VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Vytautas PALEVIČIUS

LENGVŲJŲ AUTOMOBILIŲ STOVĖJIMO AIKŠTELIŲ MIESTE VERTINIMAS DAUGIATIKSLIAIS METODAIS

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
STATYBOS INŽINERIJA (02T)

VGTU
LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2014

Disertacija rengta 2010–2014 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Mokslinis vadovas

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

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo taryba:

Pirmininkas

prof. dr. Donatas ČYGAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Nariai:

dr. Raimondas BLIŪDŽIUS (Kauno technologijos universitetas, statybos inžinerija – 02T),
prof. habil. dr. Henrikas SIVILEVIČIUS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, transporto inžinerija – 03T),
prof. dr. Juris SMIRNOVS (Rygos technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T),
prof. habil. dr. Leonas USTINOVIČIUS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Disertacija bus ginama viešame Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo tarybos posėdyje **2014 m. gruodžio 11 d. 10 val.** Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT–10223 Vilnius, Lietuva.
Tel. (8 5) 274 4956; faks. (8 5) 270 0112; el. paštas doktor@vgtu.lt

Pranešimai apie numatomą ginti disertaciją išsiųsti 2014 m. lapkričio 10 d.

Disertaciją galima peržiūrėti interneto svetainėje http://dspace.vgtu.lt ir Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT–10223 Vilnius, Lietuva).

VGTU leidyklos TECHNIKA 2269-M mokslo literatūros knyga
ISBN 978-609-457-725-3
© VGTU leidykla TECHNIKA, 2014
© Vytautas Palevičius, 2014
vytautas.palevicius@vgtu.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Vytautas PALEVIČIUS

EVALUATION OF CAR PARKING LOTS IN CITIES BY MULTICRITERIA METHODS

DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
CIVIL ENGINEERING (02T)

VGTU
LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2014

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2010–2014.

Scientific Supervisor

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

The Dissertation Defense Council of Scientific Field of Civil Engineering of Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman

Prof Dr Donatas ČYGAS (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

Members:

Dr Raimondas BLIŪDŽIUS (Kaunas University of technology, Civil Engineering – 02T),
Prof Dr Habil Henrikas SIVILEVIČIUS (Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering – 03T),
Prof Dr Juris SMIRNOVS (Riga Technical University, Civil Engineering – 02T),
Prof Dr Habil Leonas USTINOVIČIUS (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Dissertation Defense Council of Civil Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at **10 a. m. on 11 December 2014**.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.
Tel.: +370 5 274 4956; fax: +370 5 270 0112; e-mail: doktor@vgtu.lt

A notification on the intend defending of the dissertation was send on 10 November 2014.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the internet website http://dspace.vgtu.lt and at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania).

Reziumė

Disertacijoje atliekama automobilių stovėjimo vietų poreikio mieste analizė. Pagrindinis darbo objektas – asmeninių kelionių automobilių stovėjimo vietų didmiestyje pasiskirstymo sistema. Ekspertiniu metodu sudaryta automobilių stovėjimo vietų mieste kriterijų sistema. Taikant daugiatikslius metodus kriterijams suteikti rangai ir apskaičiuoti jų svorių koeficientai, kurie leido nustatyti kriterijų prioritetus ir parinkti racionaliausias automobilių stovėjimo aikštelių išdėstymo vietas miesto teritorijoje. Pagrindinis darbo tikslas – pasiūlyti automobilių stovėjimo vietų mieste plėtros vertinimo modelį ir pateikti originalius automobilių stovėjimo aikštelių plėtros koncepcinius sprendinius.

Disertaciją sudaro įvadas, 3 skyriai, bendrosios išvados, literatūros sąrašas, publikacijų sąrašas.

Įvade trumpai aptariama tiriamoji problema, darbo aktualumas, aprašomas tyrimo objektas, formuluojamas darbo tikslas ir uždaviniai, aprašoma mokslinis darbo naujumas, ginamieji teiginiai. Įvado pabaigoje pristatomos autoriaus paskelbtos publikacijos, pranešimai konferencijose, nurodomas dalyvavimas tarptautiniuose seminaruose ir pateikiama disertacijos struktūra.

Pirmame skyriuje pateikiama mokslinės literatūros ir kitų atliktų darbų analizė nagrinėjama tematika. Taip pat atlikta Lietuvos Respublikos, Europos Sąjungos ir kitų pasaulio šalių norminių dokumentų, reglamentuojančių lengvųjų automobilių stovėjimą skirtingose miesto teritorijose, analizė.

Antrajame skyriuje atliekamas automobilių stovėjimo vietų tyrimas daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose ir prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse. Nustatyta automobilių stovėjimo vietų mieste kriterijų sistema ir suskaičiuoti jų svoriai. Pasiūlytos statyk ir važiuok sistemos koncepcijos ir teorinis modelis.

Trečiajame skyriuje, taikant daugiatikslius metodus, sukurta prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių vertinimo sistema, pasiūlyta statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių mieste sisteminės atrankos strategija ir sudaryti trys originalūs automobilių stovėjimo aikštelių koncepciniai modeliai, kurie pritaikyti realiai didmiesčio erdvei.

Disertacijos tema paskelbta penkios mokslinės publikacijos, iš kurių dvi referuojamos duomenų bazės Thomson Reuters Web of Knowledge (ISI Web of Science) recenzuojamuose mokslo žurnaluose, dvi publikacijos pristatytos recenzuojamose tarptautinėse mokslo konferencijose ir viena publikacija – kitame recenzuojamame mokslo žurnale.

Abstract

This dissertation examines the shortage of motor vehicle parking spaces in the city area. The object of this research is the allocation of passenger car parking spaces in cities. A criteria system for car parking spaces in cities was formed using the expert estimate method. By using multi-criteria methods, the criteria were grouped and their factor value was calculated, which helped to establish the priorities of the criteria and to determine the most rational places for parking lots in the city area. This research aims to suggest a model for developing an infrastructure of car parking spaces in the city and to present original conceptual solutions for the expansion of parking lots.

The dissertation comprises an introduction, three chapters, general conclusions, a list of literature, and a list of publications.

The introduction specifies the problem, describes the relevance of the paper, names the research object, the aim and objectives, its scientific novelty, and the defended statements. Finally, it lists publications and conference presentations of the author, describes the author's participation in international seminars and presents the structure of the dissertation.

Chapter one introduces the literature overview of the subject analysis and discusses the study of the scientific research carried out in this field. It also presents the examination of the normative documents in Lithuania, the European Union and in other countries, which regulate motor car parking in different areas of the town.

Chapter two discusses the investigation of car parking spaces in residential areas and in shopping center parking lots. The criteria system for car parking spaces in the city is established and its value is counted. Moreover, the concept and the theoretical model of the park and ride system are suggested.

Chapter three examines the evaluation system of shopping mall parking lots by incorporating multi-criteria methods; the strategy for systematical selection of park and ride car parking system in the city is suggested; three original conceptual parking lot models, which are applicable to the real city area, are created.

Five scientific publications are announced on the topic of this dissertation out of which: two are referred by the Thomson Reuters Web of Knowledge (ISI Web of Science) database and reviewed in scientific journals; two publications are presented in international conferences and one publication appears in another peer reviewed scientific journal.

Žymėjimai

Simboliai

p_{ij} – kriterijų nežinomųjų svorių santykiai;
m – lyginamų kriterijų skaičius;
S_I – suderinamumo indeksas;
S – suderinamumo santykis;
S_A – sugeneruotos (pagal skalę 1-3-5-7-9) suderinamumo indeksas;
P – porinio lyginimo matrica;
$\lambda_{\max}$ – matricos tikrinė reikšmė;
r – ekspertų skaičius;
ω_i – i-jo rodiklio k-jo eksperto suskaičiuoti svoriai;
W – konkordacijos koeficientas;
χ^2 – konkordancijos koeficiento reikšmingumas;
v – laisvės laipsnis;
α – reikšmingumo lygmuo;
$\overline{e}$ – bendras rangų vidurkis;
χ^2_{kr} – konkordancijos koeficiento kritinė reikšmė;
$p_{st.}$ – stovinčių aikštelėje automobilių skaičius;
a – esamas automobilių stovėjimo vietų skaičius;
l – laisvų automobilių stovėjimo vietų skaičius;
n – neleistinai stovinčių automobilių skaičius;
k – automobilių stovėjimo aikštelės užpildymo (užimtumo) koeficientas;

c_{ik} – tiesiogiai procentais įvertino kiekvieno kriterijaus reikšmingumas;

r_{ij} – i-jo kriterijaus reikšmė j-jo sprendimo alternatyvos variantu;

n – lyginamųjų variantų skaičius;

S_{-j} – minimizuojančių įvertintų normalizuotų kriterijų suma;

S_{+j} – maksimizuojančių įvertintų normalizuotų kriterijų suma;

Q_j – santykinis reikšmingumas;

N_j – naudingumo laipsnis;

m_{ij} – i-ojo kriterijaus vieta j-jam objektui;

V_j – vietų sumos kriterijaus reikšmė;

$\widetilde{r}_{ij}$ – i-ojo kriterijaus normalizuota reikšmė j-jam objektui;

S_j – SAW metodo pasvertųjų kriterijų reikšmių suma;

I_1 – maksimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė;

I_2 – minimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė;

D_j^* – TOPSIS metodu skaičiuojamas kiekvieno lyginamo varianto bendras atstumas iki geriausių sprendinių;

D_j^- – TOPSIS metodu skaičiuojamas kiekvieno lyginamo varianto bendras atstumas iki blogiausių sprendinių;

C_j^* – TOPSIS metodu skaičiuojamas kriterijus;

$\pi(A_j, A_k)$ – skaičiuojamas rangavimo santykis;

$p_t(d)$ – t-ja prioritetų funkcija, pasirinktoji i-jam kriterijui;

F_j^+ – j-os alternatyvos visų „išeinančių“ santykių suma;

F_j^- – j-os alternatyvos visų „įeinančių“ santykių suma;

F_j – j -os alternatyvos visų santykių skirtumų suma;

PC_p – prekybos centro plotas;

PC_v – prekybos centro automobilių stovėjimo aikštelėje vietų skaičius;

UI – užstatymo intensyvumas;

DG_s – dirbančiųjų gyventojų skaičius;

B_s – butų skaičius;

PC_k – automobilių stovėjimo aikštelių užpildymo koeficientas;

PC_r – automobilių stovėjimo vietos, vienam butui, mažinimo procentas.

K_j – LTC kokybės indeksas;

J – LTC skaičius mieste $(j = 1, 2, ..., J)$;

I – ASA skaičius j-ame maršrute, t. y. LTC $(i = 1, 2, ..., I)$;

K – ASA skaičius mieste, t. y. visuose LTC $(k = 1, 2, ..., K)$, $K = \sum_{j=1}^{J} I_j$;

R – ASA rangas, nustaytas ekspertų daugiatiksliais metodais (visų ASA rangų skaičius K, o visų ASA rangų suma $R_{ij} = R_1 + R_2 + ... + R_K$);

R_{ij} – i-ojo LTC i-osios ASA rangas $(i = 1, 2, ..., I; j = 1, 2, ..., J)$;

A_{ij} – ASA plotas;

L_{ij} – j-ojo LTC i-ojo ruožo (magistralinės įvažiavimo į miestą gatvės) ilgis nuo ASA sankirtos su LTC iki miesto centro;

l_{ij} – atstumas nuo ASA iki LTC;

P_1 – vietų skaičius nemotorizuoto TP stovėjimo zonoje;

D_e ir D_p – esamas ir prognozuojamas dviračių skaičius piko avalandą ties ASA;

β – skaičiuojamas dviračių skaičius pirmaisiais metais.

Santrumpos

AHP – analitinio hierarchinio proceso metodas;

ASA – automobilių stovėjimo aikštelė;

ASV – automobilių stovėjimo vieta;

BP – bendrasis planas;

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

EK – Europos komisija;

ES – Europos Sąjunga;

ESV – elektromobilių stovėjimo vieta;

GIS – geografinės informacinės sistemos;

JT – Jungtinės Tautos;

KASKO – sausumos transporto priemonių, išskyrus geležinkelių transporto priemones, draudimas;

KET – kelių eismo taisyklės;

KTKS – kombinuota transporto kelionių sistema;

LA – (lengvasis) automobilis;

LR – Lietuvos Respublika;

LTC – linijinis traukos objektas;

PC – prekybos centras;

PROMETHEE – prioritetiškumo funkcijų taikymas (angl. Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation);

R – spindulys (300 metrų spindulys nuo prekybos centro automobilių stovėjimo aikštelės, kurio ribose atliekami tyrimai);

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

SĮ – savivaldybės įmonė;

SP – specialusis planas;

SS – susisiekimo sistema;

STR – statybos techninis reglamentas;

SV – Statyk ir važiuok sistema;

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

UAB – uždara akcinė bendrovė;

VGTU – Vilniaus Gedimino technikos universitetas;

VĮ – viešoji įstaiga;

VS – vietų sumą;

VT – viešasis transportas.

Terminai ir apibrėžimai

Automatizuota požeminė automobilių stovėjimo aikštelė – patalpa arba pastatas transporto priemonėms laikyti po žeme, kurioje automobiliai pastatomi į stovėjimo vietą ir valdomi programine įranga.

Automobilių stovėjimo aikštelė – trumpalaikiams ar ilgalaikiams automobilių stovėjimui pritaikyta teritorija, pažymėta atitinkamais kelio ženklais ar ženklinimu. Stovėjimo aikštelės gali būti mokamos arba nemokamos, privačios arba priklausančios savivaldybėms.

Automobilių stovėjimo vieta – trumpalaikiams ar ilgalaikiams automobilių stovėjimui pritaikyta vieta, kurios matmenys 2,5 x 5,0 metrų. Stovėjimo vietos dažniausiai įrengtos automobilių stovėjimo aikštelėje, tačiau jos gali būti įrengtos gatvėje ar specialioje įrengtoje stovėjimo juostoje.

Automobilių stovėjimo vietos funkcionavimo kokybė – vienos automobilio stovėjimo vietos maksimalus automobilių skaičiaus panaudojimas per tam tikrą laiko vienetą.

Biotransporto priemonė – transporto priemonė, kuri beveik neteršia aplinkos ir atitinka aplinkos apsaugai keliamus reikalavimus.

Centrinė miesto zona – miesto dalis, esanti miesto centre.

Daugiaaukštė automobilių stovėjimo aikštelė – dviejų ir daugiau aukštų patalpa arba pastatas transporto priemonėms laikyti.

Dominuojanti originali viešojo transporto keleivių susisiekimo sistema – pagrindinės miesto transporto priemonės, galinčios pervežti didelį kiekį žmonių per trumpą laiką.

Efektyvumas – rezultato ir panaudotų išteklių santykis.

Ekspertas – mokslo, meno ar kitų sričių specialistas, kviečiamas atsakyti į klausimus, reikalaujančius specialių žinių.

Ilgalaikis automobilio stovėjimo vieta – automobilio stovėjimas nuolatinėje jam skirtoje vietoje nakčiai, žiemos sezonui ar kai sugenda.

Trumpalaikis automobilio stovėjimo vieta – laikina automobilio stovėjimo vieta atvykus į darbovietę, lankantis įvairiose viešose vietose, buities ar kultūrinės paskirties įstaigose, atvykus į svečius.

Keleivių išlaipinimo ir įlaipinimo zona – Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelėje išskirta sustojimo vieta, kurioje automobilio vairuotojas per trumpą laiką išlaipina arba įlaipina keleivį.

Kombinuota transporto kelionių sistema – integruota kelionių visuma, pervežant keleivius ne mažiau kaip dvejomis transporto rūšimis.

Liftinė automobilių stovėjimo aikštelė – dviejų ir daugiau aukštų liftinės konstrukcijos statinys transporto priemonėms laikyti.

Modulinių konstrukcijų automobilių stovėjimo aikštelė – sukonstruota automobilių stovėjimo aikštelė, kuri surinkta iš modulinių konstrukcijų.

Požeminė automobilių stovėjimo aikštelė – patalpa arba pastatas transporto priemonėms laikyti po žeme.

Priemiestinė miesto zona – miesto teritorijos, labiausiai nutolusios nuo miesto centro.

Rangas – hierarchijos lygmuo hierarchinėje sistemoje, kurios elementus galima sudėti vienus su kitais ir dauginti iš skaičių: tarpusavyje tiesiškai nepriklausomų elementų skaičiaus.

Respondentas – asmuo, atsakinėjantis į socialinių tyrimų anketas arba tyrėjo žodžiu užduodamus klausimus.

Sistema – tam tikra tvarka sujungtų komponentų visuma.

Statyk ir važiuok autobusas – autobusas, kuris perveža keleivius iš statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelės iki tam tikros miesto teritorijos.

Statyk ir važiuok sistema – susisiekimo sistema, kai asmeninė transporto priemonė yra paliekama specialioje automobilių stovėjimo aikštelėje miesto prieigose ir tolimesnė kelionė tęsiama viešuoju transportu arba specialiu autobusu.

Užstatymo intensyvumas – visų pastatų antžeminės dalies patalpų bendrojo ploto sumos santykis su žemės sklypo plotu.

Vidurinė miesto zona – miesto dalis, esanti tarp miesto centro ir priemiestinės zonos.

Viešojo transporto stotelė – tai speciali įrengta vieta keleiviams išlipti iš viešojo transporto ir įlipti į jį.

Turinys

ĮVADAS 1
Problemos formulavimas 1
Darbo aktualumas 2
Tyrimo objektas 3
Darbo tikslas 3
Darbo uždaviniai 4
Tyrimų metodika 4
Darbo mokslinis naujumas 4
Darbo rezultatų praktinė reikšmė 5
Ginamieji teiginiai 5
Darbo rezultatų aprobavimas 6
Disertacijos struktūra 7

1. MOKSLO DARBŲ, SKIRTŲ AUTOMOBILIŲ STOVĖJIMO VIETŲ MIESTUOSE PROBLEMOMS TIRTI, ANALIZĖ 9
1.1. Automobilių stovėjimo problemos kilmė ir jos atsiradimo priežastys 9
1.2. Automobilių stovėjimo vietų išsidėstymo sistema mieste 12
1.2.1. Automobilių stovėjimo vietų poreikis ir galimybės centrinėse miestų zonose: senamiestyje ir miesto centre 13
1.2.2. Automobilių stovėjimo vietos vidurinėse miestų zonose 19
1.2.3. Automobilių stovėjimo vietos priemiestinėse miestų zonose 25
1.3. Kiti automobilių panaudojimo ir stovėjimo vietų mažinimo būdai 30

1.4. Inovatyvūs ir modernūs technologiniai automobilių stovėjimo statiniai 32
1.5. Automobilizacijos lygio raida Lietuvos miestuose 34
1.6. Norminių aktų, reglamentuojančių automobilių statymą, apžvalga 36
1.7. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas 40

2. AUTOMOBILIŲ STOVĖJIMO VIETŲ TEORINIAI TYRIMAI IR ANALIZĖ 43
2.1. Automobilių stovėjimo vietų tyrimo planas ir metodika 43
2.1.1. Tyrimo planas 43
2.1.2. Stovinčių automobilių kiekio tyrimo metodai 45
2.2. Automobilių stovėjimo vietų tyrimų seka ir rezultatai 47
2.2.1. Automobilių stovėjimo tyrimų rezultatai daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose 48
2.2.2. Gyvenamųjų rajonų automobilių stovėjimo aikštelių kiekybinių kriterijų svarbos tyrimas AHP metodu 49
2.2.3. Automobilių stovėjimo tyrimų rezultatai prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse 55
2.2.4. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių parametrų svarbos tyrimas AHP metodu 59
2.2.5. Statyk ir važiuok aikštelių plėtros strategija Vilniaus mieste 63
2.2.6. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių rodiklių svarbos tyrimas AHP metodu 64
2.2.7. Statyk ir važiuok sistemos plėtros koncepcijos 69
2.3. Antrojo skyriaus išvados 70

3. MIESTO AUTOMOBILIŲ STOVĖJIMO VIETŲ EFEKTYVUMO VERTINIMAS 73
3.1. Sprendimo priėmimo duomenys automobilių stovėjimo vietų gyvenamuosiuose rajonuose daugiatiksliam vertinimui 73
3.2. Daugiatikslis vertinimas COPRAS, SAW, TOPSIS ir rezultatų apibendrinimas vidurkio metodais 75
3.3. Sprendimo priėmimo duomenys, automobilių stovėjimo vietų prekybos centruose, daugiatiksliam vertinimui 80
3.3.1. Daugiatikslis vertinimas, SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodais 82
3.3.2. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros pasiūlymai urbanizuotose (daugiabučių namų) teritorijose 87
3.4. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių vietos parinkimo atranka 92
3.4.1. Statyk ir važiuok sistemos daugiatikslis vertinimas, COPRAS, SAW ir TOPSIS metodais 94
3.4.2. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių GIS planavimo bazė 96
3.4.3. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių sisteminė atranka 97
3.4.4. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių koncepciniai modeliai 102
3.5. Trečiojo skyriaus išvados 106

BENDROSIOS IŠVADOS 109

LITERATŪRA IR ŠALTINIAI 111

AUTORIAUS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS 123

PRIEDAI 140
A priedas. Sprendimo priėmimo duomenys, automobilių stovėjimo vietų prekybos centruose, daugiatiksliam vertinimui 141
B priedas. Bendraautorių sutikimai teikti publikacijoje skelbtą medžiagą mokslo daktaro disertacijoje 145
C priedas. Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema kopijos 156

Contents

INTRODUCTION 1
Problem formulation 1
Relevance of the thesis 2
Research object 3
Aim of the thesis 4
Objectives of the thesis 4
Research methodology 4
Scientific novelty of the thesis 4
Practical value of research findings 5
Defended statements 6
Approval of research findings 6
Structure of the thesis 7

1. THE ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC WORKS DEDICATED TO THE PROBLEMS OF CAR PARKING SPACES IN CITIES 9
1.1. The origin and the causes of the problem of car parking 9
1.2. Optimal allocation of parking lots in the city center 12
1.2.1. The demand and the possibilities for parking spaces in central city areas: old town and city center 13
1.2.2. Parking spaces in central city areas 19
1.2.3. Parking spaces in downtown city areas 25
1.3. Other uses of vehicles and the methods for reducing the amount of parking spaces 30

1.4. Innovative and technologically modern parking buildings 32
1.5. The evolution of automobilization in Lithuanian cities 34
1.6. The review of the normative documents which regulate car parking 36
1.7. Conclusions of Chapter One and formulation of thesis objectives 40

2. THE THEORETICAL INVESTIGATION AND ANALYSIS OF THE SPACES FOR CAR PARKING 43
2.1. The plan and the methodology of the investigation of car parking spaces 43
2.1.1. The plan of the investigation 43
2.1.2. The methods determining the quantity of parked cars 45
2.2. The following stages and the results of the investigation of car parking 47
2.2.1. The results of car parking investigation in residential areas 48
2.2.2. The significance of the quantitative criteria analysis of parking lots in residential districts by the AHP method 49
2.2.3. The results of the investigation of car parking in the parking lots of shopping malls 55
2.2.4. The analysis of the significance of shopping mall parking lot parameters by the AHP method 59
2.2.5. The principles of the park and ride parking lot development strategy in Vilnius 63
2.2.6. The analysis of the significance of the car parking lot indicators of the park and ride system by the AHP method 64
2.2.7. The developmental concepts of the park and ride system 69
2.3. Conclusions of Chapter two 70

3. THE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE PARKING LOTS IN CITY 73
3.1. The data-informed decision making for the multi-criteria assessment of parking lots in residential areas 73
3.2. Multi-criteria assessment and the conclusion of the results by COPRAS, SAW and TOPSIS methods 75
3.3. The data-informed decision making for the multi-criteria assessment of parking lots in shopping malls 80
3.3.1. Multi-criteria assessment by SAW, TOPSIS and PROMETHEE methods 82
3.3.2. The suggestions for the development of parking lots in shopping malls of urban residential areas 87
3.4. The selection of the places for the park and ride parking lots 92
3.4.1. The multi-criteria assessment of the park and ride system by COPRAS, SAW and TOPSIS methods 94
3.4.2. The GIS planning database of the park and ride parking lots 96
3.4.3. The systematical selection of the park and ride parking lots 97
3.4.4. The conceptual models for the park and ride parking lots 102
3.5. Conclusions of Chapter three 106

GENERAL CONCLUSIONS 109

REFERENCES 111

LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS BY THE AUTHOR ON THE TOPIC OF THE THESIS 123

ANNEXES 140
Annex A. The data-informed decision making for the multi-criteria assesment of parking lots in residential areas 141
Annex B. Agreements of co-authors to provide published materials in the thesis 145
Annex C. Author's scientific publications on the topic of the thesis 156

Įvadas

Problemos formulavimas

Viena aktualiausių problemų, su kuria susiduria Lietuvos didžiųjų miestų gyventojai, yra automobilių stovėjimo vietų trūkumas miesto teritorijose: senamiestyje, miesto centre, daugiabučių namų kiemuose, prie gydymo įstaigų ir prie kitų svarbių traukos objektų. Automobilių stovėjimo vietų trūkumą Lietuvos miestuose lėmė susisiekimo sistemos neprognozuojamos raidos procesai, kurie pradėjo vykti maždaug prieš du dešimtmečius – atgavus nepriklausomybę iš vakarų Europos valstybių buvo masiškai įvežami seni panaudoti lengvieji automobiliai, sparčiai didėjantis automobilizacijos lygis, auganti šalies ekonomika ir didėjantis visuomenės gyvenimo lygis sutrikdė susisiekimo sistemos infrastruktūros vystymąsi. Šio scenarijaus pasekmė – miesto gyventojų priklausomybė nuo lengvojo automobilio.

Lietuvos didmiesčių gyvenamuosiuose rajonuose susiformavo dviejų tipų automobilių stovėjimo vietų problemos. Pirma problema – sovietmečiu statytuose daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose. Antra – naujuose daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose. Sovietmečiu įrengtos automobilių stovėjimo vietos prie daugiabučių namų šiuo metu neatitinka galiojančių minimalių normatyvinių reikalavimų, vietų trūkumo problemas gyventojai išsprendžia automobilį laikydami gatvėse, ant pėsčiųjų ir dviračių

takų, želdinių teritorijose, vaikų žaidimų aikštelėse ir kitose bendro naudojimo teritorijose. Naujų daugiabučių namų automobilių stovėjimo vietos projektuojamos pagal galiojančius minimalius normatyvinius reikalavimus. Tačiau didėjantis gyventojų mobilumas, darbo kelionių atstumas ir kelionės trukmė verčia šeimoje turėti daugiau nei vieną lengvąjį automobilį ir numatytų automobilių stovėjimo vietų nepakanka norint pastatyti visus automobilius.

Siekiant sumažinti automobilio panaudojimą mieste, būtina vystyti konkurencingą viešąjį transportą ir gerinti keleivių pervežimo proceso kokybę. Tam, kad viešasis transportas mieste sėkmingai konkuruotų su automobiliu, būtina skatinti kombinuotojo transporto kelionių sistemas: statyk ir važiuok (*angl.* „Park and ride“), Palik dviratį ir važiuok viešuoju transportu (*angl.* „Bike and ride“), Sustok ir išleisk/paimk, ir važiuok (*angl.* „Kiss and ride“) ir kitas.

Turimais duomenimis, statyk ir važiuok sistemos naudojimo apimtys pasaulyje didėja. Remiantis užsienio šalių patirtimi, sėkminga statyk ir važiuok sistemos veikla priklauso nuo daugybės veiksnių: nuo miesto fizinės struktūros, žemės įsisavinimo galimybės, miesto viešojo transporto skatinimo ir valdymo politikos ir kita. Tačiau pagrindinis infrastruktūros objektas, nuo kurio priklauso visa statyk ir važiuok sistemos veikla – automobilių stovėjimo aikštelė. Lietuvoje automobilių stovėjimo aikštelių, kurios būtų oficialiai kombinuojamos su tradicinio miesto viešojo transporto sistema, nėra. Todėl galime daryti išvadą, kad miestuose ši sistema deramai netyrinėta ir šių aikštelių įrengimui nėra parengtos metodikos. Tam, kad statyk ir važiuok sistema Lietuvos didmiesčiuose sėkmingai konkuruotų su kitomis miesto viešojo transporto sistemomis, būtina įvertinti automobilių stovėjimo vietų plėtrą mieste.

Darbo aktualumas

Augantis automobilizacijos lygis tiesiogiai susijęs su automobilių stovėjimo vietų poreikiu mieste, kuris turi įtakos miestų plėtrai ir blogina žmonių gyvenimo kokybę (Hongbing ir Zhaokang 2011). Dėl istoriškai susiklosčiusio įvairios paskirties pastatų išsidėstymo, automobilių stovėjimo vietų poreikis miestuose yra skirtingas. Todėl planuojant automobilių stovėjimo aikštelę svarbiausias kriterijus yra vienos stovėjimo vietos funkcionavimo pobūdis, o ne aikštelės plotas (Burinskienė *et al.* 2011).

Mokslininkų nustatyta, kad didmiesčiuose automobiliui stovėti mieste reikia 5–6 vietų (namai-darbas-prekybos centras-namai), tai yra kiekvienam lengvajam automobiliui reikia išskirti mažiausiai apie 100 m^2 teritorijos. Urbanistai teigia, kad milijoniniuose didmiesčiuose susisiekimo sistemos reikmėms tenka apie 40 % (kai kur daugiau nei 60 %, pavyzdžiui, Los Andželas, JAV) bendro miesto

ploto, kituose didmiesčiuose 20–25 %, o mažesniuose miestuose apie 10 % (Juškevičius *et al.* 2013).

Lietuvoje ir pasaulyje automobilių stovėjimo vietų reguliavimo procesą lemia politiniai sprendimai, todėl jam reguliuoti, ypač miesto centruose, reikalingi teisiniai, organizaciniai ir finansiniai mechanizmai (Juškevičius *et al.* 2006*)*. Tačiau šiandien Lietuvos miestai, kaip ir dauguma kitų šalių miestų, automobilių stovėjimo vietų reguliavimo procesą normuoja tradicinio sąrašo forma (*liet.* STR, *rus.* СНиП, *vok.* DIN, *šveic.* SN, *est.* RTL ir kt.). Automobilių stovėjimo vietų normatyvų skaičiavimo principai yra pasenę, netenkina esamų poreikių, todėl juos būtina keisti (Willson 2013).

Rengiamo darbo aktualumą galima patvirtinti ir Europos Komisijos dokumentais, kuriuose nurodoma kuo greičiau spręsti automobilizacijos lygio, grūsčių ir oro taršos klausimus Europos miestuose.

Europos Komisijos dokumentuose – 2009 m. vasario mėn. Žaliosios knygos veiksmų plane (EC 2007) ir 2011 m. Baltojoje knygoje (EC 2011) nurodyta Europos miestuose diegti kombintuotų kelionių skatinimo sistemų koncepcijas, kurių pagrindu bus pasiektas bendros Europos transporto erdvės kūrimo planuose numatytas siekis: iki 2030 m. Europos Sąjungos šalyse dvigubai sumažinti įprastiniu kuru varomų automobilių naudojimą miestuose, o iki 2050 m. pasiekti, kad miestuose jų nebeliktų. Taip pat, Lietuvos didmiesčiams (Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai ir Panevėžys) numatyta Europos Sąjungos parama 2014–2020 m. laikotarpiui statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių plėtrai. Ši parama skirta pagal miestų plėtros antrąjį prioritetą „Darnios miestų transporto sistemos kūrimas ir judumo gerinimas“, pagal 2.1 uždavinį „Didinti viešojo transporto konkurencingumą“ ir 2.1.2 priemonę „Viešojo ir privataus transporto sąveikos sistemų nutolusiose nuo miestų centrų ir miesto prieigos kūrimas (statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių plėtra)“.

Tyrimo objektas

Darbo tyrimo objektas – asmeninių kelionių automobilių stovėjimo vietų didmiestyje pasiskirstymo sistema.

Darbo tikslas

Darbo tikslas – pasiūlyti automobilių stovėjimo vietų mieste plėtros vertinimo modelį ir pateikti originalius automobilių stovėjimo aikštelių plėtros koncepcinius sprendinius.

Darbo uždaviniai

1. Atlikti mokslinės literatūros, susijusios su automobilių stovėjimo vietų trūkumu, analizę.
2. Atlikti automobilių stovėjimo vietų Vilniaus miesto daugiabučių namų ir prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse tyrimus.
3. Nustatyti daugiabučių namų gyventojų poreikį naudotis prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėmis ne apsipirkimo tikslais.
4. Sukurti prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių vertinimo sistemą, kuri iš dalies išspręstų automobilių stovėjimo vietų trūkumą daugiabučių namų aikštelėse.
5. Pasiūlyti statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių mieste sisteminės atrankos strategiją ir pateikti reikalavimus susisiekimo sistemos infrastruktūrai planuoti.

Tyrimų metodika

Darbe panaudoti šie tyrimo metodai: mokslinės teorinės analizės, ekspertinis, daugiatikslis ir natūrinių tyrimų.

Naudojant mokslinės teorinės analizės metodą atlikta šiuolaikinės mokslinės literatūros, Europos Komisijos leidinių ir kitų teisinių šaltinių apžvalga.

Naudojant natūrinių tyrimų metodą nustatytas daugiabučių namų teritorijose ir prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse stovinčių automobilių skaičius, nustatytos lengvųjų automobilių laikymo sąlygos, lengvųjų automobilių stovėjimo aikštelių užpildymo koeficientai, automobilių stovėjimo vietų poreikis ir taip toliau.

Naudojant ekspertinius metodus nustatyti automobilių stovėjimo vietų kriterijai ir suskaičiuoti jų svoriai. Vėliau darbe taikomi įvairūs daugiatiksliai metodai: TOPSIS, SAW, COPRAS, PROMETHEE, kurių pagrindu įvertinta automobilių stovėjimo vietų ir aikštelių prioritetinė eilė. Nustatyta nuo kokių kriterijų priklauso prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių užpildymo koeficientai, pasiūlyta statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių mieste sisteminės atrankos strategija.

Darbo mokslinis naujumas

Rengiant disertaciją buvo gauti šie statybos inžinerijos mokslui nauji rezultatai:

1. Sukurta prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros kriterijų sistema, kurią galima naudoti miesto kompleksinio planavimo etape.
2. Taikant analitinį hierarchijos proceso (AHP) metodą gauti kriterijų svorių skaitiniai įverčiai, kurie leido sudaryti statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių prioritetinę eilę ir pagal ją pasiūlyti inovatyvią automobilių stovėjimo aikštelių sistemą Vilniaus mieste.
3. Sudaryti trys originalūs statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių koncepciniai modeliai, kurie pritaikyti realiai didmiesčio erdvei.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

Disertacijoje nustatyta prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų sistema, kuri gali būti praktiškai taikoma kompleksinio planavimo etape. Tai yra priemonė, leidžianti teritorijų planavimo specialistams matematiškai apskaičiuoti automobilių stovėjimo vietų skaičių gyvenamuosiuose rajonuose, įvertinant prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros variantus. Sukurta kriterijų sistema tinkama Lietuvos didmiesčiams ir kitiems panašaus dydžio užsienio šalių miestams.

Atsižvelgiant į Europos Sąjungos 2014–2020 m. laikotarpio paramą, pagal kurią Lietuvos penkiems miestams numatytas finansavimas statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių plėtrai, pasiūlytas metodas leidžiantis nustatyti racionaliausias statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių dislokacijos vietas. Papildomai detalizuoti trys statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių koncepciniai modeliai ir jie pritaikyti bei vizualizuoti realioje miesto erdvėje.

Ginamieji teiginiai

1. Urbanizuotose daugiabučių namų gyvenamųjų rajonų teritorijose įrengtas prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles galima efektyviau išnaudoti automobiliams statyti.
2. Urbanizuojamose teritorijose, kompleksiškai planuojant daugiabučių namų gyvenamuosius kvartalus ir prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles, tam tikrą dalį daugiabučių namų gyventojų

automobilių stovėti galima nukreipti į prekybos centro automobilių stovėjimo aikšteles.

3. Kuriamos ir plėtojamos statyk ir važiuok sistemos didmiestyje kriterijų svarbą ir įtaką jos veiksmingumui planuojamaisiais eksperimentais tyrimais nustatyti dažniausiai neįmanoma, todėl šiam tikslui geriausiai tinka taikyti daugiatikslius sprendimų priėmimo metodus.

Darbo rezultatų aprobavimas

Disertacijos tema yra publikuoti penki moksliniai straipsniai: du – mokslo žurnaluose, įtrauktuose į Thomson Reuters Web of Knowledge (ISI Web of Science) sąrašą (Pirmas mokslinis straipsnis paskelbtas užsienio žurnale, neturinčiame citavimo rodiklio (Maliene *et al.* 2011), antrasis – turinčiame citavimo rodiklį (Palevičius *et al.* 2013). Vienas – kitų tarptautinių duomenų bazių leidinyje (Palevičius and Lazauskaitė 2014); vienas – konferencijos ISI Proceedings medžiagoje (Zagorskas and Palevičius 2011); vienas – recenzuojamoje tarptautinių konferecijų medžiagoje (Burinskienė *et al.* 2014).

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

- 14-ojoje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje *„Civilinė inžinerija ir geodezija“* 2011 m. Vilniuje;
- 8-ojoje tarptautinėje konferencijoje *„Environmental engineering“* 2011 m. Vilniuje (Zagorskas and Palevičius 2011);
- Tarptautinėje VISBY projekto konferencijoje „*Capacity building in sustainable urban planning and development in Lithuania, Russia, Sweden and Ukraine*“ 2013 m. Nidoje;
- Tarptautinėje konferencijoje *„III Postgraduate workshop of the ESPON/ENECON procect“* 2014 m. Olburgo mieste, Danijoje (Galland 2014);
- 9-ojoje tarptautinėje konferencijoje *„Environmental engineering“* 2014 m. Vilniuje (Burinskiene *et al.* 2014).

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro įvadas, 3 skyriai, bendrosios išvados, literatūros sąrašas, publikacijų sąrašas.

Darbo apimtis yra 140 puslapių, darbe – 36 lentelės ir 31 paveikslas. Rašant disertaciją vadovautasi 135 mokslinės literatūros ir kitais šaltiniais.

1

Mokslo darbų, skirtų automobilių stovėjimo vietų miestuose problemoms tirti, analizė

Skyriuje pateikiama automobilių stovėjimo vietų (toliau – ASV) problemos kilmė ir jos atsiradimo priežastys. Apžvelgiama pasaulio miestuose ASV išsidėstymo sistema. Atlikta, Europos Sąjungos (toliau – ES) ir kitų pasaulio šalių norminių dokumentų, reglamentuojančių lengvųjų automobilių (toliau – LA) stovėjimą skirtingose miesto teritorijose, analizė.

Skyriaus tematika paskelbti du autoriaus straipsniai (Zagorskas and Palevičius 2011; Palevičius and Lazauskaitė 2014).

1.1. Automobilių stovėjimo problemos kilmė ir jos atsiradimo priežastys

ASV problemos reikšmė pirmą kartą nustatyta 1928 m. Čikagoje (JAV). Tada pirmą kartą pasaulio istorijoje pradėta taikyti draudimas transporto priemonėms (toliau – TP) stovėti centrinėje miesto dalyje (Burinskienė *et al.* 2011). Teigiama, kad tai automobilių statymo (toliau – AS) politikos pradžia, kuria

buvo siekiama sumažinti pasiūlos ir paklausos disproporcijas. AS siaurąja prasme suprantamas kaip elementarūs veiksmai siekiant pastatyti ir laikyti TP specialiai jai skirtoje ar laisvai pasirinktoje vietoje. Plačiąja prasme AS suprantamas kaip vienas iš miesto sistemos ir jos struktūros planavimo bei funkcionavimo procesų. Šis procesas šiuolaikiniame mieste neišvengiamas, tačiau vertinamas kaip esminių problemų šaltinis, nes apie 90 % laiko LA stovi (Juškevičius *et al*. 2013).

XX a. pradžioje LA protegavimo politika lėmė ekonomikos augimą ir su ja susijusius inovatyvius urbanistinius sprendimus. Pirmosios daugiaaukštės automobilių stovėjimo aikštelės (toliau – ASA) buvo pastatytos 1905 m. Paryžiuje (Prancūzija), 1907 m. Čikagoje (JAV), 1908 m. Niujorke (JAV), 1920 m. Sinsinatyje (JAV) ir kt. (McDonald 2012). Kartu su didėjančia automobilizacija proporcingai buvo plėtojama susisiekimo sistemos (toliau – SS) infrastruktūra (gatvių tinklas, pėsčiųjų takai, tiltai, estakados ir pan.), inžinerinė infrastruktūra (elektros tiekimo sistema, įvairi eismo ir reguliavimo įranga, informacinė sistema ir kita), taršos slopinimo įranga (pylimai, specialios želdinių juostos, medžio ir garsą slopinančios užtvaros ir kita.).

Atrodė, kad LA protegavimo politika miestams duos apčiuopiamos ilgalaikės ekonominės ir socialinės naudos. Išaugo gyventojų susisiekimo galimybės, padidėjo gyvenamosios erdvės gyvybingumas. Auganti automobilizacija paskatino sukurti papildomų darbo vietų, nes atsirado poreikis statyti naujus SS, inžinerinės ir kitus infrastruktūros objektus.

Augantis automobilizacijos lygis parodė, kad LA protegavimo politika grįsta kiekybiniu miesto vystymu. Pasiekus 100 aut./1000 gyv. atsirado pirmosios AS problemos. Pirmiausia ASV trūkumas pasireiškė centrinėse miestų dalyse. Vėliau ASV trūkumas atsirado prie geležinkelių ir autobusų stočių, prie oro uostų, prie gydymo įstaigų, prie gamybos įmonių, daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose ir prie kitų traukos objektų.

Pirmieji Europoje ASA talpos tyrimus skirtingose miesto teritorijose XX a. 7-ojo dešimtmečio pirmojoje pusėje pradėjo tyrinėti Jungtinės Karalystės transporto specialistai. Vadovaujami Buchanano, valdžios nurodymu jis sprendė transporto ribojimo klausimus miestuose. Tyrimų duomenys pristatyti istorinėje Buchanano mokslinėje ataskaitoje (1963), kurioje buvo nurodyta būtinybė riboti automobilizacijos lygio augimą miestuose. Pastarąjį dešimtmetį publikacijų ir mokslinių darbų šia tema ypač pagausėjo. Tikėtina, kad Europoje LA stovėjimo vietų tyrinėjamo populiarumui ženklią įtaką padarė 7-ajame dešimtmetyje publikuota Buchanano mokslo ataskaita. Palaipsniui transporto eismo tyrimus ir grūstis, LA stovėjimo vietų tyrimus pradėjo vykdyti ir rezultatus publikuoti platesnis mokslininkų ratas: Foster (1963), Smeed (1966, 1968), Godfrey (1970). Vėliau LA stovėjimo tyrimus ir planavimo procesus Austrijos miestuose eilę metų vykdė Pech, Warmth, Jens, Zeininger (2009). Lenkijos didmiesčių AS

problemas nagrinėja Pęski ir Czechowski (2001), Szarata, (2007), Czerwinski (2013) ir kiti mokslininkai.

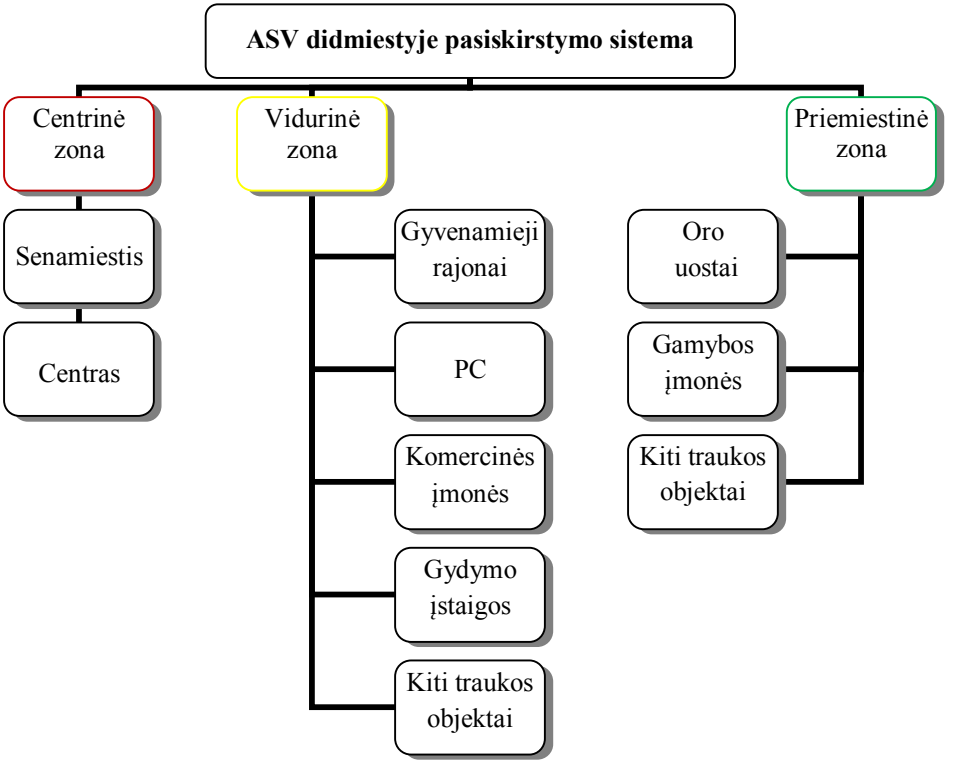
Burinskienė (2011) teigia, kad ASV paieška tapo kasdienine problema mieste, neradę laisvos stovėjimo vietos, vairuotojai ieško kitos, kurie papildomai apkrauna gatvių tinklą ir ASA, sudarydami neigiamą poveikį aplinkai. Lim (2010) rašo, kad didžiausias taršos šaltinis mieste, kuris kelia didžiausią grėsmę žmonių sveikatai, yra LA. Psiloglou su bendraautoriais (Psiloglou *et al.* 2013), teigia, kad LA sudaro antropogeninius (kietosios dalelės, sieros ir ozono dioksidas, anglies monoksidas ir kita) ir yra natūralius taršos šaltinius mieste. Europos aplinkos agentūros (European Environment Agency – EEA) 2013 m. ataskaitoje teigiama, jog transporto sukeltas oro užterštumas Europos miestuose sudaro 70 % viso oro užterštumo.

Miestų planavimo požiūriu pagrindinės problemos kyla dėl nepakankamo susisiekimo infrastruktūros išvystymo ir besiplečiančių miestų (Lazda and Smirnovs 2014). Nuo automobilizacijos lygio atsiliekantis susisiekimo infrastruktūros vystymas didina eismo grūstis, ilgina LA kelionės laiką, teršia gyvanamąją aplinką (Podvezko and Sivilevicius 2013). Mokslų daktaro Grigonio disertacijoje (2005) teigiama, kad mažėjantis užstatymo tankis mieste lemia didesnį privačių LA poreikį. Didesnis privačių LA skaičius sukelia gyvenamuosiuose rajonuose viešųjų erdvių perpildymo LA problemą. Taip pat neįskaitinių įvykių tikimybė mieste auga, kai didėja LA skaičius. Remiantis atliktais darbais ir statistiniais duomenimis, nustatyta, kad svarbiausią reikšmę eismo saugumui turi žmogiškasis veiksnys, tai yra visuma asmens fizinių ir psichologinių savybių, lemiančių sėkmingą vairuotojo darbą ir daugiausia eismo įvykių įvyksta dėl eismo dalyvio kaltės. Taip pat nustatyta, kad apie 65 % eismo įvykių kaltininkų yra LA vairuotojai (Lipnickas and Nagurnas 2012). Zaranka teigia (2012), kad eismo įvykiai daugeliu atvejų gali būti prognozuojami ir neutralizuojami, tačiau yra problema, susijusi su žmogiškuoju veiksniu. Siekiant sumažinti eismo įvykių skaičių ir jų pasekmes, turi būti sutelktas dėmesys į sisteminį metodą, apimantį visapusiškų priemonių plėtojimą. Taigi augantis automobilizacijos lygis mažina TP vidutinį greitį mieste, tuo užtikrinant mažesnę įskaitinių įvykių tikimybę, bet didina bendrą neįskaitinių įvykių statistiką.

