



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

PREKINIŲ TRAUKINIŲ LOKOMOTYVŲ TECHNINIŲ IR EKSPLOATAČINIŲ PARAMETRŲ ANALIZĖ IR VERTINIMAS

Stanislav Kosovski¹, Henrikas Sivilevičius²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹kstanislavas@gmail.com, ²henrikas.sivilevicius@vgtu.lt

Santrauka. Geležinkelio transporto sistemoje norint užtikrinti modernų, patikimą ir kokybišką keleivių bei krovinių vežimą nuolat diegiamos naujovės. Straipsnyje pateikiami prekinii lokomotyvų techniniai ir eksploataciniai parametrai, analizuojamos planinių ir neplaninių remontų sąnaudos. Taip pat tiriama kelio profilio, sąstato masės bei važiavimo greičio įtaka lokomotyvų degalų sąnaudoms. Pateikiama AB „Lietuvos geležinkeliai“ prekinii lokomotyvų parko ir degalų sąnaudų lyginamoji analizė. Šie duomenys gali būti naudojami mažinant išlaidas degalams.

Reikšminiai žodžiai: geležinkelio transportas, lokomotyvas, eksploatacinės išlaidos, lyginamosios degalų sąnaudos, analizė, lokomotyvų modernizacija.

Įvadas

Pagrindinis geležinkelių transporto uždavinys – krovinių ir keleivių vežimas, užtikrinant saugų infrastruktūros eksploatavimą, laikantis saugumo standartų reikalavimų (Rao, Tsai 2007). Kai kurie tyrėjai ieško būdų, leidžiančių pagerinti keleivių vežimą (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2012). Geležinkelio transportas atlieka perspektyvią ir konkurencingą veiklą, kuri yra reikšminga sprendžiant šalies transporto sistemos problemas, mažindamas didėjančias automobilių eismo apkrovas kelių dangos konstrukcijai bei eismo jais intensyvumą, aplinkos taršą, didindamas eismo keliais saugumą (Maskeliūnaitė, Sivilevičius 2009). Eismo saugumui užtikrinti geležinkeliuose diegiamos kelio kontrolės, signalizacijos ir traukinių valdymo, komunikacijos sistemos (Hamilton, Edwards & Kelcey 2009). Būtina sąlyga riedmenims važiuoti yra tinkama geležinkelio infrastruktūra t.y. geležinkelio keliai, statiniai, pagrindinė įranga eismui organizuoti, valdyti bei eismo saugumui užtikrinti. Kuriami modeliai geležinkelio sankasos eksploatacinėms savybėms (po judančiu krūviu) vertinti (Ho *et al.* 2009). Kylant naftos, elektros ir dujų kainoms, yra būtina ieškoti būdų, kaip gyventi taupiau. Investuojama į technines,

organizacines, technologines priemones, tobulinamas valdymas, taupome energetiniai resursai, atliekami makroekonominiai transporto infrastruktūros plėtojimo vertinimai (Macheret *et al.* 2010). Didžiausia AB „Lietuvos geležinkeliai“ (LG) pajamų dalį (apie 90%) sudaro pajamos, gautos už krovinių vežimą (Steišūnas, Bureika 2012). Kadangi keleivių vežimas Lietuvos geležinkeliais yra nuostolingas, todėl ypač svarbu įmonei turėti pakankamo dydžio prekinii lokomotyvų ir vagonų parką (Vaičiūnas, 2001). Taip pat svarbu, kad traukos lokomotyvai būtų geros būklės (Bureika, 2011).

