VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Mindaugas STANIŪNAS

EKOLOGIJOS ASPEKTO VERTINIMAS MIESTŲ BENDRUOSIUOSE PLANUOSE

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
STATYBOS INŽINERIJA (02T)

LEIDYKLA

Vilnius TECHNIKA 2013

Disertacija rengta 2009–2013 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Mokslinis vadovas

prof. dr. Marija BURINSKIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

VG TU leidyklos TECHNIKA 2167-M mokslo literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

ISBN 978-609-457-555-6

© VG TU leidykla TECHNIKA, 2013

© Mindaugas Staniūnas, 2013

mindaugas.staniunas@vgtu.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Mindaugas STANIŪNAS

ECOLOGICAL ASSESSMENT IN URBAN COMPREHENSIVE PLANS

DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
CIVIL ENGINEERING (02T)

Vilnius LEIDYKLA
TECHNIKA 2013

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2009–2013.

Scientific Supervisor

Prof Dr Marija BURINSKIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T).

Reziumė

XXI a. miestai labiau nei bet kada anksčiau yra siejami su verslo vystymo galimybėmis, paslaugų teikimu, patraukliomis darbo ir gyvenamosiomis vietomis, tačiau tuo pat metu didėja susirūpinimas dėl miestų zonų aplinkos būklės. Miestuose susiduriama su panašiomis ekologinėmis problemomis ir kai kurios iš jų gali būti įvardijamos kaip nuolatinės. Teritorijų planavimo dokumentų sprendinių poveikio vertinimas yra įtvirtintas įstatymais, tačiau nors ir yra žinoma, kad miestų plėtra daro įtaką gamtai, Lietuvoje nėra aiškos sistemos, leidžiančios kiekybiškai įvertinti svarbiausius ekologinius rodiklius, be to, ir patys rodikliai nėra apibrėžti.

Tyrimo objektas – miesto ekologija, ją suvokiant kaip bendrosios ekologijos dalį, veikiančią ir veikiamą miestų aplinkoje. Darbo tikslas – pagerinti miestų bendrųjų planų rengimo kokybę, įtraukiant miesto ekologijos aspekto vertinimą. Disertaciją sudaro įvadas, trys skyriai, bendrosios išvados, literatūros ir autoriaus publikacijų disertacijos tema sąrašas.

Pirmas skyrius skirtas pradiniam ir esminiam planavimo aspektui aptarti – juridinės planavimo pusės atskleidimui. Literatūros analizės metu buvo pastebėtas vieningos europinės politikos miestų atžvilgiu nebuvimas, lietuviškos teritorijų planavimo teisinės bazės neapibrėžtumas ir didelis planavimo veiksmų laisvumas. Iš lietuviškų teisės aktų galima atrinkti / išvesti tam tikrus kiekybinius parametrus, tačiau įstatymuose nėra nustatytos rodiklių siektinosios vertės ir kaip tas vertes praktikoje specialistai galėtų užtikrinti. Antrame skyriuje pasiūlytas miesto ekologijos modelis, kuris būtų tinkamas planavimo specialistams ir sudarytų prielaidas efektyviau valdyti pagrindines miestų ekologijos problemas. Modelis orientuotas į kiekybinį vertinimą ir, atsižvelgiant į poveikio kryptį, yra sudarytas iš dviejų pagrindinių dalių: išorinės ir vidinės miesto ekologijos. Įvertinus, kad miestų įtaka pasauliniams ekologiniams procesams yra mažai tyrinėta, detalesnei analizei buvo pasirinkta būtent išorinė miesto ekologija. Remiantis tarptautiniais teisiškai įpareigojančiais susitarimais, nustatytos ribinės vertės – emisijų mažinimas nuo 8 % iki 30 %. Trečias skyrius skirtas atliekų tvarkymo ir energetikos sektorių integravimui į planavimo praktiką. Sektorių emisijos susietos su planuojant naudojamais kiekybiniais parametrais ir nustatytais emisijų mažinimo tikslais. Apskaičiuota, kad miestų bendrųjų planų galiojimo laikotarpiu statistinis gyventojas išmes tokį komunalinių atliekų kiekį, kurio ekologinės žalos kompensavimui reikalinga 200 m² želdynų teritorija. Energetikos sektoriuje, pritaikius siūlomus sprendimus, ekologinę žalą galima ne tik kompensuoti, bet ir ją sumažinti daugiau kaip 30 %.

Pasiūlytu modeliu tikslinama miesto ekologijos struktūra ir komponentai, sudaromos prielaidos kiekybinį vertinimą įtraukti į planavimo praktiką.

Abstract

In the 21st century, cities have more than ever been associated with the possibilities of business development, favourable workplaces and residence, yet there is growing concern about the environmental condition of city zones. In cities one faces similar ecological issues and some of them can be named as constant. The assessment of territorial planning document solutions is confirmed by laws; it is, however, known that urban development affects the environment; in Lithuania there is no clear system allowing one to quantitatively assess the essential ecological indicators, and the indicators themselves are not defined.

The object of the work is the ecology of city being understood as a part of general ecology. The aim of the research is to improve the quality of preparation of urban comprehensive plans, incorporating the assessment of ecology of city. The dissertation comprises Introduction, three Parts, general conclusions, the list of literature and author's published works on the topic of the dissertation.

Part One is dedicated to investigating the primary and essential aspect of planning – to disclose the legal aspect of planning. During the analysis of literature one noticed the absence of the united European policy in terms of cities, indefiniteness of the Lithuanian territorial planning legal basis and plenty of freedom to act in the sphere of planning. In Part Two the model of ecology of city has been proposed which could be suitable for the specialists in the sphere of planning and would allow managing the fundamental issues of city ecology. The model focuses on quantitative assessment and, having regard to the impact trend, comprises the main two parts: external and inner ecology of city. Having determined that the impact of cities on the world's ecological processes has little been investigated, the external ecology of city has been selected for deeper analysis. Referring to international agreements of legal obligation, exposure limits have been established: reduction of emissions from 8–30 %. Part Three is devoted to integration of waste management and energy sectors into the practice of planning. The emissions of the mentioned sectors are interconnected with quantitative parameters used in planning and with the aims, set in the dissertation, of emissions reduction. It has been estimated that during the validity of urban comprehensive plans the statistical person will generate such amount of municipal waste whose compensation of ecological damage requires the area of 200 m² of green plantations. In the energy sector, having applied the proposed decisions, ecological damage can not only be compensated but also lessened more than 30 %.

The proposed model concretizes the structure of ecology of city and its components, allows integrating quantitative assessment into the practice of planning.

Žymėjimai

Simboliai

b_{ij} – i varianto j rodiklio didesnioji vertė (taikoma pilkiesiems skaičiams);

m – variantų skaičius;

n – rodiklių skaičius;

q_j – j rodiklio santykinis reikšmingumas;

w_{ij} – i varianto j rodiklio mažesnioji vertė (taikoma pilkiesiems skaičiams);

x_{ij} – i varianto j rodiklio vertė; $i = 1, 2, \dots m; j = 1, 2, \dots m$;

$\bar{x}_{ij}$ – i varianto j rodiklio normalizuota vertė;

$\bar{\bar{x}}_{ij}$ – i varianto j rodiklio svertinė normalizuota vertė;

$x_j^{\max}$ – j rodiklio didžiausia vertė;

$x_j^{\min}$ – j rodiklio mažiausia vertė.

Santrumpos

ES – Europos Sąjunga;

JT – Jungtinės Tautos;

LR – Lietuvos Respublika;

COPRAS – daugiakriterinio kompleksinio proporcingumo metodas (angl. Complex Proportional Assessment of Alternatives);

COPRAS-G – daugiakriterinio kompleksinio proporcingumo metodas su pilkaisiais skaičiais (angl. Complex Proportional Assessment of Alternatives with Grey Number);

SAW – paprastojo svorių sudėjimo metodas (angl. Simple Additive Weighting);

SAW-G – paprastojo svorių sudėjimo metodas su pilkaisiais skaičiais (angl. Simple Additive Weighting with Grey Number);

TOPSIS – artumo idealiam taškui metodas (angl. Technique for Order Preference by Similiarity to Ideal Solution);

TOPSIS grey – artumo idealiam taškui metodas su pilkaisiais skaičiais (angl. Technique for Order Preference by Similiarity to Ideal Solution with Grey Number);

WASPAS – svorinės agreguotos sumos metodas (angl. Weighted Aggregated Sum Product Assessment).

Turinys

IVADAS	1
Problemos formulavimas.....	1
Darbo aktualumas.....	2
Tyrimo objektas.....	4
Darbo ribos	4
Darbo tikslas.....	5
Darbo uždaviniai	5
Tyrimų metodika	5
Darbo mokslinis naujumas	6
Darbo rezultatų praktinė reikšmė	7
Ginamieji teiginiai	7
Darbo rezultatų aprobavimas.....	8
Disertacijos struktūra.....	8
1. MIESTO EKOLOGIJA IR PLANAVIMAS: MOKSLINĖ IR TEISINĖ PRIEIGA	9
1.1. Miesto ekologija mokslinėje literatūroje	10
1.2. Miestų planavimo reglamentavimas Europos Sąjungos teisėje	15
1.3. Pagrindinių Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų analizė	21
1.4. Kiekybiniai parametrai Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentuose	27
1.5. Pirmojo skyriaus išvados	32

2. MIESTO EKOLOGIJOS MODELIS: STRUKTŪRA IR RIBOS	33
2.1. Miesto ekologijos procesų specifika.....	34
2.2. Miesto ekologijos struktūra	39
2.3. Miesto ekologijos kritinės ribos	49
2.4. Antrojo skyriaus išvados	55
3. IŠORINĖS MIESTO EKOLOGIJOS MODELIO PRAKTINIS PRITAIKYMAS	57
3.1. Komunalinių atliekų sektoriaus integravimas į miestų planavimo ekologiją	58
3.2. Energetikos sektoriaus integravimas į miestų planavimo ekologiją	68
3.3. Energetikos sektoriaus pertvarkymų poveikio išorinei miesto ekologijai daugiakriteris vertinimas	84
3.4. Trečiojo skyriaus išvados	102
BENDROSIOS IŠVADOS	103
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI.....	105
AUTORIAUS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS ...	121

Contents

INTRODUCTION	1
Formulation of the problem.....	1
Topicality of the problem	2
Object of the work	4
Boundaries of the work	4
Aim of the work	5
Tasks of the work	5
Methodology of the research	5
Scientific novelty.....	6
Practical value of the findings of the research work.....	7
Defended statements.....	7
Approval of the findings of the research work	8
Scope of the scientific work	8
 1. ECOLOGY OF CITY AND PLANNING: SCIENTIFIC AND JURIDICAL APPROACH.....	 11
1.1. Ecology of city in scientific literature	12
1.2. Urban planning regulations of the European Union law	17
1.3. The analysis of the main documents of the Lithuanian Republic territorial planning	 22

1.4. Quantitative parameters in the Lithuanian Republic territorial planning documents	27
1.5. Conclusions of the first chapter	32
2. MODEL OF THE ECOLOGY OF CITY: STRUCTURE AND BOUNDARIES	33
2.1. The particularities of processes of ecology of city	34
2.2. The structure of ecology of city	39
2.3. Exposure limits of ecology of city	49
2.4. Conclusions of the second chapter	55
3. PRACTICAL APPLICATION OF THE MODEL OF EXTERNAL ECOLOGY OF CITY	57
3.1. Integration of the municipal waste sector into the ecology of urban planning	58
3.2. Integration of the energy sector into the ecology of urban planning	68
3.3. Multi-criteria assessment of the impact of energy sector reforms on external city ecology	84
3.4. Conclusions of the third chapter	102
GENERAL CONCLUSIONS	103
LITERATURE AND SOURCES	105
LIST OF THE AUTHOR'S SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION	121

Ivadas

Problemos formulavimas

Šiuolaikiniame pasaulyje labiau nei bet kada anksčiau miestai yra siejami su verslo vystymo galimybėmis, paslaugų teikimu, patraukliomis darbo ir gyvenamosiomis vietomis, tačiau tuo pat metu didėja susirūpinimas dėl miestų zonų aplinkos būklės. Iš esmės miestuose susiduriama su panašiomis ekologinėmis problemomis, tokiomis kaip oro ir vandens tarša, padidėjęs triukšmo lygis ar šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos. Kai kurios rimtos ekologinės problemos jau gali būti įvardijamos kaip nuolatinės (išliekančios), be to, iškyla naujos, todėl planuojant miestų plėtrą – nesvarbu, ar nukreiptą į vidines teritorijas, ar į priemiestines zonas, – būtinas ekologinių pasekmių tyrimas.

Teritorijų planavimo dokumentų sprendinių poveikio (drauge ir poveikio aplinkai) vertinimas yra įtvirtintas įstatymais, tačiau nors ir yra žinoma, kad miestų plėtra daro įtaką gamtai, nėra aiškos sistemos, leidžiančios kiekybiškai įvertinti kertinius ekologinius aspektus, be to, ir patys aspektai nėra apibrėžti. Bandant įvertinti miestų plėtros poveikį, sprendžiama tiek vertinimo struktūros, tiek ir rodiklių parinkimo problema. Teoriškai toks uždavinys galėtų būti sprendžiamas daugiakriterio vertinimo metodais, įvertinant visus reikalingus rodiklius, tačiau realiaame pasaulyje sistema būtų ypač komplikauta ir imli laikui,

o planavimo procedūrų atlikimo laikas yra apibrėžtas norminiuose dokumentuose ir papildomo laiko modeliavimui nėra numatyta. Pats planavimo norminimo faktas parodo, kad planavimas (bent iš dalies) – juridinis procesas, kuris turi būti vykdomas vienodomis sąlygomis visoje Lietuvos Respublikos teritorijoje, t. y. vieninga, unifikuota struktūra yra privaloma. Skirtingų specialistų individualiai siūlomos naujos vertinimo struktūros, viena vertus, parodo, kad tinkamos struktūros vis dar nėra, tačiau, kita vertus, pateikia (dažniausiai) perteklinės ir neesminės informacijos, kuri tik dar labiau „išpučia“ visą vertinimo sistemą ir atitinkamai užmaskuoja svarbiausius rodiklius.

Naudojantis teritorijų planavimo teisine baze kaip pagrindiniu išeities tašku, disertacijoje numatoma spręsti miesto ekologijos struktūros ir jos komponentų kiekybinio vertinimo problemą. Laukiamas rezultatas, kuris leistų matematiškai įvertinti miestų bendrųjų planų poveikį miestų ekologijos aspektu, t. y. leistų ekologinį indėlį (teigiamą ir / ar neigiamą) įvertinti kiekybiškai praktikoje realiomis sąlygomis.

Darbo aktualumas

XVIII a. pab. prasidėjusi industrinė revoliucija XIX šimtmetyje jau buvo apėmusi visas pagrindines Europos valstybes. Metalų apdirbimas, garo energija, fabrikų sistemų susiformavimas, naujos transporto priemonės (geležinkeliai, garlaiviai), sunkioji pramonė, sudėtingėjanti inžinerija, centralizacija, standartizacija ir urbanizacija tapo nebeatskiriama žmonių gyvenimo dalimi. Ilgainiui elektra ir nafta tapo pagrindiniais pramonės augimą užtikrinančiais energetiniais šaltiniais, o miestai – darbo jėgos ir drauge produkcijos realizavimo garantu.

Urbanizacijos procesas taip įsitvirtino, kad net praėjus daugiau negu šimtui metų jis vis dar progresuoja: miestas standartiškai suvokiamas kaip gyvenamosios bei darbo vietų atitikmuo beveik visame civilizuotame pasaulyje, ir „*homo sapiens urbanus*“ yra tapęs norma“ (EC 2010a). Jungtinių Tautų duomenimis (UN 2010), 2010 m. daugiau kaip pusė viso pasaulio gyventojų jau buvo miestiečiai, atskiruose regionuose ši dalis dar didesnė, pavyzdžiui, Europos Sąjungoje urbanizuotose teritorijose gyvena daugiau kaip 70 % žmonių (Eurostat 2012), teigiama, kad pasaulio „miestėjimas“ tęsis ir ateityje (UN 2010). Absoliučiai daugumai žmonių miestas yra ir išliks pačia populiariausia gyvenamąja vieta: gyvenimas mieste reiškia aukštesnius gyvenimo standartus ir gerovę. Kita vertus, kieno naudai?

Urbanizacija kaip ir pramonė yra neatsiejama nuo tokių reiškinių kaip intensyvus energijos ir natūralių išteklių vartojimas, oro ir vandens tarša, triukšmas, atliekos ir pan. Apie gerovės bei pramonės progreso faktišką (tame

tarpe ir netiesioginę) kainą ir ekologines pasekmes pradėta kalbėti apie 1960 metus, tačiau tuomet politikams, visuomenei, žiniasklaidai dalies mokslininkų prognozuojamas ekoarmagedonas pasirodė tolimas, neįtikinantis, ginčytinas ir, be abejo, nepalankus. Paradoksalu, tačiau manoma, kad viena iš pagrindinių priežasčių, leidusių sustiprėti aplinkos apsaugos politikai, buvo ne kas kita, o „gerovės“ – naftos – stygius, kai aštuntajame dešimtmetyje, nutrūkus naftos tiekimui iš Viduriniųjų Rytų, drastiškai pašoko kainos (Steele 2005). Išaugusios kainos ir kilęs žmonių nepasitenkinimas vertė politikus svarstyti resursų taupymo, savęs išlaikymo, vietinių energetinių išteklių panaudojimo ir panašius klausimus. Be to, maždaug 1985–1990 metais buvo pasiekta Žemės galimybių riba, vėliau virtusi (tebesitęsiančiu dabar) poreikvojimu – žmonijos poreikiai viršijo planetos regeneracines galimybes (Wackernagel and Monfreda 2004; Wackernagel *et al.* 2005; Borucke *et al.* 2013). Besitęsiant gamtinių resursų poreikvojimui ir ryškėjant drastiškoms pasekmėms, tapo aišku, kad poreikius ir vartojimą reikia riboti – tik klausimas kaip?

1972 metais publikuota ataskaita „Augimo ribos“ (*Limits to Growth*) pabrėžė, kad tolesnis sparčiai progresuojantis natūralių resursų vartojimas prives prie negrįžtamo jų praradimo ir išpopuliarino daug debatų sukėlusią „nulinio augimo“ (*zero growth*) koncepciją. Audringas diskusijas kėlęs klausimas – ar ekonomikos progresas yra būtinas norint užtikrinti (finansuoti) aplinkos apsaugą, ar visgi ekonomikos progreso neišvengiamas rezultatas yra gamtos nualinimas ir atliekos? – buvo korektiškai išspręstas 80-ųjų pabaigoje pasiūlius darnumo koncepciją. Darnumo sąvoka, apimanti tris kertinius komponentus – socialinį vystymąsi, ekonomikos progresą ir ekologiją, – tapo tikra panacėja politiniame lygmenyje, nes leido sujungti iki tol nesuderinamus dalykus. J. M. Barosso – Europos Komisijos prezidentas – yra pasakęs, kad „Europos Sąjunga tvirtai pasisako už darnų vystymąsi. Tai pagrindinis politikos ir veiksmų principas tiek ES viduje, tiek tarptautinėje arenoje“ (Wackernagel *et al.* 2005).

Darnaus vystymosi koncepcija pasiūlė teorinį suderinamumo principą, tačiau nenurodė, kaip jį praktiškai įgyvendinti. Praėjo daugiau kaip 20 metų, o faktiškai darnumo dar niekur nepavyko pasiekti (*Millenium Ecosystem Assessment* 2005). Apibendrinant galima teigti, jog esama situacija kontroversiška: problema svarbi ir aiški – gamtinių galimybių poreikvojimas, sprendimo būdas irgi žinomas – darnus vystymasis, tačiau faktiškai tikslas neįgyvendintas.

Siekiant realaus disertacijos naudingumo tiek praktiniu, tiek moksliniu aspektais, būtų naudinga darnų vystymąsi analizuoti ne kaip nedalomą vienį, o kaip atskirų dalių junginį. Tikslingiausia dirbti tose vietose, kur numatomas poveikis didžiausias, todėl darbo metodologiniu pagrindu pasirinkta tik viena darnumo sudedamoji dalis – ekologija, kuri tiriama tik vienoje terpėje – mieste. Tokį derinį nulėmė aukščiau išdėstyta informacija, t. y. gamtos poreikvojimo

faktas reikalauja neatidėliotino ekologinių problemų sprendimo, ir būtent „miestuose iškyla daugiausia aplinkos apsaugos problemų“, be to, lemiamą vaidmenį gerinant miesto aplinką įgauna vietos valdžia, t. y. savivaldybės (KOM(2005) 718 galutinis). Lietuvoje savivaldybės pagrindines miesto teritorijos valdymo gaires užtikrina dalyvaudamos rengiant miestų bendruosius planus, todėl disertacijoje analizuojamas vienas aktualiausių šiandienos ekologinių klausimų – kaip ir kokios ekologinės problemos gali (turi) būti sprendžiamos rengiant miestų bendruosius planus? Šio klausimo sprendimas aktualus tiek mokslo krypties ir specialistams, tiek valstybei vietiniu, nacionaliniu ir tarptautiniu lygmenimis.

Tyrimo objektas

Tyrimo objektas – miesto ekologija, ją suvokiant kaip bendrosios (ne socialinės) ekologijos dalį, veikiančią ir veikiamą miestų aplinkoje. Pasirinkus šį objektą kaip mokslinės pažintinės veiklos dalyką, darbe analizuojami jos pagrindinių komponentų atrinkimo, principinės struktūros formavimo ir kiekybinio įvertinimo galimybės bei ypatumai. Darbe nagrinėjami tik tie ekologiniai parametrai, kurie yra kertiniai, t. y. tie, kurių keitimas (valdymas) susijęs su dideliais, esminiais pokyčiais ir tie, kurie gali būti panaudoti rengiant bendruosius miestų teritorijų planavimo dokumentus (miestų bendruosius planus). Kitais žodžiais, miestų bendruosiuose planuose sprendžiami tam tikri specifiniai klausimai, kurių konkretizavimo lygis yra ribojamas techninių ir / ar juridinių veiksnių, pavyzdžiui, planuojamos teritorijos dydžio, todėl įvertinimo detalumas (rodiklių skaičius ir pan.) ir tikslingumas turi būti atitinkamai pakoreguoti: sustambinti ir apibendrinti.

Darbo ribos

Atsižvelgiant į tyrimo problemą ir darbo aktualumą, disertacijoje pristatomas visapusiškas miesto ekologijos modelis, kurį bendrosios ekologijos apimtyje siūloma suvokti kaip dviejų dalių junginį. Dalys, vertinant pagal poveikio kryptį, darbe vadinamos išorine miesto ekologija ir vidine miesto ekologija (detaliau žiūr. III skyrių). Darbas orientuotas į išsamų išorinės miesto ekologijos (išskyrus pramonės ir transporto sektorius) konstravimą, o vidinė miesto ekologija aptariama tik iš dalies, tiek, kiek reikia konstruojamo modelio suvokimui (išsamesnius sprendimo motyvus detaliau žiūr. 2.2 poskyrį). Siekiant praktinių darbo rezultatų pritaikymo, disertacijoje ne tik atskleidžiami pasirinktos miesto ekologijos dalies komponentai, pasiūlomos formulės šių komponentų

kiekybiniam įvertinimui, bet ir pateikiami realaus praktinio pritaikymo pavyzdžiai. Darbas skirtas Lietuvos miestų bendrųjų planų tobulinimo aktualijoms atskleisti.

Darbo tikslas

Darbo tikslas – pagerinti miestų bendrųjų planų rengimo kokybę, įtraukiant miesto ekologijos aspekto vertinimą.

Darbo uždaviniai

1. Atlikti mokslinės literatūros, Europos Sąjungos teisinio reglamentavimo, susijusio su miestų planavimu, pagrindinių veikimo principų ir Lietuvos įstatyminės bazės, reglamentuojančios miestų planavimo ekologinį aspektą, analizę.
2. Remiantis Lietuvos teritorijų planavimą reglamentuojančiais įstatymais, sudaryti kiekybinių rodiklių, naudojamų planavimo metu, klasifikuotą sąrašą.
3. Pasiūlyti bendrąją miesto ekologijos struktūrą ir ją apibūdinančius esminius parametrus.
4. Sukurti kiekybinę išorinės miesto ekologijos vertinimo sistemą, kurią galima naudoti planavimo proceso metu, ir pateikti vertinimo praktinių pavyzdžių.

Tyrimų metodika

Pagrindinė idėja, kuria remiantis buvo sumanytas tyrimas, įvertinti ekologiją apibūdinančių kiekybinių parametrų taikymo galimybę, rengiant miestų bendruosius planus. Dabartiniu metu dažniausiai taikoma praktika – aprašomasis, kokybinis vertinimas, todėl gaunami daugiaprasmiai, tarpusavyje objektyviai nepalyginami rezultatai. Be to, gauti rezultatai labai priklauso nuo planą rengusių specialistų valios. Atsižvelgiant į minėtus trūkumus ir faktą, kad miestų planavimas – teisinė procedūra, esminiai du tyrimo klausimai yra šie:

1. ar miesto ekologijos sąvoka yra tinkamai apibrėžta mokslškai arba juridškai, t. y. ar egzistuoja kiekybiniai miesto ekologijos parametrai?

2. ar esamus miesto ekologijos parametrus galima taikyti, rengiant bendruosius planus, t. y. ar reikalingas rodiklių pritaikymas praktiniam naudojimui?

Darbe naudoti trys tyrimo metodai: teorinė analizė, apibendrinimas ir testavimas. Teorinės analizės metu atlikta šiuolaikinės mokslinės literatūros ir teisinių šaltinių apžvalga, apibendrinimo metu – minėtos informacijos kritinis vertinimas, siekiant nustatyti informacijos validumą, t. y. patikimumą ir tinkamumą praktinėje veikloje. Papildomai atsižvelgta į statistinius duomenis. Darbo pabaigoje pateikti pasiūlytų sprendimų testavimo pavyzdžiai (kontroliniai skaičiavimai).

Pagrindinis visų duomenų šaltinis – elektroninės (interaktyvios) duomenų bazės, kurios pasirinktos dėl jose pateikiamos informacijos įvairiapusiškumo, spartaus atnaujinimo ir gausos. Teisiniai dokumentai skaityti oficialiose Europos Sąjungos, Lietuvos Respublikos Seimo, Vyriausybės ir Aplinkos ministerijos internetinėse svetainėse. Statistiniai duomenys paimti iš LR Statistikos departamento ir Eurostat internetinių svetainių / leidinių. Trečiame skyriuje pateikti miestų planų fragmentai parengti AutoCAD programa, naudojant interneto žemėlapių svetainių duomenis, rezultatai buvo papildomai patikrinti atliekant kontrolinis matavimus Vilniuje.

Darbo mokslinis naujumas

Teoriniu požiūriu ekologinio vertinimo koncepcija nėra nauja: XX a. pab. – XXI a. ją plėtoja tiek pavieniai specialistai, tiek valstybinės ir tarptautinės organizacijos (žiūr. darbo aktualumas). Tokios situacijos rezultatas – daugybė skirtingų modelių, įvairių rodiklių, indikatorių ir pan., todėl dar vienas vertinimo metodas būtų teoriškai naujas, tačiau faktiškai labai greitai pranyktų ir taip nebeapdorojamoje parametru masėje. Siekiant to išvengti, darbe vadovautasi kitokiu metodologiniu požiūriu: stengtasi apibendrinti ir išgryninti esamus agreguotus duomenis, ir būtent tame gebėjime atsitraukti, abstrahuoti ir pateikti visuminį vaizdą (įvertinimą) slypi darbo reikšmė. Darbo rezultatas – aiški loginė struktūra, principinis karkasas, paremtas jau turimais duomenimis. Darbas orientuotas ne į kiekybinį informacijos plėtimą, dauginimą, bet priešingai – į kokybinę struktūrą. Gautas rezultatas ne tik atskleidžia, kokie veiklos barai ištirti detaliau, kur dar stinga duomenų, tačiau parodo informaciją loginės struktūros fone. Miestų ekologijos ir miestų bendrųjų planų sąsajos Lietuvoje išsamiai nenagrinėtos, todėl darbas paaiškina (praplečia) šią mokslo krypties veiklą ir pasiūlo jos karkasą.

1. Remiantis mokslinė ir teisine informacija, nustatyta, kokios yra pagrindinės miesto ekologijos vertinimo problemos, su kuriomis susiduriama rengiant miestų bendruosius planus.
2. Sudarytas bendras miesto ekologijos modelis. Modelis, vertinant pagal poveikio kryptį, susideda iš išorinės ir vidinės miesto ekologijos.
3. Pasiūlytas skaičiavimo metodas, leidžiantis išorinę miesto ekologiją įvertinti rengiant miestų bendruosius planus. Modelis paremtas kiekybiniais rodikliais, t. y. gaunamas objektyvus rezultatas.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

Disertacijos metu parengta miesto ekologijos samprata ir ypač kiekybinė išorinės miesto ekologijos vertinimo sistema gali būti praktiškai taikomos rengiant miestų bendruosius planus. Tai yra priemonė, leidžianti planuotojams matematiškai išorinės miesto ekologijos aspektu įvertinti bendrojo plano poveikį ir / arba palyginti skirtingus miestų plėtros variantus, kurios dėka tampa įmanomas objektyvus sprendimų pasirinkimas. Sukurtas skaičiavimo modelis nereikalauja papildomos pradinės informacijos, užtenka tos, kuri įprastai naudojama rengiant teritorijų planavimo dokumentus. Autoriaus žiniomis, kito tokio praktiškai funkcionuojančio modelio Lietuvoje nėra. Darbas yra naudingas vertinant ir visos valstybės lygmeniu kaip šios srities savianalizės priemonė bei dėl aiškesnės Lietuvos miestų įtakos pasauliniams ekologiniams procesams atskleidimo. Pasiūlytas modelis tinkamas Lietuvos miestams, tačiau teorinė bazė buvo parengta remiantis Europos Sąjungos dokumentais, susijusiais su planavimu ir ekologija, todėl modelį galima keisti ir taikyti kitų ES šalių narių teritorijose.

Ginamieji teiginiai

1. Miestų ekologija pagal poveikio kryptį yra dvipusė: išorinė ir vidinė. Išorinės ekologijos procesai visiems miestams vienodi – tai yra globalūs ekologiniai procesai, darantys esminę įtaką už miesto ribų; o vidinės – gali būti įvairesnės, nes tai yra lokalūs procesai, darantys esminę įtaką miesto viduje.
2. Planuojant miestus svarbūs tik ties kritinėmis ribomis atsiduriantys miesto ekologijos procesai. Miestų planavimas – teisinė procedūra, todėl išorinės ekologijos kritinės ribos turi būti maksimaliai suvienodintos ir įtvirtintos juridškai.

3. Lietuvoje efektyviam miesto ekologijos aspekto integravimui į miestų bendrųjų planų rengimą ir progreso įvertinimui, kritinių ribų atskaitos pradžia turi būti laikoma planavimo procedūrų pradžia.

Darbo rezultatų aprobavimas

Disertacijos tema yra publikuoti septyni moksliniai straipsniai, iš kurių vienas paskelbtas „ISI Web of Science“ leidinyje, turinčiame citavimo rodiklį (Staniūnas *et al.* 2013), vienas – „ISI Master Journal List“ (Staniūnas *et al.* 2010), du – tarptautinių duomenų bazių (EBSCOhost, CABI, CSA, TOC Premier) leidiniuose (Staniūnas 2012; Staniūnas *et al.* 2012), vienas – „ISI Proceedings“ leidinyje (Staniūnas and Burinskienė 2011a) ir kompaktiniame diske (Staniūnas and Burinskienė 2011b), vienas – recenzuojamoje tarptautinių konferencijų medžiagoje (Staniūnas and Staniūnas 2011). 2012 m. publikotas straipsnis (Staniūnas *et al.*) įtrauktas į Europos Komisijos aplinkos apsaugos politikos tyrimų saugyklą.

Disertacijoje atliktų tyrimų rezultatai buvo paskelbti penkiose mokslinėse konferencijose Lietuvoje ir užsienyje:

- 13-ojoje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „*Mokslas – Lietuvos ateitis*“ 2010 m. Vilniuje;
- 8-ojoje tarptautinėje konferencijoje „*Environmental engineering*“ 2011 m. Vilniuje;
- Tarptautinėje konferencijoje „*Ecological Architecture 2011*“ 2011 m. Kaune;
- Tarptautinėje konferencijoje „*Advanced Construction 2012*“ 2012 m. Kaune;
- Tarptautinėje konferencijoje „*European Union external border – territorial specificities, trends and disparities*“ 2013 m. Tartu (Estija).

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro įvadas, trys skyriai: 1) miesto ekologija ir planavimas: mokslinė ir teisinė prieiga, 2) miesto ekologijos modelis: struktūra ir ribos, 3) išorinės miesto ekologijos modelio praktinis pritaikymas, bei išvados. Darbo apimtis yra 136 puslapiai, darbe – 30 lentelių ir 20 paveikslų. Literatūros sąrašas – 187 darbe naudotos literatūros punktai.

Miesto ekologija ir planavimas: mokslinė ir teisinė prieiga

Teritorijų planavimas yra procedūra, apibrėžiama ir vykdoma pagal tam tikrus norminius aktus ir kurios rezultatas yra teisiškai validus. Tuo pačiu metu planuojant dažnai įgyvendinami sprendimai, kurių ištakos siekia mokslinius tyrimus, skirtus įvairių procesų, vykstančių mieste, analizei. Siekiant praktiškai susieti teritorijų planavimą su miestų ekologija, tiek dabartinių mokslinių žinių, tiek teisinės struktūros ir aktų pavaldumo ryšių nustatymas yra būtina prielaida. Lietuvoje teritorijų planavimą reglamentuoja LR teisės aktai, tačiau be nacionalinių teisinių dokumentų Lietuva turi ir tarptautinių įsipareigojimų: 2004 m. kartu su kitomis penktosios bangos valstybėmis Lietuva tapo ES šalimi nare. Be to, 2013 m. liepos 1 – gruodžio 31 dienomis Lietuva pirmininkaus ES Tarybai. Taigi, Lietuvoje galioja ES normatyvai. Bendroji ES teisė skirta visos bendrijos reikalams ir nereglamentuoja kiekvienos valstybės teritorijų planavimo ar tuo labiau miestų planavimo politikos. Tačiau ES būdinga nustatyti tam tikras bendras veiklos gaires, kurios reikalingos sklandžiam ir vieningam visos bendrijos funkcionavimui. Europinio teisės modelio struktūros ir veikimo atskleidimas toks pat reikalingas kaip ir detali LR teisės aktų, susijusių su planavimu, analizė. Pirmas skyrius skirtas esamos būklės mokslinių žinių ir teisinių (ES ir LR) svertų kritiniam aptarimui, akcentuojant praktinę planavimo

pusę. Šio skyriaus tema publikuoti du straipsniai (Staniūnas *et al.* 2010; Staniūnas and Staniūnas 2011).

Darbai aktualūs literatūros ir šaltinių pasirinkimo kriterijai.

Integralumas. Miestų planavimas – sritis, sujungianti daug disciplinų. Šiuo metu išsivysčiusiose valstybėse dominuojanti planavimo kryptis vienaip ar kitaip susijusi su darniu vystymusi ir jo įgyvendinimu miestų aplinkoje. Renkantis medžiagą, į vyraujančias nuostatas buvo atsižvelgta, todėl prie ekologinių klausimų pereita trumpai pristacius darnaus vystymosi populiarumo pasekmes.

Praktinis pritaikymas. Vienas iš disertacijos siekių yra praktinis rezultatų taikymas, todėl analizuojant literatūrą ypatingas dėmesys buvo skirtas mokslinių žinių taikymui realiame gyvenime ir sunkumams, kurie atsiskleidžia nagrinėjant šiuolaikines duomenų bazines. Šiuo atveju kalbama ne tiek apie konkrečius pavienių mokslininkų nagrinėjamus klausimus ar vykdomus tyrimus, kiek apie bendrąją dabartiniu metu vyraujančią mokslo publikavimo tendenciją ir su tuo sietinas praktikoje atsiskleidžiančias problemas.

Naujumas. Didžioji dalis apžvalgai naudotų duomenų gauti iš šiuolaikinių elektroninių duomenų bazių, atrinkti nauji reikiama tema publikuoti darbai. Didžiąją dalį medžiagos sudaro straipsniuose skelbta medžiaga.

Juridinė planavimo pusė – neatskirama planavimo dalis, svarbiausi teisiniai dokumentai aptarti 1.2 ir 1.3 poskyriuose, tačiau iš esmės į juridinį aspektą ir oficialius statistinius duomenis remtasi rašant visą darbą.

1.1. Miesto ekologija mokslinėje literatūroje

Įvade buvo minėta, tačiau svarbu dar kartą pabrėžti, kad darbe analizuojama bendroji ekologija specifinėje – miestų – aplinkoje, šios ekologijos krypties nederėtų painioti su socialine ekologija. Į visuomeninius (socialinius) procesus ekologija įtraukta 1921 m. (Vanagas 1992). Lietuvoje tiek sovietiniais metais, tiek ir atkūrus Nepriklausomybę bene išsamiausiai (ilgalaikius, paremtus praktiniais stebėjimais ir aktualius miestų planavimui) socialinės ekologijos tyrimus vykdė ir rezultatus publikavo prof. habil. dr. Jurgis Vanagas (1974, 1980, 1992, 1996).

Didieji pasaulio miestai, tikėtina, dėl spartesnių ir intensyvesnių industrinių procesų su ekologinėmis problemomis susidūrė seniai, ir jau praėjusio amžiaus pradžioje randama specialistų raginimų vykdyti miestų ekologijos tyrimus. McDonnell *et al.* (2009) nurodo, kad yra darbų, publikuotų XX a. ketvirtame dešimtmetyje, pavyzdžiui, 1935 m. C. C. Adams darbas apie bendrosios ekologijos ryšį su žmonių ekologija (*The relation of general ecology to human ecology*) arba 1938 m. to paties autoriaus pastebėjimai ekologijos specialistams, savo tyrimuose atsižvelgiantiems į visuomeninį aspektą, bei geografas (*A note*

for social-minded ecologists and geographers). Vykdyti tyrimai, atlikti darbai, konferencijos miesto ekologijos tematika buvo labai negausūs, vyko labiau dėl pavienių specialistų iniciatyvos nei dėl sistemingos mokslo šakos plėtotės. Be abejo, didelę neigiamą įtaką padarė II pasaulinis karas, daugumoje valstybių sutrikdęs ar net nutraukęs mokslinę veiklą. Natūralu, kad ankstyvieji darbai (XX a. pr. – XX a. vid.) nesulaukė didesnio visuomenės dėmesio: trūko žinių, mokslininkų tarpusavio bendravimo, be to, leidinių tiražas buvo ribotas, o priėjimas prie jų kompliktuotas.

Europoje, Azijoje, Australijoje ir Amerikoje susidomėjimas miesto ekologija ir su ja susiję tyrimai atsigavo maždaug prieš 30 metų: miestų ekologijos tyrimų medžiaga aktyviau publikuojama nuo 8-ojo – 9-ojo dešimtmečių (Davis 1976; Kahalas and Groves 1978; Kalma *et al.* 1978; Hengeveld and De Vocht 1982; Rapoport 1983). Pastarąjį dešimtmetį publikacijų ir mokslinių darbų ypač pagausėjo. Tikėtina, jog ekologijos mokslo populiarumui ženkliai įtaką padarė 9-ajame dešimtmetyje gimusi darnumo koncepcija, kuri palaipsniui įsigalėjo visame pasaulyje, drauge ir oficialioje politikoje (detaliau žiūr. 2.1 poskyrį). Garsiosios Jungtinių Tautų aplinkos ir vystymo konferencijos metu 1992 m. Rio de Žaneire (dar žinoma kaip Rio konferencija) buvo priimtas veiksmų planas „Darbotvarkė 21“. Plano 40 skyriuose valstybės, tarptautinės, vyriausybės ir nevyriausybės organizacijos buvo raginamos sukurti indikatorius, kurie sprendimus priimančioms institucijoms pasitarnautų kaip darnaus vystymosi pagrindas (*Agenda 21* 2013a). „Darbotvarkė 21“ korektiškai nurodė, kad „siekiant subalansuotos plėtos kiekvienas žmogus yra informacijos plačiaja prasme vartotojas ir teikėjas“ (*Agenda 21* 2013a).

Raginimas neliko neišgirstas ir palaipsniui augantis populiarumas kartu su intensyvia mokslo ir žinių plėtra suponavo tam tikrą situaciją, kurią taikliai apibūdino Z. Baumanas: „Madingiems žodžiams lyg ir būdinga ta pati lemtis: juo daugiau patirties stengiamasi jais nuskaidrinti, juo labiau jie patys tampa miglotiesni“ (Bauman 2007). Ši „minkštą“ ir aptakų sociologinį pastebėjimą, kuris disertacijos rašymo metu ypač aktualus ir taikytinas darnaus vystymosi sampratai (neatsiejamai ir miestų ekologijai), jau kuris laikas fiksuoja ir technikos mokslai. Darnų vystymąsi ir / arba jo komponentus įvertinančių metodų yra sukurta ir praktikoje naudojama tiek daug ir įvairių, kad pastaruoju metu pradėti publikuoti moksliniai straipsniai vien tam, kad įvertintų žinomus metodus. Pačių metodų pakartotinis įvertinimas, pertikrinimas ar perskaiciavimas traktuojamas kaip mokslinis darbas. Dalyje tyrimų apsiribojama vienaženkliais vertinimo metodų skaičiumi: Sharifi and Murayama (2013) atrinko septynis (LEED-ND, ECC, BREEAM Communities, CASBEE-UD, HQE²R, Ecocity, SCR) populiarius kaimynijos darnumo vertinimo metodus iš Australijos, Europos, Japonijos bei Jungtinių Amerikos Valstijų ir juos palygino

tarpusavyje. Kiti tyrimai platesni, apimantys dviženklus vertinimo metodų skaičius: Böhringer and Jochem (2007) analizavo vienuolika, Mori and Christodoulou (2012) – keturiolika, o Singh *et al.* (2009, 2012) – 41 darnumo indeksą, kai kurie iš jų, pavyzdžiui, gerovės indeksas (*Well Being Index*) turėjo 87 subindikatorius. Lietuvoje susiklostė užsienio tyrimų praktikai analogiška metodika: dažniausiai analizuojamas ir vertinamas didelis indikatorių, rodiklių ir / arba indeksų skaičius (Šaparauskas 2004; Ginevičius and Podvezko 2007; Zavadskas *et al.* 2007a, 2007b; Medineckienė *et al.* 2010; Kaklauskas *et al.* 2010; Alchimovienė 2012). Nepaliaujamai gausėjančią informacijos laviną gerai iliustruoja faktas, kad darnumo indikatorių (visumos ar atskirų komponentų) aptarimai, įvertinimai, metodikos, kritika ir siūlomi patobulinimai dažnai nebeišsitenka straipsnių rėmuose ir pareikalauja atskirų knygų. Šiuolaikinių mokslo knygų apimtis dažnai siekia 300–500 puslapių (Lawn 2006; George and Kirkpatrick 2007; Hák *et al.* 2007).

