

# EURO 5 IR EURO 6 STANDARTŲ REIKALAVIMŲ Palyginimas, Įvertinant Krovinių Automobilių Alyvų Eksploatacinius Rodiklius

*Linas Baguckis, darbo vadovė lekt. Vida Jokubynienė*

*Klaipėdos valstybinė kolegija*

## ANOTACIJA

Straipsnyje analizuojamas Euro 5 ir Euro 6 standarto reglamentuojamas alyvų naudojimas ir jų atitikimas reikalavimams. Alyvos kokybiniai rodikliai, svarbūs kroviniame transporte norint sklandžiai teikti rvežimo paslaugas tiek Lietuvoje, tiek užsienio šalyse. Analizuojama Euro 5 ir Euro 6 standartuose naudojama alyva, jos kokybiniai kriterijai, tokie kaip klampa, rūgštingumas bei atsiradusių priemaišų kiekis eksploatacijos metu. Analizuojami Euro 5 standartą turintys sunkvežimiai, kurie naudoja LDF-3 alyvą, o Euro 6 standartą sunkvežimiai – LDF-4 alyvą. Atlikus tyrimą nustatyta, kad LDF-4 alyva yra kokybiškesnė ir ilgiau išlaiko savo tepimo savybės, klampą ir užtikrina ilgesnį eksploatavimo periodą.

Raktiniai žodžiai: Euro 5 ir 6 standartas, alyva, klampa, sunkvežimiai.

## IVADAS

Vienas svarbiausių klausimų šiais laikais, kaip sumažinti oro užterštumą. Vienas iš atsakymų yra euro standartai. Kasmet keliami vis didesni reikalavimai transporto priemonėms, todėl norint atitikti standartą automobilių gamintojai priversti investuoti į transporto priemonių išmetimo sistemas. Gamintojai keičia transporto priemonių konstrukcijas, kėbulus, ar net eksploatacinius skysčius, norėdami atitikti euro standarto keliamiems reikalavimams. Tačiau transporto priemonė privalo tinkamai veikti, užtikrinti ne tik ekologiškumą, bet ir pagrindinę funkciją – patikimumą.

Šis tyrimo aktualumas: transporto priemonės turi būti patikimos, o tai ypač atsispindi alyvų kokybiniuose rodikliuose. Tyrimo metu tirtos dvi alyvos naudojamos euro 5 ir 6 standartuose. Kroviniams automobiliams yra taikomi transporto emisijos apribojimai, kitaip tariant Euro standartai tai yra pagrindinė priemonė kontroliuoti transporto priemonių išmetamų teršalų kiekį, kuri vis labiau verčia automobilių gamintojus didesnę dėmesį skirti ekologijai. Skirtinguose žemynuose taikomi skirtingi standartai. Euro standartų era prasidėjo nuo Euro 1 ir išstobulėjo iki to, ką turime dabar – Euro 6 transporto emisijos standarto.

**Problema.** Transporto priemonių emisijos daro didelę įtaką aplinkai, todėl yra svarbu mažinti kenksmingų teršalų kiekius. Emisijų dydžius reguliuoja nuolat griežtėjantys euro standartai.

**Tyrimo tikslas** – palyginti euro 5 ir euro 6 standartuose naudojamą alyvą.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą.

2. Atlikti alyvos kokybės tyrimus įvertinant Euro standartą.

3. Palyginti alyvos eksploatacinius rodiklius.

**Tyrimo metodai:** mokslinės literatūros analizė, kokybinis tyrimas.

## 1. TYRIMO METODIKA

Apžvelgus sąvokų kokybiniams tyrimams nusakyti įvairovę, nesunku pastebėti, jog kiekvienoje jų yra akcentuojamas vienas ar kitas aspektas. Krathwohl (1993) teigia, kad, šiomis sąvokomis yra nusakomi du skirtingi požiūriai į tyrimą. Vadinasi kokybinis tyrimas yra labiau priimtinas, nes jomis nusakomi ne atskiri mokslinio tyrimo metodai arba aspektai.

Darbe naudotasi šiais tyrimo metodais:

- 1) eksperimentu;
- 2) testavimu;
- 3) analizavimu.

Tyrimui atlikti panaudoti euro 5 ir euro 6 standartą atitinkantys sunkvežimiai, kurie yra nuvažiavę apie 500 tūkstančių kilometrų. Tyrimo tikslas – nustatyti alyvos kokybinius, klampumą, sudedamąsias medžiagas, metalų atsiradimą alyvoje, nustatyti kaip keičiasi fizinės alyvos savybės, bei ištirti alyvos užterštumą. Ištirtos alyvos tai LDF-3 10w-40 ir LDF-4 5w-30, kurios yra naudojamos euro 5 ir euro 6 standartą atitinkančiuose sunkvežimiuose.

Alyvos nusidėvėjimui bei metalų atsirandančių eksploatacijos metu nustatyti yra naudojamas ASTM D158 standartas. Standartinis metodas ASTM D5185 yra skirtas priedų elementų, susidėvėjusių metalų ir teršalų nustatymui naudotose tepalinėse alyvose ir pasirinktų elementų bazinėse alyvose nustatymui naudojant ICP-OES. Iš viso šiuo bandymo metodu galima nustatyti 22 elementus ir jis paprastai naudojamas kaip greitas atrankos metodas, skirtas stebėti alyvą naudojančios įrangos būklę ir nustatyti, kada reikia imtis prevencinių veiksmų. Norint tiksliai nustatyti jų kiekį, metalinės analizės turi būti tirpios aliejuje. Naudojant šį metodą neįmanoma kiekybiškai įvertinti netirpių dalelių, pvz., mažų (didesnių nei keli mikrometrai) metalo dalelių, išstumtų iš mechaninės dalies, ir bet koks bandymas tai padaryti lems mažą išgaunamą kiekį. Taip yra dėl to, kad plazma nevysiškai išpurškia didesnes daleles, taip pat reikėtų pabrėžti, kad tokiu atveju būtų labai sunku gauti reprezentatyvų mėginį.

