

## **BENZININIŲ VARIKLIŲ TARŠOS EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI, ATKARTOJANT EUROPOS VAŽIAVIMO CIKLĄ NEDC**

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PETROL ENGINE EMISSION BY THE  
METHOD APPROACHED TO THE EUROPEAN DRIVING CYCLE NEDC

<sup>1)</sup>Vytautas Paulauskas, <sup>2)</sup>Saulius Nagurnas, <sup>3)</sup>Alfredas Rimkus, <sup>4)</sup>Mindaugas Melaika

<sup>1), 2), 3)</sup>VGTU Transporto inžinerijos fakultetas, Automobilių transporto katedra

<sup>4)</sup>Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Automobilių transporto katedra

El. paštas: <sup>1)</sup>e.v.paulauskas@gmail.com, <sup>2)</sup>saulius.nagurnas@vgtu.lt,

<sup>3)</sup>alfredas.rimkus@vgtu.lt, <sup>4)</sup>m.melaika@vtdko.lt

*Gauta 2012-04-30, pateikta spaudai 2012-09-07*

Šiame straipsnyje nagrinėjama automobilių išmetamų į aplinką teršalų problema. Apžvelgiami užsienio autorių atlikti teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai. Pateiktų eksperimentinių tyrimų tikslas – kaip įmanoma tiksliai atkartoti naująjį Europos važiavimo ciklą (NEDC) esamomis laboratorinėmis sąlygomis, stebint tiriamų lengvųjų automobilių išmetamų į aplinką teršalų kiekius. Šis važiavimo ciklas sudarytas iš miesto režimo (ECE 15) ir užmiesto režimo (EUDC). Pirmojo režimo trukmė 195 s, maksimalus pasiekiamas judėjimo greitis – 50 km/h, kartojamas 4 kartus; antrojo – 400 s, maksimalus greitis – 120 km/h, atliekamas vieną kartą.

NEDC pradėtas taikyti 2000 metais visoje Europos Sąjungoje (ES) ir naudojamas lengvųjų automobilių tiek benzinių, tiek dyzelinių variklių išmetamųjų deginių taršos nustatymui. Šiuo ciklu tiriama, ar ES gamintojų automobiliai, parduodami ES, atitinka nustatytus griežtus „Euro“ standartų reikalavimus.

Straipsnyje aprašomi lengvųjų automobilių su benzininiais varikliais („BMW 318i“, „Peugeot 407 SW“) eksperimentiniai tyrimai. Jais siekiama kuo tiksliau atkartoti NEDC ciklą ir nustatyti, kaip kinta minėtų automobilių variklių išmetamųjų dujų teršalų kiekiai, atkartojant šį važiavimo ciklą. Analizuojami gauti rezultatai – lyginamos teršalų kiekių priklausomybės tarp tiriamų automobilių, nustatytos reikšmės lyginamos su šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojančiais teisės aktais, taikomais privalomosios techninės apžiūros metu.

*Europos važiavimo ciklas, NEDC, benzinių variklių išmetamųjų dujų teršalai, traukos stendas, miesto režimas, užmiesto režimas.*

## Ivadas

Degant degalams vidaus degimo variklyje susidaro ir į atmosferą yra išmetami angliavandeniliai (CH), anglies monoksidas (CO), anglies dvideginis (CO<sub>2</sub>), azoto oksidai (NO<sub>x</sub>) bei kietosios dalelės (KD). Kaip žinome, anglies dvideginis dar yra vadinamas šiltnamio dujomis, kurios sukelia šiltnamio efektą. Taip pat garuojant degalams į aplinką patenka ir lakūs organiniai junginiai.

Daugelis pasaulio šalių, įskaitant ir Lietuvą, tarptautiniu ir nacionaliniu lygiu riboja nuodingų junginių išmetimus į atmosferą ir po truputį įgyvendina apmokestinimą už šiuos išmetimus. Transporto priemonių gamintojai tobulina neutralizavimo sistemų ir vidaus degimo variklių konstrukcijas ir stengiasi padidinti jų darbo efektyvumą, mažinant aplinkos oro taršą. Tuo tikslu, siekiant tiksliau apibrėžti automobilių variklių teršalų kiekių atitikimą normatyvams, daugelyje pasaulio šalių yra atliekami važiavimo ciklo bandymai, kurie atspindi važiavimo mieste ir užmiestyje sąlygas. Šių bandymų metu yra matuojami išmetamų teršalų kiekiai, kurie lyginami su nustatytais tarptautiniais normatyvais.

Todėl, šiame straipsnyje pateiktų eksperimentinių tyrimų tikslas – kaip įmanoma tiksliai atkartoti naująją Europos važiavimo ciklą (NEDC) esamomis laboratorinėmis sąlygomis, stebint tiriamų lengvųjų automobilių išmetamų į aplinką teršalų kiekius.

## Literatūros apžvalga

Įvairiose pasaulio valstybėse plėtojami įvairių tipų važiavimo ciklai, naudojami variklių teršalų emisijai tirti. Šie ciklai iš esmės skiriasi tik tam tikrais specifiniais niuansais (duomenų rinkimo metodai, bandymo maršruto parinkimas ir pan.), tačiau visais atvejais nagrinėjami vidutinio važiavimo greičio, vidutinio greitėjimo ir lėtėjimo, važiavimo pastoviu greičiu, stovėjimo ir kiti su realiu važiavimu susiję etapai. Šių dedamųjų pagrindu sudaryti JAV, Australijos, Europos važiavimo ciklai. Kadangi, sudarant minėtus ciklus, labai svarbu kuo tiksliau atkartoti realias eismo sąlygas miesto ir užmiesčio sąlygomis, nuolat atliekami moksliniai tyrimai, kuriais siekiama įvertinti įvairius faktorius, lemiančius važiavimo ciklą atkartojimo netikslumus, tuo pačiu matuojant išmetamųjų dujų teršalų kiekius. Šiame straipsnyje trumpai panagrinėkime Europos važiavimo ciklui skirtus tyrimus.

