

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Lijana MASKELIŪNAITĖ

**TARPTAUTINIO KELEIVIŲ VEŽIMO
GELEŽINKELIAIS PROCESO KOKYBĖS
TYRIMO DAUGIATIKSLIS MODELIS**

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
TRANSPORTO INŽINERIJA (03T)



Vilnius LEIDYKLA
TECHNIKA 2012

Disertacija rengta 2008–2012 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Mokslinis vadovas

prof. habil. dr. Henrikas SIVILEVIČIUS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, transporto inžinerija – 03T).

VG TU leidyklos TECHNIKA 2070-M mokslo literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

ISBN 978-609-457-013-1

© VG TU leidykla TECHNIKA, 2012

© Lijana Maskeliūnaitė, 2012

lijana.maskeliunaite@vgtu.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Lijana MASKELIŪNAITĖ

THE MODEL FOR MULTICRITERIA
EVALUATION OF THE QUALITY OF
PASSENGER TRANSPORTATION BY
INTERNATIONAL TRAINS

DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
TRANSPORT ENGINEERING (03T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2012

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2008–2012.

Scientific Supervisor

Prof Dr Habil Henrikas SIVILEVIČIUS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Transport Engineering – 03T).

Reziumė

Disertacijoje nagrinėjamos tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais (TKVG) problemos. Pagrindinis darbo objektas – tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais procesas (TKVGP). Eksperimentiniais metodais nustatytas kelionės traukiniu kokybės kriterijų reikšmingumas ir šių kriterijų grupių svarba (pirmumas). Autorės suformuluotas TKVG kompleksinis daugiakriteris vertinimo modelis leido nustatyti vieno traukinio, vykstančio tam tikru maršrutu, vienareikšmį kiekybinį rodiklį. Pagrindinis disertacijos tikslas – pateikti tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais (kelionės traukiniu) kokybės (TKVGK) vertinimo metodologiją.

Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai, rezultatų apibendrinimas, naudotos literatūros ir autorės publikacijų disertacijos tema sąrašai bei 12 priedų.

Įvade trumpai aptarta tiriamoji problema, darbo aktualumas, pristatytas tyrimų objektas, suformuluotas darbo tikslas bei uždaviniai, aprašyta tyrimų metodika, mokslinis darbo naujumas, praktinė rezultatų reikšmė bei pateikti ginamieji teiginiai. Įvado pabaigoje pristatomos autorės paskelbtos publikacijos ir pranešimai konferencijose disertacijos tema.

Pirmajame skyriuje atlikta geležinkelio infrastruktūros, riedmenų ir TKVGP mokslinių darbų analizė. Taip pat atlikta Lietuvos Respublikos (Europos Sąjungos) norminių dokumentų, reglamentuojančių keleivių vežimo geležinkeliais kokybę, analizė.

Antrasis skyrius skirtas AB „Lietuvos geležinkeliai“ (LG) veiklos ir keleivių vežimo rodiklių apžvalgai, kelionės tarptautinio susisiekimo traukiniu kokybės kriterijų formulavimui ir sisteminimui. Sukurtas TKVGK kompleksinis daugiakriteris vertinimo modelis, taikytinas tarptautinio susisiekimo vieno traukinio vežimo kokybei nustatyti.

Trečiasis skyrius skirtas TKVGK kriterijų ir jų grupių svarbos tyrimui. Skyriuje pateikta: apklausos anketų struktūra, anketos duomenų tvarkymo skaitinis pavyzdys, respondentų nuomonių suderinamumo skaitinis pavyzdys, nustatyta vieno eksperto nuomonė apie kriterijų svarbą bei grupės respondentų ar ekspertų nuomonių suderinamumas. Atlikta respondentų ir ekspertų nuomonių apie kriterijų ir jų grupių svarbą analizė.

Ketvirtajame skyriuje pateiktas TKVGK kompleksinio daugiakriterio (daugiakriterio) modelio praktinio pritaikymo vertinimas. Atliktas kriterijų kitimo įtakos kompleksiniam kokybės rodikliui tyrimas.

Disertacijos tema publikuoti 9 moksliniai straipsniai ir pristatyti 5 pranešimai mokslinėse konferencijose.

Abstract

The dissertation considers the problems, associated with passenger transportation by international trains (PTIT). The research object is the process of passenger transportation by international trains (PPTIT). By using the experimental methods, the significances (weights) and the order of preferences of the qualitative criteria, describing this process, are determined. The complex model, developed by the author for multicriteria PTIT evaluation, allows for determining a single-valued quantitative criterion for evaluating a particular train travelling on a particular route. The main aim of the dissertation is to offer a methodology for evaluating the quality of passenger transportation by international trains (QPTIT).

The dissertation consists of the Introduction, four chapters, the description of the obtained results, the list of references as well as the author's publications on the topic of the thesis and 12 annexes.

The Introduction briefly describes the research problem and object, the topicality of the work, its aim and objectives, and the applied research methods, as well as the novelty and practical value of the results obtained and the defended statements. Finally, the Introduction presents the list of the author's publications and reports delivered at the conferences on the topic of the dissertation.

Chapter 1 presents the analysis of the Lithuanian and EU standards and regulations, defining the quality of passenger transportation by rail. It also describes the analysis of the railway infrastructure, trains and the quality of passenger transportation by international trains (QPTIT).

Chapter 2 surveys the criteria, describing the activities of the joint-stock company AB "Lietuvos geležinkeliai" (LG) and passenger transportation, which are required for identifying and classifying the criteria, describing the quality of travel by international trains. The model, developed for complex multicriteria QPTIT evaluation, which can be used for determining passenger transportation quality of one particular international train, is also described.

Chapter 3 focusses on the determination of the significance of QPTIT criteria and their groups. The structure of the survey questionnaire, the numerical examples of the questionnaire's data processing and the consistency of the respondents' judgements, as well as the opinion of one expert about the significance of the criteria and the consistency of the judgements of a group of respondents or experts, are described. The analysis of the opinions of the respondents and experts about the significance of the criteria and their groups is also presented.

Chapter 4 describes the assessment of practical application of the presented QPTIT complex multicriteria model. A research on the impact of the criterion value variation on the comprehensive quality index has been performed.

The author of the dissertation published 9 articles in the scientific journals and made 5 reports at the scientific conferences.

Žymenys

Simboliai

AG – restorano vagono patiekalų asortimento gausa (pasirinkimas);

$AI_f, AI_{\max}$ – avarinių išėjimų buvimo c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;

$APB_f, APB_{\max}$ – k -ojo keleivio aptarnaujančio personalo bendravimo kultūros su keleiviais ir tarpusavyje vertinimo faktiškoji ir maksimali vertė;

$API_f, API_{\max}$ – k -ojo keleivio aptarnaujančio personalo išvaizdos (uniformos aprangos, avalynės, šukuosenos, vardinės kortelės) vertinimo faktiškoji ir maksimali vertė;

$B_{MK_1}, B_{MK_2}, \dots, B_{MK_n}$ – n -asis maisto patiekalo įvertinimo balas;

$BA_f, BA_{\max}$ – keleivio bagažo ir daiktų traukinyje apsaugos faktiškoji ir maksimali vertė;

$BK_f, BK_{\min}, BK_{\max}$ – y -osios kategorijos vagono faktinė, mažiausia ir didžiausia bilieto kaina;

$BP_f, BP_{\max}$ – kelionės bilieto pirkimo traukinyje galimybės (iš traukinio viršininko) faktiškoji ir maksimali vertė;

b – reiso (maršruto) tarpinių stočių B skaičius;

$C.I.$ – (*consistency index*) matricos suderinamumo indeksas;

$C.R.$ – (*consistency ratio*) suderinamumo santykis, rodantis matricos suderinamumo laipsnį;

$D_f, D_{\max}$ – įrengto nuolat veikiančio dušo faktiškoji ir maksimali vertė;
 $DL_f, DL_{\max}$ – galimybės traukinyje pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu faktiškoji ir maksimali vertė;
 $DV_f, DV_{\max}$ – specialių kupė dviračiams vežti faktiškoji ir maksimali vertė;
 F – gaisro gesinimo priemonių rūšių vagone skaičius;
 $FE_f, FE_{\max}$ – gesintuvų buvimo ir būklės c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 $G_f, G_{\max}$ – gultų konstrukcijos, specialiųjų priemonių neįgaliesiems c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 $GGI_f, GGI_{\max}$ – GGĮ buvimo c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 $GGP_f, GGP_{\max}$ – gaisro gesinimo priemonių rūšių faktiškoji ir maksimali vertė;
 $GMP_f, GMP_{\max}$ – greitosios medicinos pagalbos iškviatimo į traukinį galimybės faktiškoji ir maksimali vertė;
 H – traukinio stabdymo įrenginių rūšių vagone skaičius;
 $I_f, I_{\max}$ – c -ojo vagono interjero faktiškoji ir maksimali vertė;
 $IIA_f, IIA_{\max}$ – c -ojo vagono aprūpinimo pramonine IIA faktiškoji ir maksimali vertė;
 $IP_f, IP_{\max}$ – prieigos prie interneto faktiškoji ir maksimali vertė;
 $IV_f, IV_{\max}$ – vizos įsigijimo pasienio punkte galimybės faktiškoji ir maksimali vertė;
 J – visų restorano vagone parduotų patiekalų dažnis (parduotos porcijos);
 J_d – d -ojo patiekalo dažnis (parduotos porcijos);
 K – kelionės traukiniu kokybės kompleksinio vertinimo rodiklis;
 $KKI_f, KKI_{\max}$ – faktiškas ir ribinis kelmačiu išmatuoto vieno kilometro ilgio ruožo KKI;
 L – geležinkelio ruožo ilgis;
 $L\check{Z}_f, L\check{Z}_{\max}$ – laikraščių ir žurnalų kainos faktiškoji ir maksimali vertė;
 l_l – atskirų tarpstočių ilgiai;
 M – kriterijų grupių skaičius;
 $MD_f, MD_{\max}$ – maisto daavinio pateikimo už į bilietą įskaičiuotą kainą c vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 $MID_f, MID_{\max}$ – užsienio medicininių išlaidų draudimo įsigijimo traukinyje galimybės faktiškoji ir maksimali vertė;
 $MIDK_f, MIDK_{\min}, MIDK_{\max}$ – užsienio medicininių išlaidų draudimo kainos faktiškoji, minimali ir maksimali vertė;
 $MK_f, MK_{\max}$ – galimybės traukinyje atsiskaityti mokėjimo kortele faktiškoji ir maksimali vertė;
 $MP_f, MP_{\max}$ – keleivinio vagono su dvivietėmis kupė maisto daavinio pateikimo faktiškoji ir maksimali vertė;
 $MPK_f, MPK_{\max}$ – k -ojo keleivio muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencijos, objektyvumo ir bendravimo su keleiviais kultūros faktiškas ir didžiausias galimas įvertinimas balais;

$MU_f, MU_{\max}$ – maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano vagono ir atnešimo į kupė galimybės (per vagono palydovą) faktiškoji ir maksimali vertė;

m – lyginamų rodiklių (kriterijų) skaičius kriterijų grupėje;

N – respondentų (ekspertų) kategorijų skaičius;

N_{A+C} – pradinėje (išvykimo) stotyje įlaipintų keleivių ir važiuojančių iki galinės (atvykimo) stoties skaičius;

N_{km} – viso kelio ilgis;

N_{reiso} – visų (įlipusių pradinėje ir tarpinėse stotyse ir išlipusių tarpinėse bei galinėje stotyje) reise (maršrute) važiavusių keleivių skaičius;

n – respondentų (ekspertų) skaičius;

n_A – ekspertų (AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų) skaičius;

n_D – restorano vagone parduodamų patiekalų skaičius;

n_K – respondentų (keleivių) skaičius;

n_P – ekspertų (traukinių aptarnaujančio personalo) skaičius;

n_T – temperatūros matavimų skaičius;

n_W – kelionei reikalingų vizų skaičius;

$OSP_f, OSP_{\max}$ – OSP-1 buvimo ir būklės c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;

$P_f, P_{\max}$ – patalynės keleiviui pateikimo, paklojimo ir jos būklės c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;

$PI_f, PI_{\max}$ – palydovo skubaus iškvietimo į kupė c -ajame vagone galimybės faktiškoji ir maksimali vertė;

PK – restorano vagone parduodamų patiekalų kaina;

PK_d – d -ojo restorano vagone parduodamo patiekalo kaina;

$PK_{\min}$ – mažiausia restorano vagone parduodamų patiekalų kaina;

PK_{vid} – vidutinė restorano vagone parduodamų patiekalų kaina;

PKP – restorano vagono patiekalų keitimo periodiškumas;

$PKP_f, PKP_{\max}$ – faktiškoji ir maksimali restorano vagono patiekalų periodiškumo vertė;

$PMP_f, PMP_{\max}$ – pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimo traukinyje faktiškoji ir maksimali vertė;

$PPI_f, PPI_{\max}$ – policijos pareigūnų iškvietimo galimybės faktiškoji ir maksimali vertė;

$PS_f, PS_{\max}$ – prekybos suvenyrais traukinyje faktiškoji ir maksimali vertė;

$\overline{Q}_{gj}$ – g kriterijų grupės j kriterijaus vidutinis svorio koeficientas;

Q_{giz} – g kriterijų grupei z kategorijos respondentų (ekspertų) j kriterijui suteiktas svorio koeficientas;

R_j – kiekvieno rodiklio (kriterijaus) rangų suma;

$\overline{R}$ – vidutinis kiekvieno kriterijaus rangas;

$|R_{i-2}|_j$ – tiriamos kriterijų grupės j kriterijui respondentų ir ekspertų arba ekspertų ir ekspertų suteiktų rangų skirtumo modulis (absoliučioji reikšmė);
 R_{ij} – i -ojo respondento (eksperto) j -ajam kriterijui suteiktas rangas;
 $R.I.$ – (random index) atsitiktinio indekso vidurkis;
 $RM_f, RM_{\max}$ – radijo mazgo ir jo centralizuoto įjungimo ir išjungimo c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 RMK – restorano vagono maisto (patiekalų) kokybė;
 $RS_f, RS_{\max}$ – rankinio stabdžio veikimo ir būklės c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 $RV_f, RV_{\max}$ – rūkyti skirtų vietų traukinyje faktiškoji ir maksimali vertė;
 r – tarpstočių skaičius;
 S – vidutinio rango kvadratų suma;
 $SK_f, SK_{\max}$ – stabdų būklės c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 $SP_f, SP_{\max}$ – populiariosios spaudos platinimo traukinyje faktiškoji ir maksimali vertė;
 $TI_f, TI_{\max}$ – taksi paslaugos traukinyje užsakymo faktiškoji ir maksimali vertė;
 TL_f, TL_l – triukšmo lygio c -ajame vagone faktiškoji ir didžiausia leidžiamoji vertė;
 $TMK_f, TMK_{\max}$ – k -ojo keleivio traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitikties keleivių norams vertinimo faktiškoji ir maksimali vertė;
 $TSP_f, TSP_{\max}$ – traukinio stabdymo priemonių rūšių faktiškoji ir maksimali vertė;
 T_L – mažiausia leidžiamoji oro temperatūra vagone;
 T_U – didžiausia leidžiamoji oro temperatūra vagone;
 T_f – išmatuota AKAK temperatūra;
 $T_{apl.oro}$ – aplinkos oro temperatūra matavimo vietoje (stotyje);
 T_{rib} – ribinė AKAK temperatūra;
 $\bar{T}_f$ – c -ojo vagono vidutinė vidaus oro temperatūra, išmatuota atskirose jo vietose t kartų visame kelionės maršrute;
 T_{fi} – t -ojo matavimo temperatūra;
 $t_{i\text{sv}, A}$ – vėlavimo išvykti iš išvykimo stoties A laikas;
 $t_{atv, C}$ – vėlavimo atvykti į atvykimo (galinę) stotį C laikas;
 $t_{atv, B}$ – vėlavimo atvykti į tarpinę B stotį laikas;
 $t_{i\text{sv}, B}$ – vėlavimo išvykti iš tarpinės B stoties laikas;
 $t_{atv, l} = t_{i\text{sv}, l}$ – vėlavimo atvykti ar išvykti į išvykimo, atvykimo ar tarpinę stotį tolerancija;
 $UK_f, UK_{\max}$ – p -ojo traukinį aptarnaujančio darbuotojo užsienio kalbos mokėjimo faktiškoji ir maksimali vertė;
 $UPS_f, UPS_{\max}$ – UPS buvimo ir būklės c -ajame vagone faktiškoji ir maksimali vertė;
 V – sąstato vagonų skaičius;

V_K – 2-os klasės miegamųjų 4-ių vietų kupė vagonų skaičius;
 V_M – 1-os klasės minkštųjų 2-jų vietų kupė vagonų skaičius;
 V_P – 2-os klasės paprastųjų miegamųjų vagonų skaičius;
 V_Y – y -osios kategorijos sąstato vagonų skaičius;
 $VK_f, VK_{\min}, VK_{\max}$ – vizų kainos faktiškoji, minimali ir maksimali vertė;
 $VK_{fB}, VK_{\min B}, VK_{\max B}$ – Baltarusijos tranzitinės vizos faktiškoji, minimali ir maksimali vertė;
 $VK_{fR}, VK_{\min R}, VK_{\max R}$ – Rusijos vizos kainos faktiškoji, minimali ir maksimali vertė;
 $VKA_f, VKA_{\max}$ – c -ojo vagono vėdinimo, oro kondicionavimo, apšvietimo įrangos veikimo faktiškoji ir maksimali vertė;
 $VKB_f, VKB_{\max}$ – c -ojo vagono išorinės būklės (švaros, pažeidų) faktiškoji ir maksimali vertė;
 $VR_f, VR_{\max}$ – restorano vagono faktiškoji ir maksimali vertė;
 $VRR_f, VRR_{\max}$ – vietų restorano vagono rezervavimo galimybės faktiškoji ir maksimali vertė;
 $VTT_f, VTT_{\max}$ – turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumo c -ajame vagono faktiškoji ir maksimali vertė;
 $v_{\max, l}$ – didžiausias leidžiamasis traukinio važiavimo l -uoju tarpstočiu greitis;
 Δv_f – faktiško ir didžiausio leidžiamojo traukinio važiavimo l -uoju tarpstočiu greičio pokytis;
 W – Kendall'o konkordancijos koeficientas;
 $W_{\min}$ – mažiausia konkordancijos koeficiento reikšmė;
 $WC_f, WC_{\max}$ – c -ojo vagono sanitarinių mazgų faktiškoji ir maksimali vertė;
 $x_{A1}, x_{A2}, \dots, x_{Am}$ – A grupės j -ojo kriterijaus kintamasis dydis, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo;
 $x_{B1}, x_{B2}, \dots, x_{Bm}$ – B grupės j kriterijaus kintamasis dydis, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo;
 $x_{C1}, x_{C2}, \dots, x_{Cm}$ – C grupės j kriterijaus kintamasis dydis, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo;
 $x_{D1}, x_{D2}, \dots, x_{Dm}$ – D grupės j kriterijaus kintamasis dydis, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo;
 Z_j – j kriterijaus svarbumo rodiklis;
 Z_{gz} – g kriterijų (anketų) grupei z kategorijos respondentų (ekspertų) suteiktas svorio koeficientas;
 $\bar{Z}_g^*$ – visų tyrime dalyvavusių kategorijų respondentų ir ekspertų nuomonių apie g kriterijų grupės svarbą vidutinis svorio koeficientas;
 α – reikšmingumo lygmuo;
 β – koeficientas, priklausantis nuo maršruto tarpinių stočių skaičiaus;

γ – vėlavimo išvykti iš išvykimo (pradinės) stoties A ir atvykti į galinę C stotį svorio koeficientas;

$\lambda_{\max}$ – (*largest eigenvalue*) didžiausia tikrinė matricos reikšmė;

ν – laisvės laipsnis;

χ^2 – konkordancijos koeficiento reikšmingumo kriterijus (Pirsono kriterijus);

$\chi^2_{\alpha, \nu}$ – kritinė Pirsono statistika;

ω – tikrinis vektorius;

σ_b – bendrasis visų geometrinių parametrų standartinis nuokrypis;

σ_{PLOTIS} – bėgių kelio vėžės pločio, išmatuoto prie 3-ios kelmačio vežimėlio ašies, standartinis nuokrypis;

σ_{IDK} – kairės pusės bėgio įdubos standartinis nuokrypis;

σ_{IDD} – dešinės pusės bėgio įdubos standartinis nuokrypis;

σ_{TIEK} – kairės pusės bėgio padėties plane standartinis nuokrypis;

σ_{TIED} – dešinės pusės bėgio padėties plane standartinis nuokrypis;

σ_{LYGIS} – bėgių padėties vienas kito atžvilgiu pagal bėgių galvutės lygį standartinis nuokrypis;

σ_{PER} – staigaus nukrypimo pagal bėgių galvutės lygį (perkrypą) standartinis nuokrypis.

Santrumpos

AHP – (angl. *Analytic Hierarchy Process*) daugiatislo vertinimo metodas – analitinės hierarchijos procesas;

AKAK – keleivinio vagono ašidėžė ir ašies kakliukas;

EKS – elektroninis mokėjimo kortelių skaitytuvas;

ERTMS – (angl. *European railway traffic management system*) Europos geležinkelių transporto valdymo sistemos;

ES – Europos Sąjunga;

GGĮ – gaisro gesinimo įrenginys;

GPS – navigacijos sistemos įrenginys;

GSM-R – balsinio radijo ryšio ir bevielio duomenų perdavimo sistema;

IIA – individuali izoliuojančios apsaugos priemonė;

KAR – kapitalinis atkuriamasis remontas;

KDVM – kompleksinis daugiakriteris vertinimo modelis;

KKI – kelio kokybės indeksas;

KKVR – kompleksinis kokybės vertinimo rodiklis;

GTK – kelionės traukiniu kokybė;

KV – miegamasis 4-ių vietų kupė vagonas (36 vietos);

LG – AB „Lietuvos geležinkeliai“;

MV – miegamasis 2-jų vietų kupė vagonas (18 vietų);
 TKVG – tarptautinis keleivių vežimas geležinkeliais;
 TKVGK – tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais kokybė;
 TKVGKK – tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijai (tikslą atspindintys efektyvumo rodikliai);
 TKVGP – tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais procesas;
 NVS – Nepriklausomų valstybių sandraugos šalys;
 OSP-1 – automatinis miltelinis gesintuvas;
 PGV – pavojingi gaisro veiksniai;
 PV – paprastas miegamasis vagonas (54 vietos);
 RAKP – riedmenų automatinės kontrolės priemonės;
 RITS – (angl. *Railway Intelligent Transportation Systems*) informacinėmis ir elektroninių ryšių technologijomis grindžiamos sistemos, skirtos geležinkelių transporto eismui, įskaitant infrastruktūrą, transporto priemones ir naudotojus, elektroninį keleivinio transporto bilietą, valdyti;
 SMPS – Tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais susitarimas;
 UPS – automatinis priešgaisrinės signalizacijos įrenginys;
 WiFi – nemokamas bevielis ryšys.

Terminai ir apibrėžimai

Dividendas [lot. *dividendum* – tas, kas turi būti dalijama] – dalis akcinės bendrovės pelno, padalyta akcininkams pagal nuo jų turimų akcijų kiekį ir rūšį.

Dotacija [lot. *dotatio* – dovana, auka] – valstybės lėšos, duodamos įmonėms ir organizacijoms, vietiniams biudžetams, kad jie galėtų padengti išlaidas, kurios viršija pajamas.

Ekspertas [lot. *expertus* – įgudęs, prityręs] – mokslo, meno ar kitų sričių žinovas, kviečiamas atsakyti į klausimus, reikalaujančius specialių žinių.

Ekvivalentinis garso slėgio lygis (L_{AeqT}) – ekvivalentinis nuolatinis garso slėgio lygis, kai standartinė dažninė svertis yra A svertis.

Geležinkelio įmonė (vežėjas) – licencijuota įmonė, keleiviams, bagažui ir (ar) kroviniams vežti naudojanti viešąją geležinkelių infrastruktūrą ir užtikrinanti trauką teisėtai valdomomis traukos priemonėmis, taip pat įmonė, kuri tik teikia traukos priemones.

Geležinkelio kelias – inžinerinis statinys, kurį sudaro žemės sankasa, viršutinė kelio konstrukcija (balasto sluoksnis, pabėgiai, bėgiai) ir kiti inžineriniai įrenginiai.

Geležinkelių infrastruktūra – geležinkeliai, statiniai, žemė, pastatai, pagrindinė įranga ir įrenginiai, būtini eismui organizuoti ir valdyti bei eismo saugai užtikrinti.

Geležinkelių linija – geležinkelių tinklo dalis su įrenginiais, statiniais bei eismo valdymo sistemomis.

Geležinkelio riedmenys – traukos priemonės (lokomotyvai), vagonai, dyzeliniai ir elektriniai traukiniai, automotrisės ir specialieji riedmenys.

Geležinkelių tinklas – Lietuvos Respublikos geležinkelių infrastruktūra, kurią valdo ir prižiūri jos valdytojas ar savininkas.

Geležinkelių transportas – Lietuvos Respublikos ūkio ir socialinės infrastruktūros dalis, skirta visuomenės ir ūkio subjektų poreikiams tenkinti – keleiviams, bagažui ir (ar) kroviniams geležinkeliais vežti.

Geležinkelių transporto veikla – keleivių, bagažo ir (ar) krovinių vežimas geležinkeliais, geležinkelių infrastruktūros valdymas, plėtra ir priežiūra, taip pat kita veikla, tiesiogiai susijusi su geležinkelių infrastruktūra, keleivių, bagažo ir (ar) krovinių vežimu.

Hierarchija [gr. *hierarchija* < *hieros* – šventas + *archē* – valdžia]: 1. Daugiapakopė organizacinė struktūra, kurios grandys, einant nuo viršaus į apačią, sudaro griežtai reglamentuotus pavaldumo ir priklausomybės laiptus; 2. Kibernetikoje – daugiapakopė struktūra.

Keleivinis traukinys – iš keleivinių vagonų suformuotas traukinys, vežantis keleivius, paštą ir bagažą.

Keleiviniai vagonai – vagonai keleiviams, paštui ir bagažui vežti, restorano vagonai, sanitariniai, tarnybiniai, tyrimo ir matavimo laboratorijos bei kiti specialūs keleiviniai vagonai.

Keleiviai – žmonės, keliaujantys traukinio sąstatu ir neatliekantys jokio su transportu susijusio darbo.

Kelionės bilietas – nustatytos formos dokumentas, patvirtinantis keleivio vežimo sutarties sudarymą ir suteikiantis teisę važiuoti traukiniu nuo / iki bet kurios stoties į vieną arba į abi puses pagal traukinio važiavimo maršrutą.

Keleivių vežimo kokybė – vežimo proceso savybių visuma, kuri grindžiama jos galimybe patenkinti keleivių poreikius.

Kokybiškas aptarnavimas – aptarnaujančių darbuotojų mandagaus bendravimo, nepriekaištingos išvaizdos, keleivio lūkesčių pateisinimo, keleiviui reikalingos informacijos suteikimo, probleminių situacijų operatyvaus išsprendimo derinys.

Kompensacija [lot. *compensatio* – išlyginimas] – nuostolių atlyginimas.

Konkordancija [lot. *concordantis* – dermė, sutikimas]: dvynių požymių sutapimas.

Konkordantiškas [lot. *concordans* (kilm. *concordantis*) – atitinkantis] – panašus, turintis tokius pat būdingus požymius, darnus.

Lokomotyvo brigada – darbuotojų grupė, valdanti lokomotyvą, dyzelinį ar elektrinį traukinį. Lokomotyvo brigadą sudaro mašinistas ir jo padėjėjas, o garvežiuose ir kūrikas.

Maksimalus garso slėgio lygis (L_{AFmax}) – didžiausias garso slėgio lygis, kai standartinė dažninė svertis yra A svertis, o standartinė laiko svertis yra F svertis.

Maršrutas – traukinio ar manevrinio sąstato važiavimo per tam tikrus iešmus kelias iš tarpstočių į stotį, iš stoties į tarpstotį arba iš vieno stoties kelio į kitą.

Nepastovus triukšmas – triukšmas, kuris nuolat kinta, pertrūksta arba pulsuoja ir kurio garso slėgio lygio pokytis didesnis kaip 5 dBA.

Palydovas bufetininkas – darbuotojas, skiriamas aptarnauti bufeto vagonus ir restorano vagonus ir atsakantis už produktų kokybę, apskaitą, asortimentą.

Patogumas – malonus jausmas, kurį suvokia asmuo apie savo klimatinę aplinką.

Perkrypa – tai staigus bėgių lygio pokytis į skirtingas puses, kai atstumas tarp gretimų nuokrypių viršūnių yra 20 m ar mažiau, neatsižvelgiant į tai, ar įrašo kreivė kerta nulinę liniją, ar ne.

Procesas – tai tarpusavyje susijusių, vienas kitam įtakos turinčių veiksmų visuma, t. y. tie veiksniai, kurie gavinius paverčia rezultatais (pvz., gavinys – kliento reikalavimai, procesas – naujo produkto kūrimas, rezultatas – naujas produktas).

Rangas [vok. *Rang* < pranc. *rang* – eilė] – hierarchijos lygmuo hierarchinėje sistemoje: ... 3. matematikoje, sistemos, kurios elementus galima sudėti vienus su kitais ir dauginėti iš skaičių: tarpusavyje tiesiškai nepriklausomų elementų skaičiaus.

Reitingas [angl. *rating*] – sociologijoje – asmens, institucijos, reiškinio kiekybinis įvertinimas, padedantis palyginti vienos rūšies objektus, nustatyti jų vietą vertinimo skalėje.

Respondentas [lot. *respondens* – atsakantis] – asmuo, atsakinėjantis į socialinių tyrimų anketas arba tyrėjo žodžiu užduodamus klausimus.

Savaitinis veikiančio triukšmo (triukšmo ekspozicijos) lygis ($L_{EX, 8h,w}$ arba $L_{EX, 8h}$): 5 dienų darbo savaitės kasdienių veikiančios triukšmo (ekspozicijų) svertinių lygių vidurkis.

Sistema – tam tikra tvarka sujungtų komponentų visuma.

Stotelė – tarpstotyje įrengta vieta keleiviams išlipti iš traukinio ir įlipti į jį.

Stotis – geležinkelio infrastruktūros dalis. Ją sudaro kelių, pastatų, statinių ir įrenginių kompleksas, užimantis tam tikrą žemės sklypą ir skirtas traukiniams priimti, išformuoti, išleisti ir praleisti; keleiviams, bagažo ar krovinių siuntėjams (gavėjams) aptarnauti.

Subsidija [lot. *subsidium* – pagalba] – valstybės ekonominės (finansinės) pagalbos teikimas vietinės rinkos privačiam sektoriui arba kurios nors prekės (paslaugos) vartotojams.

Tranzityvumas – [tranzityvus]: ... 2. matematikoje: aibės elementų sąryšio savybė: jei $a^* b$ ir $b^* c$, tai $a^* c$ (a, b, c – aibės elementai, $*$ – sąryšio ženklas), pavyzdžiui, lygybė ($=$), daugiau arba lygu ($\geq$), mažiau arba lygu ($\leq$) yra tranzityvūs sąryšiai.

Traukinį aptarnaujantis personalas – traukiniais vykstančius keleivius aptarnaujantys darbuotojai: vagono palydovai, traukinio viršininkai, palydovai bufetininkai, konduktoriai kontrolieriai, elektrinio traukinio konduktoriai, revizoriai kontrolieriai.

Traukinio viršininkas – darbuotojas, skiriamas aptarnauti keleivinius traukinius, kuriam pavaldi traukinio brigada ir atsakantis už pavaldžių darbuotojų darbo organizavimą, saugų keleivių vežimą savo kompetencijos ribose, kultūringą aptarnavimą ir keleivinių vagonų eksploatavimą.

Vagono palydovas – darbuotojas, skiriamas aptarnauti keleivinius vagonus, atsakantis už saugų keleivių vežimą, kultūringą aptarnavimą, vagono inventorių, įrangą ir kitas vertybes.

Vyresnysis vagono palydovas – darbuotojas, skiriamas aptarnauti keleivinius traukinius ir traukinio viršininko poilsio metu einantis jo pareigas.

Turinys

IVADAS	1
Problemos formulavimas.....	1
Darbo aktualumas.....	2
Tyrimų objektas.....	2
Darbo tikslas.....	2
Darbo uždaviniai	2
Tyrimų metodika	3
Darbo mokslinis naujumas	3
Darbo rezultatų praktinė reikšmė	3
Ginamieji teiginiai.....	4
Darbo rezultatų aprobavimas.....	4
Disertacijos struktūra.....	5
1. MOKSLO DARBŲ, SKIRTŲ KELEIVIŲ VEŽIMO GELEŽINKELIAIS KOKYBEI TIRTI IR JĄ REGLAMENTUOJANČIŲ DOKUMENTŲ, ANALIZĖ	7
1.1. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybę reglamentuojantys dokumentai.....	7
1.2. Geležinkelio infrastruktūros tyrimai.....	12
1.3. Geležinkelio riedmenų tyrimai	16
1.4. Keleivių vežimo geležinkeliais proceso tyrimai.....	17
1.5. Pirmojo skyriaus išvados.....	20

2. KELEIVIŲ VEŽIMO GELEŽINKELIAIS KOKYBĖS KRITERIJAI IR PROCESO MODELIAI	21
2.1. AB „Lietuvos geležinkeliai“ veiklos ir keleivių vežimo rodiklių apžvalga.....	21
2.2. Kelionės tarptautiniu traukiniu kokybės kriterijų pagrindimas ir sisteminimas	25
2.2.1. Kriterijai, susieti su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle	25
2.2.2. Kriterijai, susieti su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija	27
2.2.3. Kriterijai, susieti su kelionės kaina.....	30
2.2.4. Kriterijai, susieti su kelionės traukiniu saugumu.....	30
2.3. Kelionės traukiniu patogumo samprata	33
2.4. Kelionės traukiniu proceso modelis ir jo pagrindimas	35
2.4.1. Kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle, vertinimo modelis	35
2.4.2. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, vertinimo modelis	49
2.4.3. Kriterijų, susietų su kelionės kaina, vertinimo modelis.....	62
2.4.4. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, vertinimo modelis	66
2.5. Antrojo skyriaus išvados	73
3. KELEIVIŲ VEŽIMO GELEŽINKELIAIS KOKYBĖS KRITERIJŲ IR JŲ GRUPIŲ SVARBOS TYRIMAS EKSPERIMENTINIAIS METODAIS	75
3.1. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijų svarbos tyrimas AHP metodu.....	76
3.1.1. Anketų struktūra, respondentai ir ekspertai	76
3.1.2. Vieno eksperto nuomonės apie kriterijų svarbą nustatymas.....	77
3.1.3. Anketos duomenų tvarkymo skaitinis pavyzdys	79
3.1.4. Grupės respondentų ir ekspertų nuomonių suderinamumas	83
3.1.5. Respondentų (keleivių) nuomonių suderinamumo skaitinis pavyzdys.....	85
3.2. Respondentų ir ekspertų anketų analizė	88
3.2.1. Keleivių nuomonė apie kriterijų svarbą	88
3.2.2. Traukinių aptarnaujančio personalo nuomonė apie kriterijų svarbą	90
3.2.3. Administracijos darbuotojų nuomonė apie kriterijų svarbą.....	92
3.2.4. Trijų kategorijų tyrime dalyvavusių respondentų ir ekspertų lyginamoji nuomonių analizė	94
3.3. Respondentų ir ekspertų, nustačiusių kelionės traukiniu kokybės kriterijų grupių svarbą, apklausos rezultatai ir nuomonių lyginamoji analizė.....	100
3.4. Trečiojo skyriaus išvados	106
4. MODELIŲ TAIKYMAS VERTINANT KELEIVIŲ VEŽIMO GELEŽINKELIAIS KOKYBĘ.....	109

4.1. Kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle, modelio praktinio pritaikymo vertinimas.....	109
4.2. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, modelio praktinio pritaikymo vertinimas.....	123
4.3. Kriterijų, susietų su kelionės kaina, modelio praktinio pritaikymo vertinimas	128
4.4. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, modelio praktinio pritaikymo vertinimas.....	132
4.5. Kriterijų kitimo įtakos kompleksiniam kokybės rodikliui tyrimas	138
4.6. Praktinis pritaikymas	141
4.7. Ketvirtąjo skyriaus išvados	142
BENDROSIOS IŠVADOS	145
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI.....	147
AUTORĖS PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS	161
PRIEDAI.....	163
A priedas. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, kiekybinio įvertinimo (balo) 1-ojo respondento nustatymo anketa.....	165
B priedas. A, B, C ir D grupių kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal keleivių nuomonę	166
C priedas. A, B, C ir D grupių kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal traukinį aptarnaujančio personalo nuomonę	174
D priedas. A, B, C ir D grupių kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal administracijos darbuotojų nuomonę.....	182
E priedas. Kelionės traukiniu kokybės A, B, C ir D kriterijų grupių svarbos (pirmumo) nustatymo anketa (su 1-ojo respondento suteiktais rangais).....	190
F priedas. Kelionės traukiniu kokybės kriterijų A, B, C ir D grupių pirmumo įvertinimas R_{ij} (rangai) respondentų ir ekspertų požiūriu.....	191
G priedas. Svarbiausių Lietuvos Respublikos geležinkelio kelių KKI, išmatuoto kelmačiu EM-140 (kas kilometras) 2012 m. vasario–gegužės mėnesiais, kitimas ir jo atitiktis normų reikalavimams	194
H priedas. Kelmačiu EM-140 2012 m. išmatuotų kelių kokybės indekso (KKI) reikšmių pasiskirstymas (dinamika)	198
I priedas. Kelmačiu EM-140 2012 m., išmatuotų kelių kokybės indekso (KKI) reikšmių procentinis pasiskirstymas (dinamika)	201
J priedas. Kelio Vilnius–Kėna (I pagrindinio) 2012 m. sausio mėn. išmatuoti geometriniai kelio parametrai	204
K priedas. Traukinio Vilnius–Maskva tvarkaraštis	206
L priedas. Rodiklio K skaičiavimas.....	207

Contents

INTRODUCTION	1
The research problem	1
The relevance of the work	2
The object of the research	2
The aim of the work	2
The tasks of the work	2
The methodology of the research	3
The scientific novelty	3
The practical value of the work	3
Defended propositions	4
Approval of the results	4
The scope of the work	5
1. THE ANALYSIS OF THE WORKS DEVOTED TO THE INVESTIGATION OF THE QUALITY OF PASSENGER TRANSPORTATION BY RAILWAY AND THE DOCUMENTS REGULATING IT	7
1.1. The documents, regulating the quality of passenger transportation by railway	7
1.2. The research works on railway infrastructure	12
1.3. The research works on rolling stock	16
1.4. The research works on the process of passenger transportation by railway	17
1.5. Conclusions of Chapter 1	20

2. THE CRITERIA DESCRIBING THE QUALITY OF PASSENGER TRANSPORTATION BY RAILWAY AND MODELS OF THIS PROCESS	21
2.1. A survey of the activities of the AB “Lietuvos geležinkeliai” and passenger transportation criteria	21
2.2. Theoretical substantiation and classification of the criteria describing the quality of trip by international trains	25
2.2.1. The criteria describing the elements of the train and the railway track condition	25
2.2.2. The criteria describing the organization and technology of the process of travelling by train	27
2.2.3. The criteria describing the cost of the trip by train	30
2.2.4. The criteria describing the safety of the trip by train	30
2.3. A concept of comfort of the trip by train	33
2.4. The model of the process of travelling by train and its substantiation	35
2.4.1. The model for evaluating the criteria describing the elements of the train and the condition of the railway track	35
2.4.2. The model for evaluating the criteria describing the organization and technology of the process of travelling by train	49
2.4.3. The model for evaluating the criteria describing the cost of the trip by train	62
2.4.4. The model for evaluating the criteria describing the safety of the trip by train	66
2.5. Conclusions of Chapter 2	73
3. THE ANALYSIS OF THE SIGNIFICANCE OF THE CRITERIA AND THEIR GROUPS, DESCRIBING THE QUALITY OF PASSENGER TRANSPORTATION BY RAILWAY, BASED ON EXPERIMENTAL METHODS	75
3.1. Investigation of the significance of the criteria describing the quality of passenger transportation by railway using AHP method	76
3.1.1. The description of the structure of the questionnaires, respondents and experts	76
3.1.2. Determination of the opinion of one particular expert about the significance of the criteria	77
3.1.3. The numerical example of the questionnaire’s data processing	79
3.1.4. The consistency of the opinions of the group of respondents and experts	83
3.1.5. The numerical example of the consistency of the opinions of respondents (passengers)	85
3.2. The analysis of the questionnaires obtained from the respondents and experts	88
3.2.1. The opinion of the passengers of the train about the significance of the criteria	88
3.2.2. The opinion of the service staff of the train about the significance of the criteria	90

3.2.3. The opinion of the administration staff about the significance of the criteria.....	92
3.2.4. The comparative analysis of the opinions of three categories of respondents and experts, taking part in the survey	94
3.3. The results obtained from the respondents and experts in the survey, conducted for determining the significance of the criteria group, describing the quality of the trip by train, and the comparative analysis of their opinions	100
3.4. Conclusions of Chapter 3	106
4. THE APPLICATION OF MODELS FOR EVALUATING THE QUALITY OF PASSENGER TRANSPORTATION BY RAILWAY	109
4.1. The application of the model for evaluating the criteria, describing the elements of the train and the condition of the railway track.....	109
4.2. The application of the model for evaluating the criteria, describing the organisation and technology of the process of travelling by train	123
4.3. The application of the model for evaluating the criteria, describing the cost of the trip by train	128
4.4. The application of the model for evaluating the criteria, describing the safety of the trip by train	132
4.5. Investigating the impact of the variation of the considered criteria on the comprehensive quality index	138
4.6. Practical application	141
4.7. Conclusions of Chapter 4	142
GENERAL CONCLUSIONS	145
REFERENCES	147
THE LIST OF PUBLISHED WORKS ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION.....	161
ANNEXES (ON THE CD)	163
Annex A. The questionnaire of the first respondent for quantitative evaluation (in points) of the criteria describing organization and technology of the process of travelling by train.....	165
Annex B. Determining the significance of the criteria of the groups A, B, C and D and their ranking, based on the opinions of passengers.....	166
Annex C. Determining the significance of the criteria of the groups A, B, C and D and their ranking, based on the opinions of the train service staff	174
Annex D. Determining the significance of the criteria of the groups A, B, C and D and their ranking, based on the opinions of the administration staff	182

Annex E. The questionnaire with the ranks, assigned by the first respondent for determining the significance (preference order) of the criteria of the groups A, B, C and D, describing the quality of the trip by train.....	190
Annex F. Ranking (R_{ij}) the criteria of the groups A, B, C and D, describing the quality of the trip by train, based on the opinions of respondents and experts	191
Annex G. The variation of the TQI of the main Lithuanian railways, measured by the track geometry car EM-140 (for each km) in February-May, 2012, and its compliance with the accepted standards	194
Annex H. Distribution (dynamics) of TQI values, measured by the track geometry car EM-140 in 2012	198
Annex I. Percent distribution (dynamics) of TQI values, measured by the track geometry car EM-140 in 2012	201
Annex J. Geometric parameters of the railway track (the main track 1) on the route Vilnius–Kėna, measured in January, 2012.....	204
Annex K. The schedule of the train Vilnius–Moscow	206
Annex L. Calculating of index K	207

Ivadas

Problemos formulavimas

Ar gali būti taip, kad XXI amžiuje Lietuvoje išnyks keleivių vežimo geležinkeliais sektorius? Toks scenarijus, kadaise atrodęs nerealus, Lietuvai įžengus į atvirą Europą, virsta realybe. Šiuo metu stinga lėšų keleivinių traukinių riedmenų parkui atnaujinti, kurios yra būtinos keleivių vežimo paslaugos kokybei užtikrinti. Atsiradus pigioms avialinijoms dalis tarptautinių traukinių keleivių pasirinko lėktuvus, kadangi bilieto kaina beveik prilygsta traukinio bilieto kainai, o kelionės tikslas pasiekiamas daug greičiau. Norint, kad keleivių vežimas būtų pelningas, būtina 6 kartus padidinti kainas arba 100 % pripildyti traukinius. Tam, kad geležinkelių transportas rinkoje sėkmingai konkuruotų su kitomis transporto rūšimis, būtina gerinti vežimo proceso kokybę.

Disertacijoje pateikiami tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijai (TKVGKK). Ekspertinių vertinimų metodais nustatytas atskirų kriterijų grupių ir jas sudarančių kriterijų reikšmingumas (svoriai). Pateiktas daugiatis matematinis modelis, kurį taikant galima apskaičiuoti kelionės tarptautiniu traukiniu 49 kokybės kriterijų įtaką keleivių vežimo kokybei, išreiškiamai vienu parametru (kompleksiniu kokybės vertinimo rodikliu (KKVR) K).

Darbo aktualumas

Mokslinėje literatūroje stokojama sprendinių, kuriais remiantis galima įvertinti kelionės tarptautiniu traukiniu kokybę.

Siekdama išlaikyti ir pagerinti vietą konkurencinėje rinkoje su kelių ir oro transportu, geležinkelio įmonė priversta ieškoti būdų, kaip padidinti patogumą, saugumą traukiniuose. Dėl šios priežasties kyla būtinybė nustatyti keleiviui svarbius kelionės traukiniu kriterijus ir juos gerinti. Kelionės traukiniu proceso veiksniai (kriterijai) skirtingai veikia keleivio patogumą, saugumą, važiavimo trukmę, kainą ir pasitenkinimą kelione. Atskirų traukinių, kelionės traukiniu ruožų, aptarnaujančio personalo darbo kokybę patogų vertinti vienu parametru, t. y. KKVR K .

Tyrimų objektas

Tyrimų objektas – keleivių vežimo geležinkeliais procesas ir jį rodantys parametrai (kriterijai).

Darbo tikslas

Šio darbo tikslas – pateikti tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijų visumą, jų vertinimo daigiatikslius modelius.

Darbo uždaviniai

Darbo tikslui pasiekti reikia išspręsti šiuos uždavinius:

1. Suformuluoti ir susisteminti kriterijus, turinčius įtakos tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais kokybei, nustatyti jų svarbą.
2. Nustatyti kiekvienos kriterijų grupės svarbą (pirmumą) ir grupės kriterijų svarbą.
3. Pateikti originalų matematinį modelį, leisiantį įvertinti tarptautinio vežimo kokybės vienareikšmį kiekybinį rodiklį.
4. Eksperimentiniais tyrimų duomenimis patikrinti pateikto modelio korektiškumą ir nustatyti kriterijų kitimo įtaką kompleksiniam kokybės vertinimo rodikliui, išreiškiamam koeficientu K .
5. Pateikti moksliniais tyrimais pagrįstas išvadas ir rekomendacijas, leisiančias pagerinti tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais kokybę.

Tyrimų metodika

Tyrimų metodika pagrįsta mokslinių darbų šioje srityje analize. Darbe naudojami ekspertinių tyrimų, matematinės statistikos, daugiakriterio vertinimo metodai, atliktas rezultatų palyginimas ir ekspertinis vertinimas. Panaudoti apklausų, atliktų LG tarptautinio susisiekimo traukinyje Vilnius–Maskva vagono vidaus ir ašidėžių temperatūros matavimų metu gauti ir kelmačiu EM-140 išmatuoti Lietuvos geležinkelio kelių duomenys.

Darbo mokslinis naujumas

TKVGK kiekybiniai parametrai beveik netyrinėti, todėl rengiant disertaciją buvo gauti šie transporto inžinerijos mokslui nauji rezultatai:

1. Pasitelkus kiekybinius vertinimo metodus nustatyta TKVGKK svarba.
2. Analitiniu Hierarchijos Proceso (AHP) metodu atlikus skirtingų kategorijų vertintojų ekspertų (traukinį aptarnaujančio personalo ir AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos administracijos darbuotojų) ir respondentų (keleivių) anketinę apklausą gauti objektyvūs skaitiniai įverčiai, rodantys TKVGKK ir jų grupių svarbą.
3. Pateiktas originalus daugiatis matematinis modelis, kurį taikant galima nustatyti kelionės traukiniu kokybės kriterijų įtaką keleivių vežimo kokybei, kelionės atskirais tarptautiniais traukiniais kokybę vertinti kompleksiskai vienu parametru, t. y. KKVR. Jo adekvatumas (korektiškumas) patikrintas ir patvirtintas remiantis atliktų eksperimentų ir skaičiavimų duomenimis. Nustatyta kriterijų kitimo įtaka KKVR, t. y. modelio jautrumas.
4. Pirmą kartą keleivių vežimo geležinkelių transportu kokybiniai parametrai vertinami taikant rangų, porinio lyginimo ir daugiatislo vertinimo metodus.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

1. Suformuluoti ir susisteminti kriterijai, turintys įtakos TKVGK, nustatyti jų ir šių kriterijų grupių reikšmingumai. Tyrimų rezultatai gali būti naudojami atskiriems kriterijams ir visam keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu procesui gerinti.

2. Sukurtas originalus adityvinis modelis, skirtas atskiro tarptautinio traukinio (maršruto) KKVR skaičiuoti ir nustatytas jo jautrumas. Patikrintas jo korektiškumas vertinant tarptautinio traukinio Vilnius–Maskva KKVR.

Ginamieji teiginiai

1. Keleivių vežimo traukiniu kokybę, priklausančią nuo daugelio kriterijų, galima vertinti vienu parametru, nustatomu iš adityvinio modelio. Taikant adityvinį modelį galima lyginti atskirus tarptautinio traukinio maršrutus.
2. KKVR modelį sudaro skirtingą svorį turintys 4 dėmenys, kurių kiekvienas skaičiuojamas sudedant kriterijaus normalizuoto svorio ir jo kintamosios dalies sandaugas. Ne visi TKVGKK yra vienodai svarbūs keleiviams, traukinį aptarnaujančiam personalui ir administracijos darbuotojams.
3. Kriterijų normalizuotus svorius ir jų grupių pirmumą patogu nustatyti taikant ekspertinių tyrimų metodus: AHP, rangų koreliacijos (angl. *Rank Correlation*).
4. Kriterijai, kurių kintamosios dalies pokytis nuo 0 iki 1 labiausiai keičia KKVR vertę, laikytini svarbiausiais.

Darbo rezultatų aprobavimas

Disertacijos tema yra išspausdinti 9 moksliniai straipsniai: 2 – referuojamuose ir turinčiuose citavimo indeksą Mokslinės informacijos instituto duomenų bazėje „Thomson ISI Web of Science“ (tarptautiniuose mokslo leidiniuose) mokslo žurnaluose; 2 – mokslo leidiniuose, referuojamuose Mokslinės informacijos instituto duomenų bazėje „Thomson ISI Web of Science“ be citavimo indekso; 2 – konferencijų pranešimų medžiagoje; 1 – recenzuojamame mokslo žurnale, referuojamame Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos įskaitomoje duomenų bazėje „IndexCopernicus“; 1 – kitame recenzuojamame mokslo leidinyje; 1 – nerecenzuojamame leidinyje paskelbtas straipsnis (konferencijos pranešimų medžiagoje).

Disertacijoje atliktų tyrimų rezultatai buvo paskelbti 5 mokslinėse konferencijose:

- Jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2008, 2009, 2011 m. Vilniuje, Lietuvoje (3);
- Tarptautinėje konferencijoje „Environment Engineering“ 2011 m. Vilniuje, Lietuvoje (1);

- Tarptautinėje konferencijoje „Oro uostai – langas į ateitį“ 2012 m. Kijeve, Ukrainoje (1).

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro įvadas, 4 skyriai, bendrosios išvados, literatūros sąrašas, publikacijų sąrašas ir 12 priedų.

Darbo apimtis – 165 puslapiai be priedų. Tekste panaudota: 97 numeruotos formulės, 38 paveikslai ir 22 lentelės. Rašant disertaciją vadovautasi 188 mokslinės literatūros ir kitais šaltiniais.

Mokslo darbų, skirtų keleivių vežimo geležinkeliais kokybei tirti ir jų reglamentuojančių dokumentų, analizė

Geležinkelių transportas, konkuruodamas vežimų rinkoje su kitomis transporto rūšimis, sparčiai tobulėja – didėja važiavimo greitis, patogumas, saugumas.

Skyriuje nagrinėjami moksliniai darbai, skirti geležinkelių infrastruktūrai, riedmenims ir keleivių vežimo geležinkeliais proceso kokybei tirti, analizuojami keleivių vežimo geležinkeliais kokybę Lietuvos Respublikoje ir kitose ES šalyse reglamentuojantys norminiai dokumentai.

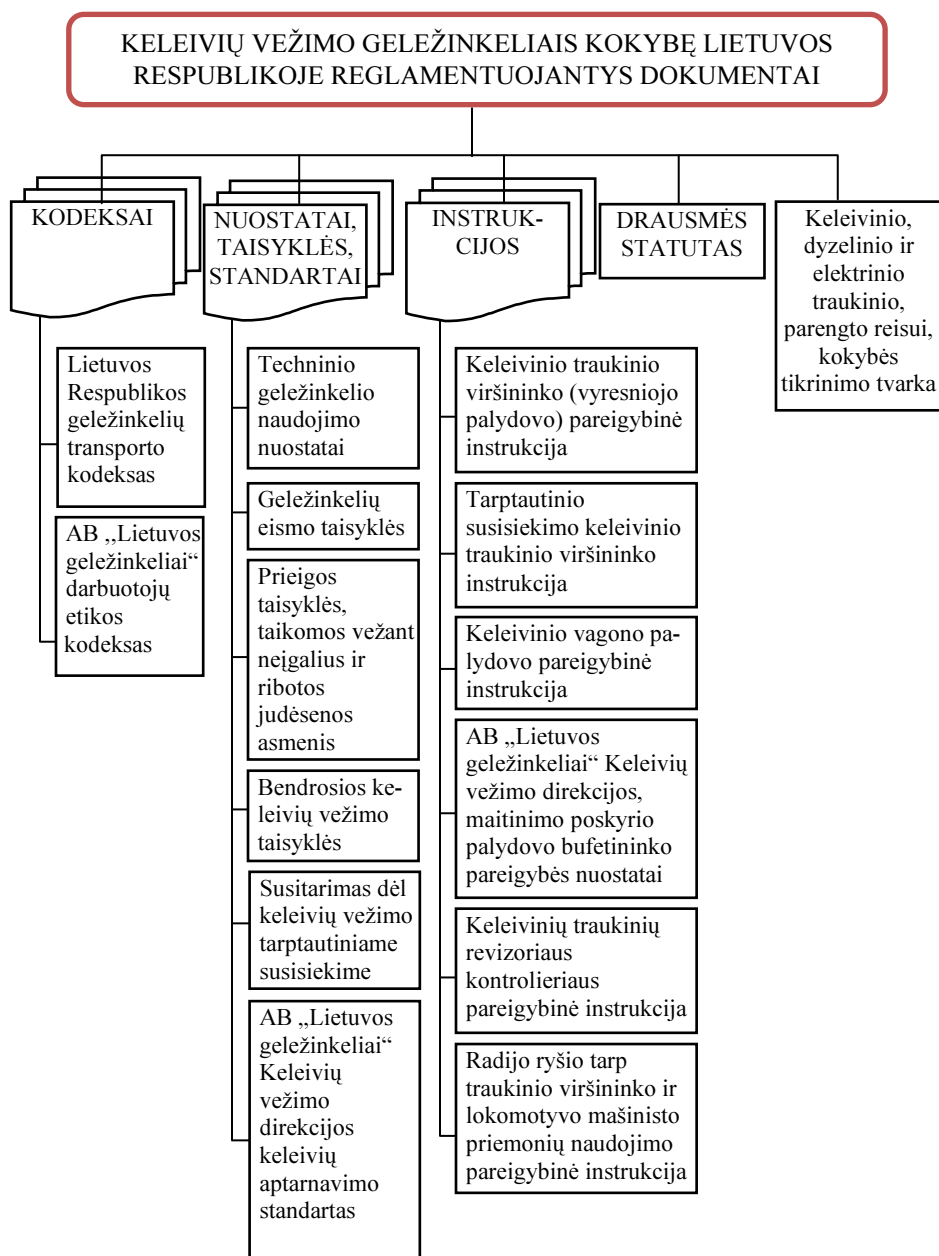
1.1. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybę reglamentuojantys dokumentai

Lietuvos Respublikoje keleivių vežimo geležinkeliais kokybę reglamentuoja įvairūs dokumentai. Lietuvos Respublikoje keleivių vežimo geležinkeliais kokybę reglamentuojančių dokumentų schema pavaizduota 1.1 paveiksle. Geležinkelių transportas veikia pagal *Lietuvos Respublikos geležinkelių transporto kodeksą*

(2002), Lietuvos Respublikos tarptautinės sutartis, Lietuvos Respublikos įstatymus, Vyriausybės nutarimus bei Susisiekimo ministerijos teisės aktus. Lietuvos Respublikos geležinkelių transporto kodeksas reguliuoja santykius, kylančius iš keleivių, bagažo ir krovinių vežimo Lietuvos Respublikos geležinkelių transportu, nustato keleivių, krovinių siuntėjų (gavėjų) ir vežėjų teises, pareigas ir atsakomybę, reikalavimus geležinkelio įmonės specialistams, taip pat geležinkelio infrastruktūros objektų reikalavimus. AB „Lietuvos geležinkeliai“ *darbuotojų etikos kodeksas* (2008) nustato LG darbuotojų elgesio principus bei taisykles, reguliuoja darbuotojų tarpusavio santykius bei santykius su kitais asmenimis. *Techninio geležinkelių naudojimo nuostatai* (1966) nustato 1520 mm pločio vėžės geležinkelių veiklos pagrindus, pagrindinių statinių, įrenginių ir riedmenų matmenis, reikalavimus, priežiūros normas ir traukinių eismo organizavimo bei signalizavimo principus. *Geležinkelių eismo taisyklės* (2000) nustato traukinių eismo tvarkymo principus, traukinių priėmimo į stotį, išleidimo į tarpstotį ir manevravimo stotyje tvarką. Nurodo geležinkelių transporto darbuotojų veiksmus susidarius avarinei ir nestandartinei situacijai bei sutrikus eismo valdymo įrenginių sistemai. *Prieigos taisyklės, taikomos vežant neįgalius ir ribotos judėsenos asmenis*, sukurtos remiantis 2007 m. spalio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1371/2007 dėl geležinkelių keleivių teisių ir pareigų nuostatomis ir taikomos teikiamoms AB „Lietuvos geležinkeliai“ paslaugoms vežant neįgalius ir ribotos judėsenos asmenis Lietuvos teritorijoje bei tarptautiniais maršrutais. Taisyklių paskirtis – užtikrinti lygias ir nediskriminacines galimybes žmonėms su judėjimo bei kitomis negaliomis – dėl amžiaus arba bet kurios kitos priežasties – keliauti geležinkelių transportu, skiriant ypatingą dėmesį informacijos, kuri susijusi su geležinkelio paslaugų pritaikymu, su galimybe patekti į traukinius ir naudotis juose esančiais patogumais, teikimu. Keleivių, nešulių ir bagažo vežimo Lietuvos geležinkeliais vietinio susisiekimo traukiniais tvarką, kurios privalo laikytis geležinkelio įmonė, keleiviai ir bagažo siuntėjai bei gavėjai, nustato *Bendrosios keleivių vežimo taisyklės* (2012). Šios taisyklės yra vežimo sutarties sudedamoji dalis ir yra parengtos pagal šių teisės aktų aktualias redakcijas:

- 2007 m. spalio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 1371/2007 dėl geležinkelių keleivių teisių ir pareigų;
- Lietuvos Respublikos geležinkelių transporto kodeksą;
- Lietuvos Respublikos civilinį kodeksą;
- Lietuvos Respublikos transporto lengvatų įstatymą;
- kitus teisės aktus.

Keleivių, nešulių ir bagažo vežimo tarptautiniais traukiniais tvarką nustato *Susitarimas dėl keleivių vežimo tarptautiniame susisiekime* (1997). AB „Lietuvos geležinkeliai“ *Keleivių vežimo direkcijos keleivių aptarnavimo standartas* (2012), parengtas vadovaujantis Lietuvos Respublikos darbo kodeksu, AB „Lietuvos geležinkeliai“ darbuotojų etikos kodeksu bei kitais bendrovės teisės aktais.



1.1 pav. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybę Lietuvos Respublikoje reglamentuojančių dokumentų schema

Fig. 1.1. A scheme showing Lithuanian documents regulating the quality of passenger transportation by railway

AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos keleivių aptarnavimo standartas – vidinis dokumentas, nustatantis pagrindinius aptarnaujančių darbuotojų elgesio principus bei taisykles aptarnaujant geležinkelių transporto keleivius, išvaizdos darbe reikalavimus, bendravimo su keleiviais ypatumus, apibrėžiantis kokybiško aptarnavimo supratimą bei jo įgyvendinimą.

Traukinių aptarnaujančių darbuotojų instrukcijos nustato jų pareigas, kurių deramas atlikimas užtikrina saugų traukinio eismą, kultūringą keleivių aptarnavimą. *Keleivinio traukinio viršininko (vyresniojo palydovo) pareiginė instrukcija* (2001) nustato keleivinio traukinio viršininko pareigas prieš reisą, kelionės metu, grąžos bei formavimo stotyse. Ši instrukcija taip pat nustato traukinio viršininko veiksmus avarijos ir kitais išskirtiniais atvejais, pasienio ir muitinės kontrolės stotyse, jo teises ir atsakomybę. *Tarptautinio susisieikimo keleivinio traukinio viršininko instrukcija* (2003) yra pagrindinis dokumentas, reglamentuojantis traukinių viršininkų pareigas NVS šalių, Latvijos Respublikos, Lietuvos Respublikos, Estijos Respublikos ir kitų šalių, per kurias važiuoja traukinys, geležinkelioose. *Keleivinio vagono palydovo pareiginė instrukcija* (1999) nustato keleivinio vagono palydovo pareigas prieš reisą, kelionės metu, grąžos bei formavimo stotyse. Ši instrukcija taip pat nustato palydovo veiksmus avarijos ir kitais išskirtiniais atvejais, palydovo veiksmus pasienio ir muitinės kontrolės stotyse, elgesio taisykles, teises ir atsakomybę bei tarptautinio susisieikimo traukinio vagono palydovo veiksmus. AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos maitinimo poskyrio palydovo bufetininko pareigybės nuostatai nustato palydovų bufetininkų uždavinius ir funkcijas, teises, atsakomybę ir ryšius. *Keleivinių traukinių revizoriaus kontrolieriaus pareiginė instrukcija* nurodo revizorių kontrolierių pareigas tikrinant keleivius, restorano ir bagažo vagonus, tikrinimo rezultatų įforminimo tvarką, jų veiksmus prieš reisą ir po reiso. *Radio ryšio tarp traukinio viršininko ir lokomotyvo mašinisto priemonių naudojimo instrukcija* (1999) nustato radio ryšio tarp keleivinio traukinio viršininko ir lokomotyvo mašinisto įrengimo tvarką, naudojimo taisykles, pokalbių reglamentą. Radio ryšys naudojamas tarnybiniams pokalbiams tarp traukinio viršininko ir lokomotyvo mašinisto eismo saugumui, keleivių aptarnavimo kultūrai ir kokybei gerinti. Geležinkelių transportas – viena iš svarbiausių Lietuvos Respublikos transporto sistemos dalių. Kad geležinkelių transportas dirbtų darniai, kad keleiviai bei kroviniai laiku būtų pristatomi į paskirties vietą ir užtikrinamas eismo saugumas, geležinkelių transporto darbuotojai privalo dirbti dorai ir sąžiningai, laikytis darbo drausmės, laiku ir tiksliai atlikti vadovų pavedimus, laikytis technologinės ir gamybinės drausmės, saugos darbe reikalavimų, nepalikti darbo vietos, kol jų nepakeičia kiti darbuotojai. *Lietuvos geležinkelių transporto darbuotojų drausmės statutas* (1995) nustato AB „Lietuvos geležinkeliai“ darbuotojų, kurių veikla gali sukelti šios įmonės darbo sutrikimus, susijusius su didelio masto avarijomis, jų sunkiais padariniais žmonėms ir gamtai, darbo sutarties bei

drausminės atsakomybės ypatumus, darbuotojų skatinimo tvarką. *Keleivinio, dyzelinio ir elektrinio traukinio, parengto reisui, kokybės tikrinimo tvarka* (2004) reglamentuoja traukinio parengimą, laikantis technologinių reikalavimų prieš nukreipimą į išvykimo kelią įlaipinti keleivius, siekiant užtikrinti jų saugų vežimą ir kultūringą aptarnavimą kelionės metu bei keleivinių traukinių riedmenų vidaus garso ir vaizdo informacijos priemonių (keleivių ir bagažo vežimo geležinkelių transportu taisyklių, informacinių ženklų, informacinių plakatų, schemų ir t. t.) apipavidalinimą, išdėstymą, instaliavimą ir priežiūrą.

