

Biotüzelőanyag keverékek kumulált környezetterhelésének komplex elméleti becslése

Environmental Impact of Biofuel Blends – Complex Theoretical Estimation

Stabilirea teoretică a efectului asupra mediului a combustibilului ecologic

Dr. TÖRÖK Ádám¹, Dr. ZÖLDY Máté²
tudományos munkatárs¹, munkacsoport vezető²

¹KTI – Közlekedéstudományi Intézet Non-Profit Kft. H-1119 Budapest Than Károly u. 3-5.
Tel.: 371-5806, Fax: 205-5930, email: torok.adam@kti.hu; honlap: www.kti.hu

² ERTRAC Hungary, Energia és környezet munkacsoport, vezető; email:mzoldy@mol.hu

Abstract

Among the many human activities transportation plays a considerable role in contributing to CO₂ emissions. In the future transportation is projected to grow further on and since other energy consuming sectors are unable to compensate for transportation related emissions, therefore the transportation sector has to contribute to emissions abatement. Using environment friendly energy resources is the only way to reduce environmental impact without restricting mobility. The aim of this paper would be the theoretical estimation of the complex environmental impact of ethanol-gasoline and diesel oil-ethanol-biodiesel blends.

Keywords: fuel, environmental impact

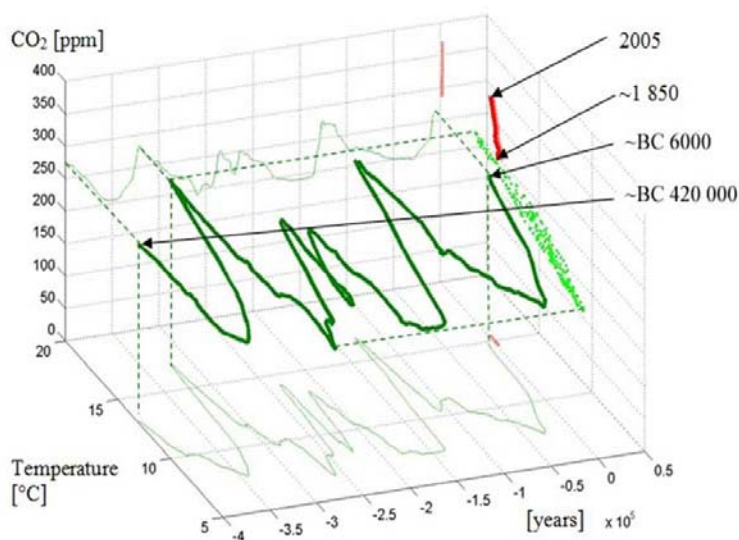
Összefoglalás

Közlekedési eszközeink működésük során károsítják környezetüket, a fosszilis tüzelőanyagok elégetése során felszabaduló hőenergiát hasznosítják. A növekvő motorizáció és forgalom növekvő környezetterhelést eredményez, melynek jeleit lokálisan és globálisan is tapasztaljuk. Az egyetlen környezetterhelést csökkentő megoldás, amellyel nem korlátozzuk a mobilitást, olyan új, környezetkímélő energiaforrás alkalmazása, amely biztonságosan tárolható és használható, könnyen és környezetbarát módon előállítható és felhasználható. A környezetszennyezésünk okozta változásokra történő felkészülés közben a társadalomnak, illetve a közlekedő embereknek szemléletmód váltásra van szüksége. Cikkünk célja a közúti közlekedésben használható megújuló tüzelőanyag keverékek komplex környezetterhelés becslése.

Kulcsszavak: tüzelőanyag, környezetterhelés

1. Bevezetés

A közlekedésnek a természeti, a gazdasági és társadalmi környezet által definiált térben kell megfelelnie, úgy hogy gazdaságilag hatékonyan, környezetkímélő módon elégítse ki a társadalom mobilitási igényeit. A társadalom jogos igénye a közúti közlekedésből és a közúti közlekedési infrastruktúra fejlesztéséből és fenntartásából származó környezetterhelések, károsanyag-kibocsátások minimalizálása. A közlekedési környezetszennyezés hatására Földünk klímája megváltozik; ez hatással van a társadalom és a gazdaság állapotára (1. ábra).



