

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Edita ŠARKIENĖ

MODEL OF SOLUTIONS OF RATIONAL  
INVESTMENTS TO SINGLE FAMILY  
DWELLING-HOUSING

SUMMARY OF DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,  
CIVIL ENGINEERING (02T)



LEIDYKLA  
Vilnius TECHNICA 2010

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2002–2010.

The dissertation is defended as an external work.

Scientific Consultant :

**Prof Dr Habil Leonas USTINOVICĪUS** (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 Marija BURINSKIENĖ** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering (02T),

Members:

**Prof Dr Habil Friedel PELDSCHUS** (Leipzig University of Applied Sciences, Technological Sciences, Civil Engineering (02T),

**Prof Dr Habil Henrikas PRANEVICIUS** (Kaunas Technology University, Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)

**Prof Dr Habil Aleksandras Vytautas RUTKAUSKAS** (Vilnius Gediminas Technical University, Social Science, Economics – 04S),

**Dr Zenonas TURSKIS** (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Civil Engineering (02T).

Opponents:

**Assoc Prof Dr Stasys Albinas GIRDZIJAUSKAS** (Vilnius University Kaunas Humanitarian Faculty, Social Science, Economics – 04S),

**Prof Dr Habil Artūras KAKLAUSKAS** (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 10 a. m. on 23 September 2010.

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 20 August 2010.

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).

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Edita ŠARKIENĖ

# RACIONALIAUS INVESTAVIMO Į VIENBUČIŲ GYVENAMŲJŲ NAMŲ STATYBĄ SPRENDIMŲ MODELIS

DAKTARO DISERTACIJOS SANTRAUKA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,  
STATYBOS INŽINERIJA (02T)



Vilnius LEIDYKLA TECHNICA 2010

Disertacija rengta 2002–2010 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.  
Disertacija ginama eksternu.

Mokslinis konsultantas

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

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

Pirmininkas:

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

Nariai:

**prof. habil. dr. Friedel PELDSCHUS** (Leipcigo taikomųjų mokslų universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T),

**prof. habil. dr. Henrikas PRANEVIČIUS** (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija -07T),

**prof. habil. dr. Aleksandras Vytautas RUTKAUSKAS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, socialiniai mokslai, ekonomika – 04S),

**dr. Zenonas TURSKIS** (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

Oponentai:

**doc. dr. Stasys Albinas GIRDZIJAUSKAS** (Vilniaus universitetas Kauno humanitarinis fakultetas, socialiniai mokslai, ekonomika – 04S),

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

Disertacija bus ginama viešame Statybos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2010 m. rugsėjo 23 d. 10 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 2010 m. rugpjūčio 20 d.

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

VGTU leidyklos „Technika“ 1788-M mokslo literatūros knyga.

© Edita Šarkienė, 2010

## **Introduction**

### ***Topicality of the problem***

The cost of maintenance and refurbishment of a building during its entire service life is higher than the construction cost. The share of buildings is about two thirds of the total national wealth of the EU countries. Around 10 % labour force is employed in the construction sector, with its share of gross national product making 10 %. Up to 50 % of overall energy were used in buildings, up to 85% of this energy were used in old buildings. This is a challenge for all over the world to develop and implement rational energy efficient and economical reasonable investment solutions of dwelling buildings. Various interested parties are involved in the construction process including customers, designers, builders, suppliers of various building products, maintenance organizations, state inspection institutions, etc. Given such a great number of interested parties, a problem of cooperation and information and expertise exchange arises.

The thesis covers the analysis of living environment and the survey of the needs of users and investors and proposes a model of investment assessment within whole building life cycle. Such a model enables a complex solution of planning, design and investment tasks.

A large part of problems related to life quality, environmental and social issues arises due to the legal acts adopted in our country, which develop a false attitude and motivation towards the solution of problems of such type. For instance, the Law on Construction of the Republic of Lithuania and the Technical Regulations for Construction provide for minimal requirements of energy efficiency level, whereas the wrong-headed practice of public tenders, which applies the principle of the lowest price, encourages to select the cheapest services and to use the cheapest materials and resources – that is in direct opposition to the search for efficient innovative methods and solutions as well as the guarantee of quality and a cost-efficient performance throughout the entire life cycle of a building. That impedes the progress of construction businesses in the country, reduces competitiveness in respect of developed world countries and is a decisive factor for the development of construction sector and the economy of the entire country.

The thesis analyses one of those construction sectors, the results of which are most relevant to the final user, i.e. the construction projects and processes of single-family housing. This field of construction is to a large extent related to architectural solutions and is directly dependent on them.

### ***Aim and tasks of the work***

The major aim of this dissertation is to develop a model, which would enable the selection of a rational solution of investment to a single-family housing by assessing the impact of architectural solutions on the meeting of goals and needs of participants in the processes of investment, design, construction, use and operation in respect of the entire life cycle of a building.

The following tasks were set to achieve the aim of the thesis:

1. to carry out the analysis of overall Lithuanian economy relation with single-family housing market development;
2. to develop a model of rational selection of single-family housing investment project;
3. based on the analysis results, distinguish the major factors determining the efficiency of investments to the construction of single-family housing, to develop a criteria system designed for the description of variants of investment projects;
4. to assess the impact of architectural solutions made in the process of design on the entire life cycle of a building and the efficiency of investments;
5. to adjust the developed model to the selection of a rational solution of investment to single-family housing case study.