Graikijos sostinėje Atėnuose buvo atliktas bandymas su trimis skirtingos klasės automobiliais („Citroen Xsara“ 1,6 l, „Mitsubishi Space Runner“ 2,0 l Turbo ir „Chrysler PT Cruiser“ 2,4 l Turbo) [1]. Bandymo metu buvo matuojami tiriamų automobilių išmetamų į aplinką teršalų kiekiai bei degalų sąnaudos, atkartojant naująją Europos (NEDC) ir Atėnų (ADC) važiavimo ciklus. Taip pat minėtame straipsnyje pateikiama eksperimentinių tyrimų metu gautų duomenų analizė, kuri parodė esminius skirtumus tarp Atėnų (ADC) ir naujojo Europos (NEDC) važiavimo ciklą.

Panašus bandymas buvo atliktas taip pat Atėnuose. Šiuo bandymu buvo bandoma palyginti tirtu automobilio („Toyota Corolla“ 2,0 l TD) išmetamųjų dujų sudėtį priklausomai nuo naudotų degalų, atkartojant naująją Europos (NEDC) bei Atėnų važiavimo ciklus [2]. Šiam bandymui atlikti buvo naudojamas dyzelinas ir biodyzelinas (B5, B10, B20). Straipsnio pabaigoje pateikta gautų duomenų analizė, iš kurios matyti, kad didesnė aplinkos tarša kietosiomis dalelėmis buvo užfiksuota naudojant dyzeliną, tačiau verta paminėti, kad naudojant dyzeliną jo buvo suvartojama mažiau nei biodyzelino.

E. G. Giakoumis tyrė, kaip kinta azoto oksidų ir kietųjų dalelių išmetimai į aplinką bei degalų sąnaudos, atkartojant NEDC važiavimo ciklą [3]. Šiam bandymui buvo naudojamas šešių cilindrų dyzelinis variklis su turbina bei traukos stendas, kuris fiksavo išvystomą variklio galią ir sukimo momentą. Iš gautų duomenų buvo nubraižytos kreivės atspindinčios galios ir sukimo momento kitimą atkartojant NEDC važiavimo ciklą, taip pat buvo sudarytos diagramos, parodančios azoto oksidų ( $\text{NO}_x$ ) bei kietųjų dalelių išmetimus į aplinką ir degalų sąnaudas. Iš atliktos analizės rezultatų matyti, kad didžiausi išmetimai bei degalų sąnaudos gautos važiuojant ECE 15 (miesto režimo) ciklu.

Viename iš Indijos miestų (Pune) buvo sudarytas realus Pune važiavimo ciklas (Pune DC) [4]. Šis važiavimo ciklas buvo suskirstytas į 46 trumpas keliones. Iš šių trumpų kelionių buvo išreikšti tokie parametrai, kaip procentinis greitėjimas, procentinis lėtėjimas, procentinis pastovus greitis, procentinė prastova bei vidutinis greitis. Šių parametrų reikšmės atspindėjo realias eismo sąlygas Pune didmiestyje. Taip pat gautos parametrų reikšmės buvo palygintos su Indijos (IDC) ir Europos važiavimo ciklo NEDC parametrų reikšmėmis. Po gautų duomenų analizės buvo nustatyta, kad Pune važiavimo ciklas (Pune DC) labai skiriasi nuo standartinių Indijos (IDC) ir Europos (NEDC) važiavimo ciklų didesniu greičiu ir staigiai greitėjant bei lėtėjant.

Prancūzijoje buvo atlikti bandymai, kurie atspindėjo tirtų automobilių išmetamųjų dujų sudėties kitimą, atliekant tris realaus laiko ARTEMIS važiavimo ciklus (miesto, kaimo ir greitkelio) [5]. Taip pat buvo fiksuojami ir tokie dydžiai kaip automobilio greitis, įsibėgėjimas, lėtėjimas, nuvažiuotas atstumas, vidutinis greitis, procentinis sustojimas bei sustojimų kiekis į kilometrą. Buvo pasirinkti 30 automobilių (17 dyzelinių ir 13 benzininių), kurie buvo suskirstyti į dvi grupes: mažos galios (iki 61 W/kg) ir didelė galios (nuo 61 W/kg). Gauti duomenys buvo palyginti su atitinkamais Euro standartais. Analizuojant europiečių važiavimo manieras iš realių duomenų nustatyta, kad vairavimo sąlygos ir vairuojamas automobilis turi įtakos išmetamiems į aplinką teršalų kiekiams, nes, pavyzdžiui, didesnės galios automobiliai pasižymi didesniu važiavimo greičiu bei staigesniu greitėjimu.

Remiantis mokslinių darbų, skirtų įvairių važiavimo ciklų tyrimams, analize matome, kad Europos važiavimo ciklui NEDC skiriamas didelis dėmesys, nes su šio ciklo parametrais lyginami kitų ciklų atitinkami parametrai.