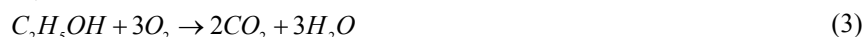
1. ábra

Átlagos légköri CO₂ koncentráció és átlagos Földi középhőmérséklet komplex idősorai
 (forrás: Tanczos K, Torok A. 2007 *The linkage of climate change and energy consumption of Hungary in the road transportation sector: Transport 22(2), p134–138*)

A közlekedési szektoron, belül a közúti közlekedés a legnagyobb „károkozó”. A környezetszennyezés által okozott változások, környezeti anomáliák visszahatnak a közlekedésre. A jövő egyik legnagyobb kihívása a tüzelőanyagok és tüzelőanyag-rendszerek értékelése és minőségi fejlesztése [7]. Cikkünk célja a közúti közlekedésben használható megújuló komponenset tartalmazó tüzelőanyag keverékek komplex környezetterhelés becslése.

2. A becslési eljárás bemutatása

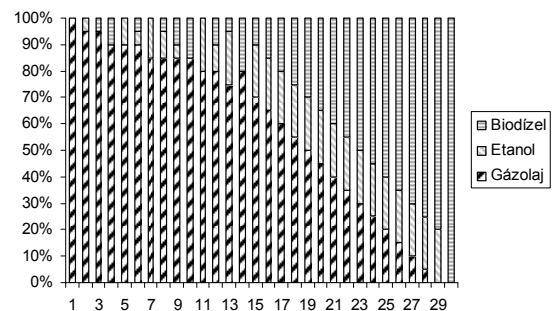
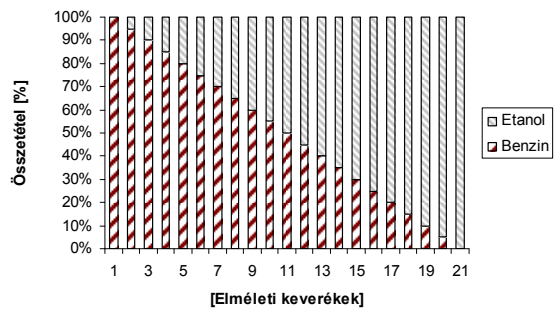
Ugyan a CO₂ mellett más – az emberek által kibocsátott – gázok is felelősek a klímaváltozásért, mégis részaránya és közlekedési vonatkozása miatt a továbbiakban csak a széndioxiddal foglalkozunk. A becslési eljárás lényege, hogy feltételezzük a tüzelőanyag vagy tüzelőanyagok széntartalmának széndioxiddá történő tökéletes elégését – a valóságban lejátszódó tökéletlen égés miatt ennél csak kevesebb széndioxid keletkezhet – illetve, hogy a hidrogén tartalma vízzé ég el, és oxigén tartalma táplálja az égést [1]. Megvizsgáltuk a tüzelőanyag komponensek tökéletes égése során lejátszódó kémiai reakciót, melyből az alábbi diszkrét modellt építettük fel [3]:



A tüzelőanyag keverékek károsanyag kibocsátásának precízebb vizsgálatához azonban továbbfejlesztettük a diszkrét modellünket, hogy a keverékkomponenseket alkotóelemenként vizsgálhassuk. Tehát célul tűztük ki a benzin-etanol keverékek illetve gázolaj-etanol-biodízel keverékek károsanyag kibocsátásának megvizsgálását, a keveréket alkotó fosszilis illetve megújuló komponens mennyiségének függvényében (2a és 2b ábra). Ehhez szükséges volt a keverékek szén, hidrogén és oxigén tartalmának meghatározása a benzin, etanol, gázolaj és biodízel szén, hidrogén és oxigéntartalmának ismeretében [4,5].

Physical Properties			
	Density [kg/l]	Lower Heating Value [kJ/kg]	
Gasoline	0.73	42.49	
Diesel oil	0.8	42.28	
Ethanol	0.789	25.96	
Biodiesel	0.91	37	
	Carbon Content [kg C/ kg fuel]	Hydrogen Content [kg H/ kg fuel]	Oxygen Content [kg O/ kg fuel]
Gasoline	0.8421	0.1579	0
Diesel oil	0.8529	0.1471	0
Ethanol	0.5217	0.1304	0.3478
Biodiesel	0.7615	0.1275	0.1074

2a. ábra
Tüzelőanyag keverék komponensek fizikai tulajdonságai
(forrás: saját programból képernyőrészlet)



