



17-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos  
**TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA**,  
vykusios 2014 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 17th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'  
**TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT**, 8 May 2014, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 17-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»  
**ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК**, 8 мая 2014 г., Вильнюс, Литва

## ALYVOS SVARBIAUSIŲ CHIMATOLOGINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS EKSPLOATUOJANT DUJINIUS AUTOBUSUS

Diana Michailovskaja<sup>1</sup>, Jonas Matijošius<sup>2</sup>

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

*El. paštas: <sup>1</sup>michailovskajadiana@gmail.com; <sup>2</sup>jonas.matijosius@vgtu.lt*

**Santrauka.** Straipsnyje nagrinėjami dujinio autobuso variklinės alyvos chimatologiniai rodikliai, keičiantis temperatūrai. Nagrinėjamos chimatologinės savybės: tankis, klampa, pliūpsnio temperatūra, šarmingumas. Visos šios savybės nagrinėjamos, esant 15 °C, 40 °C ir 100 °C temperatūroms. Lyginami alyvos pirminiai bandymo rezultatai t. y. naujos alyvos su panaudotos alyvos bandymo rezultatais. Tyrimų metu nustatyta, kad tankis po eksploatacijos, t. y. po 40 000 km ridos, sumažėjo apie 9 %. Dinaminė klampa lyginant naujos ir naudotos alyvos reikšmes, sumažėjo apie 20 CP, tai galime paaiškinti priedų išekvojimu. Didėjant temperatūrai, alyva nebuvo stabili, nes jos klampa prie 100 °C temperatūros sumažėjo net 89 %. Variklinės alyvos pliūpsnio temperatūra sumažėjo tik 4 %. Atliktas šarmingumo matavimo tyrimas rodo, jog naudotos alyvos šarmingumas sumažėjo apie 20 %, lyginant su naujos alyvos šarmingumu.

**Reikšminiai žodžiai:** alyva, chimatologija, tankis, klampa, pliūpsnio temperatūra, šarmingumas.

### Įvadas

Transporto priemonių patikimumas priklauso ne tik nuo eksploatacijos sąlygų, bet ir nuo degalų bei tepalų kokybės. Naudojant nekokybiškus produktus, didėja išlaidos remontui ir techniniam aptarnavimui, kartu didėja mechanizuotų darbų bei gaminamos produkcijos savikaina. Todėl iškyla labai svarbus uždavinys racionaliai vartoti turimus degalų ir tepalų išteklius. Mokslas, tiriantis racionalų degalų bei tepalų naudojimą, vadinamas chimatologija (Sokolovskij *et al.* 2008).

Pramonė gamina patikimus įrenginius, viešojo transporto techniką, bei kokybiškus tepalus ir degalus. Eksploatacijos metu pagrindinis uždavinys – užtikrinti jų patikimą darbą, kuris galimas tikrai parinkus tinkamus tepalus ir degalus bei prisilaikant gamintojo nustatytų reikalavimų transportavimui ir saugojimui. Todėl netinkamasi laikomi ir teršiami tepalai gali įtakoti minėtų įrenginių darbo patikimumą bei išaukti gedimus, kartu padidindami eksploatacijos nuostolius. Tepalų asortimentas yra labai platus, taigi juos galima pritaikyti bet kokiomis eksploatacijos sąlygomis. Skysti tepalai vadinami alyvomis. Alyvoms yra svarbios klampuminės, tepimo, antioksidacinės, plovimo, antikorozinės ir kt. savybės. Kiekviena savybė įvertinama keliais rodikliais, kurie kartu lemia alyvos kokybę. (Sokolovskij *et al.* 2008).

Šių dienų ekologiško transporto vizija vis labiau yra plėtojama, pritaikomi nauji ekologiški degalai ir viešajam transportui, o tai sąlygoja naujų transporto priemonių atsiradimą mūsų gatvėse. Viena tokių transporto priemonių yra dujinis autobusas kaip degalus vartojantis suslėgtas gamtinės dujas (SGD, angl. CNG). Labai svarbu yra užtikrinti šios transporto priemonės patikimą darbą, todėl spręsti šią problemą pasitelkiamas chimatologijos mokslas. Tuo labiau, kad susiduriama su tokiais svarbiais eksploataciniais uždaviniais, kaip: trinties sumažinimas, detalių aušinimas, jų sandarinimas, apsauga nuo aplinkos veiksnių ir pan. Alyvos atliekamos funkcijos pagrinde priklauso nuo eksploataavimo metu jos kintančių savybių.

