



MIESTŲ PRIORITETIŠKUMO NUSTATYMAS DARNIOS STATYBOS PLĖTRAI

Marius LAZAUSKAS¹, Jonas ŠAPARAUSKAS²

¹*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Statybos fakultetas, Statybos technologijos ir vadybos katedra, adresa: Saulėtekio al. 11, LT-11223 Vilnius, Lietuva*

E-paštas: ¹marius.lazauskas@gmail.com; ²jonas.saparauskas@vgtu.lt

Santrauka. Daugelio pasaulio valstybių nekilnojamojo turto sektoriaus krizė sudarė nepalankias sąlygas juridiniams subjektams, kurių pagrindinė veikla buvo statyba, naujų nekilnojamojo turto plėtros projektų įgyvendinimui. Atsirado poreikis įvertinti investicijų efektyvumą nukreiptą į naujas rinkas, nepamirštant šiuolaikinių statybos sektoriaus plėtros tendencijų, susijusių su darniu statybos projektų įgyvendinimu. Būtent dėl šių tikslų siekiama sudaryti tipinį skaičiavimo modelį, kuris gali būti pritaikytas efektyviai ir nesudėtingai įvertinti investicijų pagrįstumą naujose rinkose užtikrinant darnios plėtros principų laikymąsi. Formuojamas daugekriteris uždavinys, kurio tikslas nustatyti Baltijos valstybių miestų prioritetiškumą, o sprendimui yra pasitelkiami daugiakriteriai metodai – MOORA bei MULTIMOORA.

Raktiniai žodžiai: MOORA, MULTIMOORA, statybos rinkos vertinimas, sprendimų priėmimas, daugiakriteriai metodai.

Įvadas

2007 metais prasidėjusi ir 2008 metais gerokai įsibėgėjusi finansinė krizė destabilizavo nekilnojamojo turto rinką. Dėl pasikeitusios paskolų politikos nekilnojamojo turto savininkai nebepajėgė atsiskaityti su bankais (Kang, Liu 2014; Auerbach *et al.* 2010; Hall 2010, Mishkin 2011, Angelopoulou *et al.* 2014). Pastaroji ekonomikos krizė paveikė ne tik statybos sektorių, poveikis buvo jaučiamas ir kitose pramonės šakose (Kang, Liu 2014).

Statybos sektorius yra vienas iš reikšmingiausių sektorių, darančių ypač reikšmingą įtaką visam šalies ekonomikos lygiui (Taylan *et al.* 2014). Analogiškai, vyraujanti tarptautinė ir nacionalinė situacija sąlygojo statybos srities svyravimus, todėl paskutiniosios krizės statybos pramonėje laikotarpis palietė ne tik Vakarų ekonomikas, tačiau turėjo įtakos ir Baltijos valstybių, tame tarpe Lietuvos, statybos pramonei. 2013 metų pabaigoje 2014 metų pradžioje pradėjo atsigaivinti Lietuvos statybos pramonė. Lietuvoje, kaip ir daugelyje viso pasaulio šalių, yra įgyvendinama daug naujos kokybės pastatų ir jų kompleksų projektų, nuolatos atnaujinamas pastatų fondas. Kokybinė ir kiekybinė miestų plėtra vyksta senamiesčiuose, gyvenamuosiuose rajonuose ir priemiesčiuose, išnaudojamos neužimtos teritorijos arba pritaikomos esamos nunykusios miesto erdvės gyventojų ar kitų suinteresuotų grupių poreikiams.

Siekdami išspręsti nekilnojamojo turto sektoriaus krizės problemas ir bandydami stabilizuoti regiono situaciją, Baltijos šalyse veikiančios statybos sektoriaus dalyviai peržiūrėjo savo veiklos prioritetus ir tikslus. Natūralu, kad Lietuva, Latvija ir Estija turi savitas statybos sektoriaus tradicijas žvelgiant iš ekonominės, rinkos, teisinės bazės, technologinių bei techninių sprendimų, kultūrinės, psichologinės bei kitų pusių. Tačiau bendrais bruožais statybos sektoriaus sėkmę nulemia ekonominė, teisinio reglamentavimo, institucinė bei politinė šalies strategija (Kaklauskas *et al.* 2011).

Stabilizavus Baltijos regiono ekonominius ir finansinius procesus, tokius kaip įmonių bankrutavimas, nedarbo lygis, didėjantis blogų bankų paskolų skaičius, mažėjantys atlyginimai ir nekilnojamojo turto kainų kritimas, atsirado poreikis nekilnojamojo turto rinkos dalyviams įsivertinti savo tolimesnės veiklos kryptis.

Glaudus Baltijos šalių tarpusavio bendradarbiavimas valstybiniu lygiu ir atskirų statybos rinkos dalyvių jungtinė veikla sukuria poreikį įvertinti Lietuvos, Latvijos bei Estijos didžiausių miestų, kaip potencialias statybos sektoriaus rinkas, į kurias turėtų būti atkreipiamas didžiausias dėmesys, siekiant efektyviai plėtoti statybos projektus. Trijų Baltijos valstybių sostinių (Vilnius, Ryga, Talinas) statybos sektoriaus potencialo įvertinimas suteiktų galimybę tinkamai nukreipti statybos rinkos dalyvių kapitalą ir investicijas efektyviausia linkme, sukuriant didžiausią pridėtinę vertę šalies ekonomikai, gyventojams bei darnios aplinkos plėtojimui.