### ***Scientific novelty***

1. By means of the method of multiple criteria decision synthesis (DSS1), the model of rational selection of single-family housing investment project by assessing the impact of architectural solutions on the entire life cycle of a building has been developed.
2. To achieve the solution of energy efficiency, cost-efficient performance, quality of life and rational investment planning during the life cycle of a building in respect of the client and the investor-contractor, the methods of multi-criteria assessment and mathematical modeling have been integrated into the model;
3. The integrated criteria assessment solutions minimizing the issues of information uncertainty and increasing reliability have been developed.

***Methodology of research*** includes the paper applies all the official information of international organizations, the most up-to-date data of scientific databases, the information of Lithuanian and EU associated business structures (associations, federations, technological platforms), the information provided

by Lithuanian institutions and other data available on the Internet studied by means of analysis. The paper employs research methods based on the analysis of research studies conducted by the Lithuanian and foreign scientists in this field. The methods of project multi-criteria synthesis analysis developed by Prof. Dr. Habil. E. K. Zavadskas and Assoc. Prof. Dr. Vaidotas Šarka were applied to the research. The thesis also applied different decision support systems approach, methods of experimental assessment and mathematical modeling. To develop a system of assessment criteria, the integrated criteria formation methodology has been proposed. Criteria values of alternatives are determined by the methods of statistics, calculation and analogy, whereas the weights of criteria are decided by expert methods. The dissertation took advantage of scientific publications of Lithuanian and foreign authors, scientific and informative publications of scientific institutions.

### ***Practical value***

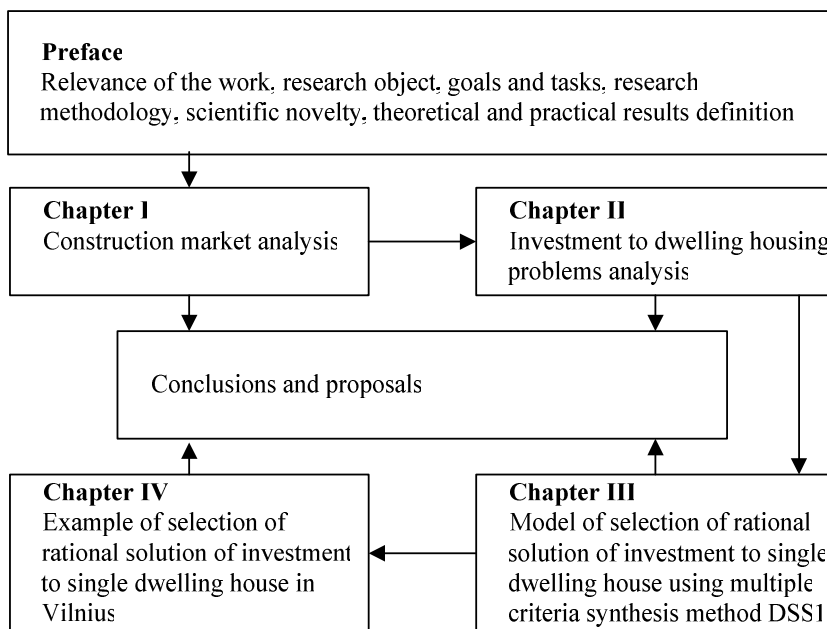
1. The model for the selection of a rational project of single-family housing, which assesses the impact of architectural solutions, has been developed for the selection of the best investment variants.
2. Individual elements of the model were applied to the development of the concept of Birštonas ECO City.
3. The research data and individual elements of the model were used in the development of application for the international research project FP7 ECO-life, also at the project R&D activities;
4. The methodology, results, conclusions and proposals of the thesis have been applied to the real-life task of drafting the investment project for the construction of a dwelling house in Vilnius City.

### ***Defended propositions***

1. The model for the selection of a rational project of investment to single-family housing by assessing the impact of architectural solutions on the life cycle of a building developed;
2. Rational application of the methods of multi-criteria synthesis DSS1 and mathematical modeling to the model;
3. The expedience of the coordinated variant of energy efficiency, cost-efficient performance, life quality and rational investment planning throughout the life cycle of the building in respect of the client and investor-contractor;
4. The expedience of integrated criteria formation in the solution of the tasks of information uncertainty.

**The scope of the scientific work.** The thesis consists of the introduction, four chapters and conclusions. 4 annexes were attached.

The scope of the paper accounts for 136 pages, excluding annexes; 16 numbered formulas, 22 pictures and 30 tables are used in the text. The list of references used in the thesis is made up of 136 entries. The work structure is shown in Figure 1.



**Figure 1.** Structure of dissertation work

## **1. Evaluation of Lithuanian economy relations with investment to dwelling market**

First chapter attempts to give a review on the scope and forecasts of the construction of single-family housing. It analyses the situation on the market and the overall Lithuanian economy impact of these aspects on investments to the construction of single-family housing. The research covered Lithuanian and foreign experience of housing market development.

Lithuania is one of the five countries, where the urban living space per capita in square meters is one of the smallest among the EU member states.



Even during the years of economic prosperity and thus the boom of construction industry Lithuania was one of the five EU countries featuring the construction of fewest square meters per capita. That indicates that there is no surplus of housing in Lithuania and a modern cost-efficient housing that meets quality standards is still on demand.

However, the problems related with insufficient quality level within building new houses, impeded programme of housing modernization, sluggish acceleration of the renewable energy development programme and its application to single-family houses show the limited capacity of the existing system, knowledge and the need for a novel attitude.