Šiame darbe tiriama pusiau sintetinė alyva, naudojama dujiniuose autobusuose. Bandymų metu nagrinėjamos alyvos savybės: tankis, klampa, pliūpsnio temperatūra, šarmingumas.

Tyrimų tikslas – ištirti dujinio autobuso pusiau sintetinės alyvos chimatologinius rodiklius, jų kitimą nuo jos eksploatacijos pradžios iki keitimo.

### Literatūros šaltinių apžvalga

Straipsnyje (Pukalskas *et al.* 2010) pateikiamos šiuolaikinių dyzelinių automobilių variklių kietųjų dalelių filtrų regeneracijos problemos. Atlikę bandymus, autoriai savo darbe padarė tokias išvadas, kad eksploatuojant

automobilį su kietųjų dalelių mažinimo technologija variklio alyvos tankis ir kinematinė klampa didėjo dėl į alyvą patenkančių suodžių. Pliūpsnio temperatūros mažėjimas aiškinamas buvo tuo, kad į alyvą patekęs dyzelinas praskiedžia alyvą, kurio pliūpsnio temperatūra yra žymiai mažesnė (65 °C), lyginant su alyvos (214 °C).

Straipsnyje (Etefaghi *et al.* 2013) kaip antidilimo priedai su nanodalelėmis apsaugo vidaus degimo variklio slydimo guolius. Pagrindinis šio tyrimo tikslas buvo ištirti dilimo savybes variklinės alyvos su sferinių fullereno nanodalelių, karboninių nanodalelių ir vanadžio oksido nanovamzdelių priedais. Iš pradžių buvo ištirtas bazinės alyvos su nanopriedais klampumas. Rezultatai parodė, kad pridėjus sferinius nanodalelių priedus buvo labai sumažintas alyvos klampumas. Taip pat gauti duomenys parodė, kad į alyvą pridėjus nanopriedų yra labai sumažintas dilimas.

Straipsnyje (Wilfried 1998) buvo tiriamos tepalų naudojimo bei jų ir aplinkos sąveikos pasaulio regionuose, tam pritaikytų reikalavimų atitikimas. 1 % visos esamos pasaulyje naftos yra sunaudojama tepalų gamybai. Pagaminti tepalai turi atitikti reikalavimus, siejamus su aplinkosauga. Pavojingų medžiagų direktyvoje nurodyti produktų kriterijai (potencialiai pavojingi) aplinkai. Šie potencialūs pavojai tyrime nustatyti, įvertinant įvairius aspektus. Junginiai, patenkantys į rizikos grupę, turi būti pažymėti specialiais simboliais.

Straipsnyje aptarta, jog Vokietija turi daug žinomų produktų – tepalų, mažai kenksmingų aplinkai. Tačiau šiuo metu neegzistuoja jokia teisė, tik pusiau teisinės nuostatos – taisyklės, kurios apima tepalų naudojimą, mažinant jų kenksmingą poveikį aplinkai. Tepalų pašalinimas turi būti be kenksmingo poveikio žmogui ir aplinkai. Norint užtikrinti reikalavimų laikymąsi, teisėkūros kodas turėtų būti priėmęs teisės aktų sistemą, kurią sudarytų: cheminių medžiagų aktas, atliekų aktas, vandens apsaugos aktas. Reikalavimų nesilaikymas gali būti priešastimi vandens užterštumo, biologinio skaidomumo ar sveikatos sutrikimų.

Straipsnyje (Kliukas 2007) aptariami išmetamųjų kenksmingų medžiagų keikiai, lyginant benzininius, dyzelinius bei dujinius variklius.

