

## DIDELĖS KONCENTRACIJOS BIOBUTANOLIO MIŠINIO ĮTAKA DYZELINIO VARIKLIO GALIOS, EKONOMINĖMS IR EKOLOGINĖMS CHARAKTERISTIKOMS

INFLUENCE OF HIGHLY CONCENTRATED BIOBUTHANOL BLEND ON  
POWER, EFFICIENCY AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF  
A DIESEL ENGINE

<sup>1)</sup>Ričardas Vėgneris, <sup>1)</sup>Jonas Matijošius, <sup>2)</sup>Marius Mažeika, <sup>1)</sup>Alfredas Rimkus,  
<sup>1)</sup>Valdas Valiūnas, <sup>1)</sup>Jonas Lazauskas

<sup>1)</sup>Vilniaus Gedimino technikos universitetas

<sup>2)</sup>Aleksandro Stulginskio universitetas

El. paštas: <sup>1)</sup>ricardas.vegneris@vgtu.lt; <sup>1)</sup>jonas.matijosius@vgtu.lt;

<sup>2)</sup>marius.mazeika@yahoo.com; <sup>1)</sup>alfredas.rimkus@vgtu.lt;

<sup>1)</sup>valdas.valiunas@vgtu.lt; <sup>1)</sup>jonas.lazauskas@vgtu.lt

*Gauta 2011-06-10, pateikta spaudai 2012-12-27*

Senkant iškastinės kilmės energijos šaltiniams ieškoma jiems alternatyvų. Viena iš jų tai atsinaujinantys energijos šaltiniai – biodegalai. Kaip ir dauguma naujovių, biodegalai dar tik skinasi kelią, užimdami deramą vietą tiek tyrimų, tiek gamybos tiek praktinio naudojimo srityse. Tačiau kaskart vis griežtėjantys ne tik aplinkosauginiai reikalavimai, bet ir politiniai Europos Tarybos nutarimai ir beveik nepalaujamai kylančios energijos išteklių kainos vis labiau skatina tirti ir analizuoti biodegalų panaudojimo galimybes. Straipsnyje aprašomos biodyzelino ir biobutanolio mišinių panaudojimo galimybės dyzeliniame variklyje. Apžvelgti eksperimentiniai darbai. Pasirinktos degalų kombinacijos yra šios: 60 % biodyzelino ir 40 % biobutanolio mišinys; 50 % biodyzelino ir 50 % biobutanolio mišinys; 40% biodyzelino ir 60 % biobutanolio mišinys. Bandymo rezultatai rodo, kad, didėjant biobutanolio kiekiui mišinyje, variklio efektyvioji galia mažėja iki 14,5 %, valandinės degalų sąnaudos auga iki 12 %, o suminė azoto oksidų ir kietųjų dalelių emisija nežymiai didėja. Straipsnyje pateikti minėtų mišinių panaudojimo vidaus degimo variklyje skaitinio modeliavimo rezultatai. Jie yra palyginti su eksperimentu. Modeliavimo procesui panaudota Maskvos valstybinio N. E. Baumano technikos universiteto sukurtas virtualus modelis (modeliavimo programa „Diesel RK NET“ V4.1.3.171 versijos).

*Biodyzelinas, biobutanolis, dyzelinis vidaus degimo variklis, degalų sąnaudos, variklio išmetamų dujų emisijos.*

### Įvadas

Lietuvoje, kaip ir visoje Europos Sąjungoje skatinamas atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas. Europos Tarybos paskelbtoje direktyvoje 2009/28/EB „Biodegalai Europos Sąjungoje. Vizija iki 2030 m. ir vėliau“ numatytas siekis iki

2030 m. transporte 25 % naftinės kilmės degalų pakeisti biodegalais. Be to, vis griežtėjančios variklių išmetamųjų dujų normos (Euro 6, pagal 715/2007/EC direktyvą) skatina mažesnes angliavandenilių (HC), azoto oksidų ( $\text{NO}_x$ ), kietųjų dalelių (PM), emisijas. Šiuo metu egzistuoja daugybė būdų pakeisti dyzeliną biodegalais. Dažniausiai naudojami rapsų metilo ir etilo esteriai, spiritai (metanolis, etanolis, butanolis), biodujos gaunamos iš puvimo – rūgimo procesų. Didžioji dalis biologinės kilmės degalų ir įprasto dyzelino mišinių yra plačiai nagrinėti, bet biodegalų mišinių panaudojimas yra gan nauja, mažai paliesta tyrimų kryptis.