Alyvos klampumo tyrimas atliekamas pagal ASTM D445 standartą. Šis bandymo metodas yra skaidrių ir nepermatomų skystųjų naftos produktų kinematinės klampumo deteracijos metodika. Matuojant laiką, per kurį skysčio tūris teka sunkio jėgos sąlygomis per kalibruotą stiklinį kapiliarinį viskozimetrą. Dinaminį klampumą, galima gauti padauginus kinematinę klampumą, iš skysčio tankio. Rezultatas, gautas taikant šį bandymo metodą, priklauso nuo mėginio elgesio ir yra skirtas naudoti skysčiams, kurių šlyties įtempis ir šlyties greitis pirmiausia yra proporcingi (Niutono srauto

elgsena). Tačiau jei klampumas labai kinta priklausomai nuo šlyties greičio, iš skirtingo kapiliarų skersmens viskozimetrų galima gauti skirtingus rezultatus. Buvo įtraukta likutinio mazuto procedūra ir tikslumo vertės, kurios tam tikromis sąlygomis pasižymi ne Niutono dėsniumi.

## 2. EURO 5 IR EURO 6 IŠMETAMŲJŲ DUJŲ PALYGINIMAS

1999 m. ES priėmė Direktyvą 1999/96/EB, kuria nustatyti Euro III (2000 m.) ir Euro IV/V standartai (2005–2008 m.). Direktyvoje nustatytos išmetamųjų teršalų ribinės vertės, kurios yra šiek tiek griežtesnės nei euro V standartai, taikomi nekenksmingumo aplinkai požiūriu patobulintoms transporto priemonėms. Šios direktyvos yra svarbios pirminių standartų papildymui ar pakeitimams: 2001 m. Europos Komisija priėmė Direktyvą 2001/27/EB, kuri uždraudė naudoti išmetamųjų teršalų "išderinimo įtaisus" ir "neracionalias" išmetamųjų teršalų kontrolės strategijas. Kai buvo priimti "Euro IV" ir "Euro V" standartai, reguliavimo institucijos tikėjosi, kad pagal griežtus kietųjų dalelių išmetimo standartus komercinėse sunkiosiose transporto priemonėse bus reikalaujama naudoti DPF (dyzelino kietųjų dalelių filtrus). Tačiau suderinę savo variklius su dideliu NOx kiekiu ir degalų taupymu bei palyginti mažu išmetamųjų KD kiekiu, gamintojai galėjo laikytis "Euro IV" ir "V" išmetamųjų teršalų standartų nenaudodami DPF. Šie gamintojai naudojo selektyvią katalizinę redukciją, kad sumažintų pro išmetimo vamzdį išmetamą NOx kiekį, kad atitiktų "Euro IV" ir "Euro V" standartus. Tačiau šia atitikties strategija nebuvo sumažintas mažiausių ir pavojingiausių dalelių išmetimas taip pat, kaip DPF.

**Euro VI standartas.** Euro VI išmetamųjų teršalų standartai buvo nustatyti Reglamentu (EB) Nr. 595/2009 ir įgyvendinti Reglamentu (ES) Nr. 582/2011, kuriame nustatytos visos techninės detalės. Nuo jų pirminio priėmimo reglamentai buvo keletą kartų iš dalies pakeisti, siekiant įtraukti papildomus elementus įvairiems įgyvendinimo etapams. Palyginti su ankstesniais išmetamųjų teršalų standartais (Euro V), "Euro VI" patikslinamos išmetamųjų teršalų ribinės vertės, išplečiamos tvarumo nuostatos ir įvedami keli svarbūs nauji elementai. Tai apima:

- Nauji trumpalaikiai ir stacionarūs darbo ciklai. Pasaulio suderintas pereinamųjų režimų ciklas (WHTC) ir pasaulio suderintas stacionarus ciklas (WHSC);
- Išmetamųjų kietųjų dalelių kiekio ribinės vertės (PN);
- Nauji bandymų reikalavimai, įskaitant ne ciklo ir naudojamo PEMS testavimą;
- Griežtesni OBD sistemos reikalavimai;
- Amoniako (NH<sub>3</sub>) koncentracijos ribos.

Toliau pateiktose lentelėse pateikiama išmetamųjų teršalų standartų ir jų įgyvendinimo datų santrauka. Lentelėse nurodytos datos nurodo naujus tipo patvirtinimus – visų transporto priemonių

datos daugeliu atveju yra vieneriais metais vėlesnės. Yra du išmetamųjų teršalų standartų rinkiniai su skirtingo tipo bandymų reikalavimais:

**Pastovios būsenos bandymas:** 1 lentelėje išvardyti išmetamųjų teršalų standartai, taikomi tik dyzeliniams (slėginio uždegimo, CI) varikliams, taikant pastovios būsenos išmetamųjų teršalų kiekio bandymų reikalavimus.

1 lentelė

Pastovios būsenos bandymas

Standartas	Metai	Testas	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	PN	Dūmai
			g/kWh					1/kWh
Euro V	2008	ESC, ELR	1.5	0.46	2.0	0.02		0.5
Euro VI	2013	WHSC	1.5	0.13	0.40	0.01	8.0×10 <sup>11</sup>	

**Pereinamųjų režimų bandymas:** 2 lentelėje išvardyti standartai, taikomi ir dyzeliniams, ir priverstinio uždegimo (PI) varikliams, taikant pereinamųjų režimų bandymo reikalavimus.

2 lentelė

Pereinamųjų režimų bandymas

Standartas	Metai	Testas	CO	NMHC	NO <sub>x</sub>	PM	PN
			g/kWh				
Euro V	2008	ETC	4.0	0.55	2.0	0.03	
Euro VI	2013	WHTC	4.0	0.16	0.46	0.01	6.0×10 <sup>11</sup>

### Sunkvežimių palyginimas pagal euro standartus:

1. „Žalias“ sunkvežimis – išmetamųjų dujų toksiškumo ir triukšmingumo reikalavimų atitikimo sertifikatas, kurį išduoda gamintojas ar jo įgaliotas atstovas. „žalias“ sunkvežimis – išmetamųjų dujų toksiškumo ir triukšmingumo reikalavimų atitikimo sertifikata, kurį išduoda gamintojas ar jo įgaliotas atstovas (Lietuvos respublikos seimas, 2006).

