



DAUGIABUČIŲ NAMŲ LIETUVOJE ATNAUJINIMO DARNUMO ĮVERTINIMAS

Saulius Raslanas¹, Jurgita Alchimovienė²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva

El. paštas: ¹saulius.raslanas@vgtu.lt; ²jurgita.alchimoviene@vgtu.lt (corresponding author)

Įteikta 2012 02 20; priimta 2012 10 17

Santrauka. Didžioji dalis Lietuvos daugiabučių gyvenamųjų namų pastatyti iki 1993 m. Jie dėl nepakankamos priežiūros dabartiniu metu yra smarkiai nusidėvėję. Dauguma jų neekonomiški, neekologiški, suvartoja daug šilumos energijos, tokius daugiabučius reikia modernizuoti. Projektuojant ar atnaujinant pastatą turi būti laikomasi šešių esminių statinio reikalavimų. Todėl norint nustatyti pastatų atnaujinimo efektyvumą, reikia atlikti išsamų ir visapusišką vertinimą. Šiame straipsnyje siūlomas Lietuvos daugiabučių atnaujinimo darnumo vertinimo metodas, grindžiamas darnių pastatų vertinimo metodu BREEAM. Šis metodas padėtų efektyviau vykdyti daugiabučių namų miestų gyvenamuosiuose rajonuose atnaujinimą, pirmiausia pagerinant pačių pastatų būklę ir jų aplinką, taip pat gyvenimo kokybę, sumažinant gamtinių išteklių naudojimo mastą, CO₂ emisiją ir socialinę atskirtį, padidinant atsinaujinančiųjų energijos šaltinių vartojimą bei stabdant klimato kaitą.

Reikšminiai žodžiai: daugiabučių namų atnaujinimas, modernizavimas, pastatų darnumo vertinimo metodas, BREEAM.

1. Įvadas

Apie darnų vystymąsi statyboje šiandien kalbama vis daugiau. Statant, eksploatuojant, remontuojant ir rekonstruojant pastatus suvartojama daug energijos, medžiagų, finansų ir daromas didelis poveikis aplinkai. Europos šalyse pastatai suvartoja daugiau nei 40 % visos ES energijos, iš jų gyvenamiesiems pastatams – apie 63 % (Balaras *et al.* 2007). Siekiant efektyvaus energijos vartojimo, aplinkos tausojimo, vis plačiau taikomos pastatų darnumo vertinimo sistemos, kurios skatina visuomenę protingai vykdyti planavimą, projektavimą, statybą ir valdymą (Ali, Nsairat 2009). Tai padeda sumažinti išlaidas ir poveikį aplinkai, pagerinti pastatų kokybę bei pakelti jų rinkos vertę. Ribotų energijos išteklių, didėjančio šiltnamio efekto ir globalinio klimato atšilimo problemą padeda spręsti ir daugiabučių namų atnaujinimas. Tačiau atnaujinant senus ir statant naujus pastatus, turi būti tenkinami šeši esminiai statinio reikalavimai (Aplinkos ministerija... 2000):

1. Mechaninis patvarumas ir pastovumas.
2. Gaisrinė sauga.
3. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga.
4. Naudojimo sauga.
5. Apsauga nuo triukšmo.
6. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.

Pastatų atnaujinimas – tai puiki galimybė ne tik sumažinti suvartojamos pastate energijos kiekį, bet ir užtikrinti kitus darnaus atnaujinimo (Mickaitytė *et al.* 2008) principus, kurių pagrindiniai ir lygiaverčiai – ekologinis, ekonominis ir socialinis komponentai. Tik kompleksiskai modernizuojant miestų gyvenamuosius kvartalus būtų pasiektas efektyviausias rezultatas (Zavadskas *et al.* 2008d). Svarbu įvertinti ne tik pastatus, bet ir juos supančią aplinką, nes pagal žemus reikalavimus projektuoti ir statyti pastatai šiuo metu kelia susirūpinimą. Pasak Burnett (2007), miestai ir jų gyventojai suvartoja daugiausia energijos, žaliavų ir daro įtaką klimato kaitai, tačiau tuo pačiu metu jie

gali atlikti svarbų vaidmenį siekiant pasaulinės darnos. Kadangi pastatai daro didelį ir nuolat didėjantį poveikį aplinkai (Castro-Lacouture *et al.* 2009; Chau *et al.* 2010; Wang *et al.* 2005), pastatų atnaujinimas Lietuvoje ir kitose šalyse padėtų spręsti energetikos, aplinkosaugos problemas, gerinti gyvenimo kokybę (Mitkus, Šostak 2009; Kaklauskas *et al.* 2009; Ginevičius *et al.* 2008), todėl modernizavimas turėtų atitikti darnaus vystymosi reikalavimus (Šeduikytė, Jurelionis 2009). Darnios plėtros koncepcija suprantama kaip procesas kurti sveiką aplinką, gyvybingą ekonomiką, socialinę gerovę ir aktyvią bendruomenę (Juškevičius 2005).

2. Daugiabučių namų būklė

Kompleksinis, praėjusiais dešimtmečiais statytų pastatų ir jų aplinkos atnaujinimas yra vis didėjančios svarbos uždavinys ne tik savininkams ar investuotojams, bet ir valstybei. Dauguma Lietuvos gyventojų (apie 66 %) gyvena įvairių tipų daugiabučiuose namuose, pastatytuose 1961–1990 m. (Girčys *et al.* 2005). Šie gyvenamieji namai statyti pagal tarybiniais metais galiojusias normas, tuomet nekėlusias aukštų reikalavimų energiniam pastatų efektyvumui (Burinskienė 2003). Lietuvoje yra apie 30 tūkst. daugiabučių, kuriuos būtina modernizuoti. Vyrauja 7 tipų stambiaplokščių, 6 tipų mūriniai ir 4 tipų monolitiniai pastatai. Vilniuje apie 59 % butų yra stambiaplokščiuose namuose. Pagrindinės eksploatacinės būklės problemos, defektai ir pažaidos stambiaplokščiuose pastatuose yra būdingi visų tipų daugiabučiams. Jie panašūs ir mūriniuose, ir monolitiniuose pastatuose.

Lietuvoje seniausiai statytiems stambiaplokščiams namams – per 50 metų. Būsto atnaujinimo ir priežiūros projektai beveik nebuvo vykdomi iki 1996 m. Privatizuojant butus Lietuvoje taip pat trūko turto valdymo patirties, nebuvo tradicijų (Martinaitis *et al.* 2007). Dėl nepakankamos priežiūros daugiabučiai smarkiai nusidėvėjo. Jų kokybė prasta, juos reikia skubiai modernizuoti.

