramos sistemą. Jos dėka bus galima ne tik kompleksiškai, bet ir atskirai nagrinėti visus miesto darnos komponentus. Todėl potencialus jos vartotojų būrys labai didelis – nuo mokslininkų iki paprastų piliečių.
11. Internetinė sprendimų paramos sistema atveria plačias galimybes suinteresuotoms grupėms įvertinti socialinę, ekonominę, ekologinę ir inžinerinę-techninę miesto situaciją, taip pat pagelbėti vizionavimo, strateginio ir fizinio planavimo, taip pat miesto statybos ir atnaujinimo procesuose.
12. Sukurta ir internete patalpinta darnaus miesto vystymosi daugiataklės sprendimų paramos sistemos demonstracinė versija, kurioje demonstruojamas dviejų miesto ateities scenarijų vertinimas (ieškant geresnio) kompleksiniu proporcingo įvertinimo metodu.

LITERATŪRA

1. Ache P. Vision and creativity–challenge for city regions. *Futures*, Vol 32, Issue 5, June 2000, p. 435–449.
2. Acioly C. Jr. Reviewing urban revitalisation strategies in Rio de Janeiro: from urban project to urban management approaches. *Geoforum*, Vol 32, Issue 4, November 2001, p. 509–520.
3. Akinbami J. F. K. and Fadare S. O. Strategies for sustainable urban and transport development in Nigeria, *Transport Policy*, Vol 4, Issue 4, October 1997, p. 237–245.
4. Alberti M. and Susskind L. Managing urban sustainability: An introduction to the special issue. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 16, Issues 4-6, July-November 1996, p. 213–221.
5. Alberti M. Measuring urban sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 16, Issues 4-6, July-November 1996, p. 381–424.
6. Anastasi C. Lessons learned from two decades scenario development. Open meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Laxenburg, Austria, 1997.
7. Anderson L. M., Charles J. St., Fullilove M. T., Scrimshaw S. C., Fielding J. E., Normand J. Providing affordable family housing and reducing residential segregation by income: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, Vol 24, Issue 3, Supplement 1, April 2003, p. 47–67.
8. Andresen I. Multiple-criteria decision-making in green building design. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 709–711.
9. Antrop M. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, Vol 67, Issues 1-4, 15 March 2004, p. 9–26.
10. Antupit S., Gray B. and Woods S. Steps ahead: making streets that work in Seattle, Washington. *Landscape and Urban Planning*, Vol 35, Issues 2-3, August 1996, p. 107–122.
11. Asselt van M. B. A., Storms C. A. H. M, et al. Towards visions for a sustainable Europe: an overview and assessment of the last decade of European scenario studies. Maastricht, the Netherlands, ICIS, 1998.
12. Atkisson A. Developing indicators of sustainable community: lessons from sustainable Seattle. *Environment Impact Assessment Review*, 16, 1996, p. 337–350.

13. Balcomb J. D., Curtner A. MCDM-23: a multi-criteria decision making tool for buildings. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 219–221.
14. Barredo J. I. and Demicheli L. Urban sustainability in developing countries' megacities: modelling and predicting future urban growth in Lagos. *Cities*, Vol 20, Issue 5, October 2003, p. 297–310.
15. Benenson I. Multi-agent simulations of residential dynamics in the city. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol 22, Issue 1, 1 January 1998, p. 25–42.
16. Bourdeu L. Sustainable development and the future of construction: a comparison of visions from various countries. *Building research&Information*, 27 (6), 1999, p. 355–367.
17. Bradley A., Hall T. and Harrison M. Selling Cities: Promoting New Images for Meetings Tourism. *Cities*, Vol 19, Issue 1, February 2002, p. 61–70.
18. Bronswijk van J. E. M.H., Koren L. G. H., Pernot C. E. E, Vliet van A. A. M., Rameckers E. M. A. L.. Public health engineering for the built environment: completing sustainability. *Beyond Sustainability: Balancing Between Best Practice and Utopia*. International Symposium September 28-29 2000, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.
19. Bruns D. F. W. and Schmidt J. A. City edges in Germany: quality growth and urban design. *Landscape and Urban Planning*, Vol 36, Issue 4, May 1997, p. 347–356.
20. Buch A. M., Mazumdar H. S. and Pandey P. C. Application of artificial neural networks in hydrological modelling – a case study of run-off simulation of Himalayan glacier basin. Presented at International Joint Conference on Neural Networks, Nagoya, Japan, 1993.
21. Buenrostro O. and Bocco G. Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, In Press, Corrected Proof, Available online 28 March 2003.
22. Burinskienė M. Subalansuota miestų plėtra. Monografija. Vilnius: Technika, 2003. 252 p.
23. Burinskienė M. Subalansuota plėtra Lietuvos miestų bendruosiuose planuose. *Miestų plėtra ir keliai* (Mokslo žurnalo „Statyba“ priedas), Nr. 7, 2000, p. 3–9.
24. Camagni R., Capello R. and Nijkamp P. Towards sustainable city policy: an economy-environment technology nexus. *Ecological Economics*, Vol 24, Issue 1, January 1998, p. 103–118.

25. Campana N. A. and Tucci C. E. M. Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Dilúvio Basin, Porto Alegre, Brazil. *Urban Water*, Vol 3, Issues 1-2, March-June 2001, p. 113–124.
26. Capello R. and Faggian A. An economic-ecological model of urban growth and urban externalities: empirical evidence from Italy. *Ecological Economics*, Vol 40, Issue 2, February 2002, p. 181–198.
27. Carsjens G. J. and Knaap van der W. Strategic land-use allocation: dealing with spatial relationships and fragmentation of agriculture. *Landscape and Urban Planning*, Vol 58, Issues 2-4, 15 February 2002, p. 171–179.
28. Chakrabarty B. K. Urban Management: Concepts, Principles, Techniques and Education. *Cities*, Vol 18, Issue 5, October 2001, p. 331–345.
29. Chan E. H. W. and Yung E. H. K. Is the development control legal framework conducive to a sustainable dense urban development in Hong Kong? *Habitat International*, In Press, Corrected Proof, Available online 14 June 2003.
30. Chan R. C. K. Urban Development Strategy in an Era of Global Competition: The Case of South China. *Habitat International*, Vol 20, Issue 4, December 1996, p. 509–523.
31. Chung Y.-P. Gender earnings differentials in Hong Kong: The effect of the state, education, and employment, *Economics of Education Review*, Vol 15, Issue 3, June 1996, p. 231–243.
32. Cote M., Grandjean B. P. A., Lessard P. and Thibault J. Dynamic modelling of the activated sludge process: improving prediction using neural networks. *Water Research*, Volume 29, Issue 4, 1995, p. 995–1004.
33. Couch Ch. and Dennemann A. Urban regeneration and sustainable development in Britain: The example of the Liverpool Ropewalks Partnership, *Cities*, Vol 17, Issue 2, April 2000, p. 137-147.
34. Čiegis R. Tolydi aplinka ir plėtra: ekonominis požiūris. Vilnius: Aldorija, 2002. 692 p.
35. Deci Z. The Open Door Policy and Urban Development in China. *Habitat International*, Vol 20, Issue 4, December 1996, p. 525–529.
36. Dierkx R. J. Cool Schools for Hot Suburbs: Models for Affordable and Environmentally Responsive Schools in Nairobi, Kenya. Eindhoven: Bouwstenen Publikatieburo, 2002. 270 p.
37. Elias-Ozkan S. T. Recycling rubble into aggregates: a model for local governments. *Habitat International*, Vol 25, Issue 4, December 2001, p. 493–502.