Kaip rodo užsienio miestų su aukštu automobilizacijos lygiu patirtis, esant tradiciniam miesto išplanavimui ir netaikant jokių LA apribojimų, įrengti reikiamą ASV kiekį neįmanoma.

1.2. Automobilių stovėjimo vietų išsidėstymo sistema mieste

Šiuolaikiniuose miestuose galima išskirti tris zonas, kurios sudaro miesto ASV sistemą (1.1 pav.). Pirmoji – centrinė zona, į kurią įeina senamiestis ir miesto centras. Antroji – vidurinė zona (gyvenamieji rajonai, prekybos centrai (toliau – PC), komercinės įmonės, gydymo įstaigos, mokslo įstaigos ir kita), trečioji – priemiestinė zona (oro uostas, gamybos ir pramonės įmonės, įvairūs verslo centrai ir kita).



1.1 pav. Automobilių stovėjimo vietų didmiestyje pasiskirstymo sistema (sudaryta autoriaus)
Fig. 1.1. Car parking lots distribution system in a big city (author's)

Šios trys miesto zonos skiriasi viena nuo kitos, nes kiekviena zona išskirtinė savo fizionominiais bruožais ir infrastruktūra. Skirtingas užstatymo tipas, užstatymo tankis, pastatų aukštis, gatvių tinklas, VT išvystymo lygis, darbo vietų

sklaida. Kiekvienoje zonoje dėl žemės kainos ar jos stygiaus ASA statybos mastas yra skirtingas.

1.2.1. Automobilių stovėjimo vietų poreikis ir galimybės centrinėse miestų zonose: senamiestyje ir miesto centre

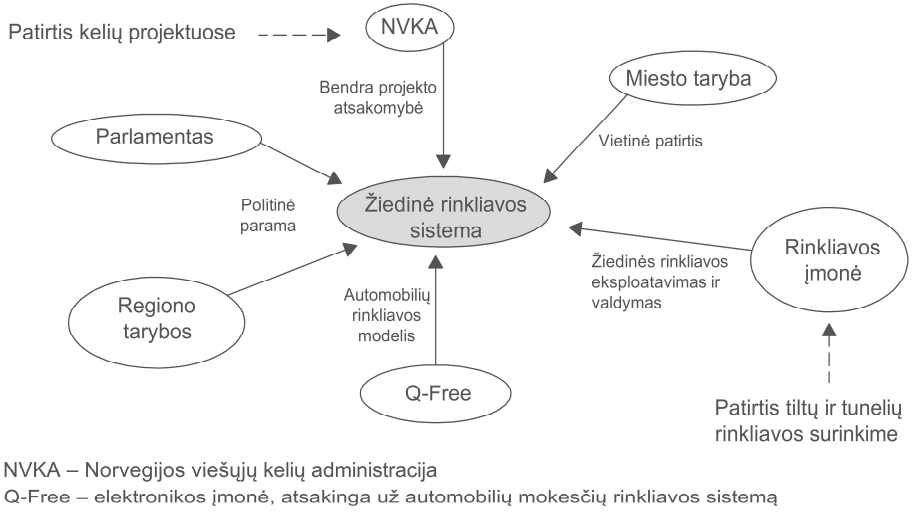
Senamiestyje dėl istoriškai susiklosčiusio įvairios paskirties pastatų išdėstymo ASV įrengimo galimybės yra ribotos. Užsienio praktikoje dažniausiai ASV įrengiamos gatvėse, esant galimybei statomi antžeminiai ir požeminiai daugiaaukščiai garažai (Arnott and Inci 2010). Lietuvoje pagal statybos techninį reglamentą (toliau – STR) 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“ vienai ASV įrengti reikalingas 20 m^2 žemės plotas. Senamiestyje įrengiant ASA ir ASV svarbiausi kriterijai yra aikštelės dydis, ASV skaičius ir vienos LA stovėjimo vietos funkcionavimo pobūdis. Todėl ASV reguliavimas senamiesčiuose yra sudėtingas procesas ir ASV paklausa viršijanti pasiūlą. XX a. viduryje daugelyje Europos miestų AS politika dažniausiai buvo paremta ASA įrengimu senamiesčio gatvėse, antžeminių ir požeminių garažų statyba (Arnott 2006). Taip buvo tikimasi išspręsti ASV trūkumo problemas.

Per pastaruosius kelis dešimtmečius didieji Europos miestai senamiesčiuose rado efektyvius AS problemų sprendimo būdus. Pavyzdžiui, Londonas (Anglija) vienas pirmųjų miestų, kuris 1972 m. įvedė maksimalią ASV skaičiaus normą. 2003 m. vasario 17 d. Londone pradėjo veikti nauja gatvių kainodaros sistema. Pagrindinis projekto tikslas – skatinti keliones VT, dviračiais, motociklais ir pėsčiomis. Šis mokestis yra pavadintas „grūsčių mokesčiu“ ir didžioji dalis surinktų pinigų yra skiriam VT išlaikyti bei plėtoti. Šiuo metu 10 svarų sterlingų paros mokestį turi mokėti registruoto LA savininkas, jei LA kerta ženklais pažymėtą zoną tarp 7.00 val. ryto ir 18.00 val. vakaro. Zonos prieigose yra įrengtos kameros, kurios nuskaito ir atpažįsta įvažiuojančių LA numerius ir sutikrina juos su LA registru. Vidinėje apmokestinamose teritorijos zonoje įrengtos kameros, kurios kontroliuoja ar nėra tvarkos pažeidėjų. Mokestis turi būti sumokėtas iki 22 val. vakaro, kitaip jis išauga ir galų gale tampa didele bauda (Thompson and Berman 2012). Įvedus šį mokestį, įvažiuojančių TP skaičius sumažėjo apie 30 %. Apie 50−60 % šių TP vairuotojų ir keleivių persėdo į VT, 20−30 % iš viso atsisakė kelionių, o likę atidėjo keliones, važiavo dviračiu ar motociklu. Kelionės trukmė sumažėjo vidutiniškai apie 15 %, o greitis padidėjo 17 % (Pruďhomme and Bocarejo 2005).

Griežta ir labai įdomi ASV politika taikoma Olandijos miestuose, kuriuose įvesta maksimalių ir minimalių normų sistema. Prie darboviečių naudojami trys rodikliai: 10, 20 ir 40 stovėjimo vietų 100 darbuotojų. Žemiausias iš šių rodiklių (10 stovėjimo vietų/100 darbuotojų) yra naudojamas tankiai užstatytose

teritorijose, o rodiklis 40 stovėjimo vietų/100 darbuotojų yra skirtas ekstensyviai užstatytose teritorijose (Kodransky and Hermann 2011).

Viena pelningiausių už LA stovėjimą mokesčių rinkliavos sistema įdiegta Norvegijos miestuose (1.2 pav.). 1986 m. sausį Bergene, 1990 m. vasarį Osle ir 1990 m. spalį Trondheime senamiesčio gatvėse buvo įdiegta nauja rinkliavų žiedo kainodara. Jį sudaro nuo 7 iki 24 rinkliavų punktų, kurie išdėstyti 3−8 km atstumu nuo miesto centro. Važiuojanti TP yra apmokestinama kiekvieną dieną. Rinkliavos nėra diferencijuojamos pagal paros laiką ir todėl yra labai paplitę nuolatiniai leidimai: dienai, mėnesiui, metams (Ieromonachou *et al.* 2006).



1.2 pav. Pagrindiniai partneriai, įgyvendinantys rinkliavų surinkimo strategijas Norvegijoje (Ieromonachou *et al.* 2006)

Fig. 1.2. Main partners in implementing tolling strategies in Norway (Ieromonachou *et al.* 2006)

Žiedų atsiradimas beveik nesumažino ASV poreikio. Pirmaisiais metais rinkliavų žieduose ASV sumažėjimas siekė tik 5 % (Waerstad 1992), bet surenkamos už AS pajamos 2006 m. sudarė nuo 220 mln. iki 1192 mln. Norvegijos kronų. Detalesnė informacija pateikta 1.1 lentelėje.

Kitas sprendimo būdas mažinti LA skaičių senamiesčiuose yra ASV progresinių mokesčių rinkliava. Ciurichas (Šveicarija), Antverpenas (Belgija), Viena (Austrija), Madridas (Ispaniją) ir kiti miestai, ribinių kaštų padidėjimą už AS sieja su jo stovėjimo trukme. Pavyzdžiui, Madride LA gatvėje galime laikyti neilgiau kaip dvi valandas, mokestis yra didinamas kas 20 min. (Kodransky and Hermann 2011).

Belgrade (Serbija) yra ribojamas LA stovėjimo trukmė. Senamiestis ir centrinė miesto dalis suskirstyta į tris rinkliavų zonas: pirmoje zonoje galima stovėti ilgiausiai 1 val., antrojoje – 2 val. ir trečiojoje – 3 val. (Simićević *et al.* 2012). Nustačius, kad LA stovi ilgiau negu jam leidžiama, į vietą iškviečiama speciali TP, kuri nugabena LA į saugojamą ASA.

1.1 lentelė. Rinkliavos žiedų charakteristika Norvegijoje (Ieromonachou *et al.* 2006)
Table 1.1. Comparative characteristics of the current Norwegian toll rings (Ieromonachou *et al.* 2006)

Charakteristikos	Bergenas	Oslas	Trondheimas
Gyventojų skaičius, tūkst.	235,0	515,0	150,0
Žiede gyvenančių žmonių procentas, %	10	60	40
Rinkliavos žiedo kainodaros pradžia, metai	1986	1990	1900
Rinkliavos plotas, km^2	18	64	50
Rinkliavos punktų skaičius	7	19	24
Lengvųjų automobilių mokestis Norvegijos kronomis (NOK)	15	20	15
Rinkliavos trukmė	Pirmadieniais-penktadieniais	Visomis dienomis	Pirmadieniais-penktadieniais
Eksploatacijos išlaidos per dieną, tūkst. (NOK)	73,0	248,9	74,9
Metinės pajamos, mln. (NOK)	220,0	1192,0	210,0

Europos miestuose, ypač senamiesčiuose, labiausiai paplitusi TP reguliavimo zonų rinkliavos sistema, kuri suskirstyta į skirtingas mokėjimo zonas. TP rinkliavos zonų skaičius svyruoja nuo 2 iki 4. Šių zonų suskirstymas ir jose kainų diferenciacija leidžia optimizuoti ASV panaudojimą senamiesčio gatvėse (Pierce and Shoup 2013).

1995 m. Vilniuje ASA apyvartos padidinimui senamiestyje pirmą kartą įdiegta rinkliavos sistema. Mokamų ASV skaičius kasmet buvo didinamas (1.2 lentelė), tačiau iki šių dienų ASV problema išliko aktuali.

Vilniaus miesto SS strateginė kryptis pagal Vilniaus miesto BP sprendinius – miesto centre prioritetą skirti VT, pėsčiųjų ir dviratininkų eismui. Siekiama riboti ASV skaičių ir naujų daugiaaukščių požeminių LA saugyklų plėtrą, ją siejant su LA skaičiaus mažinimu urbanizuotose miesto dalyse. Tam tikslui buvo pastatytos LA saugyklos Gedimino prospekte ir Tilto gatvėje, taip pat numatyta

LA saugyklos statyba Lelevelio gatvėje. Jų tikslas nėra ASV skaičiaus didinimas, o antžeminės erdvės atlaisvinimas nuo stovinčių LA.

1.2 lentelė. Savivaldybės mokamų automobilių stovėjimo vietų skaičius 1995–2011 m.
Table 1.2. Paid car parking lots in the municipality in 1995–2011

ASV skaičius	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2011
Mokamų vietų sk.	991	1332	2394	2578	2578	3066	3522	3420	5113
Rezervuotos vietos	46	84	120	150	150	308	335	315	305
Garažų sk.	-	-	-	-	1	1	1	1	3
Vietos garažuose	-	-	-	-	248	248	248	368	368

Daugelyje pasaulio miestuose veikianti rinkliavų už LA stovėjimą strategija yra orientuota į vienintelį tikslą – surinkti kuo daugiau pinigų į miesto biudžetą. Apmokestinti LA stovėjimą ar apriboti ASV skaičių senamiesčiuose – būtina. Tačiau apmokėjimo sistema turi būti lanksti ir patogi ne tik miesto gyventojui ir svečiui, bet ir apmokestinimo zonose dirbantiesiems žmonėms. Apmokestinus ASV senamiestyje dideliu tarifu, dirbantiems žmonėms turi būti užtikrintas patogus atvykimas iki darbovietės. Kaip pavyzdį galima pateikti 2008 m. gegužės 28 d. Bolonijos senamiestyje (Italija) atidarytą 7 aukštų ir 84 LA talpinanti automatizuota požeminė ASA (1.3 pav.). Ją suprojektavo ir pastatė italų įmonė „Trevipark“. Ši ASA yra cilindro formos ir įkasta į žemę. Cilindro skersmuo – 19,0 metrų, gylis – 23,5 metrai, vienos ASV plotas – 13,5 m^2. Ši inovatyvi ASA leidžia sutaupyti 32,5 % žemės ploto nuo kiekvienos ASV, nes jai nereikalingas įvažiavimas. ASA įdiegta moderni automotizuota valdymo sistema, kuri dirba 24 valandas per parą. LA pastatymo procesas prasideda atvažiavus iki LA paėmimo punkto, kur vairuotojui neišlipant iš LA ir naudojant kortelę arba automatinio numerių nuskaitymo sistemą atidaromi pakėlimo vartai ir LA užvažiuoja ant platformos. Išlipdamas iš LA vairuotojas naudodamas elektroninę kortelę uždaro pakėlimo vartus ir LA nugabenamas į jam skirtą ASV. LA susigrąžinimo būdas panašus kaip ir įvažiavimo. Pasinaudojus elektronine kortele, LA gražinamas savininkui (Geol *et al.* 2012).

ASV trūkumo problemos kyla miestų centrinėse dalyse. Šioje vietoje koncentruojasi daugybė visuomeninės paskirties pastatų: gamybos ir pramonės įmonių, parduotuvių, gydymo įstaigų ir taip toliau. Šių objektų lankytojams reikia sudaryti sąlygas lengvai ir patogiai rasti laisvą vietą viešoje ASA. ASV trūkumo problemos mastas priklauso ne tik nuo LA skaičiaus, bet ir nuo lankytojų aktyvumo. Mokslų daktarės Ušpalytės-Vitkūnienės disertacijoje rašoma (2006), kad vakarų Europos miestų gyventojai vidutiniškai per dieną LA

atlieka 4–5 keliones, o Vilniaus miesto gyventojas vidutiniškai per dieną atlieka 2,6 keliones. 2012 m. parengtame „Naujų transporto rūšių diegimo Vilniaus mieste“ specialiajame plane (toliau – SP) Vilniaus Gedimino technikos universiteto (toliau – VGTU) tyrėjai atliko gyventojų apklausą ir nustatė, kad šiuo metu atliekamų kelionių skaičius yra sumažėjęs iki 2,3 kelionių, tokį mažėjimą lėmė per pastaruosius metus populiarėjanti internetinė prekyba.



1.3 pav. Automatizuota požeminė automobilių stovėjimo aikštelė Bolonijos senamiestyje (Italija), kairėje – aikštelės statyba, dešinėje – veikianti požeminė aikštelė (nuotrauka: „Trevipark“)

Fig. 1.3. Automated underground car parking in the old town of Bologna (Italy), on the left – construction of car parking, on the right - functioning car parking (photo: Trevipark)

Europos didmiesčių gyventojai pavargo miestų centruose matyti ASA, kurios okupuoja teritorijas, skirtas viešosioms erdvėms, pėsčiųjų ir dviračių takams. Vienai ASV reikia nuo 20 m^2 iki 44,5 m^2 ploto, vidutiniškai vienas vairuotojas kiekvieną dieną TP palieka mažiausiai du kartus skirtingose miesto ASA. ASV trūkumo poreikį miestų centruose bandyta spręsti statant daugiaaukštes, antžemines ir požemines ASA. Didėjančiam TP srautui buvo platinamos gatvės, kuriamas didelio eismo pralaidumo miestų gatvių tinklas, rekonstruojamos sankryžos ir kita. Nesvarbu, kiek naujų statinių LA stovėjimui ar greitkelių buvo pastatyta, transporto grūstys tik didėjo. Vadovėlinis pavyzdys – Los Andželas. Kartu su didėjančia automobilizacija miestų centre proporcingai buvo plėtojamas jo gatvių tinklas ir aikštelės, kurių plotai dabar užima daugiau kaip 60 % miesto teritorijos (Juškevičius *et al.* 2013). Galime teigti, kad kiekybiniai sprendimai neleido sumažinti LA skaičiaus miestų centruose, jie tik privedė prie didesnių eismo grūsčių. Pasaulyje yra ir gerų pavyzdžių statant daugiaaukštes, antžemines ir požemines ASA, kurie miestui davė teigiamų rezultatų. Pavyzdžiui, Olandijoje, Breda miesto centre buvo nusausintas kanalas. Toje vietoje buvo pastatyta požeminė 200 vietų ASA. Vėliau miesto planuotojai ir gyventojai ėmė abejoti, ar viešųjų erdvių atidavimas ASA yra išmintingas

socialinės politikos sprendinys, ar skatinti naujų pastatų su ASV statybą buvo gera idėja. Ateitis parodė, kad vis dėlto toks drastiškas sprendinys pasiteisino, virš požeminės ASA buvo nutiesti nauji pėsčiųjų takai. Vėliau Bredos miesto krantinėse buvo vykdomi įvairūs projektai, kurie sulaukė pripažinimo iš gyventojų (Kodransky and Hermann 2011).

Visuotinai žinoma, kad kiekvieno LA kelionė prasideda ir baigiasi ASV, todėl ASV reglamentavimas yra vienas iš efektyviausių būdų reguliuoti LA naudojimą. Laisvos ASV paieškos dažnai sudaro didelę dalį visos kelionės laiko. Kita ASV politikos kryptis skatina atgaivinti miestų centruose biotransportą ir panaudoti ribotus SS infrastruktūros plotus dviračių takams ir ASV.

Zonose, kuriose prioritetas suteikiamas pėstiesiems, TP eismas gali būti ribojamas arba uždraustas, išskyrus specialiajam transportui (gaisrinėms, greitosios pagalbos ir policijos automobiliams) ir aptarnaujančiam (pavyzdžiui, prekių pristatymo) transportui tam tikru paros metu. LA judėjimas yra ribojamas arba uždraustas istoriniuose miestų centruose ar populiariuosiuose prekybinėse gatvėse. Barselonos miesto Gracijos rajone įgyvendintas vadinamas „Supermanzana“ projektas (Tello *et al.* 1997), kuris privertė eismą judėti išilgai zonos, kurioje prioritetas buvo suteiktas pėstiesiems ir dviratininkams. LA stovėjimas zonoje yra griežtai draudžiamas ir tik su specialiais leidimais galima trumpam pastatyti LA. Šis draudimas taikomas siekiant mažinti išmetamųjų teršalų kiekius centrinėje miesto dalyje. Tokio tipo strategija yra pritaikyta Miunchene (Fensterer *et al.* 2014), Londone (Atkinson *et al.* 2009), Milane (Invernizzi *et al.* 2011) ir dešimtyse kitų miestų. Tai tapo pagrindine LA stovėjimo politikos strategija, kuri pagrįsta teršiančių TP judėjimo miesto centre apribojimu.

Miestuose dominuojančios originalios VT keleivių SS palaipsniui prarado prioritetą. Pasikeitę žmonių gyvenimo būdo įpročiai atlikti kelionę „nuo durų iki durų“, mažėjantis VT greitis, pasiekiamumas, komfortas ir kitos aplinkybės parodė, kad šiendiena miestų centruose 50 % eismo grūsčių sukėlėjai yra patys vairuotojai (Kodransky and Hermann 2011), kurie važinėja ir ieško laisvos ar pigesnės ASV. Todėl didžiuosiuose Europos miestuose LA stovėjimo politika buvo perorientuota į alternatyvius socialinius tikslus. Priimta LA stovėjimo reforma, nulėmusi ES aplinkos oro kokybės gerinimo ar nacionalinį šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo politikos tikslų vykdymo kontrolę miestuose. Naujas LA stovėjimo politikos tikslas – sumažinti LA naudojimo poreikį. Londonui (Thompson and Berman 2012), Stokholmui (Börjesson *et al.* 2012; Schuitema *et al.* 2010), kai kuriems kitiems Europos miestams pavyko sumažinti transporto grūstis centre. Tai lėmė įgyvendinta rinkliavų už LA stovėjimą strategija, kuri sumažino naudojimąsi LA. Tačiau daugelyje kitų pasaulio miestų dėmesys yra skiriamas įvairių ASV statinių ir ASA plėtrai.

XX a. 9-ojo dešimtmečio pradžioje buvo sukurtos liftinės ASA sistemos, valdomos automatizuotu ir mechaniniu būdu. Europoje viena garsiausių įmonė „Stolzer“, gaminanti liftines sistemas, įsikūrusi Vokietijoje netoli Karlsrūjė miesto, Europoje ir JAV jau įgyvendino 11 liftinės ASA sistemos projektus. Šios sistemos labiausiai paplitusios JAV, bet greitai populiarėja ir Europoje. Šios ASA svarbiausias elementas – lifto konstrukcija, kuri gali būti valdoma rankiniu ir/arba automatizuotu būdu (1.4 pav.). ASA sistemos gali būti įrengiamos šalia jau esamų statinių (PC, viešbučių, administracinių ir komercinių pastatų) arba atskirai (Chrest *et al.* 2001).

a) b)



1.4 pav. Liftų konstrukcijos automobilių stovėjimo aikštelė:
a – liftinės sistemos schema („Stolzer“), b – Hanoveryje (Vokietija) įrengtos liftų konstrukcijos ASA nuotrauka (autoriaus nuotrauka)
Fig. 1.4. Lifts construction's car parking: a – diagram of lift system („Stolzer“), b – photo of equipped lifts construction' s car parking (author's)

Aukščiausias leidžiamas liftinės ASA konstrukcijos aukštis gali siekti iki 20 metrų. Didžiausia ASA talpa iki 100 LA. Šios ASA statyba nėra brangi, bet reikalinga nuolatinė techninė priežiūra.

1.2.2. Automobilių stovėjimo vietos vidurinėse miestų zonose

Gyvenamųjų daugiabučių namų ASV normos Europos miestuose. Pasaulio miestuose unifikuotos ASV normos, jų skaičiavimo principai pamažu netenka vertės dėl objektyvių priežasčių: statinių ir urbanistinių kompleksų bei miesto struktūros funkcinių ir fizinių mutacijų, fizinio ir virtualaus mobilumo proporcijos raidos, gyventojų vidinės ir išorinės migracijos. Labai svarbūs

veiksniai – finansinės miesto galimybės, kuro kainos, gyventojų mokumas (Juškevičius *et al.* 2013).

Daugumoje Europos miestų ASV normatyvų rengėjai nustatydavo minimalius ASV skaičiaus parametrus. Daugiabučiams namams buvo privaloma suprojektuoti bent po vieną ASV kiekvienam butui. Šiandien kai kurie pasaulio ir Europos miestai naikina minimalaus ASV skaičiaus reglamentų normatyvus ir pereina prie maksimalaus ASV skaičiaus politikos (Guo and Ren 2013; McDonnell *et al.* 2011; Rye and Ison 2007). Strategijos idėja grindžiama minimalaus ASV skaičiaus politikos trūkumais – kelionių LA skatinimas ir ASV paklausos didinimas (Shoup 1999). Minimalaus ASV skaičiaus politika yra perkeliama ant privataus sektoriaus pečių, tai yra investuotojams neapsimoka prie daugiabučių namų įrenginėti ASV pagal minimalius reikalavimus, nes iki 20 % išauga statybos kaštai (Millard-Ball 2002).

Kai kurie Europos miestai pripažino, kad ASV maksimalios ribos nustatymas gali atnešti teigiamus pokyčius miestui. Ciurichas, Amsterdamas ir Strasbūras pirmauja įgyvendinant šią iniciatyvą, bet daugelyje kitų miestų ši politika nėra įgyvendinama ir vis dar yra naudojami senieji statybos reglamentai, pagrįsti minimalia ASV skaičiaus politika. Šveicarija, Jungtinė Karalystė ir Italija šią maksimalaus ASV skaičiaus politiką pritaikė šalies mastu. Jungtinės Karalystės vietos jurisdikcijos privalo nustatyti maksimalius ASV parametrus, skatinant tvaraus transporto naudojimą, mažinant žemės ploto naudojimo plėtrą, siekiant, kad sistemos tilptų į centrinę miesto dalį, propaguojant kelionių tradicijas be LA bei kovojant su transporto grūstimis.

Ciuricho miestas įgyvendino projektą „Sihlcity“ ir įrodė, kad galima reguliuoti ASV paklausos pokyčius: skatinti gyventojus atlikti keliones VT, dviračiu ir pėsčiomis, o ASV buvo paliktos tik rajoną aptarnaujančioms TP ir neįgaliesiems privažiuoti (Theurillat and Crevoisier 2013).

Paryžius atsisakė minimalaus ASV skaičiaus reglamentavimo ir kartu su keliais kitais miestai nustatė pagrindinės zonos maksimumus. Papildomai jie įvedė griežtą reglamentą, kuris neleidžia projektuoti ASA nutolusių toliau nei 500 metrų nuo VT sustojimo stotelių. Pavyzdžiui, Olandijos miestuose ASA reglamentavimas, kuris vadinamas „A, B, C“, buvo įvestas 1989 m. Miestai buvo suskirstyti į trijų tipų zonas: A zona pasižymi puikia prieiga prie VT maršrutų ir prastu pasiekiamumu LA, B zonoje yra gerai išvystytas VT ir neblogos galimybės ją pasiekti LA, C zonoje geras pasiekiamumas LA, bet prastai išvystytas VT infrastruktūra. Kiekviena zona turi savo ASV skaičiaus maksimumus ir minimumus. Savivalda A zonoje siūlo sukurti naujas ASV, zonoje B taip pat galimas naujų vietų kūrimas, tačiau vietų skaičius turėtų atitikti nurodytus intervalus, o zonoje C galimas ir tolimesnis ASV didinimas. Antverpenas ir Ciurichas taip pat sumažino ASV skaičiaus maksimalias ir minimalias reikšmes, kai jos įrengtos šalia pagrindinių VT maršrutų.

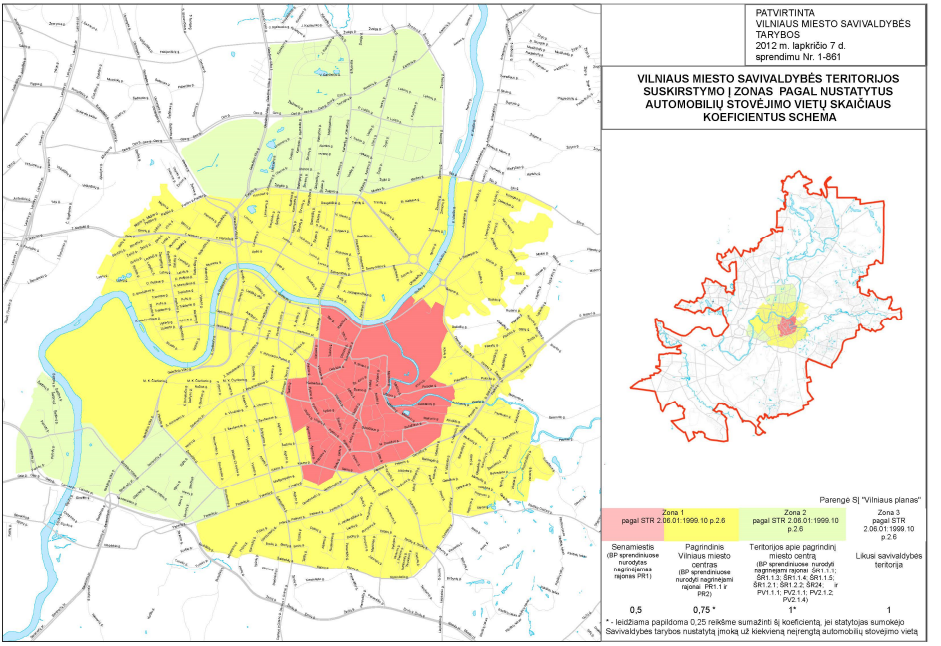
Skirtingose Europos valstybėse, nustatant ASV normas, priimami skirtingi matavimo vienetai. Pavyzdžiui, Estijoje ir Danijoje ASV skaičius pateikiamas kvadratiniais metrais (m^2), Austrijoje ir Belgijoje ASV normatyvas skaičiuojamas pagal butų skaičių, Švedijoje ASV skaičius priklauso nuo kambarių skaičiaus (1.3 lentelė).

1.3 lentelė. Europos miestų automobilių stovėjimo vietų normos prie daugiabučių namų (Kodransky and Hermann 2011)
Table 1.3. Rates of car parking lots near apartment houses in European cities (Kodransky and Hermann 2011)

Šalis	Miestas	ASV reglamentavimas	Papildomi reikalavimai
Austrija	Viena	1 ASV 1 butui	-
Belgija	Antverpenas	1,1 ASV 1 butui	2 dviračių stovėjimo vietos 1 butui
Danija	Kopenhaga	1 ASV 100 m^2	-
Ispanija	Barselona	1 ASV 2–6 butams	ASV skaičius priklauso nuo butų ploto
Ispanija	Madridas	1 ASV 1 butui	-
Lietuva	Vilnius	Pagal zonas, nuo 0,5 iki 1 ASV 1 butui.	II-oje ir III-ojoje zonose leidžiama papildomai 0,25 reikšme sumažinti šį koeficientą.
Olandija	Amsterdamas	1 ASV 1 butui	svečiams + 0,2 ASV 1 butui
Prancūzija	Strasbūras	0,5 ASV 1 butui, jeigu butas arčiau negu 500 metrų iki VT stotelės, 1 ASV 1 butui, jeigu butas nutolęs daugiau kaip 500 metrų	-
Švedija	Stokholmas	0,14 ASV 1 kambariui	-
Vokietija	Hamburgas	0,2 ASV, jeigu gyvena centrinėje miesto zonoje, 0,8 ASV ne centrinėje miesto zonoje.	-
Vokietija	Miunchenas	1 ASV 1 butui	-

Lietuvos miestuose statant daugiabutį namą vienam butui yra įrengiama 1 ASV. Tačiau didieji Lietuvos miestai turi išskirtinę teisę mažinti ASV.

Pavyzdžiui, Vilniaus miesto savivaldybės taryba 2012 m. lapkričio 7 d. priėmė sprendimą Nr. 1-861 „Dėl Vilniaus miesto savivaldybės teritorijos suskirstymo į zonas pagal nustatytus ASV skaičiaus koeficientus schemos, kompensavimo už neįrengtas ASV tvarkos aprašo ir pavyzdinės sutarties tvirtinimo“ ir Vilniaus miesto savivaldybės taryba patvirtino Vilniaus miesto savivaldybės teritorijos suskirstymo į zonas pagal nustatytus ASV skaičiaus koeficientus schemą (1.5 pav.). Taip pat, buvo patvirtintas kompensavimo už neįrengtas ASV tvarkos aprašas ir kompensavimo už neįrengtas ASV pavyzdinė sutartis.



1.5 pav. Vilniaus miesto savivaldybės teritorijos suskirstymo į zonas pagal nustatytus automobilių stovėjimo vietų skaičiaus koeficientus schema
Fig. 1.5. Scheme of zoning of Vilnius city municipality area according to the set rates of number of car parking spaces

Vadovaujantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. kovo 2 d. įsakymu Nr. 61 patvirtinto Statybos techninio reglamento STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“ VI skyriaus „Automobilių aptarnavimo infrastruktūra“ 2.6 punktu, nustatyta, kad Savivaldybių tarybos savo sprendimais gali suskirstyti miestų ar miestelių teritorijas į zonas, nustatydamos jose ASV skaičiaus koeficientus ne mažesnius kaip: I-ojoje zonoje – 0,5, II-ojoje zonoje – 0,75 ir III-ojoje zonoje – 1. Papildomai taryba priėmė

sprendimą, kad II-ojoje ir III-ojoje zonose galima papildoma 0,25 reikšme sumažinti ASV, jei statytojas sumokės Savivaldybės tarybos nustatytą įmoką už kiekvieną neįrengtą ASV, tai yra už 1 ASV 15 000 Lt.

PC ASV reguliavimas. Europoje ir pasaulyje, PC ASA užima labai didelę miesto teritoriją. PC dažniausiai yra išdėstomi šalia pagrindinių miesto magistralinių gatvių, todėl yra labai patogūs atvykstantiems nuosavais LA. Dažniausiai PC ASA yra nemokamos, todėl natūraliai susidaro didelis ASA poreikis (Chu and Tsai 2011). Priešingai nei Europos šalyse, PC Lietuvos miestuose dažnai yra statomi gyvenamuosiuose rajonuose. Miegamuosiuose rajonuose esančios PC ASA moksliniu požiūriu yra mažai tyrinėtos. PC ASA paskirtį sunku tiksliai nusakyti, nes jos apibrėžtumas priklauso nuo ASV funkcionavimo kokybės, kuri nusako vienos ASV maksimalų LA skaičiaus panaudojimą per tam tikrą laiko vienetą. Šis rodiklis tiesiogiai proporcingas LA kiekio ir stovėjimo trukmės santykiui. Ilgiausiai miesto bendrojo naudojimo ASA stovi atvykusiųjų į darbą LA. Esant ribotoms ASV, darbo dienos ryte atvažiavę aplinkinių objektų darbuotojai, gali užimti visas laisvas ASV ir visai darbo dienai sutrikdyti ASA funkcionalumą (Burinskiene and Paliulis 2003). Ypač daug klausimų iškyla, kaip kalbama apie PC ASA, kurios vertinamos kaip didelių traukos objektų aikštelės. Šių aikštelių problemos yra būdingos mišraus užstatymo teritorijose. PC, be maisto ir buitinių prekių parduotuvių, stengiamasi sutelkti kuo daugiau įvairių prekių, paslaugų, pramogų įstaigų, bankų, draudimo, telekomunikacijų bendrovių parduotuves, vaistines, pašto skyrius ir kita. Šalia esančių daugiabučių namų gyventojai bei atvykstantys svečiai PC ASA naudoja trumpalaikiam ir ilgalaikiam LA laikymui. Канаян (2005) nustatė, kad pagrindiniai ASA naudotojai: darbuotojai, lankytojai ir gyventojai. Gali būti, kad tai neįvertinta priemonė AS procesui valdyti, todėl urbanistiniu požiūriu PC ASA privalumai leidžia ekonomiškiau naudoti miesto teritoriją bei sėkmingiau reguliuoti žmonių bei TP srautus (Mingardo and Van Meerkerk 2012).

Užsienio šalyse PC ASA reguliavimas buvo ilgą laiką grindžiamas ASV skaičiaus didinimo būdu: plečiant antžemines ASV ir statant daugiaaukštes bei požemines ASA. Kaip pavyzdį galime pateikti nuo 1985 m. Lenkijos miestuose prasidėjusią PC statybą su daugiaaukštėmis ir požeminėmis ASA. Varšuvoje (Pęski and Czechowski 2001), Krokuvoje (Kęsek 2007) ir kituose Lenkijos miestuose buvo pastatyti PC talpinantys ASA nuo 2 000 iki 5 000 LA, tačiau ilgainiui tokia ASA plėtra sukėlė oro taršos ir padidinto transporto triukšmo lygio problemas. Šios problemos visuomenei buvo svarbesnės už ASV trūkumo problemas ir daugelyje Europos valstybių jos tapo prioritetinėmis. Vakarų Europos valstybės ėmė spręsti oro taršos ir triukšmo problemas dviem pagrindiniais būdais: ribojant ASA dydį prie traukos centrų (ypač miestuose esančių PC) bei įvedant mokestį už LA stovėjimą tokiose ASA. Pavyzdžiui, Helsinkyje (Suomija) yra įvestas ASA dydžio apribojimas, kuris priklauso nuo

objekto paskirties ir ploto. Skirtingoms miesto zonoms yra taikoma PC ASA dydžio priklausomybė nuo objekto ploto (1 vieta LA/m^2): centrinėje zonoje – 1/200, vidurinėje zonoje – 1/150 ir priemiestinėje miesto zonoje – 1/90-110 (Klementschitz and Stark 2008).

Europos valstybėms – Suomijai, Danijai, Šveicarijai – yra įprasta riboti PC ASA dydį. Pavyzdžiui, Kopenhagoje (Danija) naujai planuojamo PC investuotojai prašė valstybės institucijų leidimo statyti 12 000 vietų ASA, bet leidimas buvo išduotas tik 3 000 vietoms. Tokiu būdu yra sprendžiamos ne tik oro taršos ir triukšmo lygio problemos, bet ir skatinama naudotis VT paslaugomis. Taip pat, kai kurios Europos valstybės taiko mokestį už LA stovėjimo laiką prie PC. Įdomus faktas, kad kai kuriuose Vokietijos miestuose valstybinės institucijos nustato mokesčio už LA stovėjimą dydį ir jo taikymo sąlygas. Pavyzdžiui, PC grąžina visą arba dalį už LA stovėjimą sumokėtą mokestį, jeigu PC nupirkta prekių ar paslaugų bent už 1 euro centą arba PC nustatytą sumą. Šveicarija taip pat įvedė tokį mokestį, bet sukėlė nepasitenkinimo bangą. Šį mokestį bandyta naikinti teismine tvarka, tačiau vėliau buvo pripažinta, kad toks mokestis atitinka teisės aktų reikalavimus. Nuspręsta, kad oro taršą reglamentuojantys teisės aktai turi būti laikomi aukštesniais už laisvosios rinkos principus, jeigu nustatytas mokestis už LA stovėjimą yra protingo dydžio (Klementschitz and Stark 2008).

PC ASA transportiniu požiūriu nėra plačiai nagrinėjama. Austrijos tyrinėtojai natūriniais tyrimais nustatė, kad prie PC vairuotojai nemažai laiko sugaišta ieškodami laisvos ASV. Todėl 2005 m. Vienoje (Austrijoje) jie inicijavo PC lankytojų elgsenos tyrimus. Jame dalyvavo 700 respondentų, kurie buvo klausinėjami 30 min. Apklausos metu buvo pateikta daugybę klausimų apie PC vairuotojų reakciją ieškant ASA laisvos vietos, vairuotojų reakcija į mokesčio už stovėjimą įvedimas ir taip toliau. Atlikus apklausos analizę, buvo nustatyta, kad įvedus 0,8 eurų mokestį už LA stovėjimą prie PC, 70 % vairuotojų atsisakytų kelionės LA arba pasirinktų kitą PC, kuriame LA stovėjimo mokestis būtų mažesnis arba nemokamas. Įvedus 1,3 euro mokestį PC lankytųsi 40 % vairuotojų, o įvedus 1,8 euro mokestį – 25 % vairuotojų (Klementschitz and Stark 2008). Tačiau ne visi PC ryžtasi apmokestinti ASV, jie ieško pigių technologinių sprendimų padidinti esamą ASA talpą. Europos miestuose prie PC yra statomos modulinių konstrukcijų ASA, kurios leidžia greitai spręsti ASV trūkumą. Šios modulinės konstrukcijos ASA montuojamos prie oro uostų, komercinių objektų, gydymo įstaigų ir kitur.

2010 m. Bristolio (Anglija) mieste prie PC „Asda“ pastatyta ASA talpinanti 297 LA (1.6 pav.). Šis projektas buvo naudingas PC, nes ASA yra 40 % pigesnė už įprastą daugiaaukštę aikštelę ir žymiai greičiau įrengiama. Pavyzdžiui, vieną aukštą galima sumontuoti per 50–60 dienų, o du aukštus per 90–120 dienų. Naudojama konstrukcija yra iš nerūdijančio plieno, ilgaamžė bei patvari, todėl

tinka tiek trumpalaikiams, tiek ilgalaikiams sprendimams. Pagrindinis modulinės konstrukcijos privalumas: lengvai montuojami moduliniai konstrukcijos elementai, ilgaamžiškumas, minimalūs betonavimo darbai, ASA galima perkelti į kitą vietą ir net pakeisti jos išplanavimą. Esant poreikiui, visą konstrukciją galima išardyti į sudėtinius modulius ir kitoje vietoje sumontuoti net ir kitos konfigūracijos aikštelę. Konstrukcijos lankstumas leidžia sukonstruoti ASA pačiose sudėtingiausiose vietose. LA įvažiavimo ir išvažiavimo rampas galima įrengti įvairiausiais būdais, apsaugant pėsčiuosius nuo intensyvaus eismo srautų.



1.6 pav. Modulinė automobilių stovėjimo aikštelė
(nuotrauka: https://www.google.lt/maps)
Fig. 1.6. Modular car parking (photo: https://www.google.lt/maps)

Modulinėse ASA galima įrengti pakilimo ir nusileidimo pėstiesiems laiptus, apšvietimą, papildomas saugumo ir lietaus nuleidimo sistemas. Konstrukcijų moduliai yra tvirtinami specialiais vyriais, kiekvieną modulį tvirtinant prie kito. Moduliai jau būna paruošti ir sukonstruoti su iš anksto įdiegtais perimetro saugumo barjerais. Visos konstrukcijos standumo pagrindas yra teleskopinės kojos, kurios sureguliuojamos taip, kad būtų atsižvelgta į skirtingus paviršius. Kadangi barjerai yra su turėklais, tai sudaro saugias darbo sąlygas vykdant statybos darbus. Teleskopines kojas ir rampas galima reguliuoti, atsižvelgiant į vietovės reljefą.

1.2.3. Automobilių stovėjimo vietos priemiestinėse miestų zonose

Subalansuoto LA ir VT panaudojimas statyk ir važiuok (toliau – SV) principu. Pirmosios subalansuoto LA ir VT panaudojimo idėjos iškeltos XX a. pirmoje pusėje. Jos kilo dėl privataus LA protegavimo politikos, kurios pasekmė – prisotinta miestų SS infrastruktūra, kuri sutrikdė VT veikimo efektyvumą, sumažino žmonių komunikacines galimybes ir kita.

1930 m. Detroito mieste (JAV), aštuoniose degalinėse atidarytos aštuonios mažos SV aikštelės, kurios išdėstytos šalia pagrindinių VT maršrutų. Tai buvo

pirmasis bandymas mieste pritaikyti naują SV sistemą, bet nė viena aikštelė neturėjo pasisekimo ir jas teko likviduoti. 1953 m. Sent Luise (JAV), priemiestinėje miesto zonoje, 8 km nuo verslo centro atidaryta nauja SV aikštelė, kuri galėjo sutalpinti iki 1 000 LA. Nuo šios ASA iki verslo centro žmonės kelionę tęsdavo VT – autobusu (Christiansen *et al.* 1975). Sėkmingai įgyvendinus SV sistemą, ji pradėta taikyti ir kituose JAV miestuose: 1955 m. ši sistema įdiegta Manchetene (Frost 1974), 1963 m. Teksase, vėliau Čikagoje, Floridoje ir kitur. (Christiansen *et al.* 1975).

JAV pavyzdžiu, Europoje pirmieji miestai, kurie pradėjo taikyti SV sistemą buvo Oksfordas ir Lesteris (Anglija). Pasak SV sistemos tyrinėtojo Cairns (1998), pirmasis eksperimentas nepavyko, nes ši sistema nebuvo patraukli potencialiems vartotojams. Pirmasis sėkmingas šios sistemos pritaikymas pripažintas 1970 m. Notingeme, antrasis 1973 m. Oksforde ir vėliau kituose miestuose. Anglijoje SV sistema tapo populiari, nes šią idėją ir sistemos plėtrą palaikė ir skatino Vyriausybė, kuri siekė mieste sumažinti oro taršą ir automobilių srautus (Parkhurst and Richardson 2002; Khakbaz *et al.* 2013).

Užsienio šalių miestų patirtis rodo, jog LA gali būti ne pagrindinė miestuose naudojama susisiekimo TP ir sėkmingai gali būti kombinuojama su VT. Užsienio praktikoje SV sistemos veikimo principas – palikti LA priemiestinėje ar kitoje miesto zonoje ir toliau kelionę tęsti VT: metropolitenu, tramvajumi, troleibusu, autobusu, specialiu SV autobusu ir kitomis VT priemonėmis (Clayton *et al.* 2013). Toks kelionės atlikimas leidžia dalį gyventojų, važiuojančių LA, persodinti į VT vykstant į miesto centrą. Pavyzdžiui, Roterdamo mieste (Olandija) buvo atliekamas SV aikštelėse tyrimas, kurio metu nustatyta, kad 90 % vairuotojų į šias aikšteles atvažiuoja vieni. Taip pat nustatyta, kad 76,2 % vairuotojų naudojasi šia aikštele darbo tikslais, 15,4 % laisvalaikio ir 8,2 % kitais tikslais. Roterdame SV aikštelių užimtumas darbo dienomis siekia 98,3 %, o savaitgaliais 60,4 % (Mingardo 2013).

SV sistemos ASA išsiskiria tuo, kad jos įrengiamos greta išplėtotų ir patogių keleiviams VT galinių stotelių arba prie specialiai nutiestos VT linijos. Informacija apie VT maršrutus pateikiama sistemos SV interneto svetainėse ir informaciniuose stenduose, kur yra nurodoma VT važiavimo kryptis, stotelės pavadinimas, kelionės trukmė, atvykimo ir išvykimo laikas, autobuso tipas ir kita.

SV aikštelės įrengiamos prie pagrindinių gyventojų traukos objektų. Jeigu SV aikštelę aptarnauja specialus SV sistemos autobusas, tai jo maršruto dažnis yra nepriklausomas nuo esamo VT. Pavyzdžiui, Anglijos miestuose SV aikštelių aptarnaujančių autobusų dažnis rytinio piko metu yra kas 10 min., nuo 10 val. ryto iki 16 val. vakaro, dažnis svyruoja nuo 10 iki 20 min., nuo 16 val. iki 18 val. – 10 min., o nuo 18 val. autobusų dažnis – 20 min. (Meek *et al.* 2011). Paprastai šios sistemos aikštelių paslaugomis galima naudotis tik darbo

dienomis. Nakties metu ASA yra nenaudojamos. Kai kurios aikštelės naudojamos ir savaitgaliais arba didelių švenčių metu, pritaikant autobusų maršrutus link didžiųjų miesto PC, stadionų, bažnyčių ir kitų traukos objektų, išvengiant ASV trūkumo ir grūsčių (Meek *et al.* 2010).

1.4 lentelė. Statyk ir važiuok sistema Europos miestuose
Table 1.4. Park and ride system in European cities

Nr.	Miestas (gyv. sk. mln.)	ASV sk./talpa	Darbo laikas, val.	ASA mokestis, lt/diena	VT mokestis, lt/diena
1.	Liuksemburgas (0,09)	5/4166	n.d.	0	10
2.	Liubliana (0,3)	1/217	6-20	3,5	0
3.	Sheffeld (0,5)	8/1754	n.d.	16	0
4.	Helsinkis (0,6)	27/3163	S**	7	15
5.	Oslas (0,6)	5/3000	n.d.	48	36
6.	Amsterdamas (0,7)	5/1278	7-22	21	0*
7.	Stokholmas (0,8)	22/3000	n.d.	10	10
8.	Kelnas (1,0)	28/5570	n.d.	0	22
9.	Praha (1,2)	17/3196	4-1	3,5	5
10.	Miunchenas (1,3)	24/7128	24	5	16
11.	Ženeva (1,3)	19/4854	24	126	26
12.	Viena (1,7)	6/6 226	24	10	12
13.	Budapeštas (1,7)	25/3384	n.d.	3,5	7
14.	Hamburgas (1,8)	49/9409	n.d.	0	18
15.	Paryžius (2,2)	28/5849	S*	43	11
16.	Roma (2,7)	31/12880	n.d.	10	7
17.	Berlynas (3,7)	44/4947	n.d.	0	19

Pastabos: * – iki 5 asmenų, už aikštelės mokestį, S** - visų aikštelių darbo laikas skirtingas, n.d. – nėra duomenų.

