

# ZSÍRSAV-METIL-ÉSZTER TÍPUSÚ ALTERNATÍV TÜZELŐANYAGOK FEJLESZTÉSE

## DEVELOPMENT OF FATTY ACID METHYL ESTER TYPE ALTERNATIVE FUEL

Ficzere Roland<sup>0000-0003-3207-5501</sup> <sup>1\*</sup>, Kondor István Péter<sup>0000-0001-7815-4278</sup> <sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Járműtechnológia Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Neumann János Egyetem,  
Magyarország

<https://doi.org/10.47833/2024.3.ENG.002>

### Kulcsszavak:

Alternatív tüzelőanyagok  
FAME (Zsírsav-metil-észter)  
Emisszió vizsgálat

### Keywords:

Alternative fuels  
FAME (Fatty acid methyl ester)  
Emission test

### Cikktörténet:

Beérkezett 2023. november 14  
Átdolgozva 2024. április 15  
Elfogadva 2024. április 25

### Összefoglalás

Az éghajlatváltozás és környezeti kihívások által támasztott követelményeknek megfelelően elengedhetetlen az alternatív tüzelőanyagok kutatása és alkalmazása. A publikációban bemutatott vizsgálat során a GANZ N-10 olajégető berendezés használatával részletesen elemzésre került többféle FAME tüzelőanyag égési és emissziós tulajdonságai, beleértve a THC, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> és tüzelőanyag-fogyasztás paramétereinek mérései, ezáltal elősegítve a fenntartható energiaforrások fejlesztését és alkalmazását.

### Abstract

Research into and the use of alternative fuels are essential to meet the demands of climate change and environmental challenges. In the study presented in this paper, the combustion and emission properties of several FAME fuels, including measurements of THC, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and fuel consumption parameters, were analysed in detail using the GANZ N-10 oil combustion device, thus promoting the development and application of sustainable energy sources.

## 1. Bevezetés

Az alternatív tüzelőanyagok felhasználása és alkalmazása egyre égetőbb kérdés, ugyanis az ellátásbiztonság és a környezetszennyezés egyre nagyobb probléma napjainkban. Több fajta megoldás született már az említett problémára, azonban az alternatívák kutatása folyamatos [1]. Alternatív megoldásként alkalmazzák már a napenergiát, az elektromos áramot, a hidrogént és a bioüzemanyagokat is [2] [3] [4] [5].

A vizsgálat célja annak a témának a kutatása, amely az alternatív tüzelőanyagok között is, a FAME (zsírsav metil észter) nevű tüzelőanyagot állítja középpontba. Az említett tüzelőanyag jelentősége azért kiemelkedő, mert potenciálisan képes megfelelni a korábban említett kritériumoknak. Azonban ahhoz, hogy ez a potenciál maximálisan kihasználásra kerüljön, szükséges alapos kutatás elvégzése. A kutatás során az alternatív tüzelőanyagok tulajdonsága kerül áttekintésre először. Ezt követően részletes elemzésre kerül a FAME tüzelőanyag és annak

\* Kapcsolattartó szerző. Tel.: +36 302602050  
E-mail cím: [roland.ficzere@gmail.com](mailto:roland.ficzere@gmail.com)

sajátosságai. A vizsgált FAME üzemanyagok közül három anyag kerül megvizsgálásra. Ezek az anyagok az RC100, a PPM és a BHA.

### 1.1. A FAME tüzelőanyag tulajdonságai

A FAME tüzelőanyagot több fajta anyagból is elő lehet állítani. Ilyen anyag például a pálmaolaj, szójaolaj, állati zsírok/faggyú, repceolaj, használt étolaj és napraforgóolaj.

Növényi olajok és zsírok átészterezése során jön létre. Ezek a nagy molekulatömegű zsírok és olajok rövid szénláncú alkohollal reagálnak, általában kálium-hidroxid jelenlétében, annak érdekében, hogy kisebb molekulatömegű (FAME) anyagokat hozzanak létre. A FAME molekuláris képlete az 1. egyenletben látható.



