



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS

GELEŽINKELIŲ TRANSPORTO KATEDRA

Artūras Kolobuckis

**PREKINIŲ LOKOMOTYVŲ EKSPLOATACINIŲ IŠLAIDŲ ANALIZĖ
IR JŲ MAŽINIMO BŪDAI**

**ANALYSIS OF FREIGHT LOCOMOTIVES' EXPLOITATION EXPENSES
AND THEIR REDUCTION METHODS**

Baigiamasis magistro darbas

Transporto inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621E20003

Transporto inžinerijos vadybos specializacija

Transporto inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2010

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS

GELEŽINKELIŲ TRANSPORTO KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Leonas Povilas Lingaitis
(Vardas, pavardė)

(Data)

Artūras Kolobuckis

**PREKINIŲ LOKOMOTYVŲ EKSPLOATACINIŲ IŠLAIDŲ ANALIZĖ
IR JŲ MAŽINIMO BŪDAI**

**ANALYSIS OF FREIGHT LOCOMOTIVES' EXPLOITATION EXPENSES
AND THEIR REDUCTION METHODS**

Baigiamasis magistro darbas

Transporto inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621E20003

Transporto inžinerijos vadybos specializacija

Transporto inžinerijos studijų kryptis

Vadovas dr. Gintautas Bureika

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantė Angelika Petrėtienė

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2010

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Transporto inžinerijos fakultetas
Geležinkelių transporto katedra

ISBN ISSN
Egz. sk.
Data-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Transporto inžinerijos** programos baigiamasis darbas
Pavadinimas **Prekinių šilumvežių eksploatacinių sąnaudų analizė ir jų mažinimo būdai**
Autorius **Artūras Kolobuckis**
Vadovas **doc. dr. Gintautas Bureika**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamojo darbo tikslas - atlikti AB "Lietuvos geležinkeliai" prekinį šilumvežių 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF eksploatavimo sąnaudų vertinimą, analizę ir palyginimą bei pasiūlyti būdus šioms sąnaudoms mažinti. Tikslas pasiektas, išanalizuojant užsienio valstybių patirtį bei apžvelgiant literatūros šaltinius, atliekant senųjų šilumvežių 2M62 gedimų bei eksploatavimo išlaidų analizę, parenkant lokomotyvų modernizavimo krypties ir apimties rodiklius, atliekant šilumvežių po modernizavimo (2M62K ir 2M62M) bei naujųjų ER20CF eksploatavimo sąnaudų analizę bei vertinimą, paskaičiuojant kiekvienos serijos šilumvežių mokesčius už oro taršą, bei trimis metodais atlikus daugiakriterinį lokomotyvų veiksmingumo vertinimą ir nustatant geriausią šilumvežį pagal pasirinktus rodiklius.

Darbą sudaro: įvadas ir užduoties analizė, užsienio valstybių patirties ir literatūros šaltinių apžvalga, 2M62 serijos šilumvežių modernizacijos krypties ir apimčių lyginamoji analizė, modernizacijos krypties ir apimties kriterijai, šilumvežių eksploatavimo sąnaudų analizė ir vertinimas, riedmenų išmetamų į aplinkos orą teršalų analizė ir ekonominis vertinimas, daugiakriterinis šilumvežių veiksmingumo vertinimas.

Darbo apimtis - 69 psl. teksto be priedų, 21 iliustr., 30 lent., 24 bibliografiniai šaltiniai, 2 priedai.

Prasminiai žodžiai

Prekiniai lokomotyvai, eksploatacinės išlaidos, sąnaudos, analizė, degalai, vidaus degimo variklis, modernizavimas, mokesčiai.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Transport Engineering
Department of Railway Transport

ISBN ISSN
Copies No.
Date-.....-.....

Master Degree Studies **Transport Engineering** study programme Master's Thesis

Title **The analysis of operational expenses of freight Diesel locomotives and the ways of their reduction**

Author **Artūras Kolobuckis**

Academic supervisor **Assoc Prof Dr Gintautas Bureika**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

The aim of this postgraduate's dissertation is to make an analysis and comparison of SC "Lietuvos geležinkeliai" freight locomotives 2M62, 2M62K, 2M62M and ER20CF exploitation expenses and to suggest their reduction methods. Objective achieved by analyzing foreign experience and review of literature sources, analyzing breakdowns of the old locomotive 2M62 and its exploitation resources, choosing indicators of locomotives modernization way and largeness, analyzing exploitation resources of new locomotives ER20CF and 2M62K, 2M62M locomotives after modernization, calculating each series locomotive air pollution charges, and after three methods of multiple criteria assessment of the effectiveness of locomotives and locomotive in determining the best according to the chosen indicators.

Structure: introduction and task analysis of foreign experience and literature review, locomotives 2M62 modernization trends and comparative analysis of volume, the volume and direction of modernization criteria, locomotives exploitation expenses analysis and evaluation of vehicle emissions to ambient air pollution analysis and economic evaluation multicriterial locomotive efficiency rating.

Working volume - 69 pages. text without appendixes, 21 pictures., 30 tables., 24 bibliographic sources, 2 supplements.

Keywords

Freight locomotives, exploitation resources, expenses, analysis, fuel, internal combustion engine, modernization, taxes.

SANTRUMPOS

ALS – automatinė lokomotyvo signalizacija;
ATS – antibraunių tepimo sistema;
AVG – ašinis variklinis guolis;
DU – darbo užmokestis;
ER-1 – pirmos apimties einamasis remontas;
ES – Europos Sąjunga;
GPS – navigacinė sistema (angl. *Global positioning system*);
GV – geometrinis vidurkis;
KMP – kontroliniai matavimo prietaisai;
LAND – Lietuvos aplinkosaugos norminis dokumentas;
LDZ – Latvijos geležinkeliai;
LR – Lietuvos Respublika;
LG – AB „Lietuvos geležinkeliai“;
LT-1 – Vilniaus lokomotyvų depas;
LT-2 – Radviliškio lokomotyvų depas;
MTU – Vokietijos įmonė, gaminanti vidaus degimo variklius;
M1 – 2M62 šilumvežio modernizavimas pakeičiant variklį 14D40 į 5-26DG;
M2 – 2M62 šilumvežio modernizavimas pakeičiant variklį 14D40 į „Caterpillar CAT3512B“, visą pagalbinę ir elektros įrangą;
NVS – Nepriklausomų Valstybių Sandrauga;
RŽD – Rusijos Federacijos geležinkeliai;
PG – pagrindinis generatorius;
PKP – Lenkijos geležinkeliai;
RS – radijo stotis;
SAW – (angl. *Simple Additive Weighting*) – paprastojo rodiklių įverčio metodas;
TP-3 – trečios apimties techninė priežiūra;
UIC – Tarptautinė geležinkelių sąjunga (angl. *International union of railways*);
VDV – vidaus degimo variklis;
VLRD – UAB „Vilniaus lokomotyvų remonto depas“.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	7
LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
IVADAS.....	9
1. UŽSIENIO VALSTYBIŲ PATIRTIES IR LITERATŪROS ŠALTINIŲ APŽVALGA	11
1.1. Lietuvos ir užsienio valstybių krovinių gabenimo geležinkeliais analizė	11
1.2. Rusijos geležinkelių prekinų šilumvežių eksploatacijos išlaidų mažinimo kryptys	11
1.3. Latvijos geležinkelių prekinų šilumvežių eksploatacijos išlaidų mažinimo kryptys	13
1.4. Lenkijos geležinkelių prekinų šilumvežių eksploatacijos išlaidų mažinimo kryptys	13
2. 2M62 SERIJOS ŠILUMVEŽIŲ MODERNIZACIJOS KRYPTYŲ IR APIMČIŲ LYGINAMOJI ANALIZĖ	15
2.1. 2M62 serijos šilumvežių gedimų 2007 m. analizė	15
2.2. Šilumvežių modernizacijos kryptys ir apimtys	18
2.2.1. Šilumvežio modernizavimo technologija M1	19
2.2.2. Šilumvežio modernizavimo technologija M2	19
3. MODERNIZACIJOS KRYPTIES IR APIMTIES PARINKIMO KRITERIJAI	20
3.1. 2M62 serijos šilumvežių modernizavimo M1 ir M2 sąnaudos	20
3.1.1. Modernizavimo M1 ir M2 laiko sąnaudos	20
3.1.2. Modernizavimo M1 ir M2 lėšų sąnaudų modeliavimas	21
4. ŠILUMVEŽIŲ EKSPLOATAVIMO SĄNAUDŲ MATEMATINIS MODELIAVIMAS, ANALIZĖ IR VERTINIMAS	24
4.1. 2M62 serijos šilumvežių eksploatavimo sąnaudos	25
4.2. Šilumvežių planinių remontų išlaidų vertinimas.....	28
4.3. Šilumvežių faktinių neplaninių remontų skaičiaus bei prastovų juose analizė ir vertinimas.....	30
4.4. Šilumvežių faktinių prastovų planiniuose remontuose analizė ir vertinimas.....	33
4.5. LG traukos riedmenų variklių faktinių degalų sąnaudų analizė.....	35
4.6. Dyzelino ir variklinės alyvos sąnaudų riedmenų eksploatacijai analizė	38
4.7. Tepimo medžiagų ir aušinimo skysčių, naudojamų prekiniuose šilumvežiuose, apžvalga	44
4.8. Šilumvežių vienos darbo valandos kainos skaičiavimas.....	46
4.9. Šilumvežių po modernizavimo M1 eksploatavimo sąnaudų analizė	54
4.10. Šilumvežių po modernizavimo M2 eksploatavimo sąnaudų analizė	54
4.11. Apibendrinta techninių parametrų ir eksploatavimo sąnaudų analizė	55
4.11. Šilumvežių faktinių degalų sąnaudų analizė	57
5. RIEDMENŲ IŠMETAMŲ Į ORĄ TERŠALŲ ANALIZĖ IR MOKESČIAI	59
5.1. Dyzelinių šilumvežių variklių deginių į orą sudėtis.....	59
5.2. LG traukos riedmenų variklių oro teršalų tyrimai.....	60
5.3. Mokesčio už aplinkos teršimą apskaičiavimas.....	61
6. DAUGIAKRITERINIS ŠILUMVEŽIŲ EKSPLOATAVIMO VEIKSMINGUMO VERTINIMAS.....	63
6.1. Daugiakriterinio vertinimo metodai	63
6.2. Šilumvežių naudojimo naudingumo kriterijaus apskaičiavimas	65
6.2.1. Apskaičiavimas vietų sumos metodu	66
6.2.2. Geometrinio vidurkio metodas	67
6.2. Paprastojo rodiklių įvertinimo (SAW) metodas.....	67
7. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	69
LITERATŪRA	70
PRIEDAI.....	72

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1 pav. 2M62 serijos lokomotyvų 2004–2006 m. pagrindinių sistemų gedimų vidutinio skaičiaus dinamika.....	15
2.2 pav. 2M62 serijos šilumvežių gedimų skaičiaus pasiskirstymas pagal mazgus.....	15
2.3 pav. Vidutinis 2M62 serijos šilumvežių neplaninių remontų skaičius priklausomai nuo riedmenų amžiaus.....	16
2.4 pav. LG 2M62 serijos prekinų šilumvežių modernizavimo kryptų schema.....	17
3.1 pav. Šilumvežių modernizavimo M1 ir M2 laiko sąnaudų palyginimas.....	20
3.2 pav. Šilumvežio 2M62 modernizavimo išlaidų palyginimas.....	22
3.3 pav. Šilumvežio 2M62 suminių modernizavimo ir eksploatavimo išlaidų palyginimas.....	22
4.1 pav. LG traukos riedmenų parko eksploatacinių išlaidų struktūrinė schema.....	25
4.2 pav. 2M62 šilumvežio ekonominių rodiklių (išlaidų 10 tūkst. tkm) priklausomybė nuo šilumvežio amžiaus.....	27
4.3 pav. Prekinų šilumvežių 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF išlaidų TP-3 ir ER-1 remontams palyginimas.....	29
4.4 pav. 2M62 serijos šilumvežio TP-3 ir ER-1 prastovų palyginimas.....	30
4.5 pav. LT-1 depo prekinų šilumvežių prastovų neplaniniuose remontuose analizė 2004–2010 m. laikotarpiu.....	32
4.6 pav. Prekinų lokomotyvų prastovų TP-3 ir ER-1 analizė.....	34
4.7 pav. 2M62M serijos šilumvežių faktinės degalų sąnaudos, esant įvairiems apkrovos režimams.....	36
4.8 pav. 2M62K serijos šilumvežių faktinės degalų sąnaudos, esant įvairiems apkrovos režimams.....	36
4.9 pav. ER20CF serijos šilumvežių faktinės degalų sąnaudos, dirbant įvairiems apkrovos režimais.....	37
4.10 pav. LT-2 prekinų šilumvežių eismo dyzelinių sąnaudos analizė per 2010 m. pirmąjį ketv.....	43
4.11 pav. LT-2 prekinų šilumvežių variklinės alyvos sąnaudų analizė už 2010 m. pirmąjį ketv.....	43
4.12 pav. Lokomotyvų sąnaudų rodiklių palyginimas.....	52
4.13 pav. Vienos šilumvežio ir lokomotyvo brigados darbo valandos kainos palyginimas.....	53
4.14 pav. 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos šilumvežių eksploatacinių išlaidų palyginimas.....	58

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Dizelinio variklio 12D49M-01 ir 1-9DG charakteristikos.....	12
1.2 lentelė. Pagrindinės šilumvežio M62M charakteristikos.....	14
2.1 lentelė. Skirtingo amžiaus 2M62 serijos šilumvežių neplaninių remontų skaičius dėl dizelinio variklio ir jo sistemų gedimų (2005–2007m.).....	17
3.1. lentelė. 2M62 serijos šilumvežio vienos sekcijos M2 laiko normos.....	20
3.2. lentelė. 2M62 serijos šilumvežio vienos modernizavimo M1 laiko normos.....	20
3.3. lentelė. Šilumvežio 2M62 modernizavimo M1 ir M2 išlaidų sudėtis.....	21
4.1 lentelė. Radviliškio lokomotyvų depo 2004–2006 eksploataciniai rodikliai.....	26
4.2 lentelė. Šilumvežių TP-3 ir ER-1 atlikimo kainos.....	28
4.3 lentelė. LG šilumvežių parko neplaniniai remontai bei prastovos.....	31
4.4. lentelė. Prekinių šilumvežių planinių remontų analizė.....	33
4.5 lentelė. Dizelino ir variklinės alyvos sąnaudos riedmenų eksploatacijai per 2010 m. sausio mėnesį.....	38
4.6 lentelė. Dizelino ir variklinės alyvos sąnaudos riedmenų eksploatacijai per 2010 m. vasario mėnesį.....	39
4.7 lentelė. Dizelino ir variklinės alyvos riedmenų eksploatacijai sąnaudos per 2010 m. kovo mėnesį.....	41
4.8 lentelė. Dizelino ir variklinės alyvos sąnaudos riedmenų eksploatacijai per 2010 m. pirmąjį ketvirtį analizė.....	42
4.10 lentelė. Lokomotyvo 2M62 darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai.....	47
4.11 lentelė. Lokomotyvo 2M62K darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai.....	48
4.12 lentelė. Lokomotyvo 2M62M darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai.....	49
4.13 lentelė. Lokomotyvo ER20CF darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai.....	50
4.14 lentelė. Apibendrinti lokomotyvų 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF darbo sąnaudų skaičiavimo rezultatai.....	51
4.15 lentelė. Šilumvežio po M1 techniniai parametrai ir eksploatavimo sąnaudos.....	54
4.16 lentelė. Šilumvežio po modernizavimo M2 techniniai parametrai ir eksploatavimo sąnaudos.....	54
4.17 lentelė. Šilumvežio ER20CF techniniai parametrai ir eksploatavimo sąnaudos.....	55
4.18 lentelė. Šilumvežių po modernizavimo M1 ir M2 bei ER20CF apibendrintas eksploatavimo sąnaudų palyginimas.....	56
4.19 lentelė. Šilumvežių faktinės degalų sąnaudos.....	58
5.1 lentelė. LAND 18-2003/M-03 ir 2009 m. reostatinių bandymų metu tirtų dizelinių traukos riedmenų lyginamosios taršos priklausomai nuo variklio darbo režimo, kg/t palyginimas.....	62
6.1 lentelė. Daugiakriterinio vertinimo lentelė.....	67
6.2. lentelė. Šilumvežių ir kriterijų žymėjimas.....	67
6.3 lentelė. Objektų vietos.....	68
6.4 lentelė. Duomenų normalizavimas GV metodui	68
6.5 lentelė. Suvestinė metodų lentelė.....	69

IVADAS

Pagrindinis geležinkelių transporto uždavinys – krovinių ir keleivių vežimas, užtikrinant visišką eismo saugumą. Būtina sąlyga riedmenims važiuoti yra geležinkelio infrastruktūra, t.y. geležinkeliai, statiniai, pagrindinė įranga eismui organizuoti, valdyti bei eismo saugumui užtikrinti. Šiandien veiksmingai gali funkcionuoti tik toks geležinkelis, kuris geriausiai tenkins visuomenės poreikius, įvertins perspektyvą ir panaudos sukauptą patirtį

Paskutinį dešimtmetį kritiškiausia padėtis AB „Lietuvos geležinkeliai“ (toliau tekste – LG) susidarė prekinų šilumvežių parke. Šilumvežiais traukiami visi prekiniai traukiniai, o krovinių vežimo pajamos – pagrindinės LG pajamos. Suprantama, jų nebus, jeigu bendrovė neturės kuo vežti krovinius. 1998-2002 metais LG traukos riedmenų ūkyje susiklostė sunki padėtis: prekinų šilumvežių bendras susidėvėjimas buvo net 84 proc. Taigi keturis penktadalius šilumvežių ekonominiu požiūriu eksploatuoti buvo netikslinga bei pavojinga, juos reikėjo nurašyti. Trūko lokomotyvų, „su girgždesiu“ buvo vežami kroviniai, eksploatuojama daug lokomotyvų, viršijusių savo eksploatacinę ridą. Dar labiau prastėjo jų patikimumas, didėjo neplaninių remontų išlaidos. Įvertinus tokią situaciją ir išnagrinėjus naujų lokomotyvų įsigijimo sąlygas, tapo visiškai aišku, kad nerealų visą parką pakeisti naujais lokomotyvais. Todėl jau nuo 2003 m. buvo pradėta įgyvendinti turimų lokomotyvų atnaujinimo – remotorizavimo bei modernizavimo programą. Iki 2007 metų remotorizuoti 22 vienetai 2M62 serijos, 16 vienetų – M62 serijos šilumvežių ir modernizuota 20 vienetų 2M62 serijos lokomotyvų.

Atnaujinus šilumvežių parką, buvo užtikrintas nepertraukiamas LG traukos riedmenų parko darbas, sėkmingai kasmet iki 2009 m. buvo vežama vis daugiau (apie 10 %) krovinių, mažinant eksploatavimo išlaidas, visų pirma, degalams. Remotorizuotų lokomotyvų lyginamosios degalų sąnaudos palyginus su senaisiais lokomotyvais yra mažesnės apie 19 % degalų, o modernizuotų – net 33 %. Įvertinus LG metinę vežamų krovinių apyvartą ir prekinų šilumvežių degalų sąnaudų pokytį, galima sutaupyti apie 40 milijonų litų per metus. Be to, modernizuoti lokomotyvai yra galingesni: jais galima vežti iki 5000 t masės sąstatus, t. y. 13 %. sunkesnius nei ankstesniais 2M62 serijos prekiniais lokomotyvais. Tai padidina geležinkelių pralaidumą apie 10 %.

Turint modernizavimo patirtį, naujos kartos prekinų lokomotyvų įsigijimas – tai dar vienas būdas kuo efektyviau bei racionaliau vežti krovinius. Eksploatuojant naujus „Siemens ER20CF“ lokomotyvus, dyzelinių degalų sąnaudos yra 40 – 45 % mažesnės, 2 sekcijų šilumvežio traukiamo sąstato masė padidėjo iki 6000 t, sumažėjo techninės priežiūros ir remonto darbų apimtys, pagerėjo mašinistų darbo sąlygos dėl pagerėjusių ergonomikos sąlygų. Be to, mašinistas tuo pat metu gali valdyti dauginę trauką, t. y. sudvejintus ar sutrejtintus lokomotyvus.

Baigiamojo darbo tikslas – atlikti AB „Lietuvos geležinkeliai“ 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos prekių šilumvežių eksploataavimo sąnaudų vertinimą, analizę ir palyginimą bei pasiūlyti būdus šioms sąnaudoms mažinti.

Analizė reikalinga tam, kad galima būtų apskaičiuoti sąnaudas, įvertinant šilumvežių atliekamą darbą (vežimų apimtį), nustatyti jų naudingumą ir planuoti geležinkelio įmonės lokomotyvų poreikį ateičiai bei spręsti apie lokomotyvų modernizavimo arba pirkimo alternatyvas.

Šiame darbe išanalizavus LG prekių šilumvežių po modernizavimo (2M62K ir 2M62M) ir naujų lokomotyvų „SIEMENS ER20CF“ eksploataavimo sąnaudas atliktas daugiakriterinis jų naudojimo veiksmingumo vertinimas trimis metodais.

1. UŽSIENIO VALSTYBIŲ PATIRTIES IR LITERATŪROS ŠALTINIŲ APŽVALGA

1.1. Lietuvos ir užsienio valstybių krovinių gabenimo geležinkeliais analizė

Vertindami pirmojo šių metų ketvirčio rezultatus, tiek Estijos, tiek Kaliningrado, tiek Rusijos geležinkeliai praneša apie didėjančias vežamų krovinių apimtis. Tuo tarpu Latvijos geležinkelių vadovybė susirūpinusi sumažėjusia krovinių vežimų apimtimi.

Didžiausias pokytis – Kaliningrado geležinkeliuose. Jais per pirmąjį šių metų ketvirtį pervežta 4,2 mln. t krovinių – net 39,8 % daugiau nei pernai per tą patį laikotarpį. Per pirmąjį šių metų ketvirtį Estijos geležinkeliais pervežta 7,53 mln. tonų krovinių – 16,4 % daugiau nei prieš metus, Rusijos geležinkeliais – 279,2 mln. t krovinių – 12,7 % daugiau nei pernai. Iš kaimyninių šalių, tik Latvijos geležinkeliais buvo vežta 6,6 % mažiau, per pirmuosius tris šių metų mėnesius Latvijos geležinkeliais pervežta 13,3 mln. t krovinių [26].

Per pirmąjį šių metų ketvirtį Lietuvos geležinkeliais taip pat vežta daugiau – net 11,84 mln. t krovinių, o tai 20,2 % daugiau, negu per tą patį 2009 m. laikotarpį.

Daugiausia – 35,7 %, išaugo tarptautiniai vežimai, kurie sudarė 9,26 mln. t. Tuo tarpu vietiniai sumažėjo net 14,6 % ir sudarė 2,58 mln. t. Didžiausią LG vežimų dalį sudarė tranzitas – 4,16 (+33,7 %) ir importas – 4,02 mln.t (+44,5 %). Daugiausia pirmąjį šių metų ketvirtį buvo vežta naftos ir naftos produktų – 5,2 mln. t (45 %), cheminių ir mineralinių trąšų – 2,9 mln. t (25 %) [1].

1.2. Rusijos geležinkelių prekinį šilumvežių eksploatacijos išlaidų mažinimo kryptys

RŽD šalies įmonėms nuolat stengiasi pagerinti techninių, ekonominių, aplinkosaugos rodiklius, tiek serijiniu būdu gaminamiems lokomotyvams, tiek naujai sukurtiems produktams.

1996 metais atlikta pirmasis kompleksinis modernizavimas (šilumvežis 2M62-0686, priskyrimo depas Velikije Luki) Kolomnos gamykloje. Šilumvežyje buvo sumontuotas tokio pat galingumo (1470 kW) keturtaktis 12 cilindų dyzelis 5-2D49, pagrindinis generatorius keičiamas nebuvo. Vietoj gamyklinės PG sužadinimo sistemos su magnetiniu stiprintuvu buvo sumontuota unifikuota elektros perdavų sistema, sumontuotos patobulinta pagalbinė bei elektros traukos variklių aušinimo įranga, taip pat atlikta daug kitų pakeitimų ir patobulinimų [22].

Per pastaruosius kelerius metus Rusijoje buvo sukurta daug versijų dyzelinių generatorių serijų, skirtų modernizuoti pasenusius lokomotyvus, sumažinti degalų sunaudojimą iki (12 – 25 %), alyvos – 2,5 karto ir bendrų eksploatacinių išlaidų iki 30 %.

Reikėtų pažymėti, kad per parengiamuosius tyrimus ir eksperimentinius darbus projektuotojai išsprendė didesnę dalį pagrindinių techninių užduočių. Buvo nuspręsta ir toliau dirbti šia linkme, kad būtų patenkinti 2012 m. krovinių vežimo poreikiai. Pagrindinis bandymų objektas buvo

dyzelinis variklis 12D49M-01 – patobulinta dyzelinio variklio 12D49M versija. Atsižvelgiant į naują dyzelinio variklio konstrukciją, įgyvendinta daug naujų techninių sprendimų. Pagrindinis variklio 12D49M-01 privalumas yra pasiektos reikiamos aplinkosaugos charakteristikos, kartu su patobulinta traukos charakteristika geriausiai atspindi ekonominius rodiklius, įskaitant degalų sąnaudas.

Naujojo dyzelinio variklio 12D49M-01 ir senojo 1-9DG, skirto 232 serijos šilumvežiams Vokietijos geležinkeluose, charakteristikų palyginimas parodytas 1.1 lentelėje [27].

1.1 lentelė. Dyzelinio variklio 12D49M-01 ir 1-9DG charakteristikos

Charakteristikos	12D49M-01	1-9DG
Galingumas kW (AG)	2206 (3000)	2232 (3035)
Alkūninio veleno apsisukimai aps./min	1000	1000
Dyzelio masė, kg	17750	18095
Gabaritiniai dyzelio matmenys	5400x2015x2972	5662x1920x2972
Lyginamosios degalų sąnaudos varikliui veikiant visu galingumu g/kWh	203,0	204,0
Valandinės degalų sąnaudos varikliui veikiant tuščiąja eiga, kg/h	10,0	15,0
Lyginamosios alyvos sąnaudos varikliui veikiant visu galingumu g/kWh	1,1	1,63
Ilgamžiškumas iki pirmojo VDV išrinkimo, moto val.	32000	10000
Ilgamžiškumas iki KR, moto val.	60000	40000

Šiuo metu Rusijoje įgyvendinama prekinių lokomotyvų TE35 kūrimo programa. TE35 bus gaminamas Briansko gamykloje, variklio galia sudarys 3530 kW (4800 AG). Eksploatacinių išlaidų sferoje yra tikslas pasiekti šiuos parametrus: lyginamosios degalų 191 g/kWh, alyvos suvartojimo dalis 0,6 g/kWh, alyvos pakeitimo periodiškumas 100000 km.

Naujai gaminamiems lokomotyvams RŽD kelia tokius reikalavimus, kad, palyginus su esamais prekiniais lokomotyvais, jų galingumas būtų (1,2 – 1,7) karto didesnis, degalų sąnaudos mažesnės iki 15%, alyvos sunaudojimas (2 – 3) kartus mažesnis, priežiūrų ir einamųjų remontų skaičius būtų maždaug 2 kartus mažesnis.

Dyzeliniai varikliai taip pat privalo turėti mikroprocesorinę kontrolės sistemą, valdymo ir diagnostikos sistemą, dyzelinio variklio aušinimo ir šildymo įtaisus su valdymo pultais, dyzelino apskaitos sistema, traukinio šildymo sistema.

Numatant kylančias dyzelino kainas, RŽD neatmeta galimybės dyzelinius prekinis šilumvežius keisti į turbovežius. Tokiu būdu maksimaliai galima traukti sąstato masę padidėtų net iki 18 000 t. (traukinio ilgis sudarytų 3 – 4 km.), sąnaudos degalams sumažėtų beveik 50 %, išmetamųjų dujų toksiškumas būtų sumažintas iki 1,5 – 2,0 kartų, o dūmingumo praktiškai nebūtų [22].

Šiuo metu RŽD aktyviai dalyvauja kuriant turbovežį su dujų turbinų varikliu, kurio VDV galingumas siektų 8300 kW. Šiame turbovežyje bus naudojama dujų tiekimo sistema, neturinti analogų pasaulyje.

Numatoma, kad 6000 tonų masės traukinius turbovežis trauks mažesnėmis degalų sąnaudomis iki 40 %, palyginus su prekinio lokomotyvu 2TE116.

