



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

- MTA Doktori Értekezés –

Energiahatékonyságnövelő- és emissziócsökkentő megoldások fejlesztése közúti járművek számára

Development of on-road vehicle energy efficiency and emission decreasing solutions

TÉZISFÜZET

Írta:

Dr. Zöldy Máté

aki a Magyar Tudományos Akadémia doktora címre pályázik

A

Magyar Tudományos Akadémia

Műszaki Tudományok Osztálya (VI.)

Közlekedéstudományi és Járműtudományi Bizottságában

Budapest

2021

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	2
Köszönetnyilvánítás	3
Nyilatkozat	3
Előszó	4
Preface	4
1. Bevezetés.....	5
Új tudományos eredmények.....	8
2. Eredmények gyakorlati alkalmazhatósága	14
Felhasznált irodalom, Publikációim jegyzéke	15

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A rendelkezésemre álló kutatóműhely a BME Gépjárműtechnológiai Tanszéke volt.

Köszönöm Dr. Szalay Zsoltnak, a BME Gépjárműtechnológiai Tanszék tanszékvezető egyetemi docensének támogatását.

Külön köszönöm támogató segítségét, kutató munkám szakmai illetve emberi támogatását és értekezésemmel kapcsolatban előzetesen megfogalmazott értékes észrevételeit Prof. Dr. Bokor József, Prof. Dr. Gáspár Péter akadémikusnak, Prof. Dr. Tánczos Lászlóné és Prof. Dr. Kövesné Gilicze Éva professzorasszonynak, Prof. Dr. Timár András professzor úrnak, Prof. Dr. Holló Péter kutató-professzornak, Prof. Dr. Gáspár László professzor emeritusnak, Dr. Holló András egyetemi docens úrnak, Dr. Lengyel Antal főiskolai tanár úrnak, Dr. Bereczky Ákos Ph.D. egyetemi docens úrnak, Dr. Barabás István docens úrnak, Dr. Emőd István címzetes egyetemi tanár úrnak és Dr. Hanula Barna dékán úrnak.

Köszönöm feleségemnek Annának, gyermekeimnek Borinak, Benedeknek, Máténak, Daninak és Magdusnak, barátaimnak és munkatársaimnak a türelmet és a nyugodt, alkotó légkör megteremtését.

Budapest. 2021. április 15.

NYILATKOZAT

Alulírott Zöldy Máté kijelentem, hogy ezt a doktori értekezést magam készítettem, és abban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Dolgozatomban a szó szerinti idézetet idézőjelek között ferde szedéssel jelöltem. A vastag szedés a fontosabb gondolatok kiemelését szolgálják.

Budapest, 2021. április 15.

ELŐSZÓ

A XXI. század egyik nagy technológiai kihívása, hogy a növekvő energiaigény mellett hogyan tudjuk az energiát minél hatékonyabban és minél kevésbé környezetterhelő módon előállítani és felhasználni, ezzel hozzájárulva a saját, a környezetünk, a következő nemzedékek és az egész Föld ökoszisztémájának egyensúlyban tartásához. Tudományos és szakmai munkásságom a közlekedéshez, azon belül is a járművekhez köt. Ez az az eszköz számomra, amelyen keresztül megpróbálhatok hozzájárulni a fentiekhez. Kutatásaim fókuszja energiahatékosságnövelő- és emissziócsökkentő megoldások fejlesztése közúti járművek számára. Bár az elektromobilitás térnyerése a szabályozási környezet és a fejlődő technológia támogatásával egyre gyorsul, de a jelenlegi ismereteink szerint a következő három-négy évtizedben és különösen a nagyméretű járműveknél, hosszú utakon a távolsági áruszállításban nem várható a teljes térhódítása. A hatékonyságnövelés és a környezetterhelés csökkentésének a szükségessége azonban igazolja, hogy az általam kutatott területek és azok eredményeinek van és lesz felhasználási területük: mint például különleges motorhajtóanyagok, amelyek alacsony fogyasztásra és kibocsátásra fókuszálnak, a bioüzemanyagok bekeverése vagy a járművek fogyasztásának és újra töltésének új megoldásai.

A kutatói munkámat folyamatosan két szempontnak rendeltem alá. Egyrészt a kapcsolódó ipari kihívások megoldását, a megoldás támogatását kerestem, másrészt pedig követve a nemzetközi irányvonalakat azokban igyekeztem szerepet vállalni és bizonyos területen kiemelkedő teljesítményt felmutatni. Ez a kettős megközelítés segíti a szerintem igen fontos szempont teljesülését, hogy a kutatói munkámnak a lehető legnagyobb ipari relevanciája lehessen, valós akadályok feloldására irányuljon az aktuálisan elérhető legjobb eszközökkel.

PREFACE

One of the great technological challenges of the 21st century is how to use energy more efficiently and in a more environmentally friendly way, with increasing energy demand, helping to keep the balance of our own ecosystem, our next generations, and the Earth's ecosystem. My scientific and professional work is related to transport, especially vehicles. This is a tool for me to try to contribute to the above. My research focuses on the development of energy efficiency and emission reduction solutions for road vehicles. Although electro-mobility is gaining momentum with the support of the regulatory environment and advancing technology, it is currently not known that full-scale penetration is expected over the long decades, especially for large vehicles. However, the need to increase efficiency and reduce the burden on the environment justifies that the areas I research and their results have and will have their uses: such as specialty gasoils that focus on low fuel consumption and emissions, blending biofuels or managing vehicle consumption and refueling. In my dissertation I present my new achievements in the main areas of my research: engine development opportunities, primarily in the field of second gaseous fuel injection systems and exhaust aftertreatment solutions.

I constantly subordinated my research work to two aspects. On the one hand, I sought to solve the related industrial challenges or support them to be solved, and on the other hand, following international tendencies, I tried to play a role in them and to show some outstanding performance in the area. This dual approach helps to achieve what I consider to be a very important aspect, in order to maximize the relevance of my research work to industry, and to address real barriers by using the best tools available today.

1. SZAKMAI ÉLETÚT ÖSSZEGZÉSE

1.1 Motiváció

A gépjárművek hatékonyságának növelése a járműtechnika hőskorától kezdve központi szereppel bír, hiszen a minél nagyobb hatótáv, a magasabb végsebesség és a dinamikus vezethetőség a használhatóság fő mozgatórugói. Az első évek, illetve évtizedek mai szemmel nézve nűánsznyi előrelépéseket jelentettek, ugyanakkor ezek a lépések alapozták meg a belsőégésű motorok és a járműtechnológia fejlődésének irányát jó 150 évre. A környezetvédelmi szempontok később jelentek meg, de szerepük egyre inkább erősödött és mára már az egyik legerősebb hajtóerőt jelentik a járművek fejlesztése mögött. Az üzemelesi hatékonyság növelésének egyik kiemelkedő eszköze a belsőégésű motorok fejlesztése, illetve ezek hajtóanyagainak folyamatos fejlesztése. Ez volt az egyik fő fejlesztési irány az ezredforduló környékén. A feltöltött motorok a megújuló és továbbfejlesztett tüzelőanyagok határainak elérése után az elektromobilizáció és az autonóm közlekedés az irány, amely tovább gördíti a járművek hatékonysága és a környezetterhelés vezette fejlesztéseket.

Tudományos munkásságom és szakmai életutam a fedélzeti technológiák megismeréséről, továbbfejlesztéséről és a tudás továbbadásáról szól. Már az egyetemi tanulmányaim alatt demonstrátorként dolgozva, több országos TDK díjjal elismert kutatást végeztem, amelynek fókuszában a megújuló tüzelőanyagok, elsősorban a bioetanol állt. Az egyetemi tanulmányaim végén Németországban, a Dr. Hanula Barna vezette Dr Schrick GmbH-nál, majd pedig a Ford kölni fejlesztőközpontjában dolgozhattam - belsőégésű motor fejlesztőként - a feltöltött benzinmotorok továbbfejlesztésében. A kutatásaimban a korábbi egyetemi tématerületem kiegészült egy harmadik tüzelőanyaggal, így a bioetanol-biodízel-gázolaj hármáskeverékek alkalmazásának műszaki, környezetvédelmi és gazdasági kérdéseivel foglalkoztam. Később az olajiparban tüzelőanyag fejlesztőként, projektvezetőként, majd az ütemezési rendszer vezetőjeként volt feladatom a lehető leghatékonyabb tüzelőanyagok fejlesztése és az ellátási lánc optimalizálása. Ennek az időszaknak az eredménye egy egyedi előállítású, nehéztehergépjárművek számára kifejlesztett, a gépjárművek hatékonyabb tüzelőanyagfelhasználását lehetővé tévő tüzelőanyag. A korábbi, alternatív tüzelőanyagok alkalmazástechnikájára épülő kutatásaimat is tovább folytattam: foglalkoztam speciális biodízelek alkalmazhatóságával, butanol-gázolaj keverékek fejlesztésével. Az ipari munkáim mellett aktívan bekapcsolódtam az oktatásba a Széchenyi István Egyetemen, a Nyíregyházi Főiskolán illetve Egyetemen és alma materemben a BME Közlekedés- és Járműmérnöki Karán. A tüzelőanyag fejlesztés után éltem a lehetőséggel, hogy újra belsőégésű motorok fejlesztésével, illetve az önvezető járművek hatékonyságra és környezetterhelésre gyakorolt hatásával foglalkozzak. Kutatásaim során több PhD témavezetést is vállaltam, jelenleg Ph.D. hallgatóim egyrészt a dízelmotorok NO_x kibocsátásának csökkentését kutatják, másrészt az autonóm, hibrid és elektromos járművek környezeti hatásainak csökkentésével és tesztelési eljárások kifejlesztését kutatják.

A fentieknek megfelelően a munkám általános célkitűzése az energiahatékonyság növelése és a környezetterhelés csökkentésére közúti gépjárművek esetén, különös tekintettel a hajtóanyagokra, a motortechnológiára és az önvezető technológiákra. Ezen belül az alábbi rész-célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- 1) Alternatív tüzelőanyagok, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközei

- 2) Hagyományos, fosszilis tüzelőanyagok továbbfejlesztése, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszköze
- 3) Belsőégésű motorok továbbfejlesztése, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszköze
- 4) Hibrid járművek fogyasztásának előrebecslése

1.2 A téma aktualitása

Bár már a múlt század hetvenes évei óta tudományos számítások támasztják alá, hogy a kőolajkincs maximum 50 évre elegendő, mégiscsak az utolsó évtizedekben kezdődött meg az autóiiparban egy jelentős átalakulás. Ennek mozgatórugói között az egyik az olajkincs végeessége, a fejlett országok, mindenekelőtt Európa és Japán nyersanyagokhoz való hozzáféréseinek korlátai, az európai autógyárak Egyesült Államokbeli terjeszkedése kapcsán felszínre került dízelbotrány, a szigorodó környezetvédelmi előírások és a mobilitással szemben új elvárásokkal jelentkező fiatal generációk. Ezek a hatások az autóiiparban négy nagy fejlődési tendenciában jelennek meg: alternatív energiahordozók alkalmazásában, a hibrid és elektromos mobilitás előretörésében, a járműmegosztásban és az önvezető járműtechnika fejlődésében.