38. El-Khishin K. Bidding for "global city" status: a prescription for sustaining Cairo's financial health. *Cities*, Vol 20, Issue 2, April 2003, p. 129–134.
39. Erkelens P. A. Sustainable renovation the answer to extreme sustainability. *Beyond Sustainability: Balancing Between Best Practice and Utopia*. International Symposium September 28-29 2000, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.
40. Fekade W. Deficits of formal urban land management and informal responses under rapid urban growth, an international perspective. *Habitat International*, Vol 24, Issue 2, June 2000, p. 127–150.
41. Feng S., Xu L. D. Decision support for fuzzy comprehensive evaluation of urban development. *Fuzzy Sets and Systems*, 105, 1999, p. 1–12.
42. Ferguson C. A. and Khan M. A. Protecting farm land near cities: Trade-offs with affordable housing in Hawaii. *Land Use Policy*, Vol 9, Issue 4, October 1992, p. 259–271.
43. Figueira J., Roy B. Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. *European Journal of Operational Research*, 139, 2002, p. 317–326.
44. Firman T. The restructuring of Jakarta Metropolitan Area: A "global city" in Asia. *Cities*, Vol 15, Issue 4, August 1998, p. 229–243.
45. Furuta H., Tonegawa T. and Watanabe E. Application of neural computing to aesthetic design of dam structures. In: *Proceedings of the 2nd International Conference of Fuzzy Logic and Neural Networks (IIZUKA'92)* Vol 2, 1992, p. 851–854.
46. Geoffrey G. Decision analysis. Pitman publishing, 1988. 322 p.
47. Goicoechea A., Nelson R. W., Trzaskowski W. A decision-support system for systems engineering and management. *Proceedings of the seventh international conference on multiple criteria decision making*, Vol. 2. Held at Kyoto, Japan (August 1986), p. 71–79.
48. Goodwin P., Wright G. Decision analysis for management judgement. John Wiley and Sons Ltd., 1996. 310 p.
49. Hadjieva-Zaharieva R., Dimitrova E. and Buyle-Bodin F. Building waste management in Bulgaria: challenges and opportunities. *Waste Management*, Vol 23, Issue 8, 2003, p. 749–761.
50. Hall P. Urban development and the future of tourism. *Tourism Management*, Vol 8, Issue 2, June 1987, p. 129–130.
51. Harmaajärvi I. EcoBalance model for assessing sustainability in residential areas and

- relevant case studies in Finland. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 20, Issue 3, June 2000, p. 373–380.
52. Haughton G. Developing sustainable urban development models. *Cities*, Vol 14, No 4, 1997, p. 189–195.
 53. Heinonen S., Jokinen P. and Kaivo-oja J. The ecological transparency of the information society. *Futures*, Vol 33, Issues 3-4, May 2001, p. 319–337.
 54. Helleman G., Wassenberg F. The renewal of what was tomorrow's idealistic city. Amsterdam's Bijlmermeer highrise. *Cities*, Vol 21, No 1, 2004, p. 3–17.
 55. Henderson V. Urban primacy, external costs, and quality of life, *Resource and Energy Economics*, Vol 24, Issues 1-2, 15 February 2002, p. 95–106.
 56. Huang S.-L., Wong J.-H., Chen T.-Ch. A framework of indicator system for measuring Taipei's urban sustainability. *Landscape and Urban Planning*, Vol 42, 1998, p. 15–27.
 57. Hwang C. L., Yoon K. Multiple (Attribute) Decision Making. Methods and Applications, Berlin, Heidelberg, New York, 1981. 259 p.
 58. Ichikawa R., Nishimura K., Kunugi M., Shimada K., Shimakura Y.H., Fujisawa Y. and Matsunoki Y. Auto-tuning method of fuzzy memberships functions using neural network learning algorithm: application to water flow forecasting for reservoir. In: Proceedings of the 2nd International Conference of Fuzzy Logic and Neural Networks (IIZUKA'92) Vol. 2, 1992, p. 894–898.
 59. Yoon S. W., Lee D. K. The development of the evaluation model of climate changes and air pollution for sustainability of cities in Korea. *Landscape and Urban Planning*, Vol 63, 2003, p. 145–160.
 60. Yuan J. L. and Fine T. I. Forecasting demand for electric power. In: Cewan J.D. and Giles C.L., Editors, *Advances in Information Systems*, Vol. 5, Morgan Kaufmann, San Mateo, 1993, p. 739–746.
 61. Jonge de S. Building the ecocentric space for body and soul concepts derived from theology and liturgy. *Sustainability: Balancing Between Best Practice and Utopia*. International Symposium September 28-29 2000, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.
 62. Juškevičius P. Miestų ir jų susisiekimo sistemų plėtros harmonizavimas. Habilitacinis darbas. Vilnius, 2003. 116 p.
 63. Juškevičius P. Miestų planavimas. Vilnius: Technika, 2003. 144 p.
 64. Kaklauskas A., Zavadskas E. K., Vainiūnas P., Šaparauskas J., Gikys M. Web-based decision support in sustainable urban development. Tarptautinės konferencijos