Spartėjančio ir intensyvėjančio mokslinės informacijos srauto tendencija jaučiama ir politiniuose, su miestų valdymu plačiąja prasme susijusiuose dokumentuose. Rengiamos ataskaitos, studijos, monitoringo rezultatų aptarimai, specifinių parametrų analizės, tam tikrų projektų rėmuose renkamos ekspertų grupės, kurios savo ruožtu paskelbia tolesnes rekomendacijas, patarimus ir pan. (Salminen and Joas 2002; Lloyd-Jones 2004; The Cities Alliance 2007).

Daugumoje minėtų darbų dažniausiai konstatuojamas tas pats faktas: indikatoriai yra galinga ir naudinga darnumo (jos komponentų) matavimo priemonė, tačiau esami matavimo būdai vis dar neapėmia visų reikalingų sričių ir, siekiant aiškesnio įvertinimo, rodiklius reikia toliau plėtoti. Siūloma įtraukti vis kitų parametrų ir / arba skaičiuoti nebe kažkurį vieną, o bent kelis indeksus, be to, kuriami apskritai nauji matavimo indeksai (Mayer 2008; Niccolucci *et al.* 2012; Dahl 2012; Mori and Christodoulou 2012).

Žinant praktines išeities priežastis, dabartinė situacija atrodo paradoksaliai. Nuolatinės esamų matavimų modifikacijos ir naujų paieškos tampa panašios į ekonominius procesus, kai idealusis tikslas yra nuolatos auganti rinka, kuri yra nevaržoma ir neturi plėtros ribų. Toks mokslinės informacijos augimas tampa savitikslis, neturintis ryšio su realiai vykstančiais procesais. Informacijos, kad ir kokia nauja (patobulinta) ji būtų, nebeįmanoma pritaikyti praktikoje, ji vis labiau tolsta nuo pradinio – praktinio – tikslo. Problemą didina tai, kad galutinis rezultatas ypač priklauso nuo pasirinktos (sukurtos) skaičiavimo metodikos (Morse 2004). Pasauliniu lygmeniu duomenis renka tik kelios tarptautinės organizacijos ir daugumai rodiklių nustatyti naudojami tie patys išeities duomenys (Mayer 2008), tačiau rezultatai gali būti skirtingi ar net priešingi. Pasirinkus tam tikrus parametrus, galima gauti geresnius / blogesnius rezultatus nei kitu atveju (Morse and Fraser 2005; Morse 2006; Siche *et al.* 2008,

Staniūnas *et al.* 2010) ir, nors forma atrodo patikima matematiškai, vis dėlto tinkamo sprendimo pasirinkimas tampa ypač komplikutas.

Darbo įvade deklaruotas praktinis darbo aspektas, t. y. galimybė darbo rezultatus pritaikyti miestų planavimo praktikoje (rengiant bendruosius planus). Darbe pripažįstami sunkumai, su kuriais tenka susidurti realius sprendimus priimančioms, vykdančioms ir rezultatus prižiūrinčioms (atliekančioms monitoringą) organizacijoms, institucijoms ir kitiems praktikams, todėl darbe nepritariama savitikslei informacijos didinimo tendencijai. Praktikų pozicija aiškiai atspindi Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (OECD) išsakytame siekyje mažinti (arba bent grupuoti) rodiklių skaičių, atrenkant ir viešinant tik esminius ir pačius aktualiausius (OECD 2008). Šia – kertinių parametrų atrinkimo – kryptimi buvo vadovautasi rašant darbą.

Esamų rodiklių gausa apsunkina jų panaudojimą planavimo praktikoje dėl dviejų priežasčių. Pirmoji labiau techninė: praktinėms užduotims įgyvendinti skiriamas fiksuotas laikas, todėl visų įmanomų (publikuotų) parametrų lyginimas ir ieškojimas tinkamesnio tampa nerealus. Be to, specialistas verčiamas spręsti ne tiesioginius savo srities klausimus, kuriuos išmano geriausiai, bet persikvalifikuoti į statistinių duomenų apdorojimo ekspertą. Antroji problema susijusi su OECD pastebėjimu: jei vertinami ne visi parametrai, būtina atrinkti kertinius rodiklius, tačiau kaip nustatyti, kurie yra svarbiausi?

Agreguotų darnumo indikatorių gausėjimas, tiesiogiai susijęs su darnos komponentus apibūdinančių parametrų augimu. Dažniau tyrimai atliekami ir daugiau dėmesio sulaukia ekonominis bei socialinis darnumo komponentai, o ekologinis aspektas lieka šiek tiek nuošalėje (UN 2011a), tačiau tai nereiškia, kad ekologinių tyrimų kiekį būtų galima įvardinti kaip mažą ar lengvai apdorojamą: ekologinių indikatorių analizės vertos atskirų mokslinių straipsnių (Bandeira *et al.* 2013; Brukas *et al.* 2013). Tyrimai atliekami įvairiu masteliu, pradedant išsamiais mažesnių ekologinių procesų tyrimais (Baltrėnas *et al.* 2012) ir baigiant didelėmis analizuojamomis teritorijomis (Moore *et al.* 2013). Šiuo požiūriu tiek užsienyje, tiek Lietuvoje vykdomi ekologiniai tyrimai yra panašūs. Baldauf *et al.* (2013) publikuotame straipsnyje apie oro kokybę šalia greitkelių analizuoti šiuolaikiniam miestui svarbūs komponentai: transportas, susisiekimo infrastruktūra ir specifinės ekologinės pasekmės – oro užterštumas. Marinoni *et al.* (2013) pristatė metodą, kaip sumažinti neigiamą poveikį vandens kokybei, plečiant miestus, Paožalytė *et al.* (2012) tyrė triukšmo sklaidą Klaipėdoje dėl geležinkelio. Akivaizdu, kad tyrimai yra prasmingi konkrečios mokslo šakos apimtyje, tolimesnei jos plėtotei ir pan., tačiau kaip elgtis realiose situacijose, kaip priimti tinkamą sprendimą praktikui? Vertinant iš miestų planuotojų perspektyvos, tampa sunku, tiksliau, neįmanoma nuspręsti, kuris rodiklis yra iš tikrųjų svarbus ir kaip juos būtų galima taikyti planuojant.

Ekologinių procesų tyrimai bendrąja prasme vyksta laisvai, t. y. mokslininkai gali rinktis, ką, kaip ir kada tirti, o miestų planavimas neatsiejamas nuo fiksuotų teisinių normų, reglamentai leidžia tam tikrą planavimo laisvumą, tačiau jis nė iš tolo negali būti lyginamas su mokslinių tyrimų laisvumu.

Ekologijos mokslo (ko gero, kaip ir kitų mokslo šakų) žinių taikymo planuojant galimybes apunkina mokslo visuomenės susiskaldymas. Situacijos problemiskumą aiškiai apibrėžė Alberti *et al.* (2003) pastebėdama, kad „mokslininkai dažnai nesutaria dėl aplinkos pokyčių priežasčių, todėl politikos formuotojams tenka dirbti mokslinio neapibrėžtumo sąlygomis“. Mokslinis dialogas yra normali ir būtina mokslo vystymosi sąlyga, tačiau užsienyje, kalbant apie ekologiją ir miestų planavimą, be sąlyginai smulkmeniškų nesutarimų, ženklių diskusijų (Hahs *et al.* 2009) sukėlė prieš daugiau kaip dešimtmetį Grimm *et al.* (2000) publikuotas straipsnis. Autoriai diskutavo žmonių suvokimo, įtakos miestų gyvenime tema, analizavo žmonių santykį su miesto aplinka ir išskyrė dvi ekologijos atmainas miestų aplinkoje: ekologiją miestuose ir miesto ekologiją.

Tyrėjams iškilusių klausimų suvokimui naudinga trumpa ekologijos mokslo apžvalga. Wittig (2009) rašo, kad ekologijos terminas pirmą kartą buvo įvestas 1870 m. ir nuo to laiko jo suvokimas stipriai evoliucionavo nuo grynai biologinio iki tarpdisciplininio mokslo, palaipsniui įtraukiant tiek gamtos, tiek ir ne gamtos mokslus. Niemelä *et al.* (2009), remdamasis Haila ir Levins, nurodo, kad šiuo metu galimi keturi skirtingi termino traktavimai: 1) ekologija, kuri nagrinėja gamtos „ekonomiką“, pavyzdžiui, medžiagų ir energijos srautus, 2) ekologija, kuri traktuoja aplinką kaip žmonėms skirtą išteklių visumą, 3) ekologija, kuri tiria žmonių ryšį su juos supančia aplinka, ir 4) ekologija, kuri siejama su politiniais, administraciniais veiksmais ekologinėmis ir aplinkos temomis, pavyzdžiui, žaliųjų judėjimas. Grimm *et al.* (2000) publikuotame straipsnyje miestams buvo suteiktas ypatingas dėmesys dėl iš principo paprastos priežasties: čia gyvena daugiausiai žmonių dėl ko atitinkamai sukeliamas didžiausias poveikis gamtai, tačiau klasikinės ekologijos tyrimų kontekste žmonės tiriami atskirai, izoliuoti nuo ekosistemų (Pickett *et al.* 2009). Tiriami, kaip ekosistemų procesai miestuose skiriasi nuo procesų ne miestuose, kaip miestų aplinka veikia organizmus, lyginant su užmiesčiu, kaip skiriasi oro užterštumas, pokyčiai vandenyje, grunte ir pan., t. y. tiriami, ką ir kaip paveikia žmonės, juos pačius suvokiant kaip tam tikrą jėgą, trikdy, esantį šalia. Mokslininkams pasirodė nelogiška vertinti ekologinius procesus dirbtinai atsiejant pagrindinę pokyčių priežastį, varomąją jėgą (o ne trikdy) nuo gaunamų rezultatų. Išankstinis žmonių faktoriaus atskyrimas fragmentuoja mokslą, riboja ekosistemų procesų suvokimą ir – svarbu – neleidžia susidaryti pilno ekologinio miesto aplinkos vaizdo. Minėtus klasikinius ekologinius tyrimus, susijusius su miestais, autoriai pasiūlė suvokti kaip ekologiją miestuose, o tyrimus, kuriuose

žmonės traktuojami kaip neatskiriama sisteminė dalis – miesto ekologija. Tai panašu į Vitousek *et al.* (1997) pasiūlytą terminą „žmonių dominantės ekosistema“. Po kelerių metų Alberti *et al.* (2003) taikliai nurodė, jog žmonės veikia ekosistemos procesus tiek tiesiogiai, tiek netiesiogiai, tačiau ilgainiui šių pokyčių padariniai atsisuka prieš tuos pačius žmones, todėl susidaro uždaras, nedalomas ciklas.

Pasiūlytas ekologijos terminų skirstymas įsitvirtino (Niemelä *et al.* 2009; Pickett *et al.* 2009; Hochuli *et al.* 2009), tačiau didžioji dabartinio ekologijos sampratos suvokimo, sietino su miestų aplinka, dalis priklauso „ekologija miestuose“ kryptiai, be to, miesto ekologijos tyrimų vis dar vykdoma sąlyginai nedaug (Hahs *et al.* 2009; McDonnell *et al.* 2009). Analogiška ekologinių tyrimų situacija susiformavusi ir su Lietuvoje: dažniausiai tyrimuose analizuojamas (klasikinis) žmogaus poveikis aplinkai (Laurinavičius *et al.* 2010; Bradulienė and Vasarevičius 2012; Vaiškūnaitė *et al.* 2012; Baziene *et al.* 2013).

Reziumuojant aptartą informaciją, galima pažymėti kelis esminius momentus. Ekologija, būdama darnaus vystymosi koncepcijos dalis, yra sulaukusi didelio specialistų dėmesio ir ateityje jai skiriamas dėmesys turėtų didėti, nes šiuo metu ji vis dar atsilieka nuo ekonominio ir socialinio darnaus vystymosi koncepcijos komponentų. Augančio populiarumo neigiamą pasekmę – informacijos gausa, kuri, nors ir naudinga mokslui, tačiau sunkiai pritaikoma praktikoje. Pastaruoju metu, įvertinus urbanizacijos tempus ir mastą, suvokta, kad žmonių veikla yra pagrindinė varomoji jėga, lemianti ekologinius procesus (pokyčius) miestuose, o tuo pačiu ir pasauliniu lygiu. Be to, siekiant visapusiškos ekologinės miestų aplinkos vaizdo analizės, žmonių veikla turi būti vertinama kaip neatskiriama (ir esminė) miesto ekologijos dalis. Tiek užsienyje, tiek Lietuvoje didžioji dalis ekologinių žinių sukaupta remiantis klasikine ekologijos mokslo samprata, todėl pripažįstama, kad miesto ekologijos plėtojimas būtinas šiuolaikinėmis sąlygomis. Miesto ekologijos integravimas į miestų planavimo procesą būtų naudingas postūmis, sudarantis sąlygas įžvelgti sąsajas tarp pagrindinės žmonių gyvenamosios vietos ir pagrindinės ekologinių procesų pokyčių priežasties – pačių žmonių veiklos. Atsižvelgiant į privalomą juridinį teritorijų planavimo aspektą, darbe toliau aptariami teisiniai klausimai, ieškant galimybių planavimo reglamentus susieti su miesto ekologija.

1.2. Miestų planavimo reglamentavimas Europos Sąjungos teisėje

ES piliečių būdingiausia gyvenimo vieta – miestas, apie 350 milijonų žmonių gyvena urbanizuotose teritorijose, didesnėse negu 5000 gyventojų (EC 2011). Miestai dažnai apibūdinami kaip vietos, kuriose slypi daugiausia saviraiškos

galimybių, didžiausios ekonominės plėtros perspektyvos, generuojamos novatoriškos idėjos, siūlomas plačiausias paslaugų spektras, patentuojamos mokslo ir pramonės naujovės. Vertinant iš istorinės perspektyvos, situacija jau daugelį metų išlieka tokia pati: dažniausiai kūrybingos ir aktyvios asmenybės palikdavo kaimus ir migruodavo į miestus (Kirkeby and Meilstrup 2012). Tuo pat metu tuose pačiuose miestuose nuolatos susiduriama su rimčiausiomis problemomis: nepateisinti gyventojų / atvykėlių lūkesčiai, auganti socialinė poliarizacija ir segregacija, miesto ekosistemų „apkrovimas“, saugumo neužtikrinimas, netinkamos gyvenimo darbo sąlygos ir pan. Dvipusę miesto struktūrą išsamiai apibūdino Leipcigo tvariųjų Europos miestų chartija (2007):

„Mūsų miestai turi unikalių kultūros ir architektūros savybių, stiprią socialinės įtraukties jėgą bei išskirtines ekonomikos vystymo galimybes. Jie yra žinių centrai bei augimo ir naujovių šaltiniai. Tačiau kartu jie patiria demografines problemas, socialinę nelygybę, tam tikrų gyventojų grupių socialinę atskirtį, prieinamo ir tinkamo būsto stoką bei aplinkos problemas. Ilgalaikeje perspektyvoje miestai nebegalės atlikti socialinės pažangos ir ekonomikos augimo variklio vaidmens, jeigu mums nepavyks išlaikyti socialinės pusiausvyros miestuose ir aplink juos, užtikrinant jų kultūros įvairovę ir nustatant aukštą miestų dizaino, architektūros ir aplinkos lygį.“

Akivaizdu, kad didžioji dalis europiečių vienaip ar kitaip yra susiję su miestais, todėl plačiąja prasme miestų visuminė kokybė yra svarbi visai ES: miestuose glūdi bendrijos ateitis. Bendri ES reikalai tvarkomi centralizuotai, yra sukurtas teisinis valdymo ir pavaldumo ryšių mechanizmas. Kontrolės mechanizmai skirti tik toms veiklos sritims, kurios laikomos svarbiomis visai bendrijos veiklai ir kurių veikimui būtina aukščiausio lygmens priežiūra, pavyzdžiui, žmonių teisės, darnus vystymasis, tarptautiniai santykiai ir pan. (ES 2013a). Europiniams tikslams įgyvendinti buvo sukurtos specifinės valdymo priemonės – skirtingų paskirčių ir poveikio mastų (*European Convention* 2002).

Iki Lisabonos sutarties įsigaliojimo ES teisinė struktūra buvo trijų pakopų ir atskirą vietą užėmė tarptautinės sutartys (Hofmann 2011). Iš esmės ES funkcionavimas apibrėžtas ir reglamentuotas sutartimis (treaties), kurios yra pirminė, t. y. aukščiausia teisė ES ir Bendrijoje. Sutartyse, dėl kurių susitaria šalių narių vadovai, būna įtvirtinta oficialioji pozicija, jų pagrindu įgyvendinami nustatyti politikos tikslai, be to, sutartyse apibrėžiamos kompetencijos sritys tarp ES ir šalių narių bei oficialios pagrindinės taisyklės, reglamentuojančios ES institucijų veiklą numatytose srityse (EC 2013a). Sutarčių veikimo principas specifinis: jos įpareigoja ir įgalina numatytas šalis (institucijas) veikti, tačiau įstatymų leidžiamoji galia pačiose sutartyse nėra numatyta. Įstatymų leidžiamoji galia perduodama institucijoms, kad jos galėtų atlikti joms patikėtus darbus, priimtieji teisės aktai laikomi antriniais (išvestiniais). Antriniai dokumentai turi būti suderinti ir atitikti pirminius, t. y. sutartis. Jei antriniuose dokumentuose,

pavyzdžiui, yra nustatomi per platūs tikslai, kurie turi būti detalizuoti, atitinkamos institucijos gali išleisti papildomus paaškinamuosius teisės aktus, kurie priskiriami paskutinei – trečiajai – pakopai. Tarptautiniai įsipareigojimai traktuojami kaip sekantys iš karto po pirminių teisės aktų, t. y. tarp pirminių ir antrinių dokumentų.

Lisabonos sutartis įsigaliojo 2009 m. gruodžio 1 d. Oficialiai hierarchinė teisės aktų struktūra ir tarpusavio ryšiai buvo išlaikyti, nors specialistai juos apibūdina ne visiškai vienodai. Witte (2008) teigia, kad ES teisė sudaryta iš penkių kertinių elementų tokia tvarka: sutartys, nerašyti bendrieji principai, tarptautiniai susitarimai, privalomieji ES institucijų priimti tiesės aktai ir vadinamoji „minkšta“ teisė. Hofmann (2011) taip pat dalina ES teisę į penkias pakopas, tačiau nurodo kiek kitokią struktūrą: pirminė teisė, tarptautiniai susitarimai, įstatymai, deleguotieji aktai ir įgyvendinantys įstatymai. Minėtu atveju sutartys bei nerašyti bendrieji principai priskiriami aukščiausiai (pirminei) teisei, atitinkamai tarptautiniai susitarimai priskirti ne trečiai, o antrai (aukštesnei) pakopai.

Lisabonos sutartis pervadino pirmines sutartis (tai būdinga ES praktikoje) ir nors iš esmės išlaikė jų turinį, buvo atliktos tam tikra korekcijos. Europos Sąjungos sutarties ir Sutarties dėl Europos Sąjungos veikimo suvestinės redakcijos 288 straipsnyje nurodyta, kad „institucijos priima reglamentus, direktyvas, sprendimus, rekomendacijas ir nuomones“ (OL C 83 2010). Teisės aktai skirstomi į dvi dalis: turintys arba neturintys privalomosios galios. Privalomiesiems aktams priklauso reglamentai, direktyvos ir sprendimai, o neprivalomiesiems – rekomendacijos ir nuomonės (1.1 pav.). Privalomųjų aktų struktūra nėra identiška: tarpusavyje jie skiriasi veikimo principais (*European Convention* 2002; ES 2013b). Reglamentai yra pačią griežčiausią galią turintys teisiniai įpareigojimai, kurie tampa privalomi visoms šalims narėms. Direktyvos, nors ir priklauso privalomiesiems aktams, veikia šiek tiek kitaip: jos netampa įstatymu šalyse narėse, bet nurodo konkretų tikslą, Tinkamas priemonės ir būdus, kaip tą tikslą pasiekti, vietos valdžia renka laisvai, todėl, pavyzdžiui, Lietuvoje priemonės gali būti skirtingos nuo taikomų, pavyzdžiui, Latvijoje. Sprendimas yra privalomas teisės aktas, tačiau „sprendimas“ realiam gyvenime skiriasi nuo „sprendimo“ ES teisėje. Iš principo sprendimas taikomas tik tam, kam yra adresuotas, ir taikytinas tiesiogiai, tačiau po Lisabonos sutarties adresatas nebėra būtinas, tokiu būdu buvo praplėstos sprendimo taikymo galimybės (EC 2010b; ES 2013b). Nei rekomendacijos, nei nuomonės nėra privalomos, tai tiesiog galimybė institucijoms išreikšti poziciją teisiškai neįpareigojant (ES 2013b).

1.1 pav. Europos Sąjungos teisės rūšys
Fig. 1.1. Types of European Union legal acts

Analizuojant ES teisės aktų rūšis iš miestų planavimo perspektyvos ir detaliau panagrinėjus pamatinius ES dokumentus, tenka pripažinti įdomų faktą. Realiam gyvenime miestai tampa vis svarbesni visos Europos lygmeniu, tačiau Maastrichto sutartyje (pasirašyta 1992 m., „sukūrė“ ES, susidedančią iš trijų kertinių komponentų, esminis tikslas – neapsiriboti vien tik ekonominiais tikslais, į pirmą planą iškelto politinės ir socialinės idėjos. Vėliau sekė Amsterdamo (1997), Nicos (2001) ir Lisabonos sutartys (2007)) žodžio „miesto“ (*urban*) apskritai nėra. Taip yra todėl, kad miestų planavimas *per se* nėra Europos bendrosios politikos kompetencija (EC 2011).

Europos Sąjungos sutarties ir Sutarties dėl Europos Sąjungos veikimo suvestinės redakcijos 5 straipsnyje nurodyti trys pagrindiniai principai: suteikimo, subsidiarumo ir proporcingumo, nustatantys Sąjungos kompetencijos ribas ir kompetencijos įgyvendinimą (OL C 83 2010). Faktiškai skirstant veiklos barus (apibrėžiant kompetencijos ribas) tarp ES ir valstybių narių, pirmiausia vadovaujasi suteikimo principu, juo remiantis ES turi teisę veikti tik ten, kur tai leidžia sutartys. Suteikimo principas yra pirminis ES veiklos principas, o likę du – subsidiarumo ir proporcingumo – jo vediniai, kurie tiksliau apibrėžia, kada, kokio masto ir kokios apimtys veiksmų ES gali imtis. Sąjungos dalyvavimas

reikalingas srityse, kuriose valstybės narės pavieniui nėra pajėgios sėkmingai veikti, todėl ES formuoja bendrą politiką tik ten, kur (EC 2010c; OL C 83 2010):

- veiksmas yra kompetencijos, suteiktos sutartyse valstybių narių, ribose (suteikimo principas);
- valstybės narės tikslų negali tinkamai pasiekti savarankiškai, o Sąjungos lygiu juos pasiekti būtų geriau (subsidiarumo principas);
- Sąjungos veiksmas savo turiniu ir forma neviršija to, kas būtina siekiant sutarčių (proporcingumo principas).

Apskritai ES politikos įtaka bendrijos miestų planavimui yra menkai tyrinėta, ypač kai kalbama ne apie pavienius miestus ir iniciatyvas, o apie studijas, analizuojančias visą bendriją kaip visumą ir joje vykstančius bendrosios politikos pokyčius, turinčius įtakos miestų planavimui. Tokio tipo analitinių darbų kol kas yra labai nedaug ir šiuo požiūriu ypač aktualūs ir vertingi yra EURICUR (*European Institute for Comparative Urban Research*) atlikti tyrimai: pirmasis publikuotas 1997 m., antrasis po septynerių metų – 2004. Pastarajame darbe (Berg *et al.* 2004) atskleistas ES politikos kitimas laikui bėgant ir yra išskirti penki etapai, susiję su reikšmingiausiais pokyčiais ES politikoje, turėjusiais įtakos (daugiausia netiesioginės) miestų planavimui. Pirmojo etapo (1975 – 1988 m.) laikotarpiu ES politikoje miestams nebuvo skiriama jokio dėmesio, bendroji politika iš esmės buvo nukreipta į didesnių vienetų – regionų – ekonominio disbalanso (turtingi – skurdūs regionai) mažinimą. Šiuo laikotarpiu, 1975 m., buvo įkurtas Europos regioninės plėtros fondas (*European Regional Development Fund* (ERDF)), kurio tikslas dalį bendrijos biudžeto perskirti neturtingiausiems regionams. Laikui bėgant, ERDF gaudavo vis didesnę ES biudžeto dalį. Antruoju laikotarpiu (1989–1993) Sąjungoje buvo pripažinta, kad miestams yra skiriamas nepakankamas dėmesys ir 1991 m. buvo pateiktas pasiūlymas pakeisti sutartis taip, kad miestų politikos formavimas taptų ES kompetencija. Pasiūlymas nebuvo realizuotas, nes valstybės narės tokios idėjos nepalaikė. Svarbiu šio laikotarpio pasiekimu laikomas miesto aplinkos pilotinių projektų (*Urban Pilot Projects* (UPP)) sukūrimas. Nors ES negalėjo tiesiogiai veikti miestų politikos, tačiau minėtieji projektai (su aiškiu miestų aspektu) buvo vykdomi kaip regioninių skirtumų mažinimo projektais. Dėl regionų planavimo politikos specifikos UPP buvo vykdomi su tam tikrais apribojimais, tačiau tai buvo akivaizdūs ES žingsniai miestų politikos link. Trečiuoju laikotarpiu (1994–1999) buvo reformuoti struktūriniai fondai (anksčiau vadinti solidarumo fondais) ir regionų politikos vykdymui buvo skirta trečdalis viso ES biudžeto. 1998 m. urbanistinis forumas Vienoje atskleidė, kad, skirtingai nuo 1991 m., pasikeitė valstybių narių požiūris: jos buvo linkusios pritarti bendrai ES miestų politikai, atsirado bendros miestų politikos poreikis. 1994 m. Europos Komisija pradėjo programą (URBAN), skirtą urbanistinės regeneracijos ir sanglaudos klausimams spręsti,

URBAN I tapo pirmąja programa, skirta išimtinai miestų problemoms, jai pritarė valstybės narės. Ketvirtuoju laikotarpiu (2000–2006) buvo toliau stiprinama ekonominė sanglauda: struktūrinių fondų suma padidinta iki 35 % ES biudžeto. Dalis struktūrinių fondų tiesiogiai arba netiesiogiai vis daugiau prisidėdavo prie su miestais susijusių uždavinių sprendimo, tęsiant sėkmingą URBAN I programą, be URBAN II programos, pradėta URBCAT programa ir pilotinio projekto apie miestų auditą antroji fazė. Penktuoju laikotarpiu (2007–2013) miestams ir toliau įgaunant daugiau svorio ir svarbos, valstybės narės skatinamos pačios skirti daugiau dėmesio miestų klausimams. Remiantis programų URBAN sėkme, Europos Komisija planuoja aktualizuoti miestams svarbius klausimus, įtraukiant tam tikrus veiksmus į atitinkamas programas, tačiau reikia pažymėti, kad miestų politika ES lygiu taip ir lieka galutinai nelegalizuota.

Dėl aukščiau minėtų teisinių ypatybių bendroji Europos miestų planavimo politika išlikusi sąlyginai laisva ir skirtinga, kalbant apie konkrečių veiksmų ir priemonių pasirinkimą, tačiau dažniausiai skirtingų miestų planavimo strategijas jungia panašūs tikslai. Taip atsitinka dėl to, kad miestuose kaip intensyviausiuose gyvenimo ir darbo taškuose, kertasi įvairūs interesai, kurie yra svarbūs visos Sąjungos lygmeniu: pavyzdžiui, ekonominis, socialinis bendradarbiavimas, lygių teisių garantavimas ir pan. Stiprinant teritorinę sanglaudą ir siekiant visoms valstybėms narėms svarbių tikslų įgyvendinimo, ES politiniai sprendimai vis dažniau netiesiogiai atspindi ir miestuose, dažniausiai per (jau minėtas) tam tikras programas ir finansuojamus projektus. Pastaruoju metu ES iniciatyvos, susijusios su miestais, plėtojamas keturiuose srityse: „(i) ekonominės gerovės stiprinimas ir užimtumo didinimas miestuose ir miesteliuose; (ii) lygybės, socialinės įtraukties ir regeneracijos skatinimas miestuose; (iii) miesto aplinkos saugojimas ir gerinimas siekiant vietos ir pasaulio tvarumo; ir (iv) geras miestų valdymas ir vietos valdžios galių didinimas“ (EC 2011). Miestų svarbai tiek visai ES, tiek konkrečiai jos gyventojams ir toliau didėjant, bendroji miestų politika tėra laiko klausimas: 2012 m. EMI (*European Metropolitan Network Institute*) paskelbė straipsnį, kuriame pavišino apibendrintus urbanistikos ekspertų apklausos rezultatus. Remiantis surinktais duomenimis, urbanistinė politika turėtų būti formuojama ES lygmeniu arba, kaip skambiai skelbė EMI antraštė, „Miestų politika – absoliučiai privaloma ES lygmeniu“ (EMI 2012).

Apibendrinant atskleistą ES teisinę struktūrą ir pavaldumo ryšius iš šiandienos miestų planuotojų perspektyvos, tenka pripažinti faktą, kad (kol kas) ES teisės aktai tiesiogiai nereglamentuoja miestų planavimo politikos, taigi nėra ir galimybės surasti teisinio europinio miestų ekologijos išaiškinimo. Atlikta analizė fiksuoja kelis darbui svarbius momentus:

- neegzistuojant ES urbanistinei politikai, miestų planavimas (taigi ir miestų ekologija) turėtų būti apibrėžtas nacionalinio lygmens teisės aktuose;
- jei miestų ekologijos sampratos nacionalinio lygmens dokumentuose nebūtų, ją reikėtų sukonstruoti ir pritaikyti planavimo poreikiams taip, kad būtų įtraukti visai Europai svarbūs aspektai;
- šiuo metu disertacijos tema yra ypač aktuali ir jos sprendiniai galėtų prisidėti kuriant Europinę miestų ekologijos sampratą.

Tęsiant miesto ekologijos teisinio išaiškinimo paieškas, kita darbo dalis skirta LR teisei bazei analizuoti.

1.3. Pagrindinių Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentų analizė

Teritorijų planavimas yra reglamentuota teisinė procedūra, kurios metu formuojama teritorijos vystymo erdvinė koncepcija, gamybos ir infrastruktūros sistemos, nustatomos fizinių ir juridinių asmenų veiklos plėtojimo teisės teritorijose, žemės panaudojimas, aplinkosaugos ir kitos sąlygos; teritorijų planavimą, planavimo dalyvių teises ir pareigas reglamentuoja Teritorijų planavimo įstatymas ir poįstatyminiai aktai (AM 2006). Šioje darbo dalyje pristatoma Lietuvos teritorijų planavimo teisinė bazė, atskleidžiant teisės aktų hierarchinę struktūrą ir tarpusavio ryšius bei aptariant turinį. Teisinė bazė analizuojama vertinant tik tuos planavimo dokumentus, kurie susiję su miestų bendrųjų planų rengimu ir ieškant kiekybinių miesto ekologijos parametų.

Šios darbo dalies tikslas – nustatyti, ar, vadovaujantis Lietuvos Respublikos planavimo norminiais dokumentais, egzistuoja miesto ekologijos išaiškinimas ir ar yra įmanomas miesto ekologijos kiekybinis įvertinimas. Atsižvelgiant į faktą, kad ekologija neatsiejama nuo darnaus vystymosi koncepcijos, analizę tikslinga papildyti Nacionaline darnaus vystymosi strategija (strategija nėra tiesiogiai susijusi su miestų bendraisiais planais). Taigi galutinį informacinį paketą sudarytų Nacionalinė darnaus vystymosi strategija, Teritorijų planavimo įstatymas ir poįstatyminiai aktai.

Prieš analizuojant teisinės planavimo bazės turinį, naudinga glaustai apžvelgti teisės aktų hierarchiją, kuri grindžiama pavaldumo ryšiais (galia), t. y. žemesnėje struktūros vietoje esantis teisės aktas negali prieštarauti aukštesnėje vietoje esančiam teisės aktui (EK 2007). Lietuvoje hierarchinė struktūra sudaryta iš 6 pakopų: Konstitucija, Konstituciniai įstatymai, Seimo ratifikuotos tarptautinės sutartys, kodifikuoti įstatymai (kodeksai), paprastieji įstatymai ir poįstatyminiai aktai (EK 2007). Reikia pabrėžti, kad Seimo ratifikuotos tarptautinės sutartys yra Lietuvos teisinės sistemos dalis ir jų vykdymas yra

privalomas, o, išryškėjus neatitikimams tarp Lietuvos nacionalinio įstatymo ir tarptautinės sutarties, privaloma taikyti ne nacionalinę teisę, bet tarptautinę sutartį (EK, 2007). Kaip matyti iš pavaldumo ryšių, kalbant apie „Teritorijų planavimo įstatymą ir poįstatyminius aktus“, laikoma, kad Teritorijų planavimo įstatymas yra pagrindinis planavimo teisės šaltinis, kurio pagrindu priimti poįstatyminiai aktai (pvz., Seimo ir / arba Vyriausybės nutarimai), jį (įstatymą) sukonkretina.

Nacionalinė darnaus vystymosi strategija (toliau Strategija) yra patvirtinta Vyriausybės nutarimu, t. y. Strategija priklauso poįstatyminių aktų grupei, tačiau drauge Strategija yra glaudžiai susijusi su tarptautiniais išipareigojimais: patvirtinta vadovaujantis Europos Tarybos susitikimo rekomendacijomis ir Pasaulio valstybių ir vyriausybių vadovų susitikimo Johanesburge Įgyvendinimo planu. Be to, Strategija yra kur kas platesnio profilio dokumentas nei Teritorijų planavimo įstatymas, apimanti Lietuvos darnaus vystymosi strateginius prioritetus ir principus. Todėl nepaisant pavaldumo ryšių, planavimo teisinės bazės turinio analizė pradedama Strategija, po to analizuojamas Teritorijų planavimo įstatymas, o poįstatyminiai aktai – pabaigoje.

Vyriausybė dar 2003 m. patvirtino pirmąją Nacionalinę darnaus vystymosi strategiją, kuri, atsižvelgus į ES reikalavimus, buvo pakeista (atnaujinta) 2009 m. Strategijos 7 punktas apibrėžia pagrindinius visos Lietuvos darnaus vystymosi siekius, iš kurių vienas tiesiogiai susijęs su ekologija: „<...> neviršyti ES leistinų normatyvų, laikytis tarptautinių konvencijų, ribojančių aplinkos taršą ir poveikį pasaulio klimatui, reikalavimų“. Be to, Strategijoje suformuluoti darnaus vystymosi prioritetai ir principai, tikslai ir uždaviniai bei pateiktas nacionalinių darnaus vystymosi rodiklių sąrašas. Vadinasi, Strategijoje, galiojančioje nacionaliniu lygiu, yra dalis ekologinių parametrų, kurie susiję su miestų planavimu, norint tuos duomenis įtraukti į miestų bendrųjų planų sprendinius, Strategijoje turi būti nurodyta, kokie tai rodikliai, ir kaip tuos rodiklius (tikslus) praktiškai įgyvendinti.

Strategijos II skyrius nurodo net kelis darnaus vystymosi prioritetus, kurie galėtų (taigi ir turėtų) būti įgyvendinti miestų bendruosiuose planuose, pavyzdžiui, pagrindinių ūkio šakų (transporto, energetikos, būsto ir kt.) poveikio aplinkai mažinimas arba „daugiabučių namų modernizavimas ir šiluminės energijos sąnaudų būsto sektoriuje sumažinimas“, arba „pasaulinės klimato kaitos ir jos padarinių švelninimas, biologinės įvairovės apsauga“. Teoriškai prioritetai aiškūs, tačiau praktikoje planuotojams iškyla sunkumų: nežinoma, kaip faktiškai minėtus prioritetus „perkelti“ į bendruosius planus.

Strategijos V skyrius skirtas darnaus vystymosi tikslams ir uždaviniams, todėl keli atsitiktine tvarka iš skyriaus parinkti uždaviniai (sietini su miesto ekologija) pateikiami toliau: „užtikrinti, kad nebūtų viršijami aplinkos taršos normatyvai“, „saugoti ir gausinti želdynus ir kitas natūralias urbanizuoto

kraštovaizdžio teritorijas“, „sumažinti tranzitinio transporto srautus per miestus ir ypač jų centrines dalis“, „padidinti būstų energinį efektyvumą, spartinti daugiabučių namų modernizavimą“. Seka atsitiktinė, tačiau joje galima pastebėti tą pačią pasikartojančią imperatyvią formą (užtikrinti, saugoti, sumažinti), Strategijoje tiesiog reikalaujama, užuot konkretizavus ir aiškinus, kaip išvardintus uždavinius įgyvendinti. Be to, patys reikalavimai yra neapibrėžti, pavyzdžiui, praktikoje gali kilti klausimas, ar tranzitinio transporto sumažinimas miestuose 12 % yra pakankamas, o gal pakaktų 7 %, 3 %...? Strategijoje atsakymo nėra, yra tik reikalavimas.

Strategija užbaigiama įgyvendinimo priemonių planu, kuris, sprendžiant iš pavadinimo, galėtų išsklaidyti išvardintas abejones ir konkretizuoti reikalingus veiksmus. Įgyvendinimo priemonės surašytos atsižvelgiant į atitinkamus uždavinius, todėl toliau atrinktos kai kurios aukščiau paminėtų uždavinių priemonės:

- (uždavinys) „užtikrinti, kad nebūtų viršijami aplinkos taršos normatyvai“ – (priemonė) „plėtoti visuomeninį transportą“;
- (uždavinys) „saugoti ir gausinti želdynus ir kitas natūralias urbanizuoto kraštovaizdžio teritorijas“ – (priemonė) „parengti ir įgyvendinti urbanizuoto kraštovaizdžio ekologines ir rekreacines funkcijas atliekančių natūralių ir subnatūralių teritorijų gausinimo ir tvarkymo projektus“;
- (uždavinys) „sumažinti tranzitinio transporto srautus per miestus ir ypač jų centrines dalis“ – (priemonė) „įdiegti miestų transporto reguliavimo sistemas, sureguliuoti transporto srautus miestuose taip, kad jo būtų mažiau miestų centruose, sumažėtų transporto spūstys, oro tarša ir triukšmas“.

Tarpusavyje palyginta informacija aiškiai parodo, kad iš principo Strategijoje kartojama ta pati informacija, tiesiog skiriasi jos pateikimo būdas: siekiant sumažinti tranzitinį transporto srautą, nurodoma sureguliuoti transporto srautus. Toks formulavimas eliminuoja veiksmo tikslingumą, nenurodo siektinos vertės ir – kas blogiausia – sudaro klaidinančią įspūdį, kad – tikslą garantuoja pats veiksmo atlikimas, t. y. norint „užtikrinti“ pakanka „plėtoti“.

Apibendrinant Strategiją galima apibūdinti dviem teiginiais: Strategija imperatyviai įtvirtina darnų (drauge ir ekologišką) vystymąsi nacionaliniu lygiu, bet kiekybiškai rodiklių neįvardina ir praktinio įgyvendinimo veiksmų nekonkretizuoja.

Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymas (toliau Teritorijų planavimo įstatymas) yra kertinis dokumentas, reglamentuojantis teritorijų planavimą, planavimo procesą ir dalyvaujančių dalių teises bei pareigas. 3 straipsnyje apibrėžti aštuoni teritorijų planavimo tikslai, drauge darnus vystymasis, sveika aplinka ir kraštovaizdžio ekologinė pusiausvyra. Antroji

straipsnio dalis nurodo, kad konkrečių teritorijų planavimo tikslai nustatomi atsižvelgiant į individualius, specifinius poreikius, pavyzdžiui, aplinkosaugos. 4 straipsnyje detalizuotos teritorijų planavimo trys rūšys (bendrasis, specialusis ir detalusis teritorijų planavimas), ir keturi lygmenys (nacionalinis, regiono, rajono ir vietovės). Lygmenys nustatomi pagal planuojamos teritorijos dydį ir sprendinių detalumą. Teritorijų planavimo įstatyme aiškinamos visos minėtos planavimo rūšys, tačiau darbo temai aktualus tik bendrasis teritorijų planavimas. Šiai planavimo rūšiai yra skirtas atskiras skirsnis (antrasis), kuriame aprašyti bendrojo planavimo uždaviniai, dokumentai, planavimo procesas, tikrinimo ir tvirtinimo procedūros bei planavimo dokumentų įgyvendinimas ir keitimo galimybės. 7 straipsnyje nurodyti planavimo uždaviniai pradedami tokiais žodžiais: „suformuoti <...> koncepciją“, „optimizuoti <...> struktūrą“, „numatyti priemones“, „nustatyti <...> zonas“ ir „rezervuoti <...> teritorijas“. Įdomu pastebėti, kad nors naudojama akivaizdžiai imperatyvi forma, įstatyme nėra atskleidžiama, kaip iškeltus uždavinius pasiekti, kitaip sakant, bendrojo plano rengėjai turi laisvą pasirinkimą, kaip, koku masteliu ir kokias priemones taikyti. Kita vertus, lieka neaišku, ar kokios nors priemonės bus apskritai taikomos. 10, 11 ir 12 straipsniuose didžiausias dėmesys skiriamas biurokratinėms planavimo procedūroms ir išlaikoma abstrakti liepiamoji pozicija, papildomai nedetalizuojama netgi aprašant sprendinių konkretizavimo stadiją (10 straipsnis).

Akivaizdu, kad, esant tokiai situacijai, Teritorijų planavimo įstatymo retorika tampa artimesnė apybraižai, planavimo gairių žymėjimui, tačiau ne aiškiai ir konstruktyviai teisinei kalbai. Problemą didina informacijos stoka: ne tik pačiame įstatyme vartojamos neinformatyvios frazės, bet ir nenurodoma, kur reikia ieškoti papildomos kiekybinės aiškinamosios medžiagos.