1.3. Latvijos geležinkelių prekinų šilumvežių eksploatacijos išlaidų mažinimo kryptys

1990-ųjų pradžioje, tuometiniuose Pabaltijo apygardos geležinkeliuose, didžioji dalis krovinių buvo vežama šilumvežiais M62 ir 2M62 bei 2M62U. Po SSRS žlugimo LDZ buvo palikti patys naujausi lokomotyvai iš viso tuometinio Pabaltijo geležinkelių lokomotyvų parko, todėl modernizacijos klausimas LDZ nebuvo labai opus [25].

2006 metais du LDZ 2M62U šilumvežiai buvo modernizuoti pakeičiant vidaus degimo variklius bei pagrindinius generatorius. Šilumvežis Nr. 0112 (priskirta serija 2M62UR) buvo modernizuotas Lugansko gamykloje. Jame buvo sumontuotas 2206 kW (3000 AG) Kolomnos gamyklos dyzelis 12DM49M-01, kuris sėkmingai eksploatuojamas Vokietijos geležinkelių šilumvežiuose.

Šilumvežis Nr. 0118 (priskirta serija 2M62UC) buvo modernizuotas VLRD Vengrijos įmonės „MAV Szolnoki Jarmujavito“ projektą. Šilumvežiui sumontuotas 16 cilindrų dyzelis Caterpillar 3516B, kurios galingumas siekia 2100 kW (2850 AG) [24].

Tokiu būdu abiejų šilumvežių galia po modernizacijos išaugo 1,5 karto. Be to, šiuose lokomotyvuose buvo sumontuotos šiuolaikinės valdymo ir diagnostikos sistemos, pastebimai pasikeitė mašinisto kabinos, valdymo pultai ir t.t.

1.4. Lenkijos geležinkelių prekinų šilumvežių eksploatacijos išlaidų mažinimo kryptys

PKP 2006 metais atliko modernizaciją pirmajam EM62 serijos šilumvežiui ir suteikė jam M62M seriją bei Nr. 001. Atlikus bandymus ir atitinkamus testus, lokomotyvu buvo leista važiuoti PKP PLK SA keliais. Jau per pirmąsias keliones įrodyta, jog šio šilumvežio techninės charakteristikos žymiai geresnės negu gamyklinio M62 lokomotyvo. Dar tais pačiais metais buvo modernizuoti šeši EM62 serijos lokomotyvai. Modernizacijos priešistorė siekia 2004 m., kuomet Lenkijos geležinkeliai iš Estijos geležinkelių įsigijo 36 M62 (ST44) serijos lokomotyvus poreikiams [18].

PKP atliekamos modernizacijos metu pakeičiami pagrindiniai lokomotyvo komponentai į naujus, modernius. Sumontuojamas naujas 16 cilindrų, 2233 kW galingumo EMD-645E3C (įmonė Electro-Motive Division, JAV) dyzelinis variklis, trifazis pagrindinis generatorius AR10. Kaip papildoma įranga, sumontuotas:

- 1) Lokomotyvo aširačių praslydimo, bei elektros traukos variklių kontrolės modulis;
- 2) Elektroniniu būdu valdoma viso šilumvežio aušinimo sistema;
- 3) GPS navigacinė sistema, leidžianti stebėti šilumvežio parametrus bei dislokaciją;
- 4) Lokomotyvo priešgaisrinė saugos sistema, leidžianti užgesinti gaisrą iš abiejų lokomotyvo valdymo kabinų;
- 5) Elektriniai valdymo kabinų šildymo prietaisai;
- 6) Modernūs halogeniniai žibintai ir kt.

Po atliktos modernizacijos PKP šioms šilumvežiams suteikė M62M seriją. Šilumvežio M62M pagrindinės techninės charakteristikos pateikiamos 1.2 lentelėje [18].

1.2 lentelė. Pagrindinės šilumvežio M62M charakteristikos

Charakteristikos	Rodikliai
VDV galingumas, kW	2238
Konstruktinis greitis, km/h	100
Ašių formulė	3o-3o
Vežės plotis, mm	1435/1520
Elektros traukos variklio tipas	ED118/D77
Maksimali masė, t	120
Stabdžių sistema	Erlikon / Matrosov / Knorr
Atitinka emisijų į orą reikalavimus	UIC 505-1

Padidėjo šilumvežio VDV galingumas (34 %), patikimumas, pagerėjo techninės bei saugumo charakteristikos, sumažėjo degalų sąnaudos bei pagerėjo mašinistų darbo sąlygos. Taip pat pagerėjo ir ergonomiškumas, šilumvežis sudarytas iš atskirų modulių, kurie nesunkiai gali būti demontuojami remonto metu.

2. 2M62 SERIJOS ŠILUMVEŽIŲ MODERNIZACIJOS KRYPTIŲ IR APIMČIŲ LYGINAMOJI ANALIZĖ

2.1. 2M62 serijos šilumvežių gedimų 2007 m. analizė

Analizuojant LT-1 riedmenų 2006 m. neplaninius remontus akivaizdu, kad daugiausia gedimų tenka 2M62 šilumvežiams – net 72% [5], įvertinant tai, kad buvo pervežta 53,5 mln. t krovinių, o lokomotyvo vidutinis paros našumas sudarė 1171 tūkst. tkm bruto.

Kitiems LT-1 šilumvežiams gedimai pasiskirstė taip: M62 – 9,0%, keleiviniams šilumvežiams – 10%, manevriniams šilumvežiams – 9% .

Toliau analizuojant 2M62 serijos prekinių šilumvežių gedimus, juos galima suskirstyti į septynias grupių pagal įtaisus [5]:

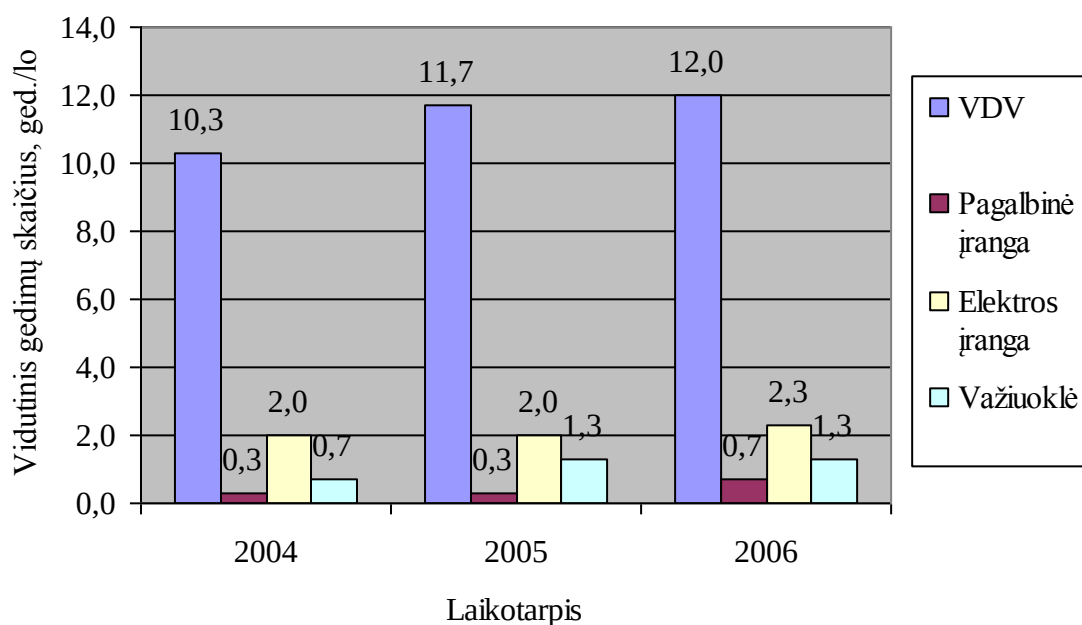
1. Vidaus degimo variklis – 53,3%.
2. Degalų tiekimo sistema – 3,0%.
3. Alyvos valymo ir tiekimo sistema – 0,3%.
4. Stabdžių įranga – 3,0 %.
5. Pagalbinė įranga – 15,4%.
6. Elektros įranga – 14%.
7. Važiuoklė – 11,0%.

Iš visų šių gedimų galima išskirti 3 pagrindines grupes:

- a) stūmoklio švaistiklio grupė;
- b) aširačiai, ašidėžės, VAG;
- c) PG.

2M62 serijos prekinių šilumvežių 2004–2006¹ m. pagrindinių sistemų gedimų vidutinio skaičiaus kitimo dinamika pateikta 2.1 paveiksle.

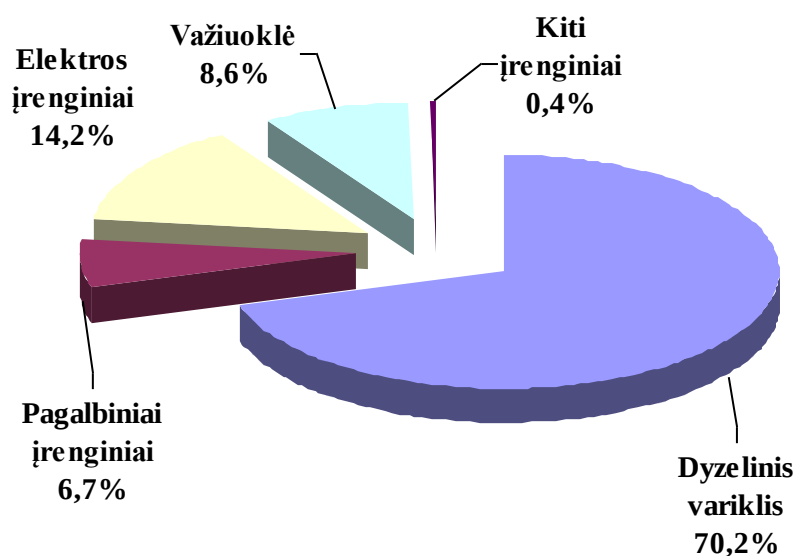
¹ Nuo 2006 metų LT-1 pradėjo eksploatuoti 2M62K serijos šilumvežius, todėl palaipsniui buvo mažinamas 2M62 serijos šilumvežių skaičius eksploatacijoje. 2008 m. viduryje 2M62 serijos šilumvežių eksploatacija buvo nutraukta.



2.1 pav. 2M62 serijos lokomotyvų 2004–2006 m. pagrindinių sistemų gedimų vidutinio skaičiaus dinamika

Iš 2.1 paveikslo matyti, kad nagrinėjamu laikotarpiu nuo 2004-2006 daugiausia gedimų tenkančių vienam šilumvežiui per metus sudaro VDV gedimai, kurių skaičius kasmet nuo 2002 iki 2004 metų vidutiniškai padidėja 10%.

2M62 serijos šilumvežių gedimų skaičiaus pasiskirstymas pagal mazgus 2004–2007 m. laikotarpyje parodytas 2.2 paveiksle.



2.2 pav. 2M62 serijos šilumvežių gedimų skaičiaus pasiskirstymas pagal mazgus

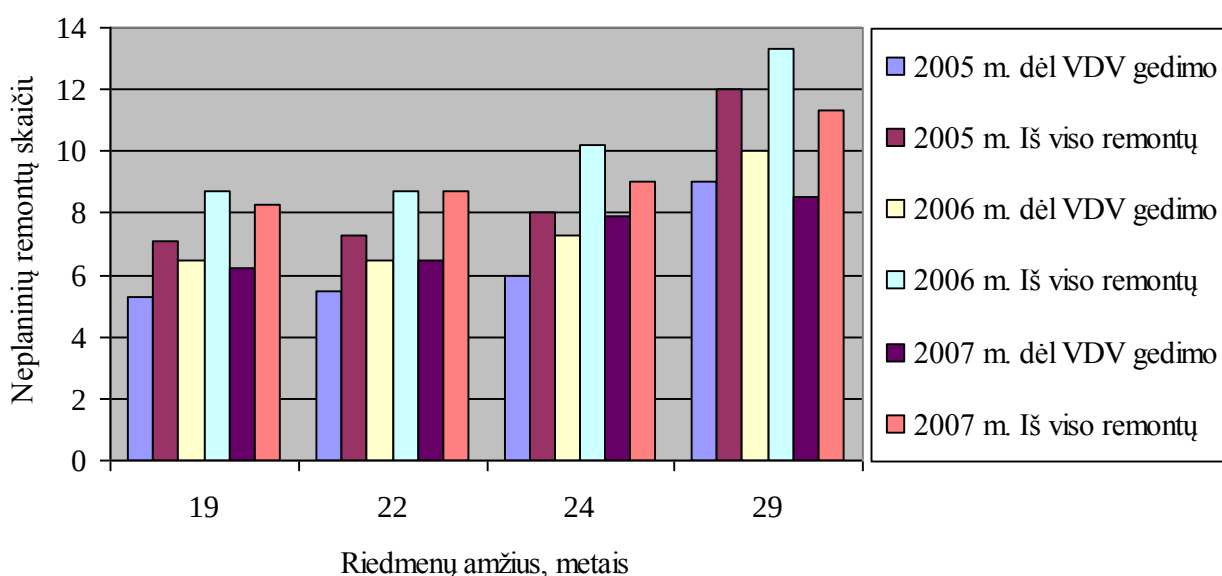
Iš čia 2.2 paveikslą diagramos matyti, kad 2M62 serijos lokomotyvu būdingi dyzelinio variklio 14D40 ir jo sistemų gedimai. Daugiausiai gendantys dyzelinio variklio mazgai – stūmoklio švaistiklio grupė. Jos gedimai sudaro apie 68% visų variklio gedimų skaičiaus ir apie 51% bendrojo gedimų skaičiaus. Taip pat galima išskirti elektros įrenginių gedimus: dažniausi buvo aukštos įtampos kameros elektros įrangos ir šilumvežio traukos elektros schemos veikimo sutrikimai – apie 43% visų elektrinių įrenginių gedimų skaičiaus.

Duomenys pagal skirtingo amžiaus 2M62 serijos šilumvežių, kurie stovėjo neplaniniame remonte dėl dyzelio ir jo sistemų, gedimus 2005–2007 m. pateikti 1.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Skirtingo amžiaus 2M62 serijos šilumvežių neplaninių remontų skaičius dėl dyzelinio variklio ir jo sistemų gedimų (2005–2007 m.)

2M62 serijos šilumvežis	Vidutinis neplaninių remontų skaičius					
	2005 m.		2006 m.		2007 m.	
	dėl VDV gedimo	Iš viso remontų	dėl VDV gedimo	Iš viso remontų	dėl VDV gedimo	Iš viso remontų
19 m. amžiaus	5,3	7,1	6,5	8,7	6,2	8,3
22 m. amžiaus	5,5	7,3	6,5	8,7	6,5	8,7
24 m. amžiaus	6,0	8,0	7,3	10,2	7,9	9,0
29 m. amžiaus	9,0	12	10,0	13,3	8,5	11,3

Vidutinio 2M62 serijos šilumvežių neplaninių remontų skaičiaus priklausomybė nuo riedmenų amžiaus pateikta 2.3 paveiksle.



2.3 pav. Vidutinis 2M62 serijos šilumvežių neplaninių remontų skaičius priklausomai nuo riedmenų amžiaus

Kaip matome iš 2.1 lentelės ir 2.3 paveikslo, pasirinktų skirtingo amžiaus riedmenų vidutinis neplaninių remontų skaičius dėl VDV gedimų per du metus vidutiniškai išauga 19%, tačiau 29 metų mažiaus riedmens gedimų dėl VDV skaičius sumažėjo 5%.

Bendras vidutinis neplaninių remontų skaičius, kuris nesusijęs su VDV gedimais, per du metus didėja maždaug 10%.

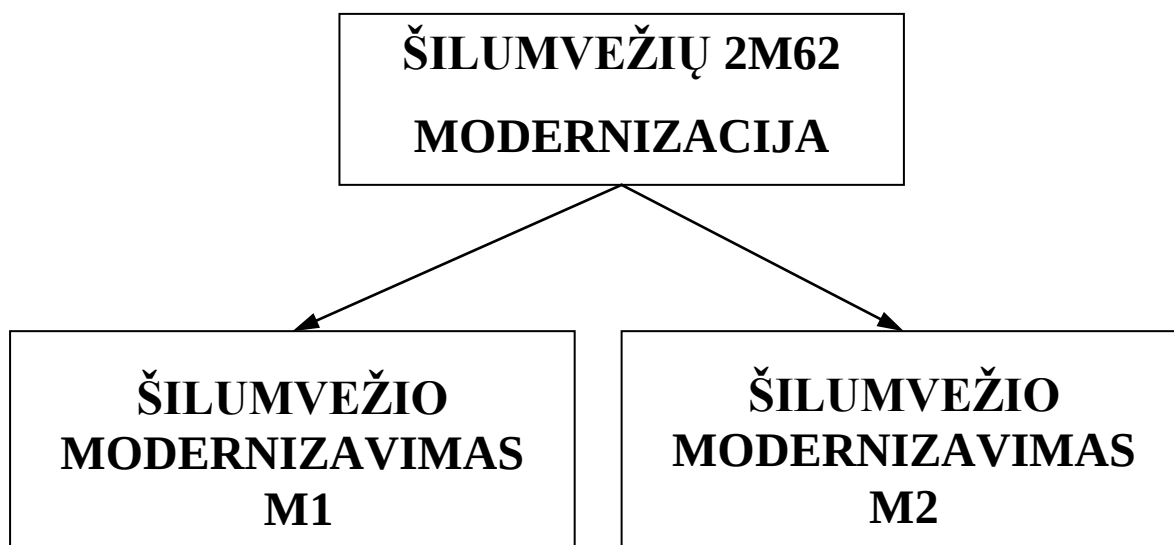
Nagrinėjamų šilumvežių dažniausiai pasitaikantys cilindrinės ir stūmoklinės grupės gedimai buvo šie:

- a) išmetimo vožtuvų nesandarumai – 52%;
- b) įvairių tarpiklių nesandarumai – 36%;
- c) stūmoklių ir cilindrinų įvorių geometrijos pažeidimai – 9%;
- d) cilindrinų įvorių ir cilindrinų galvučių trūkimai – 3%.

2.2. Šilumvežių modernizacijos kryptys ir apimtys

Iš 2.2 paveikslo matyti, kad didžiausią dalį 70,2% sudaro dyzelinio variklio gedimai, o toliau – elektros įrenginių gedimai. Dėl šių dažniausiai pasitaikančių gedimų LG vadovybė nusprendė atnaujinti prekinį šilumvežių parką pakeičiant tik VDV arba VDV ir jų pagalbinius bei elektros įrenginius, nes tai sudaro virš 90% visų gedimų [2;5].

LG pasirinkta 2M62 serijos prekinį šilumvežių modernizavimo kryptį schema pavaizduota 2.4 paveikle.



2.4 pav. LG 2M62 serijos prekinį šilumvežių modernizavimo kryptų schema

2.2.1. Šilumvežio modernizavimo technologija M1

Modernizavimo M1 metu šilumvežiui atliekamas kapitalinis remontas (KR-2), pakeičiant seną Rusijos Kolomnos miesto gamyklos dyzelinį variklį 14D40 naujesniu, tos pačios gamyklos keturtakčiu dyzeliniu varikliu 5-26DG (1470 kW, 750 aps./min), be elektroninio degalų įpurškimo ir be elektroninės valdymo ir reguliavimo sistemos. Traukos generatorius, sužadinimo sistema ir aušinimo ventiliatorius lieka tie patys, tik kapitališkai suremontuojami. Taip pat nekeičiami, o remontuojami ir traukos elektros varikliai bei jų aušinimo ventiliatoriai.

Keičiami naujais degalų ir alyvos sistemų vamzdynai, sumontuojamas naujas alyvos valymo filtras. Oro tiekimo sistema taip pat keičiama nauja, su tarpiniu oro aušinimu, montuojami nauji oro filtrai, o dujų išmetimo sistemoje naujas duslintuvas ir naujas stogas virš variklio. Pagalbinės įrangos pavaros išlieka mechaninės, jos suremontuojamos, išskyrus naujas pavaras perduodančias sukimo momentą nuo VDV į priekinę ir į galinę reduktorius.

Mašinisto kabina atnaujinama, montuojamos naujos sėdynės, nauji priekinių stiklų valytuvai ir valytuvų elektros varikliai, šildomi galinio vaizdo veidrodėliai. Valdymo pultas atnaujinamas, radijo stotis ir signalizacija keičiama nauja, tačiau visa kita valdymo įranga išlieka ta pati. Keičiamos apdailos medžiagos ir triukšmo garso izoliacija, o šilumvežio rėmui, kėbului ir visai kitai nekeičiamai įrangai atliekamas kapitalinis remontas.

2.2.2. Šilumvežio modernizavimo technologija M2

Šilumvežio modernizavimas M2 atliekamas pakeičiant seną Kolomnos gamyklos dyzelinį variklį 14D40 visiškai nauja JAV firmos CATERPILLAR jėgaine, kuri susideda iš keturtakčio dyzelinio variklio CAT 3512B HD SC (1700 kW, 1800 aps./min), su elektroniniu degalų įpurškimu, elektronine valdymo bei reguliavimo sistema ir šepetėliniu trifazio sinchroninio kintamos srovės generatoriaus DSG86 M1-4/AVK SEG firmos, (vardinis galingumas – 2585 kW), su srovės lygintuvu DHH-6×780-C1 (ilgalaikė darbinė srovė – 6×780 A), sužadinimo sistema ir ventiliatoriumi [13].

Šilumvežių 2M62 modernizavimo M1 ir M2 metu atliekami darbai aprašyti 1 priede.

3. MODERNIZACIJOS KRYPTIES IR APIMTIES PARINKIMO KRITERIJAI

3.1. 2M62 serijos šilumvežių modernizavimo M1 ir M2 sąnaudos

2M62 serijos šilumvežių modernizavimo M1 ir M2 sąnaudos susideda iš laiko ir lėšų sąnaudų.

3.1.1. Modernizavimo M1 ir M2 laiko sąnaudos

Vienos šilumvežio sekcijos M2 ir M1 laiko normos pateiktos 3.1 ir 3.2 lentelėse.

3.1. lentelė. 2M62 serijos šilumvežio vienos sekcijos M2 laiko normos

Eil. Nr.	Darbų pavadinimai	Laiko norma, h
1.	VDV, PG ir pagalbiniai įrenginiai	3 386,64
2.	Važiuklė, kėbulas ir mechaninė įranga	1 015,15
3.	Elektros įranga	2 074,56
4.	Hidrostatinė įranga	913,65
5.	Automatinių stabdžių ir pneumatinių įrenginių demontavimas, remontas ir montavimas	1 284,27
6.	KMP, ALS, RS ir ATS	728,09
7.	Stogo modernizavimas	280,80
8.	Degalų aparatūra	34,32
9.	Akumuliatorinių baterijų montavimas	6,59
	Iš viso:	9 724,16

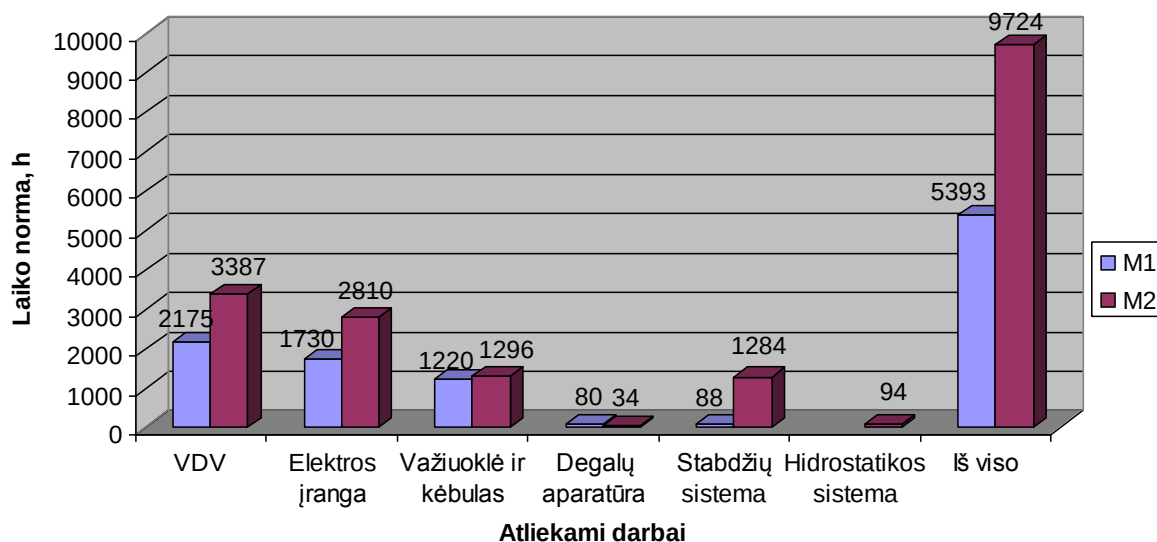
3.2. lentelė. 2M62 serijos šilumvežio vienos modernizavimo M1 laiko normos

Eil. Nr.	Darbo normatyvų paskirstymas	Laiko norma, h
1.	Dyzelio ir pagalbinės įrangos ardymas, remontas ir surinkimas	2 174,64
2.	Elektrinės dalies ardymas, remontas ir surinkimas	1 401,45
3.	Važiuklės, kėbulo ir mechaninės įrangos ardymas, remontas ir surinkimas	1 220,41
4.	Akumuliatorinių baterijų montavimas	39,64
5.	Kuro aparatinės ir filtrų dalies ardymas ir surinkimas	79,58
6.	KMP ir ALS įrenginių ardymas, remontas, surinkimas	288,87
7.	Automatinių stabdžių ir pneumatinių įrengimų ardymas, remontas, surinkimas	188,28
	Iš viso:	5 392,87

Iš 3.1 ir 3.2 lentelių matoma, jog šilumvežio modernizavimo M2 metu reikia atlikti daugiau darbų, nei šilumvežio modernizavimo M1 metu. Modernizavimo M2 laiko norma net 45% didesnė

už modernizacijos M1 laiko normą. Prisideda hidrostatinės įrangos montavimas bei stogo modernizavimas.

Modernizavimo M1 ir M2 laiko sąnaudų palyginimas parodytas 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Šilumvežių modernizavimo M1 ir M2 laiko sąnaudų palyginimas

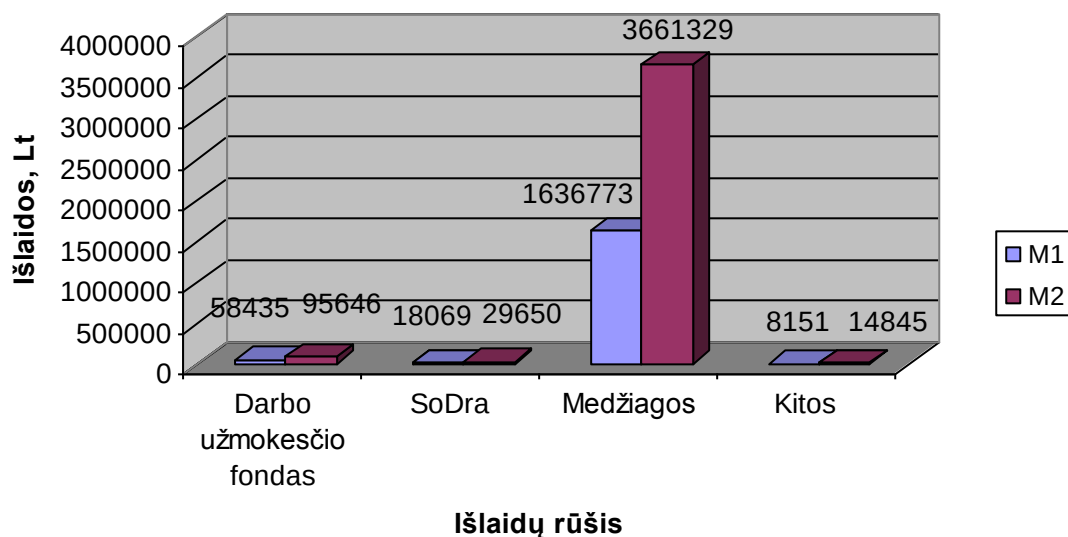
Iš 3.1 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad šilumvežio modernizavimui M2 atlikti reikia beveik dvigubai daugiau laiko negu modernizavimui M1. Abiem atvejais daugiausia laiko sąnaudų sudaro VDV keitimo ir reguliavimo darbai ir šilumvežio elektros įranga.

3.1.2. Modernizavimo M1 ir M2 lėšų sąnaudų modeliavimas

Šilumvežio 2M62 modernizavimui M1 ir M2 nustatytos lėšų sąnaudos, į kurias įeina DU fondas, mokesčiai SoDrai, išlaidos medžiagoms ir kitos išlaidos, pateiktos 3.3 lentelėje.