### Literatūros apžvalga

Lietuvoje butanolio ir jo mišinių su dyzeliniais degalais naudojimą dyzeliniame variklyje nagrinėjo prof. S. Lebedevas [1]. Tyrimams buvo panaudoti trys skirtingi mišiniai susidedantys iš biodyzelino, butanolio ir dyzelino. Pirmojo mišinio sudėtis: 70 % dyzelino, 30 % butanolio. Antrojo: 70 % dyzelino, 15 % butanolio ir 15 % biodyzelino (RME). Trečiasis mišinys susidėjo iš: 50 % dyzelino, 25 % butanolio ir 25 % biodyzelino (RME). Tyrimams atlikti panaudotas trijų cilindrų dyzelinis variklis VALMET 320 DMG, kurio nominalioji galia 30 kW, nominalieji sūkiai  $1500 \text{ min}^{-1}$ . Pasak autoriaus, naudojant trijų komponentų mišinį, dyzelinas – biodyzelinas – butanolis, gauti geresni galios, degalų sąnaudų ir ekologiniai rodikliai. Panaudojus mišiniuose iki 30% biokomponentų variklio efektyvumo koeficientas gaunamas toks pat geras kaip ir naudojant tik dyzeliną. Didinant biokomponentų koncentraciją iki 50 %, variklio efektyvumo koeficientas išaugo 4%, lyginant su dyzelinu. Panaudojus mišinį su 30% biokomponentų autorius gavo geresnius ekologinius variklio rodiklius, nei naudojant mišinį su 50 % biokomponento, kur anglies monoksido (CO) emisija išaugo 20–25 %, bendra angliavandenilių (HC) ir azoto oksidų ( $\text{NO}_x$ ) emisija išaugo 30–35 %. Palyginus dyzelino – butanolio ir trikomponenčius dyzelino – biodyzelino – butanolio mišinius autorius teikia pranašumą trikomponenčiam, nes jį panaudojus  $\text{NO}_x$  emisija sumažėjo 10–15 % esant didelei variklio apkrovai, anglies dioksido ( $\text{CO}_2$ ) emisija sumažėjo 20–25 % esant mažai variklio apkrovai. Angliavandenilių (HC) sumažėjo 20 % visuose variklio apkrovos režimuose, lyginant su dyzelino – butanolio mišiniais.

Indijoje Sarvajanic universitete mokslininkai taipogi tyrė butanolio – biodyzelino – dyzelino mišinius [2]. Tyrimams buvo panaudoti keturi skirtingi mišiniai: 85 % dyzelino, 5 % butanolio, 10 % biodyzelino; 75 % dyzelino, 10 % butanolio, 15 % biodyzelino; 55 % dyzelino, 20 % butanolio, 25 % biodyzelino; 50 % dyzelino, 25 % butanolio, 25 % biodyzelino. Eksperimento metu mišiniai buvo tiekiami į keturių cilindrų dyzelinį variklį su tiesioginiu įpurškimu „Bajaj Tempo D301–E2“, kurio nominalioji galia 34 kW ir nominalieji sūkiai  $3800 \text{ min}^{-1}$ . Šie mišiniai atitiko ASTM standartus pagal tankį, klampą, pliūpsnio temperatūrą. Naudojant juos pastebėtas variklio galios sumažėjimas 4,9–10,7 %, lyginant su dyzelinu. Didinant butanolio kiekį variklio šiluminis naudingumo koeficientas padidėjo 6,3–10 %. Taip pat pastebėtas CO sumažėjimas 42 % esant vidutinėms ir didelėms variklio apkrovoms. Tačiau  $\text{NO}_x$  išaugo 2,4–11 % lyginant su dyzelinu.

Atėnų nacionalinio technologijos universiteto mokslininkai ištyrė butanolio – dyzelino mišinių panaudojimą tiesioginio įpurškimo dyzeliniame variklyje ir konstatavo jų panaudojimo efektyvumą [3]. Tyrimams panaudoti mišiniai susidedantys iš dyzelino ir butanolio priedo atitinkamai 8, 16 ir 24 % koncentracijos nuo mišinio sudėties. Bandymai atlikti vieno cilindro greitaeigiame variklyje su tiesioginiu įpurškimu „Ricardo/Cussons Hydra“. Tyrimo metu paaiškėja, kad kietųjų dalelių (PM) kiekis sumažėjo 37–49 % priklausomai nuo butanolio kiekio mišinyje. Azoto oksidų (NO<sub>x</sub>) koncentracija atitinkamai sumažėjo 10–16 %, CO koncentracija sumažėjo 3–6 %, o angliavandenilių kiekis ir degalų sąnaudos išaugo atitinkamai 5–18 % ir 4–6 %.