## Eksperimentinių tyrimų tikslai ir uždaviniai

Šiame straipsnyje pateiktų eksperimentinių tyrimų tikslai yra šie:

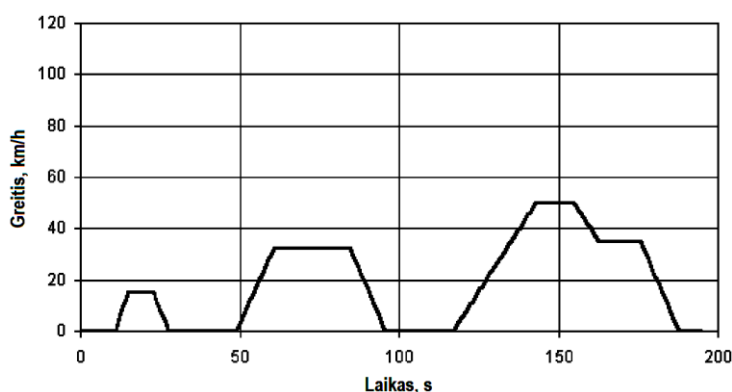
- Kuo tiksliau atkartoti miesto (ECE 15) ir užmiesčio (EUDC) važiavimo ciklus, automobilius bandant ant traukos stendo ir imituojant minėtas sąlygas;
- išmatuoti automobilių variklių išmetamų dujų teršalų kiekius, važiuojant įvairiais režimais;
- išanalizuoti ir palyginti gautas tiriamų automobilių teršalų kitimo priklausomybes kintant judėjimo greičiui bei gautas didžiausias reikšmes palyginti su šiuo metu LR galiojančiais teisės aktais.

## Eksperimentinių tyrimų objektai ir metodika

Eksperimentiniams tyrimams buvo pasirinkti atitinkamai 2003 ir 2006 metų gamybos lengvieji automobiliai „BMW 318i“ bei „Peugeot 406 SW“ (varikliai – benzininiai).

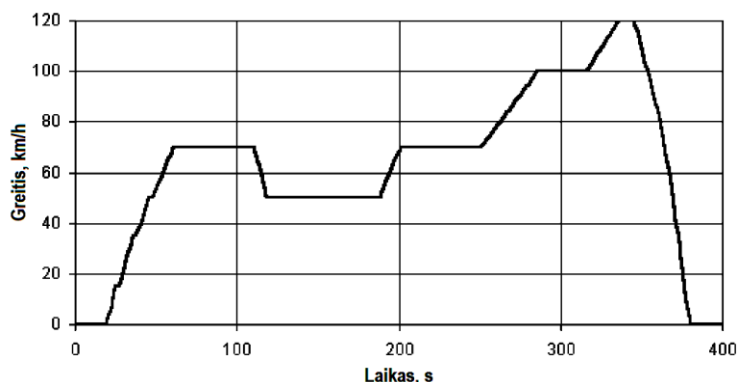
Kadangi eksperimentinių tyrimų pagrindas yra Europos važiavimo ciklas NEDC, trumpai jį apžvelgsime. NEDC ciklas sudarytas iš dviejų dalių (1, 2 pav.):

- 1) miesto sąlygų imitavimas (ECE 15), kuris kartojamas 4 kartus ir didžiausias pasiekiamas judėjimo greitis yra  $> 50$  km/h (žr. 1 pav.). Kaip matome, ši ciklo dalis sudaryta iš trijų etapų. Šie trys etapai skiriasi pasiekiamu judėjimo greičiu, o tuo pačiu ir jungiama pavara, todėl kinta variklio apkrova.
- 2) užmiesčio sąlygų imitavimas (EUDC), kuris atliekamas vieną kartą, o didžiausiais pasiekiamas greitis yra 120 km/h (žr. 2 pav.). Ši ciklo dalis atliekama iškart po keturių ECE 15 ciklo dalies važiavimų, siekiant įvertinti agresyvesnio ir didesnio važiavimo greičio režimus.



**1 pav.** ECE 15 važiavimo ciklas (miestas)

**Fig. 1.** ECE 15 driving cycle (urban)



**2 pav.** EUDC važiavimo ciklas (užmiestis)

**Fig. 2.** EUDC driving cycle (extra-urban)

Prieš bandymą automobilio variklis turi būti neužvestas mažiausiai 6 valandas ir temperatūra turi siekti apie 20 – 30° C. Tada variklis užvedamas ir iškart pradedami bandymai.

ECE 15, EUDC ir NEDC ciklų pagrindiniai parametrai pateikti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** ECE 15, EUDC, NEDC parametrai

**Table 1.** ECE 15, EUDC, NEDC technical data

	ECE 15	EUDC	NEDC
Atstumas	4·1,013=4052 m	6955 m	11007 m
Trukmė	4·195=780 s	400 s	1180 s
Greičio vidurkis	18,7 km/h	62,6 km/h	33,6 km/h
Didžiausias greitis	50 km/h	120 km/h	120 km/h

Eksperimento eiga:

- Tiriamuoju automobiliu užvažiuojama ant traukos stendo ir jis įtvirtinamas;
- Į traukos stendą įvedami automobilio parametrai:
  - ✓ Automobilio svoris (su vairuotoju ir vienu keleiviu);
  - ✓ Automobilio oro varža;
  - ✓ Automobilio riedėjimo varža;
- Prie automobilio „OBD II“ jungties prijungiamas diagnostikos įrenginys „BOSCH KTS 570“, fiksuojantis automobilio judėjimo greitį;
- Prie automobilio išmetamosios sistemos yra prijungimas išmetamųjų dujų analizatorius „AVL Diagnostic 4000“;
- Prie išmetamųjų dujų analizatoriaus parodymų ekrano yra pastatoma vaizdo kamera, fiksuojanti išmetamųjų dujų analizatoriaus rodmenis tam tikru momentu;
- Parengus įrangą, atliekami važiavimai, atkartojant NEDC ciklą;
- Fiksuojami ir analizuojami gauti duomenys.