Analizuojant Europos miestuose veikiančias SV sistemas, galima daryti išvadą, kad šios sistemos atsiradimo pagrindinės priežastys yra šios: transporto grūstys (Noel 1988; Karamychev and Van Reeven 2011), oro tarša (Dijk and Montalvo 2011) ir triukšmo lygis (Holguín-Veras *et al.* 2012).

Atlikus 17 miestų SV sistemos analizę, matyti, kad skirtingų Europos miestų SV sistemos planavimo strategija yra panaši, bet skirtingi jos veikimo ir taikymo principai. Pavyzdžiui, SV aikštelės yra įrengiamos skirtingų tipų: įprastos antžeminės, daugiaaukštės rampinės, modulinių konstrukcijų. Tai pat skirtinga ASA projektinė talpa, mokestis už ASV, ASA darbo laikas ir taip toliau (1.4 lentelė).

2012 m. VGTU tyrėjų parengtoje galimybių studijoje „Kombinuotų keleivių kelionių skatinimo, diegiant Park&Ride, Bike&Ride ir kitas koncepcijas, tyrimas“ rašoma, kad Europoje pagal SV aikštelių skaičių tenkantį 1 000 gyventojų pirmauja Liuksemburgas – 47,7/1000 gyv., o antroje vietoje Ženeva (Šveicarija) – 26,1/1000 gyv. Brangiausiai už sistemos panaudojimą moka šveicarai – 152 lt/diena, mažiausiai slovėnai – 3,5 lt/diena. Sąlyginai nebrangi sistema Amsterdame (Olandija) – 21 lt/diena naudojantis iki 5 asmenų. Atvykus į SV aikštelę 5 asmenims su vienu LA, visi gali VT keliauti nemokamai, t. y. už vieno LA mokestį SV aikštelėje.

Mokslinėje literatūroje rašoma, kad ne visur įdiegtos SV sistemos veikia efektyviai, todėl šios sistemos tyrinėtojai siekia surasti optimaliausią variantą, kuris maksimizuotų potencialių SV aikštelių paklausą. Dauguma mokslininkų teigia, kad siekiant, kad kuo daugiau vairuotojų naudotųsi šios sistemos paslaugomis, kelionės VT santykis su LA turi skirtis kelis kartus. Taip pat SV sistemos paslaugos turi būti greitos, kokybiškos, autobusų maršrutai dažnis piko valandą iki 10 min. (Yushimito *et al*. 2012).

Olandijos SV sistemos tyrinėtojas teigia, kad, planuojant įdiegti šią sistemą mieste, pirmiausia reikia atlikti išsamią SV sistemos ASA poreikio analizę. Todėl Mingardo (2013) siūlo mieste išskirti tris SV sistemos ASA kategorijas, kurios turi būti planuojamos atsižvelgus į atstumą nuo miesto centro. Pirmajai kategorijai priskiriamos daugiausiai nutolusios nuo miesto centro SV sistemos aikštelės. Jos skirtos priemiestinėse teritorijose gyvenantiems žmonėms, kurie skatinami palikti LA aikštelėje ir toliau kelionę tęsti specialiu SV autobusu (Meek 2010). Antrajai kategorijai priskiriamos vidurinėje miesto zonoje esančios SV aikštelės. Šių aikštelių sistemos modelis būdingas Anglijos ir JAV miestams ir jos tikslas yra nukreipti keleivių srautus iš galinių SV aikštelių į miesto centrą (Chen *et al.* 2005). Trečiajai kategorijai priskiriamos vietinės SV sistemos ASA, kurios įrengiamos šalia pagrindinių VT maršrutų. Šios aikštelės yra arčiausiai miesto centro, todėl jos dažniausiai įrengiamos panaudojant esamų ASA infrastruktūrą, pavyzdžiui, PC, sporto ir pramogų kompleksų ASA arba įrengiant naujas nedideles SV aikšteles. Ši sistema artima ryšio ir važiavimo

(*angl.* Link and Ride) koncepcijai (Parkhurst 2000). Šios sistemos schema pateikta 1.7 paveiksle.



1.7 pav. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių įrengimo rekomendacinė schema (sudaryta autoriaus)
Fig. 1.7. Guidance scheme of instaliation of park and ride system's car parking's (author's)

Užsienio praktika rodo, kad LA ir VT kombinuotos kelionės yra konkurencingos ir atitinka darnios transporto sistemos mieste reikalavimus. Ši sistema tenkina gyventojų, miestų savivaldybių ir VT paslaugos tiekėjų interesus. Dėl šios sistemos mažėja LA eismas miestų centruose, didėja keleivių skaičius VT, auga bendras transporto srautų greitis, didėja eismo saugumas, gerinama miesto oro kokybė, mažinamas triukšmas ir taip toliau.

1.3. Kiti automobilių panaudojimo ir stovėjimo vietų mažinimo būdai

Automobilizuotuose užsienio miestuose naudojamos įvairios VT rūšys, taikant įvairius eismo valdymo, eismo organizavimo ir kitus LA panaudojimo kelionėms į miesto centrą mažinimo būdus. Tai originalios VT SS, veikiančios kaip tradicinio VT papildiniai, kurie leidžia sumažinti LA srautus centrinėje miesto dalyje, kartu sprendžiant oro kokybės ir transporto keliamo triukšmo lygio problemas. Neseniai VGTU mokslininkai atrado kitą būdą sumažinti TP keliamą triukšmo lygį. Jie Lietuvos klimato sąlygomis sumodeliavo tyliąją asfalto dangą, kuri sumažina 2–4 decibelais triukšmo lygį (Vaitkus *et al.* 2014).

1.5 lentelė. Kiti automobilių panaudojimo ir stovėjimo vietų mažinimo būdai
Table 1.5. Other ways of reduction of car use and car parking lots

Valstybė	Kiti ASV mažinimo būdas	Sistemos trūkumas	Sistemos privalumas
JAV	Bendro naudojimo LA sistema	Apribota susisiekimo būdo (pasirinkimo) laisvė	Pigesnė kelionė į darbą
Vokietija	Patobulinta bendro naudojimo TP sistema (iki 15 sėdimų vietų)	TP nepajėgi pervežti didelį kiekį keleivių	Nereikia stovėti grūstyse, nes TP važiuoja specialia eismo juosta
JAV	VT iškvietimas telefonu	Gali naudotis tik registruoti vartotojai ir brangi kelionė	Didelė VT aptarnavimo teritorija
Anglija	Autobuso iškvietimas telefonu	Gali naudotis tik senjorai ir neįgalieji	Autobusai yra aprūpinti specialia neįgaliesiems skirta įranga
n.d.	Autobusas dirbantis nustatytu maršrutu	Nežinoma maršruto trukmė	Pagal keleivių pageidavimą gali nukrypti nuo maršruto
Iranas	Maršrutinių taksi sistema	Nežinomas maršruto laikas ir dažnis	Dirba nustatytu maršrutu ir atsitiktiniu dažniu bei sustojantys pagal pageidavimą
Švedija, Graikija	LA lyginių ir nelyginių numerių ribojimas	Nėra apribojamų turintiems LA vardinius registravimo Nr.	2 kartus sumažėja TP srautas į miesto centrą

1.5 lentelės pabaiga

Vokietija	Parodyk techn. pasą ir važiuok nemokamai VT	Kiekvienam šeimos nariui reikia su savimi turėti tapatybės liudijantį dok., o vairuotojui tech. pasą	Nemokamos miesto VT paslaugos visiems šeimos nariams

Gerai žinoma bendro LA naudojimo (*angl.* carpooling) sistema, kuri pradėta naudoti 1942 m. JAV. Vyriausybės priimtame teisės akte buvo nurodyta, kad privačių LA savininkai kelionėms į darbą ir atgal turi naudoti bendrą LA. Ši sistema visuotinai neišpopuliarėjo, nes buvo apribota susisiekimo būdo (pasirinkimo) laisvė.

1960 m. pabaigoje bendro LA naudojimo sistema vėl atgimė. 1970 m. įgyvendinama nauja sistemos plėtros strategija – bendros, iki 15 sėdimų vietų, TP naudojimo (*angl.* vanpooling) programa. Jos atsiradimo priežastis buvo pagerinti susisiekimo kokybę nuo namų iki darbo, šią programą inicijavo JAV darbdaviai. Ji tapo populiari, nes šios TP talpino iki 15 žmonių (Chan and Shaheen 2012), miestuose buvo įrengtos specialios eismo juostos (*angl.* HOV lanes), kuriomis buvo užtikrintas greitas važiavimas ir TP laidumas (Chu *et al.* 2012). Ši sistema išliko populiari iki šių dienų. Vokietijoje šios sistemos registruotų narių skaičius sudaro daugiau kaip 4 mln., o atliekamų kelionių skaičius siekia 14 tūkst. per dieną (Arning *et al.* 2013). Lietuvoje bendro LA naudojimo sistema asocijuojasi su keliautoju, kuris laiko pakėlęs nykštį į viršų ir stabdo TP, bet šiomis dienomis ši sistema technologiniu požiūriu stipriai pažengusi į priekį. Šiuolaikinė bendro LA naudojimo sistema veikia interaktyvios technologijos pagalba, kuri veikia išmaniuosiuose telefonuose GIS pagrindu (Dimitrijevic *et al.* 2013). Sistemos dalyvis turi turėti išmanųjį telefoną, interneto ryšį ir įdiegtą bendro LA naudojimo kelionės programą. Sistema veikia realiu laiku. Vairuotojai paskelbia savo kelionės maršrutą, keliautojai paskelbia apie pageidaujamą kelionę, nurodydami norimą išvykimo laiką. Programa automatiškai suporuoja sistemos dalyvius, kiekvienai pusei, kuri keliauja tuo pačiu maršrutu, persiunčia informaciją (Jiau *et al.* 2013).

Kita originali VT papildinio sistema – VT iškvietimas telefonu (*angl.* Dial a ride), kuris yra gana populiarus JAV. Vieša TP (taksi, mikroautobusas, autobusas) surenka ir išvežioja keleivius pagal jų užsakymus telefonu sudarytais maršrutais. Šis būdas buvo įteisintas 1968 m. JAV. Europoje ši SS praktiškai buvo patikrinta 1982 m. Londone (Anglija). Londone nuo 1982 m. iki šių dienų VT iškvietimo telefonu TP parkas išaugo iki 315 vienetų. Per 2013 m. atliekamų kelionių skaičius siekė 1,3 mln., o registruotų vartotojų skaičius daugiau kaip 58 000 (Weiner and Weiner 2013). Taip pat buvo pasiūlyta sistema, papildanti minėtą SS – autobuso iškvietimas telefonu (*angl.* Dial a bus). Tai analogiška

sistema, pritaikyta senjorams ir neįgaliems žmonėms pervežti. Pavyzdžiui, Londono (Anglija) Getviko oro uoste maždaug 1 % visų atvykstančių keleivių reikalinga speciali pagalba. 2009 m. duomenimis kiekvieną dieną 900 keleivių prireikė specialios pagalbos (Reinhardt *et al.* 2013).

Kai kuriose pasaulio valstybėse yra labai populiari SS panaši į maršrutinius taksi (*angl.* Jitney), jų talpa siekia nuo 5 iki 15 sėdimų vietų. Šios TP važiuoja nustatytu maršrutu, atsitiktiniu dažniu ir sustoja pagal pageidavimą. Pavyzdžiui, Irane šia sistema atliekama daugiau kaip 25 % kelionių mieste (Gholami *et al.* 2014). Kita susisiekimo sistema – autobusas (*angl.* Fleksibus), dirbantis nustatytu maršrutu, tačiau pagal keleivių pageidavimą nuo jo nukrypsta. Ši sistema skirta ekstensyviai užstatytose teritorijose arba kaimo vietovėse gyvenantiems žmonėms (Juškevičius *et al.* 2013).

Švedijoje, o vėliau Graikijoje buvo pritaikytas nestandartinis ASV mažinimo būdas. Šio būdo esmė ta, kad darbo dienomis įvažiuoti į centrą gali LA su tam tikrais numeriais, pvz., LA, kurių numeriai baigiasi lyginiais skaičiais, gali įvažiuoti lyginėmis dienomis, o nelyginiais – nelyginėmis dienomis.

2012 m. Leipcigo (Vokietija) miesto valdžia sėkmingai įgyvendino projektą persodinti gyventojus iš LA į tramvajus ir elektrinius traukinius. Jie priėmė sprendimą, jog visi LA vairuotojai, parodę LA techninį pasą, gali VT važinėti nemokamai, ši lengvata galioja ir LA vairuotojo šeimos nariams.

1.4. Inovatyvūs ir modernūs technologiniai automobilių stovėjimo statiniai

Pirmoji pasaulyje daugiaaukštė (trijų aukštų) ASA buvo pastatyta 1902 m. JAV. Šį projektą organizavo ir finansavo Masačusetso automobilistų klubas (Steadman 2011). Apie 1920 m. JAV didieji miestai pirmą kartą susidūrė su TP grūsčių problema. Reaguojant į susidarusią situaciją, Los Andželo miesto centre, daugiausiai šalia PC, nuo 1923 m. iki 1928 m. buvo pastatytos 7 didelės ASA (Longstreth 1998). Auganti automobilizacija, mažėjantis ASV skaičius miestuose paskatino kurti ir plėtoti daugiaaukštes ASA, kurios buvo skirstomos pagal konstrukciją (vienaukščiai, daugiaaukščiai, antžeminiai, požeminiai), tipą (uždari, atviri, rampiniai, mechanizuoti), architektūrą ir pagal kitas statinio charakteristikas.

1956 m. architektas Goldberg sukūrė Marina miesto komplekso koncepciją. 1964 m. šis kompleksas buvo pastatytas Čikagoje (JAV) (1.8 pav. a). Tai buvo aukščiausias pasaulyje gelžbetoninis 65 aukštų gyvenamasis pastatas su daugiaaukšte ASA. Pastatas buvo pastatytas 179 metrų aukščio, jame iki 20

aukšto įrengtos 896 ASV. Šio projekto įgyvendinimas kainavo 36 mln. JAV dolerių (Rice 2011).



1.8 pav. Inovatyvios ir modernios automobilių stovėjimo aikštelės: a) – Marina miesto kompleksas, b) – jūros jonvabalis, c) – bokštiniai garažai Volsburge, d) – šviesos diodo garažas Los Andžele, e) – garažas Kansase (Nuotr.: www.wikipedia.org)

Fig. 1.8. Inovative and modern technology structures: a) – Marina city complex, b) – sea firefly, c) – rig garages in Volsburg, d) – LED garage in Los Angeles, e) – garage in Kansas (Photo: www.wikipedia.org)

1968 m. Johnson užpatentavo mechaninį bokštinį LA stovėjimui skirtą garažą. Nuo XX a. 7-ojo dešimtmečio prasidėjo bokštinių garažų statyba. Bokštinių garažų pasaulyje nėra daug, nes dėl sudėtingos konstrukcijos ir architektūros jie yra labai brangūs. Labiausiai jie paplitę tarp LA gamintojų. 1994 m. Vokietijos LA bendrovė „Volkswagen“ pasamdė 400 architektų, kurie sukūrė 20 aukštų bokštinio garažo koncepciją. 2000 m. „Volkswagen“ du bokštinius garažus pastatė Volsburgo mieste (Vokietija), šalia LA gamyklos. Šių

garažų paskirtis – sandėliuoti ir reprezentuoti naujus LA, kuriuose įdiegta inovatyvi ir moderni bei visiškai robotizuota LA sandėliavimo technologija (1.8 pav. c). Šio projekto vertė – 435 mln. JAV eurų. Taip pat kvadrato formos bokštinis garažas pastatytas Hanoverio mieste (Vokietija), jis yra skirtas reprezentuoti ir sandėliuoti LA (1.4 pav.).

2004 m. Kansaso mieste (JAV) pastatyta įspūdingos architektūros ASA. ASA primena knygomis apstatytą lentyną, kurioje demonstruojami 22 knygų pavadinimai (1.8 pav. e).

Brangiausias pasaulyje statinys, skirtas AS, pastatytas 2007 m. Tokijuje (Japonija). Tai supilta dirbtinė sala, kurioje įrengta plaukiojanti ASA (1.8 pav. b), vadinama jūros jonvabaliu (*jap.* Umihotaru). Šioje saloje įrengti panoraminiai restoranai ir apžvalgos aikštelės. Šio projekto investicijos siekia 11,2 mlrd. dolerių, įgyvendino trukmė daugiau kaip 30 metų.

2008 m. Los Andžele (JAV) Santa Monikos rajone pastatytas 900 vietų daugiaaukštė ASA, kurioje papildomai įdiegta 14 elektromobilių pakrovimo stotelių. Tai aplinkai draugiškas ir save išlaikanti ASA. Jame naudojama šviesos diodo (*angl.* LED) apšvietimas. Elektra yra generuojama saulės kolektoriais (1.8 pav. d).

1.5. Automobilizacijos lygio raida Lietuvos miestuose

Prieškariniais metais Lietuvoje TP skaičius siekė apie 3000, daugiausia motociklai, traktoriai, sunkvežimiai ir labai maža dalis – individualūs LA. Pokario metais ėmė sparčiai didėti motociklų skaičius. 1970 m. Lietuvoje jų užregistruota daugiau kaip 230 000 vienetų, o LA parkas ilgą laiką savo skaičiumi nusileisdavo motociklų skaičiui. 1950 m. Lietuvoje buvo priregistruota 460 individualių LA. 1955 m. LA skaičius išaugo 5 kartus ir jau siekė 2 400, 1965 m. – 18 100, 1970 m. – 32 700. XX a. 8-ojo dešimtmečio pradžioje automobilizacijos lygis Lietuvoje siekė 10 aut./1000 gyv., o motociklų – 50 moto./1000 gyv. (Adomavičius *et al.* 1984).

Nuo XX a. 8-ojo dešimtmečio Lietuvos miestuose pradėjo sparčiai augti automobilizacijos lygis. Palaipsniui miestuose atsirado TP perteklius, nes miestų susisiekimo infrastruktūra nespėjo vystytis kartu su automobilizacija. Techniškai nepritaikytas gatvių tinklas, ASV trūkumas ir kitos aplinkybės paskatino atkreipti Lietuvos mokslininkų dėmesį į šias problemas.

Pirmasis LA stovėjimo tyrimus vykdė bei problemas nagrinėjo VISI (dabar VGTU) Šeštokas (1973). Profesoriaus iniciatyva pirmieji individualių LA vairuotojų anketiniai tyrimai buvo atliekami 1979 m. Kapsuke (dabar Marijampolė), Kalvarijoje ir Kazlų Rūdoje. Anketoje buvo pateikta 16 klausimų, liečiančių vairuotojų amžių ir socialinę būklę, metinę ridą, LA saugojimo

sąlygas, keliones į darbą ir savaitgalio poilsio metu. 1984 m. buvo atlikti pakartotiniai anketiniai tyrimai, kurie Lietuvos mokslininkams leido analizuoti individualaus LA panaudojimo charakteristikos pakitimus. Įdomus faktas, kad tame dešimtmetyje mokslininkai nagrinėjo automobilizacijos lygio priklausomybę nuo miesto dydžio, nes pagal automobilizacijos lygį, tenkantį tūkstančiui gyventojų, Lietuvos mažieji miestai (Alytus, Marijampolė, Druskininkai, Utena, Palanga) lenkdavo didžiuosius miestus (Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai ir Panevėžys). Jeigu 1985 m. didžiųjų miestų automobilizacijos lygis vidutiniškai sudarė 92 aut./1000 gyv., tai mažųjų miestų – 102 aut./1000 gyv. Tai lėmė skirtingas atstumas miestuose nuo namų iki darbo vietų. Mažuosiuose miesteliuose buvo mažai darbo vietų, todėl miesto gyventojai įsidarbindavo gretimuose miesteliuose ir apylinkėse. Pavyzdžiui, Kalvarijoje, kur vienam gyventojui vidutinis atstumas iki darbo siekdavo 5 kilometrus, į darbą nuosavu LA važiuodavo 29,8 % miestelio gyventojų.

Kitokia situacija buvo didžiuosiuose miestuose, kuriuose gerai išvystyta VT sistema buvo praktiškai vienintelis susisiekimo būdas. Apie 95 % kelionių gyventojai į darbą važiuodavo VT (Juškevičius *et al.* 2013). Maždaug po dešimties metų, kai Lietuva tapo nepriklausoma, masiškai į Lietuvą iš vakarų Europos pradėta importuoti naudotus LA.

1993 m. automobilizacijos lygis pasiekė beveik 200 aut./1000 gyv., bet lyginant su vakarų Vokietija, automobilizacijos lygis Lietuvoje buvo 3 kartus mažesnis (Burinskienė and Munch 2003). Jau 2003 m. VGTU mokslininkų publikuotame straipsnyje teigiama (Burinskienė and Paliulis 2003), kad Lietuvos automobilizacijos lygis viršijo 400 aut./1000 gyv. ribą ir 1999 m. parengtas statybinis techninis reglamentas STR 2.06.01:1999 „Miestų miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“ jau nepajėgus reguliuoti AS procesų prie visuomeninių, komercinių ir pramoniniai kompleksų objektų, prie gyvenamųjų rajonų ir prie kitų įvairių traukos objektų.

2006 m. Juškevičius su bendraautoriais, siekdami Klaipėdos mieste pagerinti ASV sistemą šiame mieste pasiekus 439 aut./1000 gyv. automobilizacijos lygį, pirmieji Lietuvoje patikslino LA stovėjimo vietų normas (Juškevičius *et al.* 2006). Šios normos skirtos ne tik Klaipėdos miestui, bet ir kitiems Lietuvos miestams, esant daugiau kaip 500 aut./1000 gyv. automobilizacijos lygiui.

2012 m. duomenimis, Lietuvoje buvo registruota daugiau kaip 1,6 mln. LA, o tai rodo, kad automobilizacijos lygis Lietuvoje yra 541 aut./1000 gyv. Tikėtina, kad ateityje automobilizacijos lygis augs mažesniais tempais negu iki šiol, nes artėjama prie santykinio prisotinimo ribos. Įvertinant Lietuvos socialinės ekonominės plėtros tempus, automobilizacijos lygis neturėtų išaugti daugiau kaip 600 aut./ 1000 gyv. (Juškevičius *et al.* 2006).

1.6. Norminių aktų, reglamentuojančių automobilių statymą, apžvalga

Pirmuoju reglamentuojančiu LA stovėjimo vietų skaičių norminio akto pirmtaku Lietuvoje galime laikyti 1909 m. Paryžiuje (Prancūzija) pasirašytą „*Tarptautinę konvenciją*“, kurioje buvo nustatyti pagrindiniai LA eismo organizavimo ir reguliavimo principai. Lietuvos miestuose augančiam LA parkui šios labai mažos apimties taisyklės (12 paragrafų) negalėjo užtikrinti kokybiškų LA reguliavimo principų, todėl jos buvo nuolatos tobulinamos ir keičiamos. 1926 m. Lietuva pasirašė antrąją „*Tarptautinę kelių transporto konvenciją*“, kurioje LA reguliavimo principų reikalavimai aprašyti plačiau. 1931 m. konvencija vėl buvo papildyta ir galiojo iki 1949 m., kai Ženevoje buvo pasirašytas Jungtinių Tautų Europos Ekonominės Komisijos vidaus transporto komiteto paruošta nauja jos redakcija, papildyta protokolu apie kelio ženklus ir signalus. Šis dokumentas tapo tipinėmis daugelio pasaulio šalių kelių eismo taisyklėmis, kurios suvienodino TP eismo tvarką pasaulyje.

Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcijos prie Aplinkos ministerijos 2009 m. sudarytame teisės aktų, reglamentavusių teritorijų planavimo, statybos ir valstybinės statybos kontrolės tvarką Lietuvoje 1947–1992 m., sąraše rašoma, kad po II-ojo pasaulinio karo, Sovietų sąjungos okupacijos metais, pirmasis norminis aktas, reglamentuojantis AS, pasirodė 1958 m. gruodžio 1 d. Ministrų Tarybos nutarime *Nr. 570 „Dėl statybos vykdymo tvarkos ir dėl valstybinės statybos kontrolės įvedimo kaimo vietovėje“ (Žin., 1958, Nr. 23-114*) rašoma, kad LA savininkai, norintys statyti LA laikyti skirtą garažą, gali tai atlikti tik gavę iš statybos valstybinės priežiūros tarnybos leidimą.

Sovietmečiu LA buvo nedaug, jį galėjo nusipirkti nusipelnęs ar ilgą eilę išlaukęs asmuo, gavęs profsąjungos komiteto paskyrą. LA buvo labai brangus ir labai saugotinas prabangos daiktas, todėl jį įsigijęs asmuo stengėsi pasistatyti garažą. Po šešerių metų 1964 m. birželio 9 d. išėjo Ministrų Tarybos nutarimas *Nr. 265 „Dėl garažų ir stovėjimo aikštelių individualiems automobiliams (motociklams) kooperatinės statybos plėtimo“ (Žin., 1964, Nr. 18-134)*, kuriame rašoma, kad tikslinga pradėti garažų ir ASA statybą, bet daugiausia kooperatiniais pagrindais. Statyboms paspartinti papildomai buvo patvirtinti garažų ir ASA statybos bei eksploatavimo kooperatyvo įstatai, kuriuose rašoma, kad kooperatyvo nariai iki statybos pradžios turi įmokėti visą garažo kainą ir LA savininkui leidžiama statyti tik vieną garažą arba vieną ASV. Pirmą kartą sovietmečiu Lietuvos miestuose leista vykdomiesiems komitetams ir statybos organizacijoms įtraukti į kapitalinės statybos rangos planus kooperatinių garažų ir ASA statybą. Tais pačiais metais rugpjūčio 17 d. išleistas įsakymas *Nr. 95 „Dėl garažų ir stovėjimo aikštelių individualiems automobiliams bei*

motociklams laikyti statybos bei eksploatavimo kooperatyvų“, kuriame rašoma, kad miestų ir rajonų vykdomųjų komitetų kapitalinės statybos skyriai turi supažindinti visuomenę su pavyzdiniais garažų ir ASA statybų bei eksploatavimo kooperatyvo įstatais. Miestų ir rajonų vyriausiems architektams pavesta nugriauti nelegaliai pastatytus garažus ir pasiūlyti jų statytojams statyti garažus kooperatiniu būdu. Taip pat, architektai turi parinkti vietas kooperatinių garažų ir ASA statybai. Papildomai kapitalinės statybos skyriams pavesta užtikrinti kompleksišką atskirų kooperatinių garažų grupių statybą, o komunalinio ūkio statybos projektavimo institutui pavesta parengti kooperatinių garažų projektus, numatant galimybę juos blokuoti stambiais kompleksais.

Po aštuonerių metų patvirtinti nauji kooperatyvo pavyzdiniai įstatai. 1972 m. birželio 27 d. Ministrų Taryba išleido naują nutarimą *Nr. 195 „Dėl individualių automobilių garažų statybos ir mokamų stovėjimo aikštelių įrengimo sutvarkymo“ (Žin., 1972, Nr. 17-134)*, kuriame pavesta miestų ir rajonų vykdomiesiems komitetams parengti garažų ir mokamų ASA išdėstymo schemas. Taip pat šiame nutarime numatyta, kad turi būti atlikta visų garažų ir ASA inventorizacija. Visi objektai turi būti suregistruoti ir jų eksploataciją galima pradėti tik tada, kai leidimą eksploatacijai patvirtins valstybinė komisija. Didžiuosiuose Lietuvos miestuose (Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje, Šiauliuose ir Panevėžyje) Buitinio gyventojų aptarnavimo ministerija kartu su miestų vykdomaisiais komitetais įsipareigojo įrengti mokamas automobilių (motociklų) stovėjimo aikšteles miestų centruose ir masinio gyventojų susitelkimo vietose bei patvirtinti šių mokamų stovėjimo aikštelių naudojimo taisykles. Papildomai Ministrų taryba pavedė Buitinio gyventojų aptarnavimo ministerijos statybos organizacijoms atlikti požeminių garažų statybos rangos darbus.

1974 m. oficialiais duomenimis Lietuvos miestų gatvėmis jau važinėjo daugiau kaip 56 000 LA (Burinskienė and Munch 2003). Toks visuotinis individualaus LA paplitimas tarp įtakingų ir turtingų gyventojų sudarė galimybę savarankiškai (neteisėtais būdais) kurti savo AS politiką daugiabučių namų gyvenamojoje aplinkoje. Nepaisant tuometinių įstatymų ir draudimų, nemažai garažų savavališkai arba komunalinio ūkio tarnyboms neoficialiai leidus buvo pastatyta daugiabučių namų kiemuose ir kitose valstybinės žemės vietose, nesuteikiant statytojams žemės sklypų. Matydama, kad šiuose sklypuose pastatytų garažų ir įrengtų ASA neįmanoma teisiškai įregistruoti, Ministrų taryba 1974 m. rugpjūčio 13 d. patvirtino nutarimą *Nr. 292 „Dėl individualių lengvųjų automobilių garažų naudojimo sutvarkymo“(Žin., 1974, Nr. 23-237)*, kuriame Taryba pavedė vykdomiesiems komitetams suteikti neįteisintų garažų ir ASA statytojams žemės sklypus. Statytojai užtikrino jų teisinį įregistravimą, įsteigdami garažų statybos kooperatyvus ir, vietoj neteisėtai pastatytų garažų, įrengė kooperatyvinius garažus.

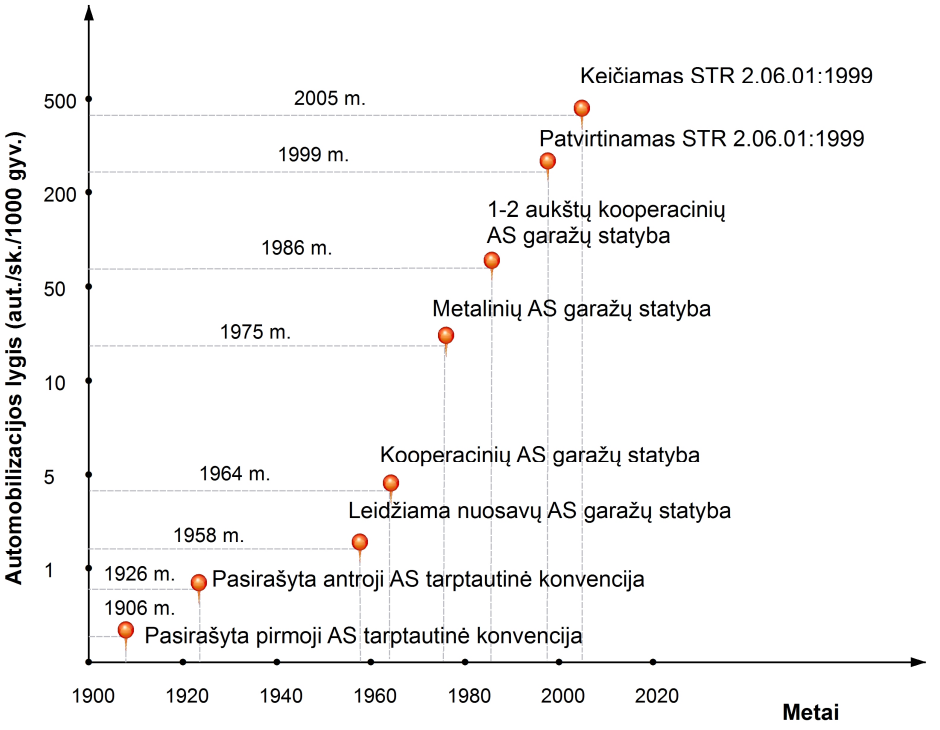
Valstybinis statybos reikalų komitetas (VSRK) 1975 m. gegužės 26 d. išleido įsakymą *Nr. 129 „Dėl individualių lengvųjų automobilių garažų ir automobilių parkavimo aikštelių statybos tvarkos pažeidimų“*, kuriame nurodė miestų vyriausiems architektams ir rajonų architektams parengti individualių automobilių garažų ir ASA išdėstymo schemas. Leidimus galima buvo išduoti statyboms tik visiškai sutvarkius statybos dokumentaciją, priimti juos naudoti – tik kruopščiai patikrinus statybos baigtumą ir kokybę. Papildomai architektams pavesta numatyti metalinių garažų statybos vietas. Vykdomiesiems komitetams nurodyta organizuoti tinkamą garažų įrengimą ir atlikti jų inventorizaciją, bei teisiškai juos įregistruoti.

1975 m. birželio 25 d. Ministrų tarybą išleido nutarimą *Nr. 228 „Dėl priemonių individualinės statybos trūkumams pašalinti“ (Žin., 1975, Nr. 20-177*) skirtą namų valdų savininkams. Asmenys, turintys savo vardu įregistruotą nuosavą LA arba motociklą (arba jei jį turi jų šeimos narys), gali individualioje namų valdoje pasistatyti garažą iki 25 m^2 ploto. Po aštuonerių metų, 1983 m. rugpjūčio 5 d. ta pati Taryba išleido naują nutarimą *Nr. 213 „Dėl individualinės statybos“ (Žin., 1983, Nr. 24-251)*, leidžiantį visiems individualių namų valdų savininkams savo namų valdoje pasistatyti garažą iki 25 m^2 ploto asmeniniam naudojimui.

1981 m. birželio 12 d. Ministrų taryba nutarime *Nr. 213 „Dėl Ministrų Tarybos 1972 m. birželio 27 d.* nutarimo *Nr. 195 „Dėl individualių automobilių garažų statybos ir mokamų stovėjimo aikštelių įrengimo sutvarkymo“ papildymo“ (Žin., 1981, Nr. 17-230)* nurodė, kad metalinius garažus gaminančios įmonės ir organizacijos, kurios parduoda šiuos garažus, užsakovas ar pirkėjas turi pateikti vykdomojo komiteto leidimą garažo statybai. Kitą dieną Ministrų taryba nurodė, kad už mokamų LA ASA įrengimą yra atsakingi miestų ir rajonų vykdomieji komitetai, už jų eksploataciją atsakingos Buitinio gyventojų aptarnavimo ministerijos įgaliotos organizacijos. Aikštelių tvarkymui finansavimas skiriamas iš miestų biudžeto lėšų. Ministrų taryba taip pat nurodė, kad, jeigu aikšteles eksploatuos Lietuvos automėgėjų draugija, finansavimas turi būti užtikrintas iš nuosavų lėšų, nutarimas *Nr. 212 „Dėl Ministrų Tarybos 1972 m. birželio 27 d. nutarimo Nr. 195 „Dėl individualių automobilių garažų statybos ir mokamų stovėjimo aikštelių įrengimo sutvarkymo“ 10 punkto pakeitimo” (Žin., 1977, Nr. 17-228)*.

1986 m. liepos 15 d. Ministrų taryba nutarime *Nr. 249 „Dėl garažų statybos kooperatyvų“ (Žin., 1986, Nr. 21-228)* nurodė, kad leidžiama asmeninių LA laikymui statyti sublokuotus, vieno ar daugiau aukštų antžeminius ir požeminius kooperatinius garažus, kurie turi būti statomi pagal projektavimo organizacijų parengtus projektus. Nepriklausomybės metais Lietuvos Vyriausybė 1991 m. kovo 1 d. papildė sovietmečiu išleistą nutarimą *Nr. 83 „Dėl garažų statybos ir eksploatavimo kooperatyvų pavyzdinių įstatų“ (Žin., 1991, Nr. 10-273)*. Jame

nurodyta, kad kooperatyvai steigiami vieno ar daugiau aukštų antžeminių, požeminių arba sublokuotų garažų statybai individualiems LA laikyti miestuose, miesto tipo ir kaimo gyvenvietėse.



1.9 pav. Norminių teisės aktų, reglamentuojančių automobilių statymą, apžvalgos apibendrinta schema 1906–2005 m. (sudaryta autoriaus)
Fig. 1.9 Summary scheme of review of normative legal acts regulating car parking issues in 1906–2005 (author's)

Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. kovo 2 d. įsakymu *Nr. 61 (Žin., 1999, Nr. 27-773)* patvirtinamas Statybos techninis reglamentas STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“. Šis reglamentas parengtas remiantis gerąja užsienio šalių praktika. Jame pateikiamas orientacinis ASA dydis, kai 1 000 gyventojų tenka 400 LA. Reglamente nurodyta, kad naujai statomiems daugiabučiams namams turi būti įrengiama 0,8 automobilio vietos kiekvienam butui, iš jų 10 % lankytojams. Prie PC turi būti įrengiamos po vieną LA skirtą vietą nuo 20 m^2 prekybos ploto, iš kurių 90 % lankytojams ir taip toliau. 2005 m. kovo 21 d. įsakymu *Nr. D1-163 (Žin., 2005, Nr. 39-1285)* buvo

patikslinti ASV prie naujai statomų daugiabučių namų normatyvai. Nurodyta, kad prie jų kiekvienam 35–45 m^2 butų naudingo ploto turi būti įrengiama 1 vieta LA. 2007 m. sausio 31 d. įsakymu *Nr. D1-73 (Žin., 2007, Nr. 16-596*) vėl tikslinami ASV normatyvai prie naujai statomų daugiabučių namų. Reglamente nurodoma, kad turi būti įrengiama 1 plius 0,2 ASV kiekvienam butui. Taip pat pabrėžiama, kad iki 0,2 ASV vienam butui gali būti įrengiamos už statinio ar statinių grupės žemės sklypo ribų, bet ne toliau kaip 200 m nuo įėjimų į šiuos namus. Šio normatyvo įgyvendinimo ypatumus nustato savivaldybių tarybos savo sprendimais, planuojant teritorijas numatant atskirus sklypus automobilių saugykloms, galimybes ASV įrengti gatvių raudonųjų linijų ribose ir kitais būdais. Patikslintas statybos techninis reglamentas papiktino daugiabučius namus statančių įmonių atstovus. Statybų verslo atstovai teigia, kad rengti šalia naujai statomų daugiabučių ASA neapsimoka, nes jau ir taip statybų kaštai yra dideli. 2008 m. sausio 10 d. įsakymu *Nr. D1-21 (Žin., 2008, Nr. 7-253)* patvirtinami nauji ASV normatyvai, kuriuose nurodyta, kad prie naujai statomų daugiabučių namų turi būti įrengiama 1 vieta kiekvienam butui. 2014 m. parengiamas naujas STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ projektas.

1.9 paveiksle pateikiama norminių teisės aktų, reglamentuojančių LA stovėjimo vietų klausimus nuo 1906 m., apžvalgos apibendrinta schema.

1.7. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas

1. Analizuojant užsienio šalių patirtį nustatyta, kad automobilių stovėjimo vietų trūkumo problema atsirado XX a. 3 dešimtmetyje. Šiuo laikotarpiu pirmą kartą pasaulio istorijoje pradėtas taikyti draudimas transporto priemones statyti centrinėse miestų dalyse.
2. Nustatyta, kad užsienio šalių miestuose didžiausias dėmesys skiriamas automobilių stovėjimo vietų apmokestinimui ir transporto priemonių judėjimo ribojimui centrinėje miesto dalyje. Vidurinėje miesto zonoje siūloma keisti automobilių stovėjimo vietų normatyvus iš minimaliai reikalingų stovėjimo vietų skaičiaus prie traukos objektų į maksimaliai leistinas reikšmes prie analogiškų objektų. Priemiestinėje miesto dalyje, siūloma diegti kombinuotų kelionių sistemas tokias kaip statyk ir važiuok, palik dviratį ir važiuok viešuoju transportu ir kita.
3. Mokslo darbų, skirtų automobilių stovėjimo vietų miestuose problemoms tirti, analizė parodė, kad užsienio šalių mokslininkai

daugiausiai dėmesio skiria ekologiškų ir darnių transporto priemonių naudojimui ir jų stovėjimo vietų organizavimui. Dauguma mokslininkų teigia, kad automobilių stovėjimo vietų sprendimo būdai priklauso nuo vietos politikų strateginio požiūrio, finansinių miesto galimybių ir gyventojų mokumo, bet to neįrodinėja matematiškai.

4. Atlikus užsienio prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių analizę pastebėta, kad tai lig šiol nevertinta priemonė automobilių statymo procesui valdyti. Urbanistiniu požiūriu prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių antrinis panaudojimas leidžia taupiai naudoti miesto teritoriją bei sėkmingai reguliuoti žmonių bei transporto priemonių srautus.

5. Susipažinus su užsienio šalių ir Lietuvos moksline literatūra, galima daryti išvadą, kad norint pagerinti automobilių stovėjimo vietų mieste panaudojimo efektyvumą, būtina atlikti šiuos veiksmus:

   a) atlikti automobilių stovėjimo vietų natūrinius tyrimus vidurinėje miesto zonoje;

   b) nustatyti ar prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelės gali būti naudojamos kaip rezervinės aikštelės daugiabučių namų gyventojų automobiliams laikyti;

   c) racionaliau panaudoti automobilių stovėjimui skirtus žemės plotus, įdiegiant statyk ir važiuok sistemą.

2

Automobilių stovėjimo vietų teoriniai tyrimai ir analizė

Skyriuje atlikti ASV tyrimai 8 daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose ir 49 PC ASA. Išnagrinėtos Vilniaus miesto BP sprendiniuose nurodytos SV sistemos ASA potencialios įrengimo vietos. Atlikta ASV kriterijų apžvalga, nustatyti jų svoriai. SV sistemos ASA plėtrai įvertinti pasiūlytos 3 SV sistemos koncepcijos ir SV sistemos ASA teorinis modelis, kuris gali būti taikomas planuojant ASA.

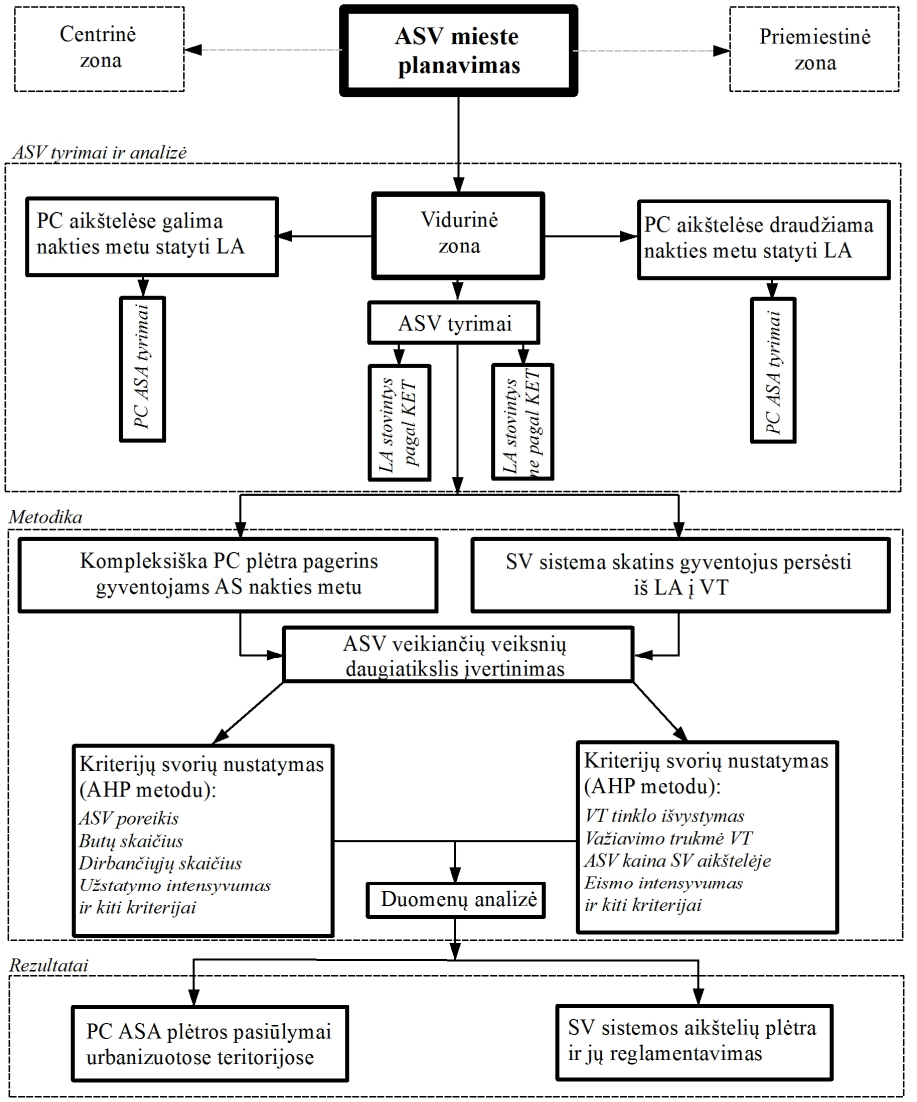
Šio skyriaus tema publikuotas straipsnis (Palevicius *et al.* 2013).

2.1. Automobilių stovėjimo vietų tyrimo planas ir metodika

2.1.1. Tyrimo planas

Lietuvoje didžiausios ASV trūkumo problemos kyla didžiuosiuose miestuose, todėl konkretus tyrimo objektas pasirinktas Vilniaus miestas.

ASV trūkumo problemoms spręsti yra viena iš sunkiausiai įgyvendinamų statybos ir transporto uždavinių. Teoriškai, kiekvienam LA reikalingos dvi ASV: viena gyvenamajame rajone, kita mieste prie darbovietės.



2.1 pav. Tyrimo vykdymo schema (sudaryta autoriaus)
Fig. 2.1. Scheme of assessment of the study (author's)

Vilniaus mieste LA vairuotojui 24 valandų laikotarpyje reikalingos 5–6 ASV (Adomavičius 1991). Todėl egzistuoja dvi LA laikymo problemos: ilgalaikis LA laikymas, kai LA stovi gyvenamajame rajone ir trumpalaikis, kai laikinai LA stovi mieste (prie darbovietės, PC, gydymo įstaigos ir kitų traukos objektų). Kadangi šios dvi problemos viena su kita susijusios, tai jos turi būti

sprendžiamos kartu. Šiam uždaviniui spręsti atliekami ASA tyrimai, kurių tikslas – nustatyti LA laikymo sąlygas daugiabučių namų ASV. Tyrimai vykdomi dviem etapais:

Pirmuoju etapu atliktas ASV tyrimas aštuoniuose gyvenamuosiuose rajonuose: Lazdynuose, Karoliniškėse, Viršuliškėse, Pilaitėje, Šeškinėje, Justiniškėse, Fabijoniškėse ir Pašilaičiuose. ASA esamai situacijai apibrėžti buvo atlikta momentinė stovinčių LA nuotrauka vakaro ir nakties metu (nuo 22 val. iki 6 val. ryto), esant maksimaliam ASV poreikiui.

Antruoju etapu atlikti 49 PC ASA tyrimai, kurie buvo įvykdyti tiriant ASA gyvenamuosiuose rajonuose. Tyrimo metu buvo pastebėta, kad daugiabučių namų gyventojai grįžę iš darbų, LA palieka PC ASA. Atlikus šį tyrimą buvo nustatyta, kiek gyventojų naudojasi PC ASA ir nuo kokių veiksnių tai priklauso.

Papildomai buvo atlikta SV sistemos ASA įrengimo galimybių analizė Vilniaus mieste. Remiantis Vilniaus miesto BP sprendiniais, kuriuose pateiktos potencialios 33 SV sistemos ASA įrengimo vietos, buvo įvertinta 3 SV sistemos koncepcijos ir SV sistemos ASA teorinis modelis.

