

KÖRNYEZETVÉDELMI MŰSZAKI FEJLESZTÉS

Szakmai beszámoló

Mezőgazdasági termékekből és hulladékokból előállítható hajtóanyagok belsőégésű motorok tüzelőanyagaként történő alkalmazása

II. (befejező rész): Motorlaboratóriumi vizsgálatok

2004. január 1. - szeptember 30.

Készítette:

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gépjárművek tanszéke

Tanszékvezető:

Dr. Melegh Gábor egyetemi docens

Témavezető:

Dr. Emőd István egyetemi docens

Szerződés száma:OMFB - 00466/2003

Projektazonosító szám: KMFP-00031/2002

BUDAPEST

2004.

Ez a szakmai beszámoló az OM KTF Környezet- és Energiatechnológiai Osztály által kiírt pályázati felhívásra 2002. április 15-én benyújtott pályázatunk, majd a támogatás elnyerését követően az Oktatási Minisztérium Alapkezelő Igazgatóságával (ma: Kutatás-fejlesztési Pályázati és Kutatáshasznosítási Iroda) kötött, KMFP-00031/2002. projektazonosítójú szerződésünk 1. melléklete szerint, a projekt második munkaszakaszában elvégzett tevékenység eredménye.

TARTALOM

X.	Az első munkaszakasz eredményeinek összefoglalása	54
XI.	A beszerzett tárgyi eszközök	55
XII.	A vizsgálatokhoz felhasznált gázolaj-etanol keverékek	56
XIII.	A vizsgálati motor, berendezés és az alkalmazott vizsgálati módszer	58
XIV.	Mérések teljes terhelésen	65
XV.	Mérések egyenértékű teljes terhelésen	74
XVI.	A járműmotorokra vonatkozó ENSZ EGB 49.03 sz. előírás (ESC) szerinti mérések értékelése	78
XVII.	Részterheléses mérések értékelése	81
XVIII.	A nem közúti jármű- és traktormotorokra vonatkozó ENSZ EGB 96 sz. előírás szerinti mérések értékelése	86
XIX.	Az ENSZ EGB 49 (ESC) és az ENSZ EGB 96 szerinti mérések egybevetett értékelése	89
XX.	ENSZ EGB 49.03 sz. előírás szerinti minősítő mérés	91
XXI.	Gazdasági számítások	94
XXII.	Összefoglalás	100
XXIII.	A pályázati munkával kapcsolatos publikációk	102
XXIV.	A tervezett és tényleges költségek	103
XXV.	irodalomjegyzék	104
	Mellékletek	

X. AZ ELSŐ MUNKASZAKASZ EREDMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A pályázati tevékenység első szakaszában végzett munkánkat a 2003 szeptemberében -ben benyújtott *Mezőgazdasági termékekből és hulladékokból előállítható hajtóanyagok belsőégésű motorok tüzelőanyagaként történő alkalmazása, I. rész* címmel készített 50 oldal terjedelmű, 18 ábrát és 25 táblázatot tartalmazó beszámolóban foglaltuk össze.

E beszámolóban rövid bevezető után összefoglaltuk a motorhajtóanyagként felhasználható biohajtóanyagokkal és a bioetanollal, mint dízelmotor-hajtóanyaggal szemben támasztott általános és speciális követelményeket. Ezt követően a téma magyarországi előzményeit és a kapcsolatos jelentősebb külföldi vizsgálatokat ismertettük.

Az első munkaszakasz érdemi része a motorlaboratóriumban vizsgálandó tüzelőanyag-rendszer és a vizsgálati gázolaj-etanol keverékek kiválasztása volt.

A műszaki és gazdasági megfontolások alapján arra a döntésre jutottunk, hogy a pályázati munka második szakaszában motorlaboratóriumi vizsgálatainkat

- szerkezetiileg gyakorlatilag változatlan dízelmotorral és
- 5, 10, 15 és 20 % etanolt tartalmazó gázolaj-etanol keverékekkel

folytatjuk.

Az első munkaszakasz befejező részében előkísérletekkel és számításokkal meghatároztuk ezeknek a gázolaj-etanol keverékeknek motorüzemi szempontból legfontosabb tulajdonságait.

A beszámolót gazdaságossági számítások, 61 tételes irodalomjegyzék és mellékletek zárják.

XI. A BESZERZETT TÁRGYI ESZKÖZÖK

A pályázati munkához a következő tárgyi eszközöket vásároltuk:

TR3ELHM IBM ThinkPad

Jellemzők:

Modell	2681-ELG P4
Processzor	Mobile Intel®4 - MCPU 1,9 GHz
Memória	256 MB
OS verzió	Microsoft Windows XP Professional

ÜMF 2000 tip. Dízelmotor gravimetrikus fogyasztásmérő berendezés

Jellemzők

A mérőedény teljes befogadóképessége	2800 g
Névleges mérési tartomány	200...1800 g
Fogyasztásmérés tartománya	200...100 kg/h
Pontosság (a névleges mérési tartományban)	± 0,5 %
Üzemi hőmérséklet határok	273...317 K

XII. A VIZSGÁLATOKHOZ FELHASZNÁLT GÁZOLAJ-ETANOL KEVERÉKEK

A pályázati munka első részében ismertetett kísérletek és tapasztalatok alapján motorlaboratóriumi vizsgálatainkat 5, 10, 15 és 20 % etanolt tartalmazó gázolaj-etanol keverékekkel végeztük. Ezek megnevezésére a továbbiakban rendre röviden az E5, E10, E15 és E20 jelöléseket használjuk. Az összehasonlítások alapjául az etanol nélküli MSZ EN 590: 2000 előírásnak megfelelő „kúti” gázolaj szolgált, melyet G jelzéssel rövidítettünk.

Előzetes vizsgálataink szerint 15 % vízmentes alkoholtartalom alatt a keverék szobahőmérsékleten még stabil, hosszabb idő alatt sem válik szét. A motorlaboratóriumi vizsgálatokra késő tavasszal került sor, ezért a gázolaj-etanol keverékhez nem adtunk emulgeátort. Ehhez a döntésünkhöz nem utolsó sorban beszerzési nehézségek is hozzájárultak. Az emulgeátor hiánya a mérések során semmiféle nehézségeket nem okozott, azonban több hónapos állásidő után a 10 %-nál több etanolt tartalmazó keverékek szétváltak. A mintegy négy hónapos állásidő alatt szétvált E15 és E20 keverékek láthatók a 19. ábrán.



19. ábra. A 4 hónapos állásidő alatt szétvált 15 és 20 % etanolt tartalmazó keverékek

Az összehasonlítás alapját képező MOL által forgalmazott „kúti” gázolajban

- 0,035 % EDMFA 200 multifunkcionális és
- 0,030% Chimec kenőképeség-javító gázolajadalék van.

Az EDMFA 200 adalék hatása gyártója szerint a következő:

- cetánszám növelés,
- füstöléscsökkentés,
- tüzelőanyag-megtakarítás,
- indításkönnyebbités, egyenletes alapjárat,
- lerakódások (porlasztó, kipufogó szelep) megelőzése,
- kenési tulajdonságok javítása,
- korrózióvédelem,
- habosodásgátlás.

Az alkohol hatására lecsökkent cetánszámot és kenőképeséget az EDMFA 200 to-

vábbi – az etanolhányaddal arányos mennyiségű – EDMFA 200 gázolajadalék hozzákeverésével kompenzáltuk.

Részletezve: vizsgálatainkat a 26. táblázatban ismertetett keverékkel végeztük.

26. táblázat. A vizsgálatokhoz használtkeverék összetétele

Összetevő	G	E5	E10	E15	E20
gázolaj, v/v %	100	95	90	85	80
etanol (víztelenített szesz), v/v %	-	5	10	15	20
EMDFA 200 adalék, v/v %	0,035 ¹	0,047	0,058	0,070	0,082
Chimac adalék, v/v %	0,030 ²	0,030	0,030	0,030	0,030

A kenőképességet az E15 keverék esetében ellenőriztük, megfelelőségét a mellékletben közölt jegyzőkönyvek igazolják.

¹ Ezt a mennyiséget a MOL Rt. által forgalmazott gázolaj eleve tartalmazza.

² Ezt a mennyiséget a MOL Rt. által forgalmazott gázolaj tartalmazza.

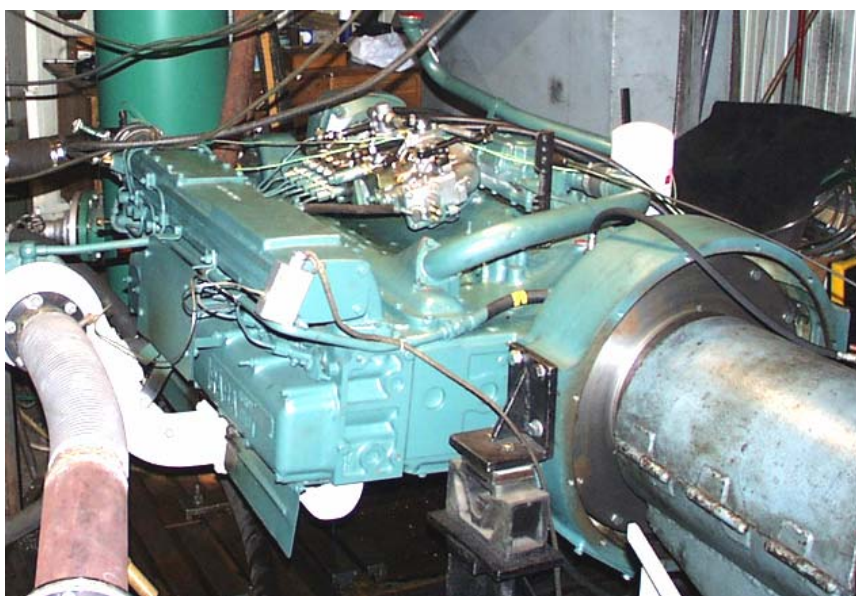
XIII. A VIZSGÁLATI MOTOR, BERENDEZÉS ÉS AZ ALKALMAZOTT VIZSGÁLATI MÓDSZER

A vizsgálati motor

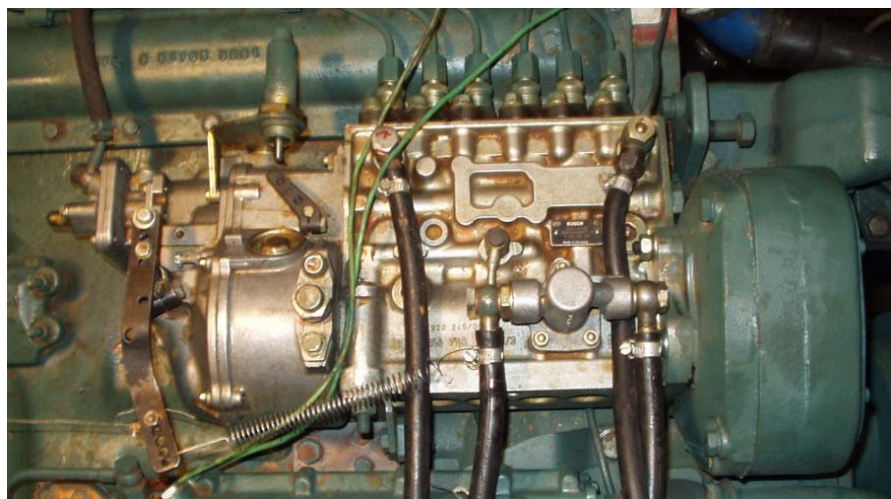
A vizsgálati motort a RÁBA Rt. bocsátotta rendelkezésünkre. A vizsgálatokat a Közlekedéstudományi Intézet Rt. Motorteknikai és Levegőtisztaság-védelmi tagozatának motorlaboratóriumában, a tagozat munkatársai végezték. A hathengerű, négyütemű, soros, fekvő elrendezésű, feltöltött, közvetlen befecskendezésű, EU2 károsanyag-kibocsátási szintet teljesítő dízelmotor azonosító és főbb műszaki jellemzőit a 27. táblázat tartalmazza, a motor és befecskendező szivattyúja a 20. és 21. ábrán láthatóak.

27. táblázat. A vizsgált motor jellemzői

A motor gyártmánya	RÁBA
A motor típusa	D10 UTLL 218
Motorszám	604198/192
Összlökettérfogat	10 349 cm ³
Befecskendező sz. típusa	Bosch PES/P130A 720RS 7411
Befecskendező sz. száma	1 901 200 898
Porlasztók típusa	DLLA 152 P660
Porlasztók nyitónyomása	250-262 bar



20. ábra. A RÁBA D10 UTLL 218 tip. motor



21. ábra. A vizsgálati motor adagolószivattyúja

A vizsgálathoz felhasznált berendezések és műszerek

A vizsgálatokat a 28. táblázatban felsorolt berendezésekkel és műszerekkel végeztük el. A fékpadot a 22. ábra, a fékpadra szerelt motort a 23. ábra mutatja.

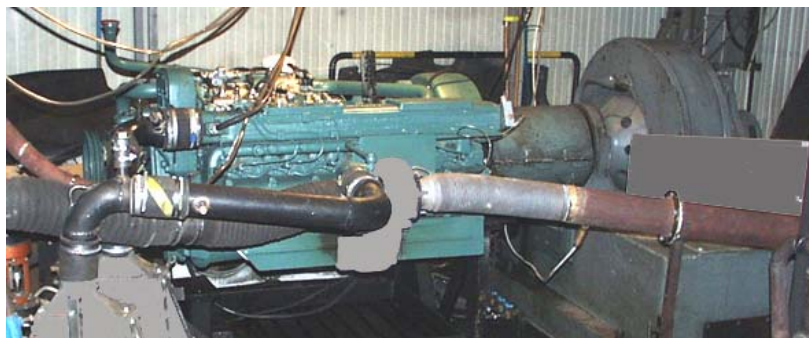
28. táblázat. A vizsgálathoz használt berendezések és műszerek

Mért Jellemző	A műszer gyártmánya, típusa
Teljesítmény	Schenck W450
NO _x -kibocsátás	Beckman 955
CO-kibocsátás	Beckman 880
CO ₂ -kibocsátás	Hartmann & Braun Uras 2
HC-kibocsátás	Beckman 958
Részecsketömeg mérés	Sartorius M3P-000V001
Füstölésmérés	Hartridge HR-145
Tüzelőanyag-fogyasztás	Gravimetrikus fogyasztásmérő
Légnyelés	Anubar Flowmeter ANR-73
Hőmérsékletek	Ni-CrNi termoelem
Töltőnyomás	Bourdon-csőves manométer
Kipufogó-ellennyomás	higanyos U-csőves manométer
Légnyelésmérés nyomáskülönbség	víztöltésű U-csőves manométer
Kompresszor előtti nyomás	víztöltésű U-csőves manométer

A mérési adatok gyűjtését és feldolgozását TR3ELHM IBM ThinkPad számítógéppel végeztük.