Pagrindiniai ES norminiai aktai, reglamentuojantys keleivių vežimo geležinkeliais kokybę, yra ES direktyvos ir Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas. 2008 m. birželio 17 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2008/57/EB dėl geležinkelių sistemos sąveikos Bendrijoje tikslas – nustatyti reikalavimus, kurių turi būti laikomasi siekiant užtikrinti Bendrijos geležinkelių sistemos sąveiką, suderintą su Direktyvos 2004/49/EB nuostatomis. Šie reikalavimai yra susiję su šios sistemos dalių projektavimu, konstravimu, pradėjimu eksploatuoti, patobulinimu, atnaujinimu, naudojimu ir technine priežiūra, taip pat su personalo, kuris ją eksploatuoja ir techniškai prižiūri, profesine kvalifikacija ir sveikatos bei saugos sąlygomis. Šioje direktyvoje numatyti bendrieji saugos, patikimumo ir prieinamumo, sveikatos, aplinkosaugos ir techninio suderinamumo reikalavimai. Pateikti konkretūs reikalavimai kiekvienam posistemiiui: infrastruktūrai, energetikai, kontrolės komandoms ir signalizacijai, riedmenims, techninei priežiūrai, traukinių eismo organizavimui ir valdymui, krovinių ir keleivių vežimo telematikos priemonėms. Viešai prieinama infrastruktūra turi būti suprojektuota ir išdėstyta taip, kad būtų apriboti žmonių saugai kylantys pavojai (stabilumas, priešgaisrinė sauga, prieinamumas, evakuacija, platformos ir kt.). Kontrolės komandų ir signalizacijos įrenginiai ir naudojamos procedūros turi sudaryti sąlygas pasiekti tokį traukinių važiavimo saugos lygį, kuris atitiktų tinklui nustatytus tikslus. Visa nauja infrastruktūra ir visi nauji riedmenys, pagaminti ar sukurti patvirtinus suderinamas kontrolės komandų ir signalizacijos sistemas, turi būti pritaikyti naudoti tose sistemose. Riedmenų ir transporto priemonių jungčių konstrukcija turi būti suprojektuota taip, kad įvykus susidūrimui ar nuvažiavus nuo bėgių būtų apsaugotos keleivių kupė ir mašinisto kabina. Kilus pavojui, įtaisai turi sudaryti sąlygas keleiviams pranešti apie tai mašinistui, o palydovams – su juo susisiekti. Įėjimo durys turi turėti keleivių saugą garantuojančią atidarymo ir uždarymo sistemą. Turi būti įrengti ir nurodyti avariniai išėjimai. Traukiniai turi būti aprūpinti keleivių informavimo sistema, kad traukinio personalas turėtų ryšį su keleiviais. Riedmenų charakteristikos turi būti tokios, kad leistų jiems važiuoti visomis linijomis, kuriomis važiuoti jie numatyti, atsižvelgiant į atitinkamas klimato sąlygas. Tinklo eksploatacijos taisyklių darna, mašinistų, traukinio personalo ir traukinių eismo valdymo darbuotojų kvalifikacija turi užtikrinti geležinkelių sistemos eksploatacinį efektyvumą atsižvelgiant į įvairius tarptautinio ir vidaus vežimo reikalavimus.

Europos Parlamento ir Tarybos reglamentu (EB) Nr. 1371/2007 dėl geležinkelių keleivių teisių ir pareigų nustatomos taisyklės dėl:

- a) informacijos, kurią turi suteikti geležinkelio įmonės, sutarčių dėl transporto sudarymu, bilietų išdavimu ir kompiuterizuotos geležinkelių transporto informacijos ir rezervavimo sistemos įgyvendinimu;
- b) geležinkelio įmonių atsakomybės ir jų draudimo išpareigojimais dėl keleivių ir jų bagažo;
- c) geležinkelio įmonių išpareigojimų keleiviams vėlavimo atveju;
- d) geležinkeliais keliaujančių neįgaliųjų ir ribotos judėsenos asmenų apsaugos ir pagalbos jiems;
- e) paslaugų kokybės standartų apibrėžimo ir stebėsenos, keleivių asmeniui saugumui kylančių pavojų valdymo ir skundų tvarkymo;
- f) bendrų vykdymo taisyklių.

Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1370/2007 dėl keleivinio geležinkelių ir kelių transporto viešųjų paslaugų tikslas – nustatyti, kaip kompetentingos institucijos, laikydamosi Bendrijos teisės nuostatų, gali veikti viešojo keleivinio transporto srityje, siekdamos užtikrinti bendrus ekonominius interesus atitinkančių paslaugų teikimą, kad tų paslaugų būtų daugiau, jos būtų saugesnės, kokybiškesnės ir pigesnės nei jas teikiant įprastinėmis rinkos sąlygomis.

Apžvelgti pagrindiniai keleivių vežimo geležinkeliais kokybę Lietuvos Respublikoje (ES) reglamentuojantys dokumentai rodo, kad pagrindinis dėmesys skiriamas keleivių ir vežėjų teisėms, pareigoms ir atsakomybei, darbuotojų elgesio principams bei taisyklėms, traukinių eismo organizavimo, tvarkymo ir saugumo principams.

1.2. Geležinkelio infrastruktūros tyrimai

Transporto sektoriaus plėtimasis, ypač kelių transporto, turi daug reikšmės spūstims susidaryti, saugos padėčiai prastėti ir užterštumui didėti (Mačiulis *et al.* 2009). Svarbiausi geležinkelių plėtros kriterijai – eismo saugumas, ekologiškumas, konkurencingumas, t. y. aukšta į klientą orientuota teikiamų paslaugų kokybė, jų įvairovė. Vakarų Europoje po ilgų svarstymų tapo aišku, kad kontinento ekonomikos plėtra neįmanoma be geležinkelių transporto, o geležinkelių egzistavimas neįmanomas be didelių greičių. Reikalavimai, keliami Europos geležinkelių infrastruktūrai, yra formuluojami remiantis geležinkelių transporto politikos ir strategijos gairėmis (Butkevičius, Jaržemskis 2000).

Geležinkelių pramonei veriasi tokios šalys, kaip Alžyras, Argentina, Persų įlankos šalys, Izraelis ir Indija. JAV, kurioje išplėtotas automobilių ir oro transportas, taip pat peržiūrėjo savo transporto politiką ir diegia greituosius geležinkelius

(Schwieterman, Scheidt 2007). Šiaurės Amerikoje padidėjusios lėšos iš keleivių ir krovinių vežimo geležinkeliais yra investuojamos į naują infrastruktūrą (Dingler *et al.* 2009). Pietų Korėjos traukinys ekspresas įdiegė greitųjų geležinkelių linijų paslaugas nuo 2004 m. balandžio 1 d. Šiuo metu jos turi dvi linijas, apimančias 661,1 km, ir tose linijose traukiniai pasiekia 300 km/h greitį. Pietų Korėjos traukinys ekspresas sumažino kelionės geležinkeliu laiką tarp pagrindinių miestų beveik per pusę (Suh, Yang 2005). 2005 m. centrinės Japonijos geležinkelių bendrovė pasiekė naujų technologinių laimėjimų, kurie padėjo padidinti pajamas, gaunamas panaudojus superlaidžias magnetines sistemas. Pirmasis bandomasis važiavimas superlaidžiomis magnetinėmis sistemomis buvo atliktas 1998 m. gegužės mėnesį. Jo metu buvo pasiektas nuo 450 km/h iki 500 km/h greitis (Nakagawa, Matsuda 2005). Geležinkelių pramonės negali nedžiuginti Kinija, kurioje jau tiesiamas gigantiškas skubiųjų geležinkelių tinklas. Bandymų metu greitojoje geležinkelio magistralėje Pekinas–Šanchajus Kinijoje pagamintas lokomotyvas CRH380A ir jo traukiamas keleivinis sąstatas 2010 m. gruodžio 5 d. pasiekė 486 km/h greitį. Naujoji greitųjų traukinių magistralė Pekinas–Šanchajus turėtų būti atidaryta 2012 metais. Rusijoje taip pat siekiama įdiegti greituosius traukinius. Šiuo metu modernizuotas geležinkelis Maskva–Sankt Peterburgas turi 250 km/h projekcinį greitį, o ta pačia kryptimi ateityje ketinama nutiesti visiškai naują 300–350 km/h greičio modernų geležinkelio ruožą. Siekiant padidinti traukinių eismo saugumą ir sumažinti eksploatacijos išlaidas Rusijos geležinkeliuose, priimami techniniai ir technologiniai sprendimai (Лысюк *et al.* 2003, Мирошниченко *et al.* 2008).

Ižengus į naują geležinkelių amžių, esminis dalykas yra užtikrinti saugų geležinkelių infrastruktūros eksploatavimą, laikytis saugumo standartų reikalavimų (Rao, Tsai 2007). Eismo saugumui užtikrinti geležinkeliuose diegiamos kelio kontrolės, signalizacijos ir traukinių valdymo, komunikacijos sistemos (Hamilton, Edwards & Kelcey 2009), vertinama sąstatų ir kelio parametrų įtaka traukinių eismo saugumui (Черкашин, Погорелов 2010). Nustatyta, kad reikšmingiausi iš nagrinėtų nepalankių faktorių yra bėgių nelygumai ir traukinio išilginės jėgos. Vertinant sąstato nuvažiavimo nuo bėgių tikimybę, parenkami rodikliai, kriterijai ir kelio nelygumai (Жаров 2010), pateikiami pagrindiniai kai kurių kelio ir sąstato parametrų įtakos rato–bėgio nusidėvėjimui tyrimo rezultatai ir analizė (Захаров, Ромен 2010a; Захаров *et al.* 2010b). Kuriami modeliai geležinkelio sankasos eksploatacinėms savybėms (po judančiu krūviu) vertinti, atliekama spektrinė grunto akceleracijos analizė (Ho *et al.* 2009). Vertinamas sankasos storis ir traukinio greitis (Huang *et al.* 2009a), atliekami įvairių tipų sąstatų, važiuojančių skirtingu greičiu, poveikio keliui skaičiavimai tiesiuose ruožuose ir kreivėse (Горбунов 2010), bėgių kelio geometrinių parametrų vertinimas panaudojant palydovines sistemas (Koc 2012). Sudarytas skaičiavimo algoritmas dinaminėms apkrovoms įvertinti. Didžiausias nagrinėjamos geležinkelio bėgių dvimatės sistemos, veikiamos dinaminės žadinančios jėgos, poslinkis buvo

22 mm. Buvo nustatytas nežymus tampriai plastinės medžiagos netiesiškumas (Noorzaei *et al.* 2012). Traukinių avarijos, didelis vagonų krovumas ir geležinkelio infrastruktūros senėjimas patvirtina reikalingumą gerinti geležinkelio technines apžiūras. Geležinkelio kelio ir aširačių defektams aptikti yra naudojamos nuo 20 kHz iki 1 MHz ultragarso bangos ir bekontaktė techninė apžiūra. Kalifornijos universitete, San Diego, buvo atliktas ultragarso bangų sklaidimo pusiau pralaidžiu geležinkelio kelio pagrindu teorinis tyrimas taikant baigtinių elementų metodą (Coccia *et al.* 2009). Tyrimo rezultatai yra nuo 75 % iki 100 % patikimumo. Atliekant kelio testą buvo įvertintos ir klimato sąlygos – lietus, vėjas. Charakterizuojamas ir nagrinėjamas geležinkelio sandūrų užpildymas pažangiais epoksidiniais klijais (Peltier, Barkan 2009), pateikiamos užteršto geležinkelio balasto laboratorinės charakteristikos (Huang *et al.* 2009b), atliekami bėgių tepalų bandymai (Маков 2011). Išmatavus ratus ir bėgius buvo nustatyta, kad esant tepalui rato antbriaunio ir bėgio, net naujo, šoninio paviršiaus nusidėvėjimas labai mažas. Japonijos geležinkelių technikos mokslinis institutas tobulina sistemas, galėsiančias nustatyti tikslią traukinio vietą, pavyzdžiui, tunelyje arba vagono kėbulo pakrypimą (Sasaki 2005). Šiaurės Amerikoje geležinkelio infrastruktūros našumui ir eksploatacinėms savybėms nustatyti naudojama modeliavimo programinė įranga ir statistinės analizės metodai (White 2005). Didelė reikšmė yra skiriama šiuolaikinių technologijų pažangai, kurios turėtų paskatinti mobilių belaidžių įrenginių ir tinklų pritaikymą geležinkeliuose (Fitzmaurice 2005), nagrinėjamas geležinkelio linijų pralaidumas (Ramunas *et al.* 2011) ir patikimumo koeficientas (Ивницкий, Полякова 2011), pasiūlyta (He *et al.* 2011) dinaminio koeficiento nustatymo formulė, kuri gali suteikti inžinerinį pagrindą projektuojant ir vertinant tiltus, esančius miesto geležinkelio sistemoje. Atliekamas eksperimentinis triukšmo ir virpesių vertinimas miesto geležinkelio pralankose (Anastasopoulos *et al.* 2009a; Bruni *et al.* 2009b), iešmų eksploataavimo laiko tyrimai ir jo didinimo prielaidos (Gailienė *et al.* 2008). Siūlomi nauji būdai, kaip vertinti geležinkelio juostos užimtumo pajėgumo panaudojimą (Gašparík, Zitrický 2010) ir jo padidinimo priemonės (Lai, Barkan 2009). Kruopštus eksploataavimo išlaidų planavimas yra būtinas siekiant optimizuoti lėšas (Dell’Orco *et al.* 2008). Šiuolaikinių traukinių katastrofos patvirtina būtinybę tobulinti bėgių defektų nustatymo sistemas, kurios būtų daug efektyvesnės už naudojamas šiuo metu (Scalea *et al.* 2005). Kuriami modeliai, skirti geležinkelio bėgių lūžiams nustatyti ir traukinių katastrofų rizikai kontroliuoti (Zhao *et al.* 2007). Atliekami bėgių kelio bandymai naudojant sunkius krūvius (Li, Bilow 2008). Taikant baigtinių elementų metodą atliekamas traukinio sukkelto grunto virpėjimo modeliavimas ir analizė (Hall 2003), empirinių modelių patvirtinimas (With *et al.* 2006), vėjo poveikio dinaminė analizė traukiniui važiuojant tiltu (Xia 2008), trimačio erdvinio tiltas-skubusis traukinys (bėgis-aširatis) sąveikos modelio dinaminė analizė (Dinh *et al.* 2009). Didelę reikšmę eismo saugumui

privalo skirti tos šalys, kuriose ypatingos klimato sąlygos. Pavyzdžiui, Šiaurės Vakarų Prancūzijoje daugelio regionų gruntas yra sudarytas iš durpių. Dirvos paviršius netoli geležinkelio kelio turi būti aukšto pajėgumo, kad saugiai važiuotų skubieji traukiniai, tokie kaip T. G. V. (angl. *Train Grand Vites*). Tam atliekamas grunto vibracijos nuo geležinkelio sąstato įvertinimas ir prognozės (Picoux, Houedec 2005). Analizuojamas dinaminis spaudimas, sukeltas pravažiuojančio traukinio, amžinojo išalo geležinkelio sankasoje Qinghai–Tibet (Zhu *et al.* 2011). Taikoma programų visuma tinkamiausiam bėgių kelio saugumo palaikymui (Vale *et al.* 2012), sudaromi geležinkelio kelio, balasto priežiūros valdymo modeliai (Burrow *et al.* 2009; Sevi, Ge 2012). Kylant naftos, elektros, dujų kainoms yra būtina ieškoti būdų, kaip gyventi taupiau. Investuojama į technines, organizacines, technologines priemones, tobulinamas valdymas, energetiniai resursai, atliekami makroekonominiai transporto infrastruktūros plėtojimo vertinimai (Мацерет *et al.* 2010).

Lietuvoje dar nėra greitųjų geležinkelių magistralės, tačiau Lietuvos teritoriją kerta du tarptautiniai transporto koridoriai I ir IX, turintys ypatingą reikšmę visai Europos transporto sistemai. Siekiant padidinti geležinkelių transporto sistemos konkurencingumą tarptautinėje ir vietinėje transporto paslaugų rinkoje, 2010–2012 m. ir toliau bus vykdoma geležinkelio linijų rekonstrukcija. Atnaujinus infrastruktūrą keleivinių traukinių greitis atskiruose ruožuose padidės iki 160 km/h. Transporto specialistai teigia, jog yra dalykų, kurie atbaido potencialius keleivius iš užsienio ir Lietuvos naudotis geležinkelių transportu. Keliauti iš Lietuvos į Vakarų Europą arba iš Europos pasiekti Lietuvą šiandien yra ištis nepatogu. Reikia daug ryžto ir kantrybės, kad netgi iš netolimos valstybės pasiektum Vilnių traukiniu. Europos Komisijos atstovybės Lietuvoje vadovas Kęstutis Sadauskas, pristatydamas Baltijos jūros regiono valstybių strategiją, nepraleido progos paironizuoti, jog šiandien važiuoti nuo Talino iki Varšuvos (per Lietuvą) užtrunka 36 valandas, t. y. traukinys rieda maždaug tokiu greičiu, kaip bėgo Pekino olimpiados čempionas. „Kuris dalykiškas žmogus rinksis transporto priemonę, kurią galėtų aplenkti bėgantis žmogus?“ – retoriškai klausė prelegentas (<http://www.alfa.lt/straipsnis/10280230/?Ar.Lietuvoje....=2009-07-04> ...). Dėl šios priežasties geležinkelių transportas nėra patrauklus nei užsienio, nei Lietuvos keliautojams. Lietuvai įstojus į ES, labai svarbu sudaryti sąlygas tiek Lietuvos, tiek kitų ES šalių gyventojams patogiai keliauti traukiniais. Geležinkelio efektyvumui ES šalyse pagerinti būtina įvertinti esamas kliūtis (Walker *et al.* 2008). Lietuvai tikslinga atnaujinti tiesioginį susisiekimą geležinkeliais su Lenkija. Tai leistų šalies gyventojams traukiniais susisiekti su Europos šalimis (Butkevičius 2007). Daug vilčių yra siejama su „Rail Baltica“ projektu.

1.3. Geležinkelio riedmenų tyrimai

Japonijos greituosiuose traukiniuose „Shinkansen“ (*bullet train* – traukinys kulka), kurie pirmą kartą buvo pristatyti pasauliui 1964 m., taikomos naujoviškos lengvosios elektroninės technologijos (Hagiwara *et al.* 2007). Nagrinėjama vagono (Lei, Zhang 2011) ir struktūrinė dinamika geležinkelių transporto priemonių sistemose (Stribersky *et al.* 2000). Italijoje yra labai sudėtingi keliai ir geležinkeliai, kadangi reikia važiuoti daugybe tunelių. Šiuo metu eksploatuojamų geležinkelių linijų ilgis Italijoje yra 16 000 km. Jos turi 2000 tunelių, kurių bendras ilgis 1400 km, todėl labai svarbu užtikrinti traukiniuose priešgaisrinę saugą. Atlikus traukinio, važiuojančio tuneliu gaisro atveju, rizikos analizę, priimtos išvados: gaisro modelio kreivės lygis, pavaizduotas Italijos standartuose, yra labai sumažintas, t. y. mažesnis, negu kreivės bandymų metu, esant dideliame traukinio užimtumui. Reikia tikslaus ir aiškaus evakuacijos proceso. Keleivių išsigelbėjimo tikimybei didelę reikšmę turi jų sąmoningumas ir iki minimumo sumažintas reakcijos laikas, todėl labai svarbūs yra gaisro aptikimo ir pavojaus signalizacijos prietaisai, įrengti keleiviniame traukinio vagono (Martinelli *et al.* 2008).

Rusija ketina atnaujinti traukos riedmenų parką ir per dvidešimt metų įsigyti 20 000 lokomotyvų.

Transporto sistemos turi būti išplėtos ir standartizuotos, turi būti efektyvesnė transporto sektoriaus priežiūra ir kartu sumažinta aplinkos ir triukšmo tarša (traukos riedmenyse esančių įvairių triukšmo šaltinių sukuriamas akustinis triukšmas) arba jos išvengta (Akgüngör, Demirel 2008; Bazaras 2006; Paslawski 2009; Tanczos, Torok 2007). Pastaruoju metu transporto problemos sprendžiamos pasitelkiant mokslinius tyrimus ir jais gautas išvadas bei siūlymus (Gould, Niemeier 2009). Lyginamos greitaeigės transportavimo sistemos, pateikiama jų vertės stochastinio vertinimo metodika (Schach, Naumann 2007), nagrinėjami geležinkelio traukos riedmenų elektrodinaminio stabdymo teoriniai ir techniniai aspektai, kurie ypač aktualūs greitaeigiam geležinkelio transporte (Liudvinavičius, Lingaitis 2007), analizuojama esama šilumvežių kokybės vertinimo metodika (Juršėnas, Vaičiūnas 2007) ir traukinių katastrofų priežasčių bei dažnumo priklausomybė nuo traukinio ilgio (Schafer II, Barkan 2008). Atlikta geležinkelio riedmenų automatinės sankabos ilgaamžiškumo (Daunys *et al.* 2009) ir ratų riedėjimo paviršiaus atkūrimo metodų analizė (Боро́бьев *et al.* 2011).

Lietuvoje ir kai kuriose kitose šalyse geležinkelių transportas nėra patraukliausia transporto rūšis: transporto priemonės dar nėra labai patrauklios keleiviams dėl nepakankamo kelionės patogumo lygio, palyginti nedidelio traukinių greičio, prastų kelio ir riedmenų dinaminės charakteristikų (Bureika 2008a; Dailydka *et al.* 2008; Keršys, Bazaras 2001; Lata 2008; Magyla 2002). Riedmenims senstant didėja eksploatavimo sąnaudos (Vaičiūnas, Lingaitis 2008). Analizuojamos serijinių prekių šilumvežių eksploatavimo sąnaudos, pateikiami būdai joms ma-

žinti (Bureika 2011), atliekami geležinkelio riedmenų gendamumo tyrimai (Gelumbickas, Vaičiūnas 2011), atkuriamos rato ratlankio metalo fizinės ir mechaninės savybės (Bazaras, Somov 2011), analizuojamos jėgos, veikiančios aširatį (Bazaras *et al.* 2008), o lokomotyvo traukai vertinti sudaromi stochastiniai modeliai (Елисеев 2010). Taip pat svarstomos greitųjų keleivinių traukinių eismo problemos ir perspektyvos (Sakalauskas, Rezgaitis 2000).

1.4. Keleivių vežimo geležinkeliais proceso tyrimai

Pastaruoju metu transporto problemos sprendžiamos pasitelkiant mokslinius tyrimus ir jais gautas išvadas bei siūlymus. Gvildenama ES šalių skirtingų geležinkelio sistemų sąveikos problema (Bureika, Mikaliūnas 2008b), taikomas miesto geležkelių sistemų priešprojektinių išlaidų apskaičiavimo metodas, pagrįstas parametriniu modeliavimu (Sonmez, Ontepeli 2009) ir sukurtas miesto geležkelių darbo modelis, kuris yra vertinga priemonė sudėtingos vežimų geležinkeliais sistemos darbui (Koutsopoulou, Wang 2007), gerinama geležkelių eismo saugos (Strang *et al.* 2007) ir priešgaisrinės saugos būklė (Щеглов *et al.* 2007).

Spartėjanti greitųjų geležinkelio linijų tiesyba Europoje ižiebė rimtas diskusijas apie galimybę šiose linijose įdiegti bimodalinį susisiekimą (Guirao *et al.* 2005). Europos geležinkeliams taikomos avialinijų mažų kainų strategijos (Sauter-Servaes, Nash 2007), geležinkelio poreikis didinamas gerinant multimodalinę informaciją ir bilietų pirkimą, pavyzdžiui, naktinių traukinių išvykimas derinamas su lėktuvų skrydžiais (Sauter-Servaes, Nash 2009). Pasiūlyta kainų nustatymo metodika įvairiarūšiams geležinkelio tinklams naudoti (Calvo, Oña 2005; Calvo *et al.* 2007a), atliekama Europos skubiųjų traukinių linijų eksploatavimo išlaidų analizė (López-Pita *et al.* 2008), vertinamas didžiųjų transporto projektų tinkamumas (Nash *et al.* 2007), vėlavimo poveikis keleivinių traukinių aptarnavimui (Preston *et al.* 2009). Kinijoje sparčiai plėtojamos geležinkelio informacinėmis ir elektroninių ryšių technologijomis grindžiamos sistemos (RITS) (Zhuo, Li-min 2011) ir keleivinis transportas: stengiamasi mažinti kelionių kainą ir trumpinti jų laiką, gerinti komfortą ir eismo saugumą (Si *et al.* 2009). Pajamų valdymo sistema plačiai naudojama ne tik JAV, Vakarų Europos šalyse, bet ir Rusijoje. Pateikiami pasiūlymai tarifams tobulinti, siekiant padidinti priemiestinių keleivinių vežimų efektyvumą (Толкачева, Мирошниченко 2007). Tarptautinio susisiekimo sektoriuje nagrinėjami traukiniuose teikiamų paslaugų gerinimo, didesnio patogumo suteikimo vagonuose, geležinkelio stotyse ir kt. uždaviniai (Шубин 2006). Eksploatuojant tolimojo susisiekimo keleivinius traukinius ir naudojant keleiviniam susisiekimui skirtus modelius, pajamos padidėjo vidutiniškai 10–12 % (Мирошниченко *et al.* 2010). Taigi, geležkelių

transportas tampa lyderiu ir stimulatoriumi novatoriško ekonominio plėtojimo, kurio pagrindas yra savo veiklos intensyvumo ir produktyvumo suderinimas su naujų tipų geležinkelio linijų sukūrimu ir plėtra (skubiamam keleiviniam ir sunkiasvoriame kroviniame susisiekime) (Лопидус, Мачерет 2011). Šiandien Europoje ir Japonijoje yra didelis veikiantis greitųjų geležinkelių tinklas, tačiau Japonijoje oro transportas konkuruoja su greitaisiais geležinkeliais, o Europoje – papildo vienas kitą (Clever, Hansen 2008). Svarstoma traukinių kooperacijos galimybė daugiafunkcėje tarptautinėje geležinkelių transporto sferoje – intermodalinį tinklą, apimančią 11 Skandinavijos šalių, pratęsti iki Graikijos per Bulgariją, Čekiją, Vengriją, Lenkiją, Rumuniją ir Slovakiją (Kuo *et al.* 2008). Europos geležinkelių transporto valdymo sistemoms (ERTMS) plėtoti reikalingi atitinkami modeliavimo metodai (Jabri *et al.* 2010). Kad būtų pagerinti techniniai ir ekonominiai keleivių vežimo rodikliai, būtina įgyvendinti keleivių srautų prognozavimo, regresinės analizės metodus panaudojant automatinę valdymo sistemą „Ekspress“. Taikant šiuos metodus galima planuoti keleivių vežimų ir sąstatų apimtį. Planavimo efektyvumas pasireiškia tuo, kad 10–15 % sumažėja tuščių vietų rida traukiniuose, padidėja keleivių aptarnavimo kokybė ir sumažėja pajamų sąnaudos dėl laiku atlikto papildomų traukinių suformavimo (Макарова *et al.* 2011). Norint pritraukti kuo daugiau keleivių, būtina gerinti vežimo paslaugas: privaloma ne tik turėti kokybiškus riedmenis, bet ir puikų personalą, todėl darbuotojų teorines ir praktines žinių potencialo problemas jau keletą dešimtmečių tiria įvairių sričių mokslininkai, o geležinkelių industrijoje diegiamos komandos išteklių valdymo mokymo programos (Morgan *et al.* 2007). Transporto infrastruktūros statybos ir priežiūros darbai yra rizikingi darbininkams. Jungtinėje Karalystėje saugumo problema yra pripažinta vyriausybės institucijų ir universitetų. Esant meistriskumo stokai, vyresnio amžiaus (sumažėjus darbingumui) darbininkams geriau atsistatydinti arba pakeisti darbą. Darbininkų iš kitų šalių antplūdis taip pat sukelia nesusikalbėjimo, efektyvaus informacijos perdavimo ir mokymo problemą. Rizikai nustatyti yra naudojamos darbininkų žinios ir patirtis (Campbell *et al.* 2007). Apie keleivių vežimą, kaip socialinę paslaugą ir su juo susijusias problemas, kalbama daug, o ypač pastaraisiais – krizės metais. Keleivių vežimai nėra pelningi, todėl būtina taupyti. Sėkmingai geležinkelių veiklai svarbus efektyvus geležinkelio terminalų funkcionavimas (Adamko, Klima 2008; Baublys 2009; Dirnberger, Barkan 2007), traukos priemonių parametrų optimizavimas (Jonaitis 2006), nuostolių dėl traukinių vėlavimų bei papildomų energijos sąnaudų minimalizavimas (Mišauskaitė, Bagdonas 2006), reikiamo riedmenų sąstato skaičiaus planavimas vežimų geležinkeliais sektoriuje (Jonaitis 2007; Dailys 2010), keleivių vežimo savikainos mažinimas (Ziari *et al.* 2007), paskatinimai. Pavyzdžiui, Švedijoje paskatų rezultatas buvo toks, kad traukinių užlaikymas sumažėjo apie 10 %, o techninių klaidų skaičius – apie 20 % (Stenbeck 2008). Teisingiems sprendimams priimti technologijos ir valdymo srityse,

statybos automatizavimo procesuose, prioritetiniuose geležinkelių projektuose ir kt. yra naudojami ekspertiniai vertinimai (Česnauskis 2007; Zavadskas *et al.* 2005; Wu *et al.* 2008; Abdelrahman *et al.* 2008; Chua, Li 2000; Liu *et al.* 2009; Brauers *et al.* 2008; Мальцев, Захаренков 2007), daugiakriterio vertinimo metodai (Ginevičius *et al.* 2004; Žvirblis, Zinkevičiūtė 2008; Sivilevičius *et al.* 2008; Sivilevičius 2001; Sivilevičius 2002), sprendimų paramos sistemų *Topsis ir Saw* (Jakimavičius, Burinskienė 2007; Tamošaitienė 2009), lošimų teorijos (Wang *et al.* 2007) ir AHP (Skibniewski *et al.* 1992; Ginevičius, Podvezko 2008; Liu *et al.* 2008; Lai *et al.* 2008; Pan 2008; Podvezko 2009; Ustinovichius *et al.* 2007; Vainiunas *et al.* 2009; Cheng *et al.* 2012) metodai, taikomos rangų procedūros, paremtos statistinių hipotezių tikrinimu (Weed *et al.* 2007). Daugiakriteriai sprendimų priėmimo metodai taip pat taikomi statybos projektų rizikai vertinti (Zavadskas *et al.* 2010), gyvenamosios aplinkos atnaujinimo projektams (Tupėnaitė *et al.* 2010), statybos sutartims (Podvezko *et al.* 2010), kuriant statybų žinių valdymo sistemą (Lin *et al.* 2011), gręžinių įrengimo metodui parinkti (Lashgari *et al.* 2011), suteikiant prioritetus savivaldybių statybos projektams (Aghdaie *et al.* 2012). Šie metodai sėkmingai taikomi transporto sistemos valdymo centro veiklai modeliuoti (Tica *et al.* 2011), pavojingųjų krovinių transportavimo rizikai vertinti (Dzemydienė, Dzindzalieta 2010). Sprendimų priėmimas pagrįstas alternatyvomis su keliais atributais: apklausa ir integruotu metodu (MacCrimmon 1968), kompromisų analize (MacCrimmon, Wehrung 1977).

Keleivių vežimai geležinkelių transportu už priimtina kainą valstybei dažniausiai yra nuostolingi. Todėl vežant keleivius svarbu išvengti nuostolių. Šiam procesui optimizuoti taikomi įvairūs skaičiavimai (Lingaitienė, Lingaitis 2006). Normuojamas šiluminės energijos panaudojimas geležinkelio įmonės skalbyklose, dezinfekavimo kameroje, cheminiam darbo drabužių valymui (Финиченко 2011).

Norint pritraukti kuo daugiau keleivių, būtina gerinti vežimo paslaugas, t. y. didinti vežimo geležinkeliais patrauklumą. Tam tikslui nustatomi keleivių poreikiai, vežimo kokybės įvertinimo ir gerinimo būdai (Маскелюнайте, Сивилиявичюс 2008). Atliekamos keleivių anketinės apklausos ir nustatomi kiekybiniai rodiklių reikšmingumai (Maskeliūnaitė *et al.* 2009a; Маскелюнайте, Сивилиявичюс 2009c; Sivilevičius, Maskeliūnaitė 2010; Maskeliūnaite, Sivilevičius 2011; Пастухов 2008a; 2008b; Огинская, Толкачева 2006; Мирошниченко, Пастухов 2006), siūlomas žinių potencialo vertinimo modelis, adaptuotas transporto sektoriui (Morkvėnas *et al.* 2008). Nagrinėjamas Lietuvos įstojimo į ES poveikis šalies transporto sistemai ir transporto sistemos plėtra (Butkevičius 2008), identifikuojamos keleivių vežimo šalies geležinkelių transportu problemos (Butkevičius 2009), ieškoma kitų novatoriškų būdų keleivių vežimo kokybei vertinti ir gerinti. Apklausos plačiai taikomos atliekant sociali-

nius tyrimus, projektuojant transporto sistemą, renkant reikiamą informaciją. Pavyzdžiui, Jungtinėse Amerikos Valstijose buvo atlikta anketinė apklausa dėl krovinių ir keleivių geležinkeliais koridoriaus išsaugojimo (Simpson 2007).

1.5. Pirmojo skyriaus išvados

1. Apžvelgus geležinkelio infrastruktūros, riedmenų ir keleivių vežimo geležinkeliais proceso tyrinėjimo aspektus, galima teigti, kad norint padaryti keleivinį geležinkelių transportą efektyvų, visų pirma būtina kreipti dėmesį į šiuos veiksnius: traukinio elementų ir geležinkelio kelio techninės būklės gerinimą, vežimo patrauklumo ir eismo saugumo didinimą, rinkos kainų taikymą vežimui.

2. Mokslinių darbų analizė rodo, kad pagrindinis dėmesys skiriamas greitųjų geležinkelio linijų steigimui, eismo saugumo užtikrinimui, riedmenų dinamikai. Mažai darbų, kuriuose nagrinėjami TKVGKK, ieškoma kitų novatoriškų būdų kelionės traukiniu kokybei (KTK) vertinti ir gerinti. Norint pritraukti kuo daugiau keleivių būtina rengti nuolatinės keleivių apklausas, žinoti keleivių norus bei pageidavimus, atskirų maršrutų vežimų kokybę, į juos atsižvelgti organizuojant kelionės traukiniu procesą.

Keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijai ir proceso modeliai

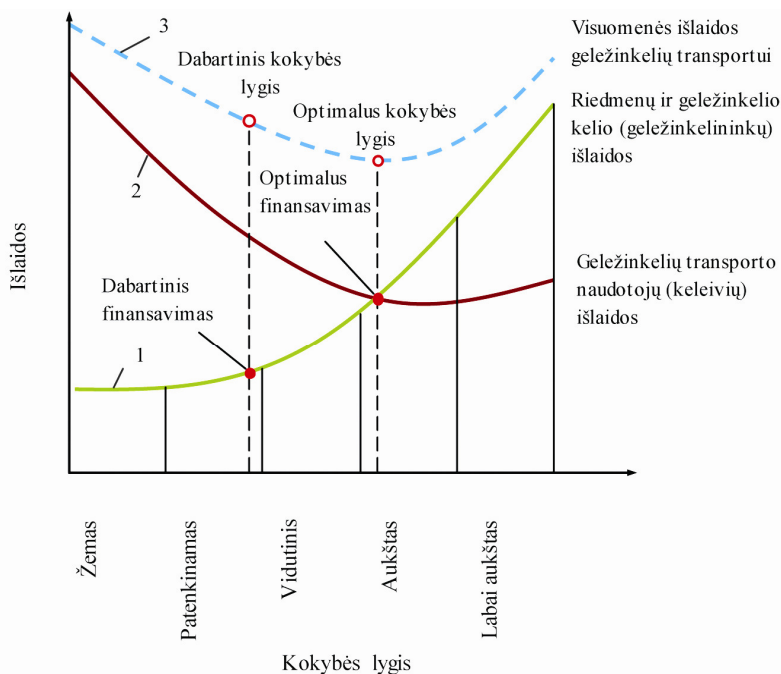
Skyriuje atlikta LG veiklos ir keleivių vežimo rodiklių apžvalga, kelionės tarptautiniu traukiniu kokybės kriterijų pagrindimas ir sisteminimas. Pateiktas autorės sudarytas TKVGK kompleksinis adityvinis vertinimo modelis, kurį taikant galima nustatyti faktiškąją vežimo kokybę LG tarptautiniais maršrutais. Atskirų maršrutų traukinių sąstatai yra suformuoti iš skirtingos techninės būklės, nevienodos konstrukcijos vagonų, kuriuos aptarnauja skirtingą išsilavinimą, darbo patirtį turintys darbuotojai. Faktiškąją vežimų kokybę bet kuriame traukinyje galima nustatyti tik apytiksliai, intuityviai. Keleivių vežimo kokybei įvertinti traukinyje (maršrute) duomenų stoka paskatino kurti kiekybinį metodą ir rodiklį K , leidžiančius objektyviai vienu skaičiumi išreikšti keleivių vežimo kokybę tarptautiniu traukiniu (Sivilevičius *et al.* 2012).

2.1. AB „Lietuvos geležinkeliai“ veiklos ir keleivių vežimo rodiklių apžvalga

Transporto veikloje keleivių vežimai užima ypatingą vietą. Jie turi svarbią socialinę ekonominę reikšmę visuomenės gyvenime ir užtikrina vieną iš svarbiausių valstybės uždavinių – judėjimo laisvę (Белов *et al.* 2001). Svarbiausi

LG veiklos prioritetai – eismo saugumas, ekologiškumas, taršos prevencija, energetinių resursų taupymas, konkurencingumas, aukšta į klientą orientuota teikiamų paslaugų kokybė. Siekiant įgyvendinti šiuos prioritetus ir užtikrinti sėkmingą Lietuvos geležinkelių transporto integravimąsi į tarptautines transporto sistemas, modernizuojama geležinkelių infrastruktūra, atnaujinamas riedmenų parkas, diegiamos pažangios informacinės vežimo technologijos ir intelektinės transporto sistemos.

Visuomenės išlaidos, skirtos geležinkelių transportui, susideda iš geležinkelio kelių (infrastruktūros) priežiūrai bei plėtrai, riedmenų parko atnaujinimui (turimų riedmenų modernizavimui ir pirkimui naujų) (2.1 pav.) bei eksploatacijai skiriamo finansavimo, taip pat iš geležinkelių transporto naudotojų (keleivių) patiriamų išlaidų. Skirtingi keleivių vežimo paslaugos kokybės lygiai reikalauja nevienodų išlaidų.



2.1 pav. Geležinkelių transportu vežant keleivius išlaidų priklausomybės nuo kokybės lygio modelis: 1 – riedmenų ir geležinkelio kelio (geležinkelininkų) išlaidos; 2 – geležinkelių transporto naudotojų (keleivių) išlaidos; 3 – visuomenės (suminės) išlaidos

Fig. 2.1. The model of the dependence of the costs of passenger transportation by railway on the level of the trip quality: 1 – expenses of the train and railway staff; 2 – railway passengers' expenses; 3 – (total) social expenses

Geležinkelio kelių priežiūros ir plėtros išlaidas sudaro lėšos, panaudotos jiems tiesti, remontuoti ir prižiūrėti. Geležinkelininkų išlaidų didelę dalį sudaro riedmenų atnaujinimo, įsigijimo, remonto ir eksploatacijos (degalai, elektros energija, atsarginės dalys, tepalai, darbuotojų atlyginimas ir pan.) išlaidos.

Geležinkelių transporto naudotojų išlaidas sudaro kelionės gaisraties nuostoliai, kelionės (bilietų) kaina, nuostoliai dėl eismo įvykių bei aplinkos taršos, nepakankamo kelionės patogumo.

Iki tam tikro lygio didinant geležinkelininkų išlaidas mažėja keleivių ir visuomenės (suminės) išlaidos. Keleivių išlaidos mažėja, nes dėl didesnio važavimo greičio sutrumpėja kelionės laikas, taip pat sumažėja tikimybė patekti į eismo įvykį (išvengiama gydymo ir draudimo išlaidų). Kai geležinkelininkų ir keleivių išlaidų kitimo kreivės susikerta, turime mažiausias visuomenės išlaidas, t. y. optimalų kokybės lygį. Didėjant kokybės lygiui, geležinkelių transporto naudotojų išlaidos taip pat didėja – brangsta bilietai, paslaugos. Neinvestuojant pakankamai lėšų į infrastruktūrą ir riedmenis kelionės traukiniu kokybė būna žema arba transporto rūšis – nepatraukli.

Svarbu identifikuoti keleivių vežimo šalies geležinkelių transportu problemas – keleivių srautų mažėjimą, vežimo savikainos didėjimą, nepakankamą nuostolingą vežimo finansavimą. AB „Lietuvos geležinkeliai“ vyksta teigiami pokyčiai. Per pastaruosius 10 metų investavusi apie 3,6 mlrd. Lt bendrovė eksploatuoja modernų prekinį lokomotyvų parką, pagrindinėse geležinkelio linijose ir stotyse įdiegtos šiuolaikiškos signalizacijos, telekomunikacijų, riedmenų kontrolės sistemos, atnaujinti geležinkelių statiniai, keleivių rūmai, įsigijami nauji ekonomiškai keleiviniai traukiniai. 2010 m. gegužę pradėti projekto „Rail Baltica“ darbai. „Rail Baltica“ – geležinkelio linija, sujungianti Varšuvą, Kauną, Rygą, Taliną, Helsinkį ir leisianti plėtoti krovinių bei keleivių susisiekimą tarp Baltijos valstybių ir Europos šalių. Lietuvos Respublikoje „Rail Baltica“ pripažintas valstybei svarbiu ekonominiu projektu.

2011 m. AB „Lietuvos geležinkeliai“ vietiniais maršrutais kursavo 187 traukiniai, o tarptautiniais – 4 bendrovės formavimo traukiniai. Į Lietuvą ar tranzitu per Lietuvos teritoriją važiuojo 20 kitų šalių geležinkelių traukinių.

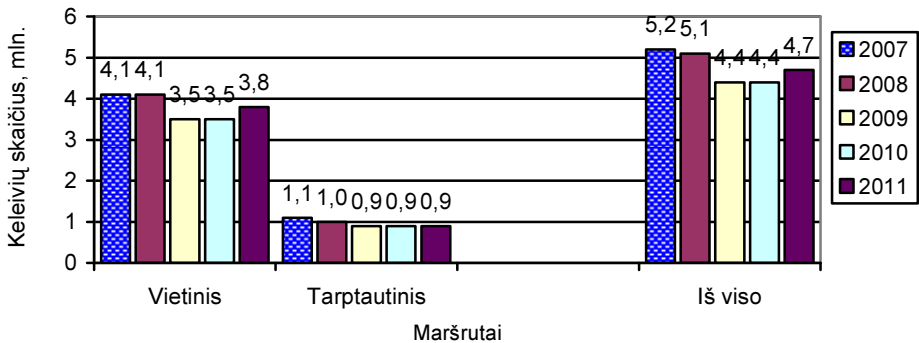
Keleivių vežimo dinamika 2007–2011 m. pavaizduota 2.2 paveiksle. 2011 m. traukiniais vežta 4,7 mln. keleivių, iš jų:

- vietinio susisiekimo traukiniais – 3,8 mln. keleivių;
- tarptautinio susisiekimo traukiniais – 0,9 mln. keleivių.

2011 m. keleivių vežta 6,7 % daugiau nei 2010 m.

Taigi, keleivių vežimo mastai LG stabilizuojasi (2.1 lentelė) – bendrovė 2011 m. vežė apie 4,7 mln. keleivių, t. y. 0,3 mln. daugiau nei 2010 m.

Keleivių vežimo pajamos, palyginti su 2010 m., padidėjo 10 % (2.3 pav.).



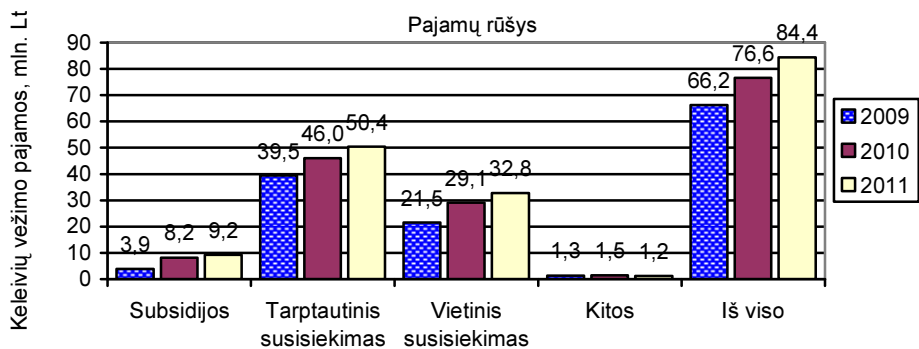
2.2 pav. Keleivių vežimo dinamika 2007–2011 m. (mln. keleivių)

Fig. 2.2. The dynamics of passenger flows (mil), 2007–2011

2.1 lentelė. Keleivių vežimo rodikliai 2008–2011 m.

Table 2.1. Passenger flows in 2008–2011

Rodiklis	Metai			
	2008	2009	2010	2011
Iš viso vežta keleivių, mln.	5,1	4,4	4,4	4,7
Keleivių apyvarta, mln. keleivio km	397,5	356,9	373,1	389,1
Vidutinis vieno keleivio vežimo nuostolis, km	78,5	81,6	85,5	83,6
Vidutinis vienam šalies gyventojui tenkantis kelionių skaičius	2	1	1	1



2.3 pav. Keleivių vežimo pajamos 2009–2011 m. (mln. Lt)

Fig. 2.3. The income brought by passenger transportation in 2009–2011 (million Lt)

Keleivių vežimo turtui atnaujinti ir modernizuoti 2010 m. panaudota 83,9 mln. Lt. 2010 m. įsigyti ir pradėti eksploatuoti 2 dviaukščiai elektriniai

traukiniai (iš viso nuo 2008 iki 2010 m. bendrovė įsigijo 4 tokius traukinius), įsigytos ir eksploatuojamos 3 vieno vagono automotrisės (iš viso nuo 2008 iki 2010 m. bendrovė įsigijo 7 tokias automotrisės) (*Lietuvos geležinkeliai. Metinė ataskaita* 2010). 2011 m. bendrovė įsigijo ir pradėjo eksploatuoti 5 automotrisės 620 M, tais pačiais metais pagamintas PESA Bydgošć gamykloje (Lenkija) (*Lietuvos geležinkeliai. Metinė ataskaita* 2011).

2.2. Kelionės tarptautiniu traukiniu kokybės kriterijų pagrindimas ir sisteminimas

Kokybę sunku tiesiogiai išreikšti bei išmatuoti koku nors vienu kriterijumi. Ją galima apibūdinti tik tam tikra kriterijų sistema (Zavadskas *et al.* 2001). Šiame skyriuje atliktas kelionės tarptautiniu traukiniu kokybės kriterijų pagrindimas ir sisteminimas.

2.2.1. Kriterijai, susieti su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle

Formuluojami ir pagrindžiami kriterijai, susieti su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle.

Geležinkelio bėgių (kelio) lygumas. Bėgis yra svarbiausias ir brangiausias geležinkelio kelio elementas. Nuo jo būklės priklauso patikimas, nepertraukiamas ir saugus traukinių eismas. Geležinkelio riedmenys juda bėgiais, ant kurių būna nelygumų. Dėl to atsiradę geležinkelio riedmenų virpesiai gali būti nepageidaujami, ypač jeigu nelygumai dažnai pasitaiko kelyje ir judama dideliu greičiu. Dėl vibracijos sutrinka kai kurių žmogaus organų ir sistemų veikla. Dažniausiai pažeidžiama nervų, širdies ir kraujagyslių, kaulų ir raumenų sistema. Žmogaus jautrumas vibracijai priklauso nuo individualių organizmo savybių.

Traukinio greitis (važiavimo trukmė). Šiuo metu Lietuvoje didžiausias leidžiamasis keleivinių traukinių greitis kai kuriuose kelio ruožuose yra 120 km/h. Tam, kad traukiniai važiuotų greičiau, būtina gerinti geležinkelio kelio techninę būklę ir eismo valdymo sistemą, rengti kelius, pritaikytus tik greitajam eismui. Traukinio greitis ir važiavimo trukmė yra susiję.

Išorinė vagono būklė (švara, pažaidos). Estetinis vagono vaizdas yra svarbu, nes jį pirmiausia pamato keleivis, atėjęs į peroną. Nešvarus, turintis kėbulo deformacijos defektų vagonas gali blogai nuteikti keleivį. Nemažiau stebėti vaizdą už lango per neplautus langų stiklus.

Triukšmą mažinančios priemonės (priemonės su garso izoliacija). Triukšmo žalą sveikatai žmonija žinojo jau senovėje. Triukšmas pagrįstai yra laikomas viena svarbiausių ekologinių problemų. Jis trukdo darbui, poilsiui, neigiamai veikia

žmogaus sveikatą: gali išsivystyti klausos, nervų, širdies ir kraujagyslių, virškinamojo trakto ligos. Triukšmo žalingos įtakos sveikatai mažinimui taikomos priemonės turi būti skirtos triukšmo lygiui mažinti. Didėjant traukinių greičiui, būtina tobulinti vagonų technines konstrukcijas (įrengiant slankiąsias grindis, amortizatorius ir kt.), garsą izoliuojančias ir sugeriančias medžiagas, gerinti įrenginių techninę priežiūrą ir remontą, taip pat gerinti geležinkelio kelio kokybę.

Vagono interjeras. Interjeras – tai pastato ar patalpos vidus; meniškai suformuota ir apipavidalinta vidaus erdvė ir jos įrenginiai. Vagono išorės išvaizda ir interjeras kuriami laikantis techninės estetikos reikalavimų, kurie grindžiami konstrukcijų geometrinių formų išraiškingumu, racionalumu ir patogumu. Šiuolaikiniai keleiviniai vagonai turi būti pakankamai ištaigingi. Jų ištaigingumas vertinamas lyginant su kompleksu techninių sprendimų, kurie leidžia atitikti techninės estetikos, kėbulo atitvarų šiluminės izoliacijos, oro kondicionavimo, karšto ir šalto vandens tiekimo, keleivinių, buitinių ir tarnybinių patalpų apšvietimo, leidžiamo triukšmo lygio vagonė, taip pat judėjimo tolygumo reikalavimus (Bazaras, Dundulis 1996).

Vėdinimo, oro kondicionavimo, apšvietimo įrangos veikimas. Vėdinimo, oro kondicionavimo, šildymo sistemos padeda bet kuriuo metų laiku palaikyti reikiamą vagono temperatūrą. Kokybiškas oras yra svarbus veiksnys. Oro judėjimas patalpose yra būtinas, kitaip kaupiasi anglies dioksidas, drėgmė ir teršalai, kuriuos skleidžia sintetinės bei cheminės medžiagos, įvairūs dažai, lakai, grindų dangos. Be to, jeigu nejaučiame nors nežymaus oro judėjimo ar slėgio skirtumo, darosi tvanku, blogėja savijauta, darbingumas. Dar vienas pavojus – alergija. Viena iš pagrindinių alergijos priežasčių yra dėl prastos ventiliacijos susikaupęs blogas oras. Vėdinimo sistema turi vieną esminę užduotį: ji turi pašalinti visus patalpoje susikaupusius oro teršalus ir pakeisti juos grynu oru. Oro kondicionavimas – tai sukūrimas ir palaikymas uždaroje patalpoje, transporto priemonėje temperatūros, reikiamo drėgnumo, švarumo, oro judėjimo greičio, kurie būtų patys palankiausi žmonių savijautai. Šildymo sistema šaltuoju metų laiku palaiko reikiamą vagonų temperatūrą. Vagono lubose yra šviestuvai su dienos šviestais lempomis. Virš kiekvienos miegamosios vietos numatyti sofėtai, kurie suteikia keleiviui galimybę skaityti tamsiu paros metu.

Reikiama vagono vidaus temperatūra užtikrina gerą keleivio ir aptarnaujančio personalo savijautą.

Sanitarinių mazgų (tualetų) tipas (atviro tipo ar vakuuminis) ir būklė. Toliemojo ir vietinio susisiektimo keleiviniuose vagonuose turi būti įrengti du uždaro tipo sanitariniai mazgai, o bagažo ir restorano vagonuose – viena tualetų patalpa. Kiekviename sanitariniame mazge turi būti kriauklė su porciniais čiaupais, unitazas su plovimo mechanizmo pedalu, veidrodė, tualetinio popieriaus dėžutė, lentynėlė ir kt. Sanitarinio mazgo konstrukcija ir apdailos medžiagos parenkamos pagal higienos reikalavimus, kad patalpą būtų galima išplauti žarna ir nute-

kėtų vanduo (Bazaras, Dundulis 1996). Esant vagone uždaro tipo tualetams, keleiviai jais gali naudotis traukiniui stovint, neteršiama aplinka.

Gultų konstrukcija (viršutinių gultų saugos diržai), specialiosios priemonės neįgaliesiems. Nuo gultų konstrukcijos priklauso keleivių poilsis, o nesant viršutinių gultų saugos diržų – sveikata (užmigęs keleivis gali nukristi, susižeisti). Minkštasuolių kokybė, gobeleno spalva turi reikšmės vagono interjerui. Specialios priemonės užtikrintų patogią kelionę neįgaliesiems keleiviams: neįgaliųjų keltuvai, tualetai.

Įrengtas nuolat veikiantis dušas. Nuolat veikiantis dušas suteiktų keleiviams daugiau komforto: atsirastų galimybė prireikus išsimaudyti, išsiplauti galvą.

Specialios kupė dviračiams vežti. Kai traukinyje yra įrengtos specialios kupė dviračiams vežti, keleiviai su savimi gali vežtis neišardytus dviračius.

Rūkyti skirtos vietos. Saugiai ir patogiai įrengtose, rūkyti skirtose vietose keleiviai kelionės metu gali rūkyti.

Radijo mazgas ir jo centralizuotas įjungimas ir išjungimas. Traukinyje esant įrengtam radijo mazgui, traukinio viršininkas tarpvagoniniu radijo ryšiu (per garsiakalbį) gali teikti keleiviams informaciją apie traukinio išvykimo ir stovėjimo laiką, vežimo taisykles, traukinyje teikiamas paslaugas. Kelionės metu keleiviai gali klausytis radijo stočių transliuojamų laidų, populiariosios ir klasikinės muzikos kūrinių.

Restorano vagonas. Restorano vagone kelionės metu galima pavakarieniauti arba papusryčiauti. Esant įrengtiems skystųjų kristalų televizoriams ir stereoaparaturai, galima žiūrėti filmą, muzikinį vaizdo klipą, klausytis muzikos.

Palydovo skubaus iškvietimo į kupė galimybė. Keleivių kupė esant įrengtam palydovo skubaus iškvietimo jungikliui, keleivis gali iškviešti palydovą neįsėidamas iš kupė.

Galimybė pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu. Plaukų džiovintuvu galima išdžiovinti plaukus (pasidaryti šukuoseną). Tai ypač džugintų keleives moteris. Ilgoje kelionėje visada sunku išsaugoti nepriekaištingus drabužius. Traukinyje įrengus buitinę kupė, kurioje būtų drabužiams lyginti skirtos priemonės, pvz., lyginimo lenta, lygintuvas, keleivis prireikus galėtų jais pasinaudoti.

2.2.2. Kriterijai, susieti su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija

Formuluojami ir pagrindžiami kriterijai, susieti su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija.

Traukinių išvykimas ir atvykimas laiku. Labai svarbu, kad traukiniai vyktų pagal numatytą grafiką, kadangi vėluojantys traukiniai sukelia nepatogumų ir pačiam keleiviui (gali pavėluoti į kitos rūšies transportą, jeigu vyksta su persėdimu), ir jį sutinkantiems, kuriems tenka ilgai laukti stotyje.

Maisto davinio keleiviams pateikimas už į bilietą įskaičiuotą kainą. Jeigu į bilieto kainą (nesvarbu, kokia būtų vagono kategorija) būtų įskaičiuotas maisto davinsys, keleiviui nereikėtų vežtis savo maisto arba eiti į restorano vagoną.

Patalynės pateikimas, paklojimas ir jos būklė. Švari, geros kokybės patalynė – gero poilsio garantas.

Maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano ir atnešimo į kupė galimybė (per vagono palydovą). Keleiviui, nenorinčiam ar negalinčiam nueiti į restorano vagoną, palydovas gali pasiūlyti meniu ir keleivio užsakymu patiekalai specialiuose termokonteineriuose atnešami į kupė.

Spaudos platinimas traukinyje. Keleiviui, kuris nenusipirko spaudos prieš kelionę traukiniu, tačiau kelionės metu panoro paskaityti, vagono palydovas gali pasiūlyti pirkti laikraščius ar žurnalų.

Prieiga prie interneto. Sparčiai tobulėjančios informacinės technologijos tapo neatsiejama kasdienio gyvenimo dalimi. Internetas suteikia milžiniškų galimybių darbui, pramogoms, bendravimui. Todėl yra svarbu ir traukinyje keleiviams suteikti galimybę pasinaudoti informacinių technologijų ir telekomunikacijų teikiamais privalumais (sužinoti reikiamą informaciją, pasinaudoti elektroniniu paštu ir kt.).

Kelionės bilieto pirkimo traukinyje galimybė (iš traukinio viršininko). Pirkti bilietą traukinyje iš traukinio viršininko patogų kasoje nesuspėjusiems jo nuspirti keleiviams.

Vietų restorano vagone rezervavimo galimybė. Keleiviams patogų per vagono palydovą rezervuoti vietas restorano vagone, jeigu traukinyje važiuoja daug keleivių ir jie nėra tikri, kad nuėję į restoraną ras laisvų vietų.

Taksi iškvietimo paslauga. Keleivio, traukinyje užsisakiusio taksi, stotyje laukia taksi automobilis. Traukiniui atvykus į stotį, šį keleivį sutinka stoties rūmų budėtojas, kuris palydi keleivį iki taksi automobilio. Keleiviui patogų, nes nereikia pačiam rūpintis transportu.

Galimybė traukinyje atsiskaityti mokėjimo kortele. Mokėjimo kortele keleivius atsiskaityti patogų, kai jis neturi grynųjų pinigų arba turi kitos šalies valiutą.

Prekyba suvenyrais traukinyje. Suvenyras – daiktas, susijęs su atsiminimais. Dovana atminimui. LG traukiniuose šiuo metu neprekiuojama suvenyrais. Jeigu traukinyje būtų tokia paslauga, galbūt dovanėlės artimiesiems, draugams nesuspėjęs nupirkti keleivis pasinaudotų ja.

Traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitiktis keleivių norams. Kaip jau buvo minėta, traukinyje esant įrengtam radijo mazgui (per garsiakalbį), keleiviams teikiama informacija, transliuojamos radijo laidos, muzikiniai kūriniai. Tačiau sklindantys garsai malonūs ne visiems keleiviams. Dėl leidžiamos muzikos sulaukiama ir skundų: nepatinkanti ir per garsiai skambanti, dažnai rusiška muzika kartais erzina keleivius. Muzikologės Zitės Kelmickaitės teigimu, viešajame transporte turėtų skambėti foninė muzika, kuri neerzintų keleivių (15 min., 2007 m. spalio 18 d.). Ji pripažino, kad viešajame transporte

skambančią muziką reikėtų parinkti pasitarus su muzikos terapijos specialistais. Jei reikėtų rinktis tarp rusiškos muzikos, klasikos ir tylos, muzikologė rinktųsi tylą arba ramesnius klasikinius kūrinius. „Tačiau ir ne visa klasikinė muzika yra tinkama“, – pripažino muzikos ekspertė.

Keleivių bagažo ir daiktų apsauga. Kelionės metu keleivis pats turi rūpintis savo daiktų saugumu. Jeigu visuose vagonuose būtų sumontuoti seifai, keleiviai galėtų juose saugoti dokumentus arba kitus vertingus daiktus.

Užsienio medicininių išlaidų draudimo įsigijimo traukinyje galimybė. Sveikatos draudimas užsienyje – tai garantas, kad susirgęs arba patyręs traumą žmogus neliks be medicinos pagalbos ir jam nereikės už ją mokėti savo lėšomis. Keleiviui, neįsigijusiam užsienio medicininių išlaidų draudimo prieš kelionę, būtų patogų jį įsigyti traukinyje, pvz., iš traukinio viršininko.

Vizos įsigijimo pasienio punkte galimybė. Jeigu vizas galima būtų įsigyti pasienio punkte, būtų išspręsta keleivių iš traukinio išlaipinimo problema. Pavyzdžiui, iš Lietuvos į Rusiją vykstantis keleivis ir neturintis Baltarusijos tranzitinės vizos, iš traukinio Baltarusijos pasienio punkte yra išlaipinamas ir gražinamas atgal, į Lietuvą. Keleivis priverstas nutraukti kelionę: sugadinta jo nuotaika, jam reikia keisti savo planus. Tokiais atvejais būtų labai patogų įsigyti vizą pasienio punkte.

Aptarnaujančio personalo išvaizda (uniformos apranga, avalynė, šukuosena, vardinė kortelė). Apranga visuomet buvo itin susijusi su žmogaus įvaizdžiu, kultūra, netgi su visuomenine padėtimi. Išvaizda – drabužių, aksesuarų suderinimas – atskleidžia, kaip žmogus vertina save ir aplinką. Verslo pasaulyje tai vadinama įmonės reprezentavimu. Kadangi aptarnaujančių darbuotojų išvaizda reprezentuoja bendrovę ir formuoja pirminį įspūdį keleiviams, todėl bendra darbuotojų išvaizda privalo atspindėti aukštą ir nepriekaištingą kultūros lygį.

Aptarnaujančio personalo bendravimo kultūra su keleiviais ir tarpusavyje. Bendravimo kultūra mūsų gyvenime vaidina labai svarbų vaidmenį. Ji suartina žmones, harmonizuoja jų tarpusavio santykius, sukuria interesų pusiausvyrą ir darną. Be žmonių bendravimo neįmanoma jokia žmogiška veikla. Bendravimas – tai savotiškas menas. Traukinio darbuotojui bendraujant su keleiviu, taip pat ir su savo kolega, labai svarbu gerbti pašnekovą, jo įsitikinimus, tolerantiškai žiūrėti į kai kuriuos jo trūkumus. Svarbu būti taktiškam, mandagiam, nuoširdžiam. Pokalbiuose išryškėja asmens savitumas ir kultūros požymiai.

Aptarnaujančio personalo užsienio kalbos mokėjimas. Lietuvai tapus ES nare, traukiniuose padaugėjo užsieniečių, todėl mokėti bent vieną užsienio kalbą yra didelis traukinį aptarnaujančio personalo privalumas, leidžiantis keleivį maloniai aptarnauti, suteikti jam reikalingą informaciją.

Muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencija, objektyvumas ir bendravimo su keleiviais kultūra. Muitinės ir pasienio pareigūnai yra šalies vizitinė kortelė, todėl savaime suprantama, kad keleiviai kreipia dėmesį į jų bendravimo kultūrą, aprangą, išvaizdą. Muitinės ir pasienio pareigūnai pirmieji reprezentuoja savo šalį.

2.2.3. Kriterijai, susieti su kelionės kaina

Formuluojami ir pagrindžiami kriterijai, susieti su kelionės traukiniu kaina.

Bilieto kaina. Ji sudaro didžiąją kelionės išlaidų dalį. Bilieto kaina yra labai aktuali dažnai (pvz., verslo reikalais) traukiniu keliaujantiems keleiviams.