Turkijoje, Sakarya universiteto mokslininkai nagrinėjo izobutanolio ir dyzelino mišinius [4]. Nagrinėtuose mišiniuose izobutanolio koncentracija buvo 5, 10, 15 ir 20 % mišinyje. Tyrimų metu patvirtintas perspektyvus šių mišinių panaudojimas. Eksperimentui panaudotas vieno cilindro dyzelinis variklis kurio nominalioji galia 14 kW, nominalieji sūkiai 3000 min<sup>-1</sup>. Atlikus bandymus paaiškėjo, kad, didinant izobutanolio kiekį mišinyje, variklio galia sumažėjo 4–9 %, lyginant su dyzelinu plačiame variklio sūkių diapazone. Taipogi anglies monoksido (CO) ir azoto oksidų (NO<sub>x</sub>) emisijos sumažėjo atitinkamai 1–10 % ir 10–20 % tame pačiame sūkių diapazone. Angliavandenilių koncentracija padidėjo 30–55 % priklausomai nuo izobutanolio kiekio mišinyje.

Dauguma autorių tiria ir lygina biologinės kilmės degalus ir jų mišinius su dyzelinu, bet nenagrinėja tik biologinės kilmės degalų ir jų mišinių panaudojimo dyzeliniame variklyje.

### **Tyrimų tikslai, aktualumas ir uždaviniai**

Tyrimų tikslas – palyginti biodyzelino – biobutanolio mišinių ekonominius bei ekologinius rodiklius.

Tyrimo objektas – dyzelinis variklis, dirbantis biodyzelino ir didelės koncentracijos biobutanolio mišiniais.

Temos aktualumas – biologinės kilmės degalų panaudojimas.

Tiksliui pasiekti suformuluojami šie uždaviniai:

- 1) Ištirti biodyzelino ir dvikomponenčio mišinio, sudaryto iš biodyzelino ir biobutanolio degalų sąnaudas prie įvairių variklio darbo režimų.
- 2) Ištirti kietųjų dalelių (PM) ir azoto oksidų (NO<sub>x</sub>) koncentraciją minėtų mišinių deginiuose.
- 3) Palyginti natūrinio eksperimento su skaitinio modelio rezultatus.

### **Tyrimų metodika ir įranga**

Bandymai atlikti Lenkijoje Varšuvos technologijos universitete, Automobilių ir darbo mašinų fakultete, Transporto priemonių instituto Vidaus degimo variklių laboratorijoje su 2006 m. gamybos 64 kW galios dyzeliniu varikliu PERKINS 1104C – 44 sumontuotu SCHENCK WT 190 sūkurinių srovių apkrovos stende.

Skaitinio modeliavimo eksperimentas buvo atliekamas panaudojant Maskvos valstybinio N.E. Baumano technikos universiteto sukurtą universalų matematinį modelį (skaitinio modeliavimo programą „DIESEL RK NET“ V4.1.3.171 versiją. DIESEL RK vidaus degimo variklių termodinaminių ciklų modeliavimo programinė įranga sukurta modeliuoti ir optimizuoti dviejų ir keturių taktų vidaus degimo variklių darbo procesus. Programos skaičiavimo mechanizmas sukurta pagal prof. Razleytsev teoriją ir papildytas dr. Kuleshov. Deginių formavimosi modelis pagal prof. Zvonov panaudojant Zeldovich mechanizmą.

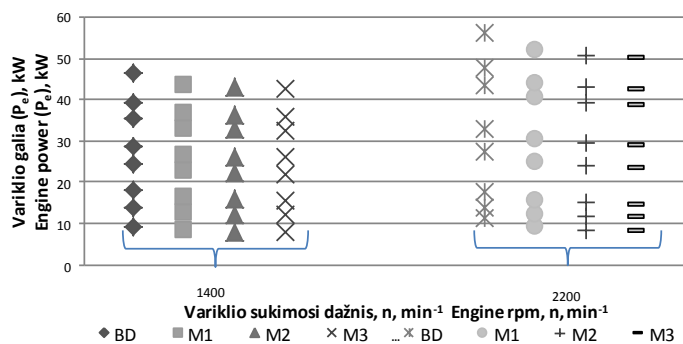
Eksperimentų metu buvo registruojami galios, ekonominiai ir ekologiniai variklio parametrai.

1. Variklio alkūninio veleno sukimosi dažnis  $n$ ,  $\text{min}^{-1}$ .
2. Efektyvioji variklio galia  $P_e$ , kW.
3. Degalų sąnaudos  $B_d$ , kg/h.
4. Bendra azoto oksidų  $\text{NO}_x$  ir kietųjų dalelių PM koncentracija, g/kWh.