Didelė dalis darnaus miesto plėtrą įtakančių sričių priklauso statybos šakai, apimant naują statybą, senos statybos pastatų pritaikymą šiandieniniams vartotojų poreikiams, kelių bei inžinerinių tinklų tiesimą, atsinaujinančių energijos šaltinių integravimą į pastatų technologijas. Statybos sritis privalo apimti tiek architektūrinius, tiek gamtosauginius, socialinius bei ekonominius aspektus vertinant miesto, kuriuo bus patogiu naudotis dabartinės ir ateities kartoms, vystymą. Darnaus miesto modeliavimui reikalingas kompleksinis modelis, pagal kurį būtų galima atlikti miesto raidos analizę ir darnaus vystymosi planavimą ateityje pritaikant šiuolaikines technologijas ir strateginius sprendimus.

Nagrinėjant kelias alternatyvas, kurios yra apibūdinamos savitais rodikliais yra racionalu pasitelkti daugiapakopius vertinimo metodus. Šio uždavinio sprendimui yra pasitelkti MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratioanalysis) ir MULTIMOORA (MOORA plus Full Multiplicative Form) metodai, kurių pagalba bus vertinamas Vilniaus, Rygos ir Talino miestų prioritetiškumas darnios statybos idėjų plėtojimui.

Nagrinėjama problematika ir rodiklių sistemos sudarymas

Darni plėtra yra viena iš pagrindinių problemų visame pasaulyje. Tikriausiai didžiausią problemą darnaus vystymosi procese užima gyventojų socialiniai poreikiai, jų požiūris į supančią aplinką ir gamtą (Baumgärtner, Quaas 2010). Žmonės, verslas, visuomenės ir valdžios institucijos kartu ieško būdų skatinti ekonomikos plėtrą, vystyti aplinkos ir socialinę gerovę siekiant patenkinti žmonių prigimtinius poreikius (Mayer 2008). Todėl yra būtinas verslo atstovų ir viešojo sektoriaus tarpusavio bendradarbiavimas, siekiant efektyviausių sprendimo įgyvendinimo. Visos statybos projekto vystyme dalyvaujančios pusės yra suinteresuotos savo tikslų pasiekimu. Būtent dėl šios priežasties, Baltijos jūros regione veikiančios statybos paslaugų teikimo bei produktų gamybos subjektai yra suinteresuoti skirti savo finansines investicijas į efektyviausias rinkas.

Visi viešojo ir privačiojo sektoriaus subjektai, siekdami įvertinti tam tikro objekto patrauklumą, siekia išskirti objekto stiprybes, silpnybes, galimybes bei grėsmes, t. y. atliekama SSGG analizė. Baltijos šalių valstybės tarpusavyje turi daug panašumų, todėl galima nustatyti bendrus esminius SSGG parametrus (1 lentelė).

1 lentelė. Baltijos šalių SSGG analizė

SSGG	Apibūdinimas
Stiprybės	<ul style="list-style-type: none"> – Makroekonomikos stabilumas; – Nuolatinis ekonomikos augimas; – Palanki geografinė vieta, orientuota į tranzitą vakarų kryptimi; – Orientacija į vakarų rinkas; – Aukštas išsilavinimo lygis; – Prieiga prie Baltijos jūros.
Silpnybės	<ul style="list-style-type: none"> – Žemas jaunų žmonių praktinių įgūdžių lygis; – Nepakankamos socialinės garantijos; – Energetinė priklausomybė ir vietinės energijos trūkumas; – Nepakankamas atsinaujinančių energijos šaltinių valdymas; – Nepakankamos investicijos į technologijų plėtrą.
Galimybės	<ul style="list-style-type: none"> – Narystė ES bei bendroji narių rinka; – Augantis bendradarbiavimas su Baltijos jūros regiono šalimis; – Pastovus ekonomikos augimas traukia užsienio investicijas; – Investicijos į technologijų plėtrą; – Imigrantų darbo jėga.
Grėsmės	<ul style="list-style-type: none"> – Energetinė priklausomybė; – Auganti konkurencija pramonės sektoriuose; – Priklausomybė nuo ES rinkų; – Gyventojų senėjimas; – Protų nutekėjimas; – Darbo jėgos nutekėjimas.

Įvertinus Estijos, Latvijos bei Lietuvos stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių bendrus bruožus, galima daryti išvadą, kad šalys susiduria su panašiomis problemomis socialinėje, gamybinėje, strateginėje bei kitose srityse, todėl siekiant sustiprinti šias rinkas gali būti taikomi iš esmės panašūs problemų sprendimo būdai. Formuojamo uždavinio tikslas – nustatyti kuri iš trijų nagrinėjamų sostinių yra patraukliausia investiciniu požiūriu į statybos pramonės sritis bei investicinis procesas sukurtų didžiausią pridėdamąją vertę plėtojant darnią aplinkos plėtrą.