Didelė dalis daugiabučių yra neekonomiški, prastos pastatų langų, sienų, stogo šilumos ir garso izoliavimo charakteristikos, šildymo sistema pasenusi, nėra pakankamo vėdinimo, prastas patalpų mikroklimatas. Daugumos stambiaplokščių fasadų išorinių sienų plokščių paviršiuose atsiradę plyšiai, per kuriuos patekusi drėgmė ir teršalai daro neigiamą įtaką sienų išvaizdai, fizinei būklei bei šilumos izoliacijai (Ignatavičius *et al.* 2008; Zavadskas *et al.* 2008d). Daugumos iki 1993–1996 m. statytų daugiabučių atitvarų šilumi-

nės charakteristikos neatitinka statybos normatyvinių dokumentų reikalavimų (Raslanas *et al.* 2004). Pasak Juozaitienės (2007), šilumos energijos tokiuose namuose suvartojama du kartus daugiau nei Skandinavijos šalyse ir 1,75 karto daugiau, lyginant su naujais Lietuvoje statomais daugiabučiais.

Būtina atkreipti dėmesį ir į šilumos nuostolius per rūsio perdangas, nes beveik visi daugiabučiai yra su rūšiais, o nuo temperatūros rūsyje priklauso pirmo aukšto gyventojų patalpų komfortas ir šilumos nuostoliai per grindis (Šimkus *et al.* 2002).

Pagrindinės stogų problemos susijusios su vandens pratekėjimais pro ritininės dangos jungtį su parapetais bei vertikaliosiomis konstrukcijomis ir per pačią dangą. Stogų elementų nusidėvėjimas yra 10–45 %. Daugiabučiuose namuose viena prasčiausių yra balkonų ir lodžijų būklė, vietomis – avarinė. Tyrimai parodė, kad Vilniaus stambiaplokščių namų balkonai ir lodžijos yra labiausiai nusidėvėję elementai – net iki 50 % (Ignatavičius 2004).

Pagrindinės gyvenamosios aplinkos problemos yra nepakankami automobilių stovėjimo aikštelių plotai, vaikų žaidimų aikštelių, pėsčiųjų ir dviračių takų trūkumas, mažai dėmesio skiriama neįgalųjų poreikiams. Daugiabučiuose namuose būstus pasirenkantiems gyventojams svarbi ne tik pastato kokybė, bet ir jo aplinka. Todėl darnus daugiabučių namų ir jų aplinkos atnaujinimas yra aktuali problema ne tik Lietuvoje. O norint efektyviai atnaujinti pastatą ir jo aplinką, reikia atlikti išsamų tyrimą (Kaklauskas *et al.* 2005).

Parengti ir parinkti tinkamą pastato atnaujinimo projektą galima tik atlikus kompleksinį pastato įvertinimą vadovaujantis minėtais esminiais reikalavimais statiniams. Todėl straipsnyje siūlomas daugiabučių atnaujinimo darnumo vertinimo metodas, paremtas darnių pastatų vertinimo metodu BREEAM (2010), galintis padėti efektyviau vykdyti daugiabučių namų miestų gyvenamuosiuose rajonuose atnaujinimą.

3. Daugiabučių namų Lietuvoje darnaus atnaujinimo įvertinimas modifikuotu BREEAM

Pastatų modernizavimas ir atnaujinimas – viena iš miesto plėtros formų. Darni plėtra statyboje suprantama kaip statyba pastatų, kurie geriau tenkina žmonių ir aplinkos poreikius. Darnaus vystymosi tikslas – suderinti ekonominį augimą, socialinę pažangą, tautų gamtinių išteklių naudojimą, palaikyti ekologinę pusiausvyrą ir užtikrinti palankias gyvenimo sąlygas

dabarties ir ateities kartoms (Burinskienė, Rudzkiene 2009; Medineckienė *et al.* 2010).

Gyvenamųjų namų atnaujinimas paprastai apima įvairias priemones, kuriomis siekiama sumažinti energijos ir pastatų priežiūros sąskaitas, siekiant pagerinti saugumą, komfortą, estetiką, padidinti rinkos vertę (Martinaitis *et al.* 2007; Užšilaitytė, Martinaitis 2010) bei sumažinti pastatų daromą poveikį aplinkai. Daugiabučių ir jų aplinkos atnaujinimas siekia šių tikslų (Raslanas *et al.* 2011): sumažinti vartojamos energijos mastą, pastatų naudojimo išlaidas, aplinką teršiančių veiksnių poveikį, padidinti aplinkos vertę, pagerinti pastatų būklę ir prailginti jų naudojimo trukmę; padidinti miesto vietovių patrauklumą, pastatų rinkos vertę; pritraukti ir išlaikyti vidurinės klasės piliečius.

Dauguma pastatų vertinimo metodų sukurti siekiant mažinti neigiamą poveikį aplinkai projektuojant, statant, eksploatuojant ir atnaujinant pastatus, tačiau jų taikymą riboja įvairių šalių klimato, įstatymų, kultūros ir kiti skirtumai. Todėl kai kurios šalys interpretuoja ir taiko jau esamas sistemas, metodus, priemones, o kitos kuria ir plėtoja savo (Conte, Monno 2012). Norint gauti efektyvų rezultatą, pastatų darnumo vertinimo metodas turi būti adaptuotas šalies, kurioje bus taikomas, sąlygoms (Haapio, Viitaniemi 2008).

Išanalizavus šiuolaikinius pastatų darnumo vertinimo metodus, Lietuvai siūlomo daugiabučių vertinimo metodo pagrindu buvo pasirinktas BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*). Jis sukurtas 1990 m. Didžiojoje Britanijoje. Tai vienas metodų, plačiausiai taikomų pastatų darnumui, jų poveikiui aplinkai vertinti. BREEAM sertifikatus turi daugiau nei 200 tūkst. pastatų pasaulyje ir daugiau nei milijonas registruotų sertifikuoti (BREEAM 2009). Šis metodas leidžia įvertinti pastato naudingumą ekologiniu požiūriu šiose srityse: valdymo, sveikatos ir gerovės, energijos, transporto, vandens, medžiagų, atliekų, žemės naudojimo ir ekologijos, taršos ir inovacijų. Pastatų darnumo įvertinimas naudingas projektuotojams, architektams, rangovams, investuotojams, pastatų savininkams ir gyventojams. Visi projekto dalyviai siekia mažinti pastato daromą poveikį aplinkai. Todėl vertinimo metodų taikymas pastatams atnaujinti daro didelę įtaką gamtinių išteklių naudojimui, CO₂ emisijos mažinimui ir klimato kaitai, gyvenimo kokybės gerinimui. Remiantis BREEAM pasaulyje radosi daugelis kitų metodų: LEED (JAV), DGNB (Vokietija), TQB (Austrija), CASBEE (Japonija), HQE (Prancūzija) ir kt.