Šiandien veiksmingai gali funkcionuoti tik toks geležinkelis, kuris geriausiai tenkina visuomenės poreikius. Didėja pervežimų apimtys ir greičiai, ir lokomotyvų galingumas. Didėjant traukinio judėjimo greičiui, didėja ir variklio reikiamas galingumas, todėl ir degalų sąnaudos taip pat didėja. Degalų sąnaudos, kurių reikia sąstatui vilkti, priklauso nuo daugelio veiksnių: kelio profilio, sąstato masės ir važiavimo greičio, lokomotyvo galingumo ir ekonomiško, vagonų ir lokomotyvo būklės (Lingaitis 1999). Įtakos dar turi alyvos, naudojamos vidaus degimo varikliuose, kokybė. Pagrindiniai veiksniai leidžiantis padidinti efektyvumą naudojant modifikuotą

alyvą. Jį naudojant galima iki 2,6 % mažiau sunaudoti kuro 1,58 katro sumažinti detalių susidėvėjimą (Prosvirov, Petukhov 2011).

Svarbiausias geležinkelių transporto privalumas, jį lyginant su kitomis transporto rūšimis, yra santykiečiai nedidelė degalų sąnauda, tenkančios darbo vienetui jis matuojamas tona kilometro bruto (tkm). Iki 2009 metų buvo atliktos 28 prekinųjų lokomotyvų modernizacijos ir įsigyti 44 SIEMENS ER20CF prekiniai lokomotyvai. Naujų prekinųjų lokomotyvų įsigijimas – tai dar vienas būdas LG efektyviau ir racionaliau vežti krovinius (Steišūnas, Bureika 2012). Eksploatuojant naujos kartos Siemens ER20CF serijos lokomotyvus, dyzelino sąnauda yra 40–45 % mažesnė negu nemodernizuoto 2M62 šilumvežio. Taip pat padidėjo traukiamo sąstato masė padidėjo nuo 4200 iki 6000 t. Sumažėjo techninės priežiūros ir remonto darbų apimtys, pagerėjo mašinistų darbo ir ergonomikos sąlygos (Steišūnas, Bureika 2012). Nepaisant šių investicinių projektų, didžiausią dalį prekinųjų lokomotyvų sąnaudų struktūroje sudaro išlaidos degalams apie (84%).

Darbo tikslas – užtikrinti prekinųjų lokomotyvų 2M62M ir ER20CF degalų sąnaudas ir atlikti jų analizę pasiūlyti būdus šioms sąnaudoms mažinti.

Prekinųjų lokomotyvų techniniai ir eksploataciniai parametrai

Prekinųjų lokomotyvų tinkamumą naudoti rodo techniniai ir eksploataciniai parametrai, kurie gali būti valdomieji ir nevaldomieji (1 ir 2 lentelė).

Degalų sąnauda. Prekinųjų lokomotyvų eksploatacinius parametrus sudaro:

- degalai (84,0 %);
- eksploatacinės ir konstrukcinės medžiagos bei at-sarginės detalės (7,0 %);
- remonto darbai (3,0 %);
- kiti (6,0%).

1 lentelė. Lokomotyvo techniniai parametrai

Valdomieji	Nevaldomieji
Tipas	Gabaritas
Valdymo sistema	Ašių formule
Galingumas	Minimalius pravažiuo-jamų krevinių spindulys
Ratų sukabinimas su bėgiais	Kėbulo tipas
Kuro bako talpa	Vežimėlių tipas
Smėlio atsargų talpyklos tūris	Konstrukcinis greitis
Masė	Traukos įrenginių para-metrai
Stabdžių tipas	

Vienas pagrindinių eksploatacinių prekinųjų lokomo-tyvų parametrų yra degalų sąnauda. Jos ypač svarbios nuolat brangstant naftos produktams. Nuo degalų sąnau-dų priklauso pervežimų kaina, įmonės pelnas.

Degalų sąnauda, kurių reikia sąstatui traukti, pri-klauso nuo šių veiksnių: kelio profilio, sąstato masės, sąstato ašių skaičiaus, važiavimo greičio, lokomotyvo galingumo, valdymo režimo, ekonomiškumo, sustojimų skaičiaus. Lokomotyvų degalų sąnauda priklauso ir nuo variklio tuščiosios eigos sąnaudų.