## **2. Range of problems related to investments to dwelling housing and analysis of possible solutions**

Within investigation of Lithuanian dwelling market the main problems were discovered:

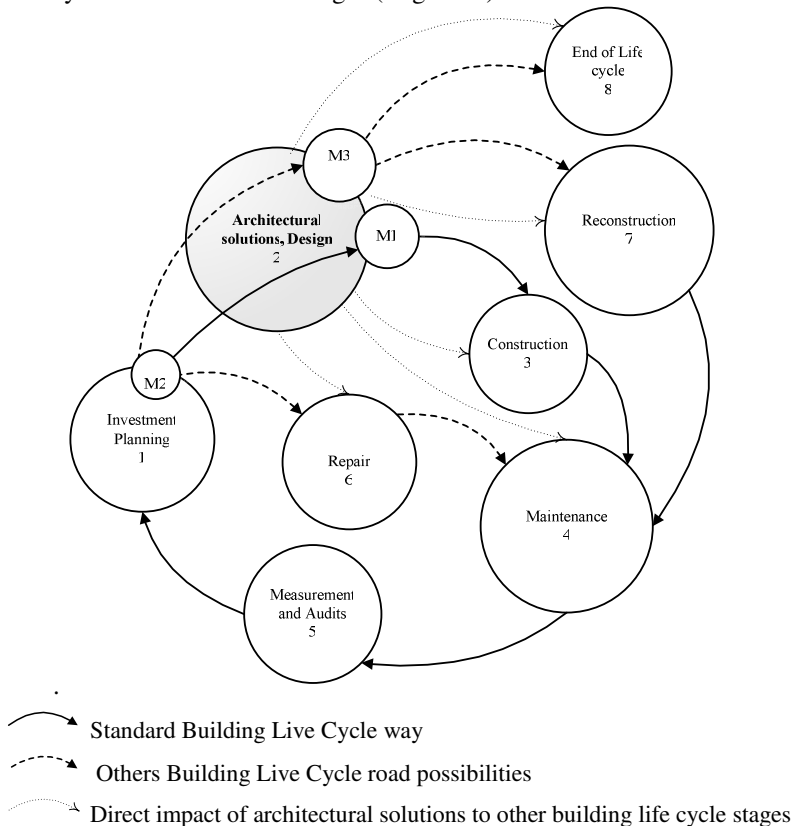
- Old buildings envelop and engineering infrastructure developed under very poor energy efficient standards (till the Year 1993) and now are in bad conditions);
- 40% people are not satisfied by heating system.
- About 17% of flats has less than 16°C at cold period;
- ~25% of people are not satisfied by housing administration service;
- ~ 8% of Lithuanian people that needed social support;
- Drastically increase of energy prices has critical impact of social supported people economy of quality of life and will worse future.
- Lack of knowledge of energy efficient construction solutions best practice and how to buy it;
- Not enough attention to select and buy modernization supervision services;
- Lack of Finance and lack of knowledge of Life cycle optimization solutions.

From the year 1993 to 2010 the minimum requirements level of energy efficiency in Lithuania was increased by 3-5 times, but within some ES countries (Germany, Austria, Denmark or others) level is still 3-5 time worst.

Therefore, within making rational investment solution and to fulfill needs of final user very important part of the designer's or architect's role become. New approach to building energy efficiency, economic efficiency, functionality, quality, cost of energy and maintenance within whole selected building life

cycle and other end-user objectives in line with the investor's objectives. Thus, the complexity of the tasks of the architect, reaching the user and investor needs here depends on the approach to professional ethical principles and know how based on DEMO examples.

Building life-cycle analysis of a building directly associated with environmental impact and cost savings throughout its lifetime activities. The analysis of the building life cycle, it can be said that the architectural decisions directly affect the cost of all stages ( Figure 2 ).



**Figure. 2.** Architecture solutions impact at building life cycle stages

British Architecture and the Built Environment Commission ( C A B E ), the quality of life in their neighborhood and the characteristics were evaluating within such groups:

- Location of the project, exclusivity, project functionality
- Roads, car parking and pedestrian areas;
- Building design and construction;
- Environment community.

Within different world class ECO cities development concepts the structure of groups of criteria's for development of different goals structure were developed related with setting environmental protection requirements, improving people quality of life level, as follow:

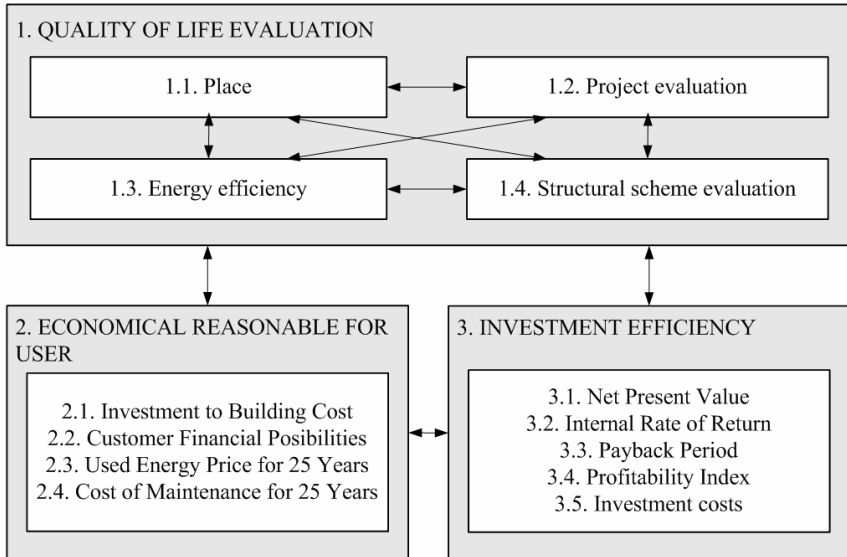
- Social economical goals;
- Transport systems optimization goals;
- Infrastructure development goals;
- Energy supply and production efficiency improvement goals;
- Ecological materials use goals;