Bandymams panaudotas biodyzelinas (BD) ir dvikomponenčiai degalų mišiniai. Naudoti trys skirtingi mišiniai, sumaišyti proporcijomis: M1 – 60 % biodyzelinas (RME), 40 % biobutanolis; M2 – 50 % biodyzelinas (RME), 50 % biobutanolis; M3 – 40 % biodyzelinas (RME), 60 % biobutanolis. Eksperimentai atlikti keičiant apkrovą nuo 100 % iki 15 %, esant fiksuotiems 1400  $\text{min}^{-1}$  ir 2200  $\text{min}^{-1}$  variklio sūkiams.

### Tyrimų rezultatai

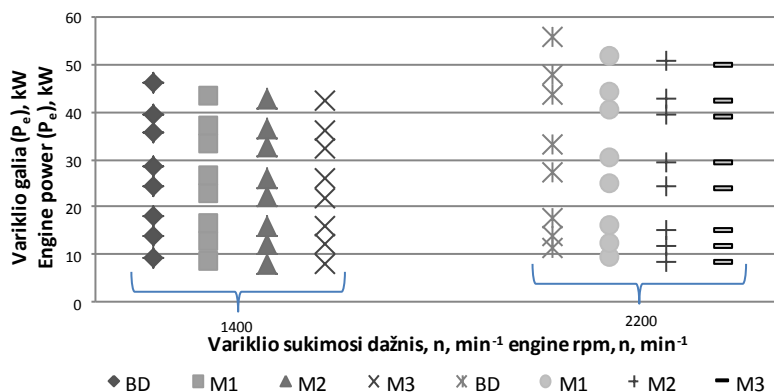
Atlikus eksperimentinius ir skaitinio modeliavimo bandymus, pastebėta, jog, didinant biobutanolio koncentraciją biodyzelino – biobutanolio mišinyje, variklio galia visame apkrovų diapazone mažėja. Tai galima paaiškinti tuo, jog biobutanolio priedas mažina bendrą mišinio šilumingumą, nes biobutanolio šilumingumas yra 10 % mažesnis negu biodyzelino. Palyginus efektyviają variklio galią, naudojant M1, M2 ir M3 mišinius su BD pastebimas galios sumažėjimas iki 7,4 %, 9 % ir 11,6 % esant 1400  $\text{min}^{-1}$  variklio sūkiams ir 9,1 %, 12,2 % ir 14,5 % esant 2200  $\text{min}^{-1}$  variklio sūkiams esant maksimaliai apkrovai (1 pav.).



**1 pav.** Efektyvioji variklio galia gauta eksperimento metu, esant 15–100 % apkrovai ir fiksuotiems sūkiams.

**Fig. 1.** Engine brake horsepower measured during the experiment at 15–100 % workload and fixed number of rotations.

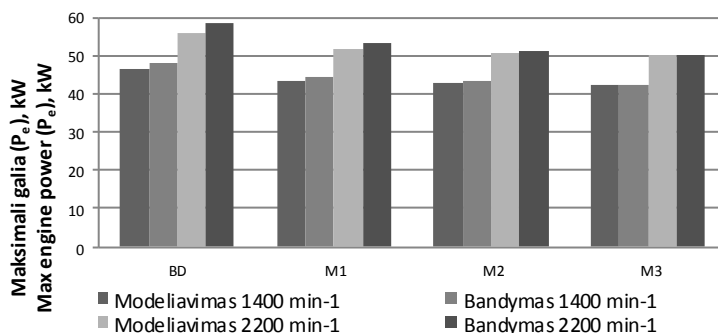
Panašios tendencijos pastebimos atlikus ir simuliacinius bandymus, kur efektyviosios variklio galios mažėjimas tomis pat sąlygomis siekė 6 %, 7 % ir 8,3 %, esant 1400 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams ir 7,3 %, 9,4 % ir 10,3 %, esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams (2 pav.).



**2 pav.** Efektyvioji variklio galia gauta modeliavimo metu, esant 15–100 % apkrovai ir fiksuotiems sūkiams.

**Fig. 2.** Engine brake horsepower obtained by means of modelling at 15–100 % workload and fixed number of rotations.

Tarpusavyje palyginus eksperimento ir skaitinio modeliavimo metu gautas variklio efektyviosios galios reikšmes (3 pav.), pastebimos mažesnės reikšmės atlikus modeliavimą.