A Nemzetközi Energiaügynökség 2018-as elemzése [1] alapján az elemző intézetek (Shell, BNEF, OPEC) reális scenárióiban az új autók között az elektromos hajtással rendelkező személygépkocsik részaránya 2050-re várhatóan az új autó értékesítések harmada-fele között lesz. Figyelembe véve az autópiacon lassú átforgási sebességét, ez azt jelenti, hogy a személygépkocsi park nagyjából 70%-a még fosszilis vagy ahhoz nagyon hasonló üzemanyagot fog használni. Ezek ismeretében a kutatásaim során vizsgált üzemanyagok illetve belsőégésű motorok továbbfejlesztése piacilag alátámasztott.

Az emissziós előírások szigorodása is afelé mutat, hogy szükséges a meglévő rendszerek továbbfejlesztése. Az általam kutatott területek egy irányba mutatnak az egyre szigorodó európai szén-dioxid elvárásokkal. A legújabb szabályozások előírják [2] 2020-tól a 95 g/kWh flottakibocsátást a személygépkocsi gyártóknak, amelynek egyik támogató eszköze lehet az üzemanyag oldali szén-dioxid kibocsátás csökkenés. Mértékadó, 2019-ben készült előrejelzések alapján [3] a hosszútávú áruszállításban, az iparban és mezőgazdaságban illetve a hajózásban a jelenlegi technológiákkal rövidtávon nem várható áttérés más energiahordozókra, a gázolaj könnyű kezelhetősége és nagy energiasűrűsége miatt. Ezen gazdasági alágazatok óriási energiaigénye miatt, minden kis emissziós csökkentés, hatékonyság növelés illetve fogyasztás-csökkentés nagyon nagy hatású. A következő évtizedekben, a fenti környezetben minden százalék üzemanyag megtakarításnak, emisszió csökkentésnek nemzetgazdasági jelentősége van, amelynek az általam kutatott a járműmotorok, továbbfejlesztett hagyományos és alternatív üzemanyagok illetve a fogyasztás és utántöltés előrebecslés a szerves részét alkotják.

1.3 Az értekezés felépítése

Ezt az értekezést a Magyar Tudományos Akadémiának nyújtottam be, a "Magyar Tudományos Akadémia Doktora" címére történő pályázatom részeként. Az értekezés összefoglalja a Ph.D cím megszerzése óta a járműmérnöki területen végzett kutatási eredményeimet. Az eredményeket a 2., a 3., a 4. és az 5. fejezetben mutatom be, a 6. fejezet pedig az új tudományos eredményeimet foglalja össze. A 7. fejezet kitékintés a kutatói munkám eredményeinek gyakorlati alkalmazhatóságáról. A 2. fejezet a belsőégésű motorok továbbfejlesztése területén végzett kutatásaimat, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközeit taglalja. Ezen

belül vizsgáltam a kompressziógyújtású motorok utánkezelő rendszerének fejlesztését, és kettős tüzelőanyagú szikragyújtású motor fejlesztését. A 3. fejezet a hagyományos, fosszilis tüzelőanyagok továbbfejlesztését, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközeit ismerteti, ezen belül kiemelendő a kompressziógyújtású motor üzemanyagának reformulázása alacsonyabb környezetterhelés és kisebb fogyasztás céljából. A 4. fejezet az alternatív tüzelőanyagok, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközeit írja le, külön kitérve az eljárások fejlődésére, melynek részeként több kettes és hármas keverék vizsgálatából származó eredményeimet foglaltam össze. Az 5. fejezet az önvezető jármű technológiák, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközeivel foglalkozik. A 6. fejezet az új tudományos eredményeket foglalja össze, illetve kutatási eredményeim várható hasznosíthatóságát vázolja fel. A vizsgálatokhoz a motorhajtóanyag, illetve a belsőégésű motorok fejlesztése területén az általánosan elfogadott, a jelenlegi nemzetközi gyakorlatnak megfelelő motorfékpadi méréseket végeztem el, amelyeket több esetben analitikai vizsgálatokkal, statisztikai modellekkel és validált szimulációkkal, illetve járműves mérésekkel egészítettem ki és ellenőriztem.

2 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A munkásságom során elvégzett járműfedélzeti hatékonyságnövelés legfontosabb eredményei a következőkben foglalhatók össze.

2.1 LPG-dízel motorok működése

A munkám, melynek újdonsága, hogy 3 különböző elvű rendszert vizsgáltam meg, eredményei alapján megállapítható, hogy a dízelmotorok Common-Rail hajtóanyag-ellátó rendszereinél nem alkalmazható az LPG – gázolaj keverékű üzemmód. A hajtóanyag komponensek eltérő viselkedése, a motorüzem hajtóanyag-ellátásának tesztelt vezérlési üzemmódja nem javítja a fogyasztási és füstgáz-kibocsátási jellemzőket, a motor egyenlőtlen járását eredményezi. Mindezek alapján ebben az üzemmódban alkalmazásuk rontják a motorikus paramétereket és az üzemeltetés gazdaságosságát. Az LPG fajlagos károsanyag kibocsátás változásra gyakorolt hatásáról a következő új, mérésekkel alátámasztott összefüggéseket állapítottam meg:

Tézis I.: Az elvégzett mérések és értékelések alapján megállapítom, hogy a vizsgált utólagosan felszerelt LPG rendszerek alkalmazásával nem elérhető a dízelnél jobb égési tulajdonságok elérése. Az LPG károsanyag kibocsátásra gyakorolt hatására, a 10-40 tf% tartományban, az alábbi matematikai összefüggéseket fogalmaztam meg a 3, 4, 5 és 6. egyenletek alapján:

$$\bar{\varepsilon}_{LPG-D} = \bar{x}_{LPG} + \bar{y}_{load} + \bar{p}_{ref} \quad (7)$$

ahol

$\bar{\varepsilon}_{LPG-D}$: az LPG-dízel keverék tulajdonság mátrixa

\bar{x}_{LPG} : az LPG bekeverés hatását leíró vektor

\bar{y}_{load} : a terhelés hatását leíró vektor

\bar{p} : az alapgázolaj adott emissziós tulajdonságát leíró konstans

Kapcsolódó fontosabb publikációm:

[ZM2] Zöldy M, Holló A, Bereczky Á, Krajnik K, Lengyel, A (2019) „Investigation of Diesel Oil–LPG Content Fuel Utilization in Heavy Duty Diesel-Engines with Common Rail System”, International Journal of Heavy Vehicle Systems, online first, IF 0,54

[ZM11.] Zöldy M (2006) „Belső égésű motorok üzemeltetése alternatív motorhajtóanyagokkal” Budapest : Elgoscscar-2000, 2006. - 72 p. Környezetvédelmi füzetek, ISSN 0866-6091 ; 2006/10) ISBN 963-87034-2-3

[ZM36] Zöldy M, Auer R, Hidi J, Horváth Á (2010) “Influence of automotive industry developments on the future fuel demand structures,” MOL Szakmai Tudományos Közlemények, SP 2010/1, pp. 133–139

[ZM61] Fehér R, Gaál L, Zöldy M (2011) “Energetic and CO2 Emission Comparison of Different Transportation Drivetrains,” in 45th International Petroleum Conference, 2011.

2.2 Kompressziógyújtású motorok utánkezelő rendszerének fejlesztése

A kutatás célja az alacsony és magas nyomású kipufogógáz visszavezetési megoldások összehasonlítása volt stacioner, a motor valós napi használatára jellemző munkapontokban. A két visszavezetési mód tömegáramát szívóoldali fojtószelepekkel és kipufogófékkel lehetett fokozni. Így összesen 5 féle EGR mód vizsgálhattam meg, illetve számszerűsíthettem a különbségeket. Az eredményeket szimulációs motormodell validálásához használtam.

Tézis II: Az elkészített szimuláció és az elvégzett mérések alapján megállapítom, hogy a vizsgált öt kipufogógáz visszavezetési módszer között, a motor üzemanyagfogyasztására gyakorolt hatása alapján a következő összefüggés és sorrend állapítható meg:

- LP MEB (az LP EGR-t támogatja) – legalacsonyabb fajlagos fogyasztás,

- LP fojtószelep,
- HP MEB a turbina előtt,
- LP MEB a turbina után,
- HP fojtószelep – legmagasabb fajlagos fogyasztás.

Kapcsolódó fontosabb publikációim:

- [ZM6] Vass S, Zöldy (2021). Effects of boundary conditions on a Bosch-type injection rate meter. *Transport*, 1-8. <https://doi.org/10.3846/transport.2021.14351>, - **IF 1,524**
- [ZM8] Nyerges Á, Zöldy M (2020) „Verification and Comparison of Nine Exhaust Gas Recirculation Mass Flow Rate Estimation Methods” *SENSORS* (1424-8220 1424-8220): 20 24 Paper 7291. 24 p. (2020) – **IF 3,2**
- [ZM19] M. Zöldy (2009), “Significance of application technique of fuel containing biocomponents,” *MOL Szakmai Tudományos Közlemények*, vol. 2009/3, pp. 133–139
- [ZM23] Nyerges Á, Zöldy M (2018) “Alacsony-és magas nyomású kipufogógáz visszavezetés hatásvizsgálata haszonjármű dízelmotoron,” *Műszaki Szemle (EMT)*, vol. 71, no. 1, pp. 31–44
- [ZM24] Nyerges Á, Zöldy M (2019) “Oxygen mass fraction estimation in an air path system of a medium duty diesel engine equipped with dual loop exhaust gas recirculation system,” *PERNER’S CONTACTS*, vol. XIX, no. 2, pp. 208–216
- [ZM49] Nyerges Á, Zöldy M (2019) “Kettős kipufogógáz visszavezetés hatásvizsgálata haszonjármű dízelmotoron,” in XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019, 2019, pp. 392–395.

2.3 Kompressziógyújtású motor tüzelőanyagának reformulázása alacsonyabb környezetterhelés és kisebb fogyasztás céljából

A gázolaj receptúrájának hatását a gázolajjal üzemeltetett motor, illetve gépjármű üzemanyagfogyasztására irányuló kutatásaim során a szakirodalom alapján a gázolaj sűrűségének és súrlódáscsökkentő adalékolásának a hatását vizsgáltam meg.