Lituvai pritaikytas daugiabučių namų darnaus atnaujinimo vertinimas, pagrįstas BREEAM (2010) metodu, padėtų spręsti aktualią problemą – daugiabučių gyvenamųjų namų atnaujinimo efektyvumo didinimą. Toliau aprašomas siūlomas Lietuvos daugiabučių namų atnaujinimo įvertinimo metodas.

Daugiabučius namus ir jų atnaujinimo projektus Lietuvoje tikslinga įvertinti pagal kriterijų grupes, taikomas BREEAM, todėl visos jos perkeliamos į siūlomą metodą. Tačiau BREEAM ir kiti panašūs metodai, pavyzdžiui, LEED (*The Leadership in Energy and Environment Design*) neapima vienos svarbiausių sričių – finansinio vertinimo. Todėl į siūlomą metodą įtraukiama ne mažiau svarbi vertinimo kriterijų grupė – ekonominiai kriterijai. Pasak Liu ir Lu (2009), darnus pastatas turi būti pagrįstas ir ekonomine analize. O Ding (2008) ir Kajikawa, Inoue (2010) teigia, kad aplinkos apsaugos klausimai ir finansiniai aspektai turėtų būti telkiami draugėn visose vertinimo sistemos srityse. Atsiperkamumas – svarbus projekto rengimo veiksnys, finansinio vertinimo nebuvimas sumažina vertinimo metodo naudingumą ir veiksmingumą. Todėl siūlomame metode Lietuvai pritaikoma 10-oji vertinimo grupė – ekonominių kriterijų, kurią sudaro sutaupyta šilumos energija, rinkos vertės koeficientas ir valstybės parama. Pagal šiuos kriterijus bus vertinamas ekonominis pastato naudingumas.

Toliau, remiantis BREEAM, sudaromos vertinimo kriterijų grupės, jos papildomos ekonomine kriterijų grupe, pateikiamas aktualių kriterijų vertinimo grupėse sąrašas ir aprašas. Dauguma kriterijų ir jų įvertinimas kreditais nesikeitė. Tačiau, pvz., į medžiagų grupę buvo įtrauktas esamų pastato konstrukcijų būklės vertinimas, kurį svarbu atlikti norint užtikrinti pastato ilgaamžiškumą, atsparumą. Taip pat įtrauktas šilumos nuostolių vertinimas. Šie kriterijai įtraukti atsižvelgiant į esminius statinio reikalavimus. Visi kriterijai ir jų reikalavimai pastatams įvertinti pritaikomi pagal Lietuvoje galiojančius įstatymus, teisės aktus, reglamentus, šalyje vyraujančią klimatą ir pan. Kadangi kriterijai buvo pakoreguoti, pakito jų skaičius, ir įtrauktieji ekonominiai kriterijai, vertinimo kriterijų grupių reikšmingumai buvo nustatyti iš naujo. Reikšmingumai nustatyti ekspertiniu metodu, apklausus 36 ekspertus, apskaičiuotas ekspertų vertinimo rezultatų suderinamumas. Konkordacijos koeficientas $W = 0,615$, o $\chi^2 = 221,32 > \chi_{lent}^2 = 23,21$. Nuomonių suderinamumas pakankamas. Apklausoje dalyvavo statybos srities specialistai, atestuoti statybos darbų vadovai,

statybos įmonių vadovai, statybos srities mokslininkai, architektai, daugiabučių gyventojai. Remiantis apdorotais apklausos duomenų rezultatais, didžiausi reikšmingumai skirti šioms kriterijų grupėms: energijos – 16 %, sveikatos ir gerovės – 15 %, ekonominių – 12 %, medžiagų – 11 %, mažiausi 6 % – vandens kriterijų grupei. Kriterijų vertinimo grupės ir jų reikšmingumai procentais pateikiami 1 lentelėje. Palyginimui pateikti ir BREEAM (2010) kriterijų grupių reikšmingumai.

1 lentelė. BREEAM ir modifikuoto metodo kriterijų grupės ir jų reikšmingumai

Table 1. Criteria sets of BREEAM and a modified method and their significances

Eil. Nr.	Kriterijų grupės	Reikšmingumas, %	
		BREEAM	modifikuotas BREEAM
1.	Valdymas	12	10
2.	Sveikata ir gerovė	15	15
3.	Energija	19	16
4.	Transportas	8	7
5.	Vanduo	6	6
6.	Medžiagos	12,5	11
7.	Atliekos	7,5	7
8.	Žemės naudojimas ir ekologija	10	8
9.	Tarša	10	8
10.	Ekonominiai kriterijai	–	12
		100	100
11.	Inovacijos (papildomi)	10	10
	Iš viso	110	110

Kiekvieną 1 lentelėje pateiktą kriterijų grupę sudaro skirtingas kriterijų skaičius, pagal kuriuos daugiabutis ar jo atnaujinimo projektas yra vertinamas. Pvz., pasiūlytą ekonominių kriterijų grupę sudaro trys nauji kriterijai: *Eko1* – rinkos vertė, *Eko2* – sutaupymai, *Eko3* – atsiskaitymai. Kiekvienas kriterijus turi skirtingą maksimalų kreditų skaičių: *Eko1* galimas didžiausias kreditų skaičius – 4, *Eko2* – 6, *Eko3* – 1. Pagal tai, kaip vertinamasis pastatas atitinka keliamus kriterijų reikalavimus, įvertinama kreditais, jei reikalavimai netenkami – kreditai neskiriami. Suteikti kreditai verčiami procentais, priklausomai nuo grupės reikšmingumo, ir susumuojami. Taip gaunamas bendras pastato įvertinimas. Atsižvelgiant į minimalius reikalavimus ir gautą rezultatą, įvertinamas pastato darnumas (2 lentelė).