2. „Žalesnis ir saugus“ sunkvežimis – išmetamųjų dujų toksiškumo ir triukšmingumo reikalavimų atitikimo sertifikatas bei eismo saugumo reikalavimų atitikimo sertifikatas, kuriuos išduoda gamintojas ar jo įgaliotas atstovas. eismo saugumo reikalavimų atitikimo sertifikato numeris turi atitikti išmetamųjų dujų toksiškumo ir triukšmingumo reikalavimų atitikimo sertifikato numerį; eismo saugumo reikalavimų atitikimo sertifikato galiojimas turi būti pratęsiamas kartą per metus privalomosios techninės apžiūros metu išduodant techninės apžiūros sertifikata (Lietuvos respublikos seimas, 2006).

3. „EURO III saugūs“ sunkvežimiai – motorinės transporto priemonės, atitinkančios techninius ir saugumo reikalavimus, ETMK sertifikatas, kurį išduoda gamintojas ar jo įgaliotas atstovas atitiktis nustatytiems eismo saugumo reikalavimams turi būti tikrinama kartą per metus privalomosios techninės apžiūros metu išduodant techninės apžiūros sertifikata (Lietuvos respublikos seimas, 2006).

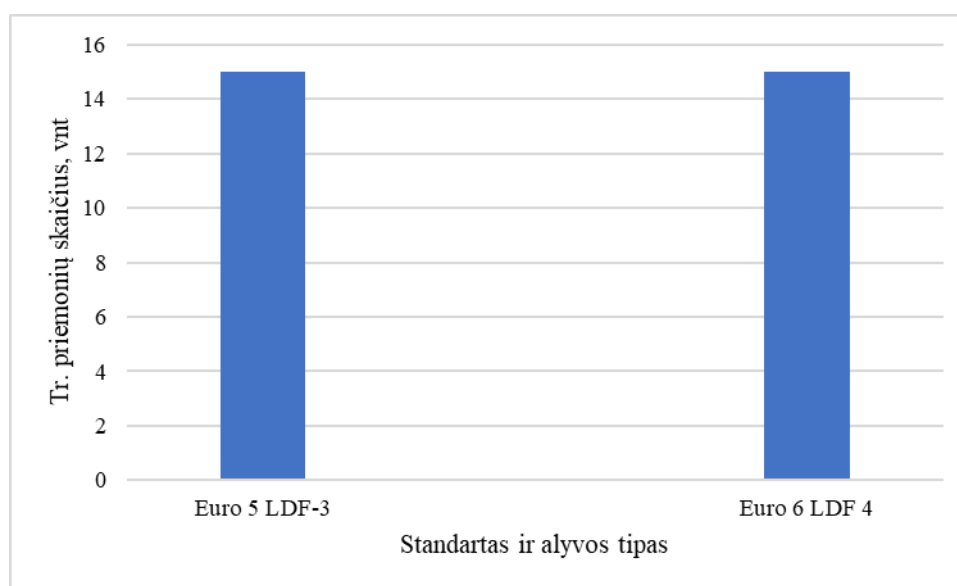
4. EURO IV saugūs“, „EURO V saugūs“, „EEV saugūs“ ir „EURO VI saugūs“ sunkvežimiai – motorinės transporto priemonės, atitinkančios techninius ir saugumo reikalavimus, atitiktis

nustatytiems eismo saugumo reikalavimams turi būti tikrinama kartą per metus privalomosios techninės apžiūros metu išduodant techninės apžiūros sertifikatą (Lietuvos respublikos seimas, 2006).

5. Priekaba (puspriekabė), pritaikyta darbui su „žalesniu ir saugiu“, „EURO III saugiu“, „EURO IV saugiu“, „EURO V saugiu“, „EEV saugiu“ ir „EURO VI saugiu“ sunkvežimiu, – priekabos, atitinkančios techninius saugumo reikalavimus, ETMK sertifikatą, kurį išduoda gamintojas ar jo įgaliotas atstovas, o kai įgalioto atstovo nėra – privalomosios techninės apžiūros įmonės; šio sertifikato galiojimas turi būti pratęsiamas kartą per metus privalomosios techninės apžiūros metu (Lietuvos respublikos seimas, 2006)

### 3. TYRIMO REZULTATAI

Alyvų mėginio kokybiniam tyrimui atlikti, pasirinkta 15 sunkvežimių atitinkančių euro 5 standartą ir 15 sunkvežimių atitinkančių euro 6 standartą. Euro 5 parinkti sunkvežimiai, kurie naudoja LDF-3 alyvą, o euro 6 standartą atitinkantys sunkvežimiai – LDF-4 alyvą. Rezultatuose gauti duomenys yra vidurkiai, nes sunkvežimiai parinkti skirtingų eksploatacinių sąlygų, t. y. vilkikai, miškovežiai, aplinkos tvarkos specialieji sunkvežimiai. Kadangi nuo eksploatacinių sąlygų priklauso variklio apkrova, alyvos keitimo intervalas, todėl duomenys yra suvesti vidurkio sistema. 1 paveiksle pateiktas grafikas apie sunkvežimių eksploatacines sąlygas, kurie buvo panaudoti.

