

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Vytautas LINGAITIS

INVESTICIJŲ EFEKTYVUMAS PLĖTOJANT AUTOMOBILIŲ KELIŲ INFRASTRUKTŪRĄ

DAKTARO DISERTACIJA

SOCIALINIAI MOKSLAI,
EKONOMIKA (04S)



Vilnius LEIDYKLA
TECHNIKA 2009

Disertacija rengta 2004–2009 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Mokslinis vadovas

prof. habil. dr. Leonas Simanauskas (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, socialiniai mokslai, ekonomika – 04S).

<http://leidykla.vgtu.lt>

VGTU leidyklos TECHNIKA 1643-M mokslo literatūros knyga

ISBN 978-9955-28-451-2

© VGTU leidykla TECHNIKA, 2009

© Vytautas Lingaitis, 2009

vytautas.lingaitis@lra.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Vytautas LINGAITIS

EFFECTIVENESS OF INVESTMENTS IN THE DEVELOPMENT OF ROAD INFRASTRUCTURE

DOCTORAL DISSERTATION

SOCIAL SCIENCES,
ECONOMICS (04S)



Vilnius LEIDYKLA
TECHNIKA 2009

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2004–2009.

Scientific Supervisor

Prof Dr Habil Leonas SIMANAUSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Social Sciences, Economics – 04S).

Reziumė

Disertacijoje tiriamas investicijų į automobilių kelių efektyvumas. Pagrindiniai tyrimo objektai yra kelių naudotojų ir kelio zonoje gyvenančių gyventojų sąnaudų (nuostolių) bei kelio priežiūros sąnaudos, patiriamos eksploatuojant kelių iki jų kokybės pagerinimo ir po jo. Šie objektai svarbūs tiek socialiniu, tiek ekonominiu aspektais, nes laiku į prioritetinius kelių ruožus jų kokybės pagerinimo atžvilgiu investuotos lėšos leidžia sumažinti valstybės ir kelių naudotojų patiriamas sąnaudas (nuostolius). Tam tikslui disertacijoje pristatomas modelis, pagal kurį naudojant globalios optimizacijos programą LP-paieška (iš rusų kalbos „Линейная последовательность“), būtų galima ieškoti būdų šias sąnaudas minimizuoti, analizuojant kelių projektų visumą.

Darbe sprendžiami uždaviniai: analizuojama kelių infrastruktūros reikšmė šiuolaikinės ekonomikos sistemoje, investicinių projektų valdymo problemos, pasaulinėje praktikoje taikomos metodikos kelių investicijoms pagrįsti, nustatomi pagrindiniai parametrai, susiję su minėtomis sąnaudomis, sudaromi funkciniai priklausomumai tarp pagrindinių kelio kokybės parametrų ir piniginių sąnaudų kaitos, sudaromas modelis visuomenės sąnaudoms minimizuoti.

Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai, rezultatų apibendrinimas, naudotos literatūros ir autoriaus publikacijų disertacijos tema sąrašai ir keturi priedai.

Įvadiniamе skyriuje nagrinėjamas problemos aktualumas, analizuojama mokslinė literatūra, formuluojamas darbo tikslas bei uždaviniai, aprašomas mokslinis darbo naujumas, pristatomi autoriaus pranešimai ir publikacijos, disertacijos struktūra.

Pirmasis skyrius skirtas Lietuvos kelių infrastruktūros analizei, jos reikšmei šalies ekonomikos sistemoje. Skyriaus pabaigoje formuluojamos išvados ir konkretizuojami disertacijos uždaviniai.

Antrajame skyriuje analizuojamos investicinių projektų valdymo problemos, automobilių kelių investicinių projektų pagrindimas.

Trečiajame skyriuje pristatomas perspektyvus kelių infrastruktūros investicijų efektyvumui nustatyti skirtas modelis.

Ketvirtajame skyriuje atliekami empiriniai tyrimai ir pateikiami investicinio kelių projekto efektyvumo, naudojant sukurtą modelį ir jam pritaikant globalios optimizacijos LP-paieška metodą, apskaičiavimo pavyzdžiai.

Disertacijos pabaigoje pateikiamas rezultatų apibendrinimas.

Disertacijos tema autorius paskelbė tris mokslinius straipsnius Lietuvoje ir užsienyje, iš kurių vienas – įtrauktas į Iconda, Compendex duomenų bazes; vienas recenzuojamame mokslo žurnale ir vienas tarptautinėje konferencijų medžiagoje.

Abstract

This dissertation focuses on the effectiveness of the road investments. The main objects of this study were to determine the expenditures of road users and people living in the road area during the exploitation of the roads before the quality improvement and after it. These objects are very important in social and economic aspects because road investments for quality improvement help to reduce the expenditures of road users and residents. The aim of this dissertation is to create a model which relying on LP-Search (“Sobol’s quazirandom sequences“ method) will help to minimize the expenditures.

The tasks of this theses: to analyze world-wide methods used to justify road investments, to determine the main parameters which are related with the expenditures (road exploitation, maintenance, rate of accidents, ecology), to determine functional dependence between the main road quality parameters and change of financial costs, to create a model that would help to minimize the expenditures of the society.

The dissertation consists of four parts including *Introduction*, *4 chapters*, *Conclusions*, *References* and *4 Annexes*.

The introduction focuses on the topicality of the problem, the aim and tasks of the study, scientific novelty, the publications of the author, and the structure of the dissertation.

The 1st chapter focuses on Lithuania’s road infrastructure analysis, its importance to the State’s economy. At the end of the chapter, you will find conclusions and more concrete tasks of the study.

The 2nd chapter focuses on the problems occurring in the management of the investment projects, justification of the investment projects.

In the 3rd chapter the viable model is presented and equations are formed. The created model would help to determine the effectiveness of road infrastructure investments. Referring to the statistical data, the model is applied to determine the effectiveness of road infrastructure investments for asphaltting gravel roads. Furthermore, LP-search (“Sobol’s quazirandom sequences“ method) analysis is presented.

In the 4th chapter the empirical experiments and their results are presented, which were received using the created model and relying on the LP-search (“Sobol’s quazirandom sequences“ method).

In the end of dissertation the results of the study are presented.

Three articles focusing on the subject of the discussed dissertation are published: one of them is in the article collection which is included in the ICONDA, COMPENDEX list, one article – in the reviewed scientific journal and one is in the conference material.

Žymėjimai

Santrumpos

VGN – vidinė gražos norma;

VMPEI – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas;

AK – avaringumo koeficientas;

APES – autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos;

BVP – bendrasis vidaus produktas;

ES – Europos Sąjunga;

GDV – grynoji dabartinė vertė;

HDM – kelių plėtros ir valdymo modelis (angl. Highway Development and Management Tool);

IRI – tarptautinis nelygumo indeksas (International Roughness Index);

LAKD – Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos;

LAKIS – Lietuvos automobilių kelių direkcijos informacinė sistema;

N/S – naudos ir sąnaudų santykis;

PVM – pridėtinės vertės mokestis;

TARVAL – kelių saugaus eismo priemonių poveikį įvertinantis modelis (Tool for Estimation of Traffic Safety Effects of Road Improvements);

TEN-T – transeuropinis transporto tinklas (European transport network);

LP-paieška (iš rusų kalbos „Линейная последовательность“) – globalios optimizacijos metodas.

Turinys

IVADAS	1
Tiriamoji problema	1
Darbo aktualumas	2
Tyrimų objektas	4
Darbo tikslas	4
Darbo uždaviniai.....	4
Tyrimų metodika.....	5
Darbo mokslinis naujumas ir jo reikšmė	5
Darbo rezultatų praktinė reikšmė	5
Ginamieji teiginiai	5
Darbo rezultatų aprobavimas	6
Disertacijos struktūra	6
1. KELIŲ INFRASTRUKTŪROS PLĖTRA KAIP EKONOMINIŲ TYRIMŲ PRIORITETAS	7
1.1. Kelių infrastruktūros reikšmė šiuolaikinės ekonomikos sistemoje....	7
1.2. Lietuvos ir pasaulinė automobilių kelių infrastruktūros plėtros finansavimo šaltinių analizė	19
1.3. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas.....	30

2. INVESTICIJŲ EFEKTYVUMAS PLĖTOJANT AUTOMOBILIŲ KELIŲ INFRASTRUKTŪRĄ	33
2.1. Investavimo procesas ir projektinis valdymas	33
2.1.1. Investicinių projektų bruožai ir klasifikavimas	36
2.1.2. Projekto gyvavimo ciklo sudėtis ir modeliai	38
2.1.3. Investicinio projekto verslo plano struktūra ir sudarymo tvarka	43
2.1.4. Projekto istorija ir atsiradimo prielaidos	44
2.1.5. Žaliavos ir ištekliai	45
2.1.6. Projekto išdėstymo vieta	46
2.1.7. Automobilų kelių investicinio projekto ciklas	47
2.2. Automobilų kelių investicinių projektų vertinimo procesas	52
2.2.1. Projekto vertinimas	52
2.2.2. Projekto įverčiai	54
2.2.3. Projekto efektyvumo vertinimas	57
2.3. Investicijų pagrindimo ypatumai ir jų atspindys įvairiose metodikose	59
2.4. Kelių infrastruktūros investicinio projekto sąnaudos. Kelių naudotojų ir kelio įtakos zonos gyventojų sąnaudų komponentės ...	61
2.5. Antrojo skyriaus išvados	64
3. PERSPEKTYVUS MODELIS INVESTICINIŲ PROJEKTŲ EFEKTYVUMUI NUSTATYTI	65
3.1. Perspektyvaus modelio kelių infrastruktūros investicinių projektų efektyvumui nustatyti skirtą modelio sudarymas	65
3.2. Tyrimo metodika	70
3.2.1. Modelio pritaikymas realizavimui LP-paieškos metodu	70
3.2.2. Daugiakriterinis optimizavimas. Globalios optimizacijos metodo LP-paieška analizė	85
3.3. Trečiojo skyriaus išvados	96
4. EMPIRINIAI TYRIMAI INVESTICIJŲ EFEKTYVUMUI NUSTATYTI	97
4.1. Tyrimai, skirti patikrinti investicijų efektyvinimui plėtojant automobilių kelių sektorių taikytino modelio efektyvumą	97
4.1.1. Pradiniai duomenys	97

4.1.2. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 50 automobilių per parą.....	99
4.1.3. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 200 automobilių per parą.....	103
4.1.4. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 350 automobilių per parą.....	108
4.1.5. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 500 automobilių per parą.....	112
4.2. Tolimesnės tyrimo kryptys	118
4.3. Kevirtojo skyriaus išvados.....	119
BENDROSIOS IŠVADOS	121
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI	123
AUTORIAUS PUBLIKACIJOS DISERTACIJOS TEMA.....	131
PRIEDAI	133
A priedas. Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų lentelės ...	133
B priedas. Saugaus eismo inžinerinių poveikio priemonių koeficientų suvestinė.....	136
C priedas. Kelių priežiūrai skirtų lėšų apskaičiavimas	139
D priedas. Investicijų į kelius efektyvumui nustatyti paprogramės pavyzdys.....	140

Contents

INTRODUCTION	1
The Investigated Problem	1
Importance of the Thesis.....	2
The Object of Research.....	4
The Goal of the Thesis.....	4
The Tasks of the Thesis	4
Research Methodology	5
Importance of Scientific Novelty	5
Practical Significance of Achieved Results	5
The defended statements.....	5
Approval of the Results	6
Dissertation Structure	6

1. THE INCREASE OF THE EFFECTIVENESS OF THE INVESTMENTS AS THE PRIORITY OF ROAD INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT ECONOMIC INVESTIGATIONS	7
1.1. Importance of Road Infrastructure in the Modern Economic System.....	7
1.2. Analysis of Finance Resources of Lithuanian and Worlds Road Infrastructure Development	19
1.3. Conclusions for Chapter 1 and Allocating Tasks for the Dissertation	30
2. THE EFFECTIVENESS OF INVESTMENTS IN DEVELOPING ROAD INFRASTRUCTURE	33
2.1. Investment Process and Project Control	33
2.1.1. Classification and Features of Investment Projects.....	36
2.1.2. Contents and Models of Projects Life Cycle.....	38
2.1.3. Structure of Investment Project and Formation Order	43
2.1.4. History of Project	44
2.1.5. Materials and Resources	45
2.1.6. Allocation of the Project	46
2.1.7. Cycle of Investment Project into Road Infrastructure.....	47
2.2. Evaluation Process of Investment Project into Road Infrastructure ..	52
2.2.1. Project Evaluation	52
2.2.2. Criteria of Project Evaluation.....	54
2.2.3. Evaluation of Project Effectiveness	57
2.3. Substantiation of Investment Project in Varios Methodics.....	59
2.4. Expenditures of Road Investment Project. Components of Expenditures of Road Users.....	61
2.5. Conclusions for Chapter 2	64
3. PROMISING MODEL TO IDENTIFY THE EFFECTIVENESS OF ROAD INFRASTRUCTURE PROJECT EFFICIENCY.....	65
3.1. Creation of the Promising Model to Identify the Effectiveness of Road Infrastructure Project Efficiency.....	65
3.2. Investigation Methodics.....	70
3.2.1. Realization of the Model Using LP-Search Method	70
3.2.2. Multicriteria Optimization. An Analysis of Global Optimization Method LP-search.....	85

3.3. Conclusions for Chapter 3	96
4. EMPIRICAL RESEARCHES FOR EFFECTIVENES OF INVESTMENTS	97
4.1. Researches to Verify Model Effectivenes.....	97
4.1.1. Primary Data	97
4.1.2. Investment Project Pay off, when Paving Road Section with 50 Average Annual Daily Traffic Vehicles per Day	99
4.1.3. Investment Project Pay off, when Paving Road Section with 250 Average Annual Daily Traffic Vehicles per Day ...	103
4.1.4. Investment Project Pay off, when Paving Road Section with 350 Average Annual Daily Traffic Vehicles per Day ...	108
4.1.5. Investment Project Pay off, when Paving Road Section with 500 Average Annual Daily Traffic Vehicles per Day ...	112
4.2. Future Researches	118
4.3. Conclusions for Chapter 4	119
GENERAL CONCLUSIONS	121
REFERENCES	123
LIST OF THE AUTHOR'S SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON THE TOPIC OF DISSERTATION	131
ANNEXES	133
Annex A. Vehicle Operating Costs.....	133
Annex B. Engineering Influence Coefficients of Traffic Safety	136
Annex C. Estimate of Resources for Road Maintenance.....	139
Annex D. Example of Investment Effectiveness Subroutine.....	140

Ivadas

Tiriamoji problema

Lietuvoje, kaip ir kitose besiplėtojančios ekonomikos šalyse, pagrindiniu tikslu yra spartus nacionalinės ekonomikos augimas ir konkurencingumo didėjimas. Šiuos tikslus įgyvendinančioje nacionalinėje ūkio plėtros politikoje viešųjų investicijų paskirstymu iš esmės siekiama didžiausio šalies ekonomikos augimo artimiausiu laikotarpiu. Vienas iš svarbiausių šių investicijų prioritetų – transporto infrastruktūros pagerinimas. Europoje kuriantis vieningai rinkai suintensyvėjo ekonominiai ryšiai tarp šalių-narių, padidėjo šalių skaičius, išsiplėtė teritorija, išaugo darbo pasidalijimas, sumažėjo barjerų prekybai dėl ko dar labiau išaugo visų transporto rūšių srautai. Kadangi moderniai ekonomikai reikalingas ypatingas lankstumas bei interaktyvumas, oro bei kelių transportui santykinai teko didesnė augimo dalis. Todėl nepaisant naujų komunikacijų technologijų bei įvairių politikos priemonių, besistengiančių daugiau srautų nukreipti į vandens bei geležinkelių transportą, kelių transporto reikšmė ateityje nemažės. Sklandus ir efektyvus transportas yra ne tik didelę vertę kurianti paslauga, bet ir būtina prielaida kitų ekonomikos šakų sėkmingai plėtrai bei žmonių gyvenimo kokybei. Kelių infrastruktūra yra vienas iš esminių veiksnių, nulemiančių transporto veiklos efektyvumą, bei turinčių gyvybinę reikšmę šalies ekonomikos ir socialinei raidai, nes mūsų šalyje automobilių keliais vežama daugiau kaip 50 % visų kro-

vinių ir beveik 98 % keleivių. Nors Lietuvos kelių lygumas, kuris yra vienas iš pagrindinių parametų investicijų į kelius ekonominei naudai apskaičiuoti, šiek tiek geresnis nei kaimyninių Baltijos valstybių, tačiau net magistralinių kelių kokybė yra prastesnė už Suomijos žemiausios klasės kelių kokybę, nors po truputį gerėja. Be to, kelių su žvyro danga dar yra labai daug – virš 8000 km (38 % nuo bendro valstybinės reikšmės kelių ilgio). Išsivysčiusiose Vakarų Europos valstybėse, jų nėra (pvz., Danijoje paskutinis žvyrkelis buvo išasfaltuotas aštunto dešimtmečio pabaigoje). Norvegijoje, Švedijoje ir Suomijoje žvyrkeliai sudaro 20–30 %, tačiau jų asfaltuoti netikslinga dėl klimatinės sąlygų ir labai mažo eismo intensyvumo, nes visi ruožai yra šiaurinėje šalių dalyje.

Pasaulyje sukurta įvairių metodikų investicijoms į automobilių kelius pagrįsti, tačiau, išnagrinėjus mokslinę literatūrą pastebėta, kad jos dažniausiai orientuotos į konkretaus projekto ar konkrečių sąnaudų (nuostolių) komponenčių efektyvumui nustatyti investuojant į kelius. Šiame darbe bus nagrinėjama kaip efektyviau panaudoti lėšas kelių infrastruktūros plėtrai analizuojant projektų visumą bei parenkant investicijoms prioritetinius kelių ruožus.

Darbo aktualumas

Mokslinė problema – ištirti ir mokslškai pagrįsti investicijų į automobilių kelių infrastruktūros plėtrą efektyvumą, atsižvelgiant į visas projekto finansines komponentes, kad galima būtų nustatyti pačius racionaliausius projektų diegimo variantus.

Siekiant veiksmingai pagerinti automobilių kelių tinklo infrastruktūrą, labai svarbu tinkamai nustatyti prioritetus. Rekonstruojant, tiesiant naujus kelius, asfaltuojant žvyrkelius didelę reikšmę turi strateginiai motyvai, todėl labai svarbu parinkti ekonomiškai tikslingiausius kelių ruožus investicijoms.

Investicijos į automobilių kelius, jeigu tai nėra mokamų kelių tiesimas, tiesioginių pajamų beveik neduoda. Nepaisant to, visose pasaulio šalyse investicijoms į automobilių kelius skiriamos didelės valstybės lėšos, surenkamos iš mokesčių mokėtojų. Tai reiškia, kad investicijos į kelius apsimoka, jos duoda socialinę naudą, kuri išreiškiama autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų, avaringumo, kelionės laiko trukmės, ekologinių nuostolių bei kelio priežiūros sąnaudų sumažėjimu.

Mokslinės problemos ištirimo lygis. Pasaulyje autotransporto priemonių eksploatacines sąnaudas, priklausomai nuo kelio parametų nagrinėja mokslininkai Puvanachandran, V. M.; Rodrigo, S.; Kumares, C. S.; Samuel, L.; Berthollet Ch.; Blomme, T.; Kajner, L.; Nickeson, M.; Chirinko, R.; Harper, E. Jr.; Janke, M.; Liman, T.; Elvik, R. ir kt. Nuostolių dėl eismo įvykių prognozės modelį pristato Partheeban, P.; Arunbabu, E.; Hemamalini, R. Jungtinėse amerikų valsti-

jose patiriamą žalą dėl eismo įvykių moksliniuose straipsniuose analizuoja Rice, D.; MacKenzie, E.; Murray Ch. Kelionės laiko vertės tyrimus atliko Lyons, G.; Newbery, D. M.; D. M.; Whitelegg, J.; Hensher, D. A.; Levinson, H.; Brownstone, D.; Small, K. A.; Mackie, P.

J. Sodikov (Sodikov, 2006) moksliniame straipsnyje, naudodamasis ROCKS bei Pasaulio banko duomenimis, pateikia kelių projektų modelius regioniniu, šalies bei projektiniu lygmeniu. Šių modelių taikymo idėja ta, kad galima atsakyti į klausimus kiek apžvalgų galima padaryti, kokia komponentų įvairovė ir kada taikyti konkretų lygmenį.

Lietuvoje, žvyrkelių būklės tyrimui ir renovacijos pagrindimui S. Skrinskas (Skrinskas, 1998) pristato modelį KAMIS. Modelis sudarytas HDM-III (Highway Development and Management) ir kitų duomenų bazių pagrindu. Jis taikomas konkrečios žvyrkelių ruožo renovacijos ekonominiam įvertinimui, paskolas teikiančių ar investicijų tikslingumą tiriančių organizacijų darbe ir t. t. Modelis taikomas ir įvairių transporto priemonių konkrečiuose kelių ruožuose nuostolių įvertinimui. *Metodika sėkmingai naudojama, tačiau ji pritaikyta tik investicijų tikslingumo į žvyrkelius nustatymui.*

Transporto priemonių eksploatacinių charakteristikų priklausomybę nuo kelio parametrų nagrinėja D. Miškinis (Miškinis, 2000). Autorius apžvelgia atsarginių dalių, remonto ir degalų sąnaudų modelius, esančius HDM-III ir HDM-IV programose, bei pateikia HDM modeliui pritaikytus Lietuvos automobilių parko koeficientus, turinčius įtakos šių komponentų sąnaudoms. Jų pagrindu nustatomos autotransporto priemonių einamosios sąnaudos, *tačiau tai yra tik vienas iš visuomenei teikiamos naudos investuojant į kelius parametrų.*

K. Ratkevičiūtė, D. Čygas, A. Laurinavičius, A. Mačiulis (K. Ratkevičiūtė ir kt., 2007) analizuoja eismo saugumą Lietuvoje bei Europos Sąjungos šalyse, bei pateikia poveikio koeficientų suvestinę įdiegus saugaus eismo priemones.

Išnagrinėjus mokslinę literatūrą galima konstatuoti, kad:

1. daugelis mokslininkų savo darbuose nagrinėja tik vieną ar kelias keliuose patiriamų sąnaudų ar nuostolių rūšis (Brownstone ir kt., 2005; Chirinko ir kt., 1993; Dixon, 2004; Elvik, 1994; Hensher and Goodwin, 2004; Hensher, 1977; Janke, 1991; Kumarec and Samuel, 2007; Kumarec and Samuel, 2007; Kumarec and Samuel, 2007; Kumarec and Samuel, 2007; Levinson, 1992; Litman and Fitzroy, 2005; Litman, 2001; Litman, 2007; Lyons, 2003; Miškinis ir Lingaitis, 2006; Miškinis, 2000; Murray, 1996; Newbery, 2002; Newbery, 2004; Partheeban ir kt., 2008; Puvanachandran, 1997; Rodrigo, 1994; Skrinskas, 1998; Whitelegg, 1993);
2. metodikos, kuriomis naudojantis reikia įvertinti didelį kiekį techninių parametrų, dažniausiai skirtos konkrečių kelio ruožų projektų ekonomi-

niam įvertinimui arba dangų priežiūrai skiriamų lėšų planavimui (3rd Conference, 1994; Wilson ir kt., 2005);

3. norint racionaliai panaudoti investicijoms skirtas lėšas, tikslinga sudaryti modelį, kuriuo galima būtų ekonominiu požiūriu analizuoti kelių projektų visumą vienu metu, leidžiančią varijuoti sąnaudų komponentų reikšmėmis, bei nustatyti jų įgyvendinimo prioritetinę eilę.

Tyrimų objektas

Darbo tyrimų objektas – investicijų į automobilių kelių ūkį planavimas, parenkant prioritetinius kelių ruožus investicijoms ir taip mažinant kelių naudotojų ir kelio zonoje gyvenančių žmonių bei valstybės patiriamas sąnaudas (nuostolius), kurios skirstomos į penkias dalis:

- autotransporto priemonių einamosios sąnaudos;
- nuostoliai dėl avaringumo;
- kelionės laiko trukmės sąnaudos;
- ekologiniai nuostoliai;
- kelių priežiūros sąnaudos.

Darbo tikslas

Šio darbo pagrindinis tikslas štiri investicijų efektyvumą plėtojant automobilių kelių infrastruktūrą, įvertinus projektavimo, diegimo, eksploatavimo išlaidas ir investicijų atsipirkimo laiką bei dinamiškai kintančias eismo srautų, greičio ir dangos kokybės sąlygas.

Darbo uždaviniai

Darbo tikslui pasiekti reikia spręsti šiuos uždavinius:

- išanalizuoti kelių infrastruktūros reikšmę šiuolaikinės ekonomikos sistemoje, automobilių kelių sektoriaus finansavimo šaltinius;
- išnagrinėti investicinių projektų valdymo problemas bei automobilių kelių investicinių projektų turinį;
- nustatyti pagrindinius komponentus, susijusius su sąnaudomis;
- sudaryti funkcinis priklausomumus tarp pagrindinių kelio kokybės parametrų ir piniginių sąnaudų kaitos;

- sudaryti kelių infrastruktūros investicinių projektų efektyvumui nustatyti skirtą modelį;
- atlikti sudaryto modelio tyrimą parenkant prioritetinius kelių ruožus investicijoms.

Tyrimų metodika

Darbe naudoti statistinės analizės, matematinio modeliavimo, globalios optimizacijos LP-paieška metodai.

Darbo mokslinis naujumas ir jo reikšmė

Sukurtas modelis kelių investicinių projektų visumai analizuoti, nustatant jų naudą dėl sumažėjusių visuomenės ir valstybės sąnaudų (nuostolių), kuriam pritaikius globalaus optimizavimo programą LP-paieška surandama visų kriterijų palankiausia visuma finansiniu atžvilgiu (aspektu).

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

Sukurtu modeliu gauti rezultatai duos galimybę parinkti pačią palankiausią kelių projektų įgyvendinimo tvarką pagal atskirus regionus ir kelių ruožus duodančią didžiausią ekonominę naudą.

Ginamieji teiginiai

1. Sukurtas modelis investicijų efektyvumui į kelių infrastruktūrą nustatyti.
2. Naudojant statistinius duomenis modelis pritaikytas realizavimui LP-paieškos metodu.
3. Taikant šį metodą, kelių projektai surikiuojami į prioritetinę eilę pagal investicijų tikslingumą bei trumpiausią atsipirkimo laiką.
4. Pateikti empiriniai tyrimai apskaičiuojant visuomenei teikiamą naudą iš-asfaltavus žvyrkelio kilometrą.

Darbo rezultatų apibavimas

Disertacijos tema atspausdinti trys moksliniai straipsniai: vienas įtrauktas į ICONDA, COMPENDEX duomenų bazines (Lingaitis; Miškinis, 2006); vienas recenzuojamajame mokslo žurnale (Lingaitis, 2008); vienas konferencijų medžiagoje, referuotoje ISI duomenų bazėje (Lingaitis; Lingaitienė, 2006).

Disertacijos tema buvo skaityti pranešimai: 9-oje tarptautinėje mokslo konferencijoje *Transport Means 2005*; 5-oje tarptautinėje konferencijoje *Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat'05)*.

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai ir bendrosios išvados, literatūros sąrašas, autoriaus publikacijų sąrašas ir keturi priedai.

Darbo apimtis yra 156 puslapiai, tekste panaudota 30 numeruotų formulių, 26 paveikslai ir 28 lentelės. Rašant disertaciją buvo panaudota 120 literatūros šaltinių.

Kelių infrastruktūros plėtra kaip ekonominių tyrimų prioritetas

Skyriuje analizuojama transporto infrastruktūra, jos reikšmė ekonomikos sistemoje bei kelių sektoriaus finansavimo šaltiniai.

1.1. Kelių infrastruktūros reikšmė šiuolaikinės ekonomikos sistemoje

Formuodama ekonominę politiką, valstybė išskirtinį ilgalaikį prioritetą turi teikti žinių ekonomikos ir informacinės visuomenės sukūrimui. Šis siekis apima:

- mokslo, technologijų ir inovacijų plėtrą;
- investicijų į žmogiškąjį kapitalą didinimą;
- į eksportą orientuotos ekonominės veiklos, sukuriančios didelę pridėtinę vertę ir naudojančios aukštąsias bei naująsias technologijas, plėtrą.

Aktualumo nepraranda bendrosios ekonominės priemonės:

- politinio ir makroekonominio stabilumo užtikrinimas;
- rinkos mechanizmų veikimą gerinančios struktūrinės reformos;
- fizinės, finansinės ir socialinės infrastruktūros plėtra.

Lietuvoje sukurta veikianti rinkos ekonomika. Rinkos santykių įsigalėjimas leido įgyvendinti ekonomikos savireguliacijos mechanizmus ir apriboti tiesioginį valstybės kišimąsi į ekonominius procesus. Lietuvos narystė ES įpareigoja sukurti stabilias ir prognozuojamas ūkio funkcionavimo sąlygas. Šalies ekonomika gebėjo užtikrinti žmonėms būtinas gyvenimo sąlygas. Palyginti išsilavinusi darbo jėga psichologiškai jau prisitaikė prie rinkos ekonomikos reikalavimų. Sukurta nuosekli socialinės apsaugos ir užimtumo politikos įgyvendinimo sistema, diversifikuota pagal apsaugos teikimo specifiką bei darbo rinkos tikslo grupes ir besiremianti šiuolaikine teisės baze, institucine sąranga bei pakankamai kvalifikuota, praktinę patirtį įgijusia administracija. Pertvarkymų brandumą rodo spartus viso dabartinio dešimtmečio ekonomikos augimas ir stabili makroekonominė situacija.

Lietuvos ekonomika plėtojama kaip ES bendrosios rinkos dalis. Aktyviai prekiaujama su trečiosiomis šalimis ir dalyvaujama įvairiose pasaulinio ūkio ryšių sistemose. Valstybės ekonominė politika grindžiama į eksportą orientuotos besivejančios plėtros modeliu. Lietuvos pozicijas pasaulio rinkose ir ekonominiame lenktyniavime lemia jos žmogiškasis kapitalas, tradiciškai gyvybingas ir neblogas gamtines sąlygas turintis žemės ūkis, geografinės padėties nulemtos transporto ir kitų paslaugų plėtojimo galimybės, santykinai mažos darbo ir daugelio paslaugų sąnaudos pramonei plėtoti. Lietuvos geografinė padėtis suteikia galimybę įnešti savo indėlį, plėtojant Europos ir Azijos ūkinius ryšius, kurie artimiausiais dešimtmečiais neabejotinai intensyvės. Gyvenviečių ir pagrindinės infrastruktūros išsidėstymo šalies teritorijoje tolygumas teikia palankias sąlygas užsienio investicijoms naujose ir tradicinėse ekonominės veiklos srityse.

Nors ir ne visose srityse atitinkdama visus šiuolaikinius standartus, fizinė infrastruktūra yra pakankamo lygio, kad artimiausius keletą metų galėtų palaikyti ekonomikos augimą. Šalies teritoriją kertantys du kontinentinės svarbos transporto koridoriai (IA Šiaurės – Pietų koridorius (automagistralė Via Baltica ir geležinkelio linija Talinas–Ryga–Kaunas–Varšuva; IX-ojo Rytų–Vakarų koridoriaus atšakos IXB (Kijevas–Minskas–Vilnius–Kaunas–Klaipėda) ir IXD Kaunas–Kaliningradas) leidžia efektyviau išnaudoti palankią tranzitui Lietuvos geografinę padėtį. Tranzito plėtrai svarbią reikšmę turi neužšalantis palyginti modernus Klaipėdos jūrų uostas, palyginti gerai išplėtotas automobilių kelių tinklas, aukštos kokybės jų priežiūros ir remonto sistema.

Geras susisiekimas turi įtakos tolygiam regionų ekonomikos plėtojimui, leidžia koncentruoti tradicinės produkcijos gamybą palankiuose regionuose, todėl vienas iš uždavinių plėtojant automobilių kelių infrastruktūrą yra gerinti atokesnių regionų kelių kokybę. Stiprėjanti regionų ekonomika sudaro palankias sąlygas vietinio ir atvykstamojo turizmo plėtrai, kuri siejama su tokiais veiksniais: patogi Lietuvos geografinė padėtis didelių turizmo rinkų atžvilgiu, susikerantys tarptautiniai transporto ir keleivių srautai Rytų–Vakarų, Šiaurės–Pietų

kryptomis, palyginti tankus kelių tinklas, gausūs rekreaciniai, kultūriniai ir istoriniai ištekliai, istoriniai, kultūriniai bei etniniai ryšiai tarp Lietuvos ir kitų šalių, didelis gydomųjų gamtos išteklių potencialas, vaizdingas kaimo kraštovaizdis leidžia plėtoti kaimo vietovių rekreacines galimybes.

Nepaisant to, kad fizinė infrastruktūra kol kas tenkina būtiniausius ūkio plėtros poreikius, jos fizinis ir moralinis susidėvėjimas tampa rimta kliūtimi ūkio efektyvumui didinti. Geležinkelių transporto infrastruktūra fiziškai susidėvėjusi, pasenęs riedmenų parkas, neišplėtotas elektrifikuotų linijų tinklas. Klaipėdos jūrų uosto infrastruktūra nepritaikyta keleiviams aptarnauti. Neišplėtotas vidaus vandenų transportas. Automobilių transportas kenčia nuo spūsčių didžiuosiuose miestuose, valstybinės reikšmės kelių tinkle žvyrkeliai sudaro 8000 km bendro ilgio, kelio dangos stiprumas neatitinka Europos Sąjungos nustatytų normų. Nesukurti teisiniai ir organizaciniai pagrindai multimodaliniam transportui plėtoti. Neišplėtotas turizmo infrastruktūra ir paslaugos, paveldo objektai nepritaikyti turizmo poreikiams (Šakalsys ir kt., 2002).

Gamybos globalizacija atveria platesnes galimybes plėsti rinkas ir stiprinti konkurencingumą šalies firmoms bei įmonėms, kurios savo veiklą orientuoja į eksportą. Lietuva neatsiliks, palyginti su pasaulio ūkio raida, jei jos gamintojai įsitrauks į didžiuosius tarptautinius perspektyvių produktų gamybos klasterius. Lietuva nacionalinės ekonomikos plėtrai galės išnaudoti tranzito požiūriu palankią tarp Vakarų ir Rytų geografinę padėtį. Užsienio transnacionalinių korporacijų dalyvavimas Lietuvos ekonomikoje leidžia sparčiau plėtoti nacionalinę ekonomiką užsienio tiesioginių investicijų pagrindu, perimti pažangias technologijas, tarptautinės vadybos patirtį gamybos ir realizacijos organizavimo srityje. Lietuvos transnacionalinių korporacijų plėtojimas ir jų veikla užsienyje leistų dar labiau sustiprinti šalies nacionalinį konkurencingumą pasaulinėje rinkoje.

Lietuva turi galimybę įsitvirtinti kontinentinės Europos transporto paslaugų rinkoje, sukurti Kauno, Klaipėdos ir Vilniaus viešuosius logistikos centrus ir juos integruoti į Baltijos jūros regiono transporto logistikos centrų tinklą. Pritaikius užsienio ir nacionalinio (privataus ir valstybinio) kapitalo partnerystės principą transporto infrastruktūrai finansuoti, svarbiausioms transporto magistralėms įtvirtinus transeuropinių tinklų statusą ir išplėtojus kombinuotojo transporto infrastruktūrą, transporto sektorius taps dar svarbesne ūkio šaka.

Platesnes galimybes regionų ekonomikos plėtrai atveria ES paramos programos ir struktūriniai fondai, edukacinė veikla regionuose ugdant gyventojų verslumą ir vadybinius gebėjimus. Regioninės plėtros valdymo funkcijų tobulinimas padidins vietos savivaldos savarankiškumą, skatins vietinę iniciatyvą. Kompleksinis regioninės plėtros planavimas ir efektyvesnis vietinių išteklių panaudojimas užtikrins įvairių institucijų ir žinybų, taip pat glaudesnę vietinio, regioninio, centrinio valdymo lygmens ir privataus sektoriaus bendradarbiavimą. Regionų ekonomikos plėtrai pasitarnaus regionų bendradarbiavimas nacionaliniu

ir tarptautiniu lygiu. Teigiama įtaką darys spartesnė smulkiojo ir vidutinio verslo bei turizmo plėtra, kuriai naujas galimybes atveria ES struktūrinės paramos lėšų naudojimas. Regionai turės naujų galimybių, sparčiai didėjant sveikatingumo ir laisvalaikio pramogų paslaugų paklausai, augant gyventojų perkamajai galiai.

Tikėtinas nepakankamai efektyvus veiksmų koordinavimas su kaimyninėmis šalimis plėtojant TINA (Transport Infrastructure Needs Assessment) tinklus. Sudėtingas susisiektis automobilių keliais ir geležinkeliais su ES šalimis per Lenkiją gali ir toliau daryti neigiamą įtaką šalies ekonomikos plėtočiai. Nepamatuotas, perdėtas gamtos saugos ir kitų reikalavimų sugriežtinimas vežėjams, dirbantiems ES šalių rinkoje, gali sumažinti transporto paslaugų eksportą. Transporto spūsčių didėjimas didžiausiuose šalies miestuose gresia didžiuliais nuostoliais.

Ekonomikos augimo veiksniai – darbo jėga, kapitalas, žinios ir verslumas – bus pakankamai išplėtoti, Lietuvai siekiant per tolesnį dešimtmetį susilyginti su išsivysčiusiomis ES narėmis pagal gyvenimo standartus. Pagrindinis ekonominio augimo veiksnys ir toliau bus bendrasis veiksmų našumas. Fizinė infrastruktūra bus modernizuota, naudojantis ES struktūrine parama ir valstybės investicijų programa. Beveik neliks technologinio atsilikimo ryšių ir transporto srityje.

Integruotos į ES ekonominę, skaitmeninę ir žinių erdvę šalies ekonomikos struktūra plėtojasi prisitaikydama prie globalizacijos procesų ir jais naudodamasi. Buvimas euro zonoje leidžia greitai perimti finansų technologijų naujoves. Pramonės srityje Lietuva tampa patrauklia šalimi steigti savo būstines konkurencingoms tarptautinėse rinkose vietinio ir užsienio kapitalo gamybos bei paslaugų įmonėms, prioritetiškai naudojančioms aukštasias technologijas ir mokslo imlius išteklius. Palanki geografinė padėtis leidžia dalyvauti šiuolaikiniais organizavimo metodais pagrįstoje daugianacionalinių bendrovių veikloje, vykdamas jų užsakyamus apdirbamosios pramonės įmonėse. Smulkiojo ir vidutinio verslo sektorius sukuria didesniąją BVP dalį, lanksčiai prisiderina prie rinkos pokyčių, kuria geras darbo vietas, naudoja modernias technologijas, kvalifikuotą darbo jėgą, gamina žinioms imlias prekes bei teikia paslaugas vietinei ir tarptautinėms rinkoms. Žemės ūkio produktų gamyba, perdirbimas ir prekyba – moderni, tausojanti aplinką ūkio šakų visuma, turinti išplėtotą infrastruktūrą, modernių technologijų, kvalifikuotų darbuotojų, gebanti prisitaikyti prie nuolat besikeičiančios verslo aplinkos ir siekianti pateikti į rinkas konkurencingus, geros kokybės produktus bei paslaugas. Greta stambių prekinį ūkių plėtosis ir mažesni, kooperuoti ūkiai. Statybos sektorius veiksmingai tenkina Lietuvos ūkio ir gyventojų statybos poreikius, teikia tarptautiniu mastu konkurencingas statybos paslaugas ir produktus. Transporto ir sandėliavimo paslaugos išliks labai svarbia nacionalinės ekonomikos dalimi.

Regionų ekonomika plėtojama ir jų konkurencingumas didinamas, atsižvelgiant į regiono turimus išteklius bei prioritetines plėtros kryptis, išryškinant re-

giono savitumą. Mažinamas gyvenimo lygio atotrūkis tarp trijų didžiųjų Lietuvos miestų ir likusios Lietuvos dalies. Regioniniai centrai, kurių ekonomikos potencialas buvo nepakankamas, užtikrina reikiamas sąlygas įsidarbinti ir galimybes didinti pajamas tiek, kad pakeistų aplinkinių (50–70 km spinduliu) gyvenamųjų vietovių situaciją. Gyvybingos kaimo gyvenvietės, padidėjęs gyventojų mobilumas sujungia miestus su kaimais. Transporto, komunikacijų ir kita fizinė infrastruktūra plečiama kaip integruotas tinklas, stengiantis racionaliai panaudoti ES struktūrinę paramą ir šalies lėšas. Sukurta tinkama aplinka gamtos ir kultūros paveldui išsaugoti, plėtojant turizmą ir rekreaciją. Regionų institucijos bendradarbiauja tarptautiniu lygiu, įgyvendindamos nacionalinius ir ES regioninės plėtros politikos tikslus.

Transporto sektoriuje valstybės misija yra modernizuoti transporto infrastruktūrą, garantuoti sklandžią Lietuvos transporto sektoriaus integraciją į ES erdvę, naudojantis Sanglaudos fondo ir kitomis ES struktūrinės paramos lėšomis bei dalyvaujant bendruose transporto sektoriaus plėtros projektuose. Valstybė turi iniciatyviai dalyvauti plėtojant tarptautinį bendradarbiavimą transporto srityje Baltijos jūros regiono ir Europos mastu, kartu ieškant galimybių tranzito paslaugų plėtrai Šiaurės–Pietų ir Vakarų–Rytų kryptimis.

Lietuva yra nedidelė atviros ekonomikos šalis, todėl ilguoju laikotarpiu jos ūkio plėtros pagrindu valstybė turi laikyti eksportą, kurio spartus augimas prasidėjo 1995 m. ir tęsiasi iki šiol (išskyrus 1998–1999 m., kai dėl Rusijos krizės buvo patirtas nuosmukis). Šalies įstojimas į ES, suteikęs stiprų impulsą plėtoti užsienio prekybą, ir toliau išliks svarbiausias veiksnys, didinant tiek prekių išvežimą, tiek paslaugų užsieniečiams teikimą. Eksporto augimo tendencijai išlaikyti artimiausiais metais tikslinga išnaudoti naujas atsigaunančios NVS šalių rinkos bei laipsniško paslaugų teikimo Europos Sąjungoje liberalizavimo teikiamas galimybes. Tačiau reikia įvertinti tą aplinkybę, kad Lietuvos ūkis jau įžengė į naują fazę, jo eksporto plėtrą vis labiau riboja nebe paklausos, bet pasiūlos veiksnys – trūksta kvalifikuotos darbo jėgos, įmonių technologijos yra senstelėjusios, inovacijų diegimas vyksta itin vangiai, prekių ženklai neišplėtoti. Be to, augančios gamybos Lietuvoje sąnaudos ir energinga Azijos gamintojų ekspansija į Europą (ypač plataus vartojimo prekių srityje) sukuria realią grėsmę mūsų šalies įmonių konkurencingumui užsienio rinkose.

Dinamiška Lietuvos ūkio raida pastaraisiais metais sudarė įspūdį, kad eksportas išlaikys aukštus augimo tempus ir be valstybės didesnės paramos, tačiau gilesnė statistinių duomenų analizė duoda tam tikrą dozę pesimizmo (Lietuvos ūkio..., 2007). Lyginant Lietuvą su kitomis ES-8 šalimis (čia – Lenkija, Vengrija, Čekija, Slovakija, Slovėnija ir Baltijos šalys), mūsų šalies eksporto struktūra ir santykinis dydis atrodo prastokai. Pagal eksporto apimtį santykį su BVP Lietuva lenkia tik Latviją ir Lenkiją, tačiau pastaroji valstybė turi 12 kartų daugiau gyventojų, o didesnėse šalyse šis santykis paprastai yra mažesnis. Lietuvos

prekių eksporto struktūroje aukštoms ir vidutiniškai aukštoms technologijoms priskiriamų prekių dalis yra labai menka, o pastaraisiais metais dar sumažėjo. Apie pusę visų išvežtų gaminių 2006 m. sudarė reeksportuotos prekės ir mineraliniai produktai, kurių tik nedidelę dalį apyvartos sudaro Lietuvoje sukurta pridėtinė vertė. (Mažeikių naftos įmonėje sukurta pridėtinė vertė nesiekia nė 20 % parduotos produkcijos apimties, kai, pvz., transporto sektoriaus rodiklis sudaro apie 60 %) Jei prekių eksporto dydį išreikštume ne apyvarta, o sukurta pridėtinė vertė, jo augimo tempai pastaraisiais metais būtų gerokai žemesni.

Paslaugų eksporto apimties santykis su BVP 2005–2006 m. Lietuvoje sudarė apie 12 % – tai neblogas lygis, nors Latvijoje ir Estijoje jis buvo dar aukštesnis. Dėl tranzitui palankios geografinės padėties mūsų šalis nerezidentams suteikė daug transporto paslaugų – joms teko apie pusę viso paslaugų eksporto, dideliu lyginamuoju svoriu pasižymėjo ir kelionių paslaugos. Valstybė turi įvertinti, kad yra geros sąlygos tolesnei kelionių paslaugų eksporto plėtrai – Lietuvoje graži gamta, o gyventojų tankis nedidelis. Tačiau turizmo infrastruktūros plėtrai trukdo biurokratinės kliūtys ir neracionalūs draudimai, susiję su per ilgai besitęsiančiu teritorijų planavimo dokumentų rengimu, gamtosauga bei nepakankamai gerai išplėtotu vietinių (privažiuojamųjų) išasfaltuotų kelių tinklu. Deja, statybos, informatikos, finansinio tarpininkavimo paslaugų užsieniui šalies bendrovės beveik neteikia.

Apskritai tolesnė eksporto ir viso ūkio raida iš esmės priklauso nuo investavimo procesų. Analizuodami pastarųjų metų materialinių investicijų statistinius duomenis, matome daug panašumų su eksporto rodikliais: nebloga dinamika, tačiau produktyvumo augimui nepalanki struktūra – vyrauja statyboms skirtos lėšos, o į gamybos priemones (įrenginius ir transportą) Lietuvoje investuojama mažesnė BVP dalis nei daugumoje ES šalių. Eurostat nurodo, kad 2005 m. ši dalis sudarė 8,5 % (Estijoje ir Slovakijoje – per 13 %).