2b. ábra
Benzin – etanol elméleti keverékek valamint Gázolaj – etanol – biodizel elméleti keverékek (forrás: saját szerkesztés)

Ehhez először teoretikus úton meg kellett határoznunk a keverékek sűrűségét (5), majd a sűrűség segítségével a szén, hidrogén és oxigén tartalmat (6).

$$\rho_{kev} = \sum_{i=1}^n V_{V/V\%,i} \cdot \rho_i \quad (5)$$

$$A_{kev} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{V/V\%,i} \cdot \rho_i \cdot A_i}{\rho_{kev}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{V/V\%,i} \cdot \rho_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n V_{V/V\%,i} \cdot \rho_i} \quad (6)$$

ahol:

ρ_{kev} a keverék sűrűsége [g/cm³]

$V_{V\%,i}$ az i. komponens térfogatszázaléka [V/V%]

ρ_i az i. komponens sűrűsége [g/cm³]

A_{kev} a keverékben található adott atomok tömegszázaléka (például a keverékben a szén, a hidrogén vagy az oxigén tömegszázalékos részaránya) [m/m%]

A_i az i. komponensben az adott atomok tömegszázaléka (például a keverék i. komponensében a szén, a hidrogén, vagy az oxigén tömegszázalékos részaránya) [m/m%]

3. Az eredmények értékelése

Az elméleti modell segítségével becsültük meg a fosszilis tüzelőanyagkeverékek oxigénszükségletét és széndioxid emisszióját – tökéletes égést feltételezve. A tökéletes égés során a tüzelőanyag széndioxiddá és vízzé ég el. Környezetterhelés alatt cikkünkben a tüzelőanyag elégéséhez szükséges sztöchiometriai oxigénszükségletet értjük, melyet a tüzelőanyag a légkörből vesz fel, illetve az égé széndioxid és víz produktumát, mely a környezetet terheli (7).

$$\kappa = \sum_{i=1}^n \kappa_i = \sum_{i=1}^n ([\phi_{O_2}]_i + [\varepsilon_{CO_2}]_i + [\varepsilon_{H_2O}]_i) \quad (7)$$

ahol

κ : kumulált környezetterhelés [m^3]*

κ_i : i. tüzelőanyag komponens kumulált környezetterhelése [m^3]*

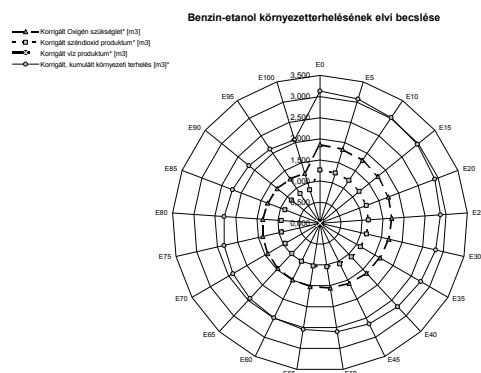
ϕ_{O_2} : tüzelőanyag komponens oxigén szükséglete [m^3]*,

ε_{CO_2} : tüzelőanyag komponens széndioxid produktuma [m^3]*

ε_{H_2O} : tüzelőanyag komponens vízgőz produktuma [m^3]*

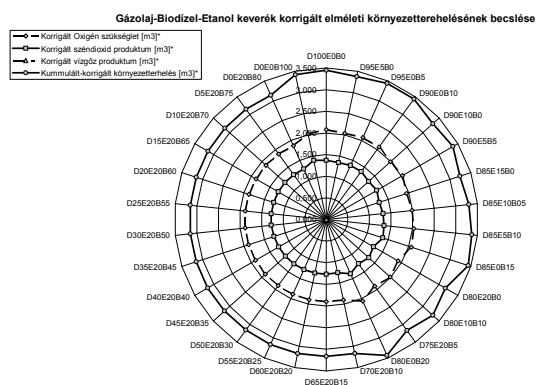
A fenti modellel elsőként belsőégésű benzinmotor környezetterhelését vizsgáltuk. A benzinhez fokozatosan 5%-onként etil-alkoholt adtunk (3a. ábra). A keveréket E0-E100 jelzéssel jelöltük az etanol koncentráció függvényében. A benzinhez adagolt etanol a kumulált környezetterhelést csökkenti, mert a benzinhez adagolt etil-alkohol oxigéntartalma a benzin oxigénigényét csökkenti és a széndioxid produktuma is kisebb.