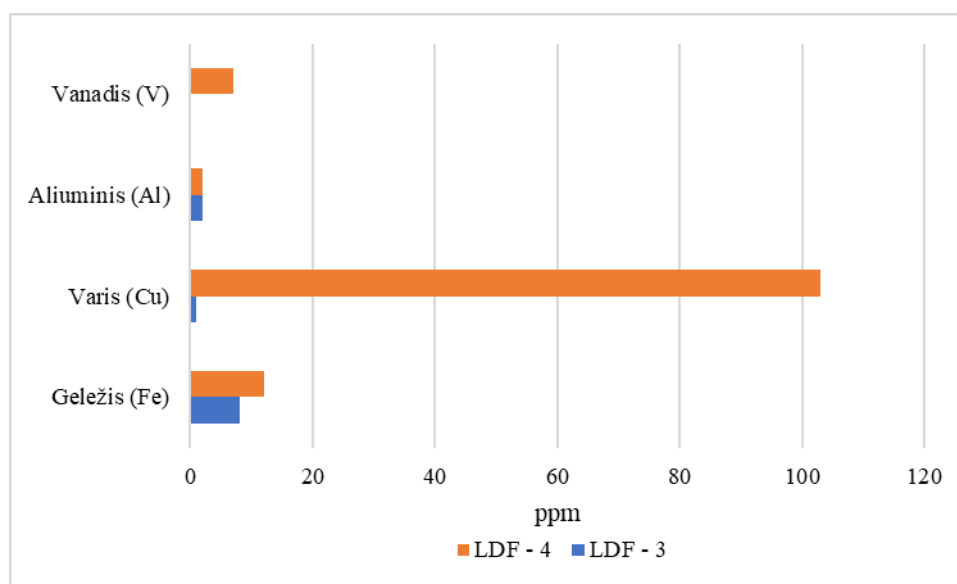


**1 pav.** Tiriamų objektų skaičius

Metalai gali atsirasti variklio alyvoje per įvairius mechanizmus. Variklio veikimo metu metaliniai komponentai, tokie kaip stūmokliai, guoliai ir skirstomieji velenai, gali nusidėvėti ir išleisti mažas metalines daleles į alyvą. Tai vadinama variklio nusidėvėjimo šiukšlėmis ir tai yra natūrali variklio naudojimo pasekmė. Be susidėvėjusių šiukšlių, variklio alyvoje taip pat gali atsirasti metalų dėl korozijos ar cheminių reakcijų tarp metalinių komponentų ir pačios alyvos. Pavyzdžiui, jei variklis nėra tinkamai prižiūrimas arba jei alyvoje yra teršalų, tokių kaip vanduo ar rūgštys, jie gali

reaguoti su metaliniais komponentais ir sukelti koroziją, kuri gali išleisti metalo jonus į alyvą. Be to, metalo dalelės taip pat gali patekti į variklio alyvą per užteršimą keičiant alyvą arba iš išorinių šaltinių, tokių kaip dulkės ir nešvarumai, kurie patenka per oro įsiurbimo sistemą. Metalų buvimą variklio alyvoje atidžiai stebi techninės priežiūros specialistai, nes tai gali rodyti variklio sveikatą ir būklę. Per didelis tam tikrų metalų, tokių kaip varis, švinas ar geležis, kiekis variklio alyvoje gali reikšti nenormalų nusidėvėjimą ar kitas variklio komponentų problemas, dėl kurių gali prireikti techninės priežiūros ar remonto, kad būtų išvengta tolesnės žalos.

**LDF-3 ir LDF-4 alyvos sudėtis.** Žemiau, pateiktoje lentelėje aprašyta LDF-3 alyvos sudėtis. Iš kokių metalų ar priemaišų yra gaminama alyva. Duomenys panaudojami palyginti sudėtį, su alyvos tyrimo rezultatais.



**2 pav.** LDF-3 ir LD-F4 alyvoje atsiradusių metalų kiekis

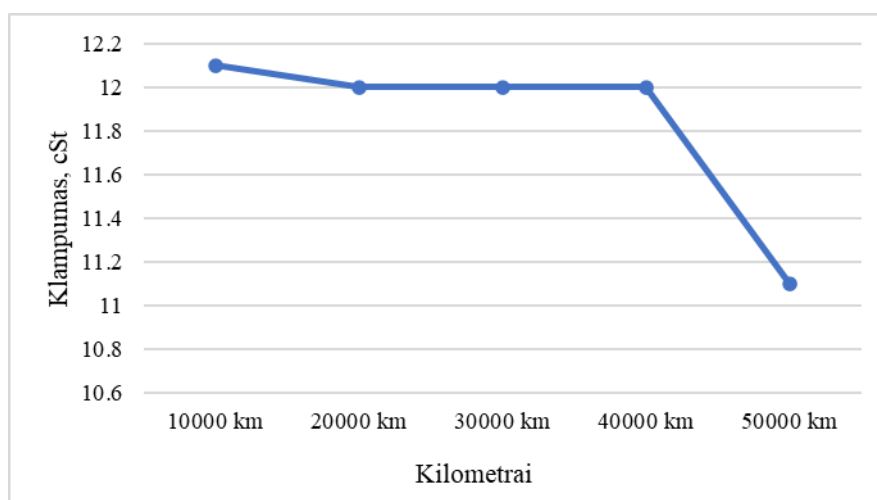
Leistinas vario kiekis variklio alyvoje priklauso nuo variklio tipo ir gamintojo specifikacijų. Tačiau apskritai priimtinas vario kiekis variklio alyvoje paprastai yra mažesnis nei 100 milijonųjų dalių (ppm). Atlikus tyrimą nustatyta, kad LDF-4 alyvoje vario kiekis viršija leistiną ribą žr. 2 pav. Varis yra įprastas nusidėvėjęs metalas, randamas variklio alyvoje, o jo buvimas gali rodyti komponentų, tokių kaip guoliai, įvorės ir skirstomieji velenai, nusidėvėjimą. Varis taip pat gali būti gaunamas iš vario lydinių, naudojamų variklių guoliuose, ir iš išorinių šaltinių, tokių kaip vario pagrindu pagaminti alyvos aušintuvai ar šilumokaičiai. Kai vario kiekis variklio alyvoje viršija leistiną ribą, tai gali būti per didelio variklio sudėtinųjų dalių nusidėvėjimo požymis ir gali prireikti tolesnių tyrimų priežasčiai nustatyti. Reguliari alyvos analizė gali padėti stebėti vario kiekį variklio alyvoje ir nustatyti galimas problemas, kol jos dar netapo rimtos (Andersson, 2018).

Leistinas geležies kiekis variklio alyvoje priklauso nuo variklio tipo, gamintojo specifikacijų ir naudojamo alyvos analizės metodo. Tačiau apskritai priimtinas geležies kiekis variklio alyvoje paprastai yra mažesnis nei 50–100 milijonųjų dalių (ppm). Geležis yra įprastas nusidėvėjęs metalas,

randamas variklio alyvoje, o jo buvimas gali rodyti komponentų, tokių kaip stūmoklio žiedai, cilindro įdėklai, vožtuvų traukinio komponentai ir alkūninio veleno guoliai, nusidėvėjimą. Geležis taip pat gali būti gaunama iš išorinių šaltinių, tokių kaip nešvarumai ir dulkės, patenkančios į variklį, arba iš geležies pagrindu pagamintų alyvos aušintuvų ar šilumokaičių (Patton, 2006).

