

KELIO CHARAKTERISTIKŲ ĮTAKA AUTOMOBILIŲ ATSARGINĖMS DALIMS

D. Miškinis

1. Įvadas

Daugelis susiduria su problema, kaip prognozuoti įrenginių ar detalių poreikį per artimiausius keletą metų. Atliekant įvairius skaičiavimus dažnai reikia nustatyti autotransporto priemonių eksploatacines išlaidas. Šias išlaidas sudaro: kuro, tepalų, padangų kaina; vairuotojo alga ir priežiūros darbų kaina; atsarginių detalių, amortizacijos kaina ir pridėtinės išlaidos. Automobilių eksploatacinės išlaidos priklauso ne tik nuo automobilio tipo, jo charakteristikų, bet ir nuo įvairių kelio charakteristikų.

Tačiau ne visos automobilių eksploatacinių išlaidų sudedamosios dalys kinta vienodai ir priklauso nuo vieno faktoriaus. Pavyzdžiui, kuro sąnaudos skirtingiems automobilių tipams priklauso nuo automobilio važiavimo greičio, apkrovos (variklio alkūninio veleno sūkių), temperatūros ir t. t. Automobilių atsarginių dalių poreikis priklauso ne tik nuo automobilio amžiaus, bet ir nuo kelio faktinės būklės.

Šiame straipsnyje bus bandoma apžvelgti atsarginių dalių poreikį įvairiems automobilių tipams esant skirtingoms kelio charakteristikoms.

2. Sprendimų paieška

Šiuo metu pasaulyje autotransporto priemonių einamosios išlaidos dažniausiai skaičiuojamos pagal Pasaulio banko užsakymu sukurtą autotransporto priemonių einamųjų išlaidų priklausomybę nuo kelio parametrų. Ši priklausomybė aprašyta Pasaulio banko Kelių projektavimo ir priežiūros standartų modelyje HDM. Buvo sukurti HDM submodeliai, kuriuos būtina pritaikyti mūsų valstybės sąlygomis. Kaune esančiame Transporto ir kelių tyrimo institute atliekami tyrimai, siekiant, kad HDM submodeliai atitiktų Lietuvos sąlygas.

Tačiau, kaip kinta automobilių atsarginių dalių sąnaudos priklausomai nuo kelio charakteristikų, viena reikšmės nuomonės nėra. 1987 m. išleistame Ke-

lių projektavimo ir priežiūros standartų modelyje HDM-III atsarginių dalių sąnaudos priklausomai nuo kelio lygumo didėjo gana staigiai. Šiuo metu rengiama Standartų modelio HDM-IV patobulinta versija. 1995 m. buvo išleista rengiamo HDM-IV modelio tarpinė ataskaita. Joje atsarginių dalių poreikis kinta ne taip greitai kaip prieš tai buvusioje versijoje.

3. Skaičiavimo metodika

Atsarginių dalių sąnaudos (PC) yra susijusios su kelio nelygumu ir transporto priemonės amžiumi. Šių dviejų faktorių įtaka yra daugiareikšmė. Laikant, kad amžius yra nekintantis, sąryšis tarp PC ir kelio nelygumo paprastai yra eksponentinis, ypač tada, kai kelio nelygumo vertės yra palyginti mažos. Tačiau esant eksponentiniam sąryšiui linkstama perprognozuoti PC didesnėmis vertėmis. Todėl rekomenduojama lygtis yra eksponentės ir tiesės derinys: eksponentė – iki pereinamosios kelio nelygumo vertės QIP_0 , kuri yra skirtinga skirtingiems transporto priemonių tipams, o tiesė – kai yra didesnės kelio nelygumo vertės. Tiesinis tęsinys yra eksponentinio sąryšio tangentes, kai pereinamosios kelio nelygumo vertės QIP_0 . Standartų HDM-III modelyje atsarginių dalių sąnaudos yra išreiškiamos kaip naujos transporto priemonės procentinis santykis ir yra apskaičiuojamos pagal formules:

$$PC = 100 \times CKM^{KP} \times CP_0 \times \exp(CP_q \times RI \times 13), \quad (1)$$

kai $RI < QIP_0$,

$$PC = 100 \times CKM^{KP} \times (\alpha_0 \times \alpha_1 \times RI \times 13), \quad (2)$$

kai $RI > QIP_0$,

CKM – vidutinis tam tikros automobilių grupės amžius kilometrais, apibrėžiamas kaip vidutinis kilometrų skaičius, kurį automobilis nuvažiavo nuo jo pagaminimo dienos;