Miestų ir miestelių bendrųjų planų rengimo taisyklės (toliau Taisyklės) priklauso žemesnei teisės aktų hierarchinei pakopai nei Teritorijų planavimo įstatymas, t. y. Taisyklės turi neprieštarauti įstatymui, be to, pavadinime esantis žodis „taisyklės“ nurodo, kad dokumentas *per se* turi būti konkretesnis. Viena iš teisės aktų hierarchizacijos priežasčių yra tinkamo detalumo lygio parinkimas: detalizuojama, kol tampa aišku ir įmanoma faktiškai pritaikyti. Taisyklėse nurodyta (1 punktas), kad jos skirtos miesto teritorijų bendrųjų planų „rengimo, derinimo, tvirtinimo ir galiojimo“ reglamentavimui, vadinasi, Taisyklėse turi būti detalčiau aptarti planavimo rengimo etapo klausimai. Apskritai miesto bendrųjų planų rengėjams suformuluoti devyni uždaviniai, susiję su teritorijų vystymu, tvarkymu ir apsauga, bendraisiais želdynais, inžinerinėmis komunikacijomis, gamtos išteklių saugojimu ir pan. Pažymėta, kad, esant konkretiems visuomenės poreikiams ar kitiems svarbiems ypatumams, galimi ir kiti uždaviniai. Taisyklėse nurodyti bendrojo plano uždaviniai atitinka Teritorijų planavimo įstatyme nustatytus uždavinius, t. y. išlaikytas teisinis vientisumas ir idėjinis tolygumas. Išlaikytas ir analogiškas uždavinių formulavimo principas (5

punktas), jis toks pat tiesmukas ir imperatyvus: Taisyklėse nurodyta „suformuoti <...> koncepciją“, „nustatyti <...> apsaugos prioritetus“, „plėtoti <...> infrastruktūrą“, „numatyti priemonės, užtikrinančias <...> ekologinę pusiausvyrą“ ir pan. IV skyriuje išskirti keturi planavimo etapai: parengiamasis, planavimo dokumento rengimo, sprendinių pasekmių vertinimo ir baigiamasis, kurie vėliau aprašomi smulkiau. Darbui naudingiausias yra antrasis (rengimo) etapas, detalizuotas VI Taisyklių skyriuje. VI skyriuje pateikta daug medžiagos, pradedant bendrais nurodymais, kas turėtų būti atliekama esamos būklės analizės metu, techniniais brėžinių atlikimo parametrais (pvz., brėžinių mastelis) ir baigiant išsamiu biurokratiškų procedūrų aprašymu. Neįsigilinus susidaro įspūdis, kad rengimui reikalinga informacija yra aiškiai išdėstyta, tačiau, įdėmiau paskaičius, susiduriama su tokia pačia neaiškia ir daugiaprasme retorika. VI skyriuje šiek tiek švelniau (turima omenyje rašymo stilius) nurodoma, kas yra „atliekama“ esamos būklės ar sprendinių konkretizavimo stadijoje, tačiau turinio prasme apsiribojama tokiomis pat aptakiomis frazėmis kaip ir Teritorijų planavimo įstatyme. Pavyzdžiui, apibrėžta, kad sprendinių konkretizavimo stadijoje atliekamas „ekologinės apsaugos zonų plėtojimas, biologinės įvairovės apsaugos priemonių vystymas“, tačiau nėra paaiškinta, kas yra ekologinė apsaugos zona, jos plėtojimo dydis ir pan. Kitaip sakant, iš esmės Taisyklėse kartojama ta pati turinio prasme neaiški, nekonkreči ir neartikuluota informacija kaip ir Teritorijų planavimo įstatyme. Taisyklės nesuteikia praktiškai naudingos informacijos miestų planuotojams, jos veikiau atlieka perteklinę, dubliuojančią biurokratinio dokumento funkciją.

Taisyklėse yra paminėti du planavimo metu privalomi atlikti vertinimai, kurie ypač sietini su disertacijos tema: planų ir programų strateginis pasekmių aplinkai vertinimas (toliau SPAV) ir bendrojo plano sprendinių poveikio vertinimas (toliau SPV). SPAV atsiradimas yra glaudžiai susijęs su tarptautine politika: Vyriausybės nutarime dėl SPAV patvirtinimo nurodomas Lietuvos ratifikuotas protokolas ir Europos Parlamento ir Tarybos direktyva, kuriais vadovaujantis ir buvo nutarta patvirtinti SPAV. O SPV teisinis pagrindas nacionalinis: dokumentas patvirtintas vadovaujantis Teritorijų planavimo įstatymu. Abu dokumentai, nepaisant skirtingų išeities pozicijų, orientuoti į darnų teritorijų planavimą drauge poveikio aplinkai vertinimą. SPAV atliekamas koncepcijos rengimo stadijos pabaigoje, prieš priimant, tvirtinant arba renkantis tinkamiausią plano alternatyvą, o SPV vėliau – parengus konkrečius sprendinius, siekiant užtikrinti „gerą priimamų sprendimų kokybę“. Abu vertinimai atliekami LR Vyriausybės nustatyta tvarka, t. y. jie yra juridinė, privaloma procedūra.

SPAV 5 punkte nurodyti trys vertinimo tikslai, iš kurių pirmasis yra skirtas „nustatyti, apibūdinti ir įvertinti galimas <...> planų <...> įgyvendinimo pasekmės aplinkai“. Atsižvelgiant į minėtą Teritorijų planavimo įstatymo ir Taisyklių neapibrėžtumą ir abstraktumą, SPAV turėtų būti nurodyti pasekmių

aplinkai vertinimo objektai, vertinimo priemonės, nustatyti kiekybiniai aplinkos rodikliai ir skaičiavimo metodika, tai yra būtina išeities sąlyga bet kokiam vertinimui. Tačiau iš tiesų SPAV nepateikia nė vieno techninio rodiklio: dokumentas iš esmės skirtas procedūriniais klausimams, proceso dalyviams ir jų funkcijoms aptarti, apimties nustatymo dokumentui, vertinimo ataskaitai rengti ir pan. Konkrečiausias minimas ekologinis parametras – ekologinis tinklas „Natura 2000“ – yra ne vietinės valdžios įdirbis, o Europos Bendrijos svarbos saugomų teritorijų tinklas.

SPV savo struktūra yra panašus į SPAV – tekstinė aiškinamoji aprašo dalis ir du priedai. Vis dėlto, SPV atrodo techniškiau, ypač dėl priedų, iš kurių pirmasis yra penkių skilčių klausimynas, o antrasis – lentelė. SPV nurodyti sprendinių poveikio vertinimo principai ir aspektai (III dalis), du aspektai (7.1 ir 7.4) – vystymo darba ir poveikis gamtinei aplinkai – glaudžiai siejasi su disertacijos tema. Tačiau atidžiau pastudijavus dokumentą, konstatuotina ta pati techninio neapibrėžtumo ir biurokratinių procedūrų aiškinimo tendencija. SPV neaiškina sąvokų, nepateikia vertinimo metodų, nenurodo siektinų verčių. Vertinant iš planuotojų pozicijos, SPV naudingumas toks pat kaip ir SPAV, praktikoje dokumentas nėra efektyvus. Atskirai verta pastebėti, kad 5 SPV punkte nurodyta, kad sprendinių poveikio vertintojai yra „asmenys, rengiantys teritorijų planavimo dokumentus (planų rengėjai)“, t. y. tas pats asmuo rengia darbą, kurį vėliau pats vertina. Teisiškai įtvirtinta situacija, kuri, priklausomai nuo aplinkybių, leidžia pateikti labai dviprasmiškus vertinimo rezultatus.

Be aukščiau minėtų teisinių dokumentų, būtinų rengiant bendruosius planus, yra daug smulkesnių, specializuotų, tam tikroms sritims skirtų dokumentų. Jie turi sąsajų (dažniau netiesioginių) su miestų ekologija, tačiau dabartinės planavimo sistemos kontekste esminė problema yra planavimo laisvumas: planų rengėjai nėra vienareikšmiškai įpareigoti remtis konkrečiais teisės aktais, kiekvienas rengėjas tą pačią situaciją gali vertinti skirtingai, todėl įvyksta fragmentacija.

LR teritorijų planavimo dokumentų aptarimą verta apibendrinti prisimenant miestų planavimo situaciją ES (1.2 poskyris): neegzistuojant vieningai ES urbanistinei politikai, miestų planavimas lieka reglamentuojamas nacionaliniu lygmeniu. Atsižvelgiant į ES deklaruojamą darnų vystymąsi, LR teisės aktuose formaliai įtvirtinta darnaus vystymosi koncepcija, tačiau faktiškai esminis dėmesys nacionaliniuose teisės aktuose skiriamas procedūroms ir biurokratiniam veikimo mechanizmui išaiškinti. Dokumentams būdingas aprašomasis stilius, vartojamos abstrakčios ir daugiaprasmės frazės. Vertinant iš planuotojų perspektyvos, teisės aktuose trūksta konkretumo ir detalumo: miesto ekologijos sąvoka (kaip ir dauguma kitų sąvokų) nėra išaiškinta, pateikiama informacija nesisteminga, nenurodyti konkretūs kiekybiniai parametrai, leidžiantys ekologijos „kiekį“ apskaičiuoti ir palyginti. Faktiškai planavimo dokumentai

(planai), parengti remiantis LR teritorijų planavimą norminančiais dokumentais, atitinka principinę ES kryptį savo forma, tačiau iš tikrųjų yra labai skirtingi savo turiniu, kuris nulemia, ar užkoduotas jame miesto valdymo modelis bus veiksmingas ar ne. Esant dabartinei situacijai, objektyvus miesto ekologijos vertinimas ir valdymas yra neįmanomas.

1.4. Kiekybiniai parametrai Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo dokumentuose

Kalbant apie vertinimo galimybes, pradinis išeities taškas yra skaičiuotinosios vertės, t. y. prieš skaičiuojant reikia nustatyti, ką skaičiuoti. Šioje dalyje dar kartą analizuojami du teisės aktai (plačiau teritorijų planavimą Lietuvoje reglamentuojanti teisės aktų sistema buvo aptarta 1.3 poskyryje) – Teritorijų planavimo įstatymas bei Miestų ir miestelių teritorijų bendrųjų planų rengimo taisyklės. Šiais privalomaisiais dokumentais remiamasi rengiant bet kurio Lietuvos miesto bendrąjį planą. 1.3 poskyryje buvo atskleista, kad LR teisės aktams, reglamentuojantiems planavimą, ypač trūksta konkretumo ir aiškos rodiklių sistemos, todėl analizės tikslas – atrinkti Teritorijų planavimo įstatyme ir Taisyklėse įvardintus kiekybinius parametrus, t. y. tokius parametrus, kurie turi arba gali įgyti skaitinę vertę.

Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymo 2 straipsnis nurodo, kad „bendrasis planas – teritorijų kompleksinio planavimo dokumentas, kuriame, atsižvelgiant į teritorijų planavimo lygmenis ir uždavinius, nustatyta planuojamos teritorijos vystymo erdvinė koncepcija ir teritorijos naudojimo bei apsaugos principai“. Šią sąvoką dalinant į atskirus segmentus, matyti keli joje užkoduoti teiginiai:

- bendrasis planas apima įvairias planavimo sritis („kompleksinio planavimo dokumentas“), t. y. bendrasis planas rengiamas skirtingų sričių specialistų;
- bendrajame plane nustatomi parametrai gali būti skirtingo tikslumo, t. y. (dažniausiai praktikoje pasitaikantis variantas) didėjant planuojamos teritorijos plotui mažėjantis detalumo lygis, stambėjančios, vis daugiau apibendrinančios parametų vertės;
- bendrajame plane nustatoma 1) erdvinė koncepcija, 2) naudojimo principai ir 3) apsaugos principai, t. y. nustatomos tik svarbiausios tvarkymo priemonės.

Labai supaprastinus, galima teigti, kad bendrasis planas yra nevienalytis ir santykinai abstraktus dokumentas, todėl praktikoje bendrojo plano vertinimas dažniausiai yra probleminis. Šiuo atveju probleminiu įvardijamas ne kokybinis, bet kiekybinis vertinimas, kai bandoma vertinimams suteikti tikslią skaitinę

vertę. Tame pačiame Teritorijų planavimo įstatyme yra apibrėžti ir nustatyti keli parametrai, kurie turi arba gali įgyti skaitinę išraišką. Minėtieji parametrai yra:

- teritorijos naudojimo tipas – vadovaujantis teritorijų planavimo normomis, bendruosiuose, specialiuosiuose (masteliu 1:2000 ar stambesniu) ir (ar) detaliuosiuose planuose numatyta galima pagrindinė tikslinė žemės naudojimo paskirtis, galimi žemės naudojimo būdai ir, jei numatyta, pobūdis, maksimalūs užstatymo intensyvumo ir tankumo rodikliai ir galimų statyti statinių paskirtys;
- užstatymo aukštis – planuojamos teritorijos vyraujantis (daugiau kaip 70 procentų užstatymo) pastatų aukštų skaičius ar maksimalus pastatų aukštis metrais, kurio negalima viršyti;
- užstatymo intensyvumas – visų pastatų antžeminės dalies patalpų bendrojo ploto sumos santykis su žemės sklypo plotu;
- užstatymo tankumas – pastatais užstatomo ploto, nustatomo pagal sienų išorines ribas, santykis su visu žemės sklypo plotu;
- užstatymo tipas – teritorijų planavimo normose reglamentuota konkrečiai teritorijai būdinga ir galima pastatų išdėstymo zona ir erdvių išdėstymo struktūros ir parametrų visuma, nustatoma bendruosiuose, specialiuosiuose ir (ar) detaliuosiuose planuose.

Reikėtų atskirai pabrėžti, kad, kaip matyti iš sąvokos išaiškinimo, teritorijos naudojimo tipas nurodo užstatymo intensyvumą ir užstatymo tankumą, nors praktikoje yra įprasta šiuos du dydžius drauge su užstatymo aukščiu pateikti atskirai, t. y. atskiriant nuo kitų teritorijos naudojimo tipą įvardijančių parametrų. Nors tokios praktikos priežastys nėra galutinai aiškos, bet galima daryti prielaidą, kad šie parametrai yra ypač svarbūs realiame gyvenime, tad yra pateikiami atskirai. Vienas iš pagrindinių disertacijos siekių – realus pritaikymas, tuo remiantis darbe vadovaujamasi minėtąja nusistovėjusia praktika, t. y. užstatymo intensyvumas ir užstatymo tankumas traktuojami kaip atskiri parametrai.

Grįžtant prie vertinimo galimybių skaitinės išraiškos, visus išvardintus parametrus galima suskirstyti į dvi grupes: pirmajai grupei priklausytų parametrai, kurie turi tik skaitinę vertę, o antrajai daliai priklausytų parametrai, kurie gali įgyti skaitinę išraišką atlikus papildomus skaičiavimus.

Atrinkti parametrus, priklausančius pirmajai grupei, yra paprasčiau (aiškiau), todėl būtų tikslinga pradėti nuo jos. Šiai grupei priklausytų užstatymo aukštis, užstatymo intensyvumas ir užstatymo tankumas. Užstatymo aukštis nurodomas vienetais (pastatų aukščių skaičius) arba metrais, o užstatymo intensyvumas ir užstatymo tankumas nurodomi dalimis arba procentais. Užstatymo tankumo vertė gali svyruoti nuo nulio (0 %) iki vieneto (100 %), bet vieneto (100 %) negali viršyti. Maksimalus užstatymo tankumas (1 arba 100 %) pasiekiamas tada, kai užstatomas visas sklypas. Užstatymo intensyvumas –

skirtingai nuo užstatymo tankumo – teoriškai neturi maksimalios vertės, t. y. yra neįmanoma užstatyti daugiau kaip viso sklypo, o pastato antžeminė dalis gali būti labai aukšta, pavyzdžiui, aukštybinių pastatų, kai pastato aukštis siekia 20 arba 30 aukštų.

Teritorijų planavimo įstatymas nepamini vieno skaitinio parametro, kuris vienaip ar kitaip figūruoja miestų bendruosiuose planuose: planuojant specialistai visada įvertina prognozuojamą gyventojų skaičių. Planuotojai stengiasi atsižvelgti į tikėtiną gyventojų skaičiaus kitimo dinamiką, tačiau dažniausiai Lietuvoje miestų bendrieji planai rengiami ir tvirtinami pagal optimistinius scenarijus, t. y. priimant prielaidą, kad gyventojų skaičius didės (iš tiesų Lietuvoje jau daugelį metų fiksuojama depopuliacija). Nesvarbu, koks scenarijus būtų priimamas, gyventojų skaičius yra svarbus skaitinis parametras, kurį būtina įvertinti, ir darbe šis parametras priskiriamas pirmajai grupei, kuri tokiu atveju išsiplečia iki 4 komponentų: užstatymo aukštis, užstatymo intensyvumas, užstatymo tankumas ir gyventojų skaičius.

Antrąją grupę sudarytų visi likę parametrai, t. y. teritorijos naudojimo tipas ir užstatymo tipas. Parametrai skaitinę vertę gali įgyti tik po papildomų skaičiavimų, todėl, norint antrąją grupę skaitmenizuoti, pirmiausia reikia atskirti parametrų sudedamąsias dalis. Remiantis sąvokų išaiškinimu, tokių dalių yra trys: pagrindinė tikslinė žemės naudojimo paskirtis, žemės naudojimo būdai ir erdvių išdėstymo struktūra. Teritorijos naudojimo tipas dar mini „galimų statyti statinių paskirtis“, tačiau faktiškai statinių paskirtis yra apribojama žemės naudojimo paskirtimi (būdu), todėl darbe tai traktuojama kaip esminės įtakos neturinti dalis. Atrinkus sudedamąsias dalis, galima jas konvertuoti į skaičius. Kalbant apie žemės naudojimo paskirtį ir būdus, kalbama apie tam tikro dydžio (ploto) teritorijos naudojimą, t. y. šios dalys yra neatsiejamos nuo ploto vienetų (kvadratinų metrų, arų ir kt.). Praktikoje žemės naudojimo paskirtis ir naudojimo būdai bendruosiuose planuose nurodomi grafiškai pažymint tam tikrą teritoriją su planuojama paskirtimi (būdu), todėl šios dalies duomenų skaitmeninė raiška (dažniausiai hektarai) tėra techninis klausimas. Priklausomai nuo programos, kuria braižomas bendrasis planas, gali reikėti suskaičiuoti atskirų tos pačios žemės paskirties (būdų) teritorijų plotų sumą, siekiant gauti galutinį suminį rezultatą. Komplikuočiau būtų išreikšti skaičiais erdvių išdėstymo struktūrą, nes nėra aišku, ką tuo norima pasakyti (įvardinti): erdvių tipą, dydį, formą, išsidėstymą ar pan. Vienareikšmiškai atsakyti į šį klausimą, remiantis vien teisės aktais, negalima, tačiau atsakymo galima ieškoti realioje planavimo praktikoje, kurios metu dažniausiai analizuojamas erdvių geografinis išdėstymas, t. y. atstumas tarp erdvių. Šiuo atžvilgiu atstumas gali būti suvokimas tiek ilgio vienetais (pvz., kilometrais), tiek laiko vienetais (pvz., minutėmis). Pastaruoju metu atstumo matavimas ilgio vienetais tampa vis mažiau reikšmingas, nes dažniausiai įveikti kilometrai iš tikrųjų neatspindi

kelionėje sugaišto laiko, sunaudotos energijos ir tuo pačiu išmestų teršalų. Pavyzdžiui, rytinio piko metu kelionė iš Vilniaus pakraščių centro link (atstumas apie 7 km) gali užtrukti tiek pat, kiek kelionė iš Vilniaus į Širvintas (atstumas apie 50 km).

Teritorijų planavimo įstatymas, net ir būdamas planavimo dokumentų hierarchijos viršuje, apibrėžia daugiausia kiekybinių parametų lyginant su Miestų ir miestelių teritorijų bendrųjų planų rengimo taisyklėmis. Jos betarpiškai susijusios su miestais ir miesteliais, tačiau yra labiau orientuotos į procedūras, kurių detalūs aprašai sudaro didžiąją jų dalį. Pirmos grupės parametų Taisyklėse iš viso nėra, o priskirtinų antrajai grupei irgi nedaug – tik du. Jie yra paminėti Taisyklių III skyriuje, kuriame nustatyti bendrojo plano uždaviniai, tiksliau, 5.3 punkte kalbama apie bendrojo naudojimo želdynus bei apsauginių želdynų sistemą. Taisyklės nenurodo, kokia tiksliai ši sistema turėtų būti bei kokie galimi matavimo vienetai, taip pat lieka neaišku, kodėl bendrojo naudojimo želdynai neturi sudaryti sistemos. Remiantis planavimo praktika, želdynų dydis dažniausiai matuojamas ploto vienetais, todėl ir darbe siūloma bendrojo naudojimo želdinius ir apsauginius želdinius matuoti kvadratiniais metrais arba hektarais (analogiškai kaip žemes). Papildžius antrąją grupę želdynais, ši grupė tampa sudaryta iš 5 komponentų: pagrindinė tikslinė žemės naudojimo paskirtis, žemės naudojimo būdai, erdvių geografinis išsidėstymas, bendrojo naudojimo želdynai ir apsauginiai želdynai.

Pirmoji ir antroji grupės sudarytos iš parametų, kurie yra įvardinti Teritorijų planavimo įstatyme ir miestų ir miestelių teritorijų bendrųjų planų rengimo taisyklėse (išskyrus gyventojų skaičių). Sujungiant kai kuriuos abiejų grupių parametrus ir atlikus nesudėtingus skaičiavimus, galima gauti trečiąją grupę, t. y. abiejų grupių išvestinius (jungtinius) parametrus. Pirmajai grupei priklausantis užstatymo intensyvumas ir užstatymo tankumas, sujungti su žemės naudojimo būdu, parodytų, kiek ir kokios paskirties statinių yra planuojama. Kitaip sakant, žemės naudojimo būdas nurodo, kokios paskirties statiniai gali būti statomi, užstatymo intensyvumas reglamentuoja tos paskirties statinių antžeminių dalių plotą, o užstatymo tankumas įvardija tos paskirties statinių užstatymų plotus. Be abejo, tokiu atveju kalbama apie maksimalius dydžius, t. y. išvestiniai parametrai parodytų didžiausius leistinus statinių plotus, kurie galėtų atsirasti bendrojo plano sprendinių galiojimo laikotarpiu. Reikėtų pabrėžti, kad nors gautos vertės būtų tikslios, tačiau daugiau teorinės: kaip jau buvo minėta, dažniausiai miestų bendrieji planai rengiami pasirinkus optimistinį scenarijų (numačius miestų plėtrą), tačiau faktiškai Lietuvoje absoliuti dauguma miestų ir miestelių merdi, gyventojų skaičius mažėja, be to, 10 metų laikotarpiu gali atsirasti nenumatytų aplinkybių, pavyzdžiui, dar viena ekonominė krizė, kuri sustiprintų emigraciją. Todėl trečiosios grupės parametrus reikia įvertinti kaip vertes, kurios praktikoje nebūna viršijamos.

1.1 lentelė. Miestų planavimo kiekybiniai parametrai**Table 1.1.** Quantitative parameters of urban planning

I grupė (turi skaitinę vertę)			II grupė (gali įgyti skaitinę vertę)		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vienetas	Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vienetas
I.1	Užstatymo auštis	Aukštais arba metrais	II.1	Pagrindinė tikslinė žemės naudojimo paskirtis	Ploto vienetais (kvadratiniai metrai, hektarai ir pan.)
I.2	Užstatymo intensyvumas	Vieneto dalimis arba procentais	II.2	Žemės naudojimo būdais	Ploto vienetais (kvadratiniai metrai, hektarai ir pan.)
I.3	Užstatymo tankumas	Vieneto dalimis arba procentais	II.3	Erdvių geografinis išsidėstymas	Atstumo arba laiko vienetais (metrai, kilometrai arba minutės, valandos ir pan.)
I.4	Gyventojų skaičius	Vienetais	II.4	Bendrojo naudojimo želdynai	Ploto vienetais (kvadratiniai metrai, hektarai ir pan.)
			II.5	Apsauginiai želdynai	Ploto vienetais (kvadratiniai metrai, hektarai ir pan.)
III grupė (jungtinis parametras)					
Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vienetas		Pastabos	
III.1	Maksimalus visų pastatų antžeminės dalies patalpų bendrasis plotas	Ploto vienetais (kvadratiniai metrai, hektarai ir pan.)		I.2 + II.2	
III.2	Maksimalus visais pastatais užstatomas plotas	Ploto vienetais (kvadratiniai metrai, hektarai ir pan.)		I.3 + II.2	

Apibendrinant 1.4 poskyrį, skaitiniai parametrai, atrinkti iš Teritorijų planavimo įstatymo bei miestų ir miestelių teritorijų bendrųjų planų rengimo taisyklių, pateikti 1.1 lentelėje.

1.5. Pirmojo skyriaus išvados

1. ES dalyvavimas šalių vidaus valdyme yra stipriai apribotas kertinių ES dokumentų ir intervencijos „iš viršaus“ atvejis – daugiau išimtis nei rutiniškai atliekamas veiksmas. Pagrindinė pageidautina ES miestų planavimo politikos kryptis – darni plėtra, tačiau miestų valdymo modelis iki šiol nėra pakankamai konkretizuotas ir vieningos europinės politikos miestų atžvilgiu nėra. Kol kas skatinama aktyvi vietos valdžios, kuri lieka pagrindiniu miestą formuojančiu žaidėju, veikla.
2. LR teritorijų planavimo teisės dokumentų analizės metu pastebimas vyraujantis darnios plėtros (atitinkamai ES) naratyvas: darnaus vystymosi nuostata yra teigiamą ir tiesiogiai, ir netiesiogiai, t. y. teisės aktuose dažnai įtvirtinta bent viena darnaus vystymosi sudėtinė dalis, todėl, vertinant bendrą vaizdą ir nesigilinant į detales, darnios plėtros požiūriu LR planavimo dokumentai atitinka ES pageidaujamą kryptį.
3. Problemos ryškėja detaliau paanalizavus, kas yra nuveikta vietos valdžios, kad miesto ekologija (darnaus vystymosi sudėtinė dalis, analizuojama disertacijoje) įgautų konkrečią kryptį ir rodiklius. Nustatyta, kad teisės aktuose imperatyviai kartojamas darnios plėtros siekimas, tačiau miestų planavimą reglamentuojančiuose dokumentuose remiamasi aptakiomis, nekonkrečiomis politinio tipo frazėmis, o miesto ekologijos termino ir / arba sudėtinių dalių struktūros išaiškinimo teisės aktuose apskritai nėra.
4. Analizės metu buvo pastebėtas planavimo teisinės bazės neapibrėžtumas ir didelis veiksmų laisvumas, tačiau teisės aktuose buvo rasti ir tam tikri skaitiniai rodikliai, sutinkami miestų bendruosiuose planuose. Rodikliai buvo surinkti iš svarbiausių planavimui teisės aktų ir suskirstyti į tris pasiūlytas grupes: I grupei priskirti rodikliai, iš karto turintys skaitinę vertę; II grupei priskirti rodikliai, galintys įgyti skaitinę vertę po papildomų veiksmų; III grupei priskirti (jungtiniai) rodikliai, gauti derinant tam tikrus I ir II grupės rodiklius. Iš viso klasifikuota vienuolika rodiklių: keturi pirmosios, penki antrosios ir du trečiosios grupės.

Miesto ekologijos modelis: struktūra ir ribos

Pirmame skyriuje, remiantis atlikta mokslinės ir teisinės informacijos apžvalga, buvo konstatuota, kad vienalytės teisinės bazės, skirtos miestų ekologijai, nėra tiek europiniu, tiek ir Lietuvos nacionaliniu lygiu. Iš LR teisės aktų galima atrinkti kiekybinius (skaitinius) parametrus, tačiau nėra aišku, kokios jų siektinosios vertės ir kaip tas vertes praktikoje planavimo specialistas galėtų užtikrinti. Be to, neegzistuojant vienareikšmei miesto ekologijos sampratai, neįmanoma nuspręsti, ar turimų skaitinių parametru užtenka miesto ekologijai garantuoti, ar turimi skaitiniai parametrai yra būtent tie, kurių reikia. Logiškai mąstant vienintelis įmanomas kelias judėti tolyn – pasiūlyti miesto ekologijos modelio sampratą, kuri tiktų miestų planavimui. Šiuo konkrečiu atveju žodis „tiktų“ apima kelis uždavinius: miesto ekologijos modelis turi būti išgrynintas (apibrėžta) iki konkrečių pagrindinių veiklos sričių, šios sritys turi įgauti kiekybinius parametrus, šias veiklos sritis turi būti įmanoma valdyti (planuoti) Lietuvos miestų bendrųjų planų galimybių ribose ir tuo pačiu miesto ekologija turi būti suvokiama platesniame kontekste. Platesnis kontekstas būtinas dėl ekologinių procesų prigimties, kurių neįmanoma dirbtinai suvaržyti administracinėmis miesto ribomis (plačiau žiūr. 2.2 poskyrį apie išorinę ir vidinę ekologiją). Antrame skyriuje aptariamas esminis darnos (kaip junginio) ir ekologijos (kaip atskiro komponento) skirtumas, pristatomas miesto ekologijos

modelis, sąlygos jo atsiradimui ir analizuojamas ekologinių ribų klausimas. Šio skyriaus tema publikuotas straipsnis (Staniūnas 2012).

2.1. Miesto ekologijos procesų specifika

Ekskursas – trumpa darnos sąvokos sampratos istorija. Pastaruoju metu darnos sąvoka ir jos vartojimas yra tapę tokia neatskiriama profesinio (planuotojų, architektų, politikų ir pan.) gyvenimo dalimi, galima pavadinti net profesine norma, jog susidaro įspūdis, kad terminas yra natūraliai evoliucionavęs ir gyvuoja visą amžių. Faktiškai darnumo koncepcijos ištakos tesiekia 1970-uosius metus ir pati istorija neįsivaizduojama be sąlyginai nesenos (1945 m.) organizacijos – Jungtinių Tautų – iniciatyvos. JT (UN 2011a) ir Jungtinių Amerikos Valstijų aplinkos apsaugos agentūra (U. S. EPA 2013) įvardija iš principo vienodas darnos koncepcijos atsiradimo priežastis ir institucionalizacijos procesą. 1972 m. įvykusi Stokholmo konferencija pademonstravo stiprėjančią industrializuotų ir besivystančių šalių dialogą dėl pasaulinio vystymosi įtakos aplinkai ir atkreipė dėmesį dėl visų žmonių teisės į sveiką aplinką. Po Stokholmo konferencijos įvyko daug susitikimų panašia (žmogus – gamta – vystymasis) tematika, to rezultatas – organizacijų ir programų, atsakingų už minėtus uždavinius, prie JT sukūrimas, drauge ir garsiosios UNEP (*United Nations Environment Programme*). Beveik po dešimtmečio (1980 m.) buvo publikuota Pasaulio išsaugojimo strategija (*World Conservation Strategy* (WCS)), kuri akcentavo, kad gamtos išsaugojimas neįmanomas be mažiau išsivysčiusių pasaulio regionų atsilikimo ir skurdo mažinimo, bei užfiksavo, kad vystymasis negali būti begalinis, nes yra ribojamas natūralių planetos galimybių. Laikoma, kad WCS ženkliai prisidėjo prie darnumo koncepcijos atsiradimo. 1983 m. darnumo koncepcijos istorijoje atsiranda (ko gero) garsiausias vardas – Brundtland – turima omenyje Norvegijos premjerministrė, kurios JT generalinis sekretorius paprašė vadovauti Pasaulinei aplinkos ir vystymo komisijai (*World Commission on the Environment and Development* (WCED), dar žinomai *Brundtland Commission* vardu). Komisijos uždaviniai buvo trys: įvertinti pasaulines aplinkos ir vystymosi problemas bei pateikti pasiūlymus, sustiprinti tarptautinį bendradarbiavimą ir didinti organizacijų, verslo ir vyriausybių savivokos lygį. 1987 m. WCED darbą reziumavo publikuodama ataskaitą „Mūsų bendra ateitis“ (*Our Common Future* dar vadinamą *The Brundtland Report*), kuris suformulavo dabartinį (tradicinį) darnos apibrėžimą, suvaidino lemiamą vaidmenį jo viešinime ir akcentavo, kad aplinka negali būti traktuojama kaip izoliuota nuo žmonių sfera, nesusijusi su jų veiksmiais, ambicijomis ir poreikiais. 1992 m. pasaulio lyderiai antrą kartą (20 metų po Stokholmo konferencijos) susirinko

aptarti aplinkos ir vystymosi klausimų Rio de Žaneire, tai buvo pirmoji JT aplinkos ir vystymo konferencija (*UN Conference on Environment and Development*). Svarbiu laikomas faktas, jog dalyviams buvo sudaryta galimybė pasirašyti tarptautines konvencijas dėl klimato kaitos ir biologinės įvairovės tokiu būdu legitimuojant savo dalyvavimą darnaus vystymosi procesuose. Konferencijos metu priimta veiksmų programa „Darbotvarkė 21“ (*Agenda 21*) dar kartą patvirtino, jog darnų vystymąsi sudaro trys kertiniai – ekonomikos, socialinis ir aplinkos – komponentai. Įdomu, kad 28 skyriuje (*Agenda 21 2013b*) teigiama, kad „savivaldybės formuoja, išlaiko ir naudoja ekonominę, socialinę bei aplinkos infrastruktūrą, numato ateities planus, rengia vietos aplinkosaugos strategiją ir nuostatas bei padeda įgyvendinti nacionalinę ir regioninę aplinkosaugos politiką. Kaip arčiausiai visuomenės esančios valdymo institucijos, savivaldybės atlieka esminį vaidmenį lavinant, mobilizuojant ir reaguojant į visuomenę taip skatindamos subalansuotos plėtrą“. Taigi akivaizdžios sąsajos su 1.2 poskyryje detaliau aprašytu ES subsidiarumo principu, kuris labai panašiai nustato, kad lemiamą vaidmenį planuojant turėtų atlikti vietos valdžia. Vis dėlto Lietuvos praktika (1.3 poskyris) rodo, kad minėtieji siekiai Lietuvoje (bent jau iš planuotojų perspektyvos) praktiškai dar nėra įgyvendinti. 10 metų po Rio deklaracijos Johanesburge buvo surengta kita konferencija, kurios tikslas – atnaujinti dalyvių pasižadėjimus, vykdant darnią plėtrą, konferencijoje nustatytos penkios prioritetinės veiklos kryptys: vanduo, energija, sveikata, žemės ūkis ir biologinė įvairovė. Darnaus vystymosi aktualumą ir koncepcijos palaikymą, ko gero, geriausiai atskleidžia konferencijoje dalyvavusių žmonių skaičius – apie 60 tūkstančių. Istorinį ekskursą užbaigia 2012 m. JT konferencija, vadinama Rio+20. Jos metu spęstos dvi esminės darnaus vystymosi temos: ekologiška ekonomika darnaus vystymosi ir skurdų panaikinimo kontekste ir institucijų įtaka darniam vystymuisi bei nustatytos septynios prioritetinės veiklos sritys: tinkamas darbas, energija, darnūs miestai, maisto saugumas ir darni žemdirbystė, vanduo, vandenynai ir pasirošimas nelaimėms (UN 2011b). Tai pirmas kartas, kai miestų klausimai buvo įtraukti į oficialiąją dienotvarkę, nurodant juos kaip vieną iš svarbiausių šių laikų prioritetų.

Ekskurse atsiskleidžia du svarbūs momentai. Pirmą, paaiškėja sąlyginai jauno termino formavimosi etapai, spartus vartojimo intensyvėjimas ir iškilimas iki pasaulinio lygmens ideologijos. Viešai suformuluota 1987 m. ir oficialiai institucionalizuota kaip būdvardis 1992 metais darnaus vystymosi idėja laikoma viena iš įtakingiausių XX a. pabaigos koncepcijų, turinčių išskirtinį socialinį bei politinį svorį. Appleton (2006) jau prieš kelerius metus pastebėjo, kad tokių faktiškai nuo nulio iki per porą dešimtmečių visam pasauliui turinčių įtakos idėjų ir procesų yra nedaug. Teigiama, kad darnumo idėją galima gretinti su pramonės konvejeriais, po II-ojo pasaulinio karo prasidėjusiais

antikolonizaciniais procesais, kontraceptinėmis piliulėmis ir interneto įsigalėjimu. White (2013) publikavo straipsnį, kuris skirtas šiuolaikinių technologijų (*tag cloud*) taikymui vizualizuojant darną, t. y. pabandyta šį labai populiarų terminą perkelti į kitą dimensiją – pamatyti. Antrasis momentas yra tam tikras pirmojo aspekto antipodas: pastebima, kad greta visuotinio įsigalėjimo drauge darnos koncepcija yra paženklinta nuolatiniu nesėkmės ženklu, šiuo atveju turimas omeny ne trūkstamas pripažinimas (dauguma valstybių yra įtraukusių darnų vystymąsi tiesiogiai ar netiesiogiai į savo politines programas), o faktinis užsibrėžto tikslo neįgyvendinimas. Vienokias ar kitokias įgyvendinimo spragas pastebi tiek ir JT, tiek ir kitos tarptautinės organizacijos ir liudija tarptautinės ataskaitos ir įvertinimai (pvz., *Millenium Ecosystem Assessment* 2005). Aktualus disertacijai yra JT pastebėjimas, kad nors darnios plėtros terminas įėjo į tarptautinį oficialų leksikoną daugiau kaip prieš 20 metų ir koncepcija pripažįstama daugelio valstybių bei pasaulinių organizacijų, pastarosios turi konstatuoti, kad faktiškai suteikti aplinkos (gamtos, ekologijos) komponentui tokį patį svorį kaip kitiems dviem yra be galo sunku (UN 2011a). Situacijos nekeičia ir faktas, kad mokslo visuomenė jau nuo 1960 m. signalizuoja apie Žemės pažeidžiamumą.

Vertinant aptartos informacijos visumą, gaunamos prieštaringos išvados. Viena vertus, galima teigti, kad dabartinė vyraujanti kryptis teisinga ir, nors trūksta priemonių, patirties įgyvendinant ar konkretumo, tikslas vis vien bus pasiektas, tai paprasčiausiai laiko klausimas (tiesa, įdomu, kiek to laiko galima skirti?). Kita vertus, atsižvelgiant į nuolatinės nesėkmės, darnumo skleidėjus galima kaltinti utopijos propagavimu, nerealiais politiniais gundymais, kurių pagrindinė žinia tėra spekuliacija, teigianti, kad darniai elgiantis visi gali pretenduoti į savo dalį ir vengti tikrų veiksmų (Appleton 2006). Nesiimant spręsti (tai nėra šio darbo tikslas), kur slypi tiesa ir kada darni plėtra bus realiai įgyvendinta visame pasaulyje, disertacijos temos plėtotei naudingesnė yra pirmoji išvada: turimas omenyje laikas, tačiau svarbus yra ne papildomas laikas ir kiek jo dar reikia, bet apskritai darnumo santykis su pačiu laiku arba konkrečiau laiko tęstinumu.

Suvokus ir pripažinus, kad darnumo dar nėra pasaulyje pasiekta, galima būtų daryti logišką išvadą, kad nei vienas iš komponentų nėra, o drauge ir (kol kas) negali būti visiškai įgyvendinti. Kitaip sakant, disertacijos tikslas, susijęs su darnaus vystymosi dalimi, t. y. ekologiniu komponentu, taip pat atsidurtų sunkiai apibrėžiamoje erdvėje, tačiau taip nėra dėl esminio skirtumo tarp darnos koncepcijos kaip nedalomo vienio ir jos atskirų sudedamųjų dalių. Kalbant apie darnumą apskritai bei vis neįvykstantį jo praktinį įgyvendinimą, galima daryti prielaidą, kad taip atsitinka dėl to, kad darna nėra kažkoks fiksuotas baigtinis rezultatas. Keičiantis aplinkos sąlygoms, žmonių poreikiams, politinei sistemai ir pan. (tokie procesai yra nuolatiniai ir neatsiejami nuo kasdienio gyvenimo)

atsiranda vis naujų ir vis kitokių uždavinių. Kitaip sakant, tai, kas buvo aktualu ir gerai vakar, nebūtinai yra svarbu ir teisinga rytoj. Realiam gyvenime prie procesų dinamikos pridėjus darnumo koncepcijos platumą, išskylančios problemos tiesiog negali būti išspręstos čia pat ir greitai. Tarkime, jei šiandien visame pasaulyje būtų stabilizuota šiltnamio dujų emisija (tarša), anglies dioksido koncentracija atmosferoje – tai svarbu klimato kaitai – stabilizuotųsi tik po 100–300 metų, o pasaulinio vandens lygio kilimas dėl ledynų tirpsmo tęstųsi dar tūkstančius metų (Aresta 2010; IPCC 2007a). Toks pat (skiriasi tik intervalo trukmė) vėlavimas vyksta ir kituose darnaus vystymosi sektoriuose, pavyzdžiui, investuojant į švietimo sistemas, geriamojo vandens ir pan. infrastruktūros plėtrą Libijoje, bet, pasikeitus politiniam režimui, viską gali tekti sustabdyti arba daryti iš naujo kitoje vietoje. Be to, rezultatai apdorojami ir revizuojami jau po atliktų veiksmų, praėjus laikui, problemą didina tai, kad vertinimo metu atsiranda kitų įvykių, kurie gali atskleisti rezultatus kitais rakursais. Todėl praktiškai darnus vystymasis visada yra uždelsto veikimo ir neatsiejamas nuo vėlavimo, tai yra nuolatinis procesas, kurio metu gali įvykti nenumatytų trikdžių, savo ruožtu pareikalausiančių tam tikrų korekcijų. Ir būtent šioje – korekcijų įvedimo – vietoje darnumo koncepcija, vertinant jos visumą, skiriasi nuo atskirų jos komponentų ir ypač akivaizdžiai ekologijos.

2.1 pav. Darnus vystymasis ir ekologija
Fig. 2.1. Sustainable development and ecology

Iliustruojant skirtumą, galima remtis dinaminių sistemų ir katastrofų teorijos (Nijkamp and Reggiani 1995; Wilson 2002; Mayer 2008; Chen 2009; Berwald *et al.* 2012) pavyzdžiu. Dinaminė sistema, veikianti tam tikromis sąlygomis, pasižymi nelinijiniais santykiais ir atsakomąja reakcija tarp jos komponentų. Sistema veikia normaliai ir be esminių trikdžių tol, kol yra pakankamai sistemos vidinių resursų atlaikyti vykstančius pokyčius ir atsistatyti. Kai tam tikri parametrai priartėja prie ribinių verčių, net ir nedidelis papildomas parametru pokytis tampa reikšmingas visai sistemai: sistema išbalansuojama, tampa nestabili ir „keliauja“ į naująjį režimą, kuriame formuojasi nauji santykiai ir atsakomosios reakcijos. Ši teorija gerai atskleidžia darnumo išsitiesimą laiko požiūriu ir procesų bangavimą, tačiau, kalbant apie ekologiją, atsiranda migravimo krypties apribojimai, kai viena iš galimų migravimo krypčių tampa ypač nepriimtina. Ekologijos specialistai įvardina negrįžtamumo problemą, t. y. fiksuotą ribą, kurią viršijus pasekmės yra nebeatstatomos ir nekoreguojamos (pastaruoju metu taip atsitinka su tam tikromis gyvūnų / augalų rūšimis, kurios paskelbiamos nykstančiomis arba ties išnykimo riba). Baigtinis rezultatas iš principo kitoks nei nuolatinė darnos dinamika: pasiekus lūžio tašką, bet kokie veiksmai tampa beprasmybi, derybos neįmanomos. Šį procesą taikliai užfiksavo Alanas Goras, buvęs kandidatas į JAV prezidentus, filme „Nepatogi tiesa“: 77 minutę ekrane rodomos svarstyklės, kurių vienoje pusėje yra Žemės planeta, o kitoje – aukso luitai. A. Goras pastebi, kad toks svėrimas iš esmės yra klaidinantis dėl dviejų dalykų, iš kurių pirmasis – „jei neturėtume planetos...“ Todėl esminis dalykas, kalbant apie ekologinį darnos komponentą, yra negrįžtamai „nepralošti“, t. y. neviršyti kritinės ribos, šis faktorius išlieka aktualus ir analizuojant miestų ekologiją (kaip subkomponentą didesnės pasaulinės ekologijos) (2.1 pav.). Kritinės ribos detaliau nagrinėjamos 2.3 poskyryje.