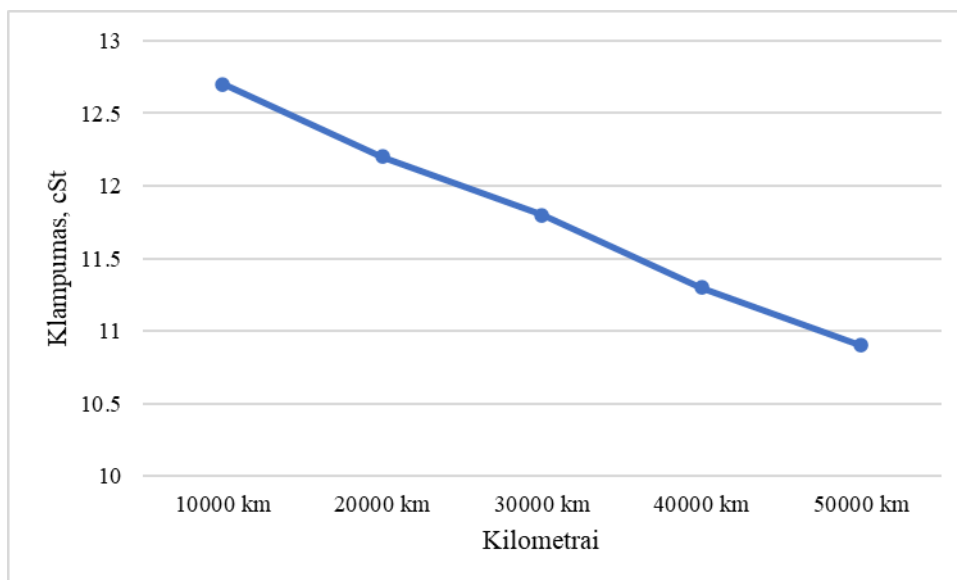
Remiantis tyrimo rezultatais nustatyta, kad LDF-4 alyvoje rasta 7 milijoninės dalys (ppm) vanadžio. Priimtinas vanadžio kiekis variklio alyvoje paprastai yra mažesnis nei 20–40 milijonųjų dalių (ppm). Vanadis yra metalas, kurį galima rasti kai kuriose kuro rūšyse, ypač sunkiajame mazute, naudojamame jūrų ir pramoniniuose varikliuose. Jis taip pat gali būti gaunamas iš išorinių šaltinių, tokių kaip vanadžio pagrindu pagaminti naftos priedai arba deginant vanadžio turinčias medžiagas variklyje. Kai vanadžio kiekis variklio alyvoje viršija leistiną ribą, tai gali būti degalų užteršimo ar kitų degimo proceso problemų požymis, dėl kurio gali padidėti variklio komponentų nusidėvėjimas. Reguliari alyvos analizė gali padėti stebėti vanadžio kiekį variklio alyvoje ir nustatyti galimas problemas, kol jos netapo rimtos.

Tyrimo metu, buvo nustatomas LDF-4 ir LDF-3 klampumo keitimasis eksploatacijos metu. Pagal gautus duomenis, nustatyta, kad LDF-4 alyvos klampumas išlieka nestipriai kintantis, tačiau tik po 40 tūkstančių kilometrų, stipriai pradeda kristi, žr. 3 pav. Tačiau klampumo rodiklis nukrenta ne iki mažiausio taško lyginant su LDF-3 alyva. Nukrenta iki 11.1. Staigus klampumo rodiklio keitimas, nėra naudingas, tačiau šiuo atveju nenukrenta žemiau nei LDF-3 alyvos žemiausias klampumo taškas.



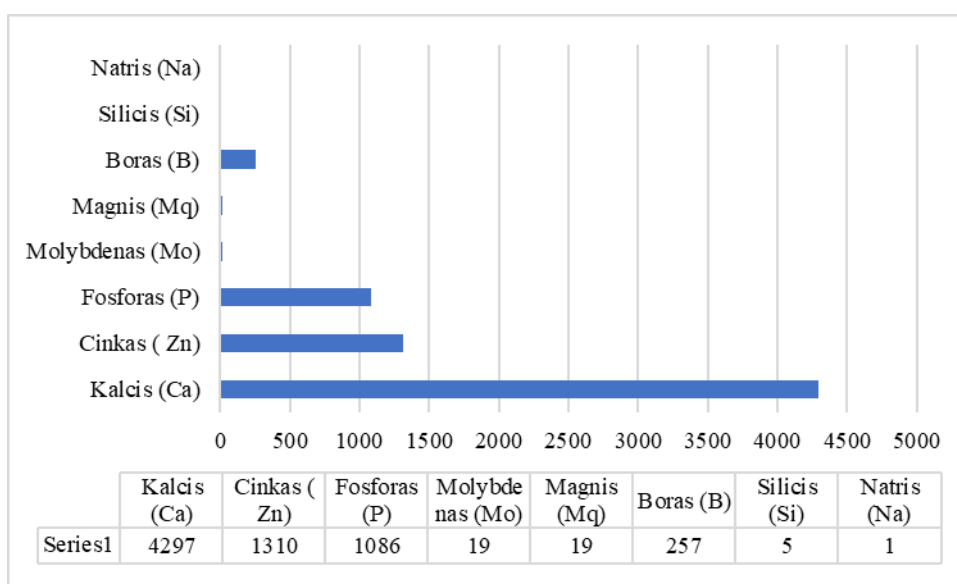
**3 pav.** LDF-4 alyvos klampumo kitimas eksploatacijos metu

Nagrinėjant LDF-3 alyvos klampumo mažėjimą eksploatacijos metu (žr. 4 pav.), klampumas mažėja nuosekliai. Po 10000 kilometrų alyvos klampumas mažėja, alyvos savybės keičiasi. Kadangi alyvos klampa mažėja nuolat, tai reiškia, kad alyvos savybės keičiasi. Didėja trintis tarp mazgų. Todėl alyvoje atsiranda papildomų priemaišų, žr. 8 pav, kurios nėra naudingos transporto priemonės variklio darbui bei ilgaamžiškumui.