KP – tyrimais nustatyta amžiaus eksponentė;

CP_0 – pastovusis koeficientas esant eksponentiniam sąryšiui tarp atsarginių dalių ir kelio nelygumo;

CP_q – kelio nelygumo koeficientas esant eksponentiniam sąryšiui tarp atsarginių dalių sąnaudų ir kelio nelygumo;

QIP_0 – pereinamoji nelygumo vertė IRI vienetais, jei ji mažesnė, atsarginių dalių sąnaudos ir kelio nelygumo santykis yra tiesinis;

RI – kelio nelygumas, išreiškiamas IRI vienetais (m/km);

$\alpha_0 \times \alpha_1$ – eksponentinio sąryšio tiesinio tangentinio tęsinio koeficientai, kurie gali būti išreiškiami modelio parametrų funkcijomis:

$$\alpha_0 = CP_0 \times \exp(CP_q \times QIP_0) \times (1 - CP_q \times QIP_0); \quad (3)$$

$$\alpha_1 = CP_0 \times CP_q \times \exp(CP_q \times QIP_0). \quad (4)$$

Svarbiausias kelio charakteristikos kriterijus skaičiuojant autotransporto priemonių einamąsias išlaidas yra *kelio lygumas*. Tai vienas pagrindinių kelių kokybės rodiklių. Kelio nelygumui įvertinti taikomas tarptautinis lygumo indeksas (IRI) m/km. Kai IRI mažesnis negu 2 m/km – kelio lygumas puikus, kai IRI lygus nuo 2 iki 4 m/km – kelio lygumas vidutinis, kai IRI > 6 m/km – kelias nelygus. Kaip parodė tyrimai, atlikti Brazilijoje, sunkvežimių QIP_0 yra lygios nuliui. Tik lengvųjų automobilių ir autobusų atsarginių dalių sąnaudos, kai yra didesnės kelio nelygumo reikšmės, didėja tiesine priklausomybe. Tačiau šie automobiliai važinėja sąlygiškai lygiais keliais, todėl čia bus apžvelgiama tik atsarginių dalių eksponentinė priklausomybė nuo kelio lygumo.

Standartų modelio HDM-4 versijoje atsarginių detalių sąnaudų poreikis didėjant kelio nelygumui ne taip didėja nei HDM-III modelyje ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$PC = CO (CKM/100000)^{(kp)} \times (1 + CIRI (RI - 3)), \quad (5)$$

CKM – automobilio rida nuo eksploatacijos pradžios, km;

CO – kalibruotas koeficientas atskiriems automobilių tipams;

$CIRI$ – pastovusis koeficientas, įvertinantis prognozuojamą kelio nelygumą;

RI – kelio nelygumas, išreiškiamas IRI vienetais (m/km).