Lietuvos ūkio (ekonomikos) plėtra koncentruojasi į du pagrindinius aspektus: 1) šalies ekonominio augimo spartinimas; 2) nacionalinės ekonomikos konkurencingumo didinimas. Joje apibrėžiami svarbiausi ekonomikos augimo ir konkurencingumo strateginiai ilgalaikės perspektyvos tikslai ir valstybės veiksmai bei priemonės šiems tikslams pasiekti. Lietuvos ūkio (ekonomikos) plėtos ilgalaikės strategijos sudėtyje parengta 14 specifinių (sektorinių) strategijų (Lietuvos ūkio..., 2007):

1. Ekonomikos augimo ir jos struktūros plėtotės strategija;
2. Išorės ekonominių santykių plėtotės strategija;
3. Finansų sektoriaus plėtotės strategija;
4. Energetikos plėtotės strategija;
5. Transporto ir tranzito plėtotės strategija;
6. Informacinių technologijų ir telekomunikacijų plėtotės strategija;
7. Pramonės plėtotės strategija;

8. Regionų ekonomikos plėtotės strategija;
9. Smulkiojo ir vidutinio verslo plėtotės strategija;
10. Kaimo, žemės ūkio ir žuvininkystės plėtotės strategija;
11. Socialinės srities ir užimtumo ekonominių veiksmų plėtotės strategija;
12. Aplinkos ekonominių veiksmų plėtotės strategija;
13. Statybos sektoriaus plėtotės strategija;
14. Turizmo plėtotės strategija.

Ekonomikos mokslo srityje tikslinga prioritetiniais laikyti tyrimo darbus pagal du svarbiausius ilgalaikės strategijos aspektus: (1) šalies ekonominio augimo spartinimas; (2) nacionalinės ekonomikos konkurencingumo didinimas. Toliau pateiktos probleminės tyrimų kryptys kompleksiskai apima svarbiausius ekonominio augimo ir konkurencingumo problematikos aspektus ir pasiūlytos atsižvelgus į pasaulinio ekonomikos mokslo, Pasaulio banko, OECD ir kitų tarptautinių organizacijų atliekamų tyrimų tematiką:

- Lietuvos makroekonominių rodiklių raidos ir šalies ekonomikos augimo analizės ir prognozavimo modelių, metodų bei duomenų bazių kūrimas.
- Lietuvos makroekonominių rodiklių svarbiausių tendencijų ir ekonomikos augimo veiksmų analizė bei prognozavimas.
- Demografinių procesų, gyventojų užimtumo ir investicijų į žmogiškąjį kapitalą tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Investicijų į realųjį (fizinį) kapitalą ir materialinę infrastruktūrą (energetika, komunikacijos, transportas) tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Mokslo, technologinės pažangos ir inovacijų plėtotės tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Informacijos ir komunikacijos technologijų plėtotės tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Finansų sistemos plėtotės tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Atskirų ekonomikos sektorių (pramonė, žemės ūkis, statyba, transportas ir t. t.) plėtotės tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Antreprenerystės ir firmų dinamikos (atėjimo, plėtimosi ir pasitraukimo) tendencijų ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Svarbiausių tarptautinių veiksmų įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.
- Valstybės investicijų ir makroekonominės bei struktūrinės politikos pokyčių ir įtakos Lietuvos ekonominiam augimui tyrimai.

Viena svarbiausių Lietuvos ilgalaikės ūkio raidos strategijos dalių – ilgalaikė transporto ir tranzito plėtros strategija, pagal kurią numatoma išplėtoti multimodalinio transporto sistemą iki 2015 m. Laisvas prekių ir keleivių judėjimas yra vienas pagrindinių ES politikos uždavinių (Lietuvos ūkio ..., 2007).

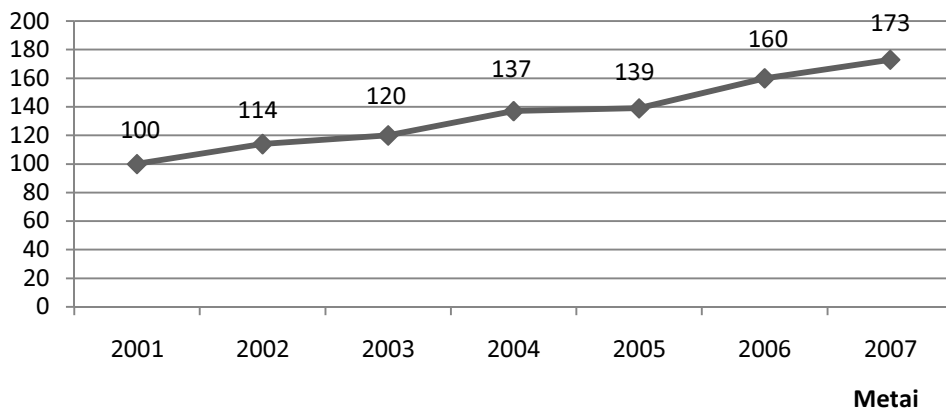
Skatinant atskirų rajonų plėtrą, gerinant menkiausiai išsivysčiusių Lietuvos regionų susisiekimą su pagrindiniais administraciniais, pramonės ir verslo centrais, siekiant, kad Lietuvos kelių tinklas tenkintų didėjančius eismo poreikius bei savo techniniais parametrais priartėtų prie tarptautinių standartų, turi būti gerinama kelių transporto infrastruktūra, diegiamos eismo saugos bei aplinkosaugos priemonės, siekiant sumažinti neigiamą transporto poveikį aplinkai, pagerinti eismo sąlygas ir sumažinti avarijų skaičių keliuose.

Spartus šalies automobilizacijos vystymasis susijęs ne tik su didele nauda visuomenei, bet ir su nepageidaujamomis socialinėmis ir ekonominėmis pasekmėmis – dideliais eismo įvykių skaičiais. Kiekvienais metais užregistruojama daugiau kaip 6 tūkst. įskaitinių eismo įvykių, kurių metu žūva ar būna sužalojami žmonės. Dar daugiau įvyksta eismo įvykių, kuriuose, apgadinamos transporto priemonės, kelių infrastruktūros objektai bei padaroma žala aplinkai. 2007 metais vienas svarbiausių avaringumo rodiklių – žuvusiųjų skaičius, tenkantis milijonui gyventojų buvo 218. Eismo įvykių nuostoliai šalies ūkiui per metus sudaro apie 3 % bendrojo vidaus produkto (kitose Europos valstybėse šie nuostoliai sudaro 1–2 % bendrojo vidaus produkto).

Įvertinus pastarųjų metų didėjančią eismo intensyvumą (1 pav.) ir transporto priemonių gausėjimą (2 pav.), galime teigti, kad žuvusiųjų skaičius, tenkantis 1000 transporto priemonių mažėja (2005 m. jis buvo 0,43; 2006 m. – 0,39; 2007 m. – 0,37). 2007 metais, palyginus su 2006 m. įvyko 2,8 % mažiau eismo įvykių, kuriuose nukentėjo žmonės. Išlaikomas stabilus avaringumas augant eismo intensyvumui ir transporto priemonių skaičiui. Per 2008 m. aštuonis mėn. lyginant su tuo pačiu 2007 m. laikotarpiu eismo įvykių skaičius sumažėjo nuo 4164 iki 3288 vnt., (21 %) o žuvusiųjų skaičius sumažėjo nuo 475 iki 295 vnt. (38 %), tačiau kol kas jis išlieka pakankamai didelis (Eismo ..., 2008).

Siekiant sumažinti transporto grūstis bei tobulinti eismo organizavimą miestų gatvėse, reikia rekonstruoti miestų bei miestelių gatves, tiesti aplinkkelius, statyti skirtingų lygių sankryžas bei rengti požemines ir antžemines pėsčiųjų perėjas, diegti šiuolaikines eismo reguliavimo sistemas ir kitas viešojo transporto infrastruktūros plėtojimo priemones.

Pokytis, %

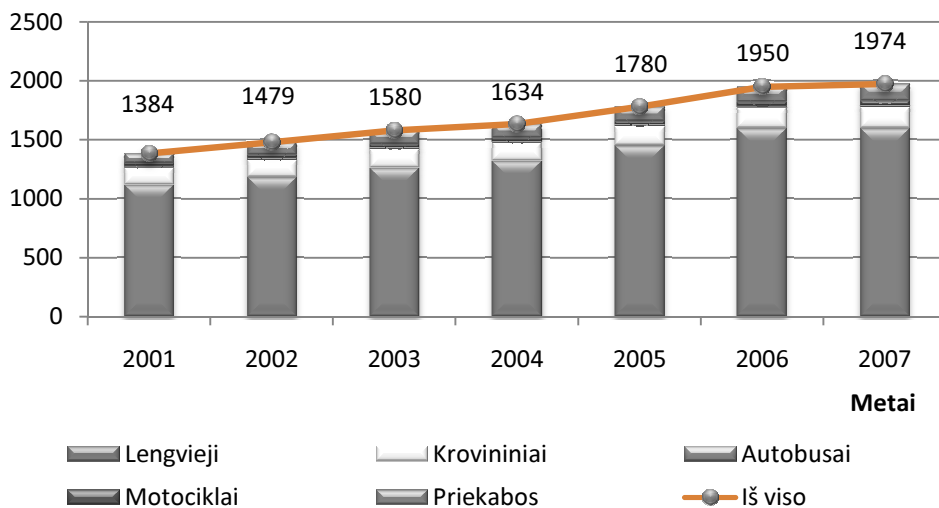


1 pav. Eismo intensyvumo kitimo dinamika 2001–2007 metais

Fig. 1. Dynamics of traffic intensity in 2001–2007

Iš pateikto grafiko matyti, kad eismo intensyvumas keliuose per septynis pastaruosius metus išaugo 73 %.

Tūkst. vnt.



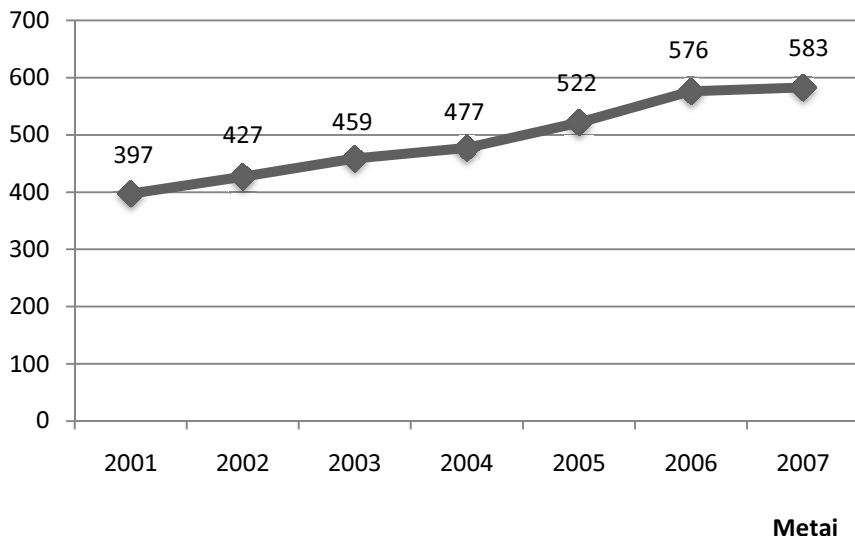
2 pav. Transporto priemonių skaičiaus kitimo dinamika 2001–2007 metais

Fig. 2. Dynamics of vehicles volumes in 2001–2007

Lietuvoje įregistruotų transporto priemonių skaičius per tą patį laikotarpį padidėjo 43 %.

Automobilių skaičiaus, tenkančio 1000 gyventojų kitimo dinamika pavaizduota 3 paveiksle.

**Automobiliai,
vnt.**



3 pav. Automobilių skaičiaus, tenkančio 1000-čiui gyventojų kitimo dinamika
2001–2007 metais

Fig. 3. Number of vehicles for 1000 inhabitants in 2001–2007

Lietuvoje veikia ekonominėmis priemonėmis grindžiama gamtonaudos reguliavimo sistema, taikant mokesčius už aplinkos taršą, apyvartinius taršos leidimus, užstato ir grąžos bei kitus instrumentus. Aplinkos apsaugos programų finansavimas iš valstybės biudžeto ir ES paramos fondų teikia galimybę vykdyti bendrąsias aplinkos apsaugos priemones, papildančias atskirų ūkio subjektų pastangas. Atsiveria galimybės sukurti efektyvią kompleksinę ekonominių aplinkos apsaugos veiksmų sistemą, papildytą naujais, pasaulinėje praktikoje žinomais taršos mažinimą skatinančiais instrumentais (pavyzdžiui, diegiant „žaliojo biudžeto“ principus) bei išplėtojant jau pradėtus taikyti užstato ir grąžos, apyvartinių taršos leidimų ir kt. Įgyvendinant principą „moka teršėjas“, todėl nuo 2009 metų vidurio Lietuvoje planuojama šiuo metu taikomą kelių naudotojo mokesčių diferencijuoti pagal automobilių taršos klasę, t. y. „švaresniems“ kroviniams

automobiliams taikyti mažesnę mokestį nei „taršesniems“ tos pačios kategorijos automobiliams. Gerinant automobilių kelių kokybę, transporto srauto pralaidumą didinamas projektinis greitis bei mažinamos transporto priemonių spūstys.

Igyvendinus eismo valdymo, eismo saugos bei aplinkosaugos projektus, bus galima išspręsti užterštumo bei transporto kamščių problemas, kartu sumažinti neigiamą transporto poveikį aplinkai.

Kelių infrastruktūros priežiūra, plėtra ir taisymas yra viena iš prioritetinių sričių. Tai nuolatiniai kelio elementų priežiūros darbai: sniego valymas ir kelių barstymas žiemą, asfalto dangų defektų (išdaužų, plyšių) užtaisymas, vandens nuleidimo sistemų priežiūra ir atnaujinimas, žvyro dangų greideriavimas, tiltų priežiūros darbai ir t. t.

Nustatant kelių plėtos kryptis, įvertintas kelių tinklo plėtos poreikis ir įgyvendinimo galimybės. Kelių tinklo plėtos prioritetai ir priemonės buvo nustatytos, atsižvelgiant į tarptautinius Lietuvos įsipareigojimus bei įvertinus teikiamą naudą visuomenei.

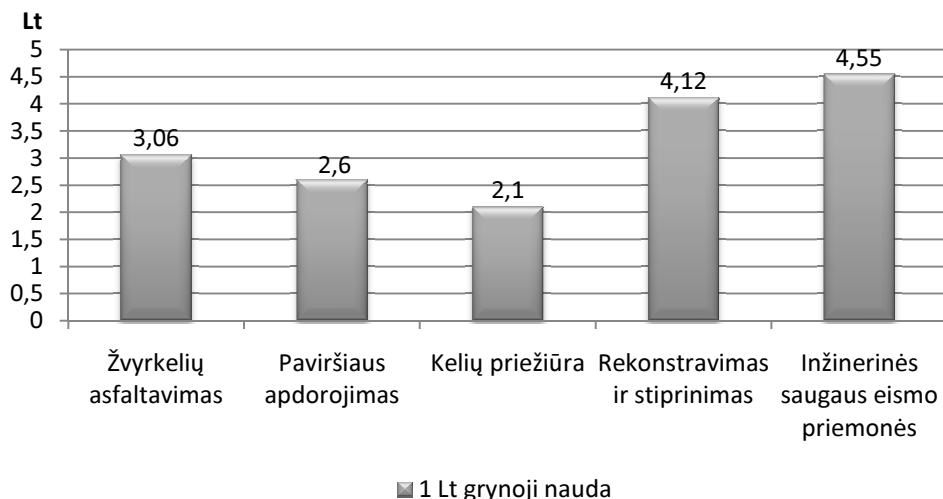
Pagrindinis dėmesys skiriamas automagistralių išsaugojimui. Ten, kur didžiausi automobilių srautai, stiprinama danga, remontuojami tiltai ir viadukai, diegiamos aplinkosaugos priemonės, įrengiamos skirtingų lygių sankryžos, jungiamieji keliai, aplinkkeliai ir t. t. Visuose kelių tinklo plėtos projektuose numatytos eismo saugą gerinančios inžinerinės priemonės.

Kai kurie Lietuvos keliai atlieka svarbų vaidmenį jungdami tarptautinius koridorius. Šiais keliais vyksta intensyvus tranzitinis eismas. Jungčių su tarptautiniais koridoriais plėtrai planuojama naudoti Europos regioninės plėtos fondo bei šalies biudžeto lėšas.

Plėtojant regionus svarbiausios kryptys valstybinės reikšmės keliuose yra žvyrkelių asfaltavimas, saugaus eismo sąlygų gerinimas ir aplinkos apsaugos priemonių diegimas. Lietuvos valstybinės reikšmės kelių tinklo ilgis – 21320 km, kuris nėra vienodai išplėtotas – kai kuriose apskrityse asfaltuotų kelių tinklas sudaro 53,4 % (Šiaulių), kai šalies vidurkis yra apie 61,3 %.

2008 m. pradžioje žvyrkeliai sudarė 38 % viso valstybinės reikšmės kelių tinklo. Didelė dalis žvyrkelių driekiasi per gyvenvietes arba jungia jas. Transporto priemonės, važiuodamos neasfaltuota danga, kelia dulkes, triukšmą, o tai turi neigiamos įtakos žmonių gyvenimo sąlygoms bei aplinkai. Periferiniuose šalies regionuose trūksta sutaisytų kelių bei privažiavimų prie verslo, rekreacinių ir kitų objektų, kas labai stabdo investicijas į šiuos regionus. Siekiant pagerinti susisiekimą tarp gyvenviečių ir žemės ūkio bei administracinių centrų, ekologinę būklę, supaprastinti kelio priežiūrą, sumažinti kelių ir transporto priemonių eksploatacines išlaidas, sutrumpinti kelionės laiką, šiuos ruožus reikia asfaltuoti.

Transporto ir kelių tyrimo instituto duomenimis, pagal darbų rūšis įdėto vieno lito grynoji nauda per projekto gyvavimo laikotarpį pavaizduota 4 paveiksle.



4 pav. Pagal darbų rūšį į kelią investuoto 1 Lt nauda, per projekto gyvavimo laikotarpį 2008 metų kainomis

Fig. 4. At the end of project cycle, value of investments increases 2–4 times

Geresnė kelių, geležinkelių, vandens bei multimodalinio transporto infrastruktūra skatina ne tik importo, eksporto, tranzitinio ir vietinių vežimų apimtį didėjimą, bet ir verslo plėtrą. Pagerėjusi kelių kokybė leis sumažinti nelaimingų atsitikimų skaičių bei sutrumpinti kelionės laiką. Išplėtotas kelių tinklas leis išnaudoti atsiveriančias naujas judėjimo laisvės galimybes, didins turistų srautus, skatins aktyvesnį gyventojų judėjimą. Tinkamai plėtojant ir prižiūrint Lietuvos kelių tinklą, visuomenė (t. y. kelių naudotojai) patiria naudą dėl:

- saugaus eismo sąlygų gerėjimo;
- mažėjančios aplinkos taršos;
- intensyvesnio regionų ekonominio vystymosi;
- mažėjančių automobilių transporto eksploatacijos sąnaudų;
- trumpėjančio kelionių laiko.

Taigi, Lietuvos transporto infrastruktūros atnaujinimas ir plėtra turės teigiamą ilgalaikį poveikį valstybės ekonomikai ir jos konkurencingumui tarptautinėje plotmėje.

1.2. Lietuvos ir pasaulinė automobilių kelių infrastruktūros plėtros finansavimo šaltinių analizė

Ekonomikos augimas ir poreikis taisyti bei rekonstruoti kelius glaudžiai susiję. Gerėjant valstybės ekonominei situacijai, augant bendrajam vidaus produktui (2007 m. šalies BVP buvo 96,7 mlrd. Lt, transportas, sandėliavimas ir ryšiai sudarė 11,67 % BVP, tarp jų kelių transportas apie 6,2 %) didėja ir automobilių eismo intensyvumas, ypač krovinio transporto, kuris daro didelę įtaką kelių būklei. Per 2008 m. I pusmetį vidutinis paros eismo intensyvumas magistraliniuose ir krašto keliuose vidutiniškai padidėjo 8,3 %, krovinio transporto – 11,3 % Rajoninės reikšmės keliuose eismo intensyvumas vidutiniškai padidėjo 5,92 %, krovinio transporto – 15,65 % Atsižvelgiant į degalų ir medžiagų kainų didėjimo tendencijas ir siekiant mažinti avaringumą bei kelių naudotojų išlaidas, tinkamai kelių priežiūrai ir plėtrai reikia skirti vis daugiau investicijų. Tinkama kelių tinklo priežiūra ir plėtra sukuria sąlygas laisvam prekių judėjimui ir šalies ekonomikos augimui.

1995 metais valstybinės reikšmės kelių priežiūrai ir plėtrai buvo įkurtas Kelių fondas. 2000 m. buvo priimtas įstatymas *Dėl Lietuvos Respublikos kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo*, kuris įsigaliojo nuo 2002 metų pradžios. Lietuvos Respublikos kelių priežiūros ir plėtros programa (toliau – programa) pakeitė iki tol buvusį Kelių fondą. Programos lėšos naudojamos automobilių keliams, tiltams, viadukams, estakadoms, tuneliams, gamybiniams-buitiniams kelių pastatams projektuoti, statyti, tiesti, modernizuoti, taisyti (remontuoti), inventorizuoti, prižiūrėti, kelių technikos, technologijos, transporto ir kitoms gamybos priemonėms įsigyti, kelių ir tiltų tyrimų, specialiųjų statybos reikalavimų laikymosi valstybinei priežiūrai atlikti, išlaidoms už skirtą žemę, nukeliamus ar griaujamus pastatus ir kitus statinius, želdinius bei kitas naudmenas apmokėti, kelių informacinėms sistemoms kurti, kelių infrastruktūros plėtrai, bendradarbiavimui su užsienio valstybėmis, teisės aktams ir norminiams dokumentams rengti, institucijų, atsakingų už valstybinės reikšmės kelius, išlaikymo išlaidoms apmokėti bei kontrolės įrangai įsigyti, paskoloms grąžinti bei palūkanoms mokėti, mokesčių administravimui bei jų surinkimo kontrolei, istorinėms kelių vertybėms išsaugoti, saugaus eismo programoms keliuose ir jų priemonėms įgyvendinti bei kitoms kelių srities reikmėms finansuoti.

Šios programos finansavimo šaltiniai faktiškai išliko tokie patys, kaip ir buvo Kelių fonde:

- 1) atskaitymai nuo pajamų;
- 2) dalis akcizo pajamų, gautų už realizuotą benziną ir dyzelinius degalus bei energetinius produktus, kurie pagaminti iš biologinės kilmės medžiagų ar su jų priedais ir skirti naudoti kaip variklių degalai;

- 3) akcizo pajamos, gautos už realizuotas suskystintas dujas, skirtas automobiliams;
- 4) mokestis už Lietuvos Respublikoje įregistruotas krovinines transporto priemones;
- 5) Lietuvos Respublikoje, užsienio šalyse, tarp jų ir Europos Sąjungos valstybėse narėse, įregistruotų transporto priemonių savininkų ar valdytojų naudotojo mokestis;
- 6) mokestis už važiavimą keliais Lietuvos Respublikoje ir užsienio šalyse, tarp jų ir Europos Sąjungos valstybėse narėse įregistruotomis transporto priemonėmis (jų junginiais), kurių matmenys su krovinium ar be jo viršija leidžiamus, arba kai viršijama leidžiama ašies (ašių) apkrova ar transporto priemonės (jų junginio) leidžiama bendroji masė;
- 7) mokestis už eismo ribojimą;
- 8) juridinių, fizinių asmenų bei užsienio valstybių tikslinės lėšos.

Atskaitymai nuo pajamų buvo vienas iš didžiausių programos finansavimo šaltinių ir sudarė beveik pusę visų programos įplaukų. Šį mokestį turėjo mokėti:

- juridiniai asmenys, išskyrus kredito įstaigas ir tuos, kurie verčiasi prekybos veikla, automobiliams skirtų suskystintų dujų realizavimu, – iki 0,5 % pajamų;
- juridiniai asmenys, kurie verčiasi prekybos veikla, – iki 0,3 % pajamų;
- juridiniai asmenys, kurie verčiasi automobiliams skirtų suskystintų dujų realizavimu, – iki 0,1 % pajamų;
- kredito įstaigos, išskyrus Lietuvos banką, – iki 1% pajamų, gautų iš maržos ir už kitas paslaugas.

Pagal 2004 m. patvirtiną Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo įstatymą, nuo 2005 m. liepos 1 d. šis mokestis buvo panaikintas. Faktinės įplaukos į programą pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Faktinės atskaitymų nuo pajamų įplaukos

Table 1. Gross income deduction

Metai	2001	2002	2003	2004	2005
Atskaitymai nuo pajamų, mln. Lt	293	347	382	437	230 (per pusę metų)
Procentas nuo visų programos įplaukų	44	45	45	45	48 (per pirmus 4 mėn.)

Pervedamas akcizas už realizuotą benzina ir dyzelina nuo 2005 metų antro pusmečio tapo pagrindiniu programos pajamų šaltiniu. Pagal pakeistą Lietuvos Respublikos kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo įstatymą 2004 metais ir iki 2005 m. gegužės 1 d. į programos finansavimo sąskaitą buvo pervedama 40 %.

Kadangi nuo 2005 m. liepos 1 d. buvo panaikintas atskaitymų nuo pajamų mokesčiai ir programa neteko beveik pusės finansavimo lėšų, siekiant jas kompensuoti buvo numatyta padidinti pervedamo akcizo procentą: nuo 2005 m. gegužės 1 d. – 50, nuo 2006 m. sausio 1 d. – 60, 2006 liepos 1 d. – 70, nuo 2008 sausio 1 d. – 80 procentų akcizo pajamų, gautų už realizuotą benzina, dyzelinius degalus bei energetinius produktus, kurie pagaminti iš biologinės kilmės medžiagų ar su jų priedais ir skirti naudoti kaip variklių degalai.

Pablogėjus ekonominei padėčiai, šalies vadovybei ieškant biudžeto subalansavimo būdų, yra tikimybė, kad akcizo dalis skiriama programai sumažės, *todėl racionalus lėšų paskirstymas infrastruktūrai plėtoti tampa itin aktualiu.*

Transporto priemonių mokesčių privalo mokėti tik toje šalyje registruotos transporto priemonės. Mokesčio minimalius dydžius reglamentuoja Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 1999/62/EB. Transporto priemonių mokesčiai dar vadinamas konkurencijos mokesčiu, kurį privalo mokėti tik toje šalyje registruotos transporto priemonės. Lietuvoje transporto priemonių mokesčio dydis, kaip ir reikalauja direktyva, priklauso nuo automobilio bendrosios masės, pakabos tipo. Pavyzdžiui:

- 12 t krovinis automobilis (su pneumatine pakaba) – 300 Lt/metus;
- 12 t krovinis automobilis (su kitos rūšies pakaba) – 440 Lt/metus;
- 20 t krovinis automobilis (su pneumatine pakaba) – 540 Lt/metus;
- 20 t krovinis automobilis (su kitos rūšies pakaba) – 1090 Lt/metus;
- 39 t krovinis automobilis (su pneumatine pakaba) – 1970 Lt/metus;
- 39 t krovinis automobilis (su kitos rūšies pakaba) – 2660 Lt/metus.

Automobiliai su pneumatine pakaba sudaro didžiąją dalį Lietuvos automobilių parko. Kitų tipų pakabos daro kur kas didesnę žalą kelio dangai nei pneumatinės pakabos, todėl šių automobilių minimalūs tarifai yra daug didesni.

Lietuvoje iki 2005 m. sausio 1 d. savininkų ar valdytojų naudotojo metinį mokesčių reikėjo mokėti už autobusus ir krovinines transporto priemones. Šis mokesčiai iš dalies pažeidė 1999 m. birželio 17 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 1999/62/EB dėl sunkiasvorių krovininių transporto priemonių apmokestinimo už naudojimąsi tam tikra infrastruktūra nuostata, kad naudotojo mokesčių taikymas negali diskriminuoti vežėjo pagal pilietybę ar pagal transporto priemonės kilmę, maršruto tikslą ar infrastruktūros naudojimosi trukmę.

Naujos redakcijos Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo įstatymas ir nutarimas atitinka 1999/62/EB direktyvos nuostatas (Lietuvos ..., 2000):

- Suvienodinti anksčiau buvę Lietuvos Respublikoje įregistruotų transporto priemonių savininkų ar valdytojų naudotojo (buvo nustatytas tik metų mokesčio dydis) ir užsienio šalyse įregistruotų transporto priemonių savininkų ar valdytojų naudotojo (buvo nustatyti metų, mėnesio, savaitės ir dienos mokesčių dydžiai) mokesčiai. Naudotojo mokestis yra diferencijuotas pagal važiavimo šiais keliais trukmę (dienos, savaitės, mėnesio, metų).
- Lietuvos Respublikoje, užsienio šalyse, tarp jų ir Europos Sąjungos valstybėse narėse, įregistruotų transporto priemonių (autobusų, krovinių kelių transporto priemonių ir jų junginių bei specialių kelių transporto priemonių) savininkai ar valdytojai mokės naudotojo mokestį, bet tik už važiavimą aukščiausios kategorijos keliais. Nutarimo projekte yra pateiktas šių kelių sąrašas.

Šiuo metu transporto priemonių savininkų ar valdytojų naudotojo mokesčio dydis priklauso nuo transporto priemonės bendrosios masės bei naudojimo trukmės ir tik už aukščiausios kategorijos kelių tinklą (magistralinius kelius, kurių ilgis lygus 1749 km). Pavyzdžiui, jei transporto priemonė eksploatuojama tik krašto, rajoniniuose ar vietinės reikšmės keliuose, kurių bendras ilgis beveik 78 tūkst. km, tai tokiai transporto priemonei šio mokesčio mokėti nereikia. Iki 2005 m. sausio 1 d. metinį mokestį reikėjo mokėti už naudojimąsi valstybinės reikšmės keliais (21328 km). Šiuo metu, jei transporto priemonė aukščiausios kategorijos keliuose (magistraliniais keliais) eksploatuojama mažai ar tik vasaros sezono metu, naujos redakcijos Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo įstatymas ir nutarimas suteikia teisę mokėti tik už naudojimosi infrastruktūra laikotarpį, pasirinkti dienos, savaitės ar mėnesinį mokestį. Jei aukščiausios kategorijos keliais naudojamas dažnai, ekonomiškai naudinga susimokėti metinį naudotojo mokesčio dydį. Nuo 2007 metų liepos 1 d. šį mokestį pakeitė kelių vinječių sistema. Esmė išliko ta pati, pasikeitė tik apmokėjimo sąlygos bei pagerėjo kontrolės sistema. Kelių vinječių sistemos įvedimas bei administracinė atsakomybė už šių mokesčių vengimą žymiai pagerino programos įplaukas. Jei 2003–2005 metais buvo surenkama 17–22 mln. Lt, arba apie 2–2,5 % visos programos lėšų, tai 2007 metais buvo surinkti 35 mln. Lt, o 2008 metais surinkta virš 70 mln. Lt, t. y. apie 5 % 2008 metų programos lėšų.

Kitus mokesčius sudaro: mokestis už važiavimą keliais Lietuvos Respublikoje ir užsienio šalyse, tarp jų ir Europos Sąjungos valstybėse narėse įregistruotomis transporto priemonėmis (jų junginiais), kurių matmenys su kroviniu ar be jo viršija leidžiamus, arba kai viršijama leidžiama ašies (ašių) apkrova ar transporto priemonės (jų junginio) leidžiama bendroji masė, mokestis už eismo ribojimą, juridinių, fizinių asmenų bei užsienio valstybių tikslinės lėšos. Šie mokesčiai sudaro tik 0,2–0,3 % nuo visų programos įplaukų.

Faktinės įplaukos į Kelių fondą ir Kelių priežiūros ir plėtros programą 1995–2008 metais pavaizduotos 2 lentelėje.

Programos finansavimo lėšos naudojamos pagal Vyriausybės patvirtintą metinę lėšų naudojimo sąmatą. Metinėje lėšų naudojimo sąmatoje numatomas iki 5 procentų Programos finansavimo lėšų rezervas valstybės reikmėms, susijusioms su keliais, finansuoti.

2 lentelė. Kelių fondo ir Kelių priežiūros ir plėtros programos įplaukos 1995–2008 metais

Table 2. Income of the Road Fund and Road Maintenance Programme 1995–2008

Įplaukų šaltiniai, mln. Lt	Metai						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Atskaitymai nuo realizacijos pajamų	0	223	301	316	282	284	299
Už degalų akcizus	0	66	174	285	357	276	370
Už transporto priemonių mokesčius	0	15	24	25	22	23	25
Kitos įplaukos:	0	2	7	2	1	1	1
Surinkta lėšų iš viso:	139	305	506	628	663	585	695
Įplaukų šaltiniai, mln. Lt	Metai						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*
Atskaitymai nuo realizacijos pajamų	361	382	437	297	0	0	0
Už degalų akcizus	449	433	488	601	874	1111	1119
Už transporto priemonių mokesčius	36	39	53	47	75	135	110
Kitos įplaukos:	2	2	2	2	3	4	5
Surinkta lėšų iš viso:	847	856	980	946	952	1250	1234

*– 10 mėn. faktinės įplaukos.

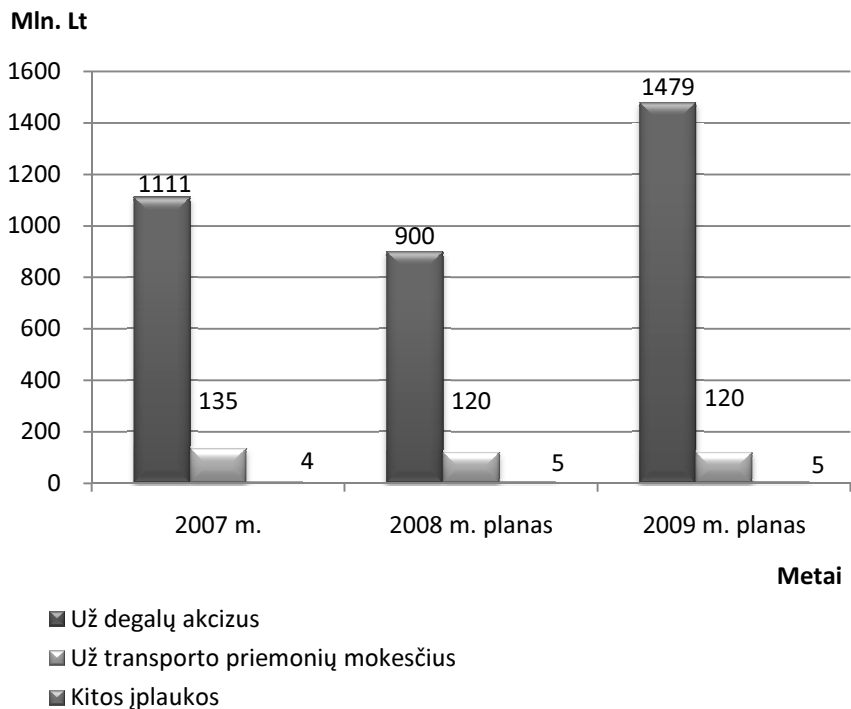
Metinėse sąmatose turi būti numatoma 20 % programos finansavimo lėšų valstybei, savivaldybėms panaudoti vietinės reikšmės keliams (gatvėms) tiesti, taisyti, prižiūrėti bei saugaus eismo sąlygoms užtikrinti. Nuo 2009 metų buvo numatyta 15 % programos finansavimo lėšų rajoniniams žvyrkeliams asfaltuoti (iki 2009 metų suma nebuvo fiksuota), tačiau dėl sunkios ekonominės padėties bei dėl mažinamo programos finansavimo, šio punkto įgyvendinimo bus atsisa-

kyta. Yra tikimybė, kad bus peržiūrėtas visas iki šiol galiojės procentinis programos lėšų paskirstymas.

Kelių priežiūros ir plėtros programos faktinės bei prognozuojamos įplaukos pavaizduotos 5 paveiksle.

Mažinant pervedamo akcizo dalį į programą, lėšų tikimasi surinkti 680 mln. Lt. mažiau.

Užsienio valstybių tikslines lėšas sudaro Europos Sąjungos Struktūrinių ir Sanglaudos fondų lėšos. Europos Sąjungos struktūrinių fondų, skiriamų Lietuvai, paramos dalis gali siekti ne daugiau nei 75 % visų tinkamų finansuoti išlaidų. Taip pat nustatyta, kad infrastruktūros projektams, kurie duoda daug grynųjų pajamų (t. y. daugiau nei 25 % visos investicijų vertės), ES paramos dalis negali būti didesnė nei 50 % tinkamų finansuoti išlaidų. Galima Sanglaudos fondo paramos dalis gali siekti 80–85 % projekto išlaidų (Guide ..., 2008).



5 pav. Faktinės ir prognozuojamos KPPP įplaukos

Fig. 5. Real and expecting income of Road Maintenance and Developing Programme

Automobilių kelių projektuose tinkamoms išlaidoms gali būti priskirtos šios išlaidos:

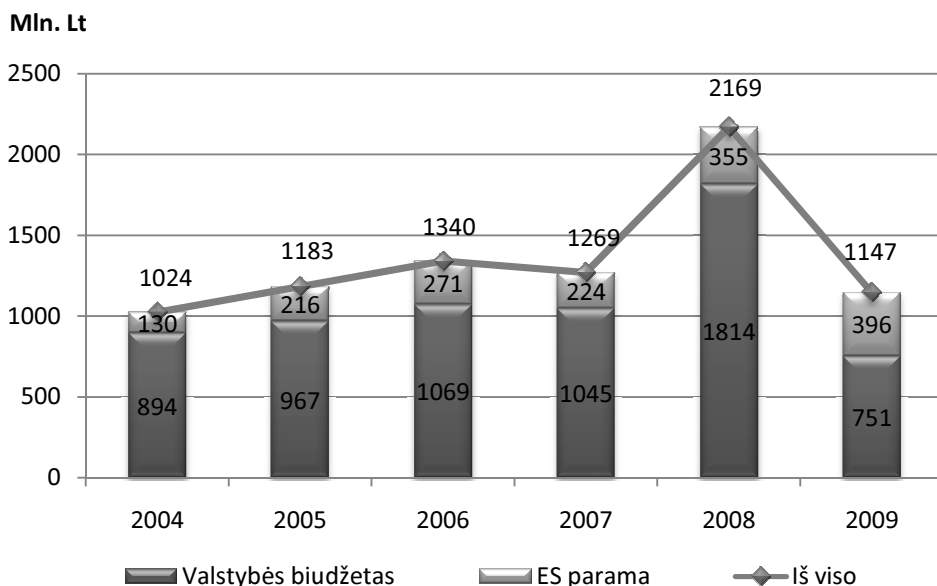
- žemės, nekilnojamo turto įsigijimas, jei tas būtina projekto įgyvendinimui. Žemės įsigijimas negali viršyti 10 % tinkamų projekto išlaidų;
- statybos, rekonstravimo, kapitalinio remonto darbai, iš jų:
- aplinkosaugos priemonės priskiriama: triukšmo slopinimo sienelių įrengimas ir rekonstravimas, apsauginės tinklo tvoros įrengimas ir rekonstravimas, pralaidų gyvūnams įrengimas, kitų žmonėms, florai ir faunai skirtų apsaugoti priemonių, kompensuojančių arba panaikinančių automobilių kelių keliamą neigiamą poveikį aplinkai, įrengimas ar rekonstravimas;
- eismo saugos priemonės priskiriama: pėsčiųjų-dviračių takų įrengimas ir rekonstravimas, šaligatvių įrengimas ir rekonstravimas, kelio apšvietimo įrengimas ir rekonstravimas, skirtingų lygių pėsčiųjų perėjų įrengimas ir rekonstravimas, aitvarų įrengimas ir rekonstravimas, stacionarių greičio matuoklių įrengimas, sankryžų rekonstravimas (pvz. į žiedines, greitėjimo-lėtėjimo juostas, saugos salelių įrengimas), skirtingų lygių sankryžų statyba, kitų inžinerinių priemonių, ženkliai sumažinančių eismo įvykių tikimybę arba pasekmes ir nepriskirtų kitoms veikloms, įrengimas ir rekonstravimas;
- inžinerinių tinklų – lietaus kanalizacijos – įrengimas ar rekonstravimas;
- paslaugų pirkimas, t. y. statinio statybos techninės priežiūros, projekto vykdymo priežiūros, audito, viešinimo paslaugos.

Tinkamoms projekto išlaidoms negalima priskirti inžinerinių tinklų, nepriklausančių keliui, įrengimas ir rekonstravimas, pvz. nuotekų kanalizacijos, vandentiekio, dujotiekio, ryšio linijų ir pan. sistemų rekonstravimo ar iškelimo.

Prieš skaičiuojant galimą ES paramos dalį visų pirma būtina sudaryti apibendrintą projekto finansinių duomenų lentelę. Lentelėje turi būti pateikti šie apibendrinti duomenys:

- projekto investicijos;
- projekto sukuriama turto likutinė vertė;
- projekto išlaidos;
- projekto pajamos (nemokamų kelių atveju projekto pajamos – tai sumažėjusios išlaidos kelių priežiūrai ir remontui);
- grynosios projekto pajamos (projekto pajamų ir išlaidų skirtumas);
- grynųjų pinigų srautas.

6 paveiksle pavaizduotas faktinis ir prognozuojamas kelių sektoriaus finansavimas iš valstybės biudžeto bei ES paramos.

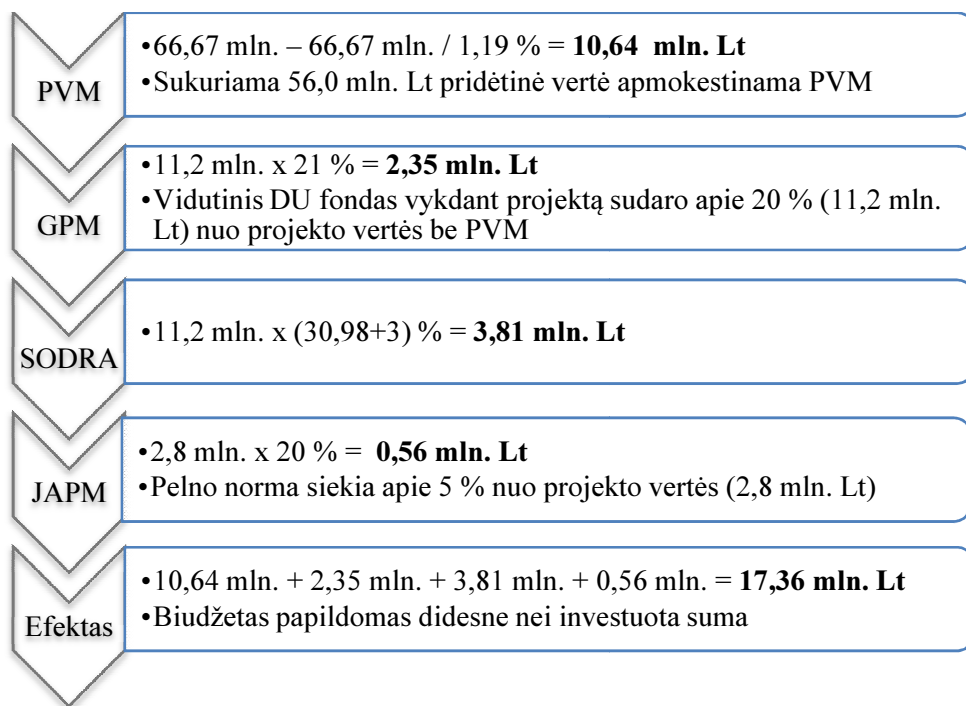


6 pav. Faktinis bei prognozuojamas kelių sektoriaus finansavimas
Fig. 6. Real and Proposed Financing of Road Maintenance and Developing Programme

Iš pateiktos diagramos matyti, kad kelių sektoriaus finansavimas pastaraisiais metais nuolat didėjo, tačiau jis vis tik nebuvo pakankamas. Pvz. kelių priežiūrai 2008 metais buvo skirta tik 53 % (apie 300 mln. Lt) reikalingų lėšų. Norint tinkamai prižiūrėti visą kelių tinklą, lėšų priežiūrai reikia skirti dvigubai daugiau.

ES finansavimo principas yra užtikrinti projekto finansinį atsiperkamumą, antra vertus paramos dydis turi būti toks, kad nebūtų viršijami maksimalūs nustatyti finansiniai rodikliai.

Europos komisijos patvirtinti projektai gali būti finansuojami iki 85 % projekto sumos. Investavus į ES remiamą projektą, į valstybės biudžetą iš karto per pagrindinius mokesčius sugrąžinama didesnė nei investuota pinigų suma. Pvz., investavus hipotetinius 10 mln. Lt biudžeto lėšų ir pasinaudojus ES parama į Lietuvos ūkį patenka 66,67 mln. Lt. Grąžinama per pagrindinius mokesčius suma pavaizduota 7 paveiksle.



7 pav. Tiesioginis poveikis valstybės biudžetui investavus į kelių infrastruktūrą pasinaudojus ES parama

Fig. 7. Direct Influence to the State Budget, in Case that Project is Supported by EU Funds

Taigi, investavus į kelių infrastruktūrą bei pasinaudojus ES parama, tiesioginis poveikis valstybės biudžetui būtų:

- didelė dalis sukuriama BVP perpaskirstoma per mokesčių sistemą – grįžta į biudžetą;
- pasinaudojant ES parama, į biudžetą grįžta daugiau negu valstybė investuoja.

Pasaulinė praktika byloja, kad augant automobilių skaičiui didėjo mokesčių pajamos keliams finansuoti. Tačiau vyriausybės pradėjo kontroliuoti kelių finansavimo fondus bei naudoti jų lėšas kitoms programoms ir biudžeto deficitui dengti. Tokios vyriausybės politikos rezultatas buvo tai, kad jos ne tik panaudojo ne pagal paskirtį didžiąją dalį keliams skirtų mokesčių pajamų, bet ir skyrė per mažai elementariai kelių priežiūrai ir remontui (Lietuvos laisvosios ..., 2005).

Dėl prasto kelių tinklo valdymo kyla didelė saugumo, ekonominė, socialinė ir aplinkosauginė kaina, todėl dauguma pasaulio šalių mato būtinybę moderni-

zuoti kelių tinklą. Tačiau siekdamas tai padaryti, vyriausybės planuoja apmokestinti didesniais kelių mokesčiais automobilininkus ar praplėsti „naudotojas moka“ praktinį taikymą, pavyzdžiui, įvedant rinkliavas senuose greitkeluose ar miestų įvažiuimuose.