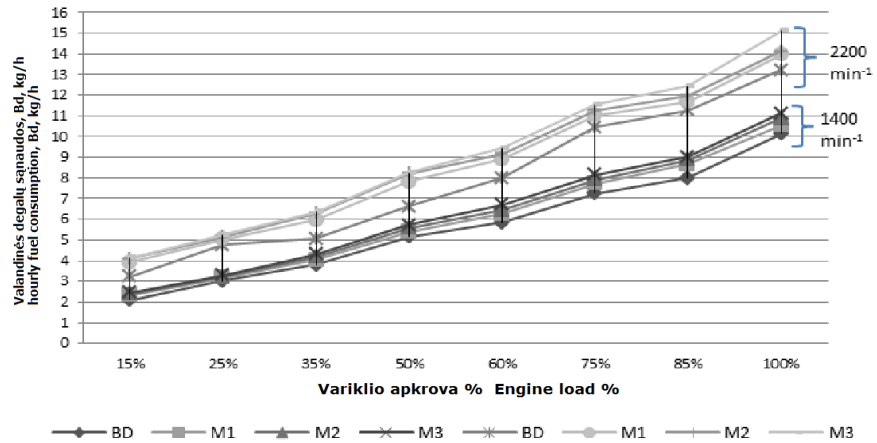
**3 pav.** Maksimalios efektyviosios variklio galios reikšmių palyginimas tarp modeliavimo ir eksperimentinio bandymo.

**Fig. 3.** Comparison of modelling and experimental figures of maximum engine brake horsepower.

Esant variklio sūkiams 1400 min<sup>-1</sup> BD reikšmės skiriasi 3,2 %, o esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkių šis skirtumas išauga iki 4,1 %. Panašios tendencijos pastebimos ir M1, M2 ir M3 mišiniuose, kur šis skirtumas panašus – M1 mišiniui sudarys 1,7 % ir 2,2 % prie 1400 min<sup>-1</sup> ir 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkių, M2 –

atitinkamai 1% ir 0,9 %, M3 – 0,4 % ir 0,5 %, esant anksčiau paminėtiems variklio sūkiams ir maksimaliai variklio galiai.

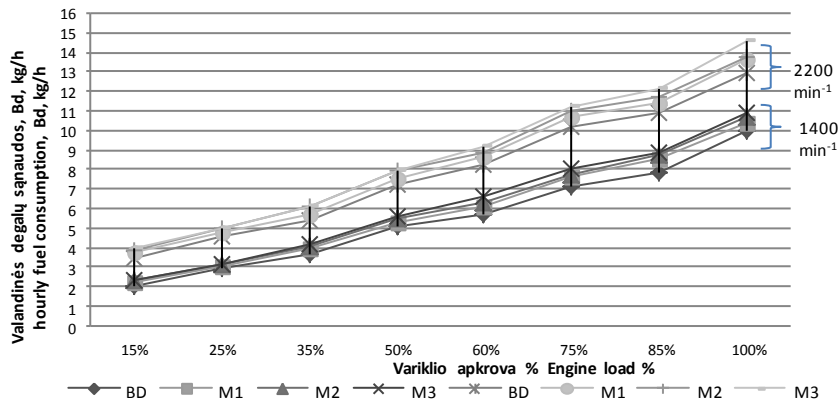
Analizuojant vieną iš pagrindinių variklio ekonominių rodiklių – valandines degalų sąnaudas  $B_d$ , pastebėta, jog didinant biobutanolio koncentraciją mišinyje degalų sąnaudos dirbant dyzeliniam varikliui plačiame variklio apkrovų diapazone didėja. Tai galima paaiškinti tuo, jog biobutanolio priedas mažina bendrą mišinio šilumingumą. Lyginant su biodyzelinu, mišinio M1 šilumingumas 6,4%, M2 mišinio 8% ir M3 mišinio atitinkamai 9,6 % mažesnis. Natūrinio eksperimento metu gauta, kad valandinių degalų sąnaudų padidėjimas, panaudojus M1, M2 ir M3 degalų mišinius, yra 3,8 %, 6,7 % ir 8,8 %, esant  $1400 \text{ min}^{-1}$  variklio sūkiams ir 4,8 %, 6 % ir 12 %, esant  $2200 \text{ min}^{-1}$  variklio sūkiams (4 pav.).