Másodszor megvizsgáltuk a belsőégésű dízel-motor környezetterhelését (3b. ábra). A gázolajból (D), etanolból (E) és biodízelből (B) álló keverék emisszióját vizsgáltuk. Az ábra alapján látható, a gázolajhoz adagolt etanol és biodízel csökkenti a környezetterhelését. Miután a biodízel motorikus felhasználása során az égési paraméterek eltérnek az egyes alapanyag fajtákból készített biodízelek esetén [6], a számításainknál repce alapú biodízellel számolunk. Jól látható, hogy a biodízel (az etalonnál nagyobb fűtőértéke miatt) kisebb fogyasztásnövekedést eredményez, sőt többlet oxigént visz az égésbe – még az etanolhoz képest is.



3a. ábra

1 liter Etanol-benzin tüzelőanyag keverék elméleti kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)



3b. ábra

1 liter gázolaj-etanol-biodízel tüzelőanyag keverék elméleti kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)

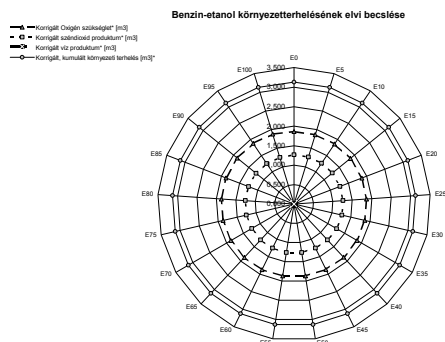
Meg kell azonban említenünk, hogy az etanol fűtőértéke kisebb a benzinénél, ami hasonló teljesítményszükséglet esetén fogyasztásnövekedést eredményez (7). A fogyasztásnövekedéssel módosított, megnövekedett környezetterhelést a korrigált környezetterhelés görbével jellemeztük (4a. ábra). Látható, hogy az etanol kisebb fűtőértéke miatt a bekövetkező fogyasztásnövekedéssel számolva az etanol hozzáadásával sem szignifikáns a kumulált környezetterhelés csökkenése. Az etanolt, ha növényi – megújuló – alapanyagokból állítjuk elő, akkor számításunkat módosítja az, hogy a bioetanol előállítási technológia függvényében a rendszerbe bekerülő szén-dioxid ciklusa zárt, azaz nem terheli a környezetet. Meg kell azt is említenünk, hogy a biodízel és a gázolaj fűtőértéke közel azonos (7), az etanol fűtőértéke viszont kisebb a gázolajénál. A fogyasztásnövekedéssel módosított, megnövekedett környezetterhelést a korrigált környezetterhelés görbével jellemeztük (4b. ábra). Ezért a kumulált környezetszennyezés megállapításánál figyelembe vettük a fűtőérték csökkenéséből eredő fogyasztásnövekedést [2].

* 1 bár atmoszferikus nyomáson 293K hőmérsékleten.

$$\kappa = \sum_{i=1}^n \kappa_i = \sum_{i=1}^n (([\phi_{O_2}]_i + [\varepsilon_{CO_2}]_i + [\varepsilon_{H_2O}]_i) \cdot \gamma_i), \quad (7)$$

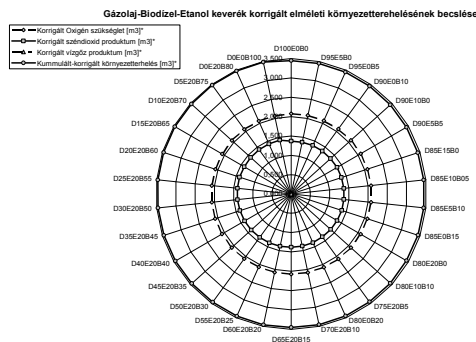
ahol

γ_i : A tüzelőanyag fűtőérték különbségéből származó fogyasztásnövekedés



4a. ábra

1 liter Etanol-benzin tüzelőanyag keverék, korrigált elméleti kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)



4b. ábra

1 liter gázolaj-etanol-biodizel tüzelőanyag keverék elméleti kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)