Restorano vagone parduodamų patiekalų kaina ir kokybė. Ji svarbi dažnai keliaujantiems keleiviams, kurie mėgsta restorane ne tik vakarieniauti, bet ir pusryčiauti.

Laikraščių ir žurnalų kaina. Spaudos kaina yra sudedamoji kelionės išlaidų dalis (jeigu keleivis perka spaudą traukinyje).

Užsienio medicininių išlaidų draudimo kaina. Užsienio medicininių išlaidų draudimo polisą privalo turėti kiekvienas keleivis, vykstantis į kitą šalį. Jo kaina priklauso nuo laiko trukmės, kurį jis praleis kitoje šalyje. Dažnai keliaujantiems į užsienį keleiviams ji yra aktuali.

Vizų kaina. Vizų kaina taip pat yra labai svarbi dažnai keliaujantiems keleiviams, ypač tada, kai važiuojant į vieną šalį, kitą šalį reikia pervažiuoti tranzitu. Tokiu atveju privaloma įsigyti ir tranzitinę vizą (pavyzdžiui, važiuojančiam į Rusiją Lietuvos piliečiui reikia turėti ir Baltarusijos tranzitinę vizą).

Keleivinio vagono su dvivietėmis kupė maisto davinio (įskaičiuoto į bilieto kainą) pateikimas. Pirmos klasės miegamojo vagono su dviejų vietų kupė bilietas yra brangus (apie 700 Lt). Svarbu, kad šio vagono keleiviams būtų pateikiamas (įskaičiuotas į bilieto kainą) maisto davinys: vakarienė ir pusryčiai.

2.2.4. Kriterijai, susieti su kelionės traukiniu saugumu

Formuluojami ir pagrindžiami kriterijai, susieti su kelionės traukiniu saugumu.

Gaisro gesinimo priemonių buvimas ir būklė. Keleivinių vagonų priešgaisrinė sauga užtikrinama neleidžiančiomis kilti gaisrui sistemomis, efektyvia priešgaisrine apsauga ir organizacinėmis techninėmis priemonėmis. Keleiviniai vagonai turi būti aprūpinti pirminėmis gaisro gesinimo priemonėmis (gesintuvais), taip pat naujuose keleiviniuose vagonuose turi būti įrengtas automatinis priešgaisrinės signalizacijos įrenginys (UPS), galintis nustatyti ir pranešti apie gaisro kontroliuojamose patalpose požymius. Kiekvieno vagono elektros įrenginių valdymo pulte pastatomas automatinis miltelinis arba aerozolinis gaisro gesinimo įrenginys.

Pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimas. Traukinio vaistinėlėje esantys medikamentai naudojami keleiviui susižeidus, nusideginus.

Greitosios medicinos pagalbos iškviatimo galimybė. Susirgus keleiviui (susižeidus, prasidėjus gimdymui, jei įtariama, kad keleivis susirgo infekcine liga ir kt.), kai pirmoji medicinos pagalba yra nepakankama, artimiausioje stotyje (radijo ryšiu per traukinio mašinistą) kviečiami medicinos darbuotojai.

Ašidėžių perkaičio signalizacijos veikimas. Vagono ašidėžių perkaičio kontrolės signalizacija užtikrina traukinio eismo saugumą. Ji kontroliuoja ašidėžių įkaičio temperatūrą (garso ir šviesos signalas įspėja apie ašidėžių įkaitį).

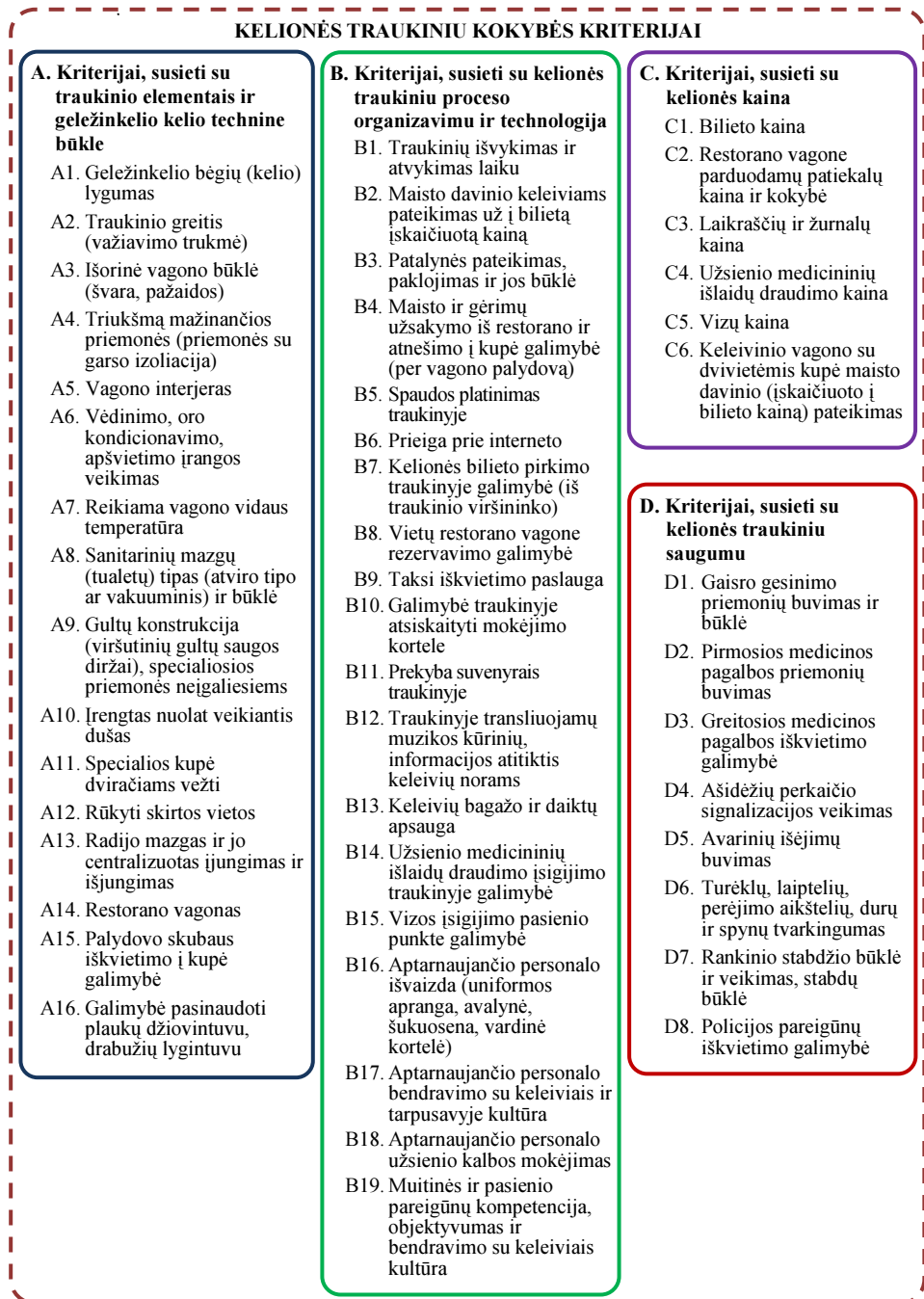
Avarinių išėjimų buvimas. Avarinių išėjimų skaičius ir jų vieta turi užtikrinti saugų keleivių evakavimą gaisro ar kitu nenumatytu ir keleivių sveikatai ar gyvybei pavojingu atveju.

Turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumas. Visi keleivinių vagonų kėbulai turi laiptelius įeiti ir išeiti į aukštas ir žemas platformas. Abiejose durų pusėse šoninėje kėbulo sienoje įtvirtinti išoriniai turėklai, kad būtų patogų įeiti į vagoną nuo aukštų platformų. Traukiniui važiuojant pereiti iš vieno vagono į kitą galinėse kėbulo rėmo sijose šarnyriškai įtvirtinti tarpiniai skydai. Kai gretimų sukabintų vagonų skydai yra nuleisti žemyn, jie remiasi į specialius kronšteinus, užaina vienas ant kito ir sudaro ištisinį perėjimo tiltelį. Keleivinių vagonų durys būna suveriamosios ir stumdomosios – nelygu kokio tipo yra vagonas ir kur jos įrengtos. Visoms durims keliami vienodi reikalavimai: jos negali traumuoti keleivių, turi fiksuotis uždarytos, o kai kuriais atvejais ir atidarytos, turėti unifikuotus užraktus (Bazaras, Dundulis 1996).

Rankinio stabdžio būklė ir veikimas, stabdų būklė. Lokomotyvai, keleiviniai, dyzelinių ir elektrinių traukinių vagonai turi turėti rankinius stabdžius. Riedmenų rankiniai stabdžiai turi būti prižiūrimi remiantis nustatytomis normomis, o jų spaudimas turi atitikti nustatytus ir geležinkelio valdytojo patvirtintus skaičiavimus (*Techninio geležinkelių naudojimo...* 1996). Rankiniu stabdžiu yra įtvirtinami vagonai ir sąstatai stoties keliuose. Traukinio lokomotyvo mašinistui signalizuojant signalą „Stabdyti“ (trys ilgi švilptelėjimai), visų vagonų palydovai privalo užsukti, o po mašinisto signalo „Atleisti stabdžius“ (du ilgi švilptelėjimai) atleisti rankinius stabdžius (Geležinkelių signalizacijos taisyklės, 1998). Keleiviniame vagono yra 4 atlenkiami stabdai, kurie privalo būti užplombuoti.

Policijos pareigūnų iškvietimo galimybė. Jeigu keleivis važiuoja be bilieto ir atsisako jį pirkti ar užmokėti baudą arba yra neblaivus, traukinyje nesilaiko viešosios tvarkos taisyklių, geria alkoholinius gėrimus, trikdo kitų keleivių ramybę, veža didesnio svorio nešulį negu numatyta, traukinio viršininkas privalo įspėti jį ir, jeigu šis nevykdo traukinio viršininko reikalavimų, radijo ryšiu per lokomotyvo mašinistą iškviesti artimiausios stoties policijos pareigūnus. Artimiausios stoties policijos pareigūnus traukinio viršininkas privalo kviesti gavęs pranešimą apie išdaužytus iš išorės traukinio langus, sproginą vagono, traukinio apšaudymą iš išorės bei šaudant vagono. Policijos pareigūnai kviečiami ir vagystės atveju (*Keleivinio traukinio viršininko...* 2001).

Suformuluoti ir pagrįsti 16 (A grupė), 19 (B grupė), 6 (C grupė) ir 8 (D grupė) keleivių vežimo (kelionės traukiniu) kokybę rodantys kriterijai. Kelionės tarptautiniu traukiniu kokybės A, B, C, D kriterijų grupių schema pateikta 2.4 paveiksle.



2.4 pav. Kokybės kriterijų A, B, C, D grupių schema

Fig. 2.4. A diagram of railway trip quality criteria groups A, B, C, D

2.3. Kelionės traukiniu patogumo samprata

Kaip jau buvo minėta, kokybę sunku tiesiogiai išreikšti bei išmatuoti koku nors vienu kriterijumi. Kelionėje traukiniu keleivį supa tam tikra aplinka (2.5 pav.). Komfortas – tai aplinka, supanti žmogų. Pavyzdžiui, komfortą apibūdina temperatūra, oro drėgmė, apšvietimas, triukšmo lygis, dulkėtumas, vibracija ir pan. Keleivį veikia šie pagrindiniai veiksniai: psichologinis klimatas, vizualioji aplinka, mikroklimatas vagono viduje, fizinė tarša ir mechaninė tarša. Psichologiniam klimatui įtakos turi keletas charakteristikų: bendravimas su kitais, traukiniu važiuojančiais keleiviais, su traukinį aptarnaujančiais darbuotojais, o tarptautiniame traukinyje – su muitinės ir pasienio pareigūnais. Traukinio viršininkui svarbu žinoti esamą psichologinio klimato traukinyje lygį ir nepasitenkinimo šaltinius, nes daugelį psichologiniam klimatui įtakos turinčių veiksnių galima keisti, pvz., sudrausminti nepaisantį elgesio normų keleivį arba aptarnaujančio personalo darbuotoją, pašalinti arba sumažinti teikiamų paslaugų trūkumus, pagelbėti įvykus nenumatytai situacijai. Darbuotojų asmens savybių ir pageidavimų tai pareigybei psichologinių reikalavimų atitikimas yra svarbus veiksnys, lemiantis gerus santykius su keleiviais ir psichologinį klimatą darbe.

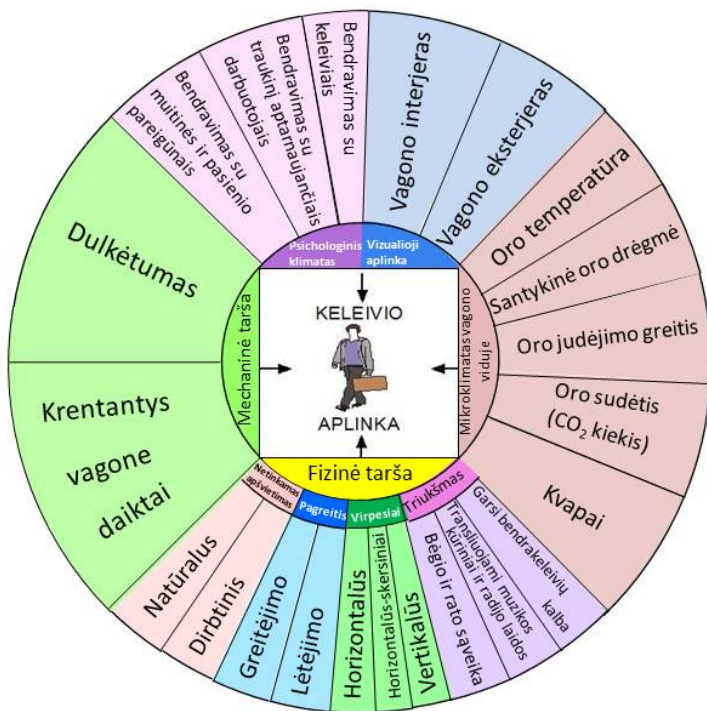
Žmogus jį supančią aplinką suvokia vizualiai ir dėl to patiria vienokių ar kitokių estetinių emocijų. Nors keleivį veikia įvairūs veiksniai, tačiau daugelis jų tiesiogiai susiję su vagono konstrukcijomis (įrengimu), interjero estetika. Neigiamą įtaką keleivio savijautai gali daryti netinkamas vagono patalpų dydis ir struktūra. Svarbu ir vaizdas už lango: tamsa arba lietus gali slėgti, saulėta diena ar vasaros žaluma suteikti gerų emocijų.

Keleivio patogumui nepaprastai svarbus yra mikroklimatas vagono viduje. Kad patogiai jaustųsi, patalpos oro temperatūra turėtų būti nuo 18 iki 20 °C (apsirengusiam drabužiais), santykinė oro drėgmė 40–60 %. Oras patalpose turėtų judėti iki 0,3 m/s greičiu. Vėdinimo reikia tokio, kad per valandą patalpose pasikeistų bent pusė oro. Vienam suaugusiam žmogui reikalingas minimalus 14,4 m³/h lauko oro kiekis, tada CO₂ koncentracija patalpose neviršija leidžiamos normos. Blogai vėdinamose patalpose kaupiasi anglies dioksidas, drėgmė ir teršalai, didėja mikrobiologinis užterštumas. Kvapai daro neįtikėtinais didelį efektą patalpų energetikai ir jose esantiems žmonėms. Blogas kvapas vagone neigiamai veikia keleivio savijautą.

Fizinė vagono tarša – tai netinkamas apšvietimas, vibracija, triukšmas, lėtimas ir greitėjimas pagreičiai. Kadangi apšvietimas yra energijos paskirstymas, gerinantis daiktų matomumą, esant jam netinkamam, keleivis gali patirti nepatogumų, pvz., skaitydamas. Vagono vibracija blogina keleivio savijautą, mažina aptarnaujančio personalo darbingumą. Traukinio judėjimas yra įvairių veikiančių jėgų padarinys. Traukinys, o tuo pačiu ir vagonas, gali judėti tolygiai (pastoviu greičiu), lėtėdamas arba greitėdamas (įsibėgėdamas). Viena iš pagrindinių stab-

dymo charakteristikų yra lėtėjimo pagreitis, o išibėgėjimo charakteristikų – greičio pagreitis. Nuo stabdymo ir išibėgėjimo efektyvumo priklauso vagono dinaminės savybės, o tuo pačiu ir keleivio važiavimo patogumas.

Vibracija ir triukšmas gali kelti pavojų didelės sveikatos rizikos grupės žmonėms. Nors keleivis traukinyje būna, palyginti, neilgą laiką, kad tai turėtų įtakos jo sveikatai, tačiau jį gali erzinti (neleisti miegoti) vibracija ar bėgio ir rato sąveikos garsas. Klausą neigiamai veikia ir didelis muzikos triukšmas, garsi bendrakeleivių kalba. Be neigiamo poveikio klausai, muzikos triukšmas pablogina žmogaus centrinės nervų sistemos darbą.



2.5 pav. Kelionėje traukiniu keleiviui įtakos turintys veiksniai
Fig. 2.5. Factors influencing a passenger during the trip by train

Dulkėtumą, krintančius vagone daiktus (pvz., traukiniui staigiai stabdant krintantis nuo lentynų keleivių bagažas, nuo stalo – indai, nuo gulto – kitas, saugos diržu neprisigėjęs keleivis) galima priskirti mechaninei vagono taršai. Kenksmingas dulkių poveikis labiausiai priklauso nuo jų fizinių ir cheminių savybių, dalelių dydžio, formos, koncentracijos ore. Dauguma dulkių kenkia kvėpavimo organams, tačiau kai kurios gali sukelti odos ir kitokias ligas. Į vagono

vidų dulkės iš aplinkos patenka pro atidarytus arba nesandarius langus, vagonui šildyti naudojant akmens anglis.

2.4. Kelionės traukiniu proceso modelis ir jo pagrindimas

KTK išreiškiama kiekybinių ir kokybinių kriterijų visuma. Būtų patogu turėti vieną skaičių, kiekybiškai įvertinantį visų kriterijų įtaką KTK. Susisteminti keturių grupių 49 KTK kriterijai (2.4 pav.). Taikant ekspertinių tyrimų metodus nustatomi jų svorio vidurkiai ir kriterijų grupių svarba (pirmumas). Kriterijų grupių svarbą rodo vidutinis svorio koeficientas $\bar{Z}_g^*$. Keleivių vežimo kokybei tarptautiniame traukinyje (maršrute) įvertinti sukurtas kiekybinis metodas ir rodiklis K ($K = K_A + K_B + K_C + K_D$, $K = 0-1$), leidžiantis vienu skaičiumi išreikšti vieno maršruto KTK (Sivilevičius *et al.* 2012).

2.4.1. Kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle, vertinimo modelis

Suformuluota ir pagrįsta 16 kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle (2.4 pav.), kurių KKVR K_A dėmuo su iš ekspertinių tyrimų apskaičiuojamu vidutiniu svorio koeficientu $\bar{Z}_A^*$ ir kiekvieno kriterijaus svorio vidurkiu $\bar{Q}_j$ apskaičiuojamas pagal formulę:

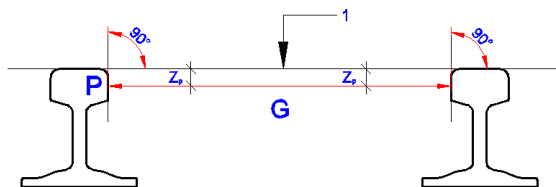
$$K_A = \bar{Z}_A^* \cdot (\bar{Q}_{A1} \cdot x_{A1} + \bar{Q}_{A2} \cdot x_{A2} + \dots + \bar{Q}_{A16} \cdot x_{A16}), \quad (2.1)$$

čia: K_A – tarptautinio traukinio kokybės kompleksinio vertinimo rodiklis (KKVR) (K_A kinta nuo 0 iki 1); $\bar{Z}_A^*$ – trijų kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie A kriterijų grupės svarbą vidutinis svorio koeficientas; $\bar{Q}_{A1}, \dots, \bar{Q}_{Am}$ – A kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus svorio vidurkis, nustatytas ekspertų metodu; $x_{A1}, \dots, x_{Am}$ – A kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus kintamasis dydis, nustatytas iš tyrimų ir norminių (reikiamų, siektinų) rodiklių lyginimo, iš kurių verčių apskaičiuojamas faktiškas kriterijaus lygmuo, kintantis nuo 0 iki 1. Keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu KKVR, įvertinančiam traukinio elementų kelionės proceso organizavimo ir technologijos įtaką, nustatyti būtina apskaičiuoti kiekvieno kriterijaus kintamuosius dydžius $x_{A1}, \dots, x_{A16}$.

1. Geležinkelio bėgių (kelio) lygumas. Bėgių kelio geometriniai parametrai yra kelio vėžės plotis, bėgių įdubos, bėgių padėtis pagal lygį ir jų padėtis plane, perkrypos. Bėgių kelio geometriniai parametrai vertinami naudojant

tis sąlygine stačiakampe koordinatų sistema, orientuota į kelią pagal laikrodžio rodyklę.

Bėgių vėžė – tai mažiausias atstumas tarp linijų, išvestų statmenai bėgių galvučių viršui ir liečiančių bėgių galvutės vidines briaunas (2.6 pav.). Bėgių vėžės plotis visada matuojamas 13 mm žemiau bėgio galvutės viršaus (*Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140... 2012*).



2.6 pav. Bėgių vėžės plotis: G – bėgių vėžės plotis; 1 – bėgių galvučių viršus;

P – linija, statmena bėgio galvutės viršui ir liečianti bėgio galvutės vidinę briauną;

Zp – atstumas nuo bėgio galvutės viršaus, lygus 13 mm

Fig. 2.6. The gauge: G is the gauge, 1 is the rail head top surface;

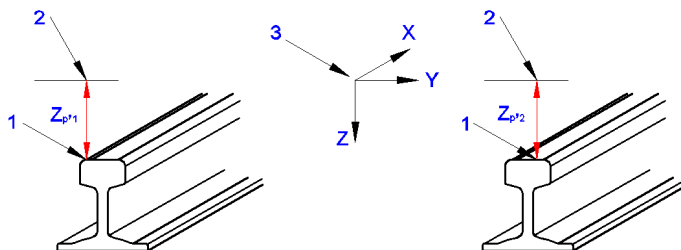
P is the line perpendicular to the rail head top and tangential to the inner edge of the rail head; Zp is the distance from the rail head top equal to 13 mm

Šaltinis: Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140... 2012

Bėgio galvutės viršaus lygio nuokrypis bet kuriame bėgyje (2.7 pav.), išreikštas kaip nukrypimas Z kryptimi nuo horizontalios atskaitos linijos (ant kelmačio matavimo rėmo su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi, esančios inercinės matavimo sistemos sukurta menama horizontali atskaitos linija), kuris apima nustatytus bangų ilgius ir yra apskaičiuojamas atsižvelgiant į kelis vienas po kito atliktus matavimus.

Aukščio skirtumas tarp dviejų gretimų bėgių galvučių viršaus plokštumų (2.8 pav.) skaičiuojamas pagal kampą tarp bėgio galvutės viršaus ir horizontalios atskaitos linijos (ant kelmačio matavimo rėmo su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi, esančios inercinės matavimo sistemos sukurta menama horizontali atskaitos linija). Jis yra išreiškiamas kaip stačiojo trikampio įžambinės, lygios nominalaus bėgių vėžės pločio ir bėgio galvutės pločio sumai, suapvalintai 10 mm tikslumu.

Bet kurio bėgio taško P padėties nuokrypis Y_p dydžiu Y ašies kryptimi (2.9 pav.), išreikštas kaip nuokrypis nuo vidurinės horizontalios atskaitos linijos (ant kelmačio matavimo rėmo su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi, esančios inercinės matavimo sistemos sukurta menama horizontali atskaitos linija), apimantis nustatytus bangų ilgius ir yra apskaičiuojamas atsižvelgiant į kelis vienas po kito atliktus matavimus.



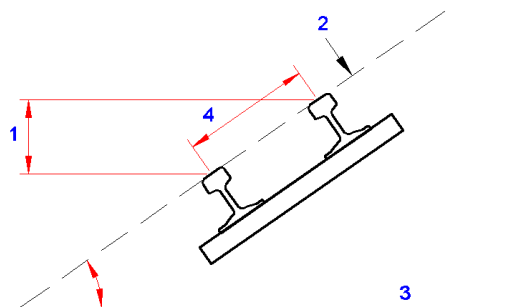
2.7 pav. Bėgių įdubos: 1 – bėgio galvutės viršus; 2 – horizontali atskaitos linija (ant kelmačio matavimo rėmo su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi, esančios inercinės matavimo sistemos sukurta menama horizontali atskaitos linija);

3 – X, Y, Z – geležinkelio kelio koordinatinių sistemos ašys; $Z_{p'1}$ ir $Z_{p'2}$ – bėgio nuokrypis nuo atskaitos linijos

Fig 2.7. Rail dents: 1 the rail head top surface; 2 the horizontal reference line (an imaginary line created by the inertial measurement system of the track geometry car and located on the measuring frame, which is parallel to the tracks);

3 X, Y, Z the axes of the coordinate system of the track; $Z_{p'1}$ and $Z_{p'2}$ rail deviation from the reference line

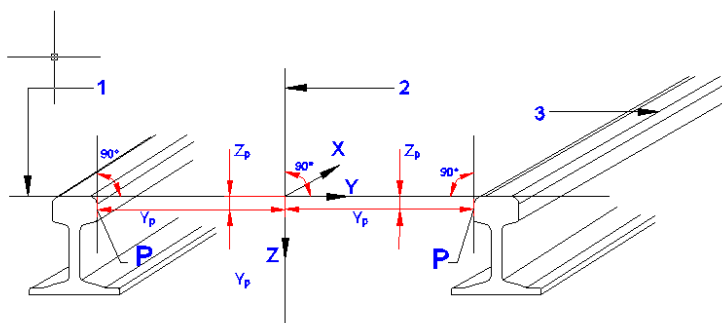
Šaltinis: Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140... 2012



2.8 pav. Bėgių padėtis pagal lygį: 1 – bėgių padėtis pagal lygį; 2 – bėgių galvučių viršus; 3 – horizontali atskaitos linija (ant kelmačio matavimo rėmo su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi, esančios inercinės matavimo sistemos sukurta menama horizontali atskaitos linija); 4 – įžambinė

Fig. 2.8. The position of rails by level: 1 the position of rails by level; 2 the rail head top surface; 3 the horizontal reference line (an imaginary line created by the installed inertial measurement system of the track geometry car and located on the measuring frame, which is parallel to the tracks); 4 the hypotenuse

Šaltinis: Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140... 2012



2.9 pav. Bėgių padėtis plane: 1 – bėgių galvutės viršus; 2 – vidurinė horizontali atskaitos linija (ant kelmačio matavimo rėmo su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi, esančios inercinės matavimo sistemos sukurta menama horizontali matavimo rėmo vidurio linija); 3 – bėgio galvutės viršaus ašinė linija; P – taškas ant bėgio galvutės vidinės briaunos; Y_p – taško P nuokrypis nuo atskaitos linijos; Z_p – atstumas nuo bėgio galvutės viršaus lygus 13 mm

Fig. 2.9. The position of rails on the plan: 1 the rail head top surface; 2 the horizontal reference midline (an imaginary midline created by the inertial measurement system of the track geometry car and located on the measuring frame, which is parallel to the tracks); 3 the centre line on the rail head top surface; P the point on the rail head inner edge; Y_p the deviation of the point P from the reference line; Z_p the distance from the rail head top surface equal to 13 mm

Kiekvienas kelio geometrinių parametrų nuokrypis nuo normos vertinamas atsižvelgiant į jo daromą poveikį keliui ir riedmenims bei kelio liekamųjų deformacijų kaupimąsi. Išskiriami I–IV laipsnių nuokrypiai.

Bėgių kelio kokybei apibūdinti naudojamas kelio kokybės indeksas (KKI), kuris leidžia stebėti kelio geometrinių parametrų pokyčius. Suminis KKI skaičiuojamas kiekvienam kilometrui sumuojant geležinkelio geometrinio parametro KKI vertes. Suminis KKI, apibūdinantis vertinamo ruožo kokybę nuo „labai geras kelias“ iki „blogas kelias“, gali kisti nuo 0 iki 45 ir daugiau (2.2 lentelė) (*Instrukcija K/259. Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140...* 2012). Blogėjant kelio apibūdinimui, mažinamas traukinių greitis.

KKI ataskaita sukurama kelmačio programa „EMGraph“. Kelio KKI ataskaitą sudaro vertinamo ruožo, vertinamieji parametrai ir jų vertės.

Taigi, suminis (bendras) KKI skaičiuojamas iš kelmačiu išmatuotų pagrindinių geležinkelio kelio geometrinių parametrų sklaidos įverčių:

$$KKI = 2\sigma_b = 2\sigma_{PLOTIS} + 2\sigma_{IDK} + 2\sigma_{IDD} + 2\sigma_{TIEK} + 2\sigma_{TIED} + 2\sigma_{LYGIS} + 2\sigma_{PER} \quad (2.2)$$

čia: KKI – kelio kokybės indeksas, išmatuotas kiekvienam geležinkelio kelio kilometrui (bedimensinis skaičius – Instrukcijoje K/259 (2012), iš tikrųjų – mm); σ_b – bendrasis visų geometrinių parametrų standartinis nuokrypis, mm; σ_{PLOTIS} –

bėgių kelio vėžės pločio, išmatuoto prie 3-ios kelmačio vežimėlio ašies, standartinis nuokrypis, mm; σ_{IDK} – kairės pusės bėgio įdubos standartinis nuokrypis, mm; σ_{IDD} – dešinės pusės bėgio įdubos standartinis nuokrypis, mm; σ_{TIEK} – kairės pusės bėgio padėties plane standartinis nuokrypis, mm; σ_{TIEK} – dešinės pusės bėgio padėties plane standartinis nuokrypis, mm; σ_{LYGIS} – bėgių padėties vienas kito atžvilgiu pagal bėgių galvutės lygį standartinis nuokrypis, mm; σ_{PER} – staiga nukrypimo pagal bėgių galvutės lygį (perkrypą) standartinis nuokrypis, mm.

2.2 lentelė. Kokybinis kelio būklės įvertinimas KKI

Table. 2.2. Qualitative evaluation of the track (TQI is the track quality index)

Suminis KKI	Kelio apibūdinimas
0–20	Labai geras
21–34	Geras
35–44	Patenkinamas
≥ 45	Blogas

Šaltinis: Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140... 2012

Kelmatis EM-140 išmatuoja adityvinio modelio (2.2) komponentų dvigubus standartinius nuokrypius. Kelmatis nepateikia išmatuotų geometrinių parametrų aritmetinių vidurkių.

Tikėtina, kad kuo mažesnė geležinkelio kelio kelmačiu išmatuota KKI faktinė vertė, tuo aukštesnės kokybės yra kelionė traukiniu, nes mažesni yra vagonų virpesiai, o keleiviai nejunta pagreičių. Logiška manyti, kad kiekvieno kilometro išmatuotas suminis KKI, atitinkantis žodinį kelio apibūdinimą *labai geras*, *geras*, *patenkinamas* ar *blogas*, turi atitikti tokį patį ir kelionės traukiniu kokybės rodiklio sando x_{A1} , nulemta geležinkelio bėgių (kelio) lygumo, apibūdinimą.

KKVR K dėmens, priklausančio nuo traukinio elementų ir geležinkelio kelio techninės būklės K_A , sandaugos $\bar{Q}_{A1} \cdot x_{A1}$, kintamojo dydžio x_{A1} , rodančio geležinkelio bėgių (kelio lygumo) įtaką vienam kelio kilometrui, vertė skaičiuojama pagal šią formulę:

$$x_{A1} = 1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2}, \quad (2.3)$$

čia: x_{A1} – A grupės 1-ojo kriterijaus kintamasis dydis; KKI_f – faktiškasis kelmačiu išmatuotas vieno kilometro ilgio ruožo KKI; KKI_{rib} – ribinis (blogas) kelmačiu išmatuotas vieno kilometro ilgio ruožo KKI.

KKVR K_A , įvertinančio geležinkelio bėgių (kelio lygumo) įtaką visam keiliui, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A1} = \frac{\sum_{s=1}^{N_{km}} \left(1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2} \right)_s}{N_{km}}, \quad (2.4)$$

čia: x_{A1} – A grupės 1-ojo kriterijaus kintamasis dydis; KKI_f – faktiškasis kelmačiu išmatuoto viso kelio KKI; KKI_{rib} – ribinis (blogas) kelmačiu išmatuoto viso kelio KKI; N_{km} – viso kelio ilgis, km ($s = 1, 2, \dots, N_{km}$).

2. Traukinio greitis (važiavimo trukmė). Saugiam traukinių eismui, atsižvelgiant į viršutinės kelio konstrukcijos, žemės sankasos ir kelio statinių būklę bei riedmenų rūšį, užtikrinti ir pasiekti, kad būtų griežtai laikomasi traukinių eismo grafiko bei Techninio geležinkelių naudojimo nuostatų yra nustatomas didžiausias leidžiamasis traukinių ir lokomotyvų greitis geležinkelio stočių keliais ir tarpstočiais (*Dėl didžiausio leistino traukinių ir lokomotyvų greičio...* 2009; *Techninio geležinkelių...* 1996). KKVR K_A , įvertinančio traukinio greičio (važiavimo trukmės) įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A2} = \frac{\sum_{l=1}^r \left(1 - \frac{|\Delta v_f|}{v_{\max, l}} \right) \cdot l_l}{\sum_{l=1}^r l_l}, \quad (2.5)$$

čia: x_{A2} – A grupės 2-ojo kriterijaus kintamasis dydis; r – tarpstočių skaičius ($l = 1, 2, \dots, r$); Δv_f – traukinio važiavimo l -uoju tarpstočiu faktiškojo ir maksimalaus leidžiamąjo greičio pokytis, km/h; $v_{\max, l}$ – didžiausias leidžiamasis traukinio važiavimo greitis l -uoju tarpstočiu, km/h; l_l – atskirų tarpstočių ilgiai, km ($L = l_1 + l_2 + \dots + l_l$).

3. Išorinė vagono būklė (švara, pažaidos). Išorinei vagono būklei (švarai, pažaidoms) vertinti skiriami šie balai: 0 – vagonas nešvarus, yra pažaidų; 1 – vagonas nešvarus, pažaidų nėra arba vagonas švarus, tačiau yra pažaidų; 2 – vagonas švarus, pažaidų nėra. KKVR K_A , įvertinančio vagono švaros, pažaidų įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A3} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{VKB_f}{VKB_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.6)$$

čia: x_{A3} – A grupės 3-ojo kriterijaus kintamasis dydis; VKB_f – c -ojo vagono ($c = 1, 2, \dots, V$) faktiškoji būklė (švara, pažaidos) balais (0, 1 arba 2); $VKB_{\max}$ – didžiausias galimas vagono įvertinimo balas (2 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

4. Triukšmą mažinančios priemonės (priemonės su garso izoliacija). Stacionarių triukšmo šaltinių skleidžiamo triukšmo ribinius dydžius gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje nustato Lietuvos higienos norma HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ (patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2011 m. birželio 13 d. įsakymu Nr. V-604). Kadangi triukšmo lygio vagono salone norminiai dokumentai nenormuoja, todėl išimties atveju galima naudoti palydovo vietai normuotą triukšmo lygį. Būtiniausi reikalavimai dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos jų sveikatai ir saugai (o ypač jų klausai), kurią kelia ar gali sukelti triukšmas, nustatyti „Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatuose“ (patvirtinta Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2005 m. balandžio 15 d. įsakymu Nr. A1-103/V-265). Šiuose nuostatuose ribinės triukšmo ekspozicijos vertės ir ekspozicijos vertės veiksams pradėti (darbuotojų apsaugai nuo veikiančio triukšmo užtikrinti) nustatomos pagal kasdienius veikiančio triukšmo lygius. Ribinė ekspozicijos vertė $L_{EX, 8h} = 87$ dB (A). KKKVR K_A , įvertinančio triukšmą mažinančių priemonių įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A4} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{TL_f}{TL_{\max, l}} \right)_c}{V}, \quad (2.7)$$

čia: x_{A4} – A grupės 4-ojo kriterijaus kintamasis dydis; TL_f – faktiškas triukšmo lygis c -ajame vagonė, dBA; $TL_{\max, l}$ – leidžiamas triukšmo lygis c -ajame vagonė, dBA, V – sąstato vagonų skaičius.

5. Vagono interjeras. Vagono interjeras kuria geležinkelio įmonės įvaizdį. Kitas veiksnys, lemiantis vagono interjero reikšmę, – tai gera keleivių ir darbuotojų savijauta. Vagono interjerui vertinti skiriami šie balai: 0 – senam (nemodernizuotam) vagonui, 1 – senam (modernizuotam) vagonui, 2 – naujam vagonui. KKKVR K_A , įvertinančio vagono interjero įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A5} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{I_f}{I_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.8)$$

čia: x_{A5} – A grupės 5-ojo kriterijaus kintamasis dydis; I_f – faktiškas c -ojo vagono interjero vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $I_{\max}$ – didžiausias galimas vagono interjero įvertinimo balas (2 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

6. Vėdinimo, oro kondicionavimo, apšvietimo įrangos veikimas. Vagono vėdinimo, oro kondicionavimo, šildymo sistemos ir apšvietimo įrangos veikimui vertinti skiriami šie balai: 0 – vagonė neveikia nei viena sistema, 1 – vagonė

veikia viena sistema, 2 – vagonė veikia dvi sistemos, 3 – vagonė veikia trys sistemos, 4 – vagonė veikia visos minėtos (vagono vėdinimo, oro kondicionavimo, šildymo, apšvietimo) sistemos. KKVR K_A , įvertinančio vagono vėdinimo, oro kondicionavimo, šildymo sistemos ir apšvietimo įrangos įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A6} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{VKA_f}{VKA_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.9)$$

čia: x_{A6} – A grupės 6-ojo kriterijaus kintamasis dydis; VKA_f – c -ojo vagono sistemų veikimo vertinimas balais (1, 2, 3 arba 4 balai); $VKA_{\max}$ – didžiausias galimas vagonė veikiančių sistemų vertinimo balas (4 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

7. Reikiama vagono vidaus temperatūra. Vandens šildymo sistema turi užtikrinti patogias sąlygas keleiviams ir traukinį aptarnaujantiems darbuotojams, jiems esant vagonė. Oro temperatūra vagonė, kai lauko temperatūra yra iki -40°C ir vagonas yra šildomas kietuoju kuru, turi būti ne žemesnė nei $+18^\circ\text{C}$. Kai vanduo katilė yra šildomas elektriniais kaitintuvais (nuo aukštos įtampos (3000 V) kontaktinio tinklo), oro temperatūra vagonė palaikoma automatiniai būdu $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ribose. Vasarą veikiant oro kondicionieriui $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ribose.

Jeigu žiemą vidutinė faktinė oro temperatūra vagonė atitinka $+22^\circ\text{C}$ (2.10 pav.), tai yra aukščiausias kokybės lygis ($x_{A7} = 1$). Kai faktinė oro temperatūra yra lygi apatinei leidžiamai, žiemos temperatūra $T_{L\dot{Z}} = +20^\circ\text{C}$ arba lygi viršutinei leidžiamai $T_{U\dot{Z}} = +24^\circ\text{C}$, tai $x_{A7} = 0,5$. Jei vasarą vidutinė oro temperatūra atitinka optimalią vasaros temperatūrą, lygią $+24^\circ\text{C}$, tai $x_{A7} = 1$. Kai faktinė oro temperatūra atitinka apatinę leidžiamą vasaros temperatūrą $T_{LV} = \bar{T}_f = +22^\circ\text{C}$ arba kai faktinė temperatūra atitinka viršutinę leidžiamą ribą $T_{UV} = \bar{T}_f = +26^\circ\text{C}$, tai yra vidutinis kokybės lygis ($x_{A7} = 0,5$). Normos nereglementuoja aukštesnės kaip $+28^\circ\text{C}$ ir mažesnės nei $+20^\circ\text{C}$ temperatūros vagonė vasarą, o žiemą – aukštesnės nei $+26^\circ\text{C}$.

KKVR K_A , įvertinančio reikiamą vagono vidaus oro temperatūrą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

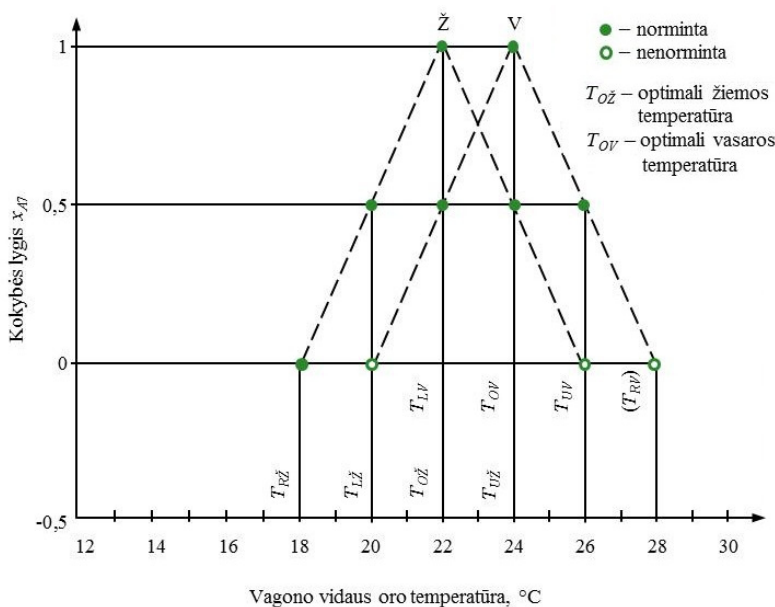
$$x_{A7} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L}{2} - \bar{T}_f \right|}{T_U - T_L} \Bigg|_c, \quad (2.10)$$

čia: T_L – mažiausia leidžiama oro temperatūra vagonė, $^\circ\text{C}$. Žiemą, kai kūrenama kietuoju kuru ir lauko temperatūra ne žemesnė kaip -40°C ir ne aukštesnė kaip

$+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_L = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$, o kai vanduo šildomas elektra $T_L = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (automatiniu režimu turi būti palaikoma $(22 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūra). Vasarą, kai veikia kondicionieriai, automatiškai palaikoma vagono temperatūra turi būti $(24 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$, todėl $T_L = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (*Вагон пассажирский купейный...* 2002); T_U – didžiausia leidžiama oro temperatūra vagonė $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Žiemą, kai oro temperatūra ne žemesnė kaip $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir kūrenama kietuoju kuru, $T_U = +22\text{ }^{\circ}\text{C}$, o kai vanduo šildomas elektra $T_U = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ (automatiškai turi būti palaikoma $(22 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūra); V – sąstato vagonų skaičius; $\bar{T}_f$ – c -ojo vagono vidutinė vidaus oro temperatūra, išmatuota atskirose jo vietose n_T kartų visame kelionės maršrute:

$$\bar{T}_f = \frac{\sum_{t=1}^{n_T} T_{ft}}{n_T}, \quad (2.11)$$

čia: T_{ft} – t -ojo matavimo temperatūra, $^{\circ}\text{C}$; n_T – temperatūros matavimų skaičius ($t = 1, 2, \dots, n_T$).



2.10 pav. Norminamos vagono temperatūros ir keleivių patogumo žiemos (kai aplinkos oro temperatūra ne žemesnė nei $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) ir vasaros (kai veikia oro kondicionierius) laikotarpiu sąsaja

Fig. 2.10. The relationship between the standardized temperature in a car and passenger comfort during winter (when the outdoor temperature is not lower than $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) and summer (when air conditioning is on)

Blogiausias variantas ($x_{A7} = 0$) yra tada, kai $\bar{T}_f$ yra 2°C žemesnė už apatinę leidžiamą ribą T_L arba kai $\bar{T}_f$ yra 2°C didesnė už viršutinę leidžiamą ribą T_U . Jeigu $\bar{T}_f$ daugiau negu 2°C mažesnė už T_L arba 2°C didesnė už T_U , x_{A7} gaunamas neigiamas ir imamas lygus 0.

8. Sanitarinių mazgų (tualetų) tipas (atviro tipo ar vakuuminis) ir būklė. Tolimojo ir vietinio susisiektimo keleiviniuose vagonuose turi būti įrengti du uždaro tipo sanitariniai mazgai, o bagažo ir restorano vagonuose – viena tualetų patalpa. Sanitarinių mazgų (tualetų) tipui vertinti skiriami šie balai: 0 – vagone sanitariniai mazgai sugedę, 1 – vagone sanitariniai mazgai atviro tipo, tvarkingi, 2 – vagone vienas tualetas atviro tipo, kitas – vakuuminis, tvarkingi, 3 – sanitariniai mazgai uždaro tipo, netvarkingi, 4 – sanitariniai mazgai uždaro tipo, tvarkingi. KKVR K_A , įvertinančio vagono sanitarinių mazgų įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A8} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{WC_f}{WC_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.12)$$

čia: x_{A8} – A grupės 8-ojo kriterijaus kintamasis dydis; WC_f – c -ojo vagono sanitarinių mazgų faktiškos būklės vertinimas balais (0 arba 4 balai); $WC_{\max}$ – didžiausias galimas c -ojo vagono sanitarinių mazgų įvertinimo balas (4 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

9. Gultų konstrukcija (viršutinių gultų saugos diržai), specialios priemonės neįgaliesiems. Vagono gultų konstrukcijai (viršutinių gultų saugos diržams), specialiosioms priemonėms neįgaliesiems keleiviams vertinti skiriami šie balai: 0 – viršutiniai gultai neturi saugos diržų (apsauginių laikiklių), vagonas nepritaikytas neįgaliesiems keleiviams, 1 – viršutiniai gultai turi saugos diržus, tačiau vagonas nepritaikytas neįgaliesiems keleiviams, 2 – viršutiniai gultai turi saugos diržus, vagonas pritaikytas neįgaliesiems, 3 – vagone tik apatiniai gultai (saugos diržai nereikalingi), vagonas nepritaikytas neįgaliesiems, 4 – vagone tik apatiniai gultai, vagonas pritaikytas neįgaliesiems. KKVR K_A , įvertinančio vagono gultų konstrukciją (viršutinių gultų saugos diržų buvimą), dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A9} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{G_f}{G_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.13)$$

čia: x_{A9} – A grupės 9-ojo kriterijaus kintamasis dydis; G_f – c -ojo vagono gultų konstrukcijos (viršutinių gultų saugos diržų buvimas) ir pritaikymo neįgaliesiems keleiviams įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $G_{\max}$ – didžiausias galimas

gultų konstrukcijos (viršutinių gultų saugos diržų buvimo) ir vagono pritaikymo neįgaliems keleiviams įvertinimo balais (4 balais); V – sąstato vagonų skaičius.

10. Įrengtas nuolat veikiantis dušas. Dušo įrengimui vagonė vertinti skiriami šie balai: 0 – vagonė dušas neįrengtas, 1 – vagonė įrengtas nustatytu laiku veikiantis dušas, 2 – vagonė įrengtas nuolat veikiantis dušas. KKVR K_A , įvertinančio vagonė veikiančio dušo įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A10} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{D_f}{D_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.14)$$

čia: x_{A10} – A grupės 10-ojo kriterijaus kintamasis dydis; D_f – dušo buvimo ir jo darbo laiko įvertinimas c -ajame vagonė balais (0, 1 arba 2 balais); $D_{\max}$ – didžiausias galimas dušo buvimo ir jo darbo laiko įvertinimas balais (2 balais); V – sąstato vagonų skaičius.

11. Specialios kupė dviračiams vežti. Įrengti kiekviename vagonė specialias kupė dviračiams vežti būtų neracionalu, todėl vertinant dviračių vežimo traukinyje sąlygas, numatoma, kad traukinyje turi būti vienas vagonas arba atskira kupė, pritaikyti dviračiams vežti ir skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra vagono (kupė), pritaikyto dviračiams vežti, todėl vežtis dviratį yra draudžiama, 1 – traukinyje nėra vagono (kupė), pritaikyto dviračiams vežti, už išardyto ir supakuoto dviračio vežimą reikia mokėti nustatytą mokestį, 2 – traukinyje nėra vagono (kupė), pritaikyto dviračiams vežti, už išardyto ir supakuoto dviračio vežimą mokėti nereikia, 3 – traukinyje yra vagonas (kupė), pritaikytas dviračiams vežti, už dviračio vežimą reikia mokėti nustatytą mokestį, 4 – traukinyje yra vagonas (kupė), pritaikytas dviračiams vežti, už dviračio vežimą mokėti nereikia. KKVR K_A , įvertinančio dviračio traukinyje vežimo galimybę ir sąlygas, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A11} = \frac{DV_f}{DV_{\max}}, \quad (2.15)$$

čia: x_{A11} – A grupės 11-ojo kriterijaus kintamasis dydis; DV_f – vagono (kupė), pritaikyto dviračiams vežti, traukinyje buvimas ir dviračio vežimo sąlygų įvertinimas balais (0, 1, 2 arba 4 balais); $DV_{\max}$ – didžiausias galimas vagono (kupė), pritaikyto dviračiams vežti, buvimo sąstato ir dviračių vežimo sąlygų įvertinimas balais (4 balais).

12. Rūkyti skirtos vietos. Skiriami šie balai: 0 – traukinyje draudžiama rūkyti, 1 – traukinyje rūkoma tam skirtose vagonų angainėse, 2 – traukinyje yra vagonas, skirtas rūkantiesiems. KKVR K_A , įvertinančio rūkyti skirtų vietų įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A12} = \frac{RV_f}{RV_{\max}}, \quad (2.16)$$

čia: x_{A12} – A grupės 12-ojo kriterijaus kintamasis dydis; RV_f – rūkymo vietų traukinyje įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $RV_{\max}$ – didžiausias galimas rūkymo vietų traukinyje įvertinimo balas (2 balai).

13. Radijo mazgas ir jo centralizuotas įjungimas ir išjungimas. Radijo mazgas yra įrengtas traukinio viršininko kupė. Traukiniui išvykus ir kelionės metu radijo ryšiu traukinio viršininkas privalo teikti keleiviams informaciją apie traukinio maršrutą, skelbti stočių pavadinimus (pasienio ir muitinės kontrolės stotis), atvykimą į galinę stotį, informuoti apie traukinyje teikiamas paslaugas, traukiniui vėluojant įspėti keleivius apie sutrumpintą traukinio stovėjimo laiką, vėlavimo priežastis, supažindinti keleivius su elgesio ir priešgaisrinės saugos taisyklėmis, kurių reikia laikytis kelionėje (*Tarptautinio susisieikimo keleivinio traukinio...* 2003). Traukinyje yra transliuojamos radijo laidos, populiariosios ir klasikinės muzikos kūriniai. Radijo mazgui ir jo centralizuotam įjungimui ir išjungimui vertinti skiriami šie balai: 0 – radijas vagonė neveikia (traukinyje neįrengtas radijo mazgas, tarp vagonų nėra jungčių arba dėl gedimo), 1 – radijo įjungimas ir išjungimas vagonė reguliuojamas jungikliu, kuris yra palydovo darbo kupė, 2 – radijo įjungimas ir išjungimas reguliuojamas jungikliais, kurie yra kiekvienoje vagonė kupė, 3 – radijo įjungimas ir išjungimas reguliuojamas jungikliais, kurie yra kiekvienoje kupė ir koridoriuje (salone), 4 – kiekvienas keleivis, pageidaujantis klausytis radijo transliacijos, gali naudotis specialiomis ausinėmis. KVR K_A , įvertinančio radijo mazgo ir jo centralizuoto įjungimo ir išjungimo įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A13} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{RM_f}{RM_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.17)$$

čia: x_{A13} – A grupės 13-ojo kriterijaus kintamasis dydis; RM_f – radijo veikimo ir jo centralizuoto įjungimo ir išjungimo c -ajame vagonė įvertinimo balas (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $RM_{\max}$ – didžiausias galimas radijo veikimo ir jo centralizuoto įjungimo ir išjungimo įvertinimo balas (4 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

14. Restorano vagonas. Restorano vagono buvimui traukinyje, aptarnavimui ir teikiamoms paslaugoms vertinti skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra restorano vagono, palydovai vagonuose taip pat keleiviams nieko nesiūlo, 1 – traukinyje nėra restorano vagono, palydovai keleiviams siūlo kavos, arbatos ir kt., 2 – restorano vagonas važiuoja tik savaitgaliais, tačiau jame neprekiuojama alkoholiniais gėrimais, nėra padavėjo, palydovai keleiviams taip pat nieko nesiūlo, 3 – restorano vagonas važiuoja tik savaitgaliais, jame neprekiuojama alkoholiniais gėrimais,

nėra padavėjo, palydovai siūlo keleiviams kavos, arbatos ir kt., 4 – restorano vagonas važiuoja tik savaitgaliais, jame prekiaujama alkoholiniais gėrimais, yra padavėjas, palydovai siūlo keleiviams kavos, arbatos ir kt., 5 – restorano vagonas važiuoja traukinyje nuolat, jame neprekiuojama alkoholiniais gėrimais, nėra padavėjo, palydovai keleiviams nieko nesūlo, 6 – restorano vagonas važiuoja traukinyje nuolat, jame neprekiuojama alkoholiniais gėrimais, nėra padavėjo, palydovai siūlo keleiviams kavos, arbatos ir kt., 7 – restorano vagonas važiuoja traukinyje nuolat, jame prekiaujama alkoholiniais gėrimais, nėra padavėjo, palydovai siūlo keleiviams kavos, arbatos ir kt., 8 – restorano vagonas važiuoja traukinyje nuolat, jame prekiaujama alkoholiniais gėrimais, yra padavėjas, palydovai siūlo keleiviams kavos, arbatos ir konditerijos gaminių. KKVR K_A , įvertinančio restorano vagono įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A14} = \frac{VR_f}{VR_{\max}}, \quad (2.18)$$

čia: x_{A14} – A grupės 14-ojo kriterijaus kintamasis dydis; VR_f – restorano vagono buvimo, aptarnavimo įvertinimas balais (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 arba 8 balai); $VR_{\max}$ – didžiausias galimas restorano vagono buvimo, aptarnavimo įvertinimo balas (8 balai).

15. Palydovo skubaus iškviatimo į kupė galimybė. Važiuoti vagone, kurioje yra galimybė iškviesti palydovą neišeinant iš kupė, yra patogiu, kai reikia ko nors paklausti ar paprašyti palydovo staiga pablogėjus savijsautai. Iškviesti palydovą galima paspaudus kupė esantį jungiklį. Palydovo skubaus iškviatimo į kupė galimybei vertinti skiriami šie balai: 0 – vagono kupė nėra įrengto palydovo skubaus iškviatimo jungiklio, 1 – vagono kupė yra įrengtas palydovo skubaus iškviatimo jungiklis, tačiau jis neveikia (pvz., tam, kad jis veiktų, reikalinga magnetinė kortelė); 2 – vagono kupė yra įrengtas veikiantis palydovo skubaus iškviatimo jungiklis. KKVR K_A , įvertinančio palydovo skubaus iškviatimo į kupė galimybę, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A15} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{PI_f}{PI_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.19)$$

čia: x_{A15} – A grupės 15-ojo kriterijaus kintamasis dydis; PI_f – palydovo skubaus iškviatimo į kupė galimybės įvertinimas c -ajame vagone balais (0, 1 arba 2 balai); $PI_{\max}$ – didžiausias palydovo skubaus iškviatimo į kupė galimybės įvertinimo balas (2 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

16. Galimybė pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu. Vertinant galimybę traukinyje pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra galimybės naudotis plaukų džiovintuvu,

drabužių lygintuvu, 1 – traukinyje galima naudotis savo plaukų džiovintuvu, tačiau nėra galimybės naudotis drabužių lygintuvu, 2 – traukinyje yra įrengta buitinė kupė, kurioje yra plaukų džiovintuvas ir drabužių lygintuvas, kuriuos gali naudoti keleiviai už nustatytą mokestį, 3 – traukinyje yra įrengta buitinė kupė, kurioje yra plaukų džiovintuvas ir drabužių lygintuvas, kuriuos gali naudoti keleiviai nemokamai, 4 – traukinyje yra grožio salonas ir buitinė kupė, kur pirmajame nemokamai kerpami plaukai, daromos šukuosenos, o antrajame – skalbiami ir lyginami drabužiai. KVR K_A , įvertinančio galimybę pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{A16} = \frac{DL_f}{DL_{\max}}, \quad (2.20)$$

čia: x_{A16} – A grupės 16-ojo kriterijaus kintamasis dydis; DL_f – galimybės pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu traukinyje įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $DL_{\max}$ – galimybės traukinyje pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu didžiausias įvertinimas balais (4 balai).

Kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle, daugiakriteris rodiklis K_A skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$K_A = \bar{Z}_A^* \cdot \left(\bar{Q}_{A1} \cdot \frac{\sum_{s=1}^{N_{km}} \left(1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2} \right)_s}{N_{km}} + \bar{Q}_{A2} \cdot \frac{\sum_{l=1}^r \left(1 - \frac{|\Delta v_f|}{v_{\max, l}} \right) \cdot l_l}{\sum_{l=1}^r l_l} + \bar{Q}_{A3} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{VKB_f}{VKB_{\max}} \right)_c}{V} + \right. \\ \left. \bar{Q}_{A4} \cdot \left(1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{TL_f}{TL_{\max}} \right)_c}{V} \right) + \bar{Q}_{A5} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{I_f}{I_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{A6} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{VKA_f}{VKA_{\max}} \right)_c}{V} + \right. \\ \left. \bar{Q}_{A7} \cdot \left(1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L - \bar{T}_f}{T_U - T_L} \right|_c}{V} \right) + \bar{Q}_{A8} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{WC_f}{WC_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{A9} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{G_f}{G_{\max}} \right)_c}{V} + \right.$$

$$\begin{aligned}
& \bar{Q}_{A10} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{D_f}{F_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{A11} \cdot \frac{DV_f}{DV_{\max}} + \bar{Q}_{A12} \cdot \frac{RV_f}{RV_{\max}} + \bar{Q}_{A13} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{RM_f}{RM_{\max}} \right)_c}{V} + \\
& \left. \bar{Q}_{A14} \cdot \frac{VR_f}{VR_{\max}} + \bar{Q}_{A15} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{PI_f}{PI_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{A16} \cdot \frac{DL_f}{DL_{\max}} \right). \quad (2.21)
\end{aligned}$$

Naudojant eksperimentinių tyrimų duomenis ir kiekvieno kriterijaus kritines, leidžiamąsias ar geriausias vertes, iš šio modelio galima gauti A kriterijų grupės įtaką TKVKGK, išreikštą vienu parametru.

2.4.2. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, vertinimo modelis

Suformuluota ir pagrįsta 19 kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija (2.4 pav.), kurių KKVR K_B dėmuo su iš ekspertinių tyrimų apskaičiuojamu vidutiniu svorio koeficientu $\bar{Z}_B^*$ ir kiekvieno kriterijaus svorio vidurkiu $\bar{Q}_j$ apskaičiuojamas pagal formulę:

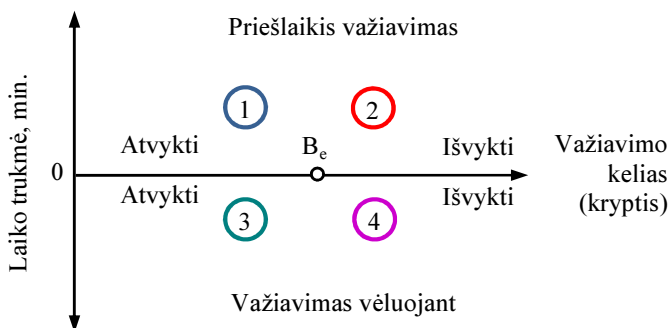
$$K_B = \bar{Z}_B^* \cdot (\bar{Q}_{B1} \cdot x_{B1} + \bar{Q}_{B2} \cdot x_{B2} + \dots + \bar{Q}_{B19} \cdot x_{B19}), \quad (2.22)$$

čia: K_B – tarptautinio traukinio KKVR (K_B kinta nuo 0 iki 1); $\bar{Z}_B^*$ – trijų kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie B kriterijų grupės svarbą vidutinis svorio koeficientas; $\bar{Q}_{B1}, \dots, \bar{Q}_{Bm}$ – B kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus svorio vidurkis, nustatytas ekspertų metodu; $x_{B1}, \dots, x_{Bm}$ – B kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus kintamasis dydis, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo, kintantis nuo 0 iki 1. Keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu KKVR, įvertinančiam traukinio elementų kelionės proceso organizavimo ir technologijos įtaką, apskaičiuoti, būtina apskaičiuoti kiekvieno kriterijaus kintamuosius dydžius $x_{B1}, \dots, x_{B19}$.

1. Traukinių išvykimas ir atvykimas laiku. Traukinių eismas organizuojamas eismo grafiku, privalomu visų geležinkelio padalinių darbui. Jo laikymasis yra vienas iš svarbiausių geležinkelio darbo kokybės rodiklių. Jei dėl technikos gedimo arba stichinių nelaimių buvo pažeistas traukinių eismo grafikas, visų tarnybų darbuotojai privalo imtis operatyvių priemonių, kad vėluojantys keleiviniai ir prekiniai traukiniai vėl važiuotų pagal grafiką, garantuojant jų saugų eismą (*Techninio geležinkelių...* 1996). Traukinys turi atvykti laiku ne tik į galinę

stotį, bet ir į tarpines stotis. Jeigu traukinys vėluoja iki 5 minučių, dar nerašomas aktas ir tarnybinis pranešimas, dėl to laikoma, kad toks vėlavimas yra leistinas. Kiekvieną stotelę grafiko požiūriu apibūdina galimi 4 grafiko laikymosi (kiekvienai stotelei) variantai (2.11 pav.):

- traukinys į stotį atvyksta per anksti;
- traukinys iš stoties išvyksta per anksti (kai dėl traukinio pavėluoto atvykimo į stotį trumpinamas stovėjimo laikas). Jis galimas, bet neleidžiamas;
- traukinys į stotį vėluoja atvykti;
- traukinys iš stoties išvyksta per vėlai.



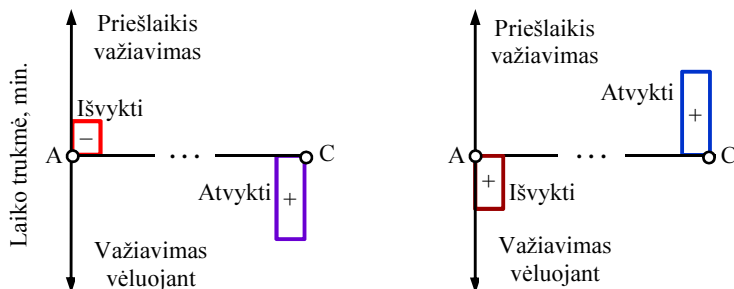
2.11 pav. Keleivinio traukinio laikymosi nustatyto tvarkaraščio B tarpinėje stotyje modelis

Fig. 2.11. The model of passenger train's keeping to schedule at the intermediate station B

Iš pradinės A stoties traukinys anksčiau nei nurodyta važiavimo grafike išvykti negali, tačiau gali vėluoti išvykti (2.12 pav). Į galinę (paskirties) C stotį, dėl įvairių kliūčių kelionės metu, traukinys gali atvykti vėluodamas arba keletą minučių atvykti anksčiau. Galimi šie traukinio atvykimo į tarpinę stotį ir išvykimo iš jos grafiko požiūriu (2.13 pav.) deriniai:

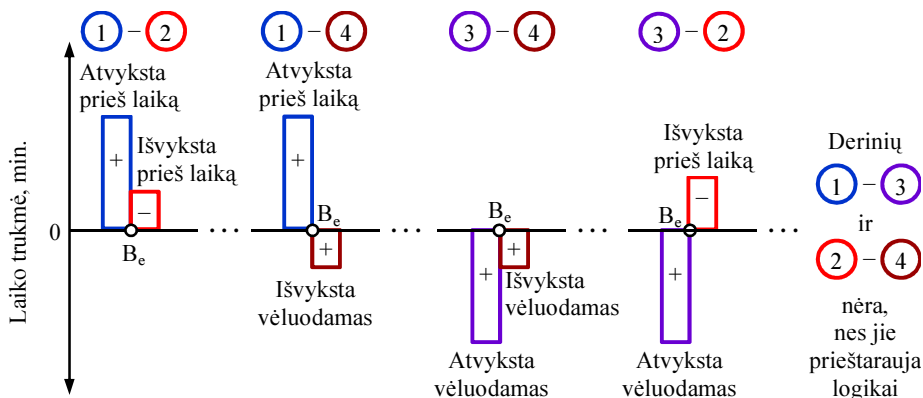
- 1–2 atvyksta prieš laiką, išvyksta prieš laiką (neleidžiama);
- 1–4 atvyksta prieš laiką, išvyksta vėluodamas;
- 3–4 atvyksta vėluodamas, išvyksta vėluodamas;
- 3–2 atvyksta vėluodamas, išvyksta prieš laiką (neleidžiama).