22. ábra. A Schenck W450 teljesítménymérő motorfékpad



23. ábra. A teljesítménymérő fékpadra szerelt motor

A kipufogógáz-hígító és mintavevő rendszert a 24 és 25. ábrák mutatják.



24. ábra. A részecskevizsgálathoz kialakított kipufogógáz-hígító és -mintavevő rendszer



25. ábra. A részecskevizsgálathoz használt kipufogógáz-hígító és mintavevő rendszer légszivattyúi

A vizsgálat módszere

a. Teljes terhelésnél az ENSZ-EGB 24. sz. előírás [75] szerint

a névleges teljesítményhez tartozó fordulatszám 45 %-a (de legalább 1000 1/min) és a névleges teljesítményhez tartozó fordulatszám között egyenletesen elosztva legalább 6 ponton kell mérni. Mi tágabb tartományban és több fordulatszámon (800 és 2100 1/min fordulatszámhatárok között, 100 fordulatonként) 14 pontban végeztünk méréseket. Így viszonylag pontosan fel tudjuk venni a motor jelleggörbéit. Ez három szempontból fontos:

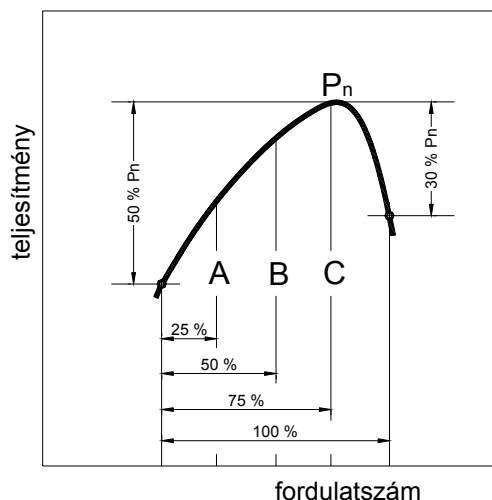
- ennek alapján értékelhető a teljes terheléssel járó motor füstölés mértékére jellemző fényelnyelése,
- referenciaként szolgál a különböző gázolaj-etanol keverékek teljes terheléses méréseihez, ezen kívül
- ennek alapján lehet meghatározni az ENSZ EGB 49.03 (ESC) és az ENSZ-EGB 96 ciklus mérési pontjainak terhelési- és fordulatszám adatait.

Mérések a teljes üzemi tartományban

b. A járműmotorok típusvizsgálatára vonatkozó Magyarországon érvényes ENSZ EGB 49.03 sz. előírás, ESC (European Steady-State Cycle) [76] szerint

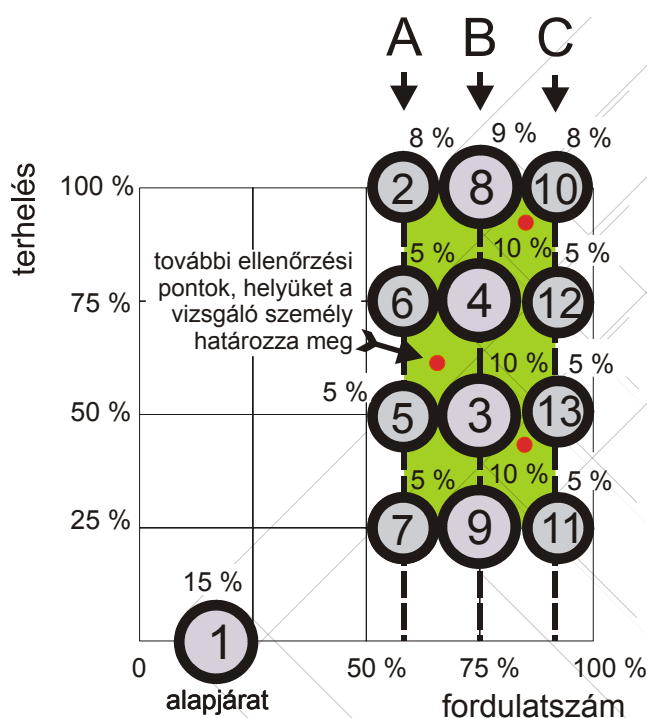
16 állandósult üzemállapotban kell mérni. Ebből 13 mérési pont meghatározott, hármat a vizsgáló személy a vizsgálati tartományon belül tetszőlegesen választ ki. Ez utóbbiakban csak az NO_x -kibocsátást mérendő, a megengedett határ a mért pontot körülvevő 4 pont alapján interpolált érték + 10 %.

A vizsgálati tartomány meghatározása: A motor teljes terheléses teljesítménygörbéje alapján megkeresendő a legnagyobb teljesítmény (P_n) 50 %-ához tartozó fordulatszám és a szabályozott szakaszon a legnagyobb teljesítmény 70 %-ához tartozó fordulatszámok közötti tartomány. Ez gyakorlatilag a motor használható fordulatszám-tartománya. Ezt a tartományt a 26. ábra szerint 4 egyenlő részre osztva kapjuk meg az A, B és C vizsgálati fordulatszámokat.



26. ábra. Az ESC vizsgálat ellenőrző fordulatszámai

Ezekon a fordulatszámokon, az adott fordulatszámon mért nyomatékot (terhelést) 100 %-nak véve 25, 50, 75 és 100 %-os terheléssel és alapjáraton kell a károsanyag-kibocsátási ellenőrző méréseket elvégezni. A mérés sorrendjét és az értékeléskor figyelembeveendő súlyozás mértékét a 27. ábrából foglalja össze.



27. ábra. Az ESC vizsgálat ellenőrző pontjai
(A körön belül a mérési pontok sorrendje, a kör felett a súlyozási százalék látható.)

A károsanyag-kibocsátások határértékeit a 29. táblázatban foglaltuk össze.

Méréseink során az A, B és C fordulatszámokat és a vizsgálati terhelések nagyságát a teljes terheléssel végzett mérések alapján határoztuk meg (I. XIII. fejezet, a pontja).

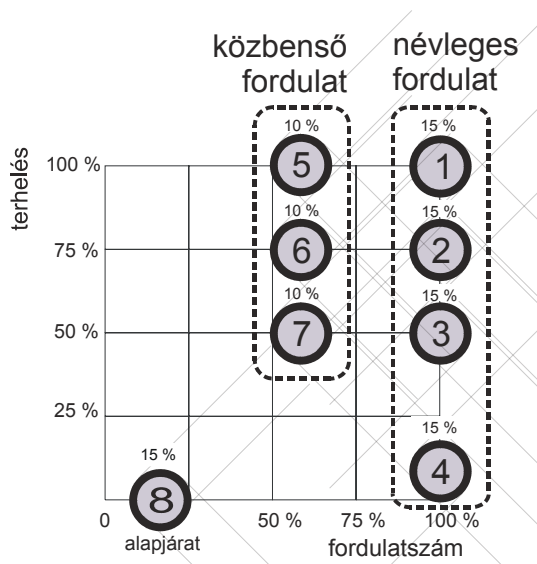
Az így meghatározott fordulatszámokon végeztünk méréseket a különböző gázolaj-etanol keverékekkel végzett méréseknél is.

29. táblázat. Az ESC vizsgálat határértékei

	Hatályba- lépés	CO g/(kW·h)	HC g/(kW·h)	NO _x g/(kW·h)	PM g/(kW·h)	Fényelnyelés m ⁻¹
EU2 ¹	1995	4,0	1,1	7,0	0,15	
EU3	2000	2,1	0,66	5,0	0,1	0,80

c. A nem-közúti, mobil gépekbe ill. traktorokba építendő belsőégésű motorokra vonatkozó ENSZ-EGB 96 sz. előírás [77] szerint

8 meghatározott üzemi pontban kell mérni. A mérési pontokat a 28. ábra mutatja. A vizsgálati tartomány és a mérési pontok az alábbiak szerint határozandók meg.



28. ábra. Az ENSZ-EGB 96 (traktor) vizsgálat mérési pontjai (a körben a mérési sorrend, a kör felett a súlyozás)

A névleges fordulatszám a gyártó szerinti névleges teljesítményhez tartozó fordulatszámot jelenti. A közberső fordulatszám a gyártó által közölt, maximális nyomatékhoz tartozó fordulatszám, ha ez a névleges fordulatszám 60%-a és 75%-a közé esik. Ha nem ebbe a tartományba esik, akkor a közberső fordulatszám e tartomány azon szélső pontja, amelyik a maximális nyomatékhoz tartozó fordulatszámhoz közelebb van. A névleges fordulaton a legnagyobb mért nyomatékot (terhelést) 100 %-nak véve 10, 50, 75 és 100 %-os terheléssel, a közberső fordulaton 50, 75 és 100 %-os

¹ Az eltérő vizsgálati módszerek miatt az EU2 és EU 3 határértékek közvetlenül nem hasonlíthatók össze.

terheléssel valamint alapjáraton kell a károsanyag-kibocsátási ellenőrző méréseket elvégezni.

A károsanyag-kibocsátásokból számított súlyozott középértékekre vonatkozó határértékeket a 30. és 31. táblázatban adjuk meg. (A 2002 előtti határértékeket azért adjuk meg, mert a motorra gyártásakor még ezek a határértékek vonatkoztak.)

30. táblázat. A 2002 előtt érvényes határértékek

Teljesítmény, kW	CO g/(kW·h)	HC g/(kW·h)	NO _x g/(kW·h)	Részecske g/(kW·h)
130<P< 560	5,0	1,3	9,2	0,54
75<P<130	5,0	1,3	9,2	0,70
37<P<75	6,5	1,3	9,2	0,85

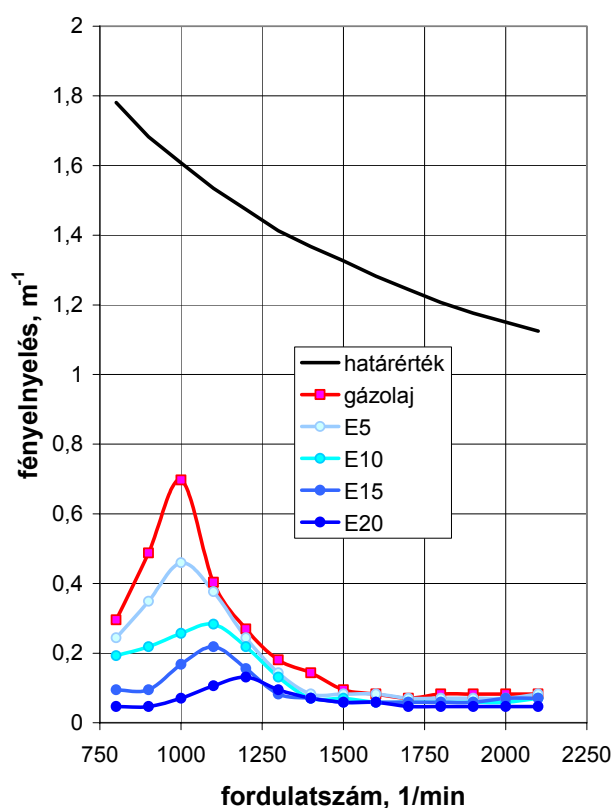
31. táblázat. A 2002-től érvényes határértékek

Teljesítmény, kW	CO g/(kW·h)	HC g/(kW·h)	NO _x g/(kW·h)	Részecske g/(kW·h)
130<P< 560	3,5	1,0	6,0	0,2
75<P<130	5,0	1,0	6,0	0,3
37<P<75	5,0	1,3	7,0	0,4
18<P<37	5,5	1,5	8,0	0,8

XIV. MÉRÉSEK TELJES TERHELÉSEN

Mérések teljes terhelésnél (a Magyarországon és az EU országokban érvényes ENSZ-EGB 24. sz. előírás szerint)

A mért és számított adatok a mellékletben lévő 1. és 2. sz. (gázolajjal) és 6., 9., 12. valamint 17. sz. jegyzőkönyvben (E15, E10, E5 és E20 gázolaj-etanol keverék) található. A 29. ábra a teljes terheléssel üzemelő motor fényelnyelési értékeit mutatja, gázolajjal és a különböző gázolaj-etanol keverékekkel. A diagramba berajzoltuk az ENSZ-EGB 24. sz. előírás szerinti határgörbét is.

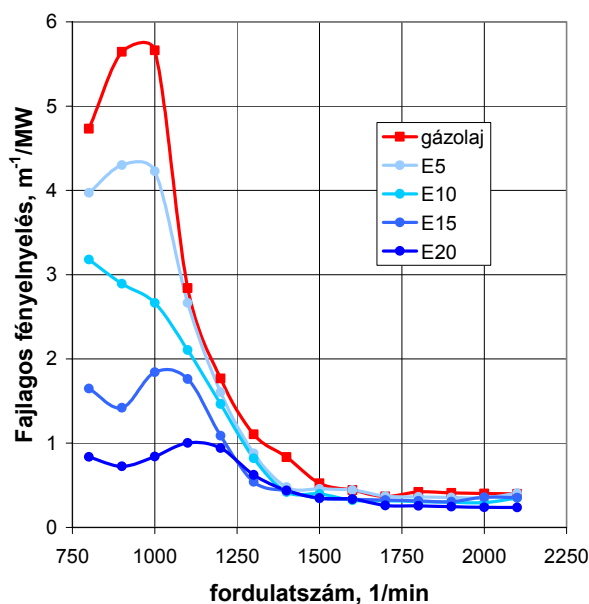


29. ábra. Fényelnyelés teljes terhelésnél

Látható, hogy a vizsgált motor füstgázainak fényelnyelése mind gázolajjal, mind pedig a gázolaj-etanol keverékekkel bőven a határérték alatt van. Az etanol hatása kedvező: 5% etanoltartalom-növelés átlagosan 18 % fényelnyelés-csökkenést hoz. 1500 1/min alatt még jelentősebb a hatás: 1000 1/min fordulaton pl. 5 % etanoltartalom-növelés hatására 40...50 %-kal csökken a fényelnyelés mértéke.

Megjegyzendő azonban, hogy a 29. ábrán látható fényelnyelés-görbék reálisan egymással nem hasonlíthatók össze, mert az adott fordulatszámon gázolajjal és a különböző gázolaj-etanol keverékekkel a motor teljesítménye eltér egymástól, a mért értékek ugyanis különböző teljesítményekhez tartoznak (lásd a 31. ábrát). A reális összehasonlítás érdekében készítettük el a 30. ábrát, amelyen a fényelnyelés-

értékeket az adott üzemi pontban mért teljesítménnyel osztva egységnyi teljesítményre vonatkoztattuk. Mértékegysége m^{-1}/MW .