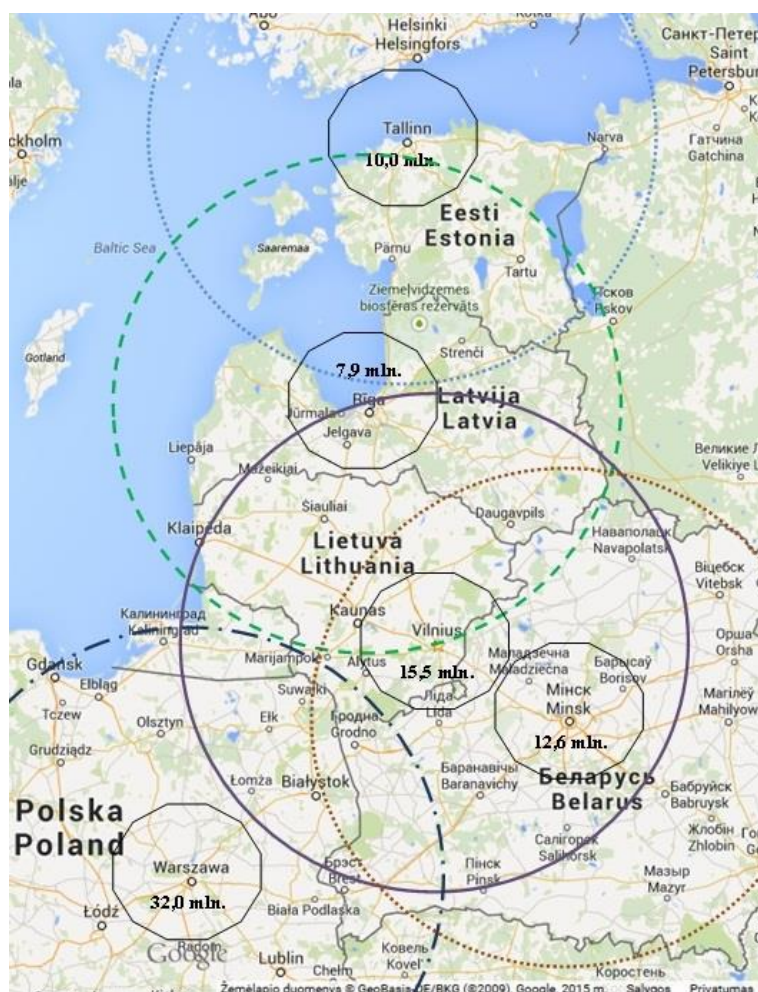
Statybos projektų efektyvus vystymas visuomet privalo būti pagrįstas įsitikinimu, kad bus įmanoma sėkmingai užbaigti statybos projektą ir pasiekti užsibrėžtus tikslus, kuo artimesnius darnios plėtros politikai. Miestai, kaip

potenciali statybos tikslų įgyvendinimo rinka, yra sudaryta iš daugelio ją apibūdinančių rodiklių. Nagrinėjamos trys alternatyvos – trys sostinės: Vilnius, Ryga ir Talinas. Šios sostinės apibūdinamos daugeliu rodiklių, pavyzdžiui gyventojų tankumas, viešojo transporto maršrutų skaičius, vidutinis dirbančiųjų darbo užmokestis, pasaulinis miesto konkurencingumo indeksas, gyvenamojo ar biurų ploto nuomos ar įsigijimo kaina, sveikatos apsaugos indeksas ir kt. Straipsnio autoriai išskiria tris pagrindines rodiklių grupes (ekonominiai, socialiniai ir aplinkos), kuriais šiame straipsnyje bus vertinamas miesto efektyvumas (2 lentelėje).

Pateikiami rodikliai tarpusavyje sudaro skaičiavimo sistemą, kuri yra apibūdinama kaip daugiakriterinis uždavinys. Tokio tipo uždaviniams spręsti mokslinėje literatūroje yra pateikiama daug sprendimo algoritmų, pavyzdžiui MOORA, MULTIMOORA, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE, ARAS, COPRAS, SAW bei kiti pasaulyje plačiai naudojami metodai.