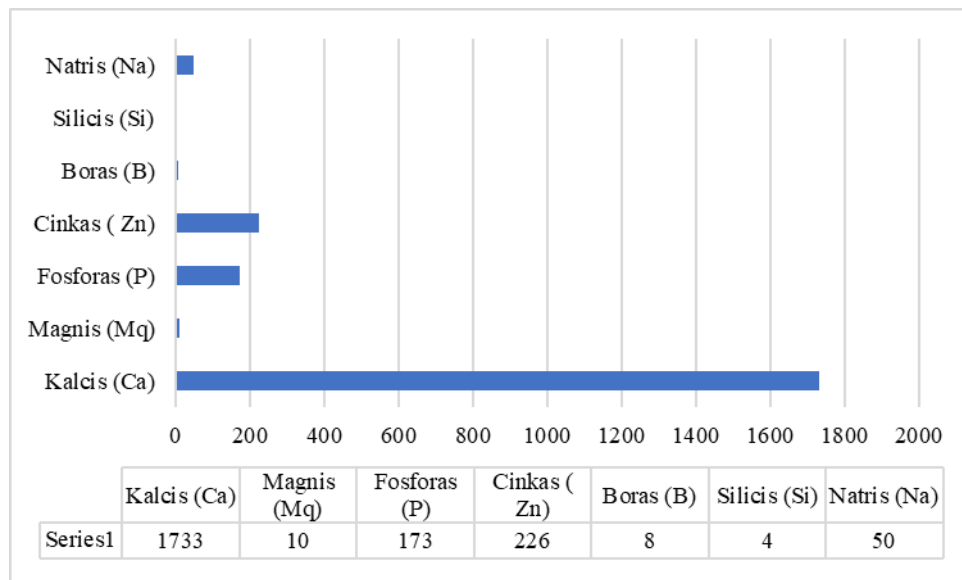
**4 pav.** LDF-3 alyvos klampos kitimas eksploatacijos metu

Pagal gautus alyvos tyrimo rezultatus apie atsiradusias priemaišas, nustatyta, kad LDF-3 alyvoje atsirado silicio. Silicis alyvoje atsiranda besitrinančių detalių metu. Lyginant LDF-4 alyvą su LDF-3, LDF-4 alyvoje silicio nerasta. Tai reiškia, kad LDF-4 alyva, užtikrina geresnes tepimo savybes, sumažina trintį tarp detalių.



**5 pav.** Alyvoje atsiradusios priemaišos

Atlikus LDF-3 alyvos tyrimą, buvo nustatomi alyvoje atsiradę teršalai, tarp alyvos keitimo intervalų, t. y. 50000 tūkst km. Tyrimo rezultatai parodė, kad kalcio atsirado – 4297 ppm, cinko 1310 ppm, fosforo – 1086 ppm, molybdeno – 19 ppm magnio – 19 ppm, boro – 257 ppm, silicio 5 ppm, natrio – 1 ppm



**6 pav.** Alyvoje atsiradusios priemaišos

Atlikus LDF-4 alyvos tyrimą, buvo nustatomi alyvoje atsiradę teršalai, tarp alyvos keitimo intervalų, t. y. 50000 tūkst km. Tyrimo rezultatai parodė, kad kalcio atsirado – 1733 ppm, cinko 226 ppm, fosforo – 1086 ppm, molybdeno – 19 ppm magnio – 19 ppm, boro – 8 ppm, silicio 4 ppm, natrio – 50 ppm.

Lyginant rezultatus tarp LDF-3 ir LDF-4 alyvoje atsiradusių priemaišų, LDF – 4 alyvoje beveik visų priemaišų atsirado mažiau. Tai reiškia, jog LDF-4 alyva pasižymi geresnėmis eksploatacinėmis savybėmis ir yra kokybiškesnė, variklis su šia alyva dirbs efektyviau ir ilgiau.

Teršalai variklio alyvoje gali atsirasti dėl šių priežasčių.

**Degimo šalutiniai produktai.** Degimo proceso metu variklyje nedideli šalutinių produktų kiekiai gali išeiti pro stūmoklio žiedus ir užteršti variklio alyvą. Šie šalutiniai produktai yra nesudegęs kuras, suodžiai ir dujos. Pūtimo dujos, kurios yra degimo šalutinių produktų ir oro mišinys, gali patekti į karterį ir sumaišyti su alyva.

**Nusidėvėjimas.** Veikimo metu variklio komponentai patiria trintį ir nusidėvėjimą. Smulkios metalo dalelės, žinomos kaip susidėvėję metalai, gali susidaryti dėl judančių dalių sąveikos. Šie nusidėvėję metalai gali patekti į alyvą ir prisidėti prie užteršimo.

**Užterštas oro įsiurbimas.** Variklio oro įsiurbimo sistema gali patekti į teršalus, tokius kaip dulkės, nešvarumai ir šiukšlės. Jei oro filtravimo sistema yra netinkama arba pažeista, šie teršalai gali apeiti filtrą ir patekti į degimo kamerą, galiausiai užteršdami alyvą.

**Aušinimo skysčio arba degalų nuotėkis.** Variklio aušinimo skystis arba degalų nuotėkis gali užteršti alyvą, jei kyla problemų dėl tarpiklių, sandariklių ar kitų komponentų, kurie atskiria aušinimo skystį ar degalų praėjimus nuo alyvos kanalų. Dėl aušinimo skysčio nuotėkio gali atsirasti aušinimo skysčio priedų ir rūgštinių medžiagų, o dėl degalų nuotėkio gali atsirasti degalų teršalų.

**Aplinkos veiksniai.** Išoriniai veiksniai, tokie kaip drėgmė, drėgmė ir aplinkos teršalai, taip pat gali prisidėti prie naftos užteršimo. Drėgmė gali sukelti oksidaciją ir skatinti mikrobinių teršalų augimą, o teršalai, tokie kaip dulkės, šiukšlės ir cheminės medžiagos, gali patekti į variklio alyvą. Variklio alyvoje esantys teršalai gali neigiamai paveikti variklio veikimą, sumažinti tepimo efektyvumą ir prisidėti prie komponentų nusidėvėjimo. Reguliari alyvos analizė ir tinkama techninės priežiūros praktika, įskaitant reguliarių alyvos ir filtrų keitimą, gali padėti sumažinti užterštumą ir užtikrinti optimalų variklio veikimą.