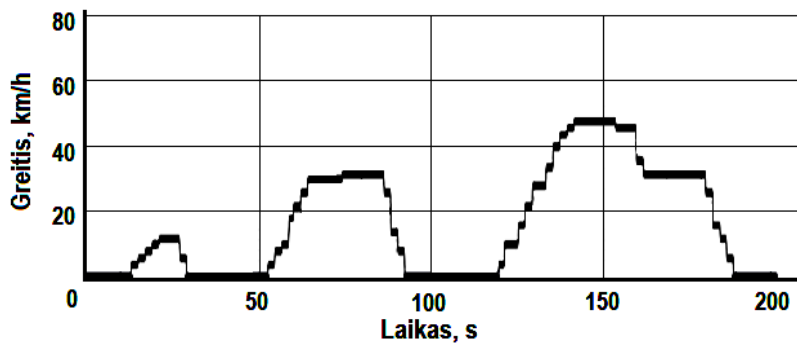
## Eksperimentinių tyrimų rezultatai ir jų analizė

Pagal gautus grafinius vaizdus (3-6 pav.) matyti, kad Europos važiavimo ciklą NEDC laboratorinėmis sąlygomis pavyko atkartoti tiksliai.

Iš gautų eksperimentinių tyrimų duomenų tai pat sudarome automobilių „BMW 318i“ ir „Peugeot 407 SW“ variklių išmetamųjų dujų teršalų CH, CO kiekio kitimo, priklausomai nuo besikeičiančių važiavimo sąlygų (važiavimo laiko), priklausomybes (žr. 7-10 pav.).

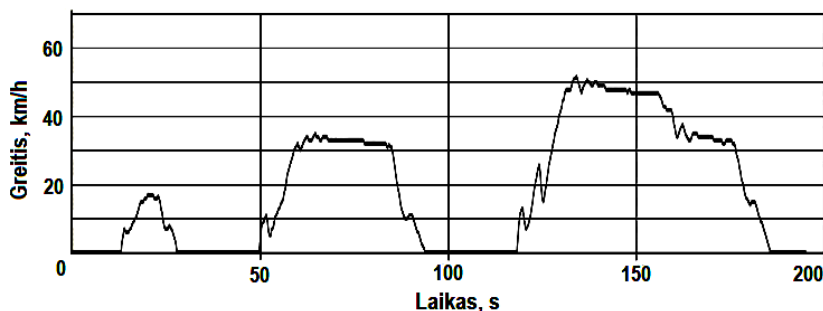
Nagrinėjami tie važiavimo ciklo momentai, kada deginiuose fiksuota didžiausia teršalų CH, CO, o taip pat ir CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> koncentracija (pastarųjų grafinės priklausomybės nuo važiavimo laiko šiame straipsnyje nėra pateiktos).

Pirmiausia, apžvelkime miesto važiavimo ciklo ECE 15 bandymus. 7 paveiksle pateiktos didžiausios momentinės CH teršalų reikšmės fiksuotos atliekant ketvirtą važiavimą (automobilis „BMW 318i“) – 10 ppm; ir pirmąjį važiavimą (automobilis „Peugeot 407 SW“) – 21 ppm. Lyginant minėtus automobilius CH komponento taršos atžvilgiu matome, kad šio komponento kitimo laike kreivių pobūdis panašus, bet automobilio „Peugeot 407 SW“ CH momentinė didžiausia tarša automobilio „BMW 318i“ CH taršą viršija 2,1 karto.



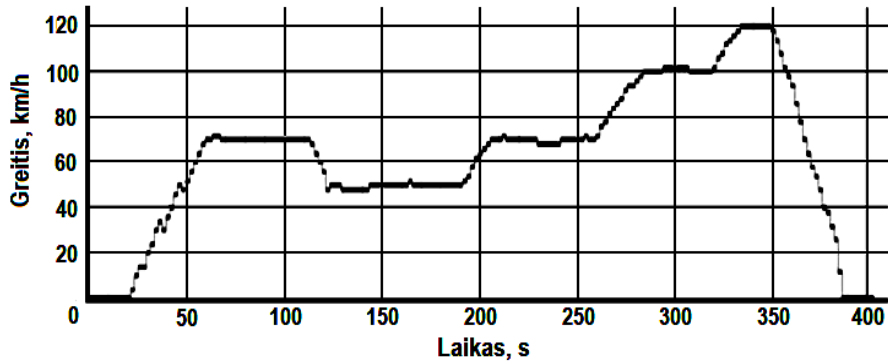
3 pav. Automobilio „BMW 318i“ važiavimo greičio kreivė miesto režimu (ECE 15)

Fig. 3. Speed graph of the „BMW 318i“ car in the urban mode (ECE 15)



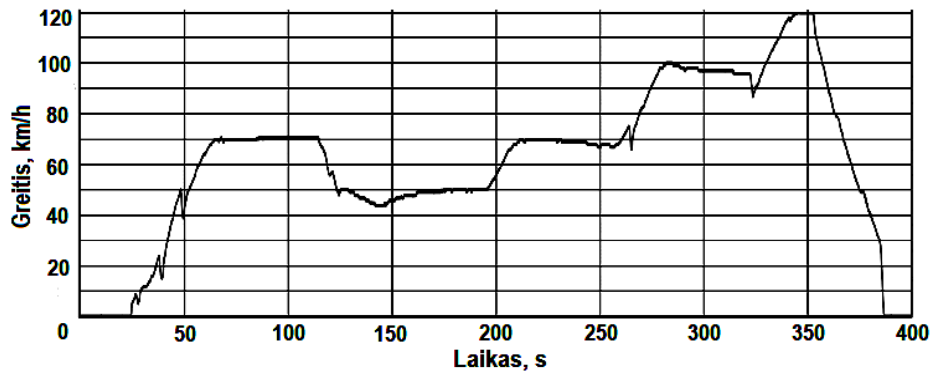
4 pav. Automobilio „Peugeot 407 SW“ judėjimo greičio kreivė miesto režimu (ECE 15)