2 lentelė. Įvertinimo rezultatai (BREEAM 2010)

Table 2. Assessment results (BREEAM 2010)

Eil. Nr.	Įvertinimas	Rezultatas, %
1.	Nepakartojamas	≥85
2.	Puikus	≥70
3.	Labai geras	≥50
4.	Geras	≥45
5.	Išlaikyta	≥30
6.	Neišlaikyta	<30

Šis metodas yra naudingas projektuotojams, statybų vadovams, savininkams, gyventojams ir valstybei, jis pateikia rinkos pripažinimą, kad pastatas daro mažą poveikį aplinkai, įdiegtos priemonės, padedančios sumažinti eksploatacijos išlaidas, pagerinta gyvenimo aplinka. Vadovaujantis įvertinant pastatą gauta informacija ir rezultatais, visos suinteresuotos grupės gali daryti atitinkamas išvadas. Gavus prastą įvertinimą ir nusprendus pastatą atnaujinti, vertinant gauta informacija būtų itin naudinga rengiant atnaujinimo projektą ir priimant sprendimus. Jie pagerintų pastato savybes ir sumažintų jo poveikį aplinkai. Vertinant pastato atnaujinimo projektą pagal gautą rezultatą būtų matyta, ar pastatas gali būti sertifikuojamas kaip darnus pastatas, ar jo atnaujinimo projektą dar reikia patobulinti atsižvelgiant į vertinimo rezultatą.

4. Daugiabučio namo atnaujinimo projekto įvertinimas

Vertinti pasirinktas 5 aukštų, 60 butų daugiabučio stambiaploščio namo atnaujinimo projektas. Daugiabutis pastatytas 1965 m. pagal tipinį projektą I-464A, Žirmūnų g. 3, Vilniuje. 2004 m. buvo parengtas daugiabučio atnaujinimo projektas, kuris 2006 m. įgyvendintas. Įvertinus daugiabučio atnaujinimo projektą pagal gautus rezultatus galima daryti išvadas apie jo darnumą ir jį sertifikuoti, o jei rezultatas neatitinka lūkesčių, priimti sprendimus jį tobulinti.

Atnaujinimo projektas vertinamas atskirai įvertinant kiekvieną metodo kriterijų.

1. Geras pastato atnaujinimo projekto, jo įgyvendinimo ir eksploataavimo **valdymas** yra labai svarbus ir daro įtaką pastato gyvavimo ilgaamžiškumui ir aplinkai. Šiame metode valdymo grupė vertinama pagal 6 kriterijus. Vertinamas daugiabučio atnaujinimo projektas iš dalies atitinka keturių iš šešių kriterijų keliamus reikalavimus: po 1 kreditą skiriama už *Val1* –

statybos darbų kontrolę, Val2 – profesionalius statytojus, Val5 – konsultavimą. 3 kreditai iš 4 skiriami Val3 – statybvietės poveikis aplinkai, nes numatoma kontroliuoti ir siekti iškeltų tikslų mažinant neigiamą poveikį aplinkai. Kriterijų Val4 – pastato naudotojų instrukcija ir Val6 – saugumas daugiabučio atnaujinimo projekte nenumatyta, todėl kreditų neskiriama. Iš viso įvertinus valdymo kriterijų grupę iš 12 galimų kreditų skiriami 6, t. y. 4,99 % iš 10 %

2. **Sveikatos ir gerovės** grupė aprašoma 13 kriterijų. Pastato atnaujinimo projektas atitinka visų 13 kriterijų keliamus reikalavimus. Po 1 galimą kreditą skiriama: Sve1 – natūralus apšvietimas, Sve2 – vaizdas pro langą, Sve3 – privatumo užtikrinimas, Sve4 – aukštojo dažnio įtampos-srovės galios keitiklis, Sve5 – vidinio ir išorinio apšvietimo lygis, Sve6 – natūralus vėdinimas, Sve7 – vidinio oro kokybė, Sve8 – lakieji organiniai junginiai, Sve9 – šiluminis komfortas, Sve10 – šilumos reguliavimas, Sve11 – mikrobinis užterštumas, Sve12 – išorinė aplinka ir 4 iš 4 galimų kreditų Sve13 – garso izoliacija. Iš 16 kreditų, vertinant sveikatą ir gerovę, surenkama 16. Tai maksimalus rezultatas – 15 % iš 15 % galimų.

3. **Energijos** kriterijų grupė – viena svarbiausių vertinant pastatą ar jo atnaujinimo projektą. Nuo energijos vartojimo priklauso gamtinių išteklių eikvojimas bei klimato kaitą veikiantys veiksniai. Energijos kriterijų grupė vertinama pagal 5 kriterijus. Ene1 – CO₂ emisijos mažinimas iš 15 kreditų skiriami 13, nes atnaujinus pastatą bus pagerintas energijos vartojimo efektyvumas, taip sumažinant su pastato eksploatacija susijusią CO₂ emisiją. Ene2 – energijos suvartojimo detalė ataskaita gali būti skiriamas 1 kreditas, kai naudojamos priemonės suvartotos energijos kiekiui apskaičiuoti, nes yra įrengti skaitikliai, ir galima vykdyti detalį apskaitą, skiriamas 1 kreditas. Ene3 – išorinis apšvietimas taip pat skiriamas 1 kreditas, nes išorinis apšvietimas veikia reaguodamas į dienos šviesą. Kitų dviejų energijos grupės kriterijų Ene4 – mažai CO₂ išskiriančios technologijos ir Ene5 – energiją taupantys įrenginiai keliami reikalavimai netenkinami, todėl kreditai neskiriami. Iš viso iš 22 galimų kreditų skiriama 15, t. y. 10,91 % iš 16 %.

4. **Transporto** grupė vertinama pagal 5 kriterijus. Tra1 – susisiekimas su centru ir kitomis miesto dalimis vertinamas 2 kreditais iš 3, Tra2 – infrastruktūra, atstumas nuo pastato iki pagrindinių visuomeninių pastatų visiškai atitinka keliamus reikalavimus, skiriamas maksimalus kreditų skaičius – 2. Tra3 – patogu-

mai dviratininkams ir Tra4 – pėsčiųjų ir dviratininkų sauga. Pagal šiuos kriterijus vertinant pastatą, skiriamas 1 kreditas iš 2, nes sklypo planas atitinka saugų ir pakankamą priėjimą prie pastato, bet šalia jo nėra dengtos, apsaugotos ir apšviestos dviračių laikymo aikštelės. Tra5 – automobilių stovėjimo vietos. Kadangi prie šio daugiabučio įrengta daugiau nei 70 automobilių talpinanti stovėjimo aikštelė, skiriami maksimalūs 2 kreditai. Iš viso surinkti 7 kreditai iš 9 galimų, procentais – 5,44 iš 7.

5. Vertinant **vandens** grupės kriterijus iš 8 galimų suteikiami 3 kreditai. 2 kreditai iš 5 skiriami Van1 – vandens suvartojimas ir 1 galimas skiriamas Van2 – vandens skaitikliai, tenkinama šio kriterijaus sąlyga, visuose butuose yra sumontuoti vandens skaitikliai. Vertinant pastatą pagal kitus du kriterijus, kreditai neskiriami: Van3 – vandens nutekėjimo aptikimas, Van4 – vandens perdirbimas. Iš viso 2,25 % iš 6 %.

6. **Medžiagos**, naudojamos darniam pastatui, turi daryti kuo mažesnę neigiamą poveikį aplinkai. Todėl svarbu ne tik jų kokybė, teisingai apskaičiuotas poreikis, bet ir suvartota energija jas gaminant. Žaliavos turi būti naudojamos atsakingai, esant galimybei naudojamos perdirbtos medžiagos. Atnaujinant pastatą svarbu įvertinti konstrukcijų būklę, atsižvelgiant į STR 2.01.01 (1):1999 reikalavimus, todėl į vertinimą įtraukiamas ir pagrindinių konstrukcijų būklės vertinimas. Medžiagų grupės kriterijams skiriama 11 %, vertinama pagal 7 kriterijus. Vertinant pastatą pagal pirmąjį kriterijų Med1 – statybos elementų poveikis aplinkai iš 6 galimų skiriami 3 kreditai, čia vertinamas pagrindinių pastato elementų daromas neigiamas poveikis aplinkai, jų ekologiškumas ir perdirbtų medžiagų naudojimas. 1 galimas kreditas skiriamas Med2 – esamų pastato sprendinių naudojimas ir 3 iš 3 kreditų skiriami Med3 – esamų pastato konstrukcijų būklė, visų pagrindinių pastato konstrukcijų būklė patikrinta, tinka tolesniam eksploatavimui. Med4 – izoliacija ir Med7 – racionalus medžiagų naudojimas – apdailos elementai taip pat atitinka keliamus reikalavimus, tad skiriama po 2 kreditus iš 2. Vertinant pastato atnaujinimo projektą pagal kriterijaus Med5 – šilumos nuostoliai reikalavimus suteikiami 2 kreditai iš 3. Med6 – nelaikančiųjų konstrukcijų atsparumo užtikrinimas skiriamas 1 kreditas. Bendras medžiagų kriterijų grupės rezultatas – 8,56 % iš 11 %.

7. Didėjant **atliekų** kiekiams, jų neigiamas poveikis aplinkai stiprėja, todėl vertinant pastatą ar jo atnaujinimo projektą svarbu įvertinti šią kriterijų grupę. Jai

skiriami 7 % iš 100, maksimalus kreditų skaičius – 8. Pirmajam šios grupės kriterijui *Atl1 – statybos atliekų valdymas* iš 4 galimų kreditų skiriami 2. Atliekant vertinimą *Atl3 – perdirbamų atliekų sandėliavimas* skiriamas 1 kreditas iš 2. Kreditų, vertinant daugiabučio atnaujinimo projektą pagal kriterijus *Atl2 – perdirbtos medžiagos* ir *Atl4 – perdirbimas – kompostavimas*, neskiriama. Iš viso iš 8 galimų surenkami 3 kreditai.

8. **Žemės naudojimo ir ekologijos** vertinimo tikslas – turimą žemės sklypą panaudoti kuo racionaliau ir išsaugoti bei pagerinti jo ekologinę būklę. Pastatas vertinamas pagal tokius kriterijus: *Žem1 – sklypas*, *Žem2 – užteršta žemė*, *Žem3 – ekologinė vertė ir ekologinių savybių apsauga*, *Žem4 – poveikis sklypo ekologinei vertei*, *Žem5 – sklypo ekologijos pagerinimas*. Vertinant daugiabutį pagal šių kriterijų reikalavimus iš galimų 6 kreditų skiriami 4: po 1 kreditą – *Žem1*, *Žem2*, *Žem3* ir *Žem4*, t. y. iš 8 % surenkama 5,33 %.

9. Aplinkos **tarša** vertinama 4 kriterijais: *Tar1 – šaldymo skysčio nutekėjimas*, *Tar2 – šildymo šaltinių NO_x emisija*, *Tar3 – potvynio rizika*, *Tar4 – vandenviečių taršos mažinimas*. Atlikus vertinimą pagal šių kriterijų keliamus reikalavimus skiriami 8 kreditai iš 9 galimų. Pagal gautą rezultatą matyti, kad daroma tarša aplinkai – minimali.

10. Ekonominis pastatų atnaujinimo efektyvumas priklauso nuo energijų taupančių priemonių įgyvendinimo (Ginevičius *et al.* 2008; Zavadskas *et al.* 2008a, b, c; Kaklauskas *et al.* 2004), **ekonominių kriterijų** ir energijos vertinimo grupės yra glaudžiai susijusios. Atsiperkamumas – svarbus veiksnys rengiant pastato atnaujinimo projektą, todėl finansinis įvertinimas būtinas. Apklausos rezultatai parodė, kad ekonominių kriterijų vertinimo grupė yra trečia pagal svarbą (12 %), po energijos (16 %), sveikatos ir gerovės (15 %). Ekonominių kriterijų grupės vertinamos pagal 3 kriterijus. Pirmasis yra *Eko1 – rinkos vertės koeficientas*. Atnaujinimo efektyvumui rinkos vertės požiūriu nustatyti siūloma taikyti *MVR* rinkos vertės koeficientą (Zavadskas *et al.* 2008d):

$$MVR = \frac{M_{va} - M_{vb}}{C_r},$$

čia M_{va} – pastato rinkos vertė po atnaujinimo; M_{vb} – pastato rinkos vertė iki atnaujinimo; C_r – atnaujinimo išlaidos.

Kreditų skiriama tik jei $MVR > 1$. Įvertinus daugiabučio atnaujinimo projektą, *MVR* koeficientas yra

tarp 1 ir 1,2, todėl skiriamas 1 kreditas. *Eko2 – sutaupymai* vertinami taikant sutaupymų ir investicijų koeficientą *SIR*, kai $SIR < 1$, kreditai nesuteikiami, šiuo atveju *SIR* yra tarp 1 ir 1,05, todėl skiriami 4 kreditai. Vertinant pagal trečiąjį kriterijų *Eko3 – valstybės parama* skiriamas 1 galimas kreditas. Pastatą vertinant ekonominiu požiūriu iš 11 galimų surenkami 6 kreditai, t. y. iš 12 % – 6,54 %.

11. Jei vertinamame pastate taikomos **inovacijos**, gali būti suteikiami papildomi 10 kreditų. Vertinama pagal 7 kriterijus. Po 1 kreditą skiriama *Ino4 – vandens skaitikliai*, *Ino5 – sąmoningas medžiagų tiekimas*, *Ino6 – statybos atliekų valdymas*. Vertinant *Ino1 – natūrali apšvieta*, *Ino2 – CO₂ emisijos mažinimas*, *Ino3 – mažai arba visiškai CO₂ neišskiriančios technologijos (atsinaujinantieji energijos šaltiniai)* ir *Ino7 – profesionalo įvertinimas* kreditų neskiriama. Įvertinus inovacijų kriterijų grupę iš papildomų 10 kreditų skiriami 3, t. y. 3 % iš 10 %.

Maksimalus kiekvieno kriterijaus kreditų skaičius ir vertinamam daugiabučio atnaujinimo projektui suteiktų kreditų skaičius pateiktas 3 lentelėje.

3 lentelė. Maksimalus galimas kriterijų įvertinimas ir daugiabučio atnaujinimo projekto įvertinimas, kreditais
Table 3. Assessment of a multi-apartment building renovation project and the maximum values of criteria, in credits

Kriterijaus kodas	Galimi kreditai	Skirti kreditai
Valdymas		
Val1	2	1
Val2	2	1
Val3	4	3
Val4	1	0
Val5	2	1
Val6	1	0
Sveikata ir gerovė		
Sve1	1	1
Sve2	1	1
Sve3	1	1
Sve4	1	1
Sve5	1	1
Sve6	1	1
Sve7	1	1
Sve8	1	1
Sve9	1	1
Sve10	1	1
Sve11	1	1
Sve12	1	1
Sve13	4	4

3 lentelės pabaiga

Energija		
Ene1	15	13
Ene2	1	1
Ene3	1	1
Ene4	3	0
Ene5	2	0
Transportas		
Tra1	3	2
Tra2	2	2
Tra3	1	0
Tra4	1	1
Tra5	2	2
Vanduo		
Van1	5	2
Van2	1	1
Van3	1	0
Van4	1	0
Medžiagos		
Med1	6	3
Med2	1	1
Med3	3	3
Med4	2	2
Med5	3	2
Med6	1	1
Med7	2	2
Atliekos		
Atl1	4	2
Atl2	1	0
Atl3	2	1
Atl4	1	0
Žemės naudojimas ir ekologija		
Žem1	1	1
Žem2	1	1
Žem3	1	1
Žem4	2	1
Žem5	1	0
Tarša		
Tar1	2	2
Tar2	3	3
Tar3	3	2
Tar4	1	1
Ekonominiai kriterijai		
Eko1	4	1
Eko2	6	4
Eko3	1	1
Inovacijos		
Ino1	1	0
Ino2	2	0
Ino3	2	0
Ino4	1	1
Ino5	1	1
Ino6	1	1
Ino	2	0

Įvertinus pastatą gauti kreditai apskaičiuojami procentais ir susumuojami. Kriterijų grupės rezultatas procentais apskaičiuojamas taip: pastatui skirtas kreditų skaičius padalijamas iš galimų kreditų skaičiaus ir padauginamas iš reikšmingumo, %. Skaičiavimams atlikti buvo sukurta daugiabučių namų darnaus atnaujinimo vertinimo sprendimų paramos sistema (DN-DAVSPS), paremta *Microsoft Excel* skaičiuokle. Iš viso vertinamas daugiabučio atnaujinimo projektas surinko 71,77 % (4 lentelė).

4 lentelė. Daugiabučio atnaujinimo projekto vertinimo rezultatai

Table 4. The results of assessment a multi-apartment building retrofit project

Eil. Nr.	Kriterijų grupės	Reikšmingumas, %	Galimi kreditai	Skirti kreditai	Rezultatas, %
1.	Valdymas	10	12	6	4,99
2.	Sveikata ir gerovė	15	16	16	15,00
3.	Energija	16	22	15	10,91
4.	Transportas	7	9	7	5,44
5.	Vanduo	6	8	3	2,25
6.	Medžiagos	11	18	14	8,56
7.	Atliekos	7	8	3	2,63
8.	Žemės naudojimas ir ekologija	8	6	4	5,33
9.	Tarša	8	9	8	7,11
10.	Ekonominiai kriterijai	12	11	6	6,55
		100	119	82	68,77
11.	Inovacijos	papildomi 10	10	3	3,00
Iš viso		110	129	85	71,77

Pagal gautą rezultatą pastatui suteikiamas įvertinimas „Puikus“. Tačiau kiekvienam įvertinimui keliami ir minimalūs reikalavimai. Norint gauti įvertinimą „Puikus“, turi būti tenkinami šių kriterijų keliami reikalavimai ir skirtas minimalus kreditų skaičius: *Val1 – 1, Sve4 – 1, Sve11 – 1, Ene1 – 6, Ene2 – 1, Van1 – 1, Van2 – 1, Med3 – 3, Med5 – 2, Atl3 – 1, Žem4 – 1, Eko1 – 1, Eko2 – 4, Eko3 – 1*. Iš pateikto vertinimo matyti, kad minimalūs reikalavimai tenkinami ir pagal juos gali būti suteikiamas įvertinimas „Puikus“.

Daugiabutis, atnaujintas pagal įvertintą projektą, taptų ekologiškesnis ir ekonomiškesnis, pakiltų jo rinkos vertė, pagerėtų gyvenimo kokybė. Augant

energijos poreikiams ir didėjant aplinkos taršai, ypač svarbu siekti darnaus pastatų atnaujinimo, kuris padėtų mažinti gamtinių išteklių naudojimą, CO₂ emisiją, klimato kaitą ir gerinti gyvenimo kokybę. Sertifikuoti ir aukštus įvertinimus gaunantys pastatai yra nekenksmingi aplinkai ir skatina visuomenę pastatų atnaujinimo siekti pagal darnos principus.

5. Išvados

1. Siūlomam Lietuvos daugiabučių namų atnaujinimo darnumo vertinimo metodui pagrindu pasirinktas BREEAM, nes jo veiksmingumas ir patikimumas pripažintas tarptautiniu mastu. Šiuo metodu paremta ne viena vėliau atsiradusi pastatų darnumo vertinimo sistema.
2. BREEAM ir kiti panašūs metodai neapima finansinio vertinimo, o aplinkos apsaugos klausimai ir finansiniai aspektai turi būti sprendžiami vienu metu. Adaptuotame metode pasiūlyta ekonominių kriterijų vertinimo grupė, į kurią įtraukti kriterijai vertina sutaupyta vartojamos energijos kiekį ir į pastato rinkos vertės padidėjimą.
3. BREEAM modifikacija atlikta atsižvelgus į Lietuvos sąlygas, į šešis esminius reikalavimus statiniui, pakoregavus ir pakeitus šaliai neaktualių kriterijus, įtraukus ekonominių kriterijų grupę ir iš naujo nustatčius kriterijų grupių reikšmingumus.
4. Sukurta daugiabučių namų darnaus atnaujinimo vertinimo sprendimų paramos sistema (DNDAVSPS) galėtų padėti efektyviau vykdyti daugiabučių namų atnaujinimą.
5. Įvertinus tipinio daugiabučio namo, esančio Žirmūnų g. 3, Vilniuje, atnaujinimo projektą, galima daryti išvadą, kad atnaujintas pastatas atitinka darniam pastatui keliamus reikalavimus. Surinkus 71,77 %, atnaujintam daugiabučiui gali būti suteiktas darnumo įvertinimas „Puikus“.
6. Lietuvai pritaikytas įvertinimo metodas padėtų efektyviau vykdyti daugiabučių atnaujinimą, skatinant pastatus modernizuoti kompleksiskai su juos supančia aplinka, vadovaujantis darnos principais.

Literatūra

- Ali, H. H.; Nsairat, S. F. A. 2009. Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan, *Building and Environment* 44(5): 1053–1064. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.07.015>
- Aplinkos ministerija – visuomenei. 2000. 6 serija, Nr. 8. Informacinis leidinys. Šeši esminiai statinio reikalavimai [žiūrėta 2012 m. rugsėjo 30 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/LSP/files/6-nr.8.pdf>
- Balaras, C. A.; Gaglia, A. G.; Georgopoulou, E.; Mirasgedis, S.; Sarafidis, Y.; Lalas, D. P. 2007. European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, *Building and Environment* 42(3): 1298–1314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.11.001>
- BREEAM 2010. *Scheme Document SD 5064. BREEAM Multi-residential 2008* [interaktyvus], [žiūrėta 2011 m. kovo 15 d.]. Prieiga per internetą: http://www.breeam.org/filelibrary/Technical%20Manuals/SD5064_2_0_BREEAM_Multi-Residential_2008.pdf
- BREEAM 2009. BREEAM around the world [žiūrėta 2010 m. gruodžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.breeam.org/page.jsp?id=135>
- Burinskienė, M. 2003. *Subalansuota miestų plėtra* [Sustainable Urban Development]. Vilnius: Technika. 251 p.
- Burinskienė, M.; Rudzkieienė, V. 2009. Future insights, scenarios and expert method application in sustainable territorial planning, *Technological and Economic Development of Economy* 15(1): 10–25.
- Burnett, J. 2007. City buildings – Eco-labels and shades of green!, *Landscape and Urban Planning* 83(1): 29–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.003>
- Castro-Lacouture, D.; Sefair, J. A.; Flórez, L.; Medaglia, A. L. 2009. Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia, *Building and Environment* 44(6): 1162–1170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.08.009>
- Chau, C. K.; Tse, M. S.; Chung, K. Y. 2010. A choice experiment to estimate the effect of green experience on preferences and willingness-to-pay for green building attributes, *Building and Environment* 45(11): 2553–2561. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.05.017>
- Conte, E; Monno, V. 2012. Beyond the buildingcentric approach: A vision for an integrated evaluation of sustainable buildings, *Environmental Impact Assessment Review* 34: 31–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2011.12.003>
- Ding, G. K. C. 2008. Sustainable construction – The role of environmental assessment tools, *Journal of Environmental Management* 86(3): 451–464. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.12.025>
- Ginevičius, R.; Podvezko, V.; Raslanas, S. 2008. Evaluating the alternative solutions of wall insulation by multicriteria method, *Journal of Civil Engineering and Management* 14(4): 217–226. <http://dx.doi.org/10.3846/1392-3730.2008.14.20>
- Girčys, G.; Gruževskis, B.; Juknys, R.; Miškinis, V.; Pakalnis, R.; Staniškis, J.; Stoškus, L.; Vėbra, E., et al. 2005. *Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos įgyvendinimo 2003–2004 ataskaita* [Report on Implementation of the National Strategy for Sustainable Development in 2003–2004] [žiūrėta 2010 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: http://www.sd-network.eu/pdf/resources/NSDS-Eval-Report_Lithuania.pdf
- Haapio, A.; Viitaniemi, P. 2008. A critical review of building environmental assessment tools, *Environmental Impact Assessment Review* 28(7): 469–482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2008.01.002>