- International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions* įvykusios Vilniuje, 2003 m. spalio 9-11 d., medžiaga, p. 51–52.
65. Kam Ng M. and Hills P. World cities or great cities? A comparative study of five Asian metropolises. *Cities*, Vol 20, No 3, 2003, p. 151–165.
 66. Keeken van E. Environmental Impact Assessment Methods in The Netherlands. *Sharing knowledge on Sustainable Building*. Mediterranean Conference Bari, December 16-17, 1999, p. 1–9.
 67. Keyes D. L. Energy for travel: The influence of urban development patterns. *Transportation Research Part A: General*, Vol 16, Issue 1, January 1982, p. 65–70.
 68. Kennedy M., Kennedy D. *Designing Ecological Settlements*. Berlin: Dietrich Reimer Verlag, 1997. 230 p.
 69. Khanna P., Babu P. R., George M. S. Carrying-capacity as a basis for sustainable development. A case study of National Capital Region in India. *Progress in Planning*, Vol 52, Issue 2, August 1999, p. 101–163.
 70. Kruopis J. *Matematinė statistika*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1993. 412 p.
 71. LaGro J. A. Population growth beyond the urban fringe: implications for rural land use policy. *Landscape and Urban Planning*, Vol 28, Issues 2-3, April 1994, p. 143–158.
 72. Larichev O. I., Kortnev A. V., Kochin D. Yu. Decision support system for classification of a finite set of multicriteria alternatives. *Decision Support Systems*, 33, 2002, p. 13–21.
 73. Larichev O. Ranking multicriteria alternatives: The method ZAPROS III. *European Journal of Operational Research*, 131, 2001, p. 550–558.
 74. Larichev O., Asanov A., Naryzhny Y. Effectiveness evaluation of expert classification methods. *European Journal of Operational Research*, 138, 2002, p. 260–273.
 75. Lietuvos apskritys: ekonominė ir socialinė raida. Vilnius: Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės, 2003. 434 p.
 76. Liu Y. and Phinn S. R. Modelling urban development with cellular automata incorporating fuzzy-set approaches. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol 27, Issue 6, November 2003, p. 637–658.
 77. Lo C. P. Dispersed spatial development: Hong Kong's new city form and its economic implications after 1997. *Cities*, Vol 14, Issue 5, October 1997, p. 273–277.
 78. Löfgren A. A thousand years of loneliness? Globalization from the perspective of a city in a European periphery. *Geoforum*, Vol 31, Issue 4, November 2000, p. 501–511.

79. Lunkevičius S., Ustinovičius L., Zavadskas, E. K. Daugiakriterinis kaimo statinių investicinių projektų efektyvumo vertinimas. *Statyba – Civil Engineering*, VII tomas, Nr. 3, 2001, p. 238–246.
80. Macintyre S., Ellaway A., Hiscock R., Kearns A., Der G. and McKay L. What features of the home and the area might help to explain observed relationships between housing tenure and health? Evidence from the west of Scotland. *Health & Place*, Vol 9, Issue 3, September 2003, p. 207–218.
81. Mahmoud M. R., Garcia L. A. Comparison of different multicriteria evaluation methods for the Red Bluff diversion dam. *Environmental Modelling & Software*, 15, 2000, p. 471–478.
82. May R., Rex K., Bellini L., Sadullah S., Nishi E., James F. and Mathangani A. UN Habitat Indicators Database: evaluation as a source of the status of urban development problems and programs. *Cities*, Vol 17, No 3, 2000, p. 237–244.
83. Marquez L. O. and Maheepala S. An object-oriented approach to the integrated planning of urban development and utility services. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol 20, Issues 4-5, July-September 1996, p. 303–312.
84. Masser I. Managing our urban future: the role of remote sensing and geographic information systems. *Habitat International*, Vol 25, Issue 4, December 2001, p. 503–512.
85. McMahon S. K. The development of quality of life indicators – a case study from the City of Bristol, UK. *Ecological Indicators*, Vol 2, 2002, Pages 177–185.
86. Meeus J. How the Dutch city of Tilburg gets to the roots of the agricultural 'kampen' landscape. *Landscape and Urban Planning*, Vol 48, Issues 3-4, 1 May 2000, p. 177–189.
87. Mitlin D. Addressing urban poverty through strengthening assets, *Habitat International*, Vol 27, Issue 3, September 2003, p. 393–406.
88. Moustapha A. F., Costa F. J. and Noble A. G. Urban development in Saudi Arabia: Building and subdivision codes. *Cities*, Vol 2, Issue 2, May 1985, p. 140–148.
89. Mulder de E. F. J. Urban geology in Europe: an overview. *Quaternary International*, Vol 20, 1994, p. 5–11.
90. Murota Y., Ito K. Global warming and developing countries: The possibility of a solution by accelerating development. *Energy Policy*, Vol 24, Issue 12, December 1996, p. 1061–1077.
91. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. Vilnius: Lututė, 2003. 86 p.

92. Nibel S., Rialhe A. Implementation and comparison of four building environmental assessment tools. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 702–704.
93. Oktay D. The quest for urban identity in the changing context of the city: Northern Cyprus. *Cities*, Vol 19, Issue 4, August 2002, p. 261–271.
94. Olson D. L. Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research*, Vol 130, Issue 3, 1 May 2001, p. 576–587.
95. Onishi A. FUGI global modeling system (FGMS200). Integrated global model for sustainable development. *Journal of Policy Modeling*, Vol 24, Issue 6, October 2002, p. 561–590.
96. Opricovic S., Tzeng G.-H. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, Vol 156, 2004, p. 445–455.
97. Ozernoy V. M. A framework for choosing the most appropriate discrete alternative multiple criteria decision making method in decision support systems and expert systems, Toward interactive and intelligent decision support systems. Proceedings of the seventh international conference on multiple criteria decision making, Vol. 2. Held at Kyoto, Japan (August 1986), p. 56–64.
98. Petersen E. H. Building Environmental Assessment Tool – BEAT 2000. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 709–711.
99. Post J. M. and Willems M. H. P. M. Project XX: saving resources with limited life façade. *International Conference on Building Envelope Systems and Technologies (ISBEST-2001)*, Ottawa, Canada, p. 209–213.
100. Quayle M. Urban greenways and public ways: realizing public ideas in a fragmented world. *Landscape and Urban Planning*, Vol 33, Issues 1-3, October 1995, p. 461–475.
101. Ravetz J. Integrated assessment for sustainability appraisal in cities and regions. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 20, Issue 1, February 2000, p. 31–64.
102. Recatala J. R. I., Baird I. A., Hamilton N. and Sanchez J. Land-use planning in the Valencian Mediterranean Region: Using LUPIS to generate issue relevant plans. *Journal of Environmental Management*, 59 (3), 2000, p. 169–184.
103. Reinikainen E., Jokela M., Laine T., Liljestrom K. Integrated tool for ecological design and analyze of building services. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 716–718.