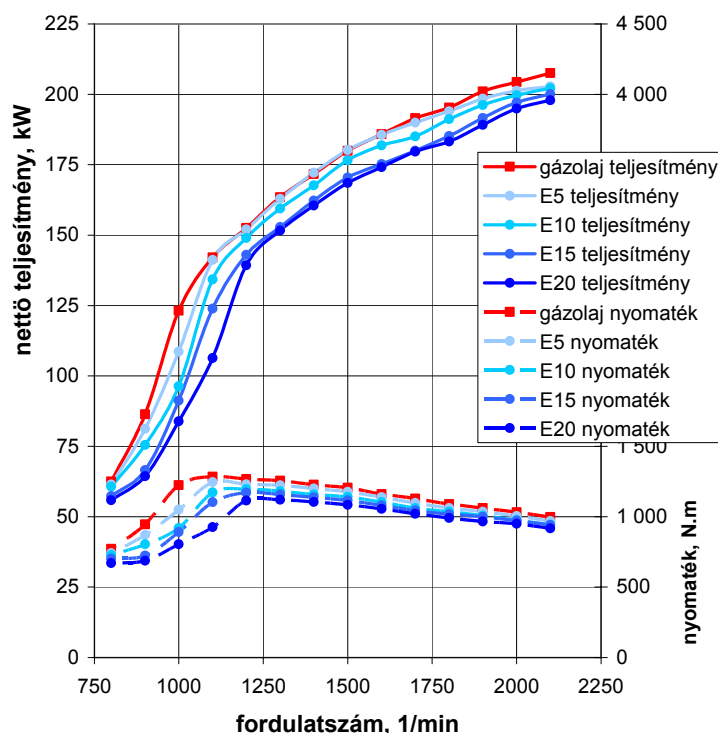


30. ábra. Fajlagos fényáteresztés értékek teljes terhelésnél

A diagram elemzése alapján megállapítottuk, hogy a fajlagos fényáteresztés-értékek átlagos csökkenése gyakorlatilag azonos mértékű, mint azt az abszolút fényelnyelés-értékeké (18 % csökkenés/5 % etanol).

A 31. ábrán a teljes terheléssel üzemelő motor nettó teljesítménye és forgatónyomatéka látható gázolajjal és a gázolaj-etanol keverékkel. Ismét felhívjuk a figyelmet arra, hogy az E5...E20-as méréseket is a gázolajra beállított motorbeállításokkal végeztük. Ennek az a következménye, hogy a motorba juttatott tüzelőanyag-adag és annak energiatartalma gázolaj-etanol keverékekkel kisebb, mint gázolajjal. Ennek négy fő oka van:

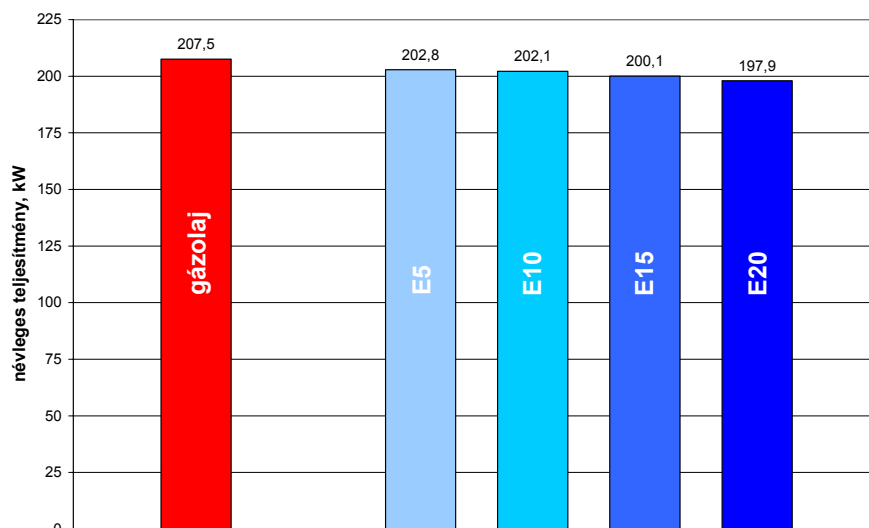
- Egyrészt a tüzelőanyag-adag (dózis) térfogata gázolaj-etanol keverékekkel valamivel kisebb, mint gázolajjal, mert a keverékek kisebb viszkozitása miatt az adagolószivattyú volumetrikus hatásfoka rosszabb. Ez az etanoltartalomtól függően 3...7 %-os térfogati adagcsökkenést jelent (33. ábra).
- Másrészt a gázolaj-etanol keverékek adagtömege kisebb, mert a keverékek sűrűsége kisebb, mint a gázolajé. Ez – az előzővel együtt – 3...9 %-os adagcsökkenést okoz (34. ábra).
- Harmadrészt a gázolaj-etanol keverékek fűtőértéke kisebb, mint a gázolajé. Ha ezt a hatást is figyelembe vesszük, a tüzelőanyaggal bejuttatott energiamennyiség 5...15 %-kal kevesebb.
- Ehhez jön még hozzá, hogy a fentiek miatt kevesebb és kisebb energiatartalmú kipufogógáz keletkezik, a turbótöltő kevesebbet szállít, csökken a töltőnyomás. Ezek hatására az adagoló LDA szabályzója csökkenti a tüzelőanyag-adagot. Ez a jelenség kisebb – 1250 1/min alatti – fordulatszámokon mutatkozik jellegzetesen (35. ábra).



31. ábra. Nettó motorteljesítmény és nyomaték teljes terhelésnél

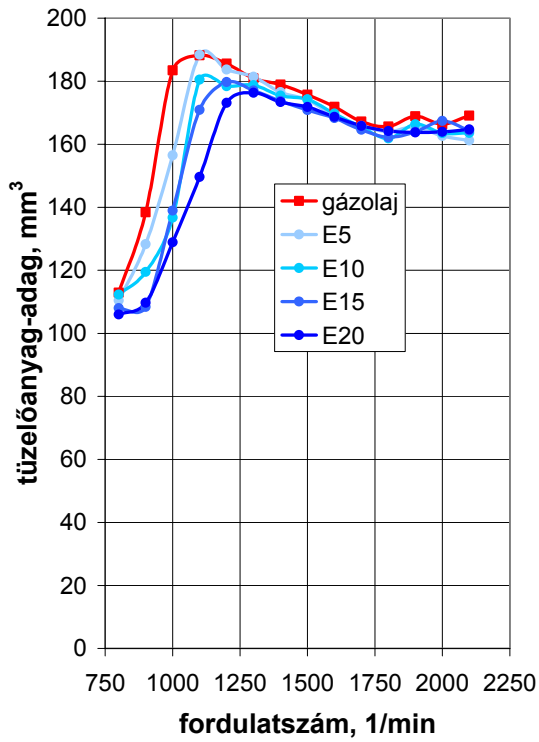
Gázolaj-etanol keverékekkel a motorteljesítménye és nyomatéka a teljes fordulatszám-tartományban kisebb, mint gázolajjal.

A csökkenés mértékének szemléltetésére készítettük el a gázolajjal és a különböző etanol tartalmú keverékekkel mérhető névleges nettó teljesítményeket mutató, 32. ábrán látható diagramot.

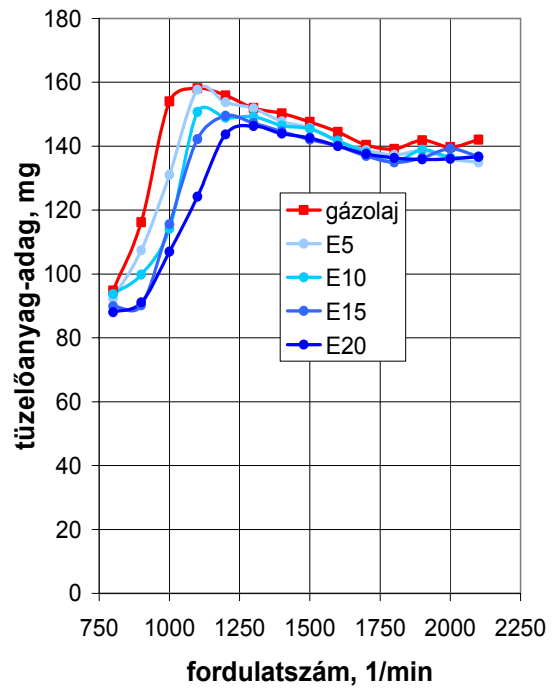


32. ábra. A névleges nettó motorteljesítmény az etanoltartalom függvényében

A vizsgált tartományban 1 % etanoltartalom átlagosan 0,5 % teljesítménycsökkenést okoz.

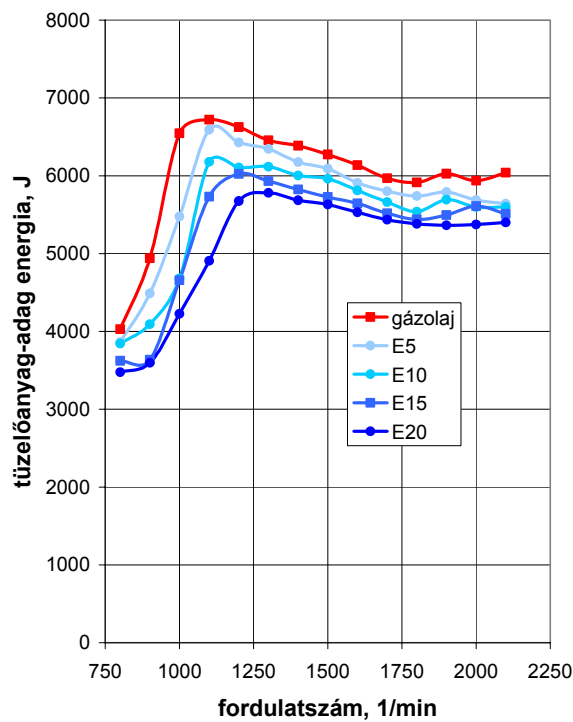


33. ábra. Tüzelőanyagadag-térfogat gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel



34. ábra. Tüzelőanyagadag-tömeg gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel

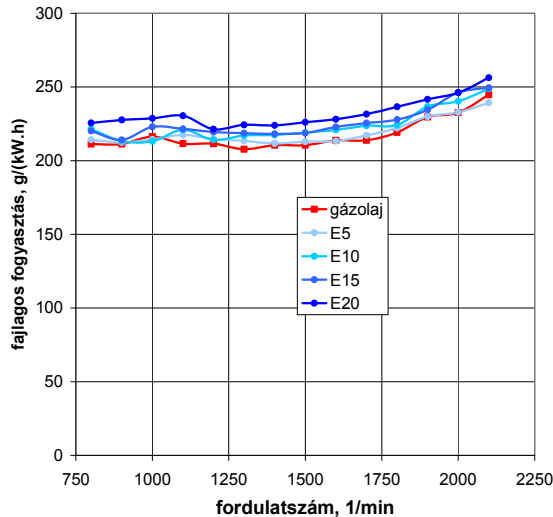
A tüzelőanyag-adaggal bevezetett energiamennyiséget a 35. ábrán szemléltetjük.



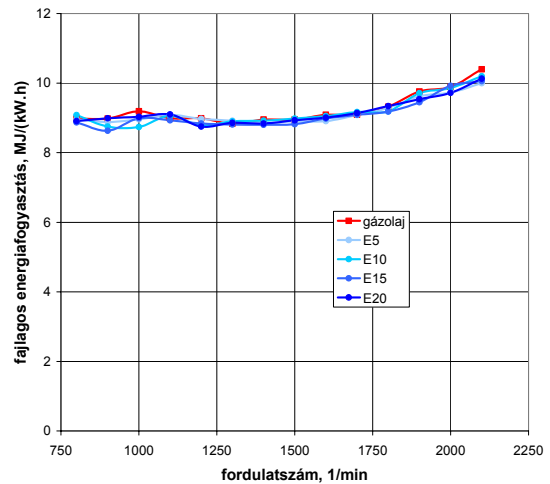
35. ábra. A tüzelőanyag-adaggal bevezetett energiamennyiség

gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel

A tömegegységben kifejezett fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás alakulását gázolajjal és különböző etanoltartalmú gázolaj-etanol keverékekkel teljes terhelésnél a 36. ábrán mutatjuk be.

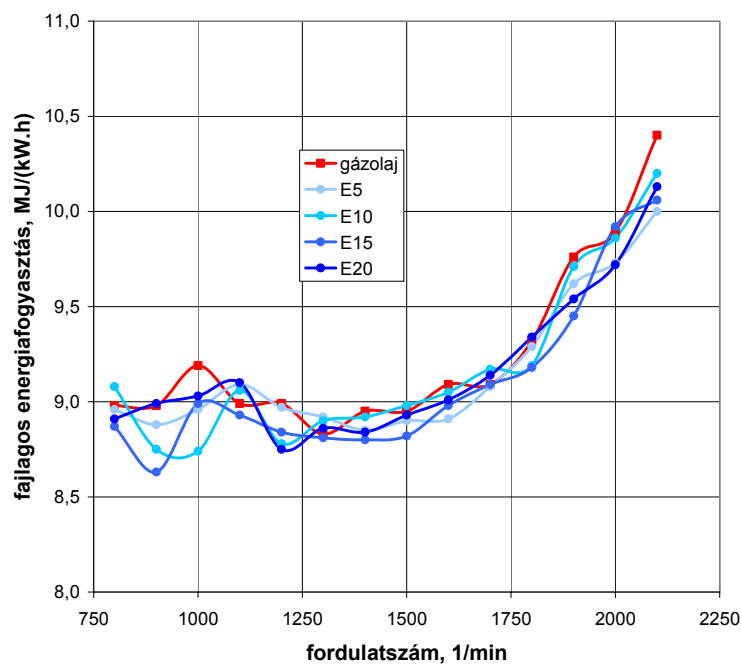


36. ábra. Fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás gázolajjal és gázolaj-etanol keverékkel



37. ábra. Fajlagos energiafogyasztás gázolajjal és gázolaj-etanol keverékkel

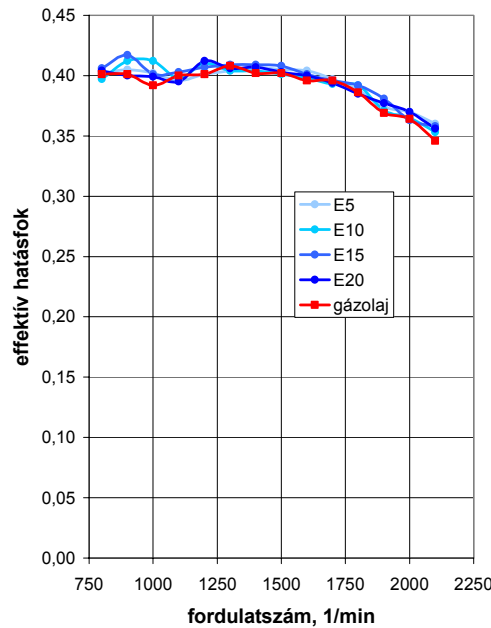
A 36. ábra szerint a gázolaj- etanol keverékekkel a motor tüzelőanyag-tömegben kifejezett fajlagos fogyasztása nagyobb, mint gázolajjal. Ennek mértéke átlagosan 1,75 %/5 % etanol. Ebből azonban – mint már említettük – az égés jóságára nem lehet következtetést levonni.