2 lentelė. Miesto darnios statybos rodikliai

Nr.	Rodiklio pavadinimas	Rodiklio apibūdinimas ir vertinimo kryptis
<i>Ekonominiai</i>		
x_1	BVP augimas, %; (DNB 2014)	Nedarbo lygis ir BVP (bendrasis vidaus produktas) yra glaudžiai susiję rodikliai: kuo daugiau darbuotojų, tuo daugiau paslaugų ir produkcijos ekonomika gali pagaminti. BVP – tai per tam tikrą laikotarpį sukurtų galutinio vartojimo prekių ir paslaugų pinigine išraiška, parodanti visos šalies ekonomikos dydį. Kryptis – <i>maksimizuojama</i> (siekiama ekonomikos augimo).
x_2	Užsienio investicijos į šalies ekonomiką, mln./EUR; (Sorainen 2014)	Rodiklis, kuriuo apskaičiuota, kokios investicijos pasiekė šalies ekonomiką iš užsienio investuotojų. Rodiklis apibrėžia visą šalies ekonomiką, tačiau įvertinus tai, kad didieji šalies miestai kuria didžiausią pridėjamą vertę, tuomet didžioji šių investicijų dalis atitenka didžiųjų miestų fondams. Kryptis – <i>maksimizuojama</i> (siekiama investicijų pritraukimo ir ekonomikos plėtros).
x_3	Butų pardavimo sandorių skaičius, vnt.; (PWC 2014)	Rodiklis, nusakantis kiek per 2014 metus įvyko gyvenamųjų butų pardavimo sandorių. Kryptis – <i>maksimizuojama</i> (siekiama gyvenamojo nekilnojamojo turto cirkuliacijos rinkoje).
x_4	Investicinių sandorių skaičius, vnt.; (Sorainen 2014)	Rodiklis, įvertinantis kiek per 2010-2013 metus įvyko investicinių sandorių. Kryptis – <i>maksimizuojama</i> (siekiama pritraukti vietinį ir išorinį kapitalą).
<i>Socialiniai</i>		
x_5	Nedarbo lygis, %; (DNB 2014)	Nedarbo lygis yra procentinė išraiška santykio asmenų, galinčių ir norinčių dirbti, tačiau neturinčių tinkamo darbo, su visais darbingais gyventojais, t.y. darbo jėga. Nedarbo lygis parodo, koks yra bedarbių procentas visos darbo jėgos požiūriu. Padėtį, kai nedarbo lygis sudaro 4 – 5 proc., ekonomistai laiko visišku užimtumu. Kryptis – <i>minimizuojama</i> (siekiama mažinti bedarbių skaičių bei kurti pakankamai darbo vietų).
x_6	Būsto įsigijimo indeksas, cont. (NUMBEO 2014)	Rodiklis, apibūdinantis gyventojų gaunamų pajamų ir esamo nekilnojamojo turto tarpusavio santykį ir galimybes gyventojams įsigyti nekilnojamąjį turtą. Tarpusavyje palyginamos vidutinių nekilnojamojo turto objektų kainos ir vidutinių namų ūkių pajamų santykis. Kryptis – <i>minimizuojama</i> (siekiama didinti suinteresuotų pirkėjų perkamąją galią).
x_7	Būtiną pragyvenimo krepšelio indeksas, const. (NUMBEO 2014)	Būtiną pragyvenimo prekių ir paslaugų krepšelio įvertinimas. Šis krepšelis apima tokias sritis kaip maistas, pragyvenimas, išlaidos transportui bei medicininiams paslaugoms bei kita. Kryptis – <i>minimizuojama</i> (siekiama mažinti atotrūkį tarp gyventojų perkamosios galios ir pragyvenimui reikalingų būtinųjų prekių krepšelio).
x_8	Saugumo indeksas, cont. (NUMBEO 2014)	Rodiklis, nusakantis gyventojų pasitenkinimą aplinkos saugumu, galimybėmis būti apsaugotam mentaliniams ir fiziniams bei stichiniams veiksniams. Kryptis – <i>maksimizuojama</i> (siekiama kurti visapusiškai saugią fizinę ir mentalinę aplinką).
<i>Aplinkos</i>		
x_9	Miesto plotas, km ² ; (Wikipedia 2014)	Apibūdamas miesto dydis, kuris sudarytas iš centrinės miesto dalies ir miesto prieigų, kurios patenka į miesto savivaldybės jurisdikciją. Kryptis – <i>maksimizuojama</i> (siekiama apimti darnos principais kuo didesnė miesto teritorija).
x_{10}	Pastatų užimamas plotas miesto teritorijoje, %; (Wikipedia 2014)	Nusakoma miesto teritorijos dalis, kuri yra urbanizuota pastatais. Rodikliu yra įvertinama galimybė naujų pastatų arba kitų statinių statybos galimybės. Kryptis – <i>minimizuojamas</i> (vertinami didesni plėtros galimybių rezervai).



1 pav. Gyventojų pasiskirstymas 300 km atstumu (Vilniaus miesto detalusis planas iki 2015 m.)

x_{11}	Biurų ir gamybinės paskirties patalpų plotas, tūkst. m^2 ; (PWC 2014)	Rodiklis, kuris nusako miesto zonoje esančių biurų, gamyklų, fabrikų, sandėliavimo bei kitų industrinių pastatų patalpų plotą. Kryptis – <i>minimizuojamas</i> (vertinami didesnės statybos verslo vystymo galimybės).
x_{12}	Oro užterštumas, $\mu g/m^3$ (NUMBEO 2014)	Rodiklis, nusakantis miesto oro užterštumą. Oro užterštumas nustatomas vertinant tokių medžiagų kaip anglies dvideginio, ozono, azoto dioksido, sieros dioksido bei kitų dujų kiekį ore. Kryptis – <i>minimizuojamas</i> (siekiama švarios aplinkos).

Kiekvieno pasaulio miesto aplinka sąveikauja su daugeliu suinteresuotų grupių atstovais (Kutut *et al.* 2014). Ne išimtis ir Vilnius, Ryga bei Talinas ir jų aplinkinės teritorijos, kurių gyventojams įtaką daro didieji miestai (1 pav.). Šių miestų sąveikos aplinka yra glaudžiai susijusi su valstybinėmis institucijomis, verslą vykdančiais juridiniais subjektais, religinėmis bendruomenėmis, investuotojais, gyventojais, šiuos miestus lankančiais užsienio turistais. Tarpusavyje glaudžiai sąveikauja gamta ir civilizacija, kurios sąveika turi būti palaikoma užtikrinant visų pusių interesus (Turskis *et al.* 2012). Siekiant užtikrinti kelių suinteresuotų grupių interesus privalo būti pasirinkti skaičiuojamieji metodai, kurie leistų įvertinti kiekvienos iš suinteresuotų grupių indėlį į priimamą sprendimą. Šio uždavinio sprendimui, t. y. kompleksiskam statybos projekto realizavimui yra pasirenkami vertinimo rodikliai, pateikti 2 lentelėje, siekiant įvertinti miesto efektyvumą sąveikaujant privatiems investuotojams ir užtikrinant darnios plėtros principus (Marsal-Llacuna *et al.* 2015):

- Žaliųjų erdvių ir biologinės įvairovės didinimas;
- Miesto viešųjų erdvių kompaktiškumas ir įvairovė;
- Viešojo transporto sistemos plėtra;
- Aplinkos kokybės ir sveiko miesto nustatymas;
- Atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas;
- Atliekų rūšiavimas ir rūšiavimo kultūros skatinimas;
- Socialinio gyvenimo ir bendravimo skatinimas;
- Verslo subjektų veiklos reguliavimas vadovaujantis darnios plėtros principais;

- Darnaus vystymosi švietimas;
- Tarptautinis miestų bendradarbiavimas;
- Aukščiau įvardintų strategijų laikymasis.