Tyrimų planas pateiktas 2.1 paveiksle.

2.1.2. Stovinčių automobilių kiekio tyrimo metodai

Sprendžiant ASV problemas miestuose, neišvengiama stovinčių LA kiekio tyrimų procedūra. Tyrimams atlikti taikomi įvairūs būdai ir metodai. Juos lemia surinktos tyrimų medžiagos panaudojimo tikslai. Tyrimų rezultatai priklauso nuo surinktos informacijos patikimumo, tyrimų apimties, periodiškumo ir trukmės. Todėl tyrimams naudojami skirtingi metodai.

Paprasčiausias, bet daug laiko reikalaujantis, metodas – duomenų fiksavimas tyrimų registracijos lape. Tyrėjas gali naudoti dviejų tipų AS skirtus registracijos lapus: lentelės formos ir rastrinį pagrindą. Lentelės formos lape iš anksto laboratorijoje suklasifikuojama informacija stulpeliais, į kuriuos tyrimo metu pildomi stebėjimo duomenys. Atlikus LA kiekio tyrimą, duomenys apdorojami laboratorijoje. Kitas būdas – tyrimų rezultatų žymėjimas rastriniame pagrinde (orto foto, topo ar kitame pagrinde). Šis būdas paprastesnis tyrimo pradžioje, nes tyrėjas gali lengvai orientuotis aplinkoje ir tyrimų metu išvengiama klaidų. Dažniausiai tyrimo objektas yra miestas, miesto seniūnijos arba kita didelė teritorija, todėl duomenų perkėlimas iš rastrinio pagrindo į skaitmeninę aplinką pareikalauja labai daug laiko.

Siekiant nustatyti ASV funkcionavimo pobūdį, kurį nusako vienos TP stovėjimo vietos apyvarta (Burinskienė *et al.* 2011), naudojamas LA registravimo numerių metodas. Šio metodo tyrimo ribos dažniausiai yra PC ASA, senamiesčio ar kitų didžiųjų traukos objektų ASV. Natūrinis tyrimas vykdomas pagal laikrodžio rodyklę. Tyrėjas eina per visas ASV ir žymi

stovinčių LA numerius registracijos lape, pabaigęs tyrimą, keliauja į pradinį tyrimo tašką ir vėl tokiu pačiu maršrutu sužymi LA numerius. Rekomenduojama prie PC ir centrinėse miesto dalyse tyrimus atlikinėti kas 15 minučių.

Vienas populiariausių metodų pasaulyje yra vairuotojų apklausos metodas, kurio atlikimas galimas žodžiu ir raštu. Naudojant šį metodą, teoriškai ir praktiškai galima gauti daugumą planuoti būtinos statistiškai patikimos ir reprezentatyvios informacijos. Svarbiausia, galima identifikuoti teritorinę problemų diferenciaciją. Ofiaciali statistika tokios galimybės neduoda, nes jos tiriamo objekto ribose nėra renkamas ir kaupiamas reikalingų duomenų sąrašas.

Pasitelkus aerofotografijos metodą galima vesti ASV apskaitą. Aerofotografija teikia galimybę ne tik užfiksuoti stovinčių LA skaičių, bet ir nustatyti vienos TP stovėjimo vietos apyvartą. Aeronuotrauka arba aerofotonuotrauka – tai žemės paviršiaus vaizdas, kuris nufotografuojamas iš skraidymo aparatų: palydovų, kosminių stočių, lėktuvų, oro balionų, dirižablių ir kita. Tačiau, šie fotografavimo būdai yra labai brangūs, todėl tyrėjai, ieškodami pigesnių būdų, sukūrė naują techniką, leidžiančią pigiau ir greičiau fotografuoti žemės paviršių. Pavyzdžiui, Lietuvoje naudojama šveicariška technologija „SenseFly eBee“. Tai profesionali aerofotogrametrinė sistema, skirta greitam ir tiksliam teritorijų kartografavimui. Lėktuvas pagamintas iš lankstaus putplasčio, kuris sveria tik 630 gramų. Tai pat, jame įmontuota „eMotion 2“ programinė įranga leidžianti planuoti, stebėti ir kontroliuoti lėktuvėlio skridimo trajektoriją skrydžio metu. Lėktuve įmontuota 16 megapikselių fotokamera, leidžianti skrendant daryti aukštos raiškos nuotraukas. Sugeneruotos ortofotografinės nuotraukos tikslumas gali siekti nuo 3 iki 30 cm viename pikselyje. Priklausomai nuo nuotraukų rezoliucijos ir pageidaujamo tikslumo, vieno skrydžio metu lėktuvas gali apskristi nuo 1,5 iki 10 km^2 teritorijos. Skraidymo laikas iki 45 minučių, skridimo greitis nuo 36 iki 57 km/h, atlaiko vėjo pasipriešinimą iki 12 m/s (Metcalfe 2013). Šis metodas turi trūkumą – stovinčių LA kiekio tyrimus gali atlikti tik antžeminėse ASA (Huang and Wang 2010; Bhaskar *et al.* 2011; Wang *et al.* 2014).

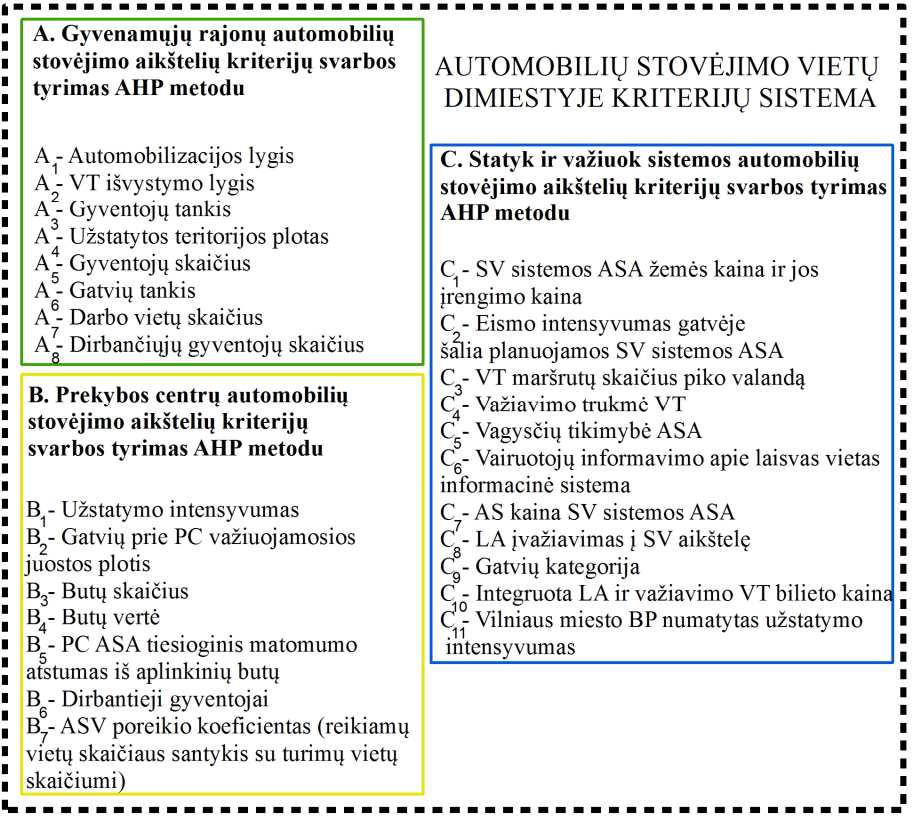
Daugiaaukštėse ir požeminėse ASA naudojamos įvairios šiuolaikinės intelektualios automatinės AS registravimo sistemos. Jose gali būti įdiegtos LA numerių atpažinimo sistemos, AS reguliavimo sistemos, sisteminės analizės ir apskaitos sistemos. Šiuo metu užsienio išradėjai kuria išmanias LA srautų valdymo sistemas, kurios padeda greičiau surasti automobiliui laisvą vietą (Shin and Jun 2014). Lietuvoje populiariausi LA numerių atpažinimo ir ASA apskaitos sistema – „eParkingas.lt“.

Taip pat mokslinėje literatūroje galime rasti taikomą ekspertų metodą. Tai ekspertų apklausa, kurios svarbiausi požymiai yra susiję su reikalavimais ekspertų kvalifikacijos lygiui įvertinti, būtinam jų skaičiui nustatyti, klausimyno

turiniui, atsakymams įvertinti ir analizei naudojant matematinę statistiką (Juškevičius *et al.* 2013).

2.2. Automobilių stovėjimo vietų tyrimų seka ir rezultatai

Prieš atliekant ASV tyrimus, buvo suformuluoti ir pagrįsti kriterijai, susieti su asmeninių kelionių ASV didmiestyje pasiskirstymo sistema (2.2 pav.). Atrinkti 26 kriterijai, iš kurių 8 kriterijai susieti su LA stovėjimo vietų poreikio nustatymu daugiabučių namų gyvenamajame rajone, 7 kriterijai susieti su PC ASA užpildymo rodiklių nustatymu ir 11 kriterijų susieti su SV sistemos ASA vietų parinkimu miesto teritorijose, kurių schema pateikta 2.2 paveiksle.



2.2 pav. Automobilių stovėjimo vietų didmiestyje kriterijų grupių schema
Fig. 2.2. Scheme of groups of car parking lots criteria in metropolitan

Kriterijai buvo suformuluoti ir padalinti į tris grupes: 8 gyvenamųjų rajonų (A grupė), 7 PC (B grupė) ir 11 SV sistemos (C grupė) ASV kriterijai.

2.2.1. Automobilių stovėjimo tyrimų rezultatai daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose

Dabartinė Vilniaus miesto gyvenamųjų rajonų ASA infrastruktūra nepritaikyta esamam automobilizacijos lygiui, todėl vakarais, kai visi gyventojai grįžta į namus, LA daugiabučių namų kiemuose labai dažnai paliekami neleistinose LA stovėti vietose. Daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose ASV natūrinis tyrimas buvo atliekamas nuo 20 val. vakaro iki 2 val. nakties. Stebėjimo metu buvo skaičiuojami visi LA, kurie buvo pastatyti vadovaujantis KET: ASA ir gatvėse bei nesivadovaujant KET: želdynuose, ant pėsčiųjų ir dviračių takų, vaikų žaidimų aikštelėse ir kitose draudžiamose vietose. Tyrimo metu visos TP buvo žymimos iš anksto paruoštame topografiniame pagrinde.

Gauti stovinčių LA tyrimų rezultatai aštuoniose Vilniaus miesto daugiabučių namų gyvenamųjų rajonų teritorijose parodė, kad 10,2 % LA stovi nesivadovaujant KET reikalavimais. Daugiausia neleistinose vietose stovinčių LA nustatyta Lazdynų rajone – 18,4 %, identiška situacija Pilaitės, Šeškinės ir Justiniškių rajonuose – po 11,8 %, o mažiausiai neleistinoje vietoje stovinčių LA buvo Pašilaičių rajone – 4,6 %. Detalesni apibendrinti tyrimų rezultatai pateikti 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Automobilių stovėjimo vietų tyrimų charakteristika Vilniaus miesto 8 gyvenamuosiuose rajonuose
Table 2.1. Characteristics of the study of car parking lots in 8 residental areas of Vilnius city

Eil. Nr.	Gyvenamas rajonas	Stovinčių LA tankis, aut/ha	Stovinčių LA tankis pagal KET, aut/ha	Stovinčių LA tankis ir procentinis pasiskirstymas ne pagal KET	
				aut./ha	%
1.	Lazdynai	36,9	30,1	6,8	18,4
2.	Karoliniškės	35,2	32,9	2,3	6,5
3.	Viršuliškės	44,1	40,4	3,7	8,4
4.	Pilaitė	61,0	53,8	7,2	11,8
5.	Šeškinė	55,8	49,2	6,6	11,8
6.	Justiniškės	49,3	43,5	5,8	11,8
7.	Fabijoniškės	40,8	37,4	3,4	8,3
8.	Pašilaičiai	48,2	46,0	2,2	4,6
	Vidurkis:	46,4	41,7	4,8	10,2

Siekiant pagerinti ASV situaciją nagrinėtuose aštuoniuose Vilniaus gyvenamuose rajonuose, esamą ASV skaičių reikia padidinti kelis kartus, tačiau tai padaryti sunkiai įmanoma. Tokiai ASV plėtrai reikalingos didelės teritorijos ir finansinės lėšos.

2.2.2. Gyvenamųjų rajonų automobilių stovėjimo aikštelių kiekybinių kriterijų svarbos tyrimas AHP metodu

LA pastatymas į jam skirtą vietą turi būti greitas ir patogus. Todėl svarbu pabrėžti, kad automobilių stovėjimo vietų tyrimų rezultatai neatspindi realios situacijos gyvenamųjų rajonų ASA. Atliekant tyrimą, iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad dauguma LA stovi leistinu būdu. Tačiau daugiabučių namų kiemuose stovintis LA dažniausiai nesilaiko STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“ reikalavimų. Šiame statybos techniniame reglamente yra nurodyti LA stovėjimo būdai ASA: LA statomi lygiagrečiai su įvažiavimu, statmenai įvažiavimui ir kita.

Pagal STR reikalavimus minimalus vienos ASV plotas aikštelėje turi būti 20 m^2. Dažnas atvejis, kai vienoje ASV stovi du LA. Antrosios TP vairuotojas vėliau grįždamas į namus nesivargindamas užstato pirmąjį LA savininko TP. Taip pat aktuali problema egzistuoja Pašilaičių ir Fabijoniškių rajone, kai LA paliekami galinėse VT apsisukimo punktuose. Taip pat LA statomi įvažose skirtose specialiajam transportui, pavyzdžiui, šiukšlių surinkimo vietose, privažiavimų važiuojamojoje dalyje arčiau nei 10 metrų nuo gyvenamųjų namų ir panašiai.

Visą tai įvertintus, gyvenamuose rajonuose bendras neleistinose vietose stovinčių LA skaičius siekia iki 50 %, kas daro bendrą situaciją sudėtinga ir sunkiai sprendžiama. Todėl galima daryti išvadą, kad LA stovėjimo tyrimuose, kaip ir daugelyje kitų pritaikomųjų mokslo šakų, pagrindinis informacijos šaltinis yra natūrinis tyrimas. Tačiau šis tyrimas parodo ASV trūkumo mastą gyvenamajame rajone, todėl juo remiantis negalima toliau atlikti išsamios tyrimų analizės.

Atlikus natūrinius LA stovėjimo tyrimus vietose, sudarytas LA stovėjimo vietų poreikį daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose lemiančių kriterijų sąrašas. Kriterijų sąrašas sudarytas ekspertizės būdu, tai yra mokslinio darbo vadovas ir disertantas kartu atrinko ir pateikė ekspertams kriterijus. Ekspertų grupę sudarė teritorijų planavimo ir susisiekimo sistemų specialistai. Jie buvo parinkti atsižvelgiant į jų darbo stažą, tai yra darbo trukmė ne mažesnė nei 10 metų, ir patirtį (Zavadskas *et al.* 2010a). Apklausti 9 ekspertai, kuriems pateikti 8 kriterijai (2.2 lentelė).

2.2 lentelė. Atrinkti svarbiausi kriterijai, nuo kurių priklauso automobilių poreikis gyvenamuosiuose rajonuose
Table 2.2. Selected the most important criteria that affects the demand of cars in residental areas

Kriterijaus Nr.	Kriterijaus pavadinimas	Matavimo vienetai
A_1	Automobilizacijos lygis	LA sk./1000 gyv.
A_2	VT išvystymo lygis	balai (nuo 1 iki 9)
A_3	Gyventojų tankis	tūkst. žm/ha
A_4	Užstatytos teritorijos plotas	ha
A_5	Gyventojų skaičius	tūkst. vnt.
A_6	Gatvių tankis	km/km^2
A_7	Darbo vietų skaičius	tūkst. vnt.
A_8	Dirbančiųjų gyventojų skaičius	tūkst. vnt.

Siekiant įvertinti LA poreikį daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose, buvo nustatyti 8 kriterijai. Ekspertams buvo įteikta kriterijų porinio lyginimo anketa. Pirmojo eksperto užpildytas lyginimo matricos pavyzdys pateiktas 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Pirmojo eksperto kriterijų porinio lyginimo pavyzdys
Table 2.3. Example of the first expert's pairwise comparison of indices

Kriterijų Nr.	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
A_1	1	2	3	3	5	5	7	8
A_2	1/2	1	2	3	3	5	6	7
A_3	1/3	1/2	1	2	3	3	5	6
A_4	1/3	1/3	1/2	1	1	3	3	5
A_5	1/5	1/3	1/3	1	1	1	3	3
A_6	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1	1	3
A_7	1/7	1/6	1/5	1/3	1/3	1	1	1
A_8	1/8	1/7	1/6	1/5	1/3	1/3	1	1

Kriterijų svarbos nustatymui taikant sprendimų priėmimo sistemą svarbiausia yra nustatyti kriterijų reikšmingumą. Jam nustatyti taikomas T. Saaty sukurtas kriterijų porinio lyginimo metodas (Saaty 1980). Jis leidžia apskaičiuoti vieno lygio hierarchijos kriterijų svorius aukštesnio lygio atžvilgiu. Svorių nustatymui skaičiuojama pagal porinio lyginimo matricą:

$$P = \left| p_{ij} \right| \ (i, j = 1, 2, \ldots, m). \tag{2.1}$$

Matricos P elementai p_{ij} – kriterijų nežinomųjų svorių santykiai. Ekspertai tarpusavyje lygina visus vertinamus kriterijus R_i ir R_j, naudojant skalę 1–3–5–7–9, i, j=1, 2, ..., m, kur m – lyginamų kriterijų skaičius. Matricos elementai kinta nuo 1, jei abu rodikliai yra vienodai svarbūs, iki 9, jei vienas rodiklis nepalyginamai svarbesnis už antrą. Matrica P yra atvirkštinė simetrinė, tai yra $p_{ij} = 1/p_{ij}$. Iš to išeina, kad galima pildyti matricos dalį, esančią virš pagrindinės įstrižainės arba po ja.

Saaty AHP metodo svoriai – vektorius ω yra tikrinio vektoriaus, atitinkančio didžiausiai matricos P tikrinei reikšmei $\lambda_{\max}$ normalizuotos komponentės:

$$P\omega = \lambda_{\max}\omega. \tag{2.2}$$

Kiekvieno eksperto atskirų vertinimų suderinamumo laipsnį nustato suderinamumo indeksas (*angl.* the consistency index) *C.I.* ir suderinamumo santykis (*angl.* the consistency ratio) *C.R.*. Suderinamumo indeksas apibrėžtas (Saaty 1980) kaip santykis išreiškiamas formulę:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - m}{m-1}, \tag{2.3}$$

čia m – matricos eilė.

Matricos suderinamumas tuo geresnis, kuo mažesnė suderinamumo indekso reikšmė. Idealiu atveju $C.I. = 0$.

Praktikoje matricos P suderinamumo laipsnį galima nustatyti, jei palyginti vertinimo matricos suskaičiuotą suderinamumo indeksą $C.I.$ su tokios pat eilės atvirkštinės simetrinės matricos atsitiktinai sugeneruotos (pagal skalę 1–3–5–7–9) suderinamumo indeksu $R.I.$ (Saaty 1980).

Konkrečios matricos suskaičiuoto suderinamumo indekso $C.I.$ ir atsitiktinio indekso vidurkio $R.I.$ santykis vadinasi suderinamumo santykiu ir vertina matricos suderinamumo laipsnį:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}. \tag{2.4}$$

Matrica laikoma suderinta, kai suderinamumo santykis $C.R.$ yra mažesnis už 0,1 (Saaty 1980):

$$C.R. \le 0{,}1. \tag{2.5}$$

Pirmojo eksperto AHP metodo suskaičiuoti kriterijų, nuo kurių priklauso LA poreikis gyvenamuosiuose rajonuose, svarbos rangavimo svoriai ω pateikti 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Pirmojo eksperto analitinio hierarchinio proceso metodu suskaičiuoti kriterijų svoriai
Table 2.4. Weights calculated by the first expert using the analytic hierarchy process method

Kriterijų Nr.	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
Svoriai	0,322	0,230	0,158	0,102	0,074	0,053	0,035	0,027

Toliau pagal (2.1)–(2.5) formules apskaičiuojamas pirmojo eksperto lyginimo matricos tikrinė reikšmė $\lambda_{\max} = 8{,}26$, suderinamumo indeksas $C.I. = 0{,}037$, suderinamumo santykis $C.R. = 0{,}026 < 0{,}1$. Gauti skaičiavimai rodo, kad eksperto vertinimai suderinti.

Įvertinus pirmojo eksperto vertinimų suderinamumą, toliau vertiname visos ekspertų grupės nuomonių suderinamumą. Ekspertų grupės nuomonių suderinamumo lygį nustato W konkordancijos koeficientas (Kendall 1970) (1, 2, ..., r ; 1, 2, ..., m), čia r – ekspertų skaičius, m – lyginamų kriterijų skaičius. Konkordancijos koeficientui skaičiuoti būtinas ekspertų kriterijų rangavimas. Vienodiems vertinimams priskiriamas tas pats rangas – eilinių rangų aritmetinis vidurkis.

AHP metodas, remdamasis kiekvieno eksperto palyginimo matrica, nustato kriterijų svorius ω_{ik}, čia: i =1, 2, ..., m ; k =1, 2, ..., r ; m – lyginamų kriterijų skaičius; r – ekspertų skaičius.

Pagal svorių mažėjimą galima ranguoti kiekvieno eksperto vertinimus ir suskaičiuoti konkordancijos koeficientą. Kriterijų rangavimo rezultatai e_{ik} pateikti 2.5 lentelėje.

Konkordancijos koeficiento W skaičiavimui reikia žinoti: kiekvieno kriterijaus rangų sumą $e_i = \sum_{k=1}^{r} e_{ik}$; bendrą vidurkį $\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^{m} e_i}{m}$; dydžių e_i nuokrypių nuo bendro vidurkio $\bar{e}$ kvadratų sumą $S = \sum_{i=1}^{m} (e_i - \bar{e})^2$.

Radus visus reikiamus dydžius, toliau konkordancijos koeficientas W skaičiuojamas pagal formulę (Kendall 1970; Евланов 1984):

$$W = \frac{12S}{r^2 m(m^2 - 1)}, \tag{2.6}$$

čia m – kriterijų skaičius; r – ekspertų skaičius.

2.5 lentelė. Kriterijų rangavimo matrica
Table 2.5. The matrix of the ranking of indices

Kriterijaus Nr.	Kriterijai	Ekspertai									Rangų sumos	Vieta
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A_1	Automobilizacijos lygis	1	1	2	1	1	3	1	1	1	12	1
A_2	VT išvystymo lygis	2	3	3	2	2	1	2	3	2	20	2
A_3	Gyventojų tankis	3	4	5	5	5	5	3	4	5	39	5
A_4	Užstatytos teritorijos plotas	4	5	4	4	4	4	4	5	4	38	4
A_5	Gyventojų skaičius	5	2	1	3	3	2	5	2	3	26	3
A_6	Gatvių tankis	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54	6
A_7	Darbo vietų skaičius	7	7	7	7	7	7	7	7	7	63	7
A_8	Dirbančiųjų gyventojų skaičius	8	8	8	8	8	8	8	8	8	72	8

Konkordancijos koeficiento reikšmingumą ir grupės ekspertų vertinimų suderinamumą nustato kriterijus χ^2 (Kendall 1970):

$$\chi^2 = W\, r\, (\mathrm{m}-1) = \frac{12\mathrm{S}}{\mathrm{rm}\,(\mathrm{m}+1)}. \qquad (2.7)$$

Jeigu suskaičiuota pagal (2.7) formulę χ^2 reikšmė didesnė už kritinę ${\chi_{kr}}^2$ gaunamą iš χ^2 skirstinio lentelės su $\nu = m-1$ laisvės laipsniu ir pasirinktu reikšmingumo lygmeniu α artimu nuliui, tai laikoma, kad ekspertų vertinimai suderinti.

Mano atveju esant bendram rangų vidurkiui $\bar{e} = 40{,}5$, nuokrypių $\bar{e}_i$ kvadratų sumai $S = 3132$, konkordancijos koeficientas $W = 0{,}921$. Nors konkordancijos koeficientas palyginus nedidelis, suskaičiuota χ^2 reikšmė $\chi^2 = 58$ didesnė už kritinę $\chi^2_{kr} = 14{,}07$ su laisvės laipsniu $\upsilon = 7$ ir reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0{,}05$, todėl ekspertų nuomonės suderintos.

Toliau kriterijų suskaičiuojami svoriai ω_i kaip visų ekspertų AHP svorių aritmetiniai vidurkiai:

$$\omega_i = \frac{\sum_{k=1}^{r} \omega_{ik}}{r}, \tag{2.8}$$

čia ω_i – i-jo kriterijaus k-jo eksperto suteikti normalizuoti svoriai, r – ekspertų skaičius.

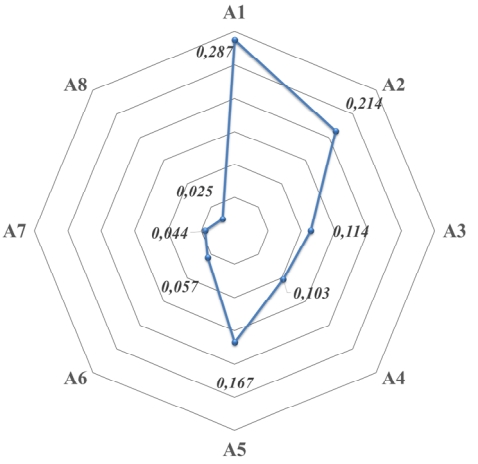
Remiantis (2.8) formule, suskaičiuoti visų 9 ekspertų suteiktiems aštuoniems kriterijams svorių reikšmės. Ekspertų kriterijų svorių reikšmių vidurkiai pateikti 2.6 lentelėje.

2.6 lentelė. Kriterijų svorių ω_i reikšmės nustatytos analitinio hierarchinio proceso metodu

Table 2.6. The values of weights ω_i of indices determined using analytic hierarchy process method

Ekspertai	Kriterijai							
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
1	0,322	0,230	0,158	0,102	0,074	0,053	0,035	0,027
2	0,275	0,179	0,122	0,074	0,230	0,048	0,039	0,034
3	0,180	0,173	0,067	0,120	0,346	0,054	0,034	0,025
4	0,307	0,169	0,144	0,123	0,108	0,065	0,058	0,025
5	0,307	0,169	0,144	0,123	0,108	0,065	0,058	0,025
6	0,177	0,349	0,070	0,093	0,192	0,062	0,036	0,021
7	0,395	0,265	0,122	0,122	0,090	0,047	0,037	0,023
8	0,270	0,190	0,116	0,068	0,219	0,065	0,042	0,030
9	0,346	0,203	0,082	0,102	0,136	0,056	0,055	0,018
Svorių vidurkiai (ω_i)	0,287	0,214	0,114	0,103	0,167	0,057	0,044	0,025
Vieta	1	2	4	5	3	6	7	8

Apskaičiuotos visų ekspertų kriterijų svorių reikšmės rodo (2.6 lentelė), kad LA poreikis gyvenamuosiuose rajonuose priklauso nuo automobilizacijos lygio (0,287), VT išvystymo lygio gyvenamajame rajone (0,214), gyventojų skaičiaus (0,167) ir nuo kitų mažiau reikšmingų kriterijų. Apibendrintos kriterijų svorių reikšmės pavaizduotos 2.3 paveiksle.

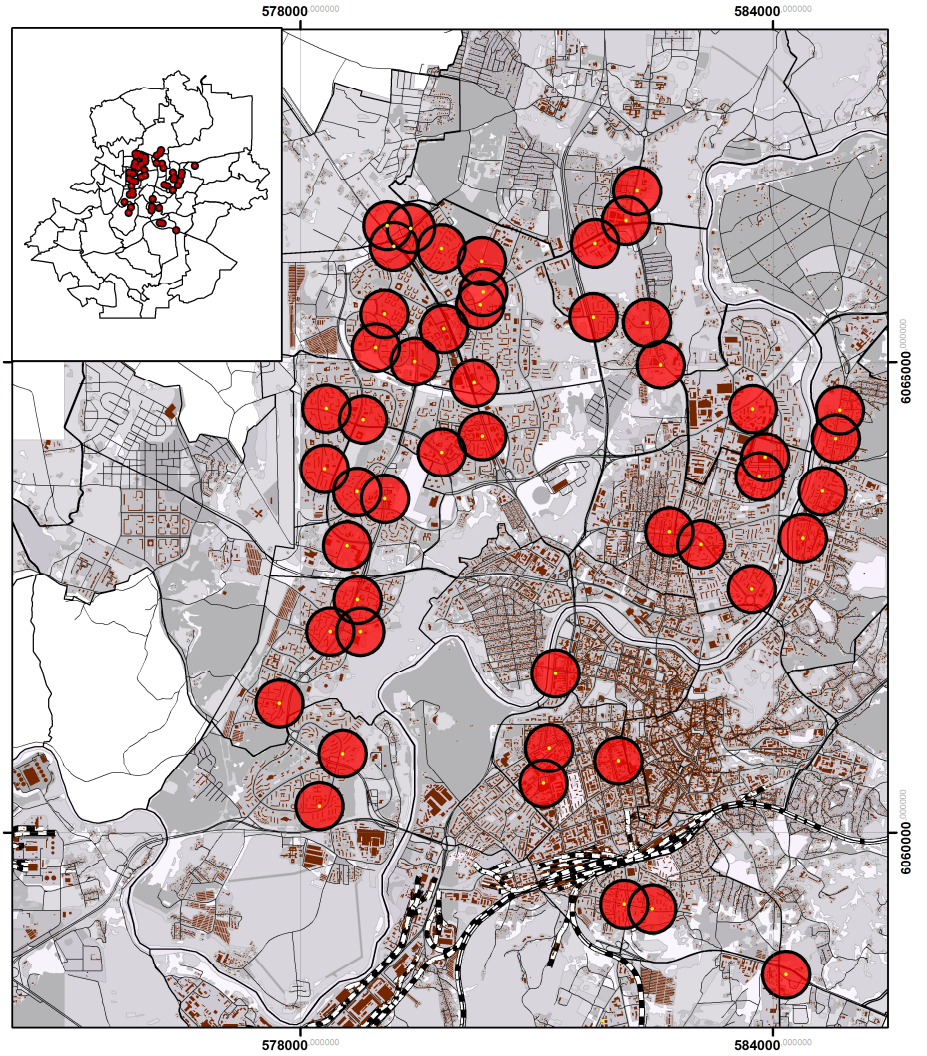


2.3 pav. Kriterijų svorių vidurkių ω_i reikšmės, nulemiančios kriterijų svarbą nustatant automobilių stovėjimo vietų poreikį gyvenamajame rajone (sudaryta autoriaus pagal 2.6 lentelę)

Fig. 2.3. Values of the criteria's weights averages ω_i determining importance of the criteria estimating the need for car parking lots in residential area (author's of table 2.6)

2.2.3. Automobilių stovėjimo tyrimų rezultatai prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse

Lietuvoje auganti ekonomika paskatino PC statybą. 1995 m. Lietuvos stambiuosiuose miestuose atsidarė pirmieji PC, kurie daugiausia buvo statomi vidurinėse miestų zonose. Intensyviausia PC statyba vyko 2000–2010 m., kai jų skaičius išaugo tris kartus. 2014 m. duomenimis, Vilniuje bendras PC plotas sudarė daugiau kaip 400 tūkst. m^2. Intensyvi plėtra užtikrindavo gerą pasiekiamumą, prekių ir paslaugų įvairovę, nemokamas ASV. Dabartinis PC įvaizdis – didelės ASA, kurių centre yra vienaukštis centro pastatas. Tokia PC plėtra pateisino investuotojų poreikius – pigiau įsigyti žemę, nesudėtingas projektavimas ir statyba, greitas investicijų atsipirkimas (Juškevičius *et al.* 2013). Jeigu PC leistų ASA funkcionuoti visą parą, iš dalies sumažintų draudžiamosiose vietose stovinčių LA disproporcijas daugiabučių namų kiemuose: sutrumpėtų LA pastatymo į vietą paieška, pagertų oro tarša ir sumažėtų triukšmo lygis. Todėl ASV tyrimams pasirinktos 49 PC ASA.



2.4 pav. 49 prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių tyrimų schema Vilniaus mieste (R = 300 m)
Fig. 2.4. Research scheme of car parking's of 49 shopping centers in Vilnius city (radius = 300 m)

2013 m. rugsėjo ir spalio mėnesiais 49 PC ASA buvo atlikti stovinčių LA natūriniai tyrimai (2.4 pav.). Stebėjimas buvo vykdomas nuo 22.00 val. vakaro iki 2.00 val. nakties. Šio tyrimo tikslas – nustatyti, ar PC ASA gali būti gyventojų naudojama kaip rezervuota ASA kai nedirba prekybos centrai ir kaip

gauti tyrimų rezultatai gali būti panaudoti sprendžiant ASV trūkumą urbanizuotose teritorijose.

Svarbu paminėti, kad ASA gali efektyviai funkcionuoti, kai jos užimtumas neviršija 85 %. Esant didesniam užimtumui nei 85 %, aikštelės funkcionavimas yra apsunkintas, atsiranda eismo saugumo problemų, o kai viršija 100 %, stovėjimo procesas daugeliu atvejų tampa nevaldomas. Šį rodiklį galima reguliuoti, formuojant ir įgyvendinant AS politiką, papildomai diegiant ASV reguliavimui informacines sistemas (Burinskiene *et al.* 2011).

Siekiant nustatyti PC ASA užpildymo reikšmę, tyrimų objektai (PC) buvo pasirinkti jau anksčiau tyrinėtose teritorijose, tai yra aštuoniuose gyvenamuosiuose rajonuose: Lazdynuose, Karoliniškėse, Viršuliškėse, Pilaitėje, Šeškinėje, Justiniškėse, Fabijoniškėse ir Pašilaičiuose. Kadangi ASV trūkumas Vilniaus daugiaaukščių namų gyvenamuosiuose rajonuose gali būti išspręstas tik tuo atveju, jeigu rajonai bus perplanuoti ir pritaikyti prie esamos automobilizacijos, stebėjimo riba parinkta 300 metrų spinduliu (R=300) nuo PC ASA. Ši riba nustatyta remiantis STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“, kuriame nurodyta, kad visos ASV prie tam tikro planuojamo statinio tam statiniui skirtame žemės sklype. Jei nėra techninių galimybių tai padaryti, ASV galima įrengti ne toliau kaip 300 metrų atstumu nuo planuojamo statinio.

49 PC ASA užpildymo reikšmė buvo nustatoma pagal šią formulę:

$$p_{st.} = a - l + n . \tag{2.9}$$

Čia $p_{st.}$ – stovinčių aikštelėje LA skaičius, a – esamas ASV skaičius (ASA talpa), l – laisvų ASV skaičius, n – neleistinai stovinčių LA skaičius.

Atlikus skaičiavimus pagal (2.9) formulę nustatyta, kad bendra 49 PC ASA projektinė talpa yra 8 776 ASV. Tačiau jose stovinčių LA skaičius nuo 22.00 val. vakaro iki 2.00 val. nakties buvo tik 2 379.

Toliau buvo skaičiuojamas ASA užpildymo rodiklis (k), kuris reikalingas siekiant tam tikrais laiko intervalais nustatyti santykį tarp ASA stovinčių tam tikru laikotarpiu LA skaičiaus ir esamo ASV skaičiaus aikštelėje. Jis kiekvienai aikštelei buvo nustatomas pagal šią formulę:

$$k = \frac{p_{st.}}{a} \cdot 100\,\% . \tag{2.10}$$

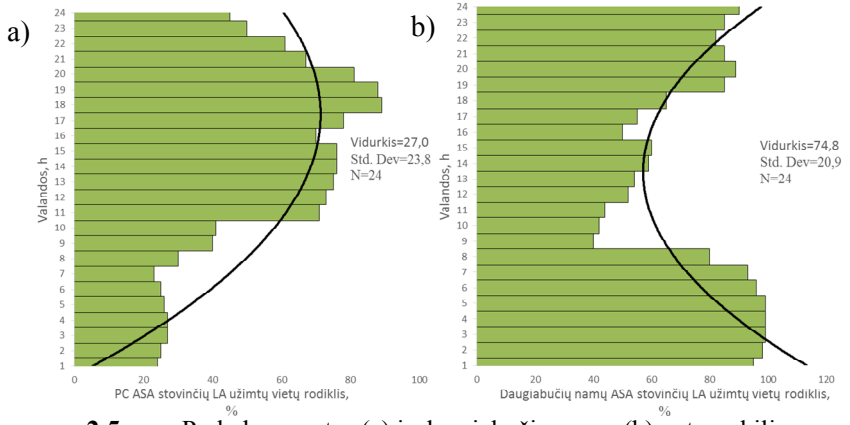
Čia k – ASA užpildymo (užimtumo) rodiklis, kintantis nuo 0 iki 100 %.

Apskaičiavus tyrimų duomenis pagal (2.10) formulę nustatyta, kad PC ASA nuo 22 val. vakaro iki 6 val. ryto LA užpildymas svyruoja nuo 1 % iki 100 %. Tačiau buvo nustatytos ir dvi kuriozinės situacijos. Pirma, PC „Iki“ esančioje

ASA (adresas: Laisvės pr. 31) stovėjo 69 LA, bet ASA projektinė talpa tik 60 vietų. Šioje aikštelėje 9 LA stovėjo pažeisdami KET. Antra situacija nustatyta PC „Iki“ ASA (adresas: Didlaukio g. 80A), kai stovinčių LA skaičius 8 % viršijo projektinę aikštelės talpą.

Buvo nustatyti PC, kurių ASA užpildymas LA siekė iki 5 %. Pavyzdžiui, Žirmūnų rajone esančiame PC „Maxima“ (adresas: Tuskulėnų g. 66) ASA buvo nustatyti 6 stovintys LA. To priežastis ta, kad nuo 22 val. vakaro iki 8 val. ryto įvestas 4 LT mokestis už 1 stovėjimo valandą. Kitas pavyzdys, Karoliniškių rajone esančiame PC „Maxima“ (adresas: Sausio 13-osios g. 2) 320 ASV talpinančioje aikštelėje suskaičiuoti 4 LA (užpildymas 1 %). Ši ASA yra nemokama, tačiau ji yra atskirta greito eismo gatve, jos beveik nesimato nuo gyvenamųjų daugiabučių namų ir tamsios paros metu ji nėra apšviesta.

Galima daryti išvadą, kad PC ASA, kurios dažniausiai vertinamos kaip didelių traukos objektų aikštelės, yra naudojamos daugiabučių namų gyventojų ilgalaikiam LA laikymui kai nedirba prekybos centrai. Šiuo metu Vilniaus mieste ASV skaičius prie esamų PC, įskaitant ir didžiausius prekybos ir pramogų centrus, siekia daugiau kaip 20 000 vietų, iš kurių tik apie 5 400 (27 %) yra užpildomos gyventojų LA nuo 22 val. vakaro iki 6 val. ryto (2.5 pav.).



2.5 pav. Prekybos centrų (a) ir daugiabučių namų (b) automobilių stovėjimo aikštelių apkrovimo automobiliais pasiskirstymas paros metu (sudaryta autoriaus)

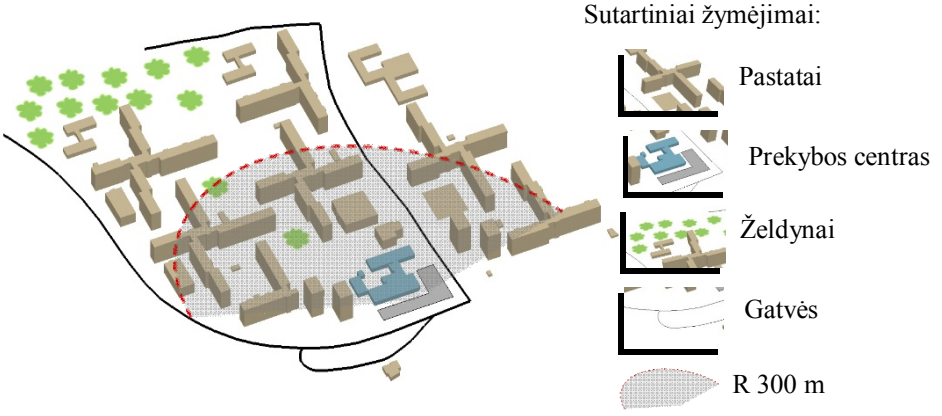
Fig. 2.5. Distribution of the loading of car parking's of shopping centres and multi-storey houses with cars during twenty four hours (author's)

Iš 2.5 paveikslo matyti, kad 24 valandų laikotarpyje PC ASA užpildymo rodiklis siekia nuo 23 % iki 89 %. Didžiausias užpildymo rodiklis nustatytas 18 val. vakare, mažiausias – 6 val. ryte. Apskaičiuotas standartinis nuokrypis (vidutinis kvadratinis nuokrypis) – 23,8.

Daugiabučių namų ASA užpildymo rodiklis siekia nuo 40 % iki 100 %. Didžiausias užpildymo rodiklis nustatytas nuo 24 val. iki 6 val. ryto, mažiausias – 9 val. ryte. Apskaičiuotas standartinis nuokrypis – 20,9.

2.2.4. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių parametrų svarbos tyrimas AHP metodu

Atlikus natūrinio tyrimo analizę nėra aišku, nuo kokių veiksnių priklauso PC ASA užpildymo rodiklis kai nedirba prekybos centrai. Todėl, siekiant išsiaiškinti, kokie veiksniai turi įtakos užpildymui, buvo sudarytas kriterijų sąrašas, kuris apibrėžia PC ASA užpildymo rodiklio dydį Šis sąrašas skirtas teritorijai 300 metrų spinduliu nuo PC ASA (2.6 pav.).



2.6 pav. Prekybos centro tyrimų schema (sudaryta autoriaus)
Fig. 2.6. Research scheme of shopping center (author's)

Ekspertizės būdu buvo nustatyti ir atrinkti 7 kriterijai (2.7 lentelė):

1. Užstatymo intensyvumas (toliau – B_1) – visų pastatų antžeminės dalies patalpų bendrojo ploto sumos santykis su žemės sklypo plotu, išreikštas procento dalimi.
2. Gatvių prie PC važiuojamosios juostos plotis (toliau – B_2). Prie PC ASA, kurias skyrė B, C, D ir mažesnės kategorijos gatvės, buvo išmatuotas važiuojamosios dalies plotis.
3. Butų skaičius (toliau – B_3) ir dirbančiųjų gyventojų skaičius (toliau – B_6) buvo nustatytas remiantis Lietuvos statistikos departamento pateikta informacija.
4. Butų vertė (toliau – B_4) apskaičiuota pagal Uždarosios akcinės bendrovės (toliau – UAB) „CodeIn" pateiktus duomenis.

5. PC ASA tiesioginis matomumas iš aplinkinių butų (toliau – B_5) apskaičiuotas GIS priemonėmis.
6. ASV poreikis (toliau – B_7) apskaičiuotas pagal minimalius ASV įrengimo reikalavimus prie daugiabučių namų; remtasi dokumentu STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“.

2.7 lentelė. Kriterijai, nuo kurių priklauso prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių užpildymas
Table 2.7. Criteria conditioning filling of car parking's of shopping centers

Kriterijaus Nr.	Kriterijai	Matavimo vienetai
B_1	Užstatymo intensyvumas	%
B_2	Gatvių prie PC važiuojamosios juostos plotis	metrai
B_3	Butų skaičius	vnt.
B_4	Butų vertė	Lt/m^2
B_5	PC ASA tiesioginis matomumo atstumas iš aplinkinių butų	%
B_6	Dirbantieji gyventojai	vnt.
B_7	ASV poreikio koeficientas (reikiamų vietų skaičiaus santykis su turimų vietų skaičiumi)	%

Siekiant nustatyti pagrindinius kriterijus, nuo kurių priklauso PC ASA užpildymo koeficientas, sudaryta ekspertinė apklausos anketa, kurią pildė 8 ekspertai.

2.8 lentelė. Kriterijų rangai
Table 2.8. Rates of criteria

Kriterijai (m)	Ekspertai								Rangų suma	Vieta
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8		
B_1	2	2	6	4	4	3	3	6	30	3–4
B_2	5	6	7	5	6	6	7	4	46	6
B_3	3	4	3	7	2	4	2	5	30	3–4
B_4	7	7	5	6	7	7	6	3	48	7
B_5	6	3	4	3	5	2	5	7	35	5
B_6	4	5	2	2	3	5	4	2	27	2
B_7	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1

Ekspertai rangavo kriterijus, išdėstydami juos eilės tvarka, vertinimo tikslo svarbumo atžvilgiu. Svarbiausiam kriterijui buvo priskirta aukščiausia reikšmė,

lygi vienetui, kitam kriterijui (pagal įtaką nagrinėjamam tikslui) – reikšmė 2 ir taip toliau, mažiausiai svarbiam kriterijui – reikšmė m, kur m – vertinamų kriterijų skaičius. Rangavimas leidžia ekspertams išskirti svarbiausius ir nereikšmingus kriterijus, įvertina jų reikšmingumą. Matematinės statistikos metodais nustatomas ekspertų nuomonių suderinamumas. Anketos duomenų tvarkymo skaitinis pavyzdys pateiktas 2.8 lentelėje.

Remiantis 2.8 lentelėje pateiktais duomenimis, pagal (2.1)–(2.8) formules skaičiuojamas konkordancijos koeficientas – $W = 0{,}597$. Toliau pagal (2.7) formulę skaičiuojamas $\chi^2 = 28{,}66$. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad χ^2 kurios reikšmė viršija kritinę $\chi^2_{kr} = 12{,}59$ su laisvės laipsniu $\alpha = 0{,}05$ ir $\upsilon = 7 - 1 = 6$ reikšmingumo lygmeniu, ekspertų nuomonės suderintos.

2.9 lentelė. Ekspertų tiesioginis kriterijų reikšmingumo vertinimas ir kriterijų svoriai
Table 2.9. The direct estimates of criteria significance made by experts and criteria weights

m	Ekspertai								Vertinimų sumos	Svoriai	Vieta
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8			
B_1	21	24	10	15	5	15	15	5	110	0,1375	4
B_2	11	5	6	13	1	8	5	10	59	0,0738	6–7
B_3	18	15	20	10	20	12	20	10	125	0,1562	2
B_4	4	4	12	12	2	5	5	15	59	0,0738	6–7
B_5	7	16	12	15	2	20	10	5	87	0,1088	5
B_6	14	10	20	15	20	10	15	20	124	0,1550	3
B_7	25	26	20	20	50	30	30	35	236	0,2950	1

Papildomai visi aštuoni ekspertai tiesiogiai (%) įvertino kiekvieno kriterijaus reikšmingumą c_{ik} ($\sum_{i=1}^{m} = c_{ik} = 100; k = 1, 2 \ldots, r$). Vertinimai duoda galimybę suskaičiuoti jų svorius ω_i kaip visų vertinimų vidurkius pagal formulę:

$$\omega_i = \sum_{k=1}^{r} c_{ik} / (100r)(i = 1, 2, \ldots, m). \qquad (2.11)$$

Ekspertų kriterijų reikšmingumo vertinimai ir jų svoriai pateikti 2.9 lentelėje.