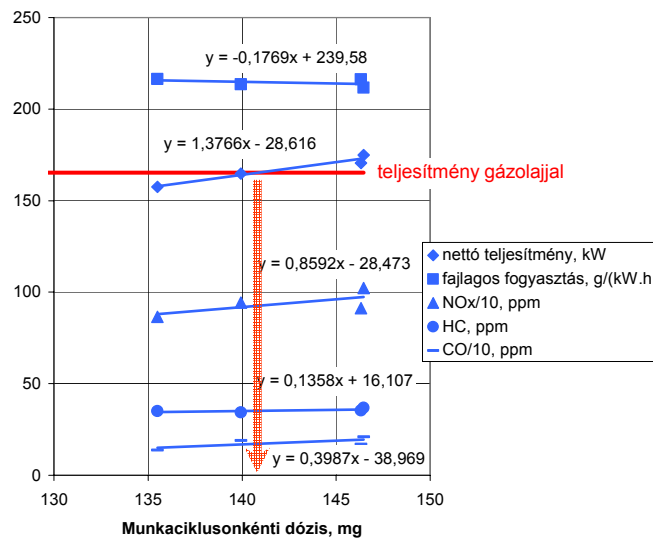
38. ábra. A fajlagos energiafogyasztási diagram (37. ábra) nagyítása

Az égés jóságáról a tüzelőanyag fűtőértékét is figyelembe vevő, energiaegységben kifejezett (MJ/(kW·h) fajlagos fogyasztás (37. ábra és ennek nagyítása, a 38. ábra) nyújt reális képet. Ezekből egyértelműen látható, hogy a gázolaj-etanol keverékekkel működő motor kissé jobban hasznosítja a bevezetett tüzelőanyag energiáját, mint a gázolaj. Ez feltehetőleg az etanol viszonylag nagyobb oxigéntartalmának köszönhető, mértéke átlagosan a tüzelőanyag etanoltartalmától függetlenül kb. 0,8...1.6 %.

Ugyanezt szemlélteti a 39. ábrán a gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel hajtott motor effektív hatásfokának összehasonlítása is: a gázolaj-etanol keverékekkel hajtott motor effektív hatásfoka átlagosan 0,8...1,6 %-kal jobb, mint gázolajjal.



39. ábra. Az effektív hatásfok alakulása teljes terhelésnél

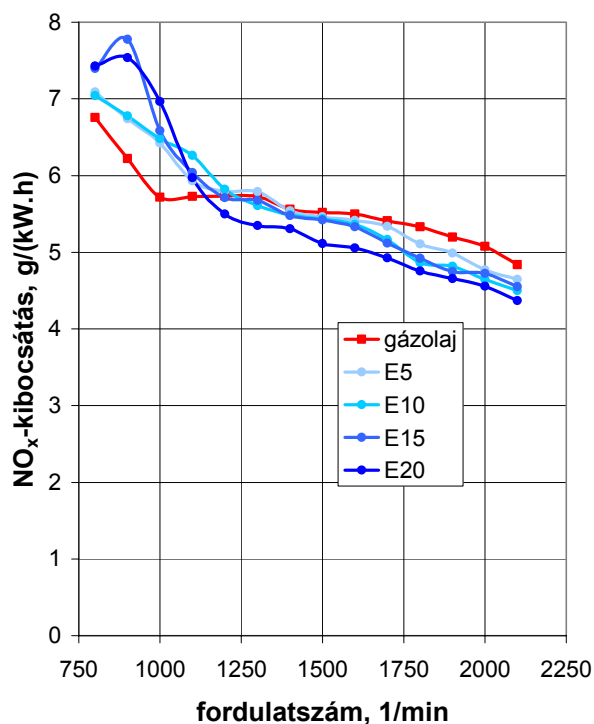


40. ábra. Tüzelőanyag-adag növelésének hatása az E15 keverékkel üzemelő motor jellemzőire

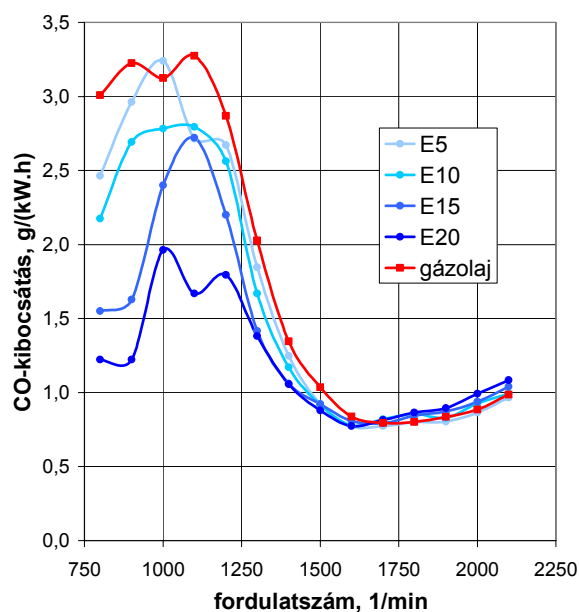
Az etanol-gázolaj keverékkel üzemelő motor teljesítményhiánya a tüzelőanyag-adag növelésével kompenzálható. Ennek meghatározására E15 keverékkel adott fordulatszámon

számon (1400 1/min) kiegészítő méréseket végeztünk. A mérések eredményeit a 40. ábra szemlélteti.

Az ábrából kiolvasható, hogy E15 keverékkel 1400 1/min fordulatszámokon a tüzelőanyag-adag 135, 5 mg-ról kb. 141 mg-ra való növelésével (mintegy. 4 %) a gázolaj-üzemben az adott fordulatszámokon mért 165 kW teljesítmény elérhető anélkül, hogy az emissziós jellemzők lényegesen romlottak volna.



41. ábra.
NO_x-kibocsátás teljes terhelésnél



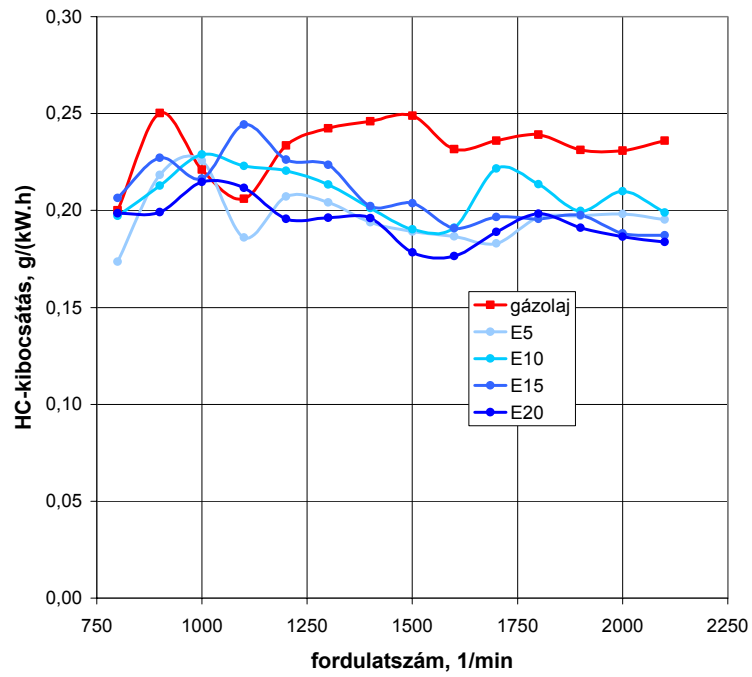
42. ábra.
CO-kibocsátás teljes terhelésnél

A 41. ábra a teljes terheléssel üzemelő motor NO_x-kibocsátását mutatja teljes terhelésnél. Az ábrából az olvasható ki, hogy a közepes feletti fordulatszámokon az NO_x-kibocsátás annál kisebb, minél nagyobb a keverék etanolhányada. 1200...1300 1/min fordulatszám között ellenkezőjére fordul ez a tendencia.

CO-kibocsátás szempontjából (42. ábra) más a helyzet: közepes fordulatszám (kb. 1500 1/min felett) a CO-kibocsátás nagyjából független a tüzelőanyagok etanoltartalmától, ez alatt a fordulatszám alatt viszont minél nagyobb az etanolhányad, annál kisebb a CO-kibocsátás.

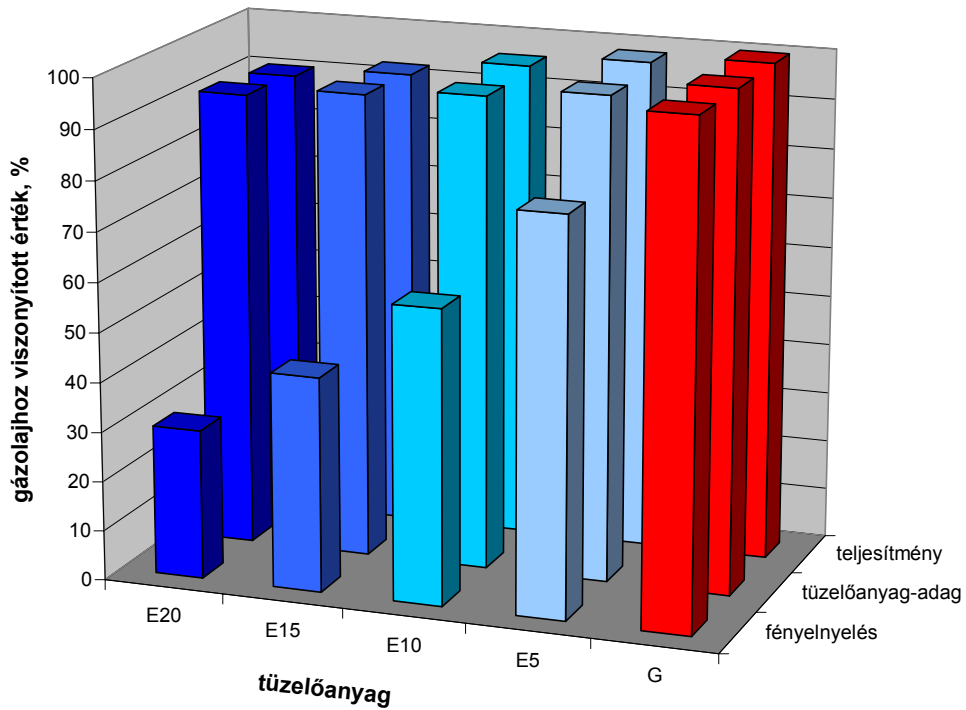
A 43. ábráról az olvasható ki, hogy szénhidrogén-kibocsátás szempontjából is jobb a gázolaj-etanol keverékes motorok, mint a gázolajos motor

A teljes terheléses mérések összefoglalásaként két diagramot készítettünk. Az egyik – a 44. ábra – a teljes terheléssel mért értékek átlagértékeit hasonlítja össze. Ez azt mutatja, hogy a teljes terheléssel üzemelő motor teljesítménye és tüzelőanyag-adagja mérsékelt csökkenése mellett a füstölésre jellemző fényelnyelés csökkenése lényeges.

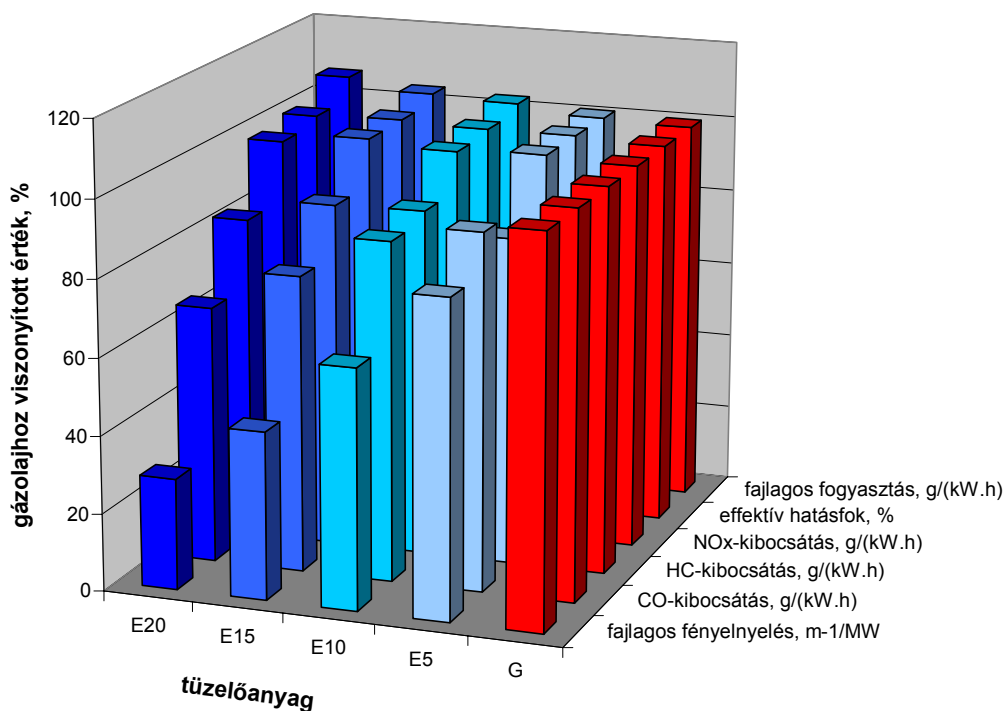


43. ábra. HC-kibocsátás teljes terhelésnél

Reálisabb a fajlagos jellemzők átlagértékeinek összehasonlítása. Ez 45. ábrán látható.



44. ábra. A teljes terheléses mérések abszolút jellemzőinek összehasonlítása



45. ábra. A teljes terheléses jellemzők fajlagos értékeinek az összehasonlítása

A 45. ábrából látható, hogy az etanolhányad növelésével

- a fajlagos fogyasztás kissé – 6 %-ig terjedően – emelkedik,
- az effektív hatásfok és az NO_x kibocsátás gyakorlatilag változatlan,
- a HC-kibocsátás mintegy 20 %-ig terjedő értékkel,
- a CO-kibocsátás mintegy 40 %-ig terjedően és
- a füstölésre jellemző fényelnyelés értéke jelentősen – mintegy 70 %-kal – csökken.

A további vizsgálatokhoz szükséges ellenőrző fordulatszámok méréseink, valamint a gyártó javaslata alapján:

- az ENSZ-EGB 49.03 (ESC) teszt vizsgálati fordulatszámai:
 - A fordulatszám: 1300 1/min,
 - B fordulatszám: 1600 1/min és
 - C fordulatszám: 1950 1/min.
- az ENSZ-EGB 96 (traktor) teszt vizsgálati fordulatszámai:
 - névleges fordulatszám: 2100 1/min,
 - közbenső fordulatszám: 1200 1/min.