3.3. lentelė. Šilumvežio 2M62 modernizavimo M1 ir M2 išlaidų sudėtis

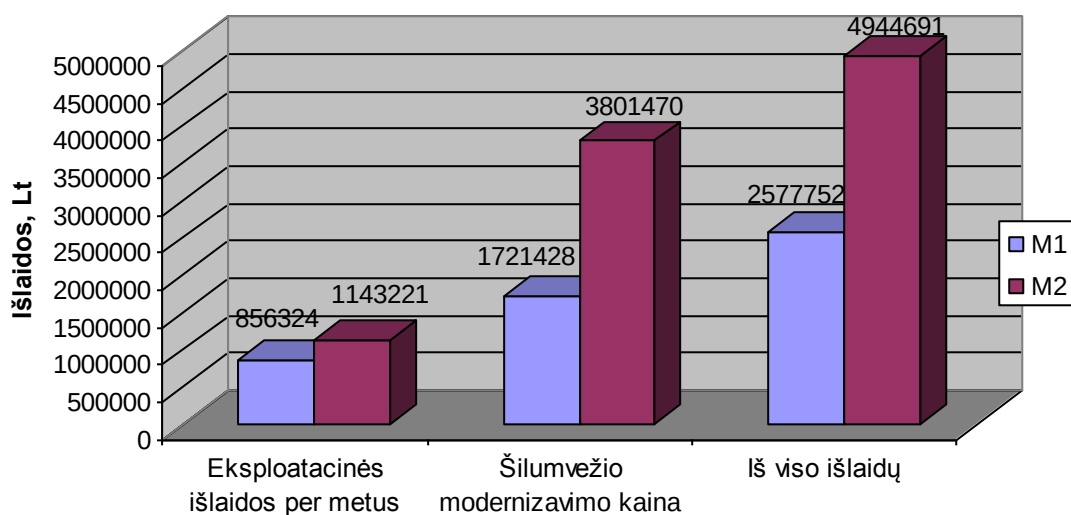
Modernizavimo projektas	Išlaidos, tūkst. Lt				
	Darbo užmokesčio fondas	SoDra	Medžiagos	Kitos	Iš viso
M1	58,4	18,1	1 636,7	8,1	1 721,4
M2	95,6	29,7	3 661,3	14,8	3 801,5



3.2 pav. Šilumvežio 2M62 modernizavimo išlaidų palyginimas

Iš 3.3 lentelės ir 3.2 pav. matyti, jog šilumvežio modernizavimui su M1 reikia dvigubai mažiau lėšų negu modernizavimui M2. Didžiąją išlaidų dalį sudaro medžiagos, reikalingos modernizavimui, t.y. variklis, elektros įranga, pagalbinė įranga ir t. t.

2M62 serijos šilumvežio po modernizavimo M1 ir M2, eksploatacinių ir suminių išlaidų palyginimas pavaizduotas 3.3 paveiksle.



3.3 pav. Šilumvežio 2M62 suminių modernizavimo ir eksploataavimo išlaidų palyginimas

Analizuojant 3.1, 3.2 ir 3.3 paveikslus, matyti, kad šilumvežio po modernizavimo M1 eksploatacinės sąnaudos žymiai mažesnės nei seno, maždaug 1,5 karto, tačiau modernizuoto šilumvežio po M2 – dar mažesnės maždaug 2 kartus. Daugiausiai sumažėjo degalų, alyvos ir techninių priežiūrų bei einamųjų remontų išlaidų. Taip pat šilumvežiui po M2 valdyti vietoj

mašinisto ir padėjėjo pakanka vieno mašinisto, dėl ko sutaupoma išlaidų žmogiškiems ištekliams. Maksimalus įmanomas vežti traukinio svoris padidėja iki nuo 3800 t iki 5000 t. y. 24%, o degalų sąnaudos sumažėja maždaug 33%.

Išvados. Pagal LG specialistų atliktus apskaičiavimus 2M62 serijos šilumvežio modernizavimas M2 atsipirktų per 4 metus, o modernizavimas M1 – per 6 metus.

Atlikus šilumvežių poreikio tam pačiam darbui atlikti analizę, atsižvelgus į jų techninį parengtumą ir galingumą, pastebėta, jog šilumvežių po modernizavimo M1 poreikis tam pačiam darbui (krovinių apyvartai) atlikti lyginant su senais šilumvežiais yra 24%, o po modernizavimo M2 varikliu – 40% mažesnis.

Po modernizavimo M1 ir M2 šilumvežių ilgaamžiškumas pratęsiamas 10 metų.

4. ŠILUMVEŽIŲ EKSPLOATAVIMO SĄNAUDŲ MATEMATINIS MODELIAVIMAS, ANALIZĖ IR VERTINIMAS

LG bendro traukos riedmenų parko eksploatavimo sąnaudų struktūrinė schema pateikiama 4.1 pav. Kaip matyti iš 4.1 pav., traukos riedmenų parko eksploatacines išlaidas sudaro:

- 1) materialinės ir joms prilygintos sąnaudos (60,0 %);
- 2) nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudos (8,5 %);
- 3) darbo užmokestis (16,7 %);
- 4) mokesčiai (9,8 %);
- 5) socialinio draudimo įmokos (5,0 %);
- 6) aplinkosaugos mokestis (0,3 %).

Materialinės ir joms prilygintas sąnaudas sudaro:

- 1) degalai (85,0 %);
- 2) eksploatacines ir konstrukcines medžiagos bei atsarginės detalės (7,0 %);
- 3) remonto darbai (3,0 %);
- 4) kitos sąnaudos (5,0 %).

Traukos riedmenys sunaudoja apie 97 % visų LG sunaudojamų degalų, o gamybos reikmėms sunaudojama tik apie 3 % degalų.

Bendro LG traukos riedmenų parko eksploatavimo sąnaudų matematinė išraiška:

$$I_E = I_{SoDra} + I_{DU} + I_{NS} + I_{MS} + I_{Mok}; \quad (1)$$

čia: I_{SoDra} - socialinio draudimo įmokos;

I_{DU} - darbo užmokestis;

I_{NS} - nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudos;

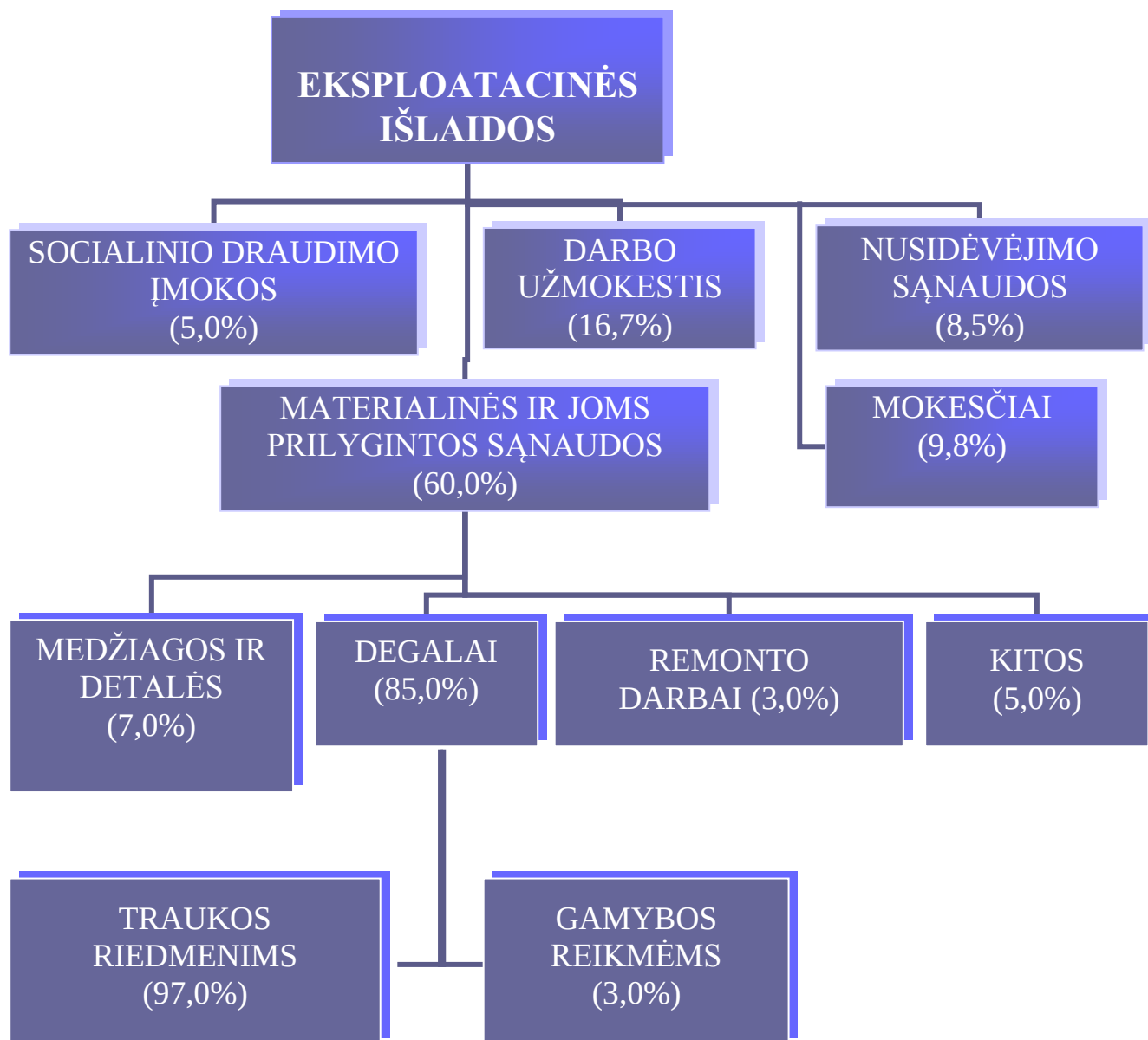
I_{MS} - materialinės ir joms prilygintos sąnaudos;

I_{Mok} - mokesčiai.

Formulė (1) gali būti naudojama traukos riedmenų parko eksploatavimo sąnaudų ateinantiems metams prognozei ir lėšų skirstymui. Pagal šią formulę pateikiama lokomotyvo ER20CF vienos darbo valandos kroviniame eisme savikaina.

$$\begin{aligned} I_E &= I_{SoDra} + I_{DU} + I_{NS} + I_{MS} + I_{Mok} = \\ &= 5,95 + 20,84 + 70,96 + 247,22 + 141,3 = 486,27 Lt \end{aligned} \quad (2)$$

Formulei (2) parinktos tik pagrindinės lokomotyvo vienos darbo valandos sąnaudų rūšys, neįskaitant sąnaudų remontams, tiesioginių ir netiesioginių veiklos sąnaudų.



4.1 pav. LG traukos riedmenų parko eksploatacinių išlaidų struktūrinė schema

4.1. 2M62 serijos šilumvežių eksploataavimo sąnaudos

Tyrimui parenkami 2M62 serijos šilumvežiai, kuriuos eksploatavo LG struktūrinis padalinys LT-2.

Kaip matyti iš 4.1 lentelės, visų LT-2 eksploatuojamų šilumvežių eksploataciniai rodikliai kasmet didėjo. Tai motyvuojama tuo, kad didėjo traukinių darbų apimtys [2].

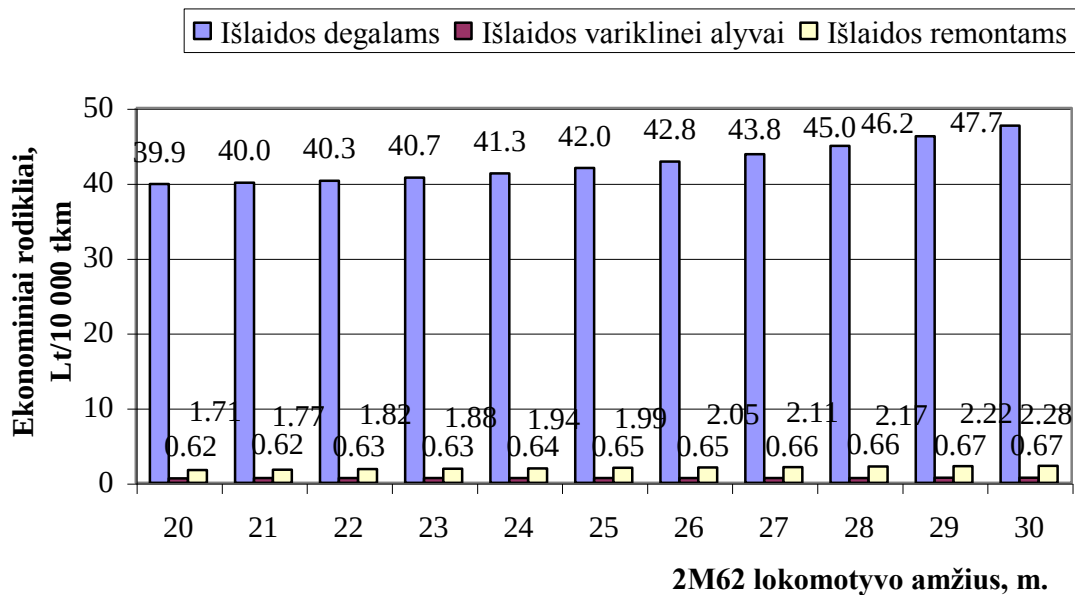
4.1 lentelė. Radviliškio lokomotyvų depo 2004-2006² eksploataciniai rodikliai

Eil. Nr.	Rodikliai	Mato vnt.	2004 m.	2005 m.	2006 m.
1.	Traukinių darbų apimtis	mln. tkm bruto	6 687,0	7 307,9	8 272,6
2.	Vidutinis šilumvežio darbo našumas per parą	tūkst. tkm bruto	847,6	854,9	920,7
3.	Remonto programa	sąl. vnt.	789,47	775,66	813,33
4.	Dyzelinių degalų poreikis	t	22 654,82	23 849,75	25 936,57
5.	1 tonos degalų kaina	Lt	1 611,02	1 787,18	2 070,00
6.	Degalų vertė iš viso	tūkst. Lt	38 422,4	46 353,2	53 689,8
7.	ER-1: 2M62	šilumv.	38	65,5	61,5
	TP-3: 2M62		165	168	192
8.	Remonto ER-1 trukmė (vienai sekcijai)	žm. val.	195,42	206,14	223,51
9.	Techninės priežiūros TP-3 trukmė (vienai sekcijai)	žm. val.	90,34	95,12	99,80
10.	Remonto ER-1 kaina	Lt	6 502	6 521	6 546
11.	Techninės priežiūros TP-3 kaina	Lt	2 681	2 695	2 715
10.	Eksploatacinės sąnaudos	tūkst. Lt	63 230,2	65 974,6	71 018,6
11.	Personalas (vid. sąr.)	žm. sk.	815	764	750
12.	Vidutinis mėnesinis darbo užmokestis		1 276,3	1 454,3	1 598,9
13.	Neplaniniai remontai	vnt.	321	328	334

Norint išanalizuoti, kaip 2M62 serijos šilumvežių eksploatacinės išlaidos priklauso nuo riedmenų amžiaus ir ridos, reikia nagrinėti tam tikro amžiaus šilumvežius.

2M62 serijos šilumvežio ekonominių rodiklių (išlaidų 10 tūkst. tkm) priklausomybė nuo šilumvežio amžiaus parodyta 4.2 paveiksle.

² Duomenys pateikiami atsižvelgiant į LT-2 darbo rezultatus iki 2006 m., nes nuo 2006 m. šilumvežių 2M62 skaičius eksploatacijoje buvo nuolatos mažinamas.



4.2 pav. 2M62 šilumvežio ekonominių rodiklių (išlaidų 10 tūkst. tkm) priklausomybė nuo šilumvežio amžiaus

Iš 4.2 paveikslo matyti, kad didžiausią dalį prekinio šilumvežio sąnaudų struktūroje sudaro išlaidos degalams.

Išvada – naujinant traukos riedmenų parką, degalų sąnaudų mažinimui reikia skirti didžiausią dėmesį. Ypač atsakingai reikia pasirinkti variklio konstrukciją ir transmisiją. Pvz. šiluminių variklių naudingumo koeficientas (šiluminės energijos dalis, paversta darbu), priklausomai nuo jų konstrukcijos, paprastai būna nuo 15 iki 35 procentų. Vidaus degimo variklio naudingumo koeficientas turi tiesioginę įtaką degalų sąnaudoms.

Sudarant lokomotyvų panaudojimo prioritetus reikia vadovautis ekonominiu rodikliu. Juo patogiu laikyti sumines eksploatacijos išlaidas I_E , prognozuojamas lokomotyvo eksploatacijai per planuojamą laikotarpį. Iki šilumvežio kokybės rodiklio kritinio taško jos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$I_E = \Delta x \cdot R \cdot K_k; \quad (3)$$

čia: Δx – planuojamas laikotarpis, m.;

R – prognozuojama metinė šilumvežio rida, tūkst. km

K_k – kokybės rodiklis kritiniame taške, Lt / tūkst. tkm.

Po kokybės rodiklio kritinio taško eksploatacinės išlaidos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$I_E = \Delta x \cdot R \cdot (K_p - K_k); \quad (4)$$

čia: K – kokybės rodiklis po kritinio taško, Lt / tūkst. tkm.

Laikydami, kad 2M62M serijos šilumvežių metinės ridos atitinkamai lygios 333,712 mln. km. sudaroma suminių eksploatacijos išlaidų priklausomybė nuo planuojamo laikotarpio. (3) ir (4) formulėmis apskaičiuojamų dydžių suma bus suminės išlaidos I_{Σ} dėl eksploatacinių sąnaudų (eksploatuojant lokomotyvus po rodiklio kritinio taško) padidėjimo. Jis aprašytas formule:

$$I_{\Sigma} = \Delta x \cdot R \cdot (K_p - K_k) + \Delta x \cdot R \cdot K_k \quad (5)$$

Formulė (5) parodo, esant kokiai šilumvežio ridai eksploatacinių išlaidų suminės išlaidos bus didesnės nei gaunamas ekonominis efektas.

4.2 Šilumvežių planinių remontų išlaidų vertinimas

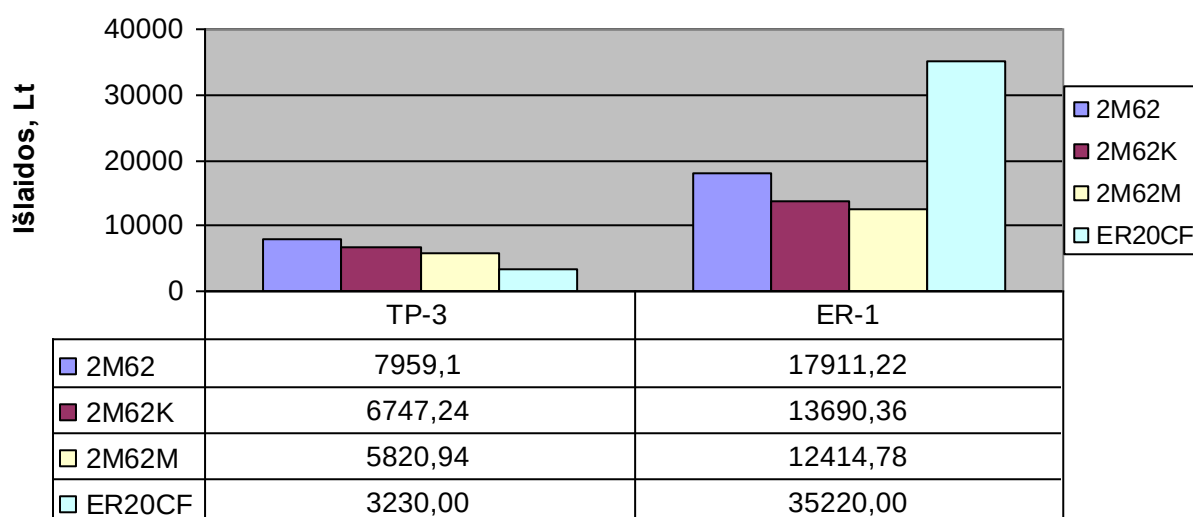
Vienas iš eksploatacinių išlaidų sutaupymo rodiklių techninės priežiūros TP-3 ir einamojo remonto ER-1 kaštai. Duomenys panaudoti vertinimui ir nurodyti 4.2 lentelėje bei 4.3 ir 4.4 paveiksluose yra nurodytos 2010 metų VLRD remontų paslaugų pardavimo kainos LG, bei LT-2 planinių remontų kaštai ER20CF serijos lokomotyvams [6].

4.2 lentelė. Šilumvežių TP-3 ir ER-1 atlikimo kainos

Remonto rūšis	Lokomotyvo serija	Matavimo vnt.	Kaina, Lt (be PVM)	Kaina, Lt (su PVM)
TP-3	2M62	Sekc.	6745	7959,10
	2M62K	Sekc.	5718	6747,24
	2M62M	Sekc.	4933	5820,94
	ER20CF	Šilum.	2649	3230,00
ER-1	2M62	Sekc.	15179	17911,22
	2M62K	Sekc.	11602	13690,36
	2M62M	Sekc.	10521	12414,78
	ER20CF	Šilum.	28880	35220,00
ER-3	2M62	Sekc.	-	-
	2M62K	Sekc.	287953	339784,54
	2M62K	Sekc.	235452	277833,36

Remontų pardavimo paslaugų kainos nuolatos yra planuojamos ateinantiems metams. Kartu su šiomis kainomis yra sudaromas visų riedmenų visų rūšių remonto planas kiekvienai šilumvežių serijai atskirai kiekvienam ateinančiųjų metų ketvirčiui. Tokiu būdu planuojamos išlaidos riedmenų remontams Vilniaus lokomotyvų depo eksploatuojamiems lokomotyvams.

Prekinių šilumvežių 2M62, 2M62K ir 2M62M TP-3 ir ER-1 grafinis piniginių išlaidų palyginimas pateiktas 4.3 paveiksle.



4.3 pav. Prekinių šilumvežių 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF išlaidų TP-3 ir ER-1 remontams palyginimas

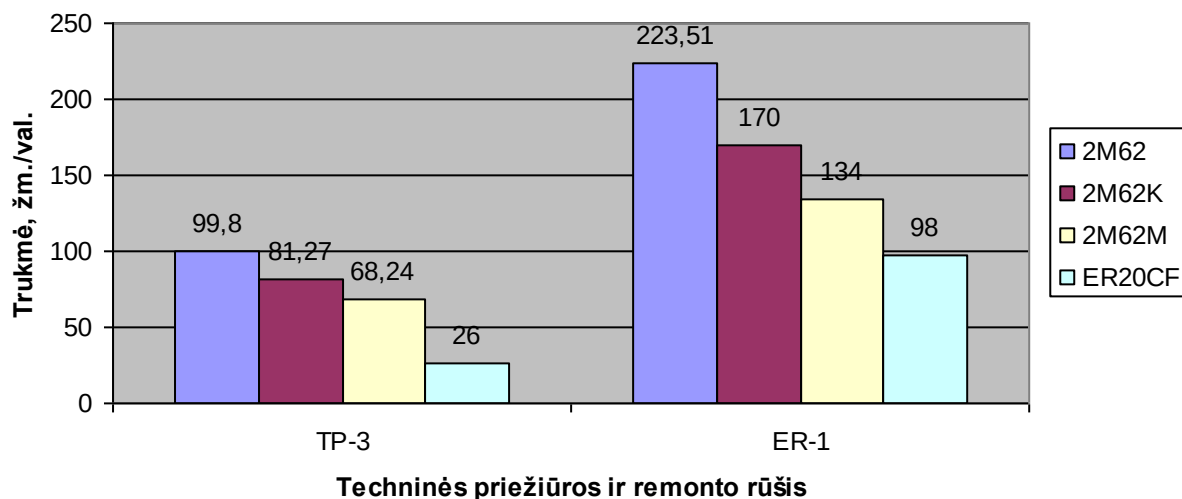
Kaip matyti iš 4.3 pav. pateiktos diagramos, 2M62 serijos šilumvežiams išlaidos TP-3 ir ER-1 yra pačios didžiausios (išskyrus ER20CF ER-1 kainą) ir sudaro atitinkamai beveik 8000 Lt ir 18000 Lt. Tą galima paaiškinti tuo, kad šios serijos šilumvežių TP-3 ir ER-1 technologiniuose procesuose numatyta išsami VDV apžiūra, dėl dažno jų gendavimo, į šias sąnaudas jau iš anksto būna įskaičiuotos tam tikros atsarginės detalės, kurių gali prireikti remonto metu.

2M62K serijos šilumvežių remontų sąnaudos yra mažesnės nei 2M62 šilumvežių maždaug 13%, bet didesnės už sąnaudas 2M62M serijos šilumvežiams.

2M62M serijos šilumvežių sąnaudos šiems TP-3 ir ER-1 remontams yra dar mažesnės ir sudaro atitinkamai apie 5800 Lt ir apie 12500 Lt. Palyginus su 2M62K serijos šilumvežiais šios sąnaudos yra atitinkamai 16% ir 11% mažesnės, palyginus su 2M62 serijos šilumvežiais šios sąnaudos yra atitinkamai 14% mažesnės.

ER20CF serijos šilumvežių TP-3 atlikimo kaina yra pati mažiausia ir siekia 3230 Lt, o ER-1 atlikimo kaina pati didžiausia ir vidutiniškai sudaro 35220 Lt. Taip yra todėl, kad šios serijos lokomotyvams ER-1 atliekamas trimis etapais: pirmasis etapas po 2000 moto val., antrasis po 4000 moto val., trečiasis po 6000 moto val. Bendra ER-1 siekia maždaug 71000 Lt, o vienam etapui vidutiniškai skiriama 35220 Lt.

Visų keturių lokomotyvų serijų laiko sąnaudų TP-3 priežiūroms ir ER-1 remontams grafinis palyginimas pavaizduotas 4.4 paveiksle.



4.4 pav. 2M62 serijos šilumvežio TP-3 ir ER-1 prastovų palyginimas

Po šilumvežio modernizavimo M1, techninės priežiūros TP-3 prastova palyginus su senu šilumvežiu sumažėja 19%, einamojo remonto ER-1 metu – 24%. Po šilumvežio modernizavimo M2, techninės priežiūros TP-3 metu prastova sumažėja apie 32%, o einamojo remonto ER-1 metu – 41%.

ER20CF serijos šilumvežių prastova planiniuose TP-3 ir ER-1 remontuose pati mažiausia, palyginus su 2M62M serijos šilumvežiais atitinkamai mažesnė 2,6 ir 1,4 karto, su 2M62K – 3,1 ir 1,7 karto, su 2M62 – 3,8 ir 2,3 karto.

4.3. Šilumvežių faktinių neplaninių remontų skaičiaus bei prastovų juose analizė ir vertinimas

Šilumvežių neplaninių remontų skaičiaus bei prastovų analizei ir vertinimui nuo 2004 m. iki 2010 m. pirmojo ketvirčio buvo pasirinktas LT-1 depe eksploatuojamas prekinis šilumvežių parkas. 3.3 lentelėje parodytas neplaninių remontų skaičius dėl LT-1 lokomotyvų (2M62, 2M62K ir 2M62M) eksploatavimo pažeidimų arba kai pasibaigusi remontinė garantija, taip pat neplaninių remontų skaičius dėl prastos VLRD remonto kokybės, t. y. gedimai įvykę per šilumvežių remonto garantinį periodą. Nurodoma bendra šilumvežių serijų prastova valandomis, įvykusi dėl neplaninių remontų bei prastova dėl LT-1 ir VLRD kaltės [4;5].

LT-1 eksploatuojamų prekinis šilumvežių parką sudaro:

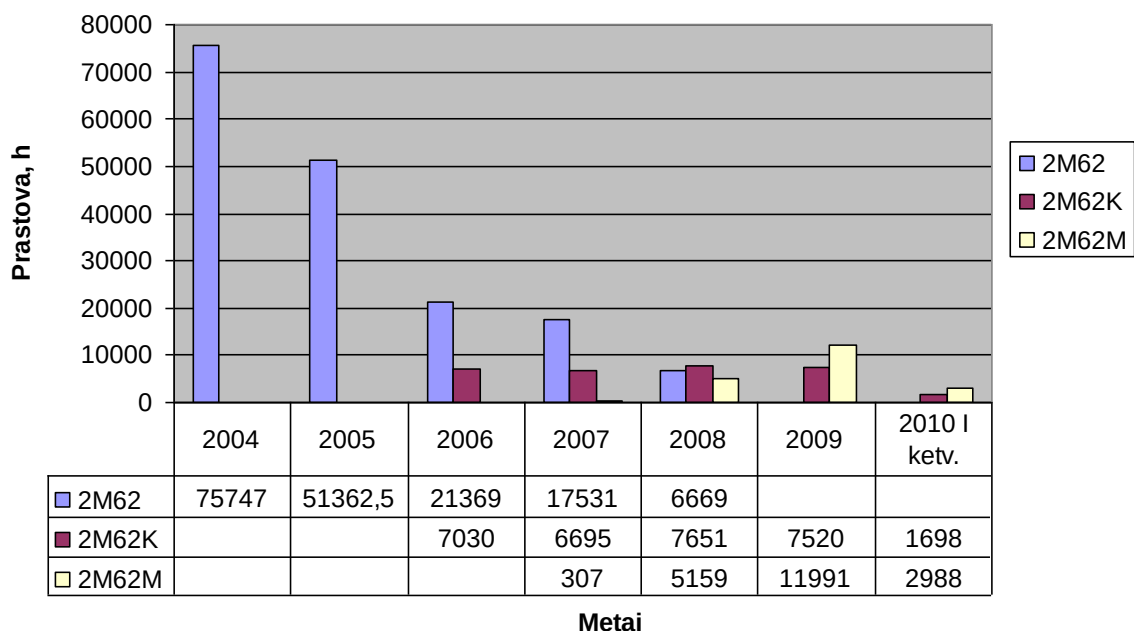
- 1) 22 – 2M62;
- 2) 20 – 2M62K;
- 3) 17 – 2M62M serijos lokomotyvų.