Atlikus tyrimą, nuvažiavus autobusui 65–70 tūkst. kilometrų, pateikti konkretūs įrodymai, kaip naudojant suskystintas gamtines dujas – išmetamų teršalų kiekiai yra keleta kartų mažesni, duomenys pateikiami 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Teršalų kiekiai, esant dyzeliniam ir dujiniam varikliui

Su dyzeliniu varikliu	Su dujiniu varikliu
NO <sub>x</sub> – 1000 kg	NO <sub>x</sub> – 100 kg
CO – 1400 kg	CO – 30 kg
HC – 750 kg	HC – 20 kg
SO <sub>2</sub> – 38 kg	SO <sub>2</sub> – išmetimo nėra
PM – 50 kg	PM – išmetimo beveik nėra

### Tyrimo metodika ir įranga

Darbe tirama variklinė alyva prieš ir po jos eksploatavimo laiko, t. y. tyrimo pradžioje į variklį supilama šviežia variklinė alyva ir vėliau po jos eksploatacijos iš variklio imami alyvos mėginėliai. Mėginėliai buvo imami

iš UAB „Vilniaus viešasis transportas“. Surinkus mėginius buvo nustatinėjami variklinės alyvos parametrai Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių katedros automobilių eksploatavimo mokomojoje laboratorijoje.

Dinaminė klampa buvo matuojama su Brookfield DV I prime viskozimetru prie trijų skirtingų temperatūrų: esant 15 °C, esant 40 °C ir esant 100 °C. Jo veikimo principas pagrįstas skysčio pasipriešinimo nustatymo, atitinkamo dažniu sukant rotorių panardinant į tiriamą alyvą. Nustatant dinaminę klampą, pradžioje išmatuojama alyvos temperatūra ir tuomet rotacinio viskozimetrom antgalis yra panardinamas į tiriamą alyvą ir įjungiamas viskozimetras. Prietaiso antgalis sukasi pastoviu 50 aps/min. greičiu. Sukantis antgaliui, viskozimetrom displėjuje pateikiami rezultatai, dinaminė klampa centi-puazano (cP) vienetais ir matavimų paklaida procentais (%).

Nustatant tankį, alyvą, kurios tankis bus nustatomas, įpilamas į skaidraus stiklo cilindro formos kolbą. Pamatuojama skysčio temperatūra, įsitikiname, jog ji yra lygi reikalingai atlikti bandymui temperatūrai 15 °C. Iš pradžių paimamas mažiausiam tankiui matuoti skirtas areometras, nes per dideliame tankiui matuoti skirtas areometras gali nuskęsti. Tada imamas kitas areometras ir t. t., kol areometras nusileis į skystį tiek, kad skysčio paviršius bus ties areometro tankių reikšmių skale. Kai areometras nustoja svyruoti, pagal skysčio paviršiaus viršutinį kraštą nustatomas skysčio tankis esamoje temperatūroje. Išmatavę alyvos tankį 15 °C temperatūroje, didiname jos temperatūrą iki 40 °C ir vėliau iki 100 °C. Padidinę temperatūras bandymus atliekame analogiškai, kaip ir prie 15 °C temperatūros.

Alyvų pliūpsnio temperatūra nustatoma atviro tigelio metodu, t. y. kaitinant atvirame inde, nes alyva sunkiau garuoja. Alyva įpilama į specialų indą, kuriame ji bus kaitinama. Šis indelis pastatomas ant krosnelės ir į alyvą įmerkiamas termometro antgalis. Prietaisas įjungiamas į elektros srovę ir tuo pat metu atsukamas dujų balionėlis ir uždegamas deglas. Pastačius indelį su alyva, kaitinama 5–8 °C/min. greičiu. Tuo pat metu deglas su liepsna nuolatos yra artinamas virš alyvos indelio ir žiūrint į termometrą yra stebima, kokiais temperatūrai esant pliūptels liepsna. Gauti rezultatai užfiksuojami.