Kelio profilio įtaka lokomotyvų degalų sąnaudoms. Kai kelyje yra įkalnių, lokomotyvui reikia jas įveikti. Todėl važiuojant įkalne reikia suteikti potencinę energi-ją E_p , kuri lygi (Lingaitis 1999):

$$E_p = m \cdot g \cdot h, \quad (1)$$

čia m – sąstato masė, t; g – laisvo kritimo pagreitis, 9,8 m/s²; h – įkalnės aukštis, m.

Traukinio potencinei energijai didinti naudojama degalų energija, todėl važiuojant įkalne šilumvežis su-naudoja daugiau dyzelino. Dar vienas kelio elementas, turintis įtakos šilumvežių degalų sąnaudoms, – kelio kreivės. Kuo geležinkelio ruože daugiau krevinių ir kuo mažesni jų spinduliai, tuo antbriaunio trintis su bėgiais yra didesnė. Dėl to padidėja lokomotyvo degalų sąnau-dos.

Sąstato masės įtaka lokomotyvų degalų sąnau-doms. Lokomotyvas, vežantis krovinius, sunaudoja gero-kai daugiau degalų, negu važiuojantis vienas arba velkantis tuščius vagonus. Sąstato masė degalų sąnau-doms turi įtakos visų pirma dėl jo skirtingo skaičiaus, nulemiančio ratų sankibę su bėgiais. Jėga, veikianti visą laiką judant vagonui, yra trinties jėga F bėgiams. Kuo di-desnė vežamo sąstato masė, tuo didesnė trinties jėga F . Tai sudaro papildomas šilumvežio degalų sąnaudas trin-ties jėgai įveikti. Daugiausia degalų sunaudojama trauki-niui įsibėgėjant, nes tuo laikotarpiu sąstato masei įsibėgėti reikia didžiausios jėgos.

2 lentelė. Lokomotyvo eksploataciniai parametrai

Valdomieji	Nevaldomieji
Degalų sąnauda	Kelio kokybė
Alyvos sąnauda	Oro sąlygos
Stabdymo jėgos dydis	
Važiavimo greitis	
Sustojimų skaičius	
Formuojamo sąstato struktūra	
Sąstato masė	
Traukinio įsibėgėjimo greitis	
Techninių priemonių ir remonto kokybė	
Mašinisto kvalifikacija	

Riedmenų kinetinė energija apskaičiuojama pagal formulę (Lingaitis 1999):

$$E = \frac{I \cdot \omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2}, \quad (2)$$

čia E – traukinio kinetinė energija, J; I – besisukančio kūno (ratų) inercijos momentas vagono arba lokomotyvo ašies atžvilgiu $kg \cdot m^2$; ω – besisukančio kūno kampinis greitis, rad/s; m – sąstato masė; v – traukinio greitis, m/s^2 .

Iš (2) formulės matyti, kad didėjant sąstato masei ir traukinio greičiui, lokomotyvo kinetinė energija didėja, todėl ir degalų sąnaudos jai suteikti didėja.

Važiavimo greičio įtaka lokomotyvų degalų sąnaudoms. Didėjant traukinio judėjimo greičiui, didėja variklio išvystomas galingumas, todėl ir degalų sąnaudos. Variklio galios, kai sąstatas juda, reikia kelio varžai R_w , oro varžai R_0 ir inercijai R_{in} nugalėti. Iš galingumų balanso lygties variklio efektyvų galingumą N_e galima išreikšti taip (Lingaitis 1999):

$$N_e = \frac{(R_w + R_0 + R_{in})}{1000 \cdot \eta} \cdot v, \quad (3)$$

čia N_e – variklio efektyvus galingumas, kW; R_w – kelio varža, N; R_0 – oro varža, N; R_{in} – inercijos varža, N; v – važiavimo greitis, m/s^2 ;

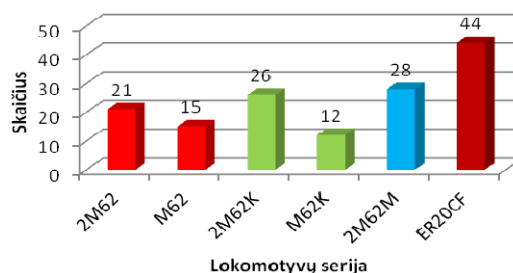
Iš (3) formulės matome, kad didėjant kelio varžai R reikiama galia padidėja. Didėjant traukinio greičiui oro varža R_0 padidėja (kadangi didėja oro pasipriešinimas) todėl ir lokomotyvo degalų sąnaudos didėja.