Further going from the goals setup to efficient building project development stage, there are several logical solutions to the energy efficiency of buildings - from lower to the highest technologies. There could be presented different models, by increasing buildings energy usefulness in buildings, going from little energy using to zero energy consumption buildings, passive houses, more energy producing buildings (energy-plus buildings) and so on.

This models making buildings, whose construction is based on 50% -80% savings from standard countries energy efficiency requirements. Low power is used for better thermal insulation, high efficiency windows, structural details and pressurized ventilation system heat recovery schemes. The International Energy Agency, heating and cooling with solar energy program has been built and evaluated low-energy DEMO houses. Project implemented at the following countries: USA (Arizona and Grand Canyon (California)), Belgium, Canada (Waterloo and Brampton), Denmark, Finland, Germany (Berlin and Rottweil), Italy, Japan, Netherlands, Norway, Sweden and Switzerland. There are other different energy efficiency improvement programs and projects thought the ES and the world was implemented within last decade. In Lithuania the only first certified single family passive house (using 15kWh/m<sup>2</sup>/year for heating and recuperation) was built at 2009. The investors and contractors announced that the price of this project was only ~11% higher than the minimal standards.

### 3. Model of selection of rational solution of investment to single dwelling housing, using multiple criteria synthesis method DSS1

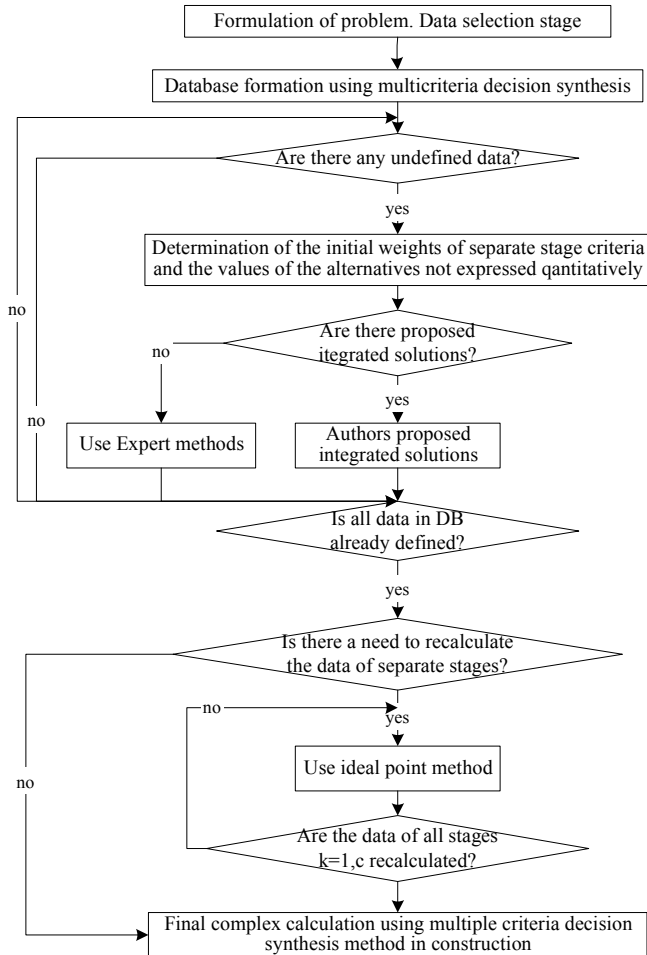
After investigation and different research experiments published within the research period, the author offered the following decision-making model for rational selection of single-family housing investment project by assessing the impact of architectural solutions on the entire life cycle.



**Figure 3.** Rational variant of single dwelling selection model.

The proposed model is divided into 3 phases and steps that are presented in Figure 3 and Figure 4.

Within second phase of general model, continuing evaluation of selected at first phase variants economical reasonable model for user needs within project life cycle were developed.



**Figure. 4.** Scheme of dwelling housing architectural decision selection model in construction using multiple criteria synthesis method (DSS1). First phase - selection of quality of life solution.

The last phase of the model was for evaluation of investment to initially selected projects efficiency, including initial calculated project costs, selecting

financial model economical reasonable variant for investor, including risk management activities.

#### **4. Case study of selection of rational solution of investment to single dwelling house in Vilnius using the model**

An actual case of selecting rational investment to single dwelling house in Vilnius, using model of solutions of rational investments to single family dwelling-housing at the initial construction stage of an individual dwelling house in Vilnius is considered. A decision-making process is implemented at three phases.

All the data analyzed are taken from an actual 4 building projects of individual dwelling houses and 4 different places for land plots were discovered. Though, for the sake of confidentiality, the real names of the companies and projects are not mentioned. Such data as the volumes of work, the materials and costs have been taken from the projects. The information relating to qualitative characteristics was obtained by an expert method and by using the integrated solutions offered in the model. The expert system was used to obtain the criteria for which numerical expressions were non-existent. To determine the cost of the land plot, differentiation technique taking into account the location and size of the plot to be purchased were used.