Uždavinio sprendimo algoritmas

Šis uždavinys yra sudarytas iš trijų alternatyvų vertinimo, kurios yra nusakomos keliolika rodiklių. Pasirenkant daugiakriterius metodus iš mokslinėje literatūroje plačiai žinomų tokio tipo uždaviniams spręsti skirtų metodų yra parenkami metodai, kurie leistų uždavinio duomenis įvertinti kuo mažesnėmis žmogiškosiomis sąnaudomis ir leistų nustatyti tikslų išeitinį rezultatą. Tokio daugiakriterio uždavinio sprendimui yra pasitelkiami MOORA ir MULTIMOORA metodai.

Tuo metu, kai yra nustatomos MOORA ir MULTIMOORA alternatyvų rodiklių maksimizuojantys ir minimizuojantys kryptingumai, straipsnio autoriai vertina šiuos kryptingumus siejant privačių investuotojų ir gyventojų interesus, t.y. siekiant bendrųjų darnios plėtros principų – skatinant verslą, užtikrinant visuomeninius ir žmogiškuosius poreikius, tausoiant gamtą ir išteklius.

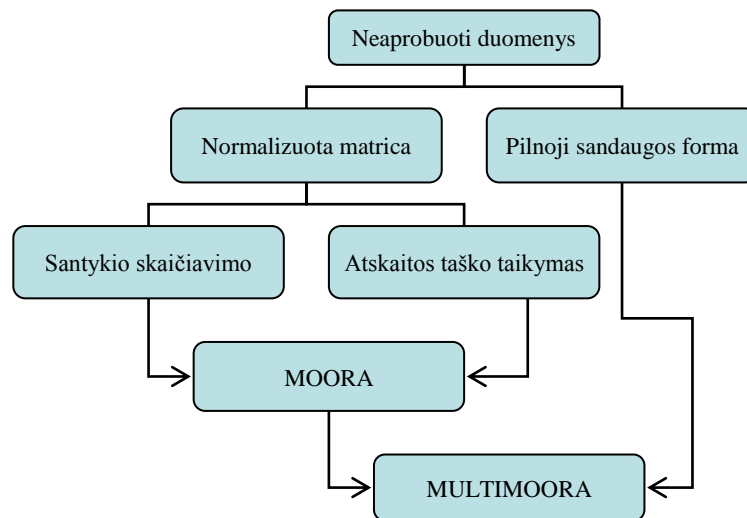
MOORA metodas (*Multi – Objective Optimization Onthebasis of Ratio Analysis*) pirmą kartą buvo pasiūlytas 2006 m. mokslininkų Brauers ir Zavadsko (2006). MOORA metodas yra taikomas daugelyje mokslo sričių, kaip pavyzdžiui statybos inžinerijoje bei vadyboje (Kalibatas, Turskis 2008, Brauers, Zavadskas 2009), ekonomikoje (Brauers et al. 2007; Balezentis et al. 2010), transporte (Brauers et al. 2008a) ir gamyboje (Chakraborty 2011).

MOORA metodą sudaro dvi dalys (Brauers et al. 2008b), kurios skirtos viena kitos savikontrolei palaikyti:

1. Santykio skaičiavimo (The Ratiosystem);
2. Atskaitos taško teorijos taikymo (The Referencepoint).

Pasak Chakraborty (2011) MOORA metodas yra lengvai perprantamas ir įgyvendinamas metodas. MOORA metodo skaičiavimo principai ir rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

MULTIMOORA, tai metodas, kuris buvo sukurtas papildant MOORA metodą papildoma sandaugos forma (Brauers, Zavadskas 2010). Scheminė metodo išraiška pateikiama 2 paveiksle.



2 pav. MULTIMOORA sprendimo algoritmo schema (Brauers, Zavadskas 2010)

MOORA metodas buvo papildytas pilnąja sandaugos forma, apimančia sandauginės naudingumo funkcijos minimizavimą ir maksimizavimą.

Daugiatikslių MOORA ir MULTIMOORA metodų taikymas apima daugelio problemų, sudarytų iš daugelio galimų alternatyvų, vertinimo ir sprendimų priėmimo paieškas įvairiose srityse, kurios gali būti nusakomos kriterijais apibūdinamomis alternatyvomis. Autoriai 3 lentelėje pateikia šių metodų taikymo Lietuvos ir pasaulio mokslininkų darbų publikacijas, susijusias su statybos sektoriaus problemų nagrinėjimu.