FIA (Federación Internacional del Automóvil) ir AIT (Alianza Internacional de Turismo) atliko pasaulinę automobilininkų organizacijų, atstovaujančių daugiau kaip 100 mln. automobilininkų, apklausą iš 22 pasaulio šalių (Australijos, Austrijos, Kanados, Kroatijos, Čekijos, Suomijos, Prancūzijos, Vokietijos, Honkongo, Airijos, Italijos, Japonijos, Olandijos, Naujosios Zelandijos, Norvegijos, Portugalijos, Singapūro, Slovėnijos, Pietų Afrikos Respublikos, Šveicarijos, Jungtinės karalystės ir JAV), kurios rezultatus būtų galima apibendrintai pateikti (The Automobile ..., 2000):

- 17 iš apklausoje dalyvavusių 22 šalių yra šiuo metu įdiegusios tam tikrą greitkelių apmokestinimo formą, ar tai būtų rinkliavos ar vinjetė. Didžioji dalis surinktų lėšų yra naudojama kelių infrastruktūros tobulinimui;
- penkios šalys, neturinčios greitkelių rinkliavų sistemos, yra: Jungtinė karalystė, Airija, Olandija, Naujoji Zelandija ir Suomija. Vokietija apmokestina rinkliavomis tik didžiuosius sunkvežimius, ne privačius automobilius;
- Norvegija ir Singapūras taiko įvažiavimų į miestus apmokestinimą;
- vienuolika šalių iš tų, kurios šiuo metu taiko rinkliavų sistemą apmokestinant greitkelius ir miestus, diskutuoja dėl tolesnių galimybių apmokestinti kelius;
- keturios iš penkių šalių, netaikančių greitkelių apmokestinimo, diskutuoja apie galimybę įvesti tiesiogines rinkliavas už naudojimąsi keliais.

Siekiant iliustruoti nevienodą pasaulio šalių patirtį ir praktiką tiesiogiai apmokestinant kelių naudojimą, buvo išskirtos šios šalys: Singapūras, Norvegija, Vokietija ir Austrija.

Nauja elektroninė kelių apmokestinimo sistema buvo įdiegta Singapūre 1999 metais. Ji pakeitė nuo 1975-jų veikusią „popierinę“ sistemą. Elektroninė sistema taiko kintamą apmokestinimą, kai rinkliavos dydis priklauso nuo eismo intensyvumo – sistema padeda išvengti kamščių keliuose. Rinkliavos padidėja, kai kelių eismo intensyvumas išauga ir sumažėja, kai eismo intensyvumas krenta. Singapūro gyventojai sistemą palaikė, nes ją įdiegus buvo sumažinti transporto priemonių savininkų mokesčiai suma, didesne nei naujos išlaidos dėl kelių mokesčių. Grūsčių lygis išliko toks pat, nes augo automobilizacijos lygis.

Norvegijoje yra naudojami rinkliavų žiedai aplink miestus. Osle surinktos pajamos yra skiriamos visų pirma kelių tinklui finansuoti. Dalis lėšų tenka eismo valdymo bei viešojo transporto projektams. Taikomos fiksuotos 24 valandų rinkliavos yra sukurtos ne reguliuoti eismo intensyvumą, bet pajamoms generuoti.

Norvegijos automobilinekų organizacija (NAF) nenoriai priėmė šias rinkliavų sistemas ir tik tais atvejais, kai tai lėmė spartesnę kelių plėtrą ir kuomet sulaukta vietos gyventojų paramos. Šioje šalyje buvo duoti įsipareigojimai, kad rinkliavos bus panaikintos įgyvendinus projektus – bet tai ne visuomet buvo ištesima. Norvegijos vyriausybė pareiškė ketinimus diferencijuoti rinkliavas pagal laiką Oslo ir kitų miestų žieduose, tačiau surinktos lėšos nebūtų naudojamos transporto projektams, bet išorinėms transporto pasekmėms kompensuoti. Tokia argumentacija neįtikino visuomenės šią iniciatyvą palaikyti.

Vokietijos kelių finansavimo pagrindinis šaltinis yra mokesčiai, sumokami kelių naudotojų. Šiais mokesčiais surenkamo biudžeto tik dalis naudojama keliams finansuoti. Nepaisant to, nuo 2005 metų sausio 1 d. Vokietijoje veikia nauja palydovinė greitkelių rinkliavos sistema. Šiuo metu daugiau kaip 300 tūkst. sunkvežimių yra įdiegti nedideli kompiuteriai, leidžiantys palydovu stebėti šių mašinų judėjimą, kurio duomenys mobiliuoju ryšiu perduodami į pagrindinį kompiuterį. Kitų sunkvežimių vairuotojai privalo sumokėti rinkliavą internetu arba atsiskaitymo automatais. Rinkliavos nereikia mokėti automobilių ir kitų transporto priemonių, kurios nesveria 12 tonų, vairuotojams.

Didžiausia pasaulyje automatinė atsiskaitymo už važiavimą keliais sistema įvesta šešiolika mėnesių vėliau nei planuota. Vėlavimą lėmė programinės įrangos ir organizacinės problemos.

Koncernas įdarbino 2,5 tūkst. žmonių, kurie padės vairuotojams priprasti prie naujos tvarkos.

Dauguma pajamų iš rinkliavos, kuri vidutiniškai siekia 0,124 EUR/km, bus skiriama greitkeliams atnaujinti. Vokietijos vyriausybė taip pat tikisi, jog rinkliava paskatins daugiau krovinių vežti geležinkeliais.

Nuo 2004 m. sausio 1 d. Austrijoje įdiegta elektroninė kelių apmokestinimo sistema (Richard and Forman, 2003), nors tai numatantys teisės aktai buvo priimti jau 1996 m. Ši sistema apmokestina visus sunkvežimius, kurių bendroji masė didesnė nei 3,5 t, pagal nuvažiuotų kilometrų skaičių. Beje, 1996-ųjų įstatymas numatė, kad turi būti apmokestinami ir lengvieji automobiliai, bet šios nuostatos vėliau buvo atsakyta. Elektroninės kelių apmokestinimo sistemos įdiegimas užtruko dėl gyventojų pasipriešinimo. Įdiegus šią sistemą, Austrijos kelių infrastruktūra apmokestinama didžiausiomis rinkliavomis Europos Sąjungoje, gerokai brangiau nei, pavyzdžiui, Vokietijoje. Tai daroma siekiant riboti tranzitinius transporto srautus per Austrijos teritoriją, nes augantis jų dydis sukelia didelių ekologinių bei socialinių nuostolių. Dviejų ašių sunkvežimis moka 0,130 Euro/km, trijų ašių sunkvežimis – 0,182 Euro/km, o keturių ir daugiau ašių – 0,273 Euro/km (be PVM).

Apibendrinant galima teigti, kad pasaulio vyriausybių praktika apmokestinant kelių naudotojus turi ilgą ir įvairią istoriją. Konkretūs kelių naudotojų apmokestinimo būdai priklauso, visų pirma, nuo siekiamų tikslų (lėšų generavi-

mas, srautų ribojimas, grūsčių prevencija). Pastaraisiais metais šalis išnaudoja atsiradusias informacijos technologijų galimybes, kurios leidžia apmokestinti kelių naudotojus tiksliai ir patogiai (ES direktyva ..., 2004). Tačiau vyriausybės atsainumas laikantis įsipareigojimų surinktas lėšas naudoti kelių infrastruktūros tobulinimui finansuoti, smarkiai sumažina tokio kelių apmokestinimo ekonominį pagrįstumą. Pasaulinės automobilininkų organizacijų apklausos rezultatai byloja, kad 15-os iš 22-ų automobilininkų organizacijų nariai pritartų kelių apmokestinimui, jei vyriausybės pažadėtų visas surinktas lėšas panaudoti keliams finansuoti, tačiau net 12-os iš 15-os automobilininkų organizacijų nariai nelinkę pasiūlyti vyriausybės pažadais. Tiesa, kelių naudotojai nepritaria naujų mokesčių įvedimui už senų kelių naudojimąsi. Bet jie neprieštarauja finansuoti išskirtinius projektus, kuriuos įgyvendintų nepriklausoma institucija ar kompanija.

1.3. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas

Ekonomikos augimas ir poreikis taisyti bei rekonstruoti kelius glaudžiai susiję. Tinkama kelių tinklo priežiūra ir plėtra sukuria sąlygas laisvam prekių judėjimui ir šalies ekonomikos augimui.

Nors kelių infrastruktūrai skiriamos lėšos kasmet didėjo, jų nepakanka užtikrinti racionaliai kelių plėtrai. Vien tik kelių priežiūrai skiriamos lėšos sudaro 53 % nuo optimalaus dydžio, todėl stengiamasi iš jų palaikyti esamą lygį bei nepabloginti kelių būklės. Be to, susiklosčius nepalankiai ekonominei šalies situacijai, lėšų automobilių kelių infrastruktūros priežiūrai ir plėtrai bus surinkta mažiau, nes bus mažinama kuro akcizo dalis, skirta šiai sričiai. Tai, atitinkamai, labai paveiks į Kelių priežiūros ir plėtros programą surenkamų lėšų dydį, nes kuro akcizo dalis yra pagrindinis finansavimo šaltinis ir sudaro daugiau kaip pusę visų pajamų, *todėl racionalus lėšų paskirstymas infrastruktūrai plėtoti tampa itin aktualiu.*

Bendras žvyrkelių ilgis 2008 metų pradžioje sudarė daugiau nei 8000 km, o tai yra apie 38 % valstybinės reikšmės kelių. Šių kelių eksploatacija tiek ekonominiu, tiek socialiniu požiūriu nuostolinga, todėl esant galimybėms juos tikslingai asfaltuoti. Išsivysčiusiose Vakarų Europos šalyse dėl minėtų priežasčių kelių su žvyro danga nebėra.

Pagerinus važiavimo sąlygas, kelių naudotojai patiria mažesnes autotransporto priemonių eksploatacines sąnaudas, sumažėja avaringumo tikimybė, pagal kurį Lietuva užima blogiausią vietą Europoje ir kasmet netenka apie 3 % BVP dėl patiriamų autoįvykiuose nuostolių, trumpėja kelionės laikas, t. y. laikas, kuris gali būti skiriamas BVP kūrimui, mažėja ekologiniai nuostoliai, bei tiesioginės kelių priežiūros išlaidos.

Pasaulyje yra sukurta nemažai metodikų investicijoms į automobilių kelius pagrįsti bei nustatyti jų tinkamą panaudojimo būdą, tačiau jos nuolat tobulinamos ir ieškoma racionalesnių lėšų panaudojimo variantų. Naudojamos metodikos dažniausiai skirtos konkrečių projektų ar atskirų jų (sąnaudų, nuostolių) parametrų įvertinimui, tačiau nėra metodikų, kuriomis būtų analizuojama projektų visuma ir sudaromas bendras šalies (regiono) investicijoms tikslingų kelių ruožų sąrašas ir jų prioritetingė eilė pagal visus sąnaudų parametrus.

Šiuo metu Lietuvoje kelių ruožai investicijoms atrenkami stebėsenos būdu, dažniausiai įvertinus padidėjusias tiesiogines, t. y. kelių priežiūros (eksploatacines) sąnaudas. Todėl, formuluojami uždaviniai yra ištirti investicijų planavimo, projektavimo plėtojant automobilių kelių infrastruktūrą efektyvumą, ir pasiūlyti jo verinimo modelį, leidžiantį palyginti kelių projektų visumą ir nustatyti jų prioritetingą įgyvendinimo eilę, kurios prisilaikant investicijos būtų efektyviausios, t. y. per trumpiausią laiką duotą didžiausią naudą. Tam tikslui numatyta:

- išanalizuoti investicinių projektų valdymo problemas bei automobilių kelių investicinių projektų turinį;
- nustatyti pagrindinius, investicijų efektyvumą lemiančius, parametrus, susijusius su sąnaudomis bei patiriamais kelyje nuostoliais;
- sudaryti funkcinis priklausomumus tarp pagrindinių kelio kokybės parametrų ir piniginių sąnaudų kaitos;
- sudaryti kelių infrastruktūros investicinių projektų efektyvumui nustatyti skirtą modelį;
- atlikti sudaryto modelio tyrimą parenkant prioritetinius kelių ruožus investicijoms.

Investicijų efektyvumas plėtojant automobilių kelių infrastruktūrą

Skyriuje analizuojamas investicijų planavimo ir valdymo problemos, automobilių kelių investicinių projektų vertinimas. Apibendrinamos pasaulyje naudojamos metodikos automobilių kelių investiciniams projektams pagrįsti, išskiriamos pagrindinės laukiamos naudos komponentės.

2.1. Investavimo procesas ir projektinis valdymas

Prekėms ir paslaugoms, tenkinančioms visuomenės ir atskirų žmonių poreikius, pagaminti reikalingi ištekliai – gamybos veiksniai. Nekiltų jokių ekonominių problemų, jeigu šių išteklių užtektų visoms reikmėms patenkinti. Tačiau turimi ištekliai, palyginti su poreikiais, visada riboti. Tiesa, ekonomikos, technikos ir mokslo pažanga sudaro prielaidas plėsti išteklius, juos efektyviau ir racionaliau naudoti, ir kartu laikui bėgant gaminti vis daugiau ekonominių gėrybių. Tačiau, poreikiai didėja greičiau nei ekonomikos galimybės. Prieštaravimas tarp beveik beribių poreikių ir ribotų išteklių ir yra ekonomikos problemos esmė.

Su nagrinėjama ekonomikos problema susijusios dvi kategorijos – efektyvumas ir pusiausvyra. Šios ekonomikos teorijos kategorijos yra kertinės. Išteklių ribotumas reikalauja, jog jie būtų naudojami efektyviau, t. y. geriausiai pagal

pasirinkto kriterijaus, kuris turėtų atspindėti socialinius ir ekonominius visuomenės tikslus, atžvilgiu. Ekonominę pusiausvyrą, pačia bendriausia prasme, galima suprasti kaip būseną, kuri priimtomis sąlygomis yra geriausia ta prasme, kad jos nepageidauja keisti nė vienas subjektas arba jų grupė, turinti įtakos pusiausvyrai susidaryti.

Ilgalaikė ir efektyvi ūkio veikla priklauso nuo investicinio aktyvumo lygio ir investicinės veiklos apimčių. Atskirų ūkio subjektų ir šalių ekonominę veiklą charakterizuoja vykdomų investicijų apimtys ir formos.

Svarbus investicinės veiklos kriterijus, apibūdinantis įmonės ekonominio vystymosi tempus, yra gryniosios investicijos, kurių rodiklio dinamika parodo įmonės ekonominį vystimąsi (Cibulskienė ir Butkus, 2007).

Investavimas plačiąja prasme – tai procesas, kurio tikslas yra pasiekti tam tikrų rezultatų, kartu išsaugant ir didinant piniginių ar kitokių lėšų vertę. Iš investavimo ir investicinio turto sąvokų galime išskirti du pagrindinius veiksnius – laiką ir vertę. Svarbiausias investavimo vyksmo principas – turto vertė kinta laike. Būsimųjų turto verčių neapibrėžtumas, tos vertės nuokrypio nuo laukiamosios vertės galimybė yra neatsiejama kiekvieno investavimo proceso dalis, todėl investavimas visada susijęs su rizika (Rutkauskas ir Martinkutė, 2007; Alvin, 1982; Francis, 1991).

Investicijų efektyvumą lemia investicinės veiklos pagrįstumas, išryškintas investicijų poveikis, viso investavimo proceso ir poinvesticinės veiklos valdymas.

Kiekviena organizacijos veikla, tiek jos viduje, tiek išorėje, savaip prisideda prie konkrečių organizacijos tikslų įgyvendinimo. Ne visada paprasta įvertinti pavienio darbo ar sprendimo įtaką šiems tikslams pasiekti sudėtingame organizacijos veiklų kontekste. Įprasta manyti, kad tai, kas sujungia visus organizacijos procesus į bendrą visumą ir sutelkia pastangas konkrečiu laikotarpiu apibrėžta kryptimi, ir yra strategija. Projektinis darbas yra viena iš ypatingųjų veiklos valdymo formų. Norint, kad projektai tikrai padėtų siekti organizacijos strateginių tikslų, pirmiausia pravartu juos atskirti nuo kitų organizacijos veiklų. Projektų specifiška susijusi su tam tikru neapibrėžtumu, kurį sukelia vykdomos veiklos naujumus arba unikalumą.

Projektinis valdymas – tai investicijų valdymas rengiant ir realizuojant investicinius projektus.

Projektų valdymas – sistemos pokyčių, įgyvendinamų pagal iš anksto nustatytas taisykles, laikantis biudžeto ir laiko apribojimų, procesas; tai mąstymo būdas, apimantis ir specialiąsias, ir platesnio pobūdžio, negu reikia profesijai žinias. Projektų valdymo, kaip mąstymo būdo, metodai ir priemonės leidžia (Rutkauskas ir Tamošiūnienė, 2002):

- parengti ir pagrįsti projekto koncepciją;
- įvertinti projekto efektyvumą, atsižvelgiant į rizikos ir neapibrėžtumo veiksnius;

- pagrįsti projektinius sprendimus;
- vykdyti sisteminių projekto planavimą visose jo gyvavimo ciklo fazėse;
- parengti projekto sąmatą ir biudžetą;
- parinkti projekto valdytojus, organizuojant tam tikrus konkursus;
- parengti ir sudaryti kontraktus su tiekėjais;
- organizuoti pirkimus ir tiekimus;
- realizuoti projektą, parinkus tam tikrą komandą;
- kontroliuoti ir reguliuoti projekto įgyvendinimą bei šiuo laikotarpiu atsirandančius pokyčius;
- laiku užbaigti projektą;
- organizuoti sisteminių projekto rezultatų kokybės valdymą;
- įvairiapusisškai įvertinti „žmogiškąjį veiksni“, kuris dažnai turi lemiamos įtakos visam projekto efektyvumui.

Projekto požymiai – unikalumas, aiškus tikslas ir kokybė, tiksliai apibrėžta trukmė ir išlaidos; pasikartojanti daug kartų veikla nelaikoma projektu.

Ekonominio valdymo funkcijos:

1. Pagrindinės (projekto darbus nustatančios, kontroliuojančios ir reguliuojančios funkcijos).
2. Aptarnavimo (informacinė, ekspertinė–analitinė, normatyvinė–metodinė f-jos).

„Stiprieji“ valdymo elementai – rodo formaliąją organizacijos struktūrą, realizuojamą per įvairius kiekvienos konkrečios organizacijos dokumentus (svarbiausi jų – organizacinės struktūros, strategijos, valdymo sistemos).

„Silpnieji“ valdymo elementai – išreiškia neformalią organizacijos pusę, kuri iki šiol traktuojama kaip nepažinta, iracionali ir intuityvi, kadangi šių elementų buvimas pastebimas ne iš formalių dokumentų, o pasireiškia per organizacijos darbuotojų elgesį.

Makrolygiu „stiprieji“ – mokesčių, investicijų politikos, politika mokslinių tiriamųjų darbų atžvilgiu; „silpnieji“ – valstybės ir verslo santykiai, valdymo ir darbo santykiai, vertybių nustatymas.

Mikrolygiu „stiprieji“ – gamyklos ir įrengimai, automatizavimas ir kompiuterizavimas; „silpnieji“ – personalo samdymo tvarka, sprendimų priėmimas, informacijos platinimas, socialinių naujovių įgyvendinimas.

Valstybės ekonominio reguliavimo formos – įstatymų ir programų rengimas. Pagrindiniai valstybinio reguliavimo mechanizmai – biudžetinė, mokesčių, finansų, kredito, muitų, kainų, pinigų emisijos, tarptautinė ekonominė politikos.

Taikant projektų valdymo metodus galima sutaupyti iki 20 % projekto vertės.

2.1.1. Investicinių projektų bruožai ir klasifikavimas

Investicinis projektas Lietuvos Respublikos investicijų įstatyme apibūdinamas kaip „dokumentas, finansiškai (ekonomiškai), techniškai ir socialiai pagrindžiantis investavimo tikslus, įvertinantis investicijų grąžą (komerciniams projektams) bei kitus efektyvumo rodiklius, nurodantis projektui įgyvendinti reikalingas lėšas bei finansavimo šaltinius“ (Lietuvos ..., 1999).

Prof. L. Simanauskas nurodo, kad projektas yra „susitarimas, turintis apibrėžtus tikslus, sąlygas, apimtis ir trukmę (Simanauskas, 1997). Be to, jis teigia, kad projektas pagrindžiamas ir nusakomas verslo plane (dokumente, kuriame „aprašoma įmonė, pateikiamos jos esminės charakteristikos ir reikalavimai, kuriuos turi tenkinti verslo įmonė, rinkos, verslo finansavimas ir pan.“).

Skirtingi projekto apibrėžimai tik patvirtina projektų įvairovę ir daugiaviskumą.

Investicinio projekto bruožai:

1. Projekte numatomas kiek galima mažesnis išteklių naudojimas tikintis pelno ateityje.
2. Projektas yra planuojamas, finansuojamas ir įgyvendinamas kaip visuma.
3. Projektas gali būti konkrečių finansinių susitarimų objektas, kuriam paskiriama sava vadovybė.
4. Turi konkretų pradžios ir pabaigos momentą, t. y. periodą, per kurį tikimasi pasiekti numatytus tikslus; tikslų įgyvendinimo galimybė visapusiškai įvertinama.
5. Projektas turi schematiškas ribas (geografines, organizacines ar pan.).

Pagrindiniai projekto veiksniai:

1. Projekto apimtis;
2. Įgyvendinimo laikas.
3. Kokybė.
4. Išteklių ribotumas.

Investicinių projektų klasifikavimas gali būti pagal:

1. Svarbiausių veiksnių įtaką;
2. Įgyvendinimo būtinumą (būtinai įgyvendinami (ekologiniai) projektai ir nebūtinai įgyvendinami);
3. Skubumą (neatidėliotini ir atidėliotini projektai);
4. Kelių projektų tarpusavio priklausomybę (alternatyvieji (konkuruojantys), nepriklausomi ir tarpusavyje susiję projektai).

Pagal veiksmų įtaką klasifikacija:

1. Pagal projekto apimtį: maži projektai ir megaprojektai.
2. Pagal įgyvendinimo laiką: trumpalaikiai ir ilgalaikiai.
3. Pagal kokybę: bedefekčiai.

4. Pagal išteklių ribotumą: multiprojektai, monoprojektai ir moduliniai projektai.
5. Tarptautiniai projektai: megaprojektai, ilgalaikiai, bedefekčiai ir moduliniai projektai.

Maži projektai – nedideli pagal apimtį, gana paprasti. Dėl laiko stokos beveik neįmanoma ištaisyti padarytų klaidų, todėl svarbu nustatyti projekto apimtį, dalyvių skaičių, sudaryti paprastesnį projekto grafiką, užtikrinti narių pakeičiamumą; pridurti turi tie patys kas pradėjo projektą vykdyti.

Megaprojektai – tai tikslinės programos, apimančios daug tarpusavyje susijusių projektų, turinčių bendrą tikslą, bendrus išteklius bei jiems įgyvendinti nustatytą laiką; gali būti tarptautiniai, regioniniai, nacionaliniai, tarpšakiniai ir kt. Jų didelė kaina, kapitalinių investicijų gausa, didelės darbo sąnaudos, ilga įgyvendinimo trukmė. Juos įgyvendinant rekomenduojama:

1. Atlikti projekto struktūrizavimą ir dideles dalis paskirti keliems vykdytojams, kurių veikla turi būti kontroliuojama.
2. Išanalizuoti šalies ar net kelių socialinius-ekonominius aplinkos ypatumus.
3. Nuolat peržiūrėti ir atnaujinti projekto planą.
4. Planuoti visais lygiais: nuo strateginio iki operatyvinio, įvertinant projekto tikimybinių pobūdį ir riziką.
5. Kontroliuoti projekto įgyvendinimą, t. y. atlikti monitoringą.

Trumpalaikiai projektai – dažniausiai naudojami diegiant naujoves, eksperimentinę gamybą. Siūloma naudoti matricinę valdymo struktūrą, perduoti atsakomybę kuriam nors padaliniui, baigti turi tie patys specialistai kurie pradėjo.

Bedefekčiai projektai yra paprastai brangūs, juose svarbiausias kriterijus yra kokybė. Šiems projektams keliami reikalavimai:

1. Atlikti visi priešinvesticinės fazės tyrimai bei parengtas bendras projekto planas, apimantis projektinius sąmatinius ir statybos montavimo darbus.
2. Naudojamas tinklinis grafikas projekto darbams atlikti ir ištekliams paskirstyti.

3. Technologinės linijos turi būti išbandytos anksčiau, norint užtikrint visų projekto sistemų kokybę.

4. Naudoti lanksčias projekto valdymo sistemas, leidžiančias laiku nustatyti ir pašalinti problemas.

Multiprojektai apima kelis projektus vienam užsakovui. Tai kelių užsakymų (projektų) ir paslaugų įgyvendinimas pagal firmos gamybinę programą, kurioje nustatyta gamybos apimtis, finansinės ir laiko galimybės ir užsakovų reikalavimai.

Monoprojektai – alternatyvūs multiprojektams, turintys tiksliai apibrėžtus išteklius, laiką ir sąnaudas, o juos realizuoja viena komanda.

Moduliniai projektai (statyba): didžioji dalis būsimo projekto (apie 95 %) įvykdoma ne jo būsimos eksploatacijos vietoje, o toli, kitoje vietoje; paskui stam-

būs pagaminti moduliai pervežami ir pastatomi eksploatacijos vietoje. Tokiems projektams priskiriami ir automobilių kelių projektai. Šių projektų savybės:

1. Turi būti modulių specialistų grupė kaip bendros komandos dalis.
2. Tikslūs darbų grafikai.
3. Modulių pristatymas į aikštelę techniškai sudėtingas ir sudaro nemažą projekto sąnaudų vertės dalį.

Tarptautiniai projektai yra sudėtingi ir brangūs. Medžiagos perkamos pasaulinėje rinkoje, daug kvalifikuotesnis rengimas, rengimo periodas ilgesnis dėl organizavimo ir valdymo sudėtingumo, informacijos sukaupimo ir pritaikymo. Šiems projektams įgyvendinti dažnai kuriamos bendros įmonės.

Investavimo objektai:

1. Piniginės lėšos ir jų ekvivalentai.
2. Žemė.
3. Pastatai, įrenginiai, mašinos ir įranga, bet kokia kita nuosavybė, naudojama gamyboje ir turinti likvidacinę vertę.
4. Nuosavybės teisės, vertinamos piniginiu ekvivalentu, su gamyba susijusios paslaptys, licencijos dėl gamybinės nuosavybės teisių perdavimo.

2.1.2. Projekto gyvavimo ciklo sudėtis ir modeliai

Iš užsienio specialistų, savo darbuose nagrinėjančių atskirus investicinių projektų sudarymo ir valdymo, verslo planavimo ir investicijų finansinio bei ekonominio įvertinimo teorijos ir metodologijos klausimus, reikėtų išskirti C. A. Burton'ą, V. Behrens'ą, P. M. Havranek'ą, W. C. Baum'ą, St. Curry ir J. Wiss'ą, M. Bromvičių, P. Norkot'ą, E. Helfert'ą, G. Birman'ą ir S. Šmidt'ą, V. D. Šapiro, I. M. Volkovą ir M. V. Gračiovą. Lietuvoje investicinių projektų valdymo bei verslo planų rengimo problemas nagrinėja A. V. Rutkauskas, J. Bivainis, L. Simanauškas, K. Usevičius ir kt.

Projekto pradžia gali būti idėjos atsiradimo momentas, ypač jei tam buvo dedama daug pastangų. Verslo žmonėms projekto pradžia labiau susijusi su jo realizavimo, pagal parengtą verslo planą, pradžia ir lėšų jam vykdyti idėjimu.

Projekto pabaiga traktuojama įvairiai. Remiantis Behrens'o ir Havranek'o, 1995; Zolotorogovo, 1998 ir kitų autorių darbais (Cleland and King, 1988; Curry and Weiss, 1993), galima teigti, kad projekto pabaiga gali būti:

- jo realizavimo darbų pabaiga, t. y. projekto paruošimas veiklai (įdiegimas);
- personalo, vykdžiusio projektą, perkėlimas į kitą darbą;
- projekte numatytų rezultatų įgyvendinimas;
- projekto finansavimo pabaiga;

- naujų darbų pradžia, įvedant esmines pataisas, nenumatytas pirminiame projekto variante;
- projekto objektų eksploatavimo pabaiga.

Projektai paprastai vykdomi keliais konkrečiais etapais (fazėmis), kurių visumą priimta vadinti projekto ciklu. Kai kurie moksliniai šaltiniai rodo, kad projekto gyvavimo ciklas – tai laiko tarpas tarp projekto atsiradimo momento ir jo likvidavimo (Curwin and Slater, 1991). Pasaulinėje praktikoje jau egzistuoja nemažai sukurtų projekto ciklo modelių, kurių paskirtis ir pobūdis susiję su autorių organizacijų paskirtimi ir perspektyvomis.

Pirmąjį modelį parengė W. Baum'as, 1970 m. Jo cikle išskiriami keturi pagrindiniai etapai (Baum, 1978): identifikacija, projekto parengimas, įvertinimas ir atranka, projekto įgyvendinimas. W. Baum'o modelis buvo kritikuojamas dėl jo paprastumo ir dėl to, kad jis išreiškė tik Pasaulio banko praktiką.

1976 m., buvo pasiūlytas Projektų valdymo plėtros centro ciklas (Development Project Management Center Cycle – DPMC) (Baum, 1978). Jame akcentuojami atskiri projekto gyvavimo etapai (konceptcija, įgaliojimų suteikimas ir investicijų pabaiga).

1977 m. buvo sukurtas Rodinelli ciklas (Šakalys ir kt., 2002), kuris buvo panašus į W. Baum'o ciklą, tik jame išskirta daugiau etapų. Ypač svarbiais buvo laikomi pritarimo projektui ir projekto užbaigimo etapai. Šiame cikle buvo numatyta, kad tam tikru etapu projektas turi būti užbaigtas, arba integruotas į įmonę.

J. Mccarthur'as pateikė bendrą modelį (Rutkauskas ir Tamošiūnienė, 2002), kuriame grįžtamasis ryšys gaunamas visais etapais, be to egzistuoja galimybė atsisakyti projekto bet kuriuo etapu. Šis modelis gana universalus, tačiau labai sudėtingas. Kadangi ne visi projektai gali turėti visus modelio kūrimo etapus, rengiant konkretų projektą reikėtų atlikti kai kuriuos pakeitimus (mažinti etapų skaičių arba kai kurių iš viso atsisakyti).

Plačiai žinomas 1978 m. (1991 m. patobulintas) UNIDO Projektų rengimo vadove paskelbtas projekto ciklas, skirtas pramoniniams projektams ir susidedantis iš trijų fazių (Behrens and Hawranek, 1991; Беренс и Хавранек, 1995): priešinvesticinės (identifikacija, pirminė atranka, parengimas ir įvertinimas), investicinės (derybos ir kontraktų sudarymas, statybos projektavimas, statyba, priešgamybinis marketingas, mokymas), eksploatacinės (įgaliojimų perdavimas ir veiklos pradžia, pakeitimai, remontas, naujovių įdiegimas ir išplėtimas).

Projekto priešinvesticinė fazė. Tik šioje fazėje galima sustabdyti nesėkmingą projektą, nepatiriant didelių nuostolių.

Priešinvesticinėje fazėje nagrinėjama projekto koncepcija, kurią sudaro:

- projekto investicinio sumanymo (idėjos) formavimas;
- investicinių galimybių nagrinėjimas.

Pagal UNIDO šią fazę apima:

1. Investicijų galimumo (palankumo) nustatymas.
2. Pirminis techninis ir ekonominis investicijų pagrindimas.
3. Projekto formulavimas, investicijų pagrindimas (projektiniai tyrimai).
4. Įvertinimų ir sprendimų priėmimo etapas.

Galimumo tyrimai: jais vertinama kiekybinė informacija, reikalinga projekto idėjai pagrįsti. Šie projektai turi būti schematiškesni ir remtis bendresniu vertinimu, o ne detalio analize. Duomenys imami iš analogiškų projektų, o ne konkrečių tiekėjų ar pan. Tyrimai skirstomi į:

1. Bendrieji galimumo tyrimai (ekonomikos sektoriaus lygiu).
2. Specialūs konkretaus projekto tyrimai (įmonės lygiu).

Bendrieji galimumo tyrimai skirstomi į:

- teritorinius tyrimus (siekiama identifikuoti nagrinėjamos teritorijos galimybes);
- šakiniai tyrimai (kokios nors gamybos galimybės konkrečioje pramonės šakoje);
- išteklių tyrimai (siekiama atskleisti gamtinių išteklių, žemės ūkio ar pramonės produkcijos panaudojimo galimybes).

Specialūs konkretaus projekto tyrimai gali būti traktuojami kaip projekto idėjos transformavimas į gana platų investicinį pasiūlymą. Jų tikslas – skatinti investuotojų susidomėjimą konkrečiu projektu, turi suteikti apibendrintos informacijos.

Informacijos kaupimas tiriant galimumą neturi būti brangus, jų tikslas – greitai ir nebrangiai įvertinti svarbiausius investicijų galimumo momentus. Jie skirti verslininkų interesui sužadinti.

Ikiprojektiniai tyrimai (pirminis techninis ir ekonominis investicijų pagrindimas). Juose pateikiamas preliminarus projekto idėjos vertinimas prieš skiriant lėšas projektui. Jų metodika:

- pirmas žingsnis: nustatomi efektyvumo kriterijai arba veiksniai, kurie galėtų prisidėti prie sėkmingesnio projekto įgyvendinimo;
- antras žingsnis: šie veiksniai paskirstomi pagal prioritetą, prieš tai įvertinus jų įtakos projekto realizavimui dydį; gaunama svarbiausių veiksmų seka (lentelės pavidalu pateikiama);
- trečias žingsnis: įvertinama kiekvieno veiksmo įtaka (suma visų veiksmų lygi 1);
- ketvirtas žingsnis: projektai arba vieno jų variantai vertinami pagal kiekvieną veiksmą balais nuo 0 iki 100;
- penktas žingsnis: atliekamas kiekvieno veiksmo ekspertinis vertinimas, kuris gaunamas kiekvieno veiksmo įtaką dauginant iš jo vertinimo balais; projektų variantų prioritetą nustatomas integraliniu ekspertiniu įvertinimu.

Ikiprojektiniai nuo projektinių tyrimų skiriasi tik savo mažesniu informacijos detalumu. Jų struktūra tokia pati. Kartais stambiems investiciniams projektams prieš atliekant ikiprojektinius ir projektinius tyrimus, atliekami aprūpinimo tyrimai (funkciniai tyrimai), kurie yra apie rinkas, žaliavas, naudojamą technologijas, įrengimus ir pan. Jie reikalingi paremti ikiprojektiniams ir projektiniams tyrimams.

Tyrimai grupuojami tokiu būdu:

- rinkos tyrimai (atliekami numatomam gaminti produktui, taip pat vertinama paklausa rinkoje);
- žaliavų ir medžiagų tyrimai (apima turimus ir galimus žaliavų išteklius, dabartines ir būsimas jų kainas);
- laboratoriniai ir eksperimentiniai tyrimai (nustatinėjamas žaliavos tinkamumas);
- teritorinis tyrimas (ypač tiems projektams, kur reikia didelių gabenimo išlaidų);
- gamybos masto ekonomijos tyrimai (parinkti ekonomiškiausią įmonės dydį, kai pasirinktos technologijų alternatyvos, sąnaudos ir kainos);
- įrangos parinkimo tyrimai (kai didelė įmonė, o įrangų tiekėjai ir jų kainos labai skiriasi);
- projekto poveikio supančiai aplinkai įvertinimas ir sąlygų analizė (saugančių aplinką technologijų įdiegimo galimybė).

Projektiniai tyrimai. Tai svarbiausias dokumentas, įrodantis investicijų nagrinėjamam projektui tikslingumą ir efektyvumą. Jame detalizuojami ikiprojektinių tyrimų metu padaryti sprendimai, kurie turi ištirti ir nustatyti pasirinkto produkto gamybos kritinius momentus, kartu nagrinėjant alternatyvius produkto gamybos būdus. Tyrimai turi pagrįsti projekto pajėgumus, pasirinktą vietą, technologiją, žaliavas ir kt. materialinius išteklius. Metodikoje siūloma naudoti iteratyvų sprendinių paieškos procesą, kuriame įvertinami grįžtamieji ryšiai bei alternatyvų sąveika, pasirenkant projekto veiksmus taip, kad galima būtų minimizuoti investicijų apimtis ir sąnaudas. Projektiniai tyrimai turi realizuoti savitą optimizacijos procesą, patikrinti priimtas prielaidas ir sprendimus bei nustatyti projekto mastą, integruojant atskirų jos dalių geriausias alternatyvas. Šis techninis ekonominis pagrindimas turi pateikti visą būtiną informaciją priimti sprendimui dėl investavimo. Techninis ekonominis rengimas vykdomas tik tada, kai būtinos finansinės lėšos, nustatytos tyrimais, bus nustatytos pakankamai tiksliai ir jos tikrai bus gautos. Projektiniai tyrimai – priemonė suformuoti investicinių sprendimą, o ne tyrimų pabaiga.

Projekto įvertinimo išvados – tai baigiamoji ikiinvesticinės fazės stadija. Kuo aukštesnė techninė ekonominė kokybė, tuo lengviau projektą įvertinti. Įvertinimo išvados liečia ne tik konkretų projektą, bet ir susijusias pramonės šakas bei ekonomiką visumoje. Stambaus masto projektuose rengiant išvadas gali rei-

kėti duomenis patikrinti bei atlikti svarbiausių projekto veiksmų, turinčių didžiausią įtaką, analizę.

Projekto investicinė fazė skirstoma į 6 etapus:

1. Derybų vedimas ir kontraktų sudarymas:
 - teisinių, finansinių ir organizacinių projekto pagrindų nustatymas pagal kurias vedamos derybos ir sudaromi kontraktai;
 - technologijos parinkimas ir įsigijimas.
2. Detalus projektavimas ir kontraktų sudarymas, įskaitant dalyvavimą tenderiuose, pasiūlymų įvertinimas ir derybų vedimas.
3. Žemės įsigijimas, statybos darbai, įrenginių montavimas.
4. Ikigamybinis marketingas, įtraukiant įmonės administracijos formavimą ir tiekimo pasiūlymų organizavimą.
5. Darbuotojų priėmimas ir mokymas.
6. Įmonės atidavimas eksploatuoti (kai kur priskiriamas eksploatacinei fazei).

Investicinė fazė susijusi su finansiniais įsipareigojimais ir galimi projekto pakeitimai gali turėti rimtų finansinių pasekmių. Laiko veiksnys tampa labai reikšmingas, blogi laiko grafikai sutrikdo statybos baigtį ir eksploatavimo pradžią, kas neišvengiamai didina investicines išlaidas. Geras planavimas ir efektyvus projekto valdymas turi garantuoti reikiamus veiksmus įmonės atidarymui laiku. Bet kokie planavimo netikslumai ar klaidos bet kokioje stadijoje gali turėti neigiamos įtakos projekto realizavimui.

Šios fazės metu kaupiami realūs projektų ir gamybinių sąnaudų duomenys, kurie pastoviai turi būti lyginami su prognozuojamais. Tai daroma tam, kad galima būtų stebėti projekto bendro pelningumo dydžio galutinius pasikeitimus.

Ikiinvesticinėje fazėje, projekto kokybė ir patikimumas svarbesni nei laiko veiksnys, o investicinėje fazėje laiko veiksnys – vienas pagrindinių.

Projekto eksploatacinėje fazėje svarbūs du aspektai: artimiausia ir tolimiausia ateitis. Artimiausia ateitis – tai pradinis gamybos periodas, per kurį gali atsirasti problemų, susijusių su technikos panaudojimu, įrangos veikimu, žemu darbo našumu arba nepakankama darbuotojų kvalifikacija. Tai tipiškos investicinės fazės problemos, daugelis kurių turėtų būti aptartos ir išspręstos projekto investicinėje fazėje.

Priešinvesticinė fazė yra sekančio investicinio projekto realizavimo pagrindas. Tai rodo jos sudėtingumą ir svarbumą. Jei ikiinvesticiniai tyrimai grindžiami nepakankama ar bloga informacija, vėliau klaidų taisymas gali labai brangiai kainuoti ir neaišku ar projektas išvis galės funkcionuoti.

2.1.3. Investicinio projekto verslo plano struktūra ir sudarymo tvarka

Projektinių tyrimų idėja – kiekvienas projektas, turintis duoti naudos jo steigėjams (užsakovams) ir kitiems projekto dalyviams, turi būti labai gerai „pasvertas“, kur vienoje svarstyklių pusėje būtų projekto nauda, o kitoje – išlaidos.

Projektiniai tyrimai leidžia įvertinti du objektyvius procesus:

- 1) gamybos plėtrą, investuojant į šį procesą kapitalines lėšas, bei
- 2) pasaulinės rinkos globalinių ekonominių ryšių veiksnius ir visų rūšių išteklių mainus tarp atitinkamų rinkų.

Pareto principas – 80/20 taisyklė: „mažuma projekto komponentų sudaro daugumą jo išlaidų“ – 80 % išlaidų sudaro 20 % komponentų.

Investicijų projekto verslo planas (investicinis projektas) – tai daugumoje rinkos ekonomikos šalių praktikoje naudojamas beveik standartizuotas projektinių tyrimų dokumentas, kuriame pagrindžiama investicijų projekto koncepcija, pateikiamos jo pagrindinės charakteristikos.

Investicijų projektų verslo planų variantai:

1. Pilni – stambiems investiciniams projektams, o ypač susijusiems su naujų produktų įvedimu į rinką ir neturintiems produkcijos ar paslaugų rūšių analogų.
2. Sutrumpinti – nedidelės apimties investicijų projektų verslo planai.

Projektinių tyrimų tvarka ir atlikimo metodika:

1. Įvadinis reziumė.
2. Projekto istorija ir jo atsiradimo prielaidos (projekto steigėjo (užsakovo) pavadinimas (pavardė) ir adresas; prielaidos, skatinančios projekto kūrimą; projekto tikslas bei numatoma svarbiausia strategija; projekto (įgyvendinimo vieta) orientacija: į rinką ar į žaliavas ir medžiagas; ekonominė ir pramonės politika, susijusi su projektu).
3. Rinkos analizė ir koncepcija. Projekto pajėgumas (Paklausos rodikliai (dabartiniai ir prognozuojami); gamybos programa; įmonės pajėgumas).
4. Medžiagos ir ištekliai (Žaliavų, apdorotų medžiagų, pagalbinių gamybos medžiagų, atsarginių dalių kiekiai (turimi arba gaunami); metinio materialinių išteklių poreikio nustatymas; tiekimų marketingas).
5. Projekto išdėstymo vieta (vietovės (srities, rajono) ir gamyklos statybos aikštelės nustatymą; projekto poveikio aplinkai įvertinimą).
6. Technologijos parinkimas ir statybos projektavimas (vietovė ir projekto mastai; galutinis technologijos parinkimas; įrangos parinkimas; reikalingų civilinės statybos darbų apibūdinimas).
7. Projekto organizacinė struktūra ir valdymo forma (organizacinei struktūrai apibrėžti; projekto valdymo formai nustatyti).
8. Darbo ištekliai (nustatomas reikalingas darbuotojų kiekis, specializacija ir kvalifikacija).

9. Projekto įgyvendinimo planavimas ir biudžeto sudarymas (projekto statybos ir įrengimo trukmė; projekto paleidimo ir įsisavinimo trukmė; projekto biudžetas).

10. Finansinis projekto vertinimas (bendros investicinės išlaidos; projekto finansavimas; bendros pardudamos produkcijos sąnaudos; investicijų efektyvumo įvertinimas; rizikos ir neapibrėžtumo aspektai, galimos projekto strategijos ir valdymo priemonės rizikos sąlygomis, būsimų situacijų tikimybinis apibrėžimas ir jų įtaka įgyvendinant finansinę verslo projektų dalį).

11. Ekonominis ir socialinis vertinimas (projekto galimybės plečiant eksportą; projekto galimybės naudojant vietinius išteklius; projekto įtaka aplinkos būklei; projekto įtaka atnaujinant technologijas).

12. Išvados (pagrindiniai projekto privalumai; projekto silpnosios vietos; projekto įgyvendinimo galimybės; projekto tobulinimo galimybės).

13. Priedai: a) laiškai; b) kontraktų kopijos, licencijos ir pan.; c) pirminių duomenų dokumentų kopijos; d) tiekėjų kainoraščiai; e) įvairūs skaičiavimai; f) brėžiniai, piešiniai, schemos, nuotraukos ir t. t.

Dar atliekant projektinius tyrimus, reikia:

1. Stambiais objektams numatyti alternatyvius iškeltų tikslų pasiekimo variantus, finansavimo variantus.

2. Atsižvelgti į vietinės valdžios investicijų, mokesčių, amortizacijos, kreditų, žemės naudojimo politiką.

3. Apsaugoti investuotojo interesus ir regiono interesus.

4. Pirmenybę teikti laiko veiksnį įvertinantiems diskonto rodikliams.

5. Nustatyti ataskaitinius periodus, per kuriuos bus atliekami ekonominiai skaičiavimai (statybos, projektuojamo pajėgumo įsisavinimo ir įmonės eksploatacijos periodai).

2.1.4. Projekto istorija ir atsiradimo prielaidos

Projektinių tyrimų sėkmės garantas – gerai suvoktos projekto idėjos suderinamumas su ekonominių sąlygų sistema ir bendra šalies pramonės raida. Projekto poreikis kyla dėl nepatenkintos paklausos, išteklių pertekliaus, verslininkų iniciatyvos, politinio spaudimo, kreditorių interesų.

Aprašant projekto idėją reikia:

1. Išvardinti pagrindinius projekto parametrus, kuriais bus remiamasi, atliekant projektinius tyrimus.

2. Nurodyti projekto tikslus ir bazinę projekto strategiją.

3. Apibrėžti projekto išdėstymo vietą (projekto orientacija į žaliavas ar į rinką).

4. Aprašyti projekto įgyvendinimo eiliškumą, apibrėžti gaminamą produkciją bei įmonės gamybinius pajėgumus.

5. Nusakyti ekonominę, pramonės, finansinę ir socialinę politiką, turinčią įtakos realizuojant būsimąjį projektą.
6. Parodyti įvairius geografinius projekto lygius: tarptautinius, regioninius, nacionalinius, rajoninius ir vietinius.
7. Įvertinti ekonominį, šakinį ar pošakinį projekto mastą (diapazoną).

Projekto istorijoje reikia pateikti:

1. Projekto raidą (pagrindinių projekto įvykių datas).
2. Anksčiau atliktus tyrimus.
3. Ankstesniuose tyrimuose gautas išvadas, priimtus sprendimus, kurie bus panaudoti šiuose tyrimuose.
4. Projektinių tyrimų (techninio-ekonominio pagrindimo) autorių, pavadinimą ir jų užsakovą.