XV. MÉRÉSEK EGYENÉRTÉKŰ TELJES TERHELÉSEN

Az alternatív motorhajtóanyagokkal (etanol, biodízel) korábban végzett vizsgálataink tapasztalatai alapján felmerült az a kérdés, hogy az emissziós jellemzők alakulásában mekkora szerepet játszik a kisebb energiabevitel miatt csökkent motorteljesítmény. Mivel a motorkonstrukció nem tette lehetővé, hogy az alternatív hajtóanyag mennyiségét (tüzelőanyag-adagát) növeljük meg oly mértékben, hogy a motor a gázolajüzemmel azonos teljesítményt szolgáltatson, a gázolajjal működő motor tüzelőanyag-adagát csökkentettük annyira, hogy teljesítménye az adott (E5, E10, E15) gázolaj-etanol keverékes motorral legyen egyenértékű.

Mivel a különböző etanoltartalmú keverékekkel üzemelő motor teljesítménye eltérő, az egyes keverési arányoknak megfelelően külön „egyenértékű teljes terheléses” méréseket végeztünk.

Az egyenértékű mérések mért és számított adatait a 15. és 16. jegyzőkönyvek tartalmazzák.

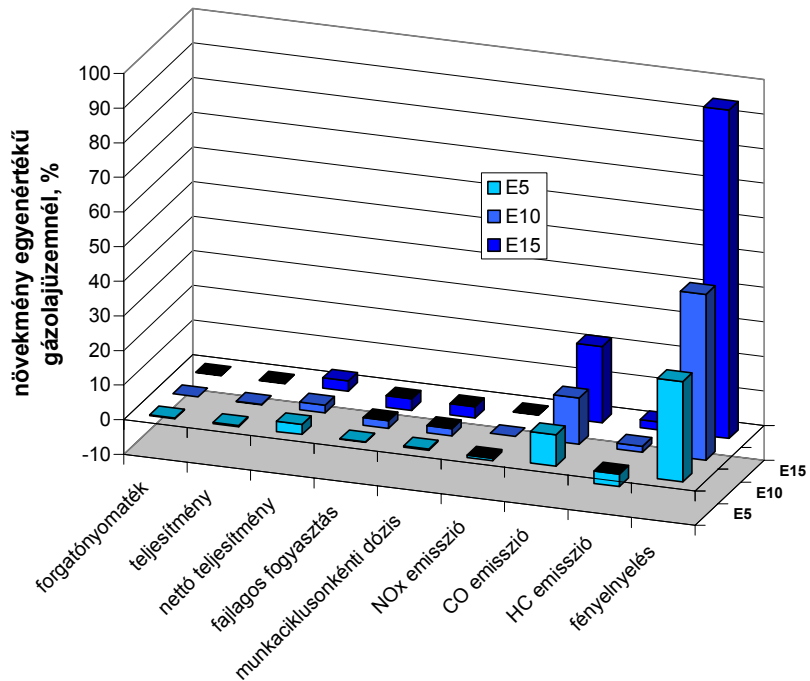
Az eltérések mértékének globális értékeléséhez az adott hajtóanyaggal és beállítással mért jellemzők átlagértékeit hasonlítottuk össze. Az átlagértékeket a 32. táblázat tartalmazza és a 46. ábra szemlélteti.

32. táblázat. Az egyenértékű gázolajos mérések egyes jellemzőinek eltérései a gázolaj-etanol keverékekkel végzett mérésektől, %

	E5	E10	E15
forgatónyomaték	0,2	0,1	-0,1
teljesítmény	0,4	0,2	-0,2
nettó teljesítmény	2,9	2,2	2,9
fajlagos fogyasztás	0,2	-2,2	-3,3
tüzelőanyag-adag	0,4	-2,1	-3,2
NO _x -kibocsátás	-0,7	0,0	-0,1
CO-kibocsátás	9,1	13,4	22,0
HC-kibocsátás	-3,6	1,8	2,3
fényelnyelés	28,9	47,9	94,8

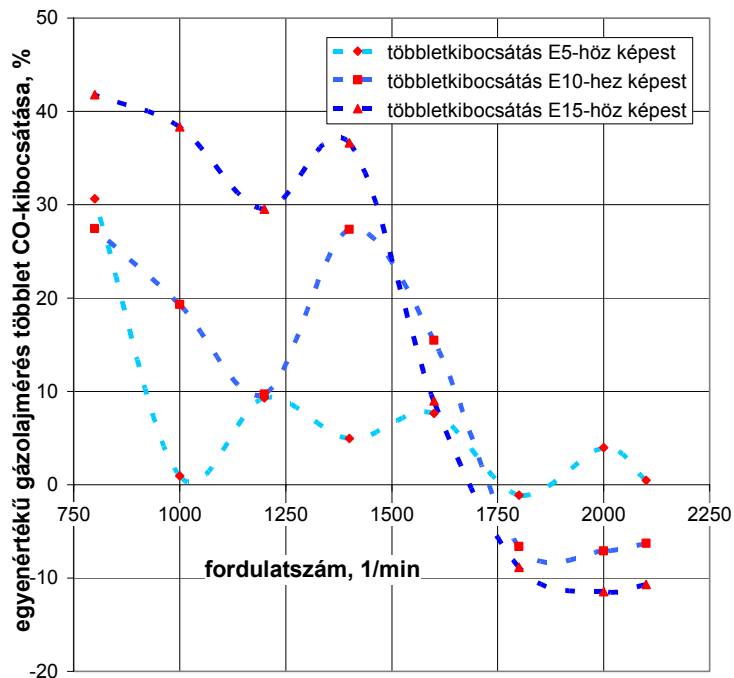
Mind a táblázatból, mind a diagramból kiolvasható, hogy míg a motorikus jellemzők és a károsanyag-kibocsátási jellemzők közül az NO_x-kibocsátás és a HC-kibocsátás eltérése mérési pontosságon belüli, vagy annak közelében van; addig a CO-kibocsátás és a fényelnyelés a gázolaj-etanol üzemben jelentős mértékben kedvezőbb.

Ezért a következőkben e két jellemző alakulását vizsgáljuk meg közelebbről.



46. ábra. Az egyenértékű terhelésen mért gázolajos üzem jellemzőinek eltérései a gázolaj-etanol keverékekkel végzett mérések eredményeitől

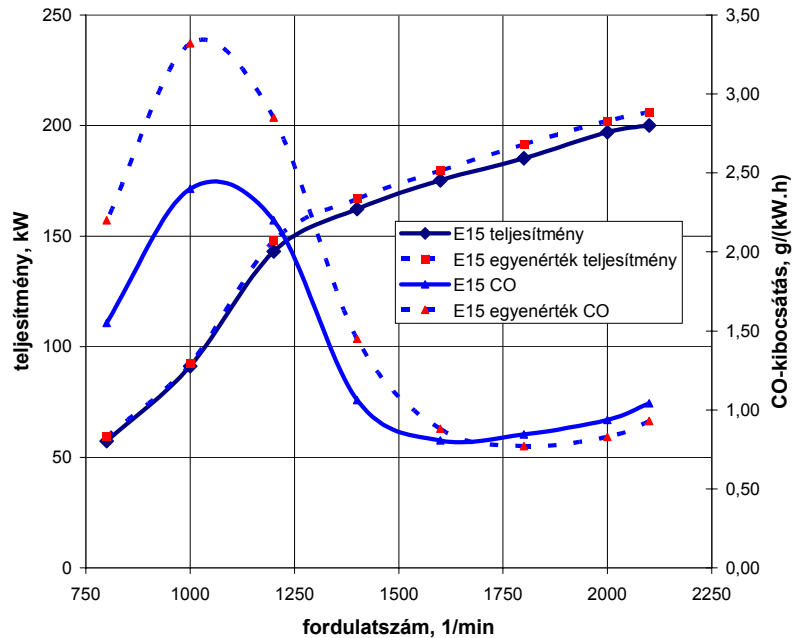
A CO-kibocsátás alakulását a fordulatszám függvényében a 47. ábrán mutatjuk be. Az ábrán az adott gázolaj-etanol keverékkel az adott fordulatszámon mért CO-kibocsátást tekintettük 100 %-nak.



47. ábra. Az egyenértékű gázolajos üzemen mért többlet CO-kibocsátás a gázolaj-etanol keverékkel működő motor kibocsátásához képest

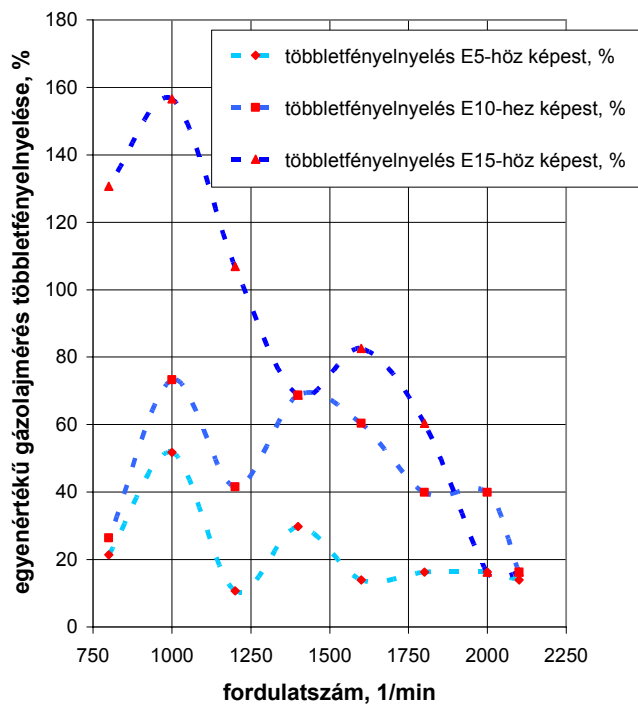
A diagram azt mutatja, hogy a gázolaj-etanol keverékekkel azonos teljesítményt leadó gázolajüzemű motorok 1700...1750 1/min fordulatszám alatt jelentősen nagyobb

CO-kibocsátásúak, míg e fordulatszám felett valamivel kevesebb a kibocsátásuk. Ezen ellentétes változások eredője a 32. táblázatban lévő 9...22 %-os különbség a gázolaj-etanolos keverékek javára. A CO-csökkenés mértéke az etanolhányad növekedésével egyre nagyobb. A vizsgált keverékek közül CO-kibocsátás szempontjából legkedvezőbb az E15-ös keverék, az erre vonatkozó diagramot a 48. ábrán mutatjuk.



48. ábra. CO-kibocsátás E15 gázolaj-etanol keverékkel és egyenértékű teljesítményű gázolajüzemű motorral

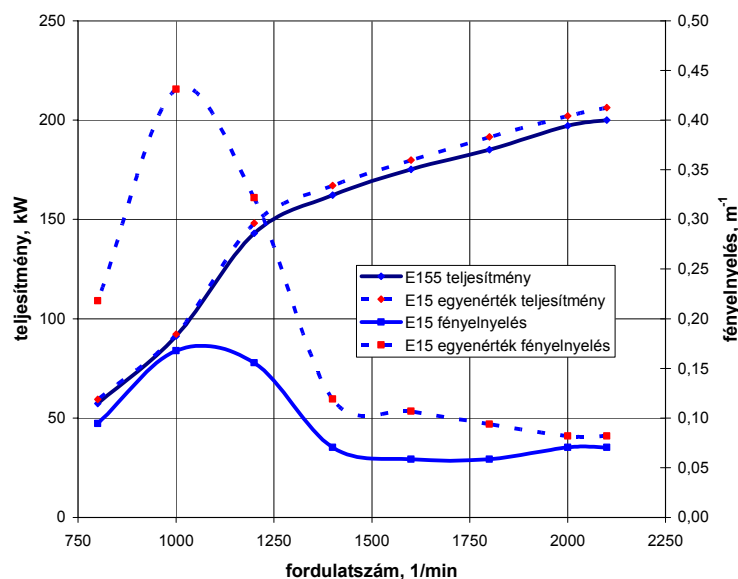
Az ábrába a motorteljesítményt is berajzoltuk.



49. ábra. Az egyenértékű gázolajos üzemben mért többlet fénynyelés a gázolaj-etanol keverékkel működő motor fénynyeléséhez képest

A füstűrűségre jellemző fényelnyelés változása karakteresebb. Alakulását a fordulatszám függvényében a 49. ábrán mutatjuk be. Az ábrán az adott gázolaj-etanol keverékekkel az adott fordulatszámon mért fényelnyelést tekintettük 100 %-nak.

A diagram azt mutatja, hogy a gázolaj-etanol keverékekkel azonos teljesítményt leadó gázolajüzemű motorok a teljes fordulatszám-tartományban jelentősen nagyobb fényelnyelésűek, mint a gázolaj-etanolos motorok. Ezen változások eredője a 32. táblázatban lévő 29...95 %-os különbség a gázolaj-etanolos keverékek javára. A fényelnyelés-csökkenés mértéke az etanolhányad növekedésével egyre nagyobb. A vizsgált keverékek közül legkedvezőbb az E15-ös keverék, ennek diagramját az 50. ábra mutatja.



50. ábra. Fényelnyelés E15 gázolaj-etanol keverékkel és egyenértékű teljesítményű gázolajüzemű motorral

Az ábrába a motorteljesítmény is berajzoltuk.

Az egyenértékű teljes terhelésen végzett mérések összefoglalásaként az állapítható meg, hogy a károsanyag-kibocsátás változása gázolaj-etanol keverékkel működő motorok kisebb teljesítményét figyelembe véve is hasonló jellegű, de kisebb mértékű, mint a teljes terheléses mérésekhez hasonlítva. A változások mértékét a 33. táblázatban foglaljuk össze.