Toliau rutuliojant miestų ekologijos temą ir ją analizuojant darnaus vystymosi kontekste, neišvengiamai bus susidurta su tradicine ekologijos mokslo specifika, kuri dėl jai būdingo tam tikro uždarumo neatitinka darnaus vystymosi ypatumų. Dalis specialistų (Alberti *et al.* 2003; Grimm *et al.* 2000; McDonnell *et al.* 2009) jau seniai taikliai pabrėžia tradicinių miesto ekologijos tyrimų silpnąją vietą: dažniausiai tiriama, kaip urbanizuotos teritorijos veikia gamtinę aplinką, kokią įtaką daro tam tikroms pasirinktų gyvūnų (augalų) populiacijoms arba yra atliekamas miesto ir užmiesčio ekosistemų palyginimas, t. y. žmonės, miestiečiai, a priori suvokiami kaip kažkas esantis šalia, izoliuotas, neličiamas būvis. Toks požiūris iš esmės yra stipriai ribotas, nes būtent miestai yra labiausiai veikiami žmonių, vartojant ekologų terminologiją, tai yra „žmonių dominuojama ekosistema“ (Vitousek *et al.* 1997). Siekiant dirbtinai neapsiriboti, miesto ekologiją būtina vertinti kompleksiskai kaip visumą, kur žmonės yra viena iš sudedamųjų (nors ir varomoji, esminė) dalių. Šiame darbe miestų

ekologiją suvokiant kaip neatskiriamą darnaus vystymosi komponentą, pritariama aukščiau išsakytai pozicijai dėl žmonių neišskyrimo, juos matant kartu ir greta kitų biologinių formų. Dėl tų pačių priežasčių miestų ekologija analizuojama neapsiribojant administracinėmis (miestas, užmiestis ir pan.), geografinėmis (miestas prie jūros, miestas žemyne ir pan.), politinėmis (Lietuvos miestas, Italijos miestas ir pan.) ar kitomis sintetinėmis ribomis, dirbtinai sukurtais žmonių, tačiau kurių nepažįsta ir kurioms nepavaldūs ekologiniai procesai. Specialiai sukonstruotos ribos sudaro pavojingas situacijas, kai unikalūs, nepakeičiami gamtiniai procesai nyksta, tačiau yra maskuojami dirbtiniais produktais, nepajėgiais atstoti natūralių. Sukuriamos palankios sąlygos (dažniausiai išsivysčiusioms valstybėms) dirbtinai spekuliuoti statistiniais duomenimis ir deklaruoti statistiškai geresnę situaciją nei yra faktiškai, įvyksta nutekėjimo (*leakage*) efektas (Morse and Fraser 2005).

Darbe laikomasi pozicijos, jog miestų ekologijos procesai turi būti vertinami dvejopai priklausomai nuo poveikio krypties. Pirmu atveju, kai tiriamas miesto poveikis jį supančiai aplinkai ir vertinama iš paveiktosios pusės pozicijos (objekto), laikoma, kad poveikis nukreiptas į išorę. Analizuojama, dėl kokių ekologinių pokyčių yra „kalti“ miestai, tačiau visiškai nenagrinėjama pokyčių įtaka patiems miestams. Tokiu atveju iš anksto atmetamos bet kokios administracinės ir pan. ribos. Antru atveju situacija priešinga: tiriamas miesto poveikis jį supančiai aplinkai iš miesto pozicijų, kitaip sakant, miesto poveikis sau pačiam. Šiuo atveju miestas traktuojamas ir kaip subjektas, ir kaip objektas, be to, poveikio zona ribojama administracinėmis miesto ribomis. Remiantis poveikio kryptimi, pirmasis atvejis vadinamas miesto išorine ekologijasujungus į visumą, gaunamas visapusiškas, kompleksinis vaizdas ir – tai svarbu – dirbtinai neapribotas rezultatas.

Sugretinus darnų vystymąsi su vienu iš jo komponentų, ekologija, atsiskleidžia aiškus skirtumas tarp darnos apskritai ir sudėtinių dalių pavieniui:

- darnus vystymasis yra suprantamas kaip nuolatinis procesas, kurio rezultatai visada vėluoja ir kuris gali būti nuolatos koreguojamas;
- ekologiniai procesai gali būti koreguojami, tačiau egzistuoja „lubos“, kritinės vertės, kurias viršijus procesai tampa negrįžtami.

Miesto ekologiją siūloma vertinti pagal poveikio kryptį, t. y. vertinti miesto išorinę ekologiją (miesto poveikis aplinkai, atmetant bet kokias dirbtines ribas) ir miesto vidinę ekologiją (miesto poveikis pačiam sau miesto administracinėse ribose).

2.2. Miesto ekologijos struktūra

Laikantis 2.1 poskyryje išsakytos minčių sekos, miesto ekologijos modelį siūloma konstruoti iš dviejų lygių: išorinio ir vidinio. Prioritetinė seka, nuo kurios lygmens pradėti struktūros detalizaciją, techniškai nėra svarbi, tačiau, prisimenant tradicinės ekologijos tyrimų kritiką, akivaizdu, kad dažniausiai analizuojama ekologijos dalis susijusi su vidiniais procesais. Turimas omenyje ne „užsidarymas“ miesto administracinėse ribose, bet idėjinis ribotumas, t. y. ekologinių procesų „iškirpimas“ ir visuminio vaizdo fragmentavimas. Lokalių ekologinių problemų nustatymai ir tyrimai gali būti priimtinesni ar lengviau suvokiami ir dėl mažesnės apimties, tai, kas yra toliau ir apima daugiau komponentų, dažniausiai yra imlesni tyrimo laikui, reikalauja plataus konteksto, gebėjimo apčiuopti tarpdisciplininius ryšius ir pan. Todėl tai, kas yra toliau, dažnai lieka nepastebėta arba mažiau tyrinėta, kaip taikliai įvardino White (2013): „sužinau tada, kai pamatau“.

Disertacijos įvade buvo minėta ekologijos rodiklių gausėjimo tendencija (dažniausiai nesuteikianti proporcingai daugiau aiškumo) ir deklaruotas siekis dirbti su jau apibendrinta informacija, siekiant sukonstruoti kaip įmanomą visapusiškesnį ir aiškesnį miesto ekologijos vaizdą. Pasirinktą darbo kryptį galima (iš dalies) palyginti su Makso Vėberio (Max Weber) „idealiųjų tipų“ konstravimo teorija (remiamasi Bauman 2007), kuri leidžia sukurti abstrakcijas, apibrėžiančias unikalias situacijas, sudarytas iš ne unikalų, kitur aptinkamų elementų. Sukurtos abstrakcijos nėra tikrovės atvaizdavimas, tai priemonė jai tirti ir suvokti, todėl konstruojant „idealiuosius tipus“ vieni aspektai sąmoningai sustiprinami, o kiti nukeliami į antrą planą. Toks modelis leidžia įvertinti esamą situaciją atsitraukus, pažiūrėti į jau žinomus faktus analitiškai. Disertacijos rėmuose „idealieji tipai“ suvokiami kaip (neunikalių) ekologinių procesų perkėlimas į (unikalią) miesto aplinką, tipai reikalingi išorinei bei vidinei miesto ekologijai konstruoti ir sudėtinėms dalims atskleisti.

Atsižvelgiant į darbo praktinį siekį, sąvoka „visuminis miesto ekologijos vaizdas“ apibrėžiama ne tradicine – smulkesnė, turinti daugiau rodiklių ir / ar tirianti kuo daugiau sričių – samprata, bet indikuojama į specifinę bendrųjų planų ypatybę: apibendrintą, ilgalaikį (10–20 metų) ir strateginį (nepainioti su planavimo tipu) miestų valdymą. Valdymo tipą, kai reikalingi principiniai veiksmai labiausiai pažeistose (t. y. nebūtinai smulkmeniškai visose) srityse, taigi šiuo požiūriu miestų bendrųjų planų rengimas yra panašus į ES subsidiarumo principą, skatinantį veikti efektyviausiu lygmeniu. Tokio planavimo specifiką pagrindžia faktas, kad, rengiant miestų bendruosius planus, darbui atlikti yra nustatomas fiksuotas laikas, dažniausiai nesudarantis sąlygų atlikti išsamių vietos tyrimų. Vadinasi, konstruojant miesto ekologijos modelį, tinkamą planavimo praktikai, turėtų būti kalbama apie būtinus ir bendrus

daugumai kriterijus, o planavimo sėkmė slypi principinėse gairėse, kurių pagrindu galima tolesnė smulkesnė detalizacija (pvz., ruošiant detaliuosius planus ir / arba techninius projektus).

Darbe yra pristatomas visuminis (apimantis išorinę ir vidinę) miesto ekologiją modelis, tačiau, atsižvelgiant į aukščiau išdėstytą informaciją, konstravimas pradedamas nuo išorinės miesto ekologijos. Akcentuojamas idėjinis šio ekologijos tipo miestuose būtinumas, faktinis modelio nebuvimas ir jo vertinimo miestų planavime poreikis. Miesto išorinė ekologija apibrėžia ir disertacijos ribas: kuriama sistema ir skaičiavimo modelis, kurie leidžia planuotojams, rengiant miestų bendruosius planus, kiekybiškai įvertinti miesto išorinę ekologiją. Miesto vidinės ekologijos klausimai į disertacijos ribas patenka tik iš dalies, tiek, kiek reikia visuminiam miesto ekologijos modeliui suvokti. Detaliau ji nedetalizuojama dėl dviejų priežasčių: iš principo ši miesto ekologijos dalis (bent jau dalinai ar netiesiogiai) yra labiau tyrinėta, todėl manoma, kad išorinė miesto ekologija „turi“ daugiau mokslinio naujumo (tačiau pripažįstama, kad nuoseklumo ir tinkamo adaptavimo miestų planavimui nėra) ir disertacijos rėmuose abiejų miesto ekologijų tyrimas būtų paviršutiniškas dėl didelių tyrimo sąnaudų, todėl galutiniais rezultatais nebūtų galima remtis praktikoje.

Laikantis aukščiau išsakytos logikos, naudinga glaustai apžvelgti apskirtai šiuo metu pasaulyje aktualiausias ekologines problemas ir tikėtina, kad jų fone atsiskleis tai, kuo svarbūs miestai, vartojant darbo terminus, – miesto išorinė ekologija. Identifikuoti, kas iš ekologinės pusės šiuo metu pasaulyje yra ypač aktualu, nesunku, tačiau su viena sąlyga. Net ir akivaizdžiausios problemos gali būti sukritikuotos ir paneigtos joms priešpastatant kitus atskaitos taškus, kitaip sakant, viską galima vertinti reliatyviai. Darbe siekiama vengti ginčytinų teiginių ir iš to kylančių betikslių diskusijų, todėl konkrečiu atveju žodžiu „aktualu“ įvardinama problema, kurią yra pripažinusios stambiausios tarptautinės organizacijos, savo veikla susijusios su aplinkos klausimais. Tokios informacijos surinkimas ir apdorojimas yra imlus laikui, todėl informacija gali nebūti pati naujausia lyginant su pavienių specialistų atliekamais tyrimais, tačiau, atsižvelgiant į darbo praktinius siekius, darbui kur kas svaresnis argumentas yra informacijos „svoris“: organizacijų publikuojama medžiaga yra parengta daugelio specialistų, vadinasi, ji yra susisteminta ir maksimaliai patikima.

Aktualiausia (iš principo dėl teiginio sutariama ir yra daug teiginių pagrindžiančių faktų) šių laikų pasaulinė ekologinė problema (įvardinama net ir kaip grėsmė visos žmonijos saugumui) – klimato kaita (IPCC 2007b; McMichael *et al.* 2003; UNEP, UNICEF, WHO 2002; Parry 2007). U.S. EPA (2013) teigia, kad: „klimato kaita, ko gero, įvardijo pasaulio tautas potencialiai vienijančią tvarumo klausimą, nes reikšmingi klimato kaitos pokyčiai mums visiems turi įtakos“. Savaime klimato kaitos procesas iš principo nėra

pavojingas, pavojingi yra su tuo susiję rezonansiniai reiškiniai (pvz., temperatūriniai ekstremumai, sausras, potvyniai ir pan.), o daugiausia problemų pastaraisiais dešimtmečiais kelia visuotinis klimato šilimas. Prie jo, arba, tiksliau nurodant priežastį, prie šiltnamio efektą sukeliančių dujų koncentracijos didėjimo, prisideda įvairios antropogeninės veiklos rūšys, pavyzdžiui, pramonės procesai, žemės ūkis ir pan. Skirtingos veiklos susijusios su įvairiomis išmetamosiomis dujomis, tačiau tiek pasaulyje, tiek Europos Sąjungoje didžiausią emisijos dalį sudaro anglies dioksidas ir metanas: 2004 m. anglies dioksidas sudarė beveik 77 % pasaulinės šiltnamių dujų emisijos, metanas – 14 %; 2009 m. anglies dioksidas sudarė 80 % visos ES (ES-27) emisijos, metanas – 9 % (Barker *et al.* 2007; UNFCCC 2009). Vertinant viso pasaulio mastu, per 34 metų laikotarpį nuo 1970 m. iki 2004 m. anglies dioksido emisija padidėjo 80 %, o metano – 40 % (Barker *et al.* 2007). Minėtą statistinę informaciją vertinant miestų planavimo kontekste ir atmetant dirbtines (administracines, politines) ribas, darytina išvada, kad miesto išorinę ekologiją prasminga sieti su miesto „indėliu“, t. y. poveikiu klimato kaitai, tiksliau, su šiltnamio efektą sukeliančių dujų ribojimu (valdymu). Siekiant praktinio sprendimo miestų planavime, būtina nustatyti, kas, kur ir kodėl išskiria šiltnamio dujas ir – kas ne mažiau svarbu – sužinoti kokia riba yra nepavojinga (didžiausia leidžiama koncentracija)?

IPCC nurodo kelis sektorius, kurie yra ypatingai susiję su šiltnamio dujų emisijomis, tokius kaip energetikos, pramonės procesų arba atliekų tvarkymo, tačiau vieningos pasaulinės metodikos nėra: įvairios tarptautinės organizacijos yra pateikę šiek tiek skirtingus aprašus su nurodytais kartiniais indikatoriais / veiklos sritimis. Dažniausiai tai priklauso nuo to, kokios veiklos kam priskaičiuojamos, pavyzdžiui, transporto indėlis gali būti priskirtas energetikos sektoriui, tačiau, atsižvelgus į šiandieninę transporto svarbą ir sektoriaus plėtrą, ši sritis gali būti analizuojama kaip savarankiška ir reikalaujanti atskiro valdymo. Sprendžiant pagal stambiausių tarptautinių organizacijų – UN, IPCC, OECD – ataskaitas, pasaulyje labiausiai šiltnamio efektą sukeliančių dujų koncentracijos didėjimą lemia energetikos sektorius (Barker *et al.* 2007; OECD 2003; UNFCCC 2009). Analogiška situacija ir Europos Sąjungoje, kur energijos sektoriui tenka 80 % visos emisijos, pakui seka žemės ūkio (10 %), industrinių procesų (7 %), atliekų (3 %) ir tirpiklių panaudojimo sektoriai (UNFCCC 2009). Vadinas, miestų išorinė ekologija turėtų būti suvokiama kaip šiltnamio dujų emisija, generuojama dėl miesto energinių poreikių, ir miestų išorinės ekologijos pagrindinis uždavinys būtų miestų energinių poreikių valdymas. Anglies dioksidas kartu su metanu sudaro 89 % visos ES emisijos, todėl būtent šioms dujoms ES (taigi ir Lietuvoje) turėtų būti skiriamas didžiausias (strateginis) dėmesys.

Remiantis apibendrintomis ataskaitomis, nustatyti, kad pagrindinis šiltnamio dujų emisijos kaltininkas miestuose yra energetikos sektorius iš esmės nesudėtinga: statistiniai duomenys rodo ryškų atotrūkį nuo kitų sektorių. Užfiksuoto skirtumo privalumas dar ir tas, kad būdamas toks didelis, jis labai aiškiai ir vienareikšmiškai atskleidžia pagrindinę problemą, tačiau, renkant kitus miestų ekologijos komponentus, nustatyti, kokios kitos veiklos rūšys miestuose yra svarbios, komplikuoja. Kitaip sakant, tolesnis ėjimas iš viršaus į apačią, remiantis statistiniais duomenimis, pateikia nebe tokius apčiuopiamus ir aiškius rezultatus: dujų emisijų skirtumai tampa mažiau ryškūs, sektorinis priklausomumas labai diferencijuotas ir pan., o norint, kad sprendimai būtų praktiškai efektyvūs, būtinas visuotinis pripažinimas ir bendras veiksmų planas. Mažai tikėtina, kad individualus vieno specialisto sprendimas, kad ir koks geras ir ištobulintas jis būtų, sulauktų tinkamos vieningos reakcijos, todėl miestų ekologijos modelį toliau logiška konstruoti naudojant patikrintą grupinį darbą (pvz., mokslinių darbo grupių ir pan.), kuris, kaip jau minėta, neturėtų būti pats naujusias. Laiko intervalas leistų minėtam darbui būti plačiau įvertintam mokslo visuomenės ir praktikų, informaciją būtų galima patikrinti kitų tyrimų kontekste.

Reikėtų pabrėžti, kad tokių verčių, kurios būtų visų pripažintos kaip svarbios, labai ilgai nebuvo (tam įtakos ko gero turėjo faktas, kad ir pati darnaus vystymosi koncepcija yra sąlyginai nauja žiūr. 2.1 poskyrį). Tinkamu pavyzdžiu laikytina šiek tiek daugiau kaip prieš dešimtmetį, 1999 m., ES pradėta Europos bendrųjų indikatorių iniciatyva (*European Common Indicators* (ECI)). ECI iniciatyva buvo pradėta suburiant specialią darbo grupę, kuriai buvo pavesta pasiūlyti bendruosius indikatorius, užtikrinant, kad vietos valdžia galėtų stebėti miesto aplinkos kokybės pokyčius (atlikti subalansuotos plėtros monitoringą) (Tarzia 2003). Užsibrėžtas tikslas (panašiai kaip disertacijos) pareikalavo ne daugelio, o būtent esminių bendrųjų parametrų atrinkimo, todėl galutinis rezultatas buvo (tik) 10 indikatorių rinkinys, iš principo tinkantis visiems ES miestams ir, kas ne mažiau svarbu, pasiūlytas bendradarbiaujant daugeliui šios srities ekspertų, ES bei nacionalinėms institucijoms. Indikatorių skaičiaus mažinimo tendencijai pritaria ir OECD, kaip pagrindinę priežastį nurodant, kad mažas parametrų skaičius yra lengviau suvokiamas paprastiems miestiečiams bei užtikrina glaudesnę (taigi ir efektyvesnę) valdžios kontaktą su visuomene (OECD 2008). Rengiant miestų bendruosius planus, OECD pastebėtos priežastys yra ypač aktualios siekiant realių rezultatų, nes nespecialistams (visuomenei) planavimas dažnai pasirodo per sudėtingas, nesuvokiamas ir visuomenės įtraukimas dažnai telieka formalia procedūra.

Vertinant tik pagal datą, gali pasirodyti, kad minėtas rinkinys yra per senas ir nebeaktualus, kad būtų nagrinėjamas rengiant disertaciją, tačiau toks vertinimas būtų paviršutiniškas, ignoruojantis rinkinio turinį, jo atsiradimo

kontekstą ir juridines europines miestų planavimo realijas. Pirma, Europos Komisija minėto rinkinio metodiką yra pateikusi oficialiame puslapyje, skirtame urbanizuotai aplinkai kartu su tokios svarbos dokumentais kaip Teminė miestų aplinkos strategija, 5-oji ir 6-oji aplinkosaugos veiksmų programos (aplinkosaugos programos naudojamos ES aplinkos apsaugos politikai nuo 8-ojo dešimtmečio (EEB 2013; EC 2013b)), Žalioji knyga dėl miestų aplinkos ir pan. (EC 2012a). Antra, 2013 m. pradžioje jokia kita vieninga metodologija nebuvo publikuota ir, įvertinant reikalingą laiką tokiam darbui atlikti, manoma, kad disertacijos laikotarpiu ji nebus parengta. Be to, net ir parengus naują metodiką, abejotini kitokie prasmieniai akcentai. Trečia, rinkinyje užfiksuotos vietos, kuriose specialistų manymu, atsiskleidžia miestų sąlytis su darnaus vystymosi koncepcija, t. y. bandyta praktiškai pamatuoti darnaus vystymosi (vadinasi, ir visų sudėtinių dalių) progresą miestų lygmenyje.

2.1 lentelė. 10 bendrųjų Europos indikatorių

Table 2.1. The 10 European Common Indicators

Eil. Nr.	Pavadinimas	Pagrindinis indikatorius
1.	Piliečių požiūris į vietos bendruomenę	Vidutinis požiūris į vietos bendruomenę
2.	Vietinis „indėlis“ į pasaulio klimato pokyčius	CO ₂ emisija vienam gyventojui
3.	Vietinis gyventojų mobilumas ir keleivių vežimas	Kelionių privačiomis motorinėmis transporto priemonėmis dalis
4.	Visuomenei prieinamų vietinių viešųjų rekreacinių zonų bei vietinio paslaugų tinkle buvimas	Gyventojų, gyvenančių iki 300 m atstumu nuo viešųjų rekreacinių zonų, kurių plotas didesnis už 5000 m ² , dalis
5.	Aplinkos oro kokybė	Grynieji PM ₁₀ paviršiai
6.	Vaikų kelias į mokyklą ir atgal	Vaikų, keliaujančių į mokyklą automobiliu, dalis
7.	Subalansuotas vietos valdžios ir vietos verslo valdymas	Įmonių, turinčių aplinkos sertifikatą, dalis, palyginti su visu įmonių skaičiumi
8.	Triukšminė tarša	Gyventojų, kuriuos veikia $L_{nakties} > 55$ db(A) triukšmas, procentinė dalis
9.	Subalansuotas teritorijos naudojimas	Saugomų teritorijų dalis procentais
10.	Produkcija, skatinanti subalansuotąją plėtrą	Subalansuotąją plėtrą skatinančius produktus perkančių žmonių procentas

Bendrųjų indikatorių iniciatyvos siekis buvo platus, apimantis visą subalansuotos plėtros koncepciją, todėl analizuojant ekologinį komponentą reikalingi ne visi indikatoriai. Rinkinį sudarančių indikatorių yra 10 (EC 2012a) (2.1 lentelė), iš jų su klimato kaita tiesiogiai susijęs yra tik vienas – antrasis (vietinis „indėlis“ į pasaulio klimato pokyčius) – indikatorius. Jis patvirtina, kad skyrelio pradžioje nustatytas pagrindinis miesto–klimato kaitos ryšys buvo teisingas, t. y. laikoma, kad miestai turi ir gali būti siejami su klimato kaita. Indikatoriums buvo sukurta speciali metodika, todėl, remiantis antrojo indikatoriaus aprašymu, galima atrinkti keturis atraminius punktus, į kuriuos būtina atsižvelgti, konstruojant miesto išorinės ekologijos struktūros modelį.

Pirmas (ir vienas svarbiausių) dalykas yra miesto įtakos, detalesnio „indėlio“ į pasaulio klimato pokyčius nustatymas, šiuo atveju kalbama apie tas tolesnes sekas grandis (einančias po energetikos sektoriaus), kurių nepavyko nustatyti anksčiau. Metodikoje patvirtinama, kad prie šiltnamio dujų emisijos prisideda daugelis sektorių, tačiau teigiama, kad ES „energetikos sektorius kartu su atliekų tvarkymo sektoriumi yra pagrindinė vietos valdžios emisijos valdymo politikos sritis“ (EC 2012b), t. y. nurodoma, kad svarbiausios veiklos, susijusios su šiltnamio kaita miestuose, tėra dvi: energetikos sektorius ir atliekų sektorius. Atliekų sektorius generuoja apie 3 % visų šiltnamio dujų, tačiau net 3/4 šių dujų išsiskiria iš sąvartynų (UNFCCC 2009), todėl tai yra sektorius, kurį yra daug lengviau ir pigiau valdyti (sutvarkyti) nei, pavyzdžiui, pramonės. Beje, įdomu pastebėti, kad, įgyvendinant Kioto protokole numatytus lanksčiųjų mechanizmų projektus, būtent šių dviejų sektorių valdymas sulaukia daugiausia dėmesio: su energijos sektoriumi susiję projektai sudaro 74,3 % projektų, atliekų sektoriumi – 11,1 % (UNFCCC 2013a).

Antras svarbus momentas yra metodikoje nurodytas detalesnis energetikos sektoriaus išskleidimas. Skirtingai nuo atliekų sektoriaus, kuris yra pakankamai siauras, energetika apima daugiau sudedamųjų dalių (energijos gamybą bei vartojimą pramonėje, buityje, transporto sektoriuje ir pan.), todėl aprašyti detalai laiko požiūriu būtų komplikuota ir, kas aktualu kalbant apie planavimą, būtų prarastos bendrosios įžvalgos. Siekiant išlaikyti vientisumą, metodikoje siūlomas principinis energetikos sektoriaus sudedamųjų dalių išskleidimas, kuris vykdomas pagal energijos suvartojimo analizę, todėl siūlomas suskirstymas apima keturias dalis: privačius energijos vartotojus, komercinį sektorių, pramonės sektorių ir transporto sektorių.

Trečia: geografiniai ir atsakomybės principai. Analizuojant miestus pasaulinių ekologinių problemų kontekste, išryškėja vienas esminis skirtumas: miestai užima tam tikrą žemės plotą, t. y. turi aiškias administracines ribas, o ekologinės problemos aktualios be ribų, t. y. pasekmės gali būti jaučiamos nepriklausomai nuo to, kur buvo reiškinio epicentras. Metodikoje siūloma geografinį principą pakeisti atsakomybės principu, todėl yra įvedamos dvi

sąvokos – „emisija skolon“ ir „emisija kreditan“. Šias sąvokas galima iliustruoti tokiu pavyzdžiu: miesto gatvių apšvietimui reikalinga elektros energija gaunama iš elektrinių, kurios nėra miesto teritorijoje, tačiau emisija, susidaranti elektros gamybos metu, turėtų būti priskirta konkrečiam miestui (miestams), o ne elektrinei, kitaip sakant, tai yra miesto „skola“. Kita vertus, miestas gali gauti ir „ekologinių kreditų“, tarkime, jei didesnis miestas turi atliekų deginimo stotį, tai joje atliekos galėtų būti deginamos ne tik surinktos tame mieste, bet ir iš gretimų, aplinkinių miestelių. Galutinis miesto ekologinis rezultatas turėtų būti gaunamas trimis pakopomis: suskaičiuojama emisija miesto teritorijoje, pridedama „emisija skolon“ ir atimama „emisija kreditan“.

Ketvirta: vertinimo principai. Atsižvelgiant į metodiką, reikėtų papildyti anksčiau iškeltą klausimą apie ribų nustatymą. Apskritai kalbant apie ribas, turimas omenyje absoliučių verčių nustatymas, o metodikoje akcentuojama, kad miestų įvertinimas pagal kasmetines emisijas turėtų būti atliekamas labai atsargiai, nes miestuose vyksta daug procesų, nepriklausomų nuo planavimo, pavyzdžiui, vėjo jėgainės, skirtos sumažinti miesto energetiniams poreikiams, gaunamiems deginant naftos produktus, yra efektyvios tik tose vietose, kuriose yra pakankamas vėjuotumas. Todėl metodikoje siūloma remtis ne tik absoliučiomis vertėmis, bet ir emisijos kaita bėgant laikui, t. y. vertinti planavimo pasekmes (kryptį).

Aptartas indikatorius papildo jau anksčiau nustatytą „kaltininką“ – energetikos sektorių – atliekų sektoriumi ir tuo pat metu pakankamai detaliai parodo, kad didžiausią įtaką pagrindinei pasaulinei ekologiškai problemai – klimato kaitai (atšilimui) – miestuose daro energetikos ir atliekų tvarkymo sektoriai, tiksliau, šiuose sektoriuose generuojama šiltnamio dujų (iš kurių svarbiausios anglies dioksidas ir metanas) emisija. Šie du komponentai ir sudaro miesto išorinę ekologiją.

2.2 poskyrio pradžioje buvo nurodyta, kad darbo ribos sietinos su miesto išorine ekologija, todėl dabar, kai išorinės miesto ekologijos dalys yra galutinai apibrėžtos, tikslinga dar kartą sugrįžti ir patikslinti darbo ribas. Vidiniai pramonės procesai, nors ir svarbūs iš ekologinės pusės, faktiškai yra per smulkūs, kad būtų sprendžiami miestų bendruosiuose planuose, be to, nėra aiškių teisinių priemonių, kaip tuos procesus suvaldyti. LR teisės aktuose (specialiosios žemės ir miško sąlygos) yra vienintelis apribojimas, nurodantis, kad taršius objektus reikia atskirti nuo gyvenamųjų rajonų, t. y. miestuose taršių pramoninių objektų statyba yra labai ribota arba išvis neleidžiama. Pramonės klausimų aktualumą Lietuvoje mažina ir faktas, kad didieji taršūs pramoniniai objektai buvo pastatyti iki nepriklausomybės atkūrimo, o vėliau pastatyti gamybos objektai yra labiau priskirtini komercinei veiklai. Transporto sektoriaus spartus vystymasis po 1990 m. sąlygojo visiškai priešingą situaciją. Miestų planavimo praktikoje (ir apskritai miesto gyvenime) transporto sritis užėmė

svarbią ir dažniausiai atskirą vietą: rengiamos transporto galimybių studijos, vertinami ir prognozuojami transporto srautai, renkamos transporto rūšys, nustatomos reikalingos gatvių kategorijos ir pan., be to, planuojant didesnius miestus, planavimas neįmanomas be atskirų šios srities specialistų. Atsižvelgiant į nusistovėjusią Lietuvoje miestų planavimo specifiką, transporto sritį būtų tikslinga traktuoti kaip savarankišką ir tiek svarbią, kad vien šios srities tyrimai yra verti atskirų darbų (Griškevičiūtė-Gečienė and Burinskienė 2012; Laurinavičius *et al.* 2012; Jasiūnienė and Čygas 2013). Nors transporto sektorius, vertinant iš ekologinių problemų perspektyvos, yra priskiriamas energetikos sričiai, atsižvelgus į praktinį disertacijos siekį, transporto klausimai disertacijoje detaliau nenagrinėjami. Už disertacijos ribų suvokiamas ir pramonės procesų valdymas, juos, įvertinus Lietuvos specifiką, traktuojant kaip nepavaldžiais miestų planavimo priemonėms.

Apibrėžus miesto išorinės ekologijos rėmus ir komponentus, liko neatsakyta, kas yra svarbu patiems miestams, t. y. miesto vidinė ekologija. Tarp miesto „vidaus“ ir „lauko“ glūdi esminis skirtumas: tai, kas svarbu miesto viduje, gali būti nesvarbu pasauliniu lygiu ir atvirkščiai. Tokią nepriklausomybę geriausiai iliustruoja keli pavyzdžiai. Tarkime, sąlyginio miesto, kuriame gyvena 100000 gyventojų, pagrindinė gatvė yra nutiesta per gyvenamuosius rajonus. Dėl nuolatinio intensyvaus vietinio ir tranzitinio transporto eismo tuose rajonuose gyvenantys žmonės yra nuolatos veikiami padidėjusio triukšmo ir yra priversti kvėpuoti oru, kurio tarša viršija higienos normas. Vadinasi, konkrečiai tuose rajonuose vidaus gyvenimo sąlygos yra kenksmingos ir žmonės patiria neigiamą poveikį. Kita vertus, vertinant globaliai, 100000 gyventojų miesto transporto „indėlis“ į pasaulinę šiltnamio dujų emisiją nėra statistiškai svarbus. Šis modelis veikia ir atvirkščia seka. Pavyzdžiui, dėl bendro klimato atšilimo Afrikoje didėja sausringų dienų skaičius, todėl ten gyvenantiems žmonėms vis sunkiau gauti geriamo arba žemės ūkiui reikalingo vandens, tačiau daugumai industrializuotų valstybių miestų gyventojams ši problema nėra fiziškai juntama (todėl daugumai sunkiai įsisąmoninama ir nesvarbi).

Galima drąsiai teigti (ir tai bus teisinga), kad kiekvienas miestas pasižymi tam tikra individualia specifiką ir miesto vidaus procesai yra unikalūs. Tačiau, kaip jau buvo minėta, siekiant, kad sprendimai būtų praktiškai efektyvūs, būtinas visuotinis pripažinimas ir bendras veiksmų planas, vadinasi, būtina apibrėžti pagrindines bendramiestines vidaus problemas (esant reikalui, jos gali būti praplėstos vietos problemomis). Bendrųjų indikatorių rinkinyje yra du indikatoriai, kurie taip pat galėtų turėti ryšį su ekologija, kuri šiuo atveju būtų nukreipta į miestą, jo vidinę ekologiją. Konkrečiai tai yra penktasis ir aštuntasis indikatoriai: aplinkos oro kokybė ir triukšminė tarša.

2.2 pav. Miesto ekologijos sampratos struktūra

Fig. 2.2. Structure of the ecology of city

Pastabos: PriV – privatūs energijos vartotojai, KomS – komercinis sektorius, PramS – pramonės sektorius, TranS – transporto sektorius

Aplinkos oro kokybę, kaip ir klimato šilumą, nulemia tam tikrų teršalų kompleksas, tik šiuo atveju pasekmės yra ypač jaučiamos vietiniu lygiu, pavyzdžiui, astma, žmonių darbingumo mažėjimas, širdies ligos ir pan. Yra nustatyta, kad pagrindiniai ES miestų oro taršos kaltininkai yra degimo procesai, generuojami susisiekimo ir šildymo sistemose bei pramonėje (EC 2012b). Penktojo indikatorius metodikoje yra įvardyti pagrindiniai teršalai, kurių yra septyni: sieros dioksidas, azoto dioksidas, anglies monoksidas, lakūs organiniai

junginiai, dulkės, ozonas ir švinas. Triukšminė tarša, kaip ir aplinkos oro kokybė, yra tiesiogiai susijusi su žalingu poveikiu gyventojų sveikatai, tai taip pat miesto vidaus lokali problema, fiksuojama tam tikrose zonose. Triukšminę taršą aštuntasis indikatorius apibrėžia kaip nepageidaujamą ar žalingą garsą lauke, už kurio sukėlimą yra atsakingi (tiesiogiai ir netiesiogiai) patys žmonės. Didžiausi triukšmo skleidėjai miestuose yra transporto sektorius ir pramonės procesai, todėl, vertinant šiek tiek plačiau, iš esmės atsiremama į tą patį – energetinį plius pramonės – derinį. Skiriasi tik tuo, kuriame mieste kuri dalis intensyvesnė (daugiau teršianti).

2.3 pav. Miesto ekologijos modelis pagal poveikio kryptį

Fig. 2.3. Model of the ecology of city according to impact

Apibendrinant 2.2 poskyrį, bandyta miesto ekologiją išskleisti grafiškai: 2.2 paveiksle pavaizduota detali miesto ekologijos sampratos struktūra, jos elementai ir jų priklausomybė, o 2.3 paveiksle parodytas supaprastintas miesto ekologijos modelis, akcentuojant poveikio kryptį, t. y. išorinę (strėlėytė nukreipta išorėn) ir vidinę (strėlėytės nukreiptos vidun) ekologiją.

2.3. Miesto ekologijos kritinės ribos

2.1 ir 2.2 poskyriuose buvo užsiminta apie gamtos ribas: vieną kartą, pažymint ekologinio darnos komponento išskirtinę, lyginant su kitais dviem komponentais, savybę – realių fizinių ribų egzistavimą, o antrą kartą minėtoji savybė buvo sukonkretinta, atsižvelgiant į darbo tematiką: miesto išorinės

ekologijos ribas prasminga sieti su miesto poveikiu klimato kaitai, t. y. šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekiu.

Pirmasis pastebėjimas yra tvirtas argumentas, leidžiantis pagrįsti disertacijos sprendinių įmanomumą – egzistuojant realioms riboms, teoriškai jas turi būti įmanoma „apčiuopti“ ir išreikšti kiekybiškai. Disertacijoje terminas „riba“ apima dvi sąlygas, kurios turi būti įvykdytos vienu metu. Pirmą sąlyga: ekologinės ribos yra natūralios, egzistuojančios nepriklausomai nuo žmonių veiklos, dirbtinai nesukurtos, nesuvaržytos ir nevaldomos, tai yra tam tikras *force majeure*. Antropogeninė veikla gali daryti poveikį tam tikriems veiksniams, procesams, kurie aplinką „judins“ tam tikroje fiksuotoje atkarpoje (prisimenant geometriją, turinčioje pradžią ir pabaigą) arčiau arba toliau nuo minėtų ribų, tačiau pačios ribos išlieka pastovios ir nepaveikios (2.1 pav. žemiausias pavyzdys). Antroji sąlyga siejama su ribų savybe nurodyti kritinę vertę, kuri žymi ne eilinių, esančių tarp kitų pokyčių, bet esminį lūžio tašką, kuris, skirtingai nuo eilinių pokyčių, gali būti tik vienas. Kalbama ne apie „šiaip“ žalą gamtai ar juo labiau bet kokią neigiamą poveikį, atsižvelgiama tik į tai, kas pakeičia gamtą negrįžtamai, kas iš esmės siejasi su galutine destrukcija, deformacija ir pan. Minėtų dviejų sąlygų laikymasis leistų atskirti bendrą, takią informaciją nuo esminės ir tokiu atveju miestų ekologija nukreipiama į strateginius probleminius klausimus.

Vertinant išorinę miestų ekologiją (2.2 pav.), pagrindinis klausimas, kurį reikia išspręsti, yra šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija, iš kurių svarbiausia – anglies dvideginio ir metano emisija (analizuojamos darbe). Reikėtų pabrėžti, kad dažniausiai emisija pateikiama arba absoliučia verte (sutartinis matavimo vienetas – kilogramai anglies dioksido (CO₂) ekvivalento), arba santykinio pokyčiu, lyginant, pavyzdžiui, kasmetinius duomenis. Problema glūdi apgaulingai atrodančiuose ir daug žadančiuose skaičiuose, nes miestų planavime nei absoliučios, nei santykinės vertės pačios savaime nėra aiškios, jas būtina „skaityti“ reikalingame kontekste. Pavyzdžiui, suskaičiavus, kad mieste X absoliuti emisija yra Y ir jos pokytis per metus yra Z, to nepakaks, kad būtų galima objektyviai įvertinti ekologinį „indėlį“ ar tuo labiau ateityje planuoti miestą tinkama kryptimi. Tai tebus matematinė ar statistinė suvestinė be galimybės duomenis pritaikyti praktikoje, todėl vertės turi būti analizuojamos tam tikrame kontekste ir, konkrečiai išorinės miesto ekologijos atveju, emisija turi būti „įsprausta“ į bendrus pasaulinės klimato kaitos rėmus. Šie rėmai ne tik nurodys maksimalią ribą, bet ir suteiks prasmę santykiniam emisijos pokyčiui, t. y. parodys, koks pokytis jau pakankamas, o koks dar per mažas.

Pagrindiniai tarptautiniai dokumentai, reguliuojantys klimato kaitą, yra Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencija (JTBKKK) ir Kioto protokolas – vienintelis teisiškai įpareigojantis dokumentas, skirtas kovoti su klimato kaita (įsigaliojo 2005-02-16). Lietuvos Respublikos Seimas JTBKKK

ratifikavo 1995, o Kioto protokolą – 2002 m. Kioto protokolu šalims buvo nustatyti individualūs tikslai, ir Lietuva įsipareigojo pirmuoju laikotarpiu (2008–2012 m.) sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją 8%, lyginant su ataskaitiniais (1990 m.) metais (UNFCCC 2013b). Pagal Kioto protokole nustatytus mechanizmus, skaičiuojamas dalyvio „emisijos biudžetas“, kuris yra lygus pradinių metų emisijai padaugintai iš įsipareigotos kvotos (92 % Lietuvos atveju) ir dar kartą padaugintas iš pasižadėjimo laikotarpio trukmės metais (pirmasis laikotarpis – 5 metai). 1990 m. bendra šiltnamio dujų emisija visoje Lietuvoje buvo 49,4 Mt CO₂ ekvivalento (EEA 2012), todėl Lietuvos „emisijos biudžetas“ 2008–2012 m. buvo 227,2 Mt CO₂ ekvivalento. Galutinis įsipareigojimų vykdymas tikrinamas periodo pabaigoje (2012 m.), todėl eigoje, pavyzdžiui, 2009 m. emisija gali būti didesnė už vidutinę, tokiu atveju kurių nors metų emisija turėtų būti mažesnė, kad būtų išlaikytas bendras balansas.

Pirmajam Kioto protokolo pasižadėjimo laikotarpiui baigiantis, buvo pradėtos diskusijos dėl tolesnių veiksmų, tartasi dėl antrojo laikotarpio įsipareigojimų. Procesas nebuvo sklandus, tačiau tam tikrą bendrą sprendimą pavyko pasiekti, ir 2012 m. gruodžio mėn. Dohoje (Kataras) buvo priimtas vadinamasis dalinis Kioto protokolo pataisymas (*Doha Amendment to the Kyoto Protocol*), nepasiekus susitarimo Dohoje, Kioto protokolas būtų praradęs teisinę galią jau po 23 dienų. Tiesa, Rusija, Japonija ir Kanada pasitraukė iš susitarimo, o JAV, vienos pagrindinių emisijų kaltininkių, niekada nebuvo protokolo ratifikavusi. Nuspręsta, kad antrasis laikotarpis tęsis 8 metus nuo 2013 m. sausio 1 d. iki 2020 m. gruodžio 31 d. ir šiuo laikotarpiu šiltnamio dujų emisijos turėtų būti sumažintos 18%, lyginant su 1990 m. (UNFCCC 2013c). Lietuvai nustatytas naujas „emisijos biudžetas“ yra 80 %, t. y. 12 % mažesnis už buvusį pirmuoju periodu (UN 2012). Naujasis protokolas, teisiškai įpareigosiantis pasirašiusias šalis, turi būti parengtas ne vėliau kaip 2015 m., o įgyvendinimas būtų pradėtas 2020 m.