Šilumvežių neplaninių remontų skaičius bei vienos šilumvežio sekcijos prastova remontuose parodyta 4.3 lentelėje.

4.3 lentelė. LG šilumvežių parko neplaniniai remontai bei prastovos

Metai	Remontų skaičius, vnt.		Prastova, val.		Bendra prastova, val
	dėl LT-1 kaltės	dėl VLRD kaltės	dėl LT-1 kaltės	dėl VLRD kaltės	dėl LT-1 ir VLRD kaltės
2M62 serija					
2004	602	244	50724	25023	75747
2005	73	530	6406	50832,5	51362,5
2006	49	156	5245,5	16123,5	21369
2007	34	147	4649	12882	17531
2008	8	101	729	5940	6669
2009		-	-	-	-
2010 I ketv.	-	2	-	330	330
2M62K serija					
2006	8	108	645	6385	7030
2007	26	86	1709	4986	6695
2008	3	92	97	7554	7651
2009	62	69	3923	3597	7520
2010 I ketv.	25	21	906	792	1698
2M62M serija					
2007	-	4	-	307	307
2008	-	91	-	5159	5159
2009	72	150	5193	6798	11991
2010 I ketv.	17	30	1093	1895	2988

Susisteminus ir sugrupavus duomenis iš 4.3 lentelės pateikiama neplaninių remontų ir prastovų jų metu analizė (4.5 pav.), kurioje parodyta kiek kiekvienai prekinį lokomotyvų serijai per metus atliekama neplaninių remontų ir kiek sugaištama laiko gedimams aptikti bei pašalinti.



4.5 pav. LT-1 depo prekinį šilumvežių prastovų neplaniniuose remontuose analizė 2004–2010 m. laikotarpiu

Iš 4.5 paveikslo matyti, kad didžiausia 2M62 šilumvežių prastova nagrinėjamu laikotarpiu, dėl neplaninių remontų, buvo 2004 metais ir sudarė 75747 valandų vienai šilumvežio sekcijai. 2005 m. prastovos sumažėjo 33 %, o 2006 m. – 72 %, 2007 m. – 76 %, 2008 m. – 92 %. Su laiku mažėjančias prastovas įtakojo tai, kad palaipsniui buvo atsisakoma šios serijos šilumvežių kroviniams vežti, o 2008 m. viduryje buvo išvis nutraukta senųjų šilumvežių eksploatacija.

LT-1 2006 m. buvo pradėta eksploatuoti 2M62K serijos šilumvežius. Kaip matyti, laikotarpyje nuo 2006 m. iki 2009 m. šilumvežiams neplaniniai remontai vidutiniškai buvo atliekami 113,5 kartus per metus, prastovos dėl neplaninių remontų vidutiniškai sudarė 7224 valandas per metus, o tai yra 10 kartų mažesnės prastovos nei eksploatuojant 2M62 serijos šilumvežius.

2M62M šilumvežių neplaninių remontų skaičius bei prastovų laikotarpyje nuo 2006 m. iki 2009 m. palyginti su kitomis šilumvežių serijomis negalima, šilumvežiai su Caterpillar varikliu Vilniaus lokomotyvų depe buvo pradėti eksploatuoti tik 2007 m. antroje pusėje.

Palyginus 2009 m. duomenis, matyti, kad 2M62K serijos šilumvežiams buvo atliktas 131 neplaninis remontas, dėl ko šių lokomotyvų prastova sudarė 7520 valandų, tuo tarpu 2M62M serijos šilumvežiams per tą patį laikotarpį buvo atlikti 222 neplaniniai remontai (59 % daugiau nei 2M62K serijos lokomotyvams), dėl ko prastova sudarė 11991 valandų (62 % daugiau nei 2M62K serijos lokomotyvams).

IŠVADOS. Pagal 2010 m. pirmojo ketvirčio duomenis matyti, kad nors 2M62K ir 2M62M serijos šilumvežių neplaninių remontų skaičius maždaug vienodas, atitinkamai – 46 ir 47, tačiau 2M62M serijos šilumvežių prastovos neplaniniuose remontuose net 1,75 karto didesnės.

Išanalizavus pateiktus duomenis, nustatyta, kad 2M62K serijos šilumvežio prastova neplaniniuose remontuose per metus palyginus su senuoju 2M62 šilumvežiu yra 9,9 kartus, o modernizuoto 6,3 karto mažesnė. Daroma išvada, kad modernizuoto šilumvežio gedimo priežasties nustatymas ir pašalinimas neplaniniame remonte užtrunka ženkliai ilgiau nei 2M62K serijos šilumvežio.

4.4. Šilumvežių faktinių prastovų planiniuose remontuose analizė ir vertinimas

Šilumvežių planinių remontų bei prastovų analizei ir modeliavimui buvo pasirinktas LT-1 depe eksploatuojamas prekinis šilumvežių parkas, bei LT-2 depe eksploatuojamas šilumvežių ER20CF parkas (34 šilumvežiai). Prekinis šilumvežių prastovos planiniuose remontuose pagal mėnesius nuo 2007 m. iki 2010 m. pirmojo ketvirčio nurodytos 4.4 lentelėje [6]

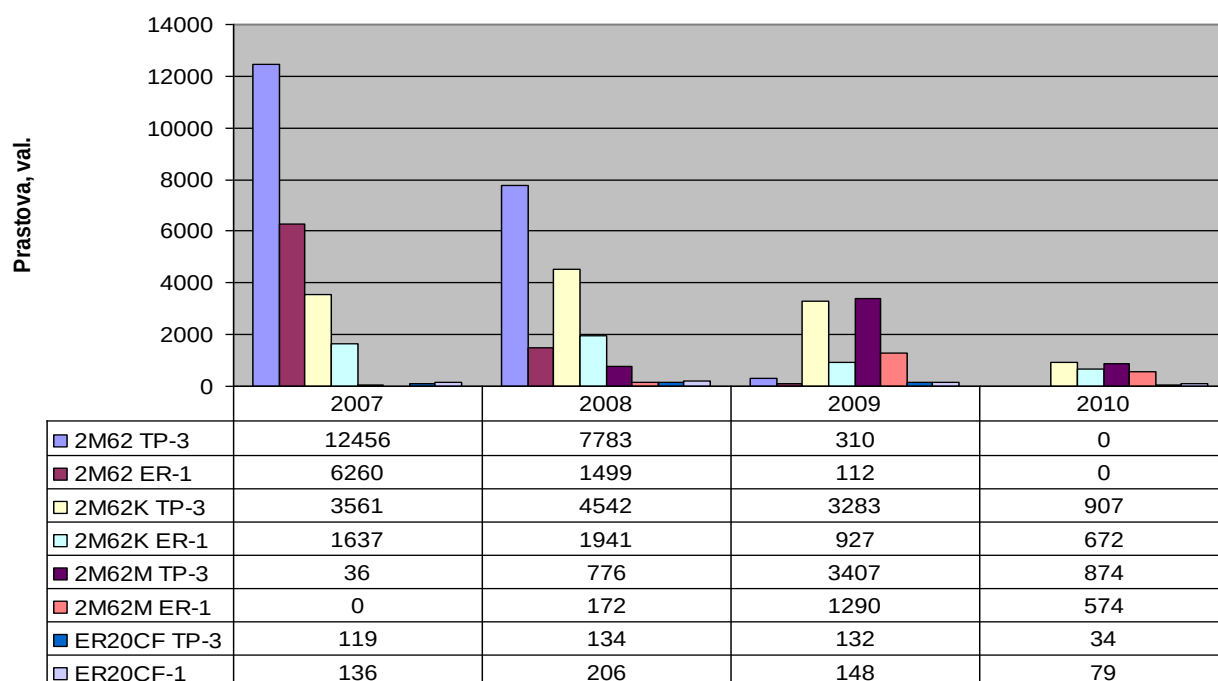
4.4. lentelė. Prekinis šilumvežių planinių remontų analizė

Šilumvežio serija	2007 metų mėnuo													Remonto rūšis
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Iš viso val.	
2M62 (sekc.)	153	345	1706	1127	2786	1053	664	1485	534	764	866	973	12456	TP-3
	958	-	423	214	3090	-	36	452	184	300	228	375	6260	ER-1
2M62K (sekc.)	211	497	395	220	381	392	243	120	399	260	180	263	3561	TP-3
	214	35	84	250	-	36	276	63	159	238	102	180	1637	ER-1
2M62M (sekc.)	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	36	TP-3
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ER-1
ER20CF	-	11	11	11	11	11	10	10	10	11	11	12	119	TP-3
	-	-	-	11	22	22	11	24	11	11	12	12	136	ER-1
	2008 metų mėnuo													Remonto rūšis
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Iš viso	
2M62 (sekc.)	1918	674	671	2148	763	385	304	246	177	497	-	-	7783	TP-3
	54	36	106	553	578	36	66	-	34	36	-	-	1499	ER-1
2M62K (sekc.)	426	126	425	264	207	742	694	433	347	327	227	324	4542	TP-3
	82	329	315	72	429	36	84	111	190	71	96	126	1941	ER-1
2M62M (sekc.)	20	11	188	-	58	37	18	35	100	84	63	44	776	TP-3
	-	35	-	-	37	-	36	10	-	-	24	30	172	ER-1
	8	-	-	34	16	42	10	-	64	42	80	75	371	CAT VDV
ER20CF	11	11	12	12	12	11	11	11	10	11	11	11	134	TP-3
	22	28	28	11	11	11	20	20	11	11	11	22	206	ER-1
	2009 metų mėnuo													Remonto rūšis
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Iš viso	
2M62 (sekc.)	310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	310	TP-3
	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112	ER-1

4.4. lentelės pabaiga

2M62K (sekc.)	208	104	296	270	100	178	234	264	429	121	718	361	3283	TP-3
	-	95	44	72	46	108	343	39	-	-	68	112	927	ER-1
2M62M (sekc.)	187	83	124	124	340	440	61	134	531	128	691	564	3407	TP-3
	89	-	56	118	-	273	454	60	35	70	76	59	1290	ER-1
	34	161	111	813	8	485	330	134	156	26	-	-	2258	CAT VDV
ER20CF	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	11	11	132	TP-3
	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11	25	14	148	ER-1
2010 metų mėnuo														Remonto rūšis
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Iš viso	
2M62 (sekc.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TP-3
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ER-1
2M62K (sekc.)	282	247	378	-	-	-	-	-	-	-	-	-	907	TP-3
	107	489	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	672	ER-1
2M62M (sekc.)	305	409	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	872	TP-3
	22	518	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	574	ER-1
	827	1560	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2432	CAT VDV
ER20CF	11	11	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	TP-3
	28	25	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	ER-1

Prekinių lokomotyvų prastovų techninėse priežiūrose bei einamuosiuose remontoose analizė reikalinga tam, kad galima būtų apytiksliai įvertinti lokomotyvų techninę būklę, bei numatyti lėšas jų planiniams remontams. Prekinių lokomotyvų prastovų TP-3 ir ER-1 analizė parodyta 4.6 paveiksle.



4.6 pav. Prekinių lokomotyvų prastovų TP-3 ir ER-1 analizė

Išanalizavus pateikiamą diagramą, matyti, kad faktinės prekinį lokomotyvų prastovos TP-3 ir ER-1 yra žymiai didesnės nei teorinės. Pagal 2008 m. gruodžio 22 d. sutarties Nr. SP-707, sudarytos tarp AB „Lietuvos geležinkeliai“ ir UAB „Vilniaus lokomotyvų remonto depas“, nuostatus prekiniams šilumvežiams 2M62, 2M62K, 2M62M TP-3 atlikimo terminas yra 12 val., o ER-1 - 24 val. ER20CF serijos šilumvežiams prastova TP-3 numatyta 11 valandų, o ER-1 – 24 valandos.

Tiksliai palyginti visų trijų serijų prastovas neįmanoma, kadangi 2M62 serijos šilumvežių eksploatacija buvo nutraukta 2008 metais, kuomet LT-1 prekinį šilumvežių parkas buvo papildomas 2M62M serijos šilumvežiais.

Nuo 2007 iki 2008 m. šilumvežių 2M62K prastovos techninės priežiūros TP-3 metu ir einamojo remonto ER-1 metu atitinkamai padidėjo 26 % ir 19 %, tačiau 2009 m. dėl sumažėjusių krovinių vežimo apimčių sumažėjo atitinkamai 8 % ir 57 % palyginus su 2007 m.

Lyginant šių metų pirmojo ketvirčio duomenis, nustatyta, kad modernizuoto šilumvežio prastova TP-3 ir ER-1 palyginus su 2M62K serijos šilumvežiais yra atitinkamai 4 % ir 15 % mažesnė.

ER20CF serijos šilumvežių prastovos TP-3 ir ER-1 yra pačios mažiausios. Šių šilumvežių prastovų laiką iš esmės lemia gamyklos gamintojos pateikiamas darbų sąrašas, kuriuos reikia atlikti remontų metu bei tai, kad šie šilumvežiai yra nauji ir kol kas papildomų remontų nereikalauja. Pagal pirmų trijų šių metų mėnesių duomenis matyti, kad šių šilumvežių prastova TP-3 sudaro tik 34 valandas, o tai yra beveik 27 kartus mažesnė prastova nei 2M62K ir 26 kartus mažesnė nei 2M62M serijos šilumvežių.

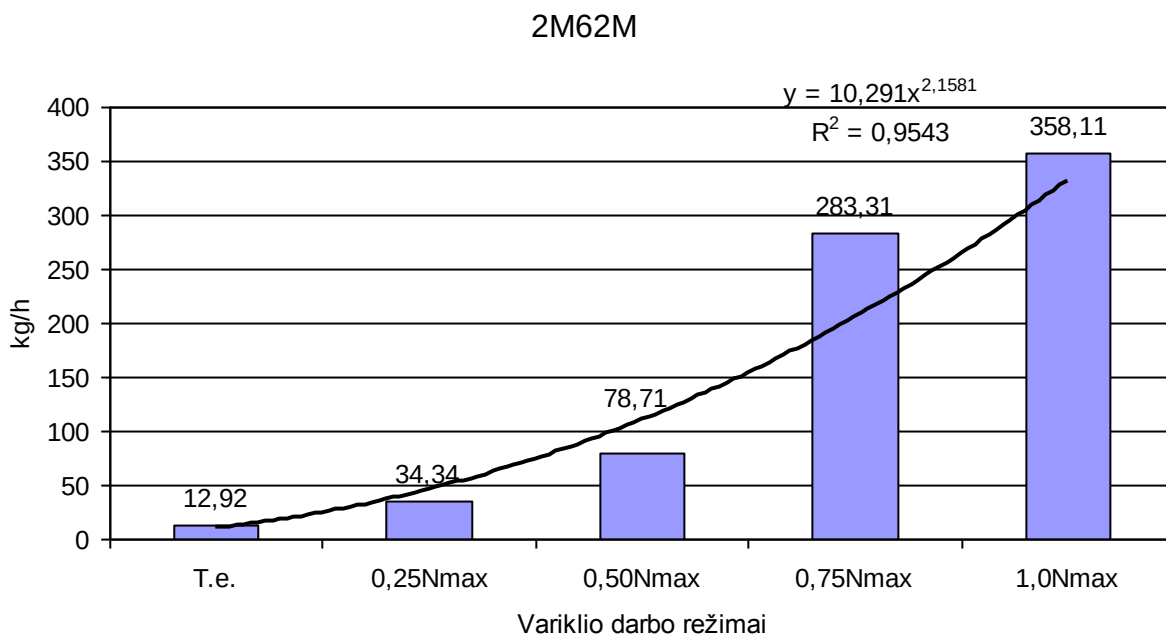
Iš pirmojo ketvirčio duomenų matyti, kad ER20CF prastova ER-1 remonto metu, kaip ir numato technologinis procesas, yra dvigubai didesnė nei prastova TP-3 ir sudaro 79 val. Palyginus su 2M62K ir 2M62M serijos šilumvežiais, ši prastova atitinkamai beveik 9 ir 7 kartus mažesnė.

4.5. LG traukos riedmenų variklių faktinių degalų sąnaudų analizė

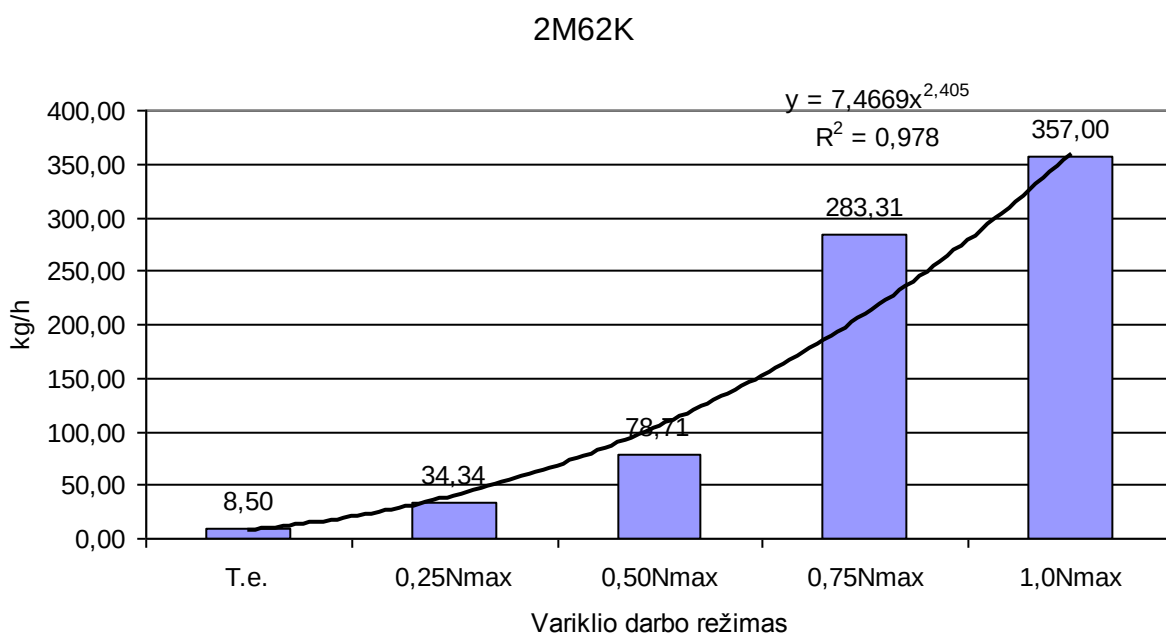
Remiantis LG faktiniais duomenimis įvertintos traukos riedmenų degalų sąnaudos (4.7–4.9 pav.). Įvertinus reostatinių bandymų metu sunaudoto dyzelino kiekį, 5-ame šio darbo skyriuje nustatomas traukos riedmenų į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekis. Skaičiavimuose naudotas dydis, pagal kurį degalų sąnaudos kg/h – apskaičiuotos pagal techninėje dokumentacijoje [13; 15] pateikiamas esamas lyginamasis degalų sąnaudas (g/kWh) varikliui dirbant vardiniu galingumu. Atitinkamai esantiems kitų variklių darbo režimams, degalų sąnaudos apskaičiuotos pagal degalų sąnaudas g/kWh padauginus jas iš galios (kW).

Lyginant su LAND 18-2003/M-03 pateiktais duomenimis, analizės metu nustatyta, kad sumažėjusias dabartiniu metu eksploatuojamų traukos riedmenų degalų sąnaudas lėmė po 2003 m. atlikta geležinkelio riedmenų modernizacija M1 ir M2, ir naujų riedmenų įsigijimas.

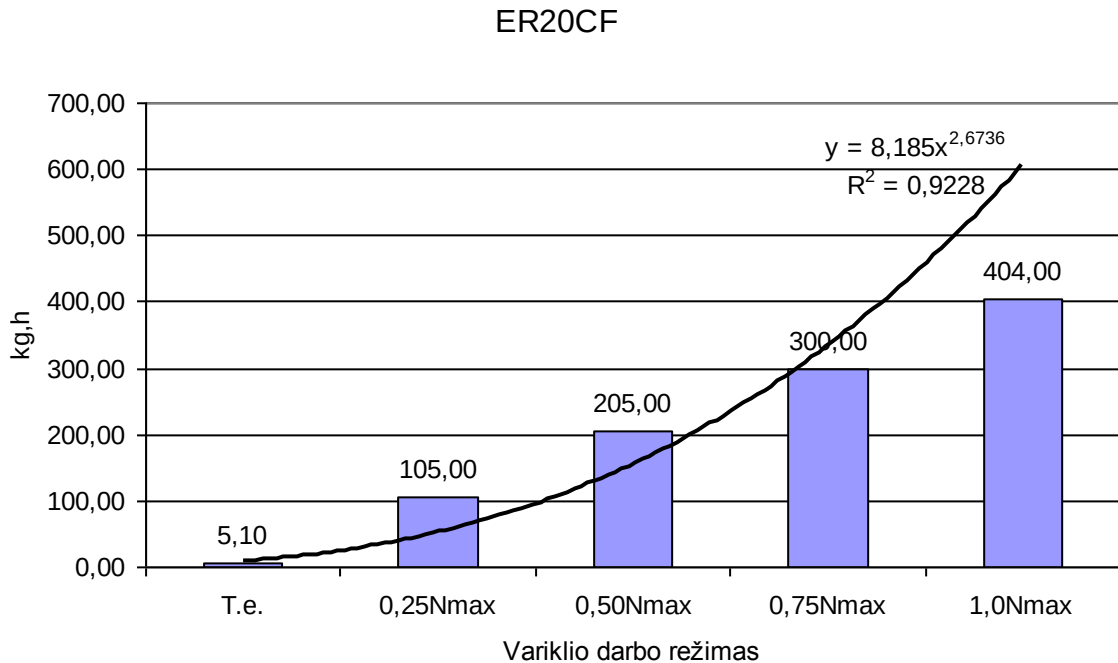
Duomenys apie 2M62M, 2M62K, ER20CF lokomotyvus pateikti remiantis 2009 m. atliktų reostatinių bandymų metu gautais rezultatais.



4.7 pav. 2M62M serijos šilumvežių faktinės degalų sąnaudos, esant įvairiems apkrovos režimams, kg/h



4.8 pav. 2M62K serijos šilumvežių faktinės degalų sąnaudos, esant įvairiems apkrovos režimams, kg/h



4.9 pav. ER20CF serijos šilumvežių faktinės degalų sąnaudos, esant įvairiems apkrovos režimais, kg/h

Remiantis LG 2009 m. faktiniais duomenimis [10; 16] daugiausia dyzelinių degalų (esant vardiniam variklio apkrovos režimui) iš tirtų ir dabartiniu metu eksploatuojamų traukos riedmenų sunaudoja Siemens ER20CF iki 404,00 kg/h. Kiti LG prekiniai lokomotyvai sunaudoja mažiau degalų: 2M62M sunaudoja iki 358,11 kg/h o 2M62K – 307,00 kg/h.

Duomenys apie dabartiniu metu eksploatuojamų lokomotyvų ir dyzelinių traukinių variklių galią gauti remiantis šilumvežių gamintojų pateikiama literatūra. Didžiausią vardinę galią iš analizuotų eksploatuojamų geležinkelių riedmenų turi lokomotyvas Siemens (2000 kW), 2M62K (1470 kW) ir 2M62M (1700 kW).

Palyginus 2M62K bei 2M62M degalų sunaudojimą (kg/h) su 2M62 nustatyta, kad dirbant varikliui tuščios eigos režimu jie degalų sunaudoja atitinkamai 48,32 % ir 66 % mažiau degalų. Varikliui veikiant 0,25Nmax eigos režimu, jie sunaudoja atitinkamai 50,84 % ir 50,84 % mažiau degalų. Varikliui dirbant 0,50Nmax eigos režimu jie sunaudoja mažiau 43,66 % ir 43,66 % mažiau degalų. Tačiau varikliui dirbant 0,75Nmax eigos režimu, jie degalų sunaudoja atitinkamai 35,20 % ir 35,20 % daugiau, o dirbant – 1,00Nmax eigos režimu, jie degalų sunaudoja atitinkamai 28,17 % ir 27,77 % daugiau.

Išanalizavus ER20CF degalų sunaudojimą nustatyta, kad jo degalų sąnaudos netiesiogiai proporcingos variklio darbo metu išvystomai galiai ir didėja nuo 5,1 kg/h (tuščia eiga) iki 404,0 kg/h (vardinė galia – 2000 kW) variklio galiai didėjant iki nominalios galios (4.9 pav.).

4.6. Dyzelino ir variklinės alyvos sąnaudų riedmenų eksploatacijai analizė

Dyzelino ir variklinės alyvos sąnaudų prekinų šilumvežių eksploatacijoje analizei pasirinktas LG struktūrinis padalinys LT-2. 2010 m. pirmame ketvirtyje LT-2 eksploatuojamų prekinų šilumvežių parką sudarė: 2M62 – 2, 2M62M – 12, ER20CF – 34 lokomotyvai [4].

Lentelėse 4.5–4.8 pateikti faktiniai duomenys apie kiekvienam šilumvežiui atskirai ir visai serijai buvo apskaičiuotos sąnaudos Radviliškio lokomotyvų depo prekiniams šilumvežiams per šių metų pirmąjį ketvirtį. Sąnaudos buvo apskaičiuotos kiekvienam šilumvežiui atskirai ir visai serijai. Sąnaudų palyginimas pateiktas 4.10 ir 4.11 paveiksluose [2].