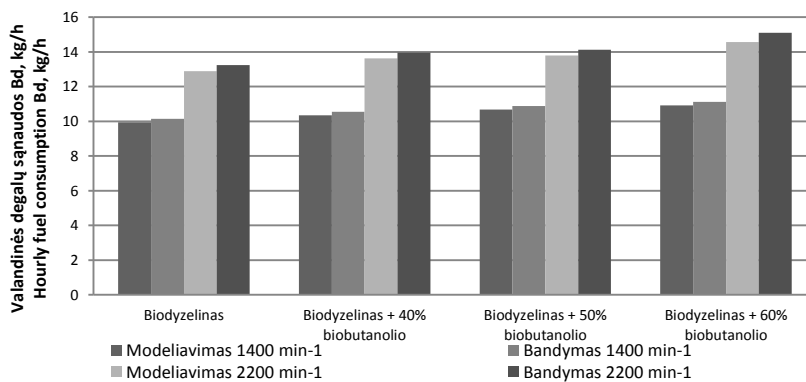
**4 pav.** Degalų sąnaudų  $B_d$  priklausomybė nuo variklio apkrovos.

**Fig. 4.** Fuel consumption  $B_d$  dependence on engine load.

Pastebima panaši degalų valandinių sąnaudų didėjimo tendencija atlikus ir skaitinio modeliavimo eksperimentą. Panaudojus M1, M2 ir M3 mišinius ir lyginant su BD, sąnaudų didėjimas 3,9 %, 6,5 % ir 8,9 % kai variklio sūkių  $1400 \text{ min}^{-1}$  ir 5,3 %, 6,5 % ir 11,4 % prie  $2200 \text{ min}^{-1}$  variklio sūkių. (5 pav.). Lyginant tarpusavyje natūrinio eksperimento ir skaitinio modeliavimo valandinių degalų sąnaudų rezultatus matoma, kad degalų sąnaudos, didinant biobutanolio kiekį mišinyje, išlieka didesnės plačiame apkrovų diapazone, tiek prie  $1400 \text{ min}^{-1}$ , tiek prie  $2200 \text{ min}^{-1}$  variklio sūkių (6 pav.). Šie skirtumai nėra dideli ir M1, M2 ir M3 degalų mišiniams sudaro 1,8 %, 1,8 % ir 1,7%, esant  $1400 \text{ min}^{-1}$  variklio sūkiams ir 2,4 %, 2,5 % ir 3,5 %, esant  $2200 \text{ min}^{-1}$  variklio sūkiams.



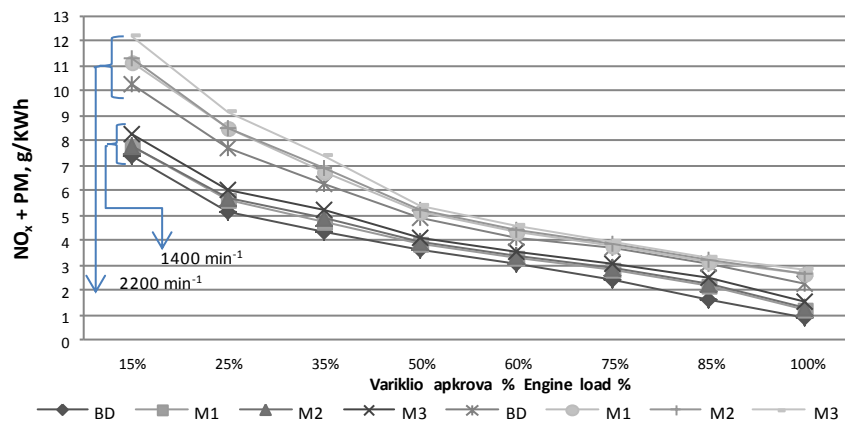
5 pav. Degalų sąnaudos gautos modeliavimo metu.  
Fig. 5. Fuel consumption obtained by means of modelling.



6 pav. Valandinių degalų sąnaudų reikšmių palyginimas tarp modeliavimo ir eksperimentinio bandymo esant 100 % variklio apkrovai.

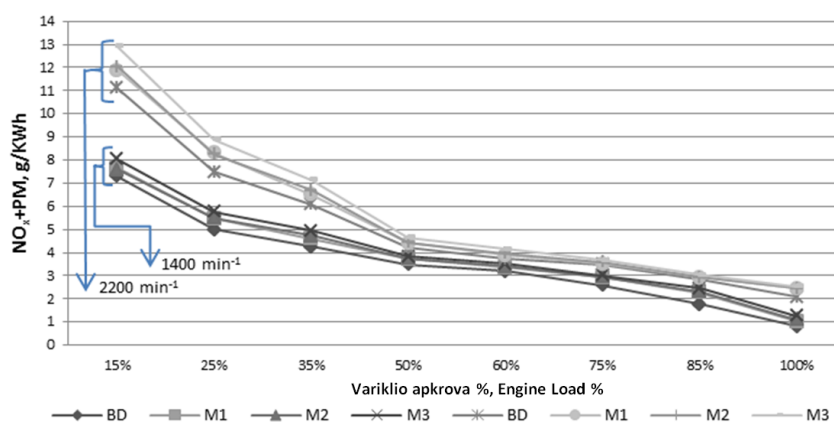
Fig. 6. Comparison of modelling and experimental figures of fuel consumption per hour at 100 % engine workload.