3 lentelė. MOORA ir MULTIMOORA metodų taikymas statybos srityje

<i>Autorius</i>	<i>Nagrinėjama problema</i>
Karande ir Chakraborty (2013)	Medžiagų parinkimas
Kurmar ir Ray (2014)	Dizaino modeliavimas
Zavadskas et al. (2013)	Statybos technologijų parinkimo vertinimas
Wang et al. (2013)	Gamybos procesų vertinimas

Brauers <i>et al.</i> (2012)	Mūrinių pastatų vertinimas
Štreimikienė <i>et al.</i> (2012)	Atsinaujinančių energijos šaltinių gamyba
Liu <i>et al.</i> (2014)	Rizikos įsivertinimas
Liu <i>et al.</i> (2014b)	Atliekų tvarkybos strategijos parinkimas
Kracka, Zavadskas (2013)	Stambiaploksčių namų atitvarų parinkimas taikant daugiataksičius metodus
Eglimez <i>et al.</i> (2015)	Miesto darni plėtra
Lima <i>et al.</i> (2013)	Tiekėjų parinkimas
Balezentis <i>et al.</i> (2011)	Europos Sąjungos narių vertinimas daugiataksliu MULTIMOORA metodu
Kalibatas <i>et al.</i> (2012)	Racionalaus gyvenamojo namo parinkimas vertinant mikroklimatą
Kalibatas <i>et al.</i> (2011)	Gyvenamųjų pastatų mikroklimato vertinimas
Kracka <i>et al.</i> (2010)	Gyvenamųjų pastatų vertinimas
Tao, Tam (2013)	Statybos projektų vertinimas
Brauers, Zavadskas (2011)	Banko paskolų pasirinkimo optimizavimas taikant MULTIMOORA metodą siekiant išsigyti nekilnojamąjį turtą

Pagrindinis MOORA ir MULTIMOORA metodų privalumas yra tas, kad šie metodų pagalba galima vertinti rezultatus išvengiant duomenų subjektyvumą, nes MOORA ir MULTIMOORA metodo skaičiavimo metu nereikia įvertinti rodiklių reikšmingumo koeficientų. Remiantis 4 lentelės duomenimis yra atliekami MULTIMOORA metodo skaičiavimai.

4 lentelė. MOORA ir MULTIMOORA sprendimo algoritmas

MULTIMOORA	MOORA	1 etapas			Duomenų normalizavimas	Vertinimo kryptis	$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}}$		
		Alternatyvos ir jų reikšmingumai					a_1	a_2	a_3
		Vilnius	Ryga	Talinas			a_1	a_2	a_3
		a_1	a_2	a_3					
	Rodikliai	x_1	3,1	2,4	1,6	max	0,732	0,567	0,378
		x_2	158	127	100	max	0,699	0,562	0,442
		x_3	795	772	608	max	0,629	0,611	0,481
		x_4	357	204	576	max	0,504	0,288	0,814
		x_5	11	10,8	7,6	min	0,640	0,628	0,442
		x_6	13,45	13,32	11,87	min	0,602	0,596	0,531
		x_7	54,64	58,64	65,91	min	0,527	0,565	0,635
		x_8	70,82	61,49	70,43	max	0,604	0,524	0,600
		x_9	402	307	159	max	0,758	0,579	0,300
		x_{10}	20,2	38,8	14,2	min	0,439	0,844	0,309
		x_{11}	404	580	681	min	0,365	0,611	0,702
		x_{12}	26,45	48,21	16,59	min	0,461	0,839	0,289
	2 etapas	Santykio skaičiavimas (SA): $y_j^* = \sum_{i=1}^{i=6} x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{i=6} x_{ij}^*$					0,893	-0,953	0,107
		Santykinio skaičiavimo rangas:					1	3	2
	3 etapas	Atskaitos taškas (AT): $\text{Min}_{(j)} \left\{ \max_{(i)} r_i - x_{ij}^* \right\}$					0,198	0,551	0,337
		Atskaitos taško rangas:					1	3	2
	4 etapas	Bendrasis i -tosios alternatyvos naudingumas U_i : $U_i = \frac{A_i}{B_i}$; kur $A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij}$; $B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij}$					1158,396	43,390	294,718
		Bendrasis i -tosios alternatyvos naudingumo rangas:					1	3	2

Apibendrinus MOORA ir MULTIMOORA skaičiavimo metodais gautus rezultatus (5 lentelė) yra nustatyta, kad atsižvelgiant į dabartines vyraujančias Baltijos šalių aplinkos sąlygas, siekiant plėtoti darnią statybą regione, patraukliausia investicinė zona yra Vilniaus (Lietuva) miestas, t.y. į alternatyvą a_1 .

5 lentelė. Skaičiavimo rezultatai

	MULTIMOORA			Rangų suma	Prioritetiškumas
	MOORA		U_i		
	SA	AT			
a_1	1	1	1	3	1
a_2	3	3	3	9	3
a_3	2	2	2	6	2