4.5 lentelė. Dyzelino ir variklinės alyvos sąnaudos riedmenų eksploatacijai per 2010 m. sausio mėnesį

Lok. Nr.	Dyzelino sąnaudos eksploatacijoje, l.					Variklinė alyva, l				
	Kelionėje			Depe	Viso	Eksploatacijoje				sunaudota pakeitimui
	norma	faktas	sutaup.+ pereikv.-			norma	faktas	sutaup.+ pereikv.-	Sunaudota proc. nuo dyzelino	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SAUSIO MĖN.										
Serija 2M62M (alyvos markė CAT DEO 15W40; norma 0,35 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0382	63532	68081	-4549	44	68125	238	120	118	0,18	-
0383	87822	93270	-5448	-	93270	326	150	176	0,16	-
0536	37943	40850	-2907	-	40850	143	25	118	0,06	-
0537	73362	78950	-5588	300	79250	277	-	277	0,00	560
0538	7755	8225	-470	-	8225	29	25	4	0,30	-
0566	77812	82639	-4827	86	82725	290	-	290	0,00	-
0567	12116	12785	-669	40	12825	45	-	45	0,00	-
0569	38984	41175	-2191	-	41175	144	25	119	0,06	-
0672	60960	64771	-3811	104	64875	227	50	177	0,08	-
0677	60536	64243	-3707	32	64275	225	50	175	0,08	-
0752	73591	77400	-3809	150	77550	271	75	196	0,10	-
1061	47191	49155	-1964	20	49175	172	50	122	0,10	-
Iš viso	641604	681544	-39940	776	682320	2388	570	1818	0,08	560
Serija 2M62K (alyvos markė M14G2CS; norma 1,5 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0013	7494	7675	-181	50	7725	116	-	116	0,00	-
0209	66242	70030	-3788	4545	74575	1119	450	669	0,60	-
0600	54310	57073	-2763	5232	62305	935	310	625	0,50	-
Iš viso	128046	134778	-6732	9827	144605	2169	760	1409	0,53	-
Serija SIEMENS ER20CF (alyvos markė 10W40 (MTU aprobuota); norma 0,3 % nuo sunaudoto dyzelino)										
001	8893	9750	-857	-	9750	29	40	-11	0,41	-
002	48947	52400	-3453	-	52400	157	140	17	0,27	250
003	41579	43875	-2296	-	43875	132	35	97	0,08	260
004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
005	39815	42825	-3010	-	42825	128	90	38	0,21	-
006	13897	14550	-653	-	14550	44	35	9	0,24	-
007	14747	15575	-828	-	15575	47	-	47	0,00	260
008	55822	59550	-3728	-	59550	179	40	139	0,07	260
009	47994	50240	-2246	35	50275	151	135	16	0,27	245
010	51284	54400	-3116	-	54400	163	145	18	0,27	230

4.5 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
011	49094	52975	-3881	-	52975	159	68	91	0,13	260
012	42825	45630	-2805	-	45630	137	170	-33	0,37	225
013	44174	47320	-3146	-	47320	142	100	42	0,21	260
014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
015	46212	49350	-3138	-	49350	148	70	78	0,14	230
016	50664	54125	-3461	-	54125	162	75	87	0,14	250
017	51894	55875	-3981	-	55875	168	65	103	0,12	250
018	42570	45425	-2855	-	45425	136	50	86	0,11	250
019	51558	54665	-3107	-	54665	164	100	64	0,18	260
020	44357	46700	-2343	-	46700	140	163	-23	0,35	260
021	48493	51540	-3047	-	51540	155	60	95	0,12	260
022	40274	43953	-3679	22	43975	132	70	62	0,16	260
023	35340	37550	-2210	-	37550	113	95	18	0,25	250
024	46819	49435	-2616	-	49435	148	50	98	0,10	240
025	53191	55725	-2534	-	55725	167	65	102	0,12	250
026	50001	51875	-1874	-	51875	156	75	81	0,14	260
027	42419	44575	-2156	-	44575	134	45	89	0,10	250
028	43450	46075	-2625	-	46075	138	140	-2	0,30	260
029	38859	40875	-2016	-	40875	123	75	48	0,18	260
030	51949	55025	-3076	-	55025	165	160	5	0,29	260
031	43758	46525	-2767	-	46525	140	87	53	0,19	250
032	49475	52575	-3100	-	52575	158	210	-52	0,40	250
033	51863	54450	-2587	25	54475	163	80	83	0,15	250
034	48917	51650	-2733	-	51650	155	125	30	0,24	240
Iš viso	1391134	1477058	-85924	82	1477140	4431	2858	1573	0,19	7290

4.6 lentelė. Dyzelino ir variklinės alyvos sąnaudos riedmenų eksploatacijai per 2010 m. vasario mėnesį

Lok. Nr.	Dyzelino sąnaudos eksploatacijoje, l					Variklinė alyva, l				
	Kelionėje			Depe	Viso	Eksploatacijoje				sunaudota pakeitimu i
	norma	faktas	sutaup.+ pereikv. -			norm a	fakta s	sutaup.+ pereikv. -	Sunaudota proc. nuo dyzelino	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V A S A R I O M Ė N										
Serijs 2M62 (alyvos markė M14V2; norma 3,0 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0087	55778	54855	923	945	55800	1674	1710	-36	3,06	-
Serijs 2M62M (alyvos markė CAT DEO 15W40; norma 0,35 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0382	63460	64900	-1440	-	64900	227	100	127	0,15	580
0383	54236	54800	-564	-	54800	192	-	192	0,00	585
0536	571	50	521	-	50	0	-	0	0,00	280
0537	306	285	21	140	425	1	-	1	0,00	-
0538	55156	57150	-1994	-	57150	200	50	150	0,09	560
0566	68177	69110	-933	40	69150	242	75	167	0,11	350
0567	59738	61745	-2007	-	61745	216	25	191	0,04	620
0569	3074	3205	-131	20	3225	11	-	11	0,00	290
0672	74408	76450	-2042	-	76450	268	25	243	0,03	600
0677	68638	71250	-2612	-	71250	249	50	199	0,07	630
0752	40840	41440	-600	-	41440	145	-	145	0,00	580
1061	64930	67160	-2230	40	67200	235	50	185	0,07	302
Iš viso	553534	567545	-14011	240	567785	1987	375	1612	0,07	5377

4.6 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Serija 2M62K (alyvos markė M14G2CS; norma 1,5 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0013	63560	64844	-1284	1856	66700	1001	510	491	0,76	-
0209	52392	54349	-1957	1651	56000	840	360	480	0,64	-
0600	28844	29202	-358	1728	30930	464	-	464	0,00	2000
Iš viso	144796	148395	-3599	5235	153630	2304	870	1434	0,57	2000
Serija SIEMENS ER20CF (alyvos markė 10W40 (MTU aprobuota); norma 0,3 % nuo sunaudoto dyzelino)										
001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
002	49711	48200	1511	-	48200	145	85	60	0,18	270
003	38128	38175	-47	-	38175	115	80	35	0,21	-
004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
005	42920	41025	1895	-	41025	123	95	28	0,23	260
006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
007	28808	29200	-392	-	29200	88	75	13	0,26	-
008	45720	45775	-55	-	45775	137	120	17	0,26	-
009	48809	48103	706	22	48125	144	170	-26	0,35	265
010	46878	46900	-22	25	46925	141	100	41	0,21	257
011	44813	46200	-1387	-	46200	139	120	19	0,26	-
012	48214	45150	3064	-	45150	135	105	30	0,23	260
013	41679	42720	-1041	-	42720	128	155	-27	0,36	-
014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
015	47651	51175	-3524	-	51175	154	165	-11	0,32	-
016	48699	51625	-2926	-	51625	155	95	60	0,18	266
017	49319	49725	-406	25	49750	149	85	64	0,17	260
018	52077	48525	3552	-	48525	146	105	41	0,22	-
019	51029	49935	1094	-	49935	150	95	55	0,19	-
020	49252	49650	-398	-	49650	149	160	-11	0,32	-
021	51678	47150	4528	-	47150	141	165	-24	0,35	-
022	44052	43225	827	-	43225	130	130	0	0,30	-
023	42776	42825	-49	-	42825	128	150	-22	0,35	260
024	39861	43165	-3304	-	43165	129	50	79	0,12	250
025	48836	45100	3736	-	45100	135	100	35	0,22	-
026	50410	44575	5835	-	44575	134	150	-16	0,34	-
027	46259	45175	1084	-	45175	136	85	51	0,19	260
028	48518	45900	2618	-	45900	138	121	17	0,26	-
029	49415	49975	-560	25	50000	150	165	-15	0,33	-
030	47078	46850	228	-	46850	141	170	-29	0,36	-
031	48874	52225	-3351	-	52225	157	125	32	0,24	260
032	49417	50575	-1158	-	50575	152	250	-98	0,49	-
033	47648	44800	2848	25	44825	134	50	84	0,11	265
034	51718	53525	-1807	-	53525	161	205	-44	0,38	250
Iš viso	1400247	1387148	13099	122	1387270	4162	3726	436	0,27	3383

4.7 lentelė. Dyzelino ir variklinės alyvos riedmenų eksploatacijai sąnaudos per 2010 m. kovo mėnesį

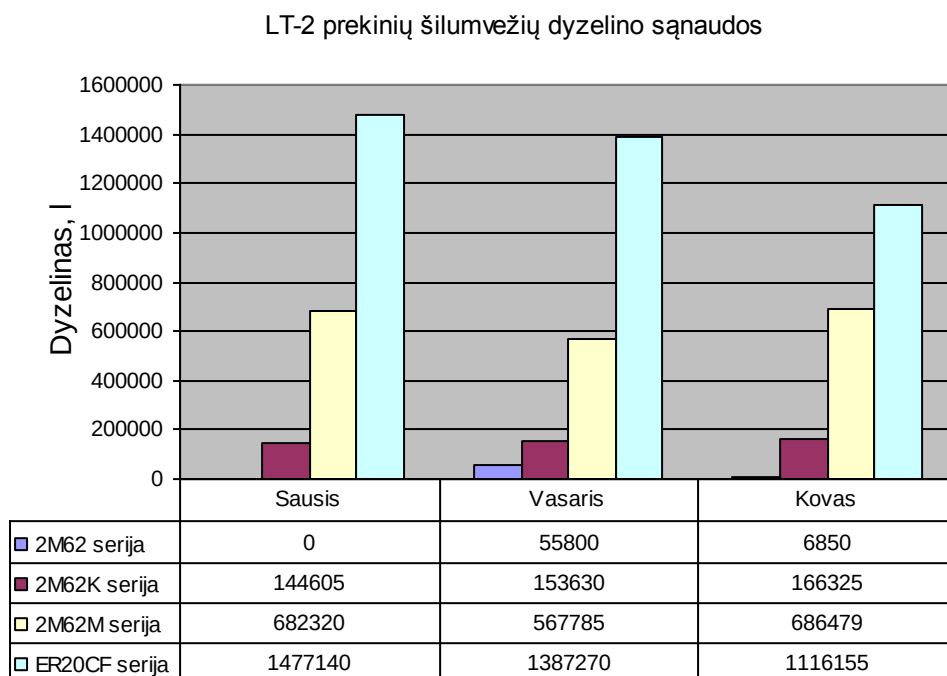
Lok. Nr.	Dyzelino sąnaudos eksploatacijoje, l					Variklinė alyva, l				
	Kelionėje			Depe	Viso	Eksploatacijoje				sunaudota pakeitimui
	norma	faktas	sutaup.+ pereikv.-			norma	faktas	sutaup.+ pereikv.-	Sunaudota proc. nuo dyzelino	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K O V O M Ė N										
Serija 2M62 (alyvos markė M14V2; norma 3,0 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0087	6326	6750	-424	50	6800	204	200	4	2,94	-
0166	-	-	-	50	50	2		2	0,00	-
Iš viso	6326	6750	-424	100	6850	206	200	6	2,94	-
Serija 2M62M (alyvos markė CAT DEO 15W40; norma 0,35 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0382	42988	43640	-652	60	43700	153	85	68	0,19	-
0383	17784	18215	-431	60	18275	64	-	64	0,00	-
0536	58066	59525	-1459	-	59525	208	25	183	0,04	570
0537	74066	76890	-2824	60	76950	269	-	269	0,00	-
0538	67884	69675	-1791	-	69675	244	30	214	0,04	580
0566	67529	70180	-2651	120	70300	246	85	161	0,12	-
0567	66424	69539	-3115	36	69575	244	50	194	0,07	-
0569	6961	7150	-189	-	7150	25	-	25	0,00	-
0672	45540	46929	-1389	-	46929	164	75	89	0,16	580
0677	79290	82325	-3035	-	82325	288	25	263	0,03	290
0752	73874	75825	-1951	-	75825	265	75	190	0,10	-
1061	65172	66250	-1078	-	66250	232	-	232	0,00	580
Iš viso	665578	686143	-20565	336	686479	2403	450	1953	0,07	2600
Serija 2M62K (alyvos markė M14G2CS; norma 1,5 % nuo sunaudoto dyzelino)										
0013	34060	36387	-2327	1788	38175	573	390	183	1,02	-
0209	58144	59827	-1683	1448	61275	919	120	799	0,20	-
0600	63538	65146	-1608	1729	66875	1003	480	523	0,72	-
Iš viso	155742	161360	-5618	4965	166325	2495	990	1505	0,60	-
Serija SIEMENS ER20CF (alyvos markė 10W40 (MTU aprobuota); norma 0,3 % nuo sunaudoto dyzelino)										
001	7343	6600	743	-	6600	20	25	-5	0,38	210
002	36386	32175	4211	-	32175	97	125	-28	0,39	
003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
005	13796	11775	2021	25	11800	35	55	-20	0,47	-
006	6038	5975	63	-	5975	18	50	-32	0,84	-
007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
009	48362	56125	-7763	-	56125	168	195	-27	0,35	-
010	21704	22650	-946	-	22650	68	100	-32	0,44	-
011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
012	37865	41525	-3660		41525	125	165	-40	0,40	-
013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
014	45272	45210	62	-	45210	136	120	16	0,27	220
015	54312	50725	3587	-	50725	152	115	37	0,23	265
016	9126	10490	-1364	35	10525	32	0	32	0,00	-
017	27148	31650	-4502	-	31650	95	75	20	0,24	-
018	44124	48425	-4301	-	48425	145	90	55	0,19	-
019	52420	47375	5045	-	47375	142	70	72	0,15	250
020	51337	50685	652	-	50685	152	225	-73	0,44	-

4.7 lentelės pabaiga

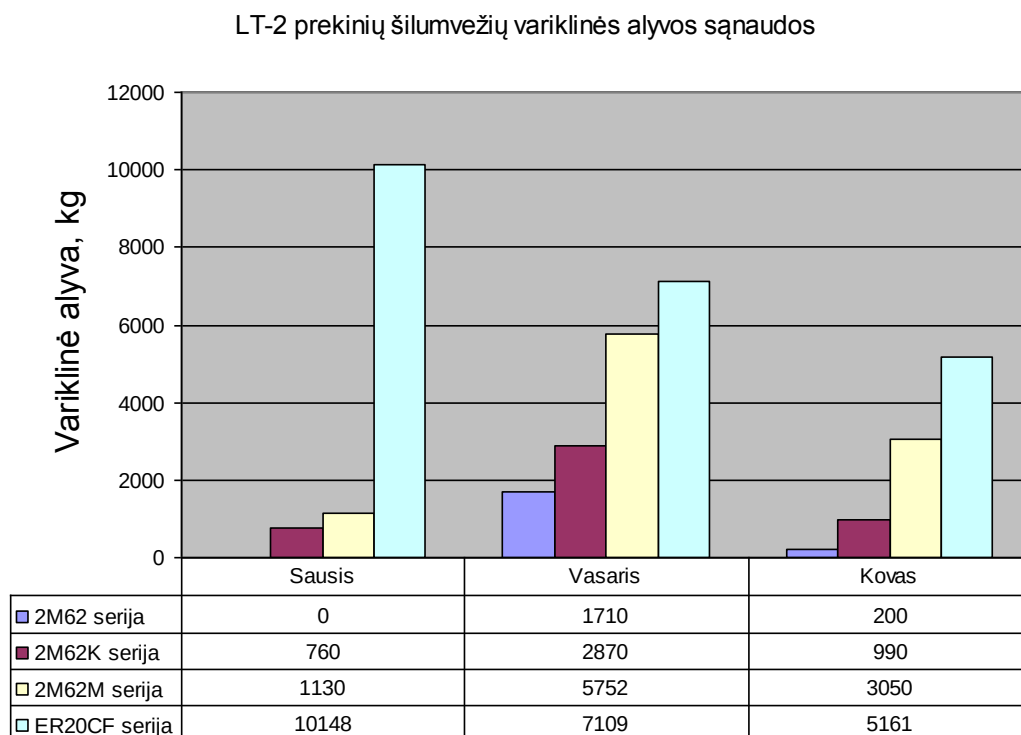
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
021	54691	51050	3641	-	51050	153	130	23	0,25	-
022	47722	45475	2247	-	45475	136	105	31	0,23	-
023	51573	56200	-4627	-	56200	169	285	-116	0,51	-
024	47113	41625	5488	-	41625	125	90	35	0,22	-
025	50719	50900	-181	-	50900	153	95	58	0,19	261
026	28404	29025	-621	-	29025	87	20	67	0,07	250
027	39793	39275	518	-	39275	118	80	38	0,20	-
028	37466	38440	-974	35	38475	115	75	40	0,19	260
029	50667	47760	2907	-	47760	143	120	23	0,25	-
030	52583	52175	408	-	52175	157	160	-3	0,31	-
031	54675	45425	9250	-	45425	136	155	-19	0,34	-
032	54947	54905	42	95	55000	165	195	-30	0,35	250
033	51883	53825	-1942	-	53825	161	160	1	0,30	-
034	50643	48500	2143	-	48500	146	115	31	0,24	-
Iš viso	1128112	1115965	12147	190	1116155	3348	3195	153	0,29	1966

4.8 lentelė. Dyzelino ir variklinės alyvos sąnaudos riedmenų eksploatacijai per 2010 m. pirmąjį ketvirtį analizė.

Mėnuo	Dyzelino sąnaudos eksploatacijoje, l.					Variklinė alyva, l				
	Kelionėje			Depe	Viso	Eksploatacijoje			sunaudota pakeitimui	
	norma	faktas	sutaup.+ pereikv.-			norma	faktas	sutaup.+ pereikv.-		Sunaudota proc. nuo dyzelino
Serija 2M62										
Sausis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vasaris	55778	54855	923	945	55800	1674	1710	-36	3,06	-
Kovas	6326	6750	-424	100	6850	206	200	6	2,94	-
Viso	62104	61605	499	1045	62650	1880	1910	-30	3,04	-
Serija 2M62M										
Sausis	641604	681544	-39940	776	682320	2388	570	1818	0,08	560
Vasaris	553534	567545	-14011	240	567785	1987	375	1612	0,07	5377
Kovas	665578	686143	-20565	336	686479	2403	450	1953	0,07	2600
Viso	1860716	1935232	-74516	1352	1936584	6778	1395	5383	0,07	8537
Serija 2M62K										
Sausis	128046	134778	-6732	9827	144605	2169	760	1409	0,53	-
Vasaris	144796	148395	-3599	5235	153630	2304	870	1434	0,57	2000
Kovas	155742	161360	-5618	4965	166325	2495	990	1505	0,60	-
Viso	428584	444533	-15949	20030	464560	6968	2620	4348	0,56	2000
Serija SIEMENS ER20CF										
Sausis	1391134	1477058	-85924	82	1477140	4431	2858	1573	0,19	7290
Vasaris	1400247	1387148	13099	122	1387270	4162	3726	436	0,27	3383
Kovas	1128112	1115965	12147	190	1116155	3348	3195	153	0,29	1966
Viso	3919493	3980171	-60678	394	3980565	11941	9329	2162	0,23	12639



4.10 pav. LT-2 prekinų šilumvežių 2010 m. pirmojo ketvirčio dyzelinių sąnaudos analizė



4.11 pav. LT-2 prekinų šilumvežių 2010 m. pirmojo ketvirčio variklinės alyvos sąnaudų analizė

Išanalizavus 4.5 – 4.8 lenteles nustatyta, kad Radviliškio lokomotyvų depas per pirmąjį šių metų ketvirtį pereinavo 151 tūkst. litrų dyzelino. Sausio mėnesį dyzeliną pereinavo visų LT-2 prekinų lokomotyvų serijų šilumvežiai, ypač daug degalų perdegino ER20CF serijos šilumvežiai –

net beveik 86 tūkst. litrų dyzelino, tačiau vasario ir kovo mėnesiais atitinkamai pakoregavus dyzelino sunaudojimo normas buvo sutaupyta 25 246 litrai degalų.

Šilumvežių degalų poreikvojimo priežastys gali būti įvairios:

- 1) mašinistas neturi pakankamai įgūdžių taupiai valdyti traukinio;
- 2) LG buvo atsisakyta skatinimo už sutaupytus degalus;
- 3) lokomotyvas nepagrįstai pereikvoja degalus dėl pablogėjusios techninės būklės;
- 4) ruože Radviliškis–Klaipėda atliekami kelio taisymo bei modernizavimo darbai, dėl to padaugėjo paskubos įsibėgėjimo minučių įvedinėjant traukinius į grafiką;
- 5) didelis traukinių sustojimų prie stočių įleidžiamųjų draudžiamųjų šviesoforų signalų skaičius, dėl kurio sąstatą ištraukiant iš vietos, didėja degalų sąnaudos;
- 6) tarpstočiuose su įkalnėmis atsisakyta lokomotyvų stumtuvų;
- 7) 2009 – 2010 m. LG *Prekinių traukinių eismo tvarkaraštyje* tarpstočių pravažiavimo laikas, apskaičiuotas traukiniams, kurių masė yra 2500 t. Dėl to padidėjo tarpstočių techninis greitis, o kartu ir degalų sąnaudos.

4.7. Tepimo medžiagų ir aušinimo skysčių, naudojamų prekinuose šilumvežiuose, apžvalga

Siekiant nustatyti, kokie eksploataciniai skysčiai naudojami LG prekinuose šilumvežiuose buvo atlikta tepimo medžiagų ir aušinimo skysčių, skirtų agregatams tepti ir aušinti, apžvalga. Apžvalga buvo atlikta remiantis [7;8] techninėje bei norminėje dokumentacijoje pateiktais duomenimis bei nustatytais reikalavimais.

Atlikus eksploatacinių medžiagų apžvalgą, siūloma LG eksploatuojamiems prekiniais šilumvežiams naudoti kitas tepimo medžiagas ir aušinimo skysčius, kurie atitinka šilumvežių atskirų mazgų ir agregatų gamyklų gamintojų keliamus reikalavimus.

Naudojant LG prekiniais lokomotyvams 2 priede pateiktas tepimo medžiagas ir aušinimo skysčius būtų sumažinta šių eksploatacinių medžiagų nomenklatūra bei supaprastintos tepimo medžiagų skysčių įsigijimo ir naudojimo procedūros, taip pat centralizuotai perkant šias medžiagas sumažėtų jų pirkimo išlaidos, o kartu ir prekių šilumvežių eksploatacinės išlaidos.

4.8. Ekologinės ašinės alyvos ekonominis skaičiavimas

LG vadovybė numato prekių šilumvežių 2M62M variklinių ašinių guolių tepimui naudoti ekologišką alyvą „Nestebioteraojly“. Ši alyva yra visasezonė, ją galima naudoti visais metų laikais.

Skaičiavimo tikslas – įvertinti ekologinės alyvos ekonominį efektą bei palyginti jį su šiuo metu naudojama ašine alyva. Skaičiavimams imamas LT-1 2M62M prekinių šilumvežių parkas (17 šilumvežių).

Pradiniai duomenys skaičiavimui:

Šiuo metu naudojamos sezoninės ašinės alyvos kaina, Lt/l:

$$P_1 = 4,10 \text{ Lt / l};$$

Siūlomos visasezonės ašinės alyvos „Nestebioteroly“ kaina, Lt/l:

$$P_2 = 10,10 \text{ Lt / l};$$

Šilumvežio 2M62M serijos sekcijų skaičius, vnt.:

$$Q_{2M62M} = 34 \text{ vnt.};$$

Vienos šilumvežio sekcijos VAG skaičius:

$$Q_{VAG} = 12 \text{ vnt};$$

Šilumvežiui per metus atliekamų TP-2 skaičius:

$$Q_{TP-2} = 102;$$

Šilumvežiui per metus atliekamų TP-3 skaičius:

$$Q_{TP-3} = 8;$$

Šilumvežiui per metus atliekamų ER-1 skaičius:

$$Q_{ER-1} = 2;$$

Alyvos kiekis reikalingas vieno VAG pripildymui, l:

$$V_{VAG} = 5,25 \text{ l};$$

Alyvos kiekis reikalingas vieno VAG papildymui TP-3 ir ER-1 metu, l:

$$V_{TP-3,ER-1} = 0,83 \text{ l};$$

Alyvos kiekis reikalingas vieno VAG papildymui TP-3 ir ER-1 metu, l:

$$V_{TP-2} = 0,3 \text{ l}.$$

Skaičiavimai.

Alyvos kiekis reikalingas vienai šilumvežio sekcijai (visiškam pakeitimui):

$$V_{sekc.} = Q_{VAG} \cdot V_{VAG} = 12 \cdot 5,25 = 63 \text{ l}. \quad (6)$$

Alyvos kiekis reikalingas vienai šilumvežio sekcijai (papildymui) TP-3 ir ER-1 metu:

$$V_{papid1} = Q_{VAG} \cdot V_{TP-3,ER-1} = 12 \cdot 0,83 = 10 \text{ l}. \quad (7)$$

Alyvos kiekis reikalingas vienai šilumvežio sekcijai (papildymui) TP-2 metu:

$$V_{papid2} = Q_{VAG} \cdot V_{TP-2} = 12 \cdot 0,3 = 3,56 \text{ l}. \quad (8)$$

Šiuo metu naudojamos sezoninės ašinės alyvos išlaidos metams:

$$P_{db} = Q_{2M62M} \cdot P_1 \cdot (2 \cdot V_{sekc.} + (Q_{TP-3} + Q_{ER-1}) \cdot V_{papild} + Q_{TP-2} \cdot V_{papild2}) =$$

$$= 34 \cdot 4,1 \cdot 589,12 = 82,123,33 Lt. \quad (9)$$

Išlaidos siūlomai ekologiškai ašinei alyvai per pirmuosius jos naudojimo metus:

$$P_{Neste} = Q_{2M62M} \cdot P_2 \cdot (1 \cdot V_{sekc.} + (Q_{TP-3} + Q_{ER-1}) \cdot V_{papild} + Q_{TP-2} \cdot V_{papild2}) =$$

$$= 34 \cdot 10,10 \cdot 526,12 = 180,669,60 Lt. \quad (10)$$

Išlaidos siūlomai ekologiškai ašinei alyvai per antruosius jos naudojimo metus:

$$P_{Neste2} = Q_{2M62M} \cdot P_2 \cdot ((Q_{TP-3} + Q_{ER-1}) \cdot V_{papild} + Q_{TP-2} \cdot V_{papild2}) =$$

$$= 34 \cdot 10,10 \cdot 463,12 = 159,035,41 Lt. \quad (11)$$

Išvados:

1. Ekologiška ašinė alyva „Nestebioteraojly“ yra brangesnė už šiuo metu naudojamą ašinę alyvą apie $P_2 - P_1 = 10,10 / 4,10 = 2,46 \approx 2,5$ karto;
2. Atsisakius naudojamos ašinės alyvos ir įvedus siūlomą ekologišką alyvą išlaidos ašinei alyvai per pirmuosius metus padidėtų $P_{Neste} - P_{db} = 180669,60 - 82123,33 \approx 98,5$ tūkst.. Lt;
3. Įvertinant tai, kad ekologiška alyva nebūtų keičiama kas sezoną, antraisiais alyvos naudojimo metais išlaidos būtų didesnės $P_{Neste2} - P_{db} = 159035,41 - 82123,33 \approx 76,9$ tūkst. Lt;
4. Naudojant ekologišką alyvą „Nestebioteraojly“ pagerėtų bendroji šilumvežių ekologinė būklė, nereikėtų mokėti taršos mokesčių ar baudų už teršimą, dėl ko iš dalies sumažėtų ašinės alyvos savikaina.

4.8 Šilumvežių vienos darbo valandos kainos skaičiavimas

Prekinio eismo 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijų šilumvežių vienos darbo valandos paskaičiavimas atliktas LT-1 šilumvežiams (2M62, 2M62K, 2M62M), naudojantis LG ekonomistų pateiktais šių lokomotyvų sąnaudų rodikliais per 2009 metų vasario mėnesį bei LT-2 šilumvežiams (ER20CF) naudojant 2010 metų sausio mėn. duomenis.

Lentelėse nurodyti rodikliai ir jų dydžiai nėra pastovūs, jie gali keistis priklausomai nuo eksploatuojamų šilumvežių skaičiaus, degalų ir alyvų kainos, skaičiavimo metodikos, lokomotyvų brigadų darbo užmokesčio ir kt.

Lokomotyvų brigadų atlyginimų skaičiavimo metodika.

Iš mašinisto kelionlapio į mėnesinį lokomotyvo brigados nario darbo valandų ir poilsio laiko apskaitos žiniaraštį surašoma kiekvienos kelionės trukmė, laikas dirbtas nakties metu, švenčių dienomis, laikas, kurį jie važiavo kaip keleiviai, laikas praleistas kelyje, išskiriant laiką Lietuvos teritorijoje ir užsienyje, prastovos, važiavimas netraukiant sąstato (rezervu) ir kita.

Mašinisto darbo užmokestį sudaro darbo užmokestis pagal judėjimo rūšį, darbas nakties metu (50 % naktį dirbto laiko), darbas švenčių dienomis (100 % dirbto laiko), laikas praleistas kelyje (15 % Lietuvos teritorijoje ir 50 % užsienyje), prastovos, važiavimas keleiviu. Mokamas LR Vyriausybės patvirtintas minimalus valandinis atlygis už poilsio laiką lokomotyvų gražos punktuose, ilgesnį negu prieš tai dirbtą laiką ir visais atvejais ilgesnį negu 8 val. poilsį.

4.10 – 4.13 lentelėse atlikti kiekvienos iš anksčiau nurodytų lokomotyvų serijų ir lokomotyvų brigadų darbo sąnaudų vienai darbo valandai skaičiavimai. 2M62M serijos šilumvežių lokomotyvo brigados sąnaudos apskaičiuotos antros klasės mašinistui ir padėjėjui, nes pagal 2009 m. LG specialistų pateiktus duomenis, Vilniaus lokomotyvų depe buvo nemaža dalis mašinistų, kurių darbo stažas sudarė iki 3 metų. Pagal LG vadovybės nurodymus, tokiems mašinistams dėl patirties stokos buvo paskirti padėjėjai. Siekiant palyginti ir kitų šilumvežių serijų lokomotyvų brigadų darbo užmokesčių sąnaudas, taip pat buvo pasirinktos brigados, susidedančios iš antros klasės mašinisto ir jo padėjėjo.

Prekinio lokomotyvo 2M62 sąnaudų ir lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudų skaičiavimai pateikti 4.10 lentelėje.