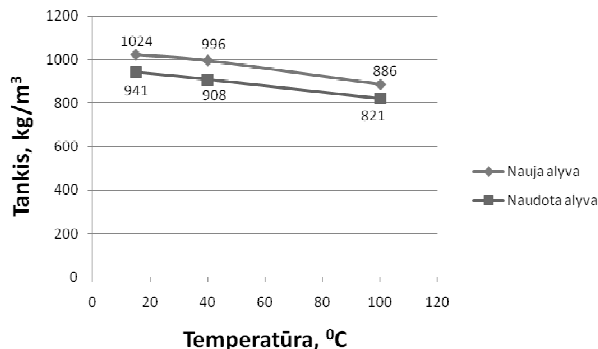
Atliekant šarmingumo nustatymo tyrimą, pH matuoklio elektrodas įtvirtinamas nejudamai, kad matavimai būtų tikslūs ir tuomet jis nardinamas į 2–4 cm į alyvą ir įjungiamas prietaisas. Tuomet pH matuoklis automatiškai užfiksuoja alyvos šarmingumą ir pateikia rezultatus prietaiso ekrane pH vienetais. Bandymas pakartotinai atliekamas, padidinus alyvos temperatūrą iki 40 °C ir 100 °C temperatūros.

### Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tankis buvo matuojamas naujos bei naudotos alyvos po 5 kartus, esant skirtingoms skysčio temperatūroms 15 °C, 40 °C ir 100 °C. Naujos ir panaudotos alyvos tankio kitimas pavaizduotas 1 paveiksle.

Iš grafikų matome, jog temperatūrai didėjant – tankis mažėja. Tiek naujos, tiek naudotos alyvos tankis prie

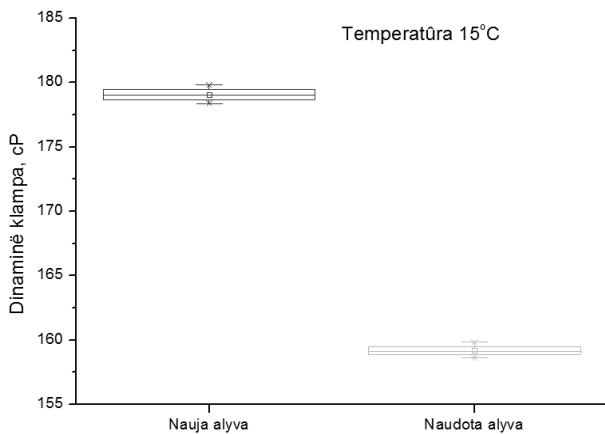
100. Iš grafikų matome, jog temperatūrai didėjant – tankis mažėja. Tiek naujos, tiek naudotos alyvos tankis prie 100 °C temperatūros sumažėjo apie 13 % nuo pradinės reikšmės.



1 pav. Tankio priklausomybė nuo temperatūros

Naudotos alyvos tankis po eksploatacijos taip pat matome, jog sumažėjo nuo 1024 kg/m<sup>3</sup> iki 941 kg/m<sup>3</sup>, tai sudaro apie 9 % sumažėjimą nuo pradinės reikšmės.

Klampa buvo matuojama prie 50 aps/min greičio. Bandymai buvo atliekami su nauja ir naudota alyva, kiekvieną matuojant po 30 kartų, esant 15 °C, 40 °C ir 100 °C temperatūroms. Gauti rezultatai pavaizduoti grafiškai (2 pav., 3 pav., 4 pav.).



2 pav. Dinaminė klampa, esant 15 °C temperatūrai

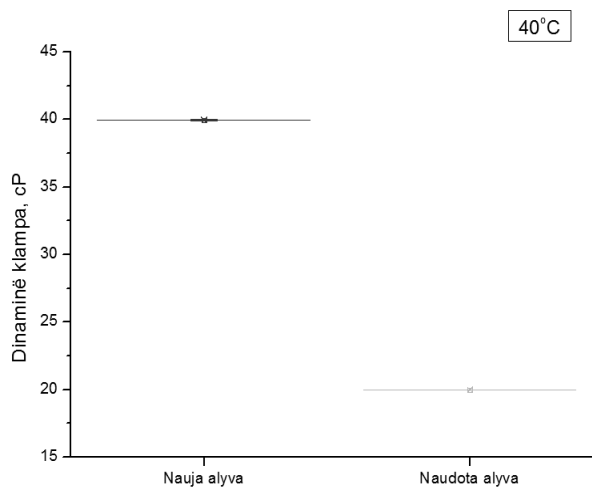
Iš gautų grafikų matome, jog didėjant temperatūrai klampa mažėja. Lyginant dinaminę klampą, esant 15 °C su 100 °C temperatūroms, dinaminė klampa sumažėjo tiek naujos, tiek naudotos alyvos apie 89 %.