33. Károsanyag-kibocsátás alakulása

	teljes terheléses gázolajüzemhez hasonlítva			egyenértékű gázolajüzemhez hasonlítva		
	E5	E10	E15	E5	E10	E15
NO _x -kibocsátás	100,9	100,0	101,5	100,7	100,0	100,1
CO-kibocsátás	92,0	87,7	76,6	91,7	88,2	82,0
HC-kibocsátás	84,7	89,8	89,3	103,7	98,3	97,8
fényelnyelés	81,7	62,0	43,3	77,6	67,6	51,3

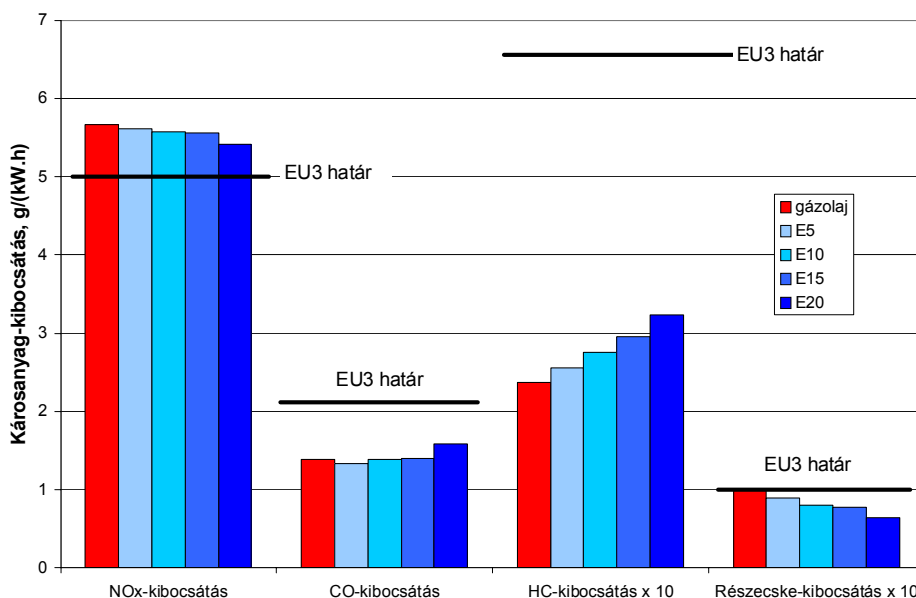
XVI. A JÁRMŰMOTOROKRA VONATKOZÓ ENSZ EGB 49.03 SZ. ELŐÍRÁS (ESC) SZERINTI MÉRÉSEK ÉRTÉKELÉSE

A mért és a számított adatokat tartalmazó 3. és 5. sz. (gázolajjal), 8, 11., 14., 19. és 21. sz. (gázolaj-etanol keverékekkel) jegyzőkönyvek a mellékletben vannak. A mérési eredményekből az ENSZ-EGB 49.03 előírás szerint számított súlyozott számtani középértékeket a 34. táblázatban foglaljuk össze.

34. táblázat. Gázolajjal és etanol-gázolaj keverékekkel végzett ESC mérések eredményei

	NO _x -	CO-	HC-	Részecske-
	kibocsátás	kibocsátás	kibocsátás	
g/(kW·h)				
G	5,66	1,39	0,24	0,100
E5	5,61	1,32	0,26	0,090
E10	5,58	1,38	0,28	0,080
E15	5,57	1,40	0,30	0,077
E20	5,41	1,58	0,32	0,063
<i>EU3 határérték</i>	<i>5,0</i>	<i>2,1</i>	<i>0,66</i>	<i>0,1</i>

A táblázat adatait az 51. ábrán szemléltetjük



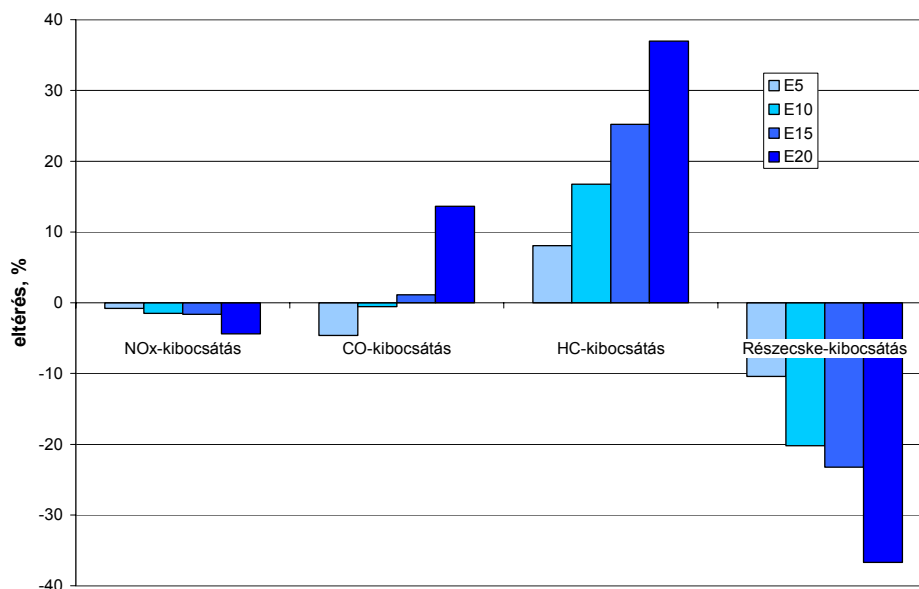
51. ábra. Gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel végzett ESC mérések eredményei

A diagramból és a táblázatból látható, hogy az EU2 minősítésű vizsgálati motor már gázolajjal is csaknem teljesítette az EU3-as előírásokat: CO- és HC-kibocsátás szempontjából bőven a határértékek alatt teljesített; részecske-kibocsátás szempont-

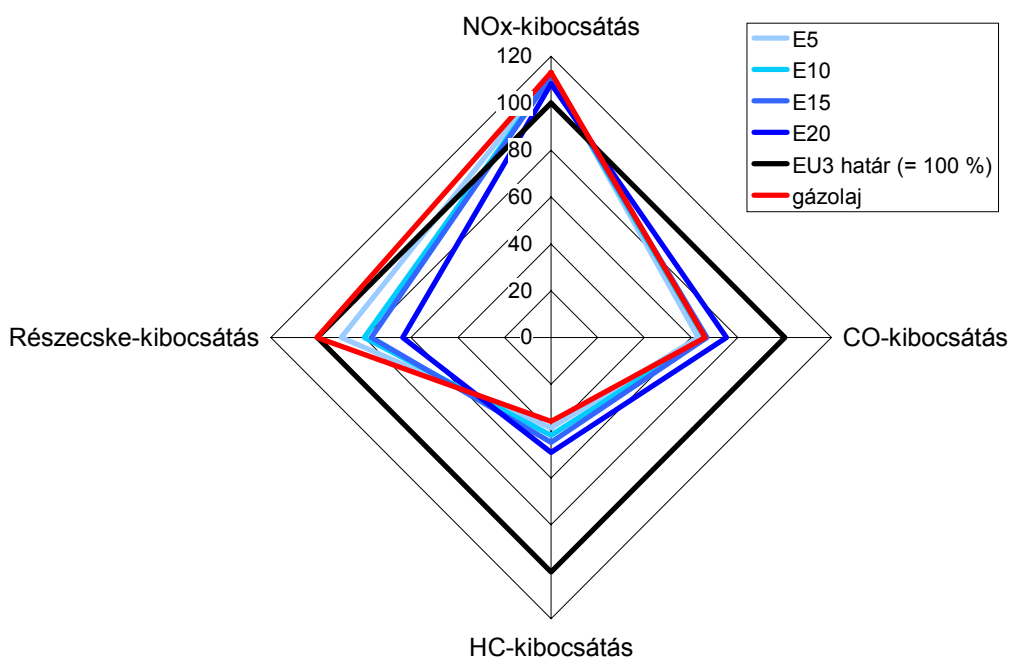
jából éppen teljesítette a határértéket, csak az NO_x -kibocsátás volt mintegy 13 %-kal a megengedett érték felett.

A gázolaj-etanol keverékekkel a kritikus NO_x - és részecskékibocsátások csökkennek, míg a jóval határérték alatti CO- és HC-kibocsátások növekednek.

Az előzőek alapján, a gázolajjal mért és számított értékeket 100 %-nak véve, elkészítettük a gázolajjal és a gázolaj-etanol keverékekkel működő motorok összehasonlító diagramját (52. ábra).



52. ábra. Gázolaj-etanol keverékekkel végzett ESC mérések eltérése a gázolajjal végzett mérések eredményeitől (gázolaj = 100 %)



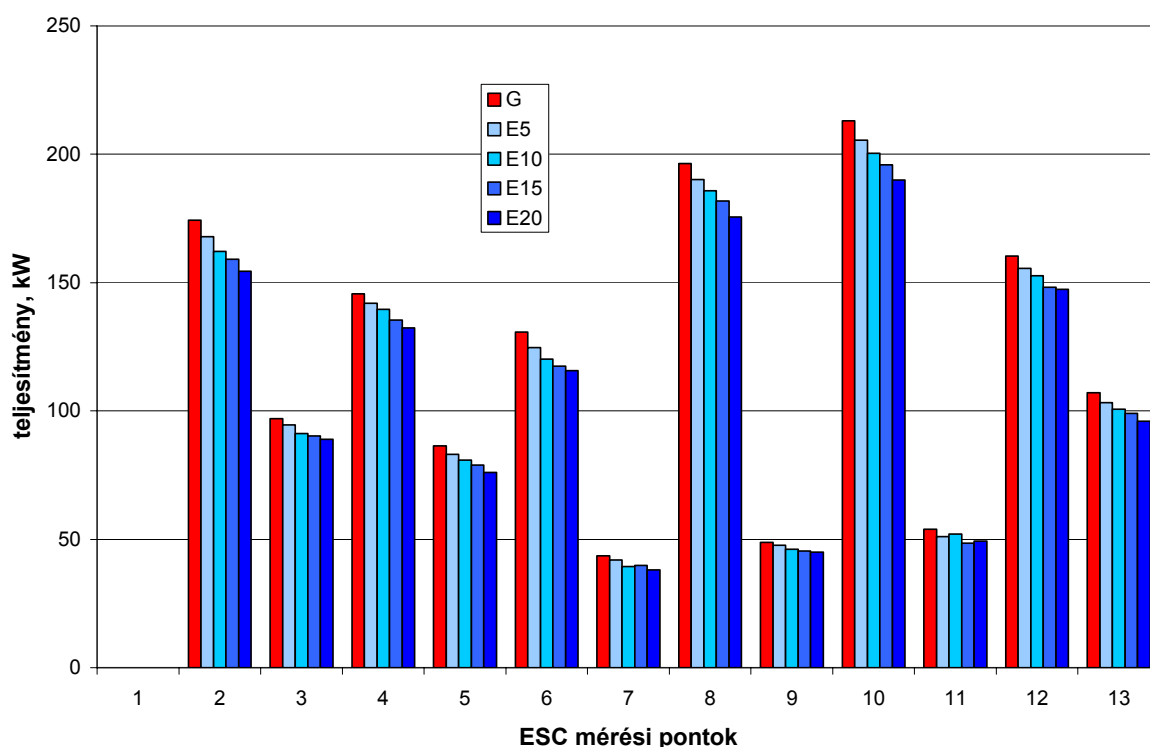
53. ábra. Gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel végzett ESC mérések összehasonlítása (EU3 határértékek = 100 %)

A diagramból is látható, hogy etanol hozzáadásának hatására éppen a határérték-közeliség szempontjából két legérzékenyebb káros anyag – a nitrogénoxidok és a részecske-kibocsátás – mennyisége alakul kedvező irányban.

Ugyanezt a tendenciát szemlélteti a 53. ábra, amelyen az EU3 előírás határértékeit vettük összehasonlítási alapnak.

XVII. RÉSZTERHELÉSES MÉRÉSEK ÉRTÉKELÉSE

A részterheléses mérések vizsgálati pontjainak terhelését az ENSZ-EGB 49.03 előírás a motor által az adott fordulaton teljesített legnagyobb teljesítmény (terhelés) százalékában írja elő. Ennek megfelelően – mivel a motorbeállításon nem változtatunk – a keverékekkel a motor teljesítménye csökkent. Ezt véve alapul, az etanolt tartalmazó keverékekkel természetesen a részterhelési pontok is kisebb teljesítményre adódtak (l. 54. ábra).

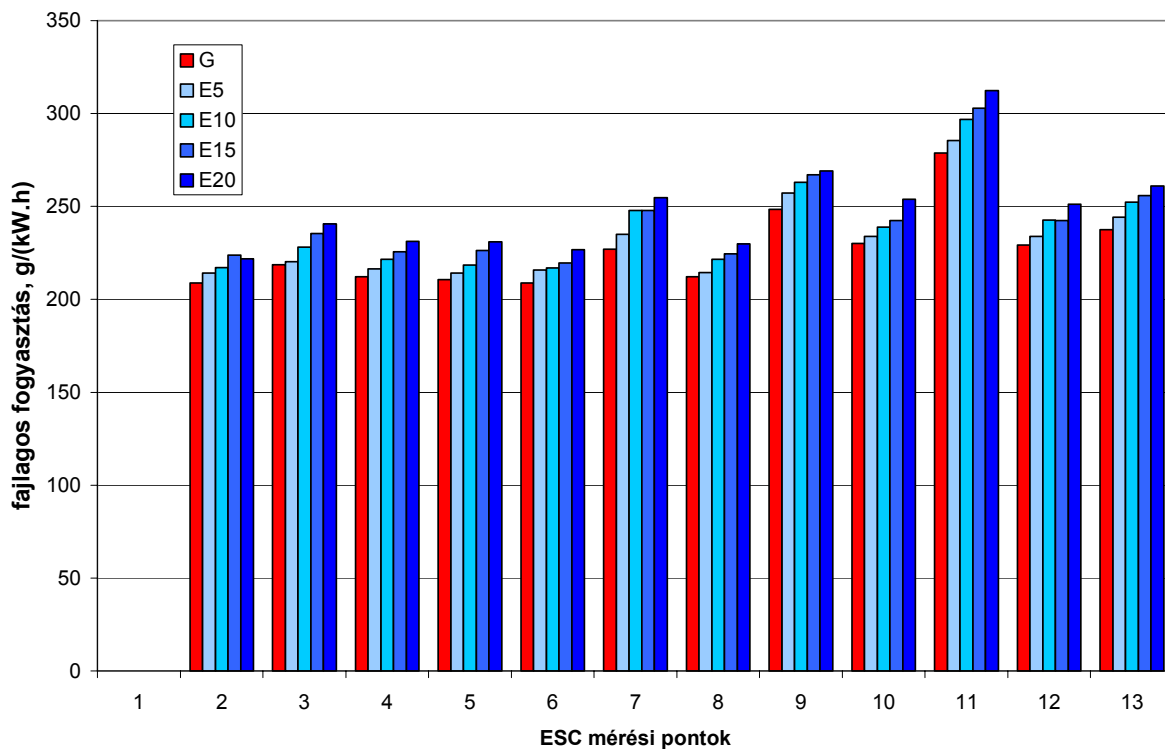


54. ábra. Részterhelési teljesítmények az ESC mérési pontokban

A diagramból látható, hogy a részterhelési teljesítmények ugyanazt a tendenciát mutatják, mint a teljes terheléses mérések (XIV. fejezet).

A részterheléses fajlagos fogyasztások változása is hasonló a teljes terheléses méréseknél tapasztaltakkal (55. ábra).

Azért, hogy a motor részterheléses viselkedésének tendenciáját megismerjük, külön is végeztünk néhány kiértékelést a részterheléses mérésekről. Az ezek eredményeit szemléltető diagramokból a leggyakrabban használt motorüzemi tartományban – ha közelítőleg is – a sokkal több mérést igénylő jellegmezők (kagylódiagramok) alakjára lehet következtetni.