4.10 lentelė. Lokomotyvo 2M62 darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	Matav. vnt.	Rodiklio dydis	Apskaičiavimo būdas
1	2	3	4	5
I	Lokomotyvų depo sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	479653,72	-
1.1	Nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudų	Lt	1,00	(22 Lt / 22 šil.)
	Lokomotyvo pradinė vertė	Lt	495875,16	(10,909,254 Lt / 22 šil.)
	Nusidėvėjimo atskaitymų metinė norma	proc.	0,000	-
1.2	Remontų sąnaudų	Lt	598009,22	-
	Kapitalinio remonto (KR-2)	Lt	66218,66	1655465×2×0,02
	Kapitalinio remonto (KR-1)	Lt	70540,48	1763512×2×0,02
	Einamojo remonto (ER-3)	Lt	66325,60	331628×2×0,10
	Einamojo remonto (ER-1)	Lt	12233,52	16991×2×0,36
	Techninės priežiūros (TP-3)	Lt	34291,44	8838×2×1,94
	Tecinės priežiūros (TP-2)	Lt	230042,08	316,81×2×363,06
	Darbo užmokesčio fondas	Lt	118357,56	163×2×363,06
2.	Netiesioginės sąnaudos (105,17 % nuo tiesiog. DU)	Lt	124476,44	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	604130,36	-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesiog. DU)	Lt	40632,16	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	644762,52	-
6.	Metinė valandų norma	val.	8760	-
7.	Paslaugos vieneto komercinė savikaina (5 / 6)	Lt/val.	73,60	-
II.	Lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	213,13	-
1.1.	Darbo užmokestis	Lt	34,50	(šil. maš. II kl. ir maš. pad.)
	iš jų darbo kelyje	Lt	2,89	
1.2.	Socialinio draudimo įmokų (31,11 % nuo DU)	Lt	9,83	((27,71-2,31) × 0,3111)
1.3.	Sąnaudos degalams	Lt	319,20	(2,800×114,00 kg)
	degalų 1 kg kaina	Lt	2,800	-
	degalų sunaudojimo norma	kg	114,00	-

4.10 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
1.4.	Sąnaudos alyvai (3,3 % nuo degalų sunaudojimo)	Lt	10,53	(319,20×0,033)
	alyvos 1 kg kaina (M14V2)	Lt	2,70	-
1.5.	Sąnaudos parangai 2,58% nuo degalų sąnaudų	Lt	8,24	(319,20×0,0258)
2.	Netiesioginės sąnaudos (105,17 % nuo tiesioginio DU)	Lt	35,93	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	249,06	-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesioginio DU)	Lt	11,84	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	260,90	-
6.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	335,5	(73,60+260,90)
7.	Antkainis 10 %	Lt	33,45	-
8.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	368,95	-

Prekinio lokomotyvo 2M62K sąnaudų ir lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudų skaičiavimai pateikti 4.11 lentelėje.

4.11 lentelė. Lokomotyvo 2M62K darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	Matav. vnt.	Rodiklio dydis	Apskaičiavimo būdas
1	2	3	4	5
I	Lokomotyvų depo sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	898527,92	-
1.1	Nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudų	Lt	53925,44	(1,348,136 Lt / 25 šil.)
	Lokomotyvo pradinė vertė	Lt	1490411,12	(37,260,278 Lt / 25 šil.)
	Nusidėvėjimo atskaitymų metinė norma	proc.	3,618	-
1.2	Remontų sąnaudų	Lt	844602,48	-
	Kapitalinio remonto (KR-2)	Lt	251848,66	1798919×2×0,07
	Kapitalinio remonto (KR-1)	Lt	210658,66	1440419×2×0,07
	Einamojo remonto (ER-3)	Lt	177718,20	269270×2×0,33
	Einamojo remonto (ER-1)	Lt	39109,60	15770×2×1,24
	Techinės priežiūros (TP-3)	Lt	89456,4	6777×2×6,60
	Tecinės priežiūros (TP-2)	Lt	84810,96	304,2×2×139,40
	Darbo užmokesčio fondas	Lt	36384,40	130,5×2×139,40
2.	Netiesioginės sąnaudos (105,17 % nuo tiesiog. DU)	Lt	38264,42	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	936792,34	-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesiog. DU)	Lt	12490,42	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	949282,76	-
6.	Metinė valandų norma	val.	8760	-
7.	Paslaugos vieneto komercinė savikaina (5 / 6)	Lt/val.	108,37	-
II.	Lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	196,15	-
1.1.	Darbo užmokestis	Lt	27,71	(šil. maš. II kl. ir maš. pad.)
	iš jų darbo kelyje	Lt	2,31	-
1.2.	Socialinio draudimo įmokų (31,11% nuo DU)	Lt	7,90	((27,71-2,31)*0,3111)
1.3.	Sąnaudos degalams	Lt	150,53	(2,800*53,76 kg)
	degalų 1 kg kaina	Lt	2,800	-
	degalų sunaudojimo norma	kg	53,76	-
1.4.	Sąnaudos alyvai (3 % nuo degalų sunaudojimo)	Lt	6,13	(53,76 kg × 0,03)
	alyvos 1 kg kaina (M14G2CS)	Lt	3,80	-
1.5.	Sąnaudos parangai 2,58 % nuo degalų sąnaudų	Lt	3,88	(150,53×0,0258)
2.	Netiesioginės sąnaudos (105,17 % nuo tiesioginio DU)	Lt	29,14	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	225,29	-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesioginio DU)	Lt	9,51	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	234,80	-

4.11 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5
6.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	343,17	(108,38+234,80)
7.	Antkainis 10 %	Lt	34,32	-
8.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	377,49	-

Prekinio lokomotyvo 2M62M sąnaudų ir lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudų skaičiavimai pateikti 4.12 lentelėje.

4.12 lentelė. Lokomotyvo 2M62M darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	Matav. vnt.	Rodiklio dydis	Apskaičiavimo būdas
1	2	3	4	5
I	Lokomotyvų depo sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	1557973,82	-
1.1	Nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudų	Lt	705993,66	(11,295,889 Lt / 16 šil.)
	Lokomotyvo pradinė vertė	Lt	8126446,31	(130,023,141 Lt/25 šil.)
	Nusidėvėjimo atskaitymų metinė norma	proc.	8,688	-
1.2	Remontų sąnaudų	Lt	851980,76	-
	Kapitalinio remonto (KR-2)	Lt	251848,66	1798919×2×0,07
	Kapitalinio remonto (KR-1)	Lt	181674,5	1297675×2×0,07
	Einamojo remonto (ER-3)	Lt	204645,20	269270×2×0,38
	Einamojo remonto (ER-1)	Lt	44182,44	11877×2×1,86
	Techninės priežiūros (TP-3)	Lt	86294,4	6060×2×7,12
	Tecninės priežiūros (TP-2)	Lt	83335,56	304,2×2×137,02
	Darbo užmokesčio fondas	Lt	35762,22	130,5×2×137,02
2.	Netiesioginės sąnaudos (105,17 % nuo tiesiog. DU)	Lt	37611,13	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	1595584,95	-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesiog. DU)	Lt	12277,17	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	1607862,12	-
6.	Metinė valandų norma	val.	8760	-
7.	Paslaugos vieneto komercinė savikaina (5 / 6)	Lt/val.	183,55	-
II.	Lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	178,20	-
1.1.	Darbo užmokeskis	Lt	27,71	(šil. maš. II kl. ir maš. pad.)
	iš jų darbo kelyje	Lt	2,31	-
1.2.	Socialinio draudimo įmokų (31,11 % nuo DU)	Lt	7,90	((27,71-2,31) × 0,3111)
1.3.	Sąnaudos degalams	Lt	134,40	(2,800×48 kg)
	degalų 1 kg kaina	Lt	2,800	-
	degalų sunaudojimo norma	kg	48,00	-
1.4.	Sąnaudos alyvai (3 % nuo degalų sunaudojimo)	Lt	4,72	(48 kg× 0,015× 6,552)
	alyvos 1 kg kaina (CAT DEO 15W40)	Lt	6,552	7,80 Lt/l × 0,84
1.5.	Sąnaudos parangai 2,58% nuo degalų sąnaudų	Lt	3,47	(134,40×0,0258)
2.	Netiesioginės sąnaudos (105,17 % nuo tiesioginio DU)	Lt	29,14	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	207,34	-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesioginio DU)	Lt	9,51	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	216,85	-
6.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	400,40	(183,55+216,85)
7.	Antkainis 10 %	Lt	40,04	-
8.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	440,44	-

Prekinio lokomotyvo ER20CF sąnaudų ir lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudų skaičiavimai pateikti 4.13 lentelėje.

4.13 lentelė. Lokomotyvo ER20CF darbo sąnaudų apskaičiavimo rezultatai

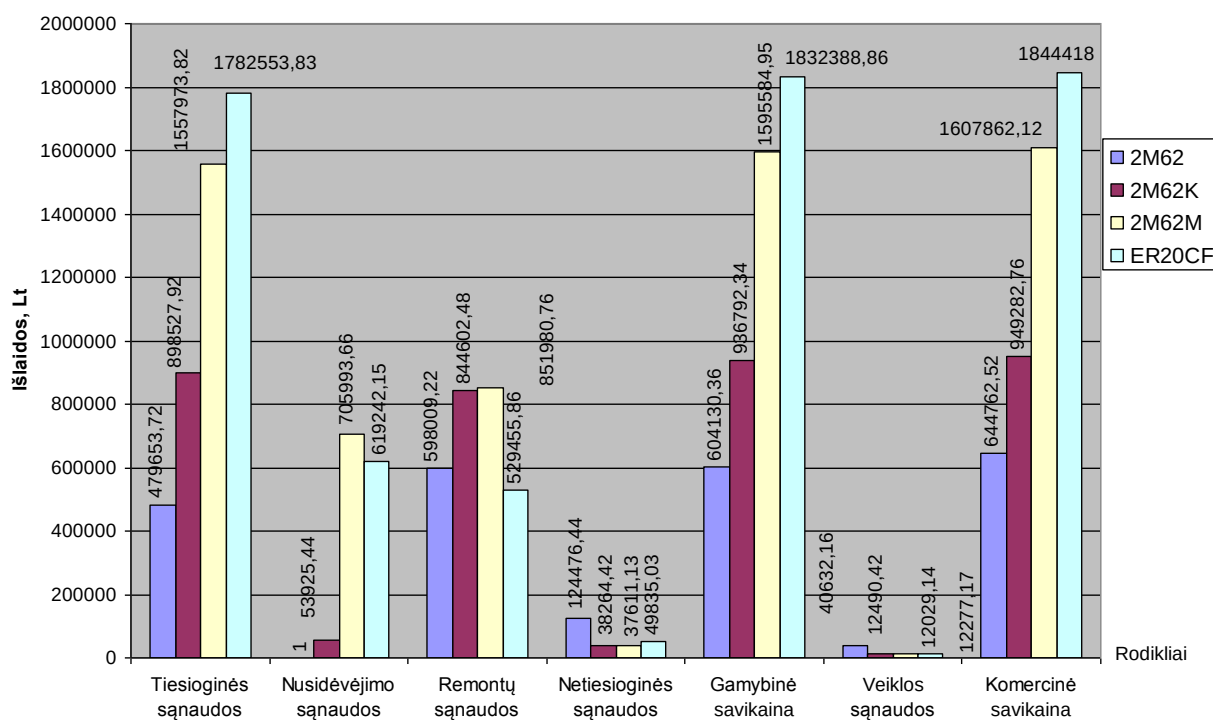
Eil. Nr.	Rodiklis	Matav. vnt.	Rodiklio dydis	Apskaičiavimo būdas
1	2	3	4	5
I	Lokomotyvų depo sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	1782553,83	-
1.1	Nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudų	Lt	619242,15	(12,384,843 × 0,05)
	Lokomotyvo pradinė vertė	Lt	12384843,1	(37,260,278 Lt / 25 šil.)
	Amortizacijos atskaitymų metinė norma	proc.	5,00	-
1.2	Remontų sąnaudų	Lt		-
	Kapitalinio remonto (KR-2)	Lt		-
	Kapitalinio remonto (KR-1)	Lt		-
	Einamojo remonto (ER-3)	Lt	58880,34	40329,0 × 20,73
	Einamojo remonto (ER-1)	Lt	257106,00	35220,0 × 2 × 3,65
	Techninės priežiūros (TP-3)	Lt	89600,2	3230,0 × 2 × 13,87
	Tecninės priežiūros (TP-2)	Lt	79806,52	302,0 × 2 × 132,13
	Darbo užmokesčio fondas	Lt	44062,8	130,5 × 2 × 139,40
2.	Netiesioginės sąnaudos (113,1 % nuo tiesiog. DU)	Lt	49835,03	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt		-
4.	Veiklos sąnaudos (34,33 % nuo tiesiog. DU)	Lt	12029,14	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	1844418,00	-
6.	Metinė valandų norma	val.	8760	365 d. × 24 h.
7.	Paslaugos vieneto komercinė savikaina (5 / 6)	Lt/val.	210,55	-
II.	Lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudos			
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	247,22	-
1.1.	Darbo užmokestis	Lt	20,84	(11,54 × 1,53) + (17,66 × 0,18)
	iš jų darbo kelyje	Lt	1,73	-
1.2.	Socialinio draudimo įmokų (31,11% nuo DU)	Lt	5,95	((20,84 - 1,73) × 0,3111)
1.3.	Sąnaudos degalams	Lt	212,28	(2,44 Lt × 87 kg)
	degalų 1 kg kaina	Lt	2,44	-
	degalų sunaudojimo norma	kg	87,0	-
1.4.	Sąnaudos alyvai (0,3 % nuo degalų sunaudojimo)	Lt	1,52	(87,0 kg × 0,003 × 5,84)
	alyvos 1 l kaina (10W40)	Lt	5,84	-
1.5.	Sąnaudos parangai 3,12 % nuo degalų sąnaudų	Lt	6,62	(212,28 × 0,0312)
2.	Netiesioginės sąnaudos (113,1% nuo tiesioginio DU)	Lt	23,57	-
3.	Gamybinė savikaina (1+2)	Lt	270,79	-
4.	Veiklos sąnaudos (23,7 % nuo tiesioginio DU)	Lt	4,94	-
5.	Komercinė savikaina (1+2+4)	Lt	275,73	-
6.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	486,28	(210,55 + 275,73)
7.	Antkainis	Lt	-	-
8.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	486,28	-

Prekinių lokomotyvų serijų 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF sąnaudų ir lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudų apibendrinti skaičiavimai pateikiami 4.14 lentelėje.

4.14 lentelė. Apibendrinti lokomotyvų 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF darbo sąnaudų skaičiavimo rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	Matav. vnt.	Rodiklio dydis			
			2M62	2M62K	2M62M	ER20CF
1	2	3	4	5	6	7
I	Lokomotyvų depo sąnaudos					
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	479653,72	898527,92	1557973,82	1782553,83
1.1	Nusidėvėjimo (amortizacijos) sąnaudų	Lt	1,00	53925,44	705993,66	619242,15
	Lokomotyvo pradinė vertė	Lt	495875,16	1490411,12	8126446,31	12384843,1
	Amortizacijos atskaitymų metinė norma	proc.	0,000	3,618	8,688	5,00
1.2	Remontų sąnaudų	Lt	598009,22	844602,48	851980,76	529455,86
	Kapitalinio remonto (KR-2)	Lt	66218,66	251848,66	251848,66	-
	Kapitalinio remonto (KR-1)	Lt	70540,48	210658,66	181674,5	-
	Einamojo remonto (ER-3)	Lt	66325,60	177718,20	204645,20	58880,34
	Einamojo remonto (ER-1)	Lt	12233,52	39109,60	44182,44	257106,00
	Techninės priežiūros (TP-3)	Lt	34291,44	89456,4	86294,4	89600,2
	Tecninės priežiūros (TP-2)	Lt	230042,08	84810,96	83335,56	79806,52
	Darbo užmokesčio fondas	Lt	118357,56	36384,40	35762,22	44062,8
2.	Netiesioginės sąnaudos	Lt	124476,44	38264,42	37611,13	49835,03
3.	Gamybinė savikaina	Lt	604130,36	936792,34	1595584,95	1832388,86
4.	Veiklos sąnaudos	Lt	40632,16	12490,42	12277,17	12029,14
5.	Komercinė savikaina	Lt	644762,52	949282,76	1607862,12	1844418,00
6.	Metinė valandų norma	val.	8760	8760	8760	8760
7.	Paslaugos vieneto komercinė savikaina	Lt/val.	73,60	108,37	183,55	210,55
II.	Lokomotyvo brigados vienos darbo valandos sąnaudos					
1.	Tiesioginės sąnaudos	Lt	213,13	196,15	178,20	247,22
1.1.	Darbo užmokestis	Lt	34,50	27,71	27,71	20,84
	iš jų darbo kelyje	Lt	2,89	2,31	2,31	1,73
1.2.	Socialinio draudimo įmokų	Lt	9,83	7,90	7,90	5,95
1.3.	Sąnaudos degalams	Lt	319,20	150,53	134,40	212,28
	degalų 1 kg kaina	Lt	2,800	2,800	2,800	2,44
	degalų sunaudojimo norma	kg	114,00	53,76	48,00	87,0
1.4.	Sąnaudos alyvai	Lt	10,53	6,13	4,72	1,52
	alyvos 1 kg kaina	Lt	2,70	3,80	6,552	5,84
1.5.	Sąnaudos parangai 2,58% nuo degalų sąnaudų	Lt	8,24	3,88	3,47	6,62
2.	Netiesioginės sąnaudos	Lt	35,93	29,14	29,14	23,57
3.	Gamybinė savikaina	Lt	249,06	225,29	207,34	270,79
4.	Veiklos sąnaudos	Lt	11,84	9,51	9,51	4,94
5.	Komercinė savikaina	Lt	260,90	234,80	216,85	275,73
6.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	335,5	343,17	400,40	486,28
7.	Antkainis	Lt	33,45	34,32	40,04	-
8.	Lokomotyvo ir lok. brigados darbų komercinė savikaina	Lt/val.	368,95	377,49	440,44	486,28

2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijų lokomotyvų sąnaudų pasiskirstymas ir palyginimas pateiktas 4.12 pav. diagramoje.



4.12 pav. Lokomotyvų sąnaudų rodiklių palyginimas

Išanalizavus 4.10 – 4.14 lenteles ir 4.12 pav. nustatyta, kad ER20CF tiesioginės sąnaudos, gamybinė savikaina ir komercinė savikaina yra pati didžiausia iš šių prekių lokomotyvų. 2M62M serijos šilumvežio sąnaudos pagal kitus aukščiau nurodytus rodiklius (nusidėvėjimo sąnaudos, remontų sąnaudos) yra pačios didžiausios. Šilumvežio tiesioginės sąnaudos, po modernizavimo M2, yra apie 3 kartus didesnės nei 2M62 ir 1,7 didesnės nei 2M62K, bet 1,1 kartą mažesnės nei ER20CF serijos šilumvežių.

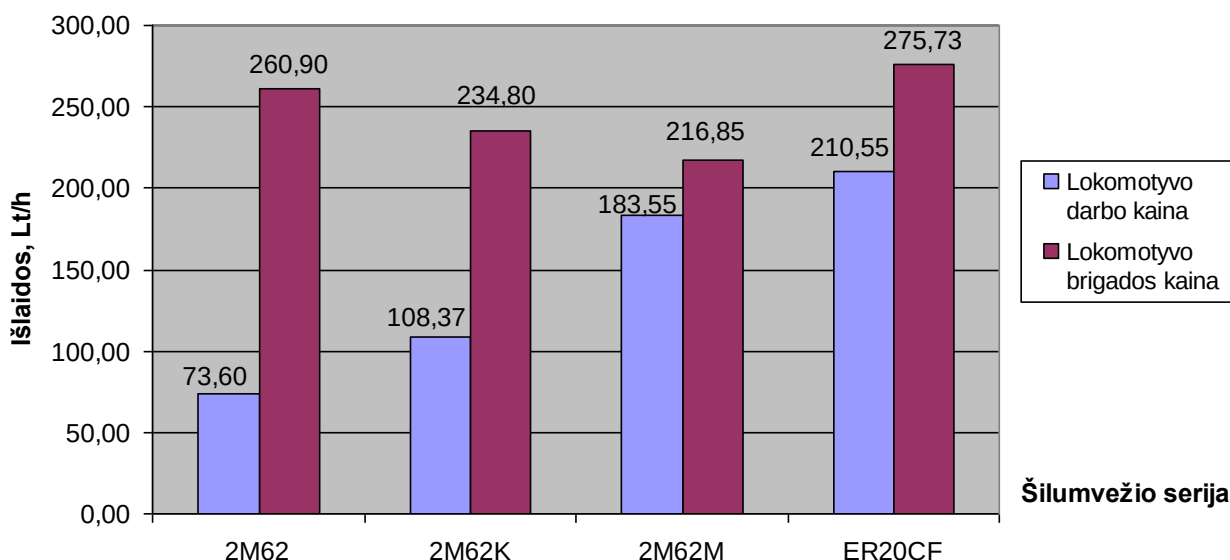
Nusidėvėjimo sąnaudos 2M62 serijos šilumvežiams dėl didelio amžiaus bei ridos tesiekia 1 Lt, 2M62K – apie 54 tūkst. Lt, 2M62M net 13 kartų didesnės ir siekia beveik 706 tūkst. Lt, o ER20CF – šiek tiek mažesnės ir siekia 620 tūkst. Lt.

2M62M serijos šilumvežių remontų sąnaudos taip pat pačios didžiausios, už 2M62, 2M62K ir ER20CF serijas, sąnaudos atitinkamai didesnės 42 %, 0,87 % ir 60 %.

2M62 serijos šilumvežių netiesioginės sąnaudos yra didžiausios. 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos šilumvežių šios sąnaudos mažesnės atitinkamai 325 %, 331 % ir 250 %.

Pagal gamybinės ir komercinės savikainos rodiklius daugiausia sąnaudų tenka ER20CF serijos šilumvežiams. 2M62, 2M62K ir 2M62M serijų šilumvežių sąnaudos pagal šiuos rodiklius mažesnės atitinkamai 2,6, 1,7 ir 1,1 karto palyginus su Siemens lokomotyvu.

Šilumvežio ir brigados vienos darbo valandos kainos palyginimas parodytas 4.13 paveiksle.



4.13 pav. Vienos šilumvežio ir lokomotyvo brigados darbo valandos kainos palyginimas.

Iš 4.14 lentelės ir 4.13 paveiksle pateiktos diagramos matyti, kad prekinio šilumvežio 2M62 lokomotyvo ir brigados vienos darbo valandos savikaina yra pati mažiausia ir sudaro 368,95 Lt. Ši suma yra 2,3 % mažesnė nei 2M62K, 16 % mažesnė nei 2M62M, 24,1 % mažesnė nei ER20CF šilumvežių ir brigadų darbo valandos kaina. Tai galima paaiškinti tuo, kad senojo šilumvežio 2M62 mažiausia pradinė vertė, mažiausios nusidėvėjimo sąnaudos (1 Lt) ir mažesnės sąnaudos remontams.

Pagal atliktus skaičiavimus matyti, kad ER20CF eksploatuoti yra brangiausia: lokomotyvo ir brigados darbo valandos kaina sudaro 486,28 Lt. Taip yra dėl to, kad šio lokomotyvo pradinė vertė (apie 12,4 mln. Lt), gamybinė ir komercinė savikaina (apie 18,4 mln. Lt) yra pati didžiausia iš vertinamų šilumvežių. Į darbo valandos kainą taip pat įeina tiesioginės lokomotyvo brigados darbo sąnaudos (20,84 %), kurios yra taip pat didžiausios.

Pabrėžtina tai, kad ER20CF serijos lokomotyvų brigadų darbo užmokestis yra pats mažiausias ir sudaro 20,84 Lt/h. Taip yra dėl to, kad šios serijos lokomotyvai valdomi tik vienu asmeniu. Kitų trijų nagrinėjamų šilumvežių serijų lokomotyvai valdomi lokomotyvo mašinisto ir mašinisto padėjėjo. 2M62M serijos šilumvežius yra valdyti ir vienas mašinistas, tačiau iki šiol LG šiuos šilumvežius dažniausiai valdo mašinistas kartu su padėjėju.

2M62, 2M62K ir 2M62M serijų šilumvežių lokomotyvų brigadų darbo užmokestis atitinkamai yra 40 %, 25 % ir 25 % didesnis nei ER20CF šilumvežių.

4.9. Šilumvežių po modernizavimo M1 eksploatavimo sąnaudų analizė

Atlikus šilumvežių 2M62 modernizavimą M1, keičiasi ir šio šilumvežio eksploatavimo sąnaudos. 2M62K serijos prekinio šilumvežio techniniai parametrai ir eksploatacijos sąnaudos nurodytos 4.15 lentelėje [1-3; 23].

4.15 lentelė. Šilumvežio po M1 techniniai parametrai ir eksploatavimo sąnaudos

Šilumvežio eksploataciniai parametrai	Reikšmės
Variklio tipas	5-26DG
Variklio galingumas, kW	1470
Didžiausia įmanoma vežti traukinio masė, t	3800
Lyginamosios degalų sąnaudos įvertinus apkrovimo režimus, g/kWh	226
Valandinės degalų sąnaudos kg/h	108,48
Degalų kaina, Lt/kg	2,75
Išlaidos degalams, Lt/motoval	298,32
Alyvos sunaudojimo proc. nuo degalų	1,0
Valandinės alyvos sąnaudos, kg/h	1,08
Alyvos kaina, Lt/kg	3,80
Išlaidos alyvai, Lt/motoval	4,10
Lyginamosios išlaidos variklio techninei priežiūrai, Lt/motoval	16,46
Lyginamosios šlaidos šilumvežio techninei priežiūrai, Lt/motoval	32,88
Einamojo remonto ER-1 trukmė, žm. val.	170,00
Techninės priežiūros TP-3 trukmė, žm. val.	81,27
Einamojo remonto ER-1 kaina, Lt	13690,36
Techninės priežiūros TP-3 kaina, Lt	6747,24
Lokomotyvo brigados darbo valandos kaina, Lt/val.	27,71
Išlaidos brigadoms, Lt/motoval.	58,96
Iš viso, Lt/motoval	386,47

4.10. Šilumvežių po modernizavimo M2 eksploatavimo sąnaudų analizė

Atlikus šilumvežio modernizavimą M2, keičiasi ir šio šilumvežio eksploatavimo sąnaudos, kurios pateiktos 4.16 lentelėje [1-3;13;].

4.16 lentelė. Šilumvežio po modernizavimo M2 techniniai parametrai ir eksploatavimo sąnaudos

Parametrai	Reikšmės
Dyzelinio variklio tipas	CAT3512B
Variklio galingumas, kW	1700
Didžiausia įmanoma vežti traukinio masė, t	5000
Lyginamosios degalų sąnaudos įvertinus apkrovimo režimus, g/kWh	206
Valandinės degalų sąnaudos kg/h	113,3
Degalų kaina, Lt/kg	2,75
Išlaidos degalams, Lt/motoval	311,58
Alyvos sunaudojimo proc. nuo degalų	1,0
Alyvos valandinės sąnaudos, kg/h	1,13

4.15 lentelės pabaiga

Alyvos kaina, Lt/kg	6,55
Išlaidos alyvai, Lt/motoval	7,40
Išlaidos variklio techninei priežiūrai, Lt/motoval	11,49
Išlaidos šilumvežio techninei priežiūrai, Lt/motoval	14,94
Einamojo remonto ER-1 trukmė, žm. val.	134,00
Techninės priežiūros TP-3 trukmė, žm. val.	68,24
Einamojo remonto ER-1 kaina, Lt	12414,00
Techninės priežiūros TP-3 kaina, Lt	5820,94
Lokomotyvo brigados darbo valandos kaina, Lt/val.	17,25
Išlaidos brigadoms, Lt/motoval.	34,71
Iš viso, Lt/motoval	380,12

Naujo prekinio šilumvežio Siemens ER20CF eksploatavimo sąnaudos pateiktos 4.17 lentelėje.

4.17 lentelė. Šilumvežio ER20CF techniniai parametrai ir eksploatavimo sąnaudos

Parametrai	Reikšmės
Dyzelinio variklio tipas	MTU 16V4000R41
Variklio galingumas, kW	2000
Didžiausia įmanoma vežti traukinio masė, t	6000
Lyginamosios degalų sąnaudos, g/kWh	200,5
Valandinės degalų sąnaudos kg/h	130,33
Degalų kaina, Lt/kg	2,75
Išlaidos degalams, Lt/motoval	358,41
Alyvos sunaudojimo proc. nuo degalų	0,3
Alyvos valandinės sąnaudos, kg/h	0,39
Alyvos kaina, Lt/kg	5,84
Išlaidos alyvai, Lt/motoval	2,28
Išlaidos variklio techninei priežiūrai, Lt/motoval	9,56
Išlaidos šilumvežio techninei priežiūrai, Lt/motoval	12,48
Einamojo remonto ER-1 trukmė, žm. val.	98,00
Techninės priežiūros TP-3 trukmė, žm. val.	26,00
Einamojo remonto ER-1 kaina, Lt	35220,00
Techninės priežiūros TP-3 kaina, Lt	3230,00
Lokomotyvo brigados darbo valandos kaina, Lt/val.	20,84
Išlaidos brigadoms, Lt/motoval.	38,34
Iš viso, Lt/motoval	421,07

4.11. Apibendrinta techninių parametru ir eksploatavimo sąnaudų analizė

Išanalizavus 4.14 ir 4.15 lentelėse pateiktus duomenis, 4.18 lentelėje pateikiamas šilumvežių po modernizavimo M1 ir M2 bei ER20CF apibendrintas eksploatavimo sąnaudų palyginimas.