Prekinių lokomotyvų analizė

LG prekinį lokomotyvų parką sudaro 146 prekiniai lokomotyvai. Iš jų 2M62, M62, 2M62K, M62K ir 2M62M serijos prekiniai lokomotyvai sudaro 102 vienetų, o SIEMENS ER20 CF serijos lokomotyvai – 44 vienetų. Lokomotyvų pasiskirstymas pagal serijas vienetai pavaizduotas 1 pav.

Iš 1 pav. matome, kad neremotorizuotų ir nemodernizuotų liko tik 21 2M62 ir 15 M62 lokomotyvų. Kitiems 54 2M62 ir 12 M62 serijos lokomotyvams buvo atlikta remotorizacija (variklio keitimas) ir modernizacija (keitimas variklio, valdymo sistemos). Be to įsigyti 44 SIEMENS ER20 CF prekiniai lokomotyvai. 2M62 lokomotyvų amžius yra nuo 19 metų iki 30 ir daugiau metų. Dėl didelio kuro sąnaudų ir neplaninių remontų lokomotyvai 2M62 buvo remotorizuoti 5 – 26 DG varikliu (2M62K ir M62K lokomotyvai). Modernizacijos metu vidaus degimo variklis 14D40 keičiamas keturtakčiu

sumontuojamas „Caterpillar 3512 HD“ vidaus degimo variklis, keičiant visą jėgainę (2M62M lokomotyvai).



1 pav. Lokomotyvų vienetų skaičius, AB „Lietuvos geležinkeliai“.

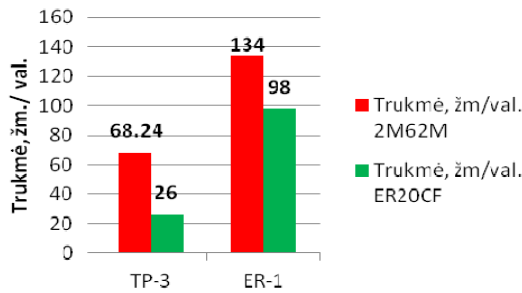
Modernizuoti lokomotyvai yra galingesni, nes vežamų sąstatų masė padidėjo iki 6 000 tonų. Sumažėjo priežiūros ir remonto kiekiai, pagerėjo mašinistų darbo sąlygos. Nuo 2006 metų Vilniaus lokomotyvų depas (LT-1) pradėjo eksploatuoti 2M62K serijos lokomotyvus, todėl palaipsniui buvo mažinamas 2M62 serijos lokomotyvų skaičius. 2008 m. viduryje 2M62 serijos lokomotyvų eksploatacija buvo nutraukta.

Remonto sąnaudos

Planiniai remontai. Vienas iš eksploatacinių išlaidų sutaupymo būdų techninės priežiūros TP-3 ir einamojo remonto ER-1 mažinimo kaštai.

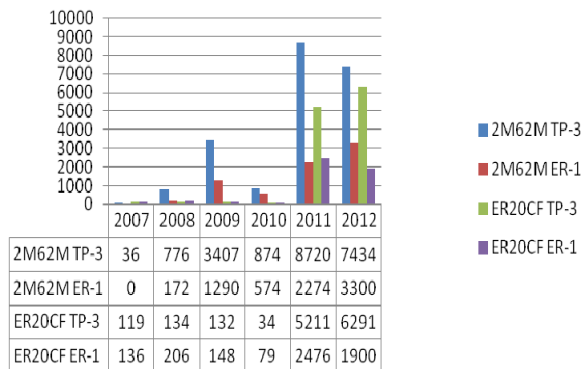
Remontų pardavimo paslaugų kainos nuolatos planuojamos ateinantiems metams. Kartu su šiomis kainomis yra sudaromas visų riedmenų visų rūšių remonto planas kiekvienai lokomotyvų serijai atskirai kiekvienam ateinančiųjų metų ketvirčiui.