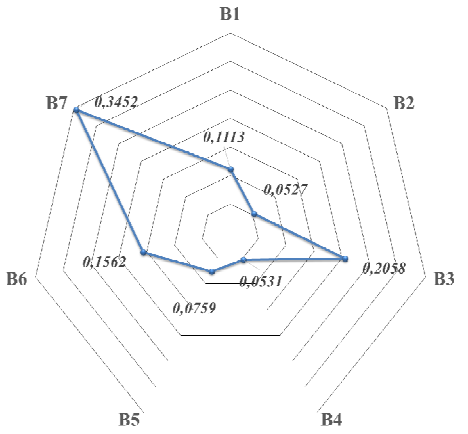
Kadangi visi aštuoni ekspertai vieningai anketinėje apklausoje nurodė, kad didžiausias PC ASA užpildymo koeficientas priklauso nuo ASV poreikio, svorių sumažinimui buvo taikomi papildomi metodai: AHP (2) ir tiesioginis kriterijų

reikšmingumo vertinimo metodas. Šiais metodais iš naujo atliktas reikšmingumo vertinimas ir apskaičiuoti kriterijų svoriai, kurie sumažino ASV poreikio svorį (2.7 pav.).

2.10 lentelė. Skirtingais metodais suskaičiuoti prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų svoriai
Table 2.10. Criteria weights calculated of car parking's of shopping centers using different methods

Metodai	Kriterijai						
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
AHP (1)	0,1020	0,0402	0,2414	0,0395	0,0674	0,1543	0,3553
AHP (2)	0,0944	0,0440	0,2200	0,0457	0,0512	0,1594	0,3853
Tiesioginis	0,1375	0,0738	0,1563	0,0738	0,1088	0,1550	0,2950
Svorių vidurkiai	0,1113	0,0527	0,2058	0,0531	0,0759	0,1562	0,3452
Vieta	4	7	2	6	5	3	1

Ekspertų porinio palyginimo suderinamumo indeksas $C.I. = 0{,}036$, suderinamumo santykis $C.R. = 0{,}027 < 0{,}1$, tai reiškia, kad vertinimai yra suderinti. Papildomai, atsitiktinumo poveikio svorių nustatymo sumažinimui, tie patys ekspertai dar karta užpildė AHP metodo kriterijų palyginimo matricą.



2.7 pav. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų reikšmingumo vidurkiai (sudaryta autoriaus)
Fig. 2.7. The averages of criteria significance of car parking's of shopping centres (author's)

Dviejų AHP metodo vertinimo ir tiesioginio vertinimo svoriai ir jų vidurkiai pateikti 2.10 lentelėje.

Atlikus skaičiavimus, buvo pritaikytas vidurkio svorių metodas. PC ASA užpildymo koeficientui didžiausią reikšmę turi ASV poreikis (0,3452), butų skaičius (0,2058), dirbančiųjų gyventojų skaičius gyvenamajame rajone (0,1562). Mažiausią reikšmę, ekspertų nuomone, aikštelės užpildymo koeficientui turi gatvių prie PC važiuojamosios juostos plotis (0,0527) ir butų vertė (0,0531).

2.2.5. Statyk ir važiuok aikštelių plėtros strategija Vilniaus mieste

Intensyvėjantis darbo ir gyvenimo ritmas didžiuosiuose miestuose sunkiai išsivaizduojamas be transporto. Viena iš aktualiausių problemų, su kuria susiduria didžiųjų miestų gyventojai, yra susijusi su ASV trūkumu mieste (Grigonis and Paliulis 2009).

Per pastaruosius 50 metų Vilniaus miesto SS pasikeitė iš esmės. Apie 1960 m. Vilniuje VT sistema buvo praktiškai vienintelis susisiekiamo būdas (>95 %), maždaug po 30 metų jau dominavo LA, dar po 10 metų VT reikšmė sumažėjo 20–30 %. Nuo 1981 m. iki 2014 m. LA skaičius Vilniuje išaugo daugiau kaip 5 kartus. Automobilizacijos lygio augimo priežastis – LA protegavimo politika. Tokios vystymo politikos pasekmės – gyvenimo būdo pokyčiai, nepasotinamas infrastruktūros poreikis, grūstys gatvėse, ASV trūkumas ir kita.

ASV trūkumo poreikį Vilniaus mieste bandyta išspręsti statant daugiaaukštes, antžemines ir požemines ASA. Didėjančiam LA srautui buvo platinamos gatvės, kuriamas didelio eismo pralaidumo miestų gatvių tinklas ir kita. Šie sprendimai neleido sumažinti LA skaičiaus mieste, jie tik privedė prie sunkesnių pasekmių. Vilniuje dominuojančios originalios viešojo keleivių SS (troleibusai ir autobusai) palaipsniui prarado prioritetą. Pasikeitę žmonių gyvenimo būdo pokyčiai, siekiant atlikti kelionę „nuo durų iki durų“, mažėjantis VT greitis, pasiekiamumas, komfortas ir kiti požymiai paskatino integruoti SS į urbanistinės plėtros planavimo procesus (Burinskienė *et al.* 2011; Hickman *et al.* 2013).

Vilniaus mieste planuojama diegti SV sistemą, kuri yra originali viešoji keleivių SS, veikianti kaip tradicinio VT papildinys. Ši sistema plačiai populiarėja Europos miestuose. Jos esmę sudaro tai, kad LA paliekamas specialioje ASA miesto prieigose ir tolesnė kelionė tęsiama VT arba specialiu SV sistemos autobusu. Ši sistema orientuota į miesto centro apkrovos LA mažinimą, ji padeda sumažinti TP keliamą triukšmą, oro ir vizualinę taršą mieste, taupo keleivių laiką ir pinigus. Atsižvelgiant į ES struktūrinės paramos

periodu numatytą finansavimą, skirtą SV sistemos plėtrai penkiuose didžiausiuose Lietuvos miestuose (Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje, Šiauliuose ir Panevėžyje), Vilniaus mieste analizuojamos šios sistemos plėtros galimybės.

Pagal Baltosios knygos rekomendacijas Vilniuje perspektyvoje prioritetas teikiamas VT, pėsčiųjų ir dviratininkų eismui miesto centrinėje dalyje ir gyvenamuosiuose rajonuose. Siekiama kelti VT prestižą, Vilniuje įvesti naują SS – SV sistemą. Jos plėtra ir kiti sisteminiai dalykai gali sumažinti bendrą miesto transporto keliamą taršą iki 60 %.

2012 m. Vilniaus miesto tarybos sprendimu buvo patvirtinti „Naujų transporto rūšių diegimo Vilniaus mieste“ SP sprendiniai. Šiame dokumente Vilniaus miesto SS plėtrą numatoma įgyvendinti kompleksiškai, apjungiant VT su SV sistema bei kitomis miesto SS rūšimis.

Vilniaus miesto BP sprendiniuose yra nurodytos 33 preliminarios SV sistemos ASA įrengimo vietos.

2.2.6. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių rodiklių svarbos tyrimas AHP metodu

Įdiegti SV sistemą ir teisingai parinkti ASA vietas Vilniaus miesto teritorijoje yra labai sudėtinga, nes SV sistemos plėtra reikalauja įvertinti ekonominius, socialinius, urbanistinius ir kitus veiksnius. Todėl, siekiant nustatyti, kokie veiksniai turi įtakos SV sistemos ASA vietų parinkimui, buvo sudarytas 11 kriterijų sąrašas (2.11 lentelė):

1. SV sistemos ASA žemės kaina ir jos įrengimo kaina (toliau – C_1). Šis kriterijus yra vienas svarbiausių parenkant aikštelės vietą. Jeigu žemės kaina bus prieinama savivaldybei ir investuotojams, tikėtina, kad toje vietoje bus įrengta ASA. Žemės kaina buvo nustatyta pagal Valstybės įmonės „Registrų centras“ pateiktą žemės verčių žemėlapį. ASA įrengimo kaina paskaičiuota pagal UAB „Sistela“ pateiktus statinių statybos skaičiuojamųjų kainų palyginamuosius ekonominius rodiklius.

2. Eismo intensyvumas gatvėje šalia planuojamos SV sistemos ASA (toliau – C_2). Atlikta užsienio šalių patirties analizė rodo, kad kuo didesnis eismo intensyvumas šalia aikštelės, tuo didesnė tikimybė, kad LA vairuotojas pasinaudos SV sistemos ASA. Šio kriterijaus skaitinė reikšmė nustatyta remiantis „Naujų transporto rūšių diegimo Vilniaus mieste“ SP esamoje būklėje atliktais tyrimais.

3. VT maršrutų skaičius piko valandą (toliau – C_3). VT maršrutinis tankis parodo VT aptarnavimo lygį mieste, nes kuo didesnis maršrutų tankis, tuo daugiau galimybių keleiviui pasiekti kelionės tikslą greičiau (Ušpalytė-Vitkūnienė *et al.* 2012). Šio kriterijaus skaitinė reikšmė nustatyta pagal VT

maršruto tvarkaraščiuose pateiktus duomenis, kurie paskelbti SĮ „Susisiekimo paslaugos“ internetinėje svetainėje.

4. Važiavimo trukmė VT (toliau – C_4). Mažas važiavimo greitis – tai pagrindinė priežastis, verčianti LA vairuotojus rinktis ne VT, o LA. Šis kriterijus nustatytas pagal VT maršrutų atvykimo laiką nuo planuojamos ASA iki miesto centro ribos. Atstumas išmatuotas GIS priemonėmis.

5. Iš LA vagysčių tikimybė SV sistemos ASA (toliau – C_5). 2013 m. duomenimis Lietuvoje KASKO draudimu buvo apdrausta 117,2 tūkst. TP, tai rodo, kad vairuotojams LA yra svarbus turtas, kurį reikia saugoti. Saugumo kriterijus buvo vertinamas trijų balų sistema: 3 balai – saugi ASA, 2 – vidutiniškai saugi, 1 – nesaugi.

6. Vairuotojų informavimo apie laisvas vietas informacinė sistema (toliau – C_6). Informacinių sistemų taikymas sudaro prielaidas optimizuoti LA laidumą ir sutrumpinti kelionės laiką ieškant laisvos ASV. Šio kriterijaus skaitinė reikšmė išreiškiama dviejų balų sistemoje: 2 – yra informacinė sistema ir 1 – jos nėra.

7. AS kaina SV sistemos ASA. (toliau – C_7). Kaina yra labai dažnai aktuali LA vairuotojams. Jeigu yra galimybė pasistatyti LA nemokamai arba mokamai, tai vairuotojas dažniausiai renkasi nemokamą arba pigiausią stovėjimo vietą. AS kaina SV sistemos ASA skaičiuojama litais.

8. LA įvažiavimas į SV aikštelę (toliau – C_8). LA vairuotojams turi būti užtikrintas greitas ir patogus įvažiavimas į ASA, kai jis tvarko įvažiavimo ir išvažiavimo dokumentus kiek galima mažiau sugaištant laiko. Šio kriterijaus skaitinė reikšmė išreiškiama dviejų balų sistemoje: 2 – saugus įvažiavimas ir 1 – nesaugus.

9. Gatvių kategorija (toliau – C_9). Nuo pagrindinių techninių gatvės rodiklių (važiuojamosios juostos pločio, projektinio greičio, eismo juostų skaičiaus ir kitų rodiklių) priklauso SV sistemos ASA veikla. Gatvių kategorijos skaitinė reikšmė išreikšta važiuojamosios dalies pločiu.

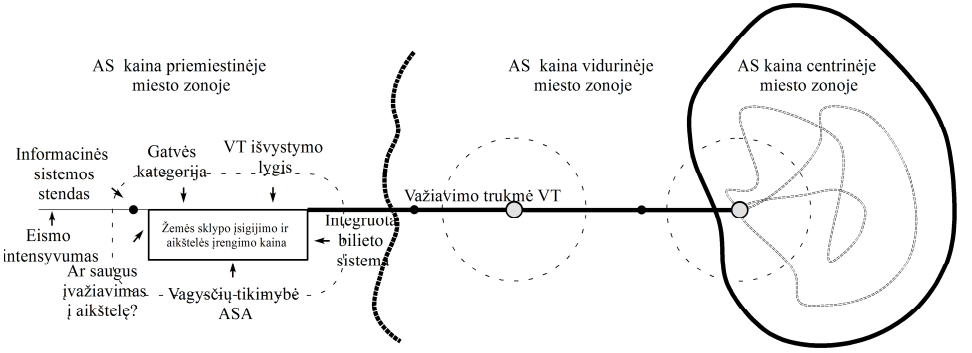
10. Integruota LA stovėjimo ir važiavimo VT bilieto kaina (toliau – C_{10}). LA vairuotojas su integruotu bilietu jo galiojimo metu gali persėsti iš vienos TP į kitą neribotą skaičių kartų ir nemokamai. Todėl integruota LA ir važiavimo VT bilieto kaina taupys keleivių laiką ir pinigus. Bilieto kaina išreiškiama litais.

11. Vilniaus miesto BP numatytas užstatymo intensyvumas (toliau – C_{11}). Užstatymo intensyvumas – tai teritorijos panaudojimo efektyvumą nusakantis užstatymo rodiklis, nuo kurio priklauso toje teritorijoje esamų ar prognozuojamų stovinčių LA skaičius. Ši kriterijais skaitinė reikšmė išreikšta procentais.

2.11 lentelė. Kriterijai, nuo kurių priklauso statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių parinkimo vieta
Table 2.11. Criteria conditioning selection of the area of park and ride system's car parking's

Kriterijaus Nr.	Kriterijaus pavadinimas	Matavimo vienetai
C_1	SV sistemos ASA žemės kaina ir jos įrengimo kaina	tūkst. Lt
C_2	Eismo intensyvumas gatvėje šalia planuojamos SV sistemos ASA	aut./parą
C_3	VT maršrutų skaičius piko valandą	maršrutų sk./piko valandą
C_4	Važiavimo trukmė VT	km/h
C_5	Vagysčių tikimybė ASA	balai
C_6	Vairuotojų informavimo apie laisvas vietas informacinė sistema	balai
C_7	AS kaina SV sistemos ASA	Lt
C_8	LA įvažiavimas į SV aikštelę	balai
C_9	Gatvių kategorija	metrai
C_{10}	Integruota LA stovėjimo ir važiavimo VT bilieto kaina	Lt
C_{11}	Vilniaus miesto BP numatytas užstatymo intensyvumas	%

SV sistemos ASA plėtra išreiškiama kiekybinių ir kokybinių kriterijų sąrašu (2.11 lentelė). Suformulavus šiuos 11 kriterijų, buvo sudarytas SV sistemos ASA teorinis modelis (2.8 pav.).



2.8 pav. Statyk ir važiuok sistemos teorinis modelis (sudaryta autoriaus)
Fig. 2.8. Theoretical model of the park and ride system (author's)

Visiems kriterijams suteiktos skaitinės reikšmės ir toliau AHP ir rangų koreliacijos metodu nustatomi kriterijų svoriai.

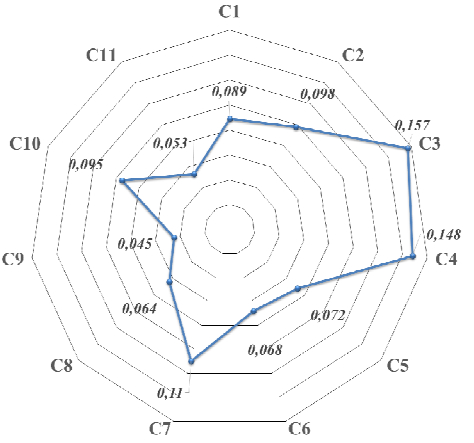
2.12 lentelė. Kriterijų rangavimo rezultatai
Table 2.12 The results of criteria ranking

Kriterijaus Nr.	Kriterijaus pav.	Ekspertų suteikti kriterijams rangai								Svoriai	Vieta
		1	2	3	4	5	6	7	8		
C_1	ASA įrengimo kaina	2	2	5	7	7	8	8	8	0,089	6
C_2	Eismo intensyvumas	5	3	3	5	8	9	9	10	0,098	4
C_3	VT tinklo išvystymas	11	8	11	10	10	11	11	11	0,157	1
C_4	Važiavimo trukmė VT	10	11	8	11	11	10	10	7	0.148	2
C_5	Vagysčių tikimybė ASA	8	10	6	3	4	1	4	2	0,072	7
C_6	Vairuotojų informavimo sistema	6	5	7	2	6	2	3	5	0,068	8
C_7	AS kaina aikštelėje	9	9	4	9	9	7	5	6	0,110	3
C_8	Ar patogus įvažiavimas į aikštelę?	1	6	10	1	5	6	2	3	0,064	9
C_9	Gatvės kategorija	3	4	1	6	3	5	1	1	0,045	11
C_{10}	Integruota LA ir važiavimo VT bilieto kaina	7	7	9	8	1	3	6	9	0,095	5
C_{11}	Užstatymo intensyvumas	4	1	2	4	2	4	7	4	0,053	10

Kriterijų svoriai buvo nustatyti taikant jų rangavimą. Svoriai skaičiuojami pagal (2.1)–(2.8) formules. Pagal (2.6) formulę suskaičiuotas konkordancijos koeficientas – $W = 0{,}520$, pagal (2.7) formulę reikšmė – $\chi^2 = 41{,}61$, kuri

viršija kritinę $\chi^2_{kr} = 18{,}31$ su reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0{,}05$ ir $\nu = 11 - 1 = 10$ laisvės laipsniu. Tai rodo, kad ekspertų nuomonės suderintos.

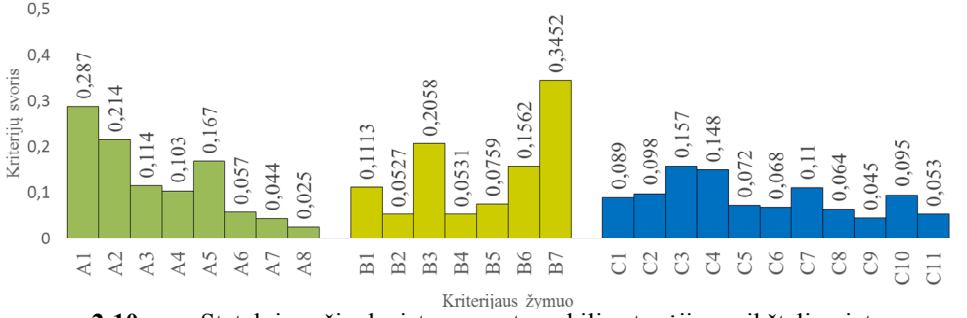
2.9 paveiksle pateikiami SV sistemos ASA vietos parinkimo kriterijų svoriai.



2.9 pav. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių vietos parinkimo kriterijų svoriai (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.9. Weights of the criteria of park and ride system's car parking's area selection (author's)

SV sistemos ASA vietos parinkimas labiausiai priklauso nuo VT tinklo išvystymo (0,157), miesto centro pasiekiamumo VT (0,148), AS kainos SV aikštelėje (0,110). Mažiausią reikšmę, ekspertų nuomone, vietos parinkimui turi užstatymo intensyvumas (0,053) ir gatvės kategorija (0,045).



2.10 pav. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių vietos parinkimo kriterijų svoriai (sudaryta autoriaus)

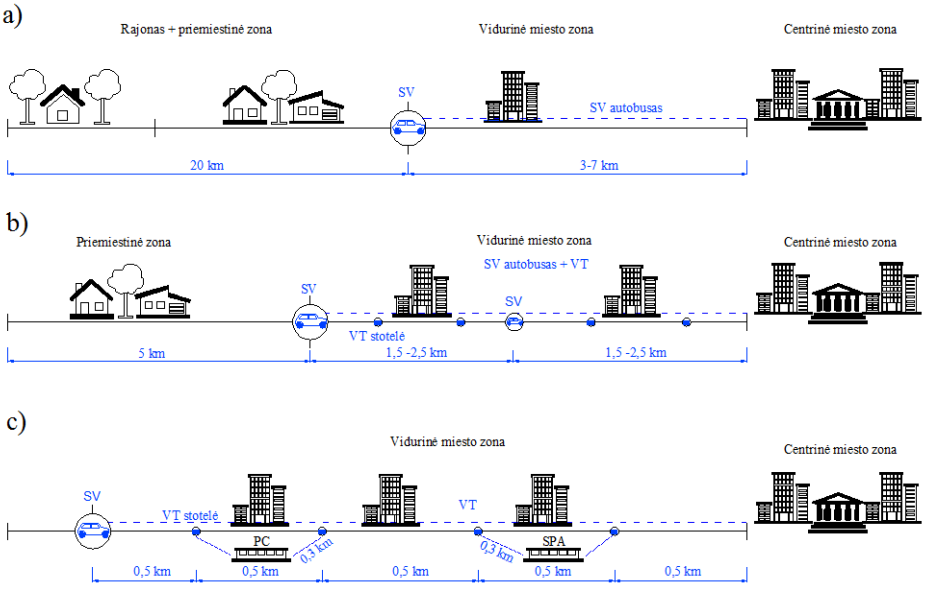
Fig. 2.10. Weights of the criteria of park and ride system's car parking's area selection (author's)

2.10 paveiksle pateikti suskaičiuoti trijų grupių (A, B ir C) 26 kriterijų svoriai. Iš stulpelinės diagramos matyti, kad didžiausia svorio vertė yra B_7 grupės kriterijaus (ASV poreikio koeficientas).

2.2.7. Statyk ir važiuok sistemos plėtros koncepcijos

SV sistemos funkcionavimo sėkmė priklauso nuo SS integracijos į miestų planavimo procesą, kurio metu yra išsprendžiami žemės nuosavybės klausimai, nustatomos finansinių išteklių ir susisiekimo poreikis.

Siekiant įvertinti SV sistemos įrengimo Vilniaus mieste galimybes, autorius parengė tris galimas SV sistemos koncepcijas (2.11 pav. a, b ir c).



2.11 pav. Statyk ir važiuok sistemos koncepcijos modeliai:
a) pirmoji koncepcija; b) antroji koncepcija; c) trečioji koncepcija
(sudaryta autoriaus)

Fig. 2.11. Models of park and ride system's conception:
a) first conception; b) second conception; c) third conception (author's)

Pirmajai koncepcijai priskiriamos daugiausiai nutolusios nuo miesto centro SV sistemos ASA. Jos skirtos rajone ir priemiestinėse teritorijose gyvenantiems žmonėms, kurie skatinami palikti LA stovėjimo aikštelėje ir toliau kelionę tęsti specialiu SV sistemos autobusu į miesto centrą (2.11 pav. a). Įvertinus užsienio miestų patirtį, planuojant ASA vietų skaičius aikštelėje turėtų būti nemažesnis kaip 200. Atstumas nuo SV sistemos ASA iki miesto centro turi būti 3–7 km.

Pavyzdžiui, jeigu SV sistemos aikštelė būtų įrengta Santariškėse, tai SV sistemos autobusas centrą pasiektų per 14 min.

Antrajai koncepcijai priskiriamos priemiestinėje ir vidurinėje miesto zonoje esančios ASA. Šios koncepcijos tikslas – nukreipti keleivių srautus iš priemiestinės ir vidurinės miesto zonų į miesto centrą (2.11 pav. b). Šioje koncepcijoje SV sistemos ASA gali aptarnauti VT ir specialus SV sistemos autobusas. Skirtumas tas, kad VT stoja visose VT stotelėse, o SV sistemos autobusas stoja tik SV sistemos aikštelėse. Šios koncepcijos privalumas – keleivis turi galimybę pasirinkti keliauti ne tik į centrą, bet ir į kitas miesto teritorijas. Planuojant ASA SV sistemos autobuso maršrute, aikštelių vietų skaičius priklauso nuo ASV poreikio ir miesto zonos. Pavyzdžiui, pradinėje SV sistemos ASA vietų skaičius turi būti ne nemažesnis kaip 200, kitose miesto zonose ASA vietų skaičius turi būti nustatytas pagal ASV poreikį.

Trečiajai koncepcijai priskiriamos SV sistemos ASA, kurios įrengiamos šalia pagrindinių VT koridorių. Šios aikštelės yra arčiausiai miesto centro, todėl jos dažniausiai įrengiamos panaudojant esamų ASA infrastruktūrą: PC, sporto ir pramogų kompleksų aikšteles (toliau – SPA) arba įrengiant naujas nedideles ASA (2.11 pav. c). Planuojant PC įrengti SV sistemos ASA, nuo pastarosios iki VT stotelės turėtų būti išlaikomas ne didesnis kaip 300 metrų atstumas. Tuo tarpu tarp VT stotelių turėtų būti išlaikomas ne didesnis kaip 500 metrų atstumas. Įrengiant SV sistemos ASV PC ar SPA, turi būti išspręsti teisiniai, organizaciniai ir ekonominiai klausimai. Gavus iš savininkų leidimą įrengti SV sistemai skirtą ASV turi būti organizuojamas saugus patekimas iki VT stotelės.

2.3. Antrojo skyriaus išvados

1. Nustatyta, kad daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose nakties metu nuo 2,2 % iki 18,4 % automobilių stovi neleistinose vietose. Stovinčių automobilių tankis gyvenamosiose teritorijose siekia nuo 35,2 aut./ha iki 61,0 aut./ha. Pavyzdžiui, Lazdynų gyvenamajame rajone leistinose vietose galėtų stovėti 30,0 aut./ha, o Pilaitėje – 54,0 aut./ha.
2. Nustatyta, kad Vilniaus miesto prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse užpildymo rodiklis nuo 22.00 val. vakaro iki 2.00 val. nakties – 27 %. Tai reiškia, kad planuojant prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelės daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose nėra atsižvelgiama į esamą užstatymą ir nebandoma kompleksiškai racionaliai naudoti žemės plotus automobiliams statyti. Todėl buvo sudaryta prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų visuma, kurie leidžia nustatyti veiksnius ir padidinti juose užpildymo rodiklį.

3. Lietuvos didmiesčiuose pastebėta, kad gyventojų lokalioji mobilumo erdvė didėja ir vis daugiau jų keliasi gyventi iš miesto į priemiestį. Dėl šios priežasties išaugo važiuojančių iš priemiestinės zonos į miesto centrą automobilių srautai. Rasti racionalų būdą aptarnauti retai apgyvendintą teritoriją viešuoju transportu priemiestinėje teritorijoje pasiūlytos 3 statyk ir važiuok sistemos koncepcijos. Šių koncepcijų pagrindiniai skirtumai yra aikštelę aptarnaujančio viešojo transporto dažnis ir greitis. Taip pat sudarytas šio sistemos automobilių stovėjimo aikštelės teorinis modelis, leidžiantis parinkti statyk ir važiuok sistemos aikštelės išdėstymo vietą miesto teritorijoje.
4. Siekiant pagerinti automobilių statymą atskirose miesto teritorijose sudaryta automobilių stovėjimo vietų mieste kriterijų sistema. Taikant daugiatikslius vertinimo metodus buvo nustatyta, atskirų kriterijų svarba ir prioritetinė seka. Daugiausiai įtakos A (gyvenamieji rajonai) grupėje turi automobilizacijos lygis (0,287) ir viešojo transporto išvystymo lygis (0,214), B (prekybos centrai) grupėje – automobilių stovėjimo vietų poreikis (0,3452) ir butų skaičius (0,2058), C (statyk ir važiuok sistema) grupėje – viešojo transporto tinklo išvystymas (0,157) ir važiavimo trukmė viešuoju transportu (0,148).

3

Miesto automobilių stovėjimo vietų efektyvumo vertinimas

Trečiajame skyriuje, remiantis atliktų tyrimų rezultatais ir apskaičiuotais ASV kriterijų svorių koeficientais, taikomi daugiatiksliai vertinimo metodai: COPRAS, SAW, TOPSIS ir PROMETHEE. Sukurta PC ASA vertinimo sistema, kuri leidžia sumažinti nelegaliai stovinčių automobilių skaičių daugiabučių namų teritorijose. Pasiūlyta SV sistemos ASA mieste sisteminės atrankos strategija ir pateikti trys originalūs ASA koncepciniai modeliai, kurie pritaikyti realiai didmiesčio erdvei.

Šio skyriaus tema publikuoti du straipsniai (Burinskienė *et al*. 2014; Palevičius and Lazauskaitė 2014).

3.1. Sprendimo priėmimo duomenys automobilių stovėjimo vietų gyvenamuosiuose rajonuose daugiatiksliam vertinimui

ASA užima didžiules miesto teritorijas, tačiau jos būtinos TP stovėti. AS tvarka turi padėti pasiekti užsibrėžtą tikslą, susijusį su miesto teritorijos tvarkymu, transportu, finansiniais ištekliais ir aplinka. Priimti sprendimai turi būti

suprantami visos miesto plėtros, teritorinio bei eismo planavimo strategijos kontekste.

3.1 lentelė. Sprendimo priėmimo duomenys daugiatiksliam vertinimui
Table 3.1. Decision-making data for multipurpose evaluation

Kriterijaus Nr.	Optimizavimo kryptis	Matavimo vienetai	Gyvenamieji rajonai							
			Lazdynai	Karoliniškės	Viršuliškės	Pilaitė	Šeškinė	Justiniškės	Fabijoniškės	Pašilaičiai
A_1	-	aut./ 1000 gyv.	434	395	375	358	429	380	443	470
A_2	+	balai	7	8	9	6	8	8	7	7
A_3	+	tūkst. gyv. /ha	30	72	57	24	79	163	95	83
A_4	-	ha	133	173	81	203	143	138	212	144
A_5	+	tūkst. vnt.	30,2	28,6	15,2	21,4	36,2	30,8	35,0	27,3
A_6	+	km/ km^2	3,09	3,26	3,45	2,42	3,58	3,85	4,40	3,64
A_7	+	tūkst. vnt.	7,0	7,9	5,0	5,6	6,0	5,7	6,0	5,5
A_8	+	tūkst. vnt.	7,2	7,2	7,3	6,0	9,2	4,6	9,3	9,0

Daugiatikslio vertinimo metodai ASV miestuose planavimo srityje gali būti taikomi įvertinant ASV esamą padėtį, jų skaičiaus plėtrą ir jos pasekmes bendrai miesto susisiekimo sistemai. Remiantis nustatytais kriterijų svoriais (3.1 lentelė) ir juos toliau skaičiuojant daugiatiksliais vertinimo metodais, šiame darbe bus atlikta ASV gyvenamuosiuose rajonuose daugiatikslė analizė, kuri vėliau bus įvertinta ir taikoma galutiniams autoriaus darbo rezultatams pasiekti.

Siekiant užtikrinti pakankamą ASV skaičių centrinėje, vidurinėje ir priemiestinėje miesto zonose, skaičiavimams taikomos sprendimų paramos sistemos. Nustatytiems kriterijams priskiriamos optimizavimo kryptys

(minimizavimas arba maksimizavimas), svoriai, nurodomi matavimo vienetai ir suvedamos skaitinės reikšmės (3.1 lentelė).

3.2. Daugiatikslis vertinimas COPRAS, SAW, TOPSIS ir rezultatų apibendrinimas vidurkio metodais

Toliau šiame darbe taikomi daugiatiksliai sprendimo priėmimo metodai: COPRAS, SAW ir TOPSIS. Šie metodai plačiai taikomi vadybos, technologijos ir statybos srityse (Turskis and Zavadskas 2010).

COPRAS metodas. COPRAS sukurtas 1996 m. Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslininkų Zavadsko ir Kaklausko (Zavadskas and Kaklauskas 1996).

Šis metodas iki šiol nebuvo taikytas ASA efektyvumui nustatyti, bet jis plačiai naudojamas moksliniuose straipsniuose. Pavyzdžiui, Europos šalių statybos sektoriaus prioritetiškumui nustatyti (Kildienė *et al*. 2011), statybos projektuose (Kanapeckienė *et al.* 2010), pažangioje urbanistinėje aplinkoje (Kaklauskas *et al.* 2010), apleistų pastatų rangavimui (Antuchevičienė *et al.* 2011, 2012) ir kitose pritaikomųjų mokslo šakų straipsniuose.

Šio metodo esmė ta, kad visų rodiklių R_i reikšmes r_{ij} galima susieti į vieną kiekybinį vertinimą – metodo kriterijaus reikšmę, jei jie nepriklauso nuo matavimo vienetų, tai yra bedimensiniai. Dauguma metodų taikomi pradinių duomenų r_{ij} skirtingam pertvarkymui, nors pertvarkytos reikšmės r_{ij} kinta dažniausiai nuo 0 iki 1. Skaičiuojant COPRAS metodu naudojamas klasikinis normalizavimas (Podvezko 2011):

$$\widetilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}} \quad (i = 1, \ldots, m;\ j = 1, \ldots, n;\ \sum_{j=1}^{n} \widetilde{r}_{ij} = 1). \tag{3.1}$$

Skaičiuojant šiuo metodu nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir jų naudingumo laipsnis tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumo dydžių. Skaičiavimai atliekami penkiais žingsniais:

1-as žingsnis:

$$d_{ij} = \frac{r_{ij} \cdot \omega_i}{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}}, \qquad i = \overline{1, m}; \qquad j = \overline{1, n}, \tag{3.2}$$

čia r_{ij} – i-jo kriterijaus reikšmė j-jo sprendimo alternatyvos variantu, m – kriterijų skaičius, n – lyginamųjų variantų skaičius, ω_i – i-jo kriterijaus normalizuotas svoris.

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

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^{m} d_{+ij}; \quad S_{-j} = \sum_{i=1}^{m} d_{-ij}; \quad i = \overline{1,m}; \quad j = \overline{1,n}. \tag{3.3}$$

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

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{j=1}^{n} S_{-j}}{S_{-j} \sum_{j=1}^{n} \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}} \quad j = \overline{1,n}. \tag{3.4}$$

3.2 lentelė. COPRAS metodu gauta prioritetų eilė
Table 3.2. Priority order obtained by the COPRAS method

Gyvenamojo rajono pavadinimas	Q_j	Gyvenamojo rajono rangas
Justiniškės	0,1501	1
Šeškinė	0,1349	2
Fabijoniškės	0,1290	3
Viršuliškės	0,1286	4
Karoliniškės	0,1285	5
Pašilaičiai	0,1217	6
Lazdynai	0,1170	7
Pilaitė	0,1032	8

4-as žingsnis. Nustatoma variantų prioritetų eilės tvarka. Kuo didesnis Q_j, tuo varianto efektyvumas yra didesnis.
5-as žingsnis. Apskaičiuojamas varianto naudingumo laipsnis:

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{\max}} \cdot 100. \tag{3.5}$$

Čia N_j – naudingumo laipsnis, %.

Atlikus skaičiavimus pagal COPRAS metodą nustatyta, kad nagrinėjamuose gyvenamuosiuose rajonuose geriausios LA laikymo sąlygos yra Justiniškių rajone (3.2 lentelė), blogiausia situacija – Pilaitės rajone.

SAW metodas. Daugiatikslių vertinimo metodų taikymo praktika rodo, kad objektų rangavimas, remiantis skirtingais metodais, dažnai sutampa arba mažai skiriasi. SAW metodas labai plačiai naudojamas moksliniuose straipsniuose. Šiuo metodu skaičiavimus atliko ir ASV trūkumo problemas sprendė Bekker ir Viviers (Bekker and Viviers 2008).

Pradiniu vertinimo etapu galima rekomenduoti taikyti paprasčiausią metodą VS – vietų sumą: jo rezultatai (objektų rangavimas) dažnai mažai skiriasi nuo sudėtingų matematinių metodų rezultatų, nors skaičiavimas paprastas ir nereikalauja kompiuterinių programų (Podvezko 2008).

VS metodo kriterijus V_j skaičiuojamas pagal formulę:

$$V_j = \sum_{i=1}^{m} m_{ij}, \tag{3.6}$$

čia m_{ij} – *i*-ojo kriterijaus vieta *j*-jam objektui. Geriausia kriterijaus V_j reikšmė yra mažiausia.

Kiekybinių daugiatikslių metodų idėją gerai parodo SAW metodas (Hwang and Yoon 1981). Šio metodo kriterijus S_j yra pasvertųjų kriterijų reikšmių suma:

$$S_j = \sum_{i=1}^{m} \omega_i \tilde{r}_{ij}, \tag{3.7}$$

čia ω_i – *i*-ojo kriterijaus svoris; $\tilde{r}_{ij}$ – *i*-ojo kriterijaus normalizuota reikšmė *j* -jam objektui. Geriausia kriterijaus S_j reikšmė yra didžiausia.

Atlikus skaičiavimus pagal SAW metodą nustatyta, kad nagrinėjamuose gyvenamuosiuose rajonuose geriausios LA laikymo sąlygos yra Justiniškių rajone, blogiausia situacija – Pilaitės rajone (3.3 lentelė).

3.3 lentelė. SAW metodu gauta prioritetų eilė
Table 3.3. Priority order obtained by the SAW method

Gyvenamojo rajono pavadinimas	S_j	Gyvenamojo rajono rangas
Justiniškės	0,1493	1
Šeškinė	0,1341	2
Viršuliškės	0,1307	3
Fabijoniškės	0,1290	4
Karoliniškės	0,1280	5
Pašilaičiai	0,1212	6
Lazdynai	0,1164	7
Pilaitė	0,1043	8

TOPSIS metodas. Tai artumo idealiam taškui sprendimo priėmimo metodas, kuris sukurtas 1981 m. Sprendžiant šiuo metodu pasirinkta geriausia alternatyva turi mažiausią atstumą iki geriausio sprendimo ir didžiausią atstumą iki blogiausio sprendimo (Hwang and Yoon 1981). Šis metodas yra pagrįstas stipriu matematiniu skaičiavimu, todėl labai plačiai naudojamas inžinerinių mokslų darbuose. TOPSIS metodas naujausioje mokslinėje literatūroje taikomas žemės kasyboje (Fouladgar *et al.* 2011), renovacijoje (Fouladgar *et al.* 2012a,b, Lashgari *et al.* 2012, Kalibatas *et al.* 2011, Medineckiene and Bjork 2011) ir kitose inžinerinėse mokslo srityse.

Pirmojo etapo skaičiavimas atliekamas pagal formulę:

$$\widetilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} r_{ij}^2}} \quad (i = 1, \ldots, m; j = 1, \ldots, n), \tag{3.8}$$

čia $\widetilde{r}_{ij}$ – i-ojo kriterijaus j-ojo objekto normalizuota reikšmė.

Geriausias sprendinys (variantas) V^* ir blogiausias – V^- skaičiuojami pagal formules:

$$V^* = \left\{V_1^*, V_2^*, \ldots V_m^*\right\} = \left\{\left(\max \omega_i \widetilde{r}_{ij} / i \in I_1\right), \left(\min \omega_i \widetilde{r}_{ij} / i \in I_2\right)\right\},$$

$$V^- = \left\{V_1^-, V_2^-, \ldots V_m^-\right\} = \left\{\left(\min \omega_i \widetilde{r}_{ij} / i \in I_1\right), \left(\max \omega_i \widetilde{r}_{ij} / i \in I_2\right)\right\}. \tag{3.9}$$

čia I_1 – maksimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė, I_2 – minimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė.

3.4 lentelė. TOPSIS metodu gauta prioritetų eilė
Table 3.4. Priority order obtained by the TOPSIS method

Gyvenamojo rajono pavadinimas	C_j^*	Gyvenamojo rajono rangas
Justiniškės	0,785	1
Šeškinė	0,552	2
Fabijoniškės	0,509	3
Karoliniškės	0,469	4
Viršuliškės	0,437	5
Pašilaičiai	0,430	6
Lazdynai	0,355	7
Pilaitė	0,265	8

Skaičiuojamas kiekvieno lyginamo varianto bendras atstumas D_j^* iki geriausių sprendinių ir D_j^- iki blogiausių sprendinių pagal formules:

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (\omega_i \tilde{r}_{ij} - V_i^*)^2}, \tag{3.10}$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (\omega_i \tilde{r}_{ij} - V_i^-)^2}. \tag{3.11}$$

Toliau TOPSIS metodu skaičiuojamas kriterijus C_j^*, kuris nustatomas pagal formulę:

$$C_j^* = \frac{D^-}{D_j^* + D_j^-} \ (j = 1, \ ..., \ n), \ \ (0 \le C_j^* \le 1). \tag{3.12}$$

Atlikus skaičiavimus, geriausiam variantui atitinka didžiausia kriterijaus C_j^* reikšmė Justiniškių rajone (0,785). Detalesni TOPSIS metodo skaičiavimo duomenys pateikti 3.4 lentelėje.

Vidurkio metodas. Trimis metodais (COPRAS, SAW ir TOPSIS) gauti skaičiavimų rezultatai yra labai panašūs, bet skirtingi (3.5 lentelė). Tokį

rezultatų skirtumą gali lemti: fizinė kriterijų reikšmė, matematinės ir programinės įrangos lygis ir įvairios subjektyvios aplinkybės.

3.5 lentelė. Vidurkio metodu gauta prioritetų eilė
Table 3.5. Priority order obtained by the average method

Gyvenamieji rajonai	Metodai				
	Natūrinis tyrimas	COPRAS metodas	SAW metodas	TOPSIS metodas	Vidurkio metodas
Lazdynai	8	7	7	7	7,25
Karoliniškės	2	5	5	4	4
Viršuliškės	4	4	3	5	4
Pilaitė	7	8	8	8	7,75
Šeškinė	6	2	2	1	2,75
Justiniškės	5	1	1	1	2
Fabijoniškės	3	3	4	3	3,25
Pašilaičiai	1	6	6	6	4,75

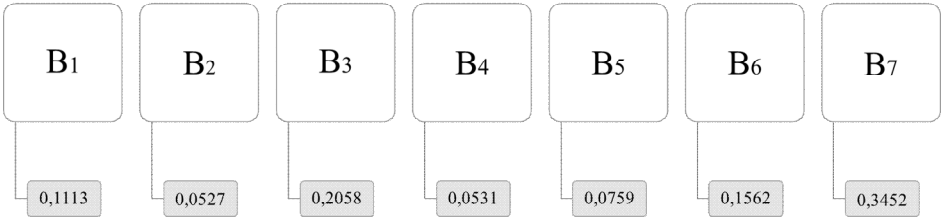
Siekiant išsiaiškinti, kuriuose rajonuose LA laikymo sąlygos yra geriausias, o kuriuose blogiausios, taikysime vidurkio metodą. Į skaičiavimus, atliekamus pagal šį metodą, įtraukiami natūrinių tyrimų rezultatai. Priimta, kad didžiausias procentas stovinčių neleistinose vietose LA yra mažiausias rangas (Pilaitės rajonas), o Pašilaičių rajone suteiktas didžiausias rangas, nes stovinčių LA skaičius neleistinose vietose mažiausias.

Daugiatikslio sprendimo priėmimo metodais gautus rezultatus ir natūrinių tyrimų rezultatus apskaičiavus vidurkio metodu nustatyta, kad geriausios LA stovėjimo sąlygos yra Justiniškių rajone, o blogiausios – Pilaitės rajone.

3.3. Sprendimo priėmimo duomenys, automobilių stovėjimo vietų prekybos centruose, daugiatiksliam vertinimui

Vilniuje per paskutinį dešimtmetį intensyviai augo tokių PC skaičius, prie kurių buvo įrengiamos didelės ASA. PC plėtra suformavo naują struktūrinį, labai koncentruotą miesto elementą, kurio veiklos pasekmė mažai nagrinėta transportiniu požiūriu. Remiantis darnios miestų plėtros principais, autoriaus siekis yra suderinti PC ASA efektyvų panaudojimą visos paros metu. Dėl to atliktas tyrimas, kurio metu buvo visapusiškai išanalizuotos 49 Vilniaus miesto PC ASA. Ekspertų apklausos metu atrinkti 7 kriterijai (3.1 pav.), kurie charakterizuoja PC ASA sąsają su daugiaaukščio užstatymo teritorija. Nustatyta

PC stovėjimo aikštelių projektinė talpa, jų užpildymas, papildomai nustatytas 300 metrų spindulių nuo PC ASA gyventojų skaičius, butų skaičius, butų vertė, dirbančiųjų skaičius, ASV poreikis, PC ASA užpildymo koeficientai.



3.1 pav. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų svoriai
Fig. 3.1. Weights of criteria of car parking's of shopping centers

Planuojant gyvenamajame rajone statyti PC su ASA, turi būti įvertintas jos poveikis SS infrastruktūrai. Siekiant gauti vienareikšmišką atsakymą, kokio dydžio ASA galima statyti, o kokio – nepageidautina, reikia mokslinio pagrindimo. Tradicinės vertinimo sistemos neturi galimybių tiksliai įvertinti daugybės veiksnių, todėl vertinimas atliekamas taikant daugiatikslės vertinimo metodus.

Taikydami daugiatikslio vertinimo metodą, naudosime 2.2.4 skyriuje suskaičiuotus kriterijų svorius (3.1 pav.).

Natūriniams tyrimams buvo pasirinktos 49 PC ASA Vilniaus mieste. Atlikus natūrinius tyrimus nustatyta, kad PC aikštelėse užpildymo koeficientai svyruoja nuo 1 % iki 100 %. Siekiant lengviau atlikti skaičiavimus, PC aikštelės buvo suskirstytos į keturias grupes pagal ASA užpildymo koeficientus:

I-jai grupei priskiriamos 8 PC ASA, kurių užimtumas svyruoja nuo 76 % iki 100 %. II-jai grupei – 8 ASA, užimtumas nuo 51 % iki 75 %. III-jai – 13 aikštelių, užimtumas nuo 26 % iki 50 %. IV-jai – 20 aikštelių, užimtumas nuo 0 % iki 25 %.

Suskirsčius PC ASA į keturias grupes, suvedamos skaitinės (normalizuotos) kriterijų reikšmės, kurios pateiktos A priedo A1–A4 lentelėse.

I-jai grupei priskirtos 8 PC ASA, kuriose nuo 22.00 val. vakaro iki 2.00 val. nakties užpildymas siekė nuo 83 iki 100 % (A1 lentelė).

II-jai grupei priskirtos 8 PC aikštelės, kuriose užpildymas siekė nuo 54 iki 67 % (A2 lentelė)

III-jai grupei priskirta 13 PC aikštelių, kuriose užpildymas siekė nuo 27 iki 48 % (A3 lentelė).

IV-jai grupei priskirta 20 PC ASA, kuriose užpildymas siekė nuo 1 iki 23 % (A4 lentelė).

Remiantis A1–A4 lentelės duomenimis, toliau skaičiuojama daugiatiksliais vertinimo metodais: SAW, TOPSIS ir PROMETHEE.

3.3.1. Daugiatikslis vertinimas, SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodais

Siekiant kuo objektyviau įvertinti sistemingą PC ASA plėtrą, kuri iš dalies padėtų spręsti ASV trūkumo problemas daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose, taikomi daugiatiksliai vertinimo metodai: SAW, TOPSIS ir PROMETHEE. Skaičiavimai yra atliekami remiantis sudarytomis sprendimo priėmimo duomenų lentelėmis (A1–A4 lentelėmis) ir apskaičiuotais kriterijų svoriais.

Skaičiavimai SAW metodu atliekami remiantis 3.2 poskyryje pateiktomis (3.6)–(3.7) formulėmis. Taip pat, remiantis 3.2 poskyryje pateiktomis (3.9)–(3.12) formulėmis skaičiuojama ir TOPSIS metodu.

PROMETHEE metodas. Kaip trečiąjį metodą taikysime PROMETHEE (*angl.* Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation), kurį 1982 m. pasiūlė belgų mokslininkas Brans, o vėliau prisijungė Mareschal (Brans and Mareschal 2005).

Lietuvoje šis metodas yra žinomas, jis yra paminėtas 2004 m. (Ustinovičius and Zavadskas 2004), vėliau jį plačiai išnagrinėjo ir aprašė mokslininkai Podvezko (Podvezko, Podviezko 2010a, b).

Šis metodas vietoj normalizuotų reikšmių taiko taip vadinamos prioritetų funkcijos reikšmes, kurios argumentas d yra dviejų lyginamų alternatyvų rodiklio reikšmių skirtumas, tai yra atstumas tarp jų. Ši funkcija priklauso nuo dviejų parametrų – indiferentiškumo ribos q ir prioritetiškumo ribos s (3.2 pav.).