Traukinio važiavimo visame maršrute (kelio ruože nuo išvykimo stoties iki atvykimo stoties) tvarkaraščio laikymosi įvairūs galimi deriniai pavaizduoti 2.14 paveiksle.



2.12 pav. Keleivinio traukinio laikymosi nustatyto tvarkaraščio išvykimo A ir atvykimo C stotyse modelis

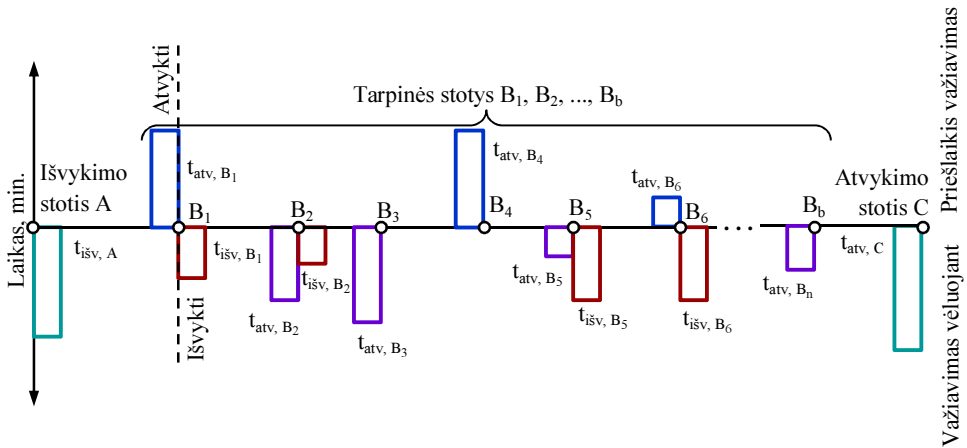
Fig. 2.12. The model of passenger train's keeping to schedule, when departing from the station A and arriving at the station C



2.13. pav. Keleivinio traukinio atvykimo (išvykimo) prieš laiką (vėluojant) B tarpinėje stotyje dalinis derinys

Fig. 2.13. The combinations of passenger train's arrival (departure) at the intermediate station B before (behind) schedule

Traukiniui vėluojant į galutinį kelionės punktą nuo 60 iki 120 minučių, taip pat traukinio atšaukimo atveju keleivis gali reikalauti iš Vežėjo kompensacijos, numatytos AB „Lietuvos geležinkeliai“ Bendrosiose keleivių vežimo taisyklėse (2011). Traukinio atvykimo į stotį ir išvykimo iš stoties laiko įtaką KKKVR gali nustatyti traukinio viršininkas arba kitas asmuo (pvz., vyresnysis palydovas).



2.14 pav. Traukinio važiavimo visame maršrute (kelio ruože) tvarkaraščio laikymosi įvairūs galimi deriniai

Fig. 2.14. Various available combinations of train's keeping to schedule on the route

KKVR K dėmens, priklausančio nuo kelionės traukiniu proceso organizavimo ir technologijos K_B , sandaugos $\bar{Q}_{B1} \cdot x_{B1}$, kintamojo dydžio x_{B1} , rodančio traukinio atvykimo ir išvykimo laikų atitiktį eismo grafikui, vertė skaičiuojama pagal formulę:

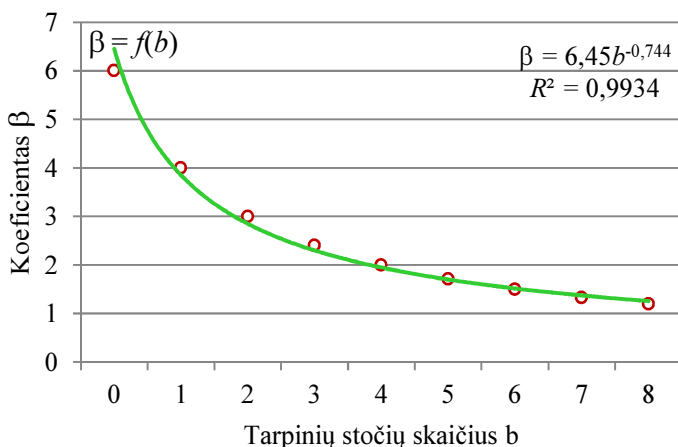
$$x_{B1} = 1 - \frac{\gamma \cdot \left((t_{išv,l} + t_{išv,A})^2 - t_{išv,l}^2 + (t_{atv,l} + t_{atv,C})^2 - t_{atv,l}^2 \right) + (1 - \gamma) \cdot \sum_{e=1}^b \left((t_{atv,l} + t_{atv,B})^2 - t_{atv,l}^2 + (t_{išv,l} + t_{išv,B})^2 - t_{išv,l}^2 \right)_e}{\beta(2 + b) \cdot t_{atv,l}^2}, \quad (2.23)$$

čia: $t_{išv,A}$ – vėlavimo išvykti iš išvykimo stoties A laikas, min.; $t_{atv,C}$ – vėlavimo atvykti į atvykimo (galinę) stotį C laikas, min.; $t_{atv,B}$ – vėlavimo atvykti į tarpinę stotį e laikas, min.; $t_{išv,B}$ – vėlavimo išvykti iš tarpinės stoties e laikas, min.; $t_{atv,l} = t_{išv,l}$ – vėlavimo atvykti (išvykti) į / iš išvykimo, atvykimo ar tarpinę stotį tolerancija (imama 5 min., nes tiek traukiniui vėluojant nereikia rašyti akto, tarnybinio pranešimo); b – tarpinių stočių reise (maršrute) skaičius, $e = 1, 2, \dots, b$; β – koeficientas, priklausantis nuo maršruto tarpinių stočių skaičiaus; γ – vėlavimo išvykti iš išvykimo (pradinės) A ir atvykti į galinę C stotį svorio koeficientas, priklausantis nuo pradinėje stotyje A įlipančių ir galinėje stotyje C išlipančių keleivių skaičiaus santykio su visų reise važiavusių keleivių skaičiumi: gaunamas pradinėje (išvykimo) stotyje įlipančių ir važiuojančių iki galinės (atvykimo)

stoties keleivių skaičių N_{A+C} padalijus iš visų (įlipusių pradinėje ir tarpinėse stotyse ir išlipusių tarpinėse bei galinėje (atvykimo) stotyje) reise (maršrute) važiavusių keleivių skaičiaus (ne įlipimo ir išlipimo atvejų skaičius) N_{reiso} , t. y.:

$$\gamma = \frac{N_{A+C}}{N_{reiso}}. \quad (2.24)$$

Didėjant tarpinių stočių skaičiui, β mažėja pagal eksponentinę priklausomybę (2.15 pav.). β koeficientas turi būti skaičiuojamas taip, kad jo vertė leistų turėti vidutinį keleivių vežimo kokybės lygį pagal x_{B1} kriterijaus kintamąją dalį. 2.15 paveiksle pavaizduotas atvejis, kai $\gamma = 1$, t. y. visi keleiviai važiuoja nuo pradinės stoties iki paskirties (galinės) stoties.



2.15 pav. Koeficiento β priklausomybė nuo maršruto tarpinių stočių skaičiaus

Fig. 2.15. The dependence of the coefficient on the number of intermediate stations on the route

Koeficiento β skaičiavimo rezultatai, kai maršrute yra tam tikras tarpinių stočių skaičius ir $\gamma = 1$, pateikti 2.3 lentelėje.

2.3. lentelė. Koeficiento β skaičiavimo rezultatai, kai maršrute yra tam tikras tarpinių stočių skaičius ir $\gamma = 1$ (gaunama vidutinė maršruto kokybė)

Table. 2.3. The results of calculating the coefficient β , when there is a certain number of intermediate stations on the route and $\gamma = 1$ (the average route quality is obtained)

Tarpinių stočių skaičius	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Koeficientas β	6	4	3	2,4	2	1,71	1,5	1,33	1,2

2. Maisto davinio keleiviams pateikimas už į bilietą įskačiuotą kainą. Skiriami šie balai: 0 – į šio vagono bilieto kainą maisto davinys neįskačiuotas, todėl keleiviams nepateikiamas, 1 – į šio vagono bilieto kainą maisto davinys įskačiuotas ir keleiviams pateikiamas, 2 – maisto davinys keleiviams duodamas nemokamai. KKVR K_B , įvertinančio maisto davinio keleiviams pateikimą už į bilietą įskačiuotą kainą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B2} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{MD_f}{MD_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.25)$$

čia: x_{B2} – B grupės 2-ojo kriterijaus kintamasis dydis; MD_f – maisto davinio pateikimo arba nepateikimo už į bilietą įskačiuotą (neįskačiuotą) kainą c -ajame vagonė faktiškas įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $MD_{\max}$ – didžiausias galimas maisto davinio pateikimo už į bilietą įskačiuotą kainą įvertinimo balas (2 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

3. Patalynės pateikimas, paklojimas ir jos būklė. Skiriami šie balai: 0 – patalynės vagonė nėra, keleivis privalo vežtis savo patalynę, 1 – patalynė vagonė nesupakuota į specialią pakuotę, todėl nėra garantijos, kad nenaudota, už ją reikia sumokėti grynaisiais pinigais, palydovas neprivalo jos pakloti, 2 – patalynė vagonė supakuota, todėl yra garantija, kad nenaudota (švari, išlyginta), už ją reikia sumokėti grynaisiais pinigais, palydovas neprivalo jos pakloti, 3 – patalynė vagonė supakuota, pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, palydovas neprivalo jos pakloti, 4 – patalynė vagonė supakuota, pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, palydovas privalo keleiviui pageidaujant ją pakloti, 5 – patalynė vagonė pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, apatiniai gultai pakloti (patalynės švara abejotina), keleiviui pageidaujant palydovas privalo pakloti viršutinius gultus, 6 – patalynė vagonė pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, apatiniai gultai pakloti (patalynė švari, išlyginta), keleiviui pageidaujant palydovas privalo pakloti viršutinius gultus, 7 – patalynė vagonė pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, apatiniai ir viršutiniai gultai pakloti (patalynės švara abejotina), 8 – patalynė vagonė pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, apatiniai ir viršutiniai gultai pakloti (patalynė švari, išlyginta), 9 – patalynė vagonė pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, vagonė yra tik apatiniai gultai ir jie pakloti (patalynės švara abejotina), 10 – patalynė vagonė pateikiama už į bilietą įskačiuotą kainą, vagonė yra tik apatiniai gultai ir jie pakloti (patalynės būklė puiki). KKVR K_B , įvertinančio patalynės pateikimą, paklojimą ir jos būklę, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B3} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{P_f}{P_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.26)$$

čia: x_{B3} – B grupės 3-ojo kriterijaus kintamasis dydis; P_f – faktiškas patalynės paklojimo, pateikimo ir jos būklės įvertinimas balais (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 arba 10 balų); $P_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimo balas (10 balų).

4. Maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano vagono ir atnešimo į kupė galimybė (per vagono palydovą). Skiriami šie balai: 0 – tokios paslaugos traukinyje nėra, keleivis privalo pats nueiti į restoraną, 1 – iš restorano užsakyti maisto ir gėrimų gali tik kai kurių kategorijų vagonų keleiviai, 2 – iš restorano užsakyti maisto ir gėrimų gali visų kategorijų vagonų keleiviai. KKVR K_B , įvertinančio maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano vagono ir atnešimo į kupė galimybę (per vagono palydovą), dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{B4} = \frac{MU_f}{MU_{\max}}, \quad (2.27)$$

čia: x_{B4} – B grupės 4-ojo kriterijaus kintamasis dydis; MU_f – faktiškas maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano vagono ir atnešimo į kupė galimybės (per vagono palydovą) įvertinimas balais (0, 1 arba 2); $MU_{\max}$ – didžiausias galimas maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano vagono ir atnešimo į kupė galimybės įvertinimas balais (2 balai).

5. Spaudos platinimas traukinyje. Skiriami šie balai: 0 – traukinyje spaudos nėra, 1 – traukinyje spauda yra mokama, 2 – traukinyje kai kurie dienraščiai yra mokami, kai kurie nemokami, 3 – traukinyje visa spauda yra nemokama, tačiau mažas pasirinkimas, 4 – traukinyje visa spauda yra nemokama, didelis dienraščių ir žurnalų pasirinkimas. KKVR K_B , įvertinančio spaudos platinimą traukinyje, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B5} = \frac{SP_f}{SP_{\max}}, \quad (2.28)$$

čia: x_{B5} – B grupės 5-ojo kriterijaus kintamasis dydis; SP_f – faktiškas spaudos platinimo traukinyje įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $SP_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (4 balai).

6. Prieiga prie interneto. Galimybė naršyti internete važiuojant traukiniu – viena aktualiausių temų pasaulio geležinkelių padangėje. Vis daugiau geležinkelių bendrovių, ypač aptarnaujančių priemiestinius maršrutus, teikia nemokamo bevielio ryšio (WiFi) paslaugas, taip ne tik pritraukdamos daugiau keleivių, bet ir išlaidamos šypsenas keliaujančiųjų veiduose. Technologijų efektyvumas, ryšio naudojimo etiketo viešojoje erdvėje problemos dažnai sulėtina arba sustabdo panašių projektų įgyvendinimą. Pavyzdžiui, Londono metro žlugo visi ligšioliniai bandymai instaliuoti WiFi siųstuvus ir mobiliųjų technologijų vartotojai negali jomis naudotis, nors neretai požeminiame traukinyje jie praleidžia valandą ir daugiau. Dauguma londoniečių važiuodami metro nenorėtų klausytis mobiliųjų telefonų

melodijų, o ginčų ar pasitarimų tuo labiau (*Geležinkelininkas* 2011 m. birželio 1–15 d., Nr. 11 (433)). Prieigai prie interneto traukinyje vertinti skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra prieigos prie interneto, 1 – traukinyje yra mokama prieiga prie interneto, 2 – traukinyje yra nemokama prieiga prie interneto. KKVR K_B , įvertinančio prieigos prie interneto traukinyje buvimą, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{B6} = \frac{IP_f}{IP_{\max}}, \quad (2.29)$$

čia: x_{B6} – B grupės 6-ojo kriterijaus kintamasis dydis; IP_f – faktiškas prieigos prie interneto įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $IP_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (2 balai).

7. Kelionės bilieto pirkimo traukinyje galimybė (iš traukinio viršininko). Skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra galimybės pirkti bilietą iš traukinio viršininko, 1 – traukinyje yra galimybė pirkti bilietą iš traukinio viršininko į kai kurių kategorijų vagonus, 2 – traukinyje yra galimybė pirkti bilietą į visų kategorijų vagonus. KKVR K_B , įvertinančio galimybę pirkti bilietą iš traukinio viršininko, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B7} = \frac{BP_f}{BP_{\max}}, \quad (2.30)$$

čia: x_{B7} – B grupės 7-ojo kriterijaus kintamasis dydis; BP_f – faktiškas galimybės pirkti bilietą iš traukinio viršininko įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $BP_{\max}$ – didžiausias galimas šios galimybės įvertinimas balais (2 balai).

8. Vietų restorano vagone rezervavimo galimybė. Skiriami šie balai: 0 – traukinio restorano vagone vietos nerezervuojamos, 1 – traukinio restorano vagone vietos rezervuojamos kai kurių kategorijų vagonų keleiviams, 2 – traukinio restorano vagone vietos rezervuojamos visų kategorijų vagonų keleiviams. KKVR K_B , įvertinančio galimybę keleiviui rezervuoti vietą restorano vagone, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B8} = \frac{VRR_f}{VRR_{\max}}, \quad (2.31)$$

čia: x_{B8} – B grupės 8-ojo kriterijaus kintamasis dydis; VRR_f – faktiškas vietų restorano vagone rezervavimo galimybės įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $VRR_{\max}$ – didžiausias galimas vietų restorano vagone rezervavimo galimybės įvertinimas balais (2 balai).

9. Taksi iškviatimo paslauga. Skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra taksi paslaugos užsakymo, 1 – traukinyje yra taksi paslaugos užsakymas į galinę (traukinio formavimo) stotį, bet ši paslauga mokama, 2 – traukinyje yra taksi paslaugos

užsakymas į galinę (traukinio formavimo) stotį, ši paslauga nemokama, 3 – traukinyje yra taksi paslaugos užsakymas į galinę (traukinio formavimo arba paskirties) stotį, bet ši paslauga mokama, 4 – traukinyje yra taksi paslaugos užsakymas į galinę (traukinio formavimo arba paskirties) stotį, ši paslauga nemokama, 5 – traukinyje yra taksi paslaugos užsakymas į visas stotis (kuriose stoja traukinys), bet ši paslauga mokama, 6 – traukinyje yra taksi paslaugos užsakymas į visas stotis (kuriose stoja traukinys), ši paslauga nemokama. KKKVR K_B , įvertinančio taksi paslaugos užsakymo traukinyje galimybę, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{B9} = \frac{TI_f}{TI_{\max}}, \quad (2.32)$$

čia: x_{B9} – B grupės 9-ojo kriterijaus kintamasis dydis; TI_f – faktiškas taksi paslaugos užsakymo įvertinimas balais (0, 1, 2, 3, 4, 5 arba 6 balai); $TI_{\max}$ – didžiausias galimas taksi paslaugos užsakymo įvertinimas balais (6 balai).

10. Galimybė traukinyje atsiskaityti mokėjimo kortele. Skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra galimybės atsiskaityti mokėjimo kortele, 1 – traukinyje yra galimybė atsiskaityti mokėjimo kortele, tačiau keleivis privalo nueiti į restorano vagoną, kuriame yra įrengtas elektroninis mokėjimo kortelių skaitytuvas (EKS), 2 – traukinyje yra tokia galimybė, EKS yra įrengtas kiekviename vagone. KKKVR K_B , įvertinančio šią galimybę, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B10} = \frac{MK_f}{MK_{\max}}, \quad (2.33)$$

čia: x_{B10} – B grupės 10-ojo kriterijaus kintamasis dydis; MK_f – faktiškas galimybės traukinyje atsiskaityti mokėjimo kortele įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $MK_{\max}$ – didžiausias galimas šios galimybės įvertinimas balais (2 balai).

11. Prekyba suvenyrais traukinyje. Prekybai suvenyrais traukinyje vertinti skiriami šie balai: 0 – traukinyje neprekiuojama suvenyrais, 1 – traukinyje prekiaujama suvenyrais, 2 – traukinyje suvenyrai keleiviams duodami nemokamai. KKKVR K_B , įvertinančio prekybą suvenyrais traukinyje, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B11} = \frac{PS_f}{PS_{\max}}, \quad (2.34)$$

čia: x_{B11} – B grupės 11-ojo kriterijaus kintamasis dydis; PS_f – faktiškas prekybos suvenyrais traukinyje įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $PS_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (2 balai).

12. Traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitiktis keleivių norams. Vertinant tai, būtina atsižvelgti į keleivių nuomonę. Tam tikslinga rengti keleivių apklausas. Parengta tyrimo anketa (A priedas), kurioje vertindamas keleivis

privalo skirti šiuos balus: 0 – labai blogai, 1 – blogai, 2 – patenkinamai, 3 – labai gerai, 4 – puiku. KKVR K_B , įvertinančio traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitiktį keleivių norams, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B12} = \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{TMK_f}{TMK_{\max}} \right)_k}{n_K}, \quad (2.35)$$

čia: x_{B12} – B grupės 12-ojo kriterijaus kintamasis dydis; TMK_f – k -ojo keleivio faktiškas traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitikties keleivių norams įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $TMK_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (4 balai); n_K – keleivių, įvertinusių traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitiktį keleivių norams tam tikru balu, skaičius ($k = 1, 2, \dots, n_K$).

13. Keleivio bagažo ir daiktų apsauga. Skiriami šie balai: 0 – traukinyje keleivio bagažas, dokumentai ir kiti daiktai nėra saugomi, už jų saugumą atsako pats keleivis, 1 – traukinyje keleivio bagažas nesaugomas, dokumentai ir vertingi daiktai yra saugomi už nustatytą mokestį, 2 – traukinyje keleivio bagažas nesaugomas, dokumentai ir vertingi daiktai yra saugomi nemokamai, 3 – traukinyje už nustatytą mokestį yra saugomas keleivio bagažas, dokumentai ir kiti daiktai, 4 – traukinyje bagažui vežti skirtos vietos yra rakinamos, todėl keleivių bagažas ir kiti daiktai yra saugūs. KKVR K_B , įvertinančio keleivio bagažo ir daiktų apsaugą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B13} = \frac{BA_f}{BA_{\max}}, \quad (2.36)$$

čia: x_{B13} – B grupės 13-ojo kriterijaus kintamasis dydis; BA_f – faktiškas keleivio bagažo ir daiktų apsaugos įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $BA_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (4 balai).

14. Užsienio medicininių išlaidų draudimo įsigijimo traukinyje galimybė. Skiriami šie balai: 0 – traukinyje nėra galimybės įsigyti užsienio medicininių išlaidų draudimo, 1 – traukinyje yra galimybė įsigyti užsienio medicininių išlaidų draudimą, 2 – traukinyje įsigyti šį draudimą nėra poreikio, nes į užsienį ketinantis keliauti asmuo yra draudžiamas vizos išdavimo metu. KKVR K_B , įvertinančio galimybę traukinyje įsigyti užsienio medicininių išlaidų draudimą, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{B14} = \frac{MID_f}{MID_{\max}}, \quad (2.37)$$

čia: x_{B14} – B grupės 14-ojo kriterijaus kintamasis dydis; MID_f – faktiškas galimybės traukinyje įsigyti užsienio medicininių išlaidų draudimą vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $MID_{\max}$ – didžiausias galimas galimybės traukinyje įsigyti užsienio medicininių išlaidų draudimą įvertinimas balais (2 balai).

15. Vizos įsigijimo pasienio punkte galimybė. Skiriami šie balai: 0 – nėra galimybės įsigyti vizos pasienio punkte, 1 – yra galimybė įsigyti vizą pasienio punkte, tačiau keleivis privalo nutraukti kelionę ir gavęs vizą važiuoti kitu traukiniu, 2 – yra galimybė įsigyti vizą pasienio punkte ir tęsti kelionę tuo pačiu traukiniu. KKVR K_B , įvertinančio vizos įsigijimo pasienio punkte galimybę, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B15} = \frac{IV_f}{IV_{\max}}, \quad (2.38)$$

čia: x_{B15} – B grupės 15-ojo kriterijaus kintamasis dydis; IV_f – faktiškas vizos įsigijimo pasienio punkte galimybės vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $IV_{\max}$ – didžiausias galimas vizos įsigijimo pasienio punkte galimybės vertinimas balais (2 balai).

16. Aptarnaujančio personalo išvaizda (uniformos apranga, avalynė, šukuosena, vardinė kortelė). Vertinant aptarnaujančio personalo išvaizdą, būtina atsižvelgti į keleivių nuomonę. Parengta tyrimo anketa (A priedas), kurioje vertindamas aptarnaujančio personalo išvaizdą keleivis turi skirti šiuos balus: 0 – labai blogai, 1 – blogai, 2 – patenkinamai, 3 – labai gerai, 4 – puiku. KKVR K_B , įvertinančio aptarnaujančio personalo išvaizdą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B16} = \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{API_f}{API_{\max}} \right)_k}{n_K}, \quad (2.39)$$

čia: x_{B16} – B grupės 16-ojo kriterijaus kintamasis dydis; API_f – k -ojo keleivio faktiškas aptarnaujančio personalo išvaizdos įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $API_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (4 balai); n_K – keleivių, įvertinusių aptarnaujančio personalo išvaizdą tam tikru balu, skaičius ($k = 1, 2, \dots, n_K$).

17. Aptarnaujančio personalo bendravimo su keleiviais ir tarpusavyje kultūra. Aptarnaudamas keleivius, palydovas privalo laikytis šių bendravimo su keleiviais taisyklių: keleivį būtina maloniai, draugiškai sutikti, atidžiai išklausti, atsakyti į klausimus, būti mandagiam, taktiškam, pagarbiam. Su keleiviais kalbėti ramiai, santūriai, mintis reikšti trumpai ir aiškiai (*Keleivinio vagono palydovo...* 1999). Nereikšti paniekos kolegoms, pavaldiniams, vadovams, neižeidinėti jų, nevartoti keiksmazodžių, netinkamų posakių (*AB „Lietuvos geležinkeliai“ darbuotojų...* 2008). Vertinant aptarnaujančio personalo bendravimo su

keleiviais ir tarpusavyje kultūrą, būtina atsižvelgti į keleivių nuomonę. Parengta tyrimo anketa (A priedas), kurioje vertindami aptarnaujančio personalo bendravimo su keleiviais ir tarpusavyje kultūrą keleiviai skiria šiuos balus: 0 – labai blogai, 1 – blogai, 2 – patenkinamai, 3 – labai gerai, 4 – puiku. KKVR K_B , įvertinančio aptarnaujančio personalo bendravimo su keleiviais ir tarpusavyje kultūrą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{B17} = \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{APB_f}{APB_{\max}} \right)_k}{n_K}, \quad (2.40)$$

čia: x_{B17} – B grupės 17-ojo kriterijaus kintamasis dydis; APB_f – k -ojo keleivio, faktiškas aptarnaujančio personalo bendravimo su keleiviais ir tarpusavyje kultūros įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $APB_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (4 balai); n_K – keleivių, įvertinusių aptarnaujančio personalo bendravimo su keleiviais ir tarpusavyje kultūrą tam tikru balu, skaičius ($k = 1, 2, \dots, n_K$).

18. Aptarnaujančio personalo užsienio kalbos mokėjimas. Skiriami šie balai: 0 – nemoka nei vienos užsienio kalbos, 1 – moka (gali susikalbėti) vieną užsienio kalbą, 2 – moka (gali susikalbėti) dvi užsienio kalbas, 3 – moka (gali susikalbėti) tris užsienio kalbas, 4 – moka (gali susikalbėti) keturias ir daugiau užsienio kalbų. KKVR K_B , įvertinančio aptarnaujančio personalo užsienio kalbos mokėjimą, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{B18} = \frac{\sum_{p=1}^{n_P} \left(\frac{UK_f}{UK_{\max}} \right)_p}{n_P}, \quad (2.41)$$

čia: x_{B18} – B grupės 18-ojo kriterijaus kintamasis dydis; UK_f – p -ojo traukinį aptarnaujančio darbuotojo faktiškas užsienio kalbos mokėjimo vertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $UK_{\max}$ – didžiausias galimas užsienio kalbos mokėjimo įvertinimas balais (4 balai); n_P – apklaustų traukinį aptarnaujančių darbuotojų skaičius ($p = 1, 2, \dots, n_P$).

19. Muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencija, objektyvumas ir bendravimo su keleiviais kultūra. Jie pirmieji reprezentuoja savo šalį, privalo atsakyti į keleiviams rūpimus klausimus (būti kompetentingi), būti mandagūs, taktiški, pagarbūs. Vertinant muitinės ir pasienio pareigūnų kompetenciją, objektyvumą ir bendravimo kultūrą su keleiviais privaloma atsižvelgti į keleivių nuomonę (A priedas): 0 – labai blogai, 1 – blogai, 2 – patenkinamai, 3 – labai gerai, 4 – puiku. KKVR K_B , įvertinančio muitinės ir pasienio pareigūnų kompetenciją, objektyvumą ir bendravimo su keleiviais kultūrą, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{B19} = \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{MPK_f}{MPK_{\max}} \right)_k}{n_K}, \quad (2.42)$$

čia: x_{B19} – B grupės 19-ojo kriterijaus kintamasis dydis; MPK_f – k -ojo keleivio faktiškas muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencijos, objektyvumo ir bendravimo su keleiviais kultūros vertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $UK_{\max}$ – didžiausias galimas įvertinimas balais (4 balai); n_K – respondentų skaičius.

Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, daugiakriterio rodiklio K_B skaičiavimo formulė užrašoma taip:

$$K_B = \bar{Z}_B^* \cdot \bar{Q}_{B1} \cdot \left(1 - \frac{\gamma \cdot \left((t_{i\bar{s}v,l} + t_{i\bar{s}v,A})^2 - t_{i\bar{s}v,l}^2 + (t_{atv,l} + t_{atv,C})^2 - t_{atv,l}^2 \right) + (1 - \gamma) \times \sum_{e=1}^b \left((t_{atv,l} + t_{atv,B})^2 - t_{atv,l}^2 + (t_{i\bar{s}v,l} + t_{i\bar{s}v,B})^2 - t_{i\bar{s}v,l}^2 \right)_e}{\beta \cdot (2 + b) \cdot t_{atv,l}^2} \right) +$$

$$\bar{Q}_{B2} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{MD_f}{MD_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{B3} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{P_f}{P_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{B4} \cdot \frac{MU_f}{MU_{\max}} + \bar{Q}_{B5} \cdot \frac{SP_f}{SP_{\max}} +$$

$$\bar{Q}_{B6} \cdot \frac{IP_f}{IP_{\max}} + \bar{Q}_{B7} \cdot \frac{BP_f}{BP_{\max}} + \bar{Q}_{B8} \cdot \frac{VRR_f}{VRR_{\max}} + \bar{Q}_{B9} \cdot \frac{TI_f}{TI_{\max}} + \bar{Q}_{B10} \cdot \frac{MK_f}{MK_{\max}} +$$

$$\bar{Q}_{B11} \cdot \frac{PS_f}{PS_{\max}} + \bar{Q}_{B12} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{TMK_f}{TMK_{\max}} \right)_k}{n_K} + \bar{Q}_{B13} \cdot \frac{BA_f}{BA_{\max}} + \bar{Q}_{B14} \cdot \frac{MID_f}{MID_{\max}} +$$

$$\bar{Q}_{B15} \cdot \frac{IV_f}{IV_{\max}} + \bar{Q}_{B16} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{API_f}{API_{\max}} \right)_k}{n_K} + \bar{Q}_{B17} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{APB_f}{APB_{\max}} \right)_k}{n_K} +$$

$$\bar{Q}_{B18} \cdot \frac{\sum_{p=1}^{n_P} \left(\frac{UK_f}{UK_{\max}} \right)_p}{n_P} + \bar{Q}_{B19} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{n_K} \left(\frac{MPK_f}{MPK_{\max}} \right)_k}{n_K} \right). \quad (2.43)$$

Naudojant eksperimentinių tyrimų duomenis ir kiekvieno kriterijaus kritines, leidžiamąsias ar geriausias vertes, iš šio modelio galima gauti B kriterijų grupės įtaką TKVGK, išreikštą vienu parametru.

2.4.3. Kriterijų, susietų su kelionės kaina, vertinimo modelis

Suformuluoti ir pagrįsti 6 kriterijai, susieti su kelionės traukiniu kaina (2.4 pav.), kurių KQVR K_C dēmuo su iš ekspertinių tyrimų apskaičiuojamu vidutiniu svorio koeficientu $\bar{Z}_C^*$ ir kiekvieno kriterijaus svorio vidurkiu $\bar{Q}_j$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_C = \bar{Z}_C^* \cdot (\bar{Q}_{C1} \cdot x_{C1} + \bar{Q}_{C2} \cdot x_{C2} + \dots + \bar{Q}_{C6} \cdot x_{C6}), \quad (2.44)$$

čia: K_C – tarptautinio traukinio KQVR (K_C kinta nuo 0 iki 1); $\bar{Z}_C^*$ – trijų kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie C kriterijų grupės svarbą vidutinis svorio koeficientas; $\bar{Q}_{C1}, \dots, \bar{Q}_{Cm}$ – C kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus svorio vidurkis, nustatytas ekspertų metodu; $x_{C1}, \dots, x_{Cm}$ – C kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus kintamasis dydis, nustatyti iš tyrimų ir norminių (reikiamų, siektinų) rodiklių lyginimo, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo, kintantis nuo 0 iki 1. Keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu KQVR, įvertinančiam kelionės kainos įtaką, apskaičiuoti, turime apskaičiuoti kiekvieno kriterijaus kintamuosius dydžius $x_{C1}, \dots, x_{C6}$.

1. Bilieto kaina. Kai yra žinoma tam tikros kategorijos vagono didžiausia $BK_{\max}$ ir mažiausia $BK_{\min}$ bilieto kaina, tai KQVR K dėmens, priklausančio nuo kelionės traukiniu kainos K_C , sandaugos $\bar{Q}_{C1} \cdot x_{C1}$, kintamojo dydžio x_{C1} , rodančio bilieto kainos įtaką, vertė skaičiuojama pagal formulę:

$$x_{C1} = \frac{\sum_{y=1}^3 V_y \cdot \left(1 - \frac{BK_f - BK_{\min}}{BK_{\max} - BK_{\min}} \right)_y}{V}, \quad (2.45)$$

čia: x_{C1} – C grupės 1-ojo kriterijaus kintamasis dydis; V_y – y -osios kategorijos sąstato vagonų skaičius, ($y = 1, 2, \dots, V_y$) BK_f , $BK_{\min}$, $BK_{\max}$ – y -osios kategorijos vagono faktinė, mažiausia ir didžiausia bilieto kaina; V – sąstato vagonų skaičius.

2. Restorano vagone parduodamų patiekalų kaina ir kokybė. Restorano vagone parduodamus patiekalus būtų galima vertinti pagal šiuos kriterijus:

- kaina;
- kokybė;
- asortimento gausa;

– meniu keitimo periodiškumas.

Manoma, kad netikslinga diferencijuoti (imti skirtingą) kiekvieno iš šių kriterijų svorį, todėl jis imamas lygus 0,25. Tiksliau šių kriterijų įtaką galima nustatyti ekspertų metodais.

Kainos įtaką galima išreikšti formule:

$$PK = \frac{PK_{\min}}{PK_{\text{vid}}} = \frac{PK_{\min}}{\sum_{d=1}^{n_D} \left(\frac{PK_d \cdot J_d}{J} \right)}, \quad (2.46)$$

čia: $PK_{\min}$ – mažiausia restorano vagono patiekalo kaina, Lt; PK_{vid} – vidutinė patiekalo kaina, Lt; n_D – restorano vagone esančių patiekalų skaičius, ($d = 1, 2, \dots, n_D$); PK_d – d -ojo patiekalo kaina, Lt; J_d – d -ojo patiekalo dažnis (parduotos porcijos); J – visų restorano vagone parduotų patiekalų dažnis (parduotos porcijos), ($J = J_1 + J_2 + \dots + J_u$).

Maisto (patiekalų) kokybę galima (įvertinti balais) išreikšti formule:

$$RMK = \frac{\sum_{i=1}^n B_{MK} \cdot n}{4 \cdot \sum n} = \frac{(B_{MK_0} \cdot n_1) + (B_{MK_1} \cdot n_2) + \dots + (B_{MK_n} \cdot n_i)}{4 \cdot (n_1 + n_2 + \dots + n_i)}, \quad (2.47)$$

čia: RMK – maisto patiekalų kokybė; $B_{MK_0}, B_{MK_1}, \dots, B_{MK_n}$ – maisto (patiekalo) įvertinimo balas ($B_{MK_0} = 0$ (labai blogai), $B_{MK_1} = 1$ (blogai), $B_{MK_2} = 2$ (patenkinamai), $B_{MK_3} = 3$ (labai gerai), $B_{MK_4} = 4$ (puiku); $n_1, n_2, \dots, n_i$ – respondentų, įvertinusių maisto kokybę atitinkamu balu, skaičius ($i = 1, 2, \dots, n$).

Asortimento gausa apibūdinama tiriamojo laikotarpio patiekalų faktiško skaičiaus AG_f ir daugiausia turėtų patiekalų skaičiaus $AG_{\max}$ santykiu:

$$AG = \frac{AG_f}{AG_{\max}}, \quad (2.48)$$

čia: AG_f – faktiškas tiriamojo reiso restorano vagone esančių patiekalų skaičius; $AG_{\max}$ – maksimalus kada nors buvęs restorano vagone patiekalų skaičius.

Patiekalų keitimo periodiškumui vertinti skiriami šie balai: 0 – patiekalai nekeičiami, 1 – patiekalai keičiami kas mėnesį ir daugiau, 2 – patiekalai keičiami kas dvi savaites, 3 – patiekalai keičiami kas savaitę, 4 – patiekalai keičiami kiekvieną reisą. Patiekalų keitimo periodiškumas išreiškiamas faktiško patiekalų keitimo periodo vertinimo balo PKP_f ir dažniausio patiekalų keitimo periodo vertinimo balo $PKP_{\max}$ santykiu:

$$PKP = \frac{PKP_f}{PKP_{\max}}, \quad (2.49)$$

čia: PKP_f – faktiškas patiekalų keitimo periodo vertinimo balas; $PKP_{\max}$ – didžiausias patiekalų keitimo periodo vertinimo balas.

KKVR K_C , įvertinančio patiekalų kainą, kokybę, asortimento gausą, meniu keitimo periodiškumą, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{C2} = 0,25 \cdot (PK + RMK + AG + PKP), \quad (2.50)$$

čia: x_{C2} – C grupės 2-ojo kriterijaus kintamasis dydis; PK – restorano vagone parduodamų patiekalų kainos dėmuo; RMK – maisto kokybės dėmuo; AG – patiekalų gausos (pasirinkimo) dėmuo; PKP – patiekalų keitimo periodiškumo dėmuo.

3. Laikraščių ir žurnalų kaina. Laikraščių ir žurnalų traukinyje kainai vertinti skiriami šie balai: 0 – laikraščių ir žurnalų traukinyje kaina yra didesnė už parduodamų spaudos kioskuose, 1 – laikraščių ir žurnalų traukinyje kaina yra tokia pati, kaip parduodamų spaudos kioskuose, 2 – laikraščių ir žurnalų traukinyje kaina yra mažesnė už parduodamų spaudos kioskuose. KKVR K_C , įvertinančio laikraščių ir žurnalų traukinyje kainą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{C3} = \frac{L\check{Z}_f}{L\check{Z}_{\max}}, \quad (2.51)$$

čia: x_{C3} – C grupės 3-ojo kriterijaus kintamasis dydis; $L\check{Z}_f$ – laikraščių ir žurnalų traukinyje kainos vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $L\check{Z}_{\max}$ – didžiausias galimas laikraščių ir žurnalų traukinyje kainos įvertinimas balais (2 balai).

4. Užsienio medicininių išlaidų draudimo kaina. Šis draudimas reikalingas tada, kai dėl ūmaus sveikatos sutrikimo, įvykusio kelionės metu, būtinoji medicinos pagalba suteikiama ambulatorinėje ar stacionarioje gydymo įstaigoje užsienyje. Draudimo agentūrų yra keletas. Skirtingos medicininių išlaidų draudimo sumos, tarifai ir laikotarpiai. KKVR K_C , įvertinančio užsienio medicininių išlaidų draudimo kainą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{C4} = 1 - \frac{MIDK_f - MIDK_{\min}}{MIDK_{\max} - MIDK_{\min}}, \quad (2.52)$$

čia: x_{C4} – C grupės 3-ojo kriterijaus kintamasis dydis; $MIDK_f$, $MIDK_{\min}$, $MIDK_{\max}$ – faktinė, mažiausia ir didžiausia užsienio medicininių išlaidų draudimo kaina.

5. Vizų kaina. Kai yra žinoma kiekvienos šalies į / per kurią važiuoja traukinys didžiausia $VK_{\max}$ ir mažiausia $VK_{\min}$ vizos kaina, tai KKVR K_C , įvertinančio vizos kainą, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{C5} = \frac{\sum_{w=1}^{n_W} \left(1 - \frac{VK_f - VK_{\min}}{VK_{\max} - VK_{\min}} \right)_w}{n_W}, \quad (2.53)$$

čia: x_{C5} – C grupės 3-ojo kriterijaus kintamasis dydis; n_W – kelionei reikalingų vizų skaičius, ($w = 1, 2, \dots, n_W$); VK_f , $VK_{\min}$, $VK_{\max}$ – faktinė, mažiausia ir didžiausia w -osios vizos kaina.

6. Keleivinio vagono su dvivietėmis kupė maisto davinio (įskačiuoto į bilieto kainą) pateikimas. Maisto davinio keleiviams pateikimui už į bilietą įskačiuotą kainą vertinti skiriami šie balai: 0 – į vagono bilieto kainą neįskačiuotas maisto davinys, todėl keleiviams nepateikiamas, 1 – į vagono bilieto kainą įskačiuota vakarienė arba pusryčiai, 2 – į vagono bilieto kainą įskačiuota vakarienė ir pusryčiai. KKKR K_C , įvertinančio maisto davinio keleiviams pateikimą už į bilietą įskačiuotą kainą miegamajame su 2-jų vietų kupė vagone, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{C6} = \frac{MP_f}{MP_{\max}}, \quad (2.54)$$

čia: x_{C6} – C grupės 6-ojo kriterijaus kintamasis dydis; MP_f – maisto davinio pateikimo arba nepateikimo už į bilietą įskačiuotą (neįskačiuotą) kainą miegamajame su 2-jų vietų kupė vagone faktiškas įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $MP_{\max}$ – didžiausias galimas maisto davinio pateikimo už į bilietą įskačiuotą kainą įvertinimo balas (2 balai).

Kriterijų, susietų su kelionės kaina, daugiakriterio rodiklio K_C skaičiavimo formulė užrašoma taip:

$$K_C = \bar{Z}_C^* \cdot \left(\bar{Q}_{C1} \cdot \frac{\sum_{y=1}^3 V_y \cdot \left(1 - \frac{BK_f - BK_{\min}}{BK_{\max} - BK_{\min}} \right)_y}{V} + \bar{Q}_{C2} \cdot (0,25 \cdot (PK + RMK + AG + PKP)) + \bar{Q}_{C3} \cdot \frac{L\check{Z}_f}{L\check{Z}_{\max}} + \bar{Q}_{C4} \cdot \left(1 - \frac{MIDK_f - MIDK_{\min}}{MIDK_{\max} - MIDK_{\min}} \right) + \bar{Q}_{C5} \cdot \frac{\sum_{w=1}^{n_W} \left(1 - \frac{VK_f - VK_{\min}}{VK_{\max} - VK_{\min}} \right)_w}{n_W} + \bar{Q}_{C6} \cdot \frac{MP_f}{MP_{\max}} \right). \quad (2.55)$$

Naudojant eksperimentinių tyrimų duomenis ir kiekvieno kriterijaus kritines, leidžiamąsias ar geriausias vertes, iš šio modelio galima gauti C kriterijų grupės įtaką TKVGK, išreikštą vienu parametru.

2.4.4. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, vertinimo modelis

Suformuluoti ir pagrįsti 8 kriterijai, susieti su kelionės traukiniu saugumu (2.4 pav.), kurių KKVR K_D dėmuo su iš ekspertinių tyrimų apskaičiuojamu vidutiniu svorio koeficientu $\bar{Z}_D^*$ ir kiekvieno kriterijaus svorio vidurkiu $\bar{Q}_j$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_D = \bar{Z}_D^* \cdot (\bar{Q}_{D1} \cdot x_{D1} + \bar{Q}_{D2} \cdot x_{D2} + \dots + \bar{Q}_{D8} \cdot x_{D8}), \quad (2.56)$$

čia: K_D – tarptautinio traukinio KKVR (K_D kinta nuo 0 iki 1); $\bar{Z}_D^*$ – trijų kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie D kriterijų grupės svarbą vidutinis svorio koeficientas; $\bar{Q}_{D1}, \dots, \bar{Q}_{Dm}$ – D kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus svorio vidurkis, nustatytas ekspertų metodu; $x_{D1}, \dots, x_{Dm}$ – D kriterijų grupės j -ojo ($j = 1, 2, \dots, m$) kriterijaus kintamasis dydis, nustatytas iš tyrimų ir norminių (reikiamų, siektinų) rodiklių lyginimo, iš kurių verčių apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo, kintantis nuo 0 iki 1. Keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu KKVR, įvertinančiam kelionės kainos įtaką, apskaičiuoti, būtina apskaičiuoti kiekvieno kriterijaus kintamuosius dydžius $x_{D1}, \dots, x_{D8}$.

1. Gaisro gesinimo priemonių buvimas ir būklė. Keleiviniuose, bagažo, pašto, pašto ir bagažo vagonuose su vaizdo technikos salonais, vagonuose su dyzeline elektros stotimi gaisro gesinimo priemonės naudojamos laikantis standartų ir techninių sąlygų. Be gesintuvų kiekvieno vagono elektros įrenginių valdymo pulte pastatomas automatinis miltelinis (OSP-1) arba aerosolinis gaisro gesinimo įrenginys (GGĮ), turintis panašias technines charakteristikas. Kiekvienas keleivinio traukinio sąstatas aprūpinamas pramonine individualia izoliuojančia apsauga (IIA), ne mažiau kaip 3 vienetai vienam sąstatui. Šiuo metu tokia pramoninė IIA yra kiekviename sąstato vagone (1 vienetas vienam vagonui). Nauji keleiviniai vagonai, taip pat modernizuoti vagonai turi būti su automatinio priešgaisrinės signalizacijos įrenginiu (UPS), galinčiu nustatyti gaisro kilimą kontroliuojamose patalpose užsidedimo stadijoje ir apie tai pranešti (*Tarptautinio susisiekimo tarp NVS šalių, Estijos, Latvijos ir Lietuvos respublikų keleivinių vagonų priešgaisrinės saugos užtikrinimo instrukcija* 2003). Keleiviniuose vagonuose juos gaminant arba atliekant kapitalinį atkuriamąjį remontą (KAR), turi būti įrengiamas GGĮ, leidžiantis panaudoti vandens atsargas iš vandens tiekimo sistemos (*Tarptautinio susisiekimo tarp NVS šalių, Estijos, Latvijos ir Lietuvos respublikų keleiviniai vagonai priešgaisrinės saugos reikalavimai* 2003).

Gesintuvų buvimui ir būklei kiekviename traukinio vagonė vertinti skiriami šie balai: 0 – gesintuvai yra, bet jų kiekis neatitinka tarptautinio susisiekimo keleivinių vagonų aprūpinimo gesintuvais normų, jie (bent vienas iš jų) neužplombuoti arba plomba pažeista, 1 – gesintuvų skaičius atitinka tarptautinio susisiekimo keleivinių vagonų aprūpinimo gesintuvais normas, tačiau jie (bent vienas iš jų) neužplombuoti arba plomba pažeista, 2 – gesintuvų skaičius atitinka tarptautinio susisiekimo keleivinių vagonų aprūpinimo gesintuvais normas, jie užplombuoti.

OSP-1, skirto gesinti gaisrą elektros įrenginių valdymo pulte, buvimui ir būklei kiekviename traukinio vagonė vertinti skiriami šie balai: 0 – OSP-1 vagonė nėra, 1 – OSP-1 vagonė yra, tačiau techniškai netvarkingas: pasibaigęs jo galiojimo laikas arba yra mechaninių indo pažeidimų (suskilęs korpusas), jo pastatymas neatitinka konstrukcinės dokumentacijos reikalavimų, 2 – OSP-1 yra, jis techniškai tvarkingas: patikros atliktos laiku, nėra mechaninių indo pažeidimų, jo pastatymas atitinka konstrukcinės dokumentacijos reikalavimus.

Kiekvieno keleivinio vagono aprūpinimui pramonine IIA vertinti skiriami šie balai: 0 – IIA vagonė nėra, 1 – IIA vagonė yra, tačiau netvarkinga, 2 – IIA vagonė yra ir ji tvarkinga.

UPS buvimui ir būklei vertinti kiekviename traukinio vagonė skiriami šie balai: 0 – UPS nenumatytas vagono konstrukcijoje, 1 – UPS vagonė yra, tačiau neveikia dėl gedimo, 2 – vagonė yra veikiantis UPS, galintis siųsti akustinius ir optinius signalus apie užsidegimą, nurodant gaisro vietą (patalpą) vagono viduje.

Automatinio GGI, leidžiančio panaudoti vandens atsargas iš vandens tiekimo sistemos, buvimui vagonė ir būklei vertinti skiriami šie balai: 0 – automatinio GGI, leidžiančio panaudoti vandens atsargas iš vandens tiekimo sistemos, vagonė nėra, 1 – automatinis GGI, leidžiantis panaudoti vandens atsargas iš vandens tiekimo sistemos, vagonė yra, tačiau netvarkingas, 2 – automatinis GGI vagonė yra ir jis tvarkingas. KKVR K dėmens, priklausančio nuo kelionės traukiniu saugumo K_D , sandaugos $\overline{Q}_{D1} \cdot x_{D1}$, kintamojo dydžio x_{D1} , rodančio gaisro gesinimo (priešgaisrinės saugos) priemonių buvimo vagonė ir jų būklės įtaką, vertė skaičiuojama pagal formulę:

$$x_{D1} = \frac{\sum_{c=1}^V \sum_{o=1}^F \left(\frac{GGP_f}{GGP_{\max}} \right)_c}{V \cdot F} = \frac{\sum_{c=1}^V \sum_{o=1}^F \left(\frac{FE_f}{FE_{\max}} + \frac{OSP_f}{OSP_{\max}} + \frac{IIA_f}{IIA_{\max}} + \frac{UPS_f}{UPS_{\max}} + \frac{GGI_f}{GGI_{\max}} \right)_c}{V \cdot F}, \quad (2.57)$$

čia: x_{D1} – D grupės 1-ojo kriterijaus kintamasis dydis; GGP_f , $GGP_{\max}$ – gaisro gesinimo priemonių rūšių vagonė faktiškas ir maksimalus įvertinimas balais, FE_f –

faktiškas gesintuvų buvimo ir būklės c -ajame vagonė įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $FE_{\max}$ – didžiausias galimas gesintuvų buvimo ir būklės c -ajame vagonė įvertinimas balais (2 balai); OSP_f – OSP-1 buvimo ir būklės c -ajame vagonė įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $OSP_{\max}$ – didžiausias galimas OSP-1 buvimo ir būklės c -ajame vagonė įvertinimas balais (2 balai); IIA_f – c -ojo vagono aprūpinimo pramonine IIA ir jos būklės vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $IIA_{\max}$ – didžiausias galimas vagono aprūpinimo pramonine IIA ir jos vertinimas balais (2 balai); UPS_f – UPS buvimo ir būklės c -ajame vagonė įvertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $UPS_{\max}$ – didžiausias galimas UPS buvimo ir būklės vagonė įvertinimas balais (2 balai); GGI_f – c -ojo vagono automatinio GGI buvimo ir būklės vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $GGI_{\max}$ – didžiausias galimas vagono automatinio GGI buvimo ir būklės vertinimas balais (2 balai); F – gaisro gesinimo priemonių rūšių vagonė skaičius, ($o = 1, 2, \dots, F$); V – sąstato vagonų skaičius, ($c = 1, 2, \dots, V$).

2. Pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimas. Skiriami šie balai: 0 – pirmosios medicinos pagalbos priemonių traukinyje nėra, 1 – vaistinėlė yra, tačiau joje esančių tvarsčių ir medikamentų nepakaktų ekstremaliais atvejais (pvz., teroristinio akto, katastrofos atveju), 2 – vaistinėlė yra ir joje esančių tvarsčių ir medikamentų pakaktų ekstremaliais atvejais. KKVR K_D , įvertinančio pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimo įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę šią formulę:

$$x_{D2} = \frac{PMP_f}{PMP_{\max}}, \quad (2.58)$$

čia: x_{D2} – D grupės 2-ojo kriterijaus kintamasis dydis; PMP_f – pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimo faktiškas vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $PMP_{\max}$ – didžiausias galimas pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimo vertinimas balais (2 balai).

3. Greitosios medicinos pagalbos iškviatimo galimybė. Į traukinį greitąją medicinos pagalbą yra kviečiama tada, kai pirmosios medicinos pagalbos priemonių, esančių traukinyje, nepakanka arba keleivis reikalauja medikų pagalbos. Ją iškviesti gali traukinio viršininkas radijo ryšiu per traukinio mašinistą artimiausioje stotyje. Radijo stotimi traukinyje turi teisę naudotis traukinio viršininkas arba elektrikas-mechanikas, o jų poilsio metu – traukinio štabo vagono budintis palydovas (*Radijo ryšio tarp traukinio viršininko...* 1999). Vertinant greitosios medicinos pagalbos iškviatimo į traukinį galimybę skiriami šie balai: 0 – iškviesti į traukinį greitąją medicinos pagalbą galimybės nėra, 1 – iškviesti į traukinį greitąją medicinos pagalbą galima radijo ryšiu, per traukinio mašinistą, 2 – iškviesti į traukinį greitąją medicinos pagalbą galima tiesiogiai per artimiausios stoties budėtoją (GSM-R radijo ryšio sistema). KKVR K_D , įvertinančio greitosios medicinos pagalbos iškviatimo į traukinį galimybės įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{D3} = \frac{GMP_f}{GMP_{\max}}, \quad (2.59)$$

čia: x_{D3} – D grupės 3-ojo kriterijaus kintamasis dydis; GMP_f – greitosios medicinos pagalbos iškviatimo į traukinį galimybės vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $GMP_{\max}$ – didžiausias galimas greitosios medicinos pagalbos iškviatimo į traukinį galimybės vertinimas balais (2 balai).

4. Ašidėžių perkaičio signalizacijos veikimas. Ašidėžių įkaitimo kontrolės signalizacijos paskirtis – traukinio eismo saugumo efektyvumo didinimas. Ji nuolat kontroliuoja ašidėžių įkaitimo temperatūrą ir padeda išvengti avarių, kai įkaista ir lūžta ritininiai guoliai. Guolio kaitimo atveju vagono valdymo pulte užsidega ašidėžių įkaitimo kontrolės signalizacijos lemputė ir skamba garso signalas. Ašidėžių įkaitimo kontrolės sistema yra tikrinama valdymo pulto jungikliu arba mygtuku. Ją išjungti griežtai draudžiama. Keleivinių vagonų ašidėžių ir ašies kakliukų (AKAK) įkaičio ribinės reikšmės, įkaičio pavojingumui įvertinti apžiūros metu matuojant bekontaktiais nuotolinio valdymo termometrais, užfiksavus įkaitį važiuojančio traukinio techninės būklės automatinės kontrolės priemonėmis (RAKP), kaip pavojingą bei keliantį grėsmę eismo saugumui, pateiktos 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Keleivinių vagonų AKAK įkaičio, užfiksuoto važiuojančio traukinio techninės būklės automatinės kontrolės priemonių, ribinės reikšmės

Table 2.4. The limiting heating values for the axle box and the axle journal of passenger cars (AKAK), recorded by automatic control devices of the train's condition

Aplinkos oro temperatūra	(AKAK) įkaičio temperatūros ribinės reikšmės (°C)
nuo –20 iki –30 ir žemesnė	20
nuo –10 iki –20 ir žemesnė	30
nuo –1 iki –10 ir žemesnė	40
nuo 0 iki +10 ir žemesnė	50
nuo +11 iki +20 ir žemesnė	60
nuo +21 ir aukštesnė	70

Šaltinis: Norminis AB „Lietuvos geležinkeliai“ dokumentas

Lentelėje (2.4) yra nekorektiškų verčių: neaišku, kaip vertinti temperatūrą, jeigu yra 10,5 °C arba 20,5 °C. Temperatūra –30 yra žemesnė už –20, todėl reikėtų rašyti nuo –30 iki –20.

Nors vienai traukinio vagono AKAK temperatūrai viršijus kritinę vertę, kyla pavojus ne tik to aširačio kakliukui lūžti ir vagonui nueiti nuo bėgių, bet ir visam traukiniui patirti katastrofą. Vertinti traukinio kokybę pagal visų aširačių

AKAK faktinės temperatūros atitiktį kritinei temperatūrai, skaičiuojant vidutines vertes, nėra logiška. Viso sąstato kokybę pagal temperatūrą reikėtų vertinti pagal blogiausią AKAK vertę ir neskaičiuoti aritmetinių nei kitokių vidurkių (geometrinųjų, svertinių).

KKVR K_{D_5} , įvertinančio ašidėžių įkaitimo kontrolės signalizacijos veikimo įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{D4} = \frac{T_{rib} - T_f}{T_{rib} - T_{apl.oro}} = \frac{(0,92 \cdot T_{apl.oro} + 45) - T_f}{(0,92 \cdot T_{apl.oro} + 45) - T_{apl.oro}}, \quad (2.60)$$

čia: x_{D4} – D grupės 4-ojo kriterijaus kintamasis dydis; T_f – AKAK išmatuota temperatūra, °C; $T_{apl.oro}$ – aplinkos oro temperatūra matuojamoje vietoje (stotyje), °C; T_{rib} – ribinė (didžiausia leidžiama) AKAK temperatūra, priklausanti nuo aplinkos oro temperatūros, pateikta norminiame dokumente, °C.

5. Avarinių išėjimų buvimas. Gaminamuose ir KAR metu vagonuose turi būti įrengiami papildomi avariniai išėjimai. Avarinių išėjimų skaičius (ne mažesnis kaip du) ir jų vieta turi sudaryti sąlygas užbaigti evakuoti keleivius iki pavojingi gaisro veiksniai (PGV) pasieks ribines leidžiamas reikšmes (*Tarptautinio susisieikimo tarp NVS šalių...* 2003). Avarinių išėjimų buvimui kiekviename traukinio vagono vertinti skiriami šie balai: 0 – avarinių išėjimų vagono nėra, 1 – avariniai išėjimai vagono yra (mažiau nei du), 2 – avariniai išėjimai vagono yra (ne mažiau kaip du). KKVR K_{D_5} , įvertinančio avarinių išėjimų buvimo kiekviename traukinio vagono įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal formulę:

$$x_{D5} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{AI_f}{AI_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.61)$$

čia: x_{D5} – D grupės 5-ojo kriterijaus kintamasis dydis; AI_f – avarinių išėjimų buvimo c -ajame vagono vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $AI_{\max}$ – didžiausias galimas avarinių išėjimų buvimo vagono vertinimo balas (2 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

6. Turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumas. Keleonės metu sugedusius turėklus, laiptelius, duris ir kt. remontuoja traukinio elektrikas-mechanikas. Vagono turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumui vertinti skiriami šie balai: 0 – vagono turėklai, laipteliai, perėjimo aikštelės, durys ir spynos yra techniškai netvarkingi, 1 – vagono turėklai yra tvarkingi, o laipteliai, perėjimo aikštelės, durys ir spynos yra techniškai netvarkingi, 2 – vagono turėklai ir laipteliai yra tvarkingi, o perėjimo aikštelės, durys ir spynos yra techniškai netvarkingos, 3 – vagono turėklai, laipteliai ir perėjimo aikštelės yra tvarkingi, o durys ir spynos yra techniškai netvarkingos, 4 – vagono turėklai, laipteliai, perėjimo aikštelės, durys ir spynos yra techniškai

tvarkingi. KKVR K_D , įvertinančio vagono turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumo įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{D6} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{VTT_f}{VTT_{\max}} \right)_c}{V}, \quad (2.62)$$

čia: x_{D6} – D grupės 6-ojo kriterijaus kintamasis dydis; VTT_f – turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumo c -ajame traukinio vagono įvertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $VTT_{\max}$ – didžiausias galimas vagono turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumo įvertinimas balais (4 balai); V – sąstato vagonų skaičius.

7. Rankinio stabdžio būklė ir veikimas, stabdų būklė. Vagone yra dviejų rūšių traukinio stabdymo priemonės: rankinis stabdys ir 4 stabdai (skubaus stabdymo rankenėlės).

Rankinio stabdžio būklei ir veikimui vertinti kiekviename traukinio vagono skiriami šie balai: 0 – nėra rankinio stabdžio rankenos, jis neveikia, 1 – stabdžio rankena yra, bet jis neveikia arba rankenos nėra, bet stabdžio mechanizmas veikia, 2 – rankinio stabdžio rankena yra ir jis puikiai veikia.

Stabdų būklei vertinti kiekviename traukinio vagono skiriami šie balai: 0 – visi stabdai neužplombuoti, 1 – trys stabdai neužplombuoti, 2 – du stabdai neužplombuoti, 3 – vienas stabdas neužplombuotas, 4 – visi keturi stabdai užplombuoti.

KKVR K_D , įvertinančio rankinio stabdžio būklės ir veikimo, taip pat stabdų būklės kiekviename traukinio vagono įtaką, dėmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{D7} = \frac{\sum_{c=1}^V \sum_{h=1}^H \left(\frac{TSP_f}{TSP_{\max}} \right)_c}{V \cdot H} = \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{RS_f}{RS_{\max}} + \frac{SK_f}{SK_{\max}} \right)_c}{V \cdot H}, \quad (2.63)$$

čia: x_{D7} – D grupės 7-ojo kriterijaus kintamasis dydis; TSP_f , $TSP_{\max}$ – traukinio stabdymo priemonių rūšių faktiškoji ir maksimali vertė; RS_f – rankinio stabdžio būklės ir veikimo c -ajame vagono vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $RS_{\max}$ – didžiausias galimas rankinio stabdžio būklės ir veikimo vertinimo balas (2 balai); SK_f – stabdų būklės c -ajame vagono vertinimas balais (0, 1, 2, 3 arba 4 balai); $SK_{\max}$ – stabdų būklės c -ajame vagono didžiausias galimas vertinimas balais (4 balai); V – sąstato vagonų skaičius, ($c = 1, 2, \dots, V$); H – traukinio stabdymo priemonių vagono rūšių skaičius, ($h = 1, 2, \dots, H$).

8. Policijos pareigūnų iškviatimo galimybė. Vertinant policijos iškviatimo į traukinį galimybę skiriami šie balai: 0 – iškviesti į traukinį policijos pareigūnus

galimybės nėra, 1 – iškviesti į traukinį policijos pareigūnus galima radijo ryšiu, per traukinio mašinistą, 2 – iškviesti į traukinį policijos pareigūnus galima tiesiogiai per artimiausios stoties budėtoją (GSM-R radijo ryšio sistema). KKKVR K_D , įvertinančio policijos pareigūnų iškviatimo į traukinį galimybės įtaką, dĕmuo skaičiuojamas pagal šią formulę:

$$x_{D8} = \frac{PPI_f}{PPI_{\max}}, \quad (2.64)$$

čia: x_{D8} – D grupės 8-ojo kriterijaus kintamasis dydis; PPI_f – policijos pareigūnų iškviatimo į traukinį galimybės vertinimas balais (0, 1 arba 2 balai); $PPI_{\max}$ – didžiausias galimas policijos pareigūnų iškviatimo į traukinį galimybės vertinimas balais (2 balai).

Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, daugiakriterio rodiklio K_D skaičiavimo formulė užrašoma taip:

$$K_D = \bar{Z}_D^* \cdot \left(\bar{Q}_{D1} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \sum_{o=1}^F \left(\frac{GGP_f}{GGP_{\max}} \right)_c}{V \cdot F} + \bar{Q}_{D2} \cdot \frac{PMP_f}{PMP_{\max}} + \bar{Q}_{D3} \cdot \frac{GMP_f}{GMP_{\max}} + \right. \\ \bar{Q}_{D4} \cdot \left(\frac{T_{rib} - T_f}{T_{rib} - T_{apl.oro}} \right) + \bar{Q}_{D5} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{AI_f}{AI_{\max}} \right)_c}{V} + \bar{Q}_{D6} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \left(\frac{VTT_f}{VTT_{\max}} \right)_c}{V} + \\ \left. \bar{Q}_{D7} \cdot \frac{\sum_{c=1}^V \sum_{h=1}^H \left(\frac{TSP_f}{TSP_{\max}} \right)_c}{V \cdot H} + \bar{Q}_{D8} \cdot \frac{PPI_f}{PPI_{\max}} \right). \quad (2.65)$$

Naudojant eksperimentinių tyrimų duomenis ir kiekvieno kriterijaus kritines, leidžiamąsias ar geriausias vertes, iš šio modelio galima gauti D kriterijų grupės įtaką TKVKGK, išreikštą vienu parametru.