Tézis III: Mérésekkel igazoltam, hogy a sűrűség és a súrlódás-módosítók optimalizált mennyiségének optimális alakításával a motor gázolaj fogyasztását csökkenteni lehet. A mérési eredmények alapján egy optimalizált gázolaj várható fogyasztása a sűrűség és súrlódáscsökkentő adalékok mennyiségének ismeretében a következőképpen írható le:

$$B_{opt\ go} = B_{alap\ go} * \begin{bmatrix} \frac{D_{opt\ go}}{D_{alap\ go}} & 0 \\ 0 & S_{ad} \end{bmatrix} \quad (15)$$

összefüggéssel, ahol $B_{opt\ go}$ a fogyasztás optimalizált gázolajjal, $D_{opt\ go}$ az optimalizált gázolaj sűrűsége, $D_{alap\ go}$ az alap gázolaj sűrűsége, S_{ad} pedig az adalék súrlódás csökkentő hatása.

A motorvizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy az tüzelőanyag-sűrűség növelése és súrlódásának javítása értékes eszközök a jármű üzemanyag-fogyasztásának és párhuzamos széndioxid-kibocsátásának csökkentésére. Az egyéb kibocsátásokat sokkal jobban befolyásolja a motor futási paraméterei, mint az üzemanyag összetétele.

Kapcsolódó fontosabb publikációim:

- [ZM3] Zöldy, M. (2019) "Improving heavy duty vehicles fuel consumption with density and friction modifier" *International Journal of Automotive Technology*, Vol. 20, No. 0, pp. 1–8 (2019), DOI 10.1007/s12239-018-y, **IF 1,53**
- [ZM9] Zöldy M. (2020) „Engine oil test method development” *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette* 1330-3651 1848-6339 Vol. 28 (No 3) <https://doi.org/10.17559/TV-20200122150623> - **IF 0,644**
- [ZM13.] Bartha L, Hancsók J, Sági R, Bubálik M, Beck Á., Kis G., Szirmai A, Holló A, Kovács F., Zöldy M, Bartos P., Kocsis Z., Baladincz J., and Nemesnyik Á. (2012), “Többfunkciós detergens-diszpergens adalékanyag, valamint környezetbarát motorolaj- és motorhajtóanyag kompozíciói,” P 12 00619
- [ZM17] Zöldy M (2019) “Investigation of correlation between diesel fuel cold operability and standardized cold flow properties,” *Periodica Polytechnica-Transportation Eng.*, p. 185, <https://doi.org/10.3311/PPtr.14148>.

- [ZM19] Zöldy M (2009) "Significance of application technique of fuel containing biocomponents," MOL Szakmai Tudományos Közlemények, vol. 2009/3, pp. 133–139, 2009.
- [ZM41] Zöldy M (2016) "Új kihívások előtt az autópálya a dízelbotrány után," in OGÉT 2016, pp. 101–105.
- [ZM54] Zöldy M, Holló A, Thernesz A (2011) "Development of More Efficient Fuels for Niche Markets" In: 20th World Petroleum Congress. Doha, 2011.12.04-2011.12.08. Paper Block 3 / Forum 3
- [ZM56] Zöldy M, Holló A, Szerencsés Z, Kovács F, Auer R (2012) „Fuel Formulation for Future Drivetrain Developments”, *FISITA 2012*, F2012-A03-017, pp 515-523, Springer https://doi.org/10.1007/978-3-642-33841-0_39

2.4 Etanol alkalmazásának bemutatása, mérése és értékelése kompressziógyújtású motorban

Tézis IV: Számításokkal és mérésekkel igazoltam, hogy az etanol bekeverése a gázolajba pozitív hatással van a motor emissziójára és a következő összefüggés alapján csökkenti a károsanyag kibocsátást a 0-20 tf% etanolt tartalmazó keverékeknel:

$$\bar{\varepsilon} = \bar{\varepsilon}_g + \bar{\rho} \quad (37)$$

ahol

$\bar{\varepsilon}$: a keverék kibocsátás mátrixa

$\bar{\varepsilon}_g$: az alapgázolaj kibocsátás vektora

$\bar{\rho}$: az etanol bekeverés hatását leíró vektor

$$\begin{pmatrix} 6,2 \\ 1,4 \\ 0,17 \\ 0,34 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0,07 \cdot Y_{EtOH} \\ -0,07 \cdot Y_{EtOH} \\ 0,02 \cdot Y_{EtOH} \\ 0,06 \cdot Y_{EtOH} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6,2 - 0,07 \cdot Y_{EtOH} \\ 1,4 - 0,07 \cdot Y_{EtOH} \\ 0,17 + 0,02 \cdot Y_{EtOH} \\ 0,34 + 0,06 \cdot Y_{EtOH} \end{pmatrix} \quad (38)$$

Emulzióban azonban nehéz tartani a gázolajjal, ezért a keverékek eltarthatósága vizsgálandó terület.

Kapcsolódó fontosabb publikációim:

- [ZM10] Emőd I, Tölgyesi Z, Zöldy M (2006) „Alternatív járműhajtások” [Alternative drivetrains], Maróti Könyvkiadó ISBN 9639005738
- [ZM11] Zöldy M (2006) „Belső égésű motorok üzemeltetése alternatív motorhajtóanyagokkal” Budapest : Elgoscár-2000, 2006. - 72 p. Környezetvédelmi füzetek, ISSN 0866-6091 ; 2006/10) ISBN 963-87034-2-3
- [ZM28] Emőd I, Füle M, Tanczos K, Zöldy M. (2005) A bioetanol magyarországi bevezetésének műszaki, gazdasági és környezetvédelmi feltételei, *Magyar Tudomány* 50(3) pp.278–286
- [ZM38] Zöldy, M., Emőd, I. Pollák, I. (2005) "The Technical And Economical Preparation Of Investigations Carried Out With Ethanol-Diesel Oil Mixtures", *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 33(1-2), pp. 47-58.
- [ZM39] Pézsa N, Zöldy M (2009) "Estimation Method for Determining the Environmental Impact of Biofuel Blends," *Periodica Polytechnica-Transportation Engineering*, vol. 2009/1-2, no. 37, pp. 53–56
- [ZM65] Zöldy M, Emőd I, Pollák I (2005) "Technical-economical investigation and evaluation of E-diesel for heavy goods vehicles," in EAEC 2005 Beograd, 2005, p. 151.

2.5 Etanol-biodízel-gázolaj hármaskverékek műszaki, környezetvédelmi és gazdasági vizsgálata és értékelése

Tézis V: Mérésekkel és számításokkal igazoltam, hogy a vizsgált bioetanol-biodízel-gázolaj keverékek teljesítik a gázolajra vonatkozó viszkozitás, cetánszám és kenőképesség előírásokat. A hármaskverékek

viszkozitása a

$$\eta_{kev} = (2 \cdot n_e \cdot \eta_e + 3 \cdot n_{bd} \cdot \eta_{bd} + n_g \cdot \eta_g + 0,71) \cdot 0,91 \quad (43)$$

képlettel, cetánszáma a

$$CN_{ebdg} = CN_{bdg} - 0,59n_e \quad (45)$$

képlettel számítható.

A hármaskeverékek emissziócsökkentő hatását a következő általánosan meghatározott képlet mutatja be:

$$C_{jkm_k} = \sum \left[K_k \cdot \frac{C_{kl}}{Q_{sz}} \cdot r \cdot \frac{\frac{1}{L_i}}{\sum_1^n \frac{1}{L_i}} \right] \cdot n_{jm} \cdot \eta_{jm} \quad (46)$$

ahol,

K_k – „k” összetételű keverékre jellemző kibocsátás változás a referencia hajtóanyaghoz képest

C_{kl} - Közúti közlekedés által okozott levegőszennyezés költsége

Q_{sz} - Szállítási teljesítmény

r – dollár / forint átlagárfolyam a számítás évében

η_{jm} – jármű jellemző kihasználtsági tényezője

n_{jm} - jármű által megtett út [jmkm]

L_i – i. komponensre vonatkozó kibocsátási határérték

Kapcsolódó fontosabb publikációim

[ZM1] Kivelele T T, Mbarawa M M, Bereczky Á, Zöldy M (2011) „Evaluation of the oxidation stability of biodiesel produced from moringa oleifera oil” Energy Fuels 25:5416–5421. <https://dx.doi.org/10.1021/ef200855b>, **IF 6,6**

[ZM7] Vass S, Zöldy M (2020) „A Model Based New Method for Injection Rate Determination” Thermal Science (2020), <https://doi.org/10.2298/TSCI190417159V> - **IF 1,540**

[ZM14] Zöldy M (2011) „Ethanol–Biodiesel–Diesel Blends As A Diesel Extender Option On Compression Ignition Engines” Transport26(3): pp 303-309. DOI: <http://dx.doi.org/10.3846/16484142.2011.623824>

[ZM12] Barabás I, Zöldy M, Todorut I A (2015) “The potential of biodiesel-petrodiesel-bioethanol blends as an alternative fuel for compression ignition engines,” in Oil and Natural Gas, vol. 3, pp. 577–606.

[ZM29] Barabás I, Zöldy M, Ioan T (2016) “Biodízel-gázolaj-bioetanol keverékek fontosabb tulajdonságainak modellezése,” Műszaki Szemle (EMT), vol. 69, pp. 121–215

2.6 Butanol alkalmazásának bemutatása, mérése és értékelése kompressziógyújtású motorban

Az alacsony butanol tartalmú keverékek (legfeljebb 5 V/V% butanol tartalom) jó választásnak bizonyulnak a dízelmotorban való hasznosításában: a keverékek cetánszám értékei megfelelnek a szabványnak és közel azonos üzemanyag-fogyasztási szintet tesznek lehetővé, mint a referencia gázolaj, ami mellett az injektor tisztasága rendkívüli javulásával jár.

Tézis VI: Számításokkal és mérésekkel megállapítottam, hogy a kis butanol tartalmú keverékek (legfeljebb 5 V/V% butanol tartalom) jó választásnak bizonyulnak a dízelmotorban való hasznosításában: a keverékek cetánszám értékei megfelelnek a szabványnak és közel azonos üzemanyag-fogyasztási szintet tesznek lehetővé, mint a referencia gázolaj, ami mellett az injektor tisztaságának rendkívüli javulásával is együtt jár.

A butanol bekeverés viszkozitásra gyakorolt hatása a vizsgálati tartományban a következő egyenlettel írtam le:

$$V_{blend} = -0,0346X_b + V_d \quad (47)$$

ahol a V_{blend} a keverék viszkozitása, X_b a butanol térfogataránya a keverékben, V_d a referencia gázolaj viszkozitása.

A butanolnak a keverék cetánszámra gyakorolt hatása a következő egyenlettel írtam le:

$$CN_{blend} = -0.4908 X_b + CN_d \quad (48)$$

ahol a CN_{blend} a keverék cetánszáma, X_b a CN-t tartalmazó butanol térfogati hányadosa a CN_a pedig referencia-üzemanyag cetánszáma.