A FAME tüzelőanyagot leginkább a dízel helyettesítésére és dízellel egyszerre adalékanyagként szokás alkalmazni, ezért a dízel tüzelőanyag tulajdonságaival érdemes összehasonlítani. Az alábbi, 1-es számú táblázatban öt tényező alapján kerül összehasonlításra a két anyag [6] [7].

*1. táblázat: A FAME tüzelőanyag tulajdonságainak összehasonlítása a dízelhez képest*

Paraméter	RC100	Dízel
Sűrűség 20 C°-on [kg/l]	0,88	0,83
Fűtőérték [MJ/kg]	37,1	43,1
Viszkozitás 20 C°-on [mm <sup>2</sup> /s]	7,5	5,0
Cetánszám	56	50
Üzemanyag egyenérték	0,91	1

A táblázatban látható, hogy az RC100-as FAME valamivel sűrűbb anyag, így viszkozitása is nagyobb. A fűtőértéke valamivel kisebb, mint a dízelnek, azonban a cetánszáma nagyobb, így öngyulladó képessége mindenképpen jobb.

A vizsgálat során három FAME tüzelőanyag került vizsgálatra. Ezek az anyagok voltak az RC100, a PPM és a BHA. Ezek az anyagok különböző összetétellel és tulajdonságokkal rendelkeztek. Ilyen érdekesség volt például a vizsgált anyagok sűrűsége.

Az anyagok szemrevételezésekor látható volt, hogy sűrűségüket tekintve eltérőek a vizsgált anyagok.

## 2. A vizsgálat menete

A mérés egy úgynevezett GANZ N10 olajégető segítségével jött létre. Az olajégető nyomásporlasztásos módszerrel működik, így alkalmas különböző folyékony tüzelőanyagok égetésére.

A füstgáz emisszió mérés egy AVL SESAM i60-as berendezéssel lett mérve, amely alkalmas emissziós értékek meghatározására és mérésére [8].

A 3 fő vizsgálni kívánt FAME, a BHA, a PPM és az RC100-as elnevezésű anyagok. Nevük az összetételükből adódó rövidítéseket tartalmazzák. Ezek mellett 1 további anyag vizsgálatára került sor. Ezt az anyagot, a gázolajat, azért kellett vizsgálni, ugyanis erről az anyagról már voltak előzetes információk, így referencia mérésnek tökéletesen alkalmas volt. Mivel a vizsgálat megkezdése előtt nem állt rendelkezésre elegendő információ azzal kapcsolatban, hogy az előre meghatározott FAME tüzelőanyag mennyire alkalmas az említett égési folyamatra, így szükségessé vált az anyagok előzetes kipróbálása. A vizsgálatok 1,2-es lambda értékkel kerültek mérésre. Ez a vizsgálat szabadtéren került elvégzésre, még nem a mérőberendezésre kötve, csupán a GANZ N10 olajégető

berendezés segítségével [9]. A vizsgálat látványos volt. A vizsgálatához tartozó ábra az alábbiakban látható.



1. ábra: A nyitott égésterű vizsgálat szabadtéren

Ekkor kiderült, hogy az RC100 és a PPM képes önálló égésre, azonban látható volt, hogy bár a BHA anyag is képes égésre, de jóval nehezebben. Ez betudható a vizsgált anyagok fizikai tulajdonságaiban tapasztalható különbségeinek. Ezek tudatában következhetett a mérőberendezésre kötött mérés. A mérés során vizsgáltuk a THC, a  $\text{NO}_x$ , a  $\text{H}_2\text{O}$ , a CO és  $\text{CO}_2$  kibocsátást és a grammonként tüzelőanyagfogyasztás is.

A második vizsgálat első mérése a motorfékpad, azaz az AVL SESAM i60 emisszió mérő berendezés segítségével a gázolajon történt, annak érdekében, hogy legyenek referencia adatok. A mérés sikeres volt, azonban megfigyelhető volt, hogy a mérés nem tarthat tovább nagyságrendileg 2 percnél, ugyanis az olajégetőhöz kapcsolt cső és a motorfékpad kipufogó csöve túlságosan felhevült. Ezért mind a vizsgálaton résztvevő emberek biztonságát és a berendezés biztonságát szem előtt tartva a vizsgálat egyik esetben sem haladhatta meg a 2 percet.