Bendras tarptautinio susisiekimo traukinio KKKVR K skaičiavimo modelis su iš ekspertinių tyrimų apskaičiuojamais rodiklių ir jų grupių svorio koeficientais apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K = \sum_{g=1}^M \left[\bar{Z}_g^* \cdot \left(\sum_{j=1}^m \bar{Q}_{gj} \cdot x_{gj} \right) \right] = \bar{Z}_A^* \cdot (\bar{Q}_{A1} \cdot x_{A1} + \bar{Q}_{A2} \cdot x_{A2} + \dots + \bar{Q}_{A16} \cdot x_{A16}) + \\ \bar{Z}_B^* \cdot (\bar{Q}_{B1} \cdot x_{B1} + \bar{Q}_{B2} \cdot x_{B2} + \dots + \bar{Q}_{B19} \cdot x_{B19}) +$$

$$\begin{aligned} & \bar{Z}_C^* \cdot (\bar{Q}_{C1} \cdot x_{C1} + \bar{Q}_{C2} \cdot x_{C2} + \dots + \bar{Q}_{C6} \cdot x_{C6}) + \\ & \bar{Z}_D^* \cdot (\bar{Q}_{D1} \cdot x_{D1} + \bar{Q}_{D2} \cdot x_{D2} + \dots + \bar{Q}_{D8} \cdot x_{D8}). \end{aligned} \quad (2.66)$$

čia: K – tarptautinio traukinio KKVR (K kinta nuo 0 iki 1); $\bar{Z}_A^*, \bar{Z}_B^*, \bar{Z}_C^*, \bar{Z}_D^*$ – kriterijų grupių vidutinis svorio koeficientas; $\bar{Q}_{A1}, \bar{Q}_{B1}, \bar{Q}_{C1}, \bar{Q}_{D1}, \dots, \bar{Q}_{Am}, \bar{Q}_{Bm}, \bar{Q}_{Cm}, \bar{Q}_{Dm}$ – g -osios grupės j -ojo ($j=1, 2, \dots, m$) kriterijaus svorio vidurkis, nustatomas ekspertų metodu; $x_{A1}, x_{B1}, x_{C1}, x_{D1}, \dots, x_{Am}, x_{Bm}, x_{Cm}, x_{Dm}$ – g -osios grupės j -ojo ($j=1, 2, \dots, m$) kriterijaus kintamasis dydis, iš kurio vertės apskaičiuojamas kriterijaus faktiškas lygmuo, kintantis nuo 0 iki 1.

2.5. Antrojo skyriaus išvados

1. Kelionės traukiniu kokybę rodo visuma kriterijų, priklausančių nuo geležinkelio kelio ir riedmenų (traukinio elementų) parametrų, keleivių vežimo organizavimo ir technologijos proceso rodiklių, taip pat nuo kelionės kainos ir kelionės traukiniu saugumo.

2. Kelionės traukiniu proceso kriterijai skirtingai veikia keleivio patogumą, saugumą, važiavimo trukmę, kainą ir pasitenkinimą kelione.

3. Kelionės atskirais tarptautiniais traukiniais kokybę patogų vertinti vienu parametru, t. y. KKVR įverčiu K ($K=0-1$).

4. Pasiūlytas daugiakriteris adityvinis modelis KKVR skaičiuoti, kuriame vertinami atskirų kriterijų normalizuotieji svorių koeficientai. Sudarant atskirų grupių kriterijų vertinimo modelius paaiškėjo, kad kiekvieno kriterijaus kintamiesiems dydžiams x_j ($x_j=0-1$) nustatyti reikalinga savita metodika, kuri skiriasi savo sudėtingumu. Visi sudaryti kriterijų vertinimo modeliai yra universalūs ir gali būti pritaikyti bet kuriam, tarptautinio traukinio KKVR įverčiui K skaičiuoti.

5. Pasirinkto metodo taikymo atveju turi būti nustatyti kelionės traukiniu kokybės kriterijai, atskirų kriterijų grupių vidutiniai svorio koeficientai $\bar{Z}_g^*$, kriterijų svorio vidurkiai $\bar{Q}_j$ ir kintamieji dydžiai x_j .

Keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijų ir jų grupių svarbos tyrimas eksperimentiniais metodais

TKVG (kelionė traukiniu) yra sudėtingas procesas, kuriame dalyvauja suinteresuotos grupės: administracija, traukinį aptarnaujantis personalas ir patys keleiviai. Organizuojant vežimo procesą ir priimant sprendimus, būtina atsižvelgti į šių suinteresuotų grupių paskirtį, poreikius ir galimybes. Keleivių vežimo (kelionės traukiniu) problemų sprendimas priklauso nuo šiame procese dalyvaujančių specialistų patirties, kvalifikacijos ir jų priimamų sprendimų. Norėdamos pagerinti keleivių vežimo kokybę, suinteresuotos grupės turi derinti savo veiksmus, bendradarbiauti šios veiklos klausimais, keistis reikalinga informacija. TKVGK gerinimas yra sudėtinga problema, reikalaujanti profesionalumo, pagrįsto žiniomis ir praktine patirtimi, intelekto ir nuolatinio idėjų atnaujinimo.

2.4 paveiksle pateikta KTK rodančių veiksmų schema, kurios A, B, C, D kriterijų grupių numeriai atitinka respondentų (keleivių, važiavusių tarptautinio maršruto Vilnius–Maskva traukiniu) ir ekspertų (tarptautinių maršrutų traukinius aptarnaujančio personalo ir AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos administracijos darbuotojų) apklausos keturių anketų struktūrą ir klausimų numerius (Маскелюнайте, Сивилявичюс 2008; Маскелюнайте, Сивилявичюс 2009c). Kiekvienos iš trijų kategorijų apklaustųjų (respondentų ir ekspertų)

atsakymų į kiekvienos anketos klausimus duomenų (kriterijų) svarbumui (svoriui) nustatyti pritaikytas T. Saaty porinio lyginimo AHP metodas (Maskeliūnaitė *et al.* 2009a; Sivilevičius, Maskeliūnaitė 2010; Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2012). Iš visų gautų anketų panaudotos tik tos, kurias vertinant nebuvo prieštaravimų. Pateiktas skaičiavimo pavyzdys ir TKVGK tyrimo algoritmas (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2011), taip pat respondentų ir ekspertų nuomonių suderinamumo nustatant TKVGK kriterijų grupių A, B, C ir D svarbą skaičiavimo metodika. Susisteminti ir apdoroti anketiniai respondentų ir ekspertų (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2009b) apklausos duomenys, atlikta jų nuomonių analizė. Skyriaus pabaigoje pateikiamos tyrimais pagrįstos išvados.

3.1. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybės kriterijų svarbos tyrimas AHP metodu

Važiavimas traukiniais turi būti saugus ir patogus. Tik taip galima pritraukti daugiau keleivių ir užtikrinti geležinkeliams tvirtesnę padėtį transporto rinkoje. Norint pritraukti kuo daugiau keleivių, būtina gerinti vežimo paslaugas: privaloma ne tik turėti kokybiškus riedmenis, bet ir nustatyti keleivių poreikius. Tam yra tikslinga atlikti išsamius KTK tyrimus.

3.1.1. Anketų struktūra, respondentai ir ekspertai

Buvo nustatyti ir susisteminti KTK rodantys kriterijai, parengtos šiam metodu taikyti tinkančios apklausos anketos (2.4 pav.), kurios buvo įteiktos keleiviams ir traukinį aptarnaujančiam personalui bei AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos administracijos darbuotojams. Anketavimas vyko traukinyje Vilnius–Maskva. Anketa buvo išversta į anglų ir rusų kalbas. Keleiviams buvo išdalytos 32 tyrimo anketos. Tyrime dalyvavo 18 Lietuvos, 9 Rusijos, 1 JAV, 1 Ispanijos, 1 Italijos, 1 Vokietijos ir 1 Didžiosios Britanijos piliečiai. Tyrimui buvo panauda 10 keleivių anketų (3 Lietuvos, 4 Rusijos, 1 JAV, 1 Vokietijos ir 1 Italijos piliečių), kadangi 22 anketų vertinimai buvo prieštaringi, jos buvo atmestos ir jų duomenys tyrime nepanaudoti. Traukinį aptarnaujančiam personalui buvo įteikta 17 anketų. Tyrimui buvo panauda 11 traukinį aptarnaujančio personalo anketų, nes dėl prieštaringų vertinimų 6 anketos buvo atmestos. AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo administracijos darbuotojams buvo įteiktos 4 anketos. Tyrimui buvo panaudotos 3 tyrimo anketos. 1-os anketos vertinimai buvo prieštaringi, todėl ji buvo atmesta.

Respondentams ir ekspertams įteiktų bei užpildytų, įvertintų ir atliekant tyrimą panaudotų anketų skaičius pateiktas 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Respondentams ir ekspertams įteiktų bei užpildytų, įvertintų ir atliekant tyrimą panaudotų anketų skaičius

Table 3.1. The number of questionnaires, distributed among the respondents and experts

Respondentų ar ekspertų kategorija *	Įteiktos (Panaudotos)			
	Kriterijų grupės			
	A	B	C	D
K	32 (10)	32 (10)	32 (10)	32 (10)
P	17 (11)	17 (11)	17 (11)	17 (11)
A	4 (3)	4 (3)	4 (3)	4 (3)

* Respondentų ir ekspertų kategorijų žymenys: K – keleiviai, P – traukinį aptarnaujantis personalas, A – administracijos darbuotojai

Taikyti AHP metodą tyrimui traukinyje buvo sunku. Keleiviai buvo neiniatyvūs respondentai. Keleivį reikėjo įkalbėti užpildyti anketą, sudominti tyrimu, įtikinti jo prasmingumu. Sutikusiam užpildyti anketą keleiviui, esant galimybei, buvo suteikiamos geresnės važiavimo sąlygos, pavyzdžiui, važiuoti vienam atskiroje kupė. Užpildyti anketas buvo prašoma dažnai traukiniu keliaujančių, jau pažįstamų keleivių. Dėl traukinį aptarnaujančio personalo (traukinio viršininkų, vagonų palydovų) ir pačių keleivių pasyvumo, abejingumo tyrimui (mieliau skaitė knygą arba lankėsi restorano vagone), nepavyko apklausos atlikti kitų maršrutų traukiniuose, apklausti daugiau keleivių. Padidinti respondentų skaičių neretai trukdė ir tokios aplinkybės, kai jau sutikęs ir pradėjęs pildyti anketą keleivis buvo priverstas iš traukinio išlipti pasienio stotyje dėl netvarkingų asmens dokumentų.

3.1.2. Vieno eksperto nuomonės apie kriterijų svarbą nustatymas

Taikant sprendimų priėmimo sistemą svarbu nustatyti suformuotų rodiklių reikšmingumą. Kokybę galima apibūdinti tik tam tikra kriterijų sistema. Kriterijai, išsamiai apibūdinantys kokybę, nėra vienodai svarbūs. Be to, kiekvienas kriterijus gali apibūdinti skirtingą kokybės lygį. Norint nustatyti kompleksinę kokybę, reikia apskaičiuoti kriterijų reikšmes ir reikšmingumus (Zavadskas *et al.* 2001).

TKVKGK rodiklių (kriterijų) svorių reikšmių nustatymo metodai priskiriami subjektyviems, jeigu kriterijai vertinami respondentų ar specialistų (ekspertų). Taikant subjektyvų vertinimą būtina aukšta specialistų (ekspertų) kvalifikacija, nes nuo jos priklauso nuomonių suderinamumas. Tam gerai tinka T. Saaty pasiūlytas rodiklių (kriterijų) porinio lyginimo metodas (Saaty 1980a; Саати 1993). Jis leidžia nustatyti vieno lygio hierarchijos rodiklių svorius (svarbą) aukštesnio lygio atžvilgiu arba hierarchiškai nestruktūrizuotų rodiklių svorius. Ekspertai

tarpusavyje lygina visus vertinamus rodiklius (kriterijus) R_i ir R_j ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$), čia: n – respondentų (ekspertų) skaičius; m – lyginamų rodiklių (kriterijų) skaičius. AHP metodas yra ypatingas tuo, kad reikalauja aukšto loginio mąstymo. Vieno labai kompetentingo eksperto nuomonė yra svarbesnė už keliolikos nepatyrusių (nesugebančių logiškai mąstyti) specialistų nuomonę, todėl tyrėjai dažniausiai apklausia keletą patyrusių ekspertų, pvz., 5 ekspertus (Farhan, Fwa 2009). Metodas patogus, nes paprasčiau lyginti rodiklius po du, o ne juos visus iš karto. Nurodoma, kiek vienas rodiklis yra svarbesnis už kitą. Galima ekspertų rodikliams suteiktus kokybinius įverčius pertvarkyti į kiekybinius.

Vertinimo rodiklių lyginimo ($a_{ji} = 1/a_{ij}$) matrica atrodo taip (Saaty 1980b; Sivilevičius 2011a; Turskis, Zavadskas 2010; Vilčeková *et al.* 2011):

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_m} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_m}{w_1} & \frac{w_m}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad (3.1)$$

$$a_{ii} = 1, \quad a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \quad a_{ij} \neq 0.$$

Tikrinį vektorių galima apskaičiuoti keturiais būdais (Шикин, Чхартишвили 2000).

1. Kiekvienos eilutės elementai sudauginami ir gauti rezultatai surašomi eilute:

$$\omega_i'' = \prod_{j=1}^m a_{ij}. \quad (3.2)$$

2. Iš kiekvienos gautos eilutės elemento ištraukiama m -ojo laipsnio šaknis (lyginamų kriterijų skaičius $m = 6$, todėl traukiama 6-ojo laipsnio šaknis), gaunamas normalizuotų reikšmių geometrinis vidurkis. Gauti rezultatai surašomi eilute:

$$\omega_i' = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m a_{ij}}. \quad (3.3)$$

3. Sudedami šios eilutės elementai:

$$\sum_{i=1}^m \omega'_i = \sum_{i=1}^m \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m a_{ij}}. \quad (3.4)$$

4. Kiekvienas šios eilutės elementas dalijamas iš gautos sumos, t. y. reikšmės normalizuojamos:

$$\omega_i = \frac{\sqrt[m]{\prod_{j=1}^m a_{ij}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m a_{ij}}}. \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^m \omega_i = 1. \quad (3.6)$$

Taigi, tikrinis vektorius ω yra surastas (4 žingsnis). Visų jo elementų suma yra lygi vienetui.

3.1.3. Anketos duomenų tvarkymo skaitinis pavyzdys

KTК vertinti buvo nustatyti 6 kriterijų, susietų su kelionės kaina (C grupės kriterijai) (2.4 pav.), svariai. Keleiviams buvo įteikta rodiklių porinio lyginimo anкета. Užpildytas lyginimo matricos pavyzdys pateiktas 3.2 lentelėje.

3.2. lentelė. Ketvirto respondento (keleivio) kriterijų, susietų su kelionės kaina, porinio lyginimo pavyzdys

Table 3.2. An example of the 4th respondent's pairwise comparison of the criteria, describing ticket price

Kriterijaus numeris	1	2	3	4	5	6
1	1	7	7	3	1	3
2	1/7	1	3	1	1/5	1
3	1/7	1/3	1	1/3	1/9	1/5
4	1/3	1	3	1	1/5	1/3
5	1	5	9	5	1	7
6	1/3	1	5	3	1/7	1

Reikia surasti tikrinį vektorių. Naudojamas ketvirtasis būdas, kurio skaičiavimo seka tokia: anketos kiekvienos eilutės elementai sudauginami ir gauti rezultatai surašomi eilute; iš kiekvieno gautos eilutės elemento ištraukiama m -ojo laipsnio šaknis; sudedami šios eilutės elementai; kiekvienas elementas dalijamas iš gautos sumos. Naudojant bent kurį iš šių keturių būdų idealios matricos atveju gaunamas vienas ir tas pats tikslus rezultatas (Шикин, Чхартишвили 2000).

Iš 3.2 lentelės duomenų surandamas tikrinis vektorius taikant 4 skaičiavimo būdą. Tikrinio vektoriaus skaičiavimo eiga ir kiekvieno skaičiavimo žingsnio rezultatai pateikti 3.3 lentelėje.

Dabar reikia surasti didžiausią tikrinę šios matricos reikšmę $\lambda_{\max}$.

Matrica A dauginama iš tikrinio vektoriaus ω (4 žingsnis):

$$A\omega = \begin{pmatrix} \frac{\omega_1}{\omega_1} & \frac{\omega_1}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_1}{\omega_m} \\ \frac{\omega_2}{\omega_1} & \frac{\omega_2}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_2}{\omega_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\omega_m}{\omega_1} & \frac{\omega_m}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_m}{\omega_m} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_m \end{pmatrix} = \lambda \omega. \quad (3.7)$$

Sudauginami 3.2 lentelės pirmos eilutės elementai iš tikrinio vektoriaus ω :

$$1 \cdot 0,3178 + 7 \cdot 0,0765 + 7 \cdot 0,0306 + 3 \cdot 0,0733 + 1 \cdot 0,3929 + 3 \cdot 0,1089 = 2,0071.$$

Padalijus surastos eilutės pirmą elementą iš atitinkamo (pirmo) pradinės-dauginamosios (4 žingsnis) eilutės elemento, gaunama: $\frac{2,0071}{0,3178} = 6,3160$.

Surandamas jų aritmetinis vidurkis. Gaunama: $\frac{1}{6}(6,3160 + 6,2047 + 6,2512 + 6,3056 + 6,3572 + 6,6166) = 6,3419$.

Gaunama, kad didžiausia tikrinė reikšmė $\lambda_{\max} = 6,34$.

Žinoma, kad atvirkštinės simetrinės m eilės matricos didžiausia tikrinė reikšmė $\lambda_{\max} \geq m$. Šiuo atveju lyginimo matricos eilė arba lyginamų kriterijų skaičius $m = 6$. Tuo pačiu $6,34 > 6$. Sąlyga yra tenkinama.

Dabar jau labai lengva apskaičiuoti suderinamumo indeksą, kuris apibrėžiamas taip:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}; \quad (3.8)$$

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1} = \frac{6,3419 - 6}{6 - 1} = 0,0684.$$

Matricos suderinamumas tuo geresnis, kuo mažesnė $C.I.$ reikšmė. Idealiu atveju $C.I. = 0$.

3.3 lentelė. Tikrinio vektoriaus skaičiavimo eiga ir kiekvieno skaičiavimo žingsnio rezultatai
Table 3.3. Steps of eigenvector's calculation and the results obtained in each step

Tikrinės reikšmės vektoriaus skačiavimo rezultatai	Vertinimo rodiklio (kriterijaus) numeris						Žingsnis
	1	2	3	4	5	6	
	Tikrinės reikšmės vektoriaus skačiavimo rezultatai						
1	2	3	4	5	6	7	8
1-as žingsnis	ω''_1	ω''_2	ω''_3	ω''_4	ω''_5	ω''_6	
Kiekvienos eilutės elementus sudauginame $\omega''_i = \prod_{j=1}^6 a_{ij}$							
ir gautus rezultatus surašome eilute							
Sudauginame 3.2 lentelės pirmos eilutės elementus							
3.2 lentelės pirmos, antros, trečios, ..., šeštos eilutės elementų sandauga tokia:	$\omega''_1 = 1 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 3 = 441$						
2-as žingsnis	441	0,0857	0,0004	0,0667	1575	0,7143	1-ojo žingsnio rezultatai
	ω'_1	ω'_2	ω'_3	ω'_4	ω'_5	ω'_6	
Iš kiekvieno gautos eilutės elemento ištraukiame m -ojo laipsnio šaknį (lyginamų rodiklių skaičius $m = 6$, todėl traukiame 6-ojo laipsnio šaknį)							
$\omega'_j = \sqrt[6]{\prod_{j=1}^6 a_{ij}}$							
Iš gautos eilutės pirmojo elemento ištraukiame 6-ojo laipsnio šaknį:	$\omega'_1 = \sqrt[6]{441} \approx 2,7589$						
Iš gautos eilutės pirmo, antro, trečio, ..., šešto elementų ištraukiame 6-ojo laipsnio šaknį:	2,7589	0,6640	0,2658	0,6368	3,4110	0,9455	2-ojo žingsnio rezultatai

3.3 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8
3-ias žingsnis							
Sudedame šios eilutės elementus							
$\sum_{i=1}^m \omega'_i = \sum_{i=1}^6 \sqrt[6]{\prod_{j=1}^6 a_{ij}} :$							
2,7589 + 0,6640 + 0,2658 + 0,6368 + 3,4110 + 0,9455 = 8,6820							
3-iojo žingsnio rezultatai							
4-as žingsnis							
$\omega_i = \frac{\sqrt[6]{\prod_{j=1}^6 a_{ij}}}{\sum_{i=1}^6 \sqrt[6]{\prod_{j=1}^6 a_{ij}}}$							
Kiekvieną šios eilutės elementą dalijame iš gautos sumos							
Pirmą šios eilutės elementą dalijame iš gautos sumos:							
$\omega_1 = \frac{2,7589}{8,6820} = 0,3178, \dots, \omega_6 = \frac{0,9455}{8,6820} = 0,1089$							
4-ojo žingsnio rezultatai (tikrinės reikšmės vektorius)							
$\sum_{i=1}^6 \omega_i = 1,0000$							
Padaliję pirmą, antrą, trečią, ..., šeštą šios eilutės elementą iš gautos sumos, gauname:							
0,3178 0,0765 0,0306 0,0733 0,3929 0,1089							

Matricos suderinamumo indekso $C.I.$ ir atsitiktinio indekso vidurkio $R.I.$, imamo iš lentelės (Saaty 1980), santykis vadinamas suderinamumo santykiu $C.R.$, rodančiu matricos suderinamumo laipsnį:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}; \quad (3.9)$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0,0684}{1,24} = 0,0551.$$

Matrica bus suderinta, jeigu santykio $C.R.$ reikšmė mažesnė arba lygi 0,1. Kadangi $0,0551 < 0,1$, matrica yra suderinta.

3.1.4. Grupės respondentų ir ekspertų nuomonių suderinamumas

TKVKGK rodo atskiri kriterijai, kurių svarba nėra vienoda. Kriterijų, turinčių skirtingus mato vienetus ir bedimensius kriterijus, galima lyginti nustatant jų svarbą (reikšmingumą) taikant ekspertų metodus. Ekspertinių vertinimų metodo esmė ta, kad jis leidžia racionaliai organizuoti ekspertų atliekamą problemos su kiekybinio nuomonių įvertinimu ir jų rezultatų apdorojimu analizę. Apibendrinta ekspertų grupės nuomonė imama kaip problemos sprendinys (sprendimo rezultatas). Jei reikia priimti sprendimą ekspertų vertinimų pagrindu, būtina įvertinti ekspertų nuomonių suderinamumo laipsnį. Labai svarbu nustatyti ekspertų nuomonių suderinamumą, taikant daugiakriterių vertinimų metodus (Завадская 1987; Podvezko 2005; Saaty 1980b; Maskeliūnaitė *et al.* 2009a; Brauers *et al.* 2008). Ekspertų nuomonių suderinamumą rodo konkordancijos koeficientas.

Kendalo (1970) konkordancijos koeficiento idėja susieta su kiekvieno rodiklio (kriterijaus) rangų suma R_j visų respondentų ar ekspertų atžvilgiu:

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, m), \quad (3.10)$$

tiksliau, su dydžių R_j nuokrypiu nuo bendro vidurkio $\bar{R}$ kvadratų suma S (dispersijos analogas):

$$S = \sum_{j=1}^m (R_j - \bar{R})^2. \quad (3.11)$$

Vidutinis kiekvieno kriterijaus rangas $\bar{R}$ gaunamas jam suteiktų rangų sumą dalijant iš kriterijų skaičiaus:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^m R_j}{m} \text{ arba } \bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_{ij}}{m} = \frac{n(m+1)}{2}, \quad (3.12)$$

čia: R_{ij} – i -ojo respondento (eksperto) j -ajam kriterijui suteiktas rangas, n – respondentų (ekspertų) skaičius ($i = 1, 2, \dots, n$) m – kriterijų skaičius ($j = 1, 2, \dots, m$).

Jei S yra reali kvadratų suma, apskaičiuota pagal (3.11) formulę, tai konkordancijos koeficientas W , kai nėra susietų rangų, apibūdinamas gautos S ir atitinkamos didžiausios $S_{\max}$ santykiu (Kendall 1970; Евланов 1984):

$$W = \frac{12S}{n^2 m(m^2 - 1)} = \frac{12S}{n^2 (m^3 - m)}. \quad (3.13)$$

Jei respondentų ar ekspertų nuomonės suderintos, konkordancijos koeficiento W reikšmė yra arti vienetui, jei vertinimai labai skiriasi – W reikšmė yra arti nulio.

Kiekvieno kriterijaus rangų R_{ij} nuokrypių nuo vidutinio rango kvadratų sumą S patogiau skaičiuoti pagal formulę:

$$S = \sum_{j=1}^m \left[\sum_{i=1}^n R_{ij} - \frac{1}{2} n(m+1) \right]^2, \quad (3.14)$$

čia: m – kriterijų skaičius ($j = 1, 2, \dots, m$); n – respondentų (ekspertų) skaičius ($i = 1, 2, \dots, n$).

Atsitiktinio dydžio S vertė skaičiuojama sudėjus visiems kriterijams nustatytas vertes.

Konkordancijos koeficientas gali būti taikomas praktikoje, jei nustatyta jo ribinė reikšmė, kada ekspertų vertinimus dar galima laikyti suderintais. M. Kendall įrodė (Кендэл 1975), kad jeigu objektų (kriterijų) skaičius $m > 7$, konkordancijos koeficiento reikšmingumas gali būti nustatytas naudojant χ^2 (chi-kvadrat) Pirsono kriterijų.

Atsitiktinis dydis

$$\chi^2 = Wn(m-1) = \frac{12S}{nm(m+1)}, \quad (3.15)$$

pasiskirstęs pagal χ^2 skirstinį su $v = m - 1$ laisvės laipsniu. Pagal pasirinktą reikšmingumą lygmenį α (praktikoje α reikšmė imama 0,05 arba dar griežtesnė 0,01) iš χ^2 skirstinio lentelės su $v = m - 1$ laisvės laipsniu randama kritinė reikšmė $\chi_{kr}^2 = \chi_{v,\alpha}^2$. Jei apskaičiuota pagal (3.15) formulę χ^2 reikšmė didesnė už χ_{kr}^2 , tai rodo, kad ekspertų (respondentų) vertinimai suderinti (Čekanavičius, Murauskas 2004).

Kada lyginamų rodiklių (kriterijų) skaičius m yra nuo 3 iki 7, skirstinį χ^2 reikia taikyti atsargiai, nes skirstinio kritinė χ_{kr}^2 vertė gali būti didesnė už apskaičiuotą, nors ekspertų nuomonių suderinamumo lygis yra dar pakankamas. Tokiu atveju galima taikyti konkordancijos koeficiento tikimybinės lentelės arba kritinių reikšmių S lentelės (su $3 \leq m \leq 7$) (Podvezko 2005).

Mažiausia konkordancijos koeficiento $W_{\min}$ (Кремеп 2003) reikšmė, kuriai esant galima teigti, kad visų n respondentų ar ekspertų nuomonės apie iš m lyginamų kriterijų sudaryto tiriamojo objekto kokybę su nustatytuoju (reikiamu) svarbumo lygmeniu α ir laisvės laipsniu $\nu = m - 1$ yra suderintos, galima apskaičiuoti taikant šią formulę:

$$W_{\min} = \frac{\chi_{\alpha, \nu}^2}{n(m-1)}, \quad (3.16)$$

čia: $\chi_{\alpha, \nu}^2$ – kritinė Pirsono statistika, kurios vertė randama lentelėje (Montgomery 2008), imant laisvės laipsnį $\nu = m - 1$ ir reikšmingumo lygmenį α .

Kai objekto kokybė vertinama adityviniu matematiniu modeliu, pagal kurį apskaičiuojamas jo KKVR, leidžiantis vienu skaičiumi nustatyti jo kokybę ir ją lyginti su analogiškais kitais objektais, tai šiam tikslui patogiau naudoti ne kriterijų vidutinius rangus $\bar{R}_j$, kurie nerodo, kiek vienas už kitą rangai svarbesni, bet jų svarbumo rodiklius Z_j .

Ekspertų vertinamo objekto kokybės kriterijų svarbumas juos normalizuojant (jų sumą prilyginant vienetui) gali būti nustatomas skaičiuojant kiekvieno kriterijaus svarbumo rodiklį Z_j pagal formulę (Sivilevičius 2011b):

$$Z_j = \frac{(m+1) - \bar{R}_j}{\sum_{j=1}^m \bar{R}_j}, \quad (3.17)$$

čia: m – objekto kokybę (savybes) rodančių kriterijų (rodiklių) skaičius; $\bar{R}_j$ – j -ojo kriterijaus vidutinis rangas, apskaičiuotas pagal (3.12) formulę.

3.1.5. Respondentų (keleivių) nuomonių suderinamumo skaitinis pavyzdys

Konkordancijos koeficientui skaičiuoti tinka tik respondentų ar ekspertų rodiklių rangavimas. Jei respondentų ar ekspertų vertinimai buvo bet kokio kitokio pavidalo, juos reikia ranguoti. Rangavimas yra procedūra, kai pačiam svarbiausiam rodikliui suteikiamas rangas, lygus vienetui, antram pagal svarbumą – rangas du ir t. t.

Kriterijų, susietų su kelionės kaina (kriterijų grupė C), svarbos rangavimas, dešimties respondentų nuomone, pateiktas 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Kriterijų, susietų su kelionės kaina, svarbos rangavimas pagal respondentų nuomonę

Table 3.4. Ranking of ticket price-related criteria in respondent questionnaires

Kriterijus	Respondentas										Rangų suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	1	2	1	1	3	1	3	4	18
2	3	5	2	4	4	5,5	3	2	4,5	3	36
3	4	6	4,5	6	6	5,5	6	4	6	6	54
4	5	3	4,5	5	4	3	3	5	2	2	36,5
5	2	2	6	1	2	2	3	3	1	1	23
6	6	4	3	3	4	4	3	6	4,5	5	42,5
Suma	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	210

Kriterijų, susietų su kelionės kaina, svarbos rangavimo, ketvirtojo respondento (keleivio) nuomone, pavyzdys pateiktas 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Kriterijų, susietų su kelionės kaina, svarbos rangavimas pagal ketvirtojo respondento (keleivio) nuomonę

Table 3.5. The ranks assigned by respondent (passenger) No 4 to the criteria describing ticket price according to their significance

Kriterijus	Kriterijaus svoris	Rangas
1	0,3178	2
2	0,0765	4
3	0,0306	6
4	0,0733	5
5	0,3929	1
6	0,1089	3
Suma	1,0000	21

Visų kriterijų bendra rangų suma yra $\sum_{j=1}^m R_j = 210$ (paskutinių 3.4 lentelės elementų suma). Kriterijų rangų vidurkis $\bar{R} = 35$, apskaičiuotas pagal (3.12) formulę arba skaičiuojant kitaip, $\bar{R} = 210 / 6 = 35$. Kvadratų nuokrypių suma yra $S = 853,5$.

Kriterijų, susietų su kelionės kaina, grupės respondentų (dešimties keleivių) konkordancijos koeficientas W , apskaičiuotas pagal (3.13) formulę, yra $W = 0,49$.

Naudojant 3.4 lentelės duomenis ir skaičiuojant pagal (3.15) formulę, gaunama $\chi^2 = 24,39$. Apskaičiuotas $\chi^2 = 24,39$, o kritinė $\chi^2_{\alpha, \nu}$ reikšmė, paimta iš

skirstinio lentelės su $v = 6 - 1 = 5$ laisvės laipsniu ir reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,050$, yra 11,07. Empirinė reikšmė $\chi^2 = 24,39$ yra didesnė už kritinę, todėl respondentų nuomonės gerai suderintos.

Mažiausia konkordancijos koeficiento $W_{\min}$ vertė yra apskaičiuojama pagal (3.16) formulę (Айвазян, Мхитарян 2001), kuriai esant su reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,050$ ir laisvės laipsnių skaičiumi $v = m - 1 = 6 - 1 = 5$ galima teigti, kad respondentų nuomonės suderintos: $W_{\min} = 0,22 < 0,49$. Anketų A, B, C, D (2.4 pav.) grupių kriterijų ir respondentų bei ekspertų kategorijų (10 keleivių, 11 traikinį aptarnaujančio personalo ir 3 administracijos darbuotojų) konkordancijos koeficiento W , kritinės reikšmės $\chi^2_{\alpha, v}$ (paimtos iš skirstinio lentelės su atitinkamu laisvės laipsniu ir reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,050$) ir mažiausio konkordancijos koeficiento $W_{\min}$ reikšmės pateiktos 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Anketų A, B, C, D grupių kriterijų, respondentų (K) ir ekspertų (P, A) kategorijų konkordancijos koeficiento W , apskaičiuotos χ^2 vertės ir konkordancijos koeficiento $W_{\min}$ reikšmės

Table 3.6. The value of the concordance coefficient W , the calculated value χ^2 and the lowest value of the concordance coefficient $W_{\min}$ for the criteria of the groups A, B, C, D, obtained in the questionnaires elicited from respondents (K) and experts (P, A)

Respondentų ar ekspertų kategorija*	Kategorijų grupės											
	A			B			C			D		
	Reikšmė											
	<i>W</i>	χ^2	<i>W</i> _{min}	<i>W</i>	χ^2	<i>W</i> _{min}	<i>W</i>	χ^2	<i>W</i> _{min}	<i>W</i>	χ^2	<i>W</i> _{min}
K	0,33	49,03	0,17	0,38	68,49	0,16	0,49	24,39	0,22	0,45	31,75	0,20
P	0,21	35,10	0,15	0,36	71,54	0,15	0,42	22,84	0,20	0,47	36,05	0,18
A	0,73	32,77	0,56	0,82	44,49	0,53	0,83	12,52	0,74	0,49	10,39	0,67
	25,00			28,87			11,07			14,07		

* Respondentų ir ekspertų kategorijų žymenys: K – keleiviai, P – traikinį aptarnaujantis personalas, A – administracijos darbuotojai

Iš lentelės matyti, kad A (administracijos darbuotojų) kategorijos ekspertų nuomonės dėl D grupės kriterijų svarbos yra nesuderintos (3.3.d pav. ir 3.6 lentelė), nes apskaičiuotas $\chi^2 = 10,39$, o kritinė $\chi^2_{\alpha, v}$ reikšmė, paimta iš skirstinio lentelės su $v = 8 - 1 = 7$ laisvės laipsniu ir reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,050$, yra 14,07. Empirinė reikšmė $\chi^2 = 10,39$ yra mažesnė už kritinę $\chi^2_{\alpha, v} = 14,07$, todėl ekspertų nuomonės nesuderintos. Mažiausio konkordancijos koeficiento reikšmė $W_{\min} = 0,67$ yra didesnė už konkordancijos koeficientą $W = 0,49$.

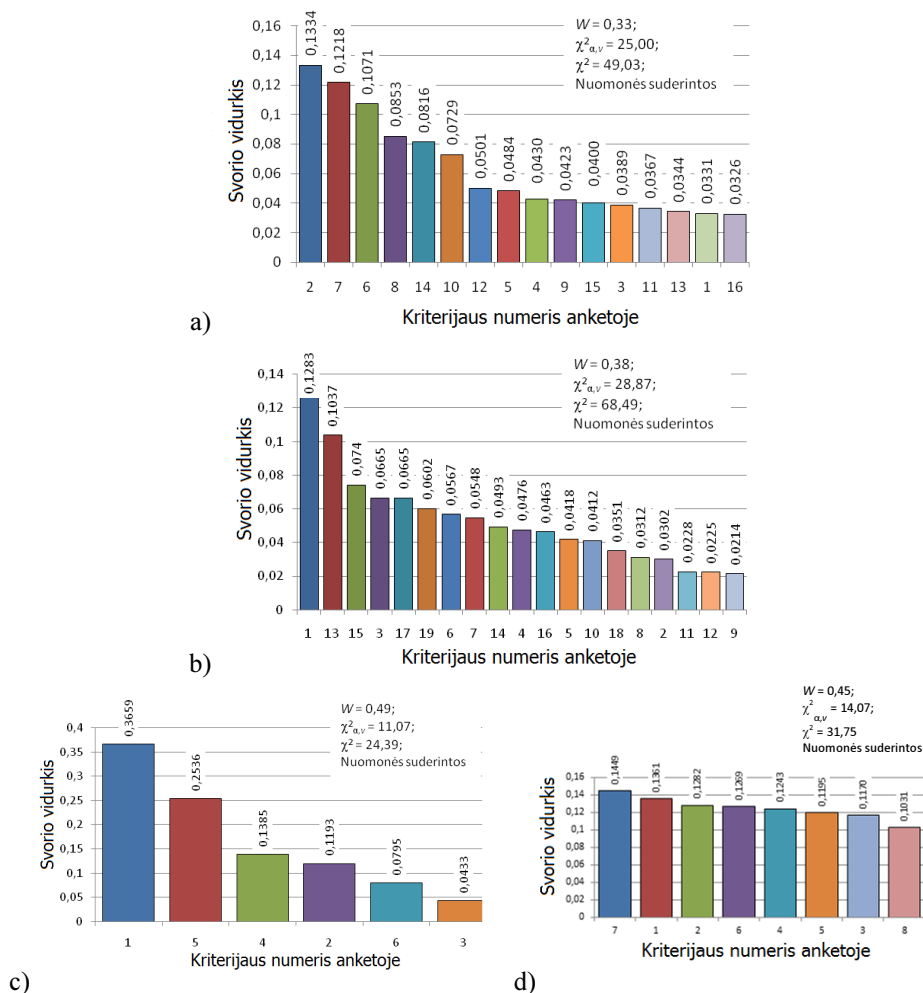
3.2. Respondentų ir ekspertų anketų analizė

Skyriuje pateikta keleivių, traukinį aptarnaujančio personalo ir AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos administracijos darbuotojų nuomonių lyginamoji kriterijų svarbos analizė. Kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal keleivių nuomonę pateiktas B priede, traukinį aptarnaujančio personalo – C priede, o AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos administracijos darbuotojų – D priede.

3.2.1. Keleivių nuomonė apie kriterijų svarbą

Tyrimas parodė, kad keleivių nuomonė gerai suderinta. Kriterijų grupės A1–16 svarbos, keleivių nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.1 paveiksle. Matyti, kad keleiviams labai svarbūs yra (2.4 ir 3.1a pav.) A2, A7 ir A6, o nesvarbūs A13, A1 ir A16 kriterijai. Manoma, kad keleiviams A2 kriterijus yra svarbus dėl to, kad nuo jo priklauso kelionės trukmė (kada bus pasiektas kelionės tikslas). A7 ir A6 kriterijai lemia kelionės patogumą. Tikėtina, kad keleiviams nesvarbus yra A13 kriterijus, nes sklindantys garsai malonūs ne visiems keleiviams: nepatinkanti ar per garsiai skambanti muzika gali erzinti. Kai kurie keleiviai nori ilsėtis, skaityti knygą. Tai, kad keleiviams nesvarbus A1 kriterijus, šiek tiek mums netikėtas rezultatas, tačiau keleiviai, matyt, yra įpratę prie traukinio judėjimo netolygumo, todėl priima tai kaip savaime suprantamą ir neišvengiamą reiškinį.

Iš diagramos (3.1b pav.) matyti, kad keleiviams labai svarbūs B1, B13 ir B15 kriterijai. Visiškai nesvarbūs yra B11, B12 ir B9 kriterijai. Labai svarbu, kad traukiniai vyktų pagal numatytą grafiką. Vėluojant traukiniui gali žlugti tolesni keleivio planai (gali pavėluoti į kitą traukinį, lėktuvą ir t. t.). B13 kriterijus svarbus, nes kelionės metu keleivis gali prarasti savo daiktus ir dokumentus, o tai suteiktų jam papildomų rūpesčių, sugadintų nuotaiką. Jeigu vizas būtų galima įsigyti pasienio punkte (B15 kriterijus) (2.4 pav.), būtų išspręsta keleivių iš traukinio išlaipinimo pasienio stotyje problema. Pavyzdžiui, iš Lietuvos į Rusiją vykstantis keleivis ir neturintis Baltarusijos tranzitinės vizos iš traukinio Baltarusijos pasienio punkte yra išlaipinamas ir grąžinamas atgal, į Lietuvą. Keleivis priverstas nutraukti kelionę ir keisti savo planus, sugadinta jo nuotaika. Taigi, pirkti vizą pasienio punkte būtų labai patogu. Keleiviams nesvarbus B11 kriterijus, nes suvenyrų galima nusipirkti mieste arba geležinkelio stotyje. Buvo minėta, kad ne visada ir ne visiems norisi klausytis muzikos traukinyje. Informaciją apie kelionę keleiviui visada gali suteikti vagono palydovas arba traukinio viršininkas, galbūt todėl keleiviams nesvarbus yra B12 kriterijus. Manoma, kad B9 kriterijus nėra populiarus dėl to, kad daugelį keleivių pasitinka atvykimo stotyje arba jis taksu gali iškviesti pats. Keleiviui, kuriam reikia važiuoti toliau, važiuoti taksi yra brangu ir dėl to jis renkasi kitą transporto priemonę.



3.1 pav. Kriterijų, susietų su: a – traukinio elementų ir geležinkelio kelio technine būkle (A grupė), b – kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija (B grupė), c – kelionės kaina (C grupė), d – kelionės traukiniu saugumu (D grupė), svarbos, keleivių (K kategorija) nuomone, stulpelinė diagrama

Fig. 3.1. The data on the evaluation of the significance of the grouped criteria describing the quality of passenger transportation by rail elicited from the passengers of the train (respondents of category K): a – the technical state of the train parts and the railway (group A); b – denotes the organization and technology of railway trip (group); c – the ticket price (group C); d – railway trip safety (group D)

Iš stulpelinės diagramos (3.1c pav.), kurioje pavaizduota C1-6 kriterijų grupės svarba keleivių nuomone, matyti, kad keleiviams svarbūs C1, C5 ir C4 kriterijai

(2.4 pav.). Keleiviams nesvarbūs C2, C6 ir C3 kriterijai. Manoma, kad keleiviams svarbūs C1, C5 ir C4 kriterijai, nes jie sudaro didžiąją kelionės išlaidų dalį. C1 kriterijus yra aktualus dažnai, pavyzdžiui, verslo reikalais traukiniu keliaujantiems keleiviams. C2 kriterijus nėra toks svarbus, nes ne visi keleiviai kelionės metu apsilanko restorano vagonė. C6 kriterijus taip pat nesvarbus, nes bilietai į šį vagoną brangūs. Dauguma keleivių renkasi pigesnius žemesnės klasės vagonus. Laikraščių ir žurnalų kaina (C3 kriterijus) traukinyje yra tokia pati kaip ir spaudos kioskuose. Kai kurie dienraščiai duodami keleiviams nemokamai. Be to, dažnas į kelionę pasiima knygą, todėl traukinyje gali išsiversti be spaudos.

Iš stulpelinės diagramos (3.1d pav.), kurioje pavaizduota D1-8 kriterijų grupės svarba keleivių nuomone, matyti, kad keleiviams svarbūs D7, D1 ir D2 kriterijai (2.4 pav.). Keleiviams nesvarbūs D5, D3 ir D8 kriterijai. Manoma, kad keleiviams svarbus D7 kriterijus, nes rankiniais stabdžiais, kai neveikia automatiniai stabdžiai, galima sustabdyti traukinį. Stabdu traukinys stabdomas, pavyzdžiui, gaisro atveju, suveikus ašidėžių perkaičio signalizacijai ir kt. D1 kriterijus užtikrina priešgaisrinę saugą. Traukinyje pasitaiko nudegimų, susižeidimų atvejų. Todėl manoma, kad D2 kriterijus svarbus keleiviams. Ne visi turi savo medikamentų. Tai, kad keleiviams nelabai svarbūs D5, D3 ir D8 kriterijai, rezultatai šiek tiek netikėti. D5 kriterijus užtikrina saugų keleivių evakavimą gaisro ar kitu nenumatytu ir keleivių sveikatai ar gyvybei pavojingu atveju.

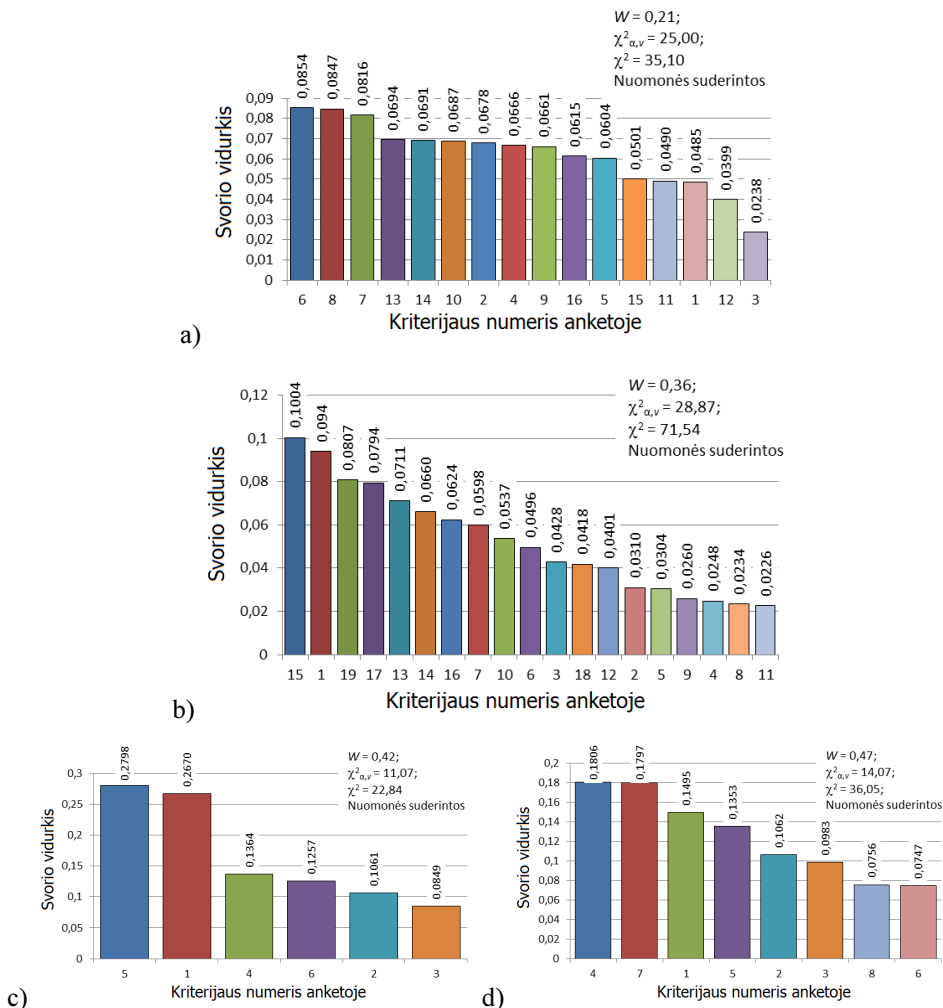
Galbūt keleiviai mano, jog esant būtinybei galima evakuotis pro duris ir langus, todėl avariniai išėjimai nėra svarbūs. Iš stulpelinės diagramos (3.1d pav.) matyti, kad keleiviai savimi pasitiki ir mano, jog rimtos medikų ar policijos pareigūnų pagalbos kelionėje neprireiks, kad visas kelionėje kilusias problemas gali išspręsti patys arba traukinį aptarnaujantis personalas. Įdomu tai, kad iš 10 anketas teisingai užpildžiusių keleivių, 7 vyrai ir tik 3 moterys. Galbūt tai lėmė tokius rezultatus – vyrai nenoriai lankosi pas medikus ir nenori turėti reikalų su policijos pareigūnais.

3.2.2. Traukinį aptarnaujančio personalo nuomonė apie kriterijų svarbą

Tyrimui buvo panaudotos tos pačios struktūros anketos (2.4 pav.). Tyrimas parodė, kad traukinį aptarnaujančio personalo nuomonė gerai suderinta (3.2 pav.).

Kriterijų grupės A1-16 svarbos, traukinį aptarnaujančio personalo nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.2a paveiksle. Iš stulpelinės diagramos matyti, kad traukinį aptarnaujantis personalas aukščiausius rangus skyrė A6, A8 ir A7, o žemiausius – A1, A12 ir A3 kriterijams (2.4 ir 3.2a pav.). Manoma, jog traukinį aptarnaujančio personalo darbuotojai nesugebėjo atsiriboti nuo savo darbo ypatumų ir vertinti kriterijus keleivio požiūriu. Jiems svarbu kelionės patogumas, kuris priklauso nuo A6, A8 ir A7 kriterijų, tačiau visiškai nesvarbus A1 kriteri-

jus, turintis įtakos traukinio greičiui (kelionės trukmei), nes jie yra savo darbo vietoje (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2009b).



3.2 pav. Kriterijų, susietų su: a – traukinio elementų ir geležinkelio kelio technine būkle (A grupė), b – kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija (B grupė), c – kelionės kaina (C grupė), d – kelionės traukiniu saugumu (D grupė), svarbos, traukini aptarnaujančio personalo (P kategorija) nuomone, stulpelinė diagrama

Fig. 3.2. The data on the evaluation of the significance of the grouped criteria describing the quality of passenger transportation by rail elicited from the administration staff (category of experts P): a – the technical state of the train parts and the railway (group A); b – denotes the organization and technology of railway trip (group B); c – the ticket price (group C); d – railway trip safety (group D)

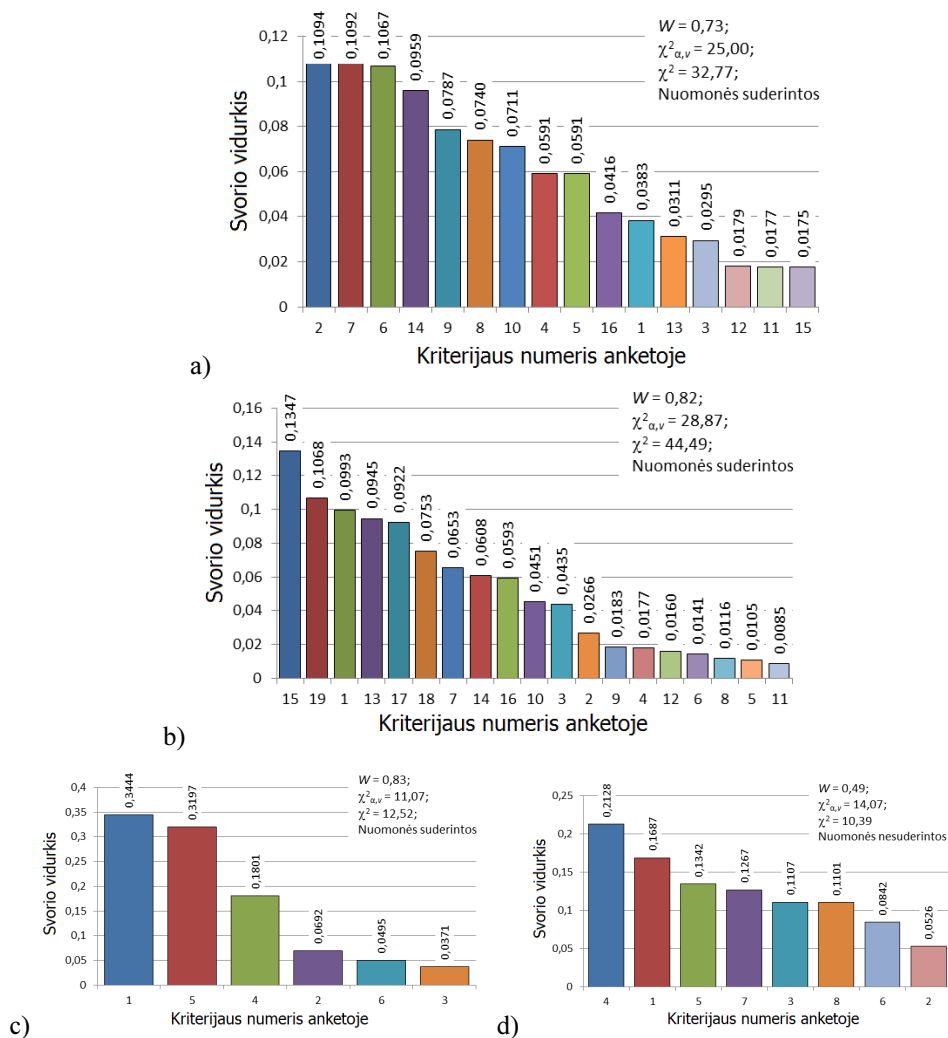
Kriterijų grupės B1-19 svarbos, traukinį aptarnaujančio personalo nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.2b paveiksle. Iš diagramos matyti, kad traukinį aptarnaujančiam personalui yra svarbūs B15, B1 ir B19 kriterijai, o B4, B8 ir B11 kriterijai yra nereikšmingi (2.4 ir 3.2b pav.). Manoma, kad B15 ir B1 kriterijai traukinį aptarnaujančio personalo darbuotojams svarbūs dėl to, kad jiems dažnai tenka stebėti, kaip pasienio punkte iš traukinio yra išlaipinami keleiviai, kurių dokumentai neatitinka nustatytų reikalavimų. Keleivis priverstas nutraukti kelionę: sugadinta jo nuotaika, jis turi keisti savo planus. Daug nepatogumų keleiviai patiria ir vėluojant traukiniui. B19 kriterijus yra svarbus traukinį aptarnaujančio personalo darbuotojams, nes muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencija, objektyvumas ir bendravimo kultūra yra tarsi šalies, kuriai jie atstovauja, vizitinė kortelė. Šie pareigūnai pirmieji reprezentuoja savo šalį. Traukinį aptarnaujantiems darbuotojams nesvarbūs yra B4, B8, B11 kriterijai. Manoma, kad tai yra darbo ypatumų įtaka, nes būtent palydovai yra šių paslaugų vykdytojai arba kriterijus visiškai neturi įtakos paties darbuotojo patogumui, pavyzdžiui, B8 kriterijus (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2009b).

Kriterijų grupės C1-6 svarbos, traukinį aptarnaujančio personalo nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.2c paveiksle. Matyti (2.4 ir 3.2c pav.), kad traukinį aptarnaujantiems darbuotojams svarbūs C5, C1 ir C4 kriterijai, nes jie sudaro didžiąją keleivio kelionės išlaidų dalį. Visiškai nesvarbūs yra C6, C2 ir C3 kriterijai.

Kriterijų grupės D1-8 svarbos nustatymo, traukinį aptarnaujančio personalo nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.2d paveiksle. Manoma (2.4 ir 3.2d pav.), kad traukinį aptarnaujantiems darbuotojams svarbūs D4, D7 ir D1 kriterijai todėl, kad jie, kaip šios srities specialistai, įvertino šių kriterijų svarbumą kelionės saugumui. Visiškai nesvarbūs yra D3, D8 ir D6 kriterijai, nes gedimus, įvykusius kelionės metu, šalina traukinio mechanikas elektrikas ir jie didelės reikšmės kelionės saugumui neturi, todėl traukinį aptarnaujantis personalas vertindamas neteikia jiems didelės reikšmės (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2009b). Prireikus nėra keblumų į traukinį iškviesti greitąją medicinos pagalbą ar policijos pareigūnus.

3.2.3. Administracijos darbuotojų nuomonė apie kriterijų svarbą

Buvo nustatyta A, B, C ir D grupių kriterijų (2.4 pav. ir 3.3 pav.) svarba AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos administracijos darbuotojų nuomone. Tyrimas parodė, kad administracijos darbuotojų nuomonės dėl A, B ir C grupių kriterijų gerai suderintos (3.3a, b, c pav.), nesuderintos nuomonės dėl D grupės kriterijų svarbos (3.3d pav.).



3.3 pav. Kriterijų, susietų su: a – traukinio elementų ir geležinkelio kelio technine būkle (A grupė), b – kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija (B grupė), c – kelionės kaina (C grupė), d – kelionės traukiniu saugumu (D grupė), svarbos, administracijos darbuotojų (kategorija A) nuomone, stulpelinė diagrama

Fig. 3.3. The data on the evaluation of the significance of the grouped criteria describing the quality of passenger transportation by rail elicited from the administration staff (category of experts A): a – the technical state of the train parts and the railway (group A); b – denotes the organization and technology of railway trip (group B); c – the ticket price (group C); d – railway trip safety (group D)

Kriterijų grupės A1–16 svarbos, administracijos darbuotojų nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.3a paveiksle. Matyti, kad administracijos darbuotojams svarbūs A2, A7, A6 kriterijai, nuo kurių labai priklauso keleivių vežimo geležinkeliais kokybė. Kaip neesminius dalykus administracijos darbuotojai įvertino A12, A11 ir A15 kriterijus. Kadangi tarptautinių maršrutų traukiniuose yra rūkyti skirtos vietos, keleiviui leidžiama nemokamai vežti išardytą (nuimtais ratais) ir supakuotą dviratį, o minkštuosiuose dviviečių kupė vagonuose yra įrengti skubaus palydovo iškvietimo mygtukai, galbūt todėl administracijos darbuotojai neteikė šiems kriterijams reikšmės.

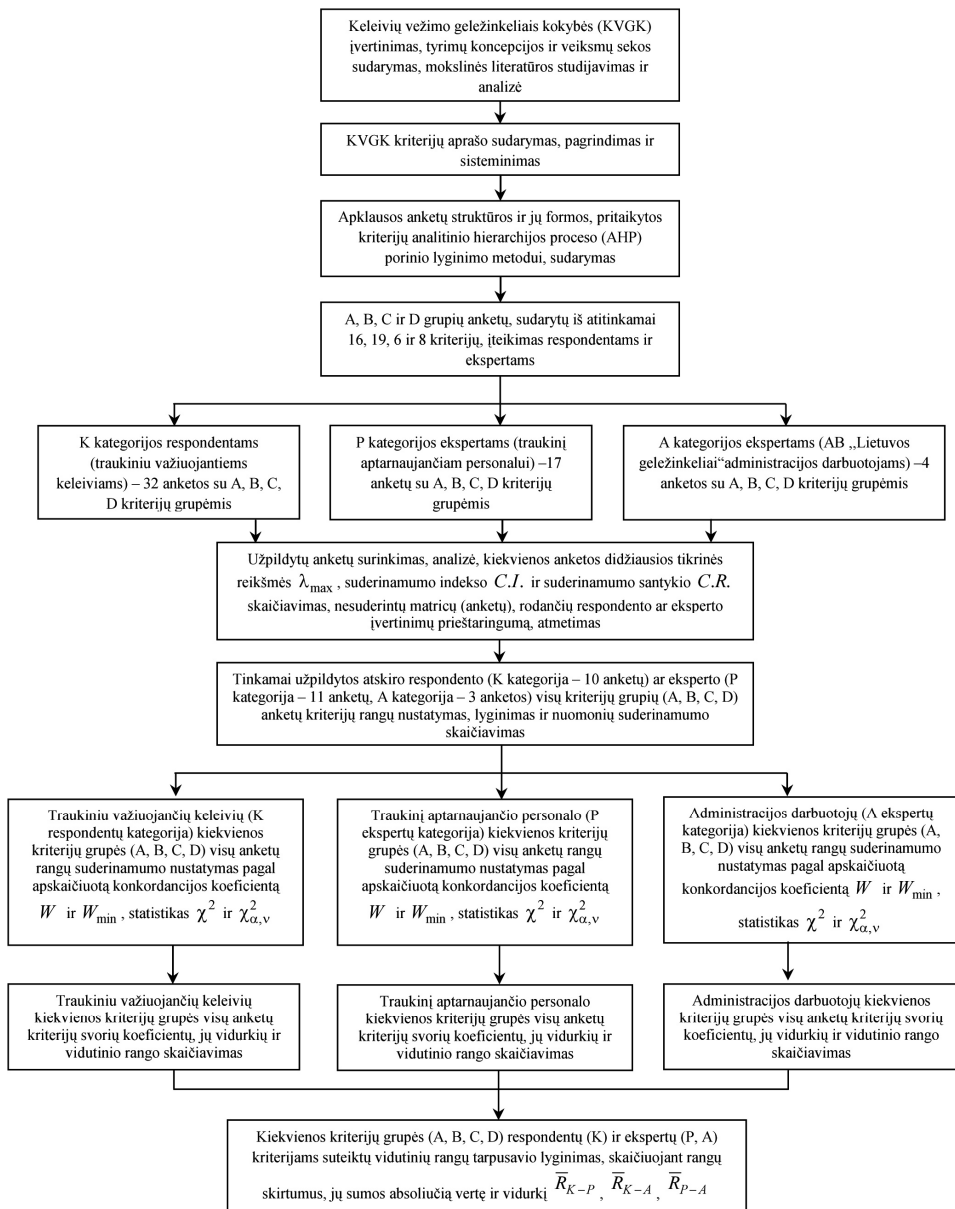
Administracijos darbuotojams svarbūs B15, B19, B1 kriterijai (2.4 ir 3.3b pav.). Šie ekspertai, kaip turintys patirtį specialistai, supranta, kad šie kriterijai yra svarbūs keleivių vežimų kokybei. Nereikšmingais ekspertai laiko B8, B5 ir B11 kriterijus.

Kriterijų grupės C1–16 svarbos, administracijos darbuotojų nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.3c paveiksle. Čia svarbiausi, administracijos darbuotojų nuomone, yra C1, C5, C4 (2.4 ir 3.3c pav.) kriterijai, lemiantys keleivio kelionės išlaidas, nesvarbūs, jų nuomone, yra C2, C6, C3 kriterijai.

Kriterijų grupės D1–8 svarbos nustatymo, administracijos darbuotojų nuomone, stulpelinė diagrama pavaizduota 3.3d paveiksle. Matyti, kad administracijos darbuotojams svarbūs D4, D1, D5 kriterijai, nuo kurių priklauso kelionės saugumas. Kaip neesminius dalykus administracijos darbuotojai įvertino D8, D6 ir D2 kriterijus, tačiau, kaip jau buvo minėta, administracijos darbuotojų nuomonės dėl D grupės kriterijų svarbos yra nesuderintos. Galbūt ekspertams kriterijams vertinti pritrūko kruopštumo, loginio mąstymo, o gal kompetencijos.

3.2.4. Trijų kategorijų tyrime dalyvavusių respondentų ir ekspertų lyginamoji nuomonių analizė

Susisteminus visus TKVKGK kriterijus (2.4 pav.), taikant AHP metodą buvo apklausti trijų kategorijų respondentai ir ekspertai: traukiniu važiuojantys keleiviai (K kategorija), traukinį aptarnaujantis personalas (P kategorija) ir administracijos darbuotojai (A kategorija). Pagal sudarytą algoritmą (3.4 pav.) respondentai ir ekspertai anketose tarpusavyje lygino kiekvienos grupės kriterijus, nustatydami vieno lygio hierarchijos rodiklių svorius (reikšmingumus) aukštesnio lygio atžvilgiu arba hierarchiškai nestrūktūrizuotų rodiklių atžvilgiu. Apskaičiuota kiekvienos anketos didžiausia tikrinė reikšmė $\lambda_{\max}$ (*largest eigenvalue*), suderinamumo indeksas *C.I.* (*consistency index*) ir suderinamumo santykis *C.R.* (*consistency ratio*). Anketos su prieštariniais vertinimais buvo atmestos.



3.4 pav. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybės (KVGK) tyrimo algoritmas

Fig. 3.4. The algorithm for evaluating the railway trip quality

Visų trijų tyrime dalyvavusių kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie A grupės j -ojo kriterijaus svarbą rodo vidutinis svorio koeficientas $\overline{Q}_{Aj}$, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\overline{Q}_{Aj} = \frac{\sum_{z=1}^3 Q_{Ajz}}{3} = \frac{Q_{AjK} + Q_{AjP} + Q_{AjA}}{3}, \quad (3.18)$$

čia: Q_{Ajz} – A kriterijų (anketų) grupei z -osios kategorijos respondentų (ekspertų) ($z = 1, \dots, N$) j -ajam kriterijui suteiktas svorio koeficientas, ($j = 1, \dots, m$); Q_{AjK} – keleivių suteiktas A kriterijų grupės j -ojo kriterijaus svoris; Q_{AjP} – traukinį aptarnaujančio personalo suteiktas A kriterijų grupės j -ojo kriterijaus svoris; Q_{AjA} – administracijos darbuotojų suteiktas A kriterijų grupės j -ojo kriterijaus svoris.

Kitų grupių (B, C, D) kriterijų vidutiniai svorio koeficientai $\overline{Q}_{Bj}$, $\overline{Q}_{Cj}$, $\overline{Q}_{Dj}$ buvo apskaičiuoti pagal analogiškas formules (3.7 lentelė).