2M62 serijos lokomotyvų išlaidos TP-3 ir ER-1 yra didžiausios (išskyrus ER20CF ER-1 kainą) ir sudaro atitinkamai beveik 8 000 Lt ir 18 000 Lt. Šios serijos lokomotyvų TP-3 ir ER-1 technologiniuose procesuose numatyta išsami VDV apžiūra. 2M62M serijos lokomotyvų sąnaudos TP-3 ir ER-1 sudarė atitinkamai apie 5 800 Lt ir apie 12 500 Lt. ER20CF serijos lokomotyvų TP-3 atlikimo kaina yra pati mažiausia ir siekia 3 230 Lt, o ER-1 atlikimo kaina pati didžiausia ir vidutiniškai sudaro 35 220 Lt. Taip yra todėl, kad šios serijos lokomotyvų ER-1 atliekamas trimis etapais: pirmasis etapas po 2 000 moto val., antrasis – po 4 000 moto val., trečiasis – po 6 000 moto val. Bendra ER-1 siekia apie 71 000 Lt, o vienam etapui vidutiniškai skiriama 35 220 Lt.



2 pav. 2M62M ir ER20CF serijos kiekvieno lokomotuvo TP-3 ir ER-1 prastovas

ER20CF serijos lokomotyvų prastova planiniuose TP-3 ir ER-1 remontuose yra mažesnė, už 2M62M serijos lokomotyvų atitinkamai 2,6 ir 1,4 karto (2 pav.). 3 paveiksle pavaizduota TP-3 ir ER-1 remonto ER20CF ir 2M62M serijos lokomotyvų prastovų trukmė.



3 pav. Prekinių lokomotyvų prastovų TP-3 ir ER-1 trukmė

Lokomotyvų ER20CF prastova planiniuose TP-3 ir ER-1 remontuose yra mažiausia (3 pav.).

Išanalizavus diagramą, matyti, kad faktinės prekinį lokomotyvų prastovos TP-3 ir ER-1 yra žymiai didesnės nei numatytos pagal sutartį Nr. SP-707. Pagal 2008 m. gruodžio 22 d. sutarties Nr. SP-707, sudarytos tarp AB „Lietuvos geležinkeliai“ ir UAB „Vilniaus lokomotyvų remonto depas“, nuostatas prekiniams lokomotyvams 2M62M TP-3 atlikimo terminas yra 12 val., o ER-1 – 24 val. ER20CF serijos lokomotyvams prastova TP-3 numatyta 11 valandų, o ER-1 – 24 valandos. ER20CF serijos lokomotyvų prastovos TP-3 ir ER-1 yra pačios mažiausios. Šių lokomotyvų prastovų trukmė iš esmės lemia gamyklos gamintojos pateikiamas darbų sąrašas, kuriuos reikia atlikti remontu metu bei tai, kad šie lokomotyvai yra nauji ir kol kas papildomų remontų nereikalauja. Palyginus su 2M62M serijos lokomotyvais, ši prastova yra beveik 2 kartus mažesnė.

Neplaniniai remontai ir prastovos. Lokomotyvų neplaninių remontų skaičiaus bei prastovų analizei ir vertinimui nuo 2007 m. iki 2012 m. buvo pasirinktas LT-1 depe eksploatuojamas prekinį lokomotyvų parkas. LT-1 eksploatuojamų prekinį lokomotyvų parką sudaro 25 – 2M62M serijos lokomotyvų. 2M62M lokomotyvų neplaninių remontų skaičiaus bei prastovų laikotarpyje nuo 2007 m. iki 2012 m. palyginti su kitomis lokomotyvų serijomis negalima, nes lokomotyvai su Caterpillar varikliu Vilniaus lokomotyvų depe buvo pradėti eksploatuoti tik 2007 m. antrojo pusmečio.