Fig. 4. Speed graph of the „Peugeot 407 SW“ car in the urban mode (ECE 15)



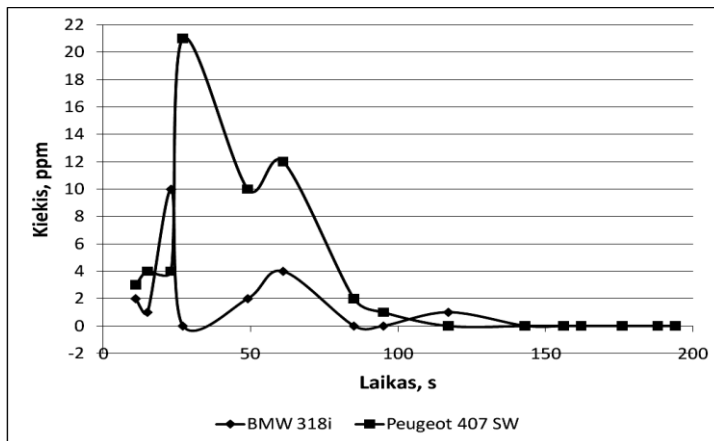
5 pav. Automobilio „BMW 318i“ judėjimo greičio kreivė užmiesčio režimu (EUDC)

Fig. 5. Speed graph of the „BMW 318i“ car in the extra-urban mode (EUDC)



6 pav. Automobilio „Peugeot 407 SW“ greičio kreivė užmiesčio režimu (EUDC)

Fig. 6. Speed graph of the „Peugeot 407 SW“ car in the extra-urban mode (EUDC)



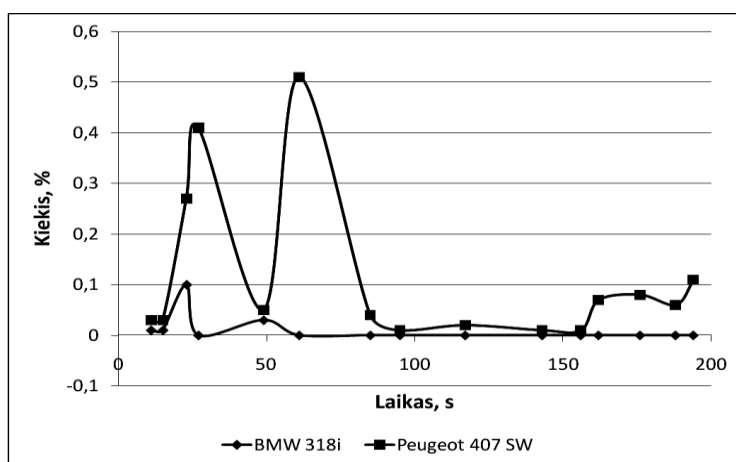
7 pav. Miesto režimu bandytų automobilių CH kiekis išmetamosiose dujose

Fig. 7. The amount of CH emission of the tested cars in the urban mode

Iš anglies monoksido grafikų (8 pav.) matome, kad visais bandymo etapais CO taršos reikšmės, lyginant tiriamus automobilius, ženkliai skiriasi – didžiausia CO reikšmė, tenkanti automobiliui „BMW 318i“ yra apie 0,1 % (ketvirtas važiavimas), o didžiausia automobilio „Peugeot 407 SW“ CO reikšmė yra apie 0,51 % (trečias važiavimas).

Todėl automobilio „BMW 318i“ CO didžiausia tarša, esant aprašytoms bandymų sąlygoms, apie 5 kartus mažesnė, negu automobilio „Peugeot 407 SW“. Tuo remiantis negalime vienareikšmiškai teigti, kad prie tam tikro greičio ir bandymo sąlygų bus fiksuojamas tam tikras konkretus anglies monoksido kiekis išmetamosiose dujose tiriamiems automobiliams, kuriuose iš pažiūros sumontuota panaši deginių neutralizavimo sistema.

Analizuojant CO<sub>2</sub> taršos priklausomybes, fiksuojama panaši tendencija, kaip ir ankstesniuose tyrimuose. Abiems automobiliams, priklausomai nuo variklio apkrovos, taršos minimumai ir maksimumai pasireiškia tam tikrais laiko momentais. Didžiausia automobilio „BMW 318i“ CO<sub>2</sub> reikšmė – apie 13,2 %, o mažiausia reikšmė – apie 12,6 % (antras važiavimas). Didžiausia automobilio „Peugeot 407 SW“ CO<sub>2</sub> reikšmė priklauso antram bandymui ir yra lygi apie 13,5 %, mažiausia reikšmė – 12,7 %.