Lyginant naujos alyvos su naudotos alyvos klampa ji taip pat sumažėjo apie 20 cP, kas sudaro apie 11 % sumažėjimą.

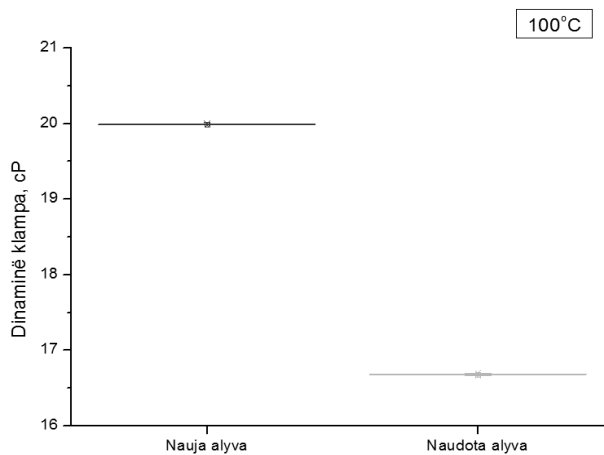
Pliūpsnio temperatūra buvo matuojama pagal pateiktą metodiką. Buvo tiriama nauja ir naudota alyva. Gauti rezultatai pateikiami 5 paveiksle.

Iš grafikų matome, jog pliūpsnio temperatūra prieš ir po eksploatacijos sumažėjo 8 °C. Tai palyginus yra labai nedaug, galime daryti prielaidą, kad ši alyva buvo beveik

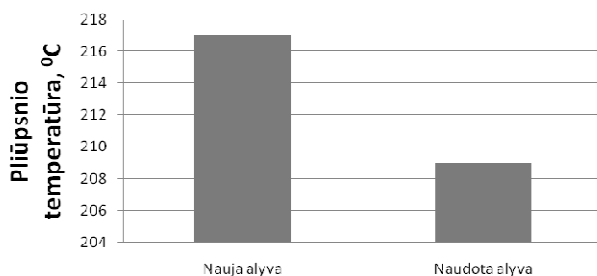
neužteršta ir dėl to jos pliūpsnio temperatūra yra beveik nekintanti.



3 pav. Dinaminė klampa, esant 40 °C temperatūrai



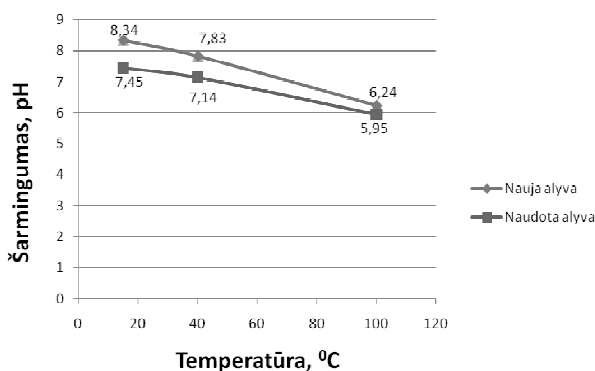
4 pav. Dinaminė klampa, esant 100 °C temperatūrai



5 pav. Pliūpsnio temperatūra naujos ir naudotos alyvos

Pagal pateiktą metodiką buvo matuojamas naujos ir naudotos alyvos šarmingumas. Kiekvienas mėginys buvo matuojamas po 5 kartus, esant skirtingoms bandinio temperatūroms. Gauti rezultatai pateikiami 6 paveiksle.

Naudojant alyvą jos šarmingumas mažėja, ką ir matome iš grafiko. Naujos alyvos šarmingumas sumažėjo 2,1 pH vienetu, o tai sudaro apie 25 %. Naudotos alyvos šarmingumas sumažėjo 1,5 pH vienetu, kas sudaro apie 20 %.