After the calculation system have provided initial data and final selection by user was made. Then the most efficient alternative of investment including design, choice of structure and energy efficiency level was selected:

It should be noted that the above system does not provide for precise calculations. A decision support system model is based on generalized criteria giving a possibility to choose among a number of the available decisions.

#### **General conclusions**

After the development of the mathematical model of solutions of rational investments to single-family housing, the performance of an experiment according to this model and its verification and testing in practice, the following scientific and practical conclusions were formulated:

1. The foreign practice of 10-15 recent years featuring the development of various models of energy efficient buildings or even the buildings generating energy from renewable energy resources and the models of “smart houses” as well as the assessments performed show that the investments to such buildings are worthwhile. It was only around 2009-2010 that this topic was actively discussed in Lithuania and the

- very first certified single-family house meeting the standards of a “passive house” was built in 2009.
2. The analysis revealed that the existing models of efficiency assessment solutions of investment projects related to single-family housing are not sufficient to assess the needs and positions of different market members, investor and the final user, in terms of economic efficiency, investment rationale and life quality.
  3. The thesis identified the critical problems of the existing system incorrect formulation of tasks and the applications of the lowest price in investing to design and construction contracting services.
  4. The analysis of a building life cycle and the development of a scheme enabled to conclude that architectural solutions are directly related to the costs of investment projects in all construction stages. A proper assessment of such solutions in terms of functional, economic, needs-oriented, efficiency and other aspects as early as the primary stage of building design provides the opportunity to develop a virtual solution and to save up to 25% of project finances in the life cycle of a building.
  5. To achieve a rational solution on investments to single-family housing in a long-term perspective, it is advisable for: a construction company – to associate investments with the requirements, which exceed the minimal requirements stipulated by legal acts by applying the principle of energy efficiency and cost-efficient performance; a country – to promote the investments to the increase in energy efficiency and the use of renewable energy resources by all means possible.
  6. The model of solutions of rational investments to single-family housing by means of the methods of multi-criteria synthesis and mathematical modeling has been developed;
  7. In consideration of the needs of different interested groups and seeking to minimize the impact of information uncertainty on the solution, the solutions of integrated criteria of different construction elements and process assessment (engineering communication, financial indicators, design selection, etc) have been integrated to the model.
  8. The principal solutions of the model were practically applied to the implementation of the international FP7, CONCERTO program project “Eco-life”, the concept of “Birštonas ECO-City” and case study to determine the effective variant of architectural solutions and investments to dwelling housing.

## **List of Published Works on the Topic of the Dissertation In the reviewed scientific periodical publications**

Šarka, V.; Zavadskas, E. K.; Ustinovičius, L.; Šarkienė, E.; Ignatavičius, Č. 2008. System of project multicriteria decision synthesis in construction, *Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability*. 4(14): 546-565. (ISI Web of Science). ISSN 1392-8619.

Šarka, V.; Šarkienė, E.; Budinas, S. 2005. Model of investment evaluation of public building based on multiple criteria decision synthesis methods. *Transport and Telecommunication*. 6(1): 172-182. ISSN 1407-6160.

Šarkienė, E.; Ustinovičius, L.; Šarka, V. 2005. Model of selection architectural solutions in housing construction based on multiple criteria decision synthesis methods. *Foundations of Civil and Environmental Engineering*. 6: 191-202. ISSN 1642-9303.

Ustinovičius, L.; Šarkienė, E. 2006. The analysis of apartment house construction investments efficiency applying mathematical modelling. *Transport and Telecommunication*. 7(1): 97-105. ISSN 1407-6160.

Ustinovičius, L.; Šarkienė, E.; Šarka, V. 2003. Individualių namų architektūrinių sprendimų modelis, taikant daugiakriterinius sintezės metodus. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*. IX(1): 18-26. ISSN 1392-8619.

## **In the other editions**

Šarka, V.; Budinas, S.; Šarkienė, E. 2004. Model of economic evaluation of hotel construction based on multiple criteria decision synthesis methods, in *The 8th International conference "Modern building materials, structures and techniques"*. Vilnius: Technika, 260–267. (ISI Proceedings). ISBN 9986057574.

Šarka, V.; Zavadskas, E. K.; Ustinovičius, L.; Šarkienė, E.; Migilinskas, D. 2006a. Method of project multicriteria decision synthesis in construction. *Badania operacyjne i systemowe 2006*. Metody i techniki. Warszawa: EXIT, 131-142. ISBN 8360434204.

Šarkienė, E.; Šarka, V.; Ustinovičius, L. 2006b. A model for evaluating the investment in the construction of dwelling houses based on multiple criteria decision synthesis methods. Multiple criteria decision making '05, scientific publications, edited by Tadeusz Trzaskalik,. Katowice: *Publisher of the Karol Adamiecki University of Economics in Katowice*, 233-250. ISBN 8372468435.

Šarkienė E. 2003. Individualių gyvenamųjų namų architektūrinių sprendimų parinkimo modelis, taikant daugiakriterinius sintezės metodus, iš *6-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ medžiaga*. Vilnius:Technika, 76-81. ISBN 9986-05-618-7.



Šarkienė, E. 2004a. Matematinio modeliavimo taikymas nustatant gyvenamųjų pastatų investicijų efektyvumą, iš *Statyba, 7-osios Lietuvos jaunujų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ medžiaga*. Vilnius: Technika, 49-52. ISBN 9986057752.