A butanol injektor feltisztító hatása a következő matematikai formulával közelítettem:

$$IC = 0,027x_b + 0,378 \quad (49)$$

ahol IC az injektor tisztaság, x_b pedig a keverék butanol tartalma.

A kutatás során kimutattam, hogy a butanol, mint dízel kiegészítő hajtóanyag nagyon előnyös lehet, ha a lobbanáspont-csökkentés nehézségeit kezelni lehet a logisztikai láncban.

Kapcsolódó fontoabb publikációim

[ZM20] Zöldy M, Hollo A, Thernesz A (2010) "Butanol as a Diesel Extender Option for Internal Combustion Engines," SAE Technical Paper 2010-01-0481, <https://doi.org/10.4271/2010-01-0481>

[ZM22] Horváth A, Vári I, Zatykó J, Zöldy M (2007) "Car Industry developments – oil industry challenges," MOL Szakmai Tudományos Közlemények, vol. 2007/2, pp. 122–137

[ZM15] Zöldy M (2009) „Automotive Industry Solutions in Response to European Legislative Emission Regulation Challenge” Mokslas: Lietuvos Ateitis, Vol 1, p6, pp 33,2009,

[ZM18] Zöldy M (2009) "Potential future renewable fuel challenges for internal combustion engine," Járművek és Mobil Gépek, vol. II.évf., no. No.IV., pp. 397–403, 2009.

[31] Zöldy M, Török Á (2015) "Road Transport Liquid Fuel Today and Tomorrow: Literature Overview", Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 43(4), pp. 172-176. doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.8095>

2.7 Butanol-Hidrogénezett növényi olaj - gázolaj hármaskeverékek kémiai tulajdonságainak értékelése üzemanyagként való felhasználás szempontjából

A kémiai paraméterek vizsgálata alapján megállapítható, hogy a motorkritikus jellemzők szempontjából a butanol-hidrogénezett növényi olaj-dízel keverékek valós opciót jelentenek a gázolaj egy részének kiváltására.

Tézis VII: A méréseim alapján a vizsgálati tartományban (0-10 V/V% HVO és 0-10 V/V% Butanol) lévő keverékekre a következő tulajdonságokra az alábbi matematikai összefüggéseket fogalmaztam meg az 50, 51, 52 és 53 egyenletek alapján:

$$\bar{\epsilon}_{HVO-Bu-G} = \bar{x}_{Bu} + \bar{y}_{HVO} + \bar{p}_{ref} \quad (54)$$

ahol

$\bar{\epsilon}_{HVO-Bu-G}$: a keverék tulajdonság mátrixa

\bar{x}_{Bu} : a butanol bekeverés hatását leíró vektor

\bar{y}_{HVO} : a hidrogénezett növényi olaj bekeverés hatását leíró vektor

\bar{p} : az alapgázolaj tulajdonság vektora

Vizsgálataim azt mutatták meg, hogy a butanol-HVO-dízel keverékek dízel alternatívaként történő hasznosítása nagyon hasznos megoldás lehet, ha a lobbanáspont-csökkenés problémái a logisztikai láncban kezelhetők.

Kapcsolódó fontosabb publikációim

[ZM4] Zöldy M (2019) „Fuel properties of Butanol - Hydrogenated Vegetable Oil Blends as a Diesel Extender Option for Internal Combustion Engines” Periodica Polytechnica Chemical Engineering. doi: <https://doi.org/10.3311/PPch.14153> **IF 1,24**

[ZM19] Zöldy M. (2009) „Significance of application technique of fuel containing biocomponents,” MOL Szakmai Tudományos Közlemények, vol. 2009/3, pp. 133–139, 2009.

[ZM31] Zöldy M, Török Á (2015) „Road Transport Liquid Fuel Today and Tomorrow,” Periodica Polytechnica-Transportation Engineering, vol. 43, no. 4, pp. 172–176, 2015.

[ZM51] Kovács F, Auer R, Buzás S, Zöldy M, Holló A (2013) "Development of diesel fuels with lower CO2 emission," in 9th Int. Colloquium Fuels-Conventional and Future Energy for Automobiles, 2013, p. 127.

6.8 Hibrid önvezető járművek fogyasztásának és újratöltésének előrebecslése

Kutatásomban rámutattam az önvezető plug-in-hibrid járművek üzemanyag fogyasztása előrebecslésének és az erre épülő újratöltésének vizsgálatának fontosságára. Számszerűsítettem és összefoglaltam a fogyasztásra ható tényezőket, amelyeket újszerűen csoportosítottam is. Munkám során szimulációs futtatásokkal és az ezeket validáló járműves tesztek elvégzésével is foglalkoztam.

Tézis VIII: Az önvezető és az ember által vezetett járművek üzemanyag fogyasztására ható tényezőket egy új mátrixba csoportosítottam a hatás nagysága illetve a keletkezés helye/befolyásolás ideje alapján.

Hatás mértéke		alacsony		közepes		magas	
Beavatkozási lehetőség							
menet közben	vezetőtől függő hatások			fékezések gyakorisága	1,40%	egyenetlen vezetés	5%
				gyorshajtás	2,60%	klíma használat	8%
elinduláskor	útvonal és infrastruktúra hatások	anyag	0,50%	felületi érdesség	1,20%	kanyarok és kereszteződések száma	6,60%
						városi út	33%
folyamatosan, hosszú távon	járműállapot hatások	első/hátsókerék hajtás	0,60%	újrafutózott kerék	1,8%	négykerék meghajtás	3,30%
		alacsony	0,20%	pollenzűrőelt	1,20%	kerék	5,90%
						gázolajsűrő eltömődés	3%
nem befolyásolható	környezeti hatások	vizes burkolat	0,70%	nedves burkolat	1,70%	szél	6,60%

Ezen új besorolás alapján lehetséges az önvezető járművek számára az üzemanyagfogyasztást figyelembe vevő döntési inputokat kialakítani.

Kapcsolódó fontosabb publikációim

[ZM5] Zöldy M, Szalay Zs, Tihanyi V (2020): Challenges in homologation process of vehicles with artificial intelligence Transport (Vilnius) , <https://doi.org/10.3846/transport.2020.12904> – IF 1,524

[ZM43] Zöldy M (2018) "Legal Barriers of Utilization of Autonomous Vehicles as Part of Green Mobility," in Proceedings of the 4th International Congress of Automotive and Transport Engineering (AMMA 2018), 2018.

[ZM53] Zöldy M, Zsombók I (2018) „Modelling fuel consumption and refuelling of autonomous vehicles” Horizons of Railway Transport 2018 37, MATEC Web of Conferences 235, 000 <https://doi.org/10.1051/mateconf/2018235000> (2018)

[ZM32] Zöldy M, Zsombók I (2018) „Influence of external environmental factors on range estimation of autonomous hybrid vehicles” CzOTO, volume 1, issue 1, 6 p (2018)

[ZM33] Zöldy M, Zsombók I (2019) Modeling of Hybrid Autonomous Vehicle Fuel Consumption, Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure 2019 : 6 p. 117 (2019)Transbaltica 2019

[ZM58] Zöldy M, Szalay S, Szalay Zs, Zsombók I (2019) „Refueling strategies of autonomous hybrid vehicles” Proceedings of the Annual Scientific Session of Scientific Papers 2019 XVIII : 1 pp. 270-274. , 5 p. (2019)

[ZM52] Zöldy M, Zsombók I (2019) „Környezeti tényezők hatása az autonóm hibrid járművek hatótáv előrejelzésére”, In: Barabás, István (szerk.) XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019, Nagyvárad, Románia : Erdélyi Magyar Tudományos Társaság, (2019) pp. 629-633. , 4 p.

3. EREDMÉNYEK GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁGA

A kutatásaim eredményei könnyen alkalmazhatóak a gyakorlatban, amelynek oka, hogy sok esetben gyakorlati problémák megoldását keresve folytattam a tevékenységemet.

Az LPG dízel rendszerek vizsgálatának egyértelmű eredménye, hogy a retrofit rendszerek nem alkalmasak arra, hogy az LPG-dízel keverékek előnyös tulajdonságait hatékonyságnövelés területen elősegítsék. A kipufogógáz utánkezelő rendszerek területén folytatott kutatásaim eredménye az egyes megoldások között döntéshozatalt segíti elő, így segítve a megoldáskeresést a dízelmotorok szennyezési kérdéseire.

A hagyományos üzemanyagok területén végzett, alacsonyabb fogyasztású üzemanyagok létrehozását célzó eredményeim fölhasználhatóak célpiacok számára fejlesztett hajtóanyagok kialakításánál. A kutatásaim alapján került kifejlesztésre és lett bevezetve a piacra egy, a nehéztehergépjárművek számára optimalizált üzemanyag.

Az Európai Unió direktívák, amelyek folyamatosan az üzemanyagokba kevert bioüzemanyagok részarányának növelését ösztönzik, a 2020-as évek elején jutnak oda, hogy csak speciális megoldásokkal lehetséges az előírások teljesítése. Ezek között a megoldások között kerülhetnek alkalmazásra az általam kifejlesztett kettős és hármaskeverékek.

A hibrid járművek elterjedése meg fogja követelni a kiterjed üzemanyag menedzsment rendszereket, amelyek nem csak a fogyasztás befolyásolásával hanem a tankolás/újratöltés optimalizálásával is foglalkoznak. Ezek az eredményeim is alkalmazásra kerülnek majd a következő években.