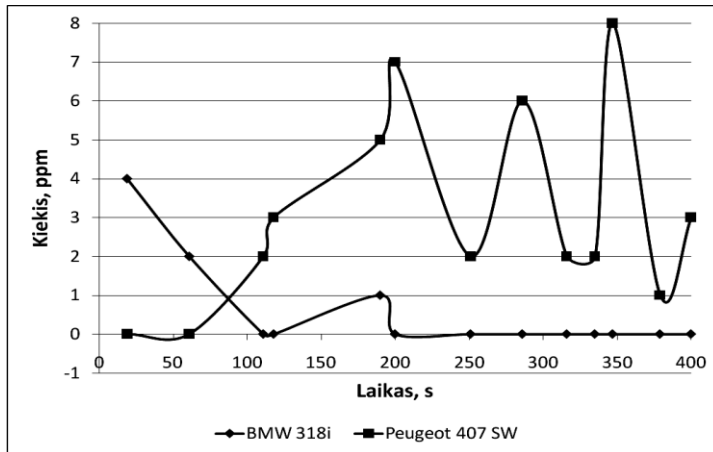


**8 pav.** Miesto režimu bandytų automobilių CO kiekis išmetamosiose dujose  
**Fig. 8.** The amount of CO emission of the tested cars in the urban mode

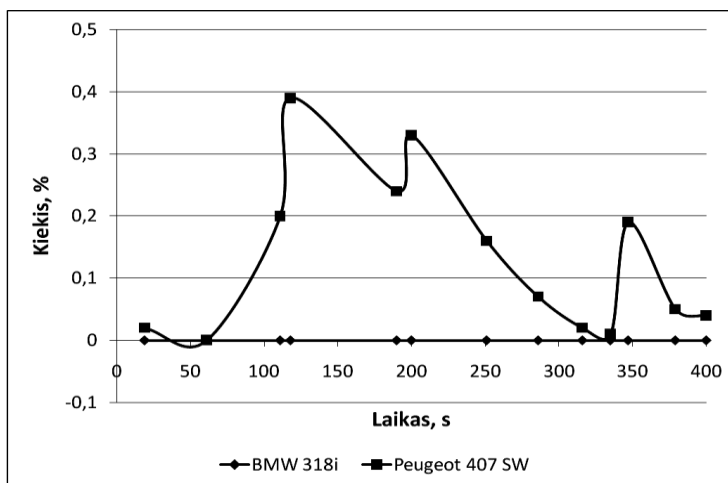
Ryškiausias lyginamų automobilių panašumas išmetamųjų dujų taršos atžvilgiu nustatytas nagrinėjant NO<sub>x</sub> komponento kaitą laike. Nors automobilio „Peugeot 407 SW“ NO<sub>x</sub> taršos kreivė pasislinkusi automobilio „BMW 318i“ tos pačios kreivės atžvilgiu, tačiau gauti NO<sub>x</sub> taršos maksimumai yra artimi ir atitinkamai sudaro 34 ppm (pirmasis važiavimas) bei 31 ppm (ketvirtasis važiavimas).

Tokiu pačiu aspektu panagrinėkime automobilių taršos komponentų kitimo dėsningumus, važiuojant užmiesčio ciklu EUDC (žr. 9, 10 pav.).





**9 pav.** Užmiestčio režimu bandytų automobilių CH kiekis išmetamosiose dujose  
**Fig. 9.** The amount of CH emission of the tested cars in the extra-urban mode



**10 pav.** Užmiestčio režimu bandytų automobilių CO kiekis išmetamosiose dujose  
**Fig. 10.** The amount of CO emission of the tested cars in the extra-urban mode

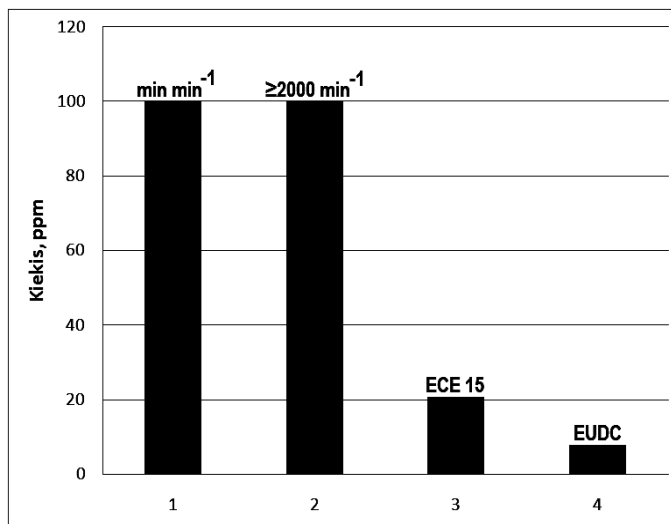
Kaip matome, automobilio „Peugeot 407 SW“ komponentų CH ir CO taršos didžiausios reikšmės važiuojant užmiestyje gerokai viršijo automobilio „BMW 318i“ tokių pat komponentų reikšmes. Šio automobilio didžiausia CH kreivės reikšmė siekia 8 ppm (judėjimo greitis – 120 km/h). Tai dvigubai daugiau, negu didžiausia automobilio „BMW 318i“ CH reikšmė (žr. 9 pav.), kuri yra apie 4 ppm. Automobilio „BMW 318i“ CO emisija kinta ties 0 % riba, o automobilio „Peugeot 407 SW“ ji siekia 0,4 % (žr. 10 pav.).

Pagal tiriamų automobilių komponentų CO<sub>2</sub> ir NO<sub>x</sub> taršos kaitą laike nustatyta, kad didžiausia automobilio „BMW 318i“ CO<sub>2</sub> komponento taršos reikšmė yra apie 14 %, automobilio „Peugeot 407 SW“ – apie 13 %. Komponento NO<sub>x</sub> taršos didžiausios reikšmės atitinkamai gautos tokios: automobilio „BMW

318i“ – apie 185 ppm, automobilio „Peugeot 407 SW“ – apie 641 ppm (bandymo metu buvo stebimas NO<sub>x</sub> taršos šuolis važiavimo pabaigoje, kai pasiekiamas 120 km/h greitis).