ES, skirtingai nuo didžiųjų pasaulio ekonomikų, pratęsė savo įsipareigojimus, numatytus Kioto protokole, be to, savarankiškai nagrinėja tolimesnius veiksmus, susijusius su papildomu šiltnamio dujų emisijų mažinimu. ES siekia deklaruoti artimiausio dešimtmečio strategijoje „Europa 2020“, kuri apima penkis plataus užmojo tikslus: užimtumo, inovacijų, švietimo, socialinės įtraukties ir klimato bei energijos srityse (EC 2013c). Strategijoje iškelti tikslai yra bendri visai ES ir yra numatyta iki 2020 m. šiltnamio dujų emisiją sumažinti 20 % (arba 30 %, jei panašiai įsipareigotų ir kitos išsivysčiusios šalys (KOM(2010) 265 galutinis)), 20 % energijos gauti iš atsinaujinančių šaltinių ir 20 % padidinti energijos vartojimo efektyvumą (EC 2013c).

ES klimato ir energetikos politikos tikslams pasiekti 2008 m. gruodį buvo patvirtintas ES klimato ir energetikos srities teisės aktų paketas (EC 2011; EC 2012c). Iš esmės išmetamieji teršalai reguliuojami dviem būdais, priskiriant

arba nepriskiriant teršalus ES prekybos taršos leidimais sistemai (PTLS, *EU Emissions Trading System* (EU ETS) ir *non-EU ETS*). PTLS apima maždaug 40 % išmetamųjų teršalų kiekio ir yra reguliuojama ES lygmeniu, tačiau į ją nepatenka tokie sektoriai kaip, pavyzdžiui, transportas (išskyrus aviaciją), būstas, atliekos ir žemės ūkis, kuriems PTLS netaikoma. ES nėra vienalytis darinys, todėl, siekiant bendro tikslo, šalims narėms buvo nustatyti skirtingi nacionaliniai tikslai PTLS nepriskiriamuose sektoriuose: labiau išsivysčiusioms šalims teršalus teks labai sumažinti, o tuo neturtingos šalys turės galimybę emisijas netgi padidinti. Lietuvai kartu su tokiomis valstybėmis kaip Bulgarija, Rumunija ar Estija leista teršalų kiekius padidinti, todėl Lietuvos anglies dvideginio normatyvas yra 15 % didesnis (OL L 140; EC 2013d). Taigi svarbu pastebėti, kad tarptautiniu lygmeniu kalbant apie klimato kaitą, 1990 m. emisija yra laikoma pasauliniu atskaitos tašku (1 arba 100 %), o derinant veiksmus šie metai yra atskaitos taškas ir „Europa 2020“ tikslams. Tačiau, nustatant konkrečias priemones ES viduje, bendrija naudoja 2005 m. duomenis: PTLS sektoriai teršalų turės išmesti 21 % ir ne PTLS sektoriai 10 % mažiau, lyginant su 2005 m. (o ne 1990 m.) (EC 2011; EC 2012c). Todėl ir Lietuvos atveju nurodytas galimas 15 % prieaugis yra susietas su 2005 m. emisija.

2.4 pav. Lietuvos šiltnamio dujų emisija (CO₂ ekvivalentu), lyginant su 1990 m.

Fig. 2.4. Total greenhouse gas emissions (in CO₂ equivalent) in Lithuania indexed to 1990

Apibendrinant minėtą informaciją, galima konstatuoti, kad Lietuvos šiltnamio dujų emisiją analizuoti miestų planavimo kontekste galima skirtingai: 1) remiantis Kioto protokolo I-uoju periodu (bent jau tol, kol nebus ratifikuotas

naujas protokolas) arba 2) būsimąjo protokolo projekcinėmis vertėmis, arba 3) „Europa 2020“ iškeltu uždaviniu emisijas sumažinti 20 %, arba 4) „Europa 2020“ tikslais, tačiau diferencijuoti atsižvelgiant į nacionalinius uždavinius (PTLS ir ne PTLS), arba 5) įvertinant ES svarstomą galimybę, emisijas mažinti ne 20 %, bet 30 %. Prieš nusprendžiant, kurios ribos yra tinkamiausios darbui, tikslinga detaliau aptarti Lietuvos šiltnamio dujų emisijos statistiką. Pagal susitarimą Lietuva, kaip ir kitos kovoję su klimato kaita dalyvaujančios šalys, renka duomenis apie šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas ir rengia ataskaitas, kurias pateikia Europos Komisijai ir JTBBKK sekretoriatui, nuo 2004 m. inventorių yra sudaromas pagal bendrą ataskaitų rengimo formatą (*Common Reporting Format* (CFR)). Remiantis statistiniais duomenimis (Eurostat 2013; EEA 2012), bendra šiltnamio dujų emisija (CO₂ ekvivalentu), lyginant su 1990 m., pateikta 2.4 paveiksle.

Iš 2.4 paveikslo akivaizdu, kad Lietuva turi gana didelį neišnaudotą „emisijos biudžetą“ (beveik dvigubą), šalis yra sąlyginai „saugioje“ pozicijoje ir galimybė viršyti 1990 m. emisijas iki 2020 m. nėra tikėtina (EEA 2012). Tokių rezultatų priežastys nėra susijusios su ypatingai efektyviais Lietuvos veiksmais, nes 2011 m. pagal bendrą šiltnamio dujų emisiją ne PTLS sektoriuje Lietuva užėmė tik 21 vietą iš 27 ES valstybių (EC 2012d). Gerus statistinius rezultatus būtų galima pavadinti „sėkmingu istoriniu atsitiktinumu“: atkūrus nepriklausomybę, drastiškai smuko energijos, industrinio ir statybų sektoriaus rodikliai, todėl dėl palankaus atskaitos taško (1990 m.) Lietuvos šiltnamio dujų emisija yra stabili ir nutolusi saugiu atstumu nuo Kioto protokolo ribos. Tokia pati gera (vertinant emisiją) padėtis dėl, ko gero, tų pačių priežasčių yra visose postsovietinėse ir buvusiose draugiškose valstybėse: Latvijoje, Estijoje, Rumunijoje, Bulgarijoje, Vengrijoje, Slovakijoje, Lenkijoje ir Čekijos Respublikoje (Eurostat 2011a). Galima daryti prielaidą, kad Kioto protokolo pirmojo laikotarpio tikslas postsovietinėms valstybėms netapo toks paveikus, koks yra, pavyzdžiui, ES senbuvėms (Danijai, Austrijai ir pan.), kurios iš tikrųjų turi galvoti apie veiksmingas emisijų valdymo priemones. Apsiribojant tik statistiniais duomenimis, susidaro įspūdis, kad Lietuvos galimybės (vis dar) beveik neribotos ir nereikalaujančios veiksmų. Aišku, taip ir yra, jei vertinimas atliekamas izoliuotoje aplinkoje (šiuo atveju konkrečios valstybės teritorijoje ir pagal tam tikrus ataskaitinius metus), tačiau šiltnamio dujų emisijos yra susijusios su klimato kaita, o tai – jau globali problema, nepavaldi politiniam, administraciniam, statistiniam suskirstymui.

Disertacija skirta miestų planavimo susiejimui su šiltnamio dujų emisijų valdymu, tačiau turi būti grindžiama juridiniais išipareigojimais. Darbą nukreipus tik į ekologinę pusę, jis prarastų praktinio pritaikymo galimybę: siūlymas miestuose neišskirti šiltnamio dujų būtų skambus, tačiau (kol kas) neįgyvendinamas. Darbe siūlomas kompromisinis variantas: remtis tarptautiniu

mastu pripažintais dydžiais, tačiau atsiriboti nuo per daug palankių 1990 m. duomenų. Taigi ne teigti, kad 2008–2012 m. Lietuvos „emisijos biudžetas“ yra 227,2 Mt CO₂ ekvivalento, bet pažiūrėti, kaip, rengiant miestų bendruosius planus, būtų galima realiai emisijas sumažinti, pavyzdžiui, 8 %. Pasauliniame kontekste, įvertinus vykstančius klimato kaitos procesus, emisijų mažinimas yra vienintelė logiška galimybė, kuri siūlomu atveju atitinka ES politiką, skatinančią atskirų šalių iniciatyvą kovoje su klimato kaita. ES pastebi, kad bendri veiksmai (ES ar tarptautiniu lygmeniu) yra efektyvesni, tačiau „atskiros šalys privalo kuo mažiau sumažinti teršalų kiekį“ (EC 2011). Nacionaliniu lygiu toks tikslas taptų sprendiniu, nes būtų panaikintos realiai neegzistuojančios emisijos „lubos“ ir iki jų esantis beveik dvigubas tarpas. Iš 2.4 pav. matoma, kad, skaičiuojant nuo JTBBBB ratifikavimo (1995 m.), faktinė Lietuvos emisija šokinėja intervale 39–51 imtinai, t. y. tik 13 %, todėl ir, pavyzdžiui, 8 % Kioto protokolo reikalavimas tampa realesnis ir reikalaujantis aiškaus valdymo.

Pasiūlytą emisijų mažinimo (ne 1990 m. biudžeto) idėją perkeliant į miestų planavimo sritį, reikia parinkti skaičiuojamąjį laikotarpį. Teisiškai planavimo rezultatus laiko požiūriu apibrėžia Teritorijų planavimo įstatymas: bendrojo plano sprendiniai galioja 10, o koncepcija – 20 metų. Rinktis koncepcijos laikotarpį komplikuoja, nes jo metu susikirs dviejų planų sprendiniai, pareikalausiantys sudėtingos priežiūros (monitoringo), be to, 20 metų – labai ilgas laiko tarpas net ir politiniame gyvenime (palyginus, Kioto protokolo I-asis periodas apima 5 m., II-asis – 8 m., „Europa 2020“ strategija – 10 metų). Darbe siūloma remtis sprendinio galiojimo laikotarpiu ir tokiu atveju bendrojo plano pradėjimo rengti data tampa emisijų atskaitos data, t. y. bendrojo plano sprendiniai turi būti tokie, kad 10 metų laikotarpiu užtikrintų atitinkamą emisijų sumažėjimą, lyginant su planavimo sąlygomis. Atskaitos datos susiejimas su planavimo procedūrų pradžia leidžia išvengti netikslingo (Lietuvos atveju) 1990 m. emisijų laikymosi. Labai tikėtina, kad, rengiant bendrąjį planą, duotųjų metų emisija dar nebus pavišinta, tokiu atveju siūloma remtis naujausia patvirtinta statistine informacija (dažniausiai 2 metų senumo). Lietuvos emisija iš principo yra gana tolygi, todėl esminio skirtumo dėl vienerių ar dvejų metų duomenų nesusidarytų. Skyrelyje jau buvo surašyti šiltnamio dujų emisijos mažinimo variantai, galimi miestų planavime: 1) remiantis Kioto protokolo I-uoju periodu (bent jau tol, kol nebus ratifikuotas naujas protokolas) arba 2) būsimojo protokolo projekcinėmis vertėmis, arba 3) „Europa 2020“ iškeltu uždaviniu emisijas sumažinti 20 %, arba 4) „Europa 2020“ tikslais, tačiau diferencijuoti atsižvelgiant į nacionalinius uždavinius (PTLS ir ne PTLS), arba 5) įvertinant ES svarstomą galimybę emisijas mažinti ne 20 %, bet 30 %. Sutikus su pasiūlyta emisijų mažinimo kryptimi, 4 variantas tampa netinkamu, nes Lietuvai leistas 15 % emisijos didinimas, todėl darbe siūloma jį pakeisti bendraeuropiniu ne PTLS sektoriaus tikslu – 10 % mažesne emisija. Miestų planavimui ne PTLS

sektorius iš principo tinkamas, nes apima tokius kertinius komponentus kaip būstas ir transportas. Tiksliai nustatyti, kuris iš mažinimo tikslų būtų įmanomas pasiekti bendrųjų planų priemonėmis, kol kas nėra įmanoma, tam reikalingi skaičiavimai (detaliau žiūr. 3 skyrių). Vertinant iš ekologinės pusės, 30 % emisijos sumažėjimas būtų patraukliausias, tačiau gali būti, kad (kol kas) jis būtų praktiškai Lietuvoje nepasiekiamas. Kita vertus, darbe siūlomas nuolatinis mažinimas nuo realių emisijų, todėl ir 8 % sumažėjimas rodytų teigiamą poslinkį.

2.5 pav. Emisijų mažinimo variantai

Fig. 2.5. Emission reduction variants

Apibendrinant skyrelį, siūlomi emisijų mažinimo variantai grafiškai pateikti 2.5 paveiksle. Pilka spalva pažymėta sutartinių ataskaitinių (planavimo sąlygų išdavimo) metų emisija. Statistiniai duomenys turi būti naudojami iš oficialių duomenų bazių, todėl galimi 2–3 metų senumo duomenys. Užbrūkšniuotas stulpelis rodo bendrojo plano priemonėmis pasiektą emisijų sumažėjimą per 10 metų. Pirmoji grupė rodo 8 % sumažėjimą pagal Kioto protokolo I-ąjį periodą, antroji – 10 % sumažėjimą pagal ES ne PTLIS sektorių tikslą, trečioji – 20 % sumažėjimą pagal būsimo protokolo (po Kioto) vertes ir pagal „Europe 2020“ bendrąjį tikslą, ketvirtoji – 30 % sumažėjimą pagal „Europe 2020“ bendrąjį tikslą, esant atitinkamiems kitų šalių veiksams.

2.4. Antrojo skyriaus išvados

1. Antrajame skyriuje buvo pasiūlyta miesto ekologijos struktūra, atsižvelgiant į keturis aspektus: miesto ekologija turi būti apibrėžta konkrečiomis veiklos sritimis, kurios galėtų įgauti kiekybinę išraišką, be to, miesto ekologija turi būti vertinama platesniame kontekste, o siūloma struktūra turi būti valdoma miestų bendruosiuose planuose galimomis priemonėmis.
2. Siekiant kompleksinio suvokimo, pasiūlytame modelyje vengiama dirbtinės takoskyros, t. y. miestuose ir dėl miestų procesų vykstančius reiškinius siūloma vertinti kartu su žmonėmis, juos traktuojant kaip lygiaverčius sistemos komponentus (nehierarchinė pozicija).
3. Siūlomas miesto ekologijos modelis sudarytas iš dviejų lygių: išorinio ir vidinio, priklausomai nuo poveikio krypties. Procesai, darantys įtaką pasauliniu lygiu, priskiriami išorinei miesto ekologijai, o procesai, svarbūs tik tam tikroje konkrečioje vietoje – vidinei miesto ekologijai.
4. Įvertinant bendrojo plano daugiataksiškumą ir dėl to ribotas bendrųjų planų galimybes, darbe miesto ekologijos sąvoka tikslingai susiaurinta iki pagrindinių sričių, atmetamos sritys, kuriose daromas neigiamas, tačiau neesminis poveikis aplinkai. Siūlomoje miesto ekologijos struktūroje atrinkti tik tie ekologiniai parametrai, kurie yra arčiausiai ribinių verčių, todėl reikalaujantys neatidėliotinų korekcijų. Išorinę miesto ekologiją siūloma suvokti kaip klimato kaitos, konkrečiu atveju šiltnamio dujų emisijos valdymą atliekų ir energetikos sektoriuose, vidinę miesto ekologiją – kaip oro ir triukšminės taršos ribojimą.
5. Skyriuje nustatytos išorinės miesto ekologijos ribinės vertės. Ribos apibrėžtos remiantis tarptautiniais teisiškai įpareigojančiais susitarimais, juos pritaikant miestų planavimo specifikai. Siūlomas skaičiuojamasis laikotarpis susietas su bendrųjų planų sprendinių galiojimu, t. y. apima 10 metų laikotarpį, ir yra numatyti keturi galimi emisijų mažinimo variantai nuo 8 % iki 30 %.

Išorinės miesto ekologijos modelio praktinis pritaikymas

Pirmame skyriuje buvo analizuotos dabartinių teisinių dokumentų spragos, vertinant ekologinį bendrųjų planų aspektą iš miestų planuotojų perspektyvos. Europiniu lygiu miestų planavimas nėra reguliuojamas, o nacionalinės normos apsiriboja reikalavimais, plačiau nedetalizuojant priemonių, tikslų ar konkrečių įvertinimo galimybių. Antrame skyriuje, remiantis statistine informacija, tarptautinių organizacijų ir darbo grupių publikacijomis, buvo pasiūlytas miesto ekologijos modelis, kuris būtų tinkamas (suprantamas) miestų planavimo specialistams ir sudarytų sąlygas valdyti pagrindines miestų ekologines problemas. Siekiant konstruktyvaus miestų ekologijos valdymo, modelis orientuotas į kiekybinį vertinimą. Pripažinus, kad miestų įtaka pasauliniams ekologiniams procesams yra mažai tyrinėta, tolesnei analizei buvo pasirinkta būtent išorinė miesto ekologija. Sudėliojus bendrąjį miesto ekologijos modelį, atsirado galimybę patikslinti darbo ribas (2.2 poskyris), nurodant tuos išorinės ekologijos komponentus, kurie gali būti tvarkomi (planuojami) bendrųjų planų priemonėmis. Trečias skyrius, skirtas minėtiems komponentams, detalizuojamas atliekų tvarkymo ir energetikos sektorių integravimo į miestų planavimą klausimas. Svarbiu aspektu laikomas šių sektorių emisijų susiejimas su tais parametrais, kurie yra įprasti miestų planavime. Pasiūlytas skaičiavimo modelis leidžia turimomis priemonėmis įvertinti ir planuoti miesto išorinę ekologiją. Šio

skyriaus tema publikuoti trys straipsniai (Staniūnas and Burinskienė 2011; Staniūnas *et al.* 2012; Staniūnas *et al.* 2013).

3.1. Komunalinių atliekų sektoriaus integravimas į miestų planavimo ekologiją

2012 m. miesto gyventojai Lietuvoje sudarė beveik 70 % visų gyventojų (LSD 2013), todėl komunalinių atliekų tvarkymo klausimas miestuose – pradinuose komunalinių atliekų susidarymo šaltiniuose – ypač aktualus, be to, miestas – pati efektyviausia atliekų tvarkymo vieta. Atliekų klasifikavimas skiriasi priklausomai nuo valstybės. Lietuvoje „prie komunalinių atliekų priskiriamos ne tik buityje susidaranti atliekos, bet ir į jas savo pobūdžiu ar sudėtimi ir kiekiu panašios atliekos, susidaranti įmonėse, įstaigose ir organizacijose“ (VSATP 2002).

Atliekų apskaitos duomenimis, 2009 metais visoje Lietuvoje susidarė apie 5 mln. tonų atliekų, iš jų 1,2 mln. tonų komunalinių atliekų (apie 24 %) (VSATP 2002). Atliekas susiejus su žmonių skaičiumi, gauta, kad 2006 m. statistiniam Lietuvos gyventojui teko 361 kg komunalinių atliekų, o 2008 m. šis skaičius padidėjo iki 407 kg (Eurostat 2011b). Lyginant su kitomis Europos Sąjungos valstybėmis, Lietuvoje susidaranti komunalinių atliekų kiekis (kilogramais), tenkantis vienam žmogui per metus, palyginti nedidelis (3.1 pav.), tačiau esminė Lietuvos problema – atliekų šalinimo būdas. Iki 2000 metų Lietuvoje buvo virš 800 didesnių ir mažesnių sąvartynų, kurie netenkino aplinkosaugos reikalavimų ir kėlė grėsmę aplinkai. Atliekų šalinimas šiuose sąvartynuose nuo 2009 m. liepos 16 d. nutrauktas. Šiuo metu atliekos šalinamos vienuolikoje regioninių nepavojingųjų atliekų sąvartynų, atitinkančių aplinkos apsaugos ir visuomenės sveikatos saugos reikalavimus. Vis dėlto tai iš esmės nekeičia paties fakto: Lietuvoje didžioji dalis atliekų vis dar yra šalinama sąvartynuose, pavyzdžiui, 2009 metais sąvartynuose pašalinta beveik 91 % komunalinių atliekų (VSATP 2002) (palyginti: Danija ir Liuksemburgas daugiau kaip 50 % atliekų sudegina (UNEP 2010)).

Pasauliniu mastu pagrindinė ekologinė problema, susijusi su sąvartynais, yra sąvartyno dujos, kurios priklauso šiltnamio efektą sukeliančioms dujoms. Atlikti tyrimai rodo, kad sąvartyno dujų formavimasis ir dujų sudėtis priklauso nuo įvairių faktorių, tokių kaip atliekų saugojimo būdas, atliekų sudėtis, temperatūra, sąvartyno amžius, metų sezonas ir paros laikas (Park and Shin 2001; U. S. EPA 2006; Manfredi *et al.* 2009), todėl, norint žinoti tikslią dujų sudėtį ir kiekį, reikalingi vietos sąvartyno tyrimai (Jha *et al.* 2008). Kita vertus, kalbant apie sąvartyno dujas miestų planavimo kontekste, reikėtų atsižvelgti į miestų planuotųjų darbo mastelius ir tikslumą – planuojamos didelės teritorijos,

vertinama daug aspektų vienu metu, todėl miestų planuotojams pakaktų apibendrintos informacijos. Apibendrinta informacija turėtų dar vieną privalumą – ji būtų greitai prieinama, o tai svarbu, turint omenyje, kad miestų planams parengti skiriamas ribotas laikotarpis. Darbe remiamasi nuostata, kad vertinamos tos komunalinės atliekos, kurios išmetamos dabar, t. y. žinoma atliekų sudėtis, ir dujų formavimosi procesai vyks pagal dabar žinomus sąvartyno dujų formavosi etapus.

3.1 pav. Metinis komunalinių atliekų kiekis kg 1 gyventojui 2008 m.

Fig. 3.1. Municipal waste generation (kg per capita) in 2008

Pastabos: Duomenys pagal Eurostat 2011b. 1 – Čekija, 2 – Lenkija, 3 – Slovakija, 4 – Latvija, 5 – Rumunija, 6 – Lietuva, 7 – Graikija, 8 – Vengrija, 9 – Slovėnija, 10 – Bulgarija, 11 – Portugalija, 12 – Belgija, 13 – Estija, 14 – Švedija, 15 – ES-27, 16 – Suomija, 17 – Prancūzija, 18 – Italija, 19 – Didžioji Britanija, 20 – Ispanija, 21 – Vokietija, 22 – Austrija, 23 – Olandija, 24 – Malta, 25 – Liuksemburgas, 26 – Airija, 27 – Kipras, 28 – Danija

Sąvartyno dujos formuojasi irimo proceso metu, kurio metu išsiskiria metanas (CH_4) ir anglies dioksidas (CO_2). Metanas sudaro apie 50–60 %, o anglies dioksidas apie – 40–50 % visų susiformavusių sąvartyno dujų (U. S. EPA 2000; Verma 2002; Themelis and Ulloa 2007; Manfredi 2009). Yra įprasta anglies dioksido emisiją skaidyti į dvi dalis: biogeninę ir antropogeninę anglies dioksido emisiją. Skaiciavimuose, kurie susiję su klimato atšilimu, naudojama tik antropogeninė emisija, nes biogeninė dalis klimato atšilimo atžvilgiu laikoma „neutralia“ (U. S. EPA 2008a; Gentil *et al.* 2009; Scheutz *et al.* 2009). Pavyzdžiui, yrant medžiui, į aplinką išsiskiria tas pats anglies dioksidas, kuris buvo absorbuotas medžio augimo laikotarpiu, todėl šis anglies dioksidas nedidina bendros anglies dioksido koncentracijos atmosferoje. Anglies dioksido

kiekis, išsiskyręs iš, pavyzdžiui, plastiko ar gumos, skiriamas klimato atšilimą skatinančių dujų tipui, nes nėra gamtinės kilmės ir didina bendrą anglies dioksido koncentraciją. Sąvartyno dujos formuojasi mikrobiologinio irimo proceso metu, t. y. pirmiausia yrant gamtinės kilmės atliekoms, todėl išsiskyręs anglies dioksidas priskiriamas „neutraliam“ anglies dioksido kiekiui. Vadinasi, klimato atšilimą daugiausia lemia metano emisija. Metano dujų, priklausančių komunalinių atliekų sektoriui Lietuvoje, pasiskirstymo schema pateikta 3.2 paveiksle.

3.2 pav. Metano dujų dalis komunalinių atliekų sektoriuje Lietuvoje
Fig. 3.2. Methane share within municipal solid waste sector in Lithuania

Egzistuoja skirtingi metodai, padedantys nustatyti išsiskiriančio metano kiekius. Pirmajai grupei galima skirti skaičiavimo metodus, kurie nurodo gaunamą metano kiekį per tam tikrą laiko tarpą, kuris savo ruožtu taip pat skirtingas, o antrajai grupei priklausytų matavimai, apibrėžiantys suminį dujų kiekį, nepriklausomai nuo laiko tarpo, kitaip sakant, nurodantys visą išsiskiriančių dujų kiekį iki visiškai suyrant atliekoms. Renkantis miestų planavimui tinkamą metodą, svarbūs keli aspektai, kuriuos reikėtų įvertinti. Atliekas atvežus į sąvartyną, dujos prasideda formuotis tik po kurio laiko, didesni kiekiai išsiskiria maždaug po vienerių metų, o dujų formavimosi pikas pasiekiamas tik 5–7 metais. Po 20 metų beveik visos dujos būna susigeneravusios, tačiau maži jų kiekiai gali išsiskirti po 50 ir daugiau metų. 2.3 poskyryje buvo paaiškinta, kad, derinantis prie miestų planavimo praktikos, skaičiuojamasis laikotarpis turėtų apimti 10 metų, tačiau tik šio laikotarpio skaičiavimai būtų nekorektiški, nes parodytų tik dalį realaus bendro kiekio. Tinkamesnis ir tikslesnis būtų antrasis metodas – nustatantis dujų kiekį iki visiškai suyrant atliekoms. Šiuo atveju bendroju planu būtų sprendžiama visa problema, o sprendimas nenukeliamas į ateitį, maža to, problema būtų sprendžiama greičiau, nei iškils visas pavojus.

Apskritai suminis sąvartyno dujų kiekis varijuoja nuo 100 iki 200 m³ iš vienos tonos komunalinių atliekų, priklausomai nuo atliekų sudėties ir laiko

tarpo (Manfredi 2009; Verma 2002), tačiau konservatyvesniuose skaičiavimuose nurodytos mažesnes reikšmes: 50 m³ (Themelis and Ulloa 2007), 86 m³ (Manfredi 2009). Atitinkamai metano kiekis (50–60 %) būtų nuo 25 iki 120 m³ iš vienos tonos komunalinių atliekų. JAV Aplinkos apsaugos agentūra nurodo, kad metano emisija gali dar stipriau varijuoti nuo 6,2 iki 270 m³ iš vienos tonos komunalinių atliekų, todėl skaičiavimams siūlomas dydis – 100 m³, teigiama, kad jis geriausiai suderina praktiškai išmatuotas ir skaičiuotinas vertes (U. S. EPA 2008b). Lietuvoje nėra apibendrintų statistinių duomenų apie metano dujų formavimąsi sąvartynuose, todėl darbe naudojama minėta U. S. EPA informacija, t. y. 100 m³ iš vienos tonos komunalinių atliekų. Kita vertus, jei ateityje Lietuvoje būtų atlikti reikalingi tyrimai, nebūtų sunku įvesti atitinkamas korekcijas.

Metano emisiją siejant su miestų planavimu, reikėtų atkreipti dėmesį į dvi pastabas: duomenų bendrumą ir palyginimo galimybę. Skaičiavimams siūloma naudoti tik tuos statistinius duomenis, kurie yra gauti apibendrinus visos Lietuvos duomenis. Gali būti, kad konkrečiame sąvartyne atlikti tyrimai duotų patį tiksliausią rezultatą, tačiau ištirti vietos sąvartynus kiekvieno miesto bendrojo plano rengimo metu labai komplikuota. Praktiškiau remtis apibendrintais duomenimis, kurie yra tinkami nacionaliniu lygmeniu. Kaip jau buvo minėta, 2008 m. Lietuvoje vienam asmeniui teko 407 kg komunalinių atliekų (Eurostat 2011b). Galutinį metano kiekį (išreikštą m³), iki visiškai suirs atliekos, galima suskaičiuoti pagal (3.1) formulę:

$$K_{1m} = M \frac{W}{1000}, \quad (3.1)$$

čia M reiškia vidutinį išsiskiriantį metano kiekį (straipsnyje priimta 100 m³ iš vienos tonos) ir W – vidutinį atliekų kiekį, tenkantį vienam gyventojui (darbe 407 kg). Tokiu atveju K_{1m} parodys suminį (galutinį) metano kiekį m³, kuris išsiskirs iš komunalinių atliekų, kurias vienas statistinis žmogus išmeta per vienerius metus.

Šiltnamio dujos išbūna atmosferoje skirtingą laiko tarpą ir sugeria skirtingą šilumos kiekį, todėl tos dujos, kurios išbūna ilgiausiai ir sugeria daugiausiai šilumos, yra pačios pavojingiausios. Kad būtų įmanomas skirtingų dujų palyginimas, dažniausiai naudojamas pasaulinio atšilimo potencialo (*Global Warming Potential* (GWP)) indeksas. Indeksas parodo, kiek tam tikro laiko ribose 1 kg konkrečių dujų radiacinė galia skiriasi nuo 1 kg anglies dioksido radiacinės galios (Forster *et al.* 2007). GWP reikšmė yra paprastas ir lengvai suprantamas skaičius, todėl šis indeksas ypač dažnai sutinkamas politiniuose, tarptautiniuose dokumentuose, pavyzdžiui, IPCC ataskaitose. Įdomu tai, kad nors metanas išbūna atmosferoje sąlyginai trumpą laiko tarpą, dėl specifinių pokyčių (OH koncentracijoje) netiesioginė metano įtaka jaučiama kur kas ilgesnį

laiko tarpą (Forster *et al.* 2007). Dažniausiai GWP pateikiamas vertinant 100 metų perspektyvoje, tačiau kiti laiko intervalai taip pat galimi, tipiniai laiko intervalai yra 20, 100 ir 500 metų. Darbe siūlomas skaičiuojamasis laikotarpis (10 metų) nepatenka į minėtus laikotarpius, o GWP kinta nenuosekliai, todėl paprastos interpoliacijos būdu apskaičiuotas metano GWP po 10 metų būtų netikslus. 20 metų periodas yra artimiausias ir jis sutampa su koncepcijos galiojimo laiku, be to, tai yra vienas iš standartinių laikotarpių, todėl, esant poreikiui, leidžia išplėsti palyginimo galimybes iki tarptautinio lygmens. Remiantis IPCC duomenimis (Forster *et al.* 2007), metano GWP 20 metų laikotarpyje yra 72, tai reiškia, kad 1 kg metano atitinka 72 kg CO₂ ekvivalento. Formulėje (3.1) rezultatas yra pateikiamas kubiniais metrais, todėl, norint į skaičiavimus įtraukti GWP indeksą, rezultatą reikia konvertuoti į svorio vienetus. U. S. EPA yra parengusi interaktyvų vienetų konverterį, kuriuo remiamasi darbe: pagal skaičiuoklę 1 m³ metano sveria 0,6802 kg (U. S. EPA 2012). Atitinkamai pakoregavus (3.1) formulę gaunama (3.2) formulė su GWP indeksu:

$$K_{2m} = M \frac{W}{1000} TI_{GWP} = K_{1m} TI_{GWP}, \quad (3.2)$$

čia T yra konvertavimo koeficientas, leidžiantis metano kiekį kubiniais metrais perskaiciuoti į kilogramus (T yra 0,6802 kg) ir I_{GWP} – metano GWP indeksas tam tikru laiko periodu (konkrečiu atveju 72). K_{2m} parodys suminį metano kiekį kaip ir formulėje (3.1), tačiau formulės (3.2) rezultatas išreiškiamas kg CO₂ ekvivalento.

Remiantis (3.2) formule, apskaičiuota, kad statistinis lietuvis 2008 m. išmetė tokį kiekį komunalinių atliekų, kuriam visiškai suirus, išsiskirs toks metano dujų kiekis, kuris atitiks vidutiniškai 1993 kg CO₂ ekvivalento (vertinant 20 metų perspektyvoje). Apskaičiuotas skaičius gautas naudojant bendravalstybinius duomenis, todėl rezultatas gali būti vienodai taikomas bet kuriame Lietuvos mieste. Gyventojų skaičius – planavimo praktikoje vartojamas parametras (2.1 lentelė, I.4 parametras), o siūlomas skaičiavimo būdas paprastas, todėl atitinka miestų planuotojų keliamus reikalavimus: apibendrinti duomenys ir greitas rezultatas. Gyventojų skaičių padauginus iš 1993, galima sužinoti bendrą CO₂ ekvivalento kiekį kilogramais, kuris bus generuojamas kasmet, susidarantis kiekis bus didelis, todėl patogiau skaičiuoti ne kilogramais, o sustambinti iki tonų ((3.3) formulė):

$$K_{3m} = \frac{K_{2m}}{1000} N, \quad (3.3)$$

čia N – gyventojų skaičius mieste.

Vis dėlto yra trys pastabos, į kurias reikėtų atkreipti dėmesį. Pirma, komunalinių atliekų kiekis yra kintantis dydis, todėl šiuos duomenis derėtų po tam tikro laiko (pvz., įpusėjus sprendinių galiojimo laikotarpiui) patikslinti. Antra, komunalinių atliekų kiekis parodo kasmetinį atliekų kiekį, todėl faktiškai bendrojo plano sprendinių galiojimo metu (per 10 metų) susidarytų maždaug 10 kartų didesnis kiekis (3.4) formulė. Trečia, susidarantys metano kiekiai yra suskaičiuoti remiantis užsienio praktika, todėl vietos (Lietuvos) tyrimai užtikrintų tikslesnius siūlomo skaičiavimo rezultatus.

$$\sum K = 10K_{3m}. \quad (3.4)$$

Sužinojus bendrojo plano sprendinių galiojimo metu susidarysiančią emisiją dėl komunalinių atliekų, reikalingas metodas, leidžiantis bendrojo plano galimybių ribose sumažinti neigiamas ekologines pasekmes. Viena iš populiariausių kompensavimo priemonių, susijusių su klimato atšilimu, yra medžių sodinimas. Tam didelę įtaką padarė Kioto protokolas, kuriuo pasiūlyta dalį anglies dioksido emisijos kompensuoti medžiais, be to, miestuose želdynų masyvai prisidėtų prie mikroklimato gerinimo, atliktų vizualinę, estetinę funkcijas, ne mažiau svarbu ir tai, kad sodinti medžius techniškai paprasta ir nebrangu. Miesto bendrajame plane, remiantis 1.3 poskyryje atrinktais kiekybiniais rodikliais, reikalingą želdynų kiekį siūloma priskirti II grupės rodikliams, tiksliau, II.2 (žemės naudojimo būdai) arba II.4 (bendrojo naudojimo želdynai), arba II.5 (apsauginiai želdynai). Prieš pateikiant tolesnius skaičiavimus, svarbu pabrėžti, kad (atsiribojus nuo miestų planavimo) medžių sodinimas turi esminį trūkumą: ši priemonė tėra kompensacija tiesiogine žodžio prasme, nes pasodinti medžiai gali absorbuoti būsimą emisiją, bet neturi jokios realios įtakos komunalinių atliekų kiekio mažinimui. Pirminis atliekų kiekio mažinimas (vartojimo įpročių keitimas) yra neabejotinai pati efektyviausias priemonė, tačiau jis nėra pavaldus miestų planavimui, todėl darbe nėra analizuojamas.

Tyrimais užfiksuotos medžių anglies dioksido sekvestracijos galimybės stipriai varijuoja nuo 0,5 iki 2,3 kg iš vieno kvadratinio metro, sodinant medžius iš naujo ir nuo 0,3 iki 1,9 kg – atsodinant (iškirstus ar pan.) medžius (Gorte 2009), tačiau apskritai yra laikoma, kad vienas medis per savo gyvenimą (100 metų) absorbuoja 1 toną anglies dioksido. Renkantis medžių sodinimą kaip anglies dioksido emisijos kompensavimo priemonę, skaičiuojamasis laikotarpis yra svarbus, nes nuo jo priklauso sugertas anglies dioksido kiekis. Garantuoti, kad medis augs 100 metų ir tuo laikotarpiu nebus nukirstas, jo neužpuls kenkėjai ar miške neįvyks gaisras, yra rizikinga, todėl trumpesnis laikotarpis būtų tinkamesnis. Darbe pasirinktas atsargus sprendimas – per pusę trumpesnis laikas (50 metų), kurio metu sąlyginis medis atitinkamai absorbuotų 0,5 tonos anglies dioksido. Remiantis (3.2) formule, statistinis gyventojas išmeta tokį komunalinių

atliekų kiekį, kurio žala lygi 1,99 tonos CO₂ ekvivalento, per 10 metų bus išmestas maždaug 10 kartų didesnis kiekis, todėl bendrojo plano sprendinių galiojimo metu suminė emisija bus 19,9 tonos CO₂ ekvivalento. Šiam dujų kiekiui absorbuoti reikės apie 40 medžių, o jiems skirta žemė turėtų būti rezervuota miestų bendrųjų planų rengimo etape.

3.3 pav. Kompensavimo plotas Dubingiuose

Fig. 3.3. Compensation area in Dubingiai

Želdynų įstatymas ir susiję poįstatyminiai aktai pateikia želdynų klasifikaciją, pasiekiamumo spindulius, nustato minimalų reikalingą želdynų plotą ir pan. Teisinius dokumentus galima būtų nesunkiai pertvarkyti taip, kad juose atsirastų aptartas kompensavimo medžiais mechanizmas. Želdynų plotų reikalavimai nurodyti kvadratiniais metrais vienam asmeniui, todėl reikia atitinkamai perskaičiuoti, kiek ploto pareikalautų 40 medžių. Medžių tankis priklauso nuo medžių rūšies, pradinio sodinimo tankumo ir medžių auginimo tikslo, todėl Lietuvoje medžių sodinimo tankumas varijuoja nuo 1500 vienetų (drebulė) iki 5000 vienetų (pušis) viename hektare (Miško atkūrimo ir įveisimo nuostatai 2008). Disertacijoje buvo pasirinktas „atsargesnis“ (retesnis) medelių tankis: 2000 vienetų viename hektare, todėl atitinkamai 40 medžių pareikalautų 200 kvadratinų metrų žemės. Šio ploto pakaktų, kad būtų panaikinta (absorbuota) emisija, gauta iš vieno gyventojo komunalinių atliekų, išmestų per 10 metų (įvertinus visą dujų kiekį iki galutinio atliekų suirimo). Jei bendruoju

planu būtų norima nurodyti medžių sodinimą etapais, tuomet kasmetinė apželdinimo norma būtų 20 m^2 vienam gyventojui.

Aptartas kompensavimo metodas buvo išbandytas remiantis (mažo) Dubingių miestelio ir (didelio) Telšių miesto bendraisiais planais. Bendrųjų plano rengėjas – Teritorijų planavimo mokslo institutas, toliau pateikti statistiniai duomenys yra gauti iš rengėjo. Dubingiai – miestelis Molėtų rajono pietuose, 20 km į pietus nuo Molėtų ir apie 45 km nuo Vilniaus. Dubingių miestelio bendrasis planas rengtas 2009 m. – 2010 m., dabartinis miestelio plotas apie 90 ha. Dubingių seniūnijos duomenimis, 2009 m. Dubingiuose gyveno 215 gyventojų. Remiantis (3.4) formule, 215 gyventojų „pagamintų“ apie 4300 tonų CO_2 ekvivalento, emisijai kompensuoti reikėtų apie 8600 medžių, medžiams būtų reikalingas ne mažesnis kaip 4,3 ha plotas (3.3 pav.)

3.4 pav. Kompensavimo plotas Telšiuose
Fig. 3.4. Compensation area in Telšiai

Šiuo metu Dubingiuose yra daugiau kaip 12 ha brandaus miško, todėl papildomas medžių sodinimas nebūtų reikalingas. Tie patys skaičiavimai taikyti Telšiams atskleidė kitokius rezultatus. Telšių plotas yra maždaug 20 kartų didesnis, jame gyvena apie 31,6 tūkst. gyventojų. Miesto gyventojai per 10 m. „pagamintų“ apie 628,8 tūkst. tonų CO_2 ekvivalento, emisijai kompensuoti reikėtų apie 1257,7 tūkst. medžių, medžiams reikalingas apie 630 ha plotas

(3.4 pav.). Šiuo metu Telšiuose želdynams skirti plotai užima apie 200 ha, o (skirtingai nuo Dubingių) reikalingas net tris kartus didesnis plotas.

Akivaizdu, kad kompensavimo medžiais mechanizmas miestų teritorijose galimas esant specifinėms sąlygoms (pvz., maži miesteliai, turintys didelius želdynų plotus), kurios sunkiai įmanomos didesniuose ir dideliuose miestuose. Tokiais atvejais galimi sprendimai – reikalingų želdynams plotų skyrimas už miesto teritorijų, nes konkreti medžių augimo vieta nėra svarbi. Vertinant platesniame kontekste, medžiams reikalingos teritorijos galėtų būti numatytos LR bendrajame plane, jei tam būtų sukurti tinkami teisiniai susitarimai ir monitoringo sistema. 2012 m. Lietuvoje buvo 2,17 mln. ha miško žemės ploto (LR AM 2012), o, kompensuojant visų respublikos gyventojų (nepilnai 3 mln.) emisiją, reikalingas plotas būtų 60 tūkst. ha, t. y. apie 3 % miškų žemės, todėl būtų įmanomi visi 2.3 poskyryje aptarti emisijų mažinimo scenarijai.

Kaip buvo minėta, medžių sodinimas yra kompensavimo priemonė, nereikalaujanti esminių pokyčių miesto valdyme, bet drauge ir neatnešanti naudos miestui. Remiantis ES valstybėse (pvz., Danijoje, Austrijoje) populiaria praktika, galimi sprendimai būtų atliekų deginimas specialiose stotyse arba sąvartyno dujų surinkimas pačiuose sąvartynuose. Degimo proceso metu, kaip ir atliekų irimo metu, išsiskiria anglies dioksidas, tačiau yra du svarbūs skirtumai. Pirma, atliekų deginimas labai sumažintų sąvartynams reikalingus plotus. Antra, atliekų deginimas – kontroliuojamas dirbtinis procesas, todėl išsiskyrusi šiluminė energija gali būti panaudota statinių šildymui arba paversta elektra. Elektros gamybos efektyvumas varijuoja 18–26 % ribose (Fruegaard *et al.* 2009) ir gali siekti 25–35 %, jei sąvartyno dujos deginamos dujų varikliuose, kurie generuoja tiek elektrą, tiek šilumą (Manfredi *et al.* 2009). Biodujų vertimas šiluma yra dar efektyvesnis ir siekia 40–50 % (Fruegaard *et al.* 2009). Iš principo surinktų atliekų deginimas specialiose stotyse yra naudingesnis nei sąvartynuose: degimo procesą lengviau valdyti, energijos atgavimas yra efektyvesnis ir – ypač svarbu iš ekologinės pusės – gaunama mažesnė emisija (pirmiausia dėl to, kad nesusidaro metano dujos) (Kaplan *et al.* 2009). Atliekų deginimo ekologinė nauda priklauso nuo to, koks pradinis šilumos šaltinis yra pakeičiamas. 2011 m. Lietuvoje centralizuotai tiekiamos šilumos gamybai reikalinga energija beveik išimtinai buvo gaunama iš naftos: 73,1 % – gamtinės dujos ir 2,7 % – mazutas (LSTA 2012), todėl akivaizdu, kad atliekų deginimas ir energijos panaudojimas šildymui Lietuvai būtų prasmingas.