FELHASZNÁLT IRODALOM, PUBLIKÁCIÓIM JEGYZÉKE

Felhasznált külső szakirodalom

1. IEA (International Energy Association): World Energy Outlook 2018, <https://www.iea.org/weo2018/scenarios/>
2. European Commission: Reducing CO₂ emissions from passenger cars, https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en
3. McKinsey Energy Insights, Global Oil Supply and Demand Outlook, 2019 H1, <https://www.mckinsey.com/solutions/energy-insights/global-oil-supply-demand-outlook-to-2035/~media/231FB01E4937431B8BA070CC55AA572E.ashx>
4. Miller J N K, Nagarajan G, Renganarayanan S (2007): Experimental studies on homogeneous charge CI engine fueled with LPG using DEE as an ignition enhancer. *J.Sci. Renewable Energy* 32 1581-1593 p.
5. Kitae Y, Jingoung J, Choongsik B (2007): Homogeneous charge compression ignition of LPG and gasoline using variable valve timing in an engine. *J. sci. Fuel* 86 494-503 p.
6. Saleh H E (2008): Effect of variation in LPG composition on emissions and performance in a dual fuel diesel engine. *J.: Fuel* 87 3031-3039 p.
7. Einajjar E, Hamdan M O, Selim M Y E (2013): Experimental investigation of dual engine performance using variable LPG composition fuel. *J. Sci. Renewable Energy* 56 110-116 p.
8. Lata L B, Misra A, Mechekar S (2011): Investigations on the combustion parameters of a dual fuel diesel engine with hydrogen and LPG as secondary fuels. *J.: International Journal of hydrogen energy* 36 13808-13819 p.
9. Ayhan V, Parlak A, Cesur I, Born B, Kolip A (2011): performance and exhaust emission characteristics of diesel engine running with LPG. *International Journal of the Physical Sciences* 6 1905-1914. p.
10. Lanje A S, Deshmukh M J (2012): Performance and Emission Characteristics of SI Engine using LPG-Ethanol Blends: A Review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* 2 146-152 p.
11. Dagaut P, Ali H (2003): Kinetics of Oxidation of LPG Blend Mixture in a JSR. *Fuel Journal* 82 475-480 p.
12. Lengyel A (2013): Belsőégésű motorok LPG-dízel rendszereinek vizsgálata. Zárójelentés. ERNYO-12 jelű kutatási-fejlesztési és innovációs pályázat.
13. Vas A (2005) „Belsőégésű motorok szerkezete és működése”, Szaktudás Kiadó ház
14. Dezsényi Gy, Emőd I, Finichiu L (1990) „Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata”, Tankönyvkiadó
15. Stukovszky Zs, Kalmár I (1998) Belsőégésű motorok folyamatai, Műegyetemi Kiadó
16. Az Európai Parlament és a Tanács 333/2014/EU rendelete
17. Az Európai Parlament és a Tanács 253/2014/EU rendelete
18. Communication from the commission to the Council and the European Parliament, Strategy for reducing Heavy-Duty Vehicles' fuel consumption and CO₂ emissions, Brussels, 21.5.2014, 1-9.
19. Az Európai Parlament és a Tanács 33/2009/EU rendelete
20. United Nations Global technical regulation No. 4; 25 January 2007
21. Jamrozik A, Tutak W, Pyrc M, Gruca M, Kočiško M (2017) “Study on co-combustion of diesel fuel with oxygenated alcohols in a compression ignition dual-fuel engine” *Fuel*, 221, 329-345.
22. Balakrishnan S, Sivanandan R (2017) “Developing free-flow speed models for urban roads under heterogeneous traffic conditions” *International Journal for Traffic & Transport Engineering*, 7(4).
23. Ildarkhanov, R (2019) “The Calculation of the Fuel Cost for a Car”, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.10553>.
24. The New “Earth Dreams Technology i-DTEC” 1.6 L Diesel Engine from Honda, 34. Internationales Wiener Motorensymposium 2013
25. Volkswagen's new modular TDI® generation, 33. Internationales Wiener Motorensymposium 2012
26. Bárdos Á, Vass S, Németh H (2014) “Validation of a detailed commercial vehicle turbocharged diesel engine model” *A Jövő Járműve*, vol 1-2
27. Banks A, Eng C, Meche M, Niven N, Andersson P (2007) “Boosting technology for Euro VI and Tier 4 final heavy duty diesel engines without NO_x aftertreatment”, Ricardo Consulting Eng.Ltd, Shoreham-by-Sea, UK
28. Zamboni G, Capobianco M (2011) “Experimental study on the effects of HP and LP EGR in an automotive turbocharged engine”, Internal Combustion Engines Group (ICEG), Energy Systems and Transportation (DIMSET), University of Genoa, via Montallegro 1, 16145 Genoa Italy, Elsevier
29. GT-Suite 7.3 User's manual, Gamma Technologies Inc., 2012
30. Barabás I, Todoruț I A (2008) „Utilization of Biodiesel-Diesel-Ethanol Blends in CI Engine”, in: G. Montero (Ed.), *Biodiesel Qual. Emiss. By Products*, InTech, *Biodiesel*, InTechOpen, <https://doi.org/10.5772/27137>
31. Dragomir G, Beles H, Blaga V, Stanasel I, Negrea V D (2008): Diesel engines pollution and functional-constructive performances compromise optimization, using fuzzy sets, *Annals of DAAAM & Proceedings*, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-68-1
32. EN 590 standard
33. Farkas O, Szabados G, Antal Á, Török Á (2018) „Experimental Investigation of Discoloration Generated by a CI ICE's Exhaust Gas on Various Stone Types” *Per. Polytechnica Transp. Eng.*, 46(3), pp. 158-163. doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.12120>.
34. Kook S, Pickett L M (2009) „Effect of Fuel Volatility and Ignition Quality on Combustion and Soot Formation at Fixed Premixing Conditions” *SAE Int. J. Engines*, vol. 2, no. 2, pp. 11-23, 2009. <https://doi.org/10.4271/2009-01-2643>

35. Lee S, Tanaka D, Kusaka J, Daisho Y (2002): Effects of diesel fuel characteristics on spray and combustion in a diesel engine, *JSAE Rev*, 23, pp. 407-414 [https://doi.org/10.1016/S0389-4304\(02\)00221-7](https://doi.org/10.1016/S0389-4304(02)00221-7)
36. Magaril E (2016) „Improvement of the environmental and operational characteristics of vehicles through decreasing the motor fuel density”, *Env. Sci. and Poll. Research*, Volume 23, Nr 7, Page 6793 <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5920-6>
37. Matijošius J, Sokolovskij E (2009) „Research into the quality of fuels and their biocomponents” *Transport* 24 <https://doi.org/10.3846/1648-4142.2009.24.212-217>
38. Merola SS, Marchitto L, Corcione F, Valentino G (2011) „Optical diagnostics of the pollutant formation in a CI engine operating with diesel fuel blends” *SAE International Journal of Engines*, <https://doi.org/10.4271/2011-37-0003>
39. Park S, Cho Y, Sung K, Han N (2010) „The Effect of Viscosity and Friction Modifier on Fuel Economy and the Relationship Between Fuel Economy and Friction” *SAE Int. J. of Fuels and Lubs Vol.2/2*, pp.72-80 <https://doi.org/10.4271/2009-01-2662>
40. Pickett L M, Hoogterp L (2008) „Fundamental Spray and Combustion Measurements of JP-8 at Diesel Conditions” *SAE Int. J. Com. Veh.*, vol. 1/1, pp.108-118, <https://doi.org/10.4271/2008-01-1083>
41. Pranay N, Scott M (2006) „Friction between Piston and Cylinder of an IC Engine: a Review”, SAE International, <https://doi.org/10.4271/2011-01-1405>
42. Rešetar M, Pejić G, Ilinčić P, Lulic Z (2017) „The Influence of Passenger Car Population and Their Activities on NOX and PM Emissions (Data from Croatia)” 22nd Int. Transp. and Air Poll. Conf., Zürich
43. Riazi M R, Eser S, Pena-Diez J L, Agrwal S A (2013) „Petroleum Refining and Natural Gas Processing” ASTM International, Conshohocken, PA, U.S.A. 2013 ISBN: 978-0-8031-7022-3;
44. World Wide Fuel Charter, 4th edition 2013
45. Wu B Y, Zhan Q Z, Xiao Y Y, Wen Y G, Min Z, Wanhua S (2018) „Effect Of Charge Density On Spray Characteristics, Combustion Process, And Emissions Of Heavy-Duty Diesel Engines” *Int J Automot Technol.* 19(4) pp 605-614 <https://doi.org/10.1007/s12239-018-0057-5>
46. Yamamoto K, Kotaka A, Umehara K (2010) „Additives for Improving the Fuel Economy of Diesel Engine Systems” *Tribology Online*, 5, 4 195-198. ISSN 1881-2198 <https://doi.org/10.2474/trol.5.195>
47. Zannis T C, Hountalas D T, Papagiannakis R G and Levendis Y A (2009) Effect of Fuel Chemical Structure and Properties on Diesel Engine Performance and Pollutant Emissions, *SAE Int. Journal of Fuels and Lubricants*, Vol. 1, No. 1 pp. 384-419 <https://doi.org/10.4271/2008-01-0838>
48. Zoufios A (2015) „Impact of diesel fuel properties on fuel consumption and exhaust emissions of a euro 5 compliance passenger car”, Diploma Thesis, TU Thessaloniki
49. Dezsényi Gy, Emőd I, Finichiu L (1992) „Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata” 2. kiadás. Tankönyvkiadó,
50. Emőd I (2003) „Mezőgazdasági termékekből és hulladékokból előállítható hajtóanyagok belsőégésű motorok tüzelőanyagaként történő alkalmazása” Környezetvédelmi Műszaki Fejlesztés, BME Gépjárművek Tanszék, Projektazonosító szám: KMFP-00031/2002, Budapest
51. Hancsók J, Kovács F (2002) „A biodízel” Környezetvédelmi Füzetek. 1-56. old. OMIKK
52. Hancsók J, Lakatos I, Valasek I (1998) „Üzemanyagok és felhasználásuk”, Budapest: Tribotechnik Kft.
53. Hancsók J, Varga Z (2003) „A biobenzin” Környezetvédelmi Füzetek. 1-71. old. OMIKK
54. Heinrich, W (1987) „Entwicklung und Erprobung von Alkoholkraftstoffen für Nutzfahrzeug-Dieselmotoren” MTZ Motortechnische Zeitschrift. 48.k. 3.sz. p.91-98.
55. Satge de Caroa P, Mouloungouia Z, Vaitilingomb G, Bergec J.Ch (2001) „Interest of combining an additive with diesel-ethanol blends for use in diesel engines” *Fuel* 80 pp. 565–574.
56. Stuckl S, Biollaz D (2001) „Treibstoffe aus Biomasse” MTZ Motortechnische Zeitschrift. 62.k. 4.sz. pp.308-312.
57. Syassen, O (1992) „Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe I.” MTZ Motortechnische Zeitschrift. 53.k. 11.sz. pp.510-517.
58. Syassen, O (1992) „Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe II.” MTZ Motortechnische Zeitschrift. 53.k. 12.sz. pp.560-568.
59. Weidmann K, Menrad H (1985) „Fahrzeugkonzept und Flottenversuche mit Alkohol-Diesel-Mischkraftstoffen” Motortechnische Zeitschrift. 46. k. 10.sz. p.373-377.
60. Aydin H, İlkılıç C, (2010) „Effect of ethanol blending with biodiesel on engine performance and exhaust emissions in CI engine” *Applied Thermal Engineering* 30(10): 1199–120 <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2010.01.037>
61. Zhu L, Cheung C S, Zhang W G, Huang Z (2010) „Emissions characteristics of a diesel engine operating on bio diesel and biodiesel blended with ethanol and methanol” *Science of the Total Environment* 408(4): 914–921. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.10.078>
62. Kwanchareon P, Luengnaruemitchai A, Jai-In S (2007) „Solubility of a diesel–biodiesel–ethanol blend, its fuel properties, and its emission characteristics from diesel engine” *Fuel* 86(7–8): 1053–1061. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.09.034>
63. Barabás I, Todoruț A, Băldean A (2010) „Performance and emission characteristics of an CI engine fueled with diesél–biodiesél–bioethanol blends” *Fuel* 89(12): 3827–3832. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.07.011>
64. Labeckas G, Slavinkas S (2010) „The effect of ethanol, petrol and rapeseed oil blends on direct injection diesel engine performance and exhaust emissions” *Transport* 25(2): 116–128. <https://doi.org/10.3846/transport.2010.15>
65. Raslavičius L, Bazaras Z (2009) „The analysis of the motor characteristics of D-RME-E fuel blend during on-feldtests, *Transport* 24(3): 187–191. <https://doi.org/10.3846/1648-4142.2009.24.187-191>
66. Miers S, Carlson R, McConnell S, Ng H. (2008) "Drive Cycle Analysis of Butanol/Diesel Blends In a Light-Duty Vehicle" SAE 2008-01-2381
67. Karabektas M, Hosoz M (2009) "Performance and emission characteristics of a diesel engine using isobutanol–diesel fuel blends", *Renewable Energy* 34, pp 1554–1559