55. ábra. A fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás az ESC vizsgálat mérési pontjaiban

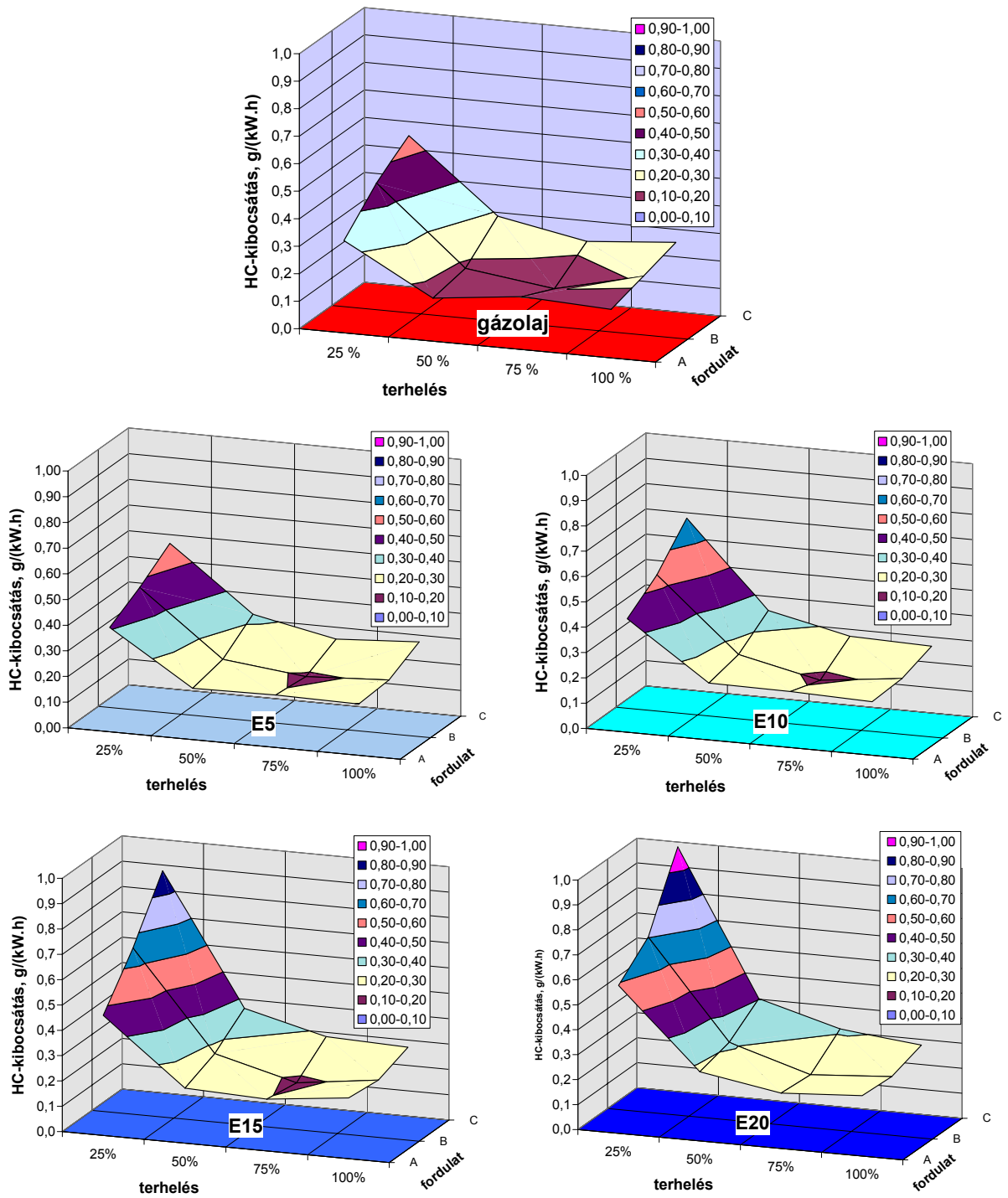
Az 56. ábrán a szénhidrogén-kibocsátás alakulását mutatjuk a gázolajjal és a különböző etanoltartalmú keverékekkel.

Az ábrák jól szemléltetik a HC-kibocsátás jellegét: adott tüzelőanyaggal a legnagyobb HC-kibocsátás a kis terhelésű és nagy fordulátú üzemi tartományba a legkisebb a közepes terhelés kis-közepes fordulátú üzemi tartományba esik. A HC-kibocsátás nagysága – főként kisebb terheléseken az etanol hozzáadásának hatására jelentősen emelkedik.

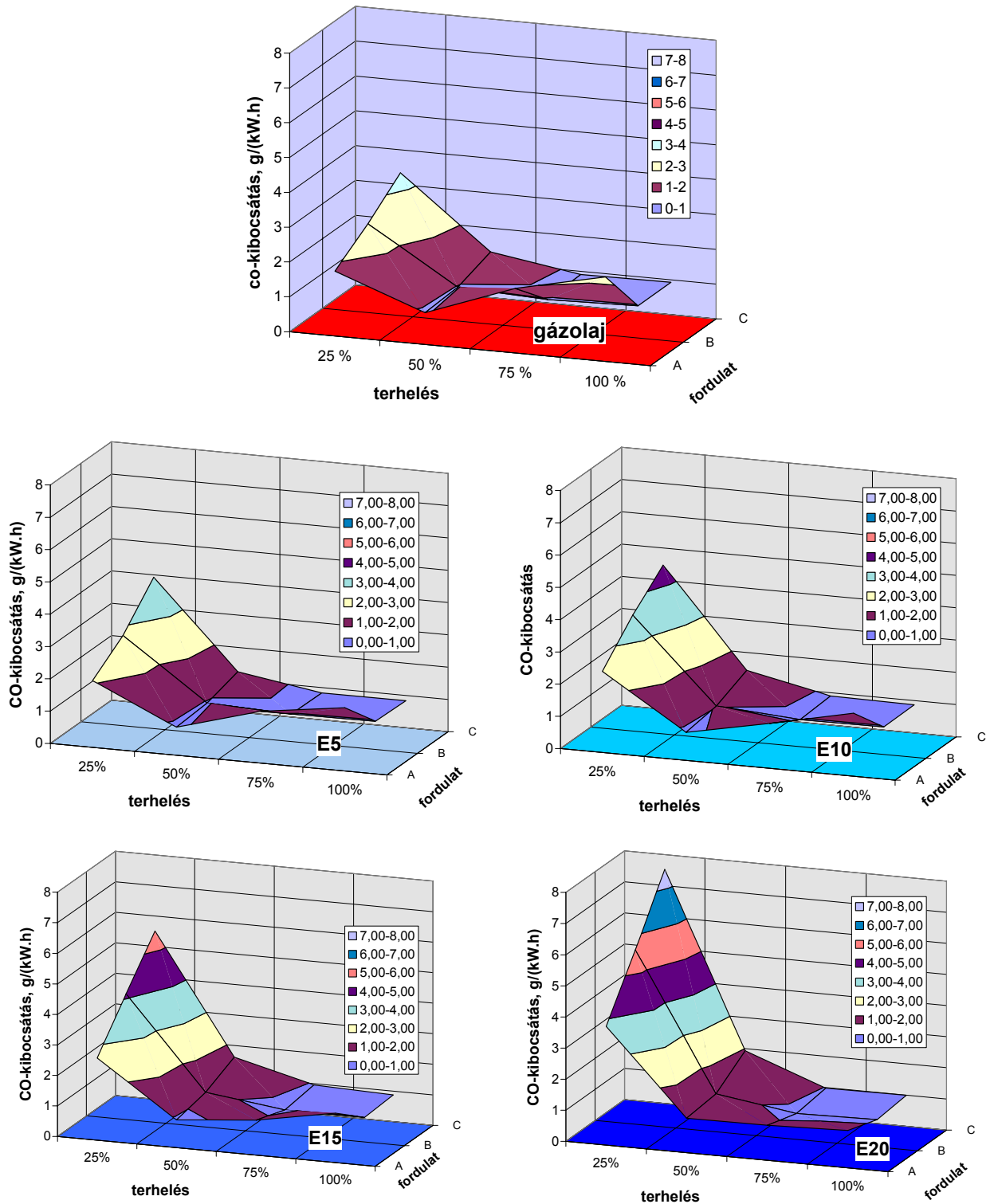
Az 57. ábrán a szén-monoxid-kibocsátás jellege látható a gázolajjal és a különböző etanoltartalmú keverékekkel.

A diagramok alapján a CO-kibocsátás tendenciája: adott tüzelőanyaggal a kibocsátás maximuma a kis terhelés-nagy fordulát tartományba, minimuma a közepes terhelés-közepes fordulát tartományban van. Etanol hozzáadásának hatására kis terheléseknél erősebben, máshol kisebb mértékben emelkedik a CO-kibocsátás.

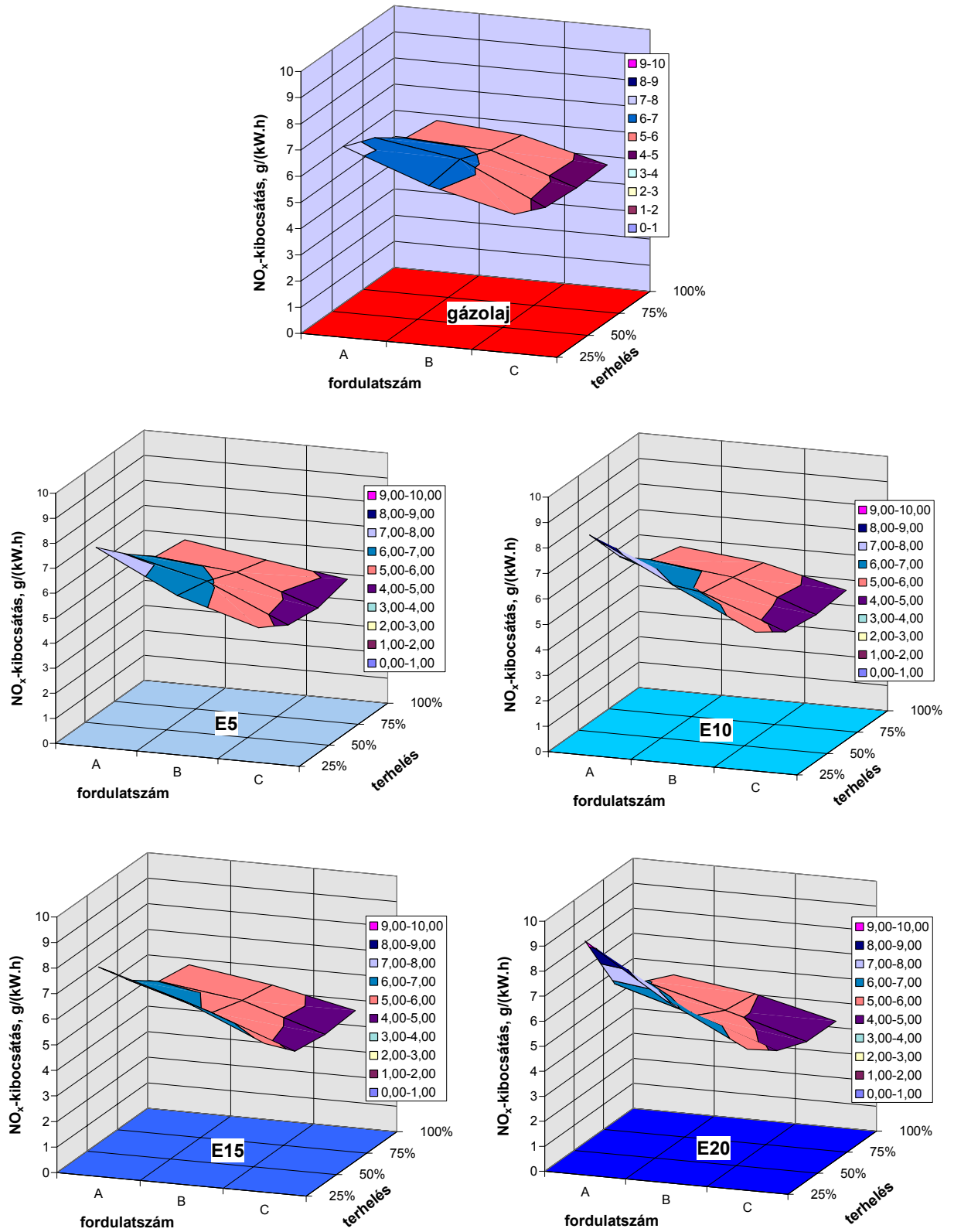
Az 58. ábrán a nitrogénoxidok alakulását mutatjuk a gázolajjal és a különböző etanoltartalmú keverékekkel. A legtöbb nitrogénoxidot a kis terhelésű, kis fordulatszámú üzemi tartományban, a legkevesebbet a közepes-nagy terheléseken és nagy fordulatszámokon bocsátja ki a motor. Etanol hatására nagy fordulatszámokon kissé csökken, akis fordulát-kis terhelés tartományban nő az NO_x-kibocsátás.



56. ábra. A szénhidrogén-kibocsátás alakulása gázolajjal és különböző etanoltartalmú keverékekkel



57. ábra. A szén-monoxid-kibocsátás jellege gázolajjal és a különböző etanoltartalmú keverékekkel



58. ábra. A nitrogénoxid kibocsátás jellege gázolajjal és különböző etanoltartalmú keverékekkel

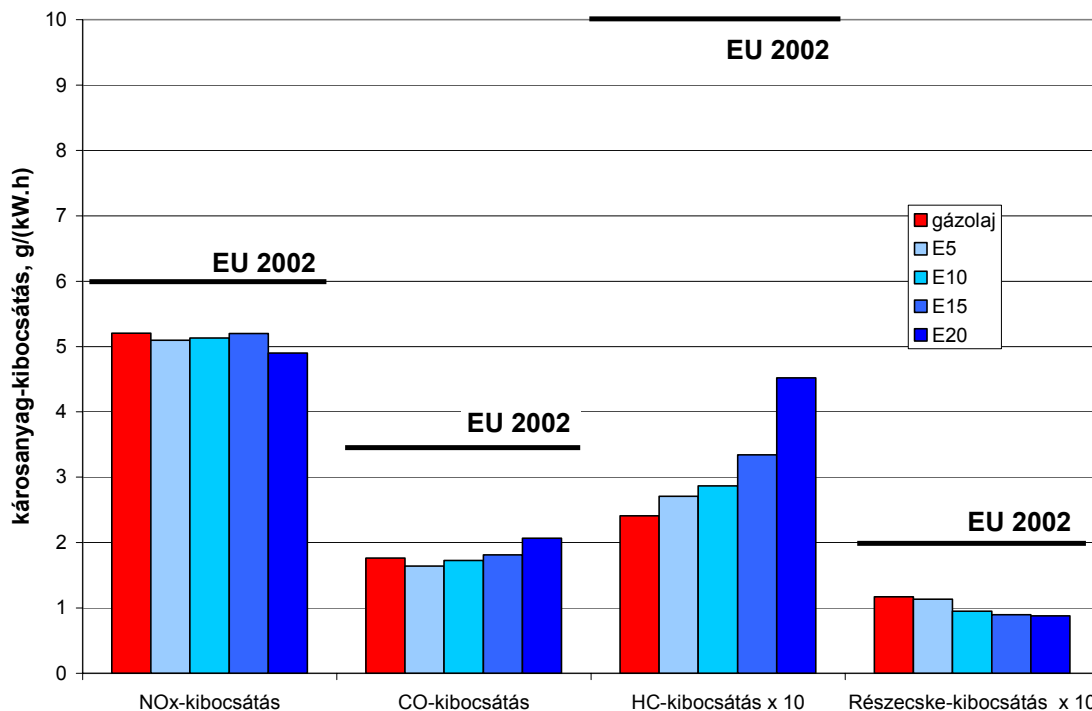
XVIII. A NEM KÖZÚTI JÁRMŰ- ÉS TRAKTORMOTOROKRA VONATKOZÓ ENSZ EGB 96 SZ. ELŐÍRÁS SZERINTI MÉRÉSEK ÉRTÉKELÉSE

A mért és a számított adatokat tartalmazó 4. sz. (gázolajjal), 7., 10., 13. és 18. sz. jegyzőkönyvek (gázolaj-etanol keverékekkel) a mellékletben vannak. A mért értékekből az ENSZ-EGB 96 előírás szerint számított súlyozott számtani középértékeket a 35. táblázatban foglaljuk össze.