104. Rylatt M., Gadsden S., Lomas K. GIS-based decision support for solar energy planning in urban environments. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol 25, Issue 6, November 2001, p. 579–603.
105. Roy B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. 293 p.
106. Rondinelli D. A. Asian urban development policies in the 1990s: From growth control to urban diffusion. *World Development*, Vol 19, Issue 7, July 1991, p. 791–803.
107. Rotmans J. Methods for IA: the challenges and opportunities ahead. In: Rotmans J., Vellinga P., editors. *Environmental modelling and assessment. Challenges and opportunities for integrated environmental assessment*, 1998, p. 155–179.
108. Rotmans J., Asselt van M., Anastasi Ch., Greeuw S., Mellors J., Peters S., Rothman D., Rijkens N. Visions for a sustainable Europe. *Futures*, Vol 32, 2000, p. 809–831.
109. Saaty T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, Vol 15, No 3, 1977, p. 234–281.
110. Saaty T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, USA.
111. Sadownik B. and Jaccard M. Sustainable energy and urban form in China: the relevance of community energy management. *Energy Policy*, Vol 29, Issue 1, January 2001, p. 55–65.
112. Savage V. R. and Kong L. Urban constraints, political imperatives: environmental design in Singapore. *Landscape and Urban Planning*, Vol 25, Issues 1-2, August 1993, p. 37–52.
113. Schmid P. Sustainability beyond sustainability. *Beyond Sustainable Building: Balancing between best-practice and utopian concepts*. Eindhoven: Tu/e, 2002. 134 p.
114. Sentosa L. S. Genius loci within Balinese dwellings environments: the unlikely scenarios of urban development in Bali. *Habitat International*, Vol 25, Issue 2, June 2001, p. 255–272.
115. Server O. B. Corruption: A major problem for urban management: Some evidence from Indonesia. *Habitat International*, Vol 20, Issue 1, 1996, p. 23–41.
116. Sik Kim K. and Gallent N. Regulating industrial growth in the South Korean Capital region. *Cities*, Vol 15, Issue 1, February 1998, p. 1–11.
117. Spangenberg J. H. Environmental space and the prism of sustainability: frameworks for indicators measuring sustainable development. *Ecological Indicators*, Vol 2, 2002, pp. 295–309.

118. Spangenberg J. H., Pfahl S., Deller K. Towards indicators for institutional sustainability: lessons from an analysis of Agenda 21. *Ecological Indicators*, 2, 2002, p. 61–77.
119. Steponavičienė G., Juškevičius P. Subalansuotos miestų plėtros prielaidos. *Urbanistika ir architektūra*, XXIV tomas, Nr. 4, 2000, p. 137-140.
120. Šaparauskas J. Development evaluation of Vilnius, Riga and Tallinn from sustainable point of view. 8-osios tarptautinės konferencijos *Naujos statybinės medžiagos, konstrukcijos ir technologijos* įvykusios Vilniuje 2004 m. gegužės 19-21 d., medžiaga, p. 129–130.
121. Šaparauskas J. Subalansuotos statybos ir aplinkos plėtros idėja bei jos traktavimas įvairiose šalyse. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*, VII tomas, Nr. 1, 2001, p. 20–23.
122. Šaparauskas J. Vilniaus ateities scenarijų sudarymas ir daugiakriterinis vertinimas. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*, IX tomas, Nr. 3, 2003, p. 123–128.
123. Ta'I B. Challenges of local government capacity building initiatives: experiences of an UNDP nationally executed programme in Thailand, *Habitat International*, Vol 24, Issue 4, December 2000, p. 403–416.
124. Tansel A. Determinants of school attainment of boys and girls in Turkey: individual, household and community factors. *Economics of Education Review*, Vol 21, Issue 5, October 2002, p. 455–470.
125. Tyler S. R. Household energy use in Asian cities: responding to development success. *Atmospheric Environment*, Vol 30, Issue 5, March 1996, p. 809–816.
126. Triantaphyllou E. Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 290 p.
127. Tweed Ch. and Jones Ph. The role of models in arguments about urban sustainability, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol 20, Issue 3, June 2000, p. 277–287.
128. UN-DPCSD. Critical trends: global change and sustainable development. New York, USA, Department for Policy Coordination and Sustainable Development – United Nations, 1997.
129. Urli B., Nadeau R. Evolution of Multi-criteria Analysis: A Scientometric Analysis. *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*, Anal. 8, 1999, p. 31–43.
130. Ustinovičius L. Statybos investicijų efektyvumo nustatymo sprendimų paramos sistema. Habilitacinis darbas. Vilnius: Technika, 2003. 143 p.
131. Ustinovičius L., Jakučionis S. Evaluation of tenders of construction – repairs contract. In: *Facilities Management in Central and Eastern Europe and Commonwealth of*

- Independent States*. Proceedings of the International Conference held in Vilnius, Lithuania 14-15th May, 1998. Vilnius: Technika, p. 375–382.
132. Ustinovičius L., Jakučionis S. Investavimo į nekilnojamąjį turtą variantų daugiakriterinis vertinimas. *Statyba*, IV t., Nr. 1. Vilnius: Technika, 1998, p. 72–77.
 133. Valiūnas J. Subalansuotos miesto plėtros geologiniai aspektai. *Miestų plėtra ir keliai* (Mokslo žurnalo „Statyba“ priedas), Nr. 7, 2000, p. 79–86.
 134. Vallee D. Electre III-IV, version 3x – Aspects Methoologiques (tome 1). Universite de Paris Dauphine, 1994. 53 p. (peržiūrėta 2003 12 19).
 135. Vanagas J. Miesto gyvenamosios aplinkos formavimas. Sociologinis aspektas. Vilnius: Technika, 1992. 156 p.
 136. Vanagas J. Miesto teorija. Vilnius: Vilniaus dailės akademijos leidykla, 2003. 248 p.
 137. Vares S. LCA-House: a Tool for Life Cycle Assessment of Buildings. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 722–724.
 138. Vasconcellos E. A. Urban development and traffic accidents in Brazil. *Accident Analysis & Prevention*, Vol 31, Issue 4, July 1999, p. 319–328.
 139. Vilniaus miesto 2002-2011 metų strateginio plano priežiūros sistema. SI „Vilniaus planas“, 2002. 137 p.
 140. Vilnius mūsų miestas. Vilniaus mero ataskaita vilniečiams 2000-2002. Vilniaus miesto savivaldybė, 82 p.
 141. Ward D. P., Murray A. T. and Phinn S. R. A stochastically constrained cellular model of urban growth. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol 24, Issue 6, 1 November 2000, p. 539–558.
 142. Westerberg U. A systematic approach to weighting environmental effects of buildings. *International Conference Sustainable Building 2000*. Proceedings 22-25 October, Maastricht, The Netherlands, p. 749–751.
 143. Williams G. Metropolitan governance and strategic planning: a review of experience in Manchester, Melbourne and Toronto. *Progress in Planning*, Vol 52, Issue 1, 1 July 1999, p. 1–100.
 144. Willoughby C. Singapore's motorization policies 1960–2000. *Transport Policy*, Vol 8, Issue 2, April 2001, p. 125–139.
 145. Wooley T., Kimmins S. Green Building Handbook. Manchester: E&Spon, 1997. 216 p.
 146. Xu J. and Yeh A. G. O. Guangzhou. *Cities*, Volume 20, Issue 5, October 2003, p. 361–374.