68. Asfar K R, Al-Rabadi T H (2003) „Fuel blends in compression ignition engines” AIAA 2003-6027
69. Al-Hasan M I, Al-Momany M (2008) "The effect of iso-butanol-diesel blends on engine performance", *Transport.* Vilnius: Technika, Vol. 23, No. 4 , p. 306-310
70. Smith J L, Workman J P (2001) "Alcohol for Motor Fuels" *Farm & Ranch Series no.5.010*
71. BP-DuPont biofuels fact sheet, 2006 June
72. Laza T, Kecskés R, Bereczky Á, Penninger A (2006) Examination of burning processes of regenerative liquid fuel and alcohol mixtures in diesel engine; *Per. Polytechnica SER. MECH. ENG. VOL. 50, NO. 1, PP. 11–26*
73. Laza T, Bereczky A (2009) „Influence of higher alcohols on the emissions of diesel engine operated with rape seed oil” 4th European Combustion Meeting, Vienna, ISBN 978-3-902655-06-6
74. EN ISO 3104, Petroleum products - transparent and opaque liquids - determinations of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity, ISO 1994, Revised 2000.
75. prEN ISO/FDIS 2719 Determination of flash point - Pensky - Martens closed cup method, ISO 2002.11.15
76. EN 560, Automotive fuels — Diesel — Requirements and test methods, 2009 European Standard
77. EN ISO 5165:1998 Petroleum products -- Determination of the ignition quality of diesel fuels -- Cetane engine method, ISO 1998
78. EN 116, Diesel and domestic heating fuels. Determination of cold filter plugging point, 1998
79. CEC F-23-A-01, Procedure for Diesel Engine Injector Nozzle Coking Test, 2009 CEC
80. Hancsok J, Krar M, Magyar S, Boda L, Hollo A, Kallo D (2007) “Investigation of the production of high cetane number bio gas oil from pre-hydrogenated vegetable oils over Pt/HZSM-22/Al₂O₃” In *Microporous And Mesoporous Materials, Volume 101:(1-2)* pp. 148-152, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2006.12.012>
81. ACEA position concerning diesel that might contain more than 7% FAME, 22.04.2014 https://www.acea.be/uploads/-publications/140422_ACEA_position_on_B7_diesel.pdf
82. Mahmudul H M, Hagos F Y, Mukhtar NA, Mamat R, Abdullah A A (218) “Effect of alcohol on diesel engine combustion operating with biodiesel-diesel blend at idling conditions” Presented at IOP Conference Series.: *Material Science Engineering.* 318 012071, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/318/1/012071>
83. Asfar K R, Al-Rabadi T H (2003) ”Fuel blends in compression ignition engine” Presented at AIAA 2003-6027
84. Vojtisek M, Beranek V, Mikuska P (2017) “Blends of butanol and hydrotreated vegetable oils as drop-in replacement for diesel engines: Effects on combustion and emissions” In *Fuel*, Volume 197, pp407-421, 2017 <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.02.039>
85. Rakopoulos D C, Rakopoulos C D, Giakoumis E G (2015) “Impact of properties of vegetable oil, bio-diesel, ethanol and n-butanol on the combustion and emissions of turbocharged HDDI diesel engine operating under steady and transient conditions”, In *Fuel*, Volume 156, pp 1-19, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.04.021>
86. Caprotti, R (2014) “Laboratory Test for Distributor-Type Diesel Fuel Pumps - CEC PF032 Code of Practice” In *SAE Technical Paper 2004-01-2016*, <https://doi.org/doi:10.4271/2004-01-2016>
87. Gáspár P, Németh B, Bokor J (2019) „Járműirányítás” Budapest, Magyarország : Akadémiai Kiadó (2019) ISBN: 9789634543282 Doi: [10.1556/9789634543282](https://doi.org/10.1556/9789634543282)
88. Tettamanti T, Mihály A, Gáspár P, Bokor J (2019) „Exercises on Control Theory” Budapest, Magyarország: Akadémiai Kiadó (2019) ISBN: 9789634543374 [10.1556/9789634543374](https://doi.org/10.1556/9789634543374)
89. Holló, P. (2005) „A globalizáció hatása a közúti közlekedés biztonságára: Közlekedés és globalizáció”, In: Glatz, Ferenc (szerk.) *A közlekedés és technikai infrastruktúrája*, Budapest, Magyarország : MTA Társadalomkutató Központ, pp. 69-86. , 18 p.
90. Szalay Z, Tettamanti T, Esztergár-Kiss D, Varga I, Bartolini C (2017) „Development of a Test Track for Driverless Cars: Vehicle Design, Track Configuration, and Liability Considerations” *Periodica Polytechnica Transportation Engineering.* 46. pp.29-35 <https://doi.org/10.3311/PPtr.10753>
91. Bhavsar P, He Y, Chowdhury M, Fries R, Shealy A (2014) „Energy consumption reduction strategies for plug-in hybrid electric vehicles with connected vehicle technology in urban areas” *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2424, 29–38. <http://dx.doi.org/10.3141/2424-04>
92. Mersky A C, Samaras C (2016) „Fuel economy testing of autonomous vehicles” *Transportation Research Part C*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.001>
93. Wu G, Boriboonsomsin K, Xia H, Barth M (2014) „Supplementary benefits from partial vehicle automation in an ecoapproach and departure application at signalized intersections” *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2424, 66–75. <http://dx.doi.org/10.3141/2424-08>
94. Rajamani R, Shladover S E (2001) „An experimental comparative study of autonomous and co-operative vehicle-follower control systems” *Transp. Res. Part C: Emerg. Technol.* 9, 15–31. [http://dx.doi.org/10.1016/S0968-090X\(00\)00021-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0968-090X(00)00021-8)
95. Rödönyi G, Gáspár P, Bokor J, Palkovics L (2014) „Experimental verification of robustness in a semi-autonomous heavy vehicle platoon” *Control Engineering Practice* 28 : 1 pp. 13-25. , 13 p. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2014.02.014>
96. Antonya C, Butnariu S, Beles H (2015) „Parameter Estimation from Motion Tracking Data” In: Duffy V. (eds) *Digital Human Modeling. Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management: Ergonomics and Health.* DHM 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9185. Springer, Cham https://doi.org/10.1007/978-3-319-21070-4_12
97. Feng Y, Head K L, Khoshmagh S, Zamanipour M (2015) „A real-time adaptive signal control in a connected vehicle environment” *Transp. Res. Part C: Emerg. Technol.* 55, 460–473. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2015.01.007>
98. Holló P, Jankó D, Hermann I, Kajtár K, Koren Cs, Lányi P, Pálfalvi J, Tánzos, Lné, Timár A (2002) „Közúti közlekedésbiztonsági és környezetvédelmi intézkedések költség/haszon- és költséghatékonyság-elemzése a döntéshozók számára”

- ROSEBUD: Road Safety und Environmental Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision-Making, Megrendelő: BASt(Bundesanstalt für Strassenwesen), Tanulmányok, Kérdőív, Munkaanyag,
99. Csiszár Cs (2019) „Demand Calculation Method for Electric Vehicle Charging Station Locating and Deployment” Periodica Polytechnica-Civil Engineering 63: 1 pp. 255-265. , 11 p. (2019) <https://doi.org/10.3311/PPci.13330>
 100. Gáspár L, Bencze Zs (2017) „Nagy nehézforgalmú utak "optimális" felújítási technológiájának kiválasztása” Útügyi Lapok: A Közlekedésszervezési Szakterület Mérnöki És Tudományos Folyóirata 5 : 9 pp. 20-31. , 12 p.
 101. Fernandez I R, Pascual-Munoz P, Gonzales P L, Gáspár L (2018) „Development of greener and climate resilient roads” In: Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA 2018 pp. 1-10. 10 p
 102. Geiger A, Holló A, Thernesz A, Durgo R, Czibor S, Bartha L, Gergő P (2012) „Chemically Stabilized Rubber Bitumen”, EEC, Istanbul, Turkey, Volume: ISBN/EAN 978-90-802884-0-9, 1-8.
 103. Simonyi S, Matolcsy M (2012) „Elektromos hajtású gépjárművek fejlesztésének és üzemeltetésének legfontosabb alapvetései, különös tekintettel a tömeg-közlekedés vonatkozásaira” A Jövő Járműve: Járműipari Innováció : 03/04 p. 20
 104. Matolcsy M, Simonyi S (2019) „Az intelligens járművek és az elektromos jármű-hajtások kapcsolata, különös tekintettel az autóbuszokra” 50. Autóbusz Szakértői Tanácskozás, Budapest, 2019. november 5.
 105. Klincsik M, Timár A (2012) „Szélsőséges időjárási jelenségek előfordulási gyakoriságának hatása az országos közúthálózat állapotára, fenntartási és üzemeltetési költségeire” In: Kuráth, Gabriella (szerk.) Mandulavirágzás Tudományos Napok 2012 Pécs, Magyarország : Pécsi Tudományegyetem, pp. 28-54. Paper: 8/3 , 27 p.