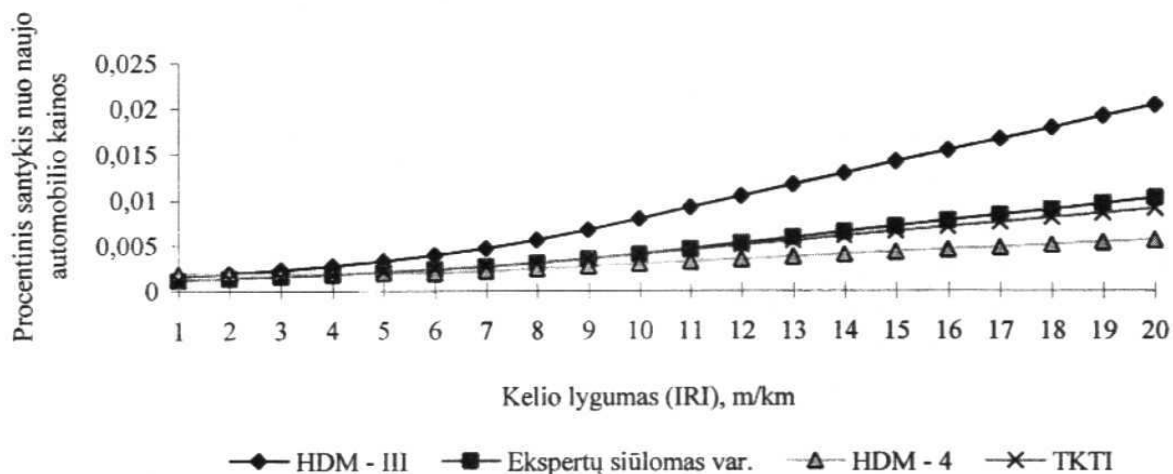
Lietuvoje atlikti specialius automobilių kalibravimo tyrimus esant skirtingoms važiavimo sąlygoms praktiškai neįmanoma dėl didelių tyrimo kainų. Todėl Transporto ir kelių tyrimo institutas apskaičiuoja autotransporto priemonių einamąsias išlaidas (tarp jų ir atsarginių dalių sąnaudas) priartėjimo būdu. Iš įvairių Lietuvos transporto įmonių bandoma gauti realias autotransporto priemonių einamąsias išlaidas, išskaidytas į atskiras sudedamąsias dalis. Gautos reikšmės yra vidurkinamos ir skaičiuojant stengiamasi gauti analogiškas reikšmes keičiant įvairius koeficientus bei konstantas, kurios teoriškai turėtų būti gautos specialiais tyrimais.

Šiame darbe atsarginių detalių sąnaudos, kai yra stiringas kelio nelygumas, buvo apskaičiuotos trims automobilių tipams: lengviesiems automobiliams, autobusams bei vilkikams. Rezultatai pateikti 1–3 pav. Visuose trijuose grafikuose pavaizduotas atsarginių dalių poreikis, kai yra skirtingas kelio nelygumas: pirmoji kreivė nubrėžta pagal Standartų modelio HDM-III versiją, o antroji – pagal HDM-III versiją, kuri buvo kalibruota Transporto ir kelių tyrimo instituto Lietuvos automobilių parkui, trečioji – pagal HDM-IV modelį, o ketvirtoji – pagal HDM-III modelio versiją, remiantis Lietuvos kelių investicijų vadovu, ją Lietuvos automobilių parkui kalibravo PHARE konsultantai [1].

Atsarginių detalių sąnaudoms (PC) prognozuoti reikia keturių parametrų, tai: KP , CP_0 , CP_q ir QIP_0 . Remdamiesi iš įmonių gautais duomenimis apie atsarginių dalių sąnaudas 1000 km, buvo keičiami CP_0 , CP_q koeficientai tol, kol gautos realios atsarginių dalių sąnaudos.

4. Rezultatai ir išvados

Pirmajame grafike pavaizduotos lengvųjų automobilių atsarginių dalių sąnaudos (PC), išreikštos kaip naujos transporto priemonės procentinis santykis, priklausantis nuo kelio nelygumo. Iš grafiko matyti, kad atsarginių detalių sąnaudos labiausiai didėja pagal Standartų modelio HDM-III versiją, o būsimajame HDM-IV modelyje atsarginių detalių sąnaudos didėja mažiausiai ir, kai didesnės kelio nelygumo reikšmės, jų didėjimas yra mažesnis. Transporto ir kelių tyrimo institute (TKTI) apskaičiuotos lengvųjų automobilių atsarginių dalių sąnaudos yra labai panašios



1 pav. Lengvųjų automobilių atsarginių dalių sąnaudų priklausomybė nuo kelio nelygumo

Fig 1. The influence of road roughness on the expenditure of spare parts for cars