Šarkienė, E.; Gaigalaitė, L. 2005. Vilniaus miesto gyvenamųjų objektų rinkos analizė ir vystymosi tendencijos priklausomai nuo dislokacijos vietos, iš *Statyba, 8-osios Lietuvos jaunujų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ medžiaga*. Vilnius: Technika, 331-336. ISBN 9986058937.

Viteikienė, M.; Šarkienė, E. 2006. Darnaus miesto gyvenamojo rajono vystymasis, iš *Statyba, 9-osios Lietuvos jaunujų mokslininkų konferencijos „Mokslas - Lietuvos ateitis“ medžiaga*. Vilnius: Technika, 344-349. ISBN 9955280476.

### **About the author**

Edita Šarkienė was born in Raundondvaris, Kaunas region, on 9 of March 1973.

First degree in Architecture, Faculty of Architecture, Vilnius Gediminas Technical University, 2000. Master of Science in Civil Engineering, Faculty of Construction, Vilnius Gediminas Technical University, 2002. At the year 2002 established company “Būsto idėja” and operating till now. Also within 2002–2008 was working as Assistant at Construction Technology and Management Department at Construction Department of Vilnius Gediminas Technical University. At present – Assistant in Urban Engineering Department of Environment Faculty of Vilnius Gediminas Technical University. In 2002–2008 – PhD student of Vilnius Gediminas Technical University.

## **RACIONALIAUS INVESTAVIMO Į VIENBUČIŲ GYVENAMŪJŲ NAMŲ STATYBĄ SPRENDIMŲ MODELIS**

***Mokslo problemos aktualumas.*** Pastatui eksploatuoti ir atnaujinti visą jo gyvavimo trukmę išleidžiama kelis kartus daugiau lėšų negu pastato statybai. Todėl gera ir kokybiška architektūra, kaip ir gera kokybiška statyba, įneša tiesioginį indėlį į kiekvienos valstybės nacionalinio turto gausinimą.

Apie dvi trečiąsias Europos valstybių, ES narių, skaičiuojamojo nacionalinio turto sudaro pastatai.

Lietuvoje 2008 m. statybos sektoriuje sukurta apie 8,9 % bendrojo vidaus produkto (BVP), o 2009 m. – jau tik 5,6 %.

Lietuvoje 8,99 % darbo jėgos užimta statybos sektoriuje. 2005–2008 m. statybos sektoriuje sukurta 26 846 naujos darbo vietos. Statyba sunaudoja 50 % visų šalies materialinių investicijų. Apie 85 % energijos suvartojama senos statybos pastatuose, ir tai tiesiogiai susiję su pastato gyvavimo ciklo išlaidomis.

Esminiai vyriausybės architektūros politikos tikslai turėtų būti šie: sudaryti galimybes realizuoti konstitucinę piliečių teisę turėti kokybišką aplinką; supaprastinti gyventojų teisių įgyvendinimą ir atsakomybę už nuosavą aplinką; įvesti aukštus visuomeninės statybos ir visuomeninės nuosavybės valdymo bei procesų eiliškumo standartus; skatinti taikyti procedūras (pvz., architektūros konkursus), stiprinančias architektūrą ir keliančias statybos darbų kokybę; architektų rengimu ir architektūros mokslu remti inovacijas; gerinti architektūros paveldo priežiūrą ir vystymą.

Šiame darbe nagrinėjama vienas iš opiausių galutiniam vartotojui statybos sektorių, tai vienbučių gyvenamųjų namų statybos projektai ir procesai, kokybės ir racionalių investicinių projektų parinkimo problemos. Tai su architektūriniais sprendimais susijusi ir tiesiogiai nuo jų priklausanti statybos sritis.

**Darbo tikslas ir uždaviniai.** Pagrindinis šio darbo tikslas – sukurti modelį, kuris leistų pasirinkti racionalų investavimo sprendimą, įvertinant architektūrinių sprendimų įtaką investicinio, projektavimo, statybos, naudojimo ir eksploataavimo procesų dalyvių tikslams bei poreikiams tenkinti, atsižvelgiant į visą pastato gyvavimo ciklą.

Darbo tikslui pasiekti darbe reikia spręsti šiuos uždavinius:

1. Atlikti metodų ir priemonių, taikomų vienbučių gyvenamųjų namų projektavimo uždaviniams spręsti, analizę.
2. Pasiūlyti matematinį algoritimą alternatyviems sprendimams įvertinti, atsižvelgiant į daugiataklį uždavinio pobūdį bei neapibrėžtumą.
3. Remiantis tyrimais išskirti svarbiausius veiksnius, lemiančius investicijų į vienbučių gyvenamųjų namų statybą efektyvumą, parengti rodiklių sistemą investicinių projektų variantams aprašyti.
4. Įvertinti projektavimo proceso metu priimtų architektūrinių sprendimų įtaką visam pastato gyvavimo ciklui ir investicijų efektyvumui.
5. Sukurti racionalaus vienbučių gyvenamųjų namų kvartalo investicinio projekto parinkimo modelį.
6. Pritaikyti sudarytą modelį vienbučių gyvenamųjų namų racionaliam investiciniam variantui parinkti.