Saját publikációk

Impakt faktoros, a tézisekhez kapcsolódó publikációk

- [ZM1.] Kivevele T T, Mbarawa M M, Bereczky Á, Zöldy M (2011) Evaluation of the oxidation stability of biodiesel produced from moringa oleifera oil. Energy Fuels 25:5416–5421. <https://doi.org/10.1021/ef200855b>, **IF 6,6**
- [ZM2.] Zöldy M, Holló A, Bereczky Á, Krajnik K, Lengyel, A (2019) „Investigation of Diesel Oil–LPG Content Fuel Utilization in Heavy Duty Diesel-Engines with Common Rail System”, International Journal of Heavy Vehicle Systems, online first, **IF 0,54**
- [ZM3.] Zöldy, M (2019) "Improving heavy duty vehicles fuel consumption with density and friction modifier" International Journal of Automotive Technology, Vol. 20, No. 0, pp. 1–8 (2019), DOI <https://doi.org/10.1007/s12239-018-y>, **IF 1,514**
- [ZM4.] Zöldy M (2019) „Fuel properties of Butanol - Hydrogenated Vegetable Oil Blends as a Diesel Extender Option for Internal Combustion Engines” Periodica Polytechnica Chemical Engineering. doi: <https://doi.org/10.3311/PPch.14153> **IF 1,24**
- [ZM5.] Zöldy M, Szalay Zs, Tihanyi V (2020) “Challenges in homologation process of vehicles with artificial intelligence” Transport (Vilnius), <https://doi.org/10.3846/transport.2020.12904> – **IF 1,524**
- [ZM6.] Vass S, Zöldy M (2020): Effects of boundary conditions on a bosch-type injection rate meter, Transport (Vilnius), - **IF 1,524** – accepted for publication (2020.06.15)
- [ZM7.] Vass S, Zöldy M (2020) „A Model Based New Method for Injection Rate Determination” Thermal Science (2020), <https://doi.org/10.2298/TSCI190417159V> - **IF 1,540**
- [ZM8.] Nyerges Á, Zöldy M (2020) „Model Development and Experimental Validation of an Exhaust Brake Supported Dual Loop Exhaust Gas Recirculation on a Medium Duty Diesel Engine” Mechanika 1392-1207 26 (6) , 11 p. 2020 – **IF 0,6**
- [ZM9.] Zöldy M. (2020) „Engine oil test method development” Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette 1330-3651 1848-6339 Vol. 28 (No 3) <https://doi.org/10.17559/TV-20200122150623> - **IF 0,644**

Könyv, Könyvfejezet kapcsolódóan a tézisekhez

- [ZM10.] Emőd I, Tölgyesi Z, Zöldy M (2006) „Alternatív járműhajtások” [Alternative drivetrains], Maróti Könyvkiadó ISBN 9639005738
- [ZM11.] Zöldy M (2006) „Belső égésű motorok üzemeltetése alternatív motorhajtóanyagokkal” Budapest : Elgoscár-2000, 2006. - 72 p. Környezetvédelmi füzetek, ISSN 0866-6091 ; 2006/10) ISBN 963-87034-2-3
- [ZM12.] Barabás I, Zöldy M, Todorut I A (2015) “The potential of biodiesel-petrodiesel-bioethanol blends as an alternative fuel for compression ignition engines,” in Oil and Natural Gas, vol. 3, pp. 577–606.

Szabadalom

- [ZM13.] Bartha L, Hancsók J, Sági R, Bubálik M, Beck Á., Kis G., Szirmai A, Holló A, Kovács F., Zöldy M, Bartos P., Kocsis Z., Baladincz J., and Nemesnyik Á. (2012), “Többfunkciós detergens-diszpergens adalékanyag, valamint környezetbarát motorolaj- és motorhajtóanyag kompozíciói,” P 12 00619

Folyóiratban megjelent, a tézisekhez kapcsolódó publikációk

- [ZM14.] Zöldy M (2011). Ethanol–Biodiesel–Diesel Blends As A Diesel Extender Option On Compression Ignition Engines, Transport. DOI: <http://dx.doi.org/10.3846/16484142.2011.623824>, 26(3): 303-309.
- [ZM15.] Zöldy M (2009) “Automotive Industry Solutions in Response to European Legislative Emission Regulation Challenge,” SCIENCE – Future of Lithuania/ MOKSLAS – Lietuvos Ateitis, vol. 1, no. 6, pp. 33–40,
- [ZM16.] Zöldy M (2001) “Bioetanol, mint Otto- és dízelmotorok hajtóanyaga,” JÁRMŰVEK, vol. 12, p. 19,

- [ZM17.] Zöldy M (2019) "Investigation of correlation between diesel fuel cold operability and standardized cold flow properties," *Periodica Polytechnica-Transportation Eng.*, p. 185, <https://doi.org/10.3311/PPtr.14148>.
- [ZM18.] Zöldy M (2009) "Potential future renewable fuel challenges for internal combustion engine," *Járművek és Mobil Gépek*, vol. II.évf., no. No.IV., pp. 397–403
- [ZM19.] Zöldy M (2009) "Significance of application technique of fuel containing biocomponents," *MOL Szakmai Tudományos Közlemények*, vol. 2009/3, pp. 133–139
- [ZM20.] Zöldy M, Hollo A, Thernesz A (2010) "Butanol as a Diesel Extender Option for Internal Combustion Engines," *SAE Technical Paper 2010-01-0481*, <https://doi.org/10.4271/2010-01-0481>.
- [ZM21.] Holló A, Deák L, Zöldy M (2015) "A hidegindíthatóság," *Autótechnika, Javítás És Kereskedelem*, vol. 7, pp. 22–24
- [ZM22.] Horváth Á, Vári I, Zatykó J, Zöldy M (2007) "Car Industry developments – oil industry challenges," *MOL Szakmai Tudományos Közlemények*, vol. 2007/2, pp. 122–137
- [ZM23.] Nyerges Á, Zöldy M (2018) "Alacsony-és magas nyomású kipufogógáz visszavezetés hatásvizsgálata haszonjármű dízelmotoron," *Műszaki Szemle (EMT)*, vol. 71, no. 1, pp. 31–44
- [ZM24.] Nyerges Á, Zöldy M (2019) "Oxygen mass fraction estimation in an air path system of a medium duty diesel engine equipped with dual loop exhaust gas recirculation system," *PERNER'S CONTACTS*, vol. XIX, no. 2, pp. 208–216
- [ZM25.] Török Á, Zöldy M (2010) "Biotüzelőanyag keverékek kumulált környezetterhelésének komplex elméleti becslése," *Műszaki Szemle (EMT)*, vol. 13, no. 49, pp. 41–47
- [ZM26.] Török Á, Zöldy M (2010) "Energetic and economical investigation of greenhouse gas emission of Hungarian road transport sector," *Pollack Periodica*, vol. 5, no. 3, pp. 123–132
- [ZM27.] Török Á, Zöldy M, Cséfalvay E(2018) "Effect of renewable energy sources on air-fuel ratio," *Journal Of Kones: Powertrain And Transport*, vol. 25, no. 3, pp. 473–477
- [ZM28.] Emőd I, Füle M, Tanczos K, Zöldy M. (2005) „A bioetanol magyarországi bevezetésének műszaki, gazdasági és környezetvédelmi feltételei”, *Magyar Tudomány* 50(3) pp.278–286
- [ZM29.] Barabás I, Zöldy M, Ioan T (2016) "Biodízel-gázolaj-bioetanol keverékek fontosabb tulajdonságainak modellezése," *Műszaki Szemle (EMT)*, vol. 69, pp. 121–215
- [ZM30.] Zöldy M, Török Á (2009) "Biotüzelőanyag keverékek környezetterhelésének elméleti becslése," *Műszaki szemle (EMT)*, vol. 12, no. különszám, pp. 397–400
- [ZM31.] Zöldy M., Török Á (2015) "Road Transport Liquid Fuel Today and Tomorrow," *Periodica Polytechnica-Transportation Engineering*, vol. 43, no. 4, pp. 172–176
- [ZM32.] Zöldy M, Zsombók I (2019) "Influence of External Environmental Factors on Range Estimation of Autonomous Hybrid Vehicles," *System Safety: Human - Technical Facility - Environment*, vol. 1, no. 1, pp. 472–480
- [ZM33.] Zöldy M, Zsombók I (2019) "Modeling of Hybrid Autonomous Vehicle Fuel Consumption," *Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*, vol. 2019, no. 1, p. 117
- [ZM34.] Zöldy M, Kecskés R (2006) "Megújuló motorhajtóanyagok keverésének hatása az égésfolyamatra és az emisszióra," *GÉP*, vol. 2006/5, p. 85
- [ZM35.] Zöldy M, Vass S (2018) "Detailed modelling of the internal processes of an injector for common rail systems," *Journal of KONES: Powertrain and Transport*, vol. 25, no. 2, pp. 415–426
- [ZM36.] Zöldy M, Auer R, Hidi J, Horváth Á (2010) "Influence of automotive industry developments on the future fuel demand structures," *MOL Szakmai Tudományos Közlemények*, SP 2010/1, pp. 133–139
- [ZM37.] Zöldy M, Thernesz A, Holló A (2010) "Biomkomponens tartalmú üzemanyagok alkalmazástechnikája," *AUTÓTECHNIKA, Javítás és Kereskedelem*, vol. 2010/3, pp. 45–47
- [ZM38.] Zöldy M, Emőd I, Pollák I (2005) "The technical preparation of investigations carried out with ethanol-diesel oil mixture," *Periodica Polytechnica-Transportation Engineering*, vol. 33, pp. 47–58
- [ZM39.] Pézsa N, Zöldy M (2009) "Estimation Method for Determining the Environmental Impact of Biofuel Blends," *Periodica Polytechnica-Transportation Engineering*, vol. 2009/1-2, no. 37, pp. 53–56
- [ZM40.] Vass S Zöldy M (2019) Detailed Model of a Common Rail Injector, *Acta Universitatis Sapientiae Electrical And Mechanical Engineering* : 11 (2019) <https://doi.org/10.2478/uaseme-2019-0002>

Konferenciakiadványban, a tézisekhez kapcsolódó publikációk

- [ZM41.] Zöldy M (2016) "Új kihívások előtt az autóipar a dízelbotrány után," in *OGÉT 2016*, pp. 101–105.
- [ZM42.] Zöldy M (2006) "Bioetanol-biodízel-gázolaj hajtóanyag égésfolyamatának vizsgálata és emissziójának mérése egyhengeres motoron," in *Tavaszi Szél, 2006, Kaposvár, 2006*, p. 157.
- [ZM43.] Zöldy M (2006) "Bioetanol-biodízel-gázolaj hajtóanyag emissziójának környezeti hatásvizsgálata fékpadi mérések alapján," in *Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XI.: FMTÚ 2006, 2006*, p. 189.
- [ZM44.] Zöldy M (2006) "Bioethanol-biodiesel-diesel oil blends effect on cetane number and viscosity," in *6th International Colloquim, 2007*, p. 235.
- [ZM45.] Zöldy M (2007) "Megújuló hajtóanyag-gázolaj keverékek motorikus alkalmazásának műszaki, gazdasági és környezetvédelmi vizsgálata,"