Vertinant ekologinius parametrus, iš kurių svarbiausi dyzeliniam varikliui yra kietosios dalelės (PM) ir azoto oksidai (NO<sub>x</sub>). Jų suminis rodiklis (toliau SR), didinant biobutanolio kiekį mišinyje, didėja, nes biobutanolio sudėtyje esantis deguonis (21,6 % nuo bendros masės) gerina degimo procesą, kurio metu susidaro mažesnė PM emisija. Tačiau esant geresnei mišinio oksidacijai žymiai padidėja aukštatemperatūrinių NO<sub>x</sub> emisija, todėl ir gaunamas SR prieaugis plačiame apkrovų diapazone. Eksperimento metu gauta, kad SR prieaugis panaudojus M1, M2 ir M3 degalų mišinius yra 23 %, 31 % ir 40 %, esant 1400 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams ir 15 %, 16 % ir 18 %, esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams (7 pav.).



7 pav. Azoto oksidų ir kietųjų dalelių suminės emisijos rezultatai gauti eksperimento metu.

Fig. 7. The results of total emission of nitrogen oxides and hard particles measured during the experiment.

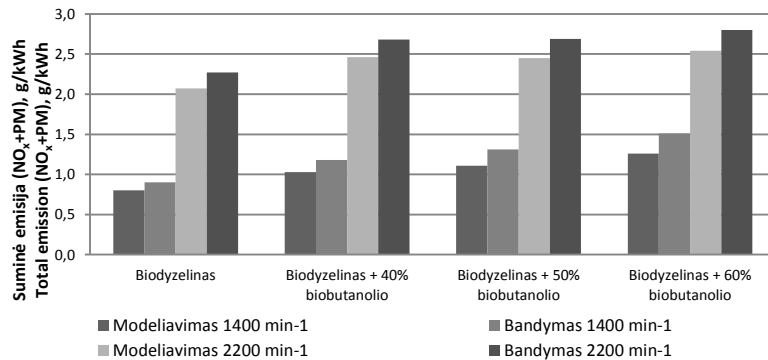


8 pav. Azoto oksidų ir kietųjų dalelių suminės emisijos rezultatai gauti modeliavimo metu.

Fig. 8. The results of total emission of nitrogen oxides and hard particles obtained by means of modelling.

Panaši SR priaugio tendencija išlieka atlikus ir simuliacinį eksperimentą. Panaudojus M1, M2 ir M3 mišinius ir lyginant su biodyzelinu, SR didėjimas 22 %, 27 % ir 36 %, kai variklio sūkliai 1400 min<sup>-1</sup> ir 15 %, 16 % ir 18 % prie 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūklių. (8 pav.). Palyginus tarpusavyje eksperimento ir skaitinio modeliavimo rezultatus kaip ir kitais atvejais matomi nedideli skirtumai, kurie M1, M2 ir M3 degalų mišiniams sudaro 12 %, 15 % ir 16 % esant 1400 min<sup>-1</sup> variklio sūkliais ir 8,6 %, 9,1 % ir 9,2 % esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkliais (9 pav.).





**9 pav.** Azoto oksidų ir kietųjų dalelių suminės emisijos rezultatų palyginimas tarp modeliavimo ir eksperimento, kai variklio apkrova 100 %.

**Fig. 9.** Comparison of modelling and experimental results of total emission of nitrogen oxides and hard particles at 100 % engine workload.

### Išvados

1. Išnagrinėjus M1, M2 ir M3 mišinių panaudojimo dyzeliniame variklyje galimybes didėjant biobutanolio koncentracijai mišinyje, pastebimi:

- Mažesni efektyviosios variklio galios rodikliai: 7,1–11,6 %, esant 1400 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams ir 9,1–14,5 %, esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams plačiame apkrovų diapazone.
- Didesni valandinių degalų sąnaudų rodikliai: 3,8–8,8 %, esant 1400 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams ir 4,8–12 %, esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams plačiame apkrovų diapazone.
- Didesnės kietųjų dalelių ir azoto oksidų emisijos rodikliai SR: 23–40 %, esant 1400 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams ir 15–18 %, esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams plačiame apkrovų diapazone.