Boras yra papildomas metalas, dažniausiai naudojamas ploviklių prieduose ir randamas kai kuriose EP arba AW priedų cheminėse medžiagose. Tik tada, kai boro kiekis daugiau kaip 25 proc. nukrypsta nuo naujos naftos ar pamatinės vertės, turėtų kilti susirūpinimas, tačiau panašiausia priežastis yra sumaišymas arba papildymas kitu produktu. Esant normaliam ir tikėtinam priedų išieškojimui dėl naudojimo, priedai vis dar yra skystyje ir vis tiek bus matuojami esant normaliam jų lygiui. Kai jie nepasirodo skystyje, jie visiškai iškrito, o tai rodo sunkesnę skilimo mechanizmą arba priedų išsiskyrimą. Boras taip pat gali atsirasti dėl aušinimo skysčio nuotėkio, dažnai kartu su natriu ir (arba) kaliu; Šie elementai yra dėl priedų, naudojamų daugelyje aušinimo skysčių preparatų. Šių elementų buvimas kartu su aptiktu glikoliu ir vandeniu dažnai rodo stiprų arba apatinį nuotėkį, tačiau glikolio ir vandens nebuvimas paprastai reiškia viršutinį nuotėkį, kai skysta aušinimo skysčio dalis sudeginama arba virinama iš sistemos (Benson, 1999).

Leistinas silicio kiekis variklio alyvoje priklauso nuo konkretaus variklio ir naudojimo. Apskritai, variklio alyvose neturėtų būti didelis silicio kiekis, nes tai gali būti abrazyvinio purvo ir dulkių užteršimo požymis. Priimtinas silicio kiekis variklio alyvoje gali svyruoti nuo mažiau nei 5 milijoninių dalių (ppm) iki kai kuriais atvejais iki 50 ppm. Pavyzdžiui, pagal Amerikos naftos instituto (API) CK-4 ir FA-4 variklio alyvos standartus didžiausia leistina silicio riba yra 50 ppm. Europos automobilių gamintojų asociacija (ACEA) taip pat riboja silicio kiekį variklio alyvoje iki 50 ppm A5/B5 ir C5 kategorijoms. Svarbu pažymėti, kad viršijus rekomenduojamą silicio ribą variklio alyvoje, gali padidėti variklio nusidėvėjimas, sumažėti variklio veikimas ir sutrumpėti variklio tarnavimo laikas (Benson, 1999).

#### **Silicis gali patekti į variklio alyvą keliais būdais:**

1. Ore esančios dulkės ir nešvarumai: Silicis gali patekti į variklio alyvą per ore esančias dulkes ir purvo daleles, kurios patenka į variklį per oro įsiurbimo sistemą. Kadangi šios dalelės patenka į variklį, jos gali sukelti variklio komponentų susidėvėjimą ir sukurti nuosėdas, kurios gali užteršti alyvą.

2. Susidėvėjusios variklio dalys. Silicis taip pat gali patekti į variklio alyvą iš susidėvėjusių variklio dalių, tokių kaip stūmoklio žiedai, cilindro sienelės ir vožtuvų kreiptuvai. Kadangi šios dalys susidėvi, jos gali išleisti nedidelius silicio kiekius į variklio alyvą.

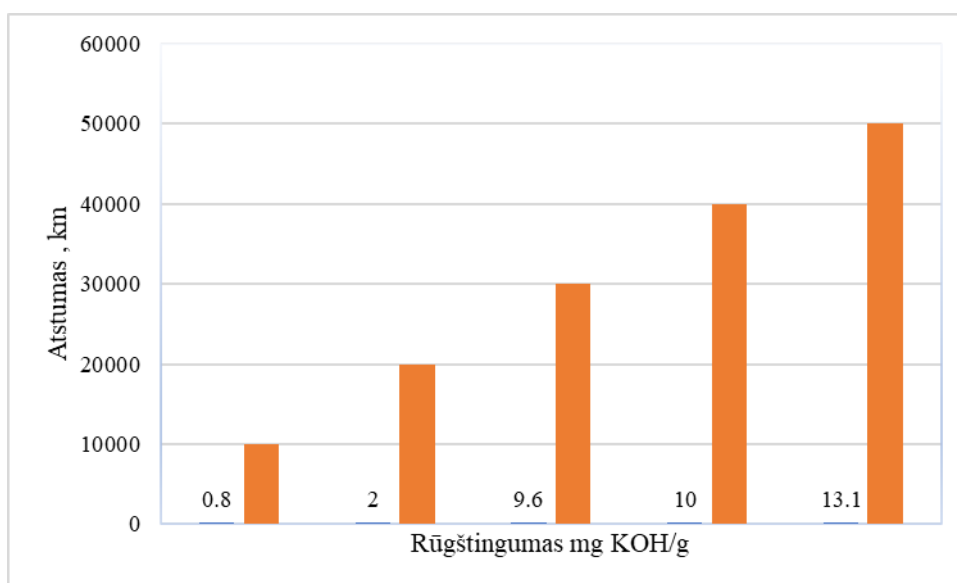
Yra keli natrio šaltiniai, randami dyzelinių variklių alyvoje. Galimi natrio šaltiniai yra aušinimo skystis, sūrus vanduo, priedai, riebalų tirštiklis, bazinės atsargos, nešvarumai ir kelių druska. Kita vertus, variklio alyvoje randamas kalis turi tik vieną realų pagrindinį šaltinį – aušinimo skystis. Kiti pagrindiniai elementai, kurie yra randami esant nesandariai aušinimo sistemai, tai yra boras, chromas, fosforas ir silicis. Visi šie elementai yra susiję su aušinimo skysčiu ir jei jie randami variklio alyvoje, gali būti indikatorius, kad aušinimo sistema yra nesandari. Problemų sritys apima defektinius sandariklius, elektrocheminę eroziją, kavitacijos eroziją, įdėklų koroziją, pažeistą aušintuvo šerdį, nesandarų galvos tarpiklį arba įtrūkimą cilindro galvutėje ar bloke. Aušinimo skysčio užteršimo poveikis yra alyvos klampumo sumažėjimas ir alyvos suskystėjimas, gelių ir emulsijų susidarymas, rūgščių susidarymas, sukeliantis koroziją, priešlaikinis filtro užsikimšimas ir prastas tepimas. Glikolio užteršimas yra priešlaikinio filtro gedimo dyzeliniame variklyje ir bendro prasto tepimo priežastis. Kita potencialiai didžiulė yra kalcio sulfato (variklio alyvos ploviklio) reakcija su etilenglikoliu (variklio aušinimo skysčiu). Kai šie skysčiai sumaišomi, atsiranda cheminė reakcija, kurios metu kaip šalutinis produktas susidaro nedideli abrazyviniai rutuliai. Šie „alyvos rutuliai“ yra nuo 5 iki 40 mikronų dydžio. Dydžio reikšmė yra ta, kad tai taip pat yra skysčio plėvelės dydis, todėl „alyvos rutuliai“ užkemša tepimo kanalus ir tokiu būdu variklyje nevyksta pakankamas alyvos tepimas, dėl kurios priežasties variklio detalių trintis padidėja.