Šioje dalyje įvertinamos visos priešinvesticinių tyrimų sąnaudos. Šiems tyrimams priskiriami: galimybių tyrimai, ikiprojektiniai tyrimai, projektiniai tyrimai, ekspertizė, konsultavimas, paruošiamieji tyrimai (žemės, statybinių medžiagų tyrimai), kokybės bandymai ir kt.

Projekto pajėgumo nustatymas. Gamybos programoje turėtų būti apibrėžti produkcijos apimtys lygiai, pasiekti per tam tikrus gamybos periodus, be to, jie turėtų būti tiesiogiai susieti su realizavimo (pardavimo) prognozėmis. Reikalingi ištekliai ir sąnaudos apskaičiuojami:

- a) pagrindinėms medžiagoms (žaliavos, pusfabrikačiai ir kt.);
- b) atsarginėms dalims ir pagalbinėms medžiagoms;
- c) pagrindinėms komunalinėms paslaugoms;
- d) darbo jėgai.

„Gamybos pajėgumas“ apibrėžia apimtis (pvz. automobilių skaičius, kurie gali pravažiuoti per tam tikrą laikotarpį). Šis apibrėžimas apibūdina kelių pralaidumą ir perspektyvas. Yra dvi rūšys:

1. Galimas (pasiekiamas) normalus pralaidumas pasiekiamas per metus esant normalioms darbo sąlygoms.
2. Maksimalus pralaidumas – techniškai įmanomas pajėgumas, atitinkantis sumontuotų įrenginių maksimalų pajėgumą.

2.1.5. Žaliavos ir ištekliai

UNIDO žaliavų ir išteklių poreikio problemų sprendimo eiliškumas:

1. Medžiagų ir žaliavų klasifikacija – nurodomos visos projekte reikalingos medžiagos, jų alternatyvos; nurodyti jų kokybės savybės, kiekius, šaltinius, tiekėjus, tiekimo tvarkaraštį, vieneto sąnaudas.

2. Nustatomas jų poreikis ir įvertinamos su tuo susijusios sąnaudos – naudoti Pareto principą (padeda iš daugybės kintamųjų išskirti svarbiausius) ir Pareto

diagramas; ABC grafikas (leidžia nustatyti skirtingų medžiagų skirtingus valdymo lygius).

Tiekimo programa nustato kasmetines medžiagų ir kitų gamybos išteklių sąnaudas. Turi būti nustatyti visi tiekėjai ir kiek medžiagų iš jų bus įsigijama atsižvelgiant į kainų konkurencingumą; ypatingas sąlygas (mokėjimo sąlygas, garantinį laiką, remontą ir aprūpinimą atsarginėmis dalimis ir t. t.); riziką, kad reikės papildomai apdoroti medžiagas savo įmonėje, norint pasiekti reikiamą lygį; laukiamą ryšių su tiekėjais stabilumą; reorganizacijos sąnaudas, jeigu tektų pakeisti tiekėjus; galimybę įsigyti tiesiogiai iš gamintojų arba per didmeninę prekybą.

2.1.6. Projekto išdėstymo vieta

Renkama vietovė (šalis, apskritis, rajonas) ir vieta. Renkantis projekto vietą svarbūs šie veiksniai: klimatinės sąlygos; geodeziniai aspektai (dirvožemio (grunto) būklė, gruntinio vandens lygis, žemės drebėjimo ar potvynio pavojus); žaliavų ir medžiagų gausa; vartojimo centrų artumas; pagrindinių infrastruktūros priemonių egzistavimas; darbo jėgos kvalifikacija ir kt.

Poveikio aplinkai vertinimo metodika turi aprėpti:

1. Visapusišką tam tikrų poveikių identifikavimą.
2. Priežasties ir pasekmės ryšius tarp projekto, aplinkos veiksnių ir poveikių.
3. Tarpdisciplininį traktavimą, įvertinant projekto poveikį aplinkai.
4. Periodinius poveikių suskirstymus (atskiriant projekto poveikį statybos fazėje ir eksploatavimo fazėje).

5. Kiekybinio ir kokybinio įvertinimo kriterijus.

6. Dinamiško pobūdžio įvairių poveikių aplinkai parodymą, t. y. pirminio, antrinio, ir tolesnių poveikių apibrėžimą.

Atrinkus vietovę, nustatoma projekto vieta ir alternatyvios vietos bei išlaidos. Tam reikia turėti kiekvienos vietos charakteristikas, tokias kaip žemės kaina, vietinės sąlygos: infrastruktūra ir socialinė-ekonominė aplinka, vietos paruošimas ir plėtra. Atsižvelgti į Lietuvoje įvestus mokesčius:

1. Žemės mokestis.
2. Valstybinės žemės ir valstybinio fondo vandens telkinių nuomos mokestis.
3. Mokesčiai už valstybinius gamtos išteklius.
4. Naftos ir dujų išteklių mokestis.
5. Mokesčiai už aplinkos teršimą.

Svarbiausi aspektai renkantis projekto išdėstymą ir vietovę:

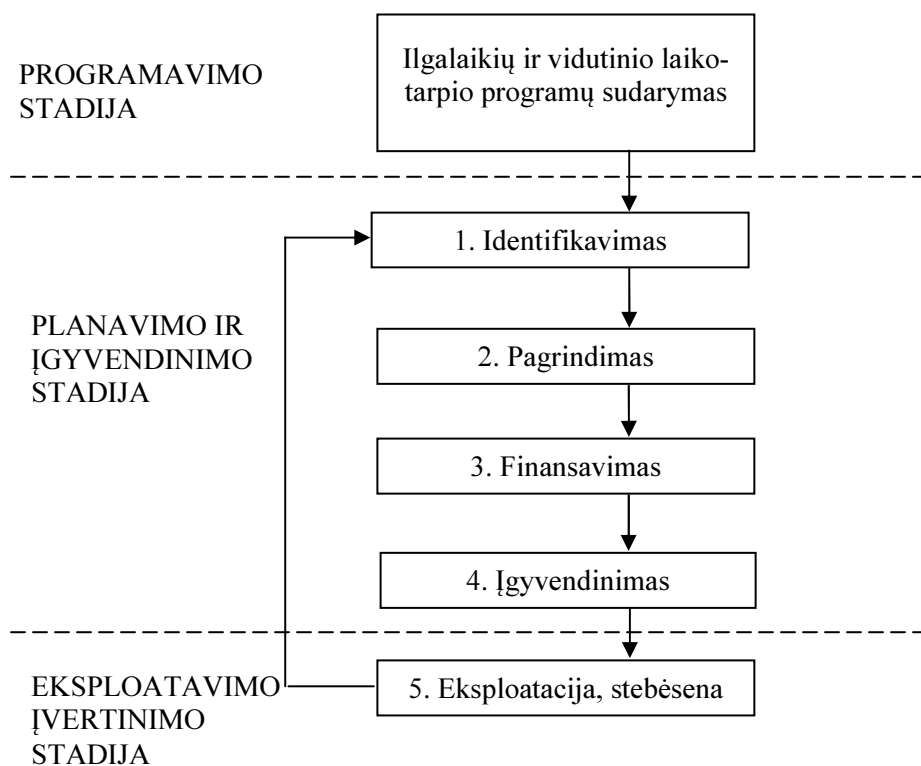
1. Gamtinė aplinka, geografinės sąlygos ir su projektu susiję poreikiai.
2. Ekologinis projekto poveikis, šio projekto poveikio aplinkai įvertinimas.

3. Socialinė ir ekonominė politika, skatinimas ir apribojimai, vyriausybinių planai ir valstybės politika.

4. Infrastruktūros tarnybos, sąlygos ir reikalavimai, tokie kaip egzistuojanti pramonės infrastruktūra, ekonominė ir socialinė infrastruktūra, institucinė struktūra, urbanizacija ir išsilavinimas.

2.1.7. Automobilių kelių investicinio projekto ciklas

Kelių investicinių projektų gyvavimo ciklas (Seminar ..., 1999) pateiktas 8 paveiksle.



8 pav. Projektų parengimo ir įgyvendinimo ciklas
Fig. 8. Cycle of project preparation and implementation

Kelių, tiltų ar kitų transporto infrastruktūros objektų statybos, remonto ar rekonstravimo projektų gyvavimo trukmė laikoma projekto objektų eksploataavimo pabaiga, t. y. kelio ruožui, atsižvelgiant į jo būklę parengiamas naujas investicinis projektas. Projekto gyvavimo ciklo trukmė nustatoma pagal darbų rūšis ir yra nevienoda. Remiantis (Valstybinės ..., 2007), siūloma taikyti šiuos projektų gyvavimo ciklus (2 lentelė):

2 lentelė. Projektų gyvavimo ciklo trukmės

Table 2. Duration of project cycles

Darbų rūšis	Projekto gyvavimo ciklas, metais				
	Min.	Maks.	Rekomenduojama		
Remontas			Magistraliniams keliams	Krašto keliams	Rajoniniams keliams
Vidutinis remontas	5	10	8	8	10
Kapitalinis remontas	10	20	12	15	20
Rekonstravimas	15	30	20	20	20
Saugaus eismo priemonės	10	20	20	20	20
Aplinkosauginės priemonės	10	20	20	20	20
Nauja statyba (kelio tiesimas, tilto statyba)	15	30	20	20	20
Kita (pakelės pastatai, KOSIS, kelio apšvietimas ir pan.)	10	30	15	15	15

Kelių investicinių projektų programavimo stadijoje yra rengiamos ilgalaikės ir vidutinio laikotarpio programos. Programose yra sudaromi projektų, kuriuos tikslinga įgyvendinti per analizuojamą laikotarpį, sąrašai.

Šiuo metu kelių investiciniai projektai įgyvendinami pagal ilgalaikio laikotarpio 2002–2015 metų Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtros programą. Vidutinio laikotarpio programos sudaromos ir pateikiamos Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos trimečiuose strateginiuose veiklos planuose, kurie, atsižvelgiant į esamą padėtį bei prognozuojamą kelių sektoriaus finansavimą, kasmet koreguojamos.

Projektai, bendrai finansuojami iš Valstybės biudžeto ir Europos Sąjungos fondų numatomi penkerių metų periodui (šiuo metu 2007–2013 metų programavimo periodas) ir įgyvendinami pagal Ekonomikos augimo veiksmų programą.

1 stadija. Projektų identifikavimas.

Šioje stadijoje yra atrenkamas konkretus projektas ir įvardijami tolimieji (pvz. įsijungimas į Europos transporto sistemą) jo tikslai, nustatoma projekto reikšmė įgyvendinant ilgalaikes ir vidutinio laikotarpio transporto plėtros programas. Projektas turi būti aiškiai identifikuotas.

Identifikavimo stadijoje turi būti bent trumpai aprašyta transporto koridoriaus ar kito analizuojamo kelių tinklo plėtros programa, pagrįsta, kodėl išrinktas būtent šis, o ne kitas projektas, nustatomi pagrindiniai artimiausieji projekto tikslai (eismo įvykių skaičiaus sumažinimas, kelionės laiko sutrumpinimas ir pan.). Identifikavimo stadijoje turi būti bent apytikriai nustatytas objekto ilgis kilometrais, svarbiausi statiniai (tiltai, viadukai), kelio techninė kategorija ir pan.

2 stadija. Projekto pagrindimas.

Projekto pagrindimas dažnai trunka ilgiausiai lyginant su kitais planavimo ir projektavimo darbais.

Projektą reikia pagrįsti įvairiais aspektais (Automobilių ..., 2006):

- strateginiu (instituciniu-politiniu);
- saugaus eismo;
- techniniu aspektu;
- poveikio aplinkai;
- teritorijų planavimo dokumentų;
- socialiniu;
- taupios žemėnaudos;
- ekonominiu;
- finansiniu.

Automobilių kelių investicijų projektai (galimybių studijos) dažniausiai apima projekto pagrindimą strateginiu, saugaus eismo, techniniu, ekonominiu ir finansiniu aspektais.

Projekto poveikis aplinkai ir socialinis vertinimas yra atliekamas atskirai nuo investicijų projekto. Investicijų projekte aplinkosauginiai ir socialiniai duomenys pateikiami tik tiek, kiek jie sąlygoja projekto ekonominį naudingumą.

Projekto pagrindimas instituciniu politiniu aspektu. Pagrindžiant projektą instituciniu politiniu aspektu reikia tiksliai suformuluoti projekto pavadinimą, patikslinti projekto tikslus, išanalizuoti konkrečios šalies bei Europos Sąjungos teisės aktus ir nuspręsti, pradinį ar detalų projekto pagrindimą reikia atlikti. Projekto pagrindimas gali būti pradinis (pradinė galimybių studija, galimybių studija) arba detalus. Pagrindimo detalumą apibrėžia teisiniai reikalavimai projektų rengimui, techninėje užduotyje nurodyti reikalavimai, duomenų detalumas, alternatyvų skaičius, projekto kaina, planuojami įgyvendinimo terminai ir kt.

Projekto prioriteto pagrindimas. Pagrindžiant projekto poreikį reikia įrodyti, kad šis projektas yra prioritetas, parodyti, kad siūloma alternatyva ar įgyvendinimo būdas yra geriausi, kad įgyvendinimo terminų atidėlioti negalima.

Šiame etape reikia surinkti pagrindinius duomenis apie esamą padėtį, išnagrinėti svarbiausius analizuojamų alternatyvų ypatumus, aprašyti pagrindinius techninius sprendimus.

Pagrindimas saugaus eismo aspektu. Šiuo metu tiek Lietuvos, tiek Europos Sąjungos teisės aktuose saugiam eismui keliuose skiriamas ypatingas dėmesys. Poveikio saugiam eismui vertinimas ypač svarbus žinant, *kad Lietuvoje žuvusiųjų skaičius 1000000 gyventojų yra didžiausias lyginant su kitomis Europos šalimis*. Rengiant projektą reikia išanalizuoti prognozuojamą poveikį saugiam eismui ir pasiūlyti priemones, leidžiančias pagerinti saugaus eismo sąlygas.

Pagrindimas techniniu aspektu. Reikia parodyti, kad siūlomi techniniai sprendimai neprieštarauja galiojančių statybos techninių reglamentų ir kitų teisės aktų reikalavimams, yra optimalūs įvertinant eismo intensyvumo, eismo sudėties ir ašinės apkrovos prognozę. Reikia detaliai aprašyti siūlomus projektinius sprendimus, apskaičiuoti projekto įgyvendinimo ir eksploatacijos kainą.

Pagrindimas ekonominiu aspektu. Automobilių keliuose įgyvendinami projektai tiesioginių pajamų neduoda arba pajamos yra mažos, tačiau jie duoda socialinę-ekonominę naudą visuomenei. Šiame etape reikia atlikti ekonominę naudos-sąnaudų analizę ir apskaičiuoti ekonominius įverčius. Taip pat svarbu nustatyti galimus rizikos faktorius ir apskaičiuoti, kokios įtakos jie turės ekonominiams įverčiams.

Pagrindimas finansiniu aspektu. Pagrindimą finansiniu aspektu sudaro dvi dalys: finansinė analizė ir finansinis vertinimas.

Projekto finansinėje analizėje reikia nustatyti finansavimo šaltinius, nustatyti, kiek lėšų ir kada bus skirta iš kiekvieno finansavimo šaltinio, kontraktų sudarymo ir vykdymo terminus, sudaryti mokėjimų prognozę.

Projekto finansinis vertinimas. Automobilių keliuose vykdomi projektai finansinių pajamų dažniausiai neduoda. Tačiau rengiant projektus Europos Sąjungos Sanglaudos bei TEN-T fondams reikalaujama atlikti finansinį vertinimą, kurio esmė – palyginti išlaidas kelio tiesimui ir eksploatacijai po įgyvendinimo su išlaidomis eksploatacijai, jeigu projektas nebūtų įgyvendintas.

Investicinio projekto finansavimas turi padėti išspręsti dvi svarbiausias užduotis:

- aprūpinimas investicijomis turi būti toks dinamiškas, kad projektą būtų galima vykdyti atsižvelgiant į laiko ir finansinių išteklių apribojimus;
- investicinio projekto finansinių išteklių sąnaudų ir rizikos sumažinimas dėl atitinkamos investicijų struktūros ir maksimalių mokesčių lengvatų.

Nagrinėjant projekto finansinio įvertinimo aspektus, turi būti išnagrinėti ir investicinio projekto finansavimo klausimai, kurie sprendžiami keturiais etapais:

- apibrėžiant preliminarų projekto veiksmingumą;
- rengiant projekto realizavimo planą;
- organizuojant projekto finansavimą;
- vykdant patvirtintą projekto planą ir kontroliuojant finansavimo sąlygas.

Investicinio projekto realizavimo planavimo etapas apima procesą nuo preliminarus projekto veiksmingumo nustatymo iki finansavimo organizavimo. Šiame etape atliekamas visų projekto rodiklių ir rizikos rūšių įvertinimas bei ekonomikos, politikos galimų plėtojimosi būdų ir kitų situacijų analizė; prognozuojama, kokią įtaką projekto efektyvumui gali turėti tokie veiksniai, kaip palūkanų norma už kreditą, infliacijos augimo tempai, valiutinių operacijų rizika ir kiti.

Užbaigus pirmuosius du etapus rengiami siūlymai dėl projekto finansavimo organizavimo.

3 stadija. Projekto finansavimas.

Rengiant sudėtingus ir brangius projektus, kurių įgyvendinimas gali trukti keletą metų ir ilgiau, sudaromos projekto finansavimo programos. Ši stadija būtina, jeigu projektą planuojama įgyvendinti koncesiniais pagrindais arba naudoti keletą skirtingų finansavimo šaltinių – bankų paskolas, ES paramą, privačias, valstybės biudžeto ar savivaldybių lėšas. Taip pat ši stadija reikalinga, jeigu projektas įgyvendinamas per du ar daugiau etapų.

4 stadija. Projekto įgyvendinimas.

Šioje stadijoje atliekami kelių tiesimo, rekonstrukcijos darbai.

5 stadija. Projekto stebėseną.

Įgyvendinus projektą, atliekama stebėseną, kai vertinama, ar pasitvirtino prognozės.

Formuluojamos išvados dėl projekto efektyvumo ir tikslingumo bei pradinio vertinimo objektyvumo. Gauti rezultatai naudojami tobulinant vertinimo metodus.

Užbaigus statybos darbus ir pradėjus eksploatuoti objektą, parengiama ataskaita, kurioje aprašoma, kaip pavyko įgyvendinti projekto artimiausiuosius tikslus, kaip pasikeitė projekto grafikas, techniniai sprendimai ir darbų kaina, nustatomos pasikeitimų priežastys, apskaičiuojami preliminarūs ekonominiai įverčiai. Jeigu įgyvendintas projektas yra didelio projekto dalis, aprašoma atliktų darbų įtaka visam projektui.

Kas keleri metai iki pat projekto gyvavimo ciklo pabaigos rengiamos ataskaitos (ex-post evaluation reports), kurių metu tikslinami ekonominiai įverčiai, analizuojama, ar pasiteisino naudotos technologijos, kaip kinta objekto būklė, ar pasitvirtino projekto tolimiausieji tikslai bei siūloma, kaip tobulinti programavimo ir planavimo procesą.

2.2. Automobilių kelių investicinių projektų vertinimo procesas

2.2.1. Projekto vertinimas

Svarbus investicijų efektyvumo užtikrinimo būdas yra investicinių projektų vertinimas. Jis leidžia nustatyti investavimo variantų efektyvumą pagal pasirinktus kriterijus. Investiciniame procese valstybė gali dalyvauti įvairiais būdais: tiesiogiai subsidijuodama investicinius projektus, suteikdama reikalingas garantijas investiciniams kreditams gauti, teisės aktais skatindama ar suvaržydama pasirinktų projektų įgyvendinimą. Šiame procese investicijų tikslingumui nustatyti reikalinga investicinių projektų vertinimo metodika, kuri padėtų atrinkti geriausiai valstybės tikslus atitinkančius projektus.

Investiciniai projektai, kurių finansavimas priklauso nuo valstybės, turi būti vertinami išsamiai, t. y. įvairių kriterijų atžvilgiu. Tokie kriterijai turi leisti nustatyti projekto efektyvumą jį įgyvendinančio subjekto, ūkio šakos, valstybės bei problemų, kurias valstybė tikisi išspręsti šiuo projektu, atžvilgiu. Tam siūlomas kompleksinės analizės metodas, apimantis finansinę ir ekonominę analizę (Bivainis ir kt., 1997).

Ekonominė analizė siekiama dviejų pagrindinių tikslų:

- nustatyti projekto įtaką šalies, regiono, ūkio šakos ir pan. ekonomikai;
- įvertinti projektą atsižvelgiant į tas jo ir aplinkos sąlygas, kurios nebuvo įvertintos rengiant projektą ir atliekant finansinę analizę.

Ekonominė analizė leidžia surinkti informaciją, reikalingą projekto priimtinumui įvertinti nacionalinės ar regioninės ekonomikos atžvilgiu, sudarant įmonės planus, planuojant makroekonomiką, priimant projektinius sprendimus.

Investicinį projektą siūloma analizuoti pasitelkiant ekonominio efektyvumo rodiklių sistemą ir taikant ekonominės vertės nustatymo metodą (Волков и Грачева, 1998). Ekonominio efektyvumo rodiklių sistema leidžia nustatyti investinio projekto efektyvumą šalies, regiono ar ūkio šakos atžvilgiu.

Investicinio verslo projekto ekonominė vertė yra projekto investicijų, veiklos išlaidų ir pajamų, įvertinus mokėjimus (subsidijas, mokesčių lengvatas, pašalpas ir pan.) ir išteklių vidaus rinkos iškraipymus, bendra vertė.

Investicinio projekto ekonominės vertės nustatymas leidžia:

- apskaičiuoti projekto efektyvumą eliminavus vidaus rinkos iškraipymus;
- identifikuoti vietinių resursų stygių ir jam pašalinti reikiamų lėšų kiekį;
- apskaičiuoti projekto finansavimui reikalingą, atsižvelgiant į realų valiutos kursą, užsienio paskolų dydį.

Tai sudaro prielaidas:

- užsienio ir vidaus investuotojams geriau suvokti Lietuvoje įgyvendinamo projekto vertę pasaulinėje rinkoje, jį palyginti su analogiškais projektais, įgyvendinamais kitose šalyse, bei įrodyti Pasaulio bankui ir kitoms tarptautinėms organizacijoms, kad Lietuvoje reikalingi užsienio kreditai (The Automobile ..., 2000);
- palengvinti projektų priežiūrą vertinant įgyvendinimo efektyvumą ir koreguojant tolesnį valdymą;
- įvertinti verslo projektus realią projekto vertę nusakančiais rodikliais.

Ekonominės vertės nustatymo metodas reikalauja daug informacijos, todėl yra brangus ir gali būti taikomas tik stambiams projektams tirti. Šis metodas visiškai gali būti taikomas tik tiems projektams, kuriems įgyvendinti numatoma naudoti užsienyje įgyjamus išteklius. Kadangi Lietuvoje dauguma iš užsienio kreditų finansuojamų verslo projektų naudoja importuojamus išteklius, todėl taikyti ekonominės vertės nustatymo metodą – ekonomiškai tikslinga.

Investicinių projektų į automobilių kelius ekonominės vertės nustatymas teikia visokeriopą naudą pačiam kelių sektoriui ir visuomenei:

- atlikus ekonominio vertinimo procedūras ir gavus neigiamus rezultatus, projekto rengimas atidedamas ir tuo būdu sutaupomos lėšos;
- ekonominiu požiūriu išrenkamas tinkamas kelio trasos variantas;
- parenkamas variantas, užtikrinantis sąlygas saugiam eismui;
- keičiant techninę kelio kategoriją, nustatomi racionalūs planuojamo statinio ar tiesinio techniniai parametrai. Dažnai tai leidžia atpiginti projektą;
- nustatomi palankiausi kelio tiesimo, rekonstravimo ar remonto darbų terminai;
- esant ribotam finansavimui, sudaromi prioritetų sąrašai ekonominės naudos mažėjimo tvarka ir išrenkami ekonominiu atžvilgiu vertingiausi projektai;
- iš konkuruojančių tarpusavyje projektų išrenkami tie, kurių ekonominė nauda visuomenei yra didžiausia.

Vertinimo proceso metu nustatomi projekto ekonominiai įverčiai ir formuojamos išvados apie projekto įgyvendinimo tikslingumą.

Scenarijų palyginimui ekonominiu aspektu reikalingi šie pradiniai duomenys:

- naudos ir sąnaudų pradiniai duomenys;
- kelių tiesimo, rekonstravimo ar remonto trukmė;
- projekto gyvavimo ciklas;
- prognozės (eismo intensyvumo, dangos degradacijos, eismo įvykių ir kt.);
- diskonto norma.

Ekonominis pagrindimas atliekamas einamųjų (pagrindimo) metų kainomis. Jeigu sąmatos apskaičiuotos anksčiau, pagrindimui galima naudoti ankstesnių metų kainas, perskaičiuotas pagal statybos kainų indekso pokyčius.

Ekonominėje analizėje naudojamos ekonominės kainos, atspindinčios tikrą ekonominę vertę pagal gėrybes ir paslaugas. Mokesčiai ekonominiame projekto pagrindime nevertinami.

2.2.2. Projekto įverčiai

Ekonominis projektų vertinimas atliekamas apskaičiuojant įverčius. Vertinimo metu nustatoma, ar projektą tikslinga įgyvendinti socialiniu-ekonominiu požiūriu. Jei nagrinėjamos kelios alternatyvos, nustatoma, kuri iš jų yra priimtiniausia.

Ekonominį projektų pagrindimą siūloma atlikti vadovaujantis Investicijų projektų sąnaudų ir naudos analizės vadovu (Guide ..., 2008).

Pagrindiniai įverčiai, naudojami projekto ekonominėje analizėje, yra šie:

- grynoji dabartinė vertė GDV;
- santykinė grynoji dabartinė vertė;
- vidinė gražos norma VGN;
- pirmųjų metų gražos norma PMGV;
- naudos ir sąnaudų santykis N/S (projekto rentabilumas).

Kartais, ypač pateikiant informaciją visuomenei, naudojamas dar vienas įvertis –projekto atsipirkimo laikotarpis.

Parengus projekto ekonominį pagrindimą siūloma pateikti ekonominius įverčius – VGN, GDV.

Projekto GDV parodo projekto (kelio, tilto, viaduko remonto ar rekonstravimo) absoliutų efektą, atsižvelgiant į laiko veiksnį per projekto gyvavimo laikotarpį.

Atliekant ekonominį projekto pagrindimą pagal Pasaulio banko metodiką rekomenduojama įvertinti santykinę GDV:

$$SN = \frac{GDV}{I_{disk.}}, \quad (1)$$

čia: SN – santykinė GDV; $I_{disk.}$ – diskontuotos sąnaudos.

Prioritetiniu projektu, naudojant GDV įvertį, turi būti pasirinktas tas, kurio GDV yra didesnė. Jei GDV yra neigiama, projektą siūloma atmesti arba iš esmės pakeisti.

Vienas iš svarbiausių ekonominių rodiklių yra vidinė gražos norma – VGN. Projekto VGN laikoma diskonto norma, esant kuriai projekto pinigų srautų grynoji dabartinė vertė yra lygi 0.

Šis rodiklis nusako investicijų rentabilumą ir parodo maksimalų leistiną santykinį (procentinį) investicijų kainos lygį, kurį viršijus projektas pasidaro nerenabilus. Siūloma atsisakyti finansuoti tuos projektus, kurių vidinė gražos norma mažesnė, negu vidutinė rinkos palūkanų norma analogiško laikotarpio paskoloms. Priimtinesnis projektas, kurio VGN yra didesnė, negu vidutinė rinkos palūkanų norma. Pagal (Main..., 1998; Guide...2008) reikalavimus projektas yra priimtinas, jei $i \geq 5\%$.

Pirmųjų metų gražos norma PMGN apskaičiuojama pirmųjų eksploatacijos metų naudą padalinus iš sąnaudų (įskaitant palūkanas per statybos laikotarpį). PMGN projekto pagrindimui turi didelę reikšmę, todėl kartais mažiau pagrįstas projekto variantas galėtų tapti priimtiniu, jeigu jo PMGN pasiekia daugiau ar mažiau „patenkinamą“ lygį, t. y. alternatyvių kapitalo sąnaudų reikalingas lygis pasiekiamas per 1–3 metų laikotarpį.

Naudos ir sąnaudų santykis N/S (projekto rentabilumas) apskaičiuojamas:

$$N/S = \frac{N_{disk}}{I_{disk}}, \quad (2)$$

čia: N/S – naudos-sąnaudų santykis; N_{disk} – diskontuota nauda; I_{disk} – diskontuotos sąnaudos.

Įvertinus kelerių metų patirtį, rengiant investicijų projektus Lietuvos automobilių keliams, projekto patrauklumas pagal VGN kriterijų gyvavimo ciklo pabaigoje yra (Automobilių ..., 2006):

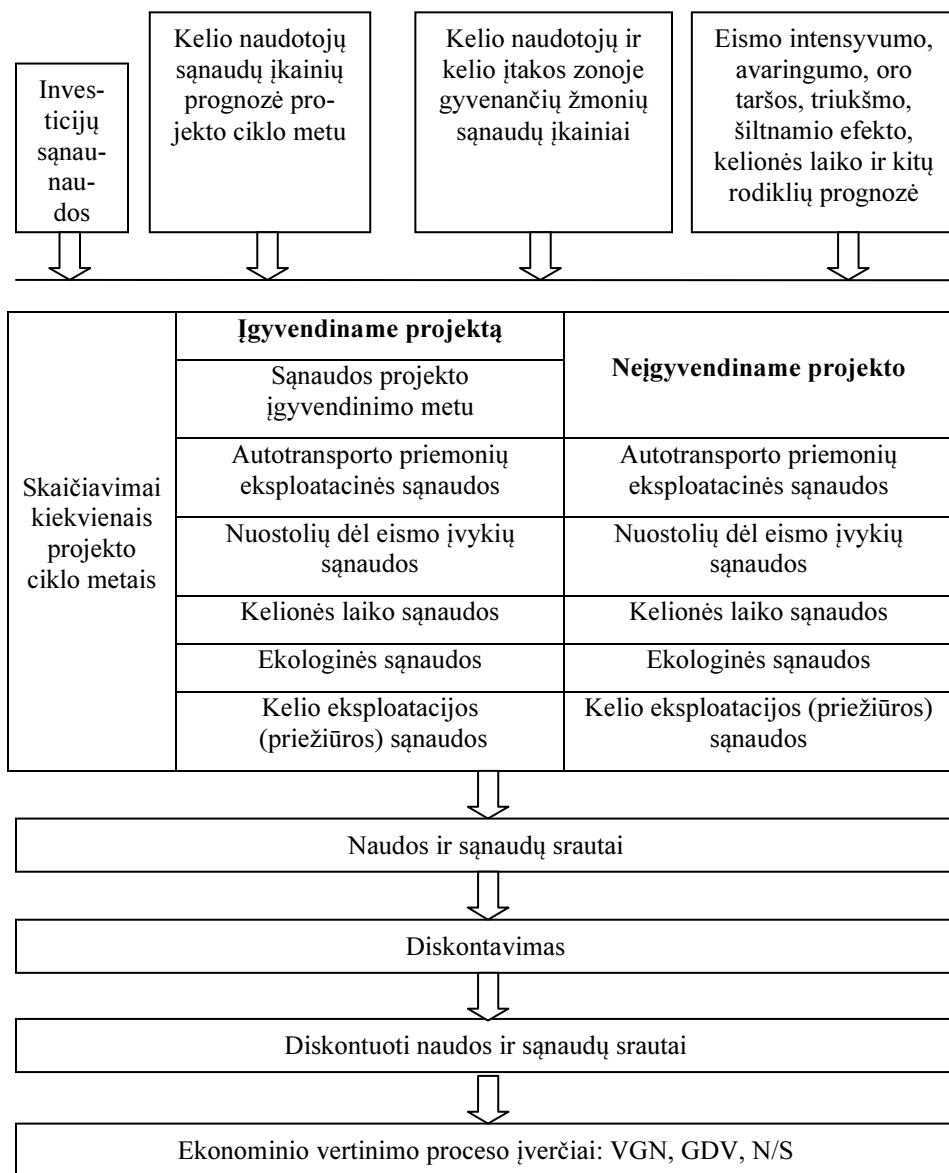
- nepatenkinamas, jei VGN mažesnė už 5 %;
- patenkinamas, jei VGN yra tarp 5 % ir 8 %;
- geras, jei VGN yra tarp 8 % ir 12 %;
- labai geras, jei VGN yra didesnė už 12 %.

Vertinant pagal naudos ir sąnaudų santykį N/S projekto patrauklumas yra:

- nepatenkinamas, jei N/S mažesnis už 1,0;
- patenkinamas, jei N/S yra tarp 1,0 ir 1,4;
- geras, jei N/S yra tarp 1,4 ir 2,0;
- labai geras, jei N/S yra didesnis už 2,0.

Jei VGN yra mažesnė už 5 % (N/S mažesnis už 1,0), rekomenduojama projekto iš esmės keisti arba jo atsisakyti.

Paprasčiausias ir suprantamiausias įvertis – tai *projekto atsipirkimo laikotarpis*, t. y. laiko trukmė, per kurią nauda viršija sąnaudas.



9 pav. Projekto vertinimo proceso struktūrinė schema

Fig. 9. Structural scheme of the implementation of the project

2.2.3. Projekto efektyvumo vertinimas

Analizuojant projektų finansavimą, visų pirma turi būti nustatyta, koks bus projektas – komercinis ar ne. Komerciniams projektams atliekamas pilnas finansinis vertinimas – t. y. įvertinamos išlaidos, tiesioginės pajamos infrastruktūros valdytojiui ar operatoriui bei pajamų ir išlaidų srautai. Nekomerciniams projektams, išskyrus finansuojamus Europos Sąjungos Sanglaudos bei TEN-T fondų lėšomis, finansinis vertinimas neatliekamas, sudaromi tik finansavimo grafikai.

Lietuvai tapus Europos Sąjungos nare, jai pradėta teikti Sanglaudos ir struktūrinių fondų parama. Šios paramos tikslas yra mažinti šalių narių socialinius–ekonominius skirtumus finansuojant programų bei projektų įgyvendinimą. Siekiant kaip galima efektyviau pasinaudoti parama, ji turi būti skiriama įgyvendinti projektams, labiausiai prisidedantiems prie šalies ekonominės–socialinės plėtros.

Kadangi ES parama skiriama tik tiems projektams, kuriuos įgyvendinti be paramos lėšų būtų finansiškai neįmanoma, ES finansavimo tikslas yra užtikrinti projekto finansinį atsiperkamumą. Siekiant nustatyti ES lėšų poreikį projektui įgyvendinti turi būti įvertintas jo finansinis atsiperkamumas ir nustatyta priimtina ES finansinės paramos dalis (ES paramos dalis projekte).

Finansinis vertinimas atliekamas rengiant Sanglaudos fondo finansuotinus projektus bei iš struktūrinių fondų finansuotinus, pajamas generuojančius viešosios infrastruktūros projektus, kurių vertė yra didesnė nei 6 mln. litų.

ES finansavimo tikslas yra užtikrinti projekto finansinį atsiperkamumą.

Pagrindiniai klausimai, kurie turi būti keliami prieš atliekant finansinę analizę, yra:

Kiek reikia finansinių išteklių projektui įgyvendinti?

Kiek numatoma gauti grynujų projekto pajamų ir, atsižvelgiant į tai, kokia galėtų būti ES paramos dalis?

Ar reikalinga projektui nacionalinė subsidija siekiant užtikrinti finansinį atsiperkamumą?

Atsakymas į šiuos klausimus yra gaunamas vertinant:

- projekto finansinį atsiperkamumą;
- projekto finansinį gyvybingumą.

Projekto finansinės išlaidų ir pajamų analizės metu turėtų būti apskaičiuoti šie rodikliai:

- investicijų grąža (grynujų pajamų gebėjimas padengti investicijų išlaidas neatsižvelgiant į finansavimo šaltinius);
- paramos gavėjo kapitalo grąža.

Kitaip tariant, projekto finansinis atsiperkamumas visų pirma turėtų būti įvertintas prieš ES finansavimą, po ES finansavimo, taip pat po ES finansavimo ir nacionalinės subsidijos suteikimo.

Siekiant teisingai atlikti finansinę išlaidų ir pajamų analizę ypatingas dėmesys turi būti atkreiptas į:

- analizės laikotarpio pasirinkimą;
- projekto išlaidų nustatymą (investicijų išlaidų bei projekto pajamų);
- projekto pajamų nustatymą;
- investicijų likutinę vertę;
- projekto finansinio gyvybingumo vertinimą;
- diskonto normos dydžio pasirinkimą;
- pagrindinių finansinių rodiklių nustatymą;
- ES paramos dalies nustatymą;
- nacionalinio bendrojo finansavimo lėšų šaltinių parinkimą.

Atliekant projekto finansinę analizę rekomenduojama naudoti nominalias kainas, nekoreguotas infliacijos dydžiu.

Projekto vertinimo laikotarpis turėtų būti toks pat, kaip ir projekto ciklas ekonominio vertinimo atveju, nebent yra svarių argumentų naudoti kitą reikšmę, pvz. planuojamą koncesijos laikotarpį. Pasirenkamo projekto vertinimo laikotarpio trukmė neturėtų būti ilgesnė nei projekto metu sukuriama turto (investicijų) naudingo tarnavimo laikotarpis. Jei projekto įgyvendinimo metu sukuriama turto atskirų dalių naudingo tarnavimo laikotarpis yra skirtingas, projekto vertinimui turėtų būti pasirinktas laikotarpis kuris atitiktų didžiąją dalį (daugiau nei 50 %) investicijų kainuojančio turto naudingo tarnavimo laikotarpį. Visos, iki šio laikotarpio pabaigos reikalingos, mažesnį tarnavimo laikotarpį turinčio turto atnaujinimo išlaidos turi būti įtrauktos į analizę.

Projekto išlaidos finansinio vertinimo metu nustatomos kitaip negu ekonominio vertinimo procese. Projekto išlaidos nustatomos sudedant visas projekto metu sukuriama turto (investicijų) išlaidas (žemė, pastatai, įranga, licenzijos, patentai ir kt.) ir veiklos sąnaudas (darbo jėgos, žaliavų, energijos ir t. t.).

Būtina atkreipti dėmesį į tai, kad analizuojant tiek investicijas, tiek projekto išlaidas, analizuojamos tik su projekto veikla, o ne bendrai su paramos gavėju susijusios veiklos sąnaudos. Į projekto išlaidas gali būti įtraukta tik projekto veiklai tenkanti paramos gavėjo sąnaudų dalis. Į projekto išlaidas neįeina paramos gavėjo, pridėtinės vertės mokesčio mokėtojo, sumokėtas pridėtinės vertės mokestis, išskyrus tuos atvejus, kai šis mokestis negražintinas, tačiau įeina akcizai ir kiti mokesčiai.

Projekto nauda sudaro infrastruktūros savininko gaunamos pajamos. Jei sukurta infrastruktūra yra perduodama eksploatuoti operatoriui, tai projekto pajamomis laikomi operatoriaus mokami mokesčiai už atitinkamos infrastruktūros naudojimą. Nustatant operatoriaus mokamo mokesčio dydį, visų pirma turi būti įvertinta kokia grynąsias pajamas galėtų gauti infrastruktūros savininkas jei jis pats vykdytų operatoriaus funkcijas. Analizėje naudojamas operatoriaus mokesčių dydis neturi būti mažesnis už šias pajamas. Jei operatoriaus mokami mokesčiai ženkliai (daugiau nei 25 %) viršija minėtas pajamas, turi būti pateiktas pa-

grindimas kas lemia tokį ženklų skirtumą. Projekto gryniosios pajamos nustatomos iš visų projekto pajamų atėmus projekto išlaidas.

Nustatant *investicijų likutinę vertę* didelę reikšmę turi pasirinktas projekto finansinės analizės laikotarpis. Tuo atveju, jei projekto finansinės analizės laikotarpis sutampa su projekto investicijų naudingo tarnavimo laikotarpiu, tai investicijų likutinė vertė atitiks investicijų likvidacinę, rinkos vertę – tai yra tą sumą, kurią paramos gavėjas tikisi gauti už turtą jo naudingo tarnavimo laiko pabaigoje, įvertinus būsimas likvidavimo ar perleidimo išlaidas. Tuo atveju, jei projekto finansinės analizės laikotarpis yra trumpesnis nei projekto investicijų naudingo tarnavimo laikotarpis, investicijų likutinė vertė nustatoma iš investicijų savikainos atėmus nusidėvėjimo sumą.

Į projekto likutinę vertę visuomet atsižvelgiama skaičiuojant projekto finansinius rodiklius bei nustatant ES paramos dalį ir bendrojo finansavimo lėšų dydį bei šaltinius. Vertinant projekto finansinį gyvybingumą, į likutinę vertę atsižvelgiama tik tuo atveju, jeigu likutinė vertė sąlygos pinigų srautų atsiradimą, t. y. jei, pavyzdžiui, projekto metu įsigytas turtas projekto finansinės analizės laikotarpio pabaigoje bus parduodamas ir pan.

Pagrindiniai projekto finansinio vertinimo rodikliai yra finansinė grynoji dabartinė vertė bei finansinė vidinė grąžos norma. Šie rodikliai apskaičiuojami taip pat, kaip ir ekonominio vertinimo atveju.

2.3. Investicijų pagrindimo ypatumai ir jų atspindys įvairiose metodikose

Pasaulyje vis labiau taikomos metodikos, nustatančios planuojamų projektų automobilių keliuose naudą.

HDM-4 (Highway Development and Management). Pasaulio banko analitinis modelis, skirtas kelių projektavimui ir priežiūrai (World ..., 1997).

Šio modelio versijos, pritaikytos pagal klimato sąlygas, plačiai naudojamos daugiau kaip 100 šalių. Modeliu paskaičiuojamas ekonominis kelių projektų tikslingumas ir įvairių rūšių nauda vartotojams.

Šiuo modeliu, pagal turimus duomenis, analizuojami trimis lygmenimis (strategija, programa, projektas) keturi komponentai:

- kelių tinklas (analizuojamos kelių ruožų fizinės charakteristikos);
- automobilių parkas (nustatomos transporto priemonių rūšys tuose kelių ruožuose);
- kelių darbai (nustatomas priežiūros ar rekonstrukcijos poreikis kelių ruožuose);
- HDM konfigūracija (apibendrinami ir pateikiami rezultatai, kurie gali būti keičiami, pagal konkrečios vietos ypatybes).

Techninė analizė HDM-4 modelyje atliekama naudojant 4 submodelius:

- dangų degradacija (nustato asfalto, betono dangų nusidėvėjimą);
- darbų poreikis (nustato darbų rūšis ir paskaičiuoja sąnaudas);
- vartotojų nauda (nustato autotransporto priemonių eksploatacines išlaidas, kelionės laiko sąnaudas ir avarijų nuostolius);
- poveikis aplinkai (nustato autotransporto priemonių poveikį aplinkai).

Kelios šio modelio adaptacijos pagal Lietuvos klimato sąlygas naudojamos ir mūsų šalyje. Šiuo modeliu galima paskaičiuoti visas norimas sąnaudas ar būsimą naudą. *Tačiau jo trūkumas yra tas, kad reikia įvertinti aibę tikslų techninių parametru, kas ne visada patogu, ypač jei norima palyginti kelis ar keliolika projektų iš karto pagal įvairius scenarijus, be to atskiri parametrai apskaičiuojami pagal empirines formules, kas neleidžia varijuoti jų reikšmėmis.*

Danijoje kelių projektų parinkimo investicijoms prioritizavimui naudojama Danijos kelių instituto parengta metodika **Belman** (3rd International ..., 1994). Šiai metodikai reikia trijų rūšių duomenų:

- eismo intensyvumas (nustatomas stacionariuose postuose);
- kelio lygumas (nustatomas mobiliosiomis laboratorijomis);
- priežiūros įkainiai (katalogas).

Turint šiuos duomenis, programa, įvertinusi turimą biudžetą, nustato kur investicijos yra tikslingiausios, priežiūros išlaidas bei kelių būklės prognozes.

Metodika veiksminga, ypač turint ribotą biudžetą, tačiau jos naudojimui reikalingos didelės investicijos. Be to, šia metodika apskaičiuojamos tik kelių darbų sąnaudos.

Lietuvoje duomenys apie kelių būklę kaupiami informacinėje sistemoje LAKIS bei yra viena naujos kartos mobilioji laboratorija.

Suomijoje naudojama **PMS** (Pavement Management System) metodika. Šios metodikos duomenų bazė susideda iš kelių tinklo struktūros HIPS (Highway Investment Programming System), jų būklės duomenų banko KURRE ir kelių duomenų bazės. Šios metodikos duomenų surinkimas labai panašus į Danijos, tik ji išskirtinė tuo, kad specializuota nustatyti laikui, kada reikia investuoti lėšas į kelius, t. y. nustato tinkamiausią laiką. Pagal atliktus Suomijos kelių direkcijos paskaičiavimus (Network ..., 1993), vienas laiku į kelius neinvestuotas euras, vėliau atsieina 3 eurus, o į tiltus – 5 eurus.

Ši metodika naudinga, tačiau vėlgi labai specializuota, o be to neoptimizuoja projektų naudos pagal kitus kriterijus.

Lietuvoje naudojamos kelios HDM modelio adaptacijos kelių investicijoms pagrįsti.

Transporto ir kelių tyrimo institute (TKTI) sukurta dangų valdymo sistema „**DAVASEMA**“, naudojant tarptautinį ISO HDM (greitkelių projektavimo modelį). Ši sistema buvo nuolat tobulinama naudojant duomenų bazių valdymo sistemas, geografinių informacinių sistemų principus.

Ji skirta kelių ūkio priežiūros planavimui ir yra pritaikyta Lietuvos klimato, eismo, kelių konstrukcijų ir kt. sąlygoms. Šia sistema planuojami kelių priežiūros darbai, pagrindžiami numatomi investiciniai projektai.

Metodika taip pat skirta tik dangų degradacijos lygiui nustatyti.

Pasaulyje taip pat atliktos investicijų į automobilių kelius studijos „CO-BA11“ – Didžiojoje Britanijoje; „VETO“ – Skandinavijos valstybėse; „NIM-PAC VOC“ ir „ARFCOM“ – Australijoje, „HDM“ ir „TRDF“ – Brazilijoje, „CB-ROADS“ – Pietų Afrikoje).

Visose metodikose atskiri parametrai skaičiuojami pagal nustatytas empirines formules ir neieškoma jų reikšmių galimos racionaliausios visumos finansiniu požiūriu.