- [ZM46.] Zöldy M (2006) “The changes of burning efficiency emission and power output of a diesel engine fueled by bioethanol – biodiesel-diesel oil mixtures,” in Proceedings of the 31st FISITA World Congress, 2006.
- [ZM47.] Zöldy M (2005) “Technische und Wirtschaftliche Aspekte der Verwendung von Diesel-Ethanol Emulsionen,” in Wissenschaftliche Mitteilungen der 17. Frühlingsakademie, 2005, pp. 149–152.
- [ZM48.] Holló A, Krár M, Zöldy M, Hancsók J, Varga G (2013) “MOL EVO NEO gasoline.” Proceedings of the 46th Scientific Symposium Fuels and Lubricants, Porec (Croatia), 16–18 October, 2013.
- [ZM49.] Nyerges Á, Zöldy M (2019) “Kettős kipufogógáz visszavezetés hatásvizsgálata haszongépjármű dízelmotoron,” in XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019, 2019, pp. 392–395.
- [ZM50.] Török Á, Zöldy M (2009) “Biofuel Based Mobility In Hungary,” in 2nd International Youth Conference on Energetics, 2009, pp. 4–10.
- [ZM51.] Kovács F, Auer R, Buzás S, Zöldy M., Holló A (2013) “Development of diesel fuels with lower CO₂ emission,” in 9th Int. Colloquium Fuels-Conventional and Future Energy for Automobiles, p. 127.
- [ZM52.] Zöldy M, Zsombók I (2019) “Környezeti tényezők hatása az autonóm hibrid járművek hatótáv előrejelzésére,” in XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019, 2019, pp. 629–633.
- [ZM53.] Zöldy M, Zsombók I (2018) “Modelling fuel consumption and refuelling of autonomous vehicles,” MATEC WEB OF CONFERENCES, vol. 235, 2018.
- [ZM54.] Zöldy M, Holló A, Themesz A (2011) “Development of More Efficient Fuels for Niche Markets” In: 20th World Petroleum Congress. Doha, 2011.12.04-2011.12.08. Paper Block 3 / Forum 3
- [ZM55.] Zöldy M, Holló A, Krár M, Themesz A (2011) “Bio- és biotartalmú motorhajtóanyagok alkalmazástechnikája” Budapest: GTE, 2011.
- [ZM56.] Zöldy M, Holló A, Szerencsés Z, Kovács F, Auer R (2012) „Fuel Formulation for Future Drivetrain Developments”, *FISITA 2012*, F2012-A03-017, pp 515-523, Springer https://doi.org/10.1007/978-3-642-33841-0_39
- [ZM57.] Zöldy M, Emőd I, Oláh Z (2007) “Lubrication and viscosity of the bioethanol-biodiesel-bioethanol blends,” in 11th EAEC Congress,
- [ZM58.] Zöldy M, Szalay S, Szalay Z, Zsombók I (2019) “Refueling strategies of autonomous hybrid vehicles,” Proceedings of the Annual Scientific Session of Scientific Papers 2019, vol. XVIII, no. 1, pp. 270–274, 2019.
- [ZM59.] Pézsa N, Zöldy M, Török Á (2009) “Greenhouse Gas Emissions Of The Hungarian Transport Sector,” in EAEC 2009: 12th European Automotive Congress “Europe In the Second Century of Auto Mobility”: final programme, book of abstracts
- [ZM60.] Fehér R, Török Á, Zöldy M (2011) “Rational Contradiction Between Environmental Protection and Transport,” in 45th International Petroleum Conference, 2011.
- [ZM61.] Fehér R, Gaál L, Zöldy M (2011) “Energetic and CO₂ Emission Comparison of Different Transportation Drivetrains,” in 45th International Petroleum Conference, 2011.
- [ZM62.] Szlávik J., Csete M, Zöldy M (2007) “Regional Development Perspectives of Production and Utilization Renewable Fuels in Hungary,” in IYCE 2007. Int. Youth Conference on Energetics, 2007, pp. 161–176.
- [ZM63.] Zsombók I, Zöldy M (2020) “Modeling of Hybrid Autonomous Vehicle Fuel Consumption” In: Junevičius, Raimundas; Jackiva, Irina; Prentkovskis, Olegas; Gopalakrishnan, Kasthurirangan (szerk.) *TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology Cham, Svájc* : Springer International Publishing, (2020) pp. 255-262. , 8 p. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38666-5_27
- [ZM64.] Zöldy M, Emőd I, Pollák I (2005) “Application of ethanol-diesel emulsions in heavy good vehicles,” in Összevont Gépjármű Konferencia: XXXVI. Autóbusz Szakértői Tanácskozás és Haszongépjármű Konferencia, 2005.
- [ZM65.] Zöldy M, Emőd I, Pollák I (2005) “Technical-economical investigation and evaluation of E-diesel for heavy goods vehicles,” in EAEC 2005 Beograd, 2005, p. 151.

Egyéb publikációk

- [ZM66.] Zöldy M (2018) “Investigation of autonomous vehicles fit into traditional type approval process,” in International Conference on Traffic and Transport Engineering, 2018, pp. 428–432.
- [ZM67.] Zöldy M (2018) “Legal Barriers of Utilization of Autonomous Vehicles as Part of Green Mobility,” in Proceedings of the 4th International Congress of Automotive and Transport Engineering (AMMA 2018)
- [ZM68.] Török Á, Zöldy M, Várkonyi D (2008) “Travel Demand Management road pricing and climate change at IV. TEN-T corridor in Hungary,” in TDM 2008 Conference on Travel Demand Management
- [ZM69.] Valics Á, Zöldy M (2019) “Investigation and simulation of a highway-overtaking situation,” *PERNER’S CONTACTS*, vol. XIX, no. 2, pp. 307–314, 2019.
- [ZM70.] Granovitter G, Zöldy M (2019) “Szikragyújtású motor kompresszióviszony változásának értékelő mérése,” in XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019, 2019, pp. 149–153.
- [ZM71.] Pintér G, Zöldy M, Szalay Zs (2007) “Nagynyomású dízel rendszer fékpadra szerelése,” *Autótechnika, Javítás és Kereskedelem*, vol. 2007/12, pp. 48–52, 2007.
- [ZM72.] Cao, H., Zöldy, M. (2020) “An Investigation of Autonomous Vehicle Roundabout Situation”, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 48(3), pp. 236-241. <https://doi.org/10.3311/PPtr.13762>

- [ZM73.] Paulovics L, Zöldy M, Holló A, Dreyer M R, Tóth-Nagy Cs (2012) “Tüzelőanyagok lerakódásképző hatásának mikroszkópikus vizsgálata,” in OGÉT 2012, XX. Nemzetközi Gépészeti Találkozó, pp. 351–354.
- [ZM74.] Zöldy M, Török Á (2005) “A forgalomba belépő gépjárművek többlet károsanyag kibocsátásának számítása a nemzetközi határértékek figyelembevételével,” Közlekedéstudományi Szemle, vol. 55, pp. 336–339, 2005.
- [ZM75.] Zöldy M, Török Á (2016) “Olajipari szállítási láncok környezeti kérdései,” in Fenntarthatóság - utópia vagy realitás? , pp. 301–306.
- [ZM76.] Zöldy M, Török Á, Mészáros F, Zsombok I, Szoboszlai M (2009) “A hazai közúti közlekedés várható jövője.” pp. 1–34, 2009. ERTRAC
- [ZM77.] Zöldy M, Kürti Cs, Egresits G (2017) “Joint optimization of retail station operation and secondary distribution with utilization of new business models,” in World Petroleum Congress: Book of Technical Papers, 2017, pp. 430–434.
- [ZM78.] Zöldy M., Fehér R, Gaál L, Kántor L (2010) “Will hydrogen play a substantial role in the future transportation?,” MOL Szakmai Tudományos Közlemények, vol. 2010/3, pp. 28–38, 2010.
- [ZM79.] Török Ad, Zöldy M, Török Ar (2018) “Analysis of institutional connectivity: case study for transport sector in Hungary especially for autonomous vehicles,” in Company diagnostics, controlling and logistics, 2018, pp. 258–261.
- [ZM80.] Ackermann Z, Szalay Z, Zöldy M (2006) “Flottamenedzsment rendszerek felépítése és funkciói,” LOGINFO, vol. 16, no. 1, pp. 34–35, 2006.
- [ZM81.] Ackermann Z, Szalay Z, Zöldy M (2005) “Flottamenedzsment rendszerek műszaki megoldásai – szállítási és logisztikai feladatok optimalizálása,” Tranzit: Szállítványozási Szaklap, vol. 2005/12, p. 17, 2005.
- [ZM82.] Ackermann Z, Szalay Z, Zöldy M (2006) “Sikeres üvegseb program – járműflotta menedzsment a legkorszerűbb informatikai eszközökkel,” A JÖVŐ JÁRMŰVE: JÁRMŰIPARI INNOVÁCIÓ, vol. 1, no. 1–2, pp. 31–33, 2006.
- [ZM83.] Deák Cs, Szalay Zs, Zöldy M (2006) “Üzemyanyag menedzsment – Flottamenedzsment szolgáltatás a benzinköltségek optimalizálására,” A JÖVŐ JÁRMŰVE: JÁRMŰIPARI INNOVÁCIÓ, vol. 1, no. 1–2, pp. 34–36, 2006.
- [ZM84.] Nyerges Á, Zöldy, M (2020) „Oxigén koncentráció mérési és becslési lehetőségei kettős kipufogógáz visszavezetésű haszonjármű dízelmotoron” In: Barabás, István (szerk.) XXVIII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia – OGÉT 2020 Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), (2020) pp. 231-234. 4 p.
- [ZM85.] Tadej D, Zanne M, Zöldy M, Török Á (2018) “Automatization in road transport: a review,” Production Engineering Archives / Archiwum Inżynierii Produkcji, vol. 20, no. 20, pp. 3–7, 2018.

Ismeretterjesztő publikációk

- Zöldy M (2003) Bioetanol autóbuszoknak való alkalmazásának költségvizsgálata, KTE konferencia, Budapest 2003 március 6.,
- Zöldy M (2006) „Bioetanol – biodízel – gázolaj keverékek vizsgálata” Magyar Tudományos Akadémia, Áramlás- és Hőtechnikai Bizottsága, Belsőégésű Hőerőgépek Albizottsága 2006.05.26 bizottsági ülés
- Zöldy M (2006) A biodízel meghonosítása Magyarországon, Duna TV, Stúdió beszélgetés, 2006/11,
- Zöldy M (2017) „Zöldy: a dízelbotránynak csak a füstje volt nagy (2017)” szék Végh Zsófia <https://nrgreport.com/index.php/cikk/2017/02/20/zoldy-a-dizelbotranynak-csak-a-fustje-volt-nagy>
- Zöldy M (2020) (Az interjú adta) „Üzemyanyagok eltarthatósága” (2020) / Trend Idők, Kossuth rádió
- Zöldy M (2020) „Jobb a prémium benzin a sima 95-ösnél? Tényleg árt az E10?” - Totalcar Mesterkurzus (2020)
- Zöldy M (2020) (Az interjú adta) „Rosszabb a magyar benzin, mint az osztrák?” - Totalcar Podcast (2020)