PROMETHEE metodai lygina visas A_j ir A_k alternatyvas, skaičiuojant rangavimo santykį $\pi(A_j, A_k)$, kuris skaičiuojamas pagal formulę:

$$\pi(A_j, A_k)\sum_{i=1}^{m}\omega_i p_t(d_i(A_j, A_k)), \tag{3.13}$$

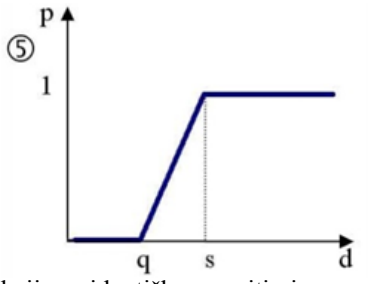
čia ω_i – i-jo kriterijaus R_i svoris (reikšmingumas), $d_i(A_j, A_k) = r_{ij} - r_{ik}$ – alternatyvų A_j ir A_k i-jo kriterijaus R_i reikšmių r_{ij} ir r_{ik} skirtumas; $p_t(d) = p_t(d_i(A_j, A_k))$ – t-ja prioritetų funkcija, pasirinktoji i-jam kriterijui. PROMETHEE metodai vertina kiekvienos j-os alternatyvos visų „išeinančių“ santykių sumas:

$$F_j^+ = \sum_{k=1}^{n}\pi(A_j, A_k), \tag{3.14}$$

Vėliau ir visų „įeinančių“ santykių sumas:

$$F_j^- = \sum_{k=1}^{n} \pi(A_j, A_k)(j = 1, 2..., n). \quad (3.15)$$

$$p(d) = \begin{cases} 0, \text{kai } d \le q \\ \dfrac{d-q}{s-q}, \text{kai } q < d \le s \\ 1, \text{kai } d > s \end{cases}$$



3.2 pav. V pavidalo funkcija su identiškumo sritimi
Fig. 3.2. V-shape function with indifference preference

PROMETHEE II metodas skaičiuoja F_j^+ ir F_j^- santykių skirtumus $F_j = F_j^+ - F_j^-$ ir ranguoja alternatyvas mažėjančia dydžių skirtumų F_j eilės tvarka. Iš dažniausiai praktikoje taikomų prioritetų funkcijų $p(d)$ šiame darbe mes pasirinkome visiems kriterijams geriausiai tinkama taip vadinama V pavidalo su identiškumo sritimi funkciją (3.2 pav.).

3.6 lentelė. I-osios grupės automobilių stovėjimo aikštelių vertinimo rezultatai naudojant SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodus
Table 3.6. Results of the evaluation of car parking's of group I by SAW, TOPSIS and PROMETHEE methods

PC Nr.	Metodai								Vietų suma	Vieta
	SAW		TOPSIS		PROMETHEE					
	S_j	V	C_j^*	V	F_j^+	F_j^-	F_j	V		
1.	0,1270	4	0,4014	5	1,170	1,479	-0,309	4	13	4
2.	0,1467	2	0,6356	2	2,346	0,875	1,471	2	6	2
3.	0,0983	8	0,2699	8	0,480	2,176	-1,696	8	24	8
4.	0,1309	3	0,4398	4	1,362	1,541	-0,179	3	10	3
5.	0,1540	1	0,7322	1	2,610	0,396	2,214	1	3	1
6.	0,1066	7	0,4608	3	1,748	2,266	-0,518	6	16	5
7.	0,1166	6	0,3911	6-7	1,198	1,548	-0,350	5	17,5	6
8.	0,1202	5	0,3911	6-7	0,951	1,583	-0,632	7	18,5	7

SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodais gautos kiekvienos grupės visų ASA vertinimo kriterijų reikšmės, atitinkamos vietos, vietų sumos ir apibendrintas įvertinimas (rangavimas) pateikti 3.6–3.9 lentelėse.

3.7 lentelė. II-osios grupės automobilių stovėjimo aikštelių vertinimo rezultatai naudojant SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodus
Table 3.7. Results of the evaluation of car parking's of group II by SAW, TOPSIS and PROMETHEE methods

PC Nr.	Metodai								Vietų suma	Vieta
	SAW		TOPSIS		PROMETHEE					
	S_j	V	C_j^*	V	F_j^+	F_j^-	F_j	V		
1.	0,1493	3	0,5063	2	1,988	0,963	1,035	3	8	3
2.	0,1303	4	0,4065	4	1,508	1,911	-0,402	6	14	4–5
3.	0,1262	5	0,3886	5	1,848	1,118	0,730	4	14	4–5
4.	0,1058	6	0,3003	6	1,256	1,376	-0,120	5	17	6
5.	0,1560	2	0,4834	3	2,572	0,456	2,115	1	6	2
6.	0,0418	8	0	8	0	4,309	-4,309	8	24	8
7.	0,1939	1	0,7262	1	3,316	1,271	2,045	2	4	1
8.	0,0963	7	0,2709	7	1,169	2,265	-1,094	7	21	7

Šiais metodais atliktų skaičiavimų rezultatai rodo, kad PC ASA I-osios grupės vertinimo rezultatai yra geriausi Žemynos gatvėje esančioje „Iki“ ASA. (3.6 lentelė). Tai sąlygoja 1,08 užstatymo intensyvumas, didelis – 1720 butų skaičius, 2470 dirbančiųjų gyventojų skaičius (300 metrų spinduliu nuo PC ASA). Aikštelė gerai matoma iš aplinkinių daugiabučių namų butų, kas lemia, gyventojų požiūriu, saugesnį LA laikymą nakties metu. Nepalankiausia situacija šioje grupėje yra L. Asanavičiūtės gatvėje esančio PC ASA (3.6 lentelė). Tai paaiškinama mažesniu ASV poreikiu dėl mažesnio butų ir dirbančiųjų gyventojų skaičiaus.

Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad tarp PC ASA, kuriose nustatytas užpildymas siekia nuo 51 iki 75 % (II grupė), geriausi vertinimo rezultatai yra Savanorių pr. PC „Norfa“ ASA (3.7 lentelė). Nors aikštelė šalia PC nuo 22.00 val. vakaro iki 8.00 val. ryto apmokestinta, bet šioje grupėje pirmąją vietą nulėmė didelis ASV poreikis. Taip pat, ASA yra stebima vaizdo kameromis ir gerai matoma iš aplinkinių daugiabučių namų butų.

3.8 lentelė. III-osios grupės automobilių stovėjimo aikštelių vertinimo rezultatai naudojant SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodus
Table 3.8. Results of the evaluation of car parking's of group III by SAW, TOPSIS and PROMETHEE methods

PC Nr.	Metodai								Vietų suma	Vieta
	SAW		TOPSIS		PROMETHEE					
	S_j	V	C_j^*	V	F_j^+	F_j^-	F_j	V		
1.	0,0539	13	0,2198	13	0,252	3,455	-3,203	13	39	13
2.	0,0841	4	0,5624	2	2,495	2,555	-0,060	8	14	4–5
3.	0,0614	11	0,2795	12	1,973	3,192	-1,219	10	33	11
4.	0,0790	8	0,4632	7	2,893	1,440	1,453	4	19	7
5.	0,0761	9	0,3616	10	1,895	2,430	-0,534	9	28	9
6.	0,0805	6	0,4172	8	3,211	3,164	0,047	7	21	8
7.	0,0872	2	0,5276	4	3,534	1,213	2,231	1	7	2
8.	0,0563	12	0,3306	11	1,657	3,375	-1,718	11	34	12
9.	0,0853	3	0,5440	3	2,456	1,516	0,940	5	11	3
10.	0,0799	7	0,5258	5	3,036	2,154	0,882	6	18	6
11.	0,0652	10	0,4098	9	1,725	4,366	-2,641	12	31	10
12.	0,0828	5	0,4719	6	2,884	1,233	1,651	3	14	4–5
13.	0,1085	1	0,6165	1	3,941	1,859	2,082	2	4	1

Sąlyginai nedidelis ASA užpildymas (nuo 26 % iki 50 %) ir neefektyvus jų panaudojimas III grupės PC ASA. Mažą ASA užpildymo koeficientą sąlygoja šalia einančios intensyvaus eismo gatvės (A, B ir C kategorijos), nepatogus ASA pasiekiamumas, blogas aikštelės matomumas iš daugiabučių namų butų. Šioje grupėje geriausi vertinimo rezultatai gauti L. Asanavičiūtės gatvėje esančioje PC „Norfa“ ASA (3.8 lentelė).

Nuo 22.00 val. vakaro iki 2.00 val. nakties mažiausias užpildymo koeficientas (iki 25 %) yra IV-osios grupės PC ASA. Vertinimo rezultatai yra panašūs į III grupės, tačiau šios PC ASA pasižymi labai dideliu ASV skaičiumi. Tai sąlygoja labai blogą pasiekiamumą pėsčiomis iki daugiabučių namų. Taip pat dėl ASA dydžio, 300 metrų spinduliu vyrauja mažas užstatymo intensyvumas. Atlikus skaičiavimus daugiatikslio vertinimo metodu, nustatyta, kad šioje grupėje geriausią įvertinimą gavo P. Lukšio gatvėje esanti PC ASA (3.9 lentelė).

3.9 lentelė. IV-osios grupės automobilių stovėjimo aikštelių vertinimo rezultatai naudojant SAW, TOPSIS ir PROMETHEE metodus
Table 3.9. Results of the evaluation of car parking's of group IV by SAW, TOPSIS and PROMETHEE methods

PC Nr.	Metodai								Vietų suma	Vieta
	SAW		TOPSIS		PROMETHEE					
	S_j	V	C_j^*	V	F_j^+	F_j^-	F_j	V		
1	0,0501	13	0,4336	7	2,381	2,942	-0,561	13	33	12
2	0,0532	10	0,3352	13	4,340	3,277	1,062	9	32	11
3	0,0645	3	0,4674	3	4,046	1,018	3,029	4	10	3
4	0,0539	9	0,3904	10	2,525	1,420	1,035	10	29	9–10
5	0,0548	8	0,4329	8	2,724	2,285	0,438	12	28	8
6	0,0334	16	0,1849	19	0,934	4,821	-3,887	18	53	18
7	0,0624	4	0,4060	9	4,000	2,893	1,107	8	21	7
8	0,0312	17	0,1908	18	0,370	4,554	-4,184	19	54	19
9	0,0456	14	0,2868	17	2,264	4,584	-2,320	15	46	14–15
10	0,0587	6	0,4605	6	2,965	1,459	1,506	6	18	5–6
11	0,0770	1	0,6036	1	5,048	1,930	3,118	3	5	1
12	0,0551	7	0,3865	17	3,845	1,451	2,394	5	29	9–10
13	0,0305	18	0,3189	14	2,122	4,840	-2,718	16	48	16
14	0,0502	12	0,3783	12	2,453	1,767	0,686	11	35	13
15	0,0507	11	0,4625	5	6,431	3,113	3,318	2	18	5–6
16	0,0708	2	0,4637	4	5,214	1,067	4,147	1	7	2
17	0,0290	20	0,2908	15	1,335	4,055	-2,719	17	52	17
18	0,0601	5	0,4894	2	3,146	1,644	1,502	7	14	4
19	0,0424	15	0,2712	17	1,487	3,418	-1,930	14	46	14–15
20	0,0236	19	0,1338	20	0,249	5,272	-5,023	20	59	20

Atlikus skaičiavimus daugiatikslio sprendimo priėmimo metodais, buvo apskaičiuota ir įvertinta PC ASA prioritetinė tvarka. Toliau pateikiami PC ASA plėtros pasiūlymai urbanizuotose (daugiabučių namų) teritorijose.

3.3.2. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros pasiūlymai urbanizuotose (daugiabučių namų) teritorijose

Daugiatikslių vertinimo metodų SAW, TOPSIS, PROMETHEE taikymas parodė, kad daugiabučių namų teritorijose esančių PC ASA skirtingam apkrovimui daugiausiai įtakos turi ASV poreikis, užstatymo intensyvumas, butų ir dirbančiųjų gyventojų skaičius, PC ASA pasiekiamumas ir tiesioginis aikštelės matomumas iš daugiabučių namų butų.

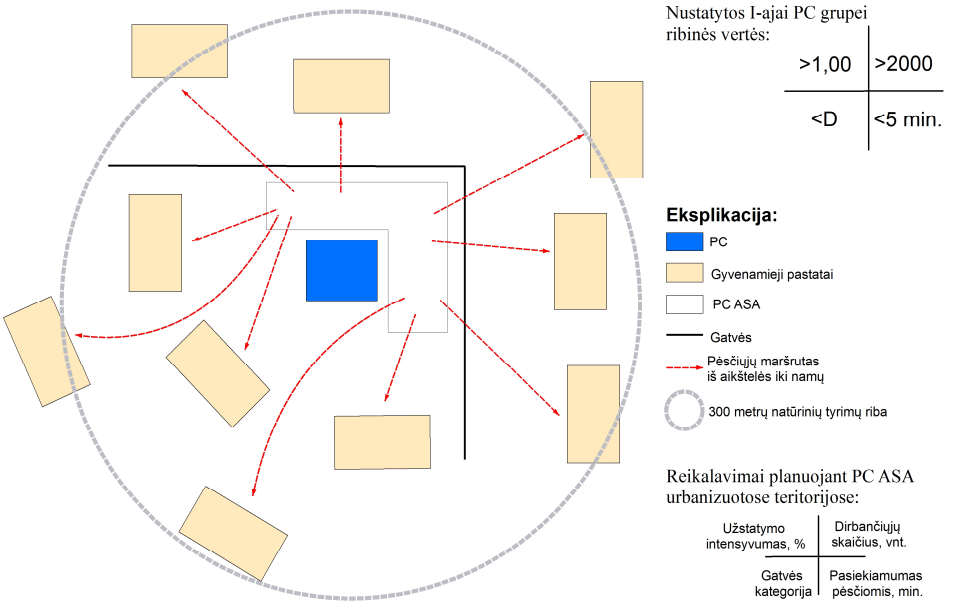
„Urban Land“ institutas (JAV) pagal tarptautinę klasifikaciją PC skirsto į penkis tipus: PC pirkėjui patogioje vietoje (*angl.* convenience), rajoninis supermarketas (*angl.* neighbourhood), apylinkės supermarketas, hipermarketas arba daugiafunkcinis PC (*angl.* community) ir regioninis hipermarketas (*angl.* regional). Mokslų daktaras Zagorskas (2007) savo disertacijoje išskiria trijų tipų PC pasiekiamumo požiūriu. Pirmasis tipas skirtas aptarnauti aplinkinius gyventojus, vyrauja kelionės pėsčiomis. Antrasis skirtas aptarnauti klientus, atvykstančius su LA ir trečiasis – mišrus. Tokie centrai statomi gyventojų koncentracijos vietose arba prie didžiausių magistralių ir kitų keleivinio transporto mazgų. JAV PC, skirti aptarnauti LA srautą pastaruoju metu yra ypač kritikuojami – teigiama, jog jų atsiradimas sukelia pagrindines aplinkos darnumo ir susisiekimo problemas. Anglijoje PC leidžiama statyti tik jų dydį apskaičiavus pagal gyventojų skaičių tam tikru atstumu. PC dydis visada turėtų būti parenkamas pagal potencialų aptarnaujamų klientų skaičių, kuris apskaičiuojamas atsižvelgiant į esamą situaciją, kad nebūtų sukurti papildomi LA srautai. PC dydis priklauso ir nuo jo vaidmens miesto aptarnavimo objektų tinkle, tai yra nuo to, ar jis yra vietinės, rajoninės, bendra miestinės ar net regioninės reikšmės.

Remiantis užsienio patirtimi ir atlikus kompleksinę atliktų tyrimų rezultatų analizę, šiame darbe buvo išskirtos keturios PC grupės pagal ASA užpildymą. Taip pat buvo nustatyti pagrindiniai kriterijai, kuriais remiantis tikslinga planuoti PC plėtrą urbanizuotose teritorijose.

I grupė – nedideli PC (3.3 pav.), turintys iki 100 ASV. Šie PC įrengti gyvenamuosiuose rajonuose, daugiabučių namų teritorijose, kuriose vyrauja didesnis nei 1,00 užstatymo intensyvumas. PC aplinkinėje teritorijoje, 300 metrų spinduliu nuo PC ASA, ASV poreikis vidutiniškai siekia 363 %, teritorijoje gyvenančių darbingo amžiaus žmonių vidurkis – 2022, vidutiniškas butų skaičius – 1795. Tyrimo metu nustatytas pasiekiamumas pėsčiomis nuo PC ASA iki gyvenamojo būsto siekia nuo 3 iki 5 minučių.

Siekiant sumažinti kelionės trukmę, pasiekti inžinerinės infrastruktūros ir teritorinės plėtros optimizaciją, šiuos PC tikslinga įrengti daugiabučių namų teritorijose. Tačiau jie turi atitikti ekspertų nustatytas tris pagrindines kriterijų ribines vertes (3.10 lentelė): užstatymo intensyvumas turi būti didesnis už 1,00, dirbančiųjų gyventojų skaičius turi būti daugiau kaip 2000 ir butų skaičius – virš

1800. Pasiekiamumas pėsčiomis nuo PC ASA iki daugiabučių namų turi siekti iki 5 minučių ir jų negali skirti nedidesnė kaip D kategorijos gatvė (3.3 pav.).



3.3 pav. I-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros schema (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.3. The development scheme of car parking's of the shopping centres of group I (author's)

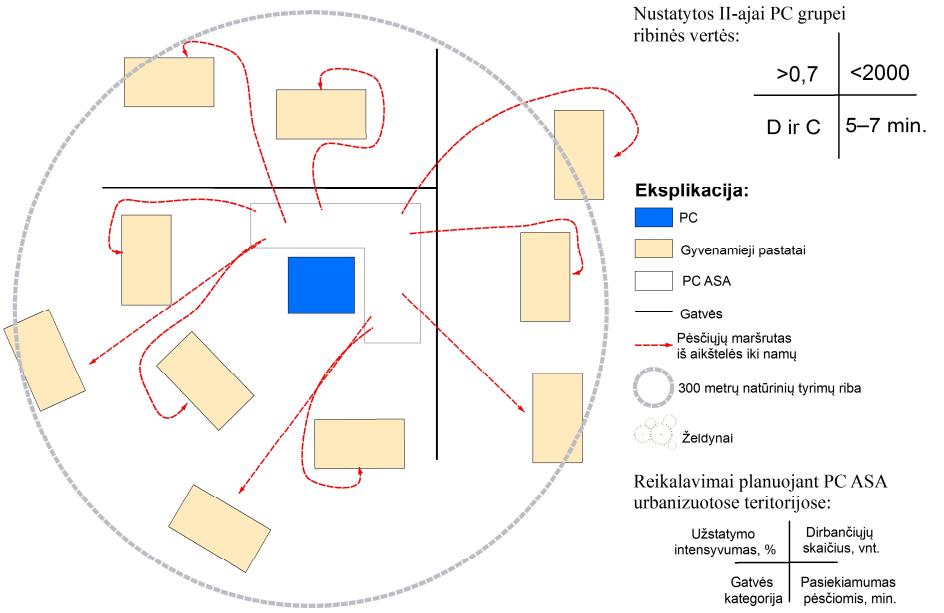
Tyrimais nustatyta ir praktiniais skaičiavimais pagrįsta, kad šie PC 5,6 % leidžia sumažinti ASV skaičių nuo kiekvieno buto. Pavyzdžiui, įrengiant 100 ASA, bus sutaupoma 0,2 ha teritorijos ploto ir 1,5 mln. Lt.

II grupė – PC (3.4 pav.), turintys nuo 100 iki 150 LA stovėjimo vietų. PC aplinkinėje teritorijoje ASV poreikis vidutiniškai siekia 374 %, užstatymo intensyvumas – nuo 0,7 iki 1,00, teritorijoje gyvenančių darbingo amžiaus žmonių vidurkis – 1610, butų skaičius – 1428. Tyrimo metu nustatytas pasiekiamumas pėsčiomis nuo PC ASA iki gyvenamojo būsto siekia nuo 5 iki 7 minučių (3.4 pav.).

Šios ASA užima 2000 m^2 – 3000 m^2 ploto, todėl turi būti rastas santykis tarp kompaktiškos darniosios plėtros, gyvenamojo rajono formos ir struktūros elementų išdėstymo teritorijoje. Skaičiavimais nustatyta, kad prie tokių ribinių verčių (3.10 lentelė), šių PC ASA leidžia sumažinti iki 5 % ASV vienam butui.

III grupė – PC (3.5 pav.), turintys nuo 151 iki 200 LA stovėjimo vietų. PC aplinkinėje teritorijoje ASV poreikis vidutiniškai siekia 317 %, užstatymo

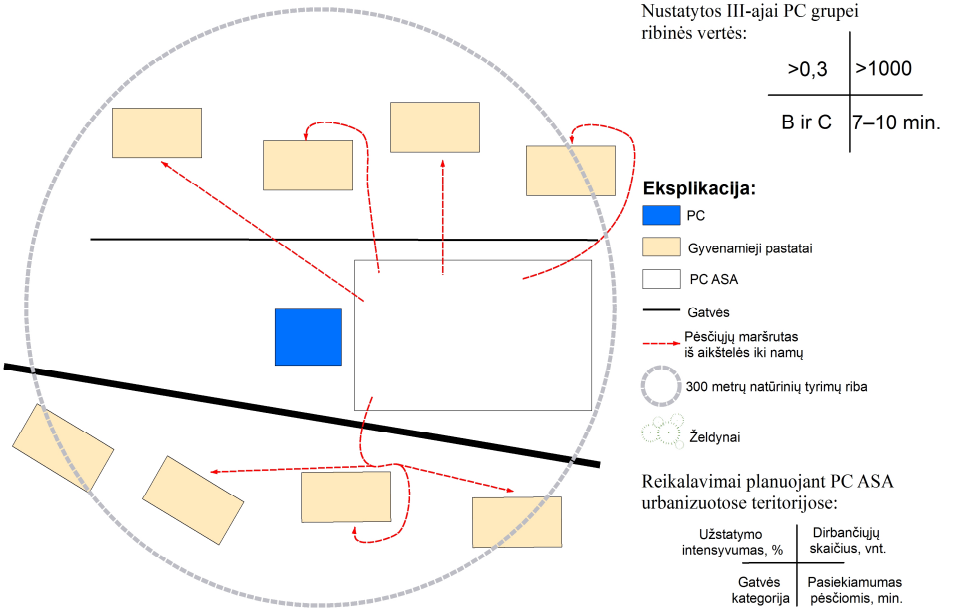
intensyvumas – nuo 0,3 iki 0,7, teritorijoje gyvenančių darbingo amžiaus žmonių vidurkis – 1160, vidutiniškai butų skaičius – 1090.



3.4 pav. II-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros schema (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.4. The development scheme of car parking's of the shopping centres of group II (author's)

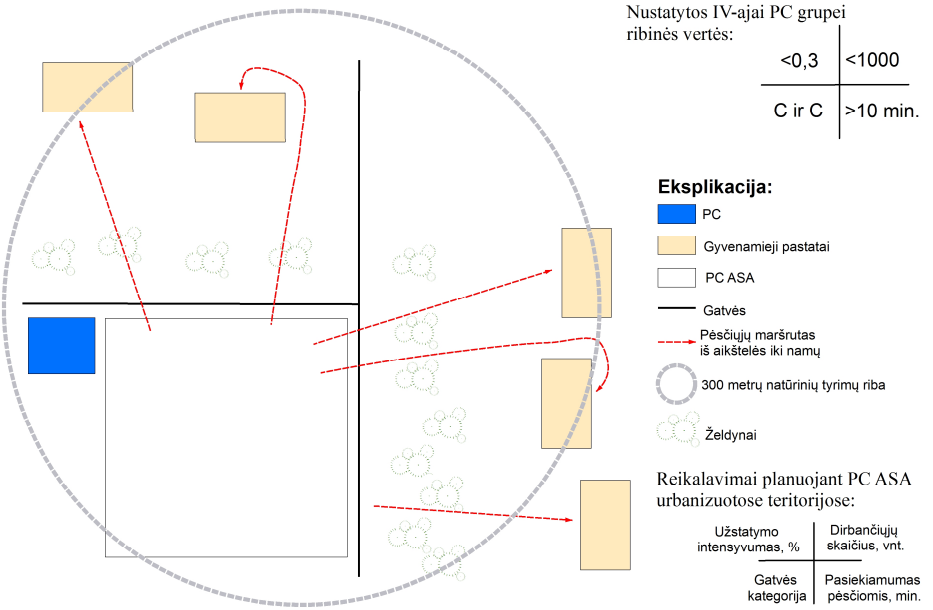
III-osios grupės PC yra išsidėstę prie pagrindinių miesto transporto koridorių (tai yra B ir C kategorijos gatvių), todėl, atliekant pasiekiamumo pėsčiomis tyrimą, nustatyta, kad gyventojas, palikęs LA stovėti PC ASA, grįžti į namus užtrunka nuo 7 iki 10 minučių. Šios ASA užima 3000 m^2 – 4000 m^2 ploto, todėl dėl savo dydžio nerekomenduojama jų įrengti daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose. Blogas šių PC pasiekiamumas pėsčiomis, dažniausiai juos skiria greito eismo gatvės, todėl TP vairuotojas gaišta laiką kirsdamas gatvę. Dėl išvardintų aplinkybių tikslinga šios grupės PC įrengti mišraus užstatymo teritorijoje, nes yra užtikrintas geras pasiekiamumas LA, didelė prekių ir paslaugų įvairovė, nemokamas AS. Šias aikšteles tikslinga panaudoti SV sistemai. Dienos metu šiomis aikštelėmis naudosis šioje teritorijoje dirbantys gyventojai ir į miesto centrą vykstantys LA vairuotojai.



3.5 pav. III-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros schema (sudaryta autoriaus)
Fig. 3.5. The development scheme of car parking's of the shopping centres of group III (author's)

IV grupė – tai didžiausi PC, turintys virš 200 ASV, kurios užima daugiau kaip 4000 m^2 plotą. PC aplinkinėje teritorijoje ASV poreikis vidutiniškai siekia 411 %, užstatymo intensyvumas iki 0,3, teritorijoje gyvenančių darbingo amžiaus žmonių vidurkis – 950, vidutiniškas butų skaičius – 776.

Šiems PC būdingos verslo, pramogų ir specifinių paslaugų funkcijos, orientuotos į turtingus ir vidurinės klasės žmones. Jų lokalizacija demonstruoja savo išskirtinumą: didelės ASA (3.6 pav.), 2–4 eismo juostų ir generuotų srautų koncentracija, aukštas VT išvystymo lygis ir kita. Nors daugiabučiai namai ar jų grupės patenka į 300 metrų analizuojamą spindulį, tačiau retas gyventojas naudojasi šia aikštele. Atliekant pasiekiamumo pėsčiomis tyrimą nustatyta, kad gyventojas, palikęs LA ASA, grįžti užtruks mažiausiai 10 minučių. Rekomenduojama šiuos PC statyti priemiestinėse miesto teritorijose ir pritaikyti kombinuotų kelionių sistemoms diegti, pavyzdžiui, SV ar „Palik dviratį ir važiuok viešuoju transport“ (*angl.* Bike and ride).



3.6 pav. IV-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių plėtros schema (sudaryta autoriaus)
Fig. 3.6. The development scheme of car parking's of the shopping centres of group IV (author's)

Naujai planuojantiems PC ir jų ASA nustatytos ribinės vertės (3.10 lentelė). Jos nustatytos, remiantis analize, atlikta naudojant daugiatikslio vertinimo metodus. PC ASA plėtra reglamentuota keturiais galimais ASV poreikio mažinimo būdais. PC_p – PC plotas (m^2), PC_v – PC ASA vietų skaičius, UI – užstatymo intensyvumas, DGs – dirbančiųjų gyventojų skaičius, B_s – butų skaičius, PC_k – ASA užpildymo koeficientas pagal atliktus tyrimus, PC_r – siūlomas ASV mažinimo procentas vienam butui.

3.10 lentelė. Siūlomos automobilių stovėjimo aikštelių mažinimo ribinės vertės
Table 3.10. Suggested tresholds of car parking lots reduction

PC_p, m^2	PC_v	Ribinės vertės			PC_k	PC_r, %
		UI	DGs	B_s		
iki 2000	iki 100	>1,00	>2000	>1800	1,00	5,6
2001–3000	101–150	0,7–1,00	1500–1999	1300–1799	0,60	5,0
3001–4000	151–200	0,3–0,7	1200–1499	1000–1299	0,40	-
>4001	>201	<0,3	1000–1199	800–999	0,12	-

3.4. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių vietos parinkimo atranka

SV sistema yra originali viešoji keleivių susisiekimo sistema, veikianti kaip tradicinio VT papildinys. Ši sistema plačiai populiarėja Europos miestuose. Jos esmę sudaro tai, kad LA paliekamas specialioje ASA miesto prieigose ir tolesnė kelionė tęsiama VT arba specialiu autobusu. SV sistema orientuota į miesto centro apkrovos LA mažinimą, ji padeda sumažinti TP keliamą triukšmą, oro ir vizualinę taršą mieste, taupo keleivių laiką ir pinigus.

2014–2020 m. ES struktūrinės paramos periodu numatytas finansavimas, skirtas SV sistemos ASA plėtrai penkiuose didžiausiuose Lietuvos miestuose (Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje, Šiauliuose ir Panevėžyje). Remiantis Vilniaus miesto BP sprendiniais, kuriuose nurodytos 33 SV sistemos aikštelių statybos vietos, planuojamos SV sistemos ASA suskirstomos į tris grupes, pagal miesto zonas (Burinskienė *et al.* 2014).

I-ają grupę sudaro 14 SV sistemos ASA, kurias numatoma įrengti Vilniaus miesto priemiestinėje zonoje (3.11 lentelė).

3.11 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių Vilniaus miesto priemiestinėje zonoje
Table 3.11. Park and ride system's car parking's in suburban zone of Vilnius city

Aikštelės Nr.	Aikštelės pavadinimas	Aikštelės adresas
1.	Oro uostas	A. Gustaičio g. 1
2.	Senoji Plytinė	Saulėtekio al. 32
3.	Antakalnio VT žiedas	Antakalnio g. 130
4.	Santariškės	Santariškių g. 1
5.	Pilaitės pr.	Pilaitės pr. 31
6.	Senasis Pilaitės kelias	Pilaitės pr. 13
7.	Vaduvos VT žiedas	Vaduvos g. 3
8.	PC Gariūnai	Gariūnų g. 70
9.	Grigiškės	Kovo 11-osios 65, Grigiškės
10.	PC Maxima bazė	Savanorių pr. 247
11.	PC Liepkalnio Maxima	Liepkalnio g. 112
12.	St. Batoro g. sankryža	S. Batoro g. 92
13.	Balsiai	Riešės g. 1
14.	Riešės PC Iki	Molėtų g. 13, Didžioji Riešė

II-ąją grupę sudaro 13 SV sistemos ASA, kurias numatoma įrengti vidurinėje miesto zonoje (3.12 lentelė).

3.12 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių Vilniaus miesto vidurinėje zonoje

Table 3.12. Park and ride system's car parking's in middle zone of Vilnius city

Aikštelės Nr.	Aikštelės pavadinimas	Aikštelės adresas
15.	Siemens arena	Ozo g. 14
16.	Fabijoniškių VT žiedas	Ateities g. 91
17.	Futbolo stadionas	Ozo g. 27
18.	Spaudos rūmai	Laisvės pr. 60
19.	Litexpo parodų rūmai	Parodų g.1
20.	Naujasis Akropolis	Geležinio vilko g. 6
21.	PC Mada	Viršuliškių g. 40
22.	Šiaurės miestelio VT žiedas	Žirmūnų g. 137
23.	Žirmūnų šilo tiltas	Žirmūnų g. 54D
24.	Jeruzalės PC Rimi	Jeruzalės g. 4
25.	Justiniškių VT žiedas	Gabijos g. 30
26.	PC BIG	Ukmergės g. 369
27.	Ukmergės-Ozo g. sankryža	Ukmergės g. 198 A

III-ąją grupę sudaro 6 SV sistemos ASA, kurias numatoma įrengti centrinėje miesto dalyje (3.13 lentelė).

3.13 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių Vilniaus miesto centrinėje zonoje

Table 3.13. Park and ride system's car parking's in central zone of Vilnius city

Aikštelės Nr.	Aikštelės pavadinimas	Aikštelės adresas
28.	Stotis	Geležinkelio g. 16
29.	Žvėryno VT žiedas	Sėlių g. 62
30.	T. Kosciuškos g. ties Vilnele	T. Kosciuškos g. 1A
31.	PC Panorama	Saltoniškių g. 9
32.	Kalvarijų turgavietė	Rinktinės g. 48B
33.	Kalvarijų ir Žalgirio g. sankryža	Kalvarijų g. 92

Toliau taikomi daugiatikslio vertinimo metodai, kuriais nustatoma SV sistemos ASA parinkimo vietos.

3.4.1. Statyk ir važiuok sistemos daugiatikslis vertinimas, COPRAS, SAW ir TOPSIS metodais

SV sistemos ASA daugiatiksliam vertinimui buvo atrinkti 11 kriterijų, kurių svoriai buvo nustatyti 2.2.6 skyriuje, 2.12 lentelėje. Nustatytiems kriterijams priskiriamos optimizavimo kryptys (minimizavimas arba maksimizavimas), svoriai, nurodomi matavimo vienetai ir suvedamos skaitinės reikšmės. Toliau taikomi daugiatiksliai sprendimo priėmimo metodai: COPRAS, SAW ir TOPSIS. Daugiatikslis vertinimas atliekamas naudojant 3.1.1 skyriuje pateiktas formules. COPRAS metodu skaičiavimai atliekami taikant (3.1)–(3.5) formules, skaičiavimai SAW metodu skaičiavimai atliekami taikant (3.6) ir (3.7) formules, o TOPSIS metodu (3.8)–(3.12) formules.

3.14 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių apskaičiuotos reikšmės daugiatikslio vertinimo metodais priemiestinėje miesto zonoje
Table 3.14 Park and ride system's car parking's calculated values by multipurpose assessment methods in peripheral zone of town

Aikšt. Nr.	SAW		COPRAS		TOPSIS		Rangų suma	Vieta
	S_j	Vieta	Z_j	Vieta	C_j^*	Vieta		
1.	0,0822	3	0,0799	3	0,3992	6	12	3
2.	0,0714	9	0,0734	8	0,5838	2	19	6–9
3.	0,0867	2	0,0887	1	0,6942	1	4	1
4.	0,0736	7	0,0755	7	0,5726	3	17	5
5.	0,0531	13	0,0550	13	0,1839	14	40	13–14
6.	0,0573	12	0,0592	12	0,2147	13	37	12
7.	0,0756	6	0,0777	5	0,5230	4	15	4
8.	0,0809	4	0,0829	2	0,4042	5	11	2
9.	0,0640	10	0,0661	10	0,2986	10	30	10
10.	0,0725	8	0,0789	4	0,3784	7	19	6–9
11.	0,0778	5	0,0756	6	0,3764	8	19	6–9
12.	0,0595	11	0,0614	11	0,2581	11	33	11
13.	0,0520	14	0,0540	14	0,2377	12	40	13–14
14.	0,0923	1	0,0709	9	0,3117	9	19	6–9

Atlikus SV sistemos ASA skaičiavimus priemiestinėje Vilniaus miesto zonoje (3.14 lentelė) nustatyta, kad iš 14 tiriamų ASA, potencialiausia vieta įrengti pirmąją SV sistemos aikštelę – Antakalnio VT žiede (aikštelės Nr. 3). Pagrindinė priežastis, kuri nulėmė šios SV sistemos ASA aukščiausią vietą –

gerai išvystytas VT, kurio dažnis siekia 64 maršrutus per valandą. Antroji pagal vietą – PC Gariūnai ASA (Nr. 8). Šios ASA aukštą vietą lėmė maža statybos kaina ir vidutinis VT greitis. Žemiausios vietos skirtos Pilaitės pr. (Nr. 5) ir Balsių mikrorajone (Nr. 13) esančioms PC ASA. Tai lėmė itin retas VT kursavimo dažnis ir didelė ASA įrengimo kaina.

3.15 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių apskaičiuotos reikšmės daugiatikslio vertinimo metodais vidurinėje miesto zonoje
Table 3.15 Park and ride system's car parking's calculated values by multipurpose assessment methods in middle zone of town

Aikšt. Nr.	SAW		COPRAS		TOPSIS		Rangų suma	Vieta
	S_j	Vieta	Z_j	Vieta	C_j^*	Vieta		
15.	0,0898	3	0,0855	3	0,4762	6	12	3–4
16.	0,0688	10	0,0702	11	0,3333	12	33	11
17.	0,0824	5	0,0838	5	0,5429	3	13	5
18.	0,0812	6	0,0846	4	0,6218	1	11	2
19.	0,0752	7	0,0766	7	0,3906	9	23	8–9
20.	0,0623	12	0,0635	12	0,2425	13	37	12–13
21.	0,0923	1	0,0880	1	0,5448	2	4	1
22.	0,0609	13	0,0623	13	0,3381	11	37	12–13
23.	0,0725	8	0,0738	8	0,5305	4	20	7
24.	0,0837	4	0,0794	6	0,4407	7	17	6
25.	0,0724	9	0,0732	9	0,4945	5	23	8–9
26.	0,0672	11	0,0720	10	0,3413	10	3	10
27.	0,0904	2	0,0861	2	0,4121	8	12	3–4

Atlikus SV sistemos ASA skaičiavimus vidurinėje miesto zonoje (3.15 lentelė), nustatyta, kad iš 13 tiriamų aikštelių, potencialiausia įrengimui aikštelė yra prie PC „Mada“ (Nr. 21). Didžiausią įtaką skaičiavimo rezultatams turėjo VT kursavimo dažnis (39 maršrutai per valandą) ir SV sistemos ASA statybos kaina (16 tūkst. Lt). Antroji pagal užimtą vietą SV sistemos ASA vieta – prie Spaudos rūmų (Nr. 18). Jos aukštą vietą lėmė didelis maršrutų skaičius, kuris piko valandą siekia 63. Žemiausios vietos skirtos prie Naujojo Akropolio (Nr. 20) ir Šiaurės miestelio VT žiede (Nr. 22) esančioms aikštelėms. Pagrindinė priežastis – mažas VT greitis (atitinkamai 19,64 km/h ir 16,04 km/h) ir didelė statybų kaina (atitinkamai 261 tūkst. Lt ir 254 tūkst. Lt).

Atlikus III-osios grupės skaičiavimus, nustatyta, kad iš 6 aikštelių (3.16 lentelė) trys potencialiausios SV sistemos ASA įrengimo vietos yra prie

geležinkelio ir autobusų stoties (Nr. 28), prie PC „Panorama“ (Nr. 31) ir prie Kalvarijų turgavietės (Nr. 32). Žemiausios vietos skirtos T. Kosciuškos gatvėje ties Vilnele (Nr. 30) ir Žvėryno VT žiede (Nr. 29) esančioms aikštelėms. Tai lėmė mažiausias šioje zonoje VT kursavimo dažnis ir didelė SV sistemos ASA statybos kaina.

3.16 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių apskaičiuotos reikšmės daugiatikslio vertinimo metodais centrinėje miesto zonoje
Table 3.16 Park and ride system's car parking's calculated values by multipurpose assessment methods in central zone of town

Aikšt. Nr.	SAW		COPRAS		TOPSIS		Rangų suma	Vieta
	S_j	Vieta	Z_j	Vieta	C_j^*	Vieta		
28.	0,1831	3	0,1822	2	0,6231	1	6	1–3
29.	0,1367	6	0,1372	6	0,3056	6	18	6
30.	0,1489	5	0,1562	4	0,3675	5	14	5
31.	0,1845	2	0,1918	1	0,4445	3	6	1–3
32.	0,1943	1	0,1783	3	0,4719	2	6	1–3
33.	0,1515	4	0,1533	5	0,4038	4	13	4

Daugiatikslio vertinimo metodais gauti rezultatai perkelti į GIS ir sukurta SV sistemos ASA planavimo bazė.

3.4.2. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių GIS planavimo bazė

SV sistemos ASA planavimo bazė – tai GIS dalis, sudaryta iš grafinių ir tekstinių duomenų, reikalingų siekiant analizuoti ir vertinti planuojamą teritorijos vietą, prognozuoti jos raidą, pagrįsti priimtą sprendimą.

Norint sukurti SV sistemos ASA planavimo bazę, pirmiausia reikia sukurti informacinę bazę. Ji gali būti labai įvairi: didelės, vidutinės ir mažos apimties. Informacinė bazė – tai kiekybinių ir kokybinių teritoriškai orientuotų duomenų visuma, kurios apimtis priklauso nuo pačio kūrėjo. Ji gali būti papildyta, tai yra sumažinta arba padidinta, atsižvelgiant į planuojamos teritorijos raidos procesus ar poreikius. Šiuo atveju, kiekybinių ir kokybinių duomenų visuma apskaičiuota naudojant daugiatikslius vertinimo metodus. Kiekvienam planavimo atvejui informacinė bazė turi būti tik tokia, kokia reikalinga. Todėl bazės duomenys turi atitikti tris savybes (Juškevičius 2003):

1. Tikslą, tai yra informacija renkama numatytam tikslui pasiekti.

2. Vertę – tai socialinis, ekonominis, aplinkosauginis ar kitoks efektas, kurį galima gauti tinkamai panaudojus informaciją. Todėl ji turi būti patikima, reprezentatyvi, gaunama laiku, o informacijos vartotojas kompetentingas tinkamai ją naudoti.

3. Patikimumą ir reprezentatyvumą – surinkta informacija yra teisinga ir iš tiesų atspindi tikrąją padėtį (reiškinį, procesą).

3.4.3. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių sisteminė atranka

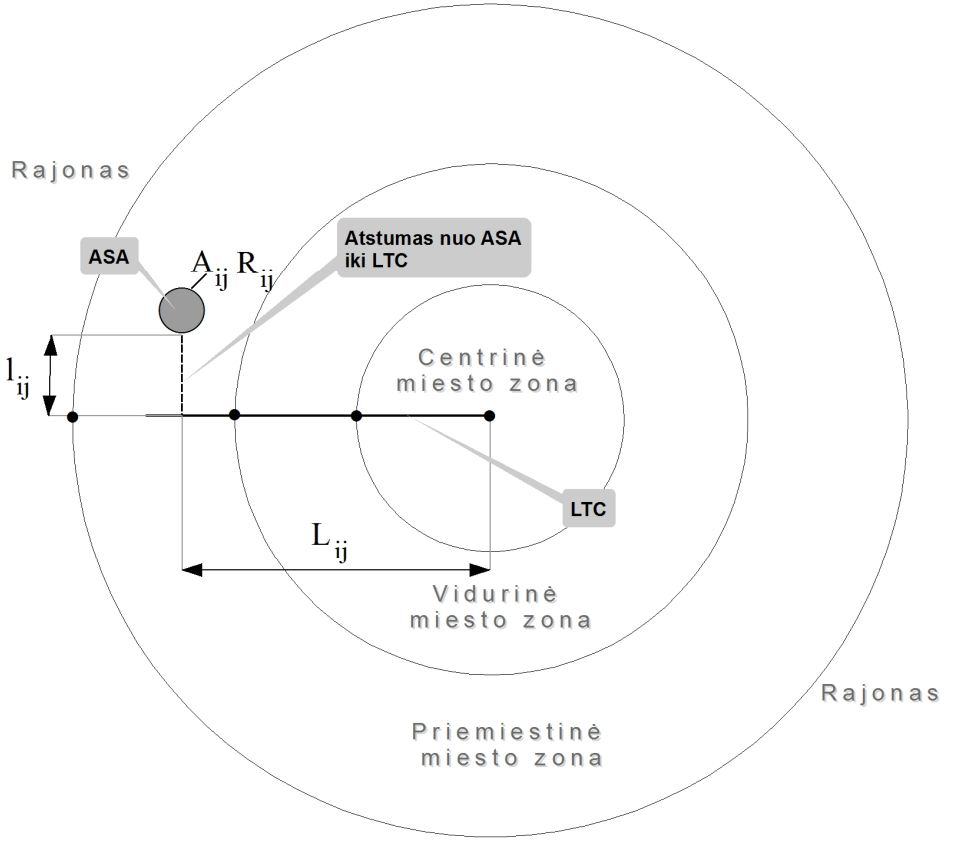
SV sistemos ASA funkcionavimo sėkmė priklauso nuo SS integracijos į miestų planavimo procesą, kurio metu išsprendžiami žemės nuosavybės klausimai, nustatomas finansinių išteklių ir susisiekimo poreikis, įvertinamos ASA įrengimo galimybės ir kita, buvo pasiūlyta SV sistemos ASA sisteminė atrankos strategija, kuriai įgyvendinti sudarytas linijinio traukos centro (toliau – LTC) kokybės indekso (K_j) skaičiavimo matematinis modelis (3.7 pav.).

3.17 lentelė. Linijiniam traukos centrui priskirtos statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelės
Table 3.17 Car parking's of park and ride system assigned to linear attraction center

Eil. Nr.	LTC pavadinimas	ASA skaičius priemiestinėje zonoje	ASA skaičius vidurinėje zonoje	ASA skaičius centrinėje zonoje
1.	A1	4	2	0
2.	5212	2	2	2
3.	A2	0	5	0
4.	A14	3	3	2
5.	102	2	1	0
6.	103	1	0	1
7.	A3	1	0	1
8.	Oro uostas	1	0	0

SV sistemos modeliui sudaryti buvo analizuojamas atstumas nuo ASA iki miesto centro. Miesto centro atskaitos tašku pasirinktas „Žaliasis tiltas“. Visos nagrinėjamos 33 SV sistemos ASA suskirstytos į 8 LTC (3.17 lentelė), iš kurių 4 LTC priskirti magistraliniams keliams (A1, A2, A3, A14), 2 rajoniniams keliams (102, 103), 1 vietiniam keliui Nr. 5212 ir oro uostui. Kiekviename LTC esančių SV sistemos ASA skaičius svyruoja nuo 1 iki 8. Modelyje yra vertinami ASA rangai, plotai, atstumas iki miesto centro ir LTC sankirtos.