2.4. Kelių infrastruktūros investicinio projekto sąnaudos. Kelių naudotojų ir kelio įtakos zonos gyventojų sąnaudų komponentės

Projekto planavimo, projektavimo ir įgyvendinimo tiesiogines sąnaudas sudaro:

- konkursų galimybių studijoms ir investicijų projektams rengimo sąnaudos;
- galimybių studijų ir investicijų projektų rengimo sąnaudos;
- konkursų poveikio aplinkai vertinimui rengimo sąnaudos;
- poveikio aplinkai vertinimo sąnaudos;
- konkursų teritorijų planavimo dokumentų rengimo sąnaudos;
- teritorijų planavimo dokumentų rengimo sąnaudos;
- konkursų techniniam projektui rengti sąnaudos;
- techninio projekto rengimo sąnaudos;
- konkurso žemės paėmimo visuomenės poreikiams projekto rengimo sąnaudos;
- žemės paėmimo visuomenės poreikiams projekto rengimo sąnaudos;
- žemės paėmimo visuomenės poreikiams sąnaudos;
- konkurso statybos darbams rengimo sąnaudos;
- statybos darbų sąnaudos;
- mašinų ir mechanizmų įsigijimo sąnaudos;
- techninės pagalbos sąnaudos;
- statinio projekto vykdymo priežiūros sąnaudos;
- konkurso statinio statybos techninei priežiūrai rengimo sąnaudos;
- statinio statybos techninės priežiūros sąnaudos;
- konkurso projekto viešinimui sąnaudos;

- projekto viešinimo sąnaudos;
- konkurso projekto auditui sąnaudos;
- projekto audito sąnaudos;
- konkurso projekto stebėsenai sąnaudos.

Sąnaudas apskaičiuoti galima dviem būdais:

- atlikti sąmatinius skaičiavimus naudojant sustambintus rodiklius;
- apskaičiuoti kainas pagal analogiškus projektus (įvertinant infliaciją).

Apskaičiuojant planavimo, projektavimo, statinio projekto vykdymo priežiūros, statinio statybos techninės priežiūros, kitų inžinerinių paslaugų kainą rekomenduojama naudotis Aplinkos ministerijos dokumentais, reglamentuojančiais statinio projektavimo ir inžinerinių paslaugų kainų apskaičiavimą.

Apskaičiuojant statybos darbų kainą, būtina išskirti:

- statybos vietos paruošimo kainą;
- pagrindinių darbų kainą;
- nenumatytas išlaidas (užsakovo rezervą) ir jas pagrįsti;
- pridėtinės vertės mokestį.

Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad kelio naudotojų ir kelio įtakos zonoje gyvenančių žmonių sąnaudų komponentės yra šios (Main ..., The Cohesion ..., 2000–2006):

Autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos (APES). Važiuojant keliu, patiriamos įvairios sąnaudos, kurias sudaro: kuro, tepalų, automobilio priežiūros, padangų kaina, vairuotojų atlyginimas ir kitos išlaidos. Dalis šių sąnaudų nepriklauso nuo kelio ir jo būklės, tačiau kita dalis priklauso nuo kelio dangos nelygumo, eismo juostų skaičiaus ir jų pločio, važiavimo greičio, kelio kreivėtumo, išilginio nuolydžio (Laurinavičius ir Žilionienė, 2001; Miškinis ir Lingaitis, 2006; Puvanachandran, 1997). Tarptautiniame kelių valdymo modelyje HDM yra sudarytos APES priklausomybės nuo šių rodiklių (Rodrigo, 1994; Kumares and Samuel, 2007).

Nuostoliai dėl eismo įvykių. Eismo įvykiai atneša didelę žalą visuomenei. Skaičiuojama, kad nuostoliai dėl eismo įvykių Europos Sąjungoje sudaro 1–2 % nuo Europos Sąjungos BVP (COST 313, 1994). Lietuvoje avaringumas vienas didžiausių Europoje. Avaringumas yra svarbus ekonomijos rodiklis, t. y. ku mažiau žūsta ar sužalojama žmonių, sugadinama transporto priemonių, tuo gauname didesnę ekonomiją (Partheeban ir kt., 2008; Richard and Forman, 2003; Murray, 1996; Chirinko and Harper, 1993; Janke, 1991). Išskiriama žuvusio žmogaus, sužeisto žmogaus bei techninio eismo įvykio kaina (Litman and Fitzroy, 2005; Elvik, 1994).

Kelionės laiko trukmės sąnaudos. Ekonomikos teorijoje kelionės laikas yra išreiškiamas pinigais (Hensher and Goodwin, 2004; Litman, 2007; Lyons, 2003; Newbery, 2002; Litman, 2001; Whitelegg, 1993). Kelionės kaina išreiškiama apibendrintomis sąnaudomis, kurios apjungia kelionės laiką ir pinigines

išlaidas. Kelionėje sugaištas laikas individo požiūriu yra sąnaudos, nes tuo metu jis negali atlikti kitos veiklos. Sutaupyto laiko vertė priklauso nuo to, ką individas gali sukurti per tą laiką. Išskiriamos žmogaus darbo laiko, nedarbo laiko bei krovinio transportavimo laiko sąnaudos. Kelionės gali būti suskirstytos į vietines ir tarptautines bei verslo ir ne verslo keliones, kadangi skirtinga šių kelionių laiko vertė (Hensher and Goodwin, 2004). Kelionės trukmė priklauso nuo pasirinkto maršruto ilgio, transporto priemonės, kelio būklės, leistino greičio, transporto priemonės techninių charakteristikų, eismo intensyvumo ir kelio laidumo (Kumares and Samuel, 2007; Levinson, 1992; Brownstone and Small, 2005; MacKie, 2003). Investicijų projektuose turi būti atskirai vertinamos kelionės laiko sąnaudos normaliomis sąlygomis ir kelionės laiko sąnaudos transporto spūstyse.

Ekologiniai nuostoliai. Investicijų projekte turi būti nustatyti prognozuojami teršalų kiekiai projekto įgyvendimo ir neįgyvendinimo atvejais. Turi būti analizuojama (HEATCO ..., 2006; Kumares and Samuel, 2007):

- oro tarša: $PM_{2,5}$, NO_x , SO_2 , O_3 ir dulkės žvyrkeliuose išskiriant užstatytas ir neužstatytas teritorijas;
- triukšmas;
- šiltnamio efektas: CO_2 ekvivalentas.

Kelio eksploatacijos (priežiūros) sąnaudos. Kelio eksploatacijos (priežiūros) tiesioginės sąnaudos:

- įgyvendinus projektą:
 - statinio nuolatinės priežiūros sąnaudos;
 - statinio periodinių remontų sąnaudos;
 - projekto stebėsenos (ex-ante ir ex-post) sąnaudos;
 - statinio antros ir vėlesnių stadijų įgyvendinimo sąnaudos (jeigu planuojama stadijinė statyba ir stadijos tiksliai suplanuotos);
- neįgyvendinus projekto:
 - statinio nuolatinės priežiūros sąnaudos;
 - statinio periodinių remontų sąnaudos;
 - statinio kapitalinio remonto sąnaudos (jeigu tas būtina užtikrinant minimalius norminių dokumentų reikalavimus).

Taigi, projekto planavimo, projektavimo ir įgyvendinimo tiesioginės sąnaudos yra vienkartinės ir patiriamos planavimo ir įgyvendinimo stadijoje. Kelių naudotojų ir kelio įtakos zonos gyventojų bei kelio eksploatacijos sąnaudos (nuostoliai) patiriamos įgyvendinimo ir eksploatacijos stadijose. Tačiau, įdiegus projektą, šios sąnaudos (nuostoliai) sumažėja dėl pagerėjusios kelio dangos kokybės, įdiegtų saugaus eismo priemonių, triukšmo sienučių ir pan. Vadinasi, šių sąnaudų skirtumas, t. y. sąnaudų, patiriamų neįgyvendinus projekto, ir įdiegus projektą, parodo jo naudą, o šių sąnaudų skirtumą (naudą) atėmus iš vienkartinių investicijų, apskaičiuojamas investicijų atsipirkimas.

Nustačius projekto investicijų išlaidas, grynąsias projekto pajamas bei finansavimo šaltinius, būtina įvertinti *projekto finansinį gyvybingumą*, tai yra ar finansavimo šaltiniai ir gryniosios projekto pajamos padengs projekto išlaidas. Tuo atveju, jei suvestinis projekto grynujų pinigų srautas kiekvienu projekto analizės laikotarpiu yra teigiamas, projektas yra finansiškai gyvybingas.

Investavus į automobilių kelių infrastruktūrą, t. y. pagerinus kelių kokybę, įdiegus saugaus eismo priemones, atitinkamai padidinus projektinį automobilių greitį, sumažėja autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos, nuostoliai dėl avaringumo, sąnaudos dėl kelionės laiko trukmės, ekologiniai nuostoliai bei kelio eksploatacijos (priežiūros) sąnaudos. *Šių sąnaudų (nuostolių) ekonomija ir parodo investicijų efektyvumą į automobilių kelių infrastruktūrą.*

2.5. Antrojo skyriaus išvados

1. Kelių infrastruktūros plėtra ir investicijos planuojamos ir realizuojamos pagal ilgalaikio ir vidutinio laikotarpio programas bei konkrečius investicinius projektus.
2. Išanalizuota kelių projekto rengimo tvarka, remiantis Europos Sąjungos ir konkrečios šalies reikalavimais, parodė, kad planuojant investicijas būtina atlikti visą kompleksą priemonių prieš imantis vieno ar kito projekto – pasirinkti konkretų projektą iš visų programoje pateiktų, nurodyti projekto įgyvendinimo galimybes, įvertinti apskaičiuotus finansinius, ekonominius rodiklius, parengti finansavimo programą, įgyvendinti numatytą projektą ir vykdyti ekonominę bei finansinę stebėseną iki projekto ciklo pabaigos.
3. Kelių investicinio projekto nauda išreiškiama tiesioginėmis ir netiesioginėmis pajamomis. Netiesiogines pajamas sudaro patiriamos mažesnės autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos, nuostolių dėl avaringumo sumažėjimas, sąnaudų ekonomija dėl sutrumpėjusio kelionės laiko, sumažėję ekologiniai nuostoliai. Tiesiogines pajamas sudaro sumažėjusios kelio priežiūros sąnaudos. *Šių sąnaudų (nuostolių) sumažėjimas parodo investicijų efektyvumą plėtojant automobilių kelių infrastruktūrą.*
4. Pasaulyje naudojamos metodikos skirtos konkrečių projektų arba konkrečių sąnaudų (nuostolių) komponentėms apskaičiuoti, tačiau nėra metodikų, kuriose vienu metu būtų analizuojami projektai visais aspektais bei leistų atrinkti prioritetinius kelių ruožus investicijoms bendrame automobilių kelių tinklo kontekste. Todėl, darbe pristatomas modelis, kuriam taikant globalios optimizacijos metodą „LP-paieška“, atrenkami kelių ruožai investicijoms įvertinus visas sąnaudų (nuostolių) komponentes.

Perspektyvus modelis investicinių projektų efektyvumui nustatyti

Skyriuje pristatomas perspektyvus kelių infrastruktūros investicinių projektų efektyvumui nustatyti skirtas modelis. Naudojant statistinius duomenis, išvestos regresijos lygtys ir modelis pritaikytas nustatyti investicijų į žvyrkelių asfaltavimą Lietuvos sąlygomis prioritetus. Atlikta globalios optimizacijos LP-paieška metodo analizė. Skyriaus tematika paskelbtas autoriaus straipsnis (Lingaitis, 2008).

3.1. Perspektyvaus modelio kelių infrastruktūros investicinių projektų efektyvumui nustatyti skirto modelio sudarymas

Pagal praeitame skyriuje nustatytas sąnaudų komponentes, sudaroma bendroji investicijų planavimo modelio forma:

$$S_{\rightarrow 0} = -(S_1) - (S_6'') + \{(\Delta S_2) + (\Delta S_3) + (\Delta S_4) + (\Delta S_5) + (S_6')\}, \quad (3)$$

čia: S_1 – kelio projektavimo, tiesimo bei saugaus eismo priemonių diegimo išlaidos; S_6'' – kelio eksploatacijos ir remonto sąnaudos; ΔS_2 – autotransporto prie-

monių eksploatacinių sąnaudų skirtumas iki ir po projekto diegimo; ΔS_3 – nuostolių dėl avaringumo skirtumas iki ir po projekto diegimo; ΔS_4 – kelionės laiko trukmės sąnaudų skirtumas iki ir po projekto diegimo; ΔS_5 – ekologinių nuostolių skirtumas iki ir po projekto diegimo; S_6 – kelio priežiūros ir remonto sąnaudos iki projekto diegimo (nauda, įgyvendinus projektą).

Kelių projektavimo ir rekonstrukcijos, tiesimo sąnaudos S_1 . Kelių tiesimo, rekonstravimo ar remonto darbų kaina apskaičiuojama pagal darbų kiekius bei darbų ir medžiagų vienetines kainas. Nesant techninio projekto, planuojamų darbų kaina nustatoma pagal analogiškų projektų konkursinę kainą arba pagal vienetines kainas, naudojant sustambintus darbų ir medžiagų kiekius, t. y. atliekant statybos kainos pagrindimo skaičiavimus.

Autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos S_2 . Autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos šiame darbe įvertintos pagal kelio nelygumą ir automobilių vidutinį greitį. Kelio dangos nelygumas yra vienas iš svarbiausių rodiklių atliekant ekonominį vertinimą. Jis išmatuojamas pagal tarptautinį nelygumo indeksą IRI (International Roughness Index) m/km. Didėjant nelygumo indeksui, automobilių vidutinis greitis mažėja.

Taip pat, sąnaudų dydis priklausomai nuo transporto priemonių kategorijų, yra skirtingas. Pagal turimus duomenis išvedame APES formulę:

$$S_2 = VMPEI \cdot \frac{APES}{1000} \cdot L \cdot 365, \quad (4)$$

čia: $VMPEI$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./para; L – kelio ruožo ilgis, km; k – ciklų skaičius paromis; $APES$ – autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos, Lt/km, kur:

$$APES = \sum_{i=1}^m APES_i \cdot kv_i \cdot kts_i, \quad (5)$$

čia: $APES_i$ – autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų suma pagal transporto priemonių kategorijas (automobiliai, autobusai, sunkvežimiai, vilkikai); kv_i – transporto srauto pagal kategorijas pasiskirstymo greičio koeficientas; kts_i – transporto srauto pagal kategorijas pasiskirstymo koeficientas.

Nuostoliai dėl avaringumo S_3 . Rengiant investicijų projektą, būtina surinkti duomenis apie įskaitinius ir neįskaitinius eismo įvykius, įvykius analizuojamame kelių tinkle bent ketverių metų laikotarpyje (jeigu yra duomenys apie ilgesnį laikotarpį, juos taip pat reikia naudoti).

Eismo įvykiai skirstomi pagal pasekmes:

- eismo įvykis, kuriame žuvo žmonės;
- eismo įvykis, kuriame buvo sužeisti žmonės;
- techninis eismo įvykis.

Avaringumo laipsniui nustatyti naudojamas avaringumo koeficientas AK (Automobilių ..., 2006):

$$AK = \frac{A \cdot 10^6}{(365 \cdot L \cdot VMPEI)}, \quad (6)$$

čia: A – įskaitinių eismo įvykių skaičius per metus; L – kelio ruožo ilgis, km; $VMPEI$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./para.

Autoavarijų sąnaudos apskaičiuojamos pagal šią formulę:

$$AN = \left(\frac{AK \cdot L \cdot VMPEI \cdot 365}{10^6} \right) \cdot VVAK, \quad (7)$$

čia: AK – avaringumo koeficientas; L – kelio ruožo ilgis, km; $VMPEI$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./para; $VVAK$ – vidutinė vienos avarijos kaina, Lt.

Pagal šiuos duomenis išvedame autoavarijų sąnaudų matematinę formulę:

$$S_3 = VMPEI \cdot \frac{AK}{10^6} \cdot L \cdot VVAK \cdot 365, \quad (8)$$

čia:

$$VVAK = \sum_{i=1}^m VVAK_i \cdot AS_i, \quad (9)$$

čia: $VVAK_i$ – vidutinių vienos avarijos kainų suma (avarijos su žuvusiaisiais, avarijos su sužeistaisiais, techniniai eismo įvykiai); AS_i – avarijų skaičius.

Šiuo metu Lietuvoje, kol nėra sukurta geresnė metodika, siūloma naudoti Suomijos kelių direkcijos modelio TARVA adaptaciją Lietuvai TARVAL (Lithuanian ..., 1998). Inžinerinių priemonių poveikio koeficientų pagal TARVAL modelį nėra didelis – dažniausiai avaringumas sumažėja ne daugiau kaip 10–15 %, ir tik kai kuriais atvejais – dvigubai (skirtingų lygių pėsčiųjų perėjos įrengimas).

Kelionės laiko trukmės sąnaudos S_4 . Investicijų projektuose kelionės trukmė yra išreiškiama sąnaudomis.

Kelionės trukmė priklauso nuo pasirinkto maršruto ilgio, kelio būklės, leistino greičio, transporto priemonės techninių charakteristikų, eismo intensyvumo ir kelio pralaidumo. Šis parametras turi didelę įtaką ilgesnėms kelio atkarpoms, nes sutaupoma daugiau laiko.

Remiantis nustatytais įkainiais, išvedame kelionės laiko sąnaudų formulę:

$$S_4 = VMPEI \cdot \frac{LVi}{V} \cdot L \cdot 365, \quad (10)$$

čia: $VMPEI$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./para; V – vidutinis transporto priemonių srauto greitis nagrinėjamame kelio ruože, km/val; L – kelio ruožo ilgis, km; LVi – kelionės laiko sąnaudų įkainiai, Lt/val., kur:

$$LVi = \sum_{i=1}^m LVi_i \cdot ts_i \cdot hs_i, \quad (11)$$

čia: LVi_i – kelionės laiko sąnaudų įkainių suma pagal transporto priemonių kategorijas; ts – transporto srauto pagal kategorijas pasiskirstymo koeficientas; hs_i – vidutinis valandų skaičius sugaištas kelyje vnt./para.

Ekologiniai nuostoliai S_5 . Nustatant aplinkosauginių priemonių ekonominę naudą turi būti skaičiuojami šių teršalų kiekiai: NO_x , O_3 , SO_2 , CO_2 , $PM_{2.5}$. Atskirai apskaičiuojamos emisijos gyvenamose teritorijose ir užmiesčio zonose. Suvienodinti ekologinių nuostolių įkainiai Europos Sąjungos šalyse pateikti HEATCO studijoje (HEATCO ..., 2006).

Dulkėtumo ir kitų ekologinių nuostolių ekonomija tiesiogiai priklauso nuo eismo intensyvumo. Remiantis TKTI parengta Žvyrkelių 2004–2005 m. asfaltavimo darbų, finansuotų Europos Sąjungos regioninės plėtros fondo lėšomis, technine ir ekonomine stebėseną (Žvyrkelių ..., 2007), 3 lentelėje pateiktos dulkėtumo ir kitų ekologinių nuostolių santaupos išasfaltavus žvyrkelį esant $VMPEI=200$ aut./para.

3 lentelė. Dulkėtumo ir kitų ekologinių nuostolių santaupos

Table 3. Social and environmental effect

Ar kelio ruožas eina per apgyvendintą teritoriją?	Ekologiniai nuostoliai žvyrkeliuose, tūkst. Lt/km per metus	Ekologiniai nuostoliai keliuose su asfaltbetonio danga, tūkst. Lt/km per metus	Ekologinių nuostolių ekonomija, tūkst. Lt/km per metus
Taip	39,030	32,526	6,504
Ne	2,131	1,773	0,358

Remiantis šiais duomenimis, išvedame ekologinių sąnaudų formules žvyrkeliuose (12) ir išasfaltavus žvyrkelį (13):

$$S_5' = VMPEI' \cdot (0,535 \cdot L_1 + 0,029 \cdot L_2) \cdot 365, \quad (12)$$

$$S_5'' = VMPEI'' \cdot (0,446 \cdot L_1 + 0,024 \cdot L_2) \cdot 365. \quad (13)$$

čia: $VMPEI'$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas iki projekto diegimo, aut./para; $VMPEI''$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas po projekto diegimo, aut./para; L_1 – kelio ruožo ilgis gyvenvietėse, km; L_2 – kelio ruožo ilgis ne gyvenvietėse, km.

Kelio eksploatacijos (priežiūros) sąnaudos S_6 . Kelio priežiūros ir eksploatacijos sąnaudoms apskaičiuoti išvedama matematinė formulė remiantis *Automobilių kelių priežiūros ir remonto ekonominiais normatyvais EN-06* (Automobilių ..., 2007). Tai paskaičiuoti įkainiai darbams keliuose su atitinkama danga, bei priskirtus priežiūros lygius (aukštas, vidutinis žemas), Lt/1000 m² per metus. Apskaičiuojant sąnaudas priežiūrai, taip pat įvertinamas esamos ir būsimos dangos plotis, kadangi išasfaltavus žvyrkelį, danga paprastai susiaurėja (arba išplatauja, jei projekte numatoma tiesti platesnę dangą už esamą).

$$S_6 = B \cdot L \cdot 1000 \sum_{j=1}^n D_j, \quad (14)$$

čia: D – kelių priežiūros darbų grupės, Lt/1000 m²; B – dangos plotis, m.

Išvedę atskirų parametrų formules bei įstačius jas į (3), gaunamas modelis, skirtas investicijų į automobilių kelius teikiamai naudai apskaičiuoti vieneriems metams:

$$\begin{aligned} S_{\rightarrow 0} = & - \sum_{i=1}^m S_{li} \cdot L - L \cdot B'' \cdot 1000 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D_{ij}'' + \\ & \left\{ \sum_{i=1}^m ((VMPEI'_i \cdot APES'_i - VMPEI''_i \cdot APES''_i) \cdot \frac{L \cdot 365}{10^3} + \right. \\ & (VMPEI'_i \cdot AK'_i - VMPEI''_i \cdot AK''_i) \cdot \frac{L \cdot VVAK \cdot 365}{10^6} + \\ & VMPEI'_i \cdot \frac{LVi}{V'} - VMPEI''_i \cdot \frac{LVi}{V''}) \cdot L \cdot 365 + \\ & \left. \left(VMPEI'_i \cdot (0,535 \cdot L_1 + 0,029 \cdot L_2) - \right. \right. \\ & \left. \left. - VMPEI''_i \cdot (0,446 \cdot L_1 + 0,024 \cdot L_2) \right) \cdot 365 + \right. \\ & \left. \left(L \cdot B' \cdot 1000 \sum_{j=1}^n D_{ij}' \right) \right\}, \end{aligned} \quad (15)$$

čia: $VMPEI_i$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas iki žvyrkelio išasfaltavimo, vnt.; $APES'$ – autransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos iki žvyrkelio išasfaltavimo, Lt 1000 automobilių km; $VMPEI''$ – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas po išasfaltavimo, vnt.; $APES''$ – autransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos po žvyrkelio išasfaltavimo, Lt 1000 automobilių km; AK' – avaringumo koeficientas iki žvyrkelio išasfaltavimo; AK'' – avaringumo koeficientas po žvyrkelio išasfaltavimo; $VVAK$ – vidutinė vienos avarijos kaina, Lt; L – ruožo ilgis, km; L_1 – ruožo ilgis per gyvenvietę, km; L_2 – ruožo ilgis ne gyvenvietėje; D_j – žvyrkelio priežiūros darbų įkainiai, Lt/1000 m²; D_j'' – kelio su asfalto danga priežiūros įkainiai, Lt/1000 m²; B' – kelio dangos plotis iki projekto diegimo, m; B'' – kelio dangos plotis po projekto diegimo.

3.2. Tyrimo metodika

3.2.1. Modelio pritaikymas realizavimui LP-paieškos metodu

Šiuo modeliu galima lyginti visų rūšių kelių darbų rūšis, t. y. kelio rekonstrukcija, paviršiaus apdorojimas, naujo kelio tiesimas, žvyro dangos asfaltavimas. Priklausomai nuo darbų rūšies, kai kuriuos parametrus reiktų koreguoti. Pvz., jei tai kelio rekonstrukcija, nuostoliai dėl dulketumo nevertinami. Šiame darbe modelis bus realizuojamas pritaikant jį žvyrkelio asfaltavimo darbams.

Autotransporto priemonių einamosios sąnaudos (APES). Kaip jau buvo minėta, APES priklauso nuo kelio nelygumo, važiavimo greičio, automobilio kategorijos ir t.t. Remiantis (Žvyrkelių ..., 2007) vidutinė automobilių eismo srauto sudėtis Lietuvos žvyrkeliuose yra tokia:

- lengvieji automobiliai – 73 %;
- mini autobusai – 7 %;
- autobusai – 1 %;
- lengvi 2-ašiai sunkvežimiai – 5 %;
- vidutiniai 2-ašiai sunkvežimiai – 7 %;
- sunkieji 2-ašiai sunkvežimiai – 3 %;
- 3-ašiai sunkvežimiai – 2 %;
- 4-ašiai sunkvežimiai – 1 %;
- 5-ašiai sunkvežimiai – 1 %.

Remiantis šiais duomenimis, 4 lentelėje pateikti paskaičiuoti vidutiniai transporto srauto APES priklausomai nuo IRI įkainiai.

Kelių projekto gyvavimo ciklas trunka 20 metų. Eksploatacijos metu jo techninės charakteristikos kinta, todėl kasmet įvertinamas kelio dangos nelygumo padidėjimas. Pagal Lietuvoje galiojančias rekomendacijas, dangai turi būti atliekamas vidutinis remontas du kartus iki kapitalinio remonto, t. y. per visą dangos amžių atliekami du vidutiniai (paviršiaus apdorojimas) ir vienas kapitalinis (naujos dangos uždengimas) remontai. Laikotarpiai iki vidutinio remonto nustatomi išmatavus nusidėvėjimo laipsnį bei išmatavus lygumą pagal šį modelį (Baublys ir kt., 1996):

$$h_T = aT + \left(\frac{bN_1}{1000} \right) \left[\frac{(kq_1)^T - 1}{kq_1 - T} \right], \quad (16)$$

čia: N_1 – eismo intensyvumas ciklo pradžioje; k – koeficientas, nustatantis eismo sudėties pokyčius; q_1 – metinio eismo intensyvumo prieaugio rodiklis; a – aplinkos ir klimatinis koeficientas; b – parametras, nusakantis dangos stiprumo, vandens sugieriamumo, eismo sudėties bei jo greičio santykį.

10 paveiksle pateiktas tipiškas dangos regresijos grafikas (Puodžiukas, 2000).

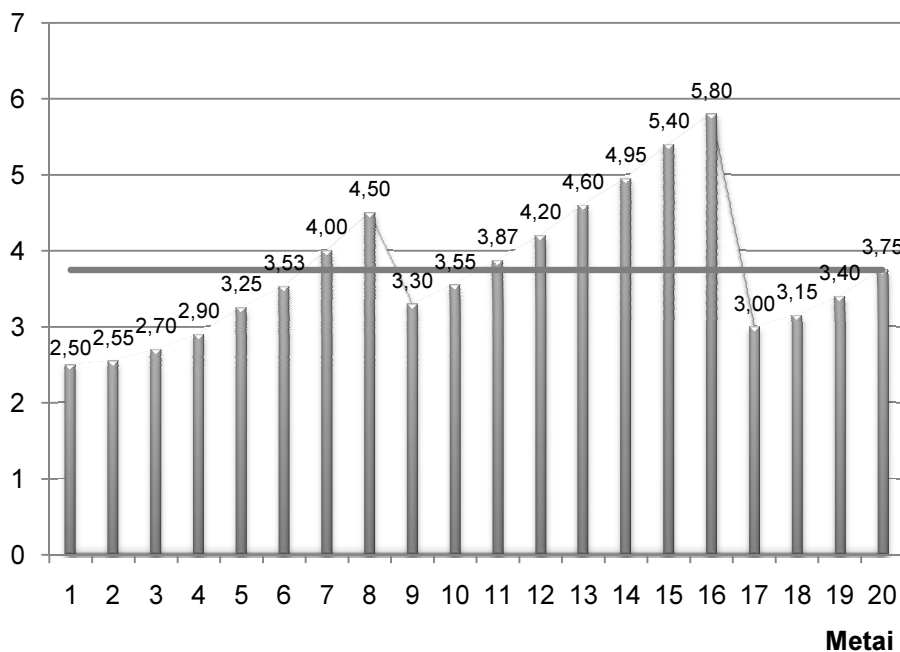
4 lentelė. Vidutiniai transporto srauto APES priklausomai nuo IRI įkainiai, Lt
Table 4. VOC of average traffic flow (LTL)

Nelygumas pagal IRI, m/km	Lengvasis automobilis	Mažas autobusas	Didelis autobusas	Mažas sunkvežimis	Vidutinis 2-ašis sunkvežimis	Didelis 2-ašis sunkvežimis	3-ašis sunkvežimis	4-ašis ir 5-ašis sunkvežimis	Vilkiškas	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	73 %	7 %	1 %	5 %	7 %	3 %	2 %	1 %	1 %	
1	505,16	112,07	25,92	82,3	154,21	71,22	52,92	26,52	31,37	1061,69
2	521,95	115,5	26,27	84,45	156,66	72,33	53,78	27,01	31,98	1089,93
3	556,26	122,29	26,97	88,75	161,56	74,58	55,46	28	33,2	1147,07
4	589,84	128,87	27,69	93	166,6	76,92	57,16	29,02	34,54	1203,64
5	624,15	135,59	28,43	97,3	171,99	79,47	58,9	30,1	36,08	1262,01
6	659,19	142,45	29,2	101,7	177,87	82,26	60,78	31,28	37,86	1322,59

4 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	695,69	149,87	30,09	106,55	184,8	85,71	63,02	32,64	40,01	1388,38
8	732,19	157,29	30,98	111,35	191,73	89,16	65,26	34	42,16	1454,12
9	769,42	164,71	31,86	116,2	198,66	92,61	67,62	35,37	44,3	1520,75
10	808,84	172,69	32,95	121,45	206,78	96,66	70,32	36,93	46,69	1593,31
11	848,26	180,67	34,03	126,75	214,97	100,74	73,12	38,49	49,09	1666,12
12	889,87	189,07	35,37	132,3	223,93	105,21	76,22	40,19	51,58	1743,74
13	932,21	197,4	36,71	137,9	232,96	109,65	79,32	41,89	54,07	1822,11
14	973,82	205,8	38,05	143,5	241,92	114,12	82,4	43,58	56,56	1899,75
15	1015,43	214,13	39,38	149,05	250,95	118,56	85,5	45,28	59,05	1977,33
16	1057,04	222,53	40,72	154,65	259,91	123,03	88,58	46,98	61,54	2054,98
17	1099,38	230,86	42,06	160,2	268,94	127,47	91,68	48,68	64,03	2133,3
18	1140,99	239,26	43,4	165,8	277,9	131,94	94,78	50,37	66,52	2210,96
19	1182,6	247,59	44,74	171,4	286,93	136,41	97,86	52,07	69,02	2288,62
20	1224,21	255,99	46,08	176,95	295,89	140,85	100,96	53,77	71,51	2366,21
21	1265,82	264,32	47,42	182,55	304,92	145,32	104,04	55,47	74	2443,86
22	1308,16	272,72	48,75	188,1	313,95	149,76	107,14	57,16	76,49	2522,23
23	1349,77	281,05	50,09	193,7	322,91	154,23	110,22	58,86	78,98	2599,81
24	1391,38	289,45	51,43	199,25	331,94	158,7	113,32	60,56	81,47	2677,5
25	1432,99	297,78	52,77	204,85	340,9	163,14	116,42	62,26	83,96	2755,07

IRI, m/km



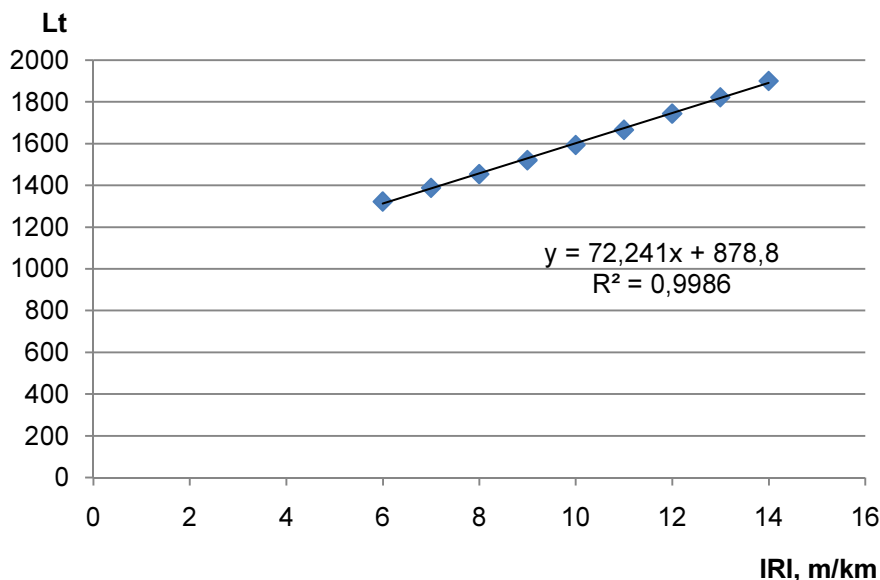
10 pav. Tipinis asfaltbetonio dangos lygumo regresijos grafikas

Fig. 10. Typical degradation of roughness of the pavement

Remiantis šiais duomenimis išvedame autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų priklausomybes kelio nelygumo atžvilgiu.

$$y = 72,241x + 878,8. \quad (17)$$

Grafinė interpretacija (17) pateikta 11 paveiksle.



11 pav. Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų priklausomybė nelygumo atžvilgiu esant žvyro dangai

Fig. 11. Vehicle operating costs correlation between the pavement roughness in case of the gravel road

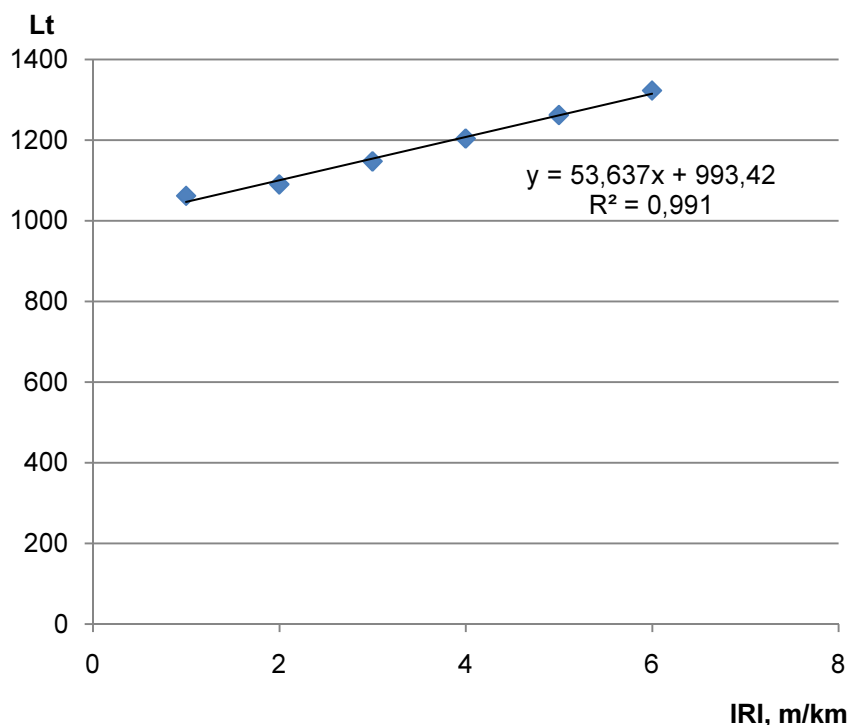
Kaip matosi iš diagramos, kelio dangos nelygumai kinta pagal tiesinę funkciją, o kitais konkrečiais atvejais gali kisti tik šio funkcinio ryšio pastovūs koeficientai.

Šalies žvyrkelių dangos nelygumo indekso diapazonas labai platus – nuo 5 iki 14 m/km (Skrinskas ir Domatas, 2006). Apatinė riba pasiekama tik išgreideriaus žvyrkelį, tačiau priklausomai nuo oro sąlygų ir eismo intensyvumo, koeficientas gali labai greitai kisti. 14 m/km jau laikoma labai blogos būklės danga ir ją reikia tvarkyti. Todėl, parinktos kraštinės ribos parinktos nuo 5 iki 14.

Asfalto dangos nelygumo indeksas svyruoja nuo 1,5 iki 6, todėl lygties išvedimui pasirenkame šį diapazoną.

$$y = 53,637x + 993,42. \quad (18)$$

Grafinė interpretacija (18) pateikta 12 paveiksle.



12 pav. Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų priklausomybė nelygumo atžvilgiu esant asfaltuoti dangai

Fig. 12. VOC correlation between the surface roughness in case of the paved road

Kaip matosi iš grafiko, autotransporto priemonių einamosios sąnaudos didėjant kelio nelygumui auga tolygiai vieno remontinio ciklo laikotarpiu.

Kaip buvo minėta, autotransporto priemonių einamosios sąnaudos priklauso ir nuo transporto srauto greičio. Įvertinę 5 lentelėje pateiktus duomenis, paskaičiuojami vidutiniai autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų koeficientai, priklausomai nuo transporto srauto greičio.

5 lentelė. Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų padidėjimas priklausomai nuo transporto srauto greičio

Table. 5. Rise in VOC depending of traffic average speed

Transporto srauto vidutinis greitis (km/val.)	Lengvasis automobilis	Mažas autobusas	Didelis autobusas	Mažas sunkvežimis	Vidutinis dviašis sunkvežimis	Didelis dviašis sunkvežimis	Triašis sunkvežimis	4-ašis ir 5-ašis sunkvežimis	Vilkiškas	Iš viso
	73 %	7 %	1 %	5 %	7 %	3 %	2 %	1 %	1 %	
15	1,533	0,1365	0,0152	0,0875	0,1232	0,0522	0,029	0,0141	0,0179	2,0086
20	1,2775	0,1155	0,0134	0,076	0,1057	0,0447	0,0254	0,0127	0,0155	1,6864
25	1,1169	0,105	0,0122	0,069	0,0952	0,0402	0,0234	0,0119	0,014	1,4878
30	1,0147	0,0945	0,0115	0,064	0,0882	0,0372	0,0222	0,0113	0,0131	1,3567
35	0,9417	0,0882	0,011	0,0605	0,0833	0,0351	0,0214	0,011	0,0123	1,2645
40	0,8833	0,084	0,0106	0,058	0,0798	0,0336	0,0208	0,0107	0,0118	1,1926
45	0,8395	0,0805	0,0104	0,0565	0,0777	0,0327	0,0204	0,0105	0,0114	1,1396
50	0,8176	0,0784	0,0102	0,055	0,0756	0,0318	0,0202	0,0103	0,0111	1,1102
55	0,7957	0,0763	0,0101	0,0535	0,0742	0,0312	0,02	0,0102	0,0108	1,082
60	0,7811	0,0749	0,0101	0,053	0,0728	0,0309	0,02	0,0101	0,0106	1,0635
65	0,7738	0,0735	0,01	0,052	0,0721	0,0306	0,02	0,0101	0,0104	1,0525
70	0,7592	0,0728	0,01	0,0515	0,0714	0,0303	0,02	0,01	0,0103	1,0355
75	0,7519	0,0721	0,01	0,051	0,0707	0,03	0,02	0,01	0,0102	1,0259
80	0,7446	0,0714	0,01	0,0505	0,07	0,03	0,02	0,01	0,0101	1,0166
85	0,7373	0,0707	0,01	0,0505	0,07	0,03	0,02	0,01	0,0101	1,0086
90	0,73	0,07	0,01	0,05	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	1

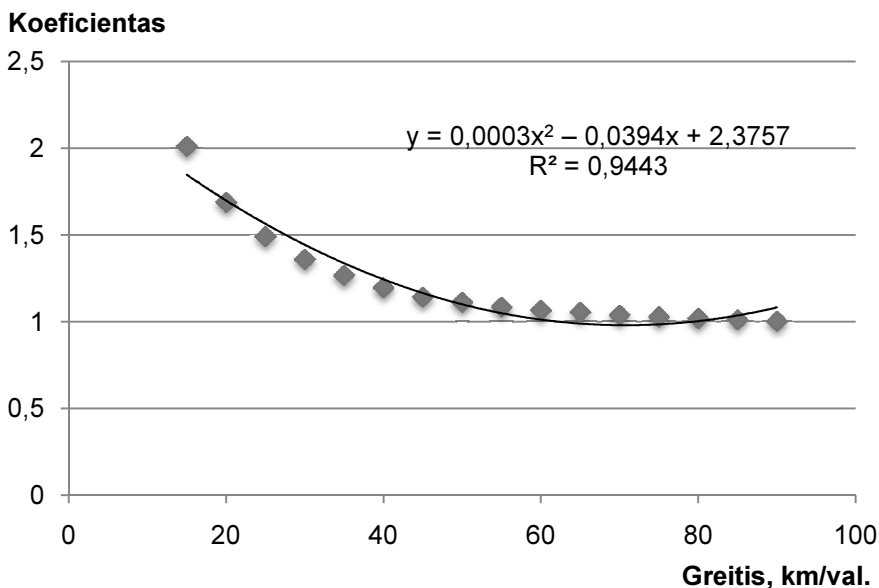
Remiantis šiais duomenimis išvedame autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų padidėjimo priklausomybę nuo transporto srauto greičio.

$$y = 0,0003x^2 - 0,0394x + 2,3757. \quad (19)$$

Grafinė interpretacija (19) pateikta 13 paveiksle.

Grafikas, pateiktas 13 paveiksle aiškiai rodo, kad autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų mažėja pagal kvadratinę priklausomybę didinant greitį iki 90 km/val. Viršijus šią ribą, jos pradeda augti. Taigi, reikia konstatuoti, kad mūsų šalyje leistinas maksimalus greitis ne automagistralėse, ekonominiu požiūriu parinktas optimaliai.

VMPEI (Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas). Eismo intensyvumo kitimas įtakoja transporto infrastruktūros plėtojimo strategiją. Tai yra vienas svarbiausių rodiklių, pagrindžiant investicijų projektus ekonominiu ir aplinkosauginiu požiūriais. Dažniausiai skaičiavimuose pakanka vidutinio metinio paros eismo intensyvumo ir vidutinės metinės paros eismo sudėties.



13 pav. Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų padidėjimo priklausomybė nuo transporto srauto greičio

Fig. 13. Correlation between the vehicles average speed and rise in VOC

Eismo intensyvumas yra apskaičiuojamas automatizuotai, naudojant skaičiuoklius-klasifikatorius arba rankiniu būdu.

Šiame darbe ekonominio vertinimo skaičiavimuose įvertinamos 9 transporto priemonių klasės:

- lengvieji automobiliai;
- maži autobusai (iki 20 vietų);
- dideli autobusai;
- dviašiai maži sunkvežimiai (iki 3,5 t bendrosios masės);
- dviašiai vidutinio didumo sunkvežimiai (nuo 3,5 t iki 5,5 t bendrosios masės);
- dviašiai dideli sunkvežimiai (virš 5,5 t bendrosios masės);

- triašiai sunkvežimiai;
- keturašiai sunkvežimiai;
- penkiaašiai sunkvežimiai.

Europos šalyse, sudarant eismo intensyvumo prognozes, naudojamos dvi metodikos: „Growth“ ekstrapoliacija ir ekonometrinis prognozavimas (Dixon, 2004). Sudarant „Growth“ ekstrapoliaciją analizuojamos praeities tendencijos. Remiantis tuo, kas buvo praeityje, bandoma prognozuoti padėtį, kuri bus ateityje. Tokios prognozės gali būti netikslios, jei praeitį smarkiai įtakojo krizės ar kiti ekonominiai bei socialiniai veiksniai. Ekonometrinio prognozavimo atveju nagrinėjama šalies makroekonominė aplinka bei jos sąsajos su eismo intensyvumu. Naudojant šį metodą, eismo intensyvumo prognozės sudaromos remiantis vien makroekonominių rodiklių prognozėmis, o tai mažina prognozuojamų duomenų patikimumą. Dažnai, siekiant patikimesnio rezultato, abu metodai apjungiami. Svarbiausi faktoriai prognozuojant eismo intensyvumo kitimą Lietuvos keliuose yra šie: pokyčiai šalies ekonomikoje, transporto priemonių skaičiaus kitimas, gyventojų skaičiaus pokyčiai, automobilių panaudojimo lygis (tai skaičius, parodantis kiek vienas automobilis vidutiniškai nuvažiuoja kilometrų per metus), užsienio automobilių eismo intensyvumo pokyčiai, urbanistinių ir pramonės zonų išsidėstymo šalies teritorijoje pakitimai.

Toliau daromos įvairios prielaidos: nesikeis gyventojų politika pervežant autobusais ir traukiniais; nebus naujų apribojimų gyventojams, norintiems įsigyti vairuotojo teises; neatsiras naujų taisyklių, reguliuojančių maksimalius leistinus krovinių automobilių svorius ir t. t. Prognozės sudaromos trimis scenarijais (vidutiniu, optimistiniu bei pesimistiniu) kiekvienai automobilių klasei atskirai miesto gatvėms bei užmiesčio keliams.

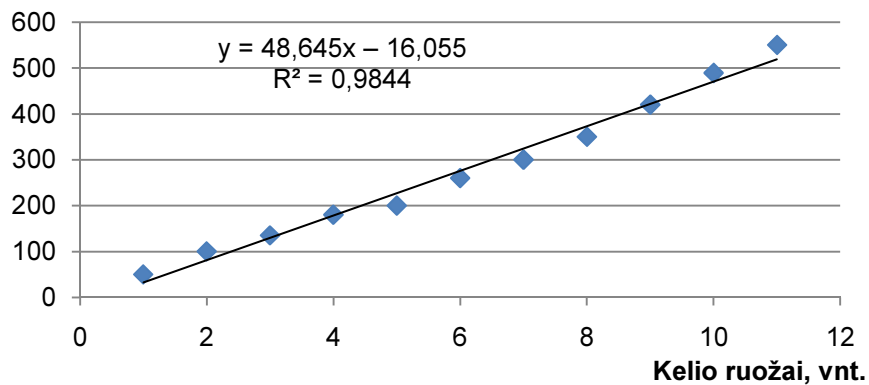
VMPEI įvertinti, buvo naudojama Žvyrkelių asfaltavimo darbų 2003–2006 metų techninė ekonominė stebėsena. 54 tirtuose ruožuose, žvyrkeliuose VMPEI svyruoja nuo 50 iki 550, išasfaltavus – nuo 55 iki 605 automobilių per parą. Remiantis šiais duomenimis, pasirinkta 11 atsitiktinių kelio ruožų, ir išvestos VMPEI pakitimo priklausomybės kelio ruožuose iki ir po asfaltavimo.

$$y = 48,645x - 16,055, \quad (20)$$

$$y = 53,51x - 17,66. \quad (21)$$

Grafinės interpretacija (20) ir (21) pateiktos 14 ir 15 paveiksluose.