Atlikus trijų kategorijų keleivių vežimų (kelionės traukiniu) vertintojų analizę, matyti, kad keleiviams ir administracijos darbuotojams svarbūs (2.4 ir 3.1a, 3.3a pav.) A2, A7, A6 kriterijai. Manoma, administracijos darbuotojų nuomonė sutapo su keleivių nuomone dėl to, kad jie nedirba traukinyje kaip traukinį aptarnaujantys darbuotojai, todėl jiems yra lengviau vertinti kriterijų svarbą iš keleivio pozicijos. Dėl neesminių kriterijų visų vertintojų nuomonės išsiskyrė (2.4 ir 3.1a, 3.2a, 3.3a pav.). Panašios tik keleivių ir traukinį aptarnaujančio personalo nuomonės dėl A1 ir traukinį aptarnaujančio personalo ir administracijos darbuotojų nuomonės dėl A12 kriterijų.

Labai artimos yra traukinį aptarnaujančio personalo ir administracijos darbuotojų nuomonės dėl B grupės kriterijų svarbumo (2.4 ir 3.2b, 3.3b pav.). Šiems vertintojams svarbūs B15, B19, B1 kriterijai. Ekspertai, kaip turintys patirtį specialistai, supranta šių kriterijų svarbą keleivių vežimų kokybei. Panašios ekspertų nuomonės ir dėl neesminių dalykų – B8 ir B11 kriterijų.

Visiškai sutampa keleivių ir administracijos darbuotojų nuomonės dėl visų C grupės kriterijų svarbumo, labai panaši yra ir traukinį aptarnaujančių darbuotojų nuomonė (2.4 ir 3.1c, 3.2c, 3.3c pav.).

Sutampa (2.4 ir 3.2d, 3.3d pav.) ekspertų nuomonė dėl D4 kriterijaus svarbumo. Kaip specialistai jie įvertina šio kriterijaus svarbą eismo saugumui. Dėl D1 kriterijaus labai panašios yra keleivių ir administracijos darbuotojų nuomonės (2.4 ir 3.1d, 3.3d pav.). Nedaug skiriasi visų trijų grupių vertintojų nuomonė dėl neesminių (jų nuomone) kriterijų – D3, D8 ir D6 (2.4 ir 3.1d, 3.2d, 3.3d pav.).

Taigi, atlikus išsamią trijų kategorijų vertintojų analizę dėl KVGKK kriterijų svarbumo, matyti (2.4 pav. ir 3.7 lentelė), kad respondentams ir ekspertams svarbiausi yra A7, A2 ir A6, B1, B15 ir B13, C1, C5 ir C4, D4, D1 ir D7 kriterijai.

3.7 lentelė. Respondentų ir ekspertų nuomonių suvestinė

Table 3.7. Summary table of respondents' and experts' estimates

Kriterijaus numeris anketoje	Kriterijų grupė																			
	A				B				C				D							
	Rangas				Svorio vidurkis				Rodiklis				Rangas							
	Respondentu ar ekspertų kate- gorija (rangas)*		Svorio vidurkis		Respondentu ar ekspertų kate- gorija (rangas)*		Svorio vidurkis		Respondentu ar ekspertų kate- gorija (rangas)*		Svorio vidurkis		Respondentu ar ekspertų kate- gorija (rangas)*		Rangas					
	K	P	A	$\overline{Q}_{A_j}$	K	P	A	$\overline{Q}_{B_j}$	K	P	A	$\overline{Q}_{C_j}$	K	P	A	$\overline{Q}_{D_j}$				
1	0,0400	12	15	14	11	0,1072	1	1	2	3	0,3258	1	1	2	1	0,1514	2	2	3	2
2	0,1035	2	1	7	1	0,0293	14	16	14	12	0,0982	4	4	5	4	0,0957	7	3	5	8
3	0,0307	16	12	16	13	0,0509	9	4,5	11	11	0,0551	6	6	6	6	0,1087	5	7	6	5
4	0,0562	8	9	8	8,5	0,0300	13	10	17	14	0,1517	3	3	3	3	0,1726	1	5	1	1
5	0,0560	9	8	11	8,5	0,0276	15	12	15	18	0,2844	2	2	1	2	0,1297	4	6	4	3
6	0,0997	3	3	1	3	0,0401	12	7	10	16	0,0849	5	5	4	5	0,0953	8	4	8	7
7	0,1042	1	2	3	2	0,0600	6	8	8	7						0,1504	3	1	2	4
8	0,0813	5	4	2	6	0,0221	17	15	18	17						0,0963	6	8	7	6
9	0,0624	7	10	9	5	0,0219	18	19	16	13										
10	0,0709	6	6	6	7	0,0467	11	13	9	10										
11	0,0345	15	13	13	15	0,0180	19	17	19	19										
12	0,0360	13	7	15	14	0,0262	16	18	13	15										
13	0,0450	11	14	4	12	0,0898	3	2	5	4										
14	0,0822	4	5	5	4	0,0587	7	9	6	8										
15	0,0359	14	11	12	16	0,1030	2	3	1	1										
16	0,0452	10	16	10	10	0,0560	8	11	7	9										
17						0,0794	5	4,5	4	5										
18						0,0507	10	14	12	6										
19						0,0826	4	6	3	2										

* Respondentų ir ekspertų kategorijų žymenys: K – keleiviai, P – traukinį aptarnaujantis personalas, A – administracijos darbuotojai.

Turint atskirų kategorijų respondentų ir ekspertų TKVGK kriterijams suteiktus rangus (3.7 lentelė), galima nustatyti jų nuomonių panašumą pagal rangų skirtumų sumą. Kuo dviejų kategorijų respondentų ir ekspertų arba ekspertų ir ekspertų kriterijams suteiktų rangų skirtumų modulių suma yra mažesnė, tuo nuomonės yra vienodesnės. Rangų vidutiniai skirtumai skaičiuojami pagal formulę:

$$\bar{R}_{1-2} = \frac{\sum_{j=1}^m |R_{1-2}|_j}{m}, \quad (3.19)$$

čia: $|R_{1-2}|_j$ – tiriamos kriterijų grupės (A, B, C arba D) j -ajam kriterijui respondentų ir ekspertų arba ekspertų ir ekspertų suteiktų rangų skirtumo modulis (absoliutinė reikšmė); m – kriterijų skaičius kriterijų grupėje; indeksai prie R 1 ir 2 žymi pirmos ir antros kategorijos respondentus ir ekspertus, kurių kriterijams suteikti rangai lyginami tarpusavyje. Kai respondentų ir ekspertų arba ekspertų ir ekspertų suteiktų kriterijų grupės visų kriterijų rangai sutampa, tai $\bar{R}_{1-2} = 0$, o nuomonės būna absoliučiai vienodos. Dydžiui $\bar{R}_{1-2}$ didėjant, nuomonių skirtumai taip pat didėja.

Artimesnės yra (respondentų) keleivių ir ekspertų (administracijos darbuotojų) nuomonės (3.8 lentelė).

3.8 lentelė. Respondentų ir ekspertų nuomonių (rangų) sutapimo atvejų skaičius
Table 3.8. The number of matching estimates (ranks) provided by respondents and experts

Kriterijų grupė	K = P	K = A	P = A
A	3	4	2
B	2	0	3
C	2	6	2
D	0	1	1
Iš viso	7	11	8

Apskaičiuotos $\bar{R}_{1-2}$ vertės pateiktos 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė. Respondentų ir ekspertų kriterijams suteiktų rangų skirtumai

Table 3.9. Differences in ranks assigned to the criteria by respondents and experts

Kriterijaus numeris anketoje	Kriterijų grupė											
	A			B			C			D		
	Atskirų kategorijų respondentų ir ekspertų lyginamosios poros											
	R_{K-P}	R_{K-A}	R_{P-A}	R_{K-P}	R_{K-A}	R_{P-A}	R_{K-P}	R_{K-A}	R_{P-A}	R_{K-P}	R_{K-A}	R_{P-A}
1	1	4	3	-1	-2	-1	-1	0	1	-1	0	1
2	-6	0	6	4	4	2	-1	0	1	-2	-5	-3
3	-4	-1	3	-6,5	-6,5	0	0	0	0	1	2	1
4	1	0,5	-0,5	-7	-4	3	0	0	0	4	4	4
5	-3	-0,5	2,5	-3	-6	-3	1	0	-1	2	3	1
6	2	0	-2	-3	-9	-6	1	0	-1	-4	-3	1
7	-1	0	1	0	1	1				-1	-3	-2
8	2	-2	-4	-3	-2	1				1	2	1
9	1	5	4	3	6	3						
10	0	-1	-1	4	3	-1						
11	0	2	-2	-2	-2	0						
12	-8	-7	1	5	3	-2						
13	10	2	-8	-3	-2	1						
14	0	1	1	3	1	-2						
15	-1	-5	-4	2	2	0						
16	6	6	2	4	2	-2						
17				0,5	-0,5	-1						
18				2	8	6						
19				3	4	1						
$\sum_{j=1}^m R_{1-2} _j$	46	37	43	59	68	36	4	0	4	16	22	10
$\overline{\overline{R}}_{1-2}$	2,88	2,31	2,69	3,11	3,58	1,89	0,67	0	0,67	2	2,75	1,25

Iš apskaičiuotų $\bar{R}_{1-2}$ verčių matyti, kad vertinant A kriterijų grupės visus kriterijus vienodesnės (panašesnės) yra keleivių ir administracijos darbuotojų nuomonės ($\bar{R}_{K-A} = 2,31$). Vertinant visus B kriterijų grupės kriterijus vienodesnės yra traukinį aptarnaujančio personalo ir administracijos darbuotojų nuomonės ($\bar{R}_{P-A} = 1,89$). Vertinant visus C kriterijų grupės kriterijus absoliučiai vienos yra keleivių ir administracijos darbuotojų nuomonės ($\bar{R}_{K-A} = 0$). D kriterijų grupės visų kriterijų svarbą panašiau vertino traukinį aptarnaujantis personalas ir administracijos darbuotojai ($\bar{R}_{P-A} = 1,25$).

3.3. Respondentų ir ekspertų, nustačiusių kelionės traukiniu kokybės kriterijų grupių svarbą, apklausos rezultatai ir nuomonių lyginamoji analizė

Suformulavus ir susisteminus TKVGK rodančius kriterijus ir nustačius jų svarius, buvo nustatyta šių A, B, C ir D kriterijų grupių svarba (pirmumas) (Maskeiliūnaitė, Sivilevičius 2012). Traukinio Vilnius–Maskva respondentams (21 keleiviui) ir išmanantiems traukinio elementų, geležinkelio kelio techninę būklę, kelionės traukiniu proceso organizavimą ir technologiją, priemones vežimo saugumui užtikrinti, vežimo kokybės reikalavimus, 29 ekspertams (20 traukinį Vilnius–Maskva aptarnaujantiems darbuotojams ir 9 AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojams) buvo įteiktos apklausos anketos (E priedas), kuriose prašoma pateikti KTK A, B, C ir D kriterijų grupių (2.4 pav.) svarbos (pirmumo) įverčius (rangus). KTK A, B, C ir D kriterijų grupių pirmumo įvertinimas R_{ij} (rangai) respondentų ir ekspertų požiūriu pateikta F priede.

Visų respondentų ir ekspertų TKVGK A, B, C ir D kriterijų grupių vidutinių rangų $\bar{R}_g$ apskaičiuotųjų verčių stulpelinės diagramos pateiktos 3.5 paveiksle.

Bendrieji 21 keleivio, 20 traukinį aptarnaujančio personalo ir 9 AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų užpildytų apklausos anketų duomenys pateikti 3.10 lentelėje. Taikant anksčiau pateiktą metodiką nustatytas kiekvienos respondentų ir ekspertų kategorijos atskirai, taip pat bendrasis visų respondentų ir ekspertų (50 vertintojų) nuomonių suderinamumas (3.10 lentelė).

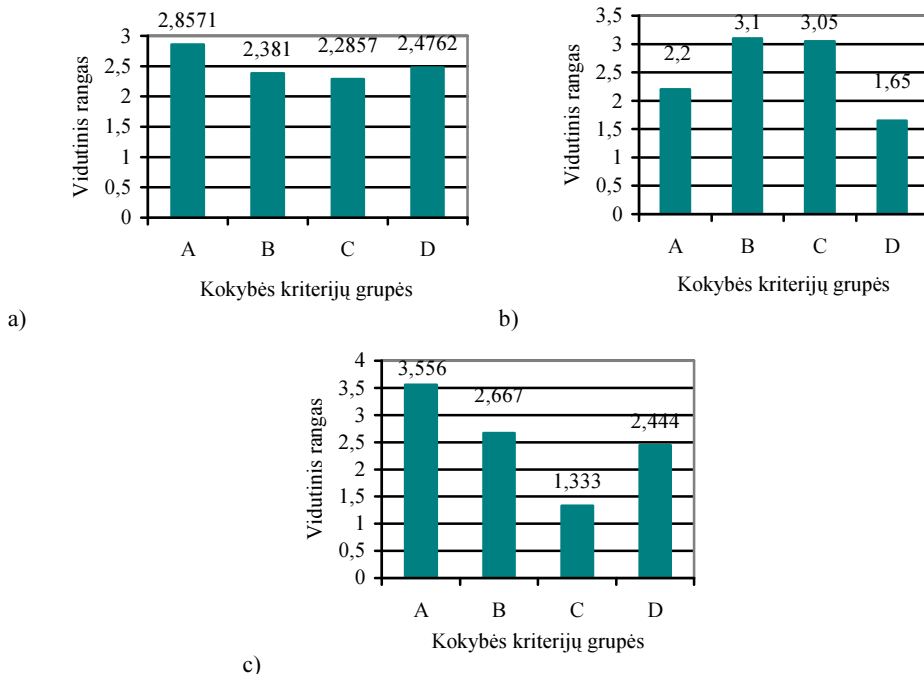
Respondentų ir ekspertų kiekvienos kriterijų grupės svarbumo rodiklis Z_g apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_g = \frac{(g+1) - \bar{R}_g}{\sum_{g=1}^M \bar{R}_g}, \quad (3.20)$$

čia: M – kriterijų grupių skaičius ($g = 1, 2, \dots, M$), $M = 4$; $\bar{R}_g$ – g -osios kriterijų grupės vidutinis rangas, apskaičiuotas pagal (3.12) formulę.

Apskaičiuotieji KTK A, B, C, D kriterijų grupių keleivių požiūriu vidutiniai rangai $\bar{R}_g$ rodo, kad rodiklis (kriterijų grupė) C svarbesnis už B, D ir A, t. y. gaunama tokia hierarchija: $C > B > D > A$. Apskaičiuotieji KTK A, B, C, D kriterijų grupių traukinį aptarnaujančio personalo požiūriu vidutiniai rangai $\bar{R}_g$ rodo, kad rodiklis D svarbesnis už A, C ir B, t. y. gaunama tokia hierarchija: $D > A > C > B$, o AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų požiūriu: $C > D > B > A$. Kiek kriterijų grupės svarbesnės viena už kitą, apskaičiuo-

tieji vidutiniai rangai $\bar{R}_g$ nerodo. Artimesnės yra keleivių ir administracijos darbuotojų nuomonės (3.11 lentelė), kurios buvo vienodos dėl kelionės traukiniu kokybės kriterijų grupių A ir C pirmumo (svarbos).



3.5 pav. Kelionės traukiniu kokybės A, B, C, D kriterijų grupių vidutinių rangų stulpelinė diagrama: a) keleivių nuomone $n = 21$, $W = 0,038$, $W_{\min} = 0,180$, $\chi^2 = 2,37$, $\chi^2_{\alpha,v} = 11,34$; b) traukinį aptarnaujančio personalo nuomone $n = 20$, $W = 0,295$, $W_{\min} = 0,189$, $\chi^2 = 17,70$, $\chi^2_{\alpha,v} = 11,34$; c) AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų nuomone $n = 9$, $W = 0,501$, $W_{\min} = 0,420$, $\chi^2 = 13,53$, $\chi^2_{\alpha,v} = 11,34$

Fig.3.5. The bar diagram of the average ranks given to the criteria groups A, B, C, D describing railway trip quality: a) by passengers ($n = 21$), $W = 0,038$, $W_{\min} = 0,180$, $\chi^2 = 2,37$, $\chi^2_{\alpha,v} = 11,34$; b) by the service staff of the train $n = 20$, $W = 0,295$, $W_{\min} = 0,189$, $\chi^2 = 17,70$, $\chi^2_{\alpha,v} = 11,34$; c) by the administration staff of the company “Lietuvos geležinkeliai” $n = 9$, $W = 0,501$, $W_{\min} = 0,420$, $\chi^2 = 13,53$, $\chi^2_{\alpha,v} = 11,34$

Respondentų ir ekspertų konkordancijos koeficiento W , kritinės reikšmės $\chi^2_{\alpha,v}$ (paimtos iš skirstinio lentelės su atitinkamu laisvės laipsniu ir reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,010$) ir mažiausio konkordancijos koeficiento $W_{\min}$ reikšmės pateiktos 3.10 lentelėje.

3.10 lentelė. Ekspertų (P, A) ir respondentų (K) kategorijų konkordancijos koeficiento W , kritinės reikšmės $\chi^2_{\alpha,v}$ ir mažiausio konkordancijos koeficiento $W_{\min}$ reikšmės

Table 3.10. The concordance coefficient W , critical value $\chi^2_{\alpha,v}$ and the smallest concordance coefficient $W_{\min}$ obtained for the estimates provided by experts (P, A) and respondents (K)

Respondentų ar ekspertų kategorija*	Reikšmė			
	W	$W_{\min}$	χ^2	$\chi^2_{\alpha,v}$
K	0,038	0,180	2,37	11,34
P	0,295	0,189	17,70	11,34
A	0,501	0,420	13,53	11,34
B (K, P, A)	0,047	0,0756	6,984	11,34

*Respondentų ir ekspertų kategorijų žymenys: K – keleiviai, P – traukinį aptarnaujantis personalas, A – administracijos darbuotojai, B – bendras respondentų (keleivių) ir ekspertų (traukinį aptarnaujančio personalo ir administracijos darbuotojų)

Matyti, kad respondentų nuomonės dėl KTK A, B, C, D kriterijų grupių svarbos (pirmumo) yra priešaringos, o ekspertų nuomonės yra suderintos. Bendroji visų respondentų ir ekspertų nuomonė yra taip pat priešaringa. Galima daryti prielaidą, kad keleivių poreikiai ir interesai yra labai skirtingi: pavyzdžiui, vieniems yra svarbi kelionės kaina ir ne taip svarbu komforto lygis, kitiems – atvirkščiai.

3.11 lentelė. Respondentų ir ekspertų nuomonių (rangų) sutapimo atvejų skaičius

Table 3.11. The number of matching estimates (ranks) provided by respondents and experts

Kriterijų grupė	K = P	K = A	P = A
A	0	1	0
B	0	0	0
C	0	1	0
D	0	0	0
Iš viso	0	2	0

*Respondentų ir ekspertų kategorijų žymenys: K – keleiviai, P – traukinį aptarnaujantis personalas, A – administracijos darbuotojai

Visų trijų tyrime dalyvavusių kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie kriterijų grupės A svarbą rodo vidutinis svorio koeficientas $\bar{Z}_A$ (kai respondentų ir ekspertų skaičius kiekvienoje kategorijoje yra vienodas), kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\bar{Z}_A = \frac{\sum_{z=1}^N Z_{Az}}{3} = \frac{Z_{AK} + Z_{AP} + Z_{AA}}{3}, \quad (3.21)$$

čia: Z_{Az} – A kriterijų (anketų) grupei z-sios kategorijos respondento (eksperto) suteiktas svorio koeficientas; N – respondentų (ekspertų) kategorijų skaičius, ($z = 1, \dots, N$), ($N = 3$); Z_{AK} , Z_{AP} , Z_{AA} – keleivių, traukinį aptarnaujančio personalo ir administracijos darbuotojų suteiktas A kriterijų grupei svoris.

Kitų (B, C, D) kriterijų grupių vidutiniai svorio koeficientai $\bar{Z}_B$, $\bar{Z}_C$, $\bar{Z}_D$ buvo apskaičiuoti pagal analogiškas formules (3.12 lentelė):

$$\bar{Z}_B = \frac{\sum_{z=1}^N Z_{Bz}}{3} = \frac{Z_{BK} + Z_{BP} + Z_{BA}}{3}; \quad (3.22)$$

$$\bar{Z}_C = \frac{\sum_{z=1}^N Z_{Cz}}{3} = \frac{Z_{CK} + Z_{CP} + Z_{CA}}{3}; \quad (3.23)$$

$$\bar{Z}_D = \frac{\sum_{z=1}^N Z_{Dz}}{3} = \frac{Z_{DK} + Z_{DP} + Z_{DA}}{3}. \quad (3.24)$$

Visų trijų tyrime dalyvavusių kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie A grupės kriterijų svarbą rodo vidutinis svorio koeficientas $\bar{Z}_A^*$ (kai respondentų ir ekspertų skaičius kiekvienoje kategorijoje yra nevienodas), kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\bar{Z}_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_z}{\sum_{z=1}^N n_z} = \frac{Z_{AK} \cdot n_K + Z_{AP} \cdot n_P + Z_{AA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}, \quad (3.25)$$

čia: Z_{AK} , Z_{AP} , Z_{AA} – A kriterijų (anketų) grupei K, P, A kategorijos respondentų (ekspertų) suteiktas svorio koeficientas; n_K , n_P , n_A – respondentų (K) ar ekspertų (P, A) skaičius.

Tyrimo dalyvavusių respondentų ir ekspertų skaičius yra nevienodas, todėl taikoma (3.25) formulė. Šią formulę taikyti tikslinga ir dėl to, kad respondentų yra daugiausia – 21 keleivis. Keleivių nuomonė yra prioritetinga.

3.12 lentelė. Kelionės traukiniu kokybės kriterijų grupių A, B, C ir D keleivių (K), traukinį aptarnaujančio personalo (P) ir AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų (A) įvertinti svarbumas (svoris) ir prioritetas

Table 3.12. Significance (weight) and preference order (rank) of groups of criteria A, B, C and D, describing the railroad trip quality, determined by passengers (K), service staff of the train (P) and administration staff (A) of the company “Lietuvos geležinkeliai”

Svoriai $Z_{gz}, \bar{Z}_g, \bar{Z}_g^*$	Kokybės kriterijų grupės žymuo				Suma
	A	B	C	D	
Keleiviai ($n = 21$)					
Z_{gK}	0,2143	0,2619	0,2714	0,2524	1,000
Prioritetas	4	2	1	3	–
Traukinių aptarnaujantis personalas ($n = 20$)					
Z_{gP}	0,2800	0,1900	0,1950	0,3350	1,000
Prioritetas	2	4	3	1	–
AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojai ($n = 9$)					
Z_{gA}	0,1444	0,2333	0,3667	0,2556	1,000
Prioritetas	4	3	1	2	–
Visų ekspertų ir respondentų ($n = 50$) nuomonių vidurkis $\bar{Z}_g$	0,2129	0,2284	0,2777	0,2810	1,000
Visų ekspertų ir respondentų ($n = 50$) nuomonių vidurkis, įvertinus jų skaičių kategorijose $\bar{Z}_g^*$	0,2280	0,2280	0,2580	0,2860	1,000

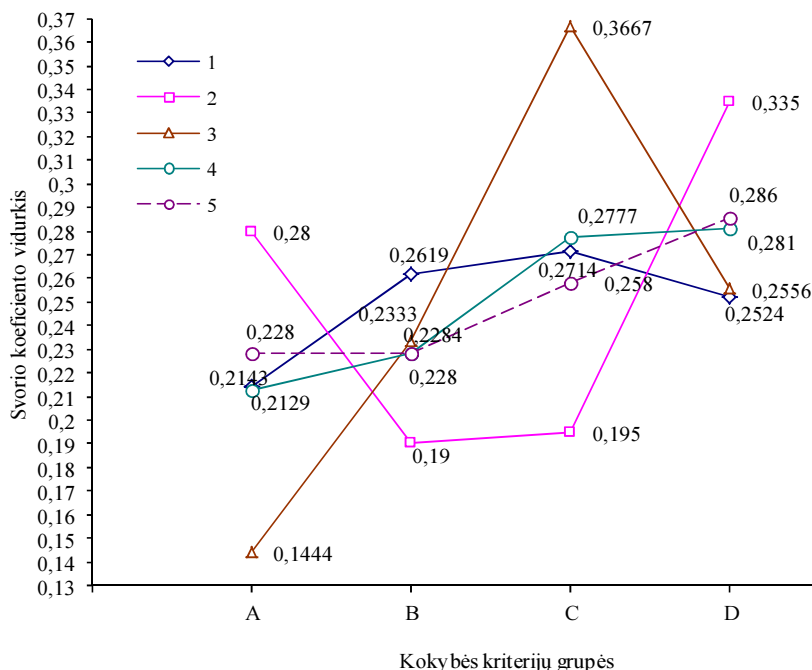
Kategorijų (K, P, A) respondentų ir ekspertų nuomonių apie B, C ir D kriterijų grupių svarbą vidutinis svorio koeficientas $\bar{Z}_g^*$ apskaičiuojamas pagal formules:

$$\bar{Z}_B^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_z}{\sum_{z=1}^N n_z} = \frac{Z_{BK} \cdot n_K + Z_{BP} \cdot n_P + Z_{BA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}; \quad (3.26)$$

$$\bar{Z}_C^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_z}{\sum_{z=1}^N n_z} = \frac{Z_{CK} \cdot n_K + Z_{CP} \cdot n_P + Z_{CA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}; \quad (3.27)$$

$$\bar{Z}_D^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_z}{\sum_{z=1}^N n_z} = \frac{Z_{DK} \cdot n_K + Z_{DP} \cdot n_P + Z_{DA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}. \quad (3.28)$$

KTK kriterijų grupių A, B, C ir D keleivių (K), traukinį aptarnaujančio personalo (P) ir AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų (A) nuomone svarbumo (svorio) rodiklio Z_{gz} ir prioritetų skaičiavimo rezultatai pateikti 3.12 lentelėje, o svarbumo (svorio) rodiklio Z_{gz} ir vidutinio svorio koeficiento $\bar{Z}_g$, $\bar{Z}_g^*$ lauztės pavaizduotos 3.6 paveiksle.



3.6 pav. Kelionės traukiniu kokybės kriterijų A, B, C ir D grupių pirmumo (svorio) lauztės: 1 – keleivių (K); 2 – traukinį aptarnaujančio personalo (P); 3 – AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojų (A); 4 – visų ekspertų ir respondentų ($n = 50$) nuomonių vidurkis $\bar{Z}_g$; 5 – visų ekspertų ir respondentų nuomonių vidurkis, įvertinus jų skaičių kategorijose $\bar{Z}_g^*$

Fig. 3.6. The broken lines showing the weight of the groups of railway trip quality criteria A, B, C and D, given by 1) passengers (K); 2) the train service staff (P); 3) the administration staff of “Lietuvos geležinkeliai” (A); 4) all experts and residents ($n = 50$), based on their mean estimate $\bar{Z}_g$; 5) all experts and residents ($n = 50$), based on the mean estimate $\bar{Z}_g^*$ of all experts and residents, taking into account their number in a category

Keleiviai mano, kad kelionės tarptautiniu traukiniu kokybės C kriterijų grupė yra svarbiausia, nes $Z_{CK} = 0,2714$. Šiek tiek mažiau svarbi yra B kriterijų grupė, nes $Z_{BK} = 0,2619$ ir mažiausiai svarbi A kriterijų grupė, kadangi $Z_{AK} = 0,2143$. Traukinį aptarnaujančiam personalui svarbiausia yra A kriterijų grupė $Z_{AP} = 0,280$ ir D kriterijų grupė $Z_{DP} = 0,335$. AB „Lietuvos geležinkeliai“ administracijos darbuotojai mano, kad svarbiausia yra C kriterijų grupė, nes $Z_{CA} = 0,3667$ ir mažiausiai svarbi A kriterijų grupė, nes $Z_{AA} = 0,1444$. Svorio koeficientų reikšmės rodo, kad atskirų kategorijų respondentų ir ekspertų nuomonės dažnai skiriasi arba yra prieštaringos vienos kitoms. Skirtingomis formulėmis apskaičiuotos vidutinės kriterijų grupių svorio koeficientų vertės rodo, kad D kriterijų grupė svarbesnė už C, C kriterijų grupė svarbesnė už B, o B kriterijų grupė svarbesnė už A. Remiantis šiais duomenimis, galima teigti, kad visų suinteresuotų kategorijų respondentams ir ekspertams kelio ir riedmenų parametrai (A kriterijų grupė) yra mažiausiai svarbūs, o svarbiausi saugaus eismo parametrai (D kriterijų grupė).

3.4. Trečiojo skyriaus išvados

1. Statistiškai apdorojus A, B, C ir D kriterijų grupių, respondentų ir ekspertų anketų duomenis, nustatyti keleivių vežimų geležinkeliais svarbiausi kriterijai, jų svoriai ir atskirų šių kriterijų grupių svarba (pirmumas), pagal kurią vertes parodyta jų svarba ir įtaka, leidžianti pagerinti kelionių traukiniais kokybę.

2. Hierarchijų analizės procesų (AHP) metodas yra ypatingas tuo, kad reikalauja aukšto loginio mąstymo. Būtina aukšta specialistų (ekspertų) kvalifikacija, nes nuo jos priklauso nuomonių suderinamumas. Vieno labai kompetentingo eksperto nuomonė yra svarbesnė už kelių, keliolikos ar keliasdešimt nepatyrusių (nesugebančių logiškai mąstyti) specialistų nuomonę.

3. Taikyti ekspertinių vertinimų ir ypač AHP metodą tyrimui traukinyje buvo sunku. Keleiviai buvo neiniciatyvūs respondentai. Anketų pildymui didelę įtaką turėjo traukinį aptarnaujančio personalo motyvacija tyrimui. Keleivių nuomonės dėl visų grupių kriterijų svarbos yra gerai suderintos. Dėl kelionės traukiniu kokybės A, B, C, D kriterijų grupių svarbos keleivių nuomonės yra nesuderintos. Keleivių poreikiai yra skirtingi: vieniems svarbesnė kelionės kaina, o paslaugų asortimentas ir kokybė yra antraeiliai dalykai, kitiems – nesvarbi kelionės kaina, tačiau jie pageidauja kuo įvairesnių kokybiškų paslaugų, patogumo.

4. Traukinį aptarnaujančio personalo nuomonės dėl visų grupių kriterijų svarbos ir kriterijų grupių pirmumo gerai suderintos. Juos galima priskirti prie kvalifikuotų vertintojų, nors jiems nepavyko visiškai atsiriboti nuo savo darbo įtakos ir vertinti kriterijus keleivio požiūriu.

5. Administracijos darbuotojų nuomonės dėl kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, yra nesuderintos. Galbūt ekspertams, vertinant šiuos kriterijus, pritrūko kruopštumo, loginio mąstymo ar kompetencijos. Dėl kelionės traukiniu kokybės A, B, C, D kriterijų grupių svarbos jų nuomonės yra suderintos.

6. Artimesnės yra keleivių ir administracijos darbuotojų nuomonės. Jie nederba traukinyje, kaip traukinį aptarnaujantys darbuotojai, todėl jiems yra lengviau vertinti kriterijų svarbą iš keleivio pozicijos.

7. Dėl traukinį aptarnaujančio personalo (traukinio viršininkų, vagonų palydovų) ir pačių keleivių pasyvumo, abejingumo tyrimui (mieliau skaitė knygą arba lankėsi restorano vagone), nepavyko apklausos atlikti kitų maršrutų traukiniuose, padidinti respondentų skaičiaus.

Modelių taikymas vertinant keleivių vežimo geležinkeliais kokybę

Pagal sudarytas KKVR, įvertinančio kiekvieno A, B, C ir D grupių kriterijų įtaką, dėmenų skaičiavimo formules apskaičiuojama kiekvieno dėmens reikšmė su realiais duomenimis, paimtais iš norminių dokumentų, techninės dokumentacijos, apklausų, matavimų ir kitokių patikimų šaltinių. Testai (bandymai) atlikti tarptautinio susisiekimo traukiniui Vilnius–Maskva (Sivilevičius *et al.* 2012).

4.1. Kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle, modelio praktinio pritaikymo vertinimas

1. Geležinkelio bėgių (kelio) lygumas. LG geometriniams kelio parametrų matuoti naudoja 2009 m. bendrovės „Plasser&Theurer“ (Austrija) pagamintą savaeigį kelio kontrolės vagoną EM-140 (4.1 pav.). Kelmačiu matuojami ir užrašomi elektroninėje laikmenoje šie bėgių kelio geometriniai parametrai:

- vėžės plotis;
- bėgių padėtis vienas kito atžvilgiu pagal bėgių galvutės lygį;
- abiejų bėgių įdubos;

- bėgių padėtis plane;
- kreivių spinduliai;
- perkrypos;
- leidžiamasis greitis kreivėje;
- geležinkelio kelio išorinio bėgio pakylų nuolydis;
- išilginis kelio nuolydis.



4.1 pav. Savaeigis vagonas EM-140

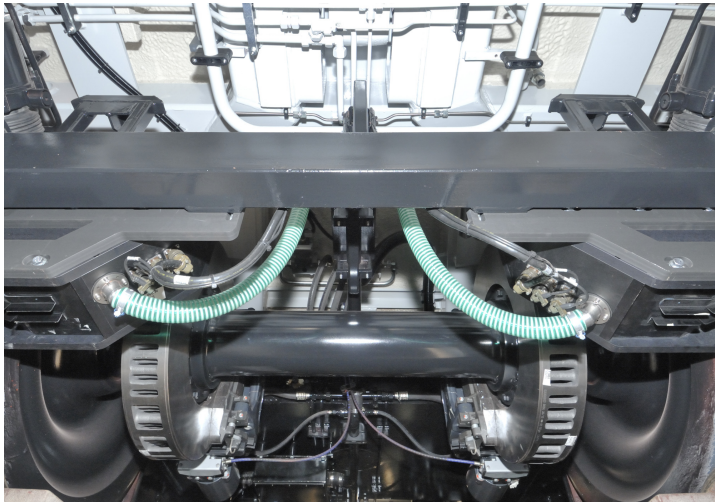
Fig. 4.1. Self-propelled car EM-140

Šaltinis: AB „Lietuvos geležinkeliai“ archyvas

Kelmačiu užrašomi papildomi parametrai ir atžymos:

- esamas mašinos greitis (užrašo duomenis judėdamas sava eiga iki 140 km/h. Gali atlikti matavimus ir važiuodamas sąstato sudėtyje, jeigu reikalingi greičiai iki 160 km/h);
- kilometras;
- piketas;
- infrastruktūros objektų atžymos (iešmas, tiltas, tunelis, šviesoforas, pervaža).

Visi matavimo įrenginiai (4.2 pav.) yra sumontuoti ant matavimo rėmo, kuris tvirtinamas prie kelmačio vežimėlio ašidėžių. Tokia konstrukcija užtikrina, kad visi matavimo įrenginiai visada yra lygiagrečiai bėgiams. Visi geometriniai kelio parametrai yra gaunami iš tiksliai išmatuotos kelio erdvinės kreivės (4.3 pav.).



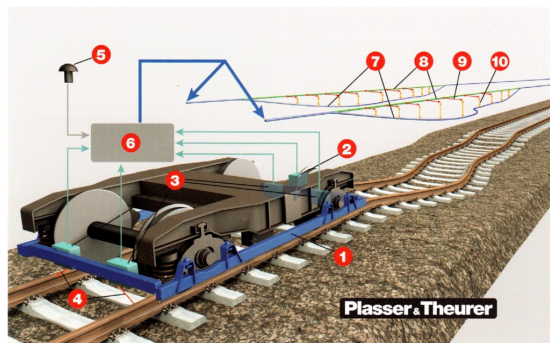
4.2 pav. Matavimo rėmas su inercinio matavimo bloku ir optinė kelio matavimo sistema (OGMS)

Fig. 4.2. A measuring frame with the inertial measurement unit and the optical track measurement system (OGMS)

Šaltinis: AB „Lietuvos geležinkeliai“ archyvas

Piketų ir kilometrų ribos bėgių kelio geometrinių parametų būklės nuokrypių grafike žymimos automatiškai. Kelmatis bėgių kelio geometrinius parametrus matuoja ir duomenis saugo skaitmeninėje laikmenoje. Kelmačio darbuotojai grafinius kelio geometrinių parametų duomenis spausdina popieriaus lape ir stebi juos kompiuterio ekrane. Bėgių kelio geometrinių parametų nuokrypių ataskaita sudaroma ir spausdinama iš karto, atliekant kelio patikrą.

Svarbiausių Lietuvos Respublikos geležinkelio kelio kokybės indekso (KKI), išmatuoto kelmačiu EM-140 (kas kilometras) 2012 m. sausio mėnesį, kitimas ir jo atitiktis normų reikalavimams pateiktas 4.4 paveiksle. Kitų (vasaris–gegužė) mėnesių matavimai pateikti G priede. Kelmačiu EM-140 2012 m. išmatuotų šių KKI reikšmių pasiskirstymas (dinamika) pateikti H priede. Pagrindinių I ir II Vilnius–Kena kelių procentinis kiekis verčių, atitinkančių KKI sausio–gegužės mėnesiais, pavaizduotas 4.5 paveiksle. Kitų kelių procentinis kiekis verčių, atitinkančių KKI sausio–gegužės mėnesiais, pateiktas I priede. Šie duomenys rodo Lietuvos Respublikos pagrindinių geležinkelio kelių faktinę kokybę pagal KKI. Matyti, kad aiškios kelio kokybės kitimo tendencijos nėra. Jeigu nebūtų atliekami remonto darbai, tai dėl aplinkos oro temperatūros žiemą ir vasarą, pasikartojančių važiuojančių traukinių apkrovų KKI turėtų tendenciją blogėti.



4.3 pav. Geometrinių kelio parametrų matavimas kelmačiu: 1 – matavimo rėmas su fiksuota lygiagrečia bėgiams padėtimi; 2 – inercinė matavimo sistema; 3 – optinė geometrinių parametrų matavimo sistema; 4 – lazerio spindulys; 5 – navigacijos sistemos antena (GPS); 6 – navigacijos kompiuteris; 7 – abiejų bėgių erdvės kreivė, gauta atlikus matavimus išilgai kelio ir suderinta su GPS duomenimis; 8 – projektinis kelio profilis; 9 – kelio nuokrypiai plane, gauti iš erdvinės kreivės; 10 – vertikalūs kelio nuokrypiai, gauti iš erdvinės kreivės

Fig. 4.3. Measurement of the track parameters by the track geometry car: 1 – measuring frame with fixed vertical distance to the rail surfaces; 2 – inertial measuring unit; 3 – sensors of the track gauge measurement; 4 – laser beams to scan the track gauge; 5 – GPS data acquisition; 6 – navigation computer; 7 – space curves of both rails derived from the measurements along the track, synchronised with GPS data; 8 – track design line; 9 – alignment defects, calculated from the space curve; 10 – longitudinal profile defects, calculated from the space curve

Šaltinis: Track recording cars, Plasser & Theurer – the No.1 in measuring technology 2011

Apskaičiuojamas idealus, blogiausias ir realus kokybės lygis I pagrindinio kelio Vilnius–Kėna pagal sausio mėnesio KKI. Idealus ir blogiausias kelio kokybės lygis skaičiuojamas pagal 2.3 formulę (vienam kilometrui), nes geros kokybės kelyje, esant bent vienam blogos kokybės ruožui, tam keliui reikės atlikti remontą.

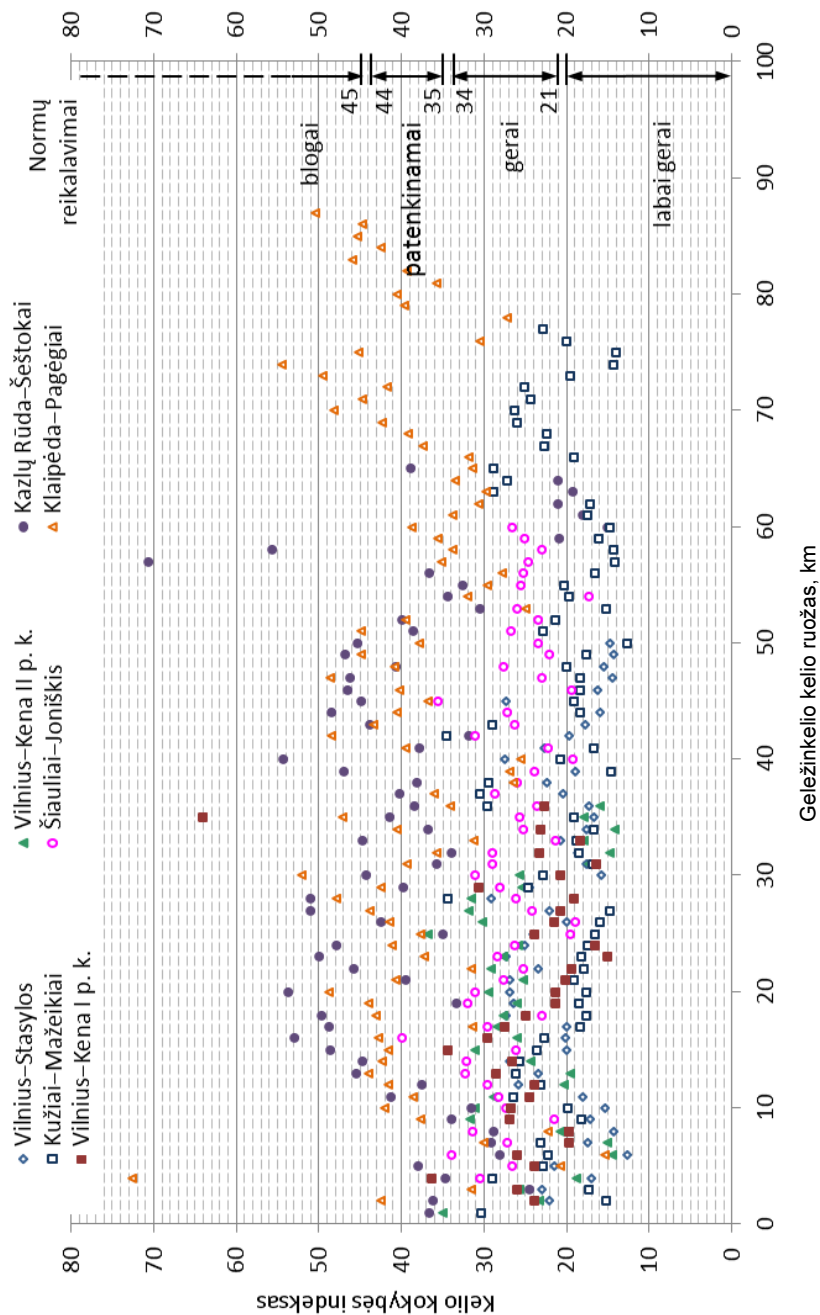
Skaičiuojamas geriausias atvejis (šiam keliui), kai $KKI_f = 14,95$ (J priedas), o $KKI_{rib} = 45$:

$$x_{A1} = 1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2} = 1 - \frac{14,95^2}{45^2} = 0,89.$$

Gaunama, kad $x_{A1} = 0,89$. Kai $KKI_f = 0$, gaunama geriausia su šiuo faktiniu KKI kelio kokybė $x_{A1} = 1$.

Skaičiuojamas blogiausias atvejis, kai $KKI_f = 64,04$, o $KKI_{rib} = 45$:

$$x_{A1} = 1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2} = 1 - \frac{64,04^2}{45^2} = -1,025.$$



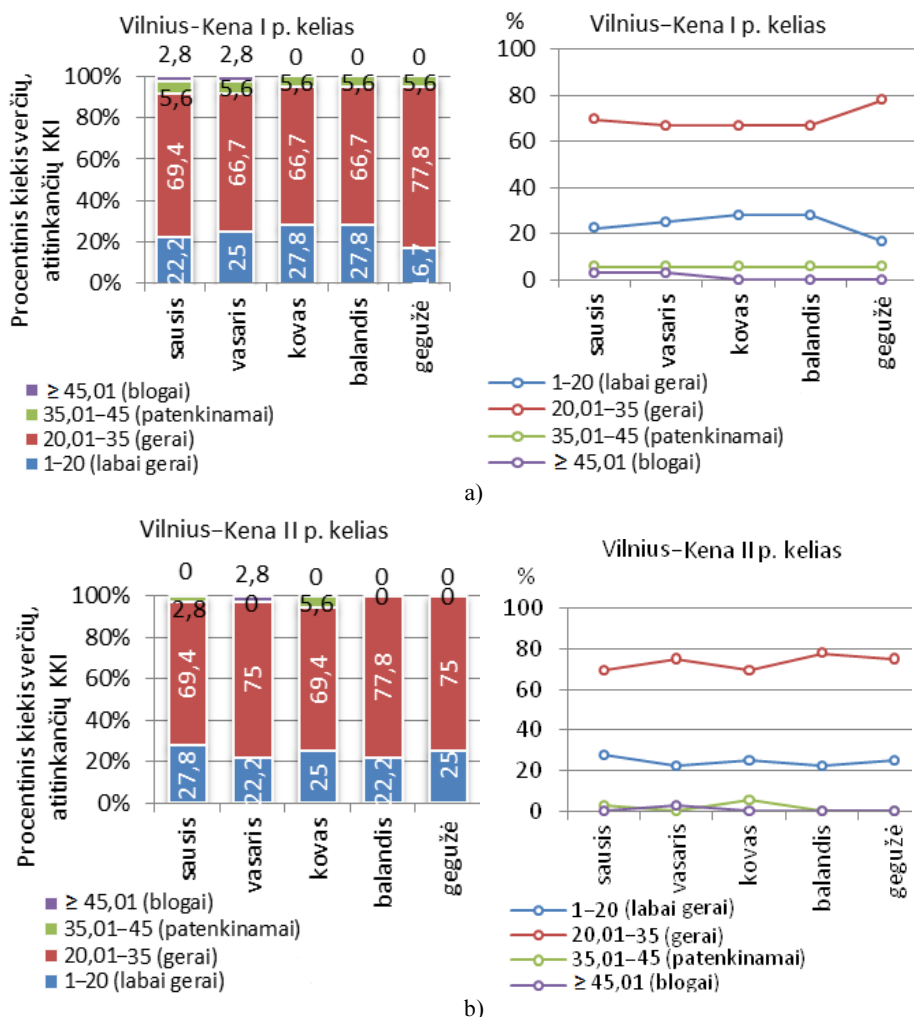
4.4 pav. Svarbiausių Lietuvos Respublikos geležinkelio kelių KKI, išmatuoto kelmančiu EM-140 (kas kilometras) 2012 m. sausio mėnesį, kitimas ir jo atitiktis normų reikalavimams

Fig. 4.4. The variation of the TQI of the main Lithuanian railways, measured by the track geometry car EM-140 (for each km) in January, 2012, and its compliance with the accepted standards

Gaunama neigiama reikšmė, todėl priimama, kad $x_{A1} = 0$.

Realio kelio kokybė skaičiuojama pagal 2.4 (visam keliui) formulę. Kai

$$\frac{\sum_{s=1}^{N_{km}} \left(1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2} \right)}{N_{km}} = \frac{23,244}{36}, \text{ o } x_{A1} = 0,646.$$

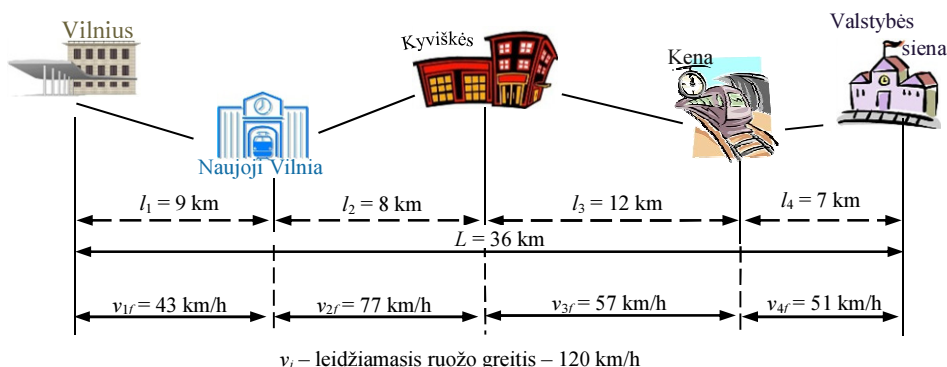


4.5 pav. Pagrindinių kelių Vilnius–Kena procentinis kiekis verčių, atitinkančių KKI:

a) I ir b) II kelio

Fig. 4.5. The percentage of values corresponding to TQI on the main tracks of the route Vilnius–Kena: a) track I and b) track 2

2. Traukinio greitis (važiavimo trukmė). Geležinkelio ruožą Vilnius–Kena–Valstybės siena (su Baltarusija) sudaro 4 tarpstočiai (4.6 pav.). Ruožo ilgis $L = 36$ km. Tarpstočių ilgiai $l_1 = 9$ km, $l_2 = 8$ km, $l_3 = 12$ km, $l_4 = 7$ km. Didžiausias leidžiamasis traukinio važiavimo greitis ruože Vilnius–Valstybės siena yra $v_{\max, l} = 120$ km/h (*Dėl didžiausio leistino traukinių...* 2009). Traukinio mašinisto išpėjamajame lapelyje buvo nurodyta, kad 2012 m. gegužės 17 d. tarpstotyje Kena–Valstybės siena traukinio greitis turi būti ribojamas iki 40 km/h. Faktiškasis traukinio greitis tarpstočiuose buvo: $v_{1f} = 43$ km/h, $v_{2f} = 77$ km/h, $v_{3f} = 57$ km/h, $v_{4f} = 51$ km/h (vidutinis greitis užrašytas pagal vagono valdymo skydo vaizduoklio rodmenis). Vertinant traukinio greitį (važiavimo trukmę), KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.5) formulė. Gaunama, kad $x_{A2} = 0,473$. Idealiu atveju visu ruožu traukinys važiuos didžiausiu leidžiamuoju greičiu ($x_{A2} = 1$). Blogiausiu atveju – viršydamas didžiausią leidžiamąjį greitį, o tai yra pavojinga eismo saugumo atžvilgiu arba važiuodamas labai lėtai, todėl priimama, kad $x_{A2} = 0$.



4.6 pav. Kelio ruožo Vilnius–Valstybės siena atskirų tarpstočių ilgiai ir traukinio Vilnius–Maskva važiavimo šiuo ruožu 2012 m. gegužės 17 d. greičiai

Fig. 4.6. The lengths of intermediate stations on the route Vilnius–State border and the speed of the train ‘Vilnius–Moscow’, moving on this route on May 17, 2012

3. Išorinė vagono būklė (švara, pažaidos). Sąstate yra 7 vagonai. Visi vagonai prieš išvykimą iš formavimo stoties yra plaunami, todėl švarūs. Ant vagonų kėbulų nėra pažaidų. Vertinant vagono išorinę būklę (švarą, pažaidas), KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.6) formulė. Gaunamas idealus atvejis, kai $x_{A3} = 1$.

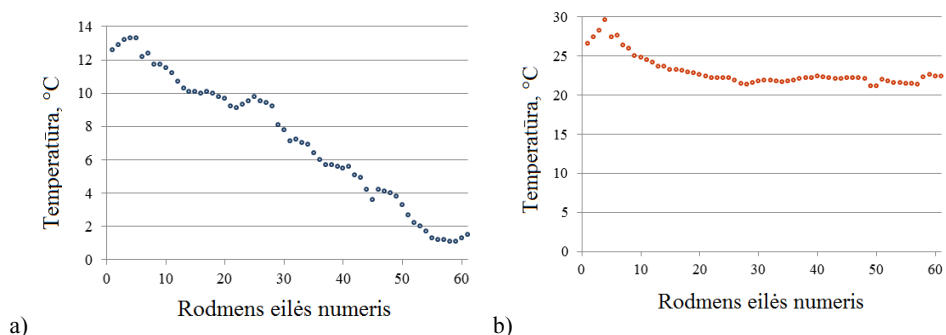
4. Triukšmą mažinančios priemonės (priemonės su garso izoliacija). AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos, Keleivių aptarnavimo poskyrio 2005 m. lapkričio 24 d. profesinės rizikos nustatymo kortelėje pažymėta, kad traukinyje Vilnius–Maskva, kai dirba 2 palydovai 1 vagonė, ekvivalentinis triukšmo lygis (dozė) yra 72 dB (A), o restorano vagonė (2007 m. gruodžio 6 d. protokolą) palydovo-bufetininko darbo vietoje (bare) 62 dB (A). Triukšmo po-

būdis pagal laiko charakteristiką yra kintantis (nepastovus ≥ 5 dB). Sąstate yra 7 vagonai. KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.7) formulė. Gaunama, kad $x_{A4} = 0,188$. Idealiu atveju triukšmo lygis bus lygus 0 dB (A) ($x_{A4} = 1$), o blogiausiu – kai triukšmas viršija ribinę ekspozicijos vertę, gaunama neigiama reikšmė. Priimama, kad $x_{A4} = 0$.

5. Vagono interjeras. AB „Lietuvos geležinkeliai“ keleivinių vagonų parko atnaujinimas atliekamas dviem kryptimis: a) naudojamų vagonų eksploatavimo laiko pratėsimas (modernizavimas); b) naujų vagonų įsigijimas. Siekiant įsitikinti, jog pasiūlytas interjero vertinimo modelis yra teisingas ir jį galima taikyti praktikoje, atliekamas bandymas pagal tarptautinio traukinio Vilnius–Maskva 2010 11 20 schemą. Sąstate yra 7 vagonai, iš kurių 4 yra nauji, o 3 modernizuoti. KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.8) formulė. Gaunama, kad $x_{A5} = 0,786$.

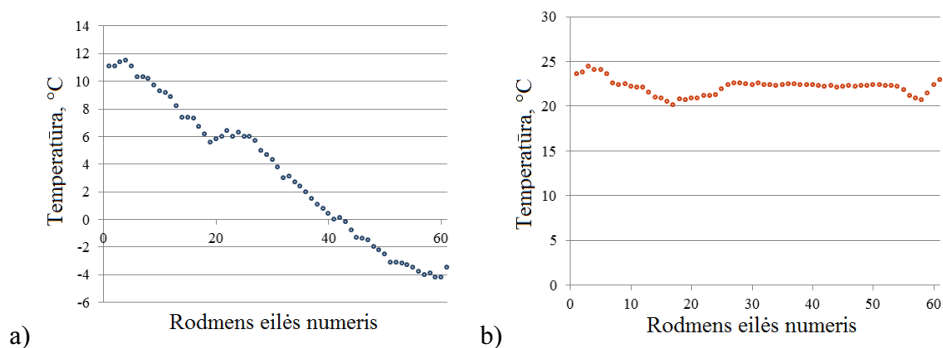
6. Vėdinimo, oro kondicionavimo, apšvietimo įrangos veikimas. Sąstate yra 7 vagonai. Šiuo metu ne visuose LG tarptautiniais maršrutais kursuojančiuose vagonuose įrengta oro kondicionavimo sistema. 6-uose vagonuose veikia visos (vagono vėdinimo, oro kondicionavimo, šildymo, apšvietimo) sistemos, o 1-ame vagono neįrengta oro kondicionavimo sistema (veikia trys sistemos). KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.9) formulė. Gaunama, kad $x_{A6} = 0,964$.

7. Reikiama vagono vidaus temperatūra. Atliekamas bandymas pagal traukinio Vilnius–Maskva schemą. Sąstate yra 7 vagonai. Traukinyje Vilnius–Maskva 2012 m. kovo 22 d. ir 24 d. buvo matuojama miegamojo 4-ių vietų kupė (KV) vagono vidaus oro temperatūra (nuo 16.00 val. iki 7.00 val. (kas 15 min. – 61 matavimas) 1-oje ir 9-oje kupė. Vagono vidaus oro temperatūra buvo matuojama skaitmeniniu termometru lauko ir vidaus temperatūrai matuoti (TA20). Aplinkos oro temperatūra buvo užrašoma pagal vagono valdymo skydo vaizduoklio rodmenis. Vagono vidaus ir lauko oro temperatūros kitimas pavaizduotas 4.7 (a, b) ir 4.8 (a, b) paveiksluose.



4.7 pav. 2012 m. kovo 22 d. lauko (a) ir KV kategorijos vagono 1-os kupė vidaus (b) temperatūros kitimas

Fig. 4.7. The variation of the outdoor (a) and indoor (b) temperature (in the passenger car compartment 1) on March 22, 2012



4.8 pav. 2012 m. kovo 24 d. lauko (a) ir KV kategorijos vagono 9-os kupė vidaus (b) temperatūros kitimas

Fig. 4.8. The variation of the outdoor (a) and indoor (b) temperature (in the passenger car compartment 9) on March 24, 2012

Tyrimų atlikimo laikotarpiu (4.9 ir 4.10 pav.) lauko (aplinkos) oro vidutinė temperatūra buvo $7,23^{\circ}\text{C}$ ir $3,35^{\circ}\text{C}$, t. y. aukštesnė negu -40°C . Priimama, kad matavimų datos yra priskirtinos žiemos laikotarpiui. Kovo 22 d. išmatuota vagono vidaus vidutinė temperatūra yra 23°C $\left(\bar{T}_f = \frac{1402,7}{61} = 23\right)$ (4.9 (b) pav.), o

24 d. – 22°C $\left(\bar{T}_f = \frac{1350,3}{61}\right) = 22,14$ (4.10 (b) pav.). Interpoliuojant iš grafiko,

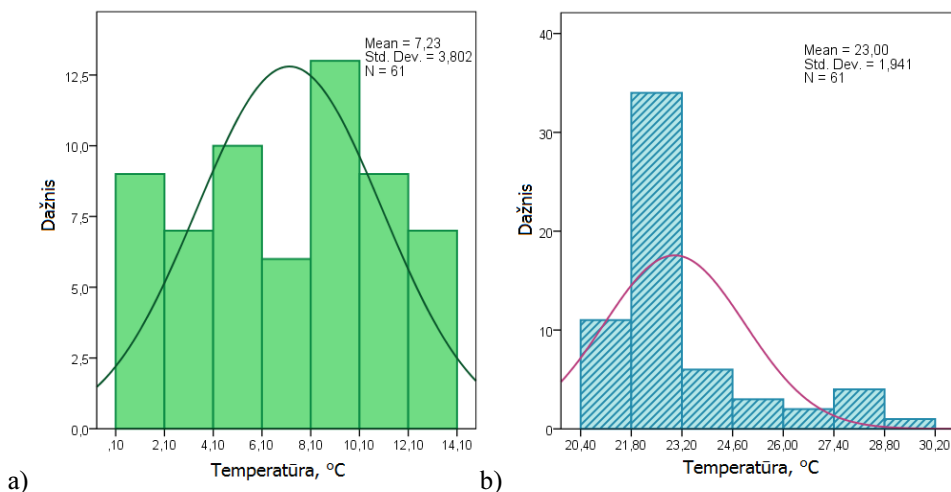
(4.9 pav.) atitinkamai kokybės lygis $x_{A7} = 0,750$ ir kitą dieną (4.10 pav.) $x_{A7} = 0,965$. Apskaičiuojamas atvejis su realiais duomenimis iš (2.10) formulės žiemos laikotarpiu (kai sąstate visuose vagonuose vanduo šildomas elektra nuo aukštos įtampos (3000 V) kontaktinio tinklo):

1-os kupė matavimai (1 diena):

$$x_{A7} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L}{2} - \bar{T}_f \right|}{T_U - T_L} \Bigg|_c = 1 - \frac{\left| \frac{24 + 20}{2} - 23 \right|}{24 - 20} = 0,75.$$

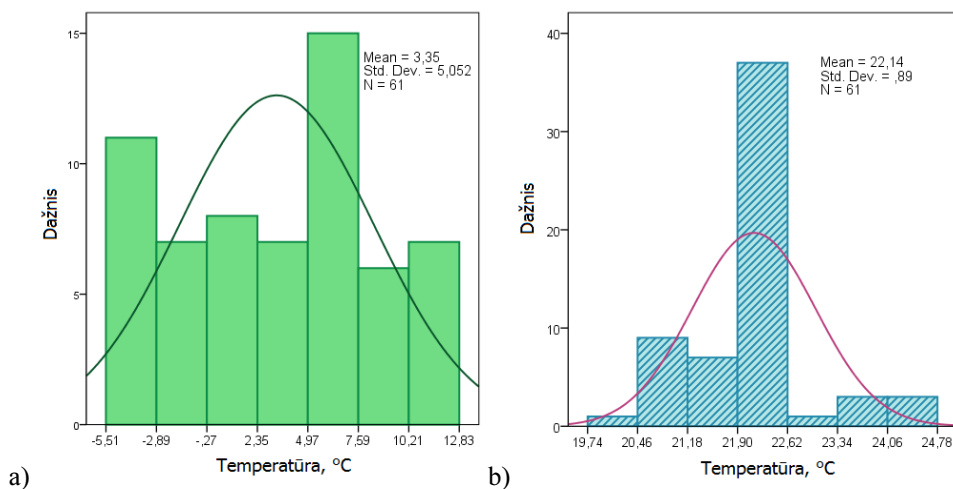
9-os kupė matavimai (2 diena):

$$x_{A7} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L}{2} - \bar{T}_f \right|}{T_U - T_L} \Bigg|_c = 1 - \frac{\left| \frac{24 + 20}{2} - 22 \right|}{24 - 20} = 1.$$



4.9 pav. 2012 m. kovo 22 d. lauko (a) ir KV kategorijos vagono 1-os kupė vidaus (b) temperatūros matavimų histograma, normalusis skirstinys

Fig. 4.9. The histogram of the outdoor (a) and indoor (b) temperature (in the passenger car compartment 1), measured on March 22, 2012, normal distribution



4.10 pav. 2012 m. kovo 24 d. lauko (a) ir KV kategorijos vagono 9-os kupė vidaus (b) temperatūros matavimų histograma, normalusis skirstinys

Fig. 4.10. The histogram of the outdoor (a) and indoor (b) temperature (in the passenger car compartment 9), measured on March 24, 2012, normal distribution

Apskaičiuojamas idealus, ribinis ir kritinis atvejai žiemos laikotarpiu (kai sąstate visuose vagonuose vanduo šildomas elektra nuo aukštos įtampos (3000 V) kontaktinio tinklo):

a) idealus atvejis:

$$x_{A7} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L}{2} - \bar{T}_f \right|}{T_U - T_L} \Big|_c = 1 - \frac{\left| \frac{24 + 20}{2} - 22 \right|}{24 - 20} = 1;$$

b) ribinis atvejis (šalta):

$$x_{A7} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L}{2} - \bar{T}_f \right|}{T_U - T_L} \Big|_c = 1 - \frac{\left| \frac{24 + 20}{2} - 20 \right|}{24 - 20} = 0,5;$$

c) kritinis atvejis (neleidžiama):

$$x_{A7} = 1 - \frac{\sum_{c=1}^V \left| \frac{T_U + T_L}{2} - \bar{T}_f \right|}{T_U - T_L} \Big|_c = 1 - \frac{\left| \frac{24 + 20}{2} - 18 \right|}{24 - 20} = 0.$$

Blogiausias variantas ($x_{A7} = 0$) gaunamas tada, kai $\bar{T}_f$ yra 2°C žemesnė už apatinę leidžiamą ribą T_L arba kai $\bar{T}_f$ yra 2°C didesnė už viršutinę leidžiamą ribą T_U . Jeigu $\bar{T}_f$ daugiau negu 2°C mažesnė už T_L arba 2°C didesnė už T_U , x_{A7} reikšmė būtų neigiama, todėl laikoma, kad $x_{A7} = 0$.

8. Sanitarinių mazgų (tualetų) tipas (atviro tipo ar vakuuminis) ir būklė. Šiuo metu 70 % LG eksploatuojamų keleivinių vagonų parko įrengti vakuuminiai tualetai. Po 2–4 metų planuojama visuose vagonuose įrengti ekologines tualetų sistemas. Sąstate yra 7 vagonai. 6-uose vagonuose tualetai vakuuminiai ir tvarkingai prižiūrimi (vertina traukinio viršininkas), o 1-ame vagone – atviro tipo, tačiau tvarkingi. Vertinant sanitarinių mazgų tipą ir jų būklę, KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.12) formulė. Gaunama, kad $x_{A8} = 0,893$.