Nepaisant to, kad biodujų vertimas šiluma yra beveik dvigubai efektyvesnis procesas nei elektros gamyba, jis nėra labai plačiai paplitęs. Problemą suponuoja atstumas tarp šilumos šaltinio ir šilumos vartotojų: kuo toliau reikia transportuoti šilumą, tuo didesni nuostoliai, o šalia atliekų deginimo stočių dažniausiai nebūna stambaus šilumos vartotojo. Kita vertus, dalis generuotos šilumos gali būti panaudota pačioje atliekų deginimo stotyje arba perduota tam tikrą (ribotą)

atstumą skirstomaisiais tinklais. Atstumas iki vartotojų yra vienas iš svarbiausių efektyvumą laiduojančių veiksnių, todėl jis turėtų būti įvertintas miesto bendrojo plano rengimo metu. Remiantis užsienio patirtimi (Richarz *et al.* 2007), centrinis šildymas yra prasmingas tada, jei galutiniai vartotojai yra nutolę 5–10 km spinduliu nuo šilumos gamintojo (šiuo atveju atliekų deginimo stoties). Mažas atstumas iki atliekų deginimo stoties naudingas ne tik dėl mažesnių generuojamos šilumos transportavimo nuostolių, bet ir iš atliekų gabenimo į stotį pusės. Apskritai įvertinant logistikos problemas, kaštus ir šiuolaikinių technologijų (filtrų) galimybes, būtų tikslinga atliekų deginimo stotį projektuoti miesto teritorijoje. Vienas sėkmingiausių pavyzdžių yra Vienoje (Austrija) veikianti Spittelau atliekų deginimo gamykla, kuri yra netgi tapusi turistų lankomu objektu. Stotis buvo pastatyta tam, kad aprūpintų šiluma naujai statomą ligoninę, esančią už 2 km, o šiandien Spittelau yra antroji pagal šilumos gamybos pajėgumą jėgainė Vienoje, iš viso pagaminanti 460 MW (Wien Energie 2012). Lietuvoje situacija yra kardinaliai priešinga: 2013 m. pradžioje nebuvo nei vienos pilnai funkcionuojančios (dirbančios neeksperimentiniais, bandomaisiais tikslais / režimu, pakankamai didelės ir prijungtos prie šilumos tinklų) atliekų deginimo stoties, be to, viešoji nuomonė vis dar nepalaiko panašių iniciatyvų. Vienas iš pažangiausių projektų – Klaipėdos termofikacinė jėgainė, deginsianti komunalines atliekas, sulaukė be galo didelio visuomenės pasipriešinimo, pasiekusio net žiniasklaidą (Delfi 2013a).

3.5 pav. Komunalinių atliekų sektoriaus žalos kompensavimas
Fig. 3.5. Compensation of municipal solid waste damage

3.1 poskyris buvo skirtas aprašyti komunalinių atliekų sektoriaus įtraukimo į miestų planavimą galimybėms. Remiantis pasiūlytomis formulėmis, buvo

suskaičiuota emisija, susijusi su statistinio žmogaus išmestų komunalinių atliekų kiekiu per 10 metų (Lietuvoje ji yra vidutiniškai 19,9 tonos CO₂ ekvivalento). Miestų planavime neigiamas emisijų poveikis gali būti sprendžiamas rezervuojant teritorijas parkams ir miškams. Didesniems miestams reikalingos papildomos teritorijos, esančios už miesto administracinių ribų. Siekiant „panaikinti“ suskaičiuotą vidutinio žmogaus emisiją, medžiais reikia užsodinti 200 kvadratinį metrų plotą. Grafiškai kompensavimo mechanizmas pavaizduotas 3.5 paveiksle. Siekiant naudoti miestui, buvo aptarti atliekų deginimo privalumai, jei ateityje Lietuvoje atsirastų realios sąlygos atliekų deginimo stoties statybai, tai ji efektyviai galėtų šiluma aprūpinti teritorijas, esančias 5–10 km nuo stoties. Naudingiausią būtų atliekų deginimo stoties vietą numatyti bendrojo plano rengimo metu ir jai skirti vietą miesto administracinėse ribose, galimai arčiausiai vartotojų.

3.2. Energetikos sektoriaus integravimas į miestų planavimo ekologiją

Lietuvos statistikos departamento renkamoje ir pateikiamoje informacijoje energetikos sektorius apibrėžiamas (supaprastintai) kaip atskiras sektorius, gaminantis energiją (pvz., žalios naftos gavyba, elektros, dujų tiekimas ir pan.), ir šiai grupei, pvz., privatūs energijos vartotojai ar transporto sektorius nepriskiriami, nes minėtieji sektoriai (dažniausiai) vartoja, o ne gamina energiją. Atsižvelgiant į darbo tematiką ir remiantis 2.2 poskyryje pateikta informacija, energetikos sektorius suskirstytas pagal energijos suvartojimo analizę, t. y. akcentuojama ne energijos gamyba, o priešingai – jos suvartojimas. Atitinkamai 3.2 poskyris skirtas energijos suvartojimo (ne gamybos) analizuojamose srityse integravimui į miestų planavimo ekologiją.

3.6 pav. Kuro ir energijos suvartojimas Lietuvoje 2010 m.

Fig. 3.6. The fuel and energy consumption in Lithuania in 2010

2010 m. bendrosios vidaus energijos sąnaudos Lietuvoje buvo 7042,5 tūkst. tonų naftos ekvivalento, galutinis suvartojimas sudarė 4756,3 tūkst. tonų naftos ekvivalento, iš jo namų ūkiuose buvo suvartota 33,3 %, paslaugų sektoriuje (prekybos, švietimo, komercinių ir kitų įmonių patalpų šildymas ir apšvietimas) – 12,7 %, pramonės sektoriuje (kasyba, apdirbamoji gamyba) – 18,0 % ir transporto sektoriuje – 32,8 % (3.6 pav.) (LSD 2011a). Remiantis statistine informacija, didžiausi energijos vartotojai yra namų ūkiai ir transporto sektorius, pramonės sektorius sunaudoja beveik dvigubai mažiau energijos, o paslaugų sektorius net 2,5 karto mažiau. Tačiau pagal tai, kam vartojama energija (patalpų šildymui ir apšvietimui), namų ūkių ir paslaugų sektoriai iš esmės yra labai panašūs, ir kartu šiuose sektoriuose sunaudojama beveik pusė (46 %) visos suvartojamos energijos. Lietuvos Respublikos užsienio reikalų ministerijos ataskaitoje dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo (COWI 2011) didieji energijos vartotojai įvardinti dar paprasčiau: „pastatai ir transportas“. Vadovaujantis apibrėžtomis darbo riboms, toliau bus aptariama pastatuose suvartojama energija, sujungiant namų ūkio ir paslaugų sektorius į vieną bloką ir gyvenamąjį pastatą įvardijant kaip charakteringą vienetą.

2011 m. Statistikos departamentas publikavo medžiagą apie kuro ir energijos suvartojimą namų ūkiuose, apibendrinti tyrimo duomenys buvo pateikti leidinyje „Energijos sunaudojimas namų ūkiuose 2009“ (LSD 2011b). Leidinį sudaro dvi dalys, iš kurių pirmoji skirta namų ūkiams ir būstams charakterizuoti (pvz., vienam namų ūkiui tenkantis šildymo plotas, asmenų skaičius ir pan.), o antrojoje surinkta statistinė informacija apie energijos suvartojimą ir išlaidas energijai. Kaip nurodyta leidinyje, surinkta ir apdorota statistinė informacija reikalinga nustatant, kokią dalį šalies kuro ir energijos balanse sudaro namų ūkiuose suvartojama galutinė energija, be to, rinkti duomenis apie namų ūkių energetinius poreikius įpareigoja Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas Nr. 1099/2008 dėl energetikos statistikos.

3.7 pav. Daugiabučiai gyvenamieji namai pagal statybos metus
Fig. 3.7. Multi-dwelling buildings by year of construction

Tyrimo (LSD 2011b) metu nustatyta, kad beveik 70 % būstų yra miestuose, 85 % visų būstų miestuose yra pastatyti nuo 1947 m. iki 1991 m. Didžiąją dalį (81 %) gyvenamojo fondo miestuose sudaro butai daugiabučiuose, ir daugiausiai – 69 % – daugiabučių pastatų buvo pastatyta per 30 metų laikotarpį, trukusį nuo 1961 m. iki 1991 m. (3.7 pav.). Iš viso iki 1993 m. buvo pastatyti 34246 daugiabučiai gyvenamieji pastatai (Rogoža *et al.* 2008). Beveik visa sunaudojama energija (81 %) skiriama patalpų šildymui ir karštam vandeniui, tiek kalbant apie vienbučius, dvibučius gyvenamuosius namus, tiek ir apie daugiabučius (3.8 pav.). Skiriasi tik šilumos generavimo būdai: vienbučiams ir dvibučiams namams šildyti daugiausia naudojamos malkos (apie 70 %), o būstams miestuose šiluma tiekama centralizuotais tinklais (apie 75 %). Lyginant su kitais ES miestais, būstai Lietuvos miestuose yra maži, net 42 % sudaro būstai, kurių apšildomas plotas tėra 20–49 m².

3.8 pav. Energijos suvartojimas namų ūkiuose

Fig. 3.8. Household energy consumption

Darbai statistiniai duomenys svarbūs dėl juose randamo atsakymo į aukščiau iškeltus klausimus: kas sunaudoja daugiausiai energijos ir kokios pagrindinės šio poreikio priežastys? Statistiniuose duomenyse aiškiai išsiskiria vienas istorinis periodas, kai Lietuva buvo okupuota Sovietų Sąjungos. Sąjunga subyrėjo, tiksliau, žlugo politinė santvarka, tačiau fizinis palikimas (greta kitų šiuo metu vis dar evoliucionuojančių ideologinių pasekmių: mentaliteto, istorijos suvokimo ir pan.) liko. Liko ne pavieniai pastatai, bet ištisi miestai ar didelės jų dalys, suprojektuoti ir pastatyti (tai ypač svarbu) pagal tų laikų standartus bei galimybes: monofunkciniai rajonai, dideli sugrupuoti pramoniniai kompleksai, vienas po kito nutįstantys gyvenamieji (miegamieji) rajonai. Pastarųjų metų tyrimuose (Verbeeck and Hens 2010; Blom *et al.* 2011; Wallhagen *et al.* 2011; Cuéllar-Franca and Azapagic 2012) teigiama, kad apskritai daugiausia energijos pastatuose sunaudojama eksploataciniu laikotarpiu, todėl fizinio palikimo, statyto pagal 1970-ųjų metų galimybes, išlaikymas dabartinėmis sąlygomis yra ypač problemiškas, plačiai aptarinėjamas specialistų, politikų ir empiriškai patiriamas kiekvieno buto savininko.

3.1 poskyryje rašyta, kad Lietuvoje centriniam šildymui (pagrindinis būstų šildymo būdas miestuose) reikalinga energija beveik išimtinai gaunama iš naftos, todėl energijos suvartojimas tiesiogiai susijęs su šiltnamio dujų emisija. Sumažinus pastatų energijos poreikius šildymui, atitinkamai sumažėtų emisija, taigi ir miestų „indėlis“ į klimato kaitą. Šią loginę seką vertinant darbo kontekste, daroma išvada, kad pagrindinis taikinyis yra statistinis tarybinio laikotarpio daugiabutis namas, savo energetiniais poreikiais (ir su tuo susijusia ekologine žala) labiausiai reprezentuojantis dominuojančią statybą Lietuvos miestuose.

Pastaruoju metu Lietuvoje vyrauja nuostata, kad situaciją labai pagerintų pastatų modernizavimas, modernizavimo programa remiama ir skatinama net aukščiausiu politiniu lygmeniu. Modernizavimas, be abejo, orientuotas į išlaidų šildymui mažinimą, kas tiesiogiai susiję su šilumos nuostoliais ir tuo pačiu energijos suvartojimo efektyvumo didinimu. Pasiiekti tikslą, kaip dažniausiai teigiama, galima apšiltinus visą pastatą (tiksliau, cokolio, sienų ir stogo apšiltinimas bei langų ir durų keitimas į šiuolaikinius). Ginčyti faktą, kad visiškai apšiltinus pastatą šilumos nuostoliai bus mažiausi, nėra prasmės, jis akivaizdus, tačiau darbo kontekste tikslingesnis yra šiek tiek kitaip suformuotas tikslas.

Sprendžiant miesto išorinės ekologijos problemą, svarbu nustatyti, kokios priemonės yra reikalingos rengiant miestų bendruosius planus, kad dėl energijos suvartojimo susidaranti emisija atitiktų 2.3 poskyryje nurodytus tikslus (2.5 pav.). Darbe keliama hipotezė, kad minėtiems tikslams pasiekti pakaktų atlikti dalinį pastatų modernizavimą, t. y. taikyti tik tam tikras atnaujinimo priemones. Manoma, kad plataus masto veikimas (koks ir būna bendrojo plano atveju) leidžia naudoti paprastesnes (techniškai lengviau įgyvendinamas, priimtinas gyventojams ir pan.) priemones, be to, atsiranda galimybė ne tik kosmetiškai pakeisti pastato išorę, bet ir koreguoti jų aplinką. Tokios prielaidos atsiradimą labiausiai sąlygotų du veiksniai: darbu siekiama realiai pritaikomų sprendimų, o dabartinė pastatų modernizavimo programa nesulaukia tinkamo visuomenės palaikymo (Alfa 2013a) ir modernizavimo tempas nėra pakankamai spartus. Prieš 5 metus modernizavimo programoje dalyvavo tik 2,1 % visų galinčių dalyvauti programoje daugiabučių (Rogoža *et al.* 2008), situacija liko panaši ir vėliau – 2010 m. buvo įvykdyti tik 76 modernizavimo projektai, įskaičiuojant 2 aukštų 4 butų daugiabučius (Miesto renovacija 2011). Masine pastatų modernizavimo galimybę (apie 1000 pastatų per metus) vis dar atsargiai vertina ir komercinių bankų ekonomistai (Alfa 2013b).

Darbe laikomasi pozicijos, kad renkantis, kokius darbus būtų tikslinga atlikti siūlomos dalinės renovacijos atveju, būtina atsižvelgti į pastatų savininkų (naudotojų) interesus ir nuomonę net tada, jei jie moksliskai, ekonomiškai ar politiškai neatrodytų pačia tinkamiausia priemone. Esama situacija atskleidžia,

jog sprendimai, priimti politiniu lygmeniu, netampa realiai įgyvendinamais, o skyrus prioritetą socioekonominei realybei, galima tikėtis, kad siūlomi darbai bus priimti noriai ir realizuoti. Žmonių nuomonės ir (kas, ko gero, dar svarbiau) intuityvios, subjektyvios preferencijos aiškiai atsiskleidžia modernizavimo monitoringo rezultatuose (Rogoža and Martinaitis 2007; Rogoža *et al.* 2008; Miestų renovacija 2011). Pačia populiariausia būsto atnaujinimo priemone jau kuris laikas yra langų ir / arba balkono durų keitimas, ataskaitose užfiksuota, kad dalis langų ir durų jau buvo pakeisti iki prasidedant renovacijos darbams, t. y. gyventojai sprendimą keistis langus / duris priėmė savarankiškai ir negaudami valstybės paramos. Langai ir durys keičiami net bendrabučio tipo namuose, kurių statybos kokybė, estetinė ir rinkos vertės ypač žemos. Pasirinkimo patrauklumas (Rogoža *et al.* 2008) grindžiamas sąlyginai maža (prieinama) produkto kaina, iš karto jaučiamu efektu (triukšmo, skersvėjų sumažėjimas) ir faktu, kad gyventojai jaučiasi betarpiškais investicijos savininkais. Įvertinant minėtą informaciją, daroma prielaida, kad 2.3 poskyryje nustatytus tikslus būtų galima pasiekti taikant tik vieną – langų / durų keitimo – priemonę, tačiau ji turėtų būti taikoma masiniu (viso miesto) mastu. Be abejo, analogišką rezultatą leistų pasiekti ir visiškas pastato modernizavimo paketas, tokiu atveju pakaktų mažiau namų, tačiau 2010 m. rezultatai (panašiai kaip ir ankstesnių metų) yra nepakankami: 76 projektų visos valstybės mastu negana.

Remiantis aukščiau minėtais statistiniais duomenimis ir monitoringo rezultatais, skaičiavimams pasirinktas charakteringas statistinis tarybinio laikotarpio daugiabutis namas. Pastatas turėtų būti stambiaiplokštis, pastatytas apie 1970 metus, penkių aukštų, šešiasdešimtys butų, šildomas plotas apie 2710 m². Ataskaitose statistinio pastato techniniai rodikliai nežymiai skiriasi (pvz., šildomas plotas 2791 m² (Rogoža *et al.* 2008)), tačiau jie neturi esminės įtakos nagrinėjamam aspektui. Kartu su bendraautoriais M. Medineckiene, E. K. Zavadsku ir D. Kalibatu buvo publikuotas straipsnis (Staniūnas *et al.* 2013), kuriame detaliau išskleidžiami skaičiavimai, todėl disertacijoje pateikiami tik svarbesni momentai.

Prieš pradėdant skaičiavimus buvo padaryta prielaida, jog pastate visi langai ir balkono durys yra seni ir visi bus keičiami. Esami langai ir durys mediniais sudvejintais rėmais su dvigubu paprastu įstiklinimu, tokių langų skaičiuojamasis šilumos perdavimo koeficientas – 2,5 W/m²K. Pagal suvartojamą šilumos kiekį statistinis daugiabutis priskiriamas III kategorijai: vidutinis šilumos suvartojimas šildymui siekia apie 25 kWh/m² per mėnesį – tai yra vidutinis šilumos suvartojimas per penkis pilnus mėnesius, atskirais mėnesiais šilumos suvartojama skirtingai (LSTA 2012). Vadinasi, bendras viso namo šildymo poreikis per mėnesį yra 67750 kWh, o per šildymo sezoną (penki pilni statistiniai mėnesiai pagal LSTA) – 338750 kWh. Skaičiuojant emisiją, susidarančią dėl minėto šilumos kiekio, buvo remtasi Lietuvos šilumos tiekėju

asociacijos (LSTA) apibendrintais duomenimis. LSTA (2012) teigia, kad centralizuotai tiekiamos šilumos (būtent taip šildoma didžioji dalis būstų miestuose (LSD 2011b)) 1 kWh gamybai Lietuvoje reikia sudeginti apie 100 g kuro, skaičiuojant naftos ekvivalentu, didžiausią dalį 2011 m. sudarė iškastinis kuras (iš esmės gamtinės dujos), likusią dalį (22 %) sudarė atsinaujinantys energijos ištekliai (mediena, šiaudai ir pan.). Europos aplinkos agentūros (EEA 2011) duomenimis, jei šilumos gamybai naudojamos gamtinės dujos, tai 1 kWh šilumos atitinka 0,251 kg CO₂ ekvivalento emisiją. Remiantis minėtais duomenimis, sudaryta (3.5) formulė, leidžianti apskaičiuoti apytikslę pastato ekologinę žalą pagal suvartojamos centralizuotai tiekiamos šilumos poreikį:

$$E_1 = 5S\lambda\alpha, \quad (3.5)$$

čia E_1 – emisija, išreikšta kg CO₂ ekvivalento per skaičiuojamuosius metus (šildymo sezoną), S – pastato šildomas plotas m², λ – vidutinis šilumos suvartojimas šildymui per mėnesį (darbe 25 kWh/m²) ir α – šilumos 1 kWh atitikmuo kg CO₂ ekvivalentu.

Pagal (3.5) formulę apskaičiuota, jog pagaminus 338750 kWh centralizuotai tiekiamos šilumos, kuri reikalinga statistinio 60 butų daugiabučio šildymui vieno šildymo sezono metu, į atmosferą išskiriama apie 85026 kg CO₂ ekvivalento.

3.1 lentelė. Pokyčiai, susiję su langų ir durų pakeitimu

Table 3.1. Changes due to windows and doors replacement

Vari- antas	Istik- lintas plotas, m ²	Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² K	Metinės energijos sąnaudos, kW/m ²	Metinė emisija, susidaranti dėl šilumos nuostolių, kg CO ₂ ekvivalento	Emisijos sumažėjimas lyginant su esama padėtimi, %
Esamas	598	2,50	56,56	38473	–
1	598	1,00	22,63	15393	60
2	598	0,70	15,84	10774	72
3	598	0,60	13,58	9237	76
4	598	0,50	11,31	7693	80

Skaičiuojamosios energijos sąnaudos per esamus langus ir balkono duris sudarė 153278 kWh per šildymo sezoną. Generuojant šiluminę energiją, reikalingą apskaičiuotiems šilumos nuostoliams padengti, į atmosferą išmetama 38473 kg CO₂ ekvivalento per šildymo sezoną ir tai sudaro 45 % visos namo

metinės šildymo emisijos. Akivaizdu, kad visiškai išvengti šilumos nuostolių per langus nėra įmanoma, tačiau nuo pasirinktų naujų langų techninių charakteristikų nuostoliai (tuo pačiu ir emisijos sutaupymai) yra nevienodi. Langų ir balkono durų keitimas numatytas į plastikinius (PVC) paketinius – tai populiariausias sprendimas Lietuvoje, kuris, atsižvelgiant į socioekonominę situaciją, neturėtų keistis ir ateityje. Viena iš pagrindinių priežasčių – ypač prieinama kaina. Skaičiavimams atrinkti šiuo metu dažniausiai užsakomus modelius atitinkantys variantai: 70 mm storio PVC rėmas su vienu 24 mm stiklo paketu ir vienu selektyviniu stiklu, 78 mm storio PVC rėmas su 36 mm dviejų kamerų stiklo paketu ir vienu selektyviniu stiklu, 82 mm storio PVC rėmas su 44 mm dviejų kamerų stiklo paketu ir dviem selektyviniais stiklais ir 92 mm storio PVC rėmas su 52 mm dviejų kamerų stiklo paketu su trimis selektyviniais stiklais. Visuose variantuose stiklo paketai užpildyti argono dujomis. Apibendrinti skaičiavimų rezultatai pateikti 3.1 lentelėje.

3.9 pav. Emisija kg CO₂ ekvivalentu dėl langų
Fig. 3.9. Emission (kg CO₂ equivalent) due to windows

Iš 3.1 lentelės matyti, kad esamų langų keitimas net į pačius paprasčiausius šiuolaikinius būtų ypač efektyvus sprendimas, leidžiantis sumažinti emisiją daugiau kaip du kartus. Kadangi darbui yra svarbūs ne tiek santykiniai sutaupymai (langų tarpusavio palyginimas), kiek pokytis bendrame balanse, buvo palyginti galimi sutaupymai su visa namo emisija: pirmuoju atveju bendra emisija būtų sumažinta 27 %, antruoju – 33 %, trečiuoju – 34 % ir ketvirtuoju – 36 % (3.9 pav.). Lyginant su esama padėtimi, bet kuris (pilnas) langų keitimo

variantas labai prisidėtų prie bendros emisijos mažinimo ir tenkintų 2.3 poskyryje nustatytus emisijų mažinimo tikslus. Visi variantai, išskyrus pirmąjį, atitiktų ir net viršytų griežčiausią (30 % mažinimo) tikslą.

Pasiteisinus prielaidai dėl langų keitimo priemonės efektyvumo, šią priemonę naudinga įtraukti į miesto bendrųjų planų rengimą, tačiau, suplanavus masinį langų keitimą, priemonės įgyvendinimą (net ir žinant gyventojų prielankumą) reikėtų vertinti atsargiai. Pakeisti didesnio miesto daugiabučių namų langus gali užtrukti ilgiau, nei galios bendrojo plano sprendiniai, be to, pakeitus langus naujais, emisija dėl langų bendrame balanse labai sumažėja (3.9 pav.). Pavyzdžiui, remiantis 4 varianto skaičiavimais, emisija dėl naujų langų sudarytų tik 14 %, todėl stengiantis emisijas mažinti ir vėliau, reikėtų ieškoti papildomų galimybių – svarstyti efektyvesnes perplanavimo galimybes.

Smarkiai supaprastinus, miestų bendrųjų planų rengimo metu įmanomos tik dvi miesto vystymo galimybės: leisti naujų pastatų statybą arba skatinti jau esamų pastatų pertvarkymą. Pirmąją alternatyvą pagal tai, kur būtų vykdomos statybos, galima papildomai išskirti į du pogrupius: statyba naujuose plotuose, plečiant miesto ribas, arba statyba pertvarkant miesto vidines teritorijas, nedidinant miesto ribų. Praktikoje nei vienas iš variantų nėra sutinkamas grynuoju pavidalu ir dažniausiai taikomos mišrios priemonės, tačiau Lietuvoje dažniausiai esamų gyvenamųjų pastatų pertvarkymas miestuose išimtinai siejamas su jų išsaugojimu (pvz., dabartinė daugiabučių modernizavimo programa). Vertinant tiek Lietuvos lygmeniu, tiek pasauliniame kontekste, masinis stambiaplokščių pastatų saugojimas – keista praktika dėl daugybės didelių trūkumų, susijusių su pastatų techninėmis savybėmis, estetinė kokybe, socialine programa ir su tuometinio planavimo principais / poreikiais.

Lietuvoje tiek pačių miestų, tiek ir gyvenamojo fondo juose intensyvėjimas neatsiejamas nuo istorinių faktų, tiksliau Sovietų Sąjungos okupacijos po II pasaulinio karo. XX a. viduryje Lietuva vis dar buvo agrarinė valstybė su dominuojančia kaimo populiacija, šalį miestiečių skaičiumi lenkė kitos Pabaltijo valstybės: Latvija ir Estija. Lietuvoje miesto gyventojų skaičius susilygino su kaimo gyventojų skaičiumi tik prieš kiek daugiau nei 40 metų (3.10 pav.) (Vaitiekūnas 2006). Po okupacijos Lietuvoje, kaip ir kitose Sovietų Sąjungos valstybėse, siekiant įveikti ekonominį rytų bloko atsilikimą, buvo pradėta sparti krašto industrializacija, kuriai įgyvendinti buvo reikalinga didelė žmonių santalka – miestas. Lietuvoje, remiantis Čekoslovakijos urbanistų patirtimi, pradėta taikyti krašto tolygaus vystymo idėja, paremta „sajungine pramonės plėtros direktyva“, todėl buvo numatyta dešimt naujų plėtotinų pramonės miestų: Alytus, Marijampolė, Utena, Plungė, Jurbarkas, Jonava, Kėdainiai, Mažeikiai, Švenčionėliai ir Rokiškis (Miškinis 1990). Atskirai kategorijai reikia priskirti miestus, kurie buvo visiškai naujai sukurti – pastatyti iki tol tuščiose, negyventose teritorijose – ir skirti vienai pramonės šakai, Lietuvoje jų buvo šeši:

Baltoji Vokė, Tyruliai, Grigiškės, Naujoji Akmenė, Elektrėnai ir Visaginas (tuomet Sniečkus) (Drėmaitė, Petrulis, Tutlytė 2012). Miestų statybos turėjo vykti sparčiai, tai buvo politiškai įtvirtintas procesas. Lietuvos miestai buvo nuosekliai kuriami / užstatomi socialistinės santvarkos produktais: ideologiškai teisingais apskaičiuotos architektūros pigiais pagaminti daugiabučiais gyvenamaisiais namais. Tai, kas Vakaruose buvo laikoma laikinu sprendimu ir iš principo skirta socialiniams būstams, Lietuvoje tapo namais didžiąjai daliai naujųjų miestiečių (3.7 ir 3.10 pav.). Vakaruose surenkamųjų daugiabučių namų bumas pradėjo rimti gana greitai – įsimintiniausia data laikomi 1972 metai, kai Naujajame Orleane buvo susprogdintas daugiabutis, o Sovietų Sąjungoje tai buvo beveik išimtinai vienintelis miestų užstatymo būdas, nusitęsęs dar 19 metų po sprogo.

3.10 pav. Gyventojai Lietuvoje 1939–1989 m.

Fig. 3.10. Population in Lithuania, 1939–1989

Atsižvelgiant į daugiabučių atsiradimo prielaidas Lietuvos (ir kituose buvusios Sovietų Sąjungos) miestuose, modernizavimo programa, orientuota į šiuos pastatus, kelia abejonių. Programoje vyraujantis inžinerinis požiūris – naujas apšiltinimo sluoksnis ir nauji PVC langai – užtikrins šiuolaikiškus techninius rodiklius, tačiau iš esmės nepašalins Ernst May išpopuliarintos ir vėliau sovietų masiškai tiražuotos „*existenzminimum*“ programos. Remiantis Švedijos renovavimo patirtimi, „krūmai ir fasadų spalvinimas nepadidino laimės“ (Drėmaitė 2006). Lietuvoje daugiabučių namų klausimas nėra vienareikšmiškai priimamas: gyventojų nenoras modernizuoti pastatų jau buvo minėtas, tačiau abejonių kyla ir ekspertams, kritika pasiekia ir žiniasklaidos priemonės (Delfi 2013b).

Gali pasirodyti, kad sovietinių miegamųjų rajonų nugriovimas ir pilnas perplanavimas būtų tinkamiausia priemonė, tačiau Lietuvoje tai tebutų teorinis pasvarstymas. Praktikoje, atsižvelgiant į socioekonominę padėtį ir faktą, kad po

nepriklausomybės atkūrimo buvo leista (faktiškai netgi skatinama) masiškai išsipirkti butus, pastatų griovimas būtų suvoktas kaip pasikėsinimas į privačią nuosavybę, todėl, grįžtant prie energetinio ir ekologinio aspektų, darbe keliama prielaida, kad būtų tikslinga dar kartą taikyti dalinį pastatų modernizavimą, tik šiuo atveju kitu masteliu. Dalinis modernizavimas turėtų apimti ne tam tikrus smulkius pastato elementus, bet patį pastatą, jų grupes ir supančią aplinką, tai leistų ne tik kosmetiškai pakeisti esamų pastatų išorę, bet ir pakoreguoti jų užstatymo struktūrą – tą esminį elementą, kurio negalima pakeisti taikant į techninius parametrus orientuotą priėjimą. Užsienyje, pavyzdžiui, Vokietijoje (Halberstadt, Schwedt, Berlyne), Olandijoje (Bijlmermeer) yra taikoma panaši praktika, Vokietijos rytinėje dalyje darbai vykdomi ypač dideliais masteliais (Berlin-Marzahn nugriauta 75 % gyvenamojo ploto), dažnai taikomas ir visiškas funkcionalistinių gyvenamųjų pastatų nugriovimas (Flecken 2005; Bijlmermeer Renovation Planning Office 2008).

Sovietiniai miestai pasižymėjo retu užstatymu (Zagorskas 2007; Alchimovienė 2012), gyvenamieji rajonai užėmė didelius plotus, tarp kurių buvo papildomai palikti neužstatyti tarpai, pavyzdžiui, Karoliniškių, Justiniškių rajonai Vilniuje. Taikant dalinį perplanavimą, būtų galima numatyti naujų pastatų statybą ją įterpiant tarp jau esamų daugiabučių, tačiau – ir tai svarbu – ne labiau didinant rajono intensyvumo rodiklį (tai gyventojai suvokia kaip neigiamą aspektą), o pasiūlant esamiems gyventojams butą naujame name mainais į leidimą nugriauti jų buvusį butą. Toks modelis Lietuvos atveju yra realus, ypač įvertinus neigiamą demografinę statistiką ir tolesnes prognozes. Politiniu lygmeniu miestų susitraukimas dėl depopuliacijos nėra pripažįstamas, tačiau reiškinys realiai vyksta daugumoje miestų (pvz., Kaune, Panevėžyje). Naujieji pastatai būtų statomi faktiškai toje pačioje vietoje, kurią gyventojai (mikrorajono lygmeniu) identifikuotų kaip „savo“, todėl vietos tapatybės, prisirišimo problema būtų sumažinta iki minimumo. Naujos statybos pastatai ne tik atitiktų šiuolaikines technines normas, tačiau leistų priartinti rajono struktūrą prie šiuolaikinės daugiafunkcinės: pastatuose galėtų būti numatyti plotai komercinei veiklai. Veikiant kompleksiskai (bendrojo plano masteliu) ir atitinkamai sutarus su gyventojais, būtų įmanomas pilnas arba dalinis esamų daugiabučių aukštų nurinkimas, t. y. būtų sumažintas rajono aukštingumas ir pastato mastelis. Siūlomas sprendimas leistų sukurti smulkesnę ir tankesnę struktūrą, kuri drauge atvertų naują emisijų mažinimo galimybę.

Darbo rezultatams nėra svarbi konkreti tyrimo vieta, miestas, rajonas, nes daugiabučių gyvenamųjų namų projektavimo ir statybos standartai buvo bendri visai Sovietų Sąjungai ir vietinė specifika niekuomet nebuvo lemiamas veiksnys. Tyrimui svarbesni aspektai yra užstatymo morfotipas ir aukštingumas, nes būtent jie techniškai apriboja naujų pastatų įterpimo sąlygas. Laisvas planavimas buvo dominuojanti to laikotarpio planavimo kryptis, o gyvenamųjų namų

statyboje vyravo 5, 9 ir 12 aukštų pastatai. Darbe, kaip jau buvo minėta, atsižvelgus į Statistikos departamento informaciją, pasirinktas tipinis objektas – statistinis tarybinio laikotarpio penkiaaukštis daugiabutis namas, toliau pateikiami konkretūs pavyzdžiai tik dėl aiškumo ir iliustratyvumo. Analizuotos teritorijos trijuose Lietuvos miestuose: Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje. Laikantis aptartos dalinės perplanavimo idėjos, bandyta nustatyti, ar įmanoma įterpti naujos statybos gyvenamųjų pastatų į esamus miegamuosius rajonus ir kiek tokiu atveju sumažėtų emisija, susijusi su šiluminės energijos suvartojimu pastatuose.

Tyrimo metu naudotos *maps.google.com*, *bing.com/maps* ir *maps.lt* interneto žemėlapių svetainės, kuriomis remiantis buvo parengtos apibendrintos analizuotų miestų rajonų schemos (3.11 pav.). Nustatyta, kad atstumas tarp penkiaaukščių gyvenamųjų pastatų svyruoja nuo maždaug 30 iki 70 metrų, tačiau, pavyzdžiui, Klaipėdoje namai sustatyti grupėmis, tarp kurių palikti dar didesni atstumai. Mažesnis atstumas užfiksuotas tada, kai tarp pastatų yra privažiavimas / akligatvis su nedidele automobilių stovėjimo aikšte, o atstumas didesnis, jei yra numatyta papildoma infrastruktūra, pavyzdžiui, pėsčiųjų takas ar žaliasis plotas. Atstumai tarp pastatų patikslinti atlikus kontrolinius matavimus vietoje Vilniuje. Esminių nukrypimų nebuvo užfiksuota, todėl interneto žemėlapių svetainių duomenys darbe laikomi patikimais. Pastatų aukštis dėl buvusių vienodų sąjunginių statybos standartų visur priimtas vienodas – 15 metrų, natūroje skiriasi tik cokolinės pastatų dalys, kurios neturi esminės įtakos darbo rezultatams.

Perplanuojant užstatymą, siūloma 60 butų penkiaaukščio namo vieną aukštą nurinkti visiškai, o kito pusę, t. y. demontuoti 18 butų. Ketvirtą aukštą nuardant ne ištisai, o su tarpais, atsirastų galimybė šio aukšto gyventojams pasiūlyti terasas, kurios atsirastų tarp blokų / butų. Daugiabučio šildomas plotas apie 2710 m², todėl statistinis butas kartu su pagalbiniu šildomu plotu (laiptine) užima apie 45 m², o 18 butų – 810 m². Jau buvo minėta, kad Statistikos departamento duomenimis Lietuvos būstai ES kontekste maži, todėl, perplanuojant rajoną, butų logiška ne tik pasiūlyti pastatus su geresniais techniniais parametrais, bet ir padidinti gyventojų komforto lygį, numatyti plotą komercinei veiklai, bendro naudojimo patalpoms. Kitaip sakant, butų tikslinga orientuoti ne į tokį patį plotą, kuris būtų nuardomas, bet į didesnę. Čia verta prisiminti, kad jau prieš daugiau kaip 20 metų atliktų urbanistinių sociologinių tyrimų metu (Vanagas 1992), gyventojai nurodė, kad butuose trūksta erdvės: didesnės virtuvės, kambaritės (sandėliuko), bendro naudojimo patalpų. Darbe siūloma naujų butų plotą padidinti penktadaliu iki 55 m² (kartu su laiptine) ir naujame name suprojektuoti 10 % daugiau butų, t. y. iš viso 20 butų, iš kurių 18 butų skirta kompensavimui ir 2 naujakuriams.

3.11 pav. Miestų rajonų schemas
Fig. 3.11. Schemes of urban districts

Analizės metu užfiksuota, kad atstumas tarp pastatų varijuoja ir tarp pastatų grupių yra didelių tuščių plotų, tačiau darbe laikomasi pozicijos išlaikyti užstatymo charakterį, t. y. manoma, kad nauji pastatai turėtų būti statomi (įterpiami) tarp esamų. Sprendimas sunkiau įgyvendinamas architektūriniu požiūriu, tačiau tokiu būdu išlaikoma jau suformuota (ir žmonių priimta) rajono kompozicija. Tarp pastatų vyraujantis tipinis atstumas – 34–40 m, todėl naujasis namas turėtų būti panašaus pločio kaip esami daugiabučiai, t. y. 12–13 m. Tarp pastatų likęs tarpas 11–14 m būtų artimas pertvarkomų daugiabučių aukščiui (4 aukštai, iš viso apie 12–13 m), todėl būtų užtikrinti higieniniai insoliacijos reikalavimai (STR 2.02.01:2004) ir išlaikomas reglamentuotas priešgaisrinis atstumas (Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai) (3.12 ir 3.13 pav.). Planuojant statyti sąlyginai siaurus namus, tikslinga pastato funkcinę programą išdėstyti per tris aukštus: pirmame aukšte būtų suplanuoti komercinės ir inžinerinės (dviračių ir automobilių saugyklos) paskirties plotai, o antras ir trečias aukštai būtų skirti butams. Kiekvieno aukšto plotas – apie 550 m², iš viso – apie 1650 m². Papildomas tokio sprendimo privalumas – rajono aukštingumo nepadidinimas, nes dažniausiai, statant naujus pastatus, pridedami 1–3 aukštai, ir toks sprendimas rajono senbuviams, susigyvenusiems su užstatymo charakteriu, nebūna priimtinas.

3.12 pav. Principinis pjūvis po dalinio perplanavimo

Fig. 3.12. Principal section after partial replanning

Remiantis STR 2.06.01:1999 „Miestų miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“, naujiems butams būtų reikalinga 20 automobilių stovėjimo vietų, todėl, automobilius statant statmenai važiavimo ašiai, reikės 400 m² ploto.

3.13 pav. Miestų rajonų schemas po dalinio perplanavimo
Fig. 3.13. Schemes of urban districts after partial replanning

Pirmo aukšto plotas – 550 m², todėl likusi erdvė (150 m²) galėtų būti skirta smulkiai komercijai, namo bendro naudojimo patalpoms ir / arba dviračių saugykloms. Esant tinkamai teisinei bazei, galima svarstyti automobilių stovėjimo vietų skaičiaus didinimą ir vietas skirti gretimų namų gyventojams.

Skaičiuojant atliktų pertvarkymų galutinę emisiją, ji būtų sudaryta iš: senos statybos 42 butų daugiabučio, naujo 20 butų pastato ir papildomo šildomo ploto naujo pastato pirmame aukšte. Ši emisija būtų suminė, tačiau neobjektyviai parodytų galimus sutaupymus, nes įtrauktų 2 papildomus butus naujakuriams ir pirmo aukšto (komercinį) plotą. Atmetus šiuos dydžius iš suminės emisijos, būtų nustatyta reikalinga (lyginamoji) emisija.

Planavimo praktikoje nėra įprasta skaičiuoti statistiniais daugiabučiais, todėl emisiją tikslinga sieti su butų ir / arba gyventojų skaičiumi (1.1. lentelė, 1.4 parametras). Remiantis statistiniais duomenimis (LSD 2011b), bute gyvena vidutiniškai 2,2 gyventojų, tokiu atveju, atitinkamai pakeitus (3.5) formulę, gaunama teorinė vieno žmogaus, gyvenančio senos statybos daugiabutyje, emisija – 644 kg CO₂ ekvivalento ((3.6) formulė). Po pertvarkymo 42 butų name gyventų 92,4 žmogaus ir tai atitiktų 59518 kg CO₂ ekvivalento per metus:

$$E_2 = \frac{E_1}{2,2f}, \quad (3.6)$$

čia E_2 – emisija, išreikšta kg CO₂ ekvivalento per metus (šildymo sezoną), f – butų skaičius name.

Naujas daugiabutis pagal suvartojamą šilumos kiekį priskiriamas II kategorijai: vidutinis šilumos suvartojimas šildymui siekia apie 15 kWh/m² per mėnesį (LSTA 2012). Pakeitus S , λ ir f reikšmes (3.5) ir (3.6) formulėse, gauta naujo daugiabučio vieno gyventojų suminė emisija – 535 kg CO₂ ekvivalento, o lyginamoji emisija (skaičiuojant 18 butų ir atmetus plotą pirmame aukšte) mažesnė – 471 kg CO₂ ekvivalento. Atitinkamai viso projektuojamo daugiabučio suminė emisija būtų 23531 kg CO₂ ekvivalento ir lyginamoji emisija – 18637 kg CO₂ ekvivalento.