### ***Mokslinis naujumas***

1. Sukurtas racionalaus vienbučių gyvenamųjų namų investicinio projekto parinkimo, įvertinant architektūrinių sprendimų įtaką pastato gyvavimo cikle, modelis, taikant daugiataksių sintezės DSS1 metodą.
2. Modelyje integruoti daugiatakslio vertinimo ir matematinio modeliavimo metodai siekiant energinio efektyvumo, ekonominio naudingumo, gyvenimo kokybės bei racionalaus investicijų planavimo varianto užsakovo ir investuotojo-rangovo atžvilgiu.
3. Parengti integruotų rodiklių vertinimo sprendimai, minimizuojantys informacijos neapibrėžtumo klausimus ir didinantys patikimumą.

***Tyrimų metodika.*** Šiame darbe visa medžiaga (oficialioji tarptautinių organizacijų, naujausia mokslinių duomenų bazių medžiaga, Lietuvos ir ES asocijuotų verslo struktūrų (asociacijų, federacijų, technologinių platformų), Lietuvos institucijų pateikiama informacija bei kita medžiaga internete) tiriama analizės būdu. Daugiataksliai metodai lyginami bei parenkami remiantis mokslinių publikacijų analize. Variantų rodiklių reikšmės nustatomos statistiniais, skaičiuojamaisiais ir analogijos metodais, o rodiklių reikšmingumai – ekspertiniais.

***Praktinė vertė.*** Gauti tyrimų rezultatai praplečia gyvenamųjų namų statybos investicinių variantų parinkimo galimybes ir gali būti naudojami tiek tolimesniems moksliniams tyrimams, tiek praktiniam pritaikymui versle:

1. Sudarytas racionalaus vienbučių gyvenamųjų namų projekto parinkimo, įvertinant architektūrinių sprendimų įtaką, modelis geriausiems investavimo variantams atrinkti.
2. Sukurtas projektavimo paslaugų valdymo modelis pateiktas Lietuvos statybos elektroninės sistemos kūrimo komandai, formuojančiai naujai kuriamos sistemos koncepciją.
3. Atskiri modelio elementai panaudoti formuojant ir rengiant koncepciją „Birštonas –EKO miestas“.
4. Tyrimų medžiaga ir atskiri modelio elementai naudoti formuojant „FP7 ECO-life“ projekto paraišką ir įgyvendinamo projekto analizės etape.

Darbo rezultatai, išvados ir pasiūlymai pritaikyti rengiant gyvenamojo namo statybos Vilniaus mieste investicinį projektą.

### ***Ginamieji teiginiai***

1. Sukurtas racionalaus vienbučių gyvenamųjų namų investicinio projekto parinkimo, įvertinant architektūrinių sprendimų įtaką pastato gyvavimo cikle, modelis.
2. Racionalūs daugiataklės sintezės DSS1 ir matematinio modeliavimo metodai pritaikyti modelyje.
3. Modelyje suderintos energinio efektyvumo, ekonominio naudingumo, gyvenimo kokybės bei racionalaus investicijų planavimo varianto užsakovo ir investuotojo-rangovo atžvilgiu pozicijos.
4. Integruotų rodiklių formavimas tikslingas sprendžiant informacijos neapibrėžtumo klausimus.

***Darbo apimtis.*** Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai ir rezultatų apibendrinimas. Taip pat yra 4 priedai.

Darbo apimtis yra 136 puslapiai, neskaitant priedų, tekste panaudotos numeruotos formulės, 22 paveikslai ir 30 lentelių. Rašant disertaciją buvo panaudoti 136 literatūros šaltiniai.

Pirmame disertacijos skyriuje apžvelgta Lietuvos ekonomikos vystymosi ir gyvenamosios statybos Lietuvoje rinkos vystymosi situacija ir perspektyvos, įvertinta užsienio šalių patirtis. Nagrinėjamos investicijos, kaip mokslo objektas, bei sprendimų paramos sistemos.

Antrame disertacijos skyriuje atlikta investicijų į gyvenamosios statybos objektus problematikos analizė. Išnagrinėta gyvenamosios paskirties objektų investicinė aplinka, investavimo proceso dalyvių tikslai, interesai ir jų derinimo teisinės problemos. Išanalizuoti architektūriniai sprendimai darnios plėtros kontekste, ir pateikti praktiniai pavyzdžiai, įgyvendinti užsienio šalyse. Atlikta gyvenamųjų pastatų gyvavimo ciklo analizė, problemos ir klausimai, kurie kyla skirtinguose pastato gyvavimo ciklo etapuose, ju sprendimo keliai. Išnagrinėti energetinio naudingumo modeliai šiuolaikiniuose pastatuose.

Trečiame skyriuje suformuotas racionalaus vienbučių gyvenamųjų namų projekto parinkimo, įvertinant architektūrinių sprendimų įtaką, modelis. Pateikta investicinio projekto vertinimo modelyje naudojamų rodiklių sistema, išdėstyti variantų formavimo principai, uždavinio sprendimo etapai. Dėl uždavinio kompleksiško, didelio statybos proceso dalyvių skaičiaus, poreikio keistis informacija, dalintis turima patirtimi ir siekiant kompleksškai derinti veiksmus buvo pasirinktas daugiakriterinės sintezės metodas DSS1 ir sprendimų paramos sistema skirta kaupti pradinis duomenis, juos apdoroti, taikant įvairius matematinius ir loginius modelius.

Ketvirtame skyriuje pateiktas modelio pritaikymo konkretaus racionalaus investicijų į vienbučio gyvenamojo namo statybą varianto parinkimas.