9. Gultų konstrukcija (viršutinių gultų saugos diržai), specialios priemonės neįgaliesiems. Kai kurių AB „Lietuvos geležinkeliai“ KV viršutiniuose gultuose yra įrengti apsauginiai laikikliai, o paprastuosiuose miegamuosiuose vago-

nuose (PV) – saugos diržai. Dalis keleivinių, dyzelinių bei elektrinių traukinių yra pritaikyti specialioms neįgalių keleivių poreikiams: yra įrengtos vietos neįgaliųjų vežimėliams tvirtinti, pritaikyti tualetai, praplatinti įėjimai bei durys. Tokių traukinių nuolat daugėja, nes, atliekant modernizavimo darbus arba įsigyjant naujus traukinius, yra atsižvelgiama į neįgalių žmonių specialius poreikius. Į vagoną keleiviai su vežimėliais įkeliama naudojant mobiliuosius keltuvus, kurie yra didžiosiose geležinkelio stotyse (*Prieigos taisyklės...* 2010). Traukinio Vilnius–Maskva sąstata yra 6 vagonai. Restorano vagonas į skaičiavimus neįtrauktas. 5-uose vagonuose viršutiniai gultai turi saugos diržus, tačiau vagonai nepritaikyti neįgaliesiems keleiviams, 1-ame vagone yra tik apatiniai gultai (saugos diržai nereikalingi), vagonas nepritaikytas neįgaliesiems keleiviams. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.13) formulė. Gaunama, kad $x_{A9} = 0,333$.

10. Įrengtas nuolat veikiantis dušas. Šiuo metu LG eksploatuojamuose vagonuose nėra įrengto dušo. Jis ypač reikalingas tiek keleiviams, tiek traukinio darbuotojams tarptautiniuose traukiniuose, kurie važiuoja didesniu atstumu ir kelionė užtrunka ilgiau. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.14) formulė. Gaunama, kad $x_{A10} = 0$.

11. Specialios kupė dviračiams vežti. LG tarptautiniuose traukiniuose nėra vagonų, pritaikytų dviračiams vežti, tačiau pagal nešulį vežimo normas leidžiama vežti ne daugiau kaip vieną išardytą ir supakuotą bemotorį dviratį, jei pagal matmenis jis telpa nešuliams skirtose vietose (*Pagalbinė nepriklausomų valstybių sandraugos šalių...* 2003). Už išardyto ir supakuoto dviračio vežimą mokėti nereikia. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.15) formulė. Gaunama, kad $x_{A11} = 0,50$.

12. Rūkyti skirtos vietos. Pagal Lietuvos Respublikos Tabako kontrolės įstatymą, draudžiama rūkyti (ir vartoti kitus tabako gaminius) viešajame transporte (išskyrus tolimojo susisiekimo traukinius, kuriuose turi būti numatyti atskiri vagonai nerūkantiems ir rūkantiems). AB „Lietuvos geležinkeliai“ tarptautinio susisiekimo traukiniuose rūkoma tam pritaikytose vagonų angainėse. Tokia padėtis tenkina ne visus keleivius: rūkant tam skirtose angainėse dūmai neretai prasišverbia (nesandarios, neuždarytos durys) į vagono saloną. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal traukinyje esamą tvarką – rūkoma tam pritaikytose vagonų angainėse. Vertinant rūkyti skirtas vietas, KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.16) formulė. Gaunama, kad $x_{A12} = 0,50$.

13. Radijo mazgas ir jo centralizuotas įjungimas ir išjungimas. Radijo garso reguliavimo jungikliai vagonuose įrengti kupė, koridoriuje (salone). Šiuo metu AB „Lietuvos geležinkeliai“ eksploatuojamuose naujuose KV, pagamintuose Tverės vagonų gamykloje (Rusija), keliaujančiųjų patogumui vagono kupė įrengtos ausinių jungtys. Jeigu ausinių keleiviai neturi (neišduoda vagono palydovas), jie priversti klausytis radijo transliacijos, jeigu net to ir nenori. Šiame vagone radijas įjungiamas ir išjungiamas jungikliu, kuris yra palydovo darbo

kupė. Šiuo jungikliu negalima reguliuoti garso intensyvumo. Traukiniui išvykus iš pradinės stoties, dėl per didelio garso, keleiviai prašo palydovo radiją išjungti, todėl negirdi informacijos apie traukinio maršrutą, kurią teikia traukinio viršininkas. Sąstate yra 6 vagonai (restorano vagonas į skaičiavimus neįtrauktas). KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.17) formulė. Gaunama, kad $x_{A13} = 0,50$.

14. Restorano vagonas. Visuose LG tarptautiniuose traukiniuose yra restorano vagonas. Jame yra prekiaujama alkoholiniais gėrimais. Palydovas-bufetininkas, atliekantis restorano vagone padavėjo darbą, taupymo sumetimais yra skiriamas retai, todėl yra savitarna arba padavėjo darbą atlieka restorano vagone dirbantis palydovas. Vagonų palydovai siūlo keleiviams kavos, arbatos, gaiviųjų gėrimų, konditerijos gaminių. Keleiviui pageidaujant, vagono palydovas privalo iš restorano vagono atnešti norimų patiekalų, gėrimų. Bandymas atliktas traukiniui Vilnius–Maskva. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.18) formulė. Gaunama, kad $x_{A14} = 0,875$.

15. Palydovo skubaus iškvietimo į kupė galimybė. Palydovo skubaus iškvietimo į kupė jungikliai yra ne visuose šiuo metu AB „Lietuvos geležinkeliai“ naudojamuose vagonuose. Naujuose KV, pagamintuose Tverės vagonų gamykloje (Rusija), keliaujančiųjų patogumui vagono kupė įrengti palydovo skubaus iškvietimo jungikliai, tačiau jie veikia tik tada, kai į kortelių skaitytuvą yra įstatyta magnetinė kortelė. Kol kas tokios kortelės nėra naudojamos, todėl ir iškviesti palydovą į kupė nėra galimybės. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal (2010 11 20) schemą. Sąstate yra 6 vagonai (restorano vagonas į skaičiavimus neįtrauktas). KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.19) formulė. Gaunama, kad $x_{A15} = 0,417$.

16. Galimybė pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu. Lietuvos formavimo traukiniuose nėra įrengtos buitinės kupė, kurioje būtų galimybė pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu. Vertinant galimybę traukinyje pasinaudoti plaukų džiovintuvu, drabužių lygintuvu, KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.20) formulė. Gaunama, kad $x_{A16} = 0,25$.

Visų A grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Aj} įvertis su realiais duomenimis pateiktas 4.1 lentelėje. Kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Aj} įvertis su puikiais duomenimis yra 1, su vidutiniais duomenimis yra 0,5, su labai blogais duomenimis – 0.

Iš (2.21) formulės apskaičiuojamas kriterijų, susietų su traukinio elementais ir kelio technine būkle, daugiakriteris rodiklis K_A :

$$K_A = 0,228 \cdot (0,0400 \cdot 0,646 + 0,1035 \cdot 0,473 + 0,0307 \cdot 1 + 0,0562 \cdot 0,188 + 0,0560 \cdot 0,786 + 0,0997 \cdot 0,964 + 0,1042 \cdot 0,75 + 0,0813 \cdot 0,893 + 0,0624 \cdot 0,333 + 0,0709 \cdot 0 + 0,0345 \cdot 0,50 + 0,0360 \cdot 0,50 + 0,0450 \cdot 0,50 + 0,0822 \cdot 0,875 + 0,0359 \cdot 0,417 + 0,0452 \cdot 0,25) = 0,133.$$

4.1 lentelė. A grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Aj} įvertis su realiais duomenimis

Table 4.1. Quality level of the criteria of group A and the respective value of the variable x_{Aj} based on real data

A grupės kriterijų kintamieji dydžiai x_{Aj} ir skaičiuojamosios formulės numeris	Dėmens reikšmė	Apskaičiuotoji vertė
1	2	3
x_{A1} (2.4)	$\frac{\sum_{s=1}^{N_{km}} \left(1 - \frac{KKI_f^2}{KKI_{rib}^2} \right)_s}{N_{km}} = \frac{23,244}{36}$	0,646
x_{A2} (2.5)	$l_1 = 9 \text{ km}, \quad l_2 = 8 \text{ km}, \quad l_3 = 12 \text{ km}, \quad l_4 = 7 \text{ km}$ ($L = 36$) km; $v_{\max, l} = 120 \text{ km/h}; \quad v_{f1} = 43 \text{ km/h}$ $v_{f2} = 77 \text{ km/h}, \quad v_{f3} = 57 \text{ km/h}, \quad v_{f4} = 51 \text{ km/h}$	0,473
x_{A3} (2.6)	$VKB_f = 2 (1,2,...,7^*); \quad VKB_{\max} = 2; \quad V = 7$	1
x_{A4} (2.7)	$TL_f = 72 \text{ dB} (1,2,...,6^*)$ $TL_f = 62 \text{ dB} (7^*); \quad TL_l = 87 \text{ dB}; \quad V = 7$	0,188
x_{A5} (2.8)	$I_f = 2 (1,2,3,4^*); \quad I_f = 1 (5,6,7^*); \quad I_{\max} = 2; \quad V = 7$	0,786
x_{A6} (2.9)	$VKA_f = 4 (1,2,...,6^*); \quad VKA_f = 3 (7^*)$ $VKA_{\max} = 4; \quad V = 7$	0,964
x_{D7} (2.10)	$T_U = 24; \quad T_L = 20; \quad \bar{T}_f = 23; \quad V = 7$	0,75
x_{A8} (2.12)	$WC_f = 4 (1,2,...,6^*); \quad WC_f = 1 (7^*); \quad WC_{\max} = 4$ $V = 7$	0,893
x_{A9} (2.13)	$G_f = 3 (6^*); \quad G_f = 1 (1,2,...,5^*); \quad G_{\max} = 4; \quad V = 6$	0,333
x_{A10} (2.14)	$D_f = 0 (1,2,...,7^*); \quad D_{\max} = 2; \quad V = 7$	0
x_{A11} (2.15)	$DV_f = 2; \quad DV_{\max} = 4;$	0,50
x_{A12} (2.16)	$RV_f = 1; \quad RV_{\max} = 2$	0,50
x_{A13} (2.17)	$RM_f = 3 (1,2,3^*); \quad RM_f = 1 (4,5,6^*); \quad RM_{\max} = 4$ $V = 6$	0,50
x_{A14} (2.18)	$VR_f = 7; \quad VR_{\max} = 8;$	0,875
x_{A15} (2.19)	$PI_f = 2 (1^*); \quad PI_f = 1 (2,3,4^*); \quad PI_f = 0 (5,6^*)$ $PI_{\max} = 2; \quad V = 6$	0,417
x_{A16} (2.20)	$DL_f = 1; \quad DL_{\max} = 4$	0,25

Pastaba: (c-ojo vagono*)

Gaunama, kad kriterijų, susietų su traukinio elementais ir geležinkelio kelio technine būkle, rodiklis $K_A = 0,133$, t. y. A grupės kriterijų įtaka KTK, išreikšta vienu parametru.

4.2. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, modelio praktinio pritaikymo vertinimas

1. Traukinių išvykimas ir atvykimas laiku. Atliekamas bandymas pagal traukinio Vilnius–Maskva važiavimo grafiką. Traukinio važiavimo trukmė nuo pradinės A stoties iki galinės D stoties yra 14 val. 58 min. (898 minutės). Pradinėje, Vilniaus stotyje, į traukinį įlipo 91 keleivis. Iš jų 77 važiavo iki galinės stoties – Maskvos. Iš viso reise važiavo 102 keleiviai. Gaunama, kad vėlavimo išvykti iš išvykimo (pradinės) A ir atvykti į galinę D stotį svorio koeficientas $\gamma = 0,75$ (2.24 formulė). Kelio ruože Vilnius–Maskva yra 8 tarpinės stotys, kuriose sustoja traukinys (K priedas). Traukinys iš Vilniaus išvyko laiku, pagal grafiką atvyko į Kenos pasienio stotį, tačiau iš čia išvyko 2 min. vėliau negu numatyta grafike (stovėjo 37 minutes). Į Gudagų pasienio stotį atvyko pavėlavęs 2 min., stovėjo 38 min. (2 min. trumpiau nei numatyta tvarkaraštyje), todėl iš Gudagų išvyko laiku. Traukinys į Smargonių ir Maladzečno stotis atvyko laiku ir laiku iš jų išvyko. Į Minską atvyko pavėlavęs 3 min. ir išvyko 3 min. vėliau. Į Oršą ir Smolenską atvyko laiku ir laiku išvyko. Į Viazmą atvyko pavėlavęs 5 min., stovėjo trumpiau – 18 min., todėl išvyko laiku. Į galinę, Maskvos stotį, atvyko pagal grafiką. Vertinant traukinio važiavimą, KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.23) formulė. Kadangi traukinys iš pradinės stoties išvyksta laiku, o vėlavimai į kai kurias tarpines stotis ir iš jų nėra dideli, gaunamas rezultatas, artimas 1, t. y. $x_{B1} = 0,832$. Maršrutas (reisas) laikomas idealiu ($x_{B1} = 1$), kai traukinys nevėluoja atvykti (išvykti) nei į vieną stotį, t. y. važiuoja tiksliai pagal grafiką. Jis yra vidutinis, kai į kiekvieną stotį traukinys vėluoja 5 minutes. Laikomasi tokios nuostatos, kad blogiausias traukinio vėlavimo variantas yra toks, kai traukinys, išvykęs iš pradinės stoties, tuoj pat sustojo ir stovėjo tiek, kiek trunka kelionė iki galinės (paskirties) stoties. Tokiu atveju gali būti suformuotas kitas traukinys keleiviams vežti, tačiau pirmasis reisas yra niekinis ir priimama, kad $x_{B1} = 0$. Grupės B kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Bj} įvertis su realiais duomenimis pateikti 4.2 lentelėje.

2. Maisto davinio keleiviams pateikimas už į bilietą įskaičiuotą kainą. Traukinyje Vilnius–Maskva yra 6 vagonai (restorano vagonas į skaičiavimus neįtrauktas). Šiuo metu LG tarptautiniuose traukiniuose maisto davinyje pateikiamas už į bilietą įskaičiuotą kainą tik minkštųjų dviviečių kupė vagonų (MV) keleiviams. Vertinant maisto davinio keleiviams pateikimą už į bilietą įskaičiuotą kainą, KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.25) formulė. Gaunama, kad $x_{B2} = 0,083$.

4.2 lentelė. B grupės kriterijų kokybės lygmuo ir ji atitinkantis kintamojo dydžio x_{Bj} įvertis su realiais duomenimis
Table 4.2. Quality level of the criteria of group B and the respective value of the variable x_{Bj} based on real data

B grupės kriterijų kintamieji dydžiai x_{Bj} ir skaičiuojamosios formulės numeris	Dėmens reikšmė	Apskaičiuotoji vertė x_{Bj}
1	2	3
x_{B1} (2.23)	$\gamma = 0,75; t_{isv,j} = 5; t_{arv,j} = 0; t_{arv,C} = 0; \beta = 1,2; t_{arv,I_1} = 5$ $t_{arv,B_1} = 0; t_{isv,I_1} = 5; t_{isv,B_1} = 2; t_{arv,B_2} = 5; t_{isv,I_2} = 5; t_{isv,B_2} = 0$ $t_{arv,B_3} = 5; t_{arv,B_3} = 0; t_{isv,I_3} = 5; t_{isv,B_3} = 0; t_{arv,I_4} = 5; t_{arv,B_4} = 0; t_{isv,I_4} = 5$ $t_{isv,B_4} = 0; t_{arv,B_5} = 5; t_{arv,B_5} = 3; t_{isv,B_5} = 5; t_{isv,B_5} = 3; t_{arv,I_6} = 5; t_{arv,B_6} = 0$ $t_{isv,I_6} = 0; t_{isv,B_6} = 0; t_{arv,I_7} = 5; t_{arv,B_7} = 0; t_{isv,I_7} = 5; t_{isv,B_7} = 0; t_{arv,I_8} = 5$ $t_{arv,B_8} = 5; t_{isv,I_8} = 5; t_{isv,B_8} = 0$	0,832
x_{B2} (2.25)	$MD_f = 1 (1^*); MD_f = 0 (2,...,6^*); MD_{max} = 2; V = 6$	0,083
x_{B3} (2.26)	$P_f = 10 (1^*); P_f = 4 (2,...,6^*); P_{max} = 10; V = 6$	0,50
x_{B4} (2.27)	$MU_f = 2; MU_{max} = 2$	1
x_{B5} (2.28)	$SP_f = 2; SP_{max} = 4$	0,50
x_{B6} (2.29)	$IP_f = 0; IP_{max} = 2$	0
x_{B7} (2.30)	$BP_f = 1; BP_{max} = 2$	0,50
x_{B8} (2.31)	$VRR_f = 2; VRR_{max} = 2$	1
x_{B9} (2.32)	$TI_f = 2; TI_{max} = 6$	0,333
x_{B10} (2.33)	$MK_f = 1; MK_{max} = 2$	0,50
x_{B11} (2.34)	$PS_f = 0; PS_{max} = 2$	0

4.2 lentelės pabaiga

1	2	3
x_{B12} (2.35)	$TMK_f = 2$ (1,2,6–14,16,17*); $TMK_f = 3$ (3,4,15,18,20*) $TMK_f = 1$ (5*) $TMK_f = 4$ (19*); $TMK_{\max} = 4$; $n_K = 20$	0,575
x_{B13} (2.36)	$BA_f = 0$; $BA_{\max} = 4$	0
x_{B14} (2.37)	$MID_f = 2$; $MID_{\max} = 2$	1
x_{B15} (2.38)	$IV_f = 0$; $IV_{\max} = 2$	0
x_{B16} (2.39)	$API_f = 3$ (1–3,5,7–10,13,14,16–20*); $API_f = 4$ (4,6,11,12,15*) $API_{\max} = 4$; $n_K = 20$	0,813
x_{B17} (2.40)	$APB_f = 3$ (1,7–10,14–16,18*); $APB_f = 4$ (2–6,11–13,17,19,20*) $APB_{\max} = 4$; $n_K = 20$	0,888
x_{B18} (2.41)	$UK_f = 2$ (1,2,6,9,10*); $UK_f = 1$ (3–5,8,11*); $UK_f = 3$ (7*) $UK_{\max} = 4$; $n_P = 11$	0,409
x_{B19} (2.42)	$MPK_f = 3$ (1–3,8,13,20*); $MPK_f = 2$ (4,7,9,10,14–16,18*) $MPK_f = 4$ (5,6,11,12,17,19*); $MPK_{\max} = 4$; $n_K = 20$	0,725

Pastaba: $t_{arv,l_1}, t_{arv,l_2}, \dots, t_{arv,l_8} = t_{išv,l_1}, t_{išv,l_2}, \dots, t_{išv,l_8}$ – vėlavimo atvykti ar išvykti į / iš tarpinės stoties tolerancija (5 min.);

$t_{arv,B_1}, t_{arv,B_2}, \dots, t_{arv,B_8}$ – vėlavimo atvykti į tarpinę stotį B laikas;

$t_{išv,B_1}, t_{išv,B_2}, \dots, t_{išv,B_8}$ – vėlavimo išvykti iš tarpinės stoties B laikas ($b = 8$); tolerancija (5 min.); (i -ojo respondento vertinimo balas*).

3. Patalynės pateikimas, paklojimas ir jos būklė. Vertinant patalynės pateikimą, paklojimą ir jos būklę remiamasi tuo, kad AB „Lietuvos geležinkeliai“ tarptautiniuose traukiniuose patalynės komplektas (dvi paklodės, pagalvės užvalkalas ir vienas rankšluostis) keleiviui pateikiamas už 1 bilietą įskaičiuotą kainą visų kategorijų vagonuose. Patalynės komplektas turi būti specialioje nepažeistoje pakuotėje. Keleiviui pageidaujant vagono palydovas privalo patalynę pakloti. MV vagonuose patalynė paklojama ruošiant vagoną reisui, prieš įlipant keleiviams. Traukinyje Vilnius–Maskva yra 6 vagonai (restorano vagonas į skaičiavimus neįtrauktas). KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.26) formulė. Gaunamas vidutinis atvejis $x_{B3} = 0,5$.

4. Maisto ir gėrimų užsakymo iš restorano ir atnešimo į kupė galimybė (per vagono palydovą). Kiekviename traukinio vagone yra meniu. Keleiviui pageidaujant vagono palydovas privalo atnešti į kupė maisto ir gėrimų iš restorano vagono. Traukinyje Vilnius–Maskva yra 6 vagonai (restorano vagonas į skaičiavimus neįtrauktas). KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.27) formulė. Gaunamas idealus atvejis $x_{B4} = 1$.

5. Populiariosios spaudos platinimas traukinyje. Lietuvos geležinkelių traukiniuose dienraščių kaina yra tokia, kaip spaudos kioskuose. Kai kurie dienraščiai yra mokami, kai kurie nemokami. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.28) formulė. Gaunama $x_{B5} = 0,50$.

6. Prieiga prie interneto. LG traukiniuose nėra prieigos prie interneto. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.29) formulė. Gaunamas kritinis atvejis $x_{B6} = 0$.

7. Kelionės bilieto pirkimo traukinyje galimybė (iš traukinio viršininko). LG tarptautiniame traukinyje Vilnius–Maskva keleivis, nesuspėjęs nusipirkti bilieto kasoje, gali nusipirkti bilietą iš traukinio viršininko ir užimti vietą, priklausančią traukinio viršininko rezervui KV vagone. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.30) formulė. Gaunamas vidutinis atvejis $x_{B7} = 0,5$.

8. Vietų restorano vagone rezervavimo galimybė. LG tarptautiniuose traukiniuose keleivis gali rezervuoti vietą restorano vagone. Šia galimybe keleiviai naudojasi retai. Traukinyje Vilnius–Maskva keleivis gali rezervuoti vietą restorano vagone, nepriklausomai nuo to, kokios kategorijos vagone jis važiuoja. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.31) formulė. Gaunamas idealus atvejis $x_{B8} = 1$.

9. Taksi paslaugos traukinyje užsakymas. LG formavimo traukiniuose keleivis gali iškviesti taksi per vagono palydovą ir traukinio viršininką prieš traukiniui atvykstant į galinę (formavimo stotį). Už taksi iškvietimą mokėti nereikia. Traukinyje Vilnius–Maskva keleivis gali iškviesti nemokamai taksi per vagono palydovą ir traukinio viršininką. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.32) formulė. Gaunama $x_{B9} = 0,333$.

10. Galimybė traukinyje atsiskaityti mokėjimo kortele. Keleiviai, už traukiniuose teikiamas paslaugas, prekes ir kelionės bilietus (tarptautiniuose traukiniuose) gali atsiskaityti mokėjimo kortelėmis. EKS yra įrengtas restorano vagonė. Traukinyje Vilnius–Maskva keleivis gali atsiskaityti mokėjimo kortele, tačiau jis privalo nueiti į restorano vagoną, kuriame įrengtas EKS. KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.33) formulė. Gaunamas vidutinis atvejis $x_{B10} = 0,50$.

11. Prekyba suvenyrais traukinyje. AB „Lietuvos geležinkeliai“ traukiniuose suvenyrais neprekiuojama. KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.34) formulė. Gaunamas kritinis atvejis $x_{B11} = 0$.

12. Traukinyje transliuojamų muzikos kūrinių, informacijos atitiktis keleivių norams. AB „Lietuvos geležinkeliai“ traukiniuose yra transliuojamos radijo laidos, leidžiami muzikiniai ir informaciniai (apie kelionės trukmę, stotis, kuriose sustos traukinys, teikiamas traukinyje paslaugas ir kt.) įrašai. Šie įrašai yra reglamentuoti. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal 20 keleivių užpildytų anketų duomenis. Anketos pavyzdys yra pateiktas A priede. KKKVR dėmuis skaičiuojamas pagal (2.35) formulę. Gaunama, kad $x_{B12} = 0,575$.

13. Keleivių bagažo ir daiktų apsauga. Šiuo metu LG tarptautiniuose traukiniuose seifai sumontuoti tik MV vagonuose, tačiau jie nėra skirti keleivių daiktams saugoti. Traukinyje Vilnius–Maskva keleivio bagažas, dokumentai ir kiti daiktai nėra saugomi, už jų saugumą atsako pats keleivis. KKKVR dėmuis skaičiuojamas pagal (2.36) formulę. Gaunamas kritinis atvejis $x_{B13} = 0$.

14. Užsienio medicininių išlaidų draudimo įsigijimo traukinyje galimybė. AB „Lietuvos geležinkeliai“ tarptautiniuose traukiniuose įsigyti užsienio medicininių išlaidų draudimą šiuo metu nėra galimybės ir poreikio, nes į užsienį ketinantis keliauti asmuo draudžiamas vizos išdavimo metu. KKKVR dėmuis skaičiuojamas pagal (2.37) formulę. Gaunamas idealus atvejis $x_{B14} = 1$.

15. Vizos įsigijimo pasienio punkte galimybė. Vizos pasienio punkte neišduodamos. Keleivis, neturintis vizos arba yra pasibaigęs (neprasidėjęs) jos galiojimo laikas, iš traukinio pasienio punkte turi išlipti. Jis privalo vykti į vizų išdavimo punktą ir gavęs vizą tęsti kelionę kitu traukiniu. Keleivis sugaišta daug laiko, neretai patiria stresą. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva, kai pasienio punkte (per kurį važiuoja traukinys) nėra galimybės įsigyti vizos. KKKVR dėmuis skaičiuojamas pagal (2.38) formulę. Gaunamas blogiausias atvejis $x_{B15} = 0$.

16. Aptarnaujančio personalo išvaizda (uniformos apranga, avalynė, šukuosena, vardinė kortelė). Reikalavimai darbuotojų išvaizdai yra nurodyti AB „Lietuvos geležinkeliai“ Keleivių vežimo direkcijos keleivių aptarnavimo standartuose (2012). Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal 20 keleivių užpildytų anketų duomenis. Anketos pavyzdys yra pateiktas A priede. KKKVR dėmuis skaičiuojamas pagal (2.39) formulę. Gaunama, kad $x_{B16} = 0,813$.

17. Aptarnaujančio personalo bendravimo kultūra su keleiviais ir tarpusavyje. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal 20 keleivių užpil-

dytų anketų duomenis. Anketos pavyzdys pateiktas A priede. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.40) formulė. Gaunama, kad $x_{B17} = 0,888$.

18. Aptarnaujančio personalo užsienio kalbos mokėjimas. Tarptautinio susisiekimo traukinio viršininkas (vyresnysis palydovas) privalo mokėti užsienio kalbą tiek, kad galėtų bendrauti su keleiviais ir geležinkelio, per kurį važiuoja traukinys, administracija (*Tarptautinio susisiekimo keleivinio...* 2003). Vagonų palydovai privalo mokėti susikalbėti viena ar daugiau užsienio kalbų. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal 11-os traukinį aptarnaujančių darbuotojų (1 traukinio viršininkas ir 10 vagono palydovų) žodinės apklausos (apklausė traukinio viršininkas) duomenis. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.41) formulė. Gaunama, kad $x_{B18} = 0,409$.

19. Muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencija, objektyvumas ir bendravimo su keleiviais kultūra. Atliekamas bandymas traukiniui Vilnius–Maskva pagal 20 keleivių užpildytų anketų duomenis (A priedas). Vertinant muitinės ir pasienio pareigūnų kompetenciją, objektyvumą ir bendravimo su keleiviais kultūrą, KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.42) formulė. Gaunama, kad $x_{B19} = 0,725$.

Visų B grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Bj} įvertis su realiais duomenimis pateiktas 4.2 lentelėje. Kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Bj} įvertis su puikiais duomenimis yra 1, su vidutiniais duomenimis yra 0,5, su labai blogais duomenimis – 0.

Pagal (2.43) formulę apskaičiuojamas kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, daugiakriteris rodiklis K_B :

$$\begin{aligned} K_B = & 0,228 \cdot (0,1072 \cdot 0,832 + 0,0293 \cdot 0,083 + 0,0509 \cdot 0,50 + \\ & 0,0300 \cdot 1 + 0,0276 \cdot 0,50 + 0,0401 \cdot 0 + 0,0600 \cdot 0,50 + 0,0221 \cdot 1 + \\ & 0,0219 \cdot 0,333 + 0,0467 \cdot 0,50 + 0,0180 \cdot 0 + 0,0262 \cdot 0,575 + \\ & 0,0898 \cdot 0 + 0,0587 \cdot 1 + 0,1030 \cdot 0 + 0,0560 \cdot 0,813 + 0,0794 \cdot 0,888 + \\ & 0,0507 \cdot 0,409 + 0,0826 \cdot 0,725) = 0,115. \end{aligned}$$

Gaunama, kad kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, grupės rodiklis $K_B = 0,115$, t. y. B grupės kriterijų įtaka KTK, išreikšta vienu parametru.

4.3. Kriterijų, susietų su kelionės kaina, modelio praktinio pritaikymo vertinimas

1. Bilieto kaina. AB „Lietuvos geležinkeliai“ vietinio vežimo baziniai tarifai nustatomi pagal keleivinių vagonų paslaugos klasę (2 klasė, 3 klasė) ir traukinį greičio kategoriją (greitieji, paprastieji traukiniai). Keleivių vežimo kaina nėra

diferencijuojama pagal traukos rūšį ir geležinkelio linijas. Traukinyje Vilnius–Maskva yra V_P (1 vagonas), V_K (4 vagonai) ir V_M (1 vagonas) kategorijų vagonai. Yra nustatyti vežimo kainos bazinio tarifo indeksacijos koeficientai (Lietuvos ir Baltarusijos geležinkelių pastovūs, Rusijos – kintantys pagal kalendorinį laikotarpį). Siekiant racionaliau reguliuoti vagonų užimtumą skirtingomis savaitės dienomis bei padidinti gaunamas pajamas už keleivių vežimą tarptautiniuose traukiniuose LG nustatyti vietos kainų (pagal savaitės dienas) koeficientai. Apatinės vietos kaina yra didesnė už viršutinės vietos kainą. Mažiausia bilietų kaina yra gegužės 8–9 dienomis, didžiausia – 28–29 balandžio, 8–12 birželio, 13 liepos ir 2 rugsėjo, 2–5 lapkričio, 29–30 gruodžio dienomis. Atliekamas testas. Sąstate yra 6 vagonai. KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.45) formulė, kuri pagal traukinio Vilnius–Maskva vagonų kategorijas užrašoma taip:

$$x_{C1} = \frac{V_P \cdot \left(1 - \frac{BK_{fP} - BK_{\min P}}{BK_{\max P} - BK_{\min P}}\right) + V_K \cdot \left(1 - \frac{BK_{fK} - BK_{\min K}}{BK_{\max K} - BK_{\min K}}\right) + V_M \cdot \left(1 - \frac{BK_{fM} - BK_{\min M}}{BK_{\max M} - BK_{\min M}}\right)}{V}, \quad (4.1)$$

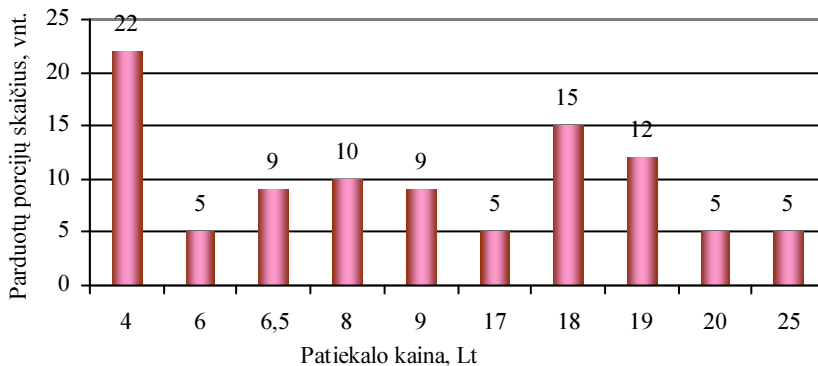
čia: V – sąstato vagonų skaičius ($V = V_P + V_K + V_M$); V_P , V_K , V_M – 2 klasės prastųjų miegamųjų, 2 klasės miegamųjų 4-ių vietų kupė ir 1 klasės minkštųjų 2-jų vietų kupė sąstato vagonų skaičius; BK_{fP} , $BK_{\min P}$, $BK_{\max P}$ – V_P kategorijos vagono faktinė, mažiausia ir didžiausia bilieto kaina; BK_{fK} , $BK_{\min K}$, $BK_{\max K}$ – V_K kategorijos vagono faktinė, mažiausia ir didžiausia bilieto kaina; BK_{fM} , $BK_{\min M}$, $BK_{\max M}$ – V_M kategorijos vagono faktinė, mažiausia ir didžiausia bilieto kaina.

4.1 formulėje naudojamos V_P ir V_K kategorijų vagonų kainos yra imamos kaip apatinės ir viršutinės vietų kainų vidurkis. V_M kategorijos vagone tik apatinės vietos, kurių kaina yra vienoda. Bilietų kainos keičiasi pagal metų laikotarpį. 2012 m. gegužės 11 d. kainos yra paimtos kaip faktinės, gegužės 9 d. kaip mažiausios ir birželio 8 d. kaip didžiausios bilietų kainos. Gaunama, kad $x_{C1} = 0,287$ (su realiais duomenimis). Idealiu atveju, kai $BK_{fy} = BK_{\min y}$, gaunama $x_{C1} = 1$. Blogiausiu atveju, kai $BK_{fy} = BK_{\max y}$, gaunama $x_{C1} = 0$.

2. Restorane parduodamų patiekalų kaina. Traukinyje atlikto tyrimo metu (2011 04 13) nustatyta, kad pigesni patiekalai yra populiariesni (4.11 pav.). Sriubos, kurios kaina 4 Lt, nupirkta daugiausiai – 22 porcijos. Perkami ir brangesni patiekalai, kurie kainuoja 18 ir 19 Lt. Patiekalai, kainuojantys 20 ir 25 Lt, nėra labai paklausūs. Traukinyje atlikta žodinė keleivių apklausa (apklausė traukinio viršininkė) parodė, kad restorano vagone parduodamų patiekalų kokybę dauguma keleivių vertina labai gerai (3 balai).

KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojamos (2.46)–(2.50) formulės. Restorano vagone parduodamų patiekalų kaina bus vertinama pagal (2.46) formulę. Kai

$PK_{\min} = 4$ Lt, $PK_d = 4; 6; 6,50; 8; 9; 17; 18; 19; 20; 25$ Lt, $J_d = 22; 5; 9; 10; 9; 5; 15; 12; 5; 5$ Lt, o $J_1 + J_2 + \dots + J_u = 97$, gaunama, kad $PK = 0,339$. Vertinant maisto patiekalų kokybę naudojama (2.47) formulė. Kai $B_{MK0} = 0$, $B_{MK1} = 1$, $B_{MK2} = 2$, $B_{MK3} = 3$, $B_{MK4} = 4$, o $n_0 = 0$, $n_1 = 5$, $n_2 = 3$, $n_3 = 23$, $n_4 = 29$, $(n_1 + n_2 + \dots + n_i) = 60$, gaunama, kad $RMK = 0,817$. Vertinant asortimento gausą naudojama (2.48) formulė. Kai $AG_f = 14$, o $AG_{\max} = 24$, $AG = 0,583$. Patiekalų keitimo periodiškumas vertinamas pagal (2.49) formulę: $PKP_f = 1$, $PKP_{\max} = 4$. Gaunama, kad $PKP = 0,25$. Su realiais duomenimis $x_{C2} = 0,497$ (2.50) formulė). Idealiu atveju, kai $PK_{\min} = 4$ Lt, d -ojo patiekalo kaina $PK_d = 4$ Lt, $J_d = 22; 5; 9; 10; 9; 5; 15; 12; 5; 5$ Lt, o $J_1 + J_2 + \dots + J_u = 97$, gaunama $PK = 1$. Kai $B_{MK0} = 0$, $B_{MK1} = 1$, $B_{MK2} = 2$, $B_{MK3} = 3$, $B_{MK4} = 4$, o $n_0 = 0$, $n_1 = 0$, $n_2 = 0$, $n_3 = 0$, $n_4 = 60$, $(n_1 + n_2 + \dots + n_i) = 60$, gaunama, kad $RMK = 1$. Kai $AG_f = 24$ ir $AG_{\max} = 24$, $AG = 1$. Kai $PKP_f = 4$, o $PKP_{\max} = 4$, $PKP = 1$. Tada $x_{C2} = 1$. Tikėtina, kad blogiausias atvejis bus tada, kai restorano vagone nebus galima pavalgyti, pvz., techninio gedimo atveju. Tuomet priimama, kad $PK = 0$. Kai $B_{MK0} = 0$, $B_{MK1} = 1$, $B_{MK2} = 2$, $B_{MK3} = 3$, $B_{MK4} = 4$, o $n_0 = 60$, $n_1 = 0$, $n_2 = 0$, $n_3 = 0$, $n_4 = 0$, $(n_1 + n_2 + \dots + n_i) = 60$, gaunama, kad $RMK = 0$. Kai $AG_f = 0$ (patiekalų restorano vagone nėra), o $AG_{\max} = 24$, $AG = 0$. Kai $PKP_f = 0$ (patiekalai nekeičiami), o $PKP_{\max} = 4$, gaunama, kad $PKP = 0$. Tada gaunama, kad $x_{C2} = 0$.



4.11 pav. Patiekalo paklausos priklausomybė nuo patiekalo kainos

Fig. 4.11. The dependence of the demand for a dish on its cost

3. Laikraščių ir žurnalų kaina. Spaudos kaina traukinyje yra tokia pati, kaip spaudos kioskuose. KKKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.51) formulė. Gaunamas vidutinis atvejis $x_{C3} = 0,50$.

4. Užsienio medicinos išlaidų draudimo kaina. Lietuvos Respublikos piliečiui, ketinančiam vykti į Rusiją (pvz., traukiniu Vilnius–Maskva), reikalingas užsienio medicinos išlaidų draudimas. Draudimo trukmė yra 1–3 dienos, o įmo-

ka – 8 Lt. Mažiausias tarifas būtiniosios medicinos pagalbos draudimo atveju yra 6 Lt, o didžiausias – 12 Lt. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.52) formulė. Gaunama, kad $x_{C4} = 0,667$. Idealiu atveju, kai $MID_f = MID_{\min}$, gaunama $x_{C4} = 1$. Blogiausiu atveju, kai $MID_f = MID_{\max}$, $x_{C4} = 0$.

5. Vizų kaina. Keleiviui, Lietuvos Respublikos piliečiui, važiuojančiam traukiniu Vilnius–Maskva į Rusiją, reikalingos dvi vizos – Baltarusijos Respublikos tranzitinė ir Rusijos Federacijos viza. Vizos būna įvairių tipų (turistinės, komercinės) ir laikotarpių (vienkartinės, dvikartinės, daugkartinės). Imama, kad keleiviui reikalinga Rusijos turistinė vienkartinė (iki 30 dienų) ir Baltarusijos Respublikos tranzitinė vienkartinė viza. Forminimo terminas 6–7 darbo dienos. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.53) formulė. Gaunama, kad $x_{C5} = 0,804$ (su realiais duomenimis). Idealiu atveju, kai $VK_{fB} = VK_{\min B}$, o $VK_{fR} = VK_{\min R}$, gaunama $x_{C5} = 1$. Blogiausiu atveju, kai $VK_{fB} = VK_{\max B}$, o $VK_{fR} = VK_{\max R}$, gaunama $x_{C5} = 0$.

4.3 lentelė. C grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Cj} įvertis su realiais duomenimis

Table 4.3. Quality level of the criteria of group C and the respective value of the variable x_{Cj} based on real data

C grupės kriterijų kintamieji dydžiai x_{Cj} ir skaičiuojamosios formulės numeris	Dėmens reikšmė	Apskaičiuotoji vertė x_{Cj}
1	2	3
x_{C1} (2.45) ir (4.1)	$BK_{fP} = 241,26$; $BK_{\min P} = 203,51$ $BK_{\max P} = 256,34$; $BK_{fK} = 351,69$ $BK_{\min K} = 279,95$; $BK_{\max K} = 380,39$ $BK_{fM} = 677,46$; $BK_{\min M} = 534,05$ $BK_{\max M} = 734,80$; $V_P = 1$; $V_K = 4$; $V_M = 1$	0,287
x_{C2} (2.50)	$PK = 0,339$; $RMK = 0,817$; $AG = 0,583$ $PKP = 0,25$	0,497
x_{C3} (2.51)	$L\check{Z}_f = 1$; $L\check{Z}_{\max} = 2$	0,50
x_{C4} (2.52)	$MIDK_f = 8$; $MIDK_{\min} = 6$; $MIDK_{\max} = 12$	0,667
x_{C5} (2.53)	$VK_{fB} = 70$; $VK_{\min B} = 65$; $VK_{\max B} = 85$ $VK_{fR} = 220$; $VK_{\min R} = 200$ $VK_{\max R} = 340$; $n_W = 2$	0,804
x_{C6} (2.54)	$MP_f = 2$; $MP_{\max} = 2$	1

6. Keleivinio vagono su dvivietėmis kupė maisto davinio (įskaičiuoto į bilieto kainą) pateikimas. Šiuo metu AB „Lietuvos geležinkeliai“ tarptautiniuose traukiniuose maisto davinys (vakarienė ir pusryčiai) pateikiamas už į bilietą įskaičiuotą kainą tik MV kategorijos vagono keleiviams. Vertinant šio vagono maisto davinio pateikimą, KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.54) formulė. Gaunama, kad $x_{C6} = 1$.

Visų C grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Cj} įvertis su realiais duomenimis, pateiktas 4.3 lentelėje. Kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Cj} įvertis su puikiais duomenimis yra 1, su vidutiniais duomenimis yra 0,5, su labai blogais duomenimis – 0.

Pagal (2.55) formulę apskaičiuojamas kriterijų, susietų su kelionės kaina, daugiakriteris rodiklis K_C :

$$K_C = 0,2580 \cdot (0,3258 \cdot 0,287 + 0,0982 \cdot 0,497 + 0,0551 \cdot 0,50 + 0,1517 \cdot 0,667 + 0,2844 \cdot 0,804 + 0,0849 \cdot 1) = 0,151.$$

Gaunama, kad kriterijų, susietų su kelionės kaina, grupės rodiklis $K_C = 0,151$, t. y. C grupės kriterijų įtaka KTK, išreikšta vienu parametru.

4.4. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, modelio praktinio pritaikymo vertinimas

1. Gaisro gesinimo priemonių buvimas. Sąstate yra 7 vagonai. Juose yra visos gaisro gesinimo priemonių rūšys, išskyrus V_p vagoną, kuriame nėra UPS. KKVR dėmėms skaičiuojamas pagal (2.57) formulę. Gaunama, kad $x_{D1} = 0,971$.

2. Pirmosios medicinos pagalbos priemonių buvimas. AB „Lietuvos geležinkeliai“ traukiniuose yra pirmosios medicinos pagalbos priemonės, pvz., neštuvai, vaistinė, kurioje yra įvairūs tvarsčiai. Vaistų vaistinėje nėra, išskyrus priemonę nudegimams gydyti. Vaistinė yra traukinio viršininko darbo kupė. Traukinio vaistinėje esančių tvarsčių nepakaktų ekstremaliais atvejais, pvz., įvykus teroristiniam aktui. Testas išspręstas remiantis AB „Lietuvos geležinkeliai“ traukiniuose esančia padėtimi dėl pirmosios medicinos pagalbos priemonių. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.58) formulė. Gaunama, kad $x_{D2} = 0,50$.

3. Greitosios medicinos pagalbos iškviatimo galimybė. Šiuo metu traukiniuose yra naudojamos nešiojamosios KENWOOD TK-250 radijo stotys, taip pat mobilieji telefonai. AB „Lietuvos geležinkeliai“ yra įdiegtas radijo ryšys, kuris įvertintas aukso medaliu konkurse „Lietuvos metų gaminy 2010“. Radijo ryšio ir bevielio duomenų perdavimo sistema (GSM-R) apima 1563,3 km geležinkelių linijų. Ši sistema ne tik užtikrina aukštą teikiamų paslaugų kokybę, bet ir leidžia gerokai našiau atlikti vagonų skirstymo, manevravimo, geležinkelių

kelių priežiūros darbus. Ši sistema suteiks traukinio viršininkui galimybę tiesiogiai susisiekti su artimiausios stoties budėtoju, eismo tvarkdariu, keleivių aptarnavimo poskyrio operatoriumi. Traukinių viršininkai yra išmokyti naudotis šiuo radijo ryšiu. GSM-R pakeitė iki tol AB „Lietuvos geležinkeliai“ naudotas ryšio priemones, kurios buvo nesertifikuotos ir neatitiko Ryšių reguliavimo tarnybos ir Europos Sąjungos keliamų reikalavimų. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.59) formulė. Gaunama, kad $x_{D3} = 0,50$.

4. Ašidėžių įkaitimo kontrolės signalizacijos veikimas. Sąstate yra 7 vagonai. Stotyse, kuriose traukinys stovi ilgiau kaip 5 minutes, visų vagonų palydovai privalo patikrinti ašidėžių įkaitimą iš perono pusės, jei traukinys stovi ilgiau kaip 10 minučių – iš abiejų pusių (*Keleivinio vagono palydovo...* 1999). Traukinys Kenos, Gudagų, Minsko, Oršos ir Viazmos stotyse stovi daugiau kaip 10 minučių (K priedas), todėl vagonų ašidėžės buvo tikrinamos iš abiejų vagonų pusių. Vagonų ašidėžių, išmatuotų temperatūrų infraraudonųjų spindulių termometru (4.12 pav.), temperatūros kaita pateikta 4.4 lentelėje. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.60) formulė. Gaunama, kad $x_{D4} = 1$.

Nors vienai traukinio vagono AKAK temperatūrai viršijus kritinę vertę, kyla pavojus ne tik to aširačio kakliukui lūžti ir vagonui nueiti nuo bėgių, bet ir visam traukiniui patirti katastrofą. Manoma, kad vertinti traukinio kokybę pagal visų aširačių AKAK faktinės temperatūros atitiktį kritinei temperatūrai, skaičiuojant vidutines vertes, nėra logiška. Viso sąstato kokybę pagal temperatūrą reikia vertinti pagal blogiausią AKAK vertę ir neskaičiuoti aritmetinių nei kitokių vidurkių (geometrinių, svertinių).



4.12 pav. Infraraudonųjų spindulių termometras

Fig. 4.12. Infrared thermometer

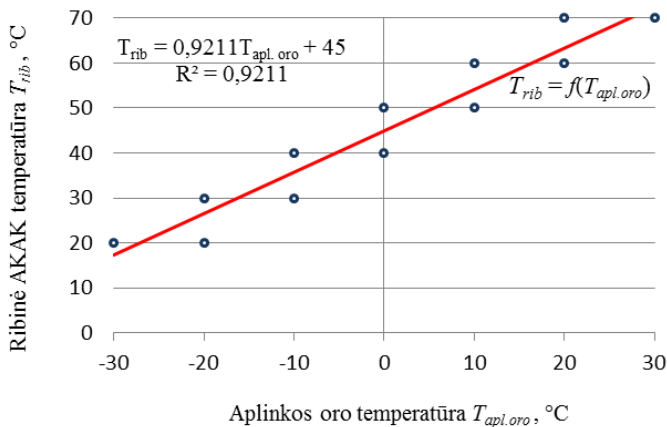
4.4 lentelė. Vagonų ašidėžių, išmatuotų temperatūrų infraraudonųjų spindulių termometru, temperatūros kaita

Table 4.4. The variation of the car axle box temperature, measured by infrared thermometer

Vagono eil. Nr. pagal schemą	Vagono pusė	Stotys									
		Kena		Gudagai		Minskas		Orša		Viazma	
		Lauko temperatūra									
		+22° C		+20° C		+16° C		+9° C		+3° C	
1	I	21,1 21,6	22,2 21,3	21,0 21,4	22,0 21,1	14,5 17,1	16,1 14,8	3,9 3,7	4,2 3,8	4,2 2,3	2,0 1,0
	II	21,0 21,4	22,3 21,2	19,9 21,1	22,1 19,8	14,2 16,9	15,8 15,0	4,0 3,9	4,3 3,9	4,4 2,5	2,1 1,6
3	I	21,4 20,9	21,9 22,5	21,2 20,1	21,6 22,2	16,5 16,1	16,0 18,2	6,3 8,1	6,2 5,4	2,1 8,1	2,8 3,6
	II	21,2 20,7	21,9 22,3	21,0 20,5	21,2 22,0	16,4 15,7	15,9 18,0	6,4 8,3	6,5 5,9	2,7 7,5	3,0 3,2
4	I	22,8 21,0	22,8 21,2	22,4 19,8	22,3 21,0	19,3 19,0	18,3 15,6	9,7 9,5	8,0 9,7	2,6 4,4	0,3 2,5
	II	22,9 21,2	21,9 21,3	22,5 19,7	21,6 19,8	18,9 18,5	18,1 16,2	9,6 9,7	8,2 9,6	2,1 3,9	1,2 2,6
5	I	24,5 22,6	21,7 22,3	24,1 22,3	21,2 22,0	15,6 16,4	15,2 18,2	8,1 10,1	10,6 9,9	1,9 2,2	1,7 1,5
	II	24,6 23,0	21,8 22,4	24,2 22,8	21,5 22,1	15,7 15,9	15,0 17,8	8,3 10,0	10,7 10,1	1,7 2,0	1,2 1,1
Restorano vagonas	I	23,2 21,9	21,8 23,2	22,8 21,2	21,3 22,9	18,3 16,6	13,4 17,5	8,4 8,2	8,9 8,1	1,9 1,6	1,5 1,7
	II	23,3 21,7	21,9 23,4	23,1 21,3	21,4 23,1	18,5 17,1	14,0 16,9	8,6 8,4	8,8 8,2	1,6 1,2	1,2 1,4
6	I	25,3 24,8	25,1 24,8	24,9 24,5	24,8 24,6	17,4 18,0	16,3 18,7	8,3 7,9	7,2 7,6	0,7 1,0	0,5 2,2
	II	25,7 24,6	25,0 24,7	25,4 24,1	24,7 24,3	17,1 18,4	17,0 18,2	8,5 8,1	7,4 7,7	0,9 1,5	0,7 1,9
16	I	23,8 23,2	22,3 22,8	23,5 22,8	21,9 21,8	23,7 20,7	20,9 22,0	9,1 8,7	9,0 8,9	7,0 2,8	4,8 5,9
	II	23,5 23,6	21,9 22,5	23,1 23,2	21,4 22,1	24,1 21,0	21,0 21,9	9,3 8,9	9,5 9,1	7,2 3,1	5,1 5,7

Iš 4.13 paveikslo matyti, kad didėjant aplinkos oro temperatūrai, didėja ir ribinė AKAK temperatūra. Yra tiesinė priklausomybė.

Jeigu AKAK temperatūra artėja nuo idealios ribinės link, tai yra pavojus, kad ši tendencija ir toliau gali tęstis ir dažniausiai to priežastis yra nežinoma, bet tikėtina, kad ji pasieks ribinę vertę ir ją viršys, todėl kitimas yra nepageidautinas (4.14 pav.).



4.13 pav. Aplinkos oro temperatūros kitimo įtaka ribinei AKAK temperatūrai
Fig. 4.13. The influence of the outdoor temperature variation on the limiting AKAK temperature

Manoma, kad sietis yra netiesinė. Esant tiesinei priklausomybei ir vidutiniškai kokybei T_f apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T_f = \frac{(T_{rib} - T_{apl.oro})}{2} + T_{apl.oro}. \quad (4.2)$$

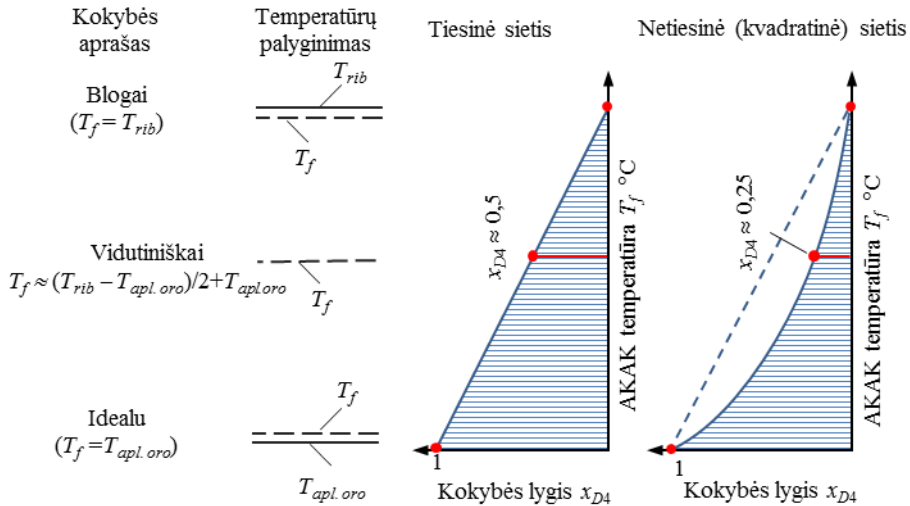
Tuomet $T_f = 43,62$ °C, o $T_{apl.oro} = 22$ °C. Skaičiuojant pagal (2.60) formulę, gaunama, kad $x_{D4} = 0,5$. Tikėtina, kad T_f pasiekus tokį lygmenį, kokybės lygis x_{D4} yra daug mažesnis negu pusė, t. y. apytiksliai $x_{D4} = 0,25$, tačiau tam įrodyti reikalingi išsamūs papildomi moksliniai tyrimai.

Ašidėžių kaitimo įtaka kelionės traukiniu kokybei su realiais duomenimis skaičiuojama pagal (2.60) formulę. Kenos stotyje (4.4 lentelė) 1-mo vagono, I vagono pusės ašidėžių temperatūra $T_f = 21,1$. Priimama, kad $T_f = T_{apl.oro}$. Aplinkos oro temperatūra $T_{apl.oro} = 22$ °C. Gaunama, kad $x_{D4} = 1$. Tai yra idealus atvejis. Ašidėžių kaitimo įtaka kelionės traukiniu kokybei su labai blogomis reikšmėmis, kai $T_{apl.oro} = 22$ °C, o $T_f = T_{rib}$. Gaunama, kad $x_{D4} = 0$. Priimama, kad $x_{D4} = 0$.

5. Avarinių išėjimų buvimas. Sąstate yra 7 vagonai. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.61) formulė. Gaunama, kad $x_{D5} = 1$.

6. Turėklų, laiptelių, perėjimo aikštelių, durų ir spynų tvarkingumas. Vertinami traukinio Vilnius–Maskva 7 vagonai. KKVR dėmuo skaičiuojamas pagal (2.62) formulę. Gaunamas idealus atvejis $x_{D6} = 1$.

7. Rankinio stabdžio veikimas ir būklė, stabdų būklė. Vertinami traukinio Vilnius–Maskva 7 vagonai. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.63) formulė. Gaunama, kad $x_{D7} = 1$.



4.14 pav. Keleivinio traukinio AKAK temperatūros įtakos jo kokybės rodikliui $Q_{D4} \times x_{D4}$ grafinis modelis

Fig. 4.14. Graphical model of the influence of the passenger train AKAK temperature on its quality index $Q_{D4} \times x_{D4}$

8. Policijos pareigūnų iškviatimo galimybė. Testas išspręstas remiantis AB „Lietuvos geležinkeliai“ traukiniuose esama padėtimi dėl policijos pareigūnų iškviatimo į traukinį galimybes. KKVR dėmeniui skaičiuoti naudojama (2.64) formulė. Gaunama, kad $x_{D8} = 0,50$.

Visų D grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Dj} įvertis su realiais duomenimis pateiktas 4.5 lentelėje. Kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Dj} įvertis su puikiais duomenimis yra 1, su vidutiniiais duomenimis yra 0,5, o su labai blogais duomenimis – 0.

Pagal (2.65) formulę apskaičiuojamas kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, daugiakriteris rodiklis K_D :

$$K_D = 0,286 \cdot (0,1514 \cdot 0,971 + 0,0957 \cdot 0,50 + 0,1087 \cdot 0,50 + 0,1726 \cdot 1 + 0,1297 \cdot 1 + 0,0953 \cdot 1 + 0,1504 \cdot 1 + 0,0963 \cdot 0,50) = 0,242.$$

Gaunama, kad kriterijų, susietų su kelionės traukiniu saugumu, grupės rodiklis $K_D = 0,242$, t. y. D grupės kriterijų įtaka KTK, išreikšta vienu parametru.

4.5 lentelė. D grupės kriterijų kokybės lygmuo ir jį atitinkantis kintamojo dydžio x_{Dj} įvertis su realiais duomenimis

Table 4.5. Quality level of the criteria of group D and the respective value of the variable x_{Dj} based on real data

D grupės kriterijų kintamieji dydžiai x_{Dj} ir skaičiuojamosios formulės numeris	Dėmens reikšmė	Apskaičiuotoji vertė x_{Dj}
x_{D1} (2.57)	$FE_f = 2; FE_{\max} = 2; OSP_f = 2$ $OSP_{\max} = 2; IIA_f = 2; IIA_{\max} = 2$ $UPS_f = 2$ (1,2,...,6*); $UPS_f = 0$ (7*) $UPS_{\max} = 2; GGI_f = 2$ (1,2,...,7*) $GGI_{\max} = 2; V = 7; F = 5$	0,971
x_{D2} (2.58)	$PMP_f = 1; PMP_{\max} = 2$	0,50
x_{D3} (2.59)	$GMP_f = 1; GMP_{\max} = 2$	0,50
x_{D4} (2.60)	$T_f = 22; T_{apl.oro} = 22$	1
x_{D5} (2.61)	$AI_f = 2; AI_{\max} = 2$ (1,2,...,7*); $V = 7$	1
x_{D6} (2.62)	$VTT_f = 4; VTT_{\max} = 4$ (1,2,...,7*) $V = 7$	1
x_{D7} (2.63)	$RS_f = 2; RS_{\max} = 2$ (1,2,...,7*) $SK_f = 4; SK_{\max} = 4$ (1,2,...,7*) $V = 7; H = 2$	1
x_{D8} (2.64)	$PPI_f = 1; PPI_{\max} = 2$	0,50

Pastaba: (c-ojo vagono*)

Tarptautinio traukinio daugiakriteris rodiklis K apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K = K_A + K_B + K_C + K_D, \quad (4.3)$$

čia K_A, K_B, K_C, K_D – A, B, C ir D grupių kokybės kriterijų daugiakriteriniai rodikliai.

Apskaičiuojamas (4.3 formulė) tarptautinio traukinio Vilnius–Maskva daugiakriteris (daugiatikslis) rodiklis:

$$K = K_A + K_B + K_C + K_D = 0,133 + 0,115 + 0,151 + 0,242 = 0,641.$$

Gaunama, kad su realiais duomenimis tarptautinio traukinio Vilnius–Maskva įvertis $K = 0,641$, o su vidutinėmis reikšmėmis jis lygus $K = 0,497$ (L priedas), t. y. beveik 0,50 (labai maža paklaida). Kaip jau buvo minėta, KKVVR kinta nuo 0 iki 1. Galima teigti, kad kelionės traukiniu Vilnius–Maskva kokybė yra aukštesnė už vidutinę.

4.5. Kriterijų kitimo įtakos kompleksiniam kokybės rodikliui tyrimas

Naudojant *Microsoft Excel* programą buvo nustatytas KKVVR įvertio K jautrumas, rodantis vieno kintamojo pokyčio įtaką K vertei. Vieneto dalimi gauta, kiek argumento pokytis lemia funkcijos (rodiklio K) pokytį. Buvo apskaičiuotas K_0 , kai vieno kriterijaus kintamasis dydis $x_j = 0$, o likusių kriterijų – $x_j = 0,50$ (pirmasis nulinis lygmuo), K_1 , kai vieno kriterijaus kintamasis dydis $x_j = 1$, o likusių kriterijų – $x_j = 0,50$ (antrasis idealus lygmuo) ir $\Delta K = K_1 - K_0$ (4.6 lentelė).

4.6 lentelė. Kelionės tarptautiniu traukiniu kompleksinio kokybės rodiklio K matematinio modelio jautrumo skaičiavimo rezultatai

Table 4.6. The results obtained in calculating sensitivity of the mathematical model of the comprehensive quality index K , showing the quality of the trip by international train

Kriterijaus eilės numeris	Kriterijaus žymuo	Kriterijaus kintamoji dalis	K_0 , kai $x_j = 0$	K_1 , kai $x_j = 1$	$\Delta K = K_1 - K_0$
1	2	3	4	5	6
1.	A_1	x_{A1}	0,492612042	0,501732042	0,00912
2.	A_2	x_{A2}	0,485373098	0,508971098	0,023598
3.	A_3	x_{A3}	0,493672298	0,500671898	0,0069996
4.	A_4	x_{A4}	0,490765298	0,506485898	0,0157206
5.	A_5	x_{A5}	0,490788098	0,503533298	0,0127452
6.	A_6	x_{A6}	0,485806298	0,513519698	0,0277134
7.	A_7	x_{A7}	0,485293298	0,509563898	0,0242706
8.	A_8	x_{A8}	0,487903898	0,503829698	0,0159258
9.	A_9	x_{A9}	0,490058498	0,502131098	0,0120726
10.	A_{10}	x_{A10}	0,489089498	0,506223698	0,0171342
11.	A_{11}	x_{A11}	0,493239098	0,496955498	0,0037164
12.	A_{12}	x_{A12}	0,493068098	0,501447098	0,008379
13.	A_{13}	x_{A13}	0,492042098	0,503328098	0,011286
14.	A_{14}	x_{A14}	0,487801298	0,510783698	0,0229824
15.	A_{15}	x_{A15}	0,493079498	0,495986498	0,002907
16.	A_{16}	x_{A16}	0,492019298	0,503385098	0,0113658
17.	B_1	x_{B1}	0,484951298	0,509392898	0,0244416
18.	B_2	x_{B2}	0,493831898	0,500512298	0,0066804
19.	B_3	x_{B3}	0,491369498	0,502974698	0,0116052
20.	B_4	x_{B4}	0,493752098	0,500592098	0,00684
21.	B_5	x_{B5}	0,494025698	0,500318498	0,0062928
22.	B_6	x_{B6}	0,492600698	0,501743498	0,0091428
23.	B_7	x_{B7}	0,490332098	0,504012098	0,01368
24.	B_8	x_{B8}	0,494652698	0,499691498	0,0050388

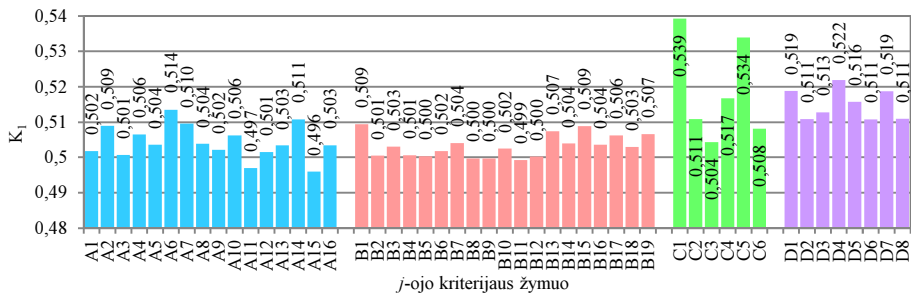
4.6 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6
25.	B ₉	x_{B9}	0,494675498	0,499668698	0,0049932
26.	B ₁₀	x_{B10}	0,491848298	0,502495898	0,0106476
27.	B ₁₁	x_{B11}	0,495120098	0,499224098	0,004104
28.	B ₁₂	x_{B12}	0,494185298	0,500158898	0,0059736
29.	B ₁₃	x_{B13}	0,486934898	0,507409298	0,0204744
30.	B ₁₄	x_{B14}	0,490480298	0,503863898	0,0133836
31.	B ₁₅	x_{B15}	0,485430098	0,508914098	0,023484
32.	B ₁₆	x_{B16}	0,490788098	0,503556098	0,012768
33.	B ₁₇	x_{B17}	0,488120498	0,506223698	0,0181032
34.	B ₁₈	x_{B18}	0,491392298	0,502951898	0,0115596
35.	B ₁₉	x_{B19}	0,487755698	0,506588498	0,0188328
36.	C ₁	x_{C1}	0,455143898	0,539200298	0,0840564
37.	C ₂	x_{C2}	0,485524056	0,510859656	0,0253356
38.	C ₃	x_{C3}	0,490064198	0,504279998	0,0142158
39.	C ₄	x_{C4}	0,477602798	0,516741398	0,0391386
40.	C ₅	x_{C5}	0,460484498	0,533859698	0,0733752
41.	C ₆	x_{C6}	0,486219998	0,508124198	0,0219042
42.	D ₁	x_{D1}	0,475521898	0,518822298	0,0433004
43.	D ₂	x_{D2}	0,483486998	0,510857198	0,0273702
44.	D ₃	x_{D3}	0,481627998	0,512716198	0,0310882
45.	D ₄	x_{D4}	0,472490298	0,521853898	0,0493636
46.	D ₅	x_{D5}	0,478624998	0,515719198	0,0370942
47.	D ₆	x_{D6}	0,483544198	0,510799998	0,0272558
48.	D ₇	x_{D7}	0,475664898	0,518679298	0,0430144
49.	D ₈	x_{D8}	0,483401198	0,510942998	0,0275418

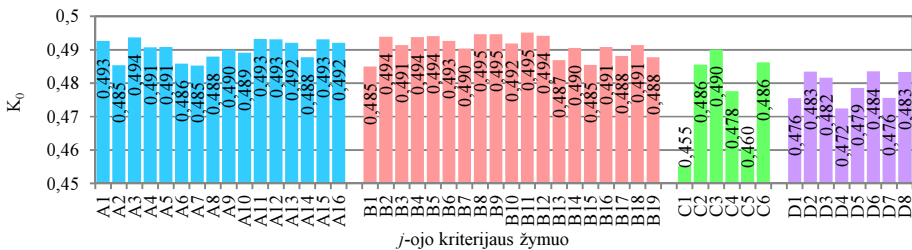
Iš stulpelinės diagramos (4.15a pav.) matyti, kad didžiausia $K_1 = 0,539$ vertė yra tada, kai C1 kriterijaus kintamoji dalis $x_{C1} = 1$, o mažiausia $K_1 = 0,496$, kai A15 kriterijaus kintamoji dalis $x_{A15} = 1$.