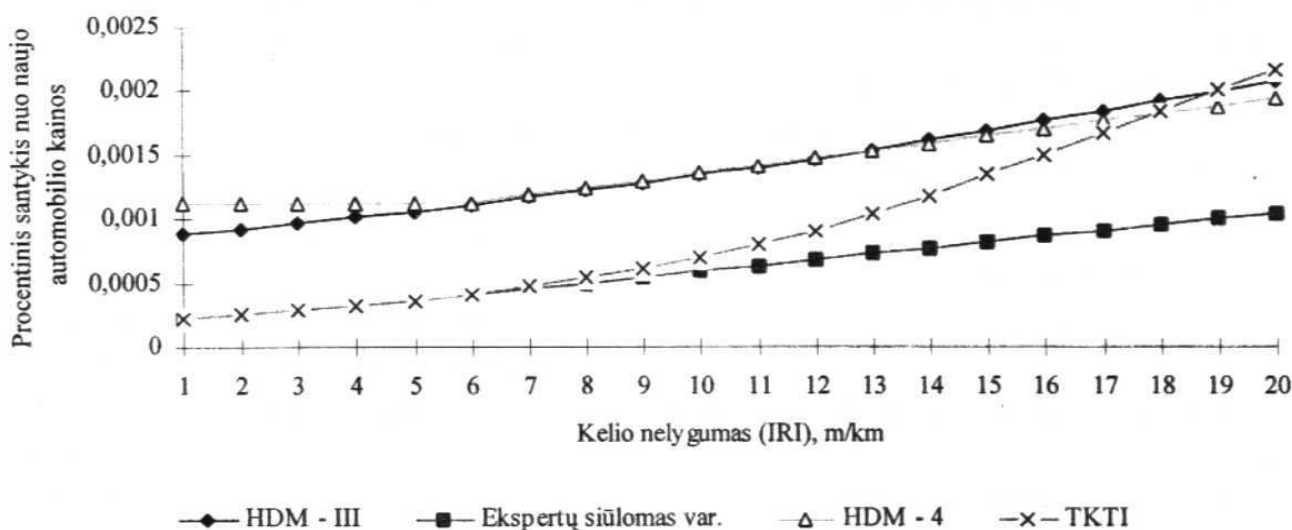
į sąnaudas PHARE konsultantų siūlomoje versijoje ir artimos HDM-IV modelyje siūlomoms reikšmėms.

Antrajame grafike pavaizduotos autobusų atsarginių dalių sąnaudos (PC), išreikštos kaip naujos transporto priemonės procentinis santykis, priklausantis nuo kelio nelygumo. Iš grafiko matyti, kad atsarginių detalių sąnaudos pagal Standartų modelio HDM-III versiją ir dar tobulinamą HDM-IV modelio versiją, keičiantis kelio nelygumui, kinta beveik vienodai. TKTI apskaičiuotos autobusų atsarginių dalių sąnaudos, esant mažesnėms kelio nelygumo reikšmėms, yra mažesnės, o kai didesnis kelio nelygumas, didėja ir susilygina su modeliuose rekomenduojamomis reikšmėmis. PHARE konsultantų siūlomoje versijoje autobusų atsarginių detalių sąnaudos yra artimos TKTI nustatytoms reikšmėms.

Trečiajame grafike pavaizduotos vilkikų atsarginių dalių sąnaudos. Grafike matyti, kad atsarginių

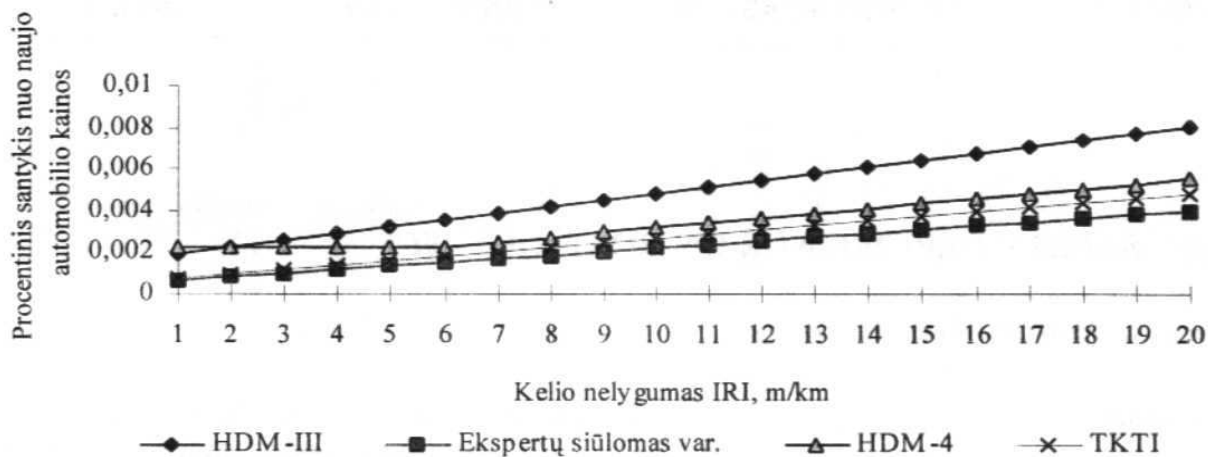
detalių sąnaudos HDM-III versijoje kaip ir pirmajame grafike yra didžiausios. HDM-IV modelio versijoje atsarginių detalių sąnaudos, kai mažesnės kelio nelygumo reikšmės, faktiškai nedidėja, o kintant kelio nelygumui, kai didesnės nelygumo reikšmės, jos kinta labiau. TKTI apskaičiuotos autobusų atsarginių dalių sąnaudos, esant mažesnėms kelio nelygumo reikšmėms, yra mažesnės, o kai yra didesnis kelio nelygumas, pasiekia 6 m/km, jos pradeda greičiau didėti. TKTI apskaičiuotos vilkikų atsarginių dalių sąnaudos, kai yra didesnės kelio nelygumo reikšmės, yra labai panašios į sąnaudas HDM-IV modelio versijoje.