147. Zadeh L. A. Fuzzy sets. *Inf. Control*, No 8, 1965, p. 3–28.
148. Zanakis S. H., Solomon A., Wishart N. and Dublisch S. Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. *European Journal of Operational Research*, Vol 107, Issue 3, June 1998, p. 507–529.
149. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Šaparauskas J. Sustainable urban development and web-based multiple criteria analysis. 9-ojo Vokietijos, Lietuvos ir Lenkijos tarptautinio kolokviumo *Planning Instruments in Construction Management* įvykusio Kolobrzege, Lenkijoje 2003 m. gegužės 28-31 d., medžiaga, p. 16–17.
150. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Šaparauskas J. Sustainable urban development and web-based multiple criteria analysis. *Foundations of Civil and Environmental Engineering* (atiduota spaudai).
151. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Šaparauskas J., Raslanas S., Gikys M. Web-based multiple criteria analysis of sustainable urban development problems. Tarptautinės konferencijos *Third International Conference on Information Systems in Engineering and Construction (ISEC 2003)*, įvykusios Cocoa Beach mieste, Floridoje 2003 m. birželio 12-13 d., medžiaga.
152. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Vainiūnas P., J. Šaparauskas, Raslanas S., Gikys M. A multiple criteria decision support web-based system for sustainable urban development. Tarptautinio simpoziumo *20th International Symposium on Automation and Robotics in Construction* įvykusio Eindhoven, Nyderlandai 2003 m. rugsėjo 22 d., medžiaga.
153. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Vainiūnas P., Šaparauskas J. Modelling and forecasting of sustainable urban development. Tarptautinės konferencijos *International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions* įvykusios Vilniuje, 2003 m. spalio 9-11 d., medžiaga, p. 54–55.
154. Zavadskas E. K., Kaklauskas, A. Pastatų sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika, 1996. 280 p.
155. Zavadskas E. K., Simanauskas L., Kaklauskas A. Sprendimų paramos sistemos statyboje. Vilnius: Technika, 1999. 236 p.
156. Zavadskas E., Kaklauskas A., Bejder E., Motekūnas T. Pastato statybos ir eksploatacijos daugiataikslė selektonovacija. Vilnius: Technika, 1992. 84 p.
157. Zimmermann H. J., Gutsche L. Multi-Criteria-Analyse. Berlin: Heidelberg u. a., 1991.
158. Zuokas A. Vilniaus vizija. Konferencijos „Strateginis miestų planavimas“, įvykusios Vilniuje, 2001 m. birželio 28-29 d., medžiaga, p. 87–91.

159. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 163 с.
160. Блех Ю, Гетце У. Инвестиционные расчеты. Пер. с нем. Калининград: Янтар. сказ, 1997. 450 с.
161. Евланов Л. Г. Теория и практика принятия решений. М.: Экономика, 1984. 176 с.
162. Завадскас Э. К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве. Вильнюс: Мокслас, 1987. 209 с.
163. Завадскас Э. К. Многоцелевая селектонация технологических решений строительного производства: Автореф. Дис... д-ра тех. н. (05.23.08) / Моск. Инж.–строит. ин-т им. В. В. Куйбышева. Москва: МИСИ, 1987. 48 с.
164. Завадскас Э. К. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Монография. Ленинград: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1991. 255 с.
165. Завадскас Э. К., Бадьин Г., Пелдшус Ф. Игровое моделирование при подготовке строительного производства: Учебное пособие. Ленинград: ЛИСИ, 1989. 41 с.
166. Завадскас Э. К., Пелдшус Ф. Применение теории игр при проектировании технологии строительного производства. Научные труды Вильнюсского технического университета. Экономика и организация строительства, Но 17, Вильнюс, 1990, с. 60-65.
167. Завадскас Э. К., Фидлер К., Пелдшус Ф. Использование метода многоцелевой оптимизации в технологии строительного производства .Совершенствование строительной индустрии ЛитССР: Тез. докл. Научн.-тех. конф. (1-3 февраля 1989 г.) Вильнюс: ВИСИ, 1989, с. 40.
168. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981.
169. Ларичев О. Свойства методов принятия решений в многокритериальных задачах индивидуального выбора. *Автоматика и телемеханика*, Но 2, с. 146–158.
170. Ларичев О., Мошкович Е. Качественные методы принятия решений. М.: Физматлит, 1996.
171. Саати Т., Керне К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991.