Pagal 2009 m. duomenis, 2M62M serijos lokomotyvams buvo atlikti 222 neplaniniai remontai, dėl ko prastova sudarė 11 991 valandų. Pagal 2010 m. duomenis, 2M62M serijos lokomotyvams prastovos sudarė 10 591 valandų. Pagal 2011 m. duomenis, 2M62M serijos lokomotyvams prastovos sudarė 7 640 valandų. Pagal 2012 m. duomenis, 2M62M serijos lokomotyvams prastova sudarė 8 474 valandų.

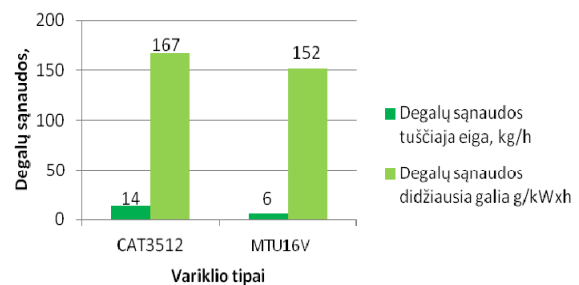
Lyginamoji degalų sąnaudų tyrimas

Šiems tyrimams pasirinkta po šešias 2M62M ir SIEMENS ER20 CF prekinis lokomotyvus. Surinkti faktinių degalų sąnaudų ruože Vaidotai – Kybartai duomenys bandomųjų kelionių metu.

Dyzelino sąnaudos išanalizuotos tokiais etapais:

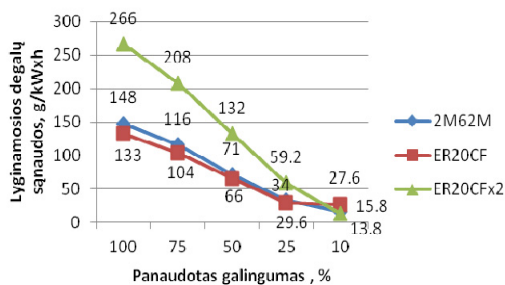
1. Tuščiąja eiga, kai lokomotyvas stovi ir važiuoja.
2. Lokomotyvo kintant galingumui.
3. Kintant sąstato ašies apkrovai.
4. Kintant sąstato masei.

Tuščiosios eigos režimu lokomotyvo dyzelinis variklis veikia 60–70 % viso laiko. Paprastai 35 % tuščiosios eigos režimu dyzelinis variklis veikia važiuojant lokomotyvui, 10–11 % – sustojimuose, ir 16–17 % – stovint depe.



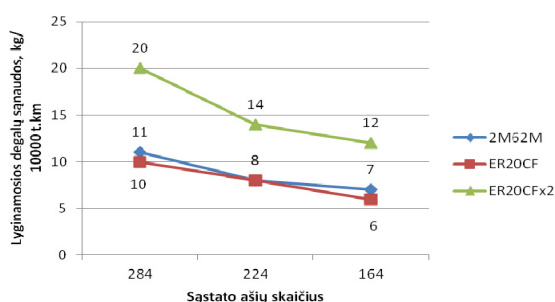
4 pav. Degalų sąnaudos varikliui veikiant tuščiąja eiga (kg/h) ir didžiausia galia (g/kWh)

Mažiausiai degalų tuščiaja eiga sunaudoja SIEMENS ER 20 CF prekinis lokomotyvas su MTU 16v varikliu (6 kg/h) (4 pav.). Tai yra 2,3 kartų mažiau 2M62M prekinis lokomotyvas su CAT 3512 varikliu ir mažiausiai degalų sunaudoja veikiant varikliui didžiausia galia SIEMENS ER 20 CF prekinis lokomotyvas su MTU 16v varikliu (152 g/kWxh) (4 pav.) Tai yra 1,09 kartų mažiau 2M62M prekinis lokomotyvas su CAT 3512 varikliu. Modernizuoti 2M62M, turintys naujo tipo CAT 3512 variklį ir nauji SIEMENS ER20 CF, turintys galingą MTU 16v variklį, lokomotyvai sutaupo net 19 kg/h (76 %) degalų. Degalų sąnaudos priklauso ir nuo to, kiek panaudojama lokomotyvo galingumo. Kuo daugiau procentų naudojamas lokomotyvo galingumas, tuo degalų sąnaudos didesnės, kadangi didesnis variklio apsukimų skaičius.