Iš stulpelinės diagramos (4.15b pav.) matyti, kad didžiausia $K_0 = 0,495$ vertė yra tada, kai B8, B9 ir B11 kriterijų kintamosios dalys $x_{B8} = 0$, $x_{B9} = 0$ ir $x_{B11} = 0$, o mažiausia $K_0 = 0,455$ vertė yra tada, kai C1 kriterijaus kintamoji dalis $x_{C1} = 0$.

Atskirų kriterijų įtaka KKVR K nustatyta iš ΔK . Kuo pokytis ΔK yra didesnis, tuo daugiau įtakos KKVR įverčiui K turi analizuojamas kriterijus. Didžiausią įtaką (4.16 pav.) K daro C ir D grupių kriterijai: C1 ($\Delta K = 0,084$), C5 ($\Delta K = 0,073$), C4 ($\Delta K = 0,039$) ir D4 ($\Delta K = 0,049$), taip pat D1 ir D7 ($\Delta K = 0,043$), D5 ($\Delta K = 0,037$), nes jų pokytis yra didžiausias.



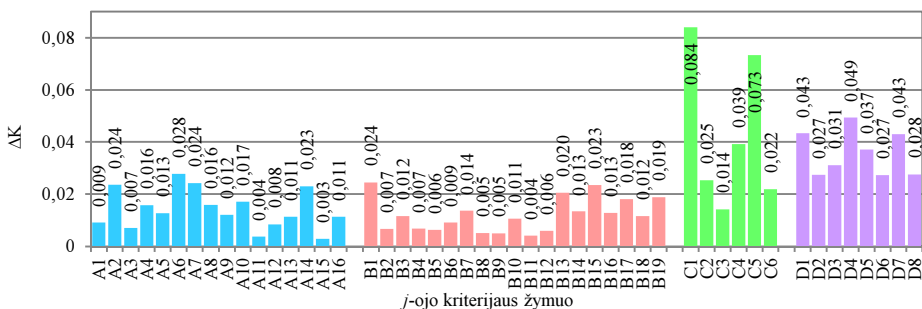
a)



b)

4.15 pav. Keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu kompleksinio kokybės rodiklio K matematinio modelio jautrumo tikrinimo rezultatai: a – K_1 vertė, kai j -ojo kriterijaus kintamoji dalis $x_j = 1$; b – K_0 vertė, kai j -ojo kriterijaus kintamoji dalis $x_j = 0$

Fig. 4.15. Testing the results obtained in calculating sensitivity of the mathematical model of the comprehensive quality index K , showing the quality of the trip by international train: a is the value of K_1 , when the variable part of the j -th criterion is $x_j = 1$; b is the value of K_0 , when the variable part of the j -th criterion is $x_j = 0$

4.16 pav. K vertės pokytis $\Delta K = K_1 - K_0$ **Fig. 4.16.** The change $\Delta K = K_1 - K_0$ of the value K

Mažiausią įtaką daro A ir B grupių kriterijai: A15 ($\Delta K = 0,003$), A11 ($\Delta K = 0,004$), A3 ($\Delta K = 0,007$) ir B11 ($\Delta K = 0,004$), B8, B9 ($\Delta K = 0,005$), B5, B12 ($\Delta K = 0,006$), nes jų pokytis yra mažiausias.

Santykinis skirtumas tarp didžiausios ir mažiausios kriterijaus įtakos didumo yra lygus 96,4 %.

4.6. Praktinis pritaikymas

Sukurtas ir pasiūlytas daugiakriteris kompleksinio vertinimo modelis gali būti sėkmingai naudojamas siekiant išanalizuoti ir tarpusavyje palyginti tarptautinio susisiekimo traukinių atskirų maršrutų kokybę. Atlikus daugiakriterių vertinimą pagal moksliniame darbe pateiktą metodiką, galima apskaičiuoti keleivių vežimo kokybės kriterijų faktiškąsias vertes ir pagal jas nustatyti, kurių iš tiriamų kokybės kriterijų įtaka KTK yra didžiausia ir kurių mažiausia. Kelionės traukiniu kokybei pagerinti imtis priemonių, kurių visuma leistų priartėti prie paties geriausio rezultato.

Vertinimo metodika gali būti pritaikyta tarptautinių traukinių sąstatams, suformuotiems iš skirtingų keleivinių vagonų, esant skirtingoms teikiamoms paslaugoms, kainoms. Ši vertinimo metodika gali būti lengvai pritaikoma ir vietinio susisiekimo traukiniuose: nevertinant kokybės kriterijų, būdingų tik tarptautinio susisiekimo maršrutams, įtakos KTK, pvz., vizų kaina, muitinės ir pasienio pareigūnų kompetencija ir kt. Atkritus kriterijui, pvz., tarp šalių panaikinama vizų sistema, atmestojo kriterijaus vidutinis svorio koeficientas dalijamas proporcingai likusių grupėje kriterijų svoriams ir gauti dalmenys pridedami prie atitinkamų kriterijų. Didžiausiam (svarbiausiam) kriterijui pridedama didžiausia panaikinto kriterijaus svorio dalis. Likusių kriterijų svorio vidurkių suma būna lygi vienetui.

Daugiakriteriam vieno tarptautinio traukinio vertinimui atlikti reikia žinoti sąstate esančių vagonų konstrukciją, kategorijas, teikiamų paslaugų spektrą, bilietų kainas, aptarnaujančio personalo darbuotojų gebėjimus ir kt.

Apskaičiuotas tarptautinio traukinio daugiakriteris rodiklis yra išreikštas vienu parametru, todėl lengvai palyginamas su kito traukinio rodikliu.

Pasiūlyto daugiakriterio kompleksinio vertinimo modelio rezultatai gali būti sėkmingai naudojami gražia tradicija AB „Lietuvos geležinkeliai“ tapusia nominacijų „Geriausia keleivinio traukinio brigada“ teikime. Galėtų būti nominacija „Geriausia kelionė traukiniu“ arba „Geriausias traukinio maršrutas“.

4.7. Ketvirtąjo skyriaus išvados

1. Sudarytame originaliame adityviniame matematiname modelyje apskaičiuojamos kiekvieno iš 49 kriterijų vertės, sudarytos iš kriterijaus normalizuoto svorio koeficiento, padauginto iš kintamosios jo dalies, rodančios kriterijaus kintamosios dalies atitiktį norminėms, kritinėms, maksimalioms leidžiamoms arba geriausioms vertėms. Lyginant kriterijaus kintamosios dalies faktiškąsias vertes su norminėmis, kritinėmis, maksimaliomis leidžiamomis arba geriausiomis vertėmis, apskaičiuojamas dydis, rodantis, kiek kelionės traukiniu kriterijus artimas geriausiam siekiamam lygmeniui (kai jo vertė lygi 1), vidutiniam lygmeniui (kai jo vertė lygi 0,5) ir blogiausiam lygmeniui (kai jo vertė lygi 0).

2. Kelionės traukiniu kokybės daugiakriteris vertinimo modelis leidžia objektyviai vienu parametru išreikšti keleivių vežimo kokybę traukinyje. Apskaičiuotos atskirų rodiklių: $K_A = 0,133$, $K_B = 0,115$, $K_C = 0,151$ ir $K_D = 0,242$ vertės, naudojant realius parametrų dydžius, leidžia teigti, kad matematinis modelis yra teisingas ir naudotinas praktikoje.

3. B grupės TKVGKK daugiakriteris rodiklis yra mažiausias $K_B = 0,115$, todėl galima teigti, kad B grupės kokybės kriterijų įtaka KTK yra mažiausia.

4. Didžiausia yra D TKVGKK grupės daugiakriterio rodiklio reikšmė $K_D = 0,242$, todėl D grupės kokybės kriterijų įtaka KTK yra didžiausia.

5. Vienų kriterijų faktiškosios vertės yra norminės, kitų – nenorminės. Jeigu nors vienas normuotasis kriterijus yra labai blogas arba neatitinka leidžiamų verčių, tai nors kiti kriterijai yra geri arba labai geri, kelionė traukiniu negali būti vertinama pozityviai. Nenormuotieji kriterijai gali būti įvairūs, nes jie kelio nei traukiniu neigiamų pasekmių nesukelia.

6. Apskaičiuotas tarptautinio traukinio Vilnius–Maskva daugiakriteris kokybės rodiklis $K = 0,641$.

7. Atskirų kriterijų įtaką KKVR įverčiui K galima nustatyti pagal pokytį $\Delta K = K_1 - K_0$. Nustatyta, kad didžiausią įtaką KKVR įverčiui K daro C ir D grupių kriterijai: C1 ($\Delta K = 0,084$), C5 ($\Delta K = 0,073$), C4 ($\Delta K = 0,039$) ir D4 ($\Delta K = 0,049$), D1, D7 ($\Delta K = 0,043$), D5 ($\Delta K = 0,037$), nes jų pokytis yra didžiausias.

8. Mažiausią įtaką rodikliui K daro A ir B grupių kriterijai: A15 ($\Delta K = 0,003$), A11 ($\Delta K = 0,004$), A3 ($\Delta K = 0,007$) ir B11 ($\Delta K = 0,004$), B8, B9 ($\Delta K = 0,005$), B5, B12 ($\Delta K = 0,006$), nes jų pokytis yra mažiausias.

Tarptautinio keleivių vežimo geležinkeliais moksliniais tyrimais pagrįstos priemonės (rekomendacijos) KTK gerinti:

1. Taikant AHP metodą buvo nustatyta, kad iš A grupės kriterijų keleiviams svarbiausi yra kriterijus A2 = 0,1334 (traukinio greitis (važiavimo truk-

mė), $A7 = 0,1218$ (reikiama vagono vidaus temperatūra) ir $A6 = 0,1071$ (vėdinimo, oro kondicionavimo, apšvietimo įrangos veikimas). Traukinių greičiui didinti, važiavimo trukmei mažinti yra būtina gerinti geležinkelio kelių būklę, kad jų KKI būtų nuo 0 iki 20 (labai geras). Mažinti stovėjimo laiką pasienio stotyse. Reikiama vagono vidaus temperatūrai užtikrinti (ypač vasaros laikotarpiu) būtina modernizuoti arba pirkti naujus riedmenis, kuriuose būtų vėdinimo, oro kondicionavimo sistemos.

2. Iš B grupės kriterijų keleiviams svarbiausi yra kriterijus $B1 = 0,1283$ (traukinių išvykimas ir atvykimas laiku), $B13 = 0,1037$ (keleivių bagažo ir daiktų apsauga) ir $B15 = 0,074$ (vizos įsigijimo pasienio punkte galimybė). Traukinių važiavimo grafikai šiuo metu yra griežtai kontroliuojami. Keleivių bagažui ir daiktams skirtos vietos galėtų būti rakinamos arba vagonuose įrengtos stebėjimo kameros. Būtina pasienio punktuose numatyti vizos įsigijimo galimybę, kad esant būtinybei (neturi vizos, pasibaigęs jos galiojimo laikas), keleivis galėtų gauti vizą ir tęsti kelionę tuo pačiu traukiniu.

3. Iš C grupės kriterijų keleiviams svarbiausi yra kriterijus $C1 = 0,3659$ (bilieto kaina), $C5 = 0,2536$ (vizų kaina) ir $C4 = 0,1385$ (užsienio medicininių išlaidų draudimo kaina). Norint pritraukti keleivius keliauti geležinkelių transportu, būtina mažinti vizų kainas. Dažnai traukiniu keliaujantiems keleiviams taikyti lojalumo programas.

4. Iš D grupės kriterijų keleiviams svarbiausi yra kriterijus $D7 = 0,1449$ (rankinio stabdžio būklė ir veikimas, stabdų būklė), $D1 = 0,1361$ (gaisro gesinimo priemonių buvimas ir būklė) ir $D2 = 0,1285$ (pirmos medicinos pagalbos priemonių buvimas). Kelionės saugumui užtikrinti riedmenys privalo būti techniškai tvarkingi, aprūpinti visomis privalomomis priešgaisrinės saugos priemonėmis. Būtina traukiniuose didinti pirmos medicinos pagalbos priemonių skaičių, kad jų užtektų ekstremaliais atvejais, pvz., įvykus teroristiniam aktui ir kt.

Kai kurios priemonės, pavyzdžiui, vizos kaina, vizos įsigijimo pasienio punkte galimybė yra politinio pobūdžio, todėl sprendimai dėl jų turėtų būti priimami valstybiniu lygmeniu. Dauguma keleivių vežimo geležinkeliais kokybės gerinimo priemonių pareikalaus daug investicijų, kurias būtina surinkti iš visų galimų šaltinių.

Praktine autorės patirtimi pagrįstos priemonės (rekomendacijos) KTK gerinti:

1. Vagonuose, kuriuose yra įrengtos ausinių prieigos, keleiviams skirti ausinės.
2. Platinti įvairesnę spaudą traukinyje (pageidautina daugiau nemokamos spaudos).

3. Numatyti traukinio viršininko rezervines vietas paprastuosiuose miegamuosiuose vagonuose.

4. Dažniau (bent kartą per pusmetį) keisti muzikinius ir kino filmų įrašus, leidžiamus traukinyje.

5. Skirti padavėją restorano vagone.

6. Sudaryti sutartį su drabužių valymo įmone, kad darbuotojų uniforminė apranga būtų valoma su nuolaida. Siūti traukinį aptarnaujantiems darbuotojams žieminę ir vasarinę uniforminę aprangą. Žiemai skirti marškinėliai galėtų būti kitos spalvos (ne balti). Aprūpinti traukinį aptarnaujančius darbuotojus darbo avalyne.

7. Dažniau (bent kartą per metus) organizuoti įvairius darbuotojų mokymus: techninius, etikos, užsienio kalbos, pirmosios medicinos pagalbos teikimo. Tikslinga rengti dalykinius, siauros srities darbuotojų mokymus, skirtus suteikti žinių ir ugdyti įgūdžius konkrečiai praktinei problemai, su kuria darbuotojai susiduria kasdieninėje veikloje, spręsti. Būtina atlikti ir organizacijos vidinius tyrimus: mikroklimato, darbuotojų pasitenkinimo darbu, mokymo poreikių.

8. Keisti traukinį aptarnaujančių darbuotojų atestavimo tvarką. Būtina tobulinti atestuojamojo darbuotojo charakteristikos lapą (AB „Lietuvos geležinkeliai“ darbuotojo atestavimo nuostatų 1 priedas). Jame galėtų būti pateikti konkretūs darbuotojo darbinės veiklos rezultatai, pavyzdžiui, traukinio viršininko asmeniniai: už bilietų traukinyje pardavimą ir viso jo vadovaujamo kolektyvo: už konditerijos gaminių, spaudos ir kt. realizavimą traukinyje. Atestacija neturėtų būti formali procedūra, kurios reali nauda įmonei yra labai abejotina. Vien formaliomis priemonėmis pagrįstas vertinimas darbuotojui neturi jokios išliekamosios vertės arba neretai yra tik vadovybės kontrolės procedūra, kurią reikia kaip nors „išverti“. Atestacijos tikslas – skatinti darbuotoją siekti veiklos sėkmės ir sukurti papildomų prielaidų jo darbo našumui didinti.

9. Dažniau (bent kartą per pusmetį) rengti traukiniuose keleivių apklausas.

10. Dažniau (bent kartą per pusmetį) keisti restorano vagone parduodamų patiekalų asortimentą. Didinti vegetariškų patiekalų pasirinkimą.

11. Važiuojantiems per didžiąsias metų šventes (Kalėdas, Naujuosius metus) keleiviams, ypač vaikams, suorganizuoti sveikinimo programą (pasitelkus aptarnaujančią personalą), įteikti suvenyrų su geležinkelio logotipais.

12. Traukiniui aptarnauti skirti kvalifikuotus, mokančius mažiausiai vieną užsienio kalbą vagonų palydovus. Riboti vagonų palydovų amžių iki 45 m.

Bendrosios išvados

1. Norminiuose dokumentuose vertinami atskiri parametrai, tačiau nėra kompleksinio daugiakriterio vertinimo metodikos. Atlikus mokslinės literatūros, nagrinėjančios geležinkelio infrastruktūrą, riedmenis ir keleivių vežimo geležinkeliais procesą, analizę nustatyta, kad atliekama daug tyrimų šioms sudėtinėms geležinkelių transporto dalims vertinti ir gerinti, tačiau kelionės traukiniu procesas beveik nenagrinėtas.

2. Kiekvienos iš trijų kategorijų apklaustųjų (respondentų ir ekspertų) atsakymų į kiekvienos anketos klausimus duomenų (kriterijų) svarbumui (svoriui) nustatyti pritaikytas AHP metodas. Nustatyta, kad keleivių ir traukinį aptarnaujančio personalo nuomonės dėl visų grupių kriterijų svarbos yra suderintos. Administracijos darbuotojų nuomonės dėl D grupės kriterijų svarbos yra nesuderintos.

3. Nustatyta A, B, C ir D kriterijų grupių svarba. Keleivių nuomonės yra nesuderintos: empirinis konkordancijos koeficientas 0,038, o mažiausia vertė 0,180. Traukinį aptarnaujančio personalo ir administracijos darbuotojų nuomonės yra suderintos.

4. Sukurtas daugiakriteris vertinimo modelis, leidžiantis vienu parametru vertinti ir palyginti atskirų tarptautinio susisiekimo maršrutų kokybę. Jo adekvatumas (korektiškumas) patikrintas ir patvirtintas remiantis atliktų eksperi-

mentų ir skaičiavimų duomenimis tiriant kelionės tarptautiniu traukiniu Vilnius–Maskva kokybę.

5. Nustatyta kriterijų kitimo įtaka KKVR, rodanti, kad didžiausią įtaką K daro C ir D grupių kriterijai: bilieto kaina (pokytis 0,084), vizų kaina (pokytis 0,073), ašidėžių perkaičio signalizacijos veikimas (pokytis 0,049), gaisro gesinimo priemonių buvimas ir būklė, taip pat rankinio stabdžio būklė ir veikimas, stabdų būklė (pokytis 0,043). Jų pokytis yra didžiausias. Mažiausią įtaką kompleksiniam kokybės vertinimo rodikliui daro A ir B grupių kriterijai: palydovo skubaus iškvietimo į kupė galimybė (pokytis 0,003), specialios kupė dviračiams vežti (pokytis 0,004), prekyba suvenyrais traukinyje (pokytis 0,004), vietų restorano vagonė rezervavimo galimybė ir taksi iškvietimo paslauga (pokytis 0,005). Jų pokytis yra mažiausias.

6. Kuo didesnis skirtumas, kurį rodo kompleksinio kokybės vertinimo rodiklio vertės pokytis, tuo kriterijaus vertė, keičiama nuo blogiausios (0 lygmuo) iki geriausios (1 lygmuo), rodo didesnę modelio jautrumą K rodikliui. Tai reiškia, kad gerinant šį kriterijų, galima gauti didžiausią keleivių vežimo tarptautiniu traukiniu kokybės pagerėjimą, bet tai nereiškia, kad jam gerinti reikia mažiausių investicijų. Investicijų dydį, siekiant maksimalios kriterijaus kintamosios dalies, reikėtų nustatyti papildomais ekonominiais tyrimais.

Literatūra ir šaltiniai

Abdelrahman, M.; Zayed, T.; Elyamany, A. 2008. Best-value model based on project specification characteristics, *Journal of Construction Engineering and Management* 134(3): 179–188.

Adamko, N.; Klima, V. 2008. Optimisation of railway terminal design and operations using Villon generic simulation model, *Transport* 23(4): 335–340.

Aghdaie, M. H.; Zolfani, S. H.; Zavadskas, E. K. 2012. Prioritizing constructing projects of municipalities based on AHP and COPRAS-G: a case study about footbridges in Iran, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 7(2): 145–153. doi:10.3846/bjrbe.2012.20.

Akgüngör, A. P.; Demirel, A. 2008. Investigating urban traffic based noise pollution in the city of Kirikkale, Turkey, *Transport* 23(3): 273–278.

Anastasopoulos, I.; Alfi, S.; Gazetas, G.; ASCE, M.; Bruni, S.; Van Leuven, A. 2009a. Numerical and experimental assessment of advanced concepts to reduce noise and vibration on urban railway turnouts, *Journal of Transportation Engineering* 135(5): 279–287. doi:10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000007.

Baublys, A. 2009. Principles for modeling technological processes in transport terminal, *Transport* 24(1): 5–13.

Bazaras, Ž.; Dundulis, R. 1996. *Vagonai ir konteineriai*. Kaunas: Technologija. 140 p. ISBN 9986-13-439-0.

- Bazaras, Ž. 2006. Internal noise modelling problems of transport power equipment, *Transport* 21(1): 19–24.
- Bazaras, Ž.; Sapragnas, J.; Vasauskas, V. 2008. Evaluation of the strength anisotropy for railway wheels, *Journal of Vibroengineering* 10(3): 316–324.
- Bazaras, Ž.; Somov, D. 2011. The restoration of physical and mechanical properties of wheel rim metal, *Transport* 26 (3): 240–247. doi:10.3846/1648-4142.2011.622132.
- Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K.; Peldschus, F.; Turskis, Z. 2008. Multi-objective decision-making for road design, *Transport* 23(3): 183–193. doi:10.3846/1648-4142.2008.23.183-193.
- Bruni, S.; Anastasopoulos, I.; Alfi, S.; Van Leuven, A.; Apostolou, M.; M. ASCE, G. G. 2009b. Train-induced vibrations on urban metro and tram turnouts, *Journal of Transportation Engineering* 135(5):397–405. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000008.
- Bureika, G. 2008a. A mathematical model of train continuous motion uphill, *Transport* 23(2): 135–137.
- Bureika, G. 2011. Multicriteria evaluation of operational effectiveness of freight diesel locomotives on Lithuanian railways, *Transport* 26 (1): 61–68. doi:10.3846/1648-4142.2011.561947.
- Bureika, G.; Mikaliūnas, Š. 2008b. Research on the compatibility of the calculation methods of rolling – stock brakes, *Transport* 23(4): 351–355.
- Burrow, M. P. N.; Naito, S.; Evdorides, H. T. 2009. Network-level railway track maintenance management model, *Transportation Research Record* 2117: 66–76. doi:10.3141/2117-09.
- Butkevičius, J.; Jaržemskis, A. 2000. Geležinkelių transporto plėtros Europoje perspektyvos. *Transportas* 15(16): 272–278.
- Butkevičius, J. 2007. Development of passenger transportation by railroad from Lithuania to European states, *Transport* 22(2): 73–79.
- Butkevičius, J. 2008. Lietuvos įstojimo į Europos Sąjungą poveikis šalies transporto sistemai ir transporto sistemos plėtra. Vilnius: Technika. 251 p. ISBN 978-9955-28-215-0.
- Butkevičius, J. 2009. The strategy of passenger transportation by national railway transport: the implementation of public service obligations, *Transport* 24(2): 180–186. doi:10.3846/1648-4142.2009.24.180-186.
- Calvo, F. J.; J. de Oña. 2005. Opening of the European railroad network. A lost opportunity for European unification, *Transportation Research Record* 1916: 8–19.
- Calvo, F. J.; J. de Oña; Nash, A. 2007a. Proposed infrastructure pricing methodology for mixed-use rail networks. *Transportation Research Record*: 1995: 9–16. doi:10.3141/1995-02.
- Campbell, J. M.; Smith, S. D.; Forde, M. Ch.; Ladd, R. D.; 2007. Identifying hazards in transportation construction and maintenance tasks. Case-based reasoning approach using railroad data, *Transportation Research Record*: 1995: 69–75. doi:10.3141/1995-09.

Cheng, M-Y.; Su, Ch-W.; Tsai, M-H.; Lin, K-S. 2012. Data preprocessing for artificial neural network applications in prioritizing railroad projects – a practical experience in Taiwan, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(4): 483–494. doi:10.3846/13923730.2012.699914.

Chua, D. K. H.; Li, D. 2000. Key factors in bid reasoning model, *Journal of construction Engineering and Management* 126(5): 349–537.

Clever, R.; Hansen, M. M. 2008. Interaction of air and high-speed rail in Japan, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2043: 1–12. doi:10.3141/2043-01.

Coccia, S.; Bartoli, I.; Salamone, S.; Philips, R.; Lanza di Scalea, F.; Fateh, M.; Carr, G. 2009. Noncontact ultrasonic guided wave detection of rail defects, *Transportation Research Record* 2117: 77–84. doi:10.3141/2117-10.

Čekanavičius, V.; Murauskas, G. 2004. *Statistika ir jos taikymai*. II. Vilnius: TEV. 271 p.

Česnauskis, M. 2007. Model for probabilistic assessment of oil outflow event caused by tanker accident, *Transport* 22(3): 187–194.

Dailydka, S.; Lingaitis, L. P.; Myamlin, S.; Prichodko, V. 2008. Modelling the interaction between railway wheel and rail, *Transport* 23(3): 236–239.

Dailydka, S. 2010. Choosing railway vehicles for carrying passengers, *Transport* 25(1):11–16. doi:10.3846/transport.2010.02.

Daunys, M.; Putnaitė, D.; Bazaras, Ž. 2009. Principles for modelling technological processes investigation into the strength and durability of automatic coupler SA-3 in railway carriages, *Transport* 24(2): 83–92. doi:10.3846/1648-4142.2009.24.83-92.

Dell’Orco, M.; Ottomanelli, M.; Caggiani, L.; Sassanelli, D. 2008. New decision support system for optimization of rail track maintenance planning based on adaptive neurofuzzy inference system, *Transportation Research Record* 2043: 49–54. doi:10.3141/2043-06.

Dingler, M. H.; Lai, Y.-Ch. [R.]; Barkan, Ch. P. L. 2009. Impact of train type heterogeneity on single-track railway capacity, *Transportation Research Record* 2117: 41–49. doi:10.3141/2117-06.

Dinh, V. N.; Kim, K. D.; Warnitchai, P. 2009. Dynamic analysis of three-dimensional bridge–high-speed train interactions using a wheel–rail contact model, *Engineering Structures* 31 (2009): 3090–3106. doi:10.1016/j.engstruct.2009.08.015.

Dirnberger, J. R.; Barkan, Ch. P. L. 2007. Lean railroading for improving railroad classification terminal performance, *Transportation Research Record* 1995: 52–61. doi:10.3141/1995-07.

Dzemydienė, D.; Dzindzalieta, R. 2010. Development of architecture of embedded decision support systems for risk evaluation of transportation of dangerous goods, *Technological and Economic Development of Economy* 16(4): 654–671. doi: 10.3846/tede.2010.40.

- Farhan, J.; Fwa, T. F. 2009. Pavement maintenance prioritization using Analytic Hierarchy Process, *Transportation Research Record* 2093: 12–24. doi:10.3141/2093-02.
- Fitzmaurice, M. 2005. Use of wireless local area networks in rail and urban transit environments. *Transportation Research Record* 1916: 42–46.
- Gailienė, I.; Podagėlis, I.; Slepakovas, O. 2008. Research on the lifetime of the switch and assumptions of increasing it, *Transport* 23(2): 150–155.
- Gašparík, J.; Zitrický, V. 2010. A new approach to estimating the occupation time of the railway infrastructure, *Transport* 25(4): 387–393. doi:10.3846/transport.2010.48.
- Gelumbickas, G.; Vaičiūnas, G. 2011. Analysis of passenger rolling stock faults and its statistics in Lithuania, *Transport* 26 (3):315–319. doi:10.3846/1648-4142.2011.618190.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V.; Andruškevičius, A. 2004. Statybos sistemų technologiskumo nustatymas AHP metodu [Determining of technological effectiveness of building systems by AHP method], *Technological and Economic Development of Economy* 10(4): 135–141.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2008. Multicriteria evaluation of Lithuanian banks from the perspective of their reliability for clients, *Journal of Business Economics and Management* 9(4): 257–267.
- Gould, G.; Niemeier, D. 2009. Review of regional locomotive emission modeling and the constraints posed by activity data, *Transportation Research Record* 2117: 24–32. doi:10.3141/2117-04.
- Guirao, B.; Menéndez, J. M.; Rivas, A. 2005. Bimodal use of high-speed rail lines, *Transportation Research Record* 1916: 1–7.
- Hagiwara, Y.; Ishikawa, S.; Furuya, M. 2007. Innovative lightweight technologies using power electronics on shinkansen high-speed electric multiple units, *Transportation Research Record* 1995: 43–51. doi:10.3141/1995-06.
- Hall, L. 2003. Simulations and analyses of train-induced ground vibrations in finite element models, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 23 (2003): 403–413. doi:10.1016/S0267-7261(02)00209-9.
- Hamilton, B. A.; Edwards & Kelcey, J. 2009. Shared use of railroad infrastructure with noncompliant public transit rail vehicles: A practitioner's guide. Transit cooperative research program (TCRP). Report 130. National Research Council, Washington, D. C.: National Academy Press. 110 p.
- He, X.-h.; Scanlon, A.; Li, P. 2011. Dynamic factor of bridges subjected to linear induction motor train load, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 6 (3): 185–192. doi:10.3846/bjrbe.2011.24.
- Ho, C.; Hyslip, J. P.; Li, D. 2009. Spectral analysis of ground acceleration-based testing, *Transportation Research Record* 2117: 50–56.

- Huang, H.; Shen, S.; Tutumluer, E. 2009a. Sandwich model to evaluate railroad asphalt trackbed performance under moving loads, *Transportation Research Record* 2117: 57–65. doi:10.3141/2117-08.
- Huang, H.; Tutumluer, E.; Dombrow, W. 2009b. Laboratory characterization of fouled railroad ballast behavior, *Transportation Research Record* 2117: 93–101. doi:10.3141/2117-12.
- Jabri, S.; El Koursi, E. M.; Bourdeaud'huy, T.; Lemaire, E. 2010. European railway traffic management system validation using UML/Petri nets modelling, *European Transport Research Review* 2(2): 113–128.
- Jakimavičius, M.; Burinskienė, M. 2007. Automobile transport system analysis and ranking in Lithuanian administrative regions, *Transport* 22(3): 214–220.
- Jonaitis, J. 2006. Determination of extreme train running parameters along a railway line segment, *Transport* 21(2): 123–130.
- Jonaitis, J. 2007. Planning of the amount of trains needed for transportation by rail, *Transport* 22(2): 83–89.
- Juršėnas, V.; Vaičiūnas, G. 2007. A survey of methods used for assessing the performance of diesel locomotives, *Transport* 22(1): 28–30.
- Kendall, M. 1970. *Rank Correlation Methods*. 4th ed. London: Griffin and Co. 365 p.
- Keršys, R.; Bazaras, Ž. 2001. Keleivinio vagono dinamika važiuojant izoliuotomis įdubomis, *Transportas* 16 (3): 93–99.
- Koutsopoulos, H. N.; Wang, Z. 2006. Simulation of urban rail operations, *Transportation Research Record* 2006: 84–91. doi: 10.3141/2006-10.
- Koc, W. Ph. D., D. Sc. 2012. Design of rail-track geometric systems by satellite measurement, *Journal of Transportation Engineering* Vol. 138, No. 1: 114–122. doi:10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000303.
- Kuo, A.; Miller-Hooks, E.; Zhang, K.; Mahmssani, H. 2008. Train slot cooperation in multicarrier, international rail-based intermodal freight transport, *Transportation Research Record* 2043: 31–40. doi:10.3141/2043-04.
- Lai, Y.-T.; Wang, W.-C.; Wang, H.-H. 2008. AHP – and simulation-based budget determination procedure for public building construction projects, *Automation in Construction* 17(5): 623–632.
- Lai, Y.-Ch. [R.]; Barkan, Ch. P. L. 2009. Enhanced parametric railway capacity evaluation tool, *Transportation Research Record* 2117: 33–40. doi:10.3141/2117-05.
- Lashgari, A.; Fouladgar, M. M.; Yazdani-Chamzini, A.; Skibniewski, M. J. 2011. Using an integrated model for shaft sinking method selection, *Journal of Civil Engineering and Management* 17(4): 569–580. doi:10.3846/13923730.2011.628687.
- Lata, M. 2008. The modern wheelset drive system and possibilities of modelling the torsion dynamics, *Transport* 23(2): 172–181.

- Lei, X.; Zhang, B. 2011. Analysis of dynamic behavior for slab track of high-speed railway based on vehicle and track elements, *Journal of Transportation Engineering* 137 (4): 227–240. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000207.
- Li, D.; Bilow, D. N. 2008. Testing of slab track under heavy axle loads, *Transportation Research Record* 2043: 55–64. doi:10.3141/2043-07.
- Lietuvos geležinkeliai. Metinė ataskaita 2010.* Vilnius. 42 p.
- Lietuvos geležinkeliai. Metinė ataskaita 2011.* Vilnius. 39 p.
- Lin, L.-k.; Chang, C.-c.; Lin, Y.-c. 2011. Structure development and performance evaluation of construction knowledge management system, *Journal of Civil Engineering and Management* 17(2): 184–196. doi:10.3846/13923730.2011.576833.
- Lingaitienė, O.; Lingaitis, V. 2006. Use of an expenditure reducing model in railway carriage, *Transport* 21(1): 53–55.
- Liu, W.; Xu, H.; Zhao, X. 2009. Agile service oriented shipping companies in the container terminal, *Transport* 24(2): 143–153. doi:10.3846/1648-4142.2009.24.143-153.
- Liudvinavičius, L.; Lingaitis, L. P. 2007. Electrodynamic braking in high-speed rail transport, *Transport* 22(3): 178–186.
- Lopez-Pita, A.; Teixeira, P. F.; Casas, C.; Bachiller, A.; Ferreira, P. A. 2008. Maintenance costs of high-speed lines in Europe. State of the art, *Transportation Research Record* 2043: 13–19. doi:10.3141/2043-02.
- MacCrimmon, K. R. 1968. Decisionmaking Among Multiple – Attribute Alternatives: A Survey and Consolidated Approach, RAND Memorandum, RM-4823-ARPA.
- MacCrimmon, K. R.; Wehrung, D. A. 1977. Trade – off Analysis: the indifference and preferred proportions approaches, w: Conflicting objectives in decisions. Bell D. E., Keeney R. L. and Raiffa H. (ed.), Wiley, New York, p. 123–147.
- Mačiulis, A.; Vasilis Vasiliauskas, A.; Jakubauskas, G. 2009. The impact of transport on the competitiveness of national economy, *Transport* 24(2): 93–99. doi:10.3846/1648-4142.2009.24.93-99.
- Magyla, T. 2002. The evaluation of implementation impact of centralized traffic control systems in railways, *Transport* 17(3): 96–102.
- Martinelli, F.; Cara, S.; Domenichini, L. 2008. Rail tunnel risk analysis. A tool to improve rail tunnel design, *Transportation Research Record* 2043: 41–48. doi:10.3141/2043-05.
- Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H.; Podvezko, V. 2009a. Research on the quality of passenger transportation by railway, *Transport* 24(2): 100–112. doi:10.3846/1648-4142.2009.24.100-112.
- Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2009b. Traukinius aptarnaujančio personalo nuomonės apie keleivių vežimo kokybės kriterijų svarbą nustatymas AHP metodu [Using AHP method for determining the significance of quality criteria of passenger transportation by

train based on service people], *Mokslas – Lietuvos ateitis* [Science – future of Lithuania] 1(6): 57–62. doi:10.3846/mla.2009.6.12.

Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2011. Applying AHP technique to the assessment of railway trip quality (RTQ), in *The 8th International Conference “Environment Engineering”*: Selected papers, vol. 3. Ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 1193–1199.

Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2012. Expert evaluation of criteria describing the quality of travelling by international passenger train: technological, economic and safety perspectives, *Technological and Economic Development of Economy* 18 (3): 544–566. doi:10.3846/20294913.2012.710178.

Mišauskaitė, I.; Bagdonas, V. 2006. Algorithm for optimal correction of train traffic schedule, *Transport* 21(2): 112–118.

Montgomery, D. C. 2008. *Introduction to Statistical Quality Control*. 6 edition. Wiley. 734 p.

Morgan, C. A.; Olson, L. E.; Kyte, T. B. 2007. Development and pilot testing of crew resource management training program for railroad industry, *Transportation Research Record* 1995: 62–68. doi:10.3141/1995-08.

Morkvėnas, R.; Bivainis, J.; Jaržemskis, A. 2008. Assessment of employee's knowledge potential in transport sector, *Transport* 23 (3): 258–265. doi:10.3846/1648-4142.2008.23.258-265.

Nakagawa, A.; Matsuda, S. 2005. Status of development and running tests on Japan's superconducting maglev, *Transportation Research Record* 1916: 26–29.

Nash, A.; Weidmann, U.; Buchmueller, S.; Rieder, M. 2007. Assessing feasibility of transport megaprojects. Swissmetro european market study, *Transportation Research Record* 1995: 35–42. doi:10.3141/1995-03.

Noorzaei, J.; Pour, P. M.; Jaafar, M. S.; Fong, Y. Ch.; Thanoon, W. A-M. 2012. Numerical simulation of railway track supporting system using finite-infinite and thin layer elements under impulsive loads, *Journal of Civil Engineering and Management* 18(2): 245–252. doi:10.3846/13923730.2012.671286.

Pan, N.-F. 2008. Fuzzy AHP approach for selecting the suitable bridge construction method, *Automation in Construction* 17(8): 958–965.

Paslawski, J. 2009. Flexibility in highway noise management, *Transport* 24(1): 66–75.

Peltier, D.; C.; Barkan, C. P. L. 2009. Characterizing and inspecting for progressive epoxy debonding in bonded insulated rail joints, *Transportation Research Record* 2117: 85–92. doi:10.3141/2117-11.

Picoux, B.; Houédec, D. L. 2005. Diagnosis and prediction of vibration from railway trains, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 25 (2005): 905–921. doi:10.1016/j.soildyn.2005.07.002.

- Podvezko, V. 2005. Ekspertų įverčių suderinamumas, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymasis* 11 (2): 101–107.
- Podvezko, V. 2009. Application of AHP technique, *Journal of Business Economics and Management* 10(2): 181–189. doi: 10.3846/1611-1699.2009.10.181-189.
- Podvezko, V.; Mitkus, S.; Trinkūnienė, E. 2010. Complex evaluation of contracts for construction, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(2): 287–297. doi:10.3846/jcem.2010.33.
- Preston, J.; Wall, G.; Batley, R.; Ibáñez, J. N.; Shires, J. 2009. Impact of delays on passenger train services. Evidence from Great Britain, *Transportation Research Record* 2117: 14–23. doi:10.3141/2117-03.
- Ramunas, V.; Gailienė, I.; Podagėlis, I. 2011. Increment of railway line capacity, in *The 8th International Conference "Environment Engineering"*: Selected papers, vol. 3. Ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 1193–1199.
- Rao, A.; Tsai, T. 2007. Safety standards for high-speed rail transportation, *Transportation Research Record* 1995: 1–8. doi:10.3141/1995-05.
- Saaty, T. L. 1980a. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. 1980b. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill International Book Co., New York.
- Sakalauskas, K.; Rezgaitis, R. 2000. Greitųjų keleivinių traukinių eismo problemos ir perspektyvos, *Transportas* 15(5): 244–256.
- Sasaki, K. 2005. Position-detecting system based on the global positioning system. Potential use in improving car body tilt control, *Transportation Research Record* 1916: 30–33.
- Sauter-Servaes, T.; Nash, A. 2007. Applying low-cost airline pricing strategies to European railroads, *Transportation Research Record* 1995: 1–8. doi:10.3141/1995-01.
- Sauter-Servaes, T.; Nash, A. 2009. Increasing rail demand by improving multimodal information and ticketing. Results of the night&flight case study, *Transportation Research Record* 2117: 7–13. doi:10.3141/2117-02.
- Savaeigio kelio matavimo vagono EM-140 matuojamų geležinkelio kelio geometrinių parametrų įvertinimo instrukcija (K/259) (patvirtinta AB „Lietuvos geležinkeliai“ generalinio direktoriaus 2012 m. sausio 4 d. įsakymu Nr. Į-10).* 2012. Vilnius: UAB „Geležinkelių produkcijos atitikties vertinimo centras“. 18 p.
- Scalea, F. L.; Bartoli, I.; Rizzo, P.; Fateh, M. 2005. High-speed defect detection in rails by noncontact guided ultrasonic testing, *Transportation Research Record* 2005: 66–77.
- Schach, R.; Naumann, R. 2007. Comparison of high-speed transportation systems in special consideration of investment costs, *Transport* 22(3): 139–147.
- Schafer II, D. H.; Barkan, C. P. L. 2008. Relationship between train length and accident causes and rates, *Transportation Research Record* 2043: 73–82. doi:10.3141/2043-09.

Schwieterman, J. P.; Scheidt, J. 2007. Survey of current high-speed rail planning efforts in the United States, *Transportation Research Record* 1995: 27–34. doi:10.3141/1995-04.

Sevi, A.; Ge, L. 2012. Cyclic behaviors of railroad ballast within the parallel gradation scaling framework, *Journal of Materials in Civil Engineering* 24(7): 797–804. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-55330000460.

Si, B.; Zhong, M.; Gao, Z. 2009. Bilevel programming for evaluating revenue strategy of railway passenger transport under multimodal market competition, *Transportation Research Record* 2117: 1–6. doi:10.3141/2117-01.

Simpson, D. P. 2007. Preserving freight and passengers rail corridors and service. A synthesis of highway practice. National cooperative highway research program (NCHRP). Synthesis 374. *Transportation Research Board*, National Research Council, Washington, D. C.: National Academy Press. 32 p. ISSN 0547-5570.

Sivilevičius, H. 2001. Asfaltbetonio maišytuvo kokybės kompleksinio vertinimo kriterijai ir metodika, *Statyba*, 7 (3): 213–223.

Sivilevičius, H. 2002. Asfaltbetonio maišytuvo kokybės kompleksinio vertinimo kriterijų pagrindimas ir metodikos taikymas praktikoje, *Journal of Civil Engineering and Management*, 8 (2): 112–125.

Sivilevičius, H.; Zavadskas, E. K.; Turskis, Z. 2008. Quality attributes and complex assessment methodology of the asphalt mixing plant, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 3(3): 161 – 166. doi:10.3846/1822-427X.2008.3.161–166.

Sivilevičius, H.; Maskeliūnaitė, L. 2010. The criteria for identifying the quality of passengers' transportation by railway and their ranking using AHP method, *Transport* 25(4): 368–381. doi:10.3846/transport.2010.46.

Sivilevičius, H. 2011a. Modelling the interaction of transport system elements, *Transport* 26 (1): 20–34. doi:10.3846/16484142.2011.560366.

Sivilevičius, H. 2011b. Application of expert evaluation method to determine the importance of operating asphalt neixing plant quality criteria and rank correlation, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 6 (1): 48–58. doi:10.3846/bjrbe.2011.07.

Sivilevičius, H.; Maskeliūnaitė, L.; Petkevičienė, B.; Petkevičius, K. 2012. The model of evaluating the criteria, describing the quality of organization and technology of travel by international train, *Transport* 27(3): 307–319. doi:10.3846/16484142.2012.724448.

Skibniewski, M. J.; Chao, L.-C. 1992. Evaluation of advanced construction technology with AHP method. *Journal of Construction Engineering and Management* 118(3): 577–593.

Sonmez, R.; Ontepeli, B. 2009. Predesign cost estimation of urban railway projects with parametric modelling, *Journal of Civil Engineering and Management* 15(4): 405–409. doi: 10.3846/1392-3730.2009.15.405-409.

- Stenbeck, T. 2008. Quantifying effects of incentives in a rail maintenance performance-based contract, *Journal of Construction Engineering and Management* 134(4): 265–272. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:4(265).
- Strang, J.; Hynes, R.; Peacock, T.; Lydon, B.; Woodbury, C.; Stastny, J.; Tyrell, D. 2007. Development of crash energy management specification for passenger rail equipment, *Transportation Research Record* 2006: 76–83. doi:10.3141/2006-09.
- Stribersky, A.; Moser, F.; Rulka, W. 2000. Structural dynamics of rail vehicle systems: a virtual systems approach, *Developments in Engineering Computational technology*: 29–36.
- Suh, S. D.; Yang, K.-Y. 2005. Customers' reactions to the introduction of high-speed rail service. Korean train express, *Transportation Research Record* 1916: 20–25.
- Tamošaitienė, J. 2009. *Daugiatiksliis valdymo sprendimų vertinimas statybos planavimo etape* [The multi-attribute assessment of management decisions at the stage of construction planning]: daktaro disertacija. Technologijos mokslai, statybos inžinerija (02T). Vilnius: Technika. 149 p. ISBN 978-9955-28-433-8.
- Tanczos, K.; Torok, A. 2007. The linkage between climate change and energy consumption of hungary in the road transportation sector, *Transport* 22(2): 134–138.
- Tica, S.; Radojičić, V.; Marković, G.; Marković, D. 2011. Modeling for evaluations of call center for public traffic and transport systems, *Technological and Economic Development of Economy* 17(1): 116–132. doi:10.3846/13928619.2011.554023.
- Tupėnaitė, L.; Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Turskis, Z.; Seniut, M. 2010. Multiple criteria assessment alternatives for built and human environment renovation, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(2): 257–266. doi:10.3846/jcem.2010.30.
- Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. 2010. A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case study: the analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location, *Transport* 25(4): 423–432.
- Ustinovichius, L.; Zavadskas, E. K.; Podvezko, V. 2007. Application of a quantitative multiple criteria decision making (MCDM-1) approach to the analysis of investments in construction, *Control and Cybernetics* 36(1): 251–268.
- Vaičiūnas, G.; Lingaitis, L. P. 2008. Investigating the dynamics of passenger rolling stock deterioration, *Transport* 23(1): 51–54.
- Vainiūnas, P.; Zavadskas, E. K.; Peldschus, F.; Turskis, Z.; Tamosaitiene, J. 2009. Model of construction design projects' managers qualifying by applying Analytic Hierarchy Process and Bayes rule. In *Proc. Of the 5th International Vilnius Conference EURO Mini Conference "Knowledge-Based Technologies and OR Methodologies for Strategic Decisions of Sustainable Development"*: Selected papers. Ed. by M. Grasserbauer, L. Sakalauskas, E. K. Zavadskas. September 30–October 3, 2009, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika. 154–158.

Vale, C.; Ribeiro, I. M.; Calçada, R. 2012. Integer programming to optimize tamping in railway tracks as preventive maintenance, *Journal of Transportation Engineering* Vol. 138, No.1: 123–131. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000296.

Vilčeková, S.; Krídlová Burdová, E.; Ondová, M. 2011. Site selection and project planning resulting in sustainable buildings, in *The 8th International Conference "Environment Engineering"*: Selected papers, vol. 3. Ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 1009–1013.

Walker, W. E.; Baarse, G.; van Velzen, A.; Järvi, T. 2008. Assessing barriers to improving rail interoperability in European countries, *Transportation Research Record* 2043: 20–30. doi:10.3141/2043-03.

Wang, K. C. P.; Li, Q.; Hall, K. D.; Elliott, R. P. 2007. Experimentation with Gray theory for pavement smoothness prediction, *Transportation Research Record* 1990: 3–13. doi:10.3141/1990-01.

Weed, R. M.; Schmitt, R. L.; Owusu-Ababio, S. 2007. Ranking procedure based on statistical hypothesis testing, *Transportation Research Record* 1991: 12–18.

White, T. 2005. Alternatives for railroad traffic simulation analysis, *Transportation Research Record* 1916: 34–41.

With, Ch.; Bahrekazemi, M.; Bodare, A. 2006. Validation of an empirical model for prediction of train-induced ground vibrations, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 26 (2006): 983–990. doi:10.1016/j.soildyn.2006.03.005.

Wu, Z.; Flintsch, G. W.; Chowdhury, T. 2008. Hybrid multiobjective optimization model for regional pavement-preservation resource allocation, *Transportation Research Record* 2084: 28–37.

Xia, H.; Guo, W. W.; Zhang, N.; Sun, G. J. 2008. Dynamic analysis of a train-bridge system under wind action, *Computers and Structures* 86 (2008) 1845–1855. doi:10.1016/j.compstruc.2008.04.007.

Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Banaitienė, N. 2001. *Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė*. Vilnius: Technika. 379 p. ISBN 9986-05-441-9.

Zavadskas, E. K.; Šaparauskas, J.; Kazlauskas, A.; Turskis, Z.; Vilotienė, T. 2005. Vilniaus darnos vertinimas socialiniu, ekonominiu, inžineriniu bei techniniu aspektais taikant lošimų teoriją [Evaluation of Vilnius sustainability from social, economic and engineering-technical points of view using the game theory], *Technological and Economic Development of Economy* 11(2): 134–143.

Zavadskas, E. K.; Turskis, Z.; Tamošaitienė, J. 2010. Risk assessment of construction project, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(1): 33–46. doi:10.3846/1392-3730.2010.16.33-46.

Zhao, J.; Chan, A. H. C.; Burrow, M. P. N. 2007. Probabilistic model for predicting rail breaks and controlling risk of derailment, *Transportation Research Record* 1995: 76–83. doi:10.3141/1995-10.

Zhu, Z-y.; Ling, X-z.; Chen, S-j.; Zhang, F.; Wang, Z-y. 2011. Analysis of dynamic compressive stress induced by passing trains in permafrost subgrade along Qinghai-Tibet railway, *Cold Regions Science and Technology* 65 (2011) 465–473. doi:10.1016/j.coldregions.2010.10.011.

Zhuo, W.; Li-min, I. 2011. *The theory and method of design and optimization for railway Intelligent Transportation Systems (RITS)*. 149 p. eISBN: 978-1-60805-138-0.

Ziari, H.; Keymanesh, M. R.; Khabirl, M. M. 2007. Locating stations of public transportation vehicles for improving transit accessibility, *Transport* 22(2): 99–104.

Žvirblis, A.; Zinkevičiūtė, V. 2008. The integrated evaluation of the macro environment of companies providing transport services, *Transport* 23(3): 266–272.

Айвазян, С. А.; Мхитарян, В. С. 2001. *Теория вероятностей и прикладная статистика* [Aivazian, S. A.; Mkhitarian, V. S. 2001. Probability Theory and Applied Statistics]. Москва: Юнити. 656 с.

Белов, И. В.; Терешина, Н. П. Галабурда, В. Г. и др. 2001. *Экономика железнодорожного транспорта* [Belov, I. V.; Terešina, N. P.; Galaburda, V. G. Geležinkelių transporto ekonomika]. Москва: Маршрут. 600 с. ISBN 5-89035-056-0.

Воробьев, А. А.; Иванов, И. А.; Кононов, Д. П.; Тарапанов, А. С. 2011. Анализ методов восстановления профиля катания колесных пар, *Вестник ВНИИЖТ* 3: 34–38.

Горбунов, М. А. 2010. Определение непрерывного распределения средних значений нормальных напряжений в рельсах под проходящим экипажем в прямых и кривых участках пути, *Вестник ВНИИЖТ* 5: 29–32.

Евланов, Л. Г. 1984. *Теория и практика принятия решений* [Evlanov, L. Sprendimų priėmimo teorija ir praktika]. Москва: Экономика. 176 с.

Елисеев, И. А. 2010. Стохастическая модель силы тяги локомотива, *Вестник ВНИИЖТ* 4: 30–33.

Жаров, И. А. 2010. Выбор показателей критериев и неровностей пути при оценке вероятности схода экипажа, *Вестник ВНИИЖТ* 6: 20–23.

Завадскас, Э. К. 1987. *Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве*. Вильнюс: Мокслас. 212 с.

Захаров, С. М.; Ромен, Ю. С. 2010а. Математическое моделирование влияния параметров пути и подвижного состава на процессы изнашивания колеса и рельса, *Вестник ВНИИЖТ* 2: 26–30.

Захаров, С. М.; Погорелов, Д. Ю.; Симонов, В. А. 2010б. Анализ влияния параметров экипажей и пути на интенсивность износа в системе колесо – рельс (на основе полного факторного численного эксперимента), *Вестник ВНИИЖТ* 2: 31–35.

Ивницкий, В. А.; Полякова, М. А. 2011. О коэффициенте надежности железнодорожного участка, *Вестник ВНИИЖТ* 5: 14–18.

Кендэл, М. 1975. *Ранговые корреляции*. Москва: Статистика. 216 с.

Кремер, Н. Ш. 2003. Теория вероятностей и математическая статистика [Kremer, N. Š. Tikimybių teorija ir matematinė statistika]. Москва: ЮНИТИ. 573 с.

Лapidус, Б. М.; Мачерет, Д. А. 2011. Эволюция железнодорожного транспорта на пути к инновационному ренессансу, *Вестник ВНИИЖТ* 1: 3–14.

Лысюк, В. С.; Сазонов, В. Н.; Башкатова, Л. В. 2003. *Прочный и надежный железнодорожный путь* [Lysiuk, V. S.; Sazonov, V. N.; Baškatoва, L. V. Tvirtas ir patikimas geležinkelis]. Москва: ИКЦ „Академкнига“. 589 с. ISBN 5-94628-112-7.

Макарова, Е. А.; Елизаров, С. Б.; Муктепавел, С. В. 2011. Автоматизированная система прогнозирования пассажирских транспортных потоков на базе АСУ «Экспресс», *Вестник ВНИИЖТ* 4: 21–27.

Мальцев, Ю. А.; Захаренков, И. Н. 2007. Учёт рисков в дорожном строительстве [Maltzev, Y. A.; Zakharenkov, I. N. Taking into account the risks in road construction], *Наука и техника в дорожной отрасли* [The Science and Engineering in a Road Sphere] 40(1): 6–9.

Марков, Д. П. 2011. Испытания рельсовых смазочных материалов на Экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ», *Вестник ВНИИЖТ* 2: 13–16.

Маскелюнайте Л.; Сивиливичюс, Г. 2008. Способы оценки и повышения качества пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте [Maskeliūnaitė, L.; Sivilėvičius, H. Keleivių vežimo geležinkeliais kokybės vertinimo ir gerinimo būdai], *Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России часть 1: материалы V международной научно-технической конференции, 21-23 мая 2008 г. Пенза*. Пенза: ПГУАС, с. 271–280. ISBN 978-5-9282-0465-5.

Маскелюнайте Л.; Сивиливичюс, Г. 2009с. Оценка пассажирами железнодорожного транспорта критериев качества их перевозок, *Вестник УлГТУ* 2(46): 67–71.

Мачерет, Д. А.; Рышков, А. В.; Белоглазов, А. Ю.; Захаров, К. В. 2010. Макроэкономическая оценка развития транспортной инфраструктуры, *Вестник ВНИИЖТ* 5: 3–10.

Мирошниченко, О. Ф.; Пастухов, С. С. 2006. Маркетинговое обследование скоростного полигона движения пассажирских поездов с местами для сидения (методология и результаты), *Вестник ВНИИЖТ* 3: 23–27.

Мирошниченко, О. Ф.; Огинская, А. Е.; Морозова, М. В. 2008. Методические подходы к выделению затрат ОАО «РЖД» по предоставлению услуг инфраструктуры иным перевозчикам, *Вестник ВНИИЖТ* 1: 28–30.

Мирошниченко, О. Ф.; Венедиктов, Г. Л.; Кочетков, В. М.; Пастухов, С. С. 2010. Методы реализации системы управления доходностью применительно к пассажирскому железнодорожному сообщению, *Вестник ВНИИЖТ* 6: 10–15.

Огинская, А. Е.; Толкачева, Е. В. 2006. Методические подходы к определению уровня конкурентоспособности пригородных пассажирских перевозок, *Вестник ВНИИЖТ* 1: 44–47.

Пастухов, С. С. 2008а. Определение приоритетов пассажиров при оценке качества и выявление наиболее эффективных направлений улучшения качества транспортной услуги и сервиса в фирменных поездах (методология и результаты), *Вестник ВНИИЖТ* 1: 23–27.

Пастухов, С. С. 2008b. Определение основных путей повышения эффективности работы вагонов-ресторанов на основе маркетингового анализа, *Вестник ВНИИЖТ* 2: 42–47.

Саати, Т. 1993. *Принятие решений. Метод анализа иерархий* [Saaty, T. *Sprendimų priėmimas. Analizės hierarchijos metodas*]. Москва: Радио и связь. 320 с.

Толкачева, М. М.; Мирошниченко, О. Ф. 2007. Предложения по совершенствованию тарифов для программы повышения эффективности пригородных пассажирских перевозок ОАО «РЖД», *Вестник ВНИИЖТ* 6: 3–7.

Финиченко, А. Ю. 2011. Нормирование расхода тепловой энергии в прачечных, дезинфекционных камерах и на химчистку рабочей одежды в стационарном производстве на железнодорожном транспорте, *Вестник ВНИИЖТ* 2: 38–41.

Черкашин, Ю. М.; Погорелов, Д. Ю. 2010. Влияние параметров экипажей и пути на безопасность движения поездов, *Вестник ВНИИЖТ* 2: 3–9.

Шикин, Е. В.; Чхартишвили А. Г. 2000. *Математические методы и модели в управлении* [Šikin, E. V.; Čhartišvili, A. G. *Matematiniai valdymo metodai ir modeliai*]. Москва: Дело. 440 с.

Шубин, И. В. 2006. Проблемы развития вспомогательного бизнеса пассажирского комплекса дальнего следования, *Вестник ВНИИЖТ* 2: 34–37.

Щеглов, П. П.; Жолобов, В. И.; Алексанянц, С. К.; Ромашкин, Х. М.; Гаврилова, Т. А. 2007. К вопросу эвакуации пассажиров из вагонов электропоезда и вагонов поездов дальнего следования при возникновении пожара, *Вестник ВНИИЖТ* 2: 27–30.

Autorės publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H.; Podvezko, V. 2009. Research on the quality of passenger transportation by railway, *Transport* 24(2): 100–112. ISSN 1648-4142. doi: 10.3846/1648-4142.2009.24.100-112 (IF=2,552; AIF = 0,884). (Thomson Reuters ISI Web of Science)

Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2012. Expert evaluation of criteria describing the quality of travelling by international passenger train: technological, economic and safety perspectives, *Technological and Economic Development of Economy* 18(3): 544–566. ISSN 2029-4913. doi:10.3846/20294913.2012.710178 (IF = 3,235) (2011). (Thomson Reuters ISI Web of Science)

Sivilevičius, H.; Maskeliūnaitė, L. 2010. The criteria for identifying the quality of passengers' transportation by railway and their ranking using AHP method, *Transport* 25(4): 368–381. ISSN 1648-4142. doi:10.3846/transport.2010.46 (IF nesuteikė). (Thomson Reuters ISI Web of Science)

Sivilevičius, H.; Maskeliūnaitė, L.; Petkevičienė, B.; Petkevičius, K. 2012. The model of evaluating the criteria, describing the quality of organization and technology of travel by international train, *Transport* 27(3): 307–319. ISSN 1648-4142. doi: 10.3846/16484142.2012.724448. (Thomson Reuters ISI Web of Science)

Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2009. Traukinius aptarnaujančio personalo nuomonės apie keleivių vežimo kokybės kriterijų svarbą nustatymas AHP metodu, *Mokslas – Lietuvos ateitis* [Science – Future of Lithuania] 1(16). Vilnius: Technika, 22–28. ISSN 2029-2341. doi:10.3846/mla.2009.6.12. (IndexCopernicus)

Маскелюнайте Л.; Сивилевичус, Г. 2009. Оценка пассажирами железнодорожного транспорта критериев качества их перевозок, в кн. *Вестник УлГТУ* 2: 67–71. ISSN 1674-7016.

Straipsniai kituose leidiniuose

Маскелюнайте, Л.; Сивилевичус, Г. 2008. Способы оценки и повышения качества пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы V международной научно-технической конференции 21–23 мая 2008 года, Пенза / Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Часть 1. Пенза: ПГУАС, 2008. ISBN 9785928204655. с. 271–280.

Maskeliūnaite, L.; Sivilevicius, H. 2011. Applying AHP technique to the assessment of railway trip quality (RTQ), in *The 8th International Conference “Environment Engineering”*: Selected papers, vol. 3. Ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 1193–1199. ISSN 2029-7106.

Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2008. Keleivių vežimo geležinkeliais gerinimo būdai//10-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2007 metų teminės konferencijos TRANSPORTAS (2007 m. gegužės 3 d.) straipsnių rinkinys / Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 2008. ISBN 9789955283744. p. 423–433.

Priedai*

- A priedas. Kriterijų, susietų su kelionės traukiniu proceso organizavimu ir technologija, kiekybinio įvertinimo (balo) 1-ojo respondento nustatymo anketa
- B priedas. A, B, C ir D grupių kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal keleivių nuomonę
- C priedas. A, B, C ir D grupių kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal traukinį aptarnaujančio personalo nuomonę
- D priedas. A, B, C ir D grupių kriterijų svarbos nustatymas ir rangavimas pagal administracijos darbuotojų nuomonę
- E priedas. Kelionės traukiniu kokybės A, B, C ir D kriterijų grupių svarbos (pirmumo) nustatymo anketa (su 1-ojo respondento suteiktais rangais)
- F priedas. Kelionės traukiniu kokybės kriterijų A, B, C ir D grupių pirmumo įvertinimas R_{ij} (rangai) respondentų ir ekspertų požiūriu
- G priedas. Svarbiausių Lietuvos Respublikos geležinkelio kelių KKI, išmatuoto kelmačiu EM-140 (kas kilometras), 2012 m. vasario–gegužės mėnesiais, kitimas ir jo atitiktis normų reikalavimams

* Priedai pateikiami pridėtoje kompaktinėje plokštelėje.

H priedas. Kelmačiu EM-140 2012 m. išmatuotų kelių kokybės indekso (KKI) reikšmių pasiskirstymas (dinamika)

I priedas. Kelmačiu EM-140 2012 m. išmatuotų kelių kokybės indekso (KKI) reikšmių procentinis pasiskirstymas (dinamika)

J priedas. Kelio Vilnius–Kėna (I pagrindinio) 2012 m. sausio mėn. išmatuoti geometriniai kelio parametrai

K priedas. Traukinio Vilnius–Maskva tvarkaraštis

L priedas. Rodiklio K skaičiavimas

Lijana MASKELIŪNAITĖ

TARPTAUTINIO KELEIVIŲ VEŽIMO GELEŽINKELIAIS PROCESO KOKYBĖS
TYRIMO DAUGIATIKSLIS MODELIS

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai,
transporto inžinerija (03T)

THE MODEL FOR MULTICRITERIA EVALUATION OF THE QUALITY OF
PASSENGER TRANSPORTATION BY INTERNATIONAL TRAINS

Doctoral Dissertation

Technological Sciences,
Transport Engineering (03T)

Redaktorė *Angelika Petrėtienė*

2012 12 07. 15,75 sp. l. Tiražas 20 egz.
Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
<http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino UAB „Ciklonas“
J. Jasinskio g. 15, 01111 Vilnius