172. 2000 round of population and housing censuses in Estonia, Latvia and Lithuania. http://www.std.lt/uploads/1077001358_censuses_in_Estonia_Latvia_Lithuania.pdf (peržiūrėta 2004 03 12).
173. A Framework for Understanding Urban Sustainability by Patrizia Lombardi. <http://research.scpm.salford.ac.uk/bqextra/> (peržiūrėta 2003 08 22).
174. Airhead. <http://www.airhead.org> (peržiūrėta 2004 03 12).
175. Aplinkos apsaugos agentūra. Informacija apie subalansuotos plėtros rodiklius savivaldybėse. http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=622 (peržiūrėta 2004 03 12).
176. ArcView GIS, ArcIMS, 3D Analyst. <http://www.esri.com> (peržiūrėta 2004 03 12). [153]
177. ATHENA. http://www.athenasmi.ca/news/promo/EIE_Software_Description%20.pdf. (peržiūrėta 2003 09 01).
178. AutoDesk VIZ. <http://usa.autodesk.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
179. BEQUEST Toolkit. <http://research.scpm.salford.ac.uk/bqtoolkit/tkpages/map.htm> (peržiūrėta 2003 09 01).
180. BEQUEST. http://cic.vtt.fi/eco/e_bequest.htm (peržiūrėta 2003 09 01).
181. BEQUEST. <http://research.scpm.salford.ac.uk/bqextra/> (peržiūrėta 2003 09 01).
182. BEQUEST. <http://research.scpm.salford.ac.uk/bqtoolkit/index2.htm> (peržiūrėta 2003 09 01).
183. BEQUEST: tools. <http://www.surveying.salford.ac.uk/bqtoolkit/index2.htm> (peržiūrėta 2003 09 01).
184. Best practices and local leadership programme. http://www.sustainabledevelopment.org/blp/learning/SC_Framework.html (peržiūrėta 2003 08 22).
185. Building energy software: tools directory. http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/subject.html (peržiūrėta 2003 09 01).
186. CEROI: City Environmental Indicators Encyclopedia http://www.ceroi.net/ind/all_ind.asp (peržiūrėta 2003 12 19).
187. Community Viz. <http://www.community.org> (peržiūrėta 2004 03 12).
188. Community Viz. <http://www.communityviz.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
189. Competitive European Cities: Where do the Core Cities Stand? http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm_urbanpolicy/documents/downloadable/odpm_urbpol_027437.pdf (peržiūrėta 2003 12 19).
190. Council, WebCouncil. <http://www.covision.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
191. Creator, SiteBuilder. <http://www.multigen.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
192. EcoProP. <http://cic.vtt.fi/eco/ecopropa.pdf> (peržiūrėta 2003 09 01).

193. EGIS. <http://www.hud.esri.com/egis> (peržiūrėta 2004 03 12). [169]
194. Eismo tvarkaraščiai. <http://213.197.143.125/m.asp?k=0&k=1> (peržiūrėta 2003 12 19).
195. ELECTRE III-IV. <http://www.lamsade.dauphine.fr/english/software.html#el34> (peržiūrėta 2003 12 19).
196. ENERGY-10. <http://www.sbicouncil.org/en/ten/index.html> (peržiūrėta 2004 03 12).
197. Essential Components of Sustainable Cities. <http://www.eeeee.net/sd03090.htm> (peržiūrėta 2003 08 22).
198. EU research project PROPOLIS. <http://ideas.repec.org/p/wiw/wiwsa/ersa02p384.html> (peržiūrėta 2004 03 12).
199. Fabijoniškės. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/fabijoniskes.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
200. GBTool. http://cic.vtt.fi/eco/gbc_a.pdf. (peržiūrėta 2003 09 01).
201. Glossary of the main technical terms and neologisms. <http://research.scpm.salford.ac.uk/bqextra/> (peržiūrėta 2003 08 22).
202. GreenCalc. http://www.bk.tudelft.nl/bouwtechnologie/installaties/onderzoek/publicaties/ecological_assessment.doc (peržiūrėta 2003 09 01).
203. GreenCalc. <http://www.york.ac.uk/inst/chp/hsa/papers/sunikka.pdf> (peržiūrėta 2003 09 01).
204. ICLEI Commuter Calculator. <http://www.iclei/games/comcalc.htm> (peržiūrėta 2004 03 12).
205. INDEX. <http://www.crit.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
206. Intelcity: five scenarios. <http://www.scri.salford.ac.uk/intelcity/documents/Docs/IC%20Scenarios.doc> (peržiūrėta 2003 08 22).
207. Justiniškės. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/justiniskes.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
208. Karoliniškės. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/karoliniskes.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
209. Kauno miesto savivaldybės teritorijos bendrasis planas. http://www.kaunas.lt/miestas/bendrasis_planas/ (peržiūrėta 2003 12 19).
210. Klaipėdos miesto plėtros strateginis planas. <http://www.klaipeda.lt/sav07.htm> (peržiūrėta 2003 12 19).
211. Lazdynai. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/lazdynai.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
212. LEED. <http://www.uni-weimar.de/scc/PRO/TOOLS/usa-leedtm.html> (peržiūrėta 2003 09 01).
213. LEM. <http://www.locationefficiency.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
214. LISA, EcoPro. <http://annex31.wiwi.uni-karlsruhe.de/TOOLS.HTM> (peržiūrėta 2003 09 01).

215. Maršrutinio transporto schema. http://www.vilniustransport.lt/images/mrweb_1.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
216. Martindale's calculators on-line center. <http://sun2.lib.uci.edu/~martindale/RefCalculators.html> (peržiūrėta 2003 09 01).
217. MCDM-23 User Manual. http://www.ieashc.org/task23/outcomes.htm#ITEM5_2 (peržiūrėta 2003 08 28).
218. Nekilnojamojo turto kainos Lietuvoje. http://www.ober-haus.lt/documents/3e6ab404-8998467_Busto_apzvalga_2003_2004.pdf (peržiūrėta 2003 12 19).
219. Nusikalstamumas seniūnijose. <http://www.vilnius.lt/zinios/Image45.gif> (peržiūrėta 2003 12 19).
220. Panevėžio miesto plėtros strateginis planas. <http://www.panevezys.lt/DesktopDefault.aspx?tabid=332> (peržiūrėta 2003 12 19).
221. Pašilaičiai. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/pasilaiciai.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
222. Pilaitė. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/pilaite.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
223. PIMWAQ. http://cic.vtt.fi/eco/pimwaq_a.pdf (peržiūrėta 2003 09 01).
224. PLACES. <http://www.energy.ca.gov/places> (peržiūrėta 2004 03 12).
225. Population growth in cities. http://www.un.org/esa/population/publications/wup2001/WUP2001_CH6.pdf (peržiūrėta 2003 08 19).
226. QUEST. <http://www.envisiontools.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
227. Rural/Urban Projection (RUP) Program. <http://www.census.gov/ipc/www/rup.html> (peržiūrėta 2003 09 01).
228. Southampton cityweb. http://www.southampton.gov.uk/citylife/city_strategy/sustainable.htm (peržiūrėta 2003 08 22).
229. SPARTACUS: a study on sustainable urban development. <http://fpiv.meap.co.uk/fpiv/spartacu.htm> (peržiūrėta 2004 03 12).
230. Subalansuotos plėtros įgyvendinimo nacionalinė ataskaita, Vilnius 2002 m. <http://www.am.lt/LSP/files/SUB-PLET-NAC-AT.pdf> (peržiūrėta 2003 08 21).
231. Sustainable measures: database. <http://www.sustainablemeasures.com/Database/index.html> (peržiūrėta 2003 12 19).
232. Šeškinė. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/seskine.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
233. TRANSIMS. <http://www.transisms.tsasa.lanl.gov> (peržiūrėta 2004 03 12).
234. UrbanSim. <http://www.urbansim.org> (peržiūrėta 2004 03 12).
235. Verkiai. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/verkiai.gif (peržiūrėta 2003 12 19).