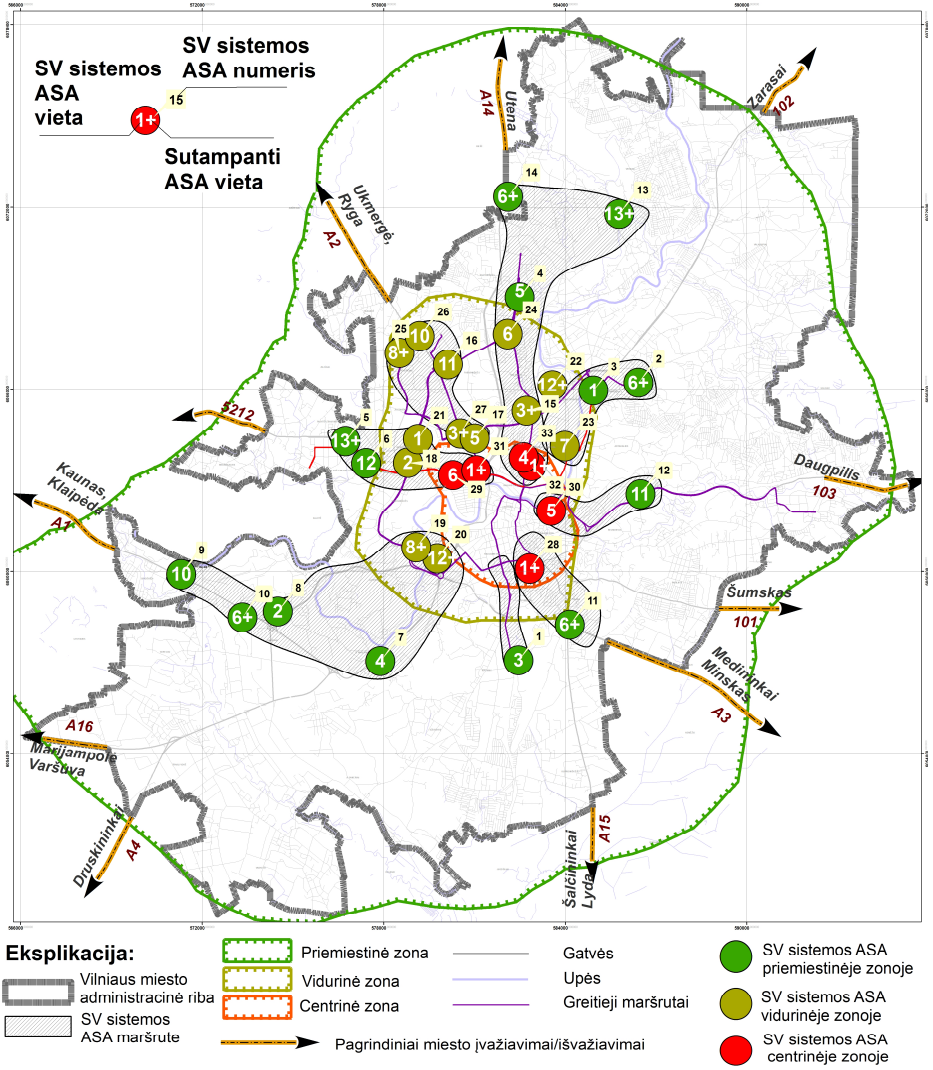
Vilniaus mieste SV sistemos ASA plotai nustatyti remiantis Šiaurės Floridos (JAV) apygardos transporto agentūros atliktais tyrimais bei parengta galimybių studija (2010), kurioje siūloma priemiestinėse miesto zonose įrengti didžiausias SV sistemos ASA, kurių plotas siektų iki 25 495 m^2, vidurinėje zonoje rekomenduojama įrengti mažesnes ASA iki 10 926 m^2 ir centrinėje dalyje iki 3 237 m^2 ploto ASA.



3.7 pav. Linijinio traukos centro kokybės indekso skaičiavimo matematinis modelis (sudaryta autoriaus)
Fig. 3.7. Mathematical model of quality index calculation of linear attraction center (author's)

SV sistemos ASA rangai nustatyti daugiatiksliais vertinimo metodais, kuriuos naudojant kiekvienai ASA (priemiestinėje, vidurinėje ir centrinėje) miesto zonoje buvo suteiktas rangas (3.8 pav.).

Daugiausia SV sistemos ASA priskirta LTC (kelio Nr. A14), mažiausias skaičius (1 ASA) – oro uostui. Detalesnė informacija apie SV sistemos ASA, esančias LTC, pateikta 3.17 lentelėje ir 3.8 paveiksle.



3.8 pav. Vilniaus mieste statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių išdėstymo schema pagal prioritetų eilę

Fig. 3.8. System layout of park and ride system's car parking's in Vilnius city by priority queque

Siekiant vienu skaičiumi įvertinti LTC ir jo infrastruktūros kokybę ir tinkamumą SV sistemos ASA plėtoti, kurie racionaliai tvarkyti ASA sistemą, cheminę aplinkos taršą, transporto priemonių grūstis, avarijų skaičių bei gerinti žmonių gyvenimo kokybę, pasiūlytas SV sistemos ASA kokybės indekso skaičiavimo matematinis modelis. Jis skaičiuojamas pagal autoriaus sudarytą formulę:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{I} \frac{(L_{ij} - l_{ij})^2}{A_{ij} \cdot R_{ij}}}{\frac{\sum_{j=1}^{J} I_j}{J} \cdot \sum_{j=1}^{J} \sum_{i=1}^{I} R_{ij}}. \qquad (3.16)$$

Čia K_j – LTC kokybės indeksas, J – LTC skaičius mieste $(j = 1, 2, ..., J)$; I – ASA skaičius *j*-ame maršrute, tai yra LTC $(i = 1, 2, ..., I)$; K – ASA skaičius mieste, tai yra visuose LTC $(k = 1, 2, ..., K)$, $K = \sum_{j=1}^{J} I_j$; R – ASA rangas, nustatytas ekspertų daugiatiksliais metodais (visų ASA rangų skaičius K, o visų ASA rangų suma $R_{ij} = R_1 + R_2 + ... + R_K$); R_{ij} – i-ojo LTC i-osios ASA rangas $(i = 1, 2 ..., I; j = 1, 2, ..., J)$; A_{ij} – ASA plotas; L_{ij} – j-ojo LTC i-ojo ruožo (magistralinės įvažiavimo į miestą gatvės) ilgis nuo ASA sankirtos su LTC iki miesto centro; l_{ij} – atstumas nuo ASA iki LTC.

Žemiau pateikiamas SV sistemos ASA kokybės indekso LTC skaičiavimo pavyzdys A3 maršrute, pagal (3.16) formulę:

$$K_j = \frac{\frac{(4600 - 2000)^2}{25495 \cdot 6}}{\frac{33}{2} \cdot 561} + \frac{\frac{(2200 - 100)^2}{3237 \cdot 1}}{\frac{33}{2} \cdot 561} = 0{,}15.$$

Atlikus visus skaičiavimus, pagal (3.16) formulę buvo suskaičiuoti ir praktiškai patikrinti racionaliausi SV sistemos ASA maršrutai Vilniaus mieste (3.18 lentelė).

Nustatyta, kad LTC kokybės indeksas svyruoja nuo 0 iki 1. Kuo arčiau 1, tuo LTC maršrutas geresnis, kuo arčiau 0, tuo blogesnis. Nustatyta, kad A14 LTC maršrute kokybės rodiklis lygus 1,13, tai reiškia, kad šiame maršrute yra

per didelis kiekis SV sistemos ASA ir sistema yra persotinta. Tačiau, atmetus 2 ASA, kokybės indeksas – 0,94.

3.18 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių skaičiavimo rezultatai

Table 3.18 Results of calculation of park and ride system's car parking's data

LTC pavadinimas	ASA nr. LTC	L_{ij}, m	l_{ij}, m	R_{ij}, rangas	A_{ij}, m^2	K_j	Vieta
A1	1 ASA	13 300	8 300	10	25 495	0,45	3
	2 ASA	11 200	6 200	6	25 495		
	3 ASA	9 400	5 000	2	25 495		
	4 ASA	7 500	300	4	25 495		
	5 ASA	4 100	300	8	10 926		
	6 ASA	3 500	600	12	10 926		
5212	1 ASA	7 100	300	13	25 495	0,65	2
	2 ASA	6 100	100	12	25 495		
	3 ASA	4 800	500	2	25 495		
	4 ASA	6 000	1 200	1	25 495		
	5 ASA	3 000	100	6	10 926		
	6 ASA	2 100	100	1	10 926		
A2	1 ASA	7 300	700	10	10 926	0,44	4
	2 ASA	7 000	300	8	10 926		
	3 ASA	5 700	500	11	10 926		
	4 ASA	3 500	300	3	10 926		
	5 ASA	3 400	300	5	10 926		
A14	1 ASA	10 100	2 100	6	25 495	1,13*	1
	2 ASA	10 500	4 300	13	25 495		
	3 ASA	7 000	100	5	25 495		
	4 ASA	6 000	500	6	10 926		
	5 ASA	4 700	500	3	10 926		
	6 ASA	4 500	800	12	10 926		
	7 ASA	1 400	100	4	3 237		
	8 ASA	1 300	100	1	3 237		
102	1 ASA	6 500	300	6	25 495	0,28	5
	2 ASA	5 900	100	1	25 495		
	3 ASA	3 600	300	7	10 926		
103	1 ASA	4 600	100	11	25 495	0,02	8
	2 ASA	1 200	100	5	3 237		
A3	1 ASA	4 600	2 000	6	25 495	0,15	6
	2 ASA	2 200	100	1	3 237		
Oro uostas	1 ASA	6 500	100	3	25 495	0,03	7

**Pastaba. Jeigu kokybės indeksas yra virš 1, tai reiškia, kad SV sistema yra persotinta ASA, todėl galima atmesti iš LTC vieną ASA.*

Gauti skaičiavimai rodo, kad I etapu SV sistemos ASA Vilniaus mieste turi būti diegiamos Kalvarijų gatvės LTC maršrute (3.20 lentelė). Šį maršrutą sudaro 8 SV sistemos ASA. Kokybės indeksas, išeleminavus 2 ASA, yra 0,94.

II etapu SV sistemos ASA planuojamos kelio Nr. 5212 LTC maršrute, kuriame planuojamos 6 SV sistemos ASA, $K_j = 0{,}65$.

III etapu SV sistemos ASA planuojamos magistralinio kelio Nr. A1 LTC maršrute. Jame yra 6 SV sistemos ASA. Svarbu paminėti, kad, įrengiant naują ASA, šalia Naujuoju Akropoliu, turi būti pertvarkyta VT stotelių sistema, $K_j = 0{,}45$.

VI etapu SV sistemos ASA planuojamos magistralinio kelio Nr. A2 LTC maršrute. Jame yra 5 SV sistemos ASA, $K_j = 0{,}44$.

V etapu SV sistemos ASA planuojamos kelio Nr. 102 LTC maršrute. Maršrutą sudaro 3 SV sistemos ASA, $K_j = 0{,}28$.

VI etapu SV sistemos ASA planuojamos magistralinio kelio Nr. A3 LTC maršrute, kuriame yra 2 SV sistemos ASA. Pirmoji ASA aptarnaus priemiestinę miesto zoną ties PC „Maxima“ Liepkalnio gatvėje. Antroji aptarnaus centrinę miesto dalį, ties geležinkelio ir autobusų stotimis, $K_j = 0{,}15$.

VII etapu SV sistemos ASA planuojamos nuo Vilniaus miesto Oro uosto LTC maršrute. Jame veiks viena SV sistemos ASA, kuri įrengta šalia oro uosto, $K_j = 0{,}03$.

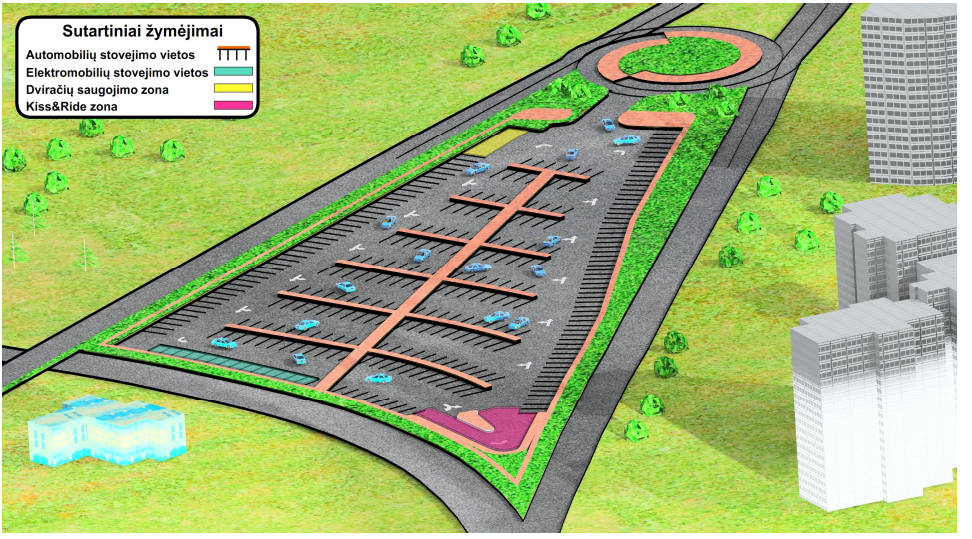
VIII etapu SV sistemos ASA planuojamos kelio Nr. 103 LTC maršrute, kuriame numatomos 2 SV sistemos ASA. Pirmoji planuojama priemiestinėje miesto zonoje ties St. Batoro g. sankryža, kita – centrinėje miesto zonoje – T. Kosciuškos gatvėje ties Vilnelės upeliu, $K_j = 0{,}02$.

3.4.4. Statyk ir važiuok automobilių stovėjimo aikštelių koncepciniai modeliai

Įrengiant SV sistemos ASA mieste, būtina atsižvelgti į tai, kad jos gali būti naudojamos ne tik ilgam, bet ir laikinai atvykstantiems svečiams. Planuojant SV sistemos ASA vietų skaičių, labai svarbu iš anksto numatyti, kaip jos funkcionuos. SV sistemos ASA užpildymo koeficientas priklauso nuo atvykimo tikslo, paros laiko, sezono ir nuo vairuotojo finansinės padėties. Todėl projektuojant SV sistemos ASA reikia išanalizuoti apkrovos režimą laiko ir erdvės atžvilgiu. Kadangi tokios sistemos Lietuvos miestuose nėra, tai ASA turi būti projektuojamos remiantis užsienio miestų patirtimi.

Viena didžiausių problemų, su kuria susiduriama prieš diegiant SV sistemą Vilniaus mieste, tai žemės paėmimas visuomenės poreikiams. Tokiu atveju yra nežinoma proceso trukmė ir ginčų, kurie iškyla tarp paimamos žemės savininkų ir žemės paėmimu suinteresuotos institucijos, nagrinėjimo galutinis rezultatas. Todėl, projektuojant Vilniaus mieste SV sistemos ASA, autorius sukūrė 3 ASA koncepcinius modelius, kurie pritaikyti realioje erdvėje.

I koncepcinis modelis. Tai didžiausios SV sistemos ASA, kurias tikslinga įrengti priemiestinėje miesto zonoje. Šis koncepcinis modelis suprojektuotas šalia Antakalnio VT žiedo esančiame laisvame žemės sklype (3.9 pav.). ASA žemės plotas užima 13,0 ha, joje numatomas ASV skaičius yra 277, iš kurių 1 vieta skirta elektromobiliui su įkrovimo stotele. Jeigu augantis elektromobilizacijos lygis pareikalaus daugiau stovėjimo vietų, tai ESA numatyta iki 14 vietų plėtrai, su įkrovimo stotelėmis. Papildomai SV sistemos ASA numatyta sustok ir išleisk ar paimk ir važiuok zona (*angl.* Kiss and ride), kur LA vairuotojas nuveža ar pasiima keleivį per trumpą laiką (pvz., iki 5 min.), tam skirtoje keleivio išlaipinimo ar įlaipinimo zonoje.



3.9 pav. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių I koncepcinis modelis (sudaryta autoriaus)

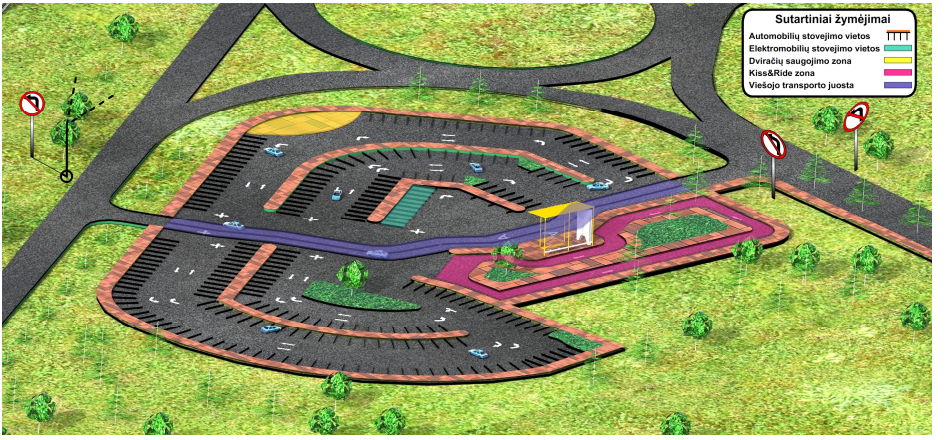
Fig. 3.9. I conceptional model of park and ride system's car parking's (author's)

SV sistemos ASA numatyta nemotorizuoto TP stovėjimo zona, kurioje SV poreikis apskaičiuojamas pagal autoriaus sudaryta formulę:

$$P_1 = D_{e_1} + (D_p - D_e)_\beta . \qquad (3.17)$$

Čia P_1 – vietų skaičius nemotorizuoto TP stovėjimo zonoje (vnt.), D_e ir D_p – esamas ir prognozuojamas dviračių skaičius piko valandą ties ASA (vnt.), β – skaičiuojamas dviračių skaičius pirmaisiais metais.

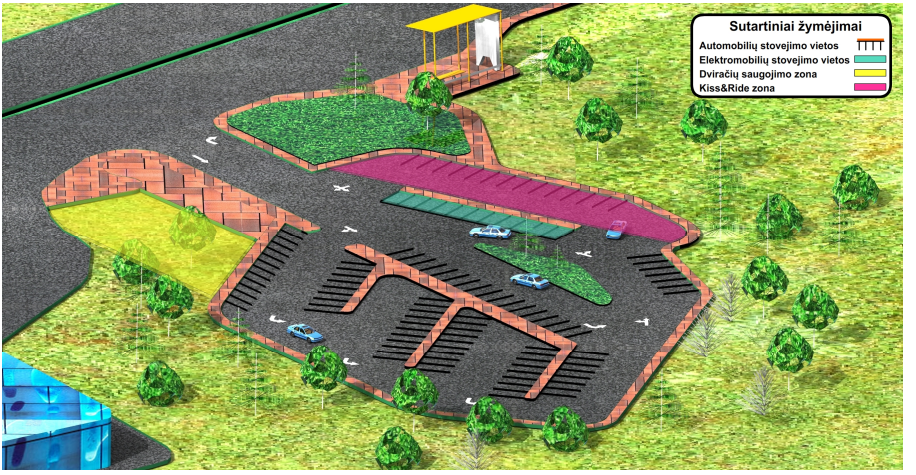
Įvažiavimas į ASA numatytas šiaurinėje aikštelės dalyje, įrengiant „turbo“ žiedą. Iš ASV gyventojai saugiai pasieks VT stotelę.



3.10 pav. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių II koncepcinis modelis (sudaryta autoriaus)
Fig. 3.10. II conceptional model of park and ride system's car parking's (author's)

II koncepcinis modelis. Tai mažesnės SV sistemos ASA, kurios galėtų talpinti nuo 101 iki 250 ASV. Jas tikslinga įrengti priemiestinėje ir vidurinėje miesto zonoje. Šis koncepcinis modelis suprojektuotas šalia Santariškių žiedinės sankryžos (3.10 pav.). ASA žemės plotas užima 12,5 ha, joje numatomas ASV skaičius yra 233, iš kurių 1 vieta skirta elektromobiliui su įkrovimo stotele. Ši ASA ypatinga tuo, kad joje įrengta VT stotelė ir keleivių išlaipinimo zona, kurioje keleivis bus saugiai išlaipintas ir netrukdomai pasieks VT stotelę.

III koncepcinis modelis. Tai mažo dydžio SV sistemos ASA, kurias tikslinga įrengti vidurinėje ar centrinėje miesto zonoje. Jeigu nėra galimybės priemiestinėje miesto zonoje paimti visuomenės poreikiams reikiamo dydžio žemės sklypo ASA įrengti, gali būti taikoma išimtis. Tačiau šioje zonoje projektuojant ASA turi būti užtikrintas ASV poreikis, kurį galima pasiekti statant požemines, daugiaaukštes ar montuojant laikinųjų konstrukcijų ASA.



3.11 pav. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių III koncepcinis modelis (sudaryta autoriaus)
Fig. 3.11. III conceptional model of park and ride system's car parking's (author's)

Šis koncepcinis modelis suprojektuotas Savanorių prospekte (3.11 pav.). ASA žemės plotas užima 4,9 ha. Joje numatomas ASV skaičius yra 101, iš kurių 1 vieta skirta elektromobiliui su įkrovimo stotele.

Apibendrinti SV sistemos ASA koncepcinių modelių rezultatai pateikti 3.19 lentelėje.

3.19 lentelė. Statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių koncepcinių modelių rezultatai
Table 3.19 Results of conceptional models of park and ride system's car parking's

Objektas	I modelis	II modelis	III modelis
Reikalingas žemės plotas, ha	13,0	12,5	4,9
ASV skaičius, vnt.	277	233	101
ESV skaičius, vnt.	1+13	1+9	1+10
Neįgaliesiems stovėjimo vietų skaičius, vnt.	11	9	4
Dviračių stovėjimo vietų (stovų) skaičius pirmaisiais metais	4	4	4
Keleivių išlaipinimo ir įlaipinimo zonos plotis, m^2	350	1800	400

Šių planuojamų SV sistemos ASA sėkmingai veiklai turi būti pasiektas tinkamas VT išvystymo lygis. Kiekvienam miestui, turinčiams SV sistemą, tai

gyvybiškai svarbiausia SS infrastruktūros dalis. VT sistema užtikrina miesto gyventojų ar svečių keliavimo galimybes (Burinskienė *et al.* 2009). Greita ir kokybiška VT sistema užtikrins galimybę pasiekti kelionės tikslą visiems SV sistemos ASA vartotojams.

Vilniaus mieste jau yra ruošiama susisiekimo infrastruktūra naujai miesto transporto rūšiai: platinamos miesto gatvės, kuriamos greitojo VT maršrutai, įrenginėjami kiti susisiekimo ir inžinerinės infrastruktūros objektai.

2012 m. Vilniaus miesto savivaldybės iniciatyva suburta VT specialistų grupė, kurie vertina naujos VT priemonės atsiradimo galimybes. Neoficialiais duomenimis, planuojamas greitasis bėginis autobusas – BRT (*angl.* Bus rapid transit). Tai hibridinė VT rūšis, perimanti autobuso ir tramvajaus savybes. TP sukuriama atskira (nedidelėse atkarpose, kur atskirų juostų įrengimas sudėtingas ar netikslingas, gali būti ir bendra) transporto infrastruktūra, leidžianti padidinti TP dydį, laidumą ir pervežimą. Ši TP per valandą gali pervežti nuo 15 000 iki 30 000 keleivių (Cervero 2013).

3.5. Trečiojo skyriaus išvados

1. Naudojant daugiatikslius vertinimo metodus buvo atliekamas daugiabučių gyvenamųjų namų automobilių stovėjimo vietų efektyvumo vertinimas, kurio metu buvo lyginami 8 gyvenamieji rajonai. Nustatyta, kad geriausios automobilių stovėjimo sąlygos yra Justiniškių rajone, o blogiausios – Pilaitėje. Tai priklauso nuo skirtingų kriterijų, apibūdinančius atskirus gyvenamuosius rajonus: nuo automobilizacijos lygio, viešojo transporto išvystymo lygio ir gyventojų skaičiaus gyvenamajame rajone.
2. Prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelės suskirsčius į keturias grupes pagal aikštelių užpildymo rodiklį ir atlikus daugiatikslę vertinimo analizę, gautos visų grupių ribinių verčių reikšmės. Geriausi rezultatai gauti vertinant I-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelės iki 100 vietų, kurie leidžia racionaliau panaudoti žemės plotus automobilių stovėjimui. Tačiau, norint tai pasiekti, turi būti išlaikytos gautos ribinių verčių reikšmės: užstatymo intensyvumas (UI) nemažiau kaip 1,00, dirbančiųjų gyventojų skaičius (DG_s) nemažiau kaip 2000, butų skaičius (B_s) nemažiau kaip 1800. Atlikti skaičiavimai rodo, kad automobilių stovėjimo aikštelių užpildymo koeficientą (PC_k) galime padidinti iki 1,00.

3. Taikant analitinį hierarchijos proceso (AHP) metodą gauti kriterijų svorių skaitiniai įverčiai, kuriuos naudojant sudaryta statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių įdiegimo eilė ir pagal ją pasiūlyta inovatyvi aikštelių sistema Vilniaus mieste. Skaičiavimai rodo, kad pirmiausia šios sistemos automobilių stovėjimo aikštelės turi būti įrengiamos Kalvarijų gatvę (kelio Nr. A14) aptarnaujančioje teritorijoje.
4. Atlikus visų linijinių traukos centrų esančių statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių skaičiavimus nustatyta, kad linijinio traukos centro kokybės indeksas svyruoja nuo 0 iki 1. Kuo arčiau 1 tuo statyk ir važiuok sistemos aptarnaujančioji teritorija tinkamesnė, arčiau 0 blogesnė. Gauta, kad kelio Nr. A14 linijinio traukos centro aptarnaujančioje teritorijoje kokybės rodiklis lygus 1,13, tai reiškia, kad šiame maršrute yra per didelis kiekis statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių ir ši sistema aptarnaujama teritorija yra persotinta aikštelių infrastruktūra. Tačiau atmetus bent vieną aikštelę, kokybės indeksas – 0,94.
5. Sudaryti trys originalūs statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių koncepciniai modeliai, kurie pritaikyti realiai didmiesčio erdvei. Pirmasis, tai didžiausios statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelės nuo 250 vietų, kurias siūloma įrengti priemiestinėje miesto zonoje. Antrasis, vidutinio dydžio aikštelės nuo 101 iki 250 vietų, rekomenduojama įrengti vidurinėje miesto zonoje. Trečiasis, mažos aikštelės iki 100 vietų, kurias siūloma įrengti vidurinėje ar centrinėje miesto zonose. Įdiegus pasiūlytas sistemos aikšteles, įrengus transporto infrastruktūros objektus ir parengus norminius reikalavimus, sudaromos prielaidos sėkmingam SV sistemos funkcionavimui.
6. Šio mokslinio tyrimo metu parengta statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo vietų parinkimo metodika, kuri gali būti taikoma ne tik Lietuvos miestuose, bet ir užsienio šalyse. Daugiatikslio vertinimo metodų naudojimas yra tinkamas būdas spręsti kompleksines miestų planavimo problemas, randant kompromisą tarp ekspertinių nuomonių.

Bendrosios išvados

1. Atlikta mokslinės literatūros automobilių stovėjimo vietų tyrimų analizė parodė, kad sparčiai augantis automobilizacijos lygis perauga į sisteminę miesto susisiekimo sistemos krizę: gatvėse susidaro nuolatinės transporto grūstys, ilgėja kasdieninių kelionių trukmė, sumažėja VT greitis, eismo kokybė ir kita. Remiantis užsienio šalies mokslininkų patirtimi, pasaulyje yra daug miestų, kuriems iš dalies pavyko išspręsti automobilių stovėjimo vietų problemas urbanizuotose teritorijose.
2. Ištyrus automobilių stovėjimo vietų išdėstymo dėsningumus buvo atlikta ekspertinė analizė daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose (A), prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelėse (B) ir pagal Vilniaus miesto bendrojo plano sprendinius planuojamose statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelėse. Nustatyta A, B ir C grupių kriterijų, kurie turi įtakos automobilių stovėjimui įvairiuose miesto vietose, svarba. Visais atvejais ekspertų nuomonės suderintos.
3. Automobilių stovėjimo vietų tyrimai aštuoniuose Vilniaus miesto daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose rodo, kad automobilių stovėjimo vietų problema atsirado ne tik sovietmečiu statytuose daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose, kai pagal tų laikų normatyvus 4–5 butams buvo skirta 1 automobiliui stovėjimo vieta, bet

ir naujuose daugiabučių namų gyvenamuosiuose kvartaluose, kai projektuojama 1 automobiliui stovėjimo vieta vienam butui. Nustatyta, kad daugiabučių namų gyvenamuosiuose rajonuose nakties metu (nuo 22 val. vakaro iki 2 val. nakties) nuo 2,2 % iki 18,4 % automobilių stovi neleistinose vietose.

4. Nustatyta, kad prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių užpildymo rodiklis nuo 22.00 val. vakaro iki 2.00 val. nakties svyruoja nuo 1 % iki 100 %, o vidutinis užpildymo rodiklis – 27 %. Labiausiai prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių užpildymo rodiklis priklauso nuo automobilių ir dirbančiųjų gyventojų skaičiaus tiriamojoje aplinkoje.

5. Suskirsčius prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles į keturias grupes, buvo nustatyta, kad geriausi rezultatai gauti vertinant I-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles iki 100 vietų. Kompleksiškai planuojant prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles kartu su daugiabučių namų gyvenamuoju kvartalu, gyventojų automobilius statyti galima nukreipti į šios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles. Antrosios vietos rezultatai gauti vertinant II-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikšteles. Planuojant šios grupės prekybos centrus daugiabučių namų gyvenamajame rajone, turi būti rastas racionalus santykis tarp gyvenamojo rajono užstatymo formos ir prekybos centro automobilių stovėjimo aikštelės struktūros elementų išdėstymo teritorijoje.

6. Atlikus statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių išdėstymo daugiatikslę vertinimo analizę priemiestinėje, vidurinėje ir centrinėje miesto zonose, nustatyta šios sistemos automobilių stovėjimo aikštelių įdiegimo eilė. Pagal rangavimo rezultatus pasiūlyta automobilių stovėjimo aikštelių atrankos būdas, kuris leidžia nustatyti statyk ir važiuok sistemos maršrutus ir jų įdiegimo eiliškumą.

7. Sudarytas miesto linijinio traukos centro (magistralinės įvažiavimo į miestą gatvės) kokybės indekso inovatyvus skaičiavimo matematinis modelis. Jame viena skaitine reikšme išreiškiamas linijinio traukos centro infrastruktūros tinkamumas statyk ir važiuok sistemos automobilių stovėjimo aikštelių plėtrai. Šį indeksą galima taikyti vertinant žmonių ir aplinkos gyvenimo kokybę mieste.

Literatūra ir šaltiniai

Adomavičius, V. 1991. Automobilizacija ir jos problemos Lietuvoje. Vilnius: Technika. 90 p.

Adomavičius, V.; M.; Paliulis, G.; Tupinis, A. 1985. LTRS Mažų miestų transporto sistemų tobulinimas. Vilnius: LIMTI. 44 p.

Antucheviciene, J.; Zakarevicius, A.; Zavadskas, E. K. 2011. Measuring congruence of ranking results applying particular MCDM methods, *Informatica* 22(3): 319–338.

Antucheviciene, J.; Zavadskas, E. K.; Zakarevicius, A. 2012. Ranking redevelopment decisions of derelict buildings and analysis of ranking results, *Journal of Economic computation and economic cybernetics studies and research* 46(2): 37–62.

Arning, K.; Ziefle, M.; Muehlhans, H. 2013. Join the Ride! User Requirements and Interface Design Guidelines for a Commuter Carpooling Platform. In Design, User Experience, and Usability. *User Experience in Novel Technological Environments* (pp. 10–19). Springer Berlin Heidelberg.

Arnott, R. 2006. Spatial competition between parking garages and downtown parking policy, *Transport Policy* 13(6): 458–469. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2006.05.003

Arnott, R.; Inci, E. 2010. The stability of downtown parking and traffic congestion, *Journal of Urban Economics* 68(3): 260–276. http://dx.doi.org/10.1016/j.jue.2010.05.001

Atkinson, R. W.; Barratt, B.; Armstrong, B. H. R. A.; Anderson, H. R.; Beevers, S. D.; Mudway, I. S.; Kelly, F. J. 2009. The impact of the congestion charging scheme on ambient air pollution concentrations in London, *Atmospheric Environment* 43(34): 5493–5500. http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.07.023

Authority, J. T. 2010. Northeast Florida Regional Transportation Agency Study. Jacksonville/Orlando, Florida.

Bekker, J.; Viviers L. 2008. Using computer simulation to deter-mine operations Policie for a mechanised car park, *Simula-tion Modelling Practice and Theory* 16(6): 613–625. http://dx.doi.org/10.1016/j.simpat.2008.03.002

Bhaskar, H.; Werghi, N.; Al-Mansoori, S. 2011. Rectangular Empty Parking Space Detection using SIFT based Classification. *In VISAPP* (pp. 214–220).

Börjesson, M.; Eliasson, J.; Hugosson, M. B.; Brundell-Freij, K. 2012. The Stockholm congestion charges – 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt, *Transport Policy* 20: 1-12. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.11.001

Brans, J.-P.; Mareschal, B. 2005. PROMETHEE methods. In'Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys' Edited by J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott. Springer, Chapter 5:163–195.

Buchanan, C. 1963. Traffic in towns. Penguin Books in association with H.M.S.O., p. 224.

Burinskienė, M.; Jakovlevas-Mateckis, K.; Paliulis, G. M. 2011. Miestotvarka. Vilnius: Technika. 384 p. ISBN 978-609-457-078-0. http://dx.doi.org/10.3846/1252-S

Burinskiene, M.; Munch, H. 2003. Traffic development in Lithuania and East Germany (the former GDR) in the past twenty years, *Urbanistika ir Architektura* 17: 3–10.

Burinskienė, M.; Paliulis, G. 2003. Consistents of car's parking in Lithuanian towns, *Transport* 18(4): 174–181.

Burinskienė, M.; Paliulis, G. M. 2003. Premises of creation of sustainable urban transport system. *Transport Means – 2003: proceedings of the International Conference*. Technologija, p. 30–32.

Burinskienė, M.; Ušpalytė-Vitkūnienė, R.; Tuminienė F. 2011. Public Transport Integration into Urban Planning, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 6(2): 84–90. http://dx.doi.org/10.3846/bjrbe.2011.11

Burnskienė, M.; Paliulis, G.M.; Ušpalytė-Vitkūnienė R. 2009. Miestų viešasis transportas. Vilnius: Technika. 192 p. ISBN 978-9955-28-423-9. http://dx.doi.org/10.3846/1057-S

Cairns, M. R. 1998. The development of Park and Ride in Scotland, *Journal of Transport Geography* 6(4): 295–307. http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923(98)00016-7

Cervero, R. 2013. Bus Rapid Transit (BRT): An Efficient and Competitive Mode of Public Transport. *IURD Working Paper* 2013-01.

Chan, N. D.; Shaheen, S. A. 2012. Ridesharing in north america: Past, present, and future, *Transport Reviews* 32(1): 93–112. http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2011.621557

Chen, G.; Zhou, Y. J.; Cheng, J. X. 2005. Evaluation on the relative transfer efficiency of urban peripheral park and ride facilities, *Journal of Traffic and Transportation*, 7: 10–13.

Chrest, A. P.; Smith, M.S.; Bhuyan, S.; Iqbal, M.; Monahan, D.R. 2001. Parking structures: planning, design, construction, maintenance, and repair. *3rd Ed., Chapman & Hall*, New York. 422 p. ISBN 0-7823-7213-1. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1577-7

Christiansen, D. L.; Grady, D. S.; Holder, R. W. 1975. Park-and-ride Facilities: Preliminary Planning Guidelines (No. TTI-2-10-74-205-2 Intrm Rpt.). Texas Transportation Institute, Texas A & M University System.

Chu, C. P.; Tsai, J. F.; Hu, S. R. 2012. Optimal starting location of an HOV lane for a linear monocentric urban area, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46(3): 457–466. http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2011.11.017

Chu, C. P.; Tsai, M. T. 2011. A study of an environmental-friendly parking policy. Transportation Research Part D: *Transport and Environment* 16(1): 87–91. http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2010.07.009

Clayton, W.; Ben-Elia, E.; Parkhurst, G.; Ricci, M. 2013. Where to park? A behavioural comparison of bus-based park and ride and city centre car park usage in Bath, UK, *Journal of Transport Geography* 36: 124–133. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.03.011

Czerwinski, S. 2013. System park and ride we Wrocławiu – przykład parkingu przy stadionie miejskim, *Transport Miejski i Regionalny* 10–18.

Dijk, M.; Montalvo, C. 2011. Policy frames of Park-and-Ride in Europe, *Journal of Transport Geography* 19(6): 1106–1119. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.05.007

Dimitrijevic, D.; Nedic, N.; Dimitrieski, V. 2013. Real-time carpooling and ride-sharing: Position paper on design concepts, distribution and cloud computing strategies, In *Computer Science and Information Systems (FedCSIS)* 2013 Federated Conference on (pp. 781–786). IEEE.

European Commission (EC) 2009. Žalioji knyga „TEN-T politikos peržiūra. Siekiant geriau integruoto transeuropinio transporto tinklo įgyvendinant bendrąją transporto politiką“ [žiūrėta 2014 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą:

http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0044:FIN:LT:PDF

European Commission (EC) 2011. Baltoji knyga „Bendros Europos transporto erdvės kūrimo planas. Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos transporto sistemos kūrimas“ [žiūrėta 2014 m. gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:LT:PDF

Евланов, Л. Г. 1984. Теория и практика принятия решений [Evlanov, L. Sprendimų priėmimo teorija ir praktika]. Москва: Экономика. 176 с.

Fensterer, V.; Küchenhoff, H.; Maier, V.; Wichmann, H. E.; Breitner, S.; Peters, A.; Cyrys, J. 2014. Evaluation of the Impact of Low Emission Zone and Heavy Traffic Ban in Munich (Germany) on the Reduction of PM10 in Ambient Air, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(5): 5094–5112. http://dx.doi.org/10.3390/ijerph110505094

Foster, C.D. 1963. The Transport Problem, Blackie, London.

Fouladgar, M. M.; Yazdani-Chamzini A.; Lashari, A.; Zavadskas, E. K.; Turskis, Z. 2012a. Maintenance strategy selection using AHP and COPRAS under fuzzy environment, *International Journal of Strategic Property Management* 16(1): 85–104. http://dx.doi.org/10.3846/1648715X.2012.666657

Fouladgar, M. M.; Yazdani-Chamzini A.; Zavadskas, E. K.; 2012b. Risk evaluation of tunneling projects, *Archives of Civil Mechanical Engineering Oxford* 12(1): 1–12. http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2012.03.008

Fouladgar, M. M.; Yazdani-Chamzini, A.; Zavadskas, E. K. 2011. An integrated model for prioritizing strategies of the Iranian mining sector, *Technological and Economic Development of Economy* 17(3): 459–483. http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2011.603173

Frost, M. 1974. Park and ride: A rising tide. *Public Works* 105(9).

Galland, D. 2014. Integrated Territorial Management and Governance: *Proceedings of the ESPON/ENECON III Postgraduate Workshop*.

Gholami, A.; Taghizadeh, Y.; Tian, Z. 2014. Classification of taxi khattee (jitney) lines based on topography and line cost indices, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 59: 239–249. http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2013.12.004

Godfrey, J. W. 1970. The mechanism of A road network, *Traffic Engineering and Control* 11: 323–327.

Goel, R. K.; Singh, B.; Zhao, J. 2012. Underground infrastructures: planning, design, and construction. Butterworth-Heinemann. 266 p. ISBN 978-0-12-397168-5.

Grigonis, V. 2005. Miesto strukturos įtaka energetiniu resursų suvartojimui vežant keleivius: Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius. 149 p.

Grigonis, V., Paliulis, G.M. 2009. Traffic Restriction Policies in Lithuanian Cities Based onVilnius Case Study, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 4(1): 36–44. http://dx.doi.org/10.3846/1822-427X.2009.4.36-44

Guo, Z.; Ren, S. 2013. From Minimum to Maximum: Impact of the London Parking Reform on Residential Parking Supply from 2004 to 2010?, *Urban Studies* 50(6): 118–1200. http://dx.doi.org/10.1177/0042098012460735

Hickman, R.; Hall, P.; Banister, D., 2013. Planning more for sustainable mobility, *Journal of Transport Geography* 33: 210–219. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004

Holguín-Veras, J.; Reilly, J.; Aros-Vera, F.; Yushimito, W.; Isa, J. 2012. Park-and-Ride Facilities in New York City. Transportation Research Record, *Journal of the Transportation Research Board* 2276(1): 123–130. http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2012.02.011

Huang, C. C.; Wang, S. J. 2010. A hierarchical bayesian generation framework for vacant parking space detection. *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on* 20(12): 1770–1785.

Hwang, C. L.; Yoon, K. 1981. Multiple attribute decision-making methods and applications. A state of the art survey. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 259 p.

Ieromonachou, P.; Potter, S.; Warren, J. P. 2006. Norway's urban toll rings: Evolving towards congestion charging?, *Transport Policy* 13(5): 367–378. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2006.01.003

Invernizzi, G.; Ruprecht, A.; Mazza, R.; De Marco, C.; Močnik, G.; Sioutas, C.; Westerdahl, D. 2011. Measurement of black carbon concentration as an indicator of air quality benefits of traffic restriction policies within the ecopass zone in Milan, Italy. *Atmospheric Environment* 45(21): 3522–3527. http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.04.008

Jakimavičius, M.; Burinskienė, M. 2010. Route planning methodology of an advanced traveller information system in Vilnius city, *Transport* 25(2): 171–177. http://dx.doi.org/10.3846/transport.2010.21

Jiau, M. K.; Huang, S. C.; Lin, C. H. 2013. Optimizing the Carpool Service Problem with Genetic Algorithm in Service-Based Computing. In Services Computing (SCC), *2013 IEEE International Conference on* (pp. 478–485). IEEE.

Johnson, S. 1968. U.S. Patent No. 3,395,815. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Juškevičius, P. 2003. Miestų planavimas. Vilnius: Technika. 144 p. ISBN 9986-05-05-508-3.

Juškevičius, P.; Burinskienė, M.; Paliulis, G. M.; Gaučė, K. 2013. Urbanistika: procesai, problemos, planavimas, plėtra. Vilnius: Technika. 384 p. ISBN 978-609-457-429-0. http://dx.doi.org/10.3846/1447-S

Juškevičius, P.; Valeika, V.; Burinskienė, M.; Paliulis, G. M.. 2006. Lietuvos miestų susisiekimo sistemos. Klaipėda. Vilnius: Technika. 184 p. ISBN 9955-28-048-4.

Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Naimaviciene, J.; Krutinis, M.; Plakys, V.; Venskus, D. 2010. Model for a complex analysis of intelligent built environment, *Automation in Construction* 19(3): 326–340. http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2009.12.006

Kalibatas, D.; Zavadskas, E. K.; Kalibatienė, D. 2011. The concept of the ideal indoor environment in multi-attribute assessment of dwelling-houses, *Archives of Civil and Mechanical Engineering Wroclaw* 11(1): 89–101. http://dx.doi.org/10.1016/S1644-9665(12)60176-9

Kanapeckiene, L.; Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Seniut, M. 2010. Integrated knowledge management model for construction projects, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 23(7): 1200–1215. http://dx.doi.org/10.1016/j.engappai.2010.01.030

Karamychev, V.; Van Reeven, P. 2011. Park-and-ride: Good for the city, good for the region?, *Regional Science and Urban Economics* 41(5): 455–464. http://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2011.03.002

Kendall, M. 1970. Rank correlation methods. *4th Ed.* London: Griffin. 272 p.

Kęsek, J. 2007. Parkingi podziemne w Krakowie. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie, *Materiały konferencyjne* 80(134): 75–94.

Khakbaz, A.; Nookabadi, A. S.; Shetab-bushehri, S. N. 2013. A Model for Locating Park-and-Ride Facilities on Urban Networks Based on Maximizing Flow Capture: A Case Study of Isfahan, Iran, *Networks and Spatial Economics* 13(1): 43–66. http://dx.doi.org/10.1007/s11067-012-9172-4

Kildienė, S.; Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K. 2011. COPRAS based comparative analysis of the European country management capabilities within the construction sector in the time of crisis, *Journal of Business Economics and Management* 12(2): 417–434. http://dx.doi.org/10.3846/16111699.2011.575190

Klementschitz, R.; Stark, J. 2008. Shoping centres and car use: Car park regimentations as a potential lever, in *The 7th International Conference on Environmental engineering, Urban transport systems* 3: 967–973, Vilnius.

Kodransky, M.; Hermann, G. 2011. Europe's parking U-Turn: from accommodation to regulation. *Institute for Transportation & Development Policy (ITDP)*, New York.

Kombinuotų keleivių kelionių skatinimo, diegiant Park&Ride, Bike&Ride ir kitas koncepcijas, tyrimas 2012. *Galimybių studija* [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: http://www.transp.lt/files/uploads//Parka-Ride-ataskaita_20121219_galutine.pdf

Lashari, A.; Yazdani-Chamzini A.; Fouladgar, M. M.; Zavadskas, E. K.; Shafiee, S.; Abbate, N. 2012. Equipment selection using fuzzy multi criteria decision making model: key study of Gole Gohar iron mine, *Inžinerinė ekonomika [Egineering Economics]* 23(2): 125–136.

Lazda, Z.; Smirnovs, J. 2014. Application of design speed for urban road and street network, *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 9(1): 26–30. http://dx.doi.org/10.3846/bjrbe.2014.04

Lim, T. E. 2010 Influence of transport pollution on health of the person. Literature review. *Yekologiya Cheloveka/Human Ecology*, 1: 4–9.

Lipnickas, M.; Nagurnas, S. 2012. Vairuotojų psichofiziologinių savybių nustatymo ir vertinimo metodai. *15-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos „Transporto inžinerija ir vadyba“ straipsnių rinkinys*. Vilnius : Technika, ISBN 9786094571329. p. 405–409.

Longstreth, R. W. 1998. City center to regional mall: architecture, the automobile, and retailing in Los Angeles, 1920–1950. MIT Press.

McDonald, S. 2012. Cars, Parking, and Sustainability, in *Transportation research forum (TRF). Conference proceedings* [interaktyvus]. May 15–27, 2012, Tampa, Florida. [žiūrėta 2014 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: http://www.trforum.org/forum/downloads/2012_112_Cars_Parking_Sustain.pdf.

McDonnell, S.; Madar, J.; Been, V. 2011. Minimum parking requirements and housing affordability in New York City, *Housing Policy Debate* 21(1): 45–68. http://dx.doi.org/10.1080/10511482.2011.534386

Medineckiene, M.; Bjork, F.; 2011. Owner preferences regarding renovation measures the demonstration of using multi-criteria decision making, *Journal of Civil engineering and Management* 17(2): 284–295.

Meek, S.; Ison, S.; Enoch, M. 2010. UK local authority attitudes to Park and Ride. *Journal of Transport Geography*, 18(3): 372–381. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.09.005

Meek, S.; Ison, S.; Enoch, M. 2011. Evaluating alternative concepts of bus-based park and ride, *Transport Policy* 18(2): 456–467. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.09.006

Metcalfe, P. J. 2013. Evaluation of remotely piloted aircraft in surveying applications.

Millard-Ball, A. 2002. Putting on their parking caps. *Planning*. April, 2002, 16–21.

Mingardo, G. 2013. Transport and environmental effects of rail-based Park and Ride: evidence from the Netherlands, *Journal of Transport Geography* 30: 7–16. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.02.004

Mingardo, G.; Van Meerkerk, J. 2012. Is parking supply related to turnover of shopping areas? The case of the Netherlands, *Journal of Retailing and Consumer Services* 19(2): 195–201. http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2011.12.001

Noel, E. C. 1988. Park-and-ride: alive, well, and expanding in the United States, *Journal of Urban Planning and Development* 114(1): 2–13. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(1988)114:1(2)

Parkhurst, G. 2000. Link-and-ride: a longer-range strategy for car-bus interchange: This month's contributors, *Traffic engineering & control* 41(8): 319–324.

Parkhurst, G.; Richardson, J. 2002. Modal integration of bus and car in UK local transport policy: the case for strategic environmental assessment, *Journal of Transport Geograph*, 10(3): 195–206. http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923(02)00011-X

Pech, A., Warmuth, G., Jens, K., & Zeininger, J. 2006. Parkhäuser-Garagen. SpringerWienNewYork. 453 p. ISBN 978-3-211-89238-1.

Pęski, S., Czechowski, F. 2001. Miejskie parkingi podziemne w Warszawie, *Inżynieria i Budownictwo* 57: 203–206.

Pęski, S.; Czechowski, F. 2001. Miejskie parkingi podziemne w Warszawie, *Inżynieria i Budownictwo* 57: 203–206.

Pierce, G.; Shoup, D. 2013. Getting the prices right: an evaluation of pricing parking by demand in San Francisco, *Journal of the American Planning Association* 79(1): 67–81. http://dx.doi.org/10.1080/01944363.2013.787307

Podvezko, V. 2011. The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS, *Inzinerine Ekonomika – Engineering Economics* 22(2): 134–146.