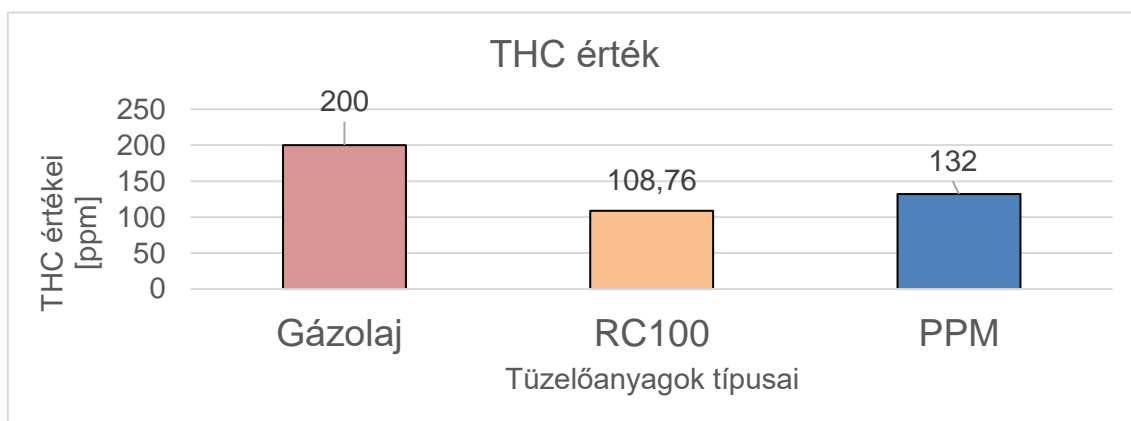
2. ábra: A túlhevült mérő erendezés

Azonban ez az időtartam is elegendő volt a vizsgált anyagokból releváns információ és adat kinyerésére. A gázolaj vizsgálata után következett az RC100-as anyag vizsgálata. Az RC100-as anyag jelen esetben is hasonlóan égésre alkalmas volt, mint a gázolaj. A mérés befejeztével a vizsgálat a PPM anyag égetésével folytatódott. Ekkor már látható volt, hogy ez az anyag nem mutat olyan égési tulajdonságokat, mint az előzőleg vizsgált két anyag, de így is sikerült adatokat kinyerni belőle. A vizsgálat a harmadik és egyben az utolsó anyaggal folytatódott, amely a BHA. A BHA anyag már laboratóriumi körülmények között sem volt képes égésre. Ez betudható annak, hogy laboratóriumi körülmények között a hőmérséklet alacsonyabb volt, mint szabadtéren, így az amúgy is nagy sűrűsége megváltozott és még sűrűbb lett az anyag. Így erről az anyagról nem sikerült releváns információkat kinyerni. A vizsgált paramétereket a motorfékpad képes volt mérni, kivéve a

tüzelőanyag-fogyasztást. Erre a célra egy mérleg került felhasználásra, és ennek segítségével miközben végbe ment a vizsgálat megállapítható volt a fogyasztás értéke a különböző vizsgált anyagok során.