236. Vilniaus miesto teritorijos bendrasis planas. http://www.vilnius.lt/new/vadovybe.php?open=294&root=2&sub_cat1=296 (peržiūrėta 2003 12 19).
237. Vilniaus miesto valdyba. Sprendimas Nr. 643V <http://www.vilnius.lt/dokum/00V0-643.htm> (peržiūrėta 2003 12 19).
238. Vilniaus pastatai. <http://www.vilnius.lt/paveldas/seniunijos.php> (peržiūrėta 2003 12 19).
239. VIO, Creator/VIO-GIS. <http://www.itspatial.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
240. Viršuliškės. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/virsuliskes.gif (peržiūrėta 2003 12 19).
241. VISIONS: an Integrated Assessment project. <http://www.icis.unimaas.nl/visions> (peržiūrėta 2004 03 12).
242. What If. <http://www.what-if-pss.com> (peržiūrėta 2004 03 12).
243. World Population Prospects: The 2000 Revision. <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2000/highlights.pdf> (peržiūrėta 2003 08 18).
244. World Urbanization Prospects: The 2001 Revision. http://www.un.org/esa/population/publications/wup2001/WUP2001_CH1.pdf (peržiūrėta 2003 08 19).
245. Žirmūnai. http://www.vilnius.lt/I/v_sklaida/zirmunai.gif (peržiūrėta 2003 12 19).

AUTORIAUS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

1. Kaklauskas A., Zavadskas E. K., Vainiūnas P., Šaparauskas J., Gikys M. Web-based decision support in sustainable urban development. Tarptautinės konferencijos *International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions* įvykusios Vilniuje, 2003 m. spalio 9-11 d., medžiaga, p. 51–52.
2. Šaparauskas J. Development evaluation of Vilnius, Riga and Tallinn from sustainable point of view. 8-osios tarptautinės konferencijos *Naujos statybinės medžiagos, konstrukcijos ir technologijos* įvykusios Vilniuje, 2004 m. gegužės 19-21 d., medžiaga, p. 129–130.
3. Šaparauskas J. Evaluation and comparison of alternative building design schemes by using the Internet's potentialities. Tarptautinės konferencijos „*The International conference Modelling and Simulation of Business Systems*“ įvykusios Vilniuje, 2003 m. gegužės 13-14 d., medžiaga, p. 319–321 (įrašyta į ISI duomenų bazę).
4. Šaparauskas J. Multiple criteria evaluation of buildings with emphasis on sustainability. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2003, Vol IX, No 4, p. 234–240.
5. Šaparauskas J. Pastato informacinės sistemos kūrimo aspektai. 4-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „*Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities*“ įvykusios Vilniuje 2001 m. kovo 30 d., medžiaga, p. 136–143.
6. Šaparauskas J. Pastatų alternatyvų vertinimas naudojantis interneto galimybėmis. 6-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „*Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities*“ įvykusios Vilniuje 2003 m. kovo 27-28 d., medžiaga, p. 70–75.
7. Šaparauskas J. Subalansuotos statybos ir aplinkos plėtros idėja bei jos traktavimas įvairiose šalyse. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*, VII tomas, Nr. 1, 2001, p. 20–23.

8. Šaparauskas J. Subalansuotos statybos problematika. 5-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ įvykusios Vilniuje 2002 m. kovo 27-29 d., medžiaga, p. 19–24.
9. Šaparauskas J. Vilniaus ateities scenarijų sudarymas ir daugiakriterinis vertinimas. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*, IX tomas, Nr. 3, 2003, p. 123–128.
10. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Šaparauskas J. Sustainable urban development and web-based multiple criteria analysis. 9-ojo Vokietijos, Lietuvos ir Lenkijos tarptautinio kolokviumo *Planning Instruments in Construction Management* įvykusio Kolobrzege, Lenkijoje, 2003 m. gegužės 28-31 d., medžiaga, p. 16–17.
11. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Šaparauskas J., Raslanas S., Gikys M. Web-based multiple criteria analysis of sustainable urban development problems. Tarptautinės konferencijos *Third International Conference on Information Systems in Engineering and Construction (ISEC 2003)*, įvykusios Cocoa Beach mieste, Floridoje 2003 m. birželio 12-13 d., medžiaga (kompaktinėje plokštelėje).
12. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Vainiūnas P., J. Šaparauskas, Raslanas S., Gikys M. A multiple criteria decision support web-based system for sustainable urban development. Tarptautinio simpoziumo *20th International Symposium on Automation and Robotics in Construction* įvykusio Eindhoven, Nyderlandai 2003 m. rugsėjo 22 d., medžiaga, p. 295–300.
13. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Vainiūnas P., Šaparauskas J. Modelling and forecasting of sustainable urban development. Tarptautinės konferencijos *International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions* įvykusios Vilniuje, 2003 m. spalio 9-11 d., medžiaga, p. 54–55.

PRIEDAI

1 PRIEDAS

Anketa Nr. 1

Šios anketos tikslas – nustatyti miesto administracinius rajonus (seniūnijas) apibūdinančių rodiklių reikšmingumus. Surinkti duomenys bus panaudoti seniūnijoms palyginti.

Prašome užpildyti lentelę įrašydami atitinkamus įvertinimus.

Vertinama taip. Iš pradžių pasirenkamas svarbiausias rodiklis, kurio reikšmingumas prilyginamas 10 balų (gali būti keli tokie rodikliai).

Visi kiti rodikliai lyginami su svarbiausiu rodikliu.

Siūloma įvertinimo skalė nuo 1 iki 10:

- 1, 2 – nereikšmingas rodiklis,
- 3, 4 – mažai reikšmingas rodiklis,
- 5, 6 – vidutiniškai reikšmingas rodiklis,
- 7, 8 – reikšmingas rodiklis,
- 9, 10 – labai reikšmingas rodiklis.

Rodiklio pavadinimas	Šį rodiklį reikia		Jūsų įvertinimas (nuo 1 iki 10)
	maksimizuoti	minimizuoti	
1. Seniūnijos teikiamų paslaugų kokybė			
2. Inžinerinės-komunalinės infrastruktūros būklė			
3. Susisiekimas transportu			
4. Aplinkos priežiūra			
5. Gyventojų tankumas			
6. Įmonių tankumas			
7. Nusikaltimų skaičius 10 000 gyventojų			
8. Būsto kaina			
9. Važiavimo trukmė iki miesto centro			
10. Pastatų administravimo išlaidos			
11. Pastatų techninė būklė			
12. Pastatų architektūrinė vertė			

.....
(respondento vardas, pavardė, institucija, pareigos)

2004 _____

Ačiū už bendradarbiavimą!