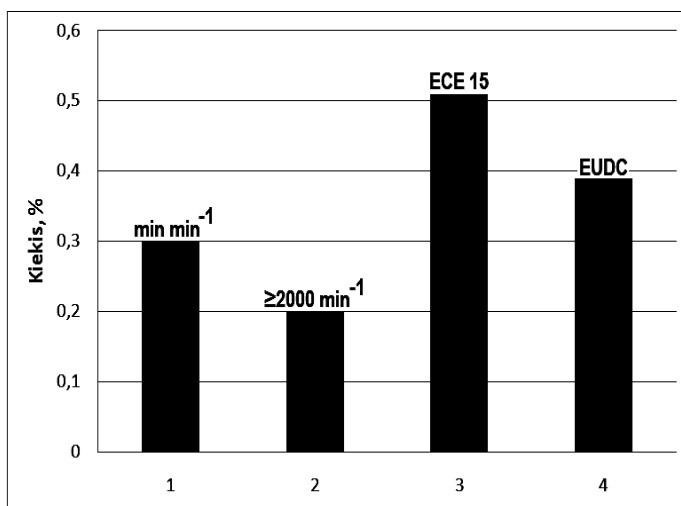
Apibendrinant gautus eksperimentinių tyrimų rezultatus, konstatuojame, kad automobilio „Peugeot 407 SW“ tiriamų išmetamųjų dujų komponentų didžiausios reikšmės daugeliu atveju gerokai viršijo automobilio „BMW 318i“ analogiškas reikšmes. Tai gali būti dėl ne visai tinkamai funkcionuojančios automobilio „Peugeot 407 SW“ deginių neutralizavimo sistemos, nors šio automobilio OBD II sistema jokių sutrikimų nefiksavo.

Analizuojant gautas reikšmes, jos buvo palygintos su šiuo metu Lietuvoje privalomosios techninės apžiūros metu taikomais normatyvais, patvirtintais Lietuvos Respublikos aplinkos ministro LAND 14 – 2000 [6]. 11, 12 paveiksluose pavaizduotas grafinis galiojančių normatyvų ir automobilio „Peugeot 407 SW“ atitinkamų teršalų komponentų palyginimas. Pirmasis ir antrasis stulpeliai atitinka minėtų normatyvų reikšmes, esant tuščią eigą (min) ir sūkius, ne mažesnius 2000 min<sup>-1</sup>; trečiasis ir ketvirtasis – miesto ir užmiesčio bandymų režimus. Kadangi automobilio „BMW 318i“ atitinkami teršalų komponentų kiekiai tenkino nustatytus normatyvus, palyginamosios priklausomybės nėra pateiktos.



**11 pav.** Automobilio „Peugeot 407 SW“ CH didžiausio fiksuoto kiekio palyginimas su leistinomis normomis

**Fig. 11.** Comparison of the largest fixed CH amount of the „PEUGEOT 407 SW“ car with the permissible norms



**12 pav.** Automobilio „Peugeot 407 SW“ CO didžiausio fiksuotokiekio palyginimas su leistinomis normomis

**Fig. 12.** Comparison of the largest fixed CO amount of the „PEUGEOT 407 SW“ car with the permissible norms

Kaip matome 12 paveiksle, didžiausios gautos automobilio „Peugeot 407 SW“ CH teršalų komponento reikšmės (miesto ciklui skaičiuojamas keturių bandymų vidurkis) neviršijo šiuo metu galiojančių normatyvų. CO komponento tarša viršija nustatytus reikalavimus (žr. 12 pav.). Svarbu būtų įvertinti ir komponentų CO<sub>2</sub> ir NO<sub>x</sub> taršos lygį, tačiau minėtame norminiame dokumente (LAND 14 – 2000) jos nėra reglamentuotos.

### Išvados

Atlikus lengvųjų automobilių variklių taršos eksperimentinius tyrimus, siekiant atkartoti Europos važiavimo ciklą NEDC, formuluojamos šios išvados:

1. Lyginant tirtų automobilių važiavimo greičio priklausomybes nuo laiko su teorinėmis NEDC ciklo priklausomybėmis, konstatuojame, kad NEDC važiavimo ciklą laboratorijos sąlygomis pavyko atkartoti tiksliai. Buvo išlaikyti ES norminiais dokumentais reglamentuoti judėjimo greičiai (atitinkantys tam tikras pavaras), taip pat tuščios eigos bei važiavimo režimų trukmės.
2. Šiame darbe analizuojami tie NEDC ciklo važiavimo bandymai, kuriuose fiksuojamos galimai didžiausios išmetamųjų dujų komponentų taršos reikšmės. Nagrinėjant miesto važiavimo ciklo (ECE 15) bandymus gauti tokie taršos rezultatai:
  - Automobilis „BMW 318i“: CH – 10 ppm; CO – 0,1 %; CO<sub>2</sub> – 13,2 %; NO<sub>x</sub> – 31 ppm;
  - Automobilis „Peugeot 407 SW“: CH – 21 ppm; CO – 0,51 %; CO<sub>2</sub> – 13,5 %; NO<sub>x</sub> – 34 ppm.