### 3. A vizsgálati eredmények

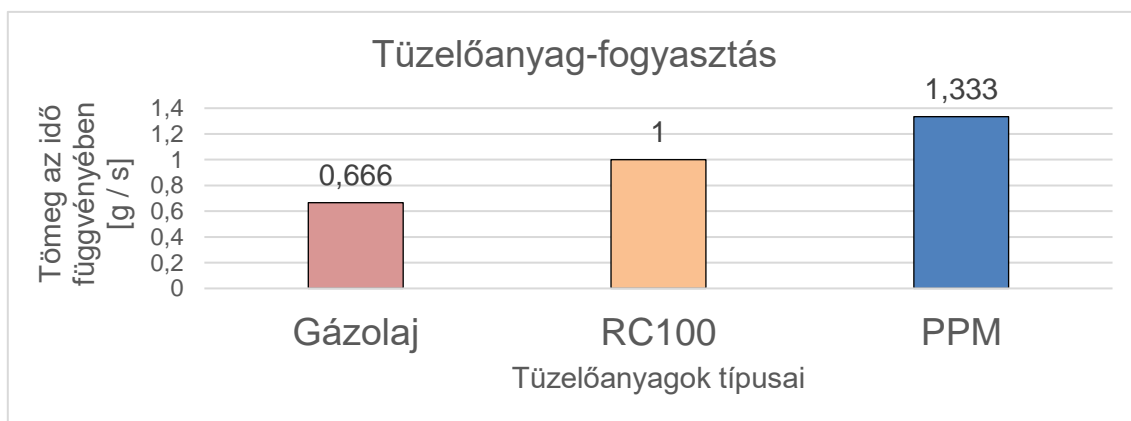
A vizsgálatok és mérések során az átláthatóság érdekében a kapott értékek átlagát véve diagramban kerültek kimutatásra az eredmények. Az eredmények az alábbi diagramokon láthatók:



3. ábra: Elégetlen szénhidrogén (THC) diagram

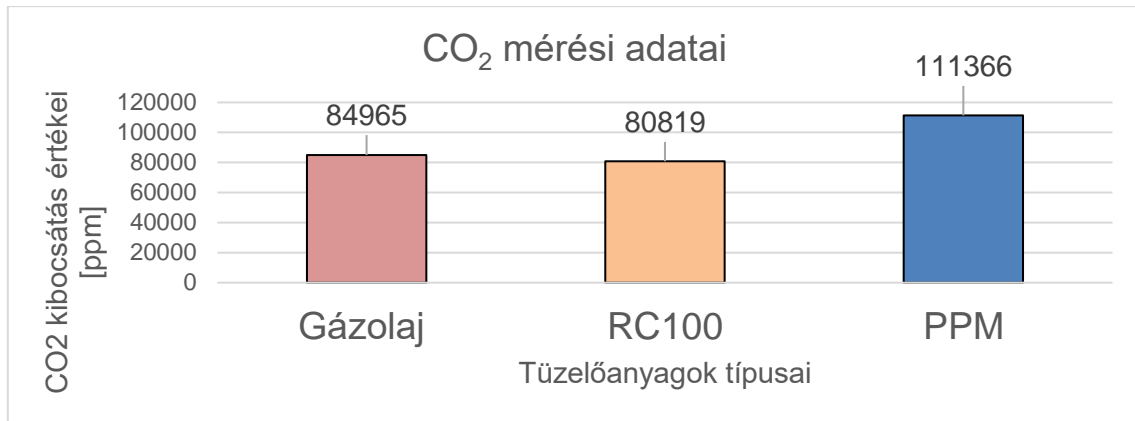
Az elégetlen szénhidrogének mérésének fontos szerepe van az égési folyamat hatékonyságának és környezeti hatásainak vizsgálata szempontjából.

A molekulák nem égnek el teljesen, és ennek eredményeként a reakció során nem alakulnak át szén-dioxidra ( $\text{CO}_2$ ) és vízgőzzé ( $\text{H}_2\text{O}$ ), mint az ideális égés során. Ebből látható, hogy a tökéleteshez legközelebbi égés az RC100-as anyag esetében jött létre. A gázolajnál ez az érték elég magas, ez köszönhető a nem megfelelő tüzelőanyag-levegő aránynak.