5 pav. Prekiniu lokomotyvu degalų sąnaudų priklausomumas nuo panaudojamo galingumo

Veikiant varikliui didžiausia galia (100 %) SIEMENS ER20 CF lokomotyvo ir 2M62M lokomotyvo degalų sąnaudos g/kW h yra 10 % mažesnės (sutaupoma 15 g/kW·h),



6 pav. Prekiniu lokomotyvu degalų sąnaudų sąstato ašių skaičiaus sietis, kai vežama sąstato masė 4000 tonų

Didėjant sąstato ašių skaičiui, esant tokiai pačiai sąstato masei, degalų sąnaudos didėja (6 pav.). Padidinus sąstato ašių skaičių 60 vnt. (esant 4 000 tonų sąstato masei), sumažėja vidutinė traukinio ašies apkrova. Todėl

SIEMENS ER20 CF lokomotyvo degalų sąnaudos yra mažesnės, negu 2M62M prekinio lokomotyvo degalų sąnaudos, sutaupoma apie 10 % daugiau degalų. Padidėjus vidutinei traukinio ašies apkrovai 1 kN, degalų sąnaudos sumažėja 1–2 kg / 10 000 tkm (priklausomai nuo lokomotyvo serijos).

Palyginsime lokomotyvų 2M62M ir SIEMENS ER20 CF dyzelinių degalų sąnaudas geležinkelio ruože Vaidotai–Kybartai, kai vežami skirtingų masių sąstatai. Važiuojant iš Vaidotų Kybartų link vežami nuo 3 000 iki 6 000 tonų sąstatai, o važiuojant iš Kybartų Vaidotų link, iki 2 500 tonų masės. Faktines prekinio lokomotyvų degalų sąnaudas palyginame, kai vežami maksimaliai leidžiamas sąstato mases, važiuojant abiem kryptimis. Faktinės degalų sąnaudos važiuojant nuo Vaidotų Kybartų stoties link su 6 000 tonų sąstatais yra mažesnės, negu važiuojant iš Kybartų Vaidotų stoties link su 4 000 iki 6 000 tonų sąstatais. Tai geras pavyzdys, kaip degalų sąnaudas lemia kelio profilis.

Iš prekinio lokomotyvų degalų sąnaudų palyginimo kg/10 000 tkm, ruože Vaidotai – Kybartai vežant skirtingų masių sąstatais paaiškėjo, kad padidėjus sąstato masei, degalų sąnaudos darbo vienetui (tkm) mažėja. Taip yra dėl to, kad energijos sąnaudos pačiam lokomotyvui važiuoti, esant didesnei sąstato masei, pasidalija ir vienai tonai (taip pat 1 tkm) jų tenka po mažiau. Taip pat matyti, kad SIEMENS ER–20 lokomotyvo degalų sąnaudos yra 7 % mažesnės, negu lokomotyvo 2M62M degalų sąnaudos vežant 3 000, 4 000 ir 6 000 tonų masės sąstatais ruože Vaidotai – Kybartai. Didėjant sąstato masei, šis procentas išlieka panašus. Paaiškėjo, kad didėjant sąstato masei degalų sąnaudos mažėja. Pvz., kai vežamo sąstato masė 1 000 tonų, važiuojant iš Kybartų Vaidotų link, SIEMENS ER20 CF prekinio lokomotyvų degalų sąnaudos yra lygios 28,2 kg / 10 000 tkm, kai 2 500 tonų – 20,81 kg / 10 000 tkm. Padidėjus sąstato masei nuo 3 000 iki 6 000 tonų (o vidutinei sąstato ašies apkrovai nuo 12,5 iki 21 tonų) degalų 10 000 tkm sutaupoma apie 1,3 karto mažiau. Tačiau tonkilometrių skaičius padidėja apie 1,7 karto. Todėl sumoje degalų per 1 km (arba per vieną kelionę) sutaupoma apie 1,3 karto daugiau.