3. Nagrinėjant užmiesto važiavimo ciklo (EUDC) bandymus, gauti tokie taršos rezultatai:
- „BMW 318i“: CH – 4 ppm; CO – 0 %; CO<sub>2</sub> – 13,9 %; NO<sub>x</sub> – 185 ppm;
  - „Peugeot 407 SW“: CH – 8 ppm; CO – 0,39 %; CO<sub>2</sub> – 13,2 %; NO<sub>x</sub> – 641 ppm.
4. Gautas reikšmes palyginus su Lietuvos Respublikoje galiojančiais teisės aktais LAND 14 – 2000, nustatyta, kad tirtu automobilio „BMW 318i“ išmetamųjų dujų komponentų CH ir CO tarša neviršija nustatytų normatyvų, nepriklausomai nuo eksperimento metu vykdyto važiavimo režimo. Automobilio „Peugeot 407 SW“ CO tarša viršija nustatytus normatyvus. Tokius eksperimentinių tyrimų rezultatus galimai lėmė „BMW 318i“ atveju tinkamai funkcionuojantis, o „Peugeot 407 SW“ atveju nefunkcionuojantis katalizinis deginių neutralizatorius.

### Literatūros sąrašas

1. Tzirakis, E.; Pitsas, K.; Zannikos, F; Stournas, S. 2006. Vehicle emissions and driving cycles: comparison of the Athens driving cycle (ADC) with ECE-15 and European driving cycle (EDC), *Global NEST Journal* 8(3), p. 282-290.
2. Karavalakis, G.; Stournas, S.; Bakeas, E. 2009. Effects of diesel/biodiesel blends on regulated and unregulated pollutants from a passenger vehicle operated over the European and the Athens driving cycles, *Atmospheric Environment* 43, p. 1745-1752.
3. Giakoumis, E. G.; Lioutas, S. C. 2010. Diesel-engined vehicle nitric oxide and soot emissions during the European light-duty driving cycle using a transient mapping approach, *Transportation Research Part D* 15, p. 134-143.
4. Kamble, S. H.; Mathew, T. V.; Sharma, G. K. 2009. Development of real-world driving cycle: Case study of Pune, India, *Transportation Research Part D* 14, p. 132-140.
5. André, M.; Joumard, R.; Vidon, R.; Tassel, P.; Perret, P. 2006. Real-world European driving cycles, for measuring pollutant emissions from high- and low-powered cars, *Atmospheric Environment* 40.
6. LRS internetinis puslapis. Prieiga per internetą : < [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=97168&p\\_query=&p\\_tr2=>](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=97168&p_query=&p_tr2=>). Žiūrėta: 2012.03.08.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PETROL ENGINE EMISSION BY THE  
METHOD APPROACHED TO THE EUROPEAN DRIVING CYCLE NEDC

Abstract

This paper deals with the problem of pollution emission into environment. There are reviewed theoretical and experimental research works performed by foreign authors. Approach to the new European driving cycle (NEDC) observing at the existing laboratory conditions the volume of pollutants emitted by cars is the purpose of the performed research. This driving cycle consists of the two driving modes: urban driving (ECE 15) and country driving (EUDC). Duration of the first mode is 200 s, maximum speed reaches 50 km/h, and it is repeated 4 times; duration of the second one is 400 s, maximum speed – 120 km/h, once performed.

Application of the NEDC has begun in 2000 in the entire European Unity (EU) and now is being used for evaluation of pollution emission of petrol engines as well as for diesel ones. This cycle is used for research if cars of EU producers, sold in the EU, meet the stringent requirements established by „Euro” standards.

The paper describes experimental research of cars with petrol engines (BMW 318i and Peugeot 407 SW). Attempts are made for precise approach, as possible, to the NEDC cycle and for evaluation of changes of the volume of the engine pollution gas emission related to the approached driving cycle. The found results are analysed – dependences of gas pollutant volumes between the researched cars are compared, the found values are compared with currently valid legal documentation of the Republic of Lithuania, which is used during the obligatory technical inspection.

*European driving cycle, NEDC, gas pollutants of petrol engine emission, traction test facility, urban mode, country mode.*

В. Паулаускас, С. Нагурнас, А. Римкус, М. Мелайка

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ЕЗДЕ ПО ЕВРОПЕЙСКОМУ ЦИКЛУ  
NEDC

Резюме

В данной статье исследуется проблема загрязнений, выбрасываемых автомобилями в окружающую среду. Цель приведенных экспериментальных исследований – по возможности точнее провести езду по новому европейскому циклу (NEDC) при существующих лабораторных условиях, наблюдая количество загрязнений, выбрасываемых легковыми автомобилями

в окружающую среду. Этот цикл езды состоит из режима езды по городу (ECE 15) и режима езды в загородных условиях (EUDC). Продолжительность первого режима – 200 с, максимально достижимая скорость движения – 50 км/ч, повторяется 4 раза; продолжительность второго – 400 с, максимальная скорость – 120 км/ч, проводится один раз.

NEDC начали применять в 2000-м году во всём Европейском Союзе (ЕС), и сейчас он применяется для определения загрязнения продуктами сгорания как бензиновых, так и дизельных двигателей. С помощью этого цикла исследуют, соответствуют ли автомобили, произведённые и продаваемые в ЕС, установленным строгим требованиям евро стандартов.

В статье описаны экспериментальные исследования легковых автомобилей с бензиновыми двигателями (BMW 318i и Peugeot 407 SW), цель которых была по возможности наиболее точное проведение цикла NEDC и определение изменений количества загрязнений в выхлопных газах двигателей упомянутых автомобилей. Дан анализ полученных результатов – сравнены зависимости загрязнений исследованных автомобилей между собой, полученные значения сравнены с действующими в настоящее время правовыми актами Литовской Республики, по которым проводятся обязательные техосмотры.

*Европейский цикл езды, NEDC, выхлопные загрязнения бензиновых двигателей, тяговой стенд, городской режим, загородный режим.*