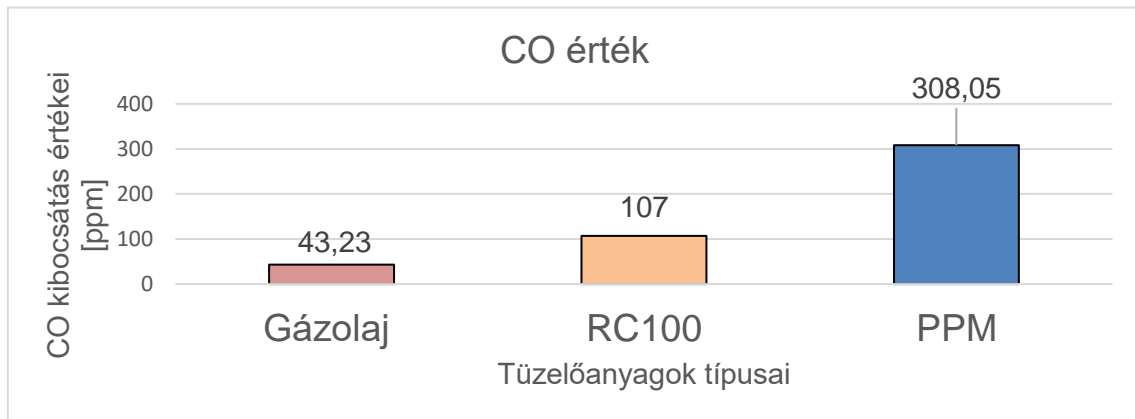
4. ábra: Tüzelőanyag-fogyasztás időben változva

Tüzelőanyag-fogyasztás szempontjából megállapítható, hogy a gázolaj produkálja a legjobb értéket. Ugyanis 0,666 g/s-os érték volt kimutatható a mérések során. Ez az érték az RC100 esetében 1 g/s, míg a PPM esetében már a gázolaj értékének kétszerese, azaz 1,333 g/s volt mérhető. Tehát PPM tüzelőanyagból ugyanannyi idő alatt 2-szer annyi fogy, mint gázolajból. Ez egy fontos tapasztalás, ugyanis a felhasználhatóság szempontjából további vizsgálatokra van szükség a készletek nagyságát figyelembe véve, ugyanis látható, hogy FAME tüzelőanyagból lényegesen több fogy, mint gázolajból.



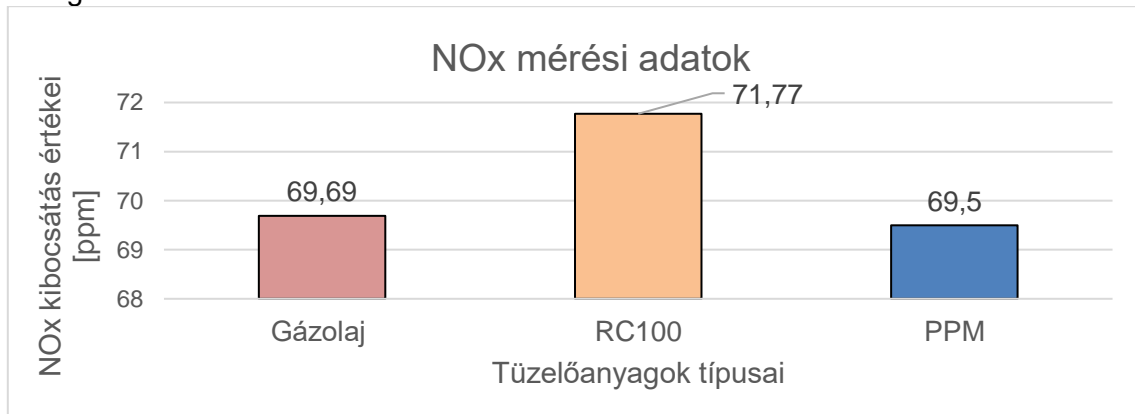
5. ábra: Szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) képződés diagram

A szén-dioxid képződés szempontjából a gázolaj és az RC100-as anyag közel azonos értéket mutat.



6. ábra: Szén-monoxid (CO) képződés diagram

A diagram alapján a CO szempontjából a gázolaj mutatja a legjobb értéket. Az RC100-as anyag értéke is még elfogadható értéket mutat, azonban a PPM jelentősen nagyobb értéket mutat. Ez nagy probléma a PPM esetében, ugyanis ez az érték már mérgező és ennek következtében alkalmazása nem javasolt. Ez betudható a tökéletlen égésnek és a nem megfelelő égési tulajdonságoknak.