Iš atliktų skaičiavimų galima teigti, kad Standartų modelio HDM-III versijoje atsarginių detalių sąnaudos, išreikštos kaip naujos transporto priemonės procentinis santykis, esant didesniai kelio nelygumui, didėja pernelyg greitai. Šį faktą pripažįsta ir



2 pav. Autobusų atsarginių dalių sąnaudų priklausomybė nuo kelio nelygumo

Fig 2. The influence of road roughness on the expenditure of spare parts for buses



3 pav. Vilkikų atsarginių dalių sąnaudų priklausomybė nuo kelio nelygumo

Fig 3. The influence of road roughness on the expenditure of spare parts for articulated trucks

HDM-III modelio kūrėjai.

TKTI kalibruotoje HDM-III modelio versijoje Lietuvos automobilių parkui atsarginių dalių sąnaudos yra artimos HDM-IV modelyje rekomenduojamoms reikšmėms.

Norint kuo tiksliau nustatyti atsarginių dalių sąnaudas skirtingoms automobilių grupėms (skaičiuojant pagal HDM-III ar HDM-IV modelio versiją), reikia:

1. Suskirstyti visą Lietuvos automobilių parką į atskiras grupes.
2. Skirtingoms automobilių grupėms rinkti duomenis iš įvairių Lietuvos transporto įmonių apie atsarginių dalių poreikį.
3. Skirtingoms automobilių grupėms fiksuoti maršrutus išskiriant juos į atskiras grupes pagal kelio kokybę.
4. Atlikti tų ruožų tyrimus, kuriais važinėja tyrimuose dalyvaujantys automobiliai, ir nustatyti šių kelių pagrindines charakteristikas bei defektus.
5. Sistemingai atnaujinti visus skaičiavimams reikalingus duomenis, nes kinta tiek kelio charakteristikos, tiek automobilių parko sudėtis, tiek pačių automobilių techninės ir eksploatacinės charakteristikos.

INFLUENCE OF ROAD PARAMETERS ON THE EXPENDITURE OF VEHICLE SPARE PARTS

D. Miškinis

Summary

This article presents the analysis of the subordination between road roughness and vehicle maintenance costs and the need for spare parts. It reviews new worldwide used and adopted in Lithuania methodologies for calculation of vehicle maintenance expenditure. The final outcome is the evaluation of the relation between the international index of roughness (IRI) and maintenance costs of cars, buses and articulated trucks expressed as a percentage of a new vehicle cost.

DAINIUS MIŠKINIS

Master Degree in Transport Engineering (1996), doctoral student (Transport technology), Kaunas Technology University (KTU), Kęstučio 27/ Transport and Road Research Institute, Kanto 25, 3000 Kaunas.

First degree in Transport Technology Engineering, KTU, 1994. Publications: author of 6 scientific works. Probation: The course in Appraisal of projects in the transport sector (2 weeks) organized by Bradford University, England (1996). Research interests: calculation of vehicle operating costs, pavement rehabilitation projects and feasibility studies; transport investment project.

Literatūra

1. Modelling road user effects in HDM-IV. International study of highway development and management tools. Asian Development Bank, 1995. 304 p.

Įteikta 1999 06 05