Ekspertų apklausos rezultatai

Ekspertai	Darnos rodikliai											
	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12
E01	4	10	9	6	5	4	6	10	10	3	6	2
E02	3	10	10	5	4	5	7	8	8	3	7	1
E03	3	9	8	6	3	4	9	10	7	3	7	2
E04	3	10	10	5	6	4	7	10	7	4	5	2
E05	2	9	10	5	4	4	6	9	8	3	5	2
E06	4	9	9	4	4	7	9	9	9	5	7	1
E07	3	10	10	4	5	7	9	10	6	4	8	2
E08	4	10	10	3	6	5	8	10	8	3	6	2
E09	3	10	10	5	5	4	7	10	8	5	7	1
E10	4	10	9	5	4	4	7	9	9	3	8	2

2 PRIEDAS

Anketa Nr. 2

Šios anketos tikslas – nustatyti miesto **infrastruktūros** rodiklių reikšmingumus.
Surinkti duomenys bus panaudoti miestams palyginti.

Prašome užpildyti lentelę įrašydami atitinkamus įvertinimus.

**Vertinama taip. Iš pradžių pasirenkamas svarbiausias rodiklis, kurio reikšmingumas prilyginamas 10 balų (gali būti keli tokie rodikliai).
Visi kiti rodikliai lyginami su svarbiausiuoju rodikliu.**

Siūloma įvertinimo skalė nuo 1 iki 10:

- 1, 2 – nereikšmingas rodiklis,
- 3, 4 – mažai reikšmingas rodiklis,
- 5, 6 – vidutiniškai reikšmingas rodiklis,
- 7, 8 – reikšmingas rodiklis,
- 9, 10 – labai reikšmingas rodiklis.

Rodiklio pavadinimas	Šį rodiklį reikia		Jūsų įvertinimas (nuo 1 iki 10)
	maksimizuoti	minimizuoti	
1. Būstų, kuriuose įrengtas vandentiekis, skaičius			
2. Būstų, kuriuose įrengta kanalizacija, skaičius			
3. Būstų, kuriuose įrengta elektra, skaičius			
4. Būstų, kuriuose įrengtas telefonas, skaičius			
5. Parduotuvių prekybos plotas			
6. Restoranų, barų, valgyklų skaičius			
7. Apgyvendinimo įmonių skaičius			
8. Vienai mokyklai tenkančių moksleivių skaičius			
9. Muziejų skaičius 100 000 gyventojų			
10. Kino teatrų skaičius 100 000 gyventojų			
11. Bibliotekų skaičius 100 000 gyventojų			
12. Vaistinių skaičius 10 000 gyventojų			

.....
(respondento vardas, pavardė, institucija, pareigos)

2004 _____

Ačiū už bendradarbiavimą!

Ekspertų apkausos rezultatai

Ekspertai	Darnos rodikliai											
	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12
E01	10	10	10	2	3	7	10	7	8	8	4	4
E02	10	10	10	3	3	8	9	4	8	8	3	3
E03	10	10	10	2	4	6	9	5	8	7	3	3
E04	10	10	10	2	5	6	10	5	7	6	3	5
E05	10	10	10	2	3	7	7	5	9	9	2	5
E06	10	10	10	3	4	7	9	7	7	7	2	6
E07	10	10	10	3	4	7	8	6	8	6	2	3
E08	10	10	10	2	4	5	10	6	8	5	4	3
E09	10	10	10	3	5	7	8	4	6	7	3	4
E10	10	10	10	3	5	7	8	4	10	7	4	3

3 PRIEDAS

Anketa Nr. 3

Šios anketo tikslas – nustatyti miesto **socialinių, ekonominių ir aplinkos** rodiklių reikšmingumus. Surinkti duomenys bus panaudoti parenkant priimtinausią miesto ateities vystymosi scenarijų.

Prašome užpildyti lentelę įrašydami atitinkamus įvertinimus.

**Vertinama taip. Iš pradžių pasirenkamas svarbiausias rodiklis, kurio reikšmingumas prilyginamas 10 balų (gali būti keli tokie rodikliai).
Visi kiti rodikliai lyginami su svarbiausiu rodikliu.**

Siūloma įvertinimo skalė nuo 1 iki 10:

- 1, 2 – nereikšmingas rodiklis,
- 3, 4 – mažai reikšmingas rodiklis,
- 5, 6 – mažai reikšmingas rodiklis,
- 7, 8 – reikšmingas rodiklis,
- 9, 10 – labai reikšmingas rodiklis.

Rodiklio pavadinimas	Šį rodiklį reikia		Jūsų įvertinimas (nuo 1 iki 10)
	maksimizuoti	minimizuoti	
1. Kasmetiniai gyventojų skaičiaus pokyčiai			
2. Vidutinis mėnesinis darbo užmokestis			
3. Gyventojų apsirūpinimas gyvenamuoju plotu			
4. Moksleivių ir studentų skaičius 10 000 gyventojų			
5. BVP vienam gyventojui			
6. Nedarbo lygis			
7. Materialinės investicijos vienam gyventojui			
8. Tiesioginės užsienio investicijos vienam gyventojui			
9. Teršalų ribinės reikšmės viršijimas ore			
10. Paviršinių vandenų kokybė			
11. Įrengtų želdynų plotas vienam gyventojui			
12. Atliekų naudojimas			

.....
(respondento vardas, pavardė, institucija, pareigos)

2004 _____

Ačiū už bendradarbiavimą!

Ekspertų apklausos rezultatai

Ekspertai	Darnos rodikliai											
	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12
E01	8	10	9	3	10	10	6	6	10	3	6	8
E02	6	10	10	2	10	10	5	7	9	2	8	6
E03	6	10	8	3	10	9	4	6	9	1	8	10
E04	7	10	7	2	10	10	8	4	10	2	6	10
E05	10	10	7	3	10	10	7	6	9	2	9	6
E06	10	10	9	3	9	10	8	7	9	3	9	8
E07	8	10	9	1	9	10	8	8	10	3	5	6
E08	9	10	10	3	10	10	6	5	10	2	5	10
E09	8	10	8	2	10	10	4	4	7	2	8	7
E10	7	10	7	2	10	9	7	8	8	3	7	7