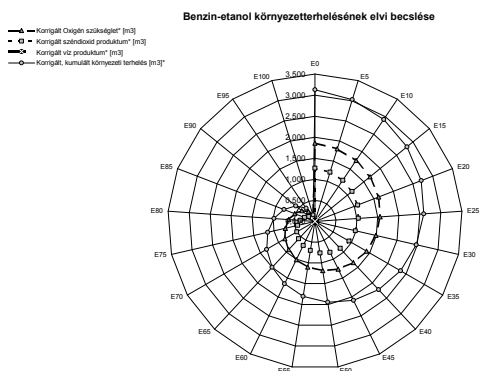
További megfontolásokat tettünk az ügyben, hogy a fosszilis tüzelőanyag keverék megújuló, széndioxid semleges részét hogyan modellezzük. A megújuló rész figyelembevételére tovább módosítottuk a kumulált környezetterhelési függvényt (8):

$$\kappa = \sum_{i=1}^n \kappa_i = \sum_{i=1}^n (([\phi_{O_2}]_i + \beta_i \cdot [\varepsilon_{CO_2}]_i + [\varepsilon_{H_2O}]_i) \cdot \gamma_i), \quad (8)$$

ahol

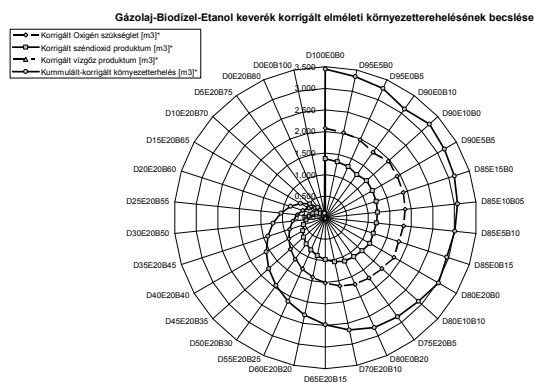
β_i : A tüzelőanyag komponens széndioxid semlegességét regisztráló döntési változó

Amennyiben a megújuló részarányt széndioxid-semlegesnek tartjuk, tehát $\beta_{\text{etanol}} = \beta_{\text{biodizel}} = 0$, akkor a kumulált károsanyag kibocsátás az alábbiakban alakul (5a. és 5b. ábra):



5a. ábra

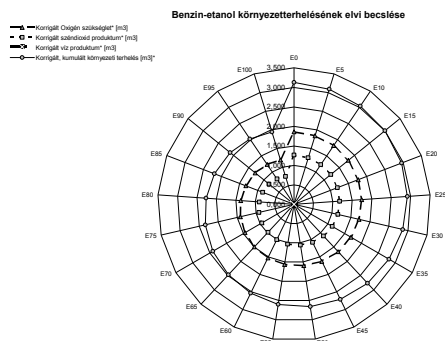
1 liter Etanol-benzin tüzelőanyag keverék elméleti, korrigált kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)



5b. ábra

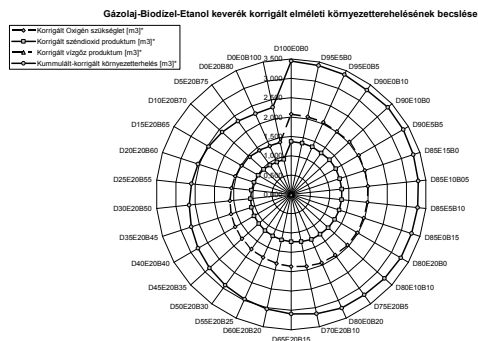
1 liter gázolaj-etanol-biodizel tüzelőanyag keverék elméleti, korrigált kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)

Sajnos napjainkban a bioetanol, biodízel gyártási technológiák sem (termelés, fermentáció, szállítás) széndioxid-semlegesek. A biodízel termelés alatt 60% illetve a biodízel előállítás alatt 65% erejéig használnak foszilis energiát. [5]. Ezt az értet mutatja a 6a és 6b. ábrán bemutatott tapasztalati korrigált, kumulált környezetterhelési függvény.