4.18 lentelė. Šilumvežių po modernizavimo M1 ir M2 bei ER20CF apibendrintas eksploataavimo sąnaudų palyginimas

Parametras	2M62	2M62K	2M62M	ER20CF
Variklio tipas	14D40	5-26DG	CAT 3512B	MTU 16V4000R41
Variklio galingumas, kW	1470		1700	2000
Maksimaliai įmanoma vežti traukinio masė, t	3800		5000	6000
Variklio vidutinis išdirbamas galingumas įvertinus apkrovimo režimus, kW	410	480	550	650
Lyginamosios degalų sąnaudos, g/kWh	233	226	206	200,5
Valandinės degalų sąnaudos, kg/h	95,53	108,48	113,3	130,33
Degalų kaina, Lt/kg	2,75			
Išlaidos degalams, Lt/motoval	262,71	298,32	311,58	358,41
Alyvos sunaudojimo proc. nuo degalų	3,5	1,0	1,0	0,3
Valandinės alyvos sąnaudos, kg/h	3,34	1,08	1,13	0,39
Alyvos kaina, Lt/kg	2,70	3,80	6,55	5,84
Išlaidos alyvai, Lt/motoval	9,02	4,10	7,40	2,28
Išlaidos variklio techninei priežiūrai, Lt/motoval	18,49	16,46	11,49	9,56
Išlaidos šilumvežio techninei priežiūrai, Lt/motoval	36,98	32,88	14,94	12,48
Einamojo remonto ER-1 trukmė, žm. val.	223,51	170,00	134,00	98,00
Techninės priežiūros TP-3 trukmė, žm./val.	99,80	81,27	68,24	26,00
Einamojo remonto ER-1 kaina, Lt	17911,22	13690,36	12414,00	35220,00
Techninės priežiūros TP-3 kaina, Lt	7959,10	6747,24	5820,94	3230,00
Lokomotyvo brigados darbo valandos kaina, Lt	34,50	27,71	17,25	20,84
Išlaidos brigadoms, Lt/motoval.	58,96		34,71	38,34
Iš viso Lt/motoval	386,16	386,47	380,12	421,07
Atsipirkimo laikas, metais	6		4	7

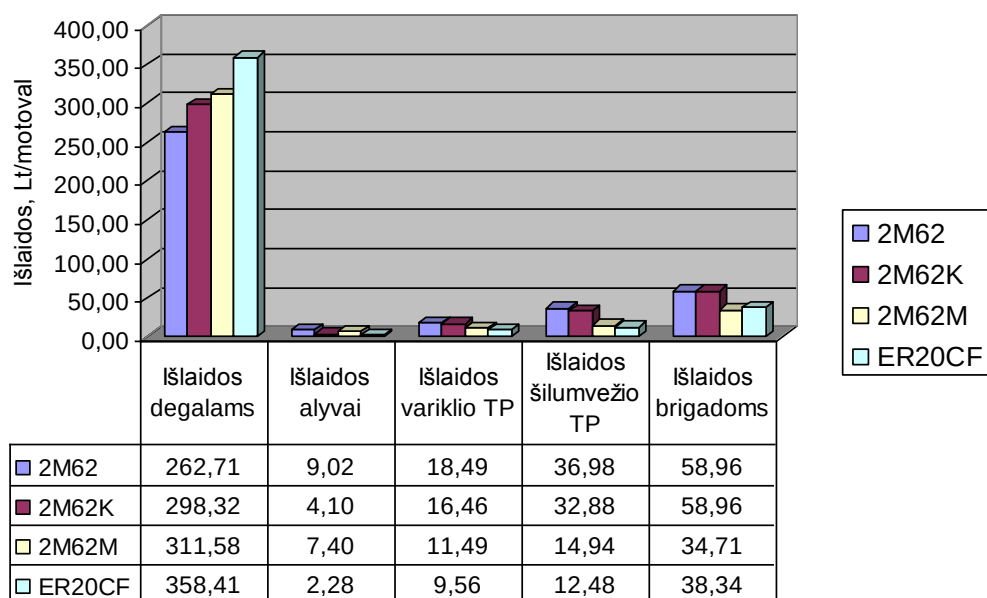
Variklio vidutinio išdirbamo galingumo, įvertinus apkrovimo režimus, apskaičiavimui daroma prielaida, kad riedmenų variklių procentinis darbo laiko pasiskirstymas pagal apkrovos režimus yra:

- 1) tuščioji eiga – 60 %;
- 2) 0,5N_{max} – 15 %;
- 3) 1,0N_{max} – 25 %.

Variklio vidutinis išdirbamas galingumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{vid} = 0,6 \cdot 0 + 0,15 \cdot 0,5N_{max} + 0,25 \cdot 1,0N_{max} . \quad (12)$$

2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos šilumvežių grafinis eksploatacinių sąnaudų pasiskirstymas pavaizduotas 4.14 paveiksle.



4.14 pav. 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos šilumvežių eksploatacinių išlaidų palyginimas

Analizuojant 4.16 lentelę ir 4.14 paveikslą, matyti, kad šilumvežių 2M62K, 2M62 ir ER20CF išlaidos degalams žymiai didesnės nei seno atitinkamai 11%, 13% ir 47%, tačiau šių šilumvežių VDV išdirbamas galingumas palyginti su senuoju šilumvežiu yra atitinkamai 13%, 23%, 54% didesnis.

Eksplloatuojant 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos šilumvežius vietoj senųjų, sutaupoma degalų, alyvos ir techninių priežiūrų bei einamųjų remontų išlaidomis. Šiems šilumvežiams vietoj dviejų mašinistų pakanka vieno, dėl ko sutaupoma išlaidų žmogiškiesiems ištekliams. Vietoj 3800 t maksimalaus įmanomo vežti traukinio masės padidėja iki 6000 t.

Pagal LG specialistų atliktus paskaičiavimus šilumvežio 2M62 modernizavimas M2 atsipirktų per 4 metus, modernizavimas M1 – per 6 metus, o naujas šilumvežis ER20CF – per 7 metus.

4.11. Šilumvežių faktinių degalų sąnaudų analizė

Nagrinėjamų prekių 2M62, 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijų šilumvežių teorinės sąnaudos degalams skiriasi, nes skiriasi variklių išdirbama galia ir kiekvienos serijos maksimali įmanoma vežti traukinio masė. Siekiant įvertinti kiekvieno nagrinėjamo šilumvežio sąnaudas degalams, atliktas šilumvežių degalų sąnaudų palyginimas, atsižvelgiant į šilumvežių atliktą darbą bei sunaudotą dyzelino kiekį tam darbui atlikti.

Duomenys imami pagal LT-2 prekių šilumvežių darbo rodiklius per pirmąjį 2010 m. ketvirtį. Prekių šilumvežių 2M62 serijai, duomenys imami pagal LT-2 rodiklius per pirmąjį 2007 m. ketvirtį. Šilumvežių faktinių dyzelino sąnaudų palyginimas pateiktas 4.18 lentelėje [2].

4.18 lentelė. Šilumvežių faktinės degalų sąnaudos

Lokomotyvo serija	Darbas, mln. tkm. bruto/ tūkst. h	Dyzelino sąnaudos		
		atliktam darbui, tūkst. l	10 tūkst. tkm. bruto/h, l	10 tūkst. tkm. bruto/h, kg
2M62	1215,426	3980,520	32,75	32,04
2M62K	160,899	442,733	27,52	23,11
2M62M	951,381	2019,324	21,23	17,83
ER20CF	2046,428	3978,371	19,44	16,33

Kaip matyti iš 4.18 lentelės, faktiškai atsižvelgus į šilumvežių atliktą darbą ir tam darbui sunaudoto dyzelino kiekį matyti, kad prekinių šilumvežiai ER20CF sunaudoja mažiausiai dyzelino t. y. 19,44 l 10 tūkst. tkm bruto/ h. Palyginimui 2M62, 2M62K ir 2M62M tam pačiam darbui atlikti atitinkamai sunaudoja 41 %, 29 % ir 8 % daugiau degalų.

IŠVADOS. Nors pagal 4.14 lentelę ER20CF sąnaudos degalams yra pačios didžiausios, tačiau atsižvelgus į išvystomą variklio galingumą ir atliktą šilumvežio darbą, šios serijos šilumvežiai eksploatacinių išlaidų atžvilgiu yra patys taupiausi.

5. RIEDMENŲ IŠMETAMŲ Į ORĄ TERŠALŲ ANALIZĖ IR MOKESČIAI

5.1. Dyzelinių šilumvežių variklių deginių į orą sudėtis

Dyzelinių šilumvežių variklių emisijos yra sudarytos iš sudėtingo dujų, garų, skysčio lašelių ir kietųjų dalelių mišinio.

Iš viso vidaus degimo variklių emisijas sudaro apie 280 komponentų, kurių dalis yra netoksiški. Naudojant iš naftos pagamintą angliavandenilius degalus dyzeliniuose varikliuose ir oksidatoriumi atmosferos orą, emisijos 99 % susideda iš netoksiškų komponentų – visiško degimo produktų – (anglies dioksido ir vandens garų), o taip pat azoto ir deguonies.

Dyzelinių variklių emisijų toksiškumą nulemia likęs 1% deginių, į kurį įeina azoto oksidai (NO_x) anglies monoksidas (CO), nesudegę angliavandeniliai (C_xH_y), kietosios dalelės (KD), kurių pagrindinė dalis yra suodžiai, o taip pat sieros oksidai, aldehydai, kondensacijos ir polimerizacijos produktai. Be kuro degimo produktų, dyzelinių variklių emisijose taip pat yra sutinkami alyvos degimo produktai ir medžiagos susidaranti iš alyvos ir degalų priedų. Apie 80–95% toksinių komponentų sudaro 5 pagrindiniai oro teršalai: azoto oksidai (NO_x), anglies monoksidas (CO), angliavandeniliai (C_xH_y), kietosios dalelės (KD) ir sieros dioksidas. Tarp visų degalų naudotojų lokomotyvai, o ypač, dyzeliniai šilumvežiai dėl darbo specifikos yra vieni iš pagrindinių pavojingų teršalų emisijų į aplinką šaltinių. Pagrindinę degimo metu susidarančių pavojingų produktų dalį (73%) sudaro azoto oksidai (NO_x) [15].

Deginamų degalų rūšis neturi lemiamos įtakos azoto oksidų (NO_x) susidarymui degimo kameroje. Iš dyzelinių variklių degalų degimo metu susidarančiuose teršaluose susidarančių NO_x apie 80-90% tenka NO ir apie 10–20 % – NO_2 .

Kiti azoto oksidai (N_2O , N_2O_2 , N_2O_4 , N_2O_5) degalų degimo produktuose sudaro tik nežymią dalį. Atmosferoje esant normalioms sąlygoms azoto monoksidas NO oksiduojasi iki dioksido, o tai užtrunka nuo 0,5 iki 100 valandų, priklausomai nuo jo koncentracijos ore. Net nedidelė NO_2 emisija iš dyzelinio variklio kelia didelių problemų, nes NO_2 yra toksiškas ir aktyviai dalyvauja fotocheminėse reakcijose atmosferoje [15].

Anglies monoksidas (CO) – atmosferoje sutinkamas labai mažomis koncentracijomis, o vidaus degimo variklių degalų degimo produktuose jo koncentracija gali būti gana didelė. Dyzeliniais varikliais būdinga palyginti nedidelė šio toksinio komponento degalų degimo produktuose dalis, neviršijanti 0,5 %. Anglies monoksidas palyginti su anglies dioksidu yra mažiau stabilus.

Angliavandeniliai C_xH_y – tai daugelio skirtingų cheminių junginių grupė, kurią sudaro: parafinai, olefinai, naftenai, aromatiniai angliavandeniliai (įskaitant policiklinius aromatinus

angliavandenilius). Labiausiai svarbūs iš jų lengvieji dujiniai angliavandeniliai ir policikliniai aromatiniai angliavandeniliai.

Angliavandenilių C_xH_y susidarymo mechanizmas priklauso nuo dyzelinio variklio degimo kameros konstrukcijos ir jo darbinių parametrų. Angliavandeniliai dažniausiai susidaro dėl ne visiškai sudegusių degalų. Toksiniams mažos molekulinės masės dujiniams angliavandeniliams C_xH_y būdingas narkotinis poveikis žmogaus organizmui. Jų toksinis poveikis didėja, kai ore yra kitų degalų degimo produktų, saulės spinduliuotės poveikyje sudarančių fotocheminius oksidantus. Tarp mažos molekulinės masės angliavandenilių labiausiai toksiški yra etilenas, propilenas, butilenas, o mažiau toksiški – metanas, etanas, propanas ir butanas. Kitų angliavandenilių koncentracijos dyzelino degimo produktuose žymiai mažesnės. Iš dyzelinių variklių degalų degimo produktuose sutinkamų policiklinių aromatinių angliavandenilių dažniausiai sutinkami angliavandeniliai, sudaryti iš 2, 3, 4 žiedų ir turintys nuo 12 iki 20 anglies atomų. Iš visų aromatinių angliavandenilių sutinkamų dyzelino degimo produktuose benzpirenas sudaro iki 3,7 %. Degalų degimo produktuose vyrauja mažos molekulinės masės aldehydai – formaldehidai ir akroleinas. Dyzelino degimo produktuose galima surasti taip pat ketonų, fenolių, nitrofenolių, fenolio darinių (eterių) ir sudėtingų eterių, alkoholių, nitropirenų, heterociklinių junginių ir kitų medžiagų – įskaitant sieros dioksidą [10].

Suodžių dalelės yra poringi netaisyklingos formos anglies dariniai, kurių dydis siekia 0,1–100 μm (vyrauja nuo 0,2 iki 1,0 μm). Dėl suodžių įtakos dyzelinio variklio dūmai yra juodos spalvos. Suodžiai nėra vienintelė kieta medžiaga sutinkama dyzelinių variklių kuro degimo produktuose.

5.2. LG traukos riedmenų variklių oro teršalų tyrimai

LG traukos riedmenų oro teršalai emisija matuoti reostatinių bandymų metu, sudarant eksploatacinio režimo sąlygas, atitinkančias nominalų variklio aprovimą ir atitinkamai 0,75, 0,5, 0,25 dalį nominalaus galingumo ir minimalų apkrovimą (tuščia eiga). Matuoti šie fiziniai parametrai: išmetamųjų dujų temperatūra, išmetamųjų dujų oro srauto judėjimo greitis, taip pat su išmetamosiomis dujomis išsiskiriančių teršalų emisija: CO , NO_x , SO_x , CH ir KD (toliau kietosios dalelės). Matavimo rezultatai perskaiciuoti naudojamo kuro vienetui (1 kg). Šie santykiniai dydžiai leidžia palyginti skirtingų ir tų pačių markių traukos riedmenų emisines charakteristikas, akivaizdžiau bei tiksliau atspindi variklio teršalų emisijos dydį įvairiomis eksploatacijos sąlygomis. Tuo tarpu SO_x koncentracijos priklauso tik nuo sieros junginių kiekio naudojamame kure, todėl bet kokiame variklio darbo režime sudegus vienam kilogramui kuro, turėtų išsiskirti vienodas šių oksidų kiekis.

LAND 18-2003/M-03 ir 2009 m. tyrimų metu tirtų dyzelinių traukos riedmenų lyginamosios taršos priklausomai nuo suvartoto degalų kiekio varikliui dirbant skirtingais režimais, kg/t (remiantis LG faktiniais duomenimis) palyginimas pateiktas 5.1 lentelėje [15].

5.1 lentelė. LAND 18-2003/M-03 ir 2009 m. reostatinių bandymų metu tirtų dyzelinių traukos riedmenų lyginamosios taršos priklausomai nuo variklio darbo režimo, kg/t palyginimas

Traukos riedmenų tipas ir serija	Variklio markė, (galia, kW)	Teršalas	t. e.	0,25N_{max}	0,50N_{max}	0,75N_{max}	1,0N_{max}
Prekiniai 2M62	14D40 (2*1470)	CO	4	17	23	44	59
		NO _x	42	103	110	138	183
		CH	0,5	2	2	4,4	5
		KD	0,3	0,8	0,7	1	2
Prekiniai 2M62M	CAT 3512B HD-SC (2*1700)	CO	3,57	15,47	21,28	40,08	53,99
		NO _x	36,58	90,74	99,11	126,96	170,74
		CH	0,43	1,742	1,74	3,97	4,56
		KD	0,25	0,69	0,62	0,87	1,84
Prekiniai 2M62 K	5-26DG (2*1470)	CO	4,1	17,5	23,1	42,9	60,9
		NO _x	36,3	88,8	95,5	118,4	161,8
		CH	0,49	1,81	1,85	4,2	4,65
		KD	0,26	0,75	0,66	0,85	1,92
Prekiniai ER20CF	16V4000 R41 (2000)	CO	1,65	4,8	6,2	13,8	14,7
		NO _x	8,2	17,1	20,1	41,6	59,3
		CH	0,4	1,6	2,03	2,7	4
		KD	0,9	2,1	1,9	2,2	2,61

Įvertinus ER20CF išmetamų į aplinkos orą teršalų kiekius matyti, kad CO emisijos į orą ER20CF didėja nuo 1,65 iki 14,7 kg/t; NO_x emisijos į orą ER20CF didėja 8,2 nuo iki 59,3 kg/t; LOJ emisijos į orą ER20CF didėja nuo 0,4 iki 4,0 kg/t; o kietųjų dalelių emisijos į orą ER20CF didėja nuo 0,9 iki 2,61 kg/t traukos riedmens variklio galiai didėjant nuo 0 kW iki nominalios galios.

Remiantis dyzelinių traukos riedmenų variklių emisijų į aplinkos orą matavimais, atliktais 2009 m. galima teigti, kad tirtų dyzelinių traukos riedmenų (šilumvežis 2M62M, šilumvežis 2M62K; šilumvežis ER20CF; variklių emisijos į orą (kg teršalų/t kuro) sumažėjo palyginus su 2003 m. atliktais tyrimais ir tuometiniu turimu traukos riedmenų parku.

5.3. Mokesčio už aplinkos teršimą apskaičiavimas

Mokestis už aplinkos teršimą iš mobilių taršos šaltinių yra apskaičiuojamas ir mokamas už mokesčio mokėtojo mobiliuose taršos šaltiniuose Lietuvos Respublikoje per mokestinį laikotarpį sunaudotą degalų kiekį tonomis.

Mokėtinas mokestis už aplinkos teršimą iš mobilių taršos šaltinių, išskyrus lėktuvus, apskaičiuojamas [11]:

$$M = Q \times T \times I \times k; \quad (13)$$

čia: M – mokėtinas mokestis už aplinkos teršimą iš mobilių taršos šaltinių (Lt);

Q – mobiliuose taršos šaltiniuose Lietuvos Respublikoje per mokestinį laikotarpį sunaudotas atitinkamos rūšies degalų kiekis (t), įskaitant ir užsienyje įsigytus, bet Lietuvoje sunaudotus degalus. Tuo atveju, kai degalų kiekio apskaita vykdoma tūrio vienetais – litrais, kiekis iš tūrio vienetų į masės vienetus perskaičiuojamas taikant perskaičiavimo koeficientą, kuris yra nustatomas pagal gamintojo kokybės pažymėjime (sertifikate arba pase) nurodytą degalų tankį. Neturint tikslaus degalų perskaičiavimo koeficiento, degalų kiekiui perskaičiuoti iš litrų į tonas naudojami šie perskaičiavimo koeficientai: benzinui – 0,75; dyzelinui – 0,84 ir suskystintoms naftos dujoms – 0,54;

T – mokesčio tarifas (Lt/t), nustatytas Lietuvos Respublikos mokesčio už aplinkos teršimą įstatymo 5 priedėlyje;

I – mokestinio laikotarpio indeksavimo koeficientas gaunamas, Statistikos departamento vartotojų prekių ir paslaugų kainų indeksą, apskaičiuotą pagal Mokesčio už aplinkos teršimą tarifų indeksavimo tvarką, nustatytą LR Vyriausybės nutarimu [11], padalijus iš 100. Vartotojų prekių ir paslaugų kainų indeksas kas ketvirtį skelbiamas „Valstybės žinių“ priede „Informaciniai pranešimai“. Deklaruojant mokestį už I pusmetį – taikomas II ketvirčio indeksavimo koeficientas, o deklaruojant mokestį už II pusmetį – taikomas IV ketvirčio indeksavimo koeficientas;

k – mokesčio už aplinkos teršimą iš mobilių taršos šaltinių tarifų koregavimo koeficientas, nustatytas LR Vyriausybės nutarimu [11].

Skaičiavimo pavyzdys. Apskaičiuojamas mokestis už aplinkos teršimą dėl deginių išmetamų į orą iš LT-2 prekinį šilumvežių parke eksploatuojamų lokomotyvų per šią metų 1-ąją ketvirtį (žr. 4.18 lentelę).

$$M_{2M62} = Q_{2M62} \cdot T \cdot I \cdot k = 3343,64 \cdot 26 \cdot 0,011 \cdot 1,1 = 1051,91Lt; \quad (14)$$

$$M_{2M6K} = Q_{2M62K} \cdot T \cdot I \cdot k = 371,9 \cdot 26 \cdot 0,004 \cdot 0,4 = 15,47Lt; \quad (15)$$

$$M_{2M62M} = Q_{2M62M} \cdot T \cdot I \cdot k = 1696,23 \cdot 26 \cdot 0,004 \cdot 0,4 = 70,56Lt; \quad (16)$$

$$M_{ER20CF} = Q_{ER20CF} \cdot T \cdot I \cdot k = 3343,64 \cdot 26 \cdot 0,004 \cdot 0,4 = 139,02Lt; \quad (17)$$

$$\begin{aligned} M_{\Sigma} &= M_{2M62} + M_{2M62K} + M_{2M62M} + M_{ER20CF} = \\ &= 1051,91 + 15,34 + 70,56 + 139,02 = 1276,96Lt \end{aligned} \quad (18)$$

IŠVADOS. Kaip matyti iš pateiktų skaičiavimų mokestis už taršą LT-2 sudaro 1276,96 Lt. Mažiausias mokestis yra už 2M62K šilumvežių dyzelino deginių išmetimą. Naujesiems šilumvežiams dėl to, kad jų deginių išmetimų sistemose yra suodžių filtrai taikomi mažesni mokesčio tarifo koregavimo indeksai, todėl nors ir sunaudojama daug degalų tačiau mokesčiai už taršą žymiai mažesni (86 %) nei senųjų 2M62 serijos šilumvežių.

6. DAUGIAKRITERINIS ŠILUMVEŽIŲ EKSPLOATAVIMO VEIKSMINGUMO VERTINIMAS

6.1. Daugiakriterinio vertinimo metodai

Sudėtinių dydžių veiklos efektyvumo nustatymui taikomi įvairūs kokybinio ir kiekybinio daugiakriterinio (kompleksinio) įvertinimo metodai. Šiuo metu sukurta ir taikoma daug sudėtinių dydžių veiklos efektyvumo kompleksinio įvertinimo metodų. Kokybiniai metodai, naudojant specialistų (ekspertų) nuomones, nustato vieną geriausių iš pasiūlytų alternatyvų arba keletą iš geriausių alternatyvų. Kiekybiniai metodai kiekybiškai įvertina kiekvieną alternatyvą ir nustato dydžių skirtumus tarp vertinimų alternatyvų. Kiekvienas metodas turi savo privalumą ir išryškina (akcentuoja) šių dydžių atskiras ypatybes. Dauguma metodų naudoja pradinių duomenų (rodiklių reikšmės) skirtingą normalizavimą arba duomenų transformavimą. Kiekybinių metodų pagrindą sudaro rodiklių, charakterizuojančių lyginamų objektų, statistinių duomenų arba ekspertų vertinimų matrica ($R = (r_{ij})_{i=1, \dots, m; j=1, \dots, n}$), čia m – rodiklių skaičius, n – lyginamų objektų (alternatyvų) skaičius). Praktiškai, ne vieno metodo negalima pritaikyti formaliai, iš karto. Kiekvienas metodas turi savo privalumą bei specifiką [17].

Taikant kiekybinius daugiakriterinius įvertinimo metodus reikia nustatyti kokio pavidalo, maksimizuojamo arba minimizuojamo, yra kiekvienas rodiklis. Maksimizuojamųjų (mažoruojamųjų) rodiklių geriausios reikšmės yra didžiausios, minimizuojamųjų (minoruojamųjų) rodiklių geriausios reikšmės yra mažiausios. Dauguma metodų naudoja pradinių duomenų (rodiklių reikšmės) skirtingą specifinę normalizaciją arba duomenų transformaciją. Metodai skiriasi pagal savo sudėtingumą.

Šiame darbe taikomi trys daugiakriterinio įvertinimo metodai:

1. Vietų sumos metodas.
2. Rodiklių įverčio (SAW) metodas.
3. Geometrinio vidurkio (GV) metodas.

1. Visų rodiklių vietų suma

Visų rodiklių vietų suma (VS) V_j kiekvienam j -jam objektui, kuri nustatoma pagal formulę:

$$V_j = \sum_{i=1}^m m_{ij}; \quad (19)$$

čia m_{ij} – i -o rodiklio vieta j -m objektui ($1 \leq m_{ij} \leq m$). Iš (18) formulės matosi, kad geriausią V_j reikšmę turėsime tada, kai ji bus mažiausia. Jeigu kelios m_{ij} reikšmės sutampa, kiekvienam

objektui priskiriama ta pati reikšmė (vieta) – jų aritmetinis vidurkis. Pavyzdžiui, jeigu trims objektams pagal i -jį rodiklį teko tokia pati vieta ir pagal eiliškumą jie užėmė 4, 5 ir 6 vietas, tai jiems suteikiama tokia pati reikšmė (vieta) $r_{ij} = 5$. Jeigu vienodos i -jo rodiklio reikšmės tenka, pavyzdžiui 9 ir 10 vietoms, tai šiems objektams priskiriama reikšmė 9,5. Kriterijaus V_j reikšmės nepriklauso nei nuo pradinių duomenų normalizavimo būdo, nei nuo jų skalės transformavimo, nei nuo rodiklių svarbos ω_i reikšmių ($i = 1, \dots, m$). Metodo taikymo būtina sąlyga yra – maksimizuojamųjų arba minimizuojamųjų rodiklių charakterio išankstinis nustatymas. Kita vertus, pavyzdžiui, pertvarkyti minimizuojamuosius rodiklius į maksimizuojamuosius pagal formulę [17]:

$$r_{ij} = \frac{\min r_{ij}}{r_{ij}}; \quad (20)$$

čia r_{ij} – i -o rodiklio reikšmė j -am objektui, tada pati mažiausia rodiklio reikšmė įgis didžiausią reikšmę, lygią vienetui.

Skaiciavimai rodo, kad šis kriterijus yra pats paprasčiausias ir jį taikyti tikslinga tik pradiniam apytikriam įvertinimui, nors dažnai VS metodo rezultatai mažai skiriasi nuo sudėtingų matematinių metodų.

2. SAW metodas

Skaiciuojama visų rodiklių įverčių normalizuotų reikšmių suma S_j kiekvienam j -m objektui. Ji nustatoma pagal formulę:

$$S_j = \sum_{i=1}^m \omega_i r_{ij}; \quad (21)$$

čia ω_i – i -o rodiklio svarbos koeficientas; r_{ij} – i -o rodiklio normalizuota reikšmė j -m objektui.

Pradinių duomenų normalizavimas šiuo atveju atliekamas pagal formulę:

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}'}{\sum_{i=1}^n r_{ij}'}; \quad (22)$$

čia r_{ij}' – i -o rodiklio reikšmė j -am objektui.

Apytikriams skaičiavimams galima priimti, kad visų rodiklių įverčiai yra vienodi, t. y.

$\omega_i = \frac{1}{16} = 0,0625$. Geriausią kriterijaus S_j reikšmę yra tada, kai ji didžiausia.

3. Geometrinių vidurkių metodas

Visų rodiklių normalizuotų reikšmių geometrinis vidurkis Π_j (metodas GV) nustatomas pagal formulę [17]:

$$\Pi_j = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m \omega_i r_{ij}} \quad (23)$$

Objektų prioritetų seka, nustatyta remiantis (21) formule, nepriklauso nuo rodiklių įverčių ω_i , todėl šis dydis į formulę gali būti neįjungiamas. Geriausia kriterijaus Π_j reikšmė – didžiausia.