### ***Bendrosios išvados***

Atlikus analizę, sudarius racionalaus investavimo į vienbučių gyvenamųjų namų statybą sprendimų matematinį modelį ir pagal šį modelį išsprendus praktinį uždavinį, suformuluotos šios mokslinės ir praktinės išvados:

1. Nustatyta, kad užsienio praktikoje per 10-15 metų yra suformuoti įvairūs energiją efektyviai naudojančių ir netgi energiją gaminančių iš atsinaujinančių energijos šaltinių pastatų, įvairūs „protingų namų“ modeliai ir atlikti vertinimai rodo, kad investicijos į šiuos pastatus atsiperka. Kai tuo tarpu Lietuvoje tik apie 2009-2010 metus pradėta aktyviai kalbėti ir 2009 metais pastatytas ir sertifikuotas pirmasis individualus „pasyvaus namo“ standartus atitinkantis gyvenamasis namas.
2. Nustatyta, kad esami individualių namų statybos investicinių projektų efektyvumo vertinimo sprendimų modeliai yra nepakankami, siekiant įvertinti skirtingų rinkos dalyvių investuotojo ir galutinio vartotojo poreikius ir pozicijas, ekonominio efektyvumo, investicijų racionalumo bei gyvenimo kokybės aspektais.
3. Darbe identifiкуotos kritinės esamos investicinių projektų formavimo ir įgyvendinimo sistemos problemos, susiję su nekorektišku pačių uždavinių formulavimu ir mažiausios kainos taikymu perkant projektavimo ir statybos rangos paslaugas.
4. Išanalizavus pastato gyvavimo ciklą ir parengus schemą, nustatyta, kad architektūriniai sprendimai tiesiogiai veikia investicinių projektų kaštus visuose statybos etapuose ir turi tiesioginę įtaką pastato efektyvumui ir vertei. Tinkamas šių sprendimų įvertinimas funkcinė, ekonominė, poreikių patenkinimo, efektyvumo bei kitais aspektais dar pradiniam projektavimo etape suteikia galimybę suformuoti virtualų sprendimą ir pastato gyvavimo cikle sutaupyti iki 25% projekto lėšų.
5. Ilgalaikėje perspektyvoje, siekiant racionalaus investavimo į vienbučių gyvenamųjų namų statybą sprendimo, tikslinga:
  - statytojui - investicijas susieti aukštesnių reikalavimų nei minimalūs reglamentuojami reikalavimai nustatymu, taikant energetinio efektyvumo ekonominio naudingumo principą.
  - valstybei - visapusiškai skatinti investicijų į energijos efektyvumo didinimą bei atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimą, taip skatinti inovacijas, kurti naujas darbo vietas, naujus verslus ir didinti eksportą.

6. Šiuo tikslu parengtas racionalaus investavimo į vienbučių gyvenamųjų namų statybą sprendimų, naudojant daugiakriterinės sintezės ir matematinio modeliavimo metodus modelis;
7. Modelyje suformuoti vienodai interpretuojami atskirų statybos elementų ir procesų vertinimo (inžinerinės komunikacijos, finansinių rodiklių, konstruktyvo parinkimo ir t.t.) integruotų rodiklių sprendimai.
8. Modelio principiniai sprendimai pritaikyti praktikoje, formuojant tarptautinį FP7, CONCERTO programos “Eco-life” projektą, “Birštonas ECO-miestas” koncepciją bei išbandyti sprendžiant konkretų uždavinį, siekiant nustatyti efektyvų architektūrinių sprendimų ir investicijų į gyvenamuosius namus variantą.

### **Trumpos žinios apie autorių**

Edita Šarkienė gimė 1973 m. kovo 09 d. Kauno r., Raudondvaryje.

2000 m. įgijo architektės bakalauro laipsnį Vilniaus Gedimino technikos universiteto Architektūros fakultete. 2002 m. įgijo statybos inžinerijos mokslo magistro laipsnį Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos fakultete. 2002 m. įsteigė projektavimo įmonę „Būsto idėja“ kurią vysto ir dirba iki dabar. Kartu nuo 2002 iki 2008 m. dirbo Vilniaus Gedimino technikos universiteto STV katedroje asistento pareigose, nuo 2008 iki dabar dirba miestų statybos katedroje. 2002-2008 metais studijavo Vilniaus Gedimino technikos universiteto doktorantūroje.

### **Padėka**

Norėčiau padėkoti VGTU pirmajam prorektoriumi, Statybos technologijos ir vadybos katedros vedėjui prof. E. K. Zavadskui, prof. L. Ustinovičiui bei Miestų statybos katedros vedėjai prof. M. Burinskienei už pagalbą bei patarimus rašant šį darbą. Dėkoju visiems Statybos technologijos ir vadybos ir Miestų statybos katedrų darbuotojams už palaikymą ir pagalbą sprendžiant iškilusias problemas.

Taip pat dėkoju artimiesiems už kantrybę ir supratimą.

Edita ŠARKIENĖ

MODEL OF SOLUTIONS OF RATIONAL INVESTMENTS TO SINGLE FAMILY  
DWELLING-HOUSING

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

Edita ŠARKIENĖ

RACIONALIAUS INVESTAVIMO Į VIENBUČIŲ GYVENAMŲJŲ NAMŲ  
STATYBĄ SPRENDIMŲ MODELIS

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

2010 07 21. 1,5 sp. l. Tiražas 70 egz.  
Vilniaus Gedimino Technikos Universiteto  
leidykla „Technika“,  
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,  
<http://leidykla.vgtu.lt>  
Spausdino UAB „Ciklonas“,  
J. Jasinskio g. 15, 01115 Vilnius