Išvados

1) Mažiausiai degalų tuščiaja eiga sunaudoja SIEMENS ER 20 CF prekinio lokomotyvų MTU 16v variklis (6 kg/h). Lokomotyvo su CAT 3512 varikliu tuščiaja eiga degalų sąnaudos yra didesnės už lokomotyvo Siemens ER20CF su MTU 16v varikliu.

2) Mažiausiai degalų didžiausia galia sunaudoja MTU 16v variklis (152 g/kW h). Tai yra 1,09 karto mažiau nei CAT 3512variklis.

3) Pagal vidutinę faktinę variklio apkrovą nustatyta, kad SIEMENS ER20 CF lokomotyvų degalų sąnaudos yra 7 % mažesnės nei 2M62M lokomotyvo. Modernizuoti 2M62M serijos lokomotyvai pagal degalų ekonomiškumą neprilygsta SIEMENS ER20 CF prekiniam lokomotyvams.

4) Padidėjus vidutinei traukinio ašies apkrovai 1 kN, visų prekinų lokomotyvų degalų sąnaudos apytiksliai padidėja 1–2 kg / 10 000 tkm (priklausomai nuo lokomotyvo serijos).

Literatūra

- Bureika, G. 2011. Multicriteria evaluation of operational effectiveness of freight diesel locomotives on Lithuanian railways, *Transport* 26(1): 61–68. doi:10.3846/16484142.2011.561947
- Hamilton, B. A.; Edwards & Kelcey, J. 2009. *Shared use of railroad infrastructure with noncompliant public transit rail vehicles: A practitioner's guide*. Transit cooperative research program (TCRP). Report 130. National Research council, Washington, D. C.: National Academy Press. 110 p.
- Ho, X.-h.; Hyslip, J. P.; Li, D. 2009. Spectral analysis of ground acceleration-based testing, *Transportation Research Record* 2117: 50–56. doi:10.3141/2117-07
- Lingaitis, L. P. 1999. Šilumvežio degalų sąnaudų patikslinta apskaičiavimo metodika, *Transportas* [Transport Engineering] 14(2), 103–105 p.
- Macheret, D. A.; Ryshkov, A. V.; Beloglazov, A. Yu. 2010. Makroekonominė omenka razvitiya transportnoy infrastruktury, *Vestnik VNIIZHT* 5: 3–10.
- Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2009. Traukinius aptarnaujančio personalo nuomonės apie keleivių vežimo kokybės kriterijų svarbą nustatymas AHP metodu, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 1(6), 57–62 p.
- Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H. 2012. Expert evaluation of criteria describing the quality of travelling by international passenger train: technological, economic and safety perspectives, *Technological and economic development of economy* 18(3): 544–566 p. doi: 10.3846/20294913.2012.710178.
- Prosvirov, Yu. E.; Petukhov S. A.; Muratov, A. V. 2011. Raschiotno-eksperimentalnaya omenka effektivnosti ispolzovaniya modifitsirovannovo motornovo masla v teplovoznnykh dizeliakh, *Vestnik VNIIZHT* 5: 44–46.
- Rao, A.; Tsai, T. 2007. Safety standards for high-speed rail transportation, *Transportation Research Record* 1995: 1–8. doi:10.3141/1995-05.
- Steišūnas, S.; Bureika, G. 2012. Prekinų šilumvežių magistralei „Rail Baltica“ parinkimo algoritmas, *Mokslas – Lietuvos ateitis* 4(4): 386–390. doi:10.3846/mla.2012.62
- Vaičiūnas, G. 2001. *Optimalus traukos riedmenų naudojimas Lietuvos geležinkelyje*: daktaro disertacija. Vilnius. 108 p.