6.2. Šilumvežių naudojimo naudingumo kriterijaus apskaičiavimas

Vertinimui naudojami penki nagrinėjamų prekinų lokomotyvų vertinimo kriterijai:

- 1) didžiausia įmanoma vežti traukinio masė, t;
- 2) lyginamosios degalų sąnaudos, g/kWh;
- 3) TP-3 atlikimo kaina, Lt;
- 4) ER-1 atlikimo kaina, Lt;
- 5) lyginamoji tarša, kg/t.

Svarbos koeficientas r_y priimamas kriterijams:

- 1) didžiausia įmanoma vežti traukinio masė – 0,10;
- 2) lyginamosios degalų sąnaudos - 0,30;

Likusiems kriterijams priimamas vienodas svarbos koeficientas – 0,20, t. y. visi likusieji kriterijai vienodai svarbūs. Sudaroma daugiakriterinio vertinimo 6.1 lentelė.

6.1 lentelė. Daugiakriterinio vertinimo lentelė

Kriterijus	Šilumvežio serija				r_y
	2M62	2M62K	2M62M	ER20CF	
Didžiausia įmanoma vežti traukinio masė, t	3800	3800	5000	6000	0,10
Lyginamosios degalų sąnaudos, g/kWh	233	226	206	200,5	0,30
TP-3 atlikimo kaina, Lt	7959	6747	5821	3230	0,20
ER-1 atlikimo kaina, Lt	17911	13690	12415	5860	0,20
Lyginamoji tarša, kg/t	183	162	171	59	0,20

Šilumvežių serijos pažymimos alternatyvomis A_i :

- a) 2M62 – A_1 ;
- b) 2M62K – A_2 ;
- c) 2M62M – A_3 ;
- d) ER20CF – A_4 .

Šilumvežių serijų vertinimo kriterijai pažymimi rodikliais R_j :

- a) didžiausia įmanoma vežti traukinio masė – R_1 ;
- b) lyginamosios degalų sąnaudos – R_2 ;
- c) TP-3 atlikimo kaina – R_3 ;
- d) ER-1 atlikimo kaina – R_4 ;
- e) Lyginamoji tarša – R_5 .

$R=1$ imami geriausi rodikliai iš visų LG prekių šilumvežių (šiuo atveju ER20CF rodikliai yra geriausi), šio tyrimo (vertinimo) tikslo funkcija $R_j \rightarrow 1$. Šilumvežių ir kriterijų žymėjimas parodytas 6.2 lentelėje.

6.2 lentelė. Šilumvežių ir kriterijų žymėjimo reikšmės.

Rodiklis	Alternatyva				r_y
	A_1	A_2	A_3	A_4	
R_1	0,60	0,60	0,8	1,00	0,10
R_2	0,86	0,89	0,97	1,00	0,30
R_3	0,41	0,48	0,55	1,00	0,20
R_4	0,33	0,43	0,47	1,00	0,20
R_5	0,32	0,36	0,35	1,00	0,20

6.2.1. Apskaičiavimas vietų sumos metodu

Nustatomos tyrimo objektų vietos pateiktos 6.3 lentelėje.

6.3 lentelė. Objektų vietos

Rodiklis	Alternatyva				r_y
	A_1	A_2	A_3	A_4	
R_1	3,5	3,5	2	1	0,10
R_2	4	3	2	1	0,30
R_3	4	3	2	1	0,20
R_4	4	3	2	1	0,20
R_5	4	2	3	1	0,20

Sumuojamos 6.3 lentelės objektų vietos:

$$A1 = A_1R_1 + A_1R_2 + A_1R_3 + A_1R_4 + A_1R_5 = 3,5 + 4 + 4 + 4 + 4 = 19,5;$$

$$A2 = A_2R_1 + A_2R_2 + A_2R_3 + A_2R_4 + A_2R_5 = 3,5 + 3 + 3 + 3 + 2 = 14,5;$$

$$A3 = A_3R_1 + A_3R_2 + A_3R_3 + A_3R_4 + A_3R_5 = 2 + 2 + 2 + 2 + 3 = 11;$$

$$A4 = A_4R_1 + A_4R_2 + A_4R_3 + A_4R_4 + A_4R_5 = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5.$$

čia A_iR_y – objekto vieta, A_i – šilumvežio serijos rodiklis, R_y – šilumvežio serija.

6.2.2. Geometrinio vidurkio metodas

Duomenų normalizavimui imami iš 6.2 lentelės ir apskaičiuojami pagal formulę:

$$N_{11} = \frac{A_1 R_1}{A_1 R_1 + A_2 R_1 + A_3 R_1 + A_4 R_1} = \frac{0,6}{0,6 + 0,6 + 0,8 + 1} = 0,2;$$

čia N_{11} – normalizuoti duomenys iš objektų vietų $A_1 R_1$.

Duomenų normalizavimo GV metodui sudaroma 6.4 lentelė.

6.4 lentelė. Duomenų normalizavimas GV metodui

Rodiklis	Alternatyva				r_y
	A_1	A_2	A_3	A_4	
R_1	0,2	0,2	0,27	0,33	0,10
R_2	0,23	0,24	0,26	0,27	0,30
R_3	0,17	0,20	0,23	0,41	0,20
R_4	0,15	0,19	0,21	0,45	0,20
R_5	0,16	0,18	0,17	0,49	0,20

GV kriterijus apskaičiuojamas pagal formulę:

$$G_1 = \sqrt[5]{A_1 R_1 \cdot A_1 R_2 \cdot A_1 R_3 \cdot A_1 R_4 \cdot A_1 R_5} = \sqrt[5]{0,2 \cdot 0,23 \cdot 0,17 \cdot 0,15 \cdot 0,16} = \sqrt[5]{0,00018768} = 0,18;$$

$$G_2 = 0,13;$$

$$G_3 = 0,22;$$

$$G_4 = 0,38.$$

6.2. Paprastojo rodiklių įvertinimo (SAW) metodas

Skaičiavimams naudojami normalizuoti duomenys. Apskaičiuojamas SAW kriterijus S_n pagal formulę:

$$S_1 = N_{11} \cdot r_1 + N_{12} \cdot r_2 + N_{13} \cdot r_3 + N_{14} \cdot r_4 + N_{15} \cdot r_5 =$$

$$= 0,2 \cdot 0,1 + 0,23 \cdot 0,3 + 0,17 \cdot 0,2 + 0,15 \cdot 0,2 + 0,16 \cdot 0,2 = 0,02 + 0,069 + 0,034 + 0,03 + 0,032 = 0,185$$

$$S_2 = 0,206$$

$$S_3 = 0,232$$

$$S_4 = 0,394$$

Sudaroma suvestinė 6.5 lentelė.

6.5 lentelė. Suvestinė metodų lentelė.

Alternatyvos	Metodo pavadinimas						Vietų vidurkis	Vieta
	SV		GV		SAW			
	Vieta	Reikšmė	Vieta	Reikšmė	Vieta	Reikšmė		
A1	4	19,5	3	0,18	4	0,185	3,67	4
A2	3	14,5	4	0,13	3	0,206	3,33	3
A3	2	11	2	0,22	2	0,232	2	2
A4	1	5	1	0,38	1	0,394	1	1

IŠVADOS:

1. Pagal visus šilumvežių daugiakriterinio vertinimo (VS, GV, ir SAW) metodus, geriausias yra ER20CF serijos šilumvežis, antroje vietoje yra 2M62M serijos šilumvežis, trečioje – 2M62K, ketvirtoje – 2M62 serijos šilumvežis.

2. Siekiant gauti išsamesnius šilumvežių vertinimų tyrimų rezultatus, skaičiavimams galima parinkti daugiau kriterijų, pvz.: išlaidos DU, valandinės išlaidos degalams ir alyvai, išlaidos VDV lokomotyvo techninei priežiūrai.

7. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. 2M62 serijos šilumvežio modernizavimo M2 tiek laiko, tiek ir lėšų sąnaudos yra 2 kartus didesnės, nei atliekant šilumvežiui modernizavimą M1.
2. Pagal LG specialistų atliktus skaičiavimus gauta, kad išleistų modernizavimui M1 ir M2 lėšų skirtumas eksploatuojant modernizuotus 2M62M serijos šilumvežius pasidengia, nes 2M62K serijos šilumvežio eksploatacinės išlaidos 1,4 karto didesnės nei 2M62M serijos šilumvežio.
3. Apibendrintos 2M62M serijos šilumvežio eksploatacinės sąnaudos po modernizavimo M2 yra apie 1,2 % mažesnės nei seno arba šilumvežio po modernizavimo M1 (autorius neįvertina šilumvežiais atliekamos krovinių apyvartos), tačiau 2M62M serijos šilumvežiai gali vežti krovinius mažesniu šilumvežių skaičiumi, t. y. 50 senų 2M62 serijos šilumvežių pakeičia 29 modernizuoti 2M62M serijos šilumvežiai, nes jie apie 1,2 karto galingesni ir patikimesni. Būtina pabrėžti, kad abiejų šių serijų šilumvežių eksploatacinis laikas yra vienodas – 10 metų.
4. Eksploatuojant 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijos šilumvežius vietoj senųjų 2M62, sutaupoma degalų (atitinkamai 28 %, 44 % ir 49%), alyvos (atitinkamai 55 %, 14 % ir 75 %) ir techninių priežiūrų (atitinkamai 11 %, 60 % ir 66 %) išlaidoms. 2M62M ir ER20CF šilumvežiams valdyti vietoj mašinisto ir padėjėjo pakanka vieno mašinisto. Tokiu būdu sutaupoma atitinkamai 41 % ir 35% išlaidų darbo užmokesčiui.
5. Vietoj didžiausios 2M62 serijos lokomotyvu įmanomos vežti 3800 t sąstato masės, prekiniais lokomotyvais 2ER20CF galima vežti iki 6000 t, t. y. 1,6 karto daugiau.
6. Mokesčiai už taršą 2M62 serijos šilumvežiams maždaug 66% didesni nei 2M62K, 2M62M ir ER20CF serijų šilumvežiams. Naujiesiems šilumvežiams taikomi mažesni mokesčio tarifo koregavimo koeficientai, nes jų vidaus degimo varikliai yra naujos kartos, mažiau teršia aplinką, o be to jų išmetamųjų dujų sistemose yra įrengti suodžių filtrai.
7. Pagal visus tris naudotus šilumvežių daugiakriterinio vertinimo (VS, GV, ir SAW) metodus, geriausias yra ER20CF serijos šilumvežis, antroje vietoje yra 2M62M serijos šilumvežis, trečioje – 2M62K, ketvirtoje – 2M62 serijos šilumvežis.
8. Siekiant sumažinti eksploatacines išlaidas degalams, būtina peržiūrėti ir atitinkamai pakeisti prekinį traukinių eismo tvarkaraščių tarpstočių pravažavimo laikus, nes dabartinis eismo tvarkaraštis yra numatytas važiuoti iki 2500 t masės traukiniams.. Tuo tarpu 3500 t ir didesnės masės traukiniams numatyti kiti tvarkaraščiai, kuriuose tarpstočių pravažavimo laikas prailgintas. Jei traukinio masė sudaro 3450 t, traukinys tarpstočius turi pravažiuot lygiai per tą patį laiką kaip ir 2500 t masės traukinys, dėl ko atsiranda važiavimo paskubos minutės ir pereikvojamas dyzelinas.
9. Siekiant išvengti degalų pereikvojimo, būtina pakoreguoti LG techninių priežiūrų ir remonto technologinius procesus, įvedant papildomas degalų sistemų apžiūras ir patikras.

LITERATŪRA

1. AB „Lietuvos geležinkeliai“. 2008-2010 metinė ataskaita. Vilnius. 46 p.
2. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Radviliškio lokomotyvų depo pagrindinių ūkinės veiklos rodiklių plano vykdymas. Radviliškio lokomotyvų depas. 2004-2008. 13 p.
3. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Traukos riedmenų ridos registracijos žurnalas. Vilniaus lokomotyvų depas. 2004-2008, 189 p.
4. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Lokomotyvų panaudojimo paros suvestinės. Vilniaus lokomotyvų depas, Radviliškio lokomotyvų depas. 2010, 206 p.
5. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Lokomotyvų neplaninių remontų ataskaita. Vilniaus lokomotyvų depas. 2004-2010, 156 p.
6. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Lokomotyvų planinių remontų ataskaita. Vilniaus lokomotyvų depas. 2004-2010, 114 p.
7. AB „Lietuvos geležinkeliai“ generalinio direktoriaus 2010-05-07 įsakymas Nr. Į-270 *Del tepimo medžiagų ir aušinimo skysčių naudojimo traukos riedmenyse ir savaeigiuose sąstatuose*. Lietuvos geležinkeliai. 2010, 10 p.
8. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Tepimo medžiagų naudojimo lokomotyvuose ir savaeigiuose sąstatuose instrukcija T/208, 90 p.
9. Lingaitis L. P. 2003. Riedmenų patikimumas, riedmenų senėjimo kontrolė. Užsakomasis tiriamasis darbas. Vilnius,. 58 p.
10. LAND 18-2003/M-03 „Teršalų, išmetamų į atmosferą iš šilumvežių ir dyzelinių traukinių, vertinimo metodika” Aplinkos ministerijos ministro 2003-12-24 įsakymas Nr.715.
11. Lietuvos Respublikos Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymo pakeitimo įstatymas. 2002 m. sausio 22 d. Nr. IX-720, Vilnius (Žin., 1999, Nr. 47-1469; 2000, Nr. 90-2774).
12. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2000 m. sausio 18 d. nutarimas Nr. 53 (Žin., 2000, Nr. 6-159; 2002, Nr. 92-3934).
13. MAV SZOLNOKI JARMUJAVITI KFT „Litovskaja železnaja doroga, techničieskoje opisane dizelia- elektrovoza 2M62 serii 1700 kBT“, 2005. Solnok, 66 p.
14. Šakalys A. 2004. Lietuvos transporto ir tranzito plėtros strategija. Projektas. Vilnius,. 255 p.
15. Skaržauskas V., Čygas D., Baltrėnas P., Paliulis D. Teršalų išmetamų į aplinkos orą iš geležinkelių riedmenų, vertinimas. Mokslo – tiriamasis darbas. Vilnius, 108 p.
16. Interneto prieiga: <http://www.litrail.lt>.

17. Daugiakriteriniai vertinimo metodai. 2010-05-02. Interneto prieiga http://www.fh-stralsund.de/dokumentenverwaltung/dokumanagement/psfile/file/88/Beispiel_f472f41425f868.pdf.
18. Šilumvežis M62M. 2010-04-14. Interneto prieiga http://www.railpolska.pl/privfiles/1/pliki_do_pobrania/eng/RAIL_lokomotywa_ulotha_ANG.pdf.
19. Lenkijos geležinkeliai. 2010-04-14. Interneto prieiga <http://www.railpolska.pl/63.xml>.
20. Latvijos geležinkeliai. Metinė ataskaita. 2010-04-14. Interneto prieiga http://www.ldz.lv/texts_files/2005_parskats_ru.pdf.
21. Latvijos geležinkeliai. 2010-03-18. Interneto prieiga http://www.ldz.lv/?object_id=1866.
22. Rusijos geležinkelių vežimai. 2010-05-10. Interneto prieiga <http://www.gruztraf.ru/gruzoperevozki47.php>.
23. Daugpilio lokomotyvų remonto gamykla. 2010-04-20. Interneto prieiga <http://www.d-pils.lv/news/2/254686>.
24. Latvijos geležinkeliai. Modernizacija <http://www.chas-daily.com/win/2007/03/12/bd006.html?r=5&>
25. 2M62 serijos šilumvežiai. 2010-03-10. Interneto prieiga <http://www.perecheek.narod.ru/>.
26. Geležinkelių sistemos. 2010-03-15. Interneto prieiga www.gelsistemas.lt.
27. Kolomnos gamykla. 2010-02-05. Interneto prieiga www.kolomnadiesel.com.

PRIEDAI

ŠILUMVEŽIŲ 2M62 MODERNIZACIJOS PROJEKTŲ TECHNINIS PALYGINIMAS

Šilumvežio mazgai	Modernizacijos projektas	
	su 5-26DG varikliu	su CATERPILLAR varikliu
1	2	3
Dyzelinis variklis	keičiamas į keturtaktį D49 (1470 kW, 750 aps./min), be elektroninio degalų įpurškimo ir be elektroninės valdymo ir reguliavimo sistemos	keičiamas į keturtaktį 3512 B (1700 kW, 1800 aps/min.), su elektroniniu degalų įpurškimu bei elektronine valdymo ir reguliavimo sistema
Traukos generatorius	lieka tas pats remontuojamas, lieka ta pati sužadinimo sistema ir ventiliatorius	keičiamas į naują kintamos srovės su lygintuvu, sužadinimo sistema ir ventiliatoriumi
Traukos elektros varikliai	remontuojami, aušinimo ventiliatoriai mašinų skyriuje lieka tie patys	remontuojami, aušinimo ventiliatoriai lieka tiekiami patys, tačiau naujos pavaros nuo hidrovarelių leis jų našumą reguliuoti priklausomai nuo traukos variklių įkaitimo
Degalų sistema	vamzdynas keičiamas, degalų tiekimo siurblys remontuojamas	vamzdynas keičiamas, degalų tiekimo siurblys yra kartu su varikliu
Alyvos sistema	<i>vamzdynas keičiamas, įdiegiamas naujas alyvos valymo filtras, šilumokaitis remontuojamas</i>	<i>visa nauja alyvos sistema, įskaitant siurblius, filtrus ir šilumokaičius, surinkta ant dyzelinio variklio</i>
Oro tiekimo sistema	keičiama į naują su tarpiniu oro aušinimu, montuojami nauji oro filtrai	keičiama į naują su tarpiniu oro aušinimu, montuojami nauji oro filtrai
Dujų išmetimo sistema	duslintuvas ir stogas virš variklio keičiami naujais	duslintuvas keičiamas nauju, stogas priderinamas
Aušinimo skysčio sistema	aušinimo kamera remontuojama, radiatorių sekcijos keičiamos analogiškoms naujomis, kolektoriai keičiami naujais, ventiliatorius lieka tas pats remontuojamas, vandens bakas keičiamas analogišku nauju su vandens lygio davikliu	aušinimo kamera remontuojama, naujas ventiliatoriaus ratas su pavara nuo hidrovarelio (difuzorius priderinamas), radiatorių sekcijos remontuojamos, esami kolektoriai ir vandens bakas priderinami, sistemoje sumontuojamas šildytuvas variklio pašildymui prieš užvedant ir šilumvežiui stovint prie minusinės lauko temperatūros
Aukštos įtampos kamera	visi aparatai keičiami analogiškais naujais	montuojama elektroninė valdymo ir reguliavimo įranga, visi elektros aparatai keičiami šiuolaikiškais naujais, išskyrus aukštos įtampos įrenginius: reversorių, važiavimo kontaktorius, traukos variklių sužadinimo lauko silpninimo kontaktorius
Stabdžių įrenginiai	lieka tie patys, remontuojami, kompresorius lieka tas pats, kabinoje įmontuojamas stabdžių blokavimo įrenginys	visa įranga lieka ta pati, remontuojama, kompresorius keičiamas į naują rotacinį su nepriklausoma nuo dyzelinio variklio sūkių pavara

1	2	3
Pagalbinės įrangos pavaros	išlieka mechaninės, remontuojamos, išskyrus naujas pavaras į priekinį ir į galinį reduktorius	reduktoriai ir visos mechaninės pavaros demontuojamos, visų pagalbinių įrenginių: kompresoriaus, traukos generatoriaus ir lygintuvo ventiliatoriaus, traukos variklių ventiliatorių, akumuliatorių įkrovimo generatoriaus, aušinimo kameros ventiliatoriaus hidraulinių variklių pavaros
Mašinisto kabina	kabina atnaujinama, montuojamos naujos kėdės, nauji priekinių stiklų valytuvai ir apiplovimas, šildomi galinio vaizdo veidrodėliai. Valdymo pultas atnaujinamas, radijo stotis ir signalizacija keičiama nauja, tačiau visa kita valdymo įranga išlieka ta pati. Keičiamos apdailos medžiagos ir triukšmo garso izoliacija.	kabina atnaujinama, valdymas pritaikomas vienam asmeniui, įrengiamas naujas valdymo pultas su naujais valdymo ir informaciniais prietaisais. Montuojama: nauji priekinių stiklų valytuvai su elektrine pavara ir apiplovimas, roletai ??? nuo saulės, šildomi galinio vaizdo veidrodėlius, šildymo vėdinimo įrenginys, mašinisto kėdė, o taip pat šaldytuvas ir elektros plytelė vienoje iš dviejų 2M62 šilumvežio kabinų. Keičiamos apdailos medžiagos ir triukšmo garso izoliacija. Signalizacijos ir ryšio įranga išlieka ta pati
Rėmas, kėbulas ir kita nekeičiama įranga	rėmui, kėbului ir kitai nekeičiamai įrangai atliekamas kapitalinis remontas	rėmui, kėbului ir kitai nekeičiamai įrangai atliekamas kapitalinis remontas

SIŪLOMOS NAUDOTI TEPIMO MEDŽIAGOS IR AUŠINIMO SKYSČIAI

Eil. Nr.	Riedmenys	Tepimo medžiagos ir aušinimo skysčiai
1	2	3
Variklinė alyva		
1.	2M62 2M62K	Išvardintiems riedmenims, naudoti vieną alyvą (pvz. M14G2CS), kuri atitiktų šiuos fizikinius ir cheminius rodiklius: - kinematinė klampa prie +100 ⁰ C, (13,5 – 15) mm ² /s; - peleningumas su priedais nedidesnis kaip 1,5%; - pliūpsnio temperatūra atvirame tigelyje ne žemesnė kaip 215 ⁰ C; - sustingimo temperatūra ne aukštesnė kaip – 10 ⁰ C; - tankis esantis +20 ⁰ C ne didesnis kaip 910 kg/m ³ - bendrasis šarmo skaičius ne mažesnis kaip 9 mg KOH/g; Ar arba analogas, kuris atitinka gamyklos gamintojos nustatytus reikalavimus.
2.	2M62M ER20CF	Išvardintiems riedmenims naudoti alyvą, kuri atitiktų tokius reikalavimus: - klampumo klasė SAE 10W40 arba 5W30; - specifikacijos: ACEA E4, Caterpillar ECF-(1, 1a, 2 arba 3), MAN 3277; - MTU arba MTU 3.1 kokybės kategorija; - būtų įtrauktos į MTU ir MAN variklių gamintojų skysčių ir alyvų tinkamų visiems komerciniams varikliams, tame tarpe ir MTU 6H 1800 bei MAN D2876 serijos dyzeliniams varikliams sąrašą;
Hidraulinė alyva		
3.	2M62M ER20CF	Išvardintų riedmenų hidrostatikos sistemoje naudoti vieną alyvą (pvz. SHELL TELLUS T46) arba analogą, kuris atitiktų tokius reikalavimus: - klampumo klasė ISO VG 46; - atitikti standartus ISO 6743/4 HV ar DIN 51524-3 HVLP kvalifikacijos alyvą; - klampos indeksas ne mažesnis kaip 140; - stingimo temperatūra žemesnė nei – 38 ⁰ C;
Ašinė alyva		
4.	2M62 2M62K 2M62M	Naudoti visasezoninę biologiškai įrią alyvą (pvz. „NESTEBIOTERAOLY“) arba analogą, kuris atitiktų tokius fizikinius ir cheminius reikalavimus: - biologiškai iri, degradacijos laipsnis esant kontaktui su gruntu ne daugiau kaip 30 dienų; - kinematinė klampa prie +50 ⁰ C, ne mažesnė kaip 28 mm ² /s; - dinaminė klampa prie - 20 ⁰ C ne didesnė kaip 100 Pa*s - pliūpsnio temperatūra atvirame tigelyje ne žemesnė kaip 125 ⁰ C; - stingimo temperatūra ne aukštesnė kaip – 35 ⁰ C; - mechaninių priemaišų kiekis ne didesnis kaip 0,07%; - vandens kiekis ne didesnis kaip 0,4%.
Kompresorinė alyva (stūmokliniams kompresoriams)		
5.	2M62 2M62K	Stūmokliniams kompresoriams naudoti vieną alyvą (pvz. KS-19) arba analogą, kuris atitiktų tokius reikalavimus: - kinematinė klampa prie +100 ⁰ C, (18 – 22) mm ² /s; - peleningumas be priedų ne didesnis kaip 0,005%; - pliūpsnio temperatūra atvirame tigelyje ne žemesnė kaip 260 ⁰ C; - stingimo temperatūra ne aukštesnė kaip – 15 ⁰ C; - tankis esantis +20 ⁰ C ne didesnis kaip 905 kg/m ³ ; - rūgšties skaičius ne didesnis kaip 0,02 KOH/g alyvos;

1	2	3
		- koksioškumas ne didesnis kaip 0,5%; - korozija ant švino plokštelių ne didesnė kaip 10 g/m²;
Kompresorinė alyva (sraiginiams kompresoriams)		
6.	ER20CF	Sraiginiams kompresoriams naudoti vieną alyvą (pvz. Anderol arba 3057M) ar analogą, kuris atitiktų tokius reikalavimus: - klampumo klasė ISO 46/48, klampumo indeksas ne mažesnis kaip 110; - pliūpsnio temperatūra atvirame tigelyje ne žemesnė kaip 260 °C; - stingimo temperatūra žemesnė kaip – 30 °C; - rūgšties skaičius ne didesnis kaip 0,05 KOH/g alyvos; - savybės atitinka sraiginių kompresorių gamyklos gamintojos nustatytus reikalavimus.
Kompresorinė alyva (rotoriniams kompresoriams)		
7.	2M62M	Rotoriniams kompresoriams naudoti vieną alyvą (pvz. Rotoroll 8000 F4) ar analogą, kuris atitiktų tokius reikalavimus: - klampumo klasė ISO 100, ASTM D-2422 +68; - klampumo indeksas ne mažesnis kaip 190 pagal ASTM D 445; - kinematinė klampa prie +40°C, ne mažesnė kaip 80 mm²/s; - kinematinė klampa prie +100°C, ne mažesnė kaip 15 mm²/s; - pliūpsnio temperatūra atvirame tigelyje ne žemesnė kaip 240 °C; - stingimo temperatūra žemesnė kaip – 40 °C; Savybės atitinka rotorinių kompresorinių Ganzair gamyklos nustatytas specifikacijas.
Reduktorinė alyva (traukos reduktoriaus)		
8.	2M62 2M62K 2M62M	Naudoti konsistencinį tepalą (pvz. MOL ALUGEAR LKP000) arba analogą, kuris atitiktų tokius reikalavimus: - NLGI klasė; - DIN 51502: GPF000E-25; - ISO 6743-9: L-XBBEB 000; - kinematinė klampa prie +40°C, ne mažesnė kaip 280 mm²/s; - temperatūrinis diapazonas – 25 °C + 90 °C; - tinkamas uždarams reduktorių sistemoms lokomotyvuose;
9.	ER20CF	Lokomotyvų ER20CF traukos reduktoriuose naudoti sintetinę reduktorinę alyvą (pvz. Mobil Synthetic Gear Oil 75W90) arba analogą atitinkantį šiuos pagrindinius analogus: - klampumo klasė SAE 75W90; - API GL-5 klasė; - klampumo indeksas ne mažesnis kaip 140; - kinematinė klampa prie +40°C, ne mažesnė kaip 114 mm²/s; - kinematinė klampa prie +100°C, ne mažesnė kaip 15 mm²/s; - tankis esantis +15 °C ne didesnis kaip 860 kg/m³; - pliūpsnio temperatūra atvirame tigelyje ne žemesnė kaip 200 °C; - sustingimo temperatūra ne žemesnė kaip – 35 °C;
Aširačių antbriaunių tepimo alyva		
10.	2M62K 2M62M	Aširačių antbriaunių tepimui naudoti vieną alyvą (pvz. Molyduval Alessa EC 5) arba analogą, kuris atitinka tokius reikalavimus: - NLGI klasė pagal DIN 51818: 000; - klampumo klasė ISO VG 32/46; - naudojimo temperatūra nuo – 30 °C iki + 50 °C;

1	2	3
		- biologinis irumas didesnis kaip 80%; - kietųjų tepalų kiekis, daugiau kaip 5%; - tinkama naudoti Fluilub, Delimont antibriaunių tepimo sistemose, turinčiose pneumatinį išpurškimą.
Aušinimo skystis		
11.	2M62M	Riedmenų aušinimo sistemose naudoti vieną aušinimo skystį (pvz. Glysantin G48) ar analogą, kuris atitiktų tokius reikalavimus: - turėtų MAN 324 SNF, MTU 5048 ir EC-1 (ar bent ASTM D4985-05) specifikaciją; - būtų įtauktas į MTU ir MAN variklių gamintojų skysčių ir alyvų tinkamų visiems komerciniams varikliams tame tarpe ir MTU 6H 1800 bei MAN D2876 serijos dyzeliniams varikliams sąrašą.
Tepalas ašidėžėms, guoliams ir kitiems mazgams		
12.	2M62 2M62K 2M62M	Naudoti „Buksol“ tepalą arba jo analogą.