6a. ábra

1 liter Etanol-benzin tüzelőanyag keverék gyakorlati, korrigált kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)

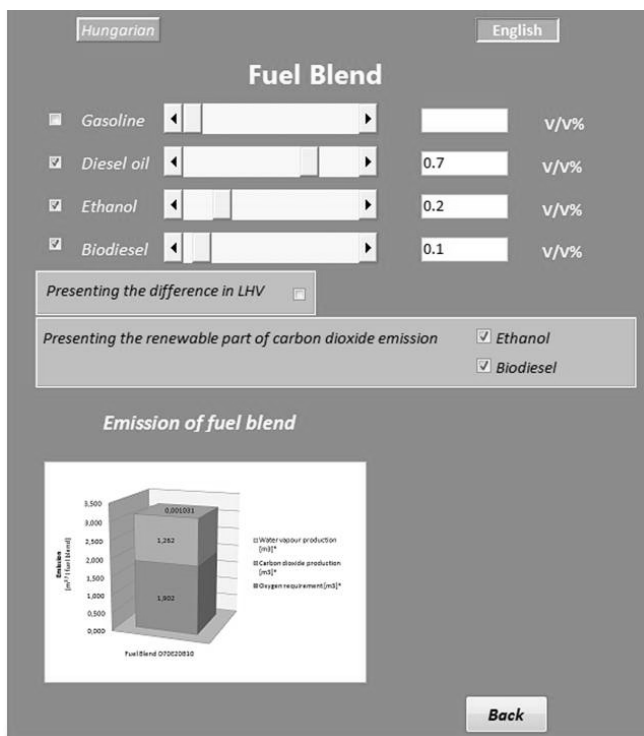


6b. ábra

1 liter gázolaj-etanol-biodízel tüzelőanyag keverék gyakorlati, korrigált kumulált környezetterhelése (forrás: saját szerkesztés)

4. Összefoglalás

A gépjárművekben foszilis tüzelőanyagot égetünk el. Ha létezne tökéletes égés, akkor csak CO₂ és H₂O keletkezne. A CO₂ üvegházhatást élénkítő gáz; csökkentése csak az elégett tüzelőanyag csökkentésével, illetve az elnyelők erősítésével valósítható meg.



Kumulált komplex környezetterhelés megjelenítése (forrás: képernyőrészlet a bemutatott számítógépes programból)

Cikkünk célja a közlekedési eredetű, fosszilis tüzelőanyag és megújuló tüzelőanyag keverékek komplex környezetterhelésének vizsgálata, a számítógépes szimuláció eredményeinek bemutatása. Cikkünk eredményeként elmondható, hogy sajnálatos módon a károsanyag kibocsátás csökkentése csak globálisan, társadalmi összefogás eredményeként születhet meg. Ilyen léptékű döntéseknél, sajnos, nehézkes a felelősök meghatározása és cselekvésre kényszerítése. Itt kell megemlíteni, hogy nem csak a hatékonyság-javító stratégiák preferálását (kisebb fogyasztású gépjárművek előnyben részesítését), hanem az elegendőségi stratégiák erősítését (egyéni közúti járműhasználat csökkentése) is a célok között kell szerepeltetni.

5. Irodalom

- [1] *Pischinger, R.: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine*, Wien-New York, Springer Verlaag 1989
- [2] *Kovács Viktória Barbara et al.: Biogázok károsanyag kibocsátásának vizsgálata belső égésű motorban*, Műszaki Szemle, 2008 különszám, pp.218-221 ISSN 1454-0746
- [3] *Török Á.: Theoretical estimation of the environmental impact of biofuel mixtures*, Transport, 2009/2
- [4] *Zöldy, M.: Belsőégésű motorok alternatív motorhajtóanyagai*, BME OMIKK 2006 szeptember ISSN - 0866-6091
- [5] *Török Ádám, Zöldy Máté: Biotüzelőanyag keverékek környezetterhelésének elméleti becslése*, Műszaki Szemle 2009, ISSN 1454-0746, különszám p397-400
- [6] *Barabás I., Todorut, A., Csibi V. J.: Négy típusú bio-motorhajtóanyag gazdaságossági és károsanyag-kibocsátási paramétereinek értékelése*, Műszaki Szemle 45. szám, pp 3-10, 2009. ISSN 1454-0746
- [7] *Mészáros Ferenc: A hazai közúti közlekedés fejlődésének várható hatásai az energiafelhasználás és a környezetterhelés területén*, in: Orosz Zoltán, Szabó Valéria, Fazekas István (szerk.): Környezettudatos energia-termelés és -felhasználás, Debrecen, Magyarország, 2009.05.08-2009.05.09. MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, 2009, ISBN 978-963-7064-20-3, pp. 182-187.