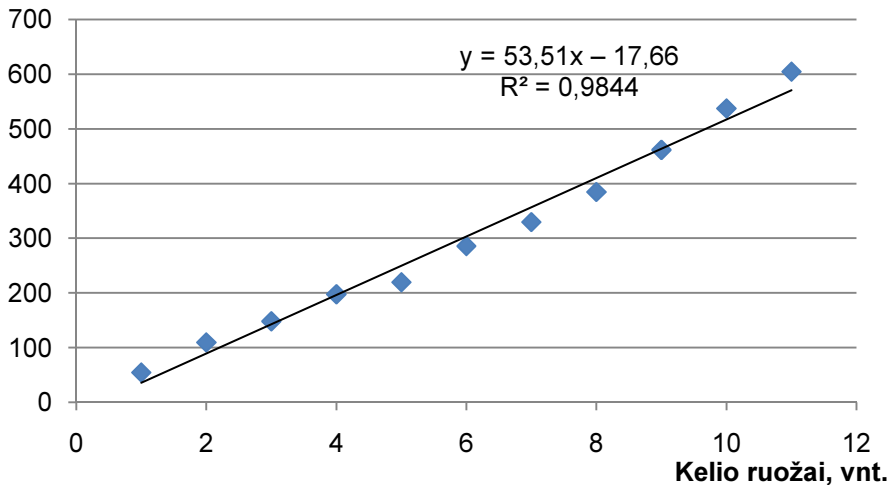
**VMPEI,
automobiliai
per parą**



14 pav. Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas žvyrkeliuose

Fig. 14. Annual average daily traffic on gravel roads

**VMPEI,
automobiliai
per parą**



15 pav. Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas po išasfaltavimo

Fig. 15. Annual average daily traffic on paved roads

Analizuojant 14 ir 15 paveiksluose pateiktus grafikus, sudarytus pagal regresijos lygtis (20) ir (21), kurios gautos remiantis statistiniais duomenimis, galima daryti išvadą, kad VMPEI po žvyrkelių išasfaltavimo vidutiniškai padidėja apie 10 %. Tai galima paaiškinti tuo, kad pagerinus kelio kokybę, eismas susigeneruoja iš alternatyvių ruožų, t. y. iš paraleliai esančių kelių. Jei tokių šalia projektuojamo kelio ruožo nėra, apskaičiuojant projekto naudą 20 metų, VMPEI didėjimas prognozuojamas tik proporcingai autotransporto priemonių parko didėjimui. Greičio priklausomybė nuo kelio nelygumo (IRI) pagal HDM-4 modelio paskaičiavimus pavaizduota 6 lentelėje.

6 lentelė. Greičio priklausomybės nuo kelio nelygumo

Table 6. Correlation between speed on road and pavement roughness

Kelio nelygumas pagal IRI, m/km	Greitis, km/val.
0	90
1	90
2	90
3	90
4	88
5	85
6	80
7	75
8	70
9	65
10	60
12	50
15	40
20	30
25	20

Remiantis šiais duomenimis, bei atsižvelgdami į minėtus kelio nelygumus žvyrkelyje ir asfaltuotame kelyje, išvedame vidutinių greičių priklausomybes nuo kelio nelygumo.

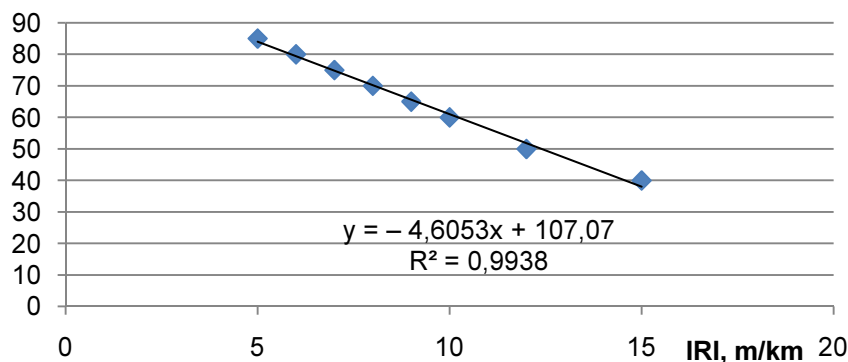
$$y = -4,6053x + 107,07. \quad (22)$$

Grafinė interpretacija (22) pateikta 16 paveiksle.

$$y = -0,5238x^2 + 1,6429x + 89,452. \quad (23)$$

Grafinė interpretacija (23) pateikta 17 paveiksle.

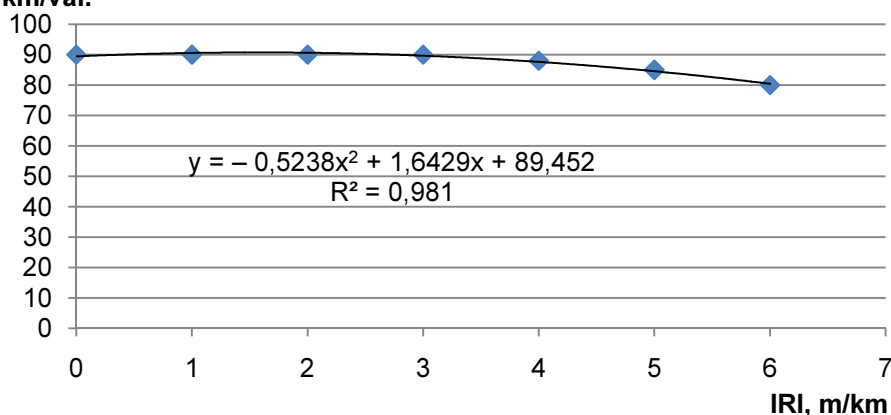
**Greitis,
km/val.**



16 pav. Greičio priklausomybė nuo kelio nelygumo pagal IRI žvyrkelyje

Fig. 16. Correlation between the average vehicle speed and roughnes on gravel road

**Greitis,
km/val.**



17 pav. Greičio priklausomybė nuo kelio nelygumo pagal IRI asfaltuotame kelyje

Fig. 17. Correlation between the average vehicle speed and roughnes on paved road

Lyginant 16 ir 17 paveikslėliuose pateiktus grafikus galima konstatuoti, kad iki IRI 6 m/km važiavimo greičio lėtėjimas tiek žvyrkelyje, tiek ir išasfaltuotame kelyje lėtėja maždaug tuo pačiu intensyvumu, tačiau peržengus šią ribą, asfaltuotame kelyje greičio mažėjimo intensyvumas yra didesnis negu žvyrkelyje, nes pastarajame jis krenta pagal tiesinę priklausomybę, o asfaltuotame kelyje pagal kvadratinę. Tai rodo, kad norint palaikyti projektinį greitį asfaltuotame kelyje, būtinos investicijos kelio dangos remontui.

Kelio eksploatacijos (prižiūros) išlaidos. Kelio dangos degradaciją daugiausiai lemia oro (klimato) sąlygos ir eismo intensyvumas, todėl sudaryti tiesioginę priklausomybę pagal šiuos rodiklius neįmanoma. Todėl, siekiant nustatyti žvyrkelių priežiūrai skiriamų lėšų kitimo ribas, buvo pasitelkti statistiniai 2000–2008 metų duomenys (Lietuvos ..., 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008) ir ekspertų nuomonė.

Ekspertų suteiktais duomenimis, 50 % kelių priežiūros lėšų skiriama magistraliniams keliams, 30 % lėšų skiriama krašto ir rajoniniams keliams su danga, 20 % žvyrkeliams. Po išasfaltavimo, priežiūrai skiriama 40 % žvyrkeliams skiriamos sumos. Remiantis šiais duomenimis, buvo atlikti skaičiavimai, kurie pateikti C priede. 7 lentelėje pateikiami įkainiai, kiek išlaidų per metus skiriama žvyrkeliams ir juos išasfaltavus.

7 lentelė. Išlaidos, skiriamos žvyrkelių ir juos išasfaltavus, priežiūrai

Table 7. Road maintenance costs for gravel road and after paving them

Metai	Žvyrkeliams, Lt/km	Išasfaltavus, Lt/km
2000	3700,18	1480,07
2001	3847,25	1538,9
2002	4506,64	1802,66
2003	4968,53	1987,41
2004	5255,85	2102,34
2005	5915,13	2366,05
2006	6758,08	2703,23
2007	7081,16	2832,46
2008	8749,47	3499,79

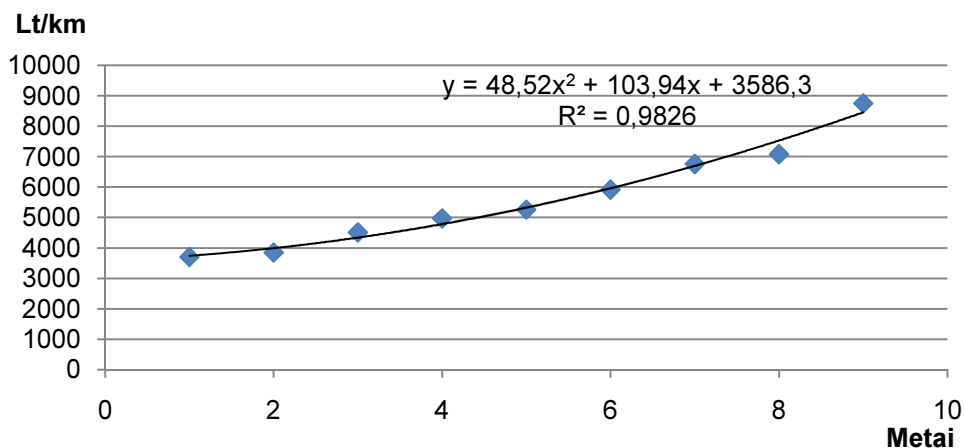
Remiantis šiais duomenimis, išvedamos priklausomybės skiriamų lėšų ir laiko atžvilgiu.

$$y = 48,52x^2 + 103,94x + 3586. \quad (24)$$

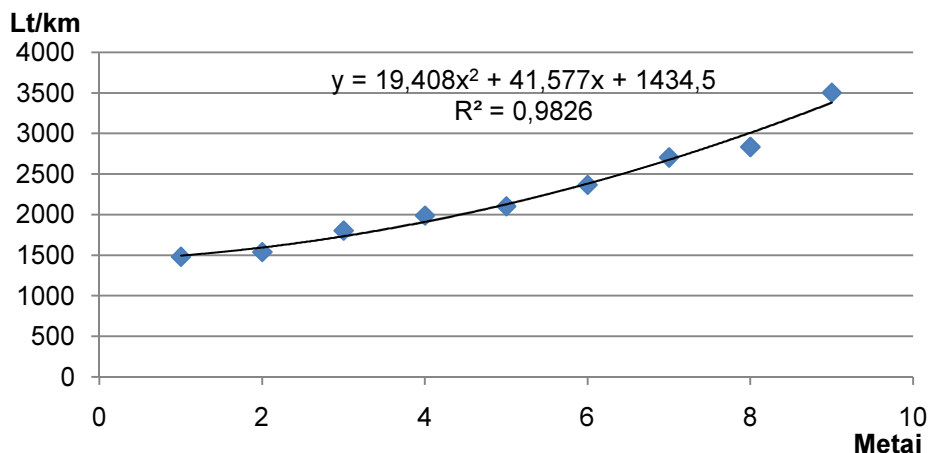
Grafinė interpretacija (24) pateikta 18 paveiksle.

$$y = 19,408x^2 + 41,577x + 1434,5. \quad (25)$$

Grafinė interpretacija (25) pateikta 19 paveiksle.



18 pav. Žvyrkelių priežiūrai skiriamų lėšų pokytis laiko atžvilgiu
Fig. 18. Road maintenance costs of the gravel road with respect to time



19 pav. Priežiūrai skiriamų lėšų pokytis laiko atžvilgiu išasfaltavus žvyrkelius
Fig. 19. Road maintenance costs of the paved road with respect to time

Palyginus 18 ir 19 paveiksluose pateiktus grafikus matosi, kad 1 kelio priežiūros kilometrui skiriamos lėšos iki ir po asfaltavimo auga maždaug tuo pačiu intensyvumu, t. y. jos paklūsta kvadratiniam priklausomumui šiek tiek didesniu intensyvumu asfaltuotiems keliams, tačiau absoliutiniu dydžiu žvyrkeliams yra apie 2,5 karto didesni.

Išvedę visas priklausomybes ir sustatę jas į (15) gauname tokią matematinio modelio išraiškos formą:

$$\begin{aligned}
 S_{\rightarrow 0} = & - \sum_{i=1}^m S_{li} \cdot L - L \cdot \sum_{i=1}^m (19,408x_{10}^2 + 41,577x_{10} + 1434,5) + \\
 & \left\{ \sum_{i=1}^m (((48,645x_1 - 16,055)(72,241x_2 + 878,8)(0,0003x_3^2 - 0,0394x_3 + 2,3757) - \right. \\
 & (53,51x_4 - 17,66)(53,637x_5 + 993,42)(0,0003x_6^2 - 0,0394x_6 + 2,3757) \cdot \frac{L \cdot 365}{10^3} + \\
 & ((48,645x_1 - 16,055)AK' - (53,51x_4 - 17,66)AK')) \cdot \frac{L \cdot VVAK \cdot 365}{10^6} + \\
 & (48,645x_1 - 16,055) \frac{LVi}{(-4,6053x_7 + 107,07)} - \\
 & (53,51x_4 - 17,66) \frac{LVi}{(-0,5238x_8^2 + 1,6429x_8 + 89,452)} \cdot L \cdot 365 + \\
 & \left. \left((48,645x_1 - 16,055)(0,535L_1 + 0,029L_2) - \right. \right. \\
 & \left. \left. - (53,51x_4 - 17,66)(0,446L_1 + 0,024L_2) \right) \cdot 365 + \right. \\
 & \left. (48,52x_9^2 + 103,94x_9 + 3586,3) \right\},
 \end{aligned} \tag{26}$$

čia – $19,408x_{10}^2 + 41,577x_{10} + 1434,5$, kai $x_{10}=1...9$ (19 pav.) – išlaidos priežiūrai išasfaltavus žvyrkelį;

$48,645x_1 - 16,055$, kai $x_1=1...11$ (14 pav.) – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas žvyrkeliuose;

$72,241x_2 + 878,8$, kai $x_2=5...14$ (11 pav.) – autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos žvyrkelyje;

$0,000394x_3^2 - 0,0394x_3 + 2,3757$, kai $x_3=20...70$ (13 pav.) – autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų padidėjimas nuo transporto srauto greičio žvyrkelyje;

$53,51x_4 - 17,66$, kai $x_4 = 1 \dots 11$ (15 pav.) – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas išasfaltavus žvyrkelį;

$53,637x_5 + 993,42$, kai $x_5 = 1.5 \dots 6$ (12 pav.) – autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos išasfaltavus žvyrkelį;

$0,000394x_6^2 - 0,0394x_6 + 2,3757$ $x_6 = 70 \dots 90$ (13 pav.) – autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų padidėjimas nuo transporto srauto greičio išasfaltavus žvyrkelį;

$-4,6053x_7 + 107,07$, kai $x_7 = 20 \dots 70$ (16 pav.) – transporto srauto vidutinis greitis žvyrkelyje;

$-0,5238x_8 + 1,6429x_8 + 89,452$, kai $x_8 = 70 \dots 90$ (17 pav.) – transporto srauto vidutinis greitis išasfaltavus žvyrkelį;

$48,52x_9^2 + 103,94x_9 + 3586,3$, kai $x_9 = 1 \dots 9$ (18 pav.) – žvyrkelio priežiūros išlaidos (nauda, įgyvendinus projektą);

AK' – avaringumo koeficientas iki žvyrkelio išasfaltavimo;

AK'' – avaringumo koeficientas po žvyrkelio išasfaltavimo;

$VVAK$ – vidutinė vienos avarijos kaina, Lt;

L – ruožo ilgis, km;

L_1 – ruožo ilgis per gyvenvietę, km;

L_2 – ruožo ilgis ne gyvenvietėje.

Kaip jau buvo minėta, šie apskaičiavimai atlikti žvyrkelių asfaltavimo naujai nustatyti, mažinant visuomenines sąnaudas Lietuvos sąlygomis.

3.2.2. Daugiakriterinis optimizavimas. Globalios optimizacijos metodo LP-paieška analizė

Pateiktame modelyje yra 10 kintamųjų, todėl surasti optimalų variantą vienas kito atžvilgiu pakankamai sudėtinga. Daugelis matematinių optimizacijos metodų skirti surasti vienai optimaliai parametro reikšmei, todėl dažniausiai stengiamasi daugiakriterinę užduotį supaprastinti iki vienakriterinės. Daugelis neteisinių sprendimų būna priimami būtent šiame etape, kadangi suformuluota matematinė užduotis neadekvati pradinei užduočiai ir rastas „optimalus sprendimas“ bus neteisingas.

Paprastai laikoma, kad matematinę užduotį turi sudaryti atitinkamos srities specialistas, kuris gerai išmano užduoties esmę. Tačiau, kada kalbama apie užduotį su daugeliu parametrų ir keletu kriterijų, sudaryti matematinę užduotį labai sunku, nes specialistas dažnai gerai įsivaizduoja kiekvieno parametro kitimo ribas, tačiau nežino visų kriterijų galimybių ir būtinas išankstinis jų paskaičiavimas (Ginevičius ir Podvezko, 2005).

Tiesinio programavimo uždaviniai. Sudarant tiesinio programavimo uždavinį, kaip ir kiekvieną operacijų tyrimo modelį, turi būti apibrėžiami kintamie-

ji, kurių optimalias reikšmes reikia rasti, tikslo funkcija, kurią reikia optimizuoti, ir apribojimai, kuriuos turi tenkinti kintamieji.

Tiesinio programavimo modelis gali būti pateiktas kanonine, standartine arba bendrąja forma. Sprendžiant kiekvieną tiesinio programavimo uždavinį reikia rasti kintamųjų $x_1, x_2, \dots, x_n$ reikšmes, kurios suteiktų didžiausią (arba mažiausią)

reikšmę tikslo funkcijai $\sum_{j=1}^n c_j x_j$ ir tenkintų tiesinius apribojimus:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i=1, \dots, m_1, \quad i=m_1+1, \dots, m, \quad x_j \geq 0,$$

Kai $j=1, \dots, n_1$ ir x_j bet kokio ženklo, kai $j=n_1+1, \dots, n$.

Kadangi disertacijoje nagrinėjamo modelio tikslo funkcija yra netiesinė, šiuo programavimo metodu jo realizuoti negalime.

Sveikaskaičio programavimo uždaviniai. Sveikaskaičio arba iš dalies sveikaskaičio programavimo uždavinio pavyzdys:

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{j=1}^n c_j x_j, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j & \leq b_i, \quad i=1, \dots, m_1, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j & = b_i, \quad i=m_1+1, \dots, m, \\ u_j \leq x_j & \leq v_j, \quad j=1, \dots, n, \end{aligned}$$

x_j sveikieji skaičiai, kai $j \in S$.

Šiuo metodu realizuojami uždaviniai, kurių kintamuosius sudaro tik sveiki skaičiai. Kadangi nagrinėjamo modelio kintamieji ne vien sveiki skaičiai, šiuo metodu jo realizuoti taip pat negalime.

Parametrinio programavimo uždaviniai. Parametrinio programavimo uždavinio pavyzdžiai:

$$\begin{aligned} \max \sum_{j=1}^n (c_j + tc'_j) x_j, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = 1, \dots, m_1, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i = m_1 + 1, \dots, m, \\ x_j \geq 0, j = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

ir

$$\begin{aligned} \max \sum_{j=1}^n c_j x_j, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i + tb'_i, i = 1, \dots, m_1, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i + tb'_i, i = m_1 + 1, \dots, m, \\ x_j \geq 0, j = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

Abiem atvejais gaunamas parametro t kitimo srities suskaidymas į intervalus, kurių kiekvieno viduje sprendinys (bazinių kintamųjų aibė) nesikeičia, o optimali tikslo funkcijos reikšmė tiesiškai išreiškiama parametru t . Parametru t „peržengus“ intervalo ribas keičiasi sprendinys ir tikslo funkcijos išraiška parametru t .

Sudarytame modelyje tikslo funkcijos parametrai neišreikšti t parametru, todėl metodas taip pat modelio realizavimui netaikytinas.

Stochastinio programavimo uždaviniai. Stochastinis programavimas nagrinėja uždavinius, kuriuose atskiri arba visi parametrai yra atsitiktiniai dydžiai. Tokios situacijos būdingos realiems uždaviniams, kada sudėtinga arba neįmanoma nustatyti tikslų parametrų reikšmių. Šis metodas taip pat netaikytinas modelio realizacijai, kadangi neužduoti naudojamų parametrų teoriniai tikimybiniai skirstiniai ir tikimybė, kad kiekvienas kintamasis kinta atitinkamam intervale.

LP-paieška yra determinuotas Monte Karlo metodo analogas, leidžiantis parinkti optimalias reikšmes sprendžiant įvairias daugiakriterines užduotis, įvertinant įvairius reikalavimus ir apribojimus.

Monte Karlo metodas – skaičiavimo algoritmas, pagrįstas statistiniu modeliavimu ir gautų rezultatų apdorojimu statistiniais metodais. Šis metodas leidžia brangiai kainuojančius bandymus pakeisti modeliavimu kompiuteriais ir labai

sumažina tyrimų trukmę. Monte Karlo metodai dažniausiai naudojami fizikinių ir matematinių sistemų modeliavimui. Šio metodo trūkumas yra tas, kad sunku generuoti tarpusavyje priklausomų atsitiktinių dydžių reikšmes, t. y. sunku tyrinėti tikslumą, kai elementų parametrai yra priklausomi atsitiktiniai dydžiai.

LP-paieškos metodą pasiūlė rusų mokslininkai I. M. Sobol ir R. B. Statnikov (Соболев и Статников, 1981).

Pagrindiniai metodo privalumai:

- galimybė analizuoti keletą kriterijų vienu metu. Metodu vienu metu galima įvertinti kelių kriterijų reikšmes (kiekis neribojamas), kurie gali būti vienu metu vienas kitą eliminuojantys ir tuo pačiu specialistui nereikia spėlioti kuri reikšmė yra geresnė, t. y. užduoties supaprastinti iki vieno kriterijaus įvertinant įvairius svorio koeficientus; parinkti optimalias reikšmes galima duomenų apdorojimo metu.
- tolygiai paskirstytų sekų naudojimas. Tolygiai paskirstytų sekų naudojimas zonduojant daugiamatį vienetinį kubą leidžia staigiai sumažinti bandymo reikšmių skaičių bei apdoroti sudėtingas funkcijas. Tolygiai paskirstytos sekos – tai taip vadinamos LP_τ -sekos, kurios šiuo metu vienos iš geriausiai įvertinamų tolygumo atžvilgiu iš visų žinomų tolygiai paskirstytų sekų.

Metodo esmė yra n -matės erdvės zondavimas LP_τ -sekos taškais. Vienetinio kubo tūris (kordinačių ribos $[0,1]$) atitinka pasirinktų parametų kiekiui. Parametų kitimo ribos (kintamųjų ribos) projektuojamos į vienetinį kubą (skaičiavimas vyksta su konvertuotomis reikšmėmis, kintančiomis nuo $[0,1]$ arba atvirkščiai (skaičiavimas vyksta įprastais vienetais). Tokiu būdu konvertuotos bandymo reikšmės iš pradžių pereina per funkcinius apribojimus, užklojamus ant parametų derinių, vėliau per kriterinius apribojimus, užklojamus ant kokybės kriterijų reikšmių. To pasekoje specialistas gauna užduoties sprendinių rinkinį ir pasirenka optimalų bandymo variantą. 20 paveiksle pavaizduotas LP-paieškos algoritmas.

Žinoma, kad daugelis užduočių, kuriose ieškoma geriausio sprendimo iš daugelio galimų, krypta į nelijinio programavimo užduotį, kurioje reikia rasti:

$$\min_{\bar{x} \in R^n} f(\bar{x}),$$

esant lygybių ir nelygybių G apribojimams

$$\begin{cases} h_k(\bar{x}) = 0, k = 1, 2, \dots, m, \\ g_k(\bar{x}) \leq 0, k = m + 1, m + 2, \dots, p. \end{cases}$$

Tikslo funkcija $f(\bar{x}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ nustato kriterijų, parenkant geriausią sprendimą iš daugelio alternatyvų. Bus analizuojama minimizacija, kadangi $f(\bar{x})$ maksimizacija akivaizdžiai ekvivalenti funkcijos $(-f(\bar{x}))$ minimizacijai. Užduoties apribojimai nustato galimą sritį G , sudarančią taip vadinamą galimų sprendimų sritį. Bet kuris, tenkinantis apribojimus, vektorius $\bar{x}$ vadinamas galimu vektoriumi (arba galimu tašku).

Galimas vektorius $\bar{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$, nusakantis tikslo funkcijos $f(\bar{x})$ minimumą, vadinamas optimaliu tašku, o atitinkamos funkcijos $f(\bar{x}^*)$ reikšmės – tikslo funkcijos optimalia reikšme. $\bar{x}^*$ ir $f(\bar{x}^*)$ sudaro optimalų sprendinį. Išskiriamas lokalus ir globalus optimalus sprendimas.

Abiem atvejais $f(\bar{x}^*) \leq f(\bar{x})$, tačiau globaliam optimaliam sprendimui šis santykis taikomas visiems $\bar{x} \in G$, o lokaliai optimaliam sprendimui tik mažose taško $\bar{x}^*$ ribose.

Globalus minimumas – tai optimalūs sprendimai iš visų galimų srities sprendimų. Jis geresnis nei visi kiti sprendimai, atitinkantys lokalius minimumus, ir būtent jį reikia surasti. Tačiau, visi žinomi ir šiuo metu efektyviai naudojami kiekybiniai optimizacijos metodai yra lokaliniai, t. y. nustatantys tik lokalius optimalius sprendinius.

Paprastiausios tikslo funkcijos $f(\bar{x})$ reikšmės $\bar{x}^*$ minimumo globali paieška susideda iš to, kad galimoje srityje G išrenkamos kelios bandymo reikšmės $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^N$ kiekvienoje iš jų paskaičiuojama $\bar{x}^*$ tikslo funkcijos reikšmė ir parenkama reikšmė, kurioje tikslo funkcija įgyja minimalią reikšmę. Ši reikšmė naudojama priartėjimui prie ieškomos reikšmės tikslo funkcijos $f(\bar{x})$ globalaus minimumo. Laikoma, kad paieškos metodas sutampa, jei esant pakankamai dideliam N nors viena iš reikšmių $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^N$ papuola į iš anksto užsiduotą tikslinės funkcijos $f(\bar{x})$ globalaus minimumo taško U apribojimą.

Esant neatsitiktiniam paieškai, bandymo taškais pasirenkami neatsitiktiniai taškai $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^N$. Iš pirmo žvilgsnio atrodytų, kad taškus srityje reikėtų parinkti tolygiai. Tačiau taip nėra. Tarkime, kad funkcija $f(\bar{x})$ priklauso tik nuo vieno argumento $f(\bar{x}) = f(x)$. Jos reikšmė apskaičiuojama tokiaime „tolygiame“ tinkle, kurį sudaro $N = M^n$ taškų. Tokiu atveju gauname tik M įvairių reikšmių, iš kurių rinksime mažiausias, t. y. $N - M$ taškai buvo veltui apskaičiuojami. Taip, pavyzdžiui tiriant dviejų kintamųjų funkciją $f(x_1, x_2)$, esančią K^2 , kuri labai priklauso tik nuo x_1 , mes gausime tik penkias skirtingas reikšmes, kurių kiekviena bus pakartota penkis kartus. Jeigu, $f(\bar{x})$ „iš esmės“ priklauso nuo $m < n$ argumentų, tai be reikalo bus skaičiuojami $N - M^m$ taškų. Pavyzdžiui $n=4, m=2$ ir

$M=10$, funkcijos „nereikalingų“ taškų kiekis bus lygus $N-M^m=M^n-M^m=10^4-10^2=9900$ iš bendro skaičiaus $N=10000$ apskaičiuotų reikšmių. Pirmą kartą tokia ypatybė buvo paskelbta 1957 metais (Соболев, 1957).

Atsitiktiniai tinkluliai šio trūkumo neturi, kadangi vienodų abscisių keliuose skirtinguose taškuose tikimybė yra lygi nuliui. Tačiau, gal efektyviau nustatyti bandymo taškus, o ne ieškoti jų atsitiktinai? Pavyzdžiui, kai $n=2$, taškai projektuojami į kiekvieną iš koordinačių taškų skirtinguose N taškuose ir apskaičiavus funkcijos reikšmę tokiuose tinklo taškuose, mes gausime N skirtingų reikšmių, bei susidarysime daug geresnį vaizdą apie funkciją ir jos kitimo diapazoną.

LP-paieškos idėja yra ta, kad bandymo taškais naudojamos taip vadinamos tolygiai paskirstytų taškų sekos (Соболев и Статников, 1981; Knuth, 1997; Kucherenko ir Sytsko, 2005), t. y. LP_τ – sekos $Q_1, Q_2, \dots, Q_N, \dots$, (Halton, 1970). Šios sekos yra determinuoti nepriklausomų atsitiktinių taškų analogai, tolygiai paskirstyti K^n . Globali šių taškų sekų paieška sutampa: įrodyta, kad jei $S_N(U)$ – taškų skaičius, papuolantis į mažą plotą tikslinės funkcijos $f(x)$ taško U minimumą, tai $S_N(U) \geq 1$, esant pakankamai dideliui N . Priedo, kuo tolygiau išsidėstę taškai, tuo greičiau sutampa paieškos procesas. Laikoma, kad taškų LP_τ – sekos yra vienos iš labiausiai tolygiai paskirstytų sekų.

LP_τ -sekos. Jeigu dvejetainėje sistemoje taško numeris užrašomas: $i=e_m e_{m-1}$, kur $e_m, e_{m-1}, \dots, e_2, e_1$ – dvejetainiai skaičiai, iš kurių kiekviena lygi 0 arba 1, atitinkamas taško numerio pasiskirstymas dešimtainėje sistemoje atrodo taip (Antonov ir Saleev, 1980):

$$i = 2^{m-1} e_m + 2^{m-2} e_{m-1} + \dots + 2e_2 + e_1, \quad (27)$$

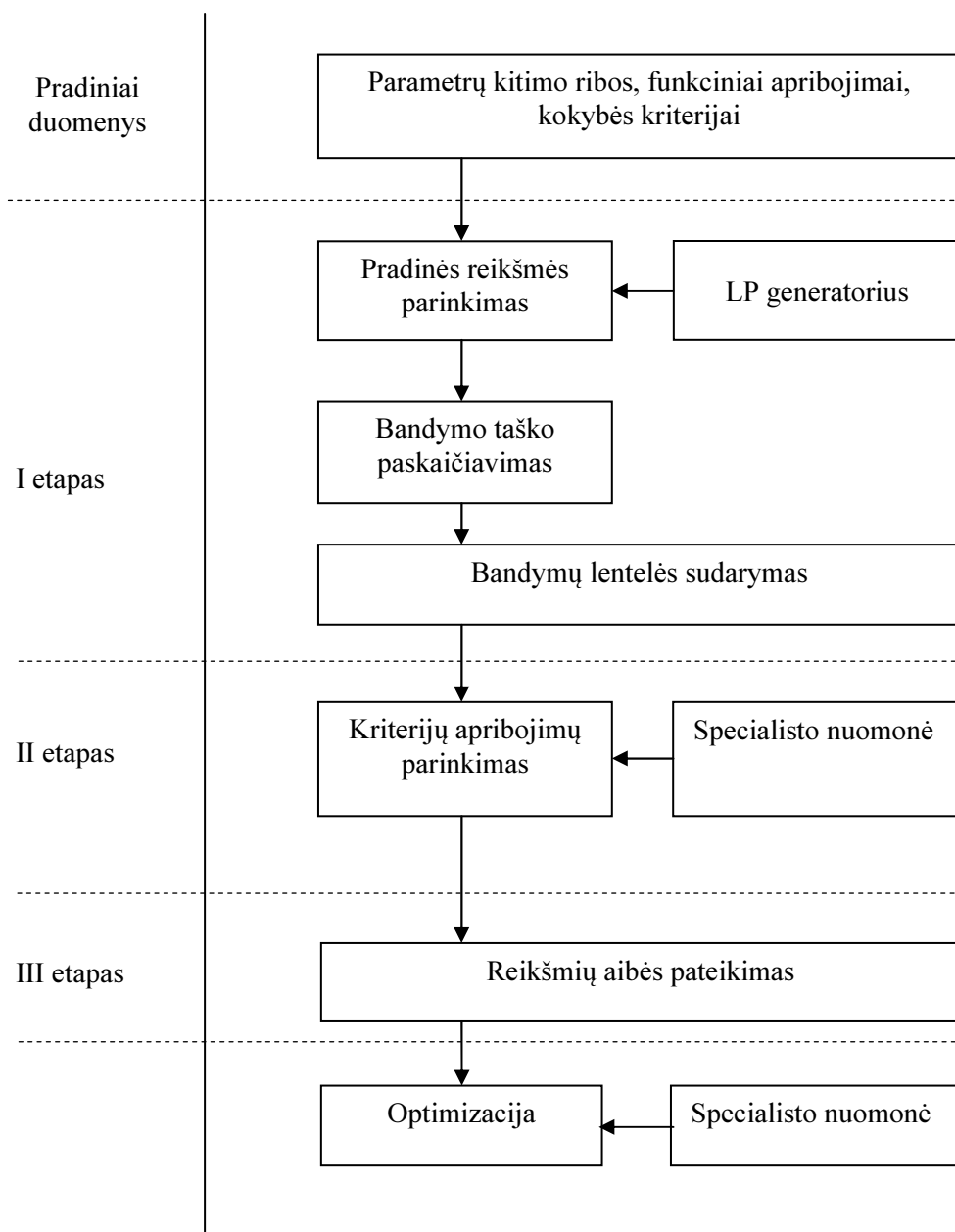
tai visoms $1 \leq j \leq n$:

$$q_j^i = e_1 V_j^i \cdot e_2 V_j^2 \cdot e_3 V_j^3 \cdot \dots \cdot e_m V_j^m, \quad (28)$$

čia visoms $q_j^i, j=1, 2, \dots, n$ - LP_τ -sekų taškų Q_i koordinatės.

Vektoriai $\bar{V}^s = (V_1^s, V_2^s, \dots, V_n^s)$ lengvai apskaičiuojami.

Literatūros šaltinyje (Соболев, 1969) esančioje lentelėje yra nurodyti taškų $\bar{V}^s$ koordinačių skaitikliai, kurie vadinami $1 \leq n \leq 13, 1 \leq s \leq 20$ nukreipiančiaisiais taškais.



20 pav. LP-paieškos algoritmo schema
Fig. 20. Scheme of algorithm of LP-search

Visų taško $\bar{V}^s$ koordinačių vardikliai lygūs 2^s . Pavyzdžiui, kai $n=7$, $s=3$, $\bar{V}^s=(1/8, 5/8, 7/8, 1/8, 5/8, 7/8, 3/8)$. Tada, taškų kiekis bus $N \leq 2^{21}$, dydis $n \leq 13$. Darbe (Соболев и Статников, 1981) pateiktos kreipiančiųjų $1 \leq n \leq 51$, $1 \leq s \leq 20$ taškų koordinatės. Deja, pakankamai paprastų formulių kreipiančiųjų taškų apskaičiavimui, esant bet kuriam n ir s , nėra. Operacija „*“ reiškia eiliškumo sudėjimą pagal modulį du dvejetainėje sistemoje:

$$\text{jei } a = \sum_{k=1}^l a_k 2^{-k}; \quad b = \sum_{k=1}^l b_k 2^{-k}, \text{ tai } ab = \sum_{k=1}^l c_k 2^{-k},$$

čia $c_k = (a_k + b_k) \bmod 2$.

Tiksliau: tam, kad apskaičiuoti $a*b$, šiuos abu skaičius reikia surašyti dvejetainėje sistemoje ir sudėti skaičius atitinkama eile pagal taisyklę: $0+0=0$, $1+0=0+1=1$, $1+1=0$, t. y. neperkeliant vienetų į aukštesnes eiles.

Pavyzdžiui:

Operacijų kiekis apskaičiuojant Q_i auga dydžiu i , tačiau lėtai, kaip $\log_2 i$.

Pavyzdžiui, paskaičiuosime Q_{13} taško koordinatės 4-mačiame kube.

Kadangi dvejetainėje sistemoje skaičius 13 užsirašo 1101, tai $e_1 = 1$, $e_2 = 0$, $e_3 = 1$, $e_4 = 1$; Q_{13} taško koordinatės lygios: $q_j^{13} = V_j^1 \cdot V_j^3 \cdot V_j^4$, $1 \leq j \leq 4$.

Apskaičiuojame vektorius $\bar{V}^1, \bar{V}^3, \bar{V}^4$:

$$\bar{V} = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right); \quad \bar{V} = \left(\frac{1}{8}, \frac{5}{8}, \frac{7}{8}, \frac{1}{8} \right); \quad \bar{V} = \left(\frac{1}{16}, \frac{15}{16}, \frac{11}{16}, \frac{5}{16} \right).$$

Užrašę jų koordinatės dvejetainėje sistemoje, gausime:

$$q_1^{13} = 0,1 \cdot 0,01 \cdot 0,0001 = 0,1011 = \frac{11}{16};$$

$$q_2^{13} = 0,1 \cdot 0,101 \cdot 0,1111 = 0,1101 = \frac{13}{16};$$

$$q_3^{13} = 0,1 \cdot 0,111 \cdot 0,1011 = 0,1101 = \frac{13}{16};$$

$$q_4^{13} = 0,1 \cdot 0,001 \cdot 0,0101 = 0,1111 = \frac{15}{16}.$$

Taigi, $Q_{13} = (11/16, 13/16, 13/16, 15/16)$. Naudojant taškus Q_i , galime gauti atitinkamus bandymo taškus $\bar{x}^i$ bet kuriame lygiagretainyje P : $a_j \leq x_j \leq b_j$, $1 \leq n$.

Jų koordinatas galime paskaičiuoti pagal formulę:

$$x_j^i = a_j + q_j^i(b_j - a_j), 1 \leq j \leq n. \quad (29)$$

Irodyta, kad jei taškai $Q_i = (q_1^i, q_2^i, \dots, q_n^i)$ sudaro tolygiai paskirstytą seką K^n , tai taškai $\bar{x}^i$, taip pat sudaro tolygiai paskirstytą seką n -mačiame lygiagretainyje P . Tai pat įrodyta, kad jei $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \dots, \bar{x}^i, \dots$ – taškų sekos tolygiai išsidėsčiusios užsiduoto lygiagretainio kraštuose, lygiagrečiuose koordinačių kraštuose, o $G \subset P$ – laisva sritis su teigiamu tūriu $V_G > 0$, tai visi išrinkti taškai $\bar{x}^i \in G$, taip pat sudaro tolygiai paskirstytą taškų seką G . Tūrių santykis $\gamma = V_G/V_P$ vadinamas atrankos efektyvumu, kadangi vieno taško gavimui G , vidutiniškai peržiūrima $1/\gamma$ taškų P .

Šių „kvazi atsitiktinių skaičių“ privalumai, lyginant su atsitiktiniais, paskaičiuotais Monte Karlo metodu:

- visose testuojamų funkcijų klasėse, kuriose buvo atlikti eksperimentai, buvo gaunami daug greitesni sutapimai ir, palyginus su atsitiktine paieška, LP-paieškos metodu buvo gaunami tokio paties tikslumo rezultatai, panaudojant 2–4 kartus mažiau bandymo taškų.
- LP_τ -sekos taškų paskaičiavimas ypač paprastas ir lengvai programuojamas (Bratley and Fox, 1988).

Kaip jau buvo minėta, sudarant šį algoritmą laikytasi nuomonės, kad optimizavimo proceso netikslinga patikėti vien tik kompiuteriui. Atskiruose etapuose, paskaičiuotų taškų optimalų derinį turi įvertinti specialistas bei parinkti geriausią variantą. Tačiau, žinant vieno ar kelių taškų reikšmes, jas galima fiksuoti, tuo pačiu ir visiškai automatizuojant optimizavimo procesą, kadangi prie vienos fiksuotos reikšmės, likusios paskaičiuotos reikšmės sudarys globalią optimalią visumą.

Apskaičiuojant investicijų į kelius visuomenei teikiamą naudą šiame darbe pristatytu modeliu, ieškant optimalios kintamųjų visumos, vienas iš labiausiai nuspėjamų kintamųjų yra dangos nelygumas. Modelyje šios reikšmės išreikštos kintamaisiais x_2 ir x_5 , kurių reikšmės pagal dangos regresijos grafikus laiko atžvilgiu galima fiksuoti, arba kasmet užsiduoti labai siaurą jų kitimo diapazoną.

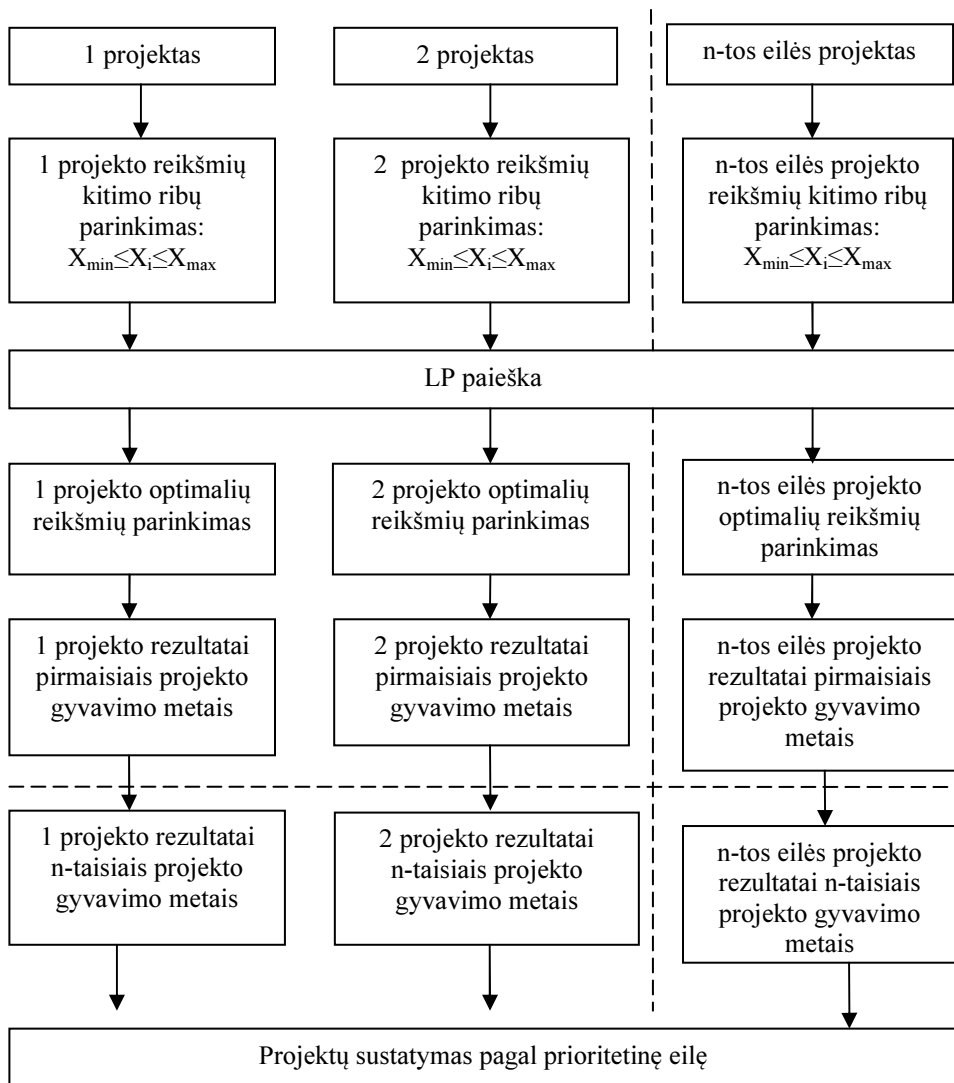
Kadangi pristatytas modelis pritaikytas apskaičiuoti naudai asfaltuojant žvyrkelius, x_2 kintamojo fiksuoti nederėtų, nes žvyrkelio dangos nelygumas priklauso nuo daugelio faktorių ir yra sunkiai prognozuojamas. Todėl, praktiniuose modelio pritaikymo pavyzdžiuose buvo naudojamas tipiniu asfalto dangos regresijos grafiku atitinkamai kasmet fiksuojant x_5 reikšmę, t. y. dangos nelygumo kitimą kasmet.

Kiekvienos asfalto dangos nelygumas kinta nevienodai, taip pat kapitaliniai remontai nebūtinai turi būti atliekami užsiduotais metais. Moksliniai darbai dangų valdymo srityje būtent ir yra orientuoti į tai, kaip, priklausomai nuo aibės faktorių, dangos paviršius kinta ir kada yra optimaliausias laikas į ją investuoti, kad būtų kuo mažesnės tiek taisymo išlaidos, tiek kelių naudotojų sąnaudos.

Todėl, naudojantis šiuo modeliu bei taikant LP-paiešką, specialisto nuomonė turėtų būti kelių inžinieriaus nuomonė, kuris įvertinęs dangos techninius parametrus bei kitus duomenis galėtų prognozuoti konkrečių ruožų dangų degradacijos priklausomybę laiko atžvilgiu.

21 paveiksle pavaizduota palyginamojo investicijų planavimo modelio, naudojant daugiakriterinio optimizavimo programą LP-paieška, blokschema.

Pagal šią schemą, iš pradžių parenkami kelių ruožai (projektai) investicijoms. Toliau, naudojantis sudarytais regresijos grafikais (9–17 pav.), kiekvienam ruožui parenkamos 10 kintamųjų galimos kitimo ribos pagal tam ruožui būdingas charakteristikas. Sekančiame etape LP-paieška sugeneruoja optimalias kintamųjų reikšmes viena kitos atžvilgiu. Programa gali pateikti iki 600 kombinacijų variantų. Šiame etape, specialistas pagal labiausiai nuspėjamus duomenis (pvz. pagal eismo intensyvumą, galimą dangos nelygumo kitimo scenarijų), išrenka atitinkamus bandymo variantus. Paskutiniame etape, programa apskaičiuoja kasmet gaunamą naudą įgyvendinus projektą bei sudaro projektų prioritetinę įgyvendinimo eilę pagal greičiausią investicijų atsipirkimą bei didžiausią teikimą naudą.