7. ábra: Nitrogén-oxid (NO<sub>x</sub>) képződés diagram

Korom képződés szempontjából a 3 vizsgált anyag közel azonos értéket mutat. Minimálisan az RC100-as anyag lóg ki felfelé a diagramból.

## 4. Összegzés

A diagramok és a különböző tüzelőanyagok megfigyelése után kijelenthető, hogy az RC100-as anyag rendelkezik a legnagyobb potenciállal a vizsgált anyagok közül. A PPM anyag sem rossz, azonban égése során tökéletlen égés jött létre, aminek köszönhetően a CO és CO<sub>2</sub> értéke magasabb. Amíg a tökéletlen égés és a magas CO érték nem javul, addig nem megfelelő az anyag felhasználásra. A BHA sajnos laboratóriumi körülmények között nem volt égésre alkalmas. Ez betudható a nagy sűrűségének. Azonban az első szabadtéri vizsgálat során alkalmas volt égésre, így megállapítható, hogy a vizsgálat nagyban függ a hőmérséklettől. Adalékanyagként, gázolaj hozzáadásával érdekes lehet ez az anyag is. Továbbá megállapítható, hogy a tüzelőanyag-fogyasztás alapján több FAME tüzelőanyag fog fogyni az alkalmazás alapján, mint gázolaj, így mérlegelni és vizsgálni kell a rendelkezésre álló készletek nagyságát [10].

## Irodalomjegyzék

- [1] H. Stancin, H. Mikulcic, X. Wang, N. Duic A review on alternative fuels in future energy system 27 May 2020  
DOI: [10.1016/j.rser.2020.109927](https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109927), R
- [2] Hosenuzzaman Mahim NA, Selvaraj J, Hasanuzzaman M, ABMA Malek, Nahar A. "Global prospects, progress, policies, and environmental impact of solar photovoltaic power generation." *Renew Sustain Energy Rev* 2015;41:284–97.  
DOI: [10.1016/j.rser.2014.08.046](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.046)
- [3] Odziemkowska M, Matuszewska A, Czarnocka J. Diesel oil with bioethanol as a fuel for compression-ignition engines. *Appl Energy* 2016;184:1264–72.  
DOI: [10.1016/j.apenergy.2016.07.069](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.069)
- [4] Brown TW, Bischof-niemz T, Blok K, Breyer C, Lund H, Mathiesen BV. Response to 'Burden of proof : a comprehensive review of the feasibility of 100 % renewable-electricity systems. *Renew Sustain Energy Rev* 2018;92:834–47.  
DOI: [10.1016/j.rser.2018.04.113](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.113)
- [5] Stern AG. A new sustainable hydrogen clean energy paradigm. *Int J Hydrogen Energy* 2018;43:4244–55.  
DOI: [10.1016/j.ijhydene.2017.12.180](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.12.180)
- [6] FAME (Fatty Acid Methyl Esters) Biodiesel Explained – An Easy Guide  
<https://www.crownoil.co.uk/guides/fame-biodiesel-guide/>
- [7] Fatty Acid Methyl Esters (FAME) Fact Sheet  
<https://www.etipbioenergy.eu/fact-sheets/fatty-acid-methyl-esters-fame-fact-sheet>
- [8] AVL SESAM I60 FT SII  
<https://www.avl.com/en/testing-solutions/all-testing-products-and-software/emission-analysis-and-measurement/avl-sesam-i60-ft-sii>
- [9] N-10 Olajégető gépkönyv  
<http://www.gb-ganz.hu/ppdf/Hu%202010/N10GK.pdf>
- [10] Dr. Óvári Gyula-Dr. Szegedi Péter, Készlet  
[http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2010\\_cikkek/Ovari\\_Gyula-Szegedi\\_Peter.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2010_cikkek/Ovari_Gyula-Szegedi_Peter.pdf)