Po atliktų pertvarkymų galutinė emisija būtų: 1) 83049 kg CO₂ ekvivalento (suminė emisija) arba 2) 78155 kg CO₂ ekvivalento (lyginamoji emisija). Suminė emisija yra beveik tokia pati kaip ir seno daugiabučio (mažesnė 2 %), todėl pirmas išpūdis, jog pokyčiai nėra efektyvūs, gali būti apgaulingas. Visų pirma, emisija skaičiuota atmetant „biudžeto“ sampratą, ir tai yra realus emisijos mažėjimas. Suminė emisija apima ne tik didesnę komfortą, bet ir papildomus butus, tačiau vis tiek yra mažesnė už buvusią iki pertvarkymų (85026 kg CO₂ ekvivalento). Lyginamoji emisija rodo tikslesnį pokytį, kuris yra dar didesnis ir siekia 8 %. Vadinas, vien tik daugiabučių perplanavimo priemonė leistų pasiekti nustatytą pirmą tikslą (2.5 pav.). Atsižvelgiant į ES svarstomą 30 % scenarijų, minėti 8 % galėtų ženkliai prisidėti prie priemonių, reikalingų miestų

bendruosiuose planuose mažinant emisijas nuo 20 % iki 30 %. Vertinant rezultatus, reikia atsižvelgti į faktą, kad sprendimo netiesioginė įtaka tiek miesto, tiek nacionaliniu lygiu būtų smarkiai didesnė: stabdoma miestų teritorinė plėtra, išnaudojamos jau apgyvendintos teritorijos, esama inžinerinė ir susisiekimo infrastruktūros, gerinamos esamos gyvenimo sąlygos. Suplanuoti 2 butai naujakuriams leistų atsisakyti (ar bent pasiūlyti alternatyvą) dviejų gyvenamųjų namų priemiesčiuose nuo kiekvieno 60 butų daugiabučio, t. y. pastebimai sumažinti emisiją, generuojamą kasdienių kelionių ir didesnio šildomo ploto individualiuose namuose. Be to, būtina atsižvelgti į socialinį aspektą – vertinant iš gyventojų, kurie sutiktų persikelti, perspektyvos, nauji namai būtų komfortiškesni, butai – erdvesni, o skaičiuojamosios šildymo energijos sąnaudos būtų mažesnės beveik 30 %, todėl atitinkamai mažėtų buto išlaikymo kaina. Gyventojai, kurie liktų gyventi senos statybos daugiabutyje, tiesiogiai nei išloštų, nei praloštų, tačiau netiesioginiai pokyčiai turėtų būti vertinami teigiamai: namo aukštingumo sumažėjimas, mažesnis kaimynų skaičius laiptinėje, o gyvenantys ketvirtame aukšte, priklausomai nuo architektūrinio sprendimo, galėtų naudotis terasomis. Galų gale gyventojai planuojant būtų vertinami ne tik ekonominiu aspektu, bet iš tikrųjų jiems būtų pasiūlytos gyvenimo sąlygos artimesnės ES standartams. Apibendrinti pertvarkymų skaitiniai rezultatai pateikti 3.8 lentelėje.

3.8 lentelė. Pokyčiai, susiję su daliniu perplanavimu

Table 3.8. Changes due to partial replanning

Pastatas	Butų skaičius, vnt.	1 gyventojo emisija, kg CO ₂ ekvivalento	Bendra pastato emisija, kg CO ₂ ekvivalento	Emisijos sumažėjimas lyginant su senos statybos daugiabučiu, %	
Senos statybos daugiabutis	60	644	85026	–	
Senos statybos daugiabutis sumažinus butų skaičių	42	644	59518	2*	8**
Naujas daugiabutis	20	535*	23531*		
		471**	18637**		

Pastabos: * suminė emisija, ** lyginamoji emisija

3.3. Energetikos sektoriaus pertvarkymų poveikio išorinei miesto ekologijai daugiakriteris vertinimas

3.2 poskyryje pristatytas siūlymas, kaip energetikos sektorių integruoti į miestų planavimo praktiką. Siūlomuose skaičiavimų modeliuose naudojami miestų planavimui aktualūs parametrai, kurie matuojami įvairiais vienetais ir kurių siektinosios vertės dažnai yra priešingos, pavyzdžiui, augantis rajono gyventojų skaičius yra teigiamas reiškinys, tačiau, didinant pastatais užstatomą plotą, mažinamas rajone esančių želdynų plotas. Palyginti disertacijoje analizuotas miestų rajonų dalis (Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos), langų keitimo variantus ir nustatyti optimalų variantą, 3.3 poskyryje taikomi daugiakriterio vertinimo metodai. Sprendžiami trys uždaviniai: pirmojo tikslas įvertinti Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos rajonų dalių esamą situaciją pagal 1.4 poskyryje atrinktus kiekybinius LR įstatymuose apibrėžtus parametrus (1.1 lentelė), antrojo – tas pačias rajonų dalis įvertinti po siūlomų pertvarkymų ir trečiojo – parinkti optimalų langų keitimo variantą (Staniūnas *et al.* 2013). Nustatant kriterijų siektinąsias vertes (ar vertė turi būti didesnė, ar mažesnė), remiamasi bendrąja planavimo praktika, t. y. vertinama iš miestų planuotojų (specialistų) pozicijos. Uždaviniuose įtraukiamas išorinės miesto ekologijos dėmuo: metinė emisija, susidaranti dėl energetinių (šildymo) poreikių. Skaičiuojant pradinis duomenis, Vilniaus rajono dalis dėl specifinių gamtinių sąlygų (reljefas ir upės slėnis) buvo apribota (sumažinta) nuo upės pusės (3.13 pav.). Minėtas teritorinis „apkarpymas“ leido suvienodinti išeities duomenis, kitu atveju Vilniaus rajono dalis būtų netikslingai ir statistiškai neteisingai išsiskyrusi iš kitų.

3.9 lentelė. Sprendimų priėmimų matrica P1e

Table 3.9. Decision making matrix P1e

Vari- antas	Užstaty- mo aukštis be cokolio, m	Užstatymo intensyvu- mas, %	Užstaty- mo tankumas, %	Gyven- tojų skaičius, vnt.	Želdy- nų plotas, m ²	Metinė emisija, t CO ₂ ekvivalento
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
OK*	min	max	max	max	max	min
q_j	0,167	0,166	0,167	0,166	0,167	0,167
A_{e-vno}	15,400	61	15	8296	51912	5343
A_{e-kun}	16,200	54	11	7806	105648	5027
A_{e-klp}	12,000	50	13	5291	79319	3407

Pastaba: OK* – optimizavimo kryptis

Esama rajonų dalių būklė buvo išreikšta diskretiniais dydžiais ir sudaryta pradinė sprendimų priėmimų matrica P_{1e} , skirta pirmojo uždavinio sprendimui (3.9 lentelė). Eilutės – A_{e-vno} , A_{e-kun} ir A_{e-klp} – žymi analizuojamus variantus: Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos miestų rajonų dalis. Stulpeliai skirti rodikliams (x), iš kurių x_1 – x_5 atrinkti iš 1.1 lentelės, o x_6 skirtas išorinei miesto ekologijai vertinti. Rodikliai sudaryti remiantis LR planavimo įstatymais, įstatymuose svarba (prioritetas) neapibrėžti, todėl visiems rodikliams suteikiamas vienodas reikšmingumas (q_j). Uždavinyje nagrinėjami 3 variantai (m), kurie aprašomi 6 rodikliais (n).

3.10 lentelė. Sprendimų priėmimų matrica P_{1p}

Table 3.10. Decision making matrix P_{1p}

Vari- antas	Atstumas tarp esamų ir naujų pastatų, m	Užstaty- mo intensy- vumas, %	Užstaty- mo tanku- mas, %	Gyventojų skaičius senuose pastatuose, vnt.	Gyventojų skaičius naujuose pastatuose, vnt.	Metinė emisija, t CO ₂ ekviva- lento
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
OK*	max	max	max	min	max	min
q_j	0,167	0,166	0,167	0,166	0,167	0,167
A_{p-vno} [w;b]	[11;13]	[60; 68]	[17; 21]	[4942; 6178]	[1390; 1737]	[3837; 4797]
A_{p-kun} [w;b]	[12;14]	[54; 62]	[16; 20]	[5888; 7360]	[1758; 2197]	[4620; 5775]
A_{p-klp} [w;b]	[11;20]	[49; 57]	[16; 20]	[3876; 4845]	[1232; 1540]	[3076; 3845]

Pastaba: OK* – optimizavimo kryptis

Po siūlomų pertvarkymų rajonai vertinami iš esmės pagal tuos pačius parametrus, išskyrus užstatymo aukštį ir želdynų plotą. Aukštis atmetamas, nes po pertvarkymų visų rajonų aukštingumas sumažės, viena iš pertvarkymo idėjų yra rajonų aukštingumo mažinimas (3.12 pav.). Želdynų plotas atmetamas, nes po pertvarkymų jis paliekamas toks pats, pertvarkymai orientuoti į naują statybą, ją įterpiančią tarp esamų statinių, o ne mažinant želdynų skaičių. Aukščio parametras keičiamas atstumo tarp esamų ir projektuojamų pastatų rodikliu, o želdynų rodiklis – gyventojų, apsigyvensiančių naujuose pastatuose, skaičiumi. Bendrabučiuose ar bendrabučio tipo pastatuose gyvenantys žmonės į skaičiavimus neįtraukiami, nes šis pastatų tipas būdingas tarybiniam laikotarpiui

ir nebeatitinkantis šių laikų gyvenimo kokybės standartų ir normų, be to, šio tipo būstams būdingos socialinės problemos. Galutinių pertvarkymo rezultatų negalima išreikšti konkrečias skaitines reikšmes turinčiais rodikliais, todėl naudojami pilkieji skaičiai, kurie sudaro pradinę sprendimų priėmimų matricą P_{lp} (3.10 lentelė) antrajam uždaviniui. A_{p-vno} , A_{p-kun} ir A_{p-klp} žymi analizuojamų miestų – atitinkamai Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos – rajonų dalis po siūlomo perplanavimo.

Trečiojo uždavinio pradinę sprendimų priėmimų matricą, kaip ir pirmojo uždavinio atveju, sudaro diskretiniai dydžiai, pradinę sprendimų priėmimų matrica P_{lpvc} pateikta 3.11 lentelėje. Uždavinyje nagrinėjami 5 variantai (m), kurie aprašomi 5 rodikliais (n).

3.11 lentelė. Sprendimų priėmimų matrica P_{lpvc}

Table 3.11. Decision making matrix P_{lpvc}

Variantas	Šilumos perdavimo koeficientas, W/m^2K	Kaina, LTl/m^2	Metinės energijos sąnaudos, kW/m^2	Metiniai šilumos nuostoliai, kWh	Metinė emisija, $kg CO_2$ ekvivalento
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
OK*	min	min	Min	min	min
q_j	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
A_{esamas}	2,500	80	56,560	153278	38473
A_1	1,000	320	22,630	61327	15393
A_2	0,700	377	15,840	42926	10774
A_3	0,600	403	13,580	36802	9237
A_4	0,500	429	11,310	30650	7693
Σ	5,300	1609	119,920	324983	81570
opt	0,500	80	11,310	30650	7693

Pastabos: A_{esamas} – A_4 atitinka „Esamas“, „1“, „2“, „3“ ir „4“ variantus iš 3.1 lentelės. opt – optimali rodiklio vertė. OK* – optimizavimo kryptis

Pirmojo uždavinio sprendimui parinkti trys plačiai taikomi daugiakriteriniai vertinimo metodai: SAW, TOPSIS ir COPRAS (Chen 2012; Dymova *et al.* 2013; Zavadskas *et al.* 2008; Zavadskas *et al.* 2012).

Pirmas SAW metodo etapas – sprendimo priėmimo matricos P_{le} (3.9 lentelė) normalizavimas, jei pageidaujama didesnė rodiklio reikšmė (max),

normalizavimas atliekamas remiantis (3.7) formule, jei mažesnė (min) – (3.8) formulė:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}}; \quad (3.7)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}}. \quad (3.8)$$

Remiantis (3.7) ir (3.8) formulėmis, sudaryta SAW normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1e (3.12 lentelė).

3.12 lentelė. SAW normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1e

Table 3.12. SAW normalised decision making matrix P1e

Variantas	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A _{e-vno}	0,779	1,000	1,000	1,000	0,491	0,638
A _{e-kun}	0,741	0,885	0,733	0,941	1,000	0,678
A _{e-klp}	1,000	0,820	0,867	0,638	0,751	1,000

Antras SAW metodo etapas – normalizuotos sprendimų priėmimų matricos P1e kiekvieno normalizuoto rodiklio sandauga su rodiklio santykinu reikšmingumu ir sudėjimas su kitais varianto rodikliais (3.13 lentelė). Etapas aprašomas (3.9) formule:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} q_j. \quad (3.9)$$

3.13 lentelė. SAW normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1e

Table 3.13. SAW weighted and normalised decision making matrix P1e

Variantas	$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$	$\bar{\bar{x}}_6$	S_i
A _{e-vno}	0,130	0,166	0,167	0,166	0,082	0,106	0,818
A _{e-kun}	0,124	0,147	0,122	0,156	0,167	0,113	0,829
A _{e-klp}	0,167	0,136	0,145	0,106	0,125	0,167	0,846

Paskutinis SAW metodo etapas – prioritetų eilės sudarymas, remiantis surinktų balų skaičiumi, ir optimalaus (daugiausiai balų gavusio) varianto nustatymas. Gauta tokia prioritetų eilė: A_{e-klp} , A_{e-kun} ir A_{e-vno} , t. y. geriausia esamos būklė yra analizuotoje Klaipėdos rajono dalyje, prastesnė Kauno ir prasčiausia Vilniuje. Skirtumas tarp Kauno ir Vilniaus yra mažesnis nei bet kurio iš šių miestų, juos lyginant su Klaipėda.

TOPSIS metodo esmė – nustatyti, kuris variantas yra arčiausiai idealaus ir toliausiai nuo prasčiausio varianto. Pirmas TOPSIS metodo etapas – sprendimo priėmimo matricos P1e (3.9 lentelė) normalizavimas, kuris atliekamas pagal (3.10) formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}. \quad (3.10)$$

Remiantis (3.10) formule, sudaryta TOPSIS normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1e (3.14 lentelė).

3.14 lentelė. TOPSIS normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1e

Table 3.14. TOPSIS normalised decision making matrix P1e

Variantas	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A_{e-vno}	0,607	0,638	0,661	0,661	0,366	0,661
A_{e-kun}	0,639	0,565	0,485	0,622	0,744	0,621
A_{e-klp}	0,473	0,523	0,573	0,421	0,559	0,421

Antras TOPSIS metodo etapas – normalizuotos svartinės sprendimo priėmimo matricos P1e sudarymas. Šiame etape kiekvienas normalizuotos sprendimų priėmimų matricos (3.14 lentelė) rodiklis dauginamas iš atitinkamo rodiklio reikšmingumo, rezultatai pateikti 3.15 lentelėje.

3.15 lentelė. TOPSIS normalizuota svartinė sprendimų priėmimų matrica P1e

Table 3.15. TOPSIS weighted and normalised decision making matrix P1e

Variantas	$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$	$\bar{\bar{x}}_6$
A_{e-vno}	0,101	0,106	0,110	0,110	0,061	0,110
A_{e-kun}	0,107	0,094	0,081	0,103	0,124	0,104
A_{e-klp}	0,079	0,087	0,096	0,070	0,093	0,070

Trečiame TOPSIS metodo etape pagal 3.15 lentelę sudaromi idealus teigiamas A^+ ((3.11) formulė) ir idealus neigiamas A^- ((3.12) formulė) variantai:

$$A^+ = \left\{ (\max_i \bar{x}_{ij} \mid j \in J), (\min_i \bar{x}_{ij} \mid j \in J'), i = \overline{1, m} \right\} = \left\{ \bar{x}_1^+, \bar{x}_2^+, \dots, \bar{x}_n^+ \right\}; \quad (3.11)$$

$$A^+ = \{0,079; 0,106; 0,110; 0,110; 0,124; 0,070\};$$

$$A^- = \left\{ (\min_i \bar{x}_{ij} \mid j \in J), (\max_i \bar{x}_{ij} \mid j \in J'), i = \overline{1, m} \right\} = \left\{ \bar{x}_1^-, \bar{x}_2^-, \dots, \bar{x}_n^- \right\}; \quad (3.12)$$

$$A^- = \{0,107; 0,087; 0,081; 0,070; 0,061; 0,110\}.$$

Ketvirtas TOPSIS metodo etapas skirtas atstumo iki idealaus (teigiamo ir neigiamo) sprendinio apskaičiuoti. Konkretaus varianto atstumas iki idealaus teigiamo sprendinio skaičiuojamas pagal (3.13) formulę, o atstumas iki idealaus neigiamo – pagal (3.14) formulę, rezultatai pateikti 3.16 lentelėje.

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\bar{x}_{ij} - \bar{x}_j^+ \right)^2}; \quad (3.13)$$

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\bar{x}_{ij} - \bar{x}_j^- \right)^2}. \quad (3.14)$$

3.16 lentelė. Variantų atstumai iki idealaus teigiamo ir idealaus neigiamo sprendinio
Table 3.16. Distance between a particular variant and the best and the worst conditions

Variantas	L_i^+	L_i^-
A _{e-vno}	0,078	0,053
A _{e-kun}	0,054	0,072
A _{e-klp}	0,056	0,060

Penktuoju TOPSIS metodo etapu, remiantis (3.15) formule, apskaičiuojamas santykinis atstumas iki idealaus sprendinio. Variantas, kurio K_i yra arčiausiai vieneto, yra geriausias (3.17 lentelė).

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, \quad 0 \leq K_i \leq 1. \quad (3.15)$$

3.17 lentelė. TOPSIS santykiniai atstumai iki idealaus sprendinio

Table 3.17. TOPSIS similarity to the ideal solution

Variantas	K_i	Variantų prioritetai
A_{e-vno}	0,406	3
A_{e-kun}	0,571	1
A_{e-klp}	0,519	2

Skaičiuojant TOPSIS metodu nustatyta, kad geriausia esama būklė yra analizuotoje Kauno rajono dalyje, prastesnė Klaipėdos ir prasčiausia Vilniuje. Gauti TOPSIS rezultatai patvirtina, kad Vilniuje situacija yra prasčiausia, tačiau dėl Klaipėdos ir Kauno rezultatų SAW ir TOPSIS atsakymai nesutapo, todėl uždavinys sprendžiamas trečiu (COPRAS) metodu.

Pirmas COPRAS metodo etapas – sprendimo priėmimo matricos P_{1e} (3.9 lentelė) normalizavimas įtraukiant reikšmingumus, kuris atliekamas pagal (3.16) formulę:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} q_j}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}. \quad (3.16)$$

Remiantis (3.16) formule, sudaryta COPRAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P_{1e} (3.18 lentelė).

3.18 lentelė. COPRAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P_{1e}

Table 3.18. COPRAS weighted and normalised decision making matrix P_{1e}

Variantas	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A_{e-vno}	0,059	0,061	0,064	0,064	0,037	0,065
A_{e-kun}	0,062	0,054	0,047	0,061	0,074	0,061
A_{e-klp}	0,046	0,050	0,056	0,041	0,056	0,041

Antruoju metodo etapu remiantis, COPRAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P_{1e} (3.18 lentelė), sumuojamos maksimizuojamų ir minimizuojamų rodiklius vertės bei gaunamos variantus apibūdinančios sumos S_{+i} bei S_{-i} (3.19 lentelė).

3.19 lentelė. Maksimizuojamos ir minimizuojamos rodiklių sumos S_{+i} ir S_{-i}

Table 3.19. Maximised and minimised indicators sums S_{+i} and S_{-i}

Variantas	S_{+i}	S_{-i}
A _{e-vno}	0,226	0,124
A _{e-kun}	0,236	0,123
A _{e-klp}	0,203	0,087*

Pastaba: * žymi mažiausią S_{-i} vertę S_{-min}

Trečias COPRAS metodo etapas skirtas variantų prioritetams nustatyti. Prioritetų eiliškumas skaičiuojamas remiantis (3.17) formule, kuomet Q_i didesnis, tuo variantas yra geresnis:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}} \quad (3.17)$$

Remiantis (3.17) formule, $Q_{e-vno} = 0,323$, $Q_{e-kun} = 0,334$ ir $Q_{e-klp} = 0,342$, atitinkamai gaunama tokia prioritetų eilė: A_{e-klp}, A_{e-kun} ir A_{e-vno}, t. y. geriausia esamos būklė yra analizuotoje Klaipėdos rajono dalyje, prastesnė Kauno ir prasciausia Vilniuje.

3.20 lentelė. Galutiniai SAW, TOPSIS ir COPRAS rezultatai (P1e)

Table 3.20. Final SAW, TOPSIS and COPRAS results (P1e)

Variantas	Prioritetai pagal SAW	Prioritetai pagal TOPSIS	Prioritetai pagal COPRAS	Galutiniai variantų prioritetai
A _{e-vno}	3	3	3	3
A _{e-kun}	2	1	2	2
A _{e-klp}	1	2	1	1

Apibendrinti SAW, TOPSIS ir COPRAS skaičiavimų rezultatai pateikti 3.20 lentelėje, iš jos matyti, kad visais atvejais Vilniaus rajono dalies rezultatai yra blogiausi, o Kauno ir Klaipėdos situacija geresnė. Dviem – SAW ir COPRAS – iš trijų metodų gauti identiški rezultatai, todėl priimama, kad šiais metodais nustatyta prioritetų eilė yra korektiška: geriausia situacija, vertinant esamą būklę pagal pirmame uždavinyje nurodytus rodiklius, yra Klaipėdos rajono dalyje. Verta pabrėžti, kad skaičiavimais nustatyti matematiškai

optimalūs variantai, o realiame gyvenime ne mažiau svarbūs yra faktiniai skirtumai, kurie, atsižvelgiant į rezultatus, yra labai nežymūs. Sovietinis planavimas pasižymėjo griežtais normatyvais, kurie buvo akivaizdžiai tiksliai ir vienodai įgyvendinti visuose analizuotuose miestuose. Ar situacija pasikeistų po siūlomo perplanavimo, parodys antrojo uždavinio rezultatai.

Antrojo uždavinio sprendimui naudojami tie patys daugiakriteriai metodai kaip ir pirmojo uždavinio sprendimui, tačiau metodai pritaikyti intervaliniams pilkiesiems duomenims. Pilkųjų sistemų teorija taikoma nuo devinto dešimtmečio (pristatyta Deng 1982 m.) ir nuo to laiko sparčiai išpopuliarėjo dėl išskirtinės galimybės spręsti uždavinius, kai rodikliai nėra galutinai apibrėžti (Kayacan *et al.* 2010; Zavadskas *et al.* 2010a; Yin 2013). Ilgainiui pilkųjų sistemų teorija pradėta taikyti ekonomikos, finansų, technologijos, geologijos, socialiniuose ir pan. moksluose, nors pastebima, kad teorija daugiau dėmesio sulaukė rytų (Australija, Taivanas, Japonija), o ne vakarų valstybėse (Kayacan *et al.* 2010; Yin 2013). Prilyginus spalvoms, pilkoji sistema užima tarpinę padėtį: juodasis dydis reprezentuoja situaciją, kai sistemos parametrai yra visiškai nežinomi, o baltasis priešingai – kai visi procesai yra apibrėžti ir aiškūs, taigi pilkoji sistema turi ir žinomų, ir nežinomų verčių (Kayacan *et al.* 2010; Zavadskas *et al.* 2010a). Antrajam uždaviniui taikomi pilkųjų sistemų metodai yra šie: 1) SAW-G, 2) TOPSIS grey ir 3) COPRAS-G (Zavadskas *et al.* 2008; Zavadskas *et al.* 2010a; Zavadskas *et al.* 2010b).

Pirmas SAW-G metodo etapas – sprendimo priėmimo matricos P1p (3.10 lentelė) normalizavimas, jei pageidaujama didesnė rodiklio reikšmė (max), normalizavimas atliekamas remiantis (3.18) formule, jei mažesnė (min) – (3.19) formule:

$$\bar{w}_{ij} = \frac{w_{ij}}{\max_i b_{ij}}; \bar{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\max_i b_{ij}}; \quad (3.18)$$

$$\bar{w}_{ij} = \frac{\min_i w_{ij}}{w_{ij}}; \bar{b}_{ij} = \frac{\min_i w_{ij}}{b_{ij}}. \quad (3.19)$$

Remiantis (3.18) ir (3.19) formulėmis, sudaryta SAW-G normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1p (3.21 lentelė).

3.21 lentelė. SAW-G normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1p**Table 3.21.** SAW-G normalised decision making matrix P1p

Variantas		$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A _{p-vno}	$\bar{w}$	0,550	0,882	0,810	0,784	0,633	0,802
	$\bar{b}$	0,650	1,000	1,000	0,627	0,791	0,641
A _{p-kun}	$\bar{w}$	0,600	0,794	0,762	0,658	0,800	0,666
	$\bar{b}$	0,700	0,912	0,952	0,527	1,000	0,533
A _{p-klp}	$\bar{w}$	0,550	0,721	0,762	1,000	0,561	1,000
	$\bar{b}$	1,000	0,838	0,952	0,800	0,701	0,800

Antras SAW-G metodo etapas – normalizuotos sprendimų priėmimų matricos P1p kiekvieno varianto sandauga su reikšmingumu (3.22 lentelė) ir variantų balų sumų skaičiavimas. Balų sumos skaičiuojamos pagal (3.20) formulę:

$$L_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n \frac{\bar{w}_{ij} + \bar{b}_{ij}}{2}. \quad (3.20)$$

3.22 lentelė. SAW-G normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1p**Table 3.22.** SAW-G weighted and normalised decision making matrix P1p

Variantas		$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$	$\bar{\bar{x}}_6$	L_i
A _{p-vno}	$\bar{\bar{w}}$	0,092	0,146	0,135	0,130	0,106	0,134	0,255
	$\bar{\bar{b}}$	0,109	0,166	0,167	0,104	0,132	0,107	
A _{p-kun}	$\bar{\bar{w}}$	0,100	0,132	0,127	0,109	0,134	0,111	0,247
	$\bar{\bar{b}}$	0,117	0,151	0,159	0,087	0,167	0,089	
A _{p-klp}	$\bar{\bar{w}}$	0,092	0,120	0,127	0,166	0,094	0,167	0,269
	$\bar{\bar{b}}$	0,167	0,139	0,159	0,133	0,117	0,134	

Paskutinis SAW-G metodo etapas – prioritetų eilės sudarymas, remiantis surinktų balų skaičiumi ir optimalaus (daugiausiai balų gavusio) varianto

nustatymas. Gauta tokia prioritetų eilė: A_{p-klp} , A_{p-vno} ir A_{p-kun} , t. y. geriausia būklė po perplanavimo būtų analizuotoje Klaipėdos rajono dalyje, prastesnė Vilniuje ir prasčiausia Kaune. Lyginant su esama padėtimi ir SAW prioritetais (3.20 lentelė), matyti, kad perplanavimas daugiausiai naudotų atneštų Vilniui: būtų pakilta iš paskutinės vietos.

Pirmas TOPSIS grey metodo etapas – sprendimo priėmimo matricos P1p (3.10 lentelė) normalizavimas, jei pageidaujama didesnė rodiklio reikšmė (max), normalizavimas atliekamas remiantis (3.21) formule, jei mažesnė (min) – (3.22) formule. Normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1p pateikta 3.23 lentelėje.

3.23 lentelė. TOPSIS grey normalizuota sprendimų priėmimų matrica P1p

Table 3.23. TOPSIS grey normalised decision making matrix P1p

Variantas		$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A_{p-vno}	$\bar{w}$	0,550	0,882	0,810	0,406	0,633	0,441
	$\bar{b}$	0,650	1,000	1,000	0,725	0,791	0,753
A_{p-kun}	$\bar{w}$	0,600	0,794	0,762	0,101	0,800	0,123
	$\bar{b}$	0,700	0,912	0,952	0,481	1,000	0,498
A_{p-klp}	$\bar{w}$	0,550	0,721	0,762	0,750	0,561	0,750
	$\bar{b}$	1,000	0,838	0,952	1,000	0,701	1,000

$$\bar{w}_{ij} = \frac{w_{ij}}{\max_i b_{ij}}; \bar{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\max_i b_{ij}}; \quad (3.21)$$

$$\bar{w}_{ij} = \frac{-b_{ij}}{\min_i w_{ij}} + 2; \bar{b}_{ij} = \frac{-w_{ij}}{\min_i w_{ij}} + 2. \quad (3.22)$$

Antras TOPSIS grey metodo etapas – normalizuotos svartinės sprendimo priėmimo matricos P1p sudarymas. Šiame etape kiekviena normalizuoto sprendimų priėmimų matricos (3.23 lentelė) rodiklio reikšmė dauginama iš atitinkamo rodiklio reikšmingumo, rezultatai pateikti 3.24 lentelėje.

3.24 lentelė. TOPSIS grey normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1p
Table 3.24. TOPSIS grey weighted and normalised decision making matrix P1p

Variantas		$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A _{p-vno}	$\bar{w}$	0,092	0,146	0,135	0,067	0,106	0,074
	$\bar{b}$	0,109	0,166	0,167	0,120	0,132	0,126
A _{p-kun}	$\bar{w}$	0,100	0,132	0,127	0,017	0,134	0,020
	$\bar{b}$	0,117	0,151	0,159	0,080	0,167	0,083
A _{p-klp}	$\bar{w}$	0,092	0,120	0,127	0,125	0,094	0,125
	$\bar{b}$	0,167	0,139	0,159	0,166	0,117	0,167

Trečiame TOPSIS grey metodo etape pagal 3.24 lentelės duomenis sudaromi idealūs teigiami A^+ ((3.23) formulė) ir idealūs neigiami A^- ((3.24) formulė) variantai:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i \bar{b}_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i \bar{w}_{ij} \mid j \in J' \right), i \in n \right\} = \left\{ \bar{x}_1^+, \bar{x}_2^+, \dots, \bar{x}_n^+ \right\}; \quad (3.23)$$

$$A^{w+} = \{0,100; 0,146; 0,135; 0,125; 0,134; 0,125\};$$

$$A^{b+} = \{0,109; 0,139; 0,159; 0,080; 0,117; 0,083\};$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i \bar{w}_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i \bar{b}_{ij} \mid j \in J' \right), i \in n \right\} = \left\{ \bar{x}_1^-, \bar{x}_2^-, \dots, \bar{x}_n^- \right\}; \quad (3.24)$$

$$A^{w-} = \{0,092; 0,120; 0,127; 0,017; 0,094; 0,020\};$$

$$A^{b-} = \{0,167; 0,166; 0,167; 0,166; 0,167; 0,167\}.$$

Ketvirtas TOPSIS grey metodo etapas skirtas atstumo iki idealaus (teigiamo ir neigiamo) sprendinio apskaičiuoti. Konkretaus varianto atstumas iki idealaus teigiamo sprendinio skaičiuojamas pagal (3.25) formulę, o atstumas iki idealaus neigiamo – pagal (3.26) formulę, rezultatai pateikti 3.25 lentelėje.

$$L_i^+ = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n q_j \left[\left| \bar{x}_j^+ - \bar{w}_{ij} \right|^2 + \left| \bar{x}_j^+ - \bar{b}_{ij} \right|^2 \right]}; \quad (3.25)$$

$$L_i^- = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n q_j \left[\left| \bar{x}_j^- - \bar{w}_{ij} \right|^2 + \left| \bar{x}_j^- - \bar{b}_{ij} \right|^2 \right]}. \quad (3.26)$$

3.25 lentelė. TOPSIS grey variantų atstumai iki idealaus teigiamo ir idealaus neigiamo sprendinio

Table 3.25. TOPSIS grey distance between a particular variant and the best and the worst conditions

Variantas	L_i^+	L_i^-
A_{p-vno}	0,075	0,086
A_{p-kun}	0,113	0,098
A_{p-klp}	0,101	0,114

Penktuoju TOPSIS grey metodo etapu, remiantis (3.27) formule, apskaičiuojamas santykinis atstumas iki idealaus sprendinio. Variantas, kurio K_i yra arčiausiai vieneto, yra geriausias (3.26 lentelė).

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, \quad 0 \leq K_i \leq 1. \quad (3.27)$$

3.26 lentelė. TOPSIS grey santykiniai atstumai iki idealaus sprendinio

Table 3.26. TOPSIS grey similarity to the best solution

Variantas	K_i	Variantų prioritetai
A_{p-vno}	0,534	1
A_{p-kun}	0,463	3
A_{p-klp}	0,530	2

Skaičiuojant TOPSIS grey metodu nustatyta, kad geriausia būklė po perplanavimo būtų analizuotoje Vilniaus rajono dalyje, prastesnė Klaipėdoje ir prasčiausia Kaune. Lyginant su esama padėtimi ir TOPSIS rangais (3.20 lentelė), matyti, kad perplanavimas daugiausiai naudos atneštų Vilniui: iš paskutinės vietos būtų pakilta į pirmąją, o Kaunas ir Klaipėda kristų viena pozicija.

Pirmas COPRAS-G metodo etapas – sprendimo priėmimo matricos P_{lp} (3.10 lentelė) normalizavimas, kuris atliekamas pagal (3.28) ir (3.29) formules:

$$\bar{w}_{ij} = \frac{2w_{ij}}{\sum_{i=1}^m w_{ij} + \sum_{i=1}^m b_{ij}}; \quad (3.28)$$

$$\bar{b}_{ij} = \frac{2b_{ij}}{\sum_{i=1}^m w_{ij} + \sum_{i=1}^m b_{ij}}. \quad (3.29)$$

Remiantis (3.28) ir (3.29) formulėmis ir įvertinus reikšmingumus, sudaryta COPRAS-G normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1p (3.27 lentelė).

3.27 lentelė. COPRAS-G normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1p
Table 3.27. COPRAS-G weighted and normalised decision making matrix P1p

Variantas		$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$	$\bar{x}_6$
A _{p-vno}	$\bar{w}$	0,045	0,057	0,052	0,050	0,047	0,049
	$\bar{b}$	0,054	0,065	0,064	0,062	0,059	0,062
A _{p-kun}	$\bar{w}$	0,049	0,051	0,049	0,059	0,060	0,059
	$\bar{b}$	0,058	0,059	0,061	0,074	0,074	0,074
A _{p-klp}	$\bar{w}$	0,045	0,046	0,049	0,039	0,042	0,040
	$\bar{b}$	0,082	0,054	0,061	0,049	0,052	0,049

Antruoju metodo etapu iš COPRAS-G normalizuotos sprendimų priėmimų matricos P1p (3.27 lentelė) išrenkamos kiekvieno varianto rodiklių minimizuojamos ir maksimizuojamos vertės, kurios atitinkamai sumuojamos remiantis (3.30) ir (3.31) formulėmis. Gaunama S_{+i} (kai siekiamos didžiausios vertės) bei S_{-i} (kai siekiamos mažiausios vertės), rezultatai pateikti 3.28 lentelėje.

$$S_{+i} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (\bar{w}_{ij} + \bar{b}_{ij}); \quad (3.30)$$

$$S_{-i} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (\bar{w}_{ij} - \bar{b}_{ij}). \quad (3.31)$$

3.28 lentelė. COPRAS-G maksimizuojamos ir minimizuojamos rodiklių sumos S_{+i} ir S_{-i}
Table 3.28. COPRAS-G maximised and minimised indicators sums S_{+i} and S_{-i}

Variantas	S_{+i}	S_{-i}
A_{p-vno}	0,221	0,111
A_{p-kun}	0,230	0,133
A_{p-klp}	0,216	0,088

Trečias COPRAS-G metodo etapas skirtas variantų prioritetų nustatymui. Prioritetų eiliškumas skaičiuojamas remiantis (3.32) formule, kuo Q_i didesnis tuo variantas yra geresnis:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{-i}}} . \quad (3.32)$$

Remiantis (3.32) formule, $Q_{p-vno} = 0,328$, $Q_{p-kun} = 0,320$ ir $Q_{p-klp} = 0,351$, atitinkamai gaunama tokia prioritetų eilė: A_{p-klp} , A_{p-vno} ir A_{p-kun} , t. y. geriausia būklė po perplanavimo būtų analizuotoje Klaipėdos rajono dalyje, prastesnė Vilniaus ir prasčiausia Kaune.

3.29 lentelė. Galutiniai SAW-G, TOPSIS grey ir COPRAS-G rezultatai (P1p)
Table 3.29. Final SAW-G, TOPSIS grey and COPRAS-G results (P1p)

Variantas	Prioritetai pagal SAW-G	Prioritetai pagal TOPSIS grey	Prioritetai pagal COPRAS-G	Galutiniai variantų prioritetai
A_{e-vno}	2	1	2	2
A_{e-kun}	3	3	3	3
A_{e-klp}	1	2	1	1

Apibendrinti SAW-G, TOPSIS grey ir COPRAS-G skaičiavimų rezultatai pateikti 3.29 lentelėje, iš jos matyti, kad po perplanavimo visais atvejais Kauno rajono dalies rezultatai būtų blogiausi, o Klaipėdoje ir Vilniuje situacija geresnė. Dviem – SAW-G ir COPRAS-G – iš trijų metodų gauti identiški rezultatai, todėl priimama, kad šiais metodais nustatyta prioritetų eilė yra korektiška: geriausia situacija, vertinant perplanavimo poveikį pagal antrame uždavinyje nurodytus rodiklius, būtų Klaipėdos rajono dalyje.

Trečiasis uždavinys sprendžiamas trimis metodais: COPRAS, TOPSIS ir WASPAS (Staniūnas *et al.* 2013). COPRAS ir TOPSIS sprendimų etapai ir formulės aprašyti kartu su pirmo uždavinio sprendimu, todėl toliau pateikiami tik apibendrinti COPRAS ir TOPSIS etapų rezultatai. WASPAS metodas (Zavadskas *et al.* 2012) aprašomas detaliau.

Pirmas WASPAS sprendimo etapas – sprendimo priėmimo matricos P1pvc (3.11 lentelė) normalizavimas. Kadangi visų kriterijų geriausios vertės yra mažiausios normalizavimas atliekamas pagal (3.8) formulę.

Antras WASPAS sprendimo etapas – normalizuotos svertinės sprendimo priėmimo matricos P1e sudarymas. Šiame etape remiamasi (3.33) ir (3.34) formulėmis, iš kurių (3.33) skirta sumų skaičiavimui, o (3.34) sandaugų:

$$\bar{\bar{x}}_{ij, sum} = \bar{x}_{ij} q_j; \quad (3.33)$$

$$\bar{\bar{x}}_{ij, mult} = \bar{x}_{ij}^{q_j}. \quad (3.34)$$

Paskutinis WASPAS metodo etapas skirtas variantų prioritetams nustatyti, prioritetų eiliškumas skaičiuojamas remiantis (3.35) formule:

$$WSP_i = 0,5 \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} + 0,5 \prod_{j=1}^n \bar{x}_{ij}. \quad (3.35)$$

COPRAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1pvc pateikta 3.30 lentelėje, TOPSIS – 3.31 lentelėje ir WASPAS – 3.32 ir 3.33 lentelėse. 3.31 lentelėje papildomai nurodyti TOPSIS metodo idealus teigiamas A^+ ir idealus neigiamas A^- variantai.

3.30 lentelė. COPRAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1pvc
Table 3.30. COPRAS weighted and normalised decision making matrix P1pvc

Variantas	$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$
A_{esamas}	0,094	0,010	0,094	0,094	0,094
A_1	0,038	0,040	0,038	0,038	0,038
A_2	0,026	0,047	0,026	0,026	0,026
A_3	0,023	0,050	0,023	0,023	0,023
A_4	0,019	0,053	0,019	0,019	0,019

3.31 lentelė. TOPSIS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1pvc**Table 3.31.** TOPSIS weighted and normalised decision making matrix P1pvc

Variantas	$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$
A _{esamas}	0,173	0,021	0,173	0,173	0,173
A ₁	0,069	0,083	0,070	0,070	0,070
A ₂	0,048	0,098	0,049	0,049	0,049
A ₃	0,042	0,104	0,042	0,042	0,042
A ₄	0,035	0,111	0,035	0,035	0,035
A ⁺	0,035	0,021	0,035	0,035	0,035
A ⁻	0,173	0,111	0,173	0,173	0,173

3.32 lentelė. WASPAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1pvc (suma)**Table 3.32.** WASPAS weighted and normalised decision making matrix P1pvc (sum)

Variantas	$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$
A _{esamas}	0,400	0,200	0,400	0,400	0,400
A ₁	0,100	0,050	0,100	0,100	0,100
A ₂	0,143	0,042	0,143	0,143	0,143
A ₃	0,167	0,040	0,167	0,167	0,167
A ₄	0,200	0,037	0,200	0,200	0,200

3.33 lentelė. WASPAS normalizuota svertinė sprendimų priėmimų matrica P1pvc (sandauga)**Table 3.33.** WASPAS weighted and normalised decision making matrix P1pvc (multiplication)

Variantas	$\bar{\bar{x}}_1$	$\bar{\bar{x}}_2$	$\bar{\bar{x}}_3$	$\bar{\bar{x}}_4$	$\bar{\bar{x}}_5$
A _{esamas}	0,725	1,000	0,725	0,725	0,725
A ₁	0,871	0,758	0,871	0,871	0,871
A ₂	0,935	0,733	0,935	0,935	0,935
A ₃	0,964	0,724	0,964	0,964	0,964
A ₄	1,000	0,715	1,000	1,000	1,000

Apibendrinti COPRAS, TOPSIS ir WASPAS skaičiavimų rezultatai pateikti 3.34 lentelėje. Iš jos matyti, kad gauta vienoda prioritetų eilė, išskyrus nedidelį nesutapimą TOPSIS metodu, kai nežymiai skiriasi 3 ir 4 varianto prioritetai. Skaičiavimai rodo, kad A_4 variantas (92 mm storio PVC rėmas su 52 mm dviejų kamerų stiklo paketu su trimis selektyviniais stiklais), vertinant pagal P1pvc matricos rodiklius (3.11 lentelė), yra optimalus.

3.34 lentelė. Galutiniai TOPSIS, COPRAS ir WASPAS rezultatai (P1pvc)

Table 3.34. Final TOPSIS, COPRAS and WASPAS results (P1pvc)

Variantas	COPRAS		TOPSIS		WASPAS	
	Q_i	Prioritetas	K_i	Prioritetas	WSP_i	Prioritetas
A_{esamas}	0,088	5	0,246	5	0,318	5
A_1	0,179	4	0,693	4	0,443	4
A_2	0,224	3	0,753	3	0,587	3
A_3	0,243	2	0,756	1	0,666	2
A_4	0,265	1	0,754	2	0,776	1

3.14 pav. Prioritetai prieš ir po perplanavimo

Fig. 3.14. Preferences before and after partial replanning

Daugiakriteris esamos būklės ir siūlomų pertvarkymų vertinimas rodo, kad esama būklė geriausia yra tirtame Klaipėdos rajone, o prasčiausia – Vilniaus, tačiau darbe siūlomi pertvarkymai esamą būklę gali pakeisti (3.14 pav.). Klaipėdos rajonas abiem atvejais užima pirmąją vietą dėl gana paprastų priežasčių: mažiausio gyventojų skaičiaus, didelio želdynų ploto ir didžiausio atstumo tarp pastatų. Kauno ir Vilniaus rajonų rodiklių reikšmės skiriasi mažiau,

tačiau Kauno rajone, skirtingai nuo Vilniaus, dalis pastatų yra devyniaaukščiai, kurie neperplanuojami pagal siūlomą modelį, o Vilniuje senuose pastatuose lieka daug mažiau gyventojų, be to, Vilniaus užstatymo intensyvumo, tankumo ir metinės emisijos rodikliai yra geresni. Skirtumai nėra esminiai, tačiau bendra suma nulėmė Vilniaus rajono pakilimą.