21 pav. Investicinių projektų efektyvumui nustatyti skirto modelio, naudojant globalios optimizacijos programą LP-paieška, blokschema

Fig. 21. Block scheme of the efficiency evaluation model

3.3. Trečiojo skyriaus išvados

1. Sudarytas modelis (15), leidžiantis nustatyti įdėtų lėšų atsipirkimo laiką, arba didžiausią visuomenei naudą teikiantis įgyvendintas kelių projektas konkrečiame regione su jam būdingais konstrukciniais ir eksploataciniais parametrais.
2. Esant funkciniam (kintamiesiems) ryšiams tarp atskirų modelio parametrų, kaip kintamas eismo intensyvumas, važiavimo greičio priklausomumas nuo dangos kokybės, automobilių eksploatacijos sąnaudų kaita nuo kelio dangos kokybės, kelio priežiūros lėšų kaita, avaringumo, ekologinių sąlygų kaita (dulkėtumas), realizuojant šį modelį galima taikyti globalios optimizacijos metodą LP-paieška ieškant priimtinausio varianto.
3. Nustatyta, kad autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos nuo kelio nelygumo priklauso tiesiniam dėsnui (17). Remiantis Lietuvos žvyrkelių stebėseną, nelygumas pagal tarptautinį kelių nelygumo indeksą (IRI) kinta nuo 5 iki 14 m/km.
4. Sudaryta regresijos lygtis (18) autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų priklausomumo nuo kelio nelygumo esant asfaltuotai dangai. Čia nelygumas pagal tarptautinį kelių nelygumo indeksą (IRI) kinta nuo 1,5 iki 6,0 m/km.
5. Nustatytas funkcinis ryšys tarp autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ir važiavimo greičio (APES padidėjimas nuo transporto srauto vidutinio greičio) (19). Antrojo laipsnio binomas (13 pav.) rodo, kad koeficientas k_v iki 80 km/val. krenta, po to stabilizuojasi, t. y. paskaičiuoti įkainiai važiuojant iki 80 km/val. atitinkamai didinami, o pasiekus šį greitį, įkainiams taikomas koeficientas 1.
6. Remiantis daugiamete stebėseną, nustatytas funkcinis ryšys tarp pasiekiamo greičio ir kelio nelygumų žvyrkeliuose (22) ir asfaltuotame kelyje (23). Iš 16 ir 17 paveikslų matyti, kad pirmuoju atveju greitis mažėja pagal tiesinį priklausomumą, o antruoju atveju aprašomas 2-ojo laipsnio binomu. Tai rodo, kad asfaltavus kelią jo kokybė eksploatacijos pradžioje kinta lėčiau negu žvyrkelių atveju, kas taip pat rodo investicijų į asfaltavimą privalumus.
7. Išvestos regresijos lygtys, parodančios kelių priežiūrai skiriamų lėšų dydį žvyrkeliams (24) ir asfaltuotiems keliams (25). Iš 18 ir 19 paveikslų matyti, kad išasfaltavus kelius, priežiūrai skiriamos lėšos vidutiniškai sumažėja du kartus.
8. Pateikta modelio išraiška, tinkama naudoti globalios optimizacijos metodu LP-paieška, parenkant optimalią kriterijų visumą ir tokiu būdu nustatant efektyviausią kelių projektą, kurį reikėtų įgyvendinti pirmiausia.
9. Modelio efektyvumui patikrinti būtina atlikti empirinį tyrimą, apskaičiuojant pasirinkto ruožo investicijoms naudą.

Empiriniai tyrimai investicijų efektyvumui nustatyti

Skyriuje pateikti sukurto modelio, taikant LP-paiešką tyrimo pavyzdžiai, paskaičiuojant naudą išasfaltavus 1 km žvyrkelio esant skirtingiems eismo intensyvumams.

4.1. Tyrimai, skirti patikrinti investicijų efektyvinimui plėtojant automobilių kelių sektorių taikytino modelio efektyvumą

4.1.1. Pradiniai duomenys

Praktiniam modelio pritaikymui tiriamas 1 km žvyrkelio ruožo išasfaltavimas bei saugos priemonių įdiegimas, einančio per gyvenvietę su skirtingais eismo intensyvumais.

Pagal projektavimo įmonių pateiktas žvyrkelių asfaltavimo programos I etapo Rytų ir Vakarų Lietuvos regionuose sąmatų suvestines, priimama, kad vidutiniškai žvyrkelio išasfaltavimo kilometro projektavimo išlaidos sudaro 336,49 Lt, tiesimo – 1 029 028 Lt. Saugos priemonių diegimo sąnaudos ekspertų

suteiktais duomenimis papildomai sudaro 2–3 % tiesimo išlaidų. Šiame darbe priimta, kad tai sudarys 26 000 Lt.

Eismo įvykio sąnaudų įkainiai (VVAK) 2008 metams pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė. Eismo įvykio sąnaudų įkainiai 2008 metams

Table. 8. Accident costs 2008

Eismo įvykio sąnaudų įkainiai (litas)	Eismo įvykis su žuvusiais žmonėmis	Eismo įvykis su sužeistais žmonėmis	Techninis eismo įvykis
	201 0615	182 569	5 797

Skaiciavimams paimta suminė reikšmė (VVAK = 2198981 Lt), t. y. laikyta, kad iki projekto diegimo žvyrkelio 1 km ruože buvo po vieną iš visų trijų rūšių eismo įvykių.

Avaringumo koeficientas tik išasfaltavus žvyrkelį, padidėja iki 1,1. Diegiant saugaus eismo priemones, taikomi inžinerinio poveikio koeficientai ir AK mažėja. Šiame darbe priimamas $AK=0,96$ bei, atsižvelgiant į tai, kad saugaus eismo priemonių diegimas šiuo metu Kelių priežiūros ir plėtros programoje yra prioritetas Nr. 1, ir tai, kad kelių transporto priemonės tampa vis saugesnėmis, daroma prielaida, kad AK per visą projekto gyvavimo ciklą mažės ir pabaigoje įgis reikšmę 0,90.

Kelionės laiko sąnaudos išreiškiamos piniginiiais vienetais per valandą ir suskirstytos pagal transporto priemonių kategorijas.

Kelionės laiko sąnaudų įkainiai 2008 metams pateikti 9 lentelėje.

9 lentelė. Kelionės laiko sąnaudų įkainiai 2008 metams

Table. 9. Travel time costs 2008

Automobilio tipas	Vienos valandos kelionės laiko vertė, Lt
Lengvasis automobilis	29,18
Sunkvežimis:	
2 ašių	30,00
3 ašių	38,20
4 ašių	53,90
5 ašių ir daugiau, vilkikas	67,38
Mažas autobusas (iki 20 vietų)	98,55
Didelis autobusas (virš 20 vietų)	316,50

Įvertinę transporto sruto procentinį pasiskirstymą Lietuvos keliuose (3 lentelė), laikysime, kad vienos valandos transporto sruto sugaišto laiko vertė $LV_i = 68,99$ Lt.

4.1.2. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 50 automobilių per parą

Remiantis sudarytais regresijos grafikais (11–19 pav.) parenkamos x_i kitimo ribos, kurios pateiktos 10 lentelėje.

10 lentelė. x_i kitimo diapazonas esant VMPEI 50 automobilių per parą

Table 10. x_i changing diapazone, when AADT 50 vehicle per day

Pavadinimas	Kintamieji	Nuo	Iki
VMPEI' (14 pav.)	X1	1	1,1
APES' (11 pav.)	X2	11	8
APES' V1 (13 pav.)	X3	50	40
VMPEI" (15 pav.)	X4	0	1
APES" (12 pav.)	X5	1	6
APES" V2 (13 pav.)	X6	90	85
V' (16 pav.)	X7	15	12
V" (17 pav.)	X8	0	1
P' (18 pav.)	X9	0	5
P" (19 pav.)	X10	0	5

LP-paieškos sugeneruotos ir atrinktos x_i reikšmės esant VMPEI 50 automobilių per parą pavaizduotos 11 lentelėje.

11 lentelė. x_i reikšmės, esant VMPEI 50 automobilių per parą

Table 11. x_i values, when AADT 50 vehicle per day

Metai	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,03E+00	9,58E+00	4,73E+01	1,05E+00	2,50E+00	8,76E+01	1,40E+01	4,34E-01	2,40E+00	1,39E+00
2	1,03E+00	1,01E+01	4,73E+01	1,03E+00	2,55E+00	8,86E+01	1,41E+01	2,71E-01	1,51E+00	1,40E+00
3	1,04E+00	1,02E+01	4,63E+01	1,03E+00	2,71E+00	8,85E+01	1,42E+01	3,65E-01	1,36E+00	1,87E+00
4	1,04E+00	1,00E+01	4,60E+01	1,03E+00	2,90E+00	8,83E+01	1,35E+01	3,11E-01	1,71E+00	1,90E+00
5	1,04E+00	1,00E+01	4,56E+01	1,03E+00	3,26E+00	8,84E+01	1,37E+01	3,18E-01	1,59E+00	2,26E+00

11 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	1,05E+00	8,91E+00	4,48E+01	1,07E+00	3,54E+00	8,64E+01	1,31E+01	6,80E-01	3,55E+00	2,54E+00
7	1,06E+00	8,82E+00	4,38E+01	1,07E+00	4,01E+00	8,65E+01	1,32E+01	7,11E-01	3,71E+00	3,01E+00
8	1,07E+00	9,29E+00	4,31E+01	1,06E+00	4,51E+00	8,71E+01	1,29E+01	5,68E-01	2,84E+00	3,51E+00
9	1,05E+00	9,99E+00	4,52E+01	1,03E+00	3,30E+00	8,83E+01	1,36E+01	3,20E-01	1,60E+00	2,46E+00
10	1,05E+00	9,42E+00	4,47E+01	1,05E+00	3,56E+00	8,74E+01	1,34E+01	5,20E-01	2,52E+00	2,52E+00
11	1,06E+00	8,86E+00	4,41E+01	1,07E+00	3,87E+00	8,65E+01	1,32E+01	7,07E-01	3,46E+00	2,83E+00
12	1,07E+00	9,27E+00	4,33E+01	1,06E+00	4,20E+00	8,70E+01	1,29E+01	5,47E-01	2,89E+00	3,36E+00
13	1,07E+00	8,96E+00	4,26E+01	1,07E+00	4,60E+00	8,67E+01	1,29E+01	7,36E-01	3,29E+00	3,64E+00
14	1,08E+00	8,60E+00	4,22E+01	1,08E+00	4,96E+00	8,62E+01	1,27E+01	7,60E-01	4,03E+00	3,92E+00
15	1,09E+00	8,52E+00	4,10E+01	1,08E+00	5,40E+00	8,58E+01	1,20E+01	8,11E-01	4,21E+00	4,40E+00
16	1,10E+00	8,49E+00	4,02E+01	1,08E+00	5,80E+00	8,58E+01	1,21E+01	8,20E-01	4,10E+00	4,96E+00
17	1,04E+00	9,87E+00	4,58E+01	1,04E+00	3,00E+00	8,80E+01	1,37E+01	4,00E-01	1,92E+00	2,12E+00
18	1,04E+00	9,96E+00	4,61E+01	1,04E+00	3,16E+00	8,81E+01	1,36E+01	3,07E-01	1,77E+00	1,96E+00
19	1,05E+00	9,70E+00	4,50E+01	1,04E+00	3,40E+00	8,79E+01	1,37E+01	4,88E-01	2,05E+00	2,36E+00
20	1,05E+00	8,83E+00	4,48E+01	1,07E+00	3,75E+00	8,63E+01	1,33E+01	6,84E-01	3,65E+00	2,64E+00

Investicijų atsipirkimas pavaizduotas 12 lentelėje.

12 lentelė. Investicijų atsipirkimas esant eismo intensyvumui 50 automobilių per parą
Table 12. Payoff when AADT 50 vehicle per day

Me- tai	Nauda, Lt	Sąnaudos, Lt	Pinigų srautas, Lt	Sukauptas pinigų srautas, Lt
1	2	3	4	5
0	0,00	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	23 081,33	0,00	23 081,33	-1 296 940,17
2	24 587,68	-1 530,41	23 057,27	-1 273 882,90
3	26 211,24	-1 579,57	24 631,67	-1 249 251,23

12 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
4	24 443,24	–1 584,06	22 859,18	–1 226 392,04
5	25 121,45	–1 627,06	23 494,39	–1 202 897,65
6	21 565,81	–1 665,19	19 900,62	–1 182 997,04
7	21 526,97	–1 735,14	19 791,83	–1 163 205,21
8	23 470,19	–2 118,40	21 351,79	–1 141 853,41
9	24 982,69	–1 654,35	23 328,34	–1 118 525,08
10	23 505,26	–1 662,45	21 842,81	–1 096 682,27
11	22 036,12	–1 707,90	20 328,22	–1 076 354,06
12	23 271,81	–1 793,20	21 478,60	–1 054 875,45
13	23 129,63	–1 843,46	21 286,16	–1 033 589,29
14	21 535,95	–1 894,94	19 641,02	–1 013 948,27
15	21 459,23	–1 994,09	19 465,14	–994 483,14
16	21 955,71	–2 118,40	19 837,31	–974 645,83
17	24 079,04	–1 609,76	22 469,28	–952 176,54
18	24 261,25	–1 590,89	22 670,36	–929 506,19
19	24 653,33	–1 641,16	23 012,17	–906 494,01
20	21 403,91	–1 679,05	19 724,85	–886 769,16

Iš pateiktų apskaičiavimų matosi, kad esant eismo intensyvumui 50 automobilių per parą investicijos į kelio ruožą neatsiperka, todėl, jei neprognuojamas didelis eismo augimas (generuotas eismas), projektas turi būti atmestas.

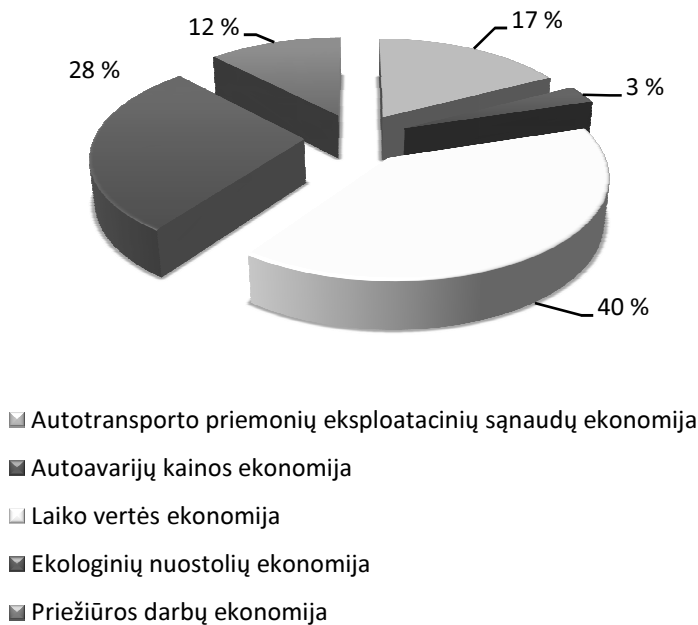
Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį pateikta 13 lentelėje.

13 lentelė. Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį**Table 13.** Economy of expenses through whole life cycle

Sąnaudų komponentės	Lt
Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija	74 679,21
Autoavarijų kainos ekonomija	12 702,56
Laiko vertės ekonomija	172 058,95
Ekologinių nuostolių ekonomija	121 474,59
Priežiūros darbų ekonomija	52 337,03
Iš viso	433 252,34

Kaip matosi iš pateiktų apskaičiavimų, sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį sudaro 433 tūkst. Lt (nediskontuota), t. y. padengia tik trečdalį investicijų sumos.

Grafinė sąnaudų ekonomijos interpretacija pateikta 22 paveiksle.



22 pav. Sąnaudų ekonomija esant VMPEI 50 aut./para

Fig. 22. Economy of expenses when AADT 50 vehicle per day

Iš pateikto grafiko matosi, kad didžiausią sąnaudų ekonomijos dalį sudaro laiko vertės ekonomija, t. y. didžiausią naudą kelių naudotojai gautų dėl sutrumpėjusio kelionės laiko.

4.1.3. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 200 automobilių per parą

Remiantis sudarytais regresijos grafikais parenkamos x_i kitimo ribos, kurios pateiktos 14 lentelėje.

14 lentelė. x_i kitimo ribos esant VMPEI 200 automobilių per parą

Table 14. x_i changing diapazone, when AADT 200 vehicle per day

Pavadinimas	Kintamieji	Nuo	Iki
VMPEI' (14 pav.)	X1	4	4,4
APES' (11 pav.)	X2	14	8
APES' V1 (13 pav.)	X3	50	40
VMPEI" (15 pav.)	X4	3,9	4,2
APES" (12 pav.)	X5	1	6
APES" V2 (13 pav.)	X6	85	83
V' (16 pav.)	X7	14,6	12,6
V" (17 pav.)	X8	0	1
P' (18 pav.)	X9	1	5
P" (19 pav.)	X10	0	3

LP-paieškos sugeneruotos ir atrinktos optimalios x_i reikšmės esant VMPEI 200 automobilių per parą pavaizduotos 15 lentelėje.

15 lentelė. x_i optimalios reikšmės, esant VMPEI 200 automobilių per parą

Table 15. x_i optimal values when AADT 200 vehicle per day

Metai	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	4,12E+00	1,12E+01	4,73E+01	3,91E+00	2,50E+00	8,40E+01	1,39E+01	4,34E-01	2,92E+00	8,32E-01
2	4,12E+00	1,10E+01	4,74E+01	3,90E+00	2,52E+00	8,40E+01	1,40E+01	4,14E-01	2,91E+00	8,20E-01
3	4,11E+00	1,22E+01	4,73E+01	3,90E+00	2,55E+00	8,44E+01	1,40E+01	2,71E-01	2,21E+00	8,38E-01
4	4,14E+00	1,24E+01	4,65E+01	3,92E+00	2,65E+00	8,44E+01	1,41E+01	3,46E-01	2,07E+00	1,11E+00
5	4,13E+00	1,11E+01	4,63E+01	3,95E+00	2,76E+00	8,41E+01	1,39E+01	4,61E-01	2,97E+00	1,05E+00
6	4,20E+00	1,16E+01	4,56E+01	4,00E+00	3,21E+00	8,42E+01	1,38E+01	4,80E-01	2,61E+00	1,35E+00
7	4,23E+00	9,84E+00	4,43E+01	4,01E+00	3,88E+00	8,36E+01	1,35E+01	6,93E-01	3,77E+00	1,73E+00
8	4,27E+00	1,05E+01	4,32E+01	4,02E+00	4,27E+00	8,38E+01	1,32E+01	5,53E-01	3,34E+00	2,06E+00
9	4,28E+00	1,04E+01	4,27E+01	4,02E+00	4,54E+00	8,38E+01	1,31E+01	5,76E-01	3,30E+00	2,22E+00

15 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	4,20E +00	1,14E +01	4,51E +01	3,91 E+00	3,35 E+00	8,42E +01	1,37E +01	4,86E- 01	2,63E+ 00	1,44E+ 00
11	4,22E +00	9,82E +00	4,46E +01	3,92 E+00	3,59 E+00	8,35E +01	1,34E +01	6,58E- 01	3,82E+ 00	1,67E+ 00
12	4,23E +00	9,64E +00	4,38E +01	3,92 E+00	4,01 E+00	8,36E +01	1,34E +01	7,11E- 01	3,97E+ 00	1,80E+ 00
13	4,26E +00	1,01E +01	4,34E +01	3,93 E+00	4,24 E+00	8,37E +01	1,33E +01	6,33E- 01	3,53E+ 00	2,04E+ 00
14	4,30E +00	9,90E +00	4,25E +01	3,93 E+00	4,65 E+00	8,37E +01	1,32E +01	7,38E- 01	3,64E+ 00	2,17E+ 00
15	4,34E +00	8,07E +00	4,15E +01	3,94 E+00	5,24 E+00	8,31E +01	1,30E +01	9,49E- 01	4,98E+ 00	2,57E+ 00
16	4,35E +00	8,73E +00	4,07E +01	4,05 E+00	5,47 E+00	8,32E +01	1,27E +01	9,02E- 01	4,55E+ 00	2,80E+ 00
17	4,15E +00	1,17E +01	4,58E +01	3,90 E+00	3,00 E+00	8,42E +01	1,37E +01	4,00E- 01	2,54E+ 00	1,27E+ 00
18	4,16E +00	1,19E +01	4,61E +01	3,91 E+00	3,16 E+00	8,43E +01	1,37E +01	3,07E- 01	2,41E+ 00	1,18E+ 00
19	4,19E +00	1,15E +01	4,52E +01	3,89 E+00	3,36 E+00	8,42E +01	1,38E +01	4,78E- 01	2,68E+ 00	1,44E+ 00
20	4,22E +00	9,69E +00	4,44E +01	3,90 E+00	3,59 E+00	8,35E +01	1,34E +01	6,81E- 01	3,86E+ 00	1,67E+ 00

Investicijų atsipirkimas pavaizduotas 16 lentelėje.

16 lentelė. Investicijų atsipirkimas esant eismo intensyvumui 200 automobilių per parą
Table 16. Payoff when AADT 200 vehicle per day

Metai	Nauda, Lt	Sąnaudos, Lt	Pinigų srautas, Lt	Sukauptas pinigų srautas, Lt
1	2	3	4	5
0	0	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	109 765,36	0,00	109 765,36	-1 210 256,14
2	110 445,10	-1 481,67	108 963,43	-1 101 292,70
3	116 398,76	-1 482,96	114 915,80	-986 376,91
4	119 613,89	-1 504,34	118 109,55	-868 267,36
5	107 419,85	-1 499,94	105 919,91	-762 347,45
6	111 459,46	-1 525,78	109 933,68	-652 413,77
7	99 427,41	-1 564,35	97 863,06	-554 550,71
8	106 139,15	-1 703,07	104 436,08	-450 114,64
9	103 291,49	-1 622,54	101 668,95	-348 445,69
10	115 673,52	-1 534,18	114 139,35	-234 306,34

16 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
11	104 876,06	-1 558,05	103 318,01	-130 988,34
12	103 864,52	-1 572,74	102 291,78	-28 696,56
13	106 762,07	-1 599,98	105 162,09	76 465,53
14	108 299,58	-1 615,86	106 683,72	183 149,25
15	97 391,48	-1 669,03	95 722,45	278 871,70
16	91 615,64	-1 733,90	89 881,73	368 753,43
17	114 148,56	-1 518,74	112 629,82	481 383,26
18	113 729,79	-1 510,38	112 219,40	593 602,66
19	116 848,88	-1 534,47	115 314,41	708 917,07
20	105 980,12	-1 558,37	104 421,75	813 338,82

Iš pateiktų apskaičiavimų matosi, kad esant eismo intensyvumui 200 automobilių per parą 13 projekto gyvavimo metais sukauptas pinigų srautas įgyja teigiamą reikšmę. Naudojantis atsipirkimo laikotarpio metodu (PP), investicijos atsipirks:

PP=Metų skaičius prieš pilną atsipirkimą+Neatsipirkusi projekto dalis metų pradžioje/pingų srautas per n metų=12+28696,56/105162,09=12,27 metų.

$$\text{Projekto vidinė grąžos norma: } -PS_0 + \sum_{t=1}^T \frac{PS_t}{(1+VGN)^t} = 0 ; VGN=5 \%.$$

Diskontuoti pinigų srautai pavaizduoti 17 lentelėje.

17 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai esant eismo intensyvumui 200 automobilių per parą

Table 17. Discounted cash flow, when AADT 200 vehicle per day

Metai	Nauda, Lt	Sąnaudos, Lt	Pinigų srautas, Lt	Sukauptas pinigų srautas, Lt
1	2	3	4	5
0	0	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	104 538,44	0,00	104 538,44	-1 215 483,06
2	100 176,96	-1 343,91	98 833,05	-1 116 650,01
3	100 549,62	-1 281,04	99 268,58	-1 017 381,43
4	98 406,64	-1 237,63	97 169,02	-920 212,41
5	84 166,26	-1 175,24	82 991,02	-837 221,39

17 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
6	83 172,77	-1 138,56	82 034,21	-755 187,18
7	70 661,20	-1 111,76	69 549,45	-685 637,74
8	71 839,15	-1 152,71	70 686,45	-614 951,29
9	66 582,61	-1 045,90	65 536,71	-549 414,58
10	71 013,51	-941,85	70 071,66	-479 342,92
11	61 318,86	-910,96	60 407,90	-418 935,02
12	57 835,65	-875,76	56 959,89	-361 975,13
13	56 618,20	-848,50	55 769,70	-306 205,43
14	54 698,65	-816,12	53 882,53	-252 322,90
15	46 846,97	-802,83	46 044,13	-206 278,77
16	41 970,18	-794,32	41 175,86	-165 102,91
17	49 802,64	-662,62	49 140,02	-115 962,89
18	47 257,08	-627,60	46 629,48	-69 333,41
19	46 241,07	-607,24	45 633,83	-23 699,59
20	39 942,79	-587,33	39 355,46	15 655,87
Iš viso	1 353 639,27	-1 337 983,40		

Pateikti apskaičiavimai rodo, kad projekto gyvavimo ciklo pabaigoje

$$GDV = -PS_0 + \sum_{t=1}^T \frac{PS_t}{(1+i)^t} = 15655,87 \text{ Lt.}$$

$$\text{Naudos ir sąnaudų santykis } N/S = \frac{N_{disk}}{I_{disk}} = 1,01.$$

Vertinant VGN (5 %) ir N/S (1,01) kriterijus, projektas pagal patrauklumą yra patenkinamas ir gali būti įgyvendinamas.

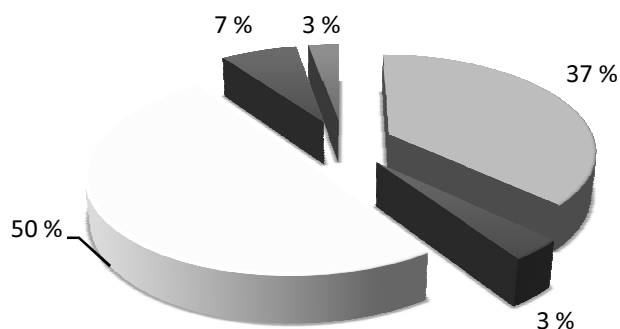
Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį pateikta 18 lentelėje.

18 lentelė. Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį**Table 18.** Economy of expenses through whole life cycle

Sąnaudų komponentės	Lt
Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija	790 850,49
Autoavarijų kainos ekonomija	75 389,10
Laiko vertės ekonomija	1 058 740,15
Ekologinių nuostolių ekonomija	148 997,69
Priežiūros darbų ekonomija	59 382,89
Iš viso	2 133 360,32

Kaip matosi iš pateiktų apskaičiavimų, sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį sudaro 2133 tūkst. Lt (nediskontuota), t. y. viršija investicijas 1,6 karto.

Grafinė sąnaudų ekonomijos interpretacija pateikta 21 paveiksle.



■ Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija

■ Autoavarijų kainos ekonomija

■ Laiko vertės ekonomija

■ Ekologinių nuostolių ekonomija

■ Priežiūros darbų ekonomija

23 pav. Sąnaudų ekonomija esant VMPEI 200 aut./para

Fig. 23. Economy of expenses when AADT 200 vehicle per day

Pateiktas grafikas rodo, kad didžiausią sąnaudų ekonomijos dalį sudaro laiko vertės bei autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija, t. y. pagerėjus dangos kokybei bei projektiniam greičiui, sumažėja autotransporto priemonių eksploatacinės sąnaudos, atitinkamai sutrumpėja ir kelionės laikas.

4.1.4. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 350 automobilių per parą

Remiantis sudarytais regresijos grafikais parenkamos x_i kitimo ribos, kurios pateiktos 19 lentelėje.

19 lentelė. x_i kitimo ribos esant VMPEI 350 automobilių per parą

Table 19. x_i changing diapazone, when AADT 350 vehicle per day

Pavadinimas	Kintamieji	Nuo	Iki
VMPEI' (14 pav.)	X1	7,2	7,5
APES' (11 pav.)	X2	14	9
APES' V1 (13 pav.)	X3	50	40
VMPEI'' (15 pav.)	X4	6,7	6,9
APES'' (12 pav.)	X5	1	6
APES'' V2 (13 pav.)	X6	90	85
V' (16 pav.)	X7	18	14,6
V'' (17 pav.)	X8	0	1
P' (18 pav.)	X9	3	6
P'' (19 pav.)	X10	0	4

LP-paieškos sugeneruotos ir atrinktos optimalios x_i reikšmės esant VMPEI 350 automobilių per parą pavaizduotos 20 lentelėje.

20 lentelė. x_i optimalios reikšmės, esant VMPEI 350 automobilių per parą

Table 20. x_i optimal values when AADT 350 vehicle per day

Metai	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7,29 E+00	1,16E+ 01	4,73E+ 01	6,80E+ 00	2,50E+ 00	8,76E+ 01	1,69E+ 01	4,34E- 01	4,44 E+00	1,11 E+00
2	7,28 E+00	1,25E+ 01	4,73E+ 01	6,76E+ 00	2,55E+ 00	8,86E+ 01	1,70E+ 01	2,71E- 01	3,91 E+00	1,12 E+00
3	7,31 E+00	1,26E+ 01	4,63E+ 01	6,75E+ 00	2,71E+ 00	8,85E+ 01	1,71E+ 01	3,65E- 01	3,81 E+00	1,49 E+00
4	7,32 E+00	1,24E+ 01	4,60E+ 01	6,77E+ 00	2,90E+ 00	8,83E+ 01	1,63E+ 01	3,11E- 01	4,03 E+00	1,52 E+00
5	7,33 E+00	1,24E+ 01	4,56E+ 01	6,76E+ 00	3,26E+ 00	8,84E+ 01	1,65E+ 01	3,18E- 01	3,96 E+00	1,80 E+00

20 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	7,36E +00	1,05E +01	4,48E+ 01	6,84E+0 0	3,54E +00	8,64E+ 01	1,59E+ 01	6,80E- 01	5,13E+ 00	2,03E +00
7	7,37E +00	1,04E +01	4,38E+ 01	6,85E+0 0	4,01E +00	8,65E+ 01	1,60E+ 01	7,11E- 01	5,23E+ 00	2,41E +00
8	7,41E +00	1,12E +01	4,31E+ 01	6,81E+0 0	4,51E +00	8,71E+ 01	1,57E+ 01	5,68E- 01	4,71E+ 00	2,80E +00
9	7,34E +00	1,23E +01	4,52E+ 01	6,76E+0 0	3,30E +00	8,83E+ 01	1,64E+ 01	3,20E- 01	3,96E+ 00	1,97E +00
10	7,36E +00	1,14E +01	4,47E+ 01	6,80E+0 0	3,56E +00	8,74E+ 01	1,62E+ 01	5,20E- 01	4,51E+ 00	2,02E +00
11	7,37E +00	1,04E +01	4,41E+ 01	6,84E+0 0	3,87E +00	8,65E+ 01	1,60E+ 01	7,07E- 01	5,07E+ 00	2,27E +00
12	7,40E +00	1,11E +01	4,33E+ 01	6,82E+0 0	4,20E +00	8,70E+ 01	1,56E+ 01	5,47E- 01	4,73E+ 00	2,69E +00
13	7,42E +00	1,06E +01	4,26E+ 01	6,83E+0 0	4,60E +00	8,67E+ 01	1,57E+ 01	7,36E- 01	4,97E+ 00	2,91E +00
14	7,43E +00	1,00E +01	4,22E+ 01	6,86E+0 0	4,96E +00	8,62E+ 01	1,54E+ 01	7,60E- 01	5,42E+ 00	3,13E +00
15	7,47E +00	9,87E +00	4,10E+ 01	6,87E+0 0	5,40E +00	8,58E+ 01	1,46E+ 01	8,11E- 01	5,53E+ 00	3,52E +00
16	7,49E +00	9,82E +00	4,02E+ 01	6,86E+0 0	5,80E +00	8,58E+ 01	1,47E+ 01	8,20E- 01	5,46E+ 00	3,97E +00
17	7,31E +00	1,21E +01	4,58E+ 01	6,78E+0 0	3,00E +00	8,80E+ 01	1,65E+ 01	4,00E- 01	4,15E+ 00	1,70E +00
18	7,32E +00	1,23E +01	4,61E+ 01	6,77E+0 0	3,16E +00	8,81E+ 01	1,64E+ 01	3,07E- 01	4,06E+ 00	1,57E +00
19	7,35E +00	1,18E +01	4,50E+ 01	6,78E+0 0	3,40E +00	8,79E+ 01	1,65E+ 01	4,88E- 01	4,23E+ 00	1,89E +00
20	7,36E +00	1,04E +01	4,48E+ 01	6,85E+0 0	3,75E +00	8,63E+ 01	1,60E+ 01	6,84E- 01	5,19E+ 00	2,11E +00

Investicijų atsipirkimas pavaizduotas 21 lentelėje.

21 lentelė. Investicijų atsipirkimas esant eismo intensyvumui 350 automobilių per parą
Table 21. Payoff when AADT 350 vehicle per day

Metai	Nauda, Lt	Sąnaudos, Lt	Pinigų srutas, Lt	Sukauptas pinigų srutas, Lt
1	2	3	4	5
0	0	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	305 558,93	0,00	305 558,93	-1 014 462,57
2	319 218,42	-1 505,17	317 713,24	-696 749,33
3	331 335,39	-1 539,76	329 795,64	-366 953,69
4	294 905,08	-1 542,88	293 362,20	-73 591,49
5	302 343,71	-1 572,74	300 770,97	227 179,48
6	260 392,50	-1 599,02	258 793,47	485 972,95
7	261 317,31	-1 646,91	259 670,40	745 643,35

21 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
8	261 705,00	-2 158,55	259 546,45	1 005 189,80
9	297 330,60	-1 591,59	295 739,01	1 300 928,82
10	280 744,05	-1 597,15	279 146,90	1 580 075,72
11	263 089,01	-1 628,32	261 460,69	1 841 536,41
12	260 805,31	-1 686,42	259 118,90	2 100 655,31
13	257 695,53	-1 720,47	255 975,06	2 356 630,37
14	241 213,76	-1 755,23	239 458,53	2 596 088,91
15	221 657,58	-1 821,93	219 835,65	2 815 924,55
16	223 396,41	-2 257,93	221 138,47	3 037 063,03
17	299 870,58	-1 560,76	298 309,81	3 335 372,84
18	296 210,37	-1 547,65	294 662,72	3 630 035,57
19	298 276,30	-1 582,48	296 693,82	3 926 729,38
20	261 181,59	-1 608,56	259 573,03	4 186.302,42

Iš pateiktų apskaičiavimų matosi, kad esant eismo intensyvumui 350 automobilių per parą 5 projekto gyvavimo metais sukauptas pinigų srautas įgyja teigiamą reikšmę. Naudojantis atsipirkimo laikotarpio metodu (PP), investicijos atsipirks:

$PP = \text{Metų skaičius prieš pilną atsipirkimą} + \text{Neatsipirkusi projekto dalis metų pradžioje/pingų srautas per } n \text{ metų} = 4 + 73591,49/300770,97 = 4,24 \text{ metų.}$

Projekto VGN=22 %.

Diskontuoti pinigų srautai pavaizduoti 22 lentelėje.

22 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai esant eismo intensyvumui 350 automobilių per parą

Table 22. Discounted cash flow, when AADT 350 vehicle per day

Metai	Nauda, Lt	Sąnaudos, Lt	Pinigų srautas, Lt	Sukauptas pinigų srautas, Lt
1	2	3	4	5
0	0	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	291 008,50	0,00	291 008,50	-1 029 013,00
2	289 540,52	-1 365,24	288 175,28	-740 837,72
3	286 219,97	-1 330,10	284 889,87	-455 947,85
4	242 619,14	-1 269,33	241 349,81	-214 598,04
5	236 894,21	-1 232,29	235 661,92	21 063,89

22 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
6	194 308,89	-1 193,22	193 115,67	214 179,56
7	185 713,33	-1 170,43	184 542,90	398 722,46
8	177 132,25	-1 460,99	175 671,26	574 393,72
9	191 661,96	-1 025,95	190 636,01	765 029,72
10	172 352,50	-980,51	171 371,98	936 401,71
11	153 822,70	-952,04	152 870,65	1 089 272,36
12	145 226,16	-939,06	144 287,10	1 233 559,46
13	136 661,44	-912,40	135 749,04	1 369 308,50
14	121 829,34	-886,51	120 942,83	1 490 251,33
15	106 621,08	-876,38	105 744,71	1 595 996,03
16	102 340,47	-1 034,39	101 306,08	1 697 302,12
17	130 832,54	-680,96	130 151,58	1 827 453,70
18	123 081,53	-643,08	122 438,45	1 949 892,15
19	118 038,06	-626,24	117 411,82	2 067 303,97
20	98 436,60	-606,25	97 830,35	2 165 134,31
Iš viso	3 504 341,17	-1 339 206,86		

Pateikti apskaičiavimai rodo, kad projekto gyvavimo ciklo pabaigoje $GDV=2165134,31$ Lt.

Naudos ir sąnaudų santykis $N/S=2,62$.

Vertinant VGN (22 %) ir N/S (2,62) kriterijus, projektas pagal patrauklumą yra labai geras ir turi būti įgyvendinamas.

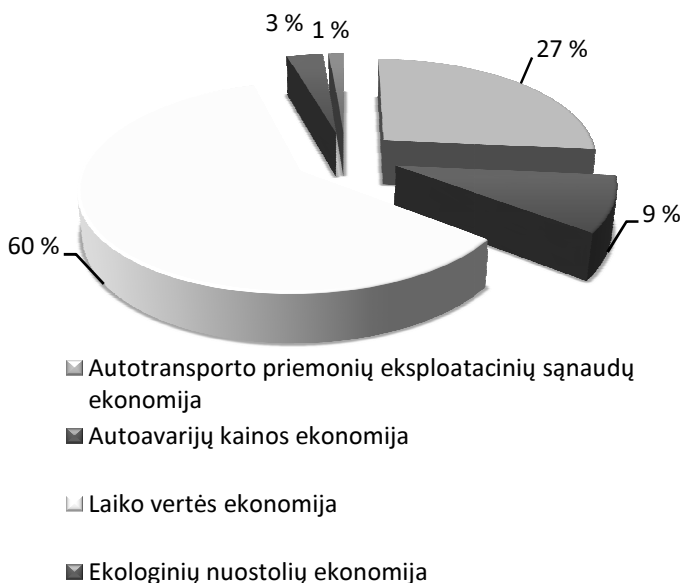
Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį pateikta 23 lentelėje.

23 lentelė. Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį**Table 23.** Economy of expenses through whole life cycle

Sąnaudų komponentės	Lt
Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija	1 457 460,26
Autoavarijų kainos ekonomija	485 364,35
Laiko vertės ekonomija	3 317 558,87
Ekologinių nuostolių ekonomija	175 442,14
Priežiūros darbų ekonomija	70 498,29
Iš viso	5 506 323,92

Apskaičiavimai rodo, kad sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį sudaro 5506 tūkst. Lt (nediskontuota), t. y. viršija investicijas 4,2 karto.

Grafinė sąnaudų ekonomijos interpretacija pateikta 24 paveiksle.



24 pav. Sąnaudų ekonomija, esant eismo intensyvumui 350 aut./para

Fig. 24. Economy of expenses when AADT 350 vehicle per day

Pateiktas grafikas rodo, kad daugiau kaip pusę sąnaudų ekonomijos dalies sudaro laiko vertės ekonomija.

Kelio ruožų su žvyro danga, kur eismo intensyvumas pasiekia 300 automobilių per parą, eksploatacija tampa nuostolinga, todėl būtina juos asfaltuoti.

4.1.5. Investicijų atsipirkimas išasfaltavus kelio ruožą, kuriame eismo intensyvumas 500 automobilių per parą

Remiantis sudarytais regresijos grafikais parenkamos x_i kitimo ribos, kurios pateiktos 24 lentelėje.

24 lentelė. x_i kitimo ribos esant VMPEI 500 automobilių per parą

Table 24. x_i changing diapazone, when AADT 500 vehicle per day

Pavadinimas	Kintamieji	Nuo	Iki
VMPEI' (14 pav.)	X1	10,6	11,0
APES' (11 pav.)	X2	14	12
APES' V1 (13 pav.)	X3	40	20
VMPEI'' (15 pav.)	X4	10,6	10,8
APES'' (12 pav.)	X5	1	6
APES'' V2 (13 pav.)	X6	90	85
V' (16 pav.)	X7	19	14,6
V'' (17 pav.)	X8	0	1
P' (18 pav.)	X9	5	8
P'' (19 pav.)	X10	0	5

LP–paieškos sugeneruotos ir atrinktos optimalios x_i reikšmės esant VMPEI 500 automobilių per parą pavaizduotos 25 lentelėje.

25 lentelė. x_i optimalios reikšmės, esant VMPEI 500 automobilių per parą

Table 25. x_i optimal values, when AADT 500 vehicle per day

Metai	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,07E+01	1,31E+01	3,38E+01	1,06E+01	2,56E+00	8,78E+01	1,76E+01	4,38E-01	6,31E+00	1,56E+00
2	1,07E+01	1,34E+01	3,46E+01	1,06E+01	2,55E+00	8,86E+01	1,77E+01	2,71E-01	5,91E+00	1,40E+00
3	1,07E+01	1,35E+01	3,27E+01	1,06E+01	2,71E+00	8,85E+01	1,78E+01	3,65E-01	5,81E+00	1,87E+00
4	1,08E+01	1,33E+01	3,19E+01	1,06E+01	2,90E+00	8,83E+01	1,68E+01	3,11E-01	6,03E+00	1,90E+00
5	1,08E+01	1,34E+01	3,11E+01	1,06E+01	3,26E+00	8,84E+01	1,71E+01	3,18E-01	5,96E+00	2,26E+00
6	1,08E+01	1,26E+01	2,95E+01	1,07E+01	3,54E+00	8,64E+01	1,63E+01	6,80E-01	7,13E+00	2,54E+00
7	1,08E+01	1,25E+01	2,77E+01	1,07E+01	4,01E+00	8,65E+01	1,64E+01	7,11E-01	7,23E+00	3,01E+00

25 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	1,09E +01	1,29E +01	2,61E +01	1,07 E+01	4,51 E+00	8,71 E+01	1,60E+ 01	5,68E- 01	6,71E+ 00	3,51E+ 00
9	1,08E +01	1,33E +01	3,05E +01	1,06 E+01	3,30 E+00	8,83 E+01	1,69E+ 01	3,20E- 01	5,96E+ 00	2,46E+ 00
10	1,08E +01	1,29E +01	2,95E +01	1,07 E+01	3,56 E+00	8,74 E+01	1,67E+ 01	5,20E- 01	6,51E+ 00	2,52E+ 00
11	1,08E +01	1,26E +01	2,82E +01	1,07 E+01	3,87 E+00	8,65 E+01	1,64E+ 01	7,07E- 01	7,07E+ 00	2,83E+ 00
12	1,09E +01	1,28E +01	2,66E +01	1,07 E+01	4,20 E+00	8,70 E+01	1,59E+ 01	5,47E- 01	6,73E+ 00	3,36E+ 00
13	1,09E +01	1,26E +01	2,51E +01	1,07 E+01	4,60 E+00	8,67 E+01	1,60E+ 01	7,36E- 01	6,97E+ 00	3,64E+ 00
14	1,09E +01	1,24E +01	2,43E +01	1,07 E+01	4,96 E+00	8,62 E+01	1,57E+ 01	7,60E- 01	7,42E+ 00	3,92E+ 00
15	1,10E +01	1,23E +01	2,19E +01	1,07 E+01	5,40 E+00	8,58 E+01	1,46E+ 01	8,11E- 01	7,53E+ 00	4,40E+ 00
16	1,10E +01	1,23E +01	2,05E +01	1,07 E+01	5,80 E+00	8,58 E+01	1,47E+ 01	8,20E- 01	7,46E+ 00	4,96E+ 00
17	1,08E +01	1,32E +01	3,15E +01	1,06 E+01	3,00 E+00	8,80 E+01	1,71E+ 01	4,00E- 01	6,15E+ 00	2,12E+ 00
18	1,08E +01	1,33E +01	3,21E +01	1,06 E+01	3,16 E+00	8,81 E+01	1,70E+ 01	3,07E- 01	6,06E+ 00	1,96E+ 00
19	1,08E +01	1,31E +01	3,01E +01	1,06 E+01	3,40 E+00	8,79 E+01	1,71E+ 01	4,88E- 01	6,23E+ 00	2,36E+ 00
20	1,08E +01	1,26E +01	2,96E +01	1,07 E+01	3,75 E+00	8,63 E+01	1,64E+ 01	6,84E- 01	7,19E+ 00	2,64E+ 00

Investicijų atsipirkimas pavaizduotas 26 lentelėje.

26 lentelė. Investicijų atsipirkimas esant eismo intensyvumui 500 automobilių per parą
Table 26. Investment payoff, when AADT 500 vehicle per day

Me- tai	Nauda, Lt	Šaunaudos, Lt	Pinigų srautas, Lt	Sukauptas pinigų srautas, Lt
1	2	3	4	5
0	0	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	552 092,13	0,00	552 092,13	-767 929,37
2	553 238,80	-1 530,41	551 708,38	-216 220,98
3	583 250,56	-1 579,57	581 671,00	365 450,01
4	506 641,44	-1 584,06	505 057,38	870 507,39
5	526 411,47	-1 627,06	524 784,41	1 395 291,80
6	478 072,48	-1 665,19	476 407,28	1 871 699,08
7	493 587,09	-1 735,14	491 851,95	2 363 551,04
8	485 220,49	-2 749,61	482 470,88	2 846 021,92
9	519 082,35	-1 654,35	517 428,00	3 363 449,92

26 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
10	505 874,18	-1 662,45	504 211,73	3 867 661,65
11	491 693,46	-1 707,90	489 985,55	4 357 647,20
12	481 384,36	-1 793,20	479 591,15	4 837 238,35
13	491 962,74	-1 843,46	490 119,28	5 327 357,63
14	474 867,26	-1 894,94	472 972,33	5 800 329,96
15	451 111,95	-1 994,09	449 117,86	6 249 447,82
16	463 872,60	-2 824,75	461 047,85	6 710 495,67
17	526 029,20	-1 609,76	524 419,44	7 234 915,11
18	512 056,02	-1 590,89	510 465,13	7 745 380,24
19	532 791,41	-1 641,16	531 150,25	8 276 530,49
20	482 925,65	-1 679,05	481 246,60	8 757 777,09

Iš pateiktų apskaičiavimų matosi, kad esant eismo intensyvumui 500 automobilių per parą 3 projekto gyvavimo metais sukauptas pinigų srautas įgyja teigiamą reikšmę. Naudojantis atsipirkimo laikotarpio metodu (PP), investicijos atsipirks:

$PP = \text{Metų skaičius prieš pilną atsipirkimą} + \text{Neatsipirkusi projekto dalis metų pradžioje} / \text{pinigų srautas per } n \text{ metų} = 2 + 216220,98 / 581671,00 = 2,37 \text{ metų.}$

Projekto VGN=41 %.