6 pav. Šarminingumo priklausomybė nuo temperatūros

Leistinas šarminingumo kiekio sumažėjimas yra 50 % nuo pradinės vertės, dėl to galima teigti, jog ši alyva gali būti ir toliau eksploatuojama.

### Išvados

1. Pusiaus sintetinės variklinės alyvos SAE 10W40 tankis po eksploatacijos, t. y. po 40 000 km ridos, sumažėjo apie 9 %. Tokį ganėtinai didelį sumažėjimą galime paaiškinti, darydami prielaidą, jog į alyvą, eksploatuojant dujinį autobusą, pateko nemažai lengvųjų dalelių, tokių kaip vandenilis bei buvo išseikvota nemaža dalis priedų.

### Literatūra

- Sokolovskij, E.; Matijošius, J. 2012. Transporto priemonių konstrukcinės ir eksploatacinės medžiagos. Vilnius: Technika. 31 psl.
- Abramavičienė, D.; Kasulaitis, V. 2012. Konstrukcinės ir eksploatacinės medžiagos, Vilnius, 113 psl.
- Jučas, P. 1992. Degalai ir tepalai: vadovėlis autotransporto specialybės studentams ir moksleiviams. Vilnius: Mokslas. 256 psl.
- Jučas, P. 2002. Chematologija. Degalų ir tepalų klasifikacija ir techniniai rodikliai, Akademija. 102 psl.
- Baltrėnas, R.; Sologubas, L.; Sologubas, R. 1998. Automobilių degalai ir tepalai. TEV, Vilnius. 415 psl.
- Pukalskas, S.; Matijošius, J.; Žuraulis, V.; Sadauskas, V. Šiuolaikinių dyzelinių automobilių variklių kietųjų dalelių filtrų regeneracijos problemos. "The Regeneration Problems of DPF in Modern Car Powered by Diesel Engine, 1–7 psl.
- Kliukas, V. 2007. Lietuvos automobilių dujų įrangos montuotojų asociacija, in *Transporto pasaulis* [interaktyvus], Nr. 6, [žiūrėta 2014 m. Vasario 7 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.autoekologija.lt/?langid=1&topmenuid=3&menuid=&submenuid=&contentid=13>>.
- Wright, J. 2011. Machinery Lubrication [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. gegužės 9d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.machinery-lubrication.com/>>.

2. Dinaminė klampa lyginant naujos ir naudotos alyvos reikšmes, sumažėjo apie 20 CP, tai galime paaiškinti priedų išseikvojimu. Sumažėjimas nėra labai didelis lyginant su pradine reikšme, sumažėjo apie 11 %, todėl galime teigti, jog variklio detales buvo apsaugotos nuo trinties ir alyva galėjo būti dar toliau eksploatuojama. Tačiau didėjant temperatūrai, alyva nebuvo stabili, nes jos klampa prie 100 °C temperatūros sumažėjo net 89 %.

3. Variklinės alyvos pliūpsnio temperatūra sumažėjo tik 4 %, tai palyginti yra nedidelis šio parametro sumažėjimas po 40 000 km ridos miesto važiavimo sąlygomis. Galime teigti, jog alyva išliko saugi gaisrinio požūriū.

4. Atliktas šarminingumo matavimo tyrimas rodo, jog naudotos alyvos šarminingumas sumažėjo apie 20 %, lyginant su naujos alyvos šarminingumu. Tai galėjo lemti, jog eksploatavimo metu variklinė alyva SAE 10W40 neteko dalies plaunamųjų bei kitų priedų. Tačiau tai neviršija leistinos ribos, kuri yra lygi 50 %, todėl alyva gali būti ir toliau naudojama.

5. Iš visų atliktų tyrimų, gautų rezultatų pastebėta, jog didinant alyvos temperatūrą, chematologinių savybių rodikliai mažėjo. Lyginant naujos variklinės alyvos rodiklių reikšmes su naudotos alyvos reikšmėmis, pastebėta, jog reikšmes mažėjo nuo 8 % iki 11 %, tai palyginti yra nedidelis sumažėjimas, todėl alyva dujiniame autobuse gali būti eksploatuojama ir daugiau negu 40 000 km rida.