2. Palyginus tarpusavyje eksperimentinių ir skaitinio modeliavimo bandymų rezultatus pastebimas nežymus variklio galios ir valandinių degalų sąnaudų iki 5 % skirtumas. Azoto oksidų ir kietųjų dalelių SR reikšmių skirtumas 8–16 % esant maksimaliai variklio apkrovai.

3. 2006 metų gamybos varikliams taikomi Euro IV standartai, pagal kuriuos leistina SR emisija 3,52 g/kWh. Naudojant pasirinktus mišinius, PERKINS 1104C–44 variklis SR normas atitinka esant vidutinėms ir maksimalios apkrovoms esant 1400 min<sup>-1</sup> ir maksimalioms apkrovoms tik esant 2200 min<sup>-1</sup> variklio sūkiams.

### Literatūra

- Lebedevas, S.; Lebedeva, G.; Sendzikienė, E.; Makarevičienė, V. Investigation of the Performance and Emission Characteristics of Biodiesel Fuel Containing Butanol under the Conditions of Diesel Engine operation. *Energy Fuels*. 2010, 24, 4503–4509.
- Rakhi N. Mehta; Mousumi Chakraborty; Pinakerswar Mahanta; Parimal A. Parikh. Evaluation of Fuel Properties of Butanol – Biodiesel – Diesel Blends and

- Their Impact on Engine Performance and Emissions. *Ind. Eng. Res.* 2010, 49, 7660–7665.
3. Rakopoulos, D.C.; Rakopoulos, C.D.; Giakoumis, E.G.; Dimaratos, A.M.; Kyritsis, D.C. Effects of butanol – diesel fuel blends on the performance and emissions of a high – speed DI diesel engine. *Energy Conversion and Management*, 2010.
  4. Karabektas, M.; Hosoz, M. Performance and emission characteristics of a diesel engine using isobutanol – diesel fuel blends. *Renewable Energy*, 34, 2009, 1554–1559.
  5. Mažeika, M.; Matijošius, J. Trikomponenčių degalų panaudojimo galimybės dyzeliniame variklyje. *Žemės ūkio inžinerija*. Raudondvaris: LŽŪU. ISSN 1392-1134. 2010, vol. 42, no 2–3, p. 232–239.
  6. Mažeika, M.; Matijošius, J. Naftos degalų ir etilo spirito mišiniais veikiančio variklio darbo rodiklių tyrimas. Mokslas – Lietuvos ateitis. *Transporto inžinerija*. Vilnius: Technika. ISSN 2029-2341. T. 1, nr. 6, 2009, p. 72–76.
  7. Matijošius, J.; Sokolovskij, E. Research into the quality of fuels and their biocomponents. *Transport*. Vilnius: Technika. ISSN 1648-4142. vol. 24, no. 3, 2009, p. 212–217.

INFLUENCE OF HIGHLY CONCENTRATED BIOBUTHANOL BLEND ON  
POWER, EFFICIENCY AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS  
OF A DIESEL ENGINE

<sup>1</sup>Ričardas Vėgneris, <sup>1</sup>Jonas Matijošius, <sup>2</sup>Marius Mažeika, <sup>1</sup>Alfredas Rimkus,  
<sup>1</sup>Valdas Valiūnas, <sup>1</sup>Jonas Lazauskas

Abstract

Whereas energy sources of fossil origin are running out, the search for their alternatives is underway. One of these alternatives are the renewable energy sources – biofuels. As the majority of innovations, biofuels are only ploughing their way, taking the proper place in the areas of research and production, as well as practical application. However not only environmental requirements, which are becoming more and more rigid, but also political decisions of the Council of Europe and almost ceaselessly growing prices for energy sources are increasingly promoting research and analysis of biofuel practical application possibilities. The potential of using biodiesel and biobutanol mixtures in a diesel engine are described in the article. Experimental works have been reviewed. The chosen fuel combinations are as follows: a mixture of 60 % biodiesel and 40 % biobutanol; a mixture of 50 % biodiesel and 50 % biobutanol; a mixture of 40 % biodiesel and 60 % biobutanol. Test results have revealed that increase of biobutanol amount in the mixture leads to increase of fuel consumption, whereas summary emission of hard particles and nitrogen oxides increased slightly. The results of modelling of application of the abovementioned mixtures in an internal combustion engine are presented in the article. These results are compared to the experiment. A virtual model created by Moscow State N.E. Bauman Technical University has been employed for the purposes of the modelling process (modelling programme “Diesel RK NET”, version V4.1.3.171).

*Biodiesel, biobutanol, diesel internal combustion engine, fuel consumption, engine exhaust gas emissions.*