Podvezko, V.; Podviezko, A. 2010a. Dependence of multi-criteria evaluation result on choice of preference functions and their parameters, *Technological and Economic Development of Economy* 16(1): 143–158. http://dx.doi.org/10.3846/tede.2010.09

Podvezko, V.; Podviezko, A. 2010b. Use and choice of preference functions for evaluation of characteristics of socio-economical processes, *The 6th International Scientific Conference Business and management'2010*: selected papers, Vol. 2, May 13–14, 2010 Vilnius, Lithuania Vilnius: Technika, 1066–1071.

Podvezko, V.; Sivilevičius, H. 2013. The use of AHP and rank correlation methods for determining the significance of the interaction between the elements of a transport system having a strong influence on traffic safety, *Transport*, 28(4): 389–403. http://dx.doi.org/10.3846/16484142.2013.866980

Prud'homme, R.; Bocarejo, J. P. 2005. The London congestion charge: a tentative economic appraisal, *Transport Policy* 12(3): 279–287. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.03.001

Psiloglou, B. E.; Larissi, I. K.; Petrakis, M.; Paliatsos, A. G.; Antoniou, A.; Viras, L. G. 2013. Case studies on summertime measurements of O3, NO2, and SO2 with a DOAS system in an urban semi-industrial region in Athens, Greece, *Environmental monitoring and assessment* 185 (9): 7763–7774.

Reinhardt, L. B.; Clausen, T.; Pisinger, D. 2013. Synchronized dial-a-ride transportation of disabled passengers at airports, *European Journal of Operational Research* 225(1): 106–117. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.09.008

Rice, C. 2011. Marina City: Bertrand Goldberg's Urban Vision, *The Journal of Architecture* 16(4): 575–579. http://dx.doi.org/10.1080/13602365.2011.599234

Rye, T.; Ison, S. 2007. Use and Impact of Maximum Parking Standards in Scotland. *In Transportation Research Board 86th Annual Meeting* (No. 07-2527).

Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. *New York: McGraw-Hill*. 287 p.

Schuitema, G.; Steg, L.; Forward, S. 2010. Explaining differences in acceptability before and acceptance after the implementation of a congestion charge in Stockholm, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 44(2): 99–109. http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2009.11.005

Šeštokas, V.V. 1973. Miestų transportas (Городской транспорт). Vilnius, 276 p.

Shin, J. H.; Jun, H. B. 2014. A study on smart parking guidance algorithm, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 44: 299–317. http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2014.04.010

Shoup, D. C. 1999. The trouble with minimum parking requirements, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 33(7): 549–574. http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00007-5

Simićević, J.; Milosavljević, N.; Maletić, G.; Kaplanović, S. 2012. Defining parking price based on users' attitudes, *Transport Policy* 23: 70–78. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.06.009

Smeed, R.I. 1966. Road capacity of city centres, *Traffic Engineering and Control* 8: 455–458.

Smeed, R.I. 1968. Traffic studies and urban congestion, *J. of Transport Economics and Policy* 2: 33–70.

Statybos techninis reglamentas *STR 2.06.01:1999 „Miestų miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“*, 2014 m. aktuali redakcija.

Steadman, P. 2011. Evolution of a building type: the case of the multi-storey garage, *The Journal of Space Syntax* 2(1): 1–25.

Szarata, A. 2007. Ocena efektywności funkcjonalnej systemu parkingów przesiadkowych (Park and Ride), *Transport Miejski i Regionalny,* 29–35.

Tello, E.; Eritja I Mathieu, D.; Resinger, H. 1997. Supermanzanas: Una propuesta para abrir espacio a bicicletas y peatones en ciudades densas (el caso de Barcelona*). In International bicycle planning conference* 259–262.

Theurillat, T.; Crevoisier, O. 2013. The sustainability of a financialized urban megaproject: the case of Sihlcity in Zurich, *International Journal of Urban and Regional Research* 37(6): 2052–2073.

http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2427.2012.01140.x

Thompson, J.; Berman, R. 2012. The Congestion Charge in London: A Strategy for Sustainable Transportation.

Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. 2010. A novel method for multiple criteria analysis: Grey Additive Ratio Assessment (ARAS-G) method, *Informatica* 21(4): 597–610.

Ušpalytė-Vitkūnienė, J. 2006. Miestų viešojo transporto maršrutinio tinkle modeliavimas ir plėtra (Vilniaus miesto pavyzdžiu) . Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius. 131 p.

Ušpalytė-Vitkūnienė, R.; Grigonis, V.; Paliulis, G. M. 2012. The extent of influence of O-D matrix on the results of public transport modeling, *Transport* 27()2: 165–171. http://dx.doi.org/10.3846/16484142.2012.693894

Ustinovičius, L.; Zavadskas, E. K. 2004. Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika. 220 p. ISBN 9986-05-806-6.

Vaitkus, A.; Vorobjovas, V.; Čygas, D.; Pakalnis, A. 2014 Soft asphalt pavement – solution for low-volume roads in changing climate and economy, *Advanced materials research: Biological systems and materials* 934 (2014): 47–52. http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.934.47

Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija prie Aplinkos Ministerijos (VTPSI). 2009. *Teisės aktų, reglamentavusių teritorijų planavimo, statybos ir valstybinės statybos kontrolės tvarką Lietuvoje 1947–1992 metais, sąrašas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2014 m. gegužės 15 d.]. Prieiga per internetą: http:// vtpsi.lt/vtpsi_dokum/istor.doc

Waersted, K. 1992. Automatic toll ring no stop electronic payment systems in Norway-systems layout and full scale experiences, In *Road Traffic Monitoring, IEE Conf. Pub*. 355: p. 16.

Wang, C.; Zhang, H.; Yang, M.; Wang, X.; Ye, L.; Guo, C. 2014. Automatic Parking Based on a Bird's Eye View Vision System. *Advances in Mechanical Engineering*, 2014.

Weiner, E.; Weiner, E. 2013. Improving Intergovernmental Coordination, *Urban Transportation Planning in the United States: History, Policy, and Practice* 53–68.

Yushimito, W. F.; Aros-Vera, F.; Reilly, J. J. 2012. User rationality and optimal park-and-ride location under potential demand maximization, *Transportation Research Part B: Methodological* 46(8): 949–970.

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

Zaranka, J. 2012. Kelių transporto priemonių vairuotojų elgsenos veiksnių įtakos eismo saugai tyrimas. Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius. 116 p.

Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. 1996. Pastatų sistemotechninis įvertinimas [Multiple Criteria Evaluation of Buildings]. Vilnius: Technika. 275 p. (in Lithuanian).

Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Ustinovičius, L.; Sevcenko, G. 2010a. Attributes weights determining peculiarities in multiple attribute decision making methods, *Inžinerinė ekonomika – Engineering Economics* 21(1): 32–43.

Канаян, К.; Канаян, Р.; Канаян, А. 2005. Проектирование магазинов и торговых центров. М.: Юнион-Стандарт Консалтинг.

Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Maliene, V.; Grigonis, V.; Palevičius, V.; Griffiths, S. 2011. Geographic information system: Old principles with new capabilities. *Urban Design International*, 16(1), 1–6. ISSN: 1357-5317 (ISI Web of Science).

Palevičius, V.; Paliulis, G. M.; Venckauskaite, J.; Vengrys, B. 2013. Evaluation of the requirement for passenger car parking spaces using multi-criteria methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(1), 49–58. ISSN 1392-3730 print, ISSN 1822-3605 online (ISI Web of Science).

Palevičius, V., Lazauskaitė D. 2014. Sistemos „Statyk ir važiuok“ plėtros didžiuosiuose Lietuvos miestuose modelis. *Journal of Science – future of Lithuania*, 6(4), 456–460. ISSN 2029-2341 print, ISSN 2029-2252 online.

Straipsniai kituose leidiniuose

Zagorskas, J.; Palevičius, V. 2011a. Estimation of efficiency of retail centres car parking-lots, 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, 1014–1017. ISBN 978-9955-28-826-8. (ISI Proceedings).

Burinskienė, M.; Palevičius, V.; Paliulis, M. G.; Skrodenis, E. 2014. Possibilities for the Implementation of Park and ride Scheme in Vilnius City. 9th International Conference "Environmental Engineering", May 22–23, 2014, Vilnius, Lithuania CD. Vilnius: Technika, 2014. ISBN 978-609-457-690-04.

Summary in English

Introduction

Problem formulation

One of the most relevant problems of the largest Lithuanian cities inhabitants is lack of parking's in territories of city. There are not enough parking's in the Old town, in the city centre, in the courts of block of flats, near medical institutions and other important objects. The lack of parking's in Lithuanian cities was determined by unpredictable development processes of communication system. It all began about two decades ago when Lithuania regained its independence. The transportation of old used cars from western European countries, rapidly rising level of motorization, growing economy of country, and increasing society's standard of living changed development of system infrastructure. As a result, inhabitants became dependent on car.

In Lithuanian residential areas of largest cities formed two types of parking problems. The first problem is in residential areas of block of flats equipped in the Soviet Union. The second problem in new residential areas of equipped block of flats. Parking's equipped in the Soviet Union fail to meet the existing minimal normative requirements. Due to lack of places people end up parking their car on streets, pedestrian and cycle paths, lawns, playgrounds and etc. Parking's of new block of flats designed by existing minimal normative requirements. Though, the growing mobility of inhabitants,

the distance and the duration of work travelling's induce having more than one car in a family and the existing parking's are not enough for all cars.

In order to reduce the use of car in the city is necessary to develop competitive public transport and to improve quality of passengers transportation process. It is necessary to stimulate systems of composite transport travels so that public transport would compete successfully with car (Park and ride, Bike and Ride, Kiss and Ride *et al.*).

Available data suggested that use of Park and ride system is increasing in the world. In accordance with experience of foreign countries, successful activity of Park and ride system depends on many factors: physical structure of the city, opportunity of land clearing, stimulation of public transport, management policy etc. However, the main object of infrastructure is parking which is involved in the whole activity of Park and ride. There are no parking's in Lithuania that would be officially combined with traditional system of public transport. Therefore, it can be concluded that in Lithuanian cities this system is not properly investigated and there is no method how to equip parking lots. It is necessary to evaluate the development of parking's for system of Park and ride in the Lithuanian largest cities in order to compete successfully with other city systems of public transport.

Relevance of the thesis

The growing level of motorization is relevant to the need of parking in the city which influence on urbanization and worsen the people's quality of life (Hongbing and Zhaokang 2011). The need of parking's in the cities is different because under such historical circumstances of various purposes buildings arrangement. In this case the most important criteria while planning parking lot is working format of parking, not space of parking-lot (Burinskienė *et al.* 2011).

Scientists have established that for one car parking is necessary 5−6 places (home-work-supermarket-home) i.e. for each car 100 m^2 of territory is needed. Town planners suggest that in large cities with millions of inhabitants for needs of communication system is necessary about 40% (somewhere even more – 60 %, e.g. Los Angeles, JAV) of total area, in other large cities 20−25 %, while in smaller cities about 10 % of area (Juškevičius *et al.* 2013).

The parking regulation process in Lithuania and in the world is negotiable and political question. For the regulation process of parking's, especially in city centres; legal, organizational and financial mechanisms are necessary (Juškevičius *et al.* 2006). Though, today Lithuanian and other countries cities regulation system of parking is standardized by traditional list of form (*lt.* STR, *ru.* СНиП, *ge.* DIN, *ch.* SN, *ee.* RTL etc.). The principles for the measurement of standards of parking's are outdated, not sufficient to meet existing need; therefore, we need to change them (Wilson 2013).

Thesis relevance can be confirmed with European Commission documents in which indicated to solve faster problems of mobilization level, jam and air pollution in European cities.

In confirmed and published Official Journal of European Commission (February, 2009) in the Green Paper's Agenda for Action (EC 2007) and in the publication of White

Paper (EC 2011) designated to install conceptions of combined journey systems. In this case, the purpose of European tranpsort space establishment will be realized. By 2030 in European countries the use of cars powered by traditional fuel in cities will be reduced twice and by 2050 will not be such cars in cities. The EU's Aid for Lithuanian largest cities designated (Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai and Panevėžys) for the period of 2014–2020 Park and ride development of parking's lots. This support is given according to the second priority of cities development – The development of walking and sustainable urban transport system according to objective 2.1 – Increase competetiveness of public transport. Instrument 2.2.1 – The development of interaction system of private and public transport distant from city centres and city access (development of Park and ride parking lots).

Research object

Thesis object – distribution system of personal travelling cars parking in large city.

Aim of the thesis

Suggest developmental model of parking in the city and to give original conceptual solutions of parking's development.

Objectives of the thesis

1. To analyse scientific literature related to the lack of parking's.
2. To investigate parking lots in residential areas of Vilnius City and parking lots of supermarkets.
3. To designate the inhabitants of the block of flat need to use the parking lots, during non shopping time.
4. Create supermarkets parking lots valuation system that would partially solve the lack of parking's in parking lots of block of flats.
5. Propose the systematic selection strategy of Park and ride for parking lots in the city and propose requirements for planning infrastructure of communication system.

Research methodology

In thesis these methods of analysis are used: scientific theoretical analysis, multi-attribute and field experiments.

Following the method of scientific theoretical analysis of modern scientific literature, European Commission Publications and other legal documents is prepared.

Following the field experiments the number of cars kept in territories of block of flats and in parking lots of supermarkets, the keeping conditions of cars, the filling coefficients of parking lots, the need of parking's and etc. were determined.

While using experimental methods criteria of parking's determined and their weights calculated. Later various multitask methods are applied: according to methods of TOPSIS, SAW, COPRAS, PROMETHEE, the priority row of parking lots and parking's is accessed. The filling coefficients of supermarkets parking lots are determined and the systematic selection strategy of Park and ride of parking lots in the city is suggested.

Scientific novelty of the thesis

These new results for the study of civil engineering are obtained while preparing the thesis:

1. The criteria system which can be used in a stage of complex city planning created for development of supermarkets parking lots.
2. By the method of the analytic hierarchy process (AHP) received numeric iterators of criteria weights, as a result, a priority row of Park and ride parking system was made, on this basis, an innovative system of parking lots in Vilnius City was suggested.
3. Three original Park and ride parking lots system conceptual models which are adapted to real space of large city are organized.

Practical value of research findings

In thesis criteria system, which can be practically applied in a stage of complex practical planning of supermarkets parking lots is determined. It is an instrument that makes it possible for territory planners to calculate mathematically the number of parking lots in residential areas while evaluating variants of parking lots to supermarkets. The created system of criteria is suitable for Lithuanian largest cities and other similar cities of foreign countries.

According to the support of European Union of 2014−2020 period a sponsorship for five Lithuanian cities for developement of park and ride system is planned. Also a method for the most rational places of dislocation of Park and ride system is suggested. Three conceptual models of park and ride system are additionally detailed, adapted and visualized in real space of city.

Defended statements

1. In urbanized territories of residential areas equipped parking lots of supermarket can be used more effectively for parking during the night.

2. While planning residential area of block of flats in coordinated manner and parking lot in supermarkets in urban territories, a particular part of cars of inhabitants of block of flats can be shifted to parking lot of supermarket.
3. It is usually impossible to determine Park and ride system's importance and influence on its efficiency with planned laboratory and field's physical experiments for this purpose multi-criteria methods are the most suitable.

Approval of research findings

Relating to this thesis subject there are published five scientific publications: two in Scientific Journals that are listed in Thomson Reuters Web Knowledge (ISI Web of Science). The first scientific publication published in foreign magazine which does not have index of citation (Maliene *et al.* 2011), the second one has index of citation (Palevičius *et al.* 2013). One of them included in publications of international databases (Palevičius and Lazauskaitė 2014), one in material of ISI Proceedings conference (Zagorskas and Palevičius 2011), one in reviewed material international conferences (Burinskienė *et al.* 2014).

The results of thesis research announced in five scientific conferences in Lithuania and foreign countries:

- 14th conference of young Lithuanian scientists – *Civilinė inžinerija ir geodezija*; 2011, Vilnius;
- 8th international conference – *Environmental engineering*; 2011, Vilnius (Zagorskas and Palevičius 2011 a, b);
- International conference of VISBY project – *Capacity building in sustainable urban planning and development in Lithuania, Russia, Sweden and Ukraine*; 2013, Nida;
- International conference – *III Postgraduate workshop of the ESPON/ENECON project*; Aalborg, Denmark (Galland 2014);
- 9th international conference – *Environmental engineering*; 2014, Vilnius (Burinskiene *et all*. 2014).

Structure of the thesis

Thesis consists of introduction, 3 chapters, general conclusions, list of literature, list of publications.

Thesis composed of 140 pages, 36 tables and 31 pictures. Thesis is written using 135 scientific and other sources.

1. The analysis of the scientific works dedicated to the problems of car parking spaces in cities

Since 1970s the level of motorization in Lithuanian cities began growing rapidly. Progressively appeared to many vehicles because the communication system of cities did not develop evenly with motorization. Streets network was technically undeveloped, the lack of parking's and other factors stimulated the greater need of personal cars in the city. Lithuanian and foreign scientists have established that in large cities for one car parking 5−6 places are necessary, i.e. for each car at least 100 m^2 area is required. Scientists agreed on that the most important criterion in planning parking lot is working aspect of single parking instead of parking area.

Based on foreign literature search, there are various ways in foreign cities how to enlarge working aspect of single parking. Progressive taxes in cities centres for parking while changing standardized calculating principles of parking, creating innovative tax levies systems, installing multi-storey and underground garages.

Based on Lithuanian literature research (Šeštokas, Adomavičius, Juškevičius, Burinskienė etc.), the lack of parking's in large cities from scientific point of view, is a very little researched problem. It focuses, in particular, on the research and analysis of parking's and their changes for standards calculating principles.

In full knowledge of foreign and Lithuanian scientific literature parking aspects of research, it can be concluded that in order to improve working of parking's in the city is necessary to define analysed territory. In thesis the Vilnius City which is divided into three zones is chosen as concretized object of research. The first one is central zone (The Old town and the city centre), the second one is middle zone (residential areas, supermarkets, business enterprises, medical institutions, education institutions etc.) and suburban zone (airport, manufacturing and industries companies, various business centres etc.).

The overview of scientific literature in this chapter showed that more attention to effective use of territory for parking's, not for expansion of parking's in the city is needed.

2. The theoretical investigation and analysis of the spaces for car parking

Vilnius is a Lithuanian city with the largest population and the biggest number of cars; this creates major parking shortage problems. There are two parking issues: the first one is the long term parking problem when cars are parked in residential districts (most often in the night time); the second one is the temporary parking problem, when a car is parked for a limited period of time (near a workplace, a shopping mall, a hospital or other entertainment centres). Since these two problems correlate, they have to be solved

together. Investigations are carried out in 8 residential areas and in 49 shopping mall parking lots in order to solve the long term parking problem. The main goal of these investigations is to determine the demand for shopping mall parking lot spaces not for shopping, but in the night time by inhabitants of residential areas.

The research shows that 2.2–18.4 % of cars, parked in residential areas in the night time, are parked in violation of the road traffic regulations. The density of passenger cars parked in residential areas amounts to 35.2–61.0 veh/ha. It was found that the level of occupied parking spaces in shopping mall parking lots reaches up to 27 %. Accordingly, when shopping mall car parking lots are planned in residential areas, the occupied spaces are not taken into account; therefore, there are no attempts to use the land for parking in a more complex way. As a result, a criteria system for parking in the city was compiled after the research. This system enables the increase of the occupancy of shopping mall parking lot coefficient in the night time. (Fig. S1).

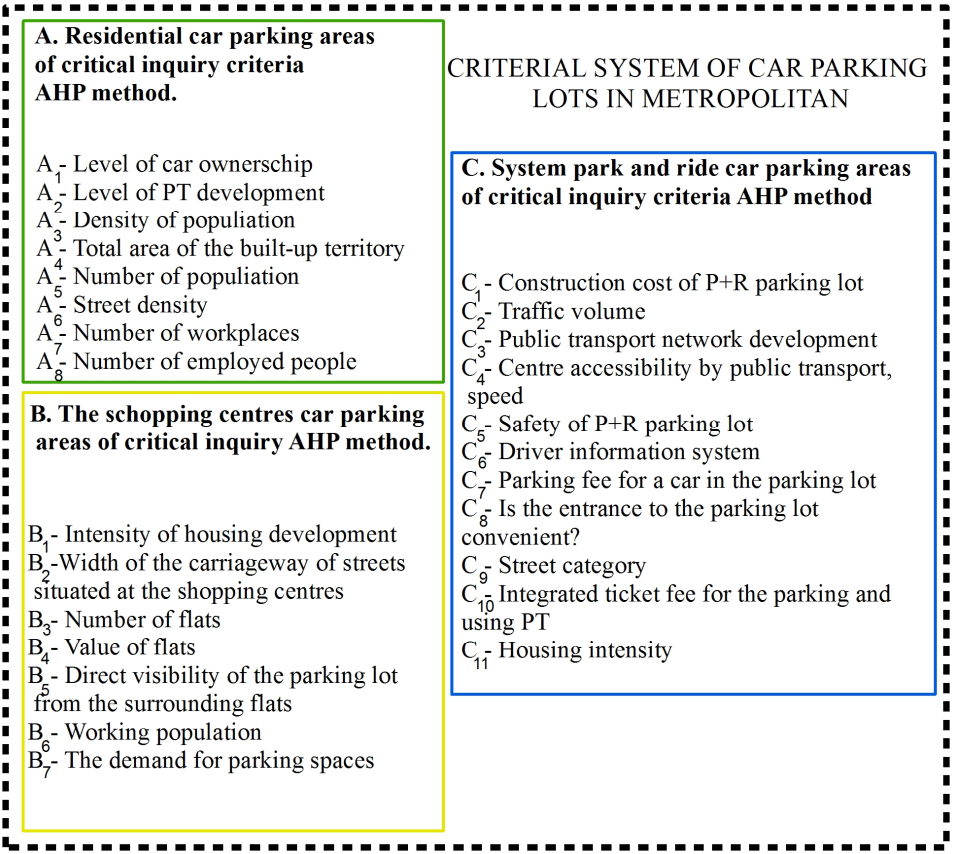


Fig. S1. The scheme of the criteria system for car parking in cities

In order to solve the temporary parking problem, an analysis of the park and ride parking lot development system possibilities is carried out. Based upon the decisions of the Vilnius city general plan, there are 33 preliminary park and ride system parking lot locations. Since the park and ride system does not exist in Lithuania, it is not possible to carry out constructive or developmental park and ride system parking lot analysis in the city based upon its criteria importance and its influence on efficiency by the means of strategic field and laboratory experiments. Therefore, multi-criteria methods are applied in order to achieve this goal.

Figure S2 presents a theoretical model of the park and ride parking lot system.

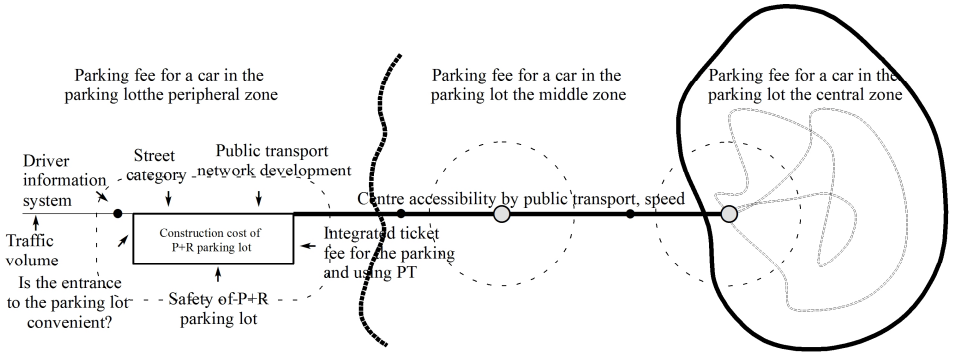


Fig. S2. Theoretical model of the park and ride system (made by the author)

The criteria for car parking in the city were determined by the examination method, i.e. the supervisor of the thesis together with the author of the thesis discerned and systematized the criteria. Appropriate survey questionnaires were given to specialists when applying the analytic hierarchy process (AHP) method. The survey was carried out in Vilnius City where transportation system and territory planning specialists were questioned.

The multi-criteria solutions for parking spaces in the city were applied to criteria groups (A, B and C) with the ranks and weight coefficients estimated by the experts; this allowed to establish the criteria priorities when choosing car parking spaces in city zones. It was found that the level of automobilization (0.287) and the level of public transport development (0.214) has the biggest influence in group A; the demand for parking spaces (0.3452) and the number of apartments (0.2058) has the biggest influence in group B; the development level of the public transport system (0.157) and the duration of a journey by public transport (0.148) has the biggest influence in group C.

3. The assessment of the effectiveness of the parking lots in city

In the third section the 3 staged evaluation of the parking lots effectiveness in Vilnius is carried out. In the first stage priority queues are formed of residential areas of blocks of flats. The queue also denotes the best and the worst parking conditions. In the stage two, the evaluation of shopping center's parking lots effectiveness is carried out with the purpose to effectively use these lots for parking in the night time.

In the third stage, according to the decisions of the Vilnius city general plan, an analysis of the dislocation of 33 park and ride parking lots is carried out. According to the results of the research, and the weight rate of car parking lot criteria, the multifunctional methods such as COPRAS, SAW, TOPSIS and PROMETHEE are used to evaluate the car parking lots.

After the calculations of the first stage it is defined that the best conditions for car parks are in Justiniskes district and the worst – in Pilaites district. The reasons of such ranking are the following:

1. The level of motorisation in the residential area of blocks of flats. Statistically, we can state that the higher the motorisation level is the more intense need is for places in parking lots. In the process of research it is established that this index differed from 358.3 to 470.1 cars/1000 inh.
2. The level of the development of the public transport. The density of route, the frequency and speed of public transport shows the quality service in the city. There are more possibilities and a greater access to reach the destination in case of a higher index.
3. The number of inhabitant. It is a tendency for people to keep their cars as near to their home as possible, not further than 300 m from home. The need for places in parking lots in residential areas depends on people's age, social status, health, and the number of family members.

In the stage two, the complete diverse analysis of 49 parking lots in shopping centres was carried out. According to the density ratio in the night time, the lots were divided into 4 groups: The 1st group lots were occupied from 76 % to 100 %; the 2nd – 51 %–75 %, the 3rd – 26 %–50 %, and the 4th – 0 %–25 %. In order to gain unambiguous answer to what size parking lots in shopping centres are required to be established in residential areas and what are unwished, the following hypothesis was suggested and confirmed. In the urbanised territories, in the stage of planning residential areas and parking lots in shopping centres, a certain amount of inhabitants cars can be directed to the latter places.

The best results were achieved in evaluation of the shopping centres belong to the 1st group. These are not large shopping centres up to 2000 m^2 which have approximately 100 car places (Table S1). It is advisory to build such shopping centres in the territories of blocks of flats which will allow to optimise the land for car parking in the night time. In order to achieve this, the limit values meanings have to be retained. These are the

following: buildings intensity (UI), not less than 1.00, the number of employees (DG_s), not less than 2 000, the number of flats (B_s), not less than 1 000. The calculations show that we can reach the density index of car parks (PC_k) up to 1.00 and to safe 5.6 % of land for car place (PC_r) taken from each flat.

Table S1. The 4th shopping centres limit value

PC_p, m²	PC_v	Limit value			PC_k	PC_r, %
		UI	DG_s	B_S		
iki 2000	iki 100	>1.00	>2000	>1800	1.00	5.6
2001–3000	101–150	0.7–1.00	1500–1999	1300–1799	0.60	5.0
3001–4000	151–200	0.3–0.7	1200–1499	1000–1299	0.40	-
>4001	>201	<0.3	1000–1199	800–999	0.12	-

The results of the 3rd place were gained in evaluating the 3rd group of shopping centres (3 001–4 000 m^2) which have from 151 to 200 car places (Table S1). These parking lots are not effectively used by inhabitants in the night time. The density index (PC_k) – 0.4. In the research of accessibility on foot, it was estimated that after people leave their cars in the shopping centres it takes up to 10 minutes to come home.

The results of the 4th place were obtained in evaluating the 4th group of the shopping centres (more than 4000 m^2 which have more than 200 car places (Table S1). These shopping centres are typical for functions of businesses, entertainment, and special services, oriented to middle class and rich people. Their locations demonstrate the exceptionality: large parking lots, are often built intensely populated city districts, at the main transport hubs and important arterial roads. After the research it was stated that such parking lots are really used by inhabitants in the night time. For this reason, it is suggested to build such centres in the suburban areas of the city and accommodate them for park and ride system.

For all these groups mentioned, the meanings of limit values are founded. These meanings allow the evaluation of shopping centres parking lot development in the residential area of blocks of flats. They are established after the research of 49 parking lots in shopping centres with the applied multifunctional evaluation analysis.

In the stage 3, the evaluation of park and ride system is carried out according to the support of European Union of 2014–2020 period a sponsorship for five Lithuanian cities for development of park and ride system is planned. Vilnius city general plan informs that there are 33 preliminary park and ride system parking lot locations. These groups are divide into 3 groups according to the town zones. Lots in suburban areas of the city (he suburban, middle) and centre (Fig. S3).

Park and ride functions success depends on transport system integration to the city planning progress in which the questions of land property are solved, the financial sources and service needs are denoted; the possibilities to establish parking lots are restriced.

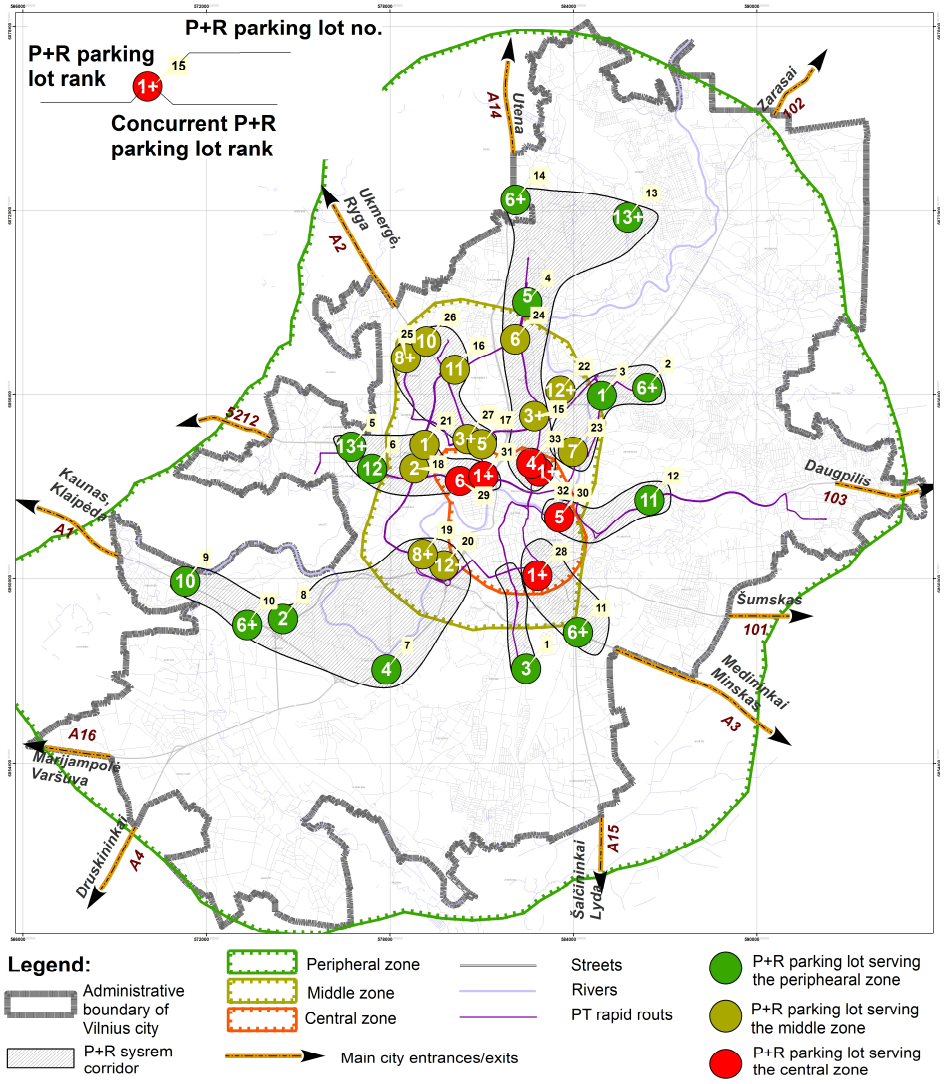


Fig. S3. The results of the systematic selection of Vilnius city park and ride parking lots calculated by multi-criteria methods

There were the reasons to propose the strategy of park and ride. Each park and ride lot is allotted to 8 main city entrances and exits (Fig. S3).

In order to evaluate with the same number linear center of attraction and it is infrastructure quality and adequacy for development of park and ride system‘s car parking’s to help rationally manage car parking system, chemical pollution, traffic jams, accidents and improve quality of peoples lives mathematical model for calculating the index of park and ride system’s car parking quality was proposed (Fig. S4).

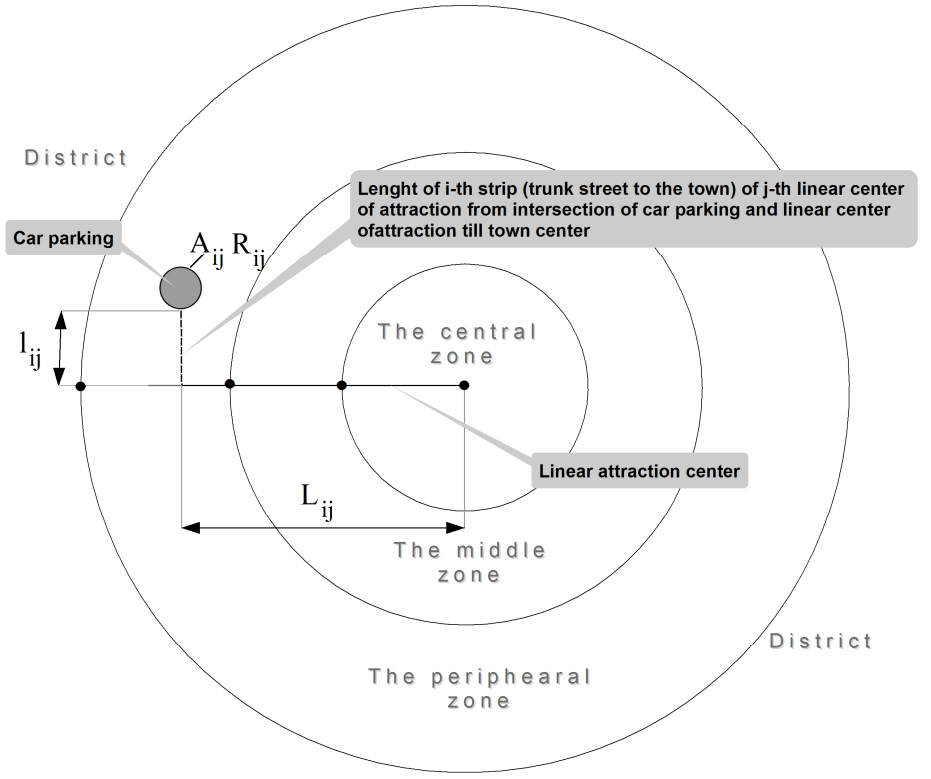


Fig. S4. Mathematical model of quality index calculation of Linear attraction center (author's)

After calculations, it is estimated that firstly, park and ride parking lots have to be established in service route in Kalvariju str. (Table S2). The route covers 3 park and ride parking lots.

Mathematical model being calculated according to the author's formula:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{I} \frac{(L_{ij} - l_{ij})^2}{A_{ij} \cdot R_{ij}}}{\frac{\sum_{j=1}^{J} I_j}{J} \cdot \sum_{j=1}^{J} \sum_{i=1}^{I} R_{ij}}. \quad \text{(S1)}$$

Here K_j – quality index of linear center of attraction; J – number of linear centers of attraction in town, $(j = 1, 2, ..., J)$; I – number of car parking's in j-th route, in linear

center of attraction, $(i = 1, 2, ..., I)$; K – number of car parking's in town, in all linear centers of attraction, $(k = 1, 2, ..., K)$, $K = \sum_{j=1}^{J} I_j$; R – rank of car parking established by experts using multipurpose methods, $R_{ij} = R_1 + R_2 + ... + R_K$); R_{ij} – rank of i-th car parking of i-th linear center of attraction, $(i = 1, 2, ..., I; j = 1, 2, ..., J)$; A_{ij} – area of car parking; L_{ij} – lenght of i-th strip (trunk street to the town) of j-th linear center of attraction from intersection of car parking and linear center of attraction till town center; l_{ij} – distance from car parking till linear center of attraction.

Table S2. Park and ride system on parking lots calculated results

Linear center of gravity	Parking no.	L_{ij}, m	l_{ij}, m	R_{ij}, rank	A_{ij}, m^2	K_j	Place
A1	1 parking	13 300	8 300	10	25 495	0.45	3
	2 parking	11 200	6 200	6	25 495		
	3 parking	9 400	5 000	2	25 495		
	4 parking	7 500	300	4	25 495		
	5 parking	4 100	300	8	10 926		
	6 parking	3 500	600	12	10 926		
5212	1 parking	7 100	300	13	25 495	0.65	2
	2 parking	6 100	100	12	25 495		
	3 parking	4 800	500	2	25 495		
	4 parking	6 000	1 200	1	25 495		
	5 parking	3 000	100	6	10 926		
	6 parking	2 100	100	1	10 926		
A2	1 parking	7 300	700	10	10 926	0.44	4
	2 parking	7 000	300	8	10 926		
	3 parking	5 700	500	11	10 926		
	4 parking	3 500	300	3	10 926		
	5 parking	3 400	300	5	10 926		
A14	1 parking	10 100	2 100	6	25 495	1.13*	1
	2 parking	10 500	4 300	13	25 495		
	3 parking	7 000	100	5	25 495		
	4 parking	6 000	500	6	10 926		
	5 parking	4 700	500	3	10 926		
	6 parking	4 500	800	12	10 926		
	7 parking	1 400	100	4	3 237		
	8 parking	1 300	100	1	3 237		

End of the Table S2

102	1 parking	6 500	300	6	25 495	0.28	5
	2 parking	5 900	100	1	25 495		
	3 parking	3 600	300	7	10 926		
103	1 parking	4 600	100	11	25 495	0.02	8
	2 parking	1 200	100	5	3 237		
A3	1 parking	4 600	2 000	6	25 495	0.15	6
	2 parking	2 200	100	1	3 237		
Airport	1 parking	6 500	100	3	25 495	0.03	7

The last section of the dissertation provides three original conceptual models of park and ride parking lots which are accommodated to an actual city space.

General conclusions

1. The analysis of the research of scientific literature on parking lots showed that rapidly growing motorisation level is altering into systematic city crisis: constant traffic congestion, the time extension of daily trips, traffic quality, the increase of public transport speed, and etc. According to the experiences of foreign countries, there are a lot of cities which managed to partially solve some occurring problems ith car parking lots in urbanised territories.
2. AHP method was applied to denote the weight criteria of the answers to the questionnaire given to the experts of each group A, B, and C. The importance of group criteria have been defined, and the opinions proportionated.
3. Car parking lots research in 8 Vilnius residential areas of blocks of flats show that the problem exists not only in the areas which were constructed in the times of the Soviet Union when according to the criteria one car space was allotted to 4–5 flats, but also it exists in recently built residential areas, where a parking space is allotted to each fact. The research shows that 2.2 %–18.4 % of cars, parked in residential areas in the night time, are parked in violation of the road traffic regulations.
4. It is estimated that the density of parking lots in the night time vary from the numbers of flats, employees, and etc.
5. The best results were in evaluating the 1st group of parking lots in those shopping centres which while planning the buildings allows the flow of car into their territory. The second place results are based on evaluation of the II group of parking lots in shopping centres and it the development of new blocks of flats, it is important to find the right positioning of the elements of between the two.
6. After carrying out the analysis of park and ride parking lots and multifunctional evaluation in the suburban the ratio, the priority queue must be established. According to the ranking results, the systematic strategy of selection allows certain calculations of the most rational routes.

7. The conceptual methods of park and ride car lotuses are created and adjusted to the conditions of Vilnius. All is taken into consideration: free land, street facility, traffic safety and public transport routes. The models can be applied to other cities which will create possibilities for successful functioning of park and ride parking lots.

Priedai*

A priedas. Sprendimo priėmimo duomenys, automobilių stovėjimo vietų prekybos centruose, daugiatiksliam vertinimui
B priedas. Bendraautorių sutikimai teikti publikacijoje skelbtą medžiagą mokslo daktaro disertacijoje
C priedas. Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema kopijos

*Priedai pateikiami pridėtoje kompaktinėje plokštelėje

A priedas. Sprendimo priėmimo duomenys, automobilių stovėjimo vietų prekybos centruose, daugiatiksliam vertinimui

A1 lentelė. I-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų reikšmės
Table A1. The values of the criteria of occupancy potential for car parking's of shopping centres in group I

Eil. Nr.	PC pavadinimas (adresas)	B_1, %	B_2, m	B_3, vnt.	B_4, Lt./m^2	B_5, %	B_6, vnt.	B_7, %
1.	PC „Iki“ (Laisvės pr. 31)	1,36	34	2480	2670	17	2350	239
2.	PC „Iki“ (Didlaukio g. 80A)	0,95	70	1610	3448	11	1880	505
3.	PC „Rimi“ (L. Asanavičiūtės g. 20)	0,79	6	1430	2670	17	1350	241
4.	PC „Iki“ (Rygos g. 41)	1,48	24	2480	2734	14	3150	259
5.	PC „Iki“ (Žemynos g. 2)	1,08	14	1720	2705	18	2470	542
6.	PC „Maxima“ (Didlaukio g. 1)	0,42	13	720	3402	9	960	492
7.	PC „Iki“ (Antakalnio g. 73)	1,03	14	2220	3489	10	1780	373
8.	PC „Maxima“ (Taikos g. 162A)	1,01	20	1700	2730	19	2240	256

A2 lentelė. II-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų reikšmės
Table A2. The values of the criteria of occupancy potential for car parking's of shopping centres in group II

Eil. Nr.	PC pavadinimas (adresas)	B_1, %	B_2, m	B_3, vnt.	B_4, Lt./m^2	B_5, %	B_6, vnt.	B_7, %
1.	PC „Rimi“ (Architektų g. 19)	0,92	14	1610	2635	17	1580	369
2.	PC „Maxima“ (Gedvydžių g. 17)	1,03	13	1640	2757	9	2310	255
3.	PC „Norfa“ (Laisvės pr. 82)	0,53	40	950	2738	6	1250	467
4.	PC „Rimi“ (Antakalnio g. 85)	0,63	14	1320	3448	3	1060	390
5.	PC „Maxima“ (Šaltkalvių g. 2)	0,96	34	1760	2659	11	1750	455

A2 lentelės pabaiga

6.	PC „Iki“ (Saulėtekio al. 43)	0,13	7	20	2635	0	140	221
7.	PC „Norfa“ (Savanorių pr. 1)	0,33	30	590	4151	40	690	463
8.	PC „BIG“ (Ukmergės g. 369)	0,73	33	1290	3837	0	1710	221

A3 lentelė. III-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų reikšmės

Table A3. The values of the criteria of occupancy potential for car parking's of shopping centres in group III

Eil. Nr.	PC pavadinimas (adresas)	B_1, %	B_2, m	B_3, vnt.	B_4, Lt./m^2	B_5, %	B_6, vnt.	B_7, %
1.	PC „Norfa“ (Ateities g. 48)	0,43	8	680	2949	5	970	260
2.	PC „Mandarinas“ (Ateities g. 91)	0,35	10	520	3267	30	830	282
3.	PC „Norfa“ (L. Zemanhofo g. 3)	0,76	6	1290	3463	0	1770	234
4.	PC „Iki“ (Žirmūnų g. 2)	0,70	0	1390	3474	8	1220	417
5.	PC „Iki“ (Buivydiškių g. 17)	0,77	35	1330	2696	9	1510	249
6.	PC „Maxima“ (Viršuliškių g. 30)	1,04	7	1880	2710	15	1890	169
7.	PC „Maxima“ (Mindaugo g. 11)	0,55	27	1020	3779	11	1140	446
8.	PC „Iki“ (Antakalnio g. 42)	0,35	14	730	3345	0	630	390
9.	PC „Iki“ (Architektų g. 214)	0,64	15	1150	2614	19	1070	352
10.	PC „Iki“ (Kapsų g. 22)	0,45	7	770	2659	11	920	491
11.	PC „Norfa“ (Justiniškių g. 12)	0,28	27	480	2730	22	570	187
12.	PC „Rimi“ (Antakalnio g. 55/1)	0,71	21	1410	3345	8	1170	414
13.	PC „Norfa“ (L. Asanavičiūtės g. 29)	0,82	66	1530	2670	31	1400	233

A4 lentelė. IV-osios grupės prekybos centrų automobilių stovėjimo aikštelių kriterijų reikšmės

Table A4. The values of the criteria of occupancy potential for car parking's of shopping centres in group IV

Eil. Nr.	PC pavadinimas (adresas)	B_1, %	B_2, m	B_3, vnt.	B_4, Lt./m^2	B_5, %	B_6, vnt.	B_7, %
1.	PC „Rimi“ (Kareivių g. 11A)	0,17	0	310	3345	25	400	458
2.	PC „Norfa“ (Justiniškių g. 91)	0,95	48	1590	2721	0	2050	258
3.	PC „Maxima“ (Gabijos g. 30)	0,72	16	1170	3219	14	1530	526
4.	PC „Maxima“ (Žalgirio g. 105)	0,49	23	870	3631	12	1030	475
5.	PC „Rimi“ (Savanorių pr. 16)	0,21	40	410	3527	25	470	432
6.	PC „Iki“ (Šeškinės g. 32)	0,33	50	590	2735	8	630	170
7.	PC „Mada“ (Viršuliškių g. 40)	0,89	15	1580	2690	20	1800	238
8.	PC „Iki“ (Fabijoniškių g. 2A)	0,27	9	450	2782	8	650	243
9.	PC „Banginis“ (P. Lukšio g. 34)	0,61	21	1170	3345	14	1450	105
10.	PC „Norfa“ (Ateities g. 10)	0,44	22	700	3097	18	920	540
11.	PC „Rimi“ (P. Lukšio g. 64)	0,29	39	580	3345	50	590	419
12.	PC „Rimi“ (Jeruzalės g. 4)	0,67	20	1140	4212	3	1530	496
13.	PC „Maxima“ (Liepkalnio g. 122)	0,04	42	70	1666	0	90	543
14.	PC „Maxima“ (Ukmergės g. 282)	0,34	42	570	3413	9	810	516
15.	PC „Iki“ (J. Jasinskio g. 16)	0,17	52	180	4190	0	280	847
16.	PC „Maxima“ (Tuskulėnų g. 66)	1,04	18	2000	3307	14	1900	433
17.	PC „Norfa“ (Kalvarijų g. 206)	0,13	0	220	3135	0	280	493

A4 lentelės pabaiga

18.	PC „Iki“ (Jeruzalės g. 17)	0,34	22	540	3283	23	780	541
19.	PC „Norfa“ (L. Giros g. 15)	0,53	11	840	2962	8	1320	260
20.	PC „Maxima“ (Sausio 13-osios g. 2)	0,28	18	540	2670	0	480	222

Vytautas PALEVIČIUS

LENGVŲJŲ AUTOMOBILIŲ STOVĖJIMO AIKŠTELIŲ MIESTE VERTINIMAS DAUGIATIKSLIAIS METODAIS

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai,
statybos inžinerija (02T)

EVALUATION OF CAR PARKING LOTS IN CITIES BY MULTICRITERIA METHODS

Doctoral Dissertation

Technological Sciences,
Civil Engineering (02T)

2014 11 10. 11,25 sp. l. Tiražas 20 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
http://leidykla.vgtu.lt
Spausdino UAB „Baltijos kopija“
Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius