

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Jevgenija RUTĖ

PASYVIŲJŲ NAMŲ ŽINIŲ MODELIS IR  
DAUGIAKRITERINĖ SPRENDIMŲ  
PARAMOS SISTEMA

DAKTARO DISERTACIJOS SANTRAUKA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,  
STATYBOS INŽINERIJA (02T)



LEIDYKLA  
Vilnius TECHNIKA 2013

Disertacija rengta 2008–2013 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.  
Mokslinis vadovas

**doc. dr. Audrius BANAITIS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

**Disertacija ginama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos inžinerijos mokslo krypties taryboje:**

Pirmininkas

**prof. dr. Saulius RASLANAS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

Nariai:

**doc. dr. Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T),

**dr. Raimondas BLIŪDŽIUS** (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T),

**prof. habil. dr. Gintautas DZEMYDA** (Vilniaus universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

**doc. dr. Jolanta TAMOŠAITIENĖ** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

Oponentai:

**prof. dr. Dalia ŠTREIMIKIENĖ** (Lietuvos energetikos institutas, socialiniai mokslai, ekonomika – 04S),

**prof. habil. dr. Leonas USTINOVICHIUS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

Disertacija bus ginama viešame Statybos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2013 m. gruodžio 17 d. 14 val. Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel.: (8 5) 274 4952, (8 5) 274 4956; faksas (8 5) 270 0112;

el. paštas doktor@vgtu.lt

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2013 m. lapkričio 15 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva).

VGTU leidyklos „Technika“ 2192-M mokslo literatūros knyga.

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Jevgenija RUTĖ

**KNOWLEDGE MODEL AND MULTIPLE  
CRITERIA DECISION SUPPORT  
SYSTEM FOR PASSIVE HOUSES**

**SUMMARY OF DOCTORAL DISSERTATION**

**TECHNOLOGICAL SCIENCES,  
CIVIL ENGINEERING (02T)**



LEIDYKLA  
Vilnius TECHNIKA 2013

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2008–2013.

Scientific Supervisor

**Assoc Prof Dr Audrius BANAITIS** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T).

**The dissertation is being defended at the Council of Scientific Field of Civil Engineering at Vilnius Gediminas Technical University:**

Chairman

**Prof Dr Saulius RASLANAS** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T).

Members:

**Assoc Prof Dr Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T),

**Dr Raimondas BLIŪDŽIUS** (Kaunas University of Technology, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T),

**Prof Dr Habil Gintautas DZEMYDA** (Vilnius University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

**Assoc Prof Dr Jolanta TAMOŠAITIENĖ** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T).

Opponents:

**Prof Dr Dalia ŠTREIMIKIENĖ** (Lithuanian Energy Institute, Social Sciences, Economics – 04S),

**Prof Dr Habil Leonas USTINOVIČIUS** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering – 02T).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Council of Scientific Field of Civil Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at 2 p. m. on 17 December 2013.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4952, +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112;

e-mail: doktor@vgtu.lt

The summary of the doctoral dissertation was distributed on 15 November 2013.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania).

## Įvadas

**Mokslo problemos formulavimas.** Tiriamąją problemą sudaro pasyviųjų namų žinių kompleksinis vertinimas ir sprendimų priėmimas, taikant daugiakriterinės analizės metodus ir informacines technologijas.

**Darbo aktualumas.** Lietuvoje šiuo metu yra labai daug gyvenamųjų pastatų, kurių techninė būklė prasta arba labai prasta. Todėl pastatų energijos taupymas ir atnaujinimas yra viena pagrindinių išsivysčiusių ir Rytų bei Centrinės Europos šalių problemų. Lietuvoje ypač aktualus tampa pastato eksploatacinių išlaidų optimizavimas. Žmonės renkasi šiltesnį būstą, domisi naujausiais inžinerinių sistemų sprendimais, ieško geriausio šildymo išlaidų optimizavimo sprendimo, norint sumažinti šildymo išlaidas ne 10–20 %, bet bent kelis kartus.

Gerų pasyviojo namo šiluminės varžos ir ekonomiškumo rezultatų galima pasiekti tik kompleksiskai taikant racionalius architektūrinius, statybinius ir inžinerinius sprendimus, siekiant naudoti geresnes medžiagas, tobulinant ir kaupiant praktinius įgūdžius statyboje. Jei rinkos sąlygos leidžia, reikia turimas žinias struktūrizuoti. Pasaulyje kuriami įvairūs pasyviojo namo žinių modeliai ir sistemos, bet jose nėra visų elementų, leidžiančių kompleksiskai įvertinti priimamus sprendimus.

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema, atsižvelgiant į saviraiškos vertybes:

- leidžia palyginti tarpusavyje pastatų taupumą, nustatyti jų naudingumą, rinkos vertę ir įvertinti kiekvieno kriterijaus įtaką suinteresuotai grupei;
- didina ir gilina žinias apie naujas statybos sektoriaus tendencijas;
- mažina pastatų suvartojamos energijos apimtį, gerina gyvenimo kokybę;
- padeda įgyti geriausią patirtį;
- skatina žmones domėtis naujas statybos tendencijas lemiančių veiksnių pokyčiais, suprasti ir įvertinti ateities namo pranašumus;
- leidžia būsiniams namo gyventojams įvertinti gyvenamosios aplinkos veiksnių reikšmingumus;
- vykdo šviečiamąją veiklą, padeda įgyti pagrindinių ir papildomų žinių energetiškai efektyvių namų plėtros srityje, skleidžia informaciją visuomenei apie pasyviuosius namus.

**Tyrimų objektas.** Tyrimų objektą sudaro kompleksinis pasyviųjų namų žinių vertinimas ir sprendimų priėmimas, jame dalyvaujančios ir savo tikslus norinčios įgyvendinti suinteresuotos grupės bei išorinė mikro-, mezo- ir makrolygmens aplinka kaip visuma. Kaip pasyviųjų namų žinių kompleksinio

vertinimo ir sprendimo priimti efektyviausią pasyviojo namo variantą priemonė siūloma daugiakriterinė sprendimų paramos sistema.

**Darbo tikslas.** Darbo tikslas – sukurti pasyviųjų namų žinių modelį ir, taikant šį modelį, sukurti pasyviųjų namų variantų parinkimo sprendimų paramos sistemą, kurioje taikomi daugiakriterinės analizės ir daugiakriterinio alternatyvaus projektavimo metodai.

**Darbo uždaviniai.** Darbo tikslui pasiekti turi būti išspręsti tokie uždaviniai:

1. Apžvelgti įvairių šalių mokslininkų atliktus pasyviųjų namų tyrimus ir jų rezultatus.
2. Sukurti koncepcinį pasyviųjų namų žinių modelį.
3. Pasyviųjų namų žinių modeliui pritaikyti variantinio projektavimo ir daugiakriterinės analizės metodus.
4. Parengti kuriamos daugiakriterinės pasyviųjų namų žinių sprendimų paramos sistemos duomenų bazės valdymo posistemio ir modelių bazės valdymo posistemio sudėtį bei pagrindimą.
5. Integruoti parengtus posistemius į daugiakriterinę pasyviųjų namų žinių sprendimų paramos sistemą.
6. Atlikti sukurtos sprendimų paramos sistemos patikrinimą.

**Tyrimų metodika.** Tyrimo metodika pagrįsta Lietuvos ir užsienio šalių mokslininkų šioje srityje atliktų darbų analize. Atliktiems tyrimams pritaikyti ir papildyti prof. habil. dr. E. K. Zavadsko bei prof. habil. dr. A. Kaklauskos sukurti projektų daugiakriterinės analizės ir daugiavariančio projektavimo metodai, taip pat taikyti lyginamosios analizės, ekspertinio vertinimo, logikos ir sintezės metodai.

**Darbo mokslinis naujumas**

1. Sukurtas originalus pasyviųjų namų žinių modelis, išsamiai aptarti jo elementai.
2. Sukurtam pasyviųjų namų žinių modeliui pritaikyti projektų variantinio projektavimo ir daugiakriterinės analizės metodai.
3. Parengti daugiakriterinės pasyviųjų namų žinių sprendimų paramos sistemos duomenų bazės valdymo ir modelio valdymo posistemiai.
4. Sukurtas originalus pasyviųjų namų žinių modelis integruotas į daugiakriterinę pasyviųjų namų žinių sprendimų paramos sistemą.

**Darbo rezultatų praktinė reikšmė.** Sukurtas žinių modelis ir sprendimų paramos sistema gali būti taikoma vertinant pasyviųjų namų alternatyvas,

sudarant racionalius alternatyvių pasyviųjų namų elementų rinkinius, nustatant jų efektyvumą, naudingumo laipsnį ir rinkos vertę bei išrinkant geriausią alternatyvą.

Pagrindiniai darbo rezultatai buvo praktiškai pritaikyti vykdant tarptautinius *Intelligent Energy Europe* – IEE programos *NorthPass* ir *IDES-EDU* projektus.

### ***Ginamieji teiginiai***

1. Sukurtas pasyviųjų namų žinių modelis leidžia realizuoti kompleksinį požiūrį į pasyviuosius namus, papildo sprendimo priėmimo procesą duomenimis, padidinančiais racionalaus pasyviojo namo varianto parinkimo patikimumą.
2. Siekiant kompleksiškai išanalizuoti pasyviųjų namų alternatyvas ir priimti efektyvius sprendimus, gali būti taikomi variantinio projektavimo bei daugiakriterinės analizės metodai.
3. Sukurta pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema leidžia įvertinti pasyviųjų namų alternatyvas, sudaryti racionalius alternatyvių pasyviųjų namų elementų rinkinius, nustatyti jų efektyvumą, naudingumo laipsnį ir rinkos vertę bei išrinkti geriausią alternatyvą.

***Darbo rezultatų aprobavimas.*** Disertacijos tema paskelbti penki moksliniai straipsniai: du – mokslo žurnaluose, įtrauktuose į *Thomson Reuters ISI Web of Science* duomenų bazę, du – recenzuojamuose mokslo žurnaluose, vienas – recenzuojamoje konferencijos medžiagoje.

Pagrindiniai disertacinio darbo teiginiai buvo aptarti dviejose mokslinėse konferencijose Lietuvoje:

- Jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2011 m. Vilniuje.
- 7-oje mokslinėje konferencijoje „Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje“ 2010 m. Klaipėda.

***Disertacijos struktūra.*** Disertaciją sudaro įvadas, trys skyriai ir rezultatų apibendrinimas.

Darbo apimtis – 116 puslapių, tekste panaudota 10 numeruotų formulių, 20 paveikslų ir 17 lentelių. Rengiant disertaciją buvo naudotasi 144 literatūros šaltiniais.

## **1. Mokslinės literatūros pasyviųjų namų tematika apžvalga**

Pirmajame disertacijos skyriuje apžvelgiami Lietuvos ir kitų šalių mokslininkų atlikti tyrimai bei gauti rezultatai pasyviųjų namų tematika, analizuojami įvairių autorių siūlomi teoriniai modeliai ir sistemos.

Nors pastaraisiais metais Lietuvoje ir kitose pasaulio šalyse pasyviams namams skiriama itin daug dėmesio, atliekami šios srities moksliniai tyrimai, pažymėtina, kad vis dar stinga kompleksinio požiūrio į pasyviuosius namus. Išanalizavus atskirų mokslininkų mokslines publikacijas ir įgyvendinamus projektus, galima teigti, kad vis dar trūksta mokslinių tyrimų, kuriuose būtų atliekamas pasyviųjų namų žinių kompleksinis vertinimas ir sprendimų priėmimas, analizuojamos projektuose dalyvaujančios ir savo tikslus norinčios įgyvendinti suinteresuotos grupės bei išorinė mikro-, mezo- ir makrolygmens aplinka kaip visuma. Vyrauja tyrimai, skirti labai specializuotoms sritims, analizuojami atskiri pasyviojo namo gyvavimo ciklo etapai. Tik nedaugelis mokslininkų bando kompleksiskai analizuoti pasyviuosius namus.

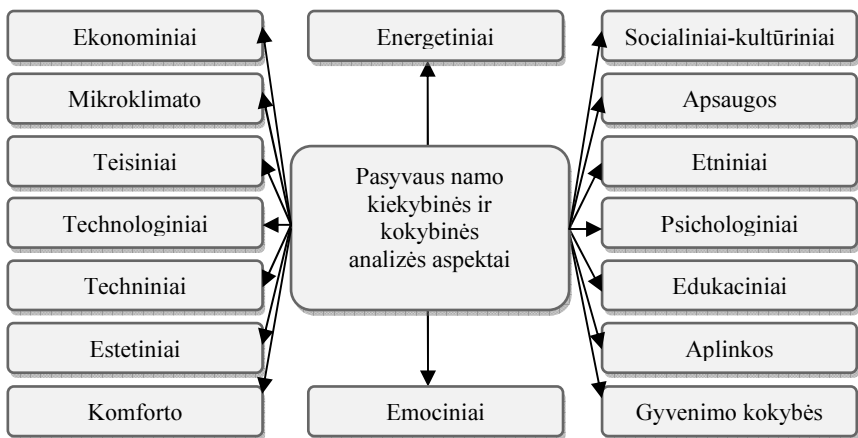
Vis dažniau efektyviems sprendimams priimti pasitelkiamos informacinės technologijos. Yra sukurta nemažai sprendimų paramos sistemų įvairioms specializuotoms problemoms spręsti, tačiau tik nedaugelis jų yra pagrįstos daugiakriterinio vertinimo metodų taikymu. Jos nesudaro galimybių automatizuotu būdu sudaryti racionalius alternatyvių pasyviųjų namų elementų rinkinius, nustatyti jų efektyvumą, naudingumo laipsnį ir rinkos vertę bei išrinkti geriausią alternatyvą, kuri geriausiai tenkintų suinteresuotų grupių poreikius.

## **2. Konceptinio pasyviųjų namų žinių modelio kūrimas**

Antrajame disertacijos skyriuje pateikiamas autorės sukurtas pasyviųjų namų žinių modelis. Aptariama modelio koncepcija ir išsamiai aprašomi pagrindiniai modelio elementai.

Įvairūs pasyviųjų namų modeliai ir modeliavimo priemonės analizuoja jų energijos suvartojimo, techninius, technologinius, ekonominius, teisinius/reguliacinius, inovacinių ir mikroklimato aspektus. Tačiau socialiniai, kultūriniai, etiniai, psichologiniai, emociniai, religiniai ir etniniai pasyviųjų namų aspektai, su kuriais susiduriama jų gyvavimo laikotarpiu, yra visiškai ignoruojami. Todėl svarbu nuosekliai ištirti pasyviųjų namų gyvenimo ciklą naudojantis minėtais kriterijais, kad šis pasyviųjų namų gyvenimo ciklo tyrimas būtų tikrai išsamus (1 pav.).





**1 pav.** Pasyviųjų namų ir jų elementų efektyvumą įtakojantys išorės veiksniai

Pasyviųjų namų žinių modelis, skirtas kiekybiniam ir kokybiniam tyrimui atlikti, buvo sukurtas siekiant integruoti energetinius, techninius, technologinius, ekonominius, teisinius/reguliavimo, inovacinius, mikroklimato, socialinius, kultūrinius, psichologinius, religinius, etninius ir kitus pasyviųjų namų gyvenimo ciklo veiksnius. Šis modelis toliau trumpai aprašomas šešiais etapais:

I etapas. Lyginamasis pasyviųjų namų žinių aprašymas išsivysčiusiose šalyse ir Lietuvoje (pagal ekonominius, teisinius/norminius, techninius, technologinius, organizacinius, valdymo, gyvenimo kokybės, patalpų kokybės, socialinius, kultūrinius, politinius, etinius, psichologinius ir kitus aspektus).

II etapas. Pasyviųjų namų žinių palyginimas ir tendencijos išsivysčiusiose šalyse ir Lietuvoje.

III etapas. Daugiakriterinė pasyviųjų namų ir jų elementų analizė ir efektyviausios pasyviųjų namų alternatyvos nustatymas. Šiuo etapu gauti lyginamieji ir racionalūs pasyviųjų namų elementai sujungiami į visiškai pasyvaus namo egzistavimo procesą.

IV etapas. Bendrojo pobūdžio rekomendacijų pateikimas, kaip pagerinti pasyviųjų namų elementų efektyvumo lygius.

V etapas. Pateikiamos atitinkamos pasyviųjų namų elementų pasirinkimo rekomendacijos. Visos bendrosios siūlomos rekomendacijos penktame etape apima keletą alternatyvų.

VI etapas. Transformacinio mokymo diegimas ir protinio bei praktinio elgesio pertvarkymas.

Pasyviųjų namų žinių modelis buvo kuriamas tiriant pažangių šalių ekonomikas ir jų patirtį pritaikant Lietuvai, atsižvelgiant į socialinius, kultūrinius, politinius, ekonominius aspektus, siekiant sukurti efektyviausią pasyviojo namo variantą. Modelis buvo parinktas pateikiant įžvalgas, kuriant veiksmingą aplinką, pasirenkant racionalų projektą, organizacinius ir išorinius veiksnius.

### 3. Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema

Trečiajame disertacijos skyriuje atliekamas pasyviųjų namų žinių variantinis projektavimas ir daugiakriterinė analizė, pateikiamas pradinis duomenų paruošimo procesas, aprašomas pasiūlytas pasyviųjų namų elementų variantinio projektavimo ir daugiakriterinės analizės modelis, analizės eiga bei metodika, pristatoma sukurta pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema. Taikant sukurta sistemą išspręstas praktinis uždavinys.

Nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Visą šią informaciją gali pakoreguoti suinteresuotos grupės (iniciatoriai, vadovai, užsakovai, projektuotojai, naudotojai ir kt.), atsižvelgdamos į savo siekiamus tikslus ir galimybes.

Criteria describing the alternatives		Measuring units	Weight	Megrame.1 var.	Megrame.2 var.	Megrame.3 var.	Fakro.FTP-V U3	Fakro.FTU-V U3	Fakro.PPP-V U3	Fakro.FTP-V U3	Baltijos langai	Optwin
Price	€/kv.m	0.6	471.74	478.26	522.18	528.7	613.47	1127.83	887.82	413	656.52	
Mechanical strength and stiffness	Mpa	0.025	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Reliability	Cycle	0.026	20000	20000	20000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
Heat transfer coefficient of profile	W/kv.m.K	0.055	1.2	1.1	1.1	1.4	1.4	1.5	0.97	0.88	1	
Heat transfer coefficient of double glazing	W/kv.m.K	0.052	1	1.2	0.9	1	1	1	1	0.73	0.72	
Airborne sound insulation coefficient, Rw	dB	0.04	30	32	32	32	33	32	30	34	31	
Air leak, at pressure difference Dp = 50 Pa	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)	0.011	0.5	0.55	0.6	0.3	0.25	0.42	0.5	0.4	0.35	
Light transmittance when OFF_max	%	0.015	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Light transmittance when OFF_min	%	0.015	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
Light transmittance when ON_max	%	0.015	74	74	74	74	74	74	74	74	74	
Light transmittance when ON_min	%	0.015	68	68	68	68	68	68	68	68	68	
Maximum operating temperature	°C	0.014	50	50	50	50	50	50	60	50	55	
Control voltage	V	0.018	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Colour change time (glass)	sec.	0.018	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Electric power consumption	V/kv.m.	0.019	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Glass thickness	mm	0.006	3.55	3.55	4.5	4.5	3.55	3.55	4.5	3.08	3.55	
Warranty term	year	0.026	5	5	5	10	10	10	10	5	5	
Durability	year	0.03	50	50	50	50	50	50	50	50	50	

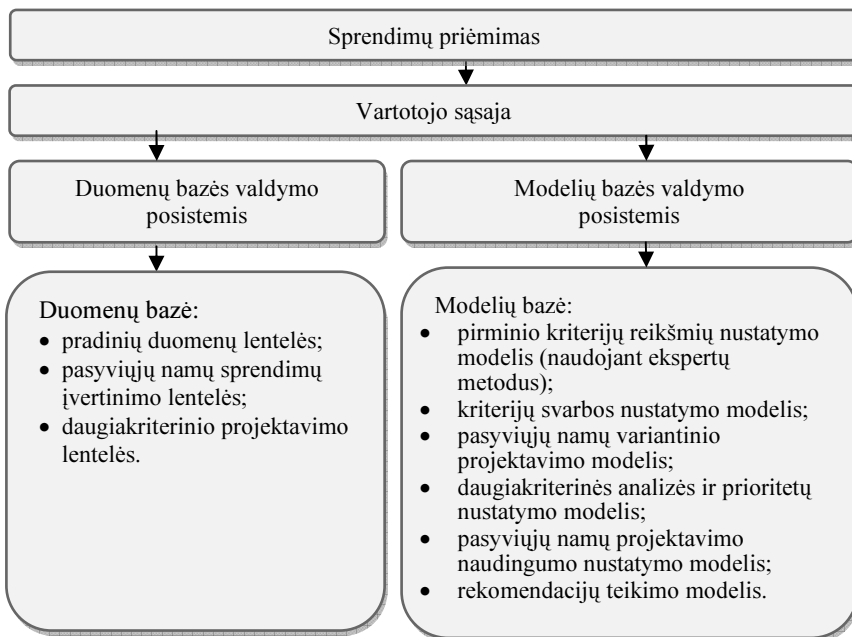
\* The sign "+/-" indicates that a greater (less) criterion value corresponds to a greater significance for a user (stakeholders)

2 pav. Sugrupuotos sprendimų priėmimų matricos fragmentas

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinės analizės metu dažniausia operuojama didelės apimties informacija, todėl ją racionalu apdoroti matriciniu būdu. Šiuo atveju nagrinėjamos alternatyvos, jas apibūdinanti kiekybinė ir koncepcinė informacija grupuojamos tam tikra tvarka, t. y. paruošiama projektų elementų daugiakriterinės analizės sugrupuota sprendimų priėmimų matrica (2 pav.).

Norint išrinkti efektyviausią pasyviųjų namų elementų alternatyvą, reikia, sudarius sugrupuotą sprendimų priėmimo matricą, atlikti daugiakriterinę alternatyvų analizę.

Remiantis pirmajame skyriuje atlikta turimos informacijos analize, antrajame skyriuje aprašytu pasyviųjų namų žinių modeliu bei aprašyto autorės atlikto pasyviųjų namų analizės tyrimo duomenimis, buvo sukurta pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema PNŽ-SPS (3 pav.). Ji sudaryta iš duomenų bazės ir duomenų bazės valdymo posistemo, modulių bazės ir modulių bazės valdymo posistemo, vartotojo sąsajos.



**3 pav.** Pasyviųjų namų sprendimų paramos sistemos (PNŽ-SPS) struktūra

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinėje sprendimų paramos sistemoje taikoma reliacinė duomenų bazių valdymo struktūra. Kiekybiniai duomenys ir konceptuali informacija yra saugoma lentelėse. Kiekvienai lentelei suteikiamas pavadinimas ir jos yra saugomos išorinėje kompiuterio atmintyje kaip atskira laikmena.

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinės sprendimų paramos sistemos duomenų bazę sudaro šios lentelės:

- Pradinių duomenų lentelės. Jose laikoma bendra informacija apie pasyviuosius namus.
- Lentelės, įvertinančios pasyviųjų namų sprendimus. Jose laikoma kiekybinė ir koncepcinė informacija apie alternatyvius pasyviųjų namų sprendimus.
- Daugiakriterinio projektavimo lentelės. Jose laikoma kiekybinė ir koncepcinė informacija apie pasyviųjų namų elementus, jų suderinamumą ir galimus derinius, taip pat duomenys apie sudėtingą, daugialypį pasyviųjų namų projektavimą.

Pažymėtina, kad įvairaus lygio vadovai priima skirtingus pasyviojo namo variantus ir daugiakriterinės analizės rezultatai tame pačiame pasyviajame name dažnai būna skirtingi. Taip gali būti dėl skirtingos patirties, gebėjimų, tikslų, techninių, finansinių ir kt. žinių.

Kadangi pasyviųjų namų variantų veiksmingumą dažnai lemia įvairūs veiksniai, sprendimų paramos sistemos modelių duomenų bazė turėtų apimti modelius, leidžiančius sprendimų priėmėjui atlikti išsamią galimų variantų analizę ir tinkamai pasirinkti. Toliau pateikiami modelių bazės modeliai atliekantys šią funkciją:

- alternatyvių pasyviųjų namų variantų modelis;
- pradinės kriterijų svarbos nustatymo modelis (taikant ekspertinius metodus);
- kriterijų svarbos patikslinimo modelis;
- pasyviųjų namų variantinio projektavimo modelis;
- daugiakriterinės analizės ir prioritetų nustatymo modelis;
- pasyviųjų namų efektyvumo laipsnio nustatymo modelis;
- rekomendacijų teikimo modelis.

Pagal vartotojų poreikius įvairūs modeliai gali būti pateikiami modelio bazės valdymo posistemyje. Kai taikomas tam tikras modelis, pavyzdžiui nustatyti kriterijų svarbą, skaičiavimų rezultatai tampa pradiniais kai kurių kitų modelių duomenimis (t. y. pasyviųjų namų žinių daugiakriterinio projektavimo modelis, daugiakriterinės analizės ir prioritetų nustatymo modelis), o jų rezultatai savo ruožtu gali būti imami kaip pradiniai kai kurių kitų modelių

duomenys (t. y. nustatyti pasyviųjų namų elementų naudingumą, teikti rekomendacijas ir t. t.).

Kuo daugiau alternatyvų išnagrinėta prieš priimant galutinį sprendimą, tuo didesnė tikimybė surasti geriausią įmanomą alternatyvą. Remiantis turima informacija, galima atlikti daugiakriterinę pasyviųjų namų elementų analizę, surikiuoti alternatyvas ir pasirinkti geriausią. Paskui gautos suderinamos ir geriausios pasyviųjų namų elementų alternatyvos integruojamos į bendrąjį pasyviųjų namų žinių variantą. Taip atlikus daugiakriterinę projektų analizę, galima pasirinkti efektyviausius variantus. Taip pat išnagrinėjamos tirtų projektų stipriosios ir silpnosios pusės.

Pasyviųjų namų modelių bazės valdymo posistemis suteikia vartotojui galimybę pasinaudojant šiuo posistemiui keisti kitus jam prieinamus pasyviojo namo modelių variantus, atsisakant tų, kurie jau nebereikalingi ir prie esamų pridėdant naujus modelių variantus.

Siekiant pademonstruoti pasyviųjų namų žinių daugiakriterinės sprendimų paramos sistemos darbą, joje taikomų modelių veikimą ir funkcijas, pateikiamas darbo su sistema aprašas. Sistemos vartotojas gali pasirinkti norimą alternatyvų skaičių ir pačias alternatyvas. Tokiu būdu atrenkamos geriausios alternatyvos. Pasyviųjų namų žinių sistema, naudodamasi daugiakriterinės analizės ir naudingumo laipsnio nustatymo modeliais bei remdamasi iki tol atliktais skaičiavimais, nustato visų pasyviųjų namų sudėtinių dalių variantų prioritetiškumus ir naudingumo laipsnius. Tada atliekamas variantinis projektavimas ir iš pasyviųjų namų elementų sudaromas geriausiai suinteresuotų grupių poreikius atitinkantis pasyviųjų namų elementų derinys.

Pavyzdžiui, atlikus daugiavariantį projektavimą buvo nustatyta, kad palankiausias pasyviųjų namų elementų derinys būtų pirmasis variantas (Baltijos langai, TGE-Electrochrome, lauko durys Fortas, stogo sistema EUROMAC2, rekuperatorinė sistema LGH-50RX5, saulės kolektorius WATT 3000S, sienų apšiltinimas PAROC FAS1, vėjo jėgainė Smartenergy GMSW10 plius ir kt. elementai) (4 pav.).

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinės sprendimų paramos sistemos vartotojai, prisiregistravę prie sistemos, gali nesunkiai papildyti, keisti veiksmų reikšmes, atsižvelgdami į projektuotojo prioritetus ar remdamiesi ekspertų apklausos rezultatais. Sudarant galimus pasyviųjų namų elementų variantus, gali būti taikoma įvairių apribojimų.

Gali būti įvertinami ir kiti kriterijai. Kiekvienas sistemos vartotojas, atsižvelgdamas į savo poreikius ir siekiamus tikslus, atlieka tam tikrus skaičiavimus, kartu suteikdamas informaciją kitiems vartotojams.

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema yra universali ir gali būti taikoma įvairiems teoriniams bei praktiniams uždaviniams spręsti.

PRACTICAL TUTORING SYSTEM										
System description		Description of alternatives		Results of multiple criteria evaluation of the alternatives				Lentelių sujungimas		
Computer-aided development of the feasible alternatives		Multiple criteria analysis of the developed feasible alternatives				Recommendations for user				
Calculation time: 13,2668269s										
Number of possible alternatives: 16329600										
Criteria describing the alternatives	Measuring units	Weight	Compared alternatives							
			Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 1 Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA NANO THECH 730	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 3 Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA NANO THECH 730	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 1 Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA KREISEL 131	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 1 SmartWall Systems Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA NANO THECH 730	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 3 SmartWall Systems Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA KREISEL 131	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 3 SmartWall Systems Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA NANO THECH 730	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 3 SmartWall Systems Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA KREISEL 131	Baltijos langai TGE-Electrochrome Fortas EUROMAC2 MTP2-46 LGH-50RX5 WATT 3000 S PAROC FAS 3 SmartWall Systems Smart Wall Smartenergy GMSW 10 plus FUGA NANO THECH 730
Price	- Lt/kv.m	0,6	0,000274	0,000274	0,000274	0,000274	0,000274	0,000274	0,000274	0,000274
Mechanical										
Colour range	- pcs.	0,061	4,8E-05	4,8E-05	1,2E-05	4,8E-05	1,2E-05	4,8E-05	1,2E-05	4,8E-05
Mass	- kg	0,011	1E-06	1E-06	1E-05	1E-06	1E-05	1E-06	1E-05	1E-06
Warranty	- month	0,073	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05
The sums of weighted normalized maximizing (projects 'pluses') indices of the alternative			0,00128	0,00125	0,001277	0,001279	0,001247	0,001249	0,001247	0,001249
The sums of weighted normalized minimizing (projects 'minuses') indices of the alternative			0,003767	0,003751	0,003774	0,00378	0,003758	0,003764	0,003758	0,003764
Significance of the alternative			0,00576645	0,00575559	0,00575513	0,00575002	0,0057442	0,00573903	0,00573903	0,00573903
Priority of the alternative			1	2	3	4	5	6	7	8
Utility degree of the alternative (%)			100%	99,81%	99,8%	99,72%	99,61%	99,52%	99,52%	99,52%

4 pav. Pasyviųjų namų sprendimų paramos sistema atliktos daugiakriterinės analizės fragmentas

Pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistemos teikiamomis galimybėmis gali naudotis projektavimo, statybos, projektų valdymo įmonės, įvairios mokymo institucijos, paslaugų įmonės, konsultantai, ekspertai, galutiniai vartotojai ir kitos suinteresuotos grupės.

## Bendrosios išvados

1. Išanalizavus daugelio šalių kultūrinį, socialinį, politinį, ekonominį požiūrį į energiją taupančius pastatus ir jų statybą, galima teigti, kad mokslininkai savo darbuose nagrinėja šiuos veiksnius atskirai viena nuo kito. Suintegravus visus analizuojamus kriterijus į bendrą sistemą,

- galima išsamiau apibūdinti pasyviųjų namų sudėtinės dalis ir gyvavimo ciklą.
2. Mokslinėje literatūroje pateikiami pasyviųjų namų modeliai nesudaro galimybių atlikti pasyviųjų namų alternatyvų variantinio projektavimo ir daugiakriterinės analizės. Išanalizavus atskirų mokslininkų įgyvendinamus projektus ir publikuojamus straipsnius, galima teigti, kad dažnai specializuojamasi kurioje nors vienoje siauroje srityje (pvz., langų, sienų, stogų šilumos pralaidumo koeficiento vertinimas, energijos taupymas). Todėl reikia sukurti pasyviųjų namų žinių modelį ir modelio sprendimo metodus.
  3. Sukurtas originalus kompleksinis pasyviųjų namų žinių modelis, leidžiantis pasyviųjų namų gyvavimo ciklą ir jo etapus, projekte dalyvaujančias šalis, taip pat mikro-, mezo- ir makrolygmens aplinką analizuoti kaip visumą. Pasyviųjų namų žinių modelis sukurtas remiantis sudėtingų sistemų teorija ir daugiakriterinės analizės modeliais. Modelį sudaro šeši etapai: 1) pasyviųjų namų žinių lyginamasis aprašymas; 2) pasyviųjų namų žinių palyginimas ir tendencijos; 3) pasyviųjų namų elementų daugiakriterinė analizė ir efektyviausių elementų parinkimas; 4) bendrojo pobūdžio rekomendacijų pateikimas; 5) pasyviųjų namų elementų pasirinkimo rekomendacijos; 6) transformuojamasis mokymasis ir mąstymo bei praktinės elgsenos pakeitimas. Pasyviųjų namų žinių modelio taikymas realiam uždaviniui spręsti įrodo jo efektyvumą ir tinkamumą.
  4. Daugiakriterinės analizės metodus nagrinėjantys mokslininkai netyrinėjo temos, kurią autorė pasirinko tyrimo objektu, t. y. pasyviųjų namų žinių kompleksinio vertinimo ir sprendimų priėmimo, jame dalyvaujančių ir savo tikslus norinčių įgyvendinti suinteresuotų grupių bei išorinės mikro-, mezo- ir makrolygmens aplinkos kaip visumos. Tyrimo objektui buvo pritaikyti daugiakriterinės analizės ir variantinio projektavimo metodai.
  5. Sudaryta pasyviųjų namų ir jų elementų kompleksinė duomenų bazė, kurioje alternatyvos kompleksiskai aprašomos ekonominiais, techniniais, kokybiniais, technologiniais ir kitais aspektais. Remiantis šia kompleksine duomenų baze, duomenų bazės valdymo posistemių ir modelio valdymo posistemių, sukurta sprendimų paramos sistema, leidžianti pasyviuosius namus analizuoti kiekybiškai (kriterijų sistema ir posistemiai, matavimo vienetai, vertės ir reikšmingumai) ir konceptualiai (tekstas, formulės, schemas, grafikai, diagramos, vaizdajuostės).

6. Sukurta pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema remiasi anksčiau sukurtų informacinių, žinių, ekspertinių ir sprendimų paramos sistemų analize, integruojant autorės parengtus ir siūlomus kitų autorių sukurtus elementus. Sukurta sistema sudaryta iš trijų sudėtinių dalių: duomenų bazės ir duomenų bazės valdymo posistemio, modelių bazės ir modelių bazės valdymo posistemio ir vartotojo sąsajos.
7. Autorės pasiūlyto kompleksinio pasyviųjų namų žinių modelio ir daugiakriterinės analizės ir variantinio projektavimo metodų pagrindu sukurta kompiuterinė pasyviųjų namų žinių daugiakriterinė sprendimų paramos sistema leidžia automatizuotai įvertinti pasyviųjų namų alternatyvas, sudaryti racionalius alternatyvių pasyviųjų namų elementų rinkinius, nustatyti jų efektyvumą, naudingumo laipsnį (pvz.,  $N_{V1} - 100\%$ ,  $N_{V2} - 99,81\%$ , ...,  $N_{V100} - 97,6\%$ ) ir rinkos vertę bei išrinkti geriausią alternatyvą. Ji yra universali ir gali būti taikoma įvairiems teoriniams ir praktiniams uždaviniams spręsti, todėl šios sistemos teikiamomis galimybėmis gali naudotis įvairios suinteresuotos grupės (projektuotojai, užsakovai, rangovai, projektų vadovai, naudotojai ir kt.).

## **Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas**

### **Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose**

Kaklauskas, A.; Rutė, J.; Zavadskas, E. K.; Daniūnas, A.; Pruskus, V.; Bivainis, J.; Gudauskas, R.; Plakys, V. 2012. Passive house model for quantitative and qualitative analyses and its intelligent system, *Energy and Buildings* 50: 7–18. ISSN 0378-7788 (Thomson Reuters ISI Web of Science), doi: 10.1016/j.enbuild.2012.03.008

Kaklauskas, A.; Rutė, J.; Gudauskas, R.; Banaitis, A. 2011. Integrated model and system for passive houses multiple criteria analysis, *International Journal of Strategic Property Management* 15(1): 74–90. ISSN 1648-715X (print), ISSN 1648-9179 (online) (Thomson Reuters ISI Web of Science), doi:10.3846/1648715X.2011.574903

Rutė, J. 2011. Išreikštinės ir neišreikštinės žinios pasyviųjų namų statyboje, žinių modeliai pasaulyje ir Lietuvoje, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 3(2): 12–16. ISSN 2029-2341 (print), 2029-2252 (online) (Index Copernicus), doi:10.3846/mla.2011.024



Matuliauskaitė, A.; Bartkienė, L.; Rutė, J. 2011. Penki didieji faktoriai ir jų taikymo kryptys, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 3(4): 43–48. ISSN 2029-2341 (print), 2029-2252 (online) (Index Copernicus), doi:10.3846/mla.2011.068

### **Straipsniai kituose leidiniuose**

Rutė, J.; Bartkienė, L.; Matuliauskaitė, A. 2010. Pasyviųjų būstų koncepcijos raida pasaulyje ir Lietuvoje: skirtumai ir tendencijos, *7-osios mokslinės konferencijos „Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje“ straipsnių rinkinys*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 409–412. ISSN 1822-4652.

### **Trumpos žinios apie autorę**

Jevgenija Rutė gimė 1977 m. gruodžio 12 d. Gargžduose.

2004 m. Klaipėdos universitete įgijo statybos inžinerijos bakalauro laipsnį, 2006 m. – statybos inžinerijos magistro laipsnį. 2008–2013 m. – Vilniaus Gedimino technikos universiteto doktorantė. Doktorantūros studijų metu 2011 m. stažavosi Prahos technikos universitete (Čekija). Nuo 2007 m. dirba Klaipėdos universiteto Statybos katedros lektore.

## **KNOWLEDGE MODEL AND MULTIPLE CRITERIA DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PASSIVE HOUSES**

***Formulation of the Problem.*** The research problem focuses on passive houses knowledge system and decision making, based on multiple criteria analysis methods and information technologies.

***Importance of the Thesis.*** Energy saving and refurbishment of buildings is one of the central problems in both developed countries and in Eastern and Central Europe. At the present, numerous buildings in Lithuania's housing stock are in poor or very poor condition. Ways to optimise a building's maintenance costs are increasingly relevant in Lithuania. People opt for warmer housing and seek information about the newest solutions related to utility systems. They are looking for the best ways to optimise heating costs, to cut them at least several times, rather than just by 10–20%.

A passive house with high thermal resistance and cost-efficiency might be developed through an integrated use of optimal architectural, construction and engineering solutions, by seeking better materials, and by improving and accumulating the construction know-how. The market conditions permitting,

any available knowledge needs to be structured. A wide variety of passive houses knowledge models have been developed in Lithuania and other countries across the globe, however, these do not contain all the elements necessary to make complex evaluations in decision making process.

Multiple criteria passive houses knowledge decision support system with a view on self-expression values:

- allows to compare the cost-efficiency of buildings, to determine their utility degree and market value, and to estimate and assess the weight each criterion carries to a stakeholder group;
- improves and builds knowledge about new trends in construction;
- cuts energy consumption in buildings and improves quality of life;
- aids to develop best practices,
- encourages people to keep up with the variations of new factors of the construction trends, and to understand and assess the advantages of their future homes;
- allows future occupants to determine the significant factors of their living environment,
- educates, acts as a source of the basic and extended knowledge on the development of energy-efficient houses, and makes the general public aware of passive houses.

***The Object of Research.*** The research object is a complex evaluation of passive houses knowledge and decision making, also interested parties striving to attain their goals and micro, mezzo and macro environments as integral whole. As a tool for complex evaluation of passive houses knowledge and in decision making to select the most effective alternative, a multiple criteria decision support system is being suggested.

***The Goal of the Thesis.*** The main task of the work is to create a passive houses knowledge model and to create a decision support system in choosing a passive house alternative using multiple criteria analysis and multiple criteria multivariant design methods.

***The Tasks of the Thesis.*** To achieve the goal of the thesis the following tasks must be solved:

1. Review of research on passive houses in other countries and their results.
2. Create a model for the passive houses knowledge complex analysis.
3. Apply to this model methods of multivariant design and multiple criteria analysis.

4. Establish the content and basis of the database management and model-base management subsystems for the passive houses knowledge multiple criteria decision support system.
5. Integrate these subsystems into passive house knowledge multiple criteria decision support system.
6. Verify the integrity of this decision support system.

**Research Methodology.** The research methodology is based on the analysis of publications in this field published by Lithuanian and foreign authors. In the research data processing methods of project multi criteria analysis and multivariant design, created by Prof Dr Habil E. K. Zavadskas and Prof Dr Habil A. Kaklauskas, were adapted and applied, as well as methods of comparative analysis, expert evaluation, logic and synthesis.

#### ***Scientific Novelty***

1. An original model of passive houses knowledge was designed; its elements were discussed in detail.
2. Multivariant design and multi criteria analysis methods were applied in this model.
3. Model-base management and database management subsystems for passive houses knowledge multiple criteria decision support system were established.
4. Original passive houses knowledge model was created and integrated with passive houses knowledge multiple criteria decision support system.

**Practical Significance of Achieved Results.** The developed knowledge model and multiple criteria decision support system can be used in evaluation of passive house alternatives, composition of rational alternative selections of passive house components, establishing level of their efficacy, utility degree, market value, and eventually making the right decision.

The main research findings were practically employed implementing international Intelligent Energy Europe projects *NorthPass* and *IDES-EDU*.

#### ***The Defended Statements***

1. Established passive houses knowledge model allows implementing complex view of passive houses, and supplements decision making process with more data, which in turn fosters a more rational and safe choice of passive house version.

2. To make an integrated analysis of alternative options of passive houses knowledge and to facilitate efficient decision-making, such methods as the multivariant design and the multiple criteria analysis may be employed.
3. The developed passive houses knowledge multiple criteria decision support system allows evaluation of passive house alternatives, composition of rational alternative selections of passive house components, establishing level of their efficacy, utility degree, market value, and eventually making the right decision.

**Approval of the Results.** The material presented in the thesis was published in five scientific articles: two in scientific journals listed in the *Thomson Reuters ISI Web of Science*, two in the scientific journals and one in the refereed conference material.

The main findings of the work were discussed in two scientific conferences in Lithuania:

- in the conference of young scientists "Science – Future of Lithuania" 2011, Vilnius;
- in the 7th scientific conference "Scientific Technology Works in Western Lithuania" 2010, Klaipėda.

**Scope of the Thesis.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions and suggestions, and the list of references.

The total scope of dissertation is 116 pages, 10 numbered formulas are used, 20 figures and 17 tables. 144 literature sources have been used while writing the dissertation.

Chapter 1 presents a review of the scientific literature and an analysis of the knowledge and models related to passive houses.

Chapter 2 presents the conceptual passive houses knowledge model developed by the author, describes its main elements in detail, and discusses their interactions.

Chapter 3 deals with multivariant design and multiple criteria analysis of the components of passive houses. It reviews the preparation procedure for input data, describes the suggested model for multivariant design and multiple criteria analysis of the components of passive houses, and presents the process and methodology of analysis. Multiple criteria decision support system for passive houses knowledge designed on the basis of the model proposed by the author. The chapter deals in detail with the system's elements and explains the principle of its operation.

### ***General Conclusions***

1. The analysis of technical, technological, management, cultural, social, political, economic and other aspects attitudes towards the construction of energy-efficient buildings in a number of countries leads to a conclusion that researchers look into these criteria mostly in isolation. Integration of all criteria into a single system would produce a more comprehensive description of a life cycle and components of a passive house.
2. Analysis of scientific literature shows that existing passive houses models do not permit for alternative multi-variant design of passive houses and multiple criteria analysis. Analysis of projects and articles by different researchers suggests that they often focus on a single narrow field, such as assessments of the thermal transmittance rate of windows, walls or roofs, energy saving, etc. A passive houses knowledge model and the model's solution methods should therefore be developed.
3. An original model of a complex analysis of a passive houses knowledge enabling the user to analyze a passive houses life cycle and its stages, the parties involved in the project as well as its micro, mezzo and macro environments as an integral whole is developed. Passive houses knowledge model is developed on the basis of complex systems theory and the models of the multiple criteria analysis. Model includes the six stages: (1) comparative description of the passive houses knowledge; (2) comparison of the passive houses knowledge and trends; (3) multiple criteria analysis of the components of passive houses and selection of most efficient components; (4) development of general recommendations; (5) submission of certain recommendations to stakeholders; (6) transformational learning and changing of mental and practical behavior. The model of passive houses knowledge was verified in operational conditions and supports its viability.
4. Researchers considering methods of multiple criteria analysis did not include the topic of the research object by the author, i.e. passive houses knowledge complex analysis and decision making, the stakeholders involved in the project and micro, mezzo and macro environment factors affecting it as an integral whole. Methods of multiple criteria analysis and multi-variant design were applied to the research object.
5. Passive houses complex database was compiled, integrally describing alternatives from the technical, qualitative, security, functionality, technological point of view and other aspects. On the basis of this complex database, database management subsystem and model-base management subsystem, a decision support system was developed,

allowing for complex analysis of passive houses quantitatively (system of criteria and its subsystem, measuring units, appraisals, valuations) and conceptually (text, formula, schemes, graphs, diagrams, video tapes).

6. Developed Multiple Criteria Decision Support System for Passive Houses Knowledge is based on the analysis of existing information, knowledge, experts' opinions and analysis of decision support systems, whilst integrating different elements suggested by the author of this thesis and others working in this field. This System is comprised of three parts: database and database management subsystem, model base and model base management subsystem, and user interface.
7. On the basis of the model on a complex analysis of a passive houses knowledge proposed by the author and the methods of multiple criteria analysis and multi-variant design the Multiple Criteria Decision Support System for Passive Houses Knowledge was developed and tested. The system allows evaluation of passive house alternatives, composition of rational alternative selections of passive house components, establishing level of their efficacy, utility degree (eg.,  $N_{Op1} - 100\%$ ,  $N_{Op2} - 99.81\%$ , ...,  $N_{Op100} - 97.6\%$ ), market value, and eventually making the right decision in automated way. It is a universal system and may be applied addressing various theoretical and practical problems, therefore the possibilities provided by this system might be useful to a range of stakeholders (architectural designers, clients, contractors, project managers, users, etc).

### **About the author**

Jevgenija Rutė was born on 12 December 1977 in Gargždai.

In 2004, she was awarded Bachelor's degree and, in 2006 – Master's degree in Construction Engineering by Klaipėda University. In 2008–2013, she was a doctoral student at Vilnius Gediminas Technical University. In 2011, she had internship at Praha Technical University (Czech Republic). At present, she is a Lecturer at the Department of Construction, Faculty of Marine Engineering of Klaipėda University.

Jevgenija RUTĖ

PASYVIŲJŲ NAMŲ ŽINIŲ MODELIS IR DAUGIAKRITERINĖ  
SPRENDIMŲ PARAMOS SISTEMA

Daktaro disertacijos santrauka  
Technologijos mokslai, statybos inžinerija (02T)

Jevgenija RUTĖ

KNOWLEDGE MODEL AND MULTIPLE CRITERIA DECISION SUPPORT  
SYSTEM FOR PASSIVE HOUSES

Summary of Doctoral Dissertation  
Technological Sciences, Civil Engineering (02T)

2013 11 15. 1,5 sp. l. Tiražas 20 egz.  
Vilniaus Gedimino technikos universiteto  
leidykla „Technika“,  
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,  
<http://leidykla.vgtu.lt>  
Spausdino UAB „Ciklonas“,  
J. Jasinskio g. 15, 01111 Vilnius