Išvados

Kiekvienoje gyvenimiškoje situacijoje, kai būtina priimti tinkamą sprendimą, būtina nuodugniai įvertinti turimą informaciją. Šio straipsnio tikslas buvo įvertinti statybos plėtros galimybes Baltijos valstybėse - Lietuvoje, Latvijoje bei Estijoje, bei nustatyti šių valstybių didžiausių miestų patrauklumo prioritetiškumą. Žinoma, kad pasirinkti alternatyvas apibūdinantys rodikliai gali būti papildyti ir kitais sprendimų priėmimo grupėms svarbiais rodikliais. Kaip jau buvo minėta, vertinimas buvo atliekamas siekiant skatinti privačių investuotojų investicijas vadovaujantis darnios plėtros principais, kad būtų pasiekta sąjungą tarp privataus verslo tikslų, valstybinių institucijų reguliavimo ir miesto gyventojų interesų tenkinimo. Apibūdinant alternatyvas buvo naudojama keliolika apibūdinančių rodiklių, sudarančių daugiakriterį uždavinį, kurio įvertinimui pasitelkti besvoriai MOORA ir MULTIMOORA metodai. Įvertinus rodiklių sistemas buvo nustatyta, kad šiuo laikotarpiu, atsižvelgiant į rinkos tendencijas bei darnios plėtros ideologiją, patraukliausia yra investuoti į Vilniaus (Lietuva) miesto zoną ir joje plėtoti statybos sritį.

Literatūra

- Angelopoulou, E.; Balfoussia, H.; Gibson, H. D. 2014. Building a financial conditions index for the euro area and selected euro area countries: What does it tell us about the crisis?, *Economic Modelling* 38:392–403.
- Auerbach, A. J.; Gale, W. G.; Harris, B. H. 2010. Activist Fiscal Policy, *Journal of Economic Perspectives* 24(4): 141-163.
- Baležentis, A.; Baležentis, T.; Valkauskas, R. 2010. Evaluating situation of Lithuania in the European Union: structural indicators and MULTIMOORA method, *Technological and Economic Development of Economy* 16(4): 578–602.
- Baležentis, T.; Baležentis, A.; Brauers, W. K. M. 2011. Multi-objective optimization of well-being in the European Union member states, *Ekonomiska Istrazivanja – Economic Research* 24(4): 1–15.
- Baumgärtner, S.; Quaas, M. F. 2010. What is sustainability economics?, *Ecological Economics* 69(3): 445-450.
- Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K. 2010. Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies, *Technological and Economic Development of Economy* 16(1): 5–24.
- Brauers, W. K. M.; Ginevičius, R.; Zavadskas, E. K.; Antuchevičienė, J. 2007. The European Union in a transition economy, *Transformation in Business and Economics* 6(2): 21–37.
- Brauers, W. K. M.; Kracka, M.; Zavadskas, E. K. 2012. Lithuanian case study of masonry buildings from the soviet period, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(3): 444–456. <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2012.700944>
- Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K. 2006. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy, *Control and Cybernetics* 35(2): 445–469.
- Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K. 2011. MULTIMOORA optimization used to decide on a bank loan to buy property, *Technological and Economic Development of Economy* 17(1): 174–188. <http://dx.doi.org/10.3846/13928619.2011.560632>
- Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K.; Peldschus, F.; Turskis, Z. 2008b. Multi-objective decision-making for road design, *Transport* 23(3): 183–193. <http://dx.doi.org/10.3846/1648-4142.2008.23.183-193>.
- Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Vilotienė, T. 2008a. Multi-objective contractor's ranking by applying the MOORA method, *Journal of Business Economics and Management* 9(4): 245–255.
- Brauers, W. K.; Zavadskas, E. K. 2009. Robustness of the multi-objective MOORA method with a test for the facilities sector, *Technological and Economic Development of Economy* 15(2): 352–375.
- Chakraborty, S. 2011. Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 54 (9-12): 1155-1166.
- DNB. 2014. *Baltijos šalių makroekonominės prognozės* [online], [cited 28 December 2014]. Available from internet: <https://www.dnb.lt/lt/apzvalgog/baltijos-saliu-makroekonominės-prognozės>.
- Eglimez, G.; Gumus, S.; Kucukvar, M. 2015. Environmental sustainability benchmarking of the U.S. and Canada metropolises: An expert judgment-based multi-criteria decision making approach, *Cities* 42(A): 31-41. doi:10.1016/j.cities.2014.08.006
- Hall, R. E. 2010. Why Does the Economy Fall to Pieces after a Financial Crisis?, *Journal of Economic Perspectives*, 24(4): 3–20.
- Kaklauskas, A.; Kelpšienė, L.; Zavadskas, E. K.; Bardauskienė, D.; Kaklauskas, G.; Urbonas, M.; Sorakas, V. 2011. Crisis management in construction and real estate: Conceptual modeling at the micro-, meso- and macro-levels, *Land Use Policy* 28: 280–293
- Kalibatas, D.; Turskis, Z. 2008. Multicriteria evaluation of inner climate by using MOORA method, *Information Technology and Control* 37(1): 79–83.
- Kalibatas, D.; Zavadskas, E. K.; Kalibatiene, D. 2011. The concept of the ideal indoor environment in multi-attribute assessment of dwelling-houses, *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 11(1): 89–101.
- Kalibatas, D.; Zavadskas, E. K.; Kalibatiene, D. 2012. A method of multi-attribute assessment using ideal alternative: choosing an apartment with optimal indoor environment, *International Journal of Strategic Property Management* 16(3): 338–353. <http://dx.doi.org/10.3846/1648715X.2012.722567>
- Kang, H. H.; Liu, Sh. B. 2014. The impact of the 2008 financial crisis on housing prices in China and Taiwan: A quantile regression analysis, *Economic Modelling* 42:356–362.
- Karande, P.; Chakraborty, Sh. 2013. Application of multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA) method for materials selection, *Materials & Design* 37:317-324. doi:10.1016/j.matdes.2012.01.013
- Kracka, M.; Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K. 2010. Ranking Heating Losses in a Building by Applying the MULTIMOORA, *Inžinerine Ekonomika – Engineering Economics* 21(4): 352–359.