Diskontuoti pinigų srautai pavaizduoti 27 lentelėje.

27 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai esant eismo intensyvumui 500 automobilių per parą

Table 27. Discounted cash flow, when AADT 500 vehicle per day

Metai	Nauda, Lt	Sąnaudos, Lt	Pinigų srautas, Lt	Sukauptas pinigų srautas, Lt
1	2	3	4	5
0	0	-1 320 021,50	-1 320 021,50	-1 320 021,50
1	525 802,03	0,00	525 802,03	-794 219,47
2	501 803,90	-1 388,13	500 415,77	-293 803,70
3	503 833,77	-1 364,49	502 469,28	208 665,57
4	416 815,16	-1 303,21	415 511,96	624 177,53
5	412 457,16	-1 274,85	411 182,31	1 035 359,85
6	356 745,04	-1 242,59	355 502,45	1 390 862,30

27 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
7	350 783,13	-1 233,13	349 550,00	1 740 412,30
8	328 416,33	-1 861,05	326 555,28	2 066 967,58
9	334 605,11	-1 066,41	333 538,70	2 400 506,28
10	310 562,87	-1 020,60	309 542,26	2 710 048,55
11	287 482,98	-998,58	286 484,41	2 996 532,95
12	268 052,82	-998,52	267 054,30	3 263 587,25
13	260 898,35	-977,63	259 920,72	3 523 507,97
14	239 840,24	-957,07	238 883,16	3 762 391,13
15	216 992,56	-959,19	216 033,37	3 978 424,50
16	212 505,38	-1 294,05	211 211,33	4 189 635,84
17	229 504,80	-702,33	228 802,46	4 418 438,30
18	212 769,85	-661,05	212 108,80	4 630 547,10
19	210 843,65	-649,46	210 194,19	4 840 741,30
20	182 009,60	-632,82	181 376,78	5 022 118,08
Iš viso	6 362 724,73	-1 340 606,65		

Pateikti apskaičiavimai rodo, kad projekto gyvavimo ciklo pabaigoje GDV=5022118,08 Lt.

Naudos ir sąnaudų santykis N/S=4,75.

Vertinant VGN (41 %) ir N/S (4,75) kriterijus, projektas pagal patrauklumą yra labai geras ir turi būti įgyvendinamas.

Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį pateikta 28 lentelėje.

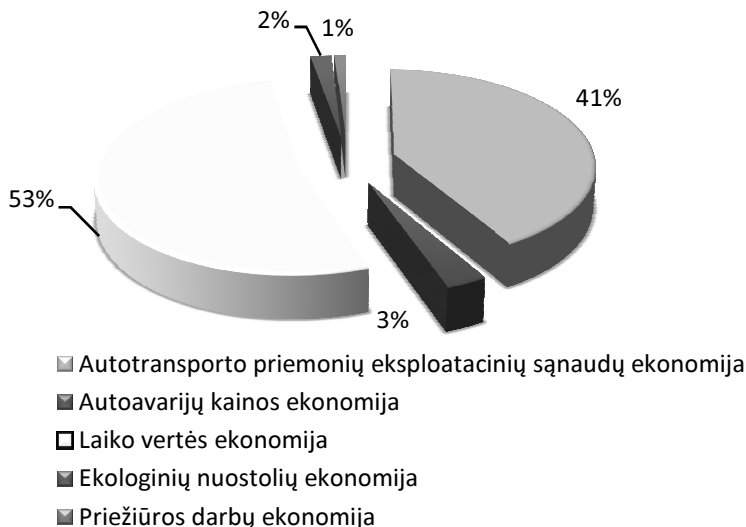
28 lentelė. Sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį

Table 28. Economy of expenses through whole life cycle

Sąnaudų komponentės	Lt
Autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija	4 183 352,24
Autoavarijų kainos ekonomija	299 654,67
Laiko vertės ekonomija	5 316 458,95
Ekologinių nuostolių ekonomija	184 378,03
Priežiūros darbų ekonomija	93 954,70
Iš viso	10 077 798,59

Apskaičiavimai rodo, kad sąnaudų ekonomija per projekto gyvavimo laikotarpį sudaro 10078 tūkst. Lt (nediskontuota), t. y. viršija investicijas 7,6 karto.

Grafinė sąnaudų ekonomijos interpretacija pateikta 25 paveiksle.



25 pav. Sąnaudų ekonomija, esant eismo intensyvumui 500 aut./para

Fig. 25. Economy of expenses, when AADT 500 vehicle per day

Pateiktas grafikas rodo, kad didžiausią dalį sudaro laiko vertės bei autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija.

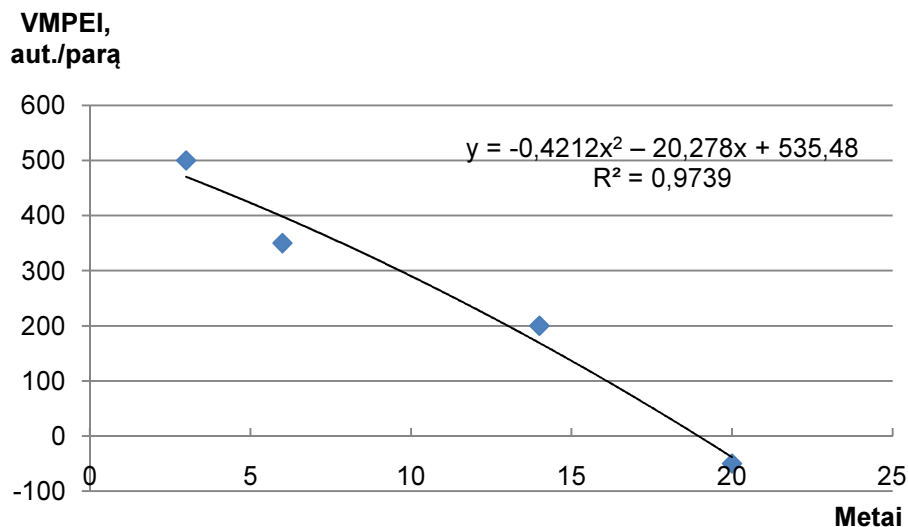
Kelio ruožų su žvyro dangą, kur eismo intensyvumas pasiekia 300 automobilių per parą, eksploatacija tampa nuostolinga, todėl būtina juos asfaltuoti.

Praktikoje kelio ruožų su žvyro dangą esant tokiam eismo intensyvumui nėra daug. Dažniausiai jie atsiranda prie didmiesčių besikuriančiose naujose gyvenvietėse. Tokie ruožai yra prioritetiniai, nes labai nuostolingi tiek žvyrkelių priežiūros, tiek kitų sąnaudų atžvilgiu, o sąnaudų ekonomija akivaizdi.

Kaip matome iš atliktų bandymų, pagrindiniai komponentai, įtakojantys investicijų atsipirkimą yra laiko vertės ir autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ekonomija.

Apibendrinant investicijų atsipirkimo trukmę, remiantis gautais rezultatais galime išvesti tokią priklausomybę:

$$y = -0,4212x^2 - 20,278x + 535,48. \quad (30)$$



26 pav. Investicijų atsipirkimo trukmė esant skirtingiems eismo intensyvumams

Fig. 26. Investment payoff with different traffic intensity

Kaip matome iš pateikto grafiko, investicijų atsipirkimas esant skirtingiems eismo intensyvumams kinta pagal antro laipsnio binomą, o tai reiškia, kad eismo intensyvumo rodiklis yra vienas iš pagrindinių trumpinant investicijų atsipirkimo laiką.

4.2. Tolimesnės tyrimo kryptys

1. Šis modelis galėtų būti pritaikytas kitų rūšių kelių projektams įgyvendinti, t. y. parenkant prioritetinius projektus tiesiant naujus kelius bei remontuojant esamus. Tam tikslui, remiantis statistiniais duomenimis, reikėtų apskaičiuoti sudarytų regresijos lygčių koeficientus ir nustatyti racionalias atitinkamų parametrų kitimo ribas.

2. Sudarius visų parametrų kaitos funkcinius priklausomumus visoms kelių kategorijoms bei transporto priemonių rūšims, galima būtų operatyviai koreguoti (priklausomai nuo kintamų ekonominių ir finansinių sąlygų) Lietuvos automobilių kelių tiesimo, rekonstrukcijos ar priežiūros programas, numatant efektyviausius atskirų kelių projektų įgyvendinimo etapus.

4.3. Kevirtojo skyriaus išvados

1. Pritaikius globalios optimizacijos LP-paieška metodą, galima nesunkiai programuoti reikiamų taškų apskaičiavimą.
2. Atliktas empirinis tyrimas apskaičiuojant investicijų efektyvumą išasfaltavus žvyrkelio, einančio per gyvenvietę, esant skirtingiems eismo intensyvumams per parą (50, 200, 350, 500 aut./para).
3. Kai eismo intensyvumas 50 aut./para, projektas per gyvavimo ciklą (20m.) neatsiperka, todėl, jei nenumatomas eismo padidėjimas (generuotas eismas) po projekto įgyvendinimo, jis turėtų būti atmestas.
4. Kai eismo intensyvumas 200 aut./para, projektas atsiperka keturioliktaisiais gyvavimo metais ir ciklo pabaigoje grynoji dabartinė vertė sudaro 380 tūkst. Lt. Projektas gali būti įgyvendinamas.
5. Kai eismo intensyvumas 350 aut./para, projektas atsiperka šeštaisiais gyvavimo metais ir projekto ciklo pabaigoje (po 20 metų) investicijų grynoji dabartinė vertė padidėja daugiau nei du kartus. Tokio neasfaltuoto ruožo eksploatuoti ekonomiškai nenaudinga, jis turėtų būti įtrauktas į prioritetinį asfaltuojamų kelių sąrašą.
6. Kai eismo intensyvumas 500 aut./para, projektas atsiperka trečiaisiais gyvavimo metais ir projekto ciklo pabaigoje (po 20 metų) investicijų grynoji dabartinė vertė padidėja daugiau nei keturis kartus. Tokių ruožų nėra daug, tai dažniausiai šiuo metu prie miestų sparčiai besikuriančiose gyvenvietėse esantys keliai. Tokie ruožai turi būti nedelsiant asfaltuojami, nes žymiai didina tiek kelių naudotojų, tiek priežiūros sąnaudas. Tokio neasfaltuoto ruožo eksploatuoti ekonomiškai nenaudinga, jis turėtų būti įtrauktas į prioritetinį asfaltuojamų kelių sąrašą.
7. Didžiausia nauda asfaltuojant žvyrkelius gaunama dėl autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų ir sugaišto laiko kelyje sumažėjimo.
8. Didėjant eismo intensyvumui, investicijų atsipirkimo laikas mažėja pagal antro laipsnio binomą, o tai reiškia, kad apskaičiuojant projekto naudą, eismo intensyvumo rodiklis yra vienas iš pagrindinių trumpinant investicijų atsipirkimo laiką.

Bendrosios išvados

1. Atlikus tyrimą nustatyta, kad pastaruoju metu automobilių transportui tenka 98 % keleivių, bei 45 % visų vežamų krovinių, kadangi sausumos transporto priemonės pakankamai mobilios, universalios ir gali pasiekti klientą bet kuriame taške (transportavimas „nuo durų iki durų“). Tačiau veiksmingam jų naudojimui reikia modernizuoti kelių tinklą, ypač didelį dėmesį skirti žvyrkelių asfaltavimui. Juose, lyginant su keliais kuriuose paklotos kapitalinės dangos, ne tik 1,5 karto mažesnis transportavimo greitis ir atitinkamai trumpesnis transporto priemonių eksploatacinis laikas, bet ir apie 1,2 karto didesni ekologiniai nuostoliai (dulkėtumas, triukšmas), atitinkamai tokių kelių priežiūrai reikia skirti beveik dvigubai daugiau lėšų nei asfaltuotiems keliams.

2. Apskaičiuota, kad įgyvendinant Europos Sąjungos remiamus projektus, per pagrindinius mokesčius į valstybės biudžetą iš karto sugrąžinama iki 1,7 karto didesnė nei investuota suma.

3. Nustatyta, kad savalaikė transporto infrastruktūros priežiūra ir nuoseklus atnaujinimas reikalauja apie tris kartus mažiau lėšų.

4. Sudarytu modeliu galima nustatyti pasirinktų investicinių projektų greičiausią atsipirkimo laiką ar visuomenei teikiamą didžiausią naudą konkrečiame regione su keliui būdingais konstrukciniais bei eksploataciniais parametrais ir tokiu būdu racionaliai paskirstyti ribotas kelių priežiūrai ir plėtrai skiriamas lėšas.

5. Nustatyti funkciniai ryšiai tarp atskirų modelio parametrų, kaip kintamas eismo intensyvumas, važiavimo greičio priklausomumas nuo dangos kokybės, automobilių eksploatacijos sąnaudų kaita nuo kelio dangos kokybės, kelio priežiūros lėšų kaita, avaringumo, ekologinių sąlygų kaita.

6. Nustatyta, kad modeliui taikant globalios optimizacijos metodą LP-paieška, vienu metu nustatomi ne tik pesimistiniai ar optimistiniai, bet ir galimi tarpiniai investicijų atsipirkimo scenarijai.

7. Modeliu atlikus empirinius tyrimus nustatyta, kad didžiausia ekonominė nauda gaunama dėl sumažėjusių autotransporto priemonių eksploatacinių sąnaudų (apie 40 %) ir sugaišto laiko kelyje (apie 50 %).

8. Apskaičiuota, kad didėjant eismo intensyvumui, investicijų atsipirkimo laikas mažėja pagal antro laipsnio binomą. Tyrimo metu nustatyta, kad eismo intensyvumas yra vienas iš pagrindinių rodiklių trumpinant investicijų atsipirkimo laiką.

9. Sukurtas modelis tinkamas investicijų į žvyrkelių asfaltavimą efektyvumui nustatyti Lietuvos sąlygomis. Taip pat jį galima pritaikyti kitų rūšių kelių projektams įgyvendinti, t. y. parenkant prioritetinius projektus tiesiant naujus kelius bei taisant esamus.

10. Modelį galima pritaikyti investicijų į automobilių kelių infrastruktūrą efektyvumui kitose šalyse nustatyti. Tam tikslui, remiantis statistiniais duomenimis, reikėtų apskaičiuoti sudarytų regresijos lygčių koeficientus ir nustatyti racionalias atitinkamų parametrų kitimo ribas.

Literatūra ir šaltiniai

- Alvin, A. 1982. *Real Estate Investor's Deskbook*. Boston: Warren, Gorham and Lamont.
- Antonov, I. A.; Saleev, V. M. 1980. An Economic Method of Computing LP Tau-Sequences, *Computational Mathematics and Mathematical Physics* 19: 252–256.
- Automobilių kelių investicijų vadovas*. 2006. VI „Transporto ir kelių tyrimo institutas“, Kaunas.
- Automobilių kelių priežiūros ir remonto ekonominiai normatyvai EN-06. 2007. Kelių priežiūros vadovas. III dalis. LAKD.
- Baublys, A.; Palšaitis, R.; Lazauskas J; Mačiulis, A. 1996. *Transporto ekonomika*. Vilnius: Technika: 307 p.
- Baum, W. C. 1978. *The Project Cycle, Finance and Development*. Washington: World Bank, D. C.: 357 p.
- Behrens, W.; Hawranek, P. M. 1991. *Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. Vienna, UNIDO Publication: 385 p.
- Bertholet, C. H; Sparkes, G. A; Blomme, T; Kajner, L; and Nickeson, M. 1996. Mechanistic Probabilistic Vehicle Operating Cost Model, *Journal of Transportation Engineering*, 2: 337–241.
- Bivainis, J.; Griškevičius, A.; Jakštas, V. 1997. *Investicinių projektų vertinimas*. Vilnius, LII. 37 p.

- Bogers, E.; Viti, F.; Hoogendoorn, P.; Zuylen, H. 2007. Valuation of Different Types of Travel Time Reliability in Route Choice: Large-Scale Laboratory Experiment. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 5(2): 162–170.
- Bratley, P.; Fox, B. 1988. Algorithm 659: Implementing Sobol's Quasirandom Sequence Generator, *ACM Transactions on Mathematical Software* 14: 88–100.
- Brownstone, D.; Small, K. A. 2005. Valuing Time And Reliability: Assessing The Evidence From Road Pricing Demonstrations, *Transport Research A* 39: 279–293.
- Chirinko, R.; Harper, E. Jr. 1993. Buckle Up or Slow Down? New Estimates of Offsetting Behavior and their Implications for Automobile Safety Regulation, *Journal of Policy Analysis and Management*. 12(2): 270–296.
- Cibulskienė, D.; Butkus, M. 2007. *Investicijų ekonomika: realiosios investicijos*. Šiauliai: VŠĮ Šiaulių universiteto leidykla, 11–16.
- Cleland, D. I.; King, W. R. 1988. *Project management handbook*. 2 ed. New York: VNB Van Nostrand Reinhold. 997 p.
- COST 313. Socio-Economic Costs of Road Accidents*. 1994. Luxemburg: Office for official publications of the European Communities. Final report.
- Curwin, J.; Slater, R. 1991. *Quantitative Methods for Business Decisions*. London: Chapman & Hall. 432 p.
- Curry, St.; Weiss, J. 1993. *Project Analysis in Developing Countries*. London: Macmillan Press LTD. 468 p.
- Dainauskienė, I. 1996. *Lizingas*. Vilnius, LII. 53 p.
- Dixon, M. 2004. *The Effects of Errors in Annual Average Daily Traffic Forecasting*. Study of Highways in Rural Idaho. National Institute for Advanced Transportation Technology University of Idaho.
- Eismo įvykių statistika*. 2008. Kaunas: VĮ „Transporto ir kelių tyrimo institutas“, LAKD.
- Eliasson, J.; Mattson, L. G. 2001. Transport and location effects of road pricing: asimulation approach, *Journal of Transport Economics and Policy* 35: 417–56.
- Elvik, R. 1994. The External Costs of Traffic Injury: Definition, Estimation, and Possibilities for Internalization, *Crash Analysis and Prevention* 26 (6): 719–732.
- ES direktyva. 2004. *Dėl elektroninių kelių apmokestinimo sistemų suderinamumo Bendrijoje*, 2004/52/EB.
- Francis, J. C. 1991. *Investments*. New York: McGraw-Hill.
- Garrison, W. L.; Levinson, D. M. 2006. *The Transportation Experience*. New York: Oxford University Press.
- Ghasemzadeh, F.; Archer, N. P. Jul 2000. Project Portfolio Selection Through Decision Support, *Decision Support Systems* 29 (1): 73–16.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2005. Daugiakriterinio vertinimo rodiklių sistemos formavimas, *Verslas: teorija ir praktika* 6(4): 199–207.

Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. 2008. European Commission, Directorate General Regional Policy.

Halton, J. H. 1970. *A retrospective and prospective survey of the Monte Carlo method*.

HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment). 2006. Contract No. FP6-2002-SSP-1/502481: 17–26.

Hensher, D. A.; Goodwin, P. 2004. Implementation Values of Travel Time Savings, *The Extended Seto f Considerations in a Toll Road Context, Transport Policy* 11(2): 171–181.

Hensher, D. A. 1977. *Value of Business Travel Time*. Oxford. Pergamon Press.

Janke, M. 1991. Accidents, Mileage, and the Exaggeration of Risk, *Accident Analysis and Prevention* 23 (3): 183–188.

Jovaiša, A. 1996. *Kaip parengti verslo planą*. Vilnius: Pačiolis. 255 p.

Kancerevyčius, G. 2004. *Finansai ir investicijos*. Kaunas: Smaltija. 880 p.

Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimas. LLRI analizė. 2005. Vilnius.

Kerzner, H. 2005. *Project Management: A Systems Approach to Planinng, Scheduling and Controlling*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Knuth, D. 1997. *The Art of Computer Programming*, 3. Sorting and Searching, Third Edition. Addison-Wesley. Section 6.1: Sequential Searching, 396–408.

Kucherenko, S.; Sytsko, Y. 2005. Application of Deterministic Low-Discrepancy Sequences in Global Optimization, *Journal of Computational Optimization and Applications* 2: 297–318. ISSN 0926-6003 (Print) 1573-2894 (Online).

Kumares, C. S.; Samuel, L. 2007. Air Quality Impacts, *Transport Decision Making*, 251–285.

Kumares, C. S.; Samuel, L. 2007. Noise Impacts, *Transport Decision Making*, 287–311.

Kumares, C. S.; Samuel, L. 2007. Travel Time Impacts, *Transport Decision Making*, 97–125.

Kumares, C. S.; Samuel, L. 2007. Vehicle Operating Cost Impacts, *Transport Decision Making*, 157–195.

Laurinavičius, A.; Žilionienė, D. 2001. Lithuanian State Road Network and Its Modernization, *Transport XVI* (6): 208–214.

Levinson, H. 1992. *Analyzing Transit Time Performance*. Federal Transit Administration (www.fta.dot.gov).

Lietuvos laisvosios rinkos institutas. 2005. *Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo*. LLRI analizė, Vilnius.

Lietuvos Respublikos investicijų įstatymas, 1999.

Lietuvos Respublikos Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo įstatymas. 2000. Žin., Nr. 92-2873.

Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2000 metų sąmatos patvirtinimo“. 2000. Žin., Nr. 11-531.

- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2001 metų sąmatos patvirtinimo“. 2001. Žin., Nr. 14-564.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2002 metų sąmatos patvirtinimo“. 2002. Žin., Nr. 22-816.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2003 metų sąmatos patvirtinimo“. 2003. Žin., Nr. 14-563.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2004 metų sąmatos patvirtinimo“. 2004. Žin., Nr. 23-711.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2005 metų sąmatos patvirtinimo“. 2005. Žin., Nr. 23-737.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2006 metų sąmatos patvirtinimo“. 2006. Žin., Nr. 27-88.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2007 metų sąmatos patvirtinimo“. 2007. Žin., Nr. 8-327.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl kelių priežiūros ir plėtros programos 2008 metų sąmatos patvirtinimo“. 2008. Žin., Nr. 13-440.
- Lietuvos ūkio (ekonomikos) plėtros iki 2015 metų ilgalaikės strategijos atnaujinimas. 2007. Taikomasis mokslinio tyrimo darbas. Lietuvos mokslų akademijos Ekonomikos institutas.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas „Dėl Lietuvos Respublikos Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo įstatymo įgyvendinimo“. 2005. Žin., Nr. 53-1799.
- Lithuanian Road Safety Improvement Project. 1998. Helsinki: Finnish National Road Administration. Final Report.
- Litman, T.; Fitzroy, S. *Safe Travels: Evaluating Mobility Management Traffic Safety Benefits*. 2005. Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. 2001. *Generated Traffic; Implications for Transport Planning*. Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, 71 (4): 38–47.
- Litman, T. 2007. *Valuing Transit Service Quality Improvements: Considering Comfort and Convenience In Transport Project Evaluation*. VTPI.
- Litvinenko, M. 2006. *Tranzitinio transporto poveikio Lietuvos ūkio plėtrai ekonominis modeliavimas*. Daktaro disertacija, Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika.
- Lyons, G. 2003. *Future Mobility – It's About Time*. Unit for Transport and Society, University of the West of England.
- Mackie, P. 2003. *Values of Travel Time Savings in the UK*. Institute for Transport Studies, University of Leeds.
- Main Guidelines to be Followed During the Projects Assessment in TINA Process. 1998. Vienna: Commission of European Communities.
- Makridakis, S.; Wheelright, S. C.; McGee, V. E. 1983. *Forecasting: methods and application*. 2 ed. New York: John Wiley: 923 p.

- Melnikas, B. 2000. Valdymo sistemos efektyvumas, *Inžinerinė ekonomika*, 23–33.
- Miškinis, D.; Lingaitis, V. 2006. Maintenance Costs of Road Pavement and Motor Vehicles on the Route Vilnius–Kaunas–Klaipėda, *Transport XXI*(2): 131–134. ISSN 1648-4142 print / ISSN 1648-3480 online.
- Miškinis, D. 2000. *Transporto priemonių eksploatacinių charakteristikų priklausomybė nuo kelio parametrų*. Daktaro disertacija, Kauno technologijos universitetas. Kaunas: Technologija.
- Murray, Ch. 1996. *Global Burden of Disease and Injury*. Center for Population and Development Studies, Harvard School of Public Health.
- Network-level pavement management system in Finland: an optimization tool for improved roadkeeping 25 (1-4) (September 1993).
- Newbery, D. M. 2002. Spatial General Equilibrium and Cost-Benefit Analysis. Cost-Benefit Analysis: Environmental and Ecological Perspectives, *Transaction Pub.*, 1–18.
- Newbery, D. M. 2004. *Road User and Congestion Charges*. University of Cambridge.
- Partheeban, P.; Arunbabu, E.; Hemamalini, R. 2008. Road Accident Cost Prediction Model Using System Dinamcis Approach, *Transport* 23(1): 59–66. ISSN 1648-4142 print / ISSN 1648-3480 online.
- Puodžiukas, V. 2000. *Asfaltbetonio dangų būklės tyrimai ir stiprinimo poreikis Lietuvos keliuose*. Daktaro disertacija, Vilnius Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika.
- Puvanachandran, V. M. 1997. Distribution of vehicle operating costs/benefits to a rural population, *Transportation* 24 (3): 333–343.
- Ratkevičiūtė, K.; Čygas, D.; Laurinavičius, A.; Mačiulis, A. 2007. Analysis and evaluation of the efficiency of road safety measures applied to Lithuanian roads, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 2(2): 81–87.
- Rice, D.; MacKenzie, E. 1989. *Cost of Injury in the United States*. A Report to Congress. University of California, San Francisco and the Johns Hopkins University.
- Richard, T. T.; Forman, D. S. 2003. *Road Ecology– Science and Solutions*. Island press.
- Rodrigo, S. 1994. *Estimating Vehicle Operating Costs*. The International Bank for Reconstruction and Development: 29–54.
- Rutkauskas, A. V., Martinkutė, R. 2007. *Investicijų portfelio anatomija ir valdymas*. Monografija. Vilnius.
- Rutkauskas, A. V.; Tamošiūnienė, R. 2002. *Verslo projektavimas*. Vilnius: Technika.
- Schenker Stinnes Logistics. 2003. *Road Pricing – cost factor in Austria*.
- Seminar on Preparing Transport Infrastructure Projects for International Funding. *PHARE Multi–Country Transport Programme*. Course file. 1999. PHARE, Brussels.
- Simanauskas, L. 1997. *Kompiuterizuotas verslo sprendimų modeliavimas*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. 157 p.

- Skrinskas, S.; Domatas, A. 2006. Analysis of the Lithuanian Gravel Road Paving Programme implementation, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 1(4): 157–166.
- Skrinskas S. 1998. *Lietuvos žvyrkelių būklės tyrimai ir renovacijos pagrindimas*. Daktaro disertacija, Vilnius Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika.
- Small, K. 1998. *Project Evaluation*. Transportation Policy and Economics. Brookings Institute.
- Steponavičienė, G. 2005. *Europos Sąjungos sausumos transporto politika: ekonominis pagrįstumas ir poveikis Lietuvai*. Daktaro disertacija, Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika.
- Sodikov, J. 2006. Development Level of Analysis for Road Cost Models, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 1 (3): 129–134.
- Suter, S.; Walter, F. 2001. Environmental pricing – theory and practice: the Swiss policy of heavy vehicle taxation, *Journal of Transport Economics and Policy* 2(1).
- Šakalys, A.; Lingaitis, L. P.; Palšaitis, R. ir kt. *Lietuvos transporto ir tranzito plėtros strategija*. Vilnius, 2002.
- Šliupas, T. 2006. Annual Average Daily Traffic Forecasting Using Different Techniques, *Transport XXI*(1): 38–43. ISSN 1648-4142 print / ISSN 1648-3480 online.
- Tamošiūnienė, R. *Rizikos tipai ir jos valdymo metodai verslo projektavime*. Lietuvos ūko reforma: Respublikinės mokslinės konferencijos medžiaga.
- The Automobile Association Limited. Paying to Use Roads: What Motorists around the World Say: www.theaa.co.uk, 2000.
- The Cohesion Fund 2000–2006. Application for Assistance. Environment and Transport. Council regulation (EC) N01164/94 of 16 May 1994, Council regulation (EC) N0 1264/1999 of 21 June 1999 and Council regulation (EC) N0 1265/1999 of 21 June 1999.
- Third International Conference on Managing Pavements*. Conference Proceedings, ISBN 0309055024 9780309055024. San Antonio, Texas, May 22–26, 1994.
- Užsienio investicijos Lietuvoje*. 1998. Vadovas užsienio investuotojui. Vilnius, LII: 71 p.
- Weston, J. F.; Brigham, E. F. 1990. *Essentials of Managerial Finance Management*. 9 ed., Dryden Press. 445 p.
- Valstybinės reikšmės kelių vertės ir jos kitimo skaičiavimo taisyklės*. Patvirtinta Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos generalinio direktoriaus 2007 m. birželio 18 d. įsakymu Nr. V-134.
- Verhoef, E. T.; Small, K. A. 2003. Product Differentiation on Roads: Constrained Congestion Pricing with Heterogeneous Users, *Journal of Transport Economics and Policy* 3 (2).
- White, D.; Fortune, J. 2002. Current Practice in Project Management, *International Journal of Project Management* 4 (1).
- Whitelegg, J. 1993. Time Pollution, *The Ecologist* 23 (4): 131–134.

Wilson, R. M. S.; Gilligan, C.; Pearson, D. J. 2005. *Strategic Marketing Management. Planning, Implementation and Control*. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford. Third edition.

World Road Association (PIARC). Highway development and management series [CD-ROM], 1999. ISBN 2-84060-058-7.

Žvyrkelių 2004–2005 m. asfaltavimo darbų, finansuotų Europos Sąjungos regioninės plėtros fondo lėšomis, techninė ir ekonominė stebėsena. 2007. VI „Transporto ir kelių tyrimo institutas“, Kaunas.

Беренс, В.; Хавранек, П. М. 1995. *Руководство по оценке эффективности инвестиций*. Москва: АОЗТ „Интерэксперт“, „Инфра-М“. 528 р.

Глазунов, В. Н. 1997. *Финансовый анализ и оценка риска реальных инвестиций*. Москва: Финстатинформ. 135 р.

Волков, И. М.; Грачева, М. В. 1998. *Проектный анализ*. Учебник для вузов. Москва: Банки и биржи, ЮНИТИ. 423 с.

Мелкумов, Я. С. 1996. *Экономическая оценка эффективности инвестиций и финансирование инвестиционных проектов*. Москва: Изд-во АБФ. 704 р.

Международные инвестиции и международные закупки. 1998. Под ред. засл. деят. наук, проф. В. Е. Осипова. Учебное пособие. Изд-во ЦПБГУЭФ. 313 р.

Соболь, И. М. 1957. *Многомерные интегралы и метод Монте-Карло*. Москва: Наука.

Соболь, И. М. 1969. *Многомерные квадратурные формулы и функции Хаара*. Москва: Наука.

Соболь, И. М.; Статников, Р. Б. 1981. *Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями* [Sobol, I. M.; Statnikov, R. B. 1981. *The selection of optimal parameters in the problems with multiple criteria*. M. V. Keldysh Institute of Applied Mechanics, Moscow. Science], Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша. Москва: Наука, 110, ISBN: 60 k.

Золоторогов, В. Г. 1998. *Инвестиционное проектирование*. Учебное пособие. Минск. ИП „Экоперспектива“. 463 с.

Autoriaus publikacijos disertacijos tema

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Lingaitis, V.; Miškinis, D. 2006. Maintenance Costs of Road Pavement and Motor Vehicles on the Route Vilnius-Kaunas-Klaipeda, *Transport XXI* (2):131–134. ISSN 1648-4142 print / ISSN 1648-3480 online.

Lingaitis, V. 2008. Mathematical Model of Evaluation of the Efficiency of Investment Into Roads, *Problemy Transportu* 3: 41–51. International Scientific Journal, Gliwice. ISSN 1896-0596.

Straipsniai kituose leidiniuose

Lingaitis, V; Lingaitienė, O. 2005. Rational Distribution of Investment in Road System, in *Trans&MOTAUTO'05 proceedings of the XIIth International scientific-technical conference*, 73–77. Veliko Tarnovo, Sofija. ISBN 954-9322-13-0.

Kitos autoriaus publikacijos

Lingaitienė, O.; Lingaitis, V. 2006. Using Of Expenditure Reducing Model In Railway Carriage, *Transport* 21(1):53–56. ISSN 1648-4142 print / ISSN 1648-3480 online.

Lingaitis, V.; Piliutkevič, V. 2005. Minimization Of Transport Flows In Logistic System, in *Transport Means 2005: proceedings of the 9th International Conference, Kaunas University of Technology October 20-21*. Kaunas: Technologija. 267–271. ISSN 1822-296 X:

Lingaitienė, O.; Lingaitis, V. 2005. Multicriterion Analysis of Integration of Transport Structures in Macrologistical Systems, in *Trans&MOTAUTO'05+: proceedings of the XIIIth International scientific-technical conference*. VelikoTarnovo, Sofija, Bulgarija. 84–87. ISBN 954-9322-13-0:

Lingaitis, V.; Lingaitienė, O. 2005. Developing Income-Expenses Models for Railroad Passenger Transportation, in *TRANSCOM 2005: 6th European Conference of Young Research and Science Workers in Transport and Telecommunications*. Slovak Republic: University of Žilina, 133–137. ISBN 80-8070-419-8.

Lingaitienė, O.; Lingaitis, V. 2005. Multiple Criteria Analysis of Transport Logistics Problems, in *TRANSCOM 2005: 6th European Conference of Young Research and Science Workers in Transport and Telecommunications*. Slovak Republic: University of Žilina, 129–133. ISBN 80-8070-419-8.

Lingaitis, V.; Lingaitienė, O. 2006. Cost Analysis Of Passenger Transportation By Railway, in *Transport and Telecommunication: proceedings of the 5th International Conference, Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat'05)* 7, No 2: 267–271. Transport and Telecommunication Institute. Riga, Latvia. ISBN 9984-668-98-3.

Lingaitienė, O.; Lingaitis, V. 2006. Application Of A General Model Of Multimodal Transportation In Logistics. in *Transport and Telecommunication: proceedings of the 5th International Conference, Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat'05)* 7, No 1: 92–97. Transport and Telecommunication Institute. Riga, Latvia. ISBN 9984-668-98-3.

Lingaitis, V.; Lingaitienė, O. 2007. Comparing Operating Characteristics Of Various Means Of Transport Used For Freight Transportation, in *Залізничний ТРАНСПОРТ України*, 6, Дніпропетровск. 12–14.

Fadina, O.; Lingaitis, V. 2004. Efektyvios logistinės sistemos atsargų valdymo analizė, iš 7-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“. *Transportas*, 221–227. Vilnius: Technika. ISBN 9986-05-717-5.

Lingaitis, V. 2004. Geležinkelio cisternų naftos ir maisto produktų vežimui paruošimo palyginimas, iš 7-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“. *Transportas*, 290–294. Vilnius: Technika. ISBN 9986-05-717-5.

Priedai

**A priedas. Autotransporto priemonių eksploatacinių
sąnaudų lentelės**

**AUTOTRANSPORTO PRIEMONIŲ EKSPLOATACINIŲ SĄNAUDŲ
ĮKAINIAI 2008 METAMS (LITAIŠ, 1000-IUI AUTOMOBILIŲ KM)**

Nelygumas pagal IRI, m/km	Leng- vasis automo- bilis	Mažas auto- busas	Didelis auto- busas	Mažas sunkve- žimis	Vidutinis dviašis sunkve- žimis	Didelis dviašis sunkve- žimis	Triašis sunkve- žimis	4-ašis ir 5-ašis sunkve- žimis	Vilki- kas
1	948	2194	3552	2256	3019	3254	3626	3635	4299
2	980	2261	3600	2315	3067	3304	3685	3702	4383
3	1044	2394	3696	2433	3163	3407	3800	3838	4550
4	1107	2523	3795	2549	3262	3514	3917	3977	4734
5	1172	2655	3896	2667	3367	3631	4036	4125	4945
6	1238	2789	4002	2788	3483	3758	4165	4287	5189
7	1306	2934	4124	2921	3618	3916	4319	4473	5484
8	1375	3080	4246	3052	3754	4073	4472	4660	5778
9	1445	3225	4367	3185	3890	4231	4634	4848	6071
10	1519	3381	4516	3329	4049	4416	4819	5061	6399
11	1593	3537	4664	3474	4209	4602	5011	5275	6728
12	1671	3702	4848	3626	4384	4806	5223	5508	7069
13	1750	3865	5031	3780	4561	5009	5436	5741	7410
14	1828	4029	5215	3933	4737	5214	5647	5973	7752
15	1906	4192	5397	4086	4913	5416	5859	6206	8093
16	1985	4357	5581	4239	5089	5621	6070	6439	8434
17	2064	4520	5764	4391	5266	5823	6283	6672	8776
18	2142	4684	5948	4545	5441	6028	6495	6903	9117
19	2220	4848	6132	4698	5618	6232	6706	7136	9459
20	2298	5012	6315	4850	5793	6435	6918	7369	9801
21	2377	5175	6499	5004	5970	6639	7130	7602	10142
22	2456	5340	6681	5156	6147	6842	7342	7834	10483
23	2534	5503	6865	5309	6322	7046	7553	8067	10824
24	2612	5667	7049	5462	6499	7250	7765	8300	11166
25	2690	5830	7232	5615	6675	7453	7978	8533	11507

AUTOTRANSPORTO PRIEMONIŲ EKSPLOATACINIŲ SĄNAUDŲ PADIDĖJIMAS PRIKLAUSOMAI NUO TRANSPORTO SRAUTO GREIČIO

[illegible]

B priedas. Saugaus eismo inžinerinių poveikio priemonių koeficientų suvestinė

Priemonės aprašymas	Poveikio koeficientai*		
	Eismo įvykiams su automobiliais	Eismo įvykiams su pėsčiaisiais ir dviratininkais	Eismo įvykiams su gyvūnais
1	2	3	4
Esama padėtis	1	1	1
Priemonės pėsčiųjų ir dviratininkų saugumui pagerinti			
Pėsčiųjų-dviračių takai	1	0,7	1
Pėsčiųjų, dviratininkų perėjos skirtinguose lygiuose	1	0,5	1
Pėsčiųjų-dviračių tako rekonstravimas	1	0,85	1
Saugos salelių įrengimas pėsčiųjų perėjoje	1	0,8	1
Pėsčiųjų perėjos apšvietimas	0,95	0,75	1
Pėsčiųjų perėjos ženklavimas	0,95	0,9	1
Pėsčiųjų ir dviratininkų nukreipimas į šalutinį kelią	1	0,8	1
Kelio rekonstravimas			
Kelio rekonstravimas į automagistralę	0,85	0,85	0,85
Kelio paplatinimas užmiestyje	0,9	0,9	0,9
Lenkimo juostos įrengimas	0,9	1	1
Skersinio profilio įrengimas pagal norminių dokumentų reikalavimus	0,9	0,9	1
Eismo juostų paplatinimas automagistralėje	0,9	1	1
Eismo juostų paplatinimas kituose keliuose	1,1	1,1	1,1
Žvyrkelių asfaltavimas	1,1	1,1	1,1
Autobusų peronų su lėtėjimo-greitėjimo juostomis įrengimas	0,95	0,8	1
Priemonės sankryžose			
Žiedinės sankryžos įrengimas	0,7	0,85	1
Skirtingų lygių sankryžos įrengimas	0,6	0,6	1
Skirtingų lygių sankryžos rekonstravimas	0,85	1	1
X tipo sankryžos rekonstravimas į dvi T tipo	0,8	0,9	1
Keturšalės sankryžos išskaidymas	0,9	0,9	1

B priedo tęsinys

1	2	3	4
Lėtėjimo juostos įrengimas	0,85	1	1
Šviesoforo įrengimas keturšalėje sankryžoje	0,7	0,7	1
Šviesoforo įrengimas trišalėje sankryžoje	0,9	0,9	1
Esamų šviesoforų modernizavimas	0,95	0,95	1
Salelių įrengimas	0,8	0,9	1
Kelio aplinkos patobulinimas			
Šviestuvų ant standžių stulpų įrengimas	0,9	0,9	0,9
Šviestuvų ant liaunų stulpų įrengimas	0,85	0,9	0,9
Rekonstravimas iš standžių stulpų į liaunus	0,95	1	1
Atitvarų įrengimas	0,8	0,95	1
Atitvarų standumo sumažinimas	0,95	1	1
Matomumo pagerinimas	1	1	0,9
Ilgų tinklo tvoros ruožų įrengimas	1	1	0,6
Trumpų tinklo tvoros ruožų įrengimas	1	1	0,85
Ženklių įrengimas, ženklinimas			
STOP ženklas trišalėje sankryžoje	0,95	0,95	1
STOP ženklas keturšalėje sankryžoje	0,85	0,85	1
Ašinės linijos nudažymas	0,95	0,95	0,95
Ašinės ir šoninių linijų nudažymas	0,9	0,9	0,9
Signalinių stulpelių įrengimas užmiestyje, kai greitis ribojamas iki 100 km/val.	0,95	0,95	0,95
Signalinių stulpelių įrengimas užmiestyje, kai greitis ribojamas iki 80 km/val.	1,1	1,1	1
Staigų posūkį žyminčių ženklų įrengimas	0,8	1	1
Dangos ženklinimas sankryžoje	0,95	0,95	1
Priemonės mieste			
Gatvių atnaujinimas ir greičio ribojimas	0,65	0,65	0,65
Paukštinimai, iškilimai ir kiti greičio ribojimai	0,7	0,7	0,7
Eismo organizavimo gatvėse įrenginiai	0,9	0,9	0,9
Priemonės, užtikrinančios greičio apribojimo laikymąsi	0,95	0,95	0,95

B priedo pabaiga

1	2	3	4
KITOS PRIEMONĖS			
STOP ženklas susikirtime su geležinkeliu	0,6	1	1
Šlagbaumas prieš susikirtimą su geležinkeliu	0,5	0,9	1
Skirtingų lygių sankryža su geležinkeliu	0,4	0,4	1
Automatizuotos greičio fiksavimo sistemos įrengimas	0,9	0,9	0,9

* – poveikio koeficientas rodo, kokia dalis eismo įvykių išliks įrengus atitinkamas priemones.

C priedas. Kelių priežiūrai skirtų lėšų apskaičiavimas

Metai	Visas tinklas, km	Tame skaičiuje rajoniniai, km		Skirta lėšų priežiūrai iš viso, tūkst. Lt	Su danga (krašto, rajoniniai) (30 %)	Žvyrkeliams, tūkst. Lt (20 %)	Su danga (krašto, rajoniniai), Lt/km	Žvyrkeliams, Lt/km	Išasfaltuotiems žvyrkeliams (40 % žvyrkelių sumos, Lt/km)
		iš viso	žvyrkeliai						
2000	21271	14734	9513	176000	52800	35200	5236	3700,18	1480,07
2001	21313	14724	9149	176000	123200	35200	11798	3847,25	1538,90
2002	21316	14727	9226	207900	145530	41580	14023	4506,64	1802,66
2003	21335	14725	9012	223870	156709	44774	14795	4968,53	1987,41
2004	21334	14722	8784	230830	161581	46166	14945	5255,85	2102,34
2005	21345	14723	8639	255500	178850	51100	16212	5915,13	2366,05
2006	21328	14630	8416	284380	199066	56876	17834	6758,08	2703,23
2007	21325	14627	8360	296000	207200	59200	18478	7081,16	2832,46
2008	21320	14625	8092	354000	247800	70800	21586	8749,47	3499,79

D priedas. Investicijų į kelius efektyvumui nustatyti paprogramės pavyzdys

```

SUBROUTINE FEXTREM(F,PAR)
DIMENSION F(10), PAR(10)
c F(1)=(PAR(1)-1.0)**2
  AL=1.0
  ALL=1.0
  ALLL=0.0
  EK=365.0
  EKK=1.0
  AK=1.0
  AAK=0.96
  AVVAK=1.50E6
  ALV=80.0
& F(1)=(48.645*PAR(1)-16.055)*(72.241*PAR(2)+878.8)
  *(0.0003*PAR(3)**2-0.0394*PAR(3)+2.3757)/1000*AL*EK
& F(2)=(53.51*PAR(4)-17.66)*(53.637*PAR(5)+993.42)
  *(0.0003*PAR(6)**2-0.0394*PAR(6)+2.3757)/1000*AL*EK
  F(3)=((48.645*PAR(1)-16.055)*AK/10**6)*AL*AVVAK*EK
  F(4)=((53.51*PAR(4)-17.66)*AAK/10**6)*AL*AVVAK*EK
  F(5)=(48.645*PAR(1)-16.055)*ALV/(-4.6053*PAR(7)+107.07)
& *AL*EK
  F(6)=((53.51*PAR(4)-17.66)*ALV/(-0.5238*PAR(8)**2
& +1.6429*PAR(8)+89.452))*AL*EK
  F(7)=(48.645*PAR(1)-16.055)*(0.535*ALL+0.029*ALLL)*EK
  F(8)=(53.51*PAR(4)-17.66)*(0.446*ALL+0.024*ALLL)*EK
  F(9)=(48.52*PAR(9)**2+103.94*PAR(9)+3586.3)*EKK
  F(10)=(19.408*PAR(10)**2+41.577*PAR(10)+1434.5)*EKK
RETURN
END

```

Vytautas LINGAITIS

INVESTICIJŲ EFEKTYVUMAS PLĖTOJANT
AUTOMOBILIŲ KELIŲ INFRASTRUKTŪRĄ

Daktaro disertacija

Socialiniai mokslai,
Ekonomika (04S)

Vytautas LINGAITIS

EFFECTIVENESS OF INVESTMENTS IN THE DEVELOPMENT
OF ROAD INFRASTRUCTURE

Doctoral Dissertation

Social Sciences,
Economics (04S)

2009 06 26. 14,75 sp. l. Tiražas 20 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
<http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino UAB „Biznio mašinų kompanija“,
J. Jasinskio g. 16A, 01112 Vilnius