- Ignatavičius, Č. 2004. *Pastatų konstrukcijos. Rekomendacijos būsto ir gyvenamosios aplinkos renovacijai* [Building Structures. Guidelines for Renovation of Dwellings and Residential Environment]. Savivaldybės įmonė „Vilniaus planas“.
- Ignatavičius, Č.; Zavadskas, E. K.; Ustinovičius, L. 2008. Modernization of large-panel houses in Vilnius, in *The 9th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques*, 16–18 May, 2007, Vilnius, Lithuania. Vol. 1. Vilnius: Technika, 258–264.
- Juozaitytė, J. 2007. Daugiabučių gyvenamųjų namų padėtis Lietuvoje [Situation of Apartment Houses in Lithuania], iš *2007 m. lapkričio 7 d. konferencijos „Sąnaudos šildymui – valstybės ir vartotojų rankose“ medžiaga* [žiūrėta 2010 m. balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą: http://www.lsta.lt/files/events/1_juozaityte.ppt.pdf
- Juškevičius, P. 2005. Quality of life and sustainable development in urban design, *Urbanistika ir architektūra* 29(4): 174–181.
- Kajikawa, Y.; Inoue, T. 2010. Building environmental assessment as a knowledge management tool driving society, in *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2010 IEEE International Conference*, 7–10 December, Macao, China, 1042–1046.
- Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Šaparauskas, J. 2009. Conceptual modelling of sustainable Vilnius development, *Technological and Economic Development of Economy* 15(1): 154–177. <http://dx.doi.org/10.3846/1392-8619.2009.15.154-177>
- Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Raslanas, S. 2005. Multivariant design and multiple criteria analysis of building refurbishments, *Energy and Buildings* 37(4): 361–372. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.07.005>
- Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Gulbinas, A. 2004. Multiple criteria decision support web-based system for building refurbishment, in *Energy for Buildings: Proceedings of the 6th International Conference*, October 7–8, 2004, Vilnius, Lithuania, 284–291.
- Liu, Y.; Lu, H. M. 2009. Economic evaluation of green building based on cost-benefit analysis, *International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate* 1–6: 464–469.
- Martinaitis, V.; Kazakevičius, E.; Vitkauskas, A. 2007. A two-factor method for appraising building renovation and energy efficiency improvement projects, *Energy Policy* 35(1): 192–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.11.003>
- Medineckienė, M.; Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. 2010. Sustainable construction taking into account the building impact on the environment, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(2): 118–127. <http://dx.doi.org/10.3846/jeelm.2010.14>
- Mickaitytė, A.; Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Tupėnaitė, A. 2008. The concept model of sustainable buildings refurbishment, *International Journal of Strategic Property Management* 12(1): 53–68. <http://dx.doi.org/10.3846/1648-715X.2008.12.53-68>
- Mitkus, S.; Šostak, O. R. 2009. Preservation of healthy and harmonious residential and work environment during urban development, *International Journal of Strategic Property Management* 13(4): 339–357. <http://dx.doi.org/10.3846/1648-715X.2009.13.339-357>
- Raslanas, S.; Alchimovienė, J.; Banaitienė, N. 2011. Residential areas with apartment houses: analysis of the condition of buildings, planning issues, retrofit strategies and scenarios, *International Journal of Strategic Property Management* 15(2): 152–172. <http://dx.doi.org/10.3846/1648715X.2011.586531>
- Raslanas, S.; Palubinskas, V.; Tupėnaitė, L. 2004. *Nekilnojamojo turto vertė. Rekomendacijos būsto ir gyvenamosios aplinkos renovacijai* [Real Estate Value. Guidelines for Renovation of Dwellings and Residential Environment]. Savivaldybės įmonė „Vilniaus planas“.
- STR 2.01.01 (1):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis patvarumas ir pastovumas, *Žin.*, 1999, Nr. 112-3260.
- Šeduikytė, L.; Jurelionis, A. 2009. Analysis of the refurbishment process in Lithuania in terms of sustainable development, in *5th International Vilnius Conference “Knowledge-Based Technologies and OR Methodologies for Strategic Decisions of Sustainable Development”*, September 30–October 3, 2009, Vilnius, Lithuania, 175–180.
- Šimkus, R.; Stankevičius, V.; Karbauskaitė, J. 2002. *Bendrujų pastato šilumos nuostolių analizė ir įvertinimas bei jų paskirstymo butams metodikos sudarymas (5 a. gyvenamųjų namų pavyzdžiu): mokslinio tyrimo darbo ataskaita* [Analysis and Assessment of General Heat Loss in Buildings and Formulation of the Methodology for Distribution of such Loss among Flats (a case of five-storey buildings). Research report]. Kaunas. 28 p.
- Užšilaitytė, L.; Martinaitis, V. 2010. Search for optimal solution of public building renovation in terms of life cycle, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(2): 102–110. <http://dx.doi.org/10.3846/jeelm.2010.12>
- Wang, W.; Zmeureanu, R.; Rivard, H. 2005. Applying multi-objective genetic algorithms in green building design optimization, *Building and Environment* 40(11): 1512–1525. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.11.017>
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, J. 2008a. Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals, *Journal of Civil Engineering and Management* 14(2): 85–93. <http://dx.doi.org/10.3846/1392-3730.2008.14.3>
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Tupėnaitė, L.; Mickaitytė, A. 2008b. Decision-making model for sustainable buildings refurbishment. Energy efficiency aspect, in *The 7th International Conference Environmental Engineering*, 22–23 May, 2008 Vilnius, Lithuania. Vol. 2. Vilnius: Technika, 894–901.
- Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Kaklauskas, A. 2008c. Evaluation of building retrofit projects, in *The 9th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques*, 16–18 May, 2007, Vilnius, Lithuania. Vol. 1–3. Vilnius: Technika, 438–441.
- Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Kaklauskas, A. 2008d. The selection of effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case, *Energy & Buildings* 40(4): 573–587. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.04.015>

ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY OF THE RENOVATION OF MULTI-APARTMENT BUILDINGS IN RESIDENTIAL AREAS

S. Raslanas, J. Alchimovienė

Abstract. The majority of Lithuanian multi-apartment residential buildings were built before 1993. Moreover, projects of housing renovation and maintenance have not been carried out before 1996. Lack of proper maintenance led to a significant deterioration of multi-apartment buildings. Most of these buildings are neither economic, nor environmentally-friendly and consume a significant amount of heat energy. Six major construction requirements should be satisfied when designing or refurbishing a building.

Sustainable renovation of multi-apartment buildings and their environment is a universally recognized problem. It is crucial to evaluate both the buildings and their surrounding environment. A proper building renovation project can be created and selected only by performing multi-criteria assessment. Therefore, this paper presents a sustainable multi-apartment building assessment method, which is applied specifically for Lithuania and could help renovate multi-apartment buildings in residential areas of Lithuanian cities more effectively.

After performing the analysis of modern building sustainability assessment methods, the BREEAM method was chosen as the basis for the proposed method, specifically adapted to Lithuania. It is one of the oldest and most widely used methods used for assessment of the environmental effect of buildings. This method allows evaluating the building's utility from the ecological perspective in the following areas: management, health and wellbeing, energy, transport, water, materials, waste, land use and ecology, pollution and innovation. However, BREEAM and other similar methods cannot be used to assess the financial aspects of a building, which should be included in the analysis at all assessment stages along with the aspects of environment protection. When creating a renovation project, an important criterion is the payoff of it; therefore, the absence of financial assessment diminishes the effectiveness of the BREEAM assessment method. To address this problem, the proposed method is complemented with an additional set of economic assessment criteria. Furthermore, the BREEAM method is modified, taking into account the conditions in Lithuania and determining new significances of the criteria sets. By applying this method, specifically adapted to Lithuania, the assessment of a renovation project of a standard 47-year-old multi-apartment building was made. The assessment score was 71.77%, therefore, the renovated building satisfied the sustainability requirements and was given an "Excellent" sustainability status.

The application of the assessment method adapted to Lithuania could help renovate multi-apartment buildings in residential areas of Lithuanian cities more effectively. This, in turn, could result in a higher quality of life, since the consumption of natural resources and CO₂ emission would decrease. Renewable energy sources would become more widespread and, therefore, the climatic changes would occur less often.

Keywords: renovation of multi-apartment buildings, modernization, assessment method of sustainability, BREEAM.

Saulius RASLANAS. Dr, Professor at the Department of Construction Economics and Property Management of Vilnius Gediminas Technical University. A graduate of Vilnius Civil Engineering Institute (since 1990 Vilnius Technical University) (1984, civil engineer). Received his PhD in 1992. Research visits to Horsens Higher School of Technology (Denmark, 1995), Leipzig Higher School of Technology, Economics and Culture (Germany, 1996), Bonn Friedrich-Wilhelm University (Germany, 2001/2002). Author of 4 monographs and 60 papers. Research interests: real estate development, valuation, taxation and management, buildings retrofit.

Jurgita ALCHIMOVIEŅĖ. PhD student of Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics and Property Management. Research interests: renovation of apartment houses; modernization of residential districts.