- Kracka, M.; Zavadskas, E. K. 2013. Panel building refurbishment elements effective selection by applying multiple-criteria methods, *International Journal of Strategic Property Management* 17(2): 210–219. <http://dx.doi.org/10.3846/1648715X.2013.808283>
- Kumar, R.; Ray, J. 2014. Selection of Material for Optimal Design Using Multi-criteria Decision Making, *Procedia Materials Science* 6:590-596. doi:10.1016/j.mspro.2014.07.073
- Kutut, V.; Zavadskas, E. K.; Lazauskas, M. 2014. Assessment of priority alternatives for preservation of historic buildings using model based on ARAS and AHP methods, *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 14(2): 287-294.
- Lima, R. F.; Osiro, L.; Carpinetti, L. 2013. A fuzzy inference and categorization approach for supplier selection using compensatory and non-compensatory decision rules, *Applied Soft Computing* 13(10): 4133-4147. doi:10.1016/j.asoc.2013.06.020
- Liu, H. C.; Fan, X. J.; Li, P.; Chen, Y. Z. 2014. Evaluating the risk of failure modes with extended MULTIMOORA method under fuzzy environment, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 34:168-177. doi:10.1016/j.engappai.2014.04.011
- Liu, H. Ch.; You, J. X.; Lu, Ch.; Shan, M. M. 2014b. Application of interval 2-tuple linguistic MULTIMOORA method for health-care waste treatment technology evaluation and selection, *Waste Management* 34(11): 2355-2364. doi:10.1016/j.wasman.2014.07.016
- Marsal-Llacuna, M. L.; Colomer-Llinas, J.; Melendez-Frigola, J. 2015. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative, *Technological Forecasting & Social Change* 90:611-622.
- Mayer, A. L. 2008. Strength and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional Systems, *Environment International* 34(2): 277–91.
- Mishkin, F. S. 2011. Over the Cliff: From the Subprime to the Global Financial Crisis, *Journal of Economic Perspectives*, 25(1): 49-70.
- NUMBEO. 2014. *Statistiniai Baltijos šalių duomenys* [online], [cited 28 December 2014]. Available from internet: <http://www.numbeo.com/>.
- PWC. 2015. *Nekilnojamojo turto rinkos apžvalga* [online], [cited 4 January 2015]. Available from internet: http://www.pwc.com/lt/en/assets/publications/ober-haus_market_report_baltic_states_2013.pdf.
- Sorainen. *Baltijos šalių nekilnojamojo turto apžvalga* [online], [cited 28 December 2014]. Available from internet: http://www.sorainen.com/UserFiles/.../INREAL_2013-2014_NT_Ap%C5%BEvalga.pdf.
- Štreimikienė, D.; Baležentis, T.; Kriščiukaitienė, I.; Baležentis, A. 2012. Prioritizing sustainable electricity production technologies: MCDM approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(5):302– 3311.
- Tao, R.; Tam, C. M. 2013. System reliability theory based multiple-objective optimization model for construction projects, *Automation in Construction* 31: 54–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.040>
- Taylan, O.; Bafail, A. O.; Abdulaal, R.; Kabli, M. R. 2014. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies, *Applied Soft Computing* 17:105–116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2014.01.003>
- Turskis, Z.; Lazauskas, M.; Zavadskas, E. K. 2012. Fuzzy Multiple Criteria Assessment of Construction Site Alternatives for Non-Hazardous Waste Incineration Plant in Vilnius City, Applying ARAS-F and AHP Methods, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 20(2):110-120.
- Vilniaus detalūs planas. 2015. [online], [cited 14 December 2014]. Available from internet: http://www.vilnius.lt/lit/Vilniaus_miesto_bendrasis_planas/.
- Wang, F.; Cui, T. 2013. The Comprehensive Safety Evaluation Method on the Safety Situation of Iron Mine based on AHP and Extension Theory, *Sustainable Development of Natural Resources* 616–618: 208–212. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.616-618.208>
- Wikipedia. 2014. *Informacija apie Baltijos miestus* [online], [cited 18 December 2014]. Available from internet: <en.wikipedia.org/>.
- Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Volvačiovas, R.; Kildienė, S. 2013. Multi-criteria assessment model of technologies, *Studies in Informatics and Control* 22(4): 249–258.

RANKING OF PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION IN THE CITIES

Marius LAZAUSKAS, Jonas ŠAPARAUSKAS

Abstract. Crisis of the immovable property sector resulted in disadvantageous conditions for legal entities operating in the field of construction and implementation of new property development projects. This necessitates the need to assess the effectiveness of investments into new markets, considering the current developmental trends of the construction sector, which are related to implementation of sustainable construction projects. These are the reasons behind the creation of a typical calculation model, which could be adapted for an effective and uncomplicated assessment of investment rationale in new markets while ensuring the adherence to principles of sustainable development. A multiple-criteria task is formulated, which aims to determine the rank of priorities among cities of the Baltic states; and multi-criteria methods MOORA and MULTIMOORA are used for decision-making.

Keywords: MOORA, MULTIMOORA, construction market assessment, decision making, multicriteria methods.