3.4. Trečiojo skyriaus išvados

1. Reguluojant emisijas, susidarancias komunalinių atliekų sektoriuje, yra įmanomas visiškas ekologinės žalos (emisijos) kompensavimas, bendruosiuose planuose rezervuojant teritorijas želdynams.
2. Apskaičiuota statistinio gyventojo emisija, susidaranti dėl komunalinių atliekų bendrojo plano sprendinių galiojimo metu, yra apie 20 tonų CO₂ ekvivalento ir šiai emisijai kompensuoti reikalingas 200 m² želdynų plotas. Didesnių miestų atveju siūloma kompensavimo plotą skirti už miesto administracinių ribų, bendradarbiaujant savivaldybėms ir apskaitą reguliuojant nacionaliniu lygmeniu.
3. Sprendžiant energetinį emisijų klausimą, nustatyta, kad Lietuvoje svarbiausia problema – esamas (sovietinis) gyvenamasis fondas. Atsižvelgiant į depopuliaciją ir migraciją, didžiausią emisiją, susidarantią dėl šildymo poreikių, ir vėliau generuos seni daugiabučiai gyvenamieji pastatai, pastatyti nuo 1961 m. iki 1991 m.
4. Skyriuje analizuotos dvi priemonės. Pirmoji priemonė – langų ir durų keitimas esamuose daugiabučiuose – emisiją leidžia sumažinti nuo 27 % iki 36 %. Antroji priemonė – esamų gyvenamųjų rajonų dalinis perplanavimas – tiesiogiai emisiją sumažintų dar 8 % ir kartu su pirmąją priemone emisijas sumažintų nuo 35 % iki 44 %. Abi priemonės, taikant jas vienu metu, viršytų darbe numatytus tikslus.
5. Statistinio miestiečio emisija, susidaranti dėl komunalinių atliekų, yra 3 kartus didesnė nei to paties miestiečio emisija dėl seno, neefektyvaus sovietinio daugiabučio šildymo. Pasiūlytos priemonės sudarytų sąlygas techniškai suvaldyti ir „apkarpyti“ emisijas, tačiau rezultatai būtų dar geresni, pavykus pakeisti žmonių mąstyseną ir skatinant sąmoningumą, t. y. technines priemones derinti su socialinėmis.

Bendrosios išvados

1. Miestų planavimas – teisinė procedūra, tačiau ES dar nėra parengusi bendraeuropinių teisinių miestų valdymo priemonių, todėl visa atsakomybė tenka vietos valdžiai. LR teisės aktai, susiję su miestų planavimu ir ekologijos aspekto vertinimu, atitinka pagrindines ES nuostatas, tačiau juose trūksta aiškumo: reikalaujama ekologinių problemų miestuose sprendimų, tačiau nėra nustatyta, kas yra miesto ekologija, kokie rodikliai ją apibrėžtų, kokios būtų siektinosios vertės ir pan.
2. Remiantis užsienio patirtimi, darbe pasiūlytas miesto ekologijos modelis, sudarytas iš dviejų dalių, priklausančių nuo poveikio krypties: išorinės ir vidinės miesto ekologijos. Išorinė miesto ekologija – klimato kaita (atšilimas), sietina su miesto atliekų ir energetikos sektorių šiltnamio dujų emisija, vidinę miesto ekologiją sudaro oro kokybė ir triukšminė tarša.
3. Remiantis tarptautiniais susitarimais ir ES politika, darbe buvo nustatyti konkretūs kiekybiniai tikslai išorinės miesto ekologijos būklės gerinimui: sumažinti emisiją 8, 10, 20 arba 30 procentų, skaičiuojant nuo bendrojo plano rengimo pradžios metų. Efektyviam išorinės miesto ekologijos integravimui į bendrųjų planų rengimą buvo sukurtas

skaičiavimo modelis, paremtas nuolatos miestų planavimo praktikoje naudojamu rodikliu – gyventojų skaičiumi.

4. Apskaičiuota, kad miestų bendrųjų planų galiojimo laikotarpiu statistinis gyventojas išmes tokį komunalinių atliekų kiekį, kurio žala lygi vidutiniškai 19,9 tonos CO₂ ekvivalento. Nustatyta, kad minėtos ekologinės žalos kompensavimui būtų reikalinga 200 m² želdynų teritorija.
5. Energetikos sektoriuje ekologinę žalą galima sumažinti pritaikius darbe siūlomus sprendimus – dalinį pastatų ir dalinį rajonų modernizavimą. Taikant pasiūlytas priemones pasirinktiems Lietuvos miestų mikrorajonams, apskaičiuota, kad emisiją galima sumažinti daugiau kaip 30 %, t. y. buvo pasiektas pats ambicingiausias nustatytas emisijų mažinimo tikslas.

Literatūra ir šaltiniai

Agenda 21 – Information for Decision-Making [interaktyvus]. 2013a. [žiūrėta 2013 m. gegužės 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?DocumentID=52&ArticleID=90&l=en>>.

Agenda 21 – Local Authorities' Initiatives in Support of Agenda 21 [interaktyvus]. 2013b. [žiūrėta 2013 m. balandžio 3 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?DocumentID=52&ArticleID=76&l=en>>.

Alberti, M.; Marzluff, J. M.; Shulenberger, E.; Bradley, G.; Ryan, C.; Zumbrun, C. 2003. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems, *BioScience* 53(2): 1169–1179.

Alchimovienė, J. 2012. *Daugiabučių namų miestų gyvenamuosiuose rajonuose darnaus atnaujinimo vertinimas*. Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika. 143 p.

Alfa. 2013a. *Renovacija neringiškųjų nevilioja* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. kovo 3 d.] Prieiga per internetą: <http://www.alfa.lt/straipsnis/15084960/Renovacija.neringiskiu.nevilioja=2013-03-13_09-00/>.

Alfa. 2013b. *Mačiulis: Lietuvos masinės renovacijos planai – sunkiai tikėtini* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.alfa.lt/straipsnis/15085189/Maciulis..Lietuvos.masines.renovacijos.planai..sunkiai.tiketini=2013-03-14_10-36/>.

Aplinkos ministerija (AM). 2006. *Bendra informacija. Teritorijų planavimas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=4903>.

Appleton, A. F. 2006. Sustainability: A practitioner's reflection, *Technology in Society* 28(1–2): 3–18.

Aresta, M. 2010. Carbon Dioxide: Utilization to Reduce its Accumulation in the Atmosphere, in M. Aresta; ed. *Carbon Dioxide as Chemical Feedstock*. Weinheim: WILEY-VCH, 1–13.

Baldauf, R. W.; Heist, D.; Isakov, V.; Perry, S.; Hagler, G. S. W.; Kimbrough, S.; Shores, R.; Black, K.; Brixey, L. 2013. Air quality variability near a highway in a complex urban environment, *Atmospheric Environment* 64: 169–178.

Baltrėnas, P.; Vaitiekūnas, P.; Jakštonienė, I.; Konoverskytė, S. 2012. Study of Gas-Solid Flow in a Multichannel Cyclone, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 20(2): 129–137.

Bandeira, B.; Jamet, J. J.; Jamet, D.; Ginoux, J. M. 2013. Mathematical convergence of biodiversity indices, *Ecological Indicators* 29: 522–528.

Barker, T., et al. 2007. Technical Summary, in B. Metz; O. R. Davidson; P. R. Bosch; R. Dave; L. A. Meyer; eds. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 25–93.

Bauman, Z. 2007. *Globalizacija: pasekmės žmogui*. Vilnius: Apostrofa. 207 p. ISBN 78-9955-60-537-9.

Baziene, K.; Vasarevicius, S.; Baltrenas, P.; Baltrenaite, E. 2013. Influence of total precipitation and air temperature on the composition of municipal landfill leachate, *Environmental Engineering and Management Journal* 12(1): 175–182.

Berg, L.; Braun, E.; Meer, J. 2004. *National Urban Policies in the European Union* [interaktyvus]. Rotterdam [žiūrėta 2013 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą: <www.eukn.org/dsresource?objectid=148691>.

Berwald, J.; Gedeon, T.; Sheppard, J. 2012. Using machine learning to predict catastrophes in dynamical systems, *Journal of Computational and Applied Mathematics* 236(9): 2235–2245.

Bijlmermeer Renovation Planning Office 2005. *The Bijlmermeer Renovation. Facts & Figures* [interaktyvus]. Amsterdam [žiūrėta 2013 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.vernieuwdebijlmer.nl/bijlmer11/index.php/component/docman/doc_download/86-the-renewal-of-the-bijlmermeer-facts-a-figures>.

Blom, I.; Itard, L.; Meijer, A. 2011. Environmental impact of building-related and user-related energy consumption in dwellings, *Building and Environment* 46(8): 1657–1669.

Borucke, M.; Moore, D.; Cranston, G.; Gracey, K.; Iha, K.; Larson, J.; Lazarus, E.; Morales, J. C.; Wackernagel, M.; Galli, A. Accounting for demand and supply of the

biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework, *Ecological Indicators* 24: 518–533.

Böhringer, C.; Jochem, P. E. P. 2007. Measuring the immeasurable – A survey of sustainability indices, *Ecological Economics* 63(1): 1–8.

Bradulienė, J.; Vasarevičius, S. 2012. The impact on grass vegetation of materials reducing gravel road dustiness, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 7(4): 288–296.

Brukas, V.; Felton, A.; Lindbladh, M.; Sallnäs, O. 2013. Linking forest management, policy, and biodiversity indicators – A comparison of Lithuania and Southern Sweden, *Forest Ecology and Management* 291(1): 181–189.

Chen, Y. 2009. Spatial interaction creates period-doubling bifurcation and chaos of urbanization, *Chaos, Solitons & Fractals* 42(3): 1316–1325.

Chen, T. 2012. Comparative analysis of SAW and TOPSIS based on interval-valued fuzzy sets: Discussions on score functions and weight constraints, *Expert Systems with Applications* 39(2): 1848–1861.

COWI. 2011. Lietuvos Respublikos užsienio reikalų ministerija. Lietuvos išipareigojimų ES pereinant prie 30 % išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo tikslo įgyvendinimo kaštai. Galutinė ataskaita [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <www.am.lt/VI/files/File/Klimato%20kaita/Galutine_ataskaita.pdf>.

Cuéllar-Franca, R.M.; Azapagic, A. 2012. Environmental impacts of the UK residential sector: Life cycle assessment of houses, *Building and Environment* 54(2012): 86–99

Dahl, A. L. 2012. Achievements and gaps in indicators for sustainability, *Ecological Indicators*, 17: 14–19.

Davis, B. N. K. 1976. Wildlife, urbanisation and industry, *Biological Conservation* 10(4): 249–291.

Delfi. 2013a. Klaipėdiečiai jau skundžiasi galima naujos jėgainės tarša [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. vasario 15 d.]. Prieiga per internetą: <<http://verslas.delfi.lt/energetika/klaipedieciai-jau-skundziasi-galima-naujos-jegaines-tarsa.d?id=60677731>>.

Delfi. 2013b. Vilniaus architektas: reikia galvoti ne apie renovaciją, o kaip į miestą sugrąžinti žmones [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. kovo 1d.]. Prieiga per internetą: <<http://verslas.delfi.lt/nekilnojamas-turtas/vilniaus-architektas-reikia-galvoti-ne-apie-renovacija-o-kaip-i-miesta-sugrazinti-zmones.d?id=60801399>>.

Drėmaitė, M. 2006. Pigiau, daugiau, greičiau. Masinė gyvenamoji statyba ir modernizmo kanonai, *Naujasis židinys-aidai* 6:321–328.

Drėmaitė, M.; Petrulis, V.; Tutlytė, J. 2012. *Architektūra sovietinėje Lietuvoje*. Vilnius: Vilniaus dailės akademijos leidykla. 411 p. ISBN 978-609-447-024-0.

Dymova, L.; Sevastjanov, P., Tikhonenko, A. 2013. A direct interval extension of TOPSIS method, *Expert Systems with Applications* 40(12): 4841–4847.

European Metropolitan Network Institute (EMI). 2012. *Urban Policy is ,an absolute must' on the EU-level* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 17 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.emi-network.eu/Projects_Events/European_projects/EMI_and_URBAN_Intergroup_Questionnaire/Urban_Policy_is_%E2%80%98an_absolute_must%E2%80%99_on_the_EU_level>.

European Commission (EC). 2010a. *EUR 24353 – World and European Sustainable Cities – Insights from EU research* [interaktyvus]. Luxembourg: Publications Office of the European Union [žiūrėta 2013 m. balandžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/sustainable-cities-report_en.pdf>. ISBN 978-92-79-15700-4.

European Commission (EC). 2010b. *European Union legal acts* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/lisbon_treaty/ai0032_en.htm>.

European Commission (EC). 2010c. *The principle of subsidiarity* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/lisbon_treaty/ai0017_en.htm>.

European Commission (EC). 2011. *Cities of tomorrow – Challenges, visions, ways forward* [interaktyvus]. Luxembourg: Publications Office of the European Union [žiūrėta 2013 m. balandžio 29 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final.pdf>. ISBN 978-92-79-21307-6.

European Commission (EC). 2011. *Santrauka piliečiams. ES klimato ir energetikos srities teisės aktų paketas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/clima/summary/docs/climate_package_lt.pdf>.

European Commission (EC). 2012a. *Urban Environment. Community Activities in the Urban Environment* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/environment/urban/policy_initiatives.htm>

European Commission (EC). 2012b. *Towards a Local Sustainability Profile – European Common Indicators – methodology sheets* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/methodology_sheet_en.pdf>.

European Commission (EC). 2012c. *The EU Climate and Energy Package* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm>.

European Commission (EC). 2012d. *Europe 2020 Targets: Climate Change and Energy* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/themes/13_energy_and_ghg.pdf>.

European Commission (EC). 2013a. *Building Europe Through the Treaties* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/>.

European Commission (EC). 2013b. *Proposal for a new Environment Action Programme to 2020* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://ec.europa.eu/environment/newprg/7eap.htm>>.

European Commission (EC). 2013c. *Europe 2020 targets* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_en.htm>.

European Commission (EC). 2013d. *Europe 2020 targets* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_en.pdf>.

European Convention. 2002. *The Legal Instruments: Present System CONV 50/02* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. balandžio 29 d.]. Prieiga per internetą: <<http://european-convention.eu.int/pdf/reg/en/02/cv00/cv00050.en02.pdf>>.

European Environment Agency (EEA). 2011. *EEA Background Information on Individual Pledges to Reduce Greenhouse Gas Emissions (measured in CO2 equivalents)* [interaktyvus]. Copenhagen [žiūrėta 2013 m. gegužė 23 d.]. Prieiga per internetą: <<http://ew.eea.europa.eu/BendTheTrend/pledges/eea-background-information-on-individual-pledges-to-reduce-greenhouse-gas>>.

European Environment Agency (EEA). 2012. *Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2012 – Tracking Progress towards Kyoto and 2020 Targets. EEA Report No 6/2012* [interaktyvus]. Copenhagen [žiūrėta 2013 m. gegužė 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2012/>>.

European Environmental Bureau (EEB). 2013. *Sustainability. 7th Environmental Action Programme* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.eeb.org/index.cfm/activities/sustainability/7th-environmental-action-programme/>>.

Europos Komisija (EK). 2007. *Europos teisminis tinklas – Teisinė tvarka – Lietuva* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/civiljustice/legal_order/legal_order_lit_lt.htm>.

Europos Sąjunga (ES). 2013a. *Europa – Europos Sąjungos veiklos sritys* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://europa.eu/pol/index_lt.htm>.

Europos Sąjunga (ES). 2013b. *Europa – Reglamentai, direktyvos ir kiti teisės aktai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://europa.eu/about-eu/basic-information/decision-making/legal-acts/index_lt.htm>.

Eurostat. 2011a. *Energy, transport and Environment Indicators. 2010 Edition* [interaktyvus]. Luxembourg [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DK-10-001/EN/KS-DK-10-001-EN.PDF>. ISSN 1725-4566.

Eurostat. 2011b. *Waste Statistics* [interaktyvus]. [žiūrėta 2011 m. sausio 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Waste_statistics>.

Eurostat. 2012. *Eurostat regional yearbook 2012* [interaktyvus]. Luxembourg: Publications Office of the European Union [žiūrėta 2013 m. balandžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-HA-12-001/EN/KS-HA-12-001-EN.PDF>. ISBN 978-92-79-24940-2.

Eurostat. 2013. *Eurostat – Tables, Graphs and Maps Interface (TGM) Table. Greenhouse Gas Emissions. Total Greenhouse Gas Emissions (in CO2 equivalent) indexed to 1990. Code: tdsccl00* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tdsccl00>>.

Flecken, U. 2005. *Transformation of Prefabricated Housing Estates in Eastern Germany* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m. kovo 26 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.arch-lab.polimi.it/SocialHousing/Germany_I%20-%20Flecken.pdf>.

Forster, P., et al. 2007. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, in S. Solomon; D. Qin; M. Manning; Z. Chen; M. Marquis; K. B. Averyt; M. Tignor; H. L. Miller; eds. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 130–234.

Fruergaard, T.; Astrup, T.; Ekvall, T. 2009. Energy use and recovery in waste management and implications for accounting of greenhouse gases and global warming contributions, *Waste Management & Research* 27(8): 724–737.

Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai (Žin., 2010, Nr. 146-7510), aktuali redakcija.

Gentil, E.; Christensen, T. H.; Aoustin, E. 2009. Greenhouse gas accounting and waste management, *Waste Management & Research* 27(8): 696–706.

George, C.; Kirkpatrick, C.; eds. 2007. *Impact Assessment and Sustainable Development: European Practice and Experience* [Poveikio vertinimas ir darnus vystymasis: Europos praktika ir patirtis]. Cornwall: Edward Elgar Publishing Limited. 305 p. ISBN 978-1-84542-787-0.

Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2007. Complex assessment of sustainable development of state regions with emphasis on ecological and dwelling conditions, *Ekologija* 53(2) suppl.: 41–48.

Gorte, R. W. 2009. *U. S. Tree Planting for Carbon Sequestration. CRS Report for Congress* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R40562.pdf>>.

Grimm, N. B.; Morgan Grove, J.; Pickett, S. T. A.; Redman, C. L. 2000. Integrated Approaches to Long-Term Studies of Urban Ecological Systems, *BioScience* 50(7): 571–584.

Griškevičiūtė-Gečienė, A.; Burinskienė, M. 2012. Towards Creating the Assessment Methodology for Urban Road Transport Development Projects, *Technological and Economic Development of Economy* 18(4): 651–671.

Hahs, A. K.; McDonnell, M. J.; Breuste, J. H. 2009. A comparative ecology of cities and towns: synthesis of opportunities and limitations, in M. J. McDonnell; A. K. Hahs; J. H. Breuste; eds. *Ecology of Cities and Towns*. New York: Cambridge University Press, 575–596.

Hák, T.; Moldan, B.; Dahl, A. L.; eds. 2007. *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*. Washington: Island Press. 448 p. ISBN 978-1-59726-131-9.

Hengeveld, H.; De Vocht, C. 1982. Role of water in urban ecology, *Urban Ecology* 6(1–4): 5–347.

Hochuli, D. F.; Christie, F. J.; Lomov, B. 2009. Invertebrate biodiversity in urban landscapes: assessing remnant habitat and its restoration, in M. J. McDonnell; A. K. Hahs; J. H. Breuste; eds. *Ecology of Cities and Towns*. New York: Cambridge University Press, 215–232.

Hofmann, H. C. H. 2011. *The hierarchy of sources in European Union law (before the Lisbon Treaty)* [interaktyvus]. Centre Virtuel de la Connaissance sur l'Europe [žiūrėta 2013 m. balandžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.cvce.eu/obj/the_hierarchy_of_sources_in_european_union_law_before_the_lisbon_treaty-en-fa923715-726f-4da7-8843-0dfa32c9a81d.html>.

Kahalas, H.; Groves, D. L. 1978. Ecology, pollution and business: A proposed planning solution, *Long Range Planning* 11(6): 62–66.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007a. *FAQ 10.3 If Emissions of Greenhouse are Reduced, How Quickly do Their Concentrations in the Atmosphere Decrease?* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-10-3.html>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007b. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [interaktyvus]. Geneva: IPCC [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html>.

Jasiūnienė, V.; Čygas, D. 2013. Road Accident Prediction Model for the Roads of National Significance of Lithuania, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 8(1): 66–73.

Jha, A. K.; Sharma, C.; Singh, N.; Ramesh, R.; Purvaja, R.; Gupta, P. K. 2008. Greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Indian mega-cities: A case study of Chennai landfill sites, *Chemosphere* 71(4): 750–758.

Kaklauskas, A.; Rute, J.; Zavadskas, E. K.; Daniunas, A.; Pruskus, V.; Bivainis, J.; Gudauskas, R.; Plakys, V. 2012. Passive House model for quantitative and qualitative analyses and its intelligent system, *Energy and Buildings* 50: 7–18.

Kalma, J. D.; Johnson, M.; Newcombe, K. J. 1978. Energy use and the atmospheric environment in Hong Kong: Part II. Waste heat, land use and urban climate, *Urban Ecology* 3(1): 59–83.

Kaplan, P.O.; DeCarolus, J.; Thorneloe, S. 2009. Is it better to burn or bury waste for clean electricity generation? *Environmental Science & Technology* 43(6): 1711–1717.

Kayacan, E.; Ulutas, B.; Kaynak, O. 2010. Grey system theory-based models in time series prediction, *Expert Systems with Applications* 37(2):1784–1789.

Kirkeby, O. F.; Meilstrup, P. 2012. Man and the city – power to the people, *D&A* 17: 97–107.

*Komisijos komunikatas Tarybai ir Europos Parlamentui dėl Teminės miesto aplinkos strategijos {SEC(2006) 16}/ * KOM(2005) 718 galutinis */* [interaktyvus]. 2006. [žiūrėta 2013 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0718:FIN:LT:HTML>>.

*Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui Galimybių sumažinti išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį daugiau nei 20 % analizė ir anglies dioksido nutekėjimo rizikos vertinimas {SEK(2010) 650}/ * KOM(2010) 265 galutinis */* [interaktyvus]. 2010. [žiūrėta 2013 m. gegužės 19 d.]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0265:FIN:LT:PDF>>.

Laurinavičius, A.; Miškinis, D.; Vaiškūnaitė, R.; Laurinavičius, A. 2010. Analysis and Evaluation of The Effect of Studded Tyres on Road Pavement and Environment (III), *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 5(3): 169–176.

Laurinavičius, A., et al. 2012. Policy Instruments for Managing EU Road Safety Targets: Road Safety Impact Assessment, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 7(1): 60–67.

Lawn, P. A.; ed. 2006. *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics* [Darnaus vystymosi indikatoriai ekologinėje ekonomikoje]. Cornwall: Edward Elgar Publishing Limited. 467 p. ISBN 978-1-84542-099-4.

Leipcigo tvariųjų Europos miestų chartija [interaktyvus]. 2007. [žiūrėta 2013 m. balandžio 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.am.lt/VI/files/0.917593001243239525.pdf>>.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija (LR AM). 2012. *Bendra informacija* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1040>.

Lietuvos Respublikos teritorijų planavimo įstatymas (Žin., 1995, Nr. 107-2391), aktuali redakcija.

Lietuvos Respublikos želdynų įstatymas (Žin., 2007, Nr. 80-3215), aktuali redakcija.

Lietuvos statistikos departamentas (LSD). 2011a. *Kuro ir energijos balansas 2010* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m. gegužės 18 d.]. Prieiga per internetą: <http://web.stat.gov.lt/lt/catalog/pages_list/?id=1566&PHPSESSID=twmjucujxideyz>.

Lietuvos statistikos departamentas (LSD). 2011b. *Energijos sunaudojimas namų ūkiuose 2009* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m. gegužės 18 d.]. Prieiga per internetą: <http://web.stat.gov.lt/lt/catalog/pages_list/?id=1566&PHPSESSID=twmjcuixideyz>.

Lietuvos statistikos departamentas (LSD). 2013. *Gyventojų skaičius metų pradžioje (perskaičiuotas po 2011 m. surašymo)* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://web.stat.gov.lt/lt/pages/view/?id=2420>>.

Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija (LSTA). 2012. *Šilumos tiekimo bendrovių 2011 metų ūkinės veiklos apžvalga* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lsta.lt/files/statistika/2011_statistika.pdf>.

Lloyd-Jones, T. 2004. *Urban Design for Sustainability: Final Report of the Working Group on Urban Design for Sustainability to the European Union Expert Group on the Urban Environment* [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. rugsėjo 8 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.baltic21.org/attachments/jo4_eci_study_report.pdf>.

Manfredi, S. 2009. *Environmental Assessment of Solid Waste Landfilling in a Life Cycle Perspective (LCA Model EASEWASTE)*. PhD Thesis. Technical University of Denmark. Virum: Vester Kopi. 88 p.

Manfredi, S.; Tonini, D.; Christensen, T. H.; Scharf, H. 2009. Landfilling of waste: accounting of greenhouse and global warming contributions, *Waste Management & Research* 27(8): 825–836.

Marinoni, O.; Higgins, A.; Coad, P.; Garcia, J. N. 2013. Directing urban development to the right places: Assessing the impact of urban development on water quality in an estuarine environment, *Landscape and Urban Planning* 113: 62–77.

Mayer, A. L. 2008. Strength and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems, *Environment International* 34(2): 277–291.

McDonnell, M. J.; Hahs, A. K.; Breuste, J. H.; eds. 2009. *Ecology of Cities and Towns* [Miestų ir miestelių ekologija]. New York: Cambridge University Press. 714 p. ISBN 978-0-521-67833-9.

McMichael, A. J.; Campbell-Lendrum, D. H.; Corvalán C. F.; Ebi, K. L.; Githeko, A. K.; Scheraga, J. D.; Woodward, A.; eds., 2003. *Climate change and human health – risks and reponses* [interaktyvus]. Geneva: World Health Organization [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf>>.

Medineckienė, M.; Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. 2010. Sustainable construction taking into account the building impact on the environment, *Journal of environmental engineering and landscape management* 18(2): 118–127.

Miesto renovacija. 2011. *2010 metais atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos įgyvendinimo stebėsena* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2013 m. gegužės 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.atnaujinkbusta.lt/public/gallery/studijos_dokumentai/2010StebesenosAtaskaita%2002-01.pdf>.

Miestų ir miestelių teritorijų bendrųjų planų rengimo taisyklės (Žin., 2006, Nr. 145-5559), aktuali redakcija.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis* [interaktyvus]. Washington: Island Press. [žiūrėta 2013 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. ISBN 1-59726-040-1.

Miškinis, A. 1990. *Lietuvos urbanistika: istorija, dabartis, ateitis*. Vilnius: Mintis. 154 p. ISBN 5-417-00124.

Miško atkūrimo ir įveisimo nuostatai (Žin., 2008, Nr. 45-1702), aktuali redakcija.

Moore, J.; Kissinger, M.; Rees, W. 2013. An urban metabolism and ecological footprint assessment of Metro Vancouver, *Journal of Environmental Management* 124(30): 51–61.

Mori, K.; Christodoulou, A. 2012. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI), *Environmental Impact Assessment Review* 32(1): 94–106.

Morse, S. 2004. *Indices and Indicators in Development: An Unhealthy Obsession with Numbers?*. London: Earthscan. 221 p. ISBN 1-84407-011-5

Morse, S.; Fraser, E. D. G. 2005. Making ‘dirty’ nations look clean? The nation state and the problem of weighting indices as tools for measuring progress towards sustainability, *Geoforum* 36(5): 625–640.

Morse, S. 2006. Is Corruption Bad for Environmental Sustainability? A Cross-National Analysis, *Ecology and Society* 11(1): 22.

Nacionalinė darnaus vystymosi strategija (Žin., 2003, Nr. 89-4029; 2009, Nr. 121-5215).

Niccolucci, V.; Tiezzi, E.; Pulselli, F. M.; Capineri, C. 2012. Biocapacity vs Ecological Footprint of world regions: A geopolitical interpretation, *Ecological Indicators* 16: 23–30.

Niemelä, J.; Kotze, D. J.; Yli-Pelkonen, V. 2009. Comparative urban ecology: challenges and possibilities, in M. J. McDonnell; A. K. Hahs; J. H. Breuste; eds. *Ecology of Cities and Towns*. New York: Cambridge University Press, 9–24.

Nijkamp, P.; Reggiani, A. 1995. Non-linear evolution of dynamic spatial systems. The relevance of chaos and ecologically-based models, *Regional Science and Urban Economics* 25(2): 183–210.

Organisation for Economic Development and Co-operation (OECD). 2003. *OECD Environmental Indicators. Development, Measurement and Use* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>>.

Organisation for Economic Development and Co-operation (OECD). 2008. *OECD Key Environmental Indicators* [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. rugšėjo 22 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.oecd.org/dataoecd/20/40/37551205.pdf> >.

OL C 83. 2010. *Europos Sąjungos sutarties ir Sutarties dėl Europos Sąjungos veikimo suvestinės redakcijos* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 15 d.]. Prieiga per internetą: < <http://eur-lex.europa.eu/>>.

OL L 140. 2009. *2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos sprendimas Nr. 406/2009/EB* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 15 d.]. Prieiga per internetą: < <http://eur-lex.europa.eu/>>.

Paožalytė, I.; Grubliauskas, R.; Vaitiekūnas, P. Modelling the noise generated by railway transport: statistical analysis of modelling results applying CADNAA and IMMI programs, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 20(3): 206–212.

Park, J. W.; Shin, H. C. 2001. Surface emission of landfill gas from solid waste landfill *Atmospheric Environment*, 35(20): 3445–3451.

Parry, E. J. 2007. *The Greatest Threat to Global Security: Climate Change Is not Merely an Environmental Problem* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m. vasario 9 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.un.org/wcm/content/site/chronicle/cache/bypass/home/archive/issues2007/pid/4825?ctnscroll_articleContainerList=1_0&ctnlistpagination_articleContainerList=true>.

Pickett, S. T. A.; Cadenasso, M. L.; McDonnell, M. J.; Burch, W. R. 2009. Frameworks for urban ecosystem studies: gradients, patch dynamics and the human ecosystem in the New York metropolitan area and Baltimore, USA, , in M. J. McDonnell; A. K. Hahs; J. H. Breuste; eds. *Ecology of Cities and Towns*. New York: Cambridge University Press, 25–50.

Planų ir programų strateginio pasekmių aplinkai vertinimo tvarkos aprašas (Žin., 2004, Nr. 130-4650), aktuali redakcija.

Rapoport, A. 1983. The ecology of a city and its people (the case of Hong Kong): S. Boyden, S. Millar, K. Newcombe and B. O'Neill. Australian National University Press, Canberra/London/Miami, 1981. A\$ 17.50, *Urban Ecology* 7(4): 365–367.

Richarz, C.; Schulz, C.; Zeitler, F. 2007. *Energy-Efficiency Upgrade* [Energijos efektyvumo patobulinimas]. Birkhäuser. 112 p. ISBN 978-3-7643-8121-9.

Rogoža, A.; Martinaitis, V. 2007. *Daugiabučių namų modernizavimo programos monitoringas* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2013 m. gegužės 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/files/Monitoringas_2007.pdf>.

Rogoža, A.; Šiupšinskas, G.; Martinaitis, V. 2008. *Daugiabučių namų modernizavimo programos monitoringas (2 etapas)* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2012 m. kovo 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.am.lt/VI/files/0.888292001235479201.pdf>>.

Salminen, S.; Joas, M. 2002. *Baltic 21 Pre-Feasibility Study Report: European Common Indicators in Monitoring Baltic 21 in Cities* [interaktyvus]. Turku: Union of the Baltic Cities (UBC) [žiūrėta 2011 m. balandžio 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.baltic21.org/attachments/jo4_eci_study_report.pdf>.

Scheutz, C.; Kjeldsen, P.; Gentil, E. 2009. Greenhouse gases, radiative forcing, global warming potential and waste management – an introduction, *Waste Management & Research* 27(8): 716–723.

Sharifi, A.; Murayama, A. 2013. A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools, *Environmental Impact Assessment Review* 38: 73–87

Siche, J. R.; Agostinho, F.; Ortega, E.; Romeiro, A. 2008. Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices, *Ecological Economics* 66(4): 628–637.

Singh, R. K.; Murty, H. R.; Gupta, S. K.; Dikshit, A. K. 2009. An overview of sustainability assessment methodologies, *Ecological Indicators* 9(2): 189–212.

Singh, R. K.; Murty, H. R.; Gupta, S. K.; Dikshit, A. K. 2012. An overview of sustainability assessment methodologies, *Ecological Indicators* 15(1): 281–299.

Steele, J. *Ecological Architecture. A Critical History*. London: Thames & Hudson. 272 p. ISBN 978-0-500-34210-7.

STR. 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“, 2013 m. aktuali redakcija.

STR 2.06.01:1999 „Miestų miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“, 2013m. aktuali redakcija.

Šaparauskas, J. 2004. *Multi-attribute evaluation and modelling of sustainable urban development*: Summary of Doctoral Dissertation. Vilnius Gediminas Technical University. Vilnius: Technika. 32 p.

Tarzia, V.; ed. 2003. *European Common Indicator: Towards a Local Sustainability Profile* [interaktyvus]. Milano: Ancora Arti Grafiche [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://euronet.uwe.ac.uk/www.sustainable-cities.org/indicators/ECI%20Final%20Report.pdf>>.

Teritorijų planavimo dokumentų sprendinių poveikio vertinimo tvarkos aprašas (Žin., 2004, Nr. 113-4228), aktuali redakcija.

The Cities Alliance. 2007. *Liveable Cities: The Benefits of Urban Environmental Planning. A Cities Alliance Study on Good Practices and Useful Tools* [interaktyvus]. Washington [žiūrėta 2010 m. rugsėjo 8 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.unep.org/urban_environment/PDFs/LiveableCities.pdf>.

Themelis, N. J.; Ulloa, P. A. Methane generation in landfills, *Renewable Energy* 32(7): 1243–1257.

United Nations (UN). 2010. *2009 Revision of World Urbanization Prospects* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m. sausio 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://esa.un.org/unpd/wup/Documents/WUP2009_Press-Release_Final_Rev1.pdf>.

United Nations (UN). 2011a. *The History of Sustainable Development in the United Nations* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.uncsd2012.org/history.html>>.

United Nations (UN). 2011b. *About the Rio+20 Conference* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 19 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.uncsd2012.org/about.html>>.

United Nations Environment Programme (UNEP). 2011. *Waste and Climate Change. Global Trends and Strategy Framework* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 19 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/Waste&ClimateChange/Waste&ClimateChange.pdf>>.

UNEP; UNICEF; WHO. 2002. *Children in the New Millenium: Environmental Impact on Health* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m. vasario 9 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/settings/millennium/en/>.

United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA). 2000. *Facts About Landfill Gas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 15 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.dem.ri.gov/programs/benviron/waste/central/lfgfact.pdf>>.

United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA). 2006. *Solid Waste Management and Greenhouse Gases. A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. sausio 5 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.epa.gov/climatechange/wycd/waste/downloads/fullreport.pdf>>.

United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA). 2008a. *Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol – Offset Project Methodology – for Project Type: Reforestation/Afforestation* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. sausio 5 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.epa.gov/climateleadership/documents/resources/draft_reforestation_offset_protocol.pdf>.

United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA). 2008b. *Background Information Document for Updating AP42 Section 2.4 for Estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills. EPA/600/R-08-116* [interaktyvus]. Washington [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch02/draft/db02s04.pdf>>.

United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA). 2012. *Interactive Units Converter. Coalbed Methane Outreach Program (CMOP)* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.epa.gov/cmop/resources/converter.html>>.

United States Environmental Protection Agency (U. S. EPA). 2013. *History of Sustainability. Creation of EPA and NEPA* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. vasario 22 d.]. Prieiga per internetą: <<http://yosemite.epa.gov/r10/oi.nsf/8bb15fe43a5fb81788256b58005ff079/398761d6c3c7184988256fc40078499b!OpenDocument>>.

United Nations (UN). 2012. *Doha Amendment to the Kyoto Protocol* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužė 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2012/CN.718.2012-Eng.pdf>>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2009. *Summary of GHG Emissions for European Union (27)* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 m.

vasario 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://unfccc.int/files/ghg_data/ghg_data_unfccc/ghg_profiles/application/pdf/eu-27_ghg_profile.pdf>.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2013a. *Fast Facts & Figures* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://unfccc.int/essential_background/basic_facts_figures/items/6246.php>.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2013b. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/1678.php>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2013c. *Kyoto Protocol* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>

Vaiškūnaitė, R.; Mierauskas, P.; Špakauskas, V. 2012. Biodiversity impact assessment in road development in Lithuania, *Transport* 27(2): 187–195.

Valstybinis strateginis atliekų tvarkymo planas (VSATP) (Žin., 2002, Nr. 40-1499), aktuali redakcija.

Vanagas, J. 1974. *Lazdynų gyvenamojo rajono urbanistiniai sociologiniai tyrimai: Lietuvos miestų gyvenamųjų rajonų planavimo tobulinimas: ataskaita*. Vilniaus inžinerinis statybos institutas, 112 p.

Vanagas, J. 1980. *Naujo gyvenamojo rajono eksploatavimo efektyvumo nustatymas. Karoliniškių ir Viršuliškių rajonų urbanistiniai-sociologiniai tyrimai: ataskaita*. Vilniaus inžinerinis statybos institutas, 110 p.

Vanagas, J. 1992. *Miesto gyvenamosios aplinkos formavimas: sociologinis aspektas*. Vilnius: Technika. 176 p.

Vanagas, J. 1996. *Miesto sociologijos pagrindai*. Vilnius: Aldorija. 147 p.

Verbeeck, G.; Hens, H. 2010. Life cycle inventory of buildings: A contribution analysis, *Building and Environment* 45(4): 964–967.

Verma, S. 2002. *Anaerobic Digestion of Biodegradable Organics in Municipal Solid Wastes* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.seas.columbia.edu/earth/vermathesis.pdf>>.

Vitousek, P. M.; Mooney, H. A.; Lubchenco, J.; Melillo, J. 1997. Human domination on Earth's ecosystem, *Science* 277: 494–499.

Wackernagel, M.; Monfreda, C. 2004. Ecological Footprints and Energy, in C. J. Cleveland; ed. *Encyclopedia of Energy*. Elsevier, 1–11.

Wackernagel, M., et al. 2005. *Europe 2005: The Ecological Footprint* [interaktyvus]. Brussels [žiūrėta 2013 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Europe_2005_Ecological_Footprint.pdf>. ISBN 2-88085-268-4.

Wallhagen, M.; Glaumann, M.; Malmqvist, T. 2011. Basic building life cycle calculations to decrease contribution to climate change – Case study on an office building in Sweden, *Building and Environment* 46(10): 1863–1871.

White, M. A. 2013. Sustainability: I know it when I see it, *Ecological Economics* 86: 213–217.

Wien Energie. 2012. *History* [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.wienenergie.at/eportal/ep/contentView.do?pageTypeId/19118/programId/19742/contentTypeId/1001/channelId/-28277/contentId/21074>>.

Wilson, A. G. 2002. Complex spatial systems: Challenges for modellers, *Mathematical and Computer Modelling* 36(3): 379–387.

Witte, B. 2008. Legal instruments and Law-Making in the Lisbon Treaty, in S. Griller; J. Ziller; eds. *The Lisbon Treaty*. Vienna: Springer, 79–108.

Wittig, R. 2009. What is the main object of urban ecology? Determining demarcation using the example of research into urban flora, in M. J. McDonnell; A. K. Hahs; J. H. Breuste; eds. *Ecology of Cities and Towns*. New York: Cambridge University Press, 523–529.

Yin, M. 2013. Fifteen years of grey system theory research: A historical review and bibliometric analysis, *Expert Systems with Applications* 7(1): 2767–2775.

Zagorskas, J. 2007. *Miestų kompaktiškumas ir darniosios plėtros modeliavimas*. Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius. 123 p.

Zavadskas, E. K.; Viteikienė, M.; Šaparauskas, J. 2007a. Sustainable development assessment of cities and their residential districts, *Ekologija* 53(2) suppl.: 49–54.

Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Šaparauskas, J.; Kalibatas, D. 2007b. Vilnius urban sustainability assessment with an emphasis on pollution, *Ekologija* 53(2) suppl.: 64–72.

Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, J. 2008. Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals, *Journal of Civil Engineering and Management* 4(2): 85–93.

Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, J. 2010a. Risk assessment of construction projects, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(1): 33–46.

Zavadskas, E. K.; Vilutienė, T.; Turskis, Z.; Tamosaitiene, J. 2010b. Contractor selection for construction works by applying SAW-G and TOPSIS grey techniques, *Journal of Business Economics and Management* 11(1): 34–55.

Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Antucheviciene, J. 2012. Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment, *Electronics and Electrical Engineering* 122(6): 3–6.

Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Staniūnas, M.; Staniūnas, E. K.; Burinskienė, M. 2010. Application of indices for assessing the ecological potential of urban development, *Ekologija* 56(3–4): 79–86. ISSN 2029-0586. (ISI Master Journal List; CSA; VINITI).

Staniūnas, M.; Burinskienė, M.; Malienė, V. 2012. Ecology in urban planning: mitigating the environmental damage of municipal solid waste, *Sustainability* 4(9): 1966–1983. ISSN 2071-1050. (EBSCOhost; CABI; CSA; TOC Premier).

Staniūnas, M. 2012. Ecology of city: levels and components, *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering* 1(1): 26–32. ISSN 2029-9990. (EBSCOhost; CABI; CSA; TOC Premier).

Staniūnas, M.; Medineckienė, M.; Zavadskas, E. K. 2013. To modernize or not: ecological-economical assessment of multi-dwelling houses modernization, *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 13(1): 88–98. ISSN 1644-9665. (Science Citation Index Expanded (Web of Science)).

Straipsniai kituose leidiniuose

Staniūnas, M.; Burinskienė, M. 2011a. Assessment of greenhouse gases attributable to the waste management sector in urban planning, in *8th International Conference "Environmental Engineering"*: selected papers, vol. 3. ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 986–992. ISBN 978-9955-28-826-8. [Duomenų bazės: Conference Proceedings Citation Index].

Staniūnas, M.; Burinskienė, M. 2011b. Assessment of greenhouse gases attributable to the waste management sector in urban planning, in *8th International Conference "Environmental Engineering"*, ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania CD. Vilnius: Technika, 986–992. ISBN 978-9955-28-831-2.

Staniūnas, M.; Staniūnas, E. K. 2011. Urban planning and ecology: Lithuanian practice, in *"Ecological Architecture 2011"*. October 13, 2011, Kaunas, Lithuania. Kaunas: Technologija, 18–23. ISBN 978-609-02-0164-0.

Mindaugas STANIŪNAS

EKOLOGIJOS ASPEKTO VERTINIMAS MIESTŲ
BENDRUOSIUOSE PLANUOSE

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai,
statybos inžinerija (02T)

ECOLOGICAL ASSESSMENT IN URBAN
COMPREHENSIVE PLANS

Doctoral Dissertation

Technological Sciences,
Civil Engineering (02T)

2013 10 07. 11,25 sp. l. Tiražas 20 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
<http://leidykla.vgtu.lt>
Leidinys atspausdintas ant 100 % perdirbto popieriaus
Spausdino UAB „Ciklonas“
J. Jasinskio g. 15, 01111 Vilnius