Variklio alyvos rūgštingumas paprastai laikomas blogu. Variklio alyva skirta sutepti ir apsaugoti variklio komponentus nuo nusidėvėjimo ir trinties, taip pat padėti atvėsinti ir išvalyti variklį. Kai aliejus tampa rūgštus, tai gali reikšti keletą galimų problemų:

**Oksidacija.** Oksidacija įvyksta, kai alyva chemiškai reaguoja su deguonimi aukštoje temperatūroje, todėl jis suskaidomas ir tampa rūgštus. Oksiduota alyva praranda tepimo savybes ir gali padidinti variklio komponentų nusidėvėjimą.

**Užteršimas.** Rūgštiniai teršalai, tokie kaip šalutiniai degimo produktai, degalai ir aušinimo skystis, gali susimaišyti su variklio alyva. Dėl šių teršalų alyva gali tapti rūgštinga, o tai gali pakenkti varikliui ir jo komponentams (Benson 1999).

Leistiną rūgštingumo skaičių variklio alyvoje paprastai nurodo variklio gamintojas arba pramonės standartai. Variklio alyvos rūgštingumas paprastai matuojamas naudojant parametą, vadinamą bendru rūgščių skaičiumi (TAN) arba rūgščių skaičiumi (AN). Priimtina TAN arba AN vertė gali skirtis priklausomai nuo variklio tipo, jo konstrukcijos ir konkrečios gamintojo rekomenduojamos alyvos formulės. Skirtingi varikliai gali turėti skirtingą rūgštingumo tolerancijos lygį, ir šios vertės dažnai pateikiamos variklio naudojimo instrukcijoje arba jas pateikia alyvos gamintojas.



**7 pav.** LDF-3 alyvoje nustatytas rūgštingumo kitimas

Paprastai manoma, kad TAN arba AN vertės, mažesnės nei 1,0 mg KOH/g (kalio hidroksido miligramai grame alyvos), paprastai laikomos priimtinais daugumai variklių. Tačiau labai svarbu susipažinti su variklio gamintojo rekomendacijomis arba konkrečia alyvos specifikacija, kad nustatytumėte leistinus variklio rūgštingumo lygius. Reguliari alyvos analizė yra veiksmingas būdas stebėti variklio alyvos būklę, įskaitant jos rūgštingumo lygį. Tai padeda nustatyti bet kokius nukrypimus nuo priimtino diapazono ir leidžia laiku prižiūrėti bei prireikus pakeisti alyvą.

## IŠVADOS

1. Atlikus literatūros apžvalgą matoma, kad komercinis transportas skirstomas pagal Euro standartą į: „Žalias“ sunkvežimis; „Žalesnis ir saugus“ sunkvežimis; „EURO III saugūs“; „EURO IV saugūs“, „EURO V saugūs; Priekaba (puspriekabė).

2. Atlikus tyrimą ir palyginus LDF-3 ir LDF-4 alyvų kokybės rezultatus nustatyta, kad LDF-4 alyva yra kokybiškesnė, t. y. ilgiau išlaiko savo tepimo savybės, klampumą ir užtikrina geresnį tepimą.

3. Atlikus LDF-3 ir LDF-4 alyvų tyrimą matoma, kad iš alyvos kokybinių rodiklių galima nustatyti variklio mechaninius gedimus. Eksploatacijos metu alyvose atsirandantys priedai, teršalai, atsiranda esant variklio mazgų nesandarumui arba eksploatacinių skysčių pratekėjimui į tepimo sistemą.

## SUMMARY

As the requirements of euro standards become stricter, vehicle manufacturers are trying by all means to meet the standards. In order to meet them, operational fluids are being developed, oils that will ensure the operation of engines and assemblies of modern vehicles. The purpose of the study is

to determine the quality of LDF-3 and LDF-4 oils, to compare which oil retains its performance longer, to determine which metals and pollutants appear in the oil during operation. After identifying contaminants that have appeared in the oil, mechanical engine failures can be identified on the basis of the results of the study. Oil tests are important to ensure and guarantee the durability of the vehicle's engine. Since LDF-4 oil, according to the results of the study, found to be of higher quality, this means that operational fluids are constantly being improved.

## LITERATŪRA

1. Kardelis, K (2002). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Kaunas.
2. Ganesan, Set al. (2017). *A Review of Wear Particle Monitoring Techniques for Condition Monitoring of Machinery*".
3. *"Engine Oil Analysis Interpretation"* by Blackstone Laboratories
4. Andersson, Met al. (2015). *Monitoring the influence of fuel quality on engine wear by in-service oil analysis*".
5. *"Oil Analysis Interpretation Guidelines"* by Noria Corporation
6. Andersson, M. et al. (2018). *Oil Analysis and Wear Particles in Diesel Engines*.
7. Radulović, V. et al. (2013). *Oil analysis for determination of the condition of diesel engines*
8. Benson, S. W. et al. (1999). *The effect of fuel sulfur and vanadium on wear of engine components*.
9. Miller J. D. and Fradin, G. S. (2009). *Wear Metal Analysis of Used Engine Oil: A Review of Commercially Available Methods*.
10. Patton, K. N. et al. (2006). *Wear particle analysis of engine oil: A review and case study*.
11. Įsakymas dėl sertifikatų išdavimo ekologinius ir saugumo reikalavimus atitinkančioms transport priemonėms. Lietuvos respublikos seimas, Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/rs/actualEdition/TAIS.274461/AWGtshVhSN/>