35. táblázat. ENSZ-EGB 96 mérések eredményei gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel				
	NO _x - kibocsátás	CO- kibocsátás	HC- kibocsátás	Részecske- kibocsátás
g/(kW·h)				
G	5,20	1,76	0,24	0,1172
E5	5,09	1,64	0,27	0,1134
E10	5,13	1,73	0,29	0,0954
E15	5,20	1,81	0,33	0,0895
E20	4,90	2,07	0,45	0,0879
<i>EU határérték 2002-ig</i>	9,2	5,0	1,3	0,54
<i>EU határérték 2002-től</i>	6,0	3,5	1,0	0,20

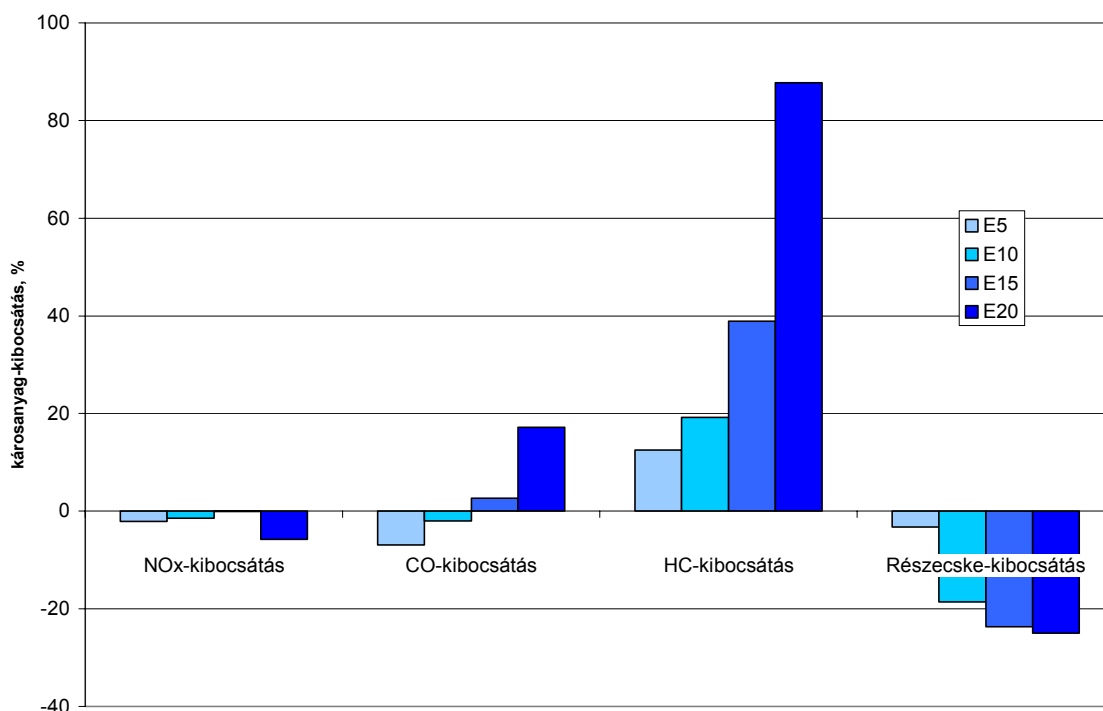
A táblázat adatait az 59. ábrán szemléltetjük.

A diagramból és a táblázatból látható, hogy az ENSZ-EGB 49 előírás szerint EU2 minősítésű vizsgálati motor mind gázolajjal, mind gázolaj-etanol keverékekkel teljesíti a nem közúti jármű motorjára vonatkozó ENSZ-EGB 96 előírásokat: CO-, CH-, és részecske-kibocsátás szempontjából bőven a határértékek alatt teljesített; de az NO_x-kibocsátás sem lépte túl a megengedett határértéket.



59. ábra. Gázolajjal és gázolaj-benzin keverékekkel végzett ENSZ-EGB 96 mérések eredményei

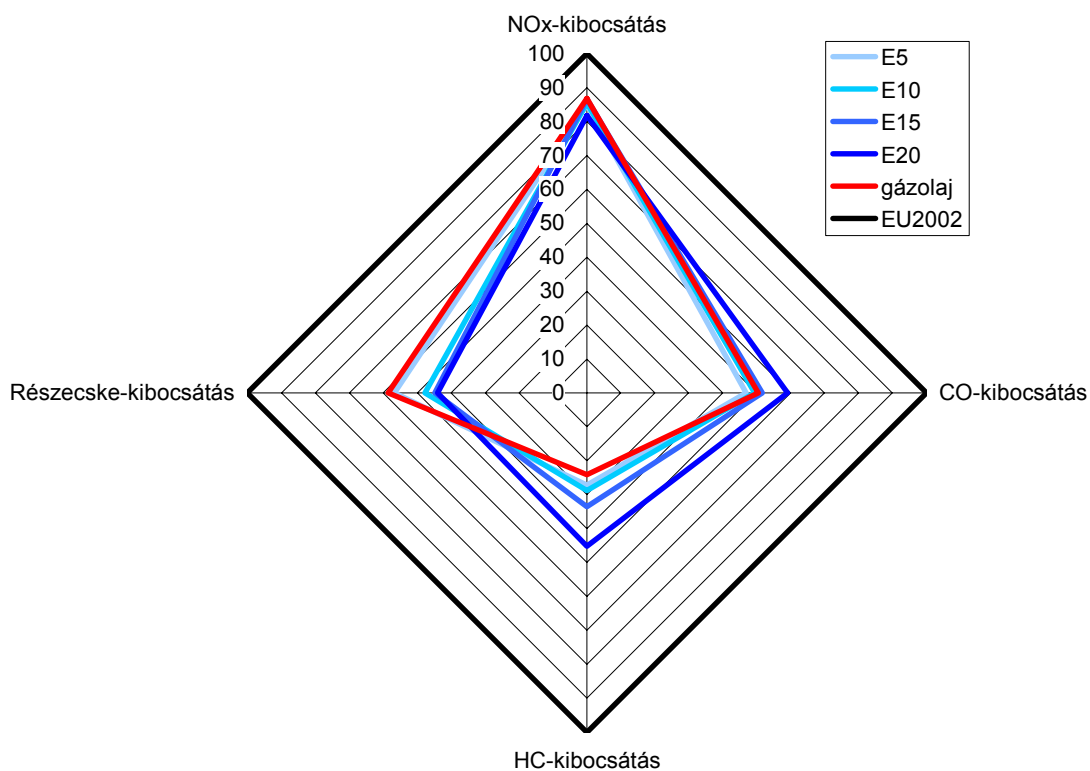
Az előzőek alapján, a gázolajjal mért és számított értékeket 100 %-nak véve, elkészítettük a gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel működő motor károsanyag-kibocsátásának különbségét szemléltető összehasonlító diagrammot (60. ábra).



60. ábra. Gázolajjal és gázolaj-etanol keverékekkel végzett ENSZ-EGB 96 mérések összehasonlítása (gázolaj = 100 %)

Az 55. ábrán közölt diagramból is látható, hogy a gázolaj-etanol keverékekkel éppen a dízelmotorok károsanyag-kibocsátásánál legkritikusabb két összetevője – az NO_x - és a részecskekibocsátás alakul kedvező irányban.

Hogy a viszonylag nagymértékű HC-kibocsátás-növekmény hatását szemléltessük, elkészítettük a 61. ábrát, amelyen az ENSZ-EGB 96 előírás 2002-től érvényes határértékeit vettük összehasonlítási alapnak.

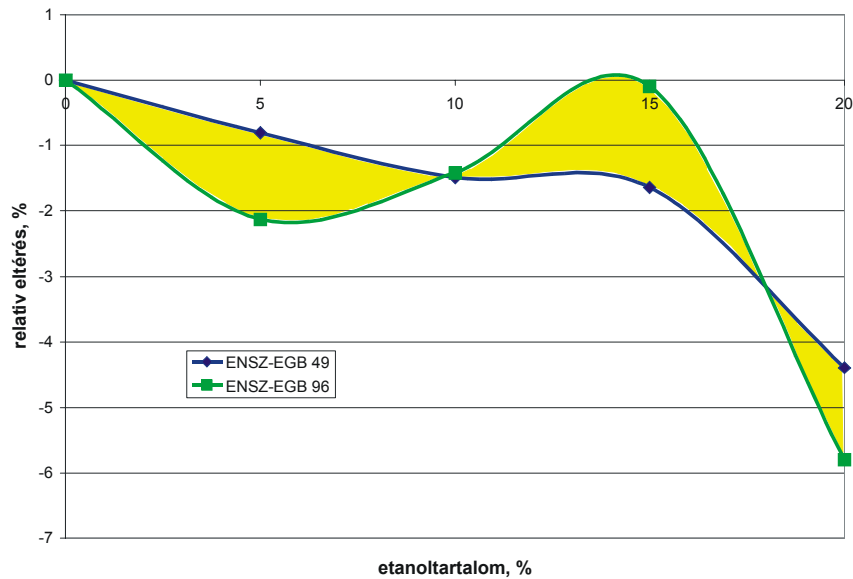


61. ábra. Gázolajjal és E15 keverékkel végzett ENSZ-EGB mérések összehasonlítása (EU2002 határértékek = 100 %)

Az ábra jól szemlélteti, hogy a HC-kibocsátás százalékosan nagymértékű – akár közel kétszeresére – növekedése sem veszélyezteti az EU határértékek teljesítését.

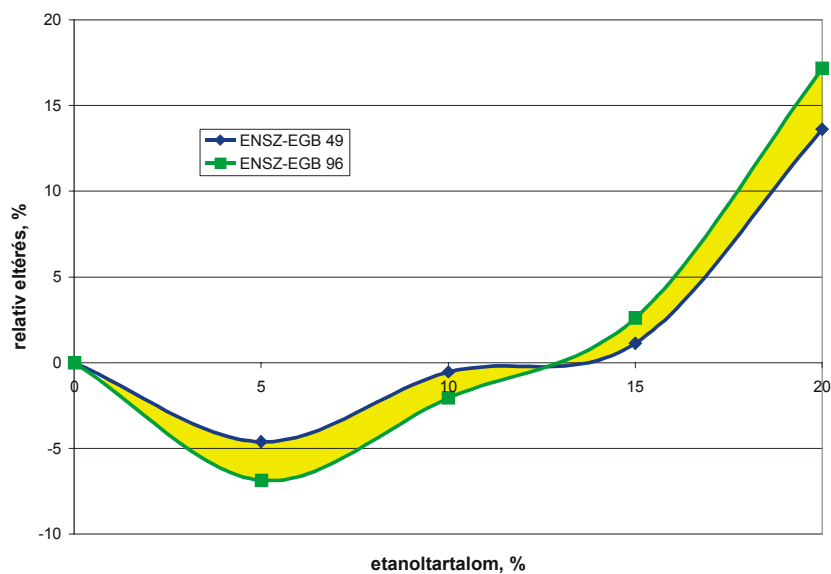
XIX. AZ ENSZ EGB 49 (ESC) ÉS AZ ENSZ EGB 96 SZERINTI MÉRÉSÉK EGYBEVETETT ÉRTÉKELÉSE

Az etanol hozzákeverésének a hatása szemléletesen kimutatható, ha az ENSZ EGB 49 és 96 mérések előírás szerinti súlyozott eredmények gázolajos üzemű eredményekhez viszonyított fajlagos eltéréseit az etanolhányad függvényében ábrázoljuk.



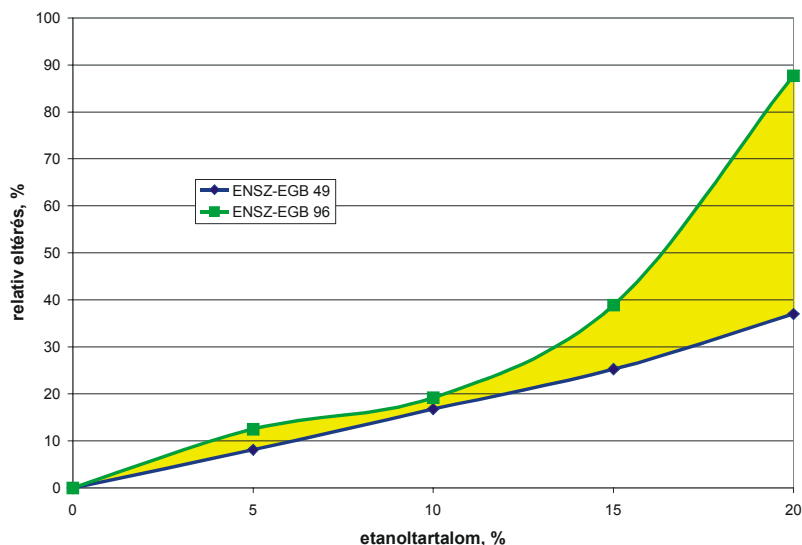
62. ábra. NO_x -kibocsátás fajlagos eltérése a gázolajos kibocsátáshoz viszonyítva az etanolhányad függvényében

A nitrogénoxidok kibocsátását az etanol hozzákeverése csökkenti (62. ábra). A csökkenés mértéke 15 % etanol hozzákeveréséig nem jelentős, 1...2 % nagyságú. Az E20-as gázolaj-etanol keverékkel azonban már mintegy 5 %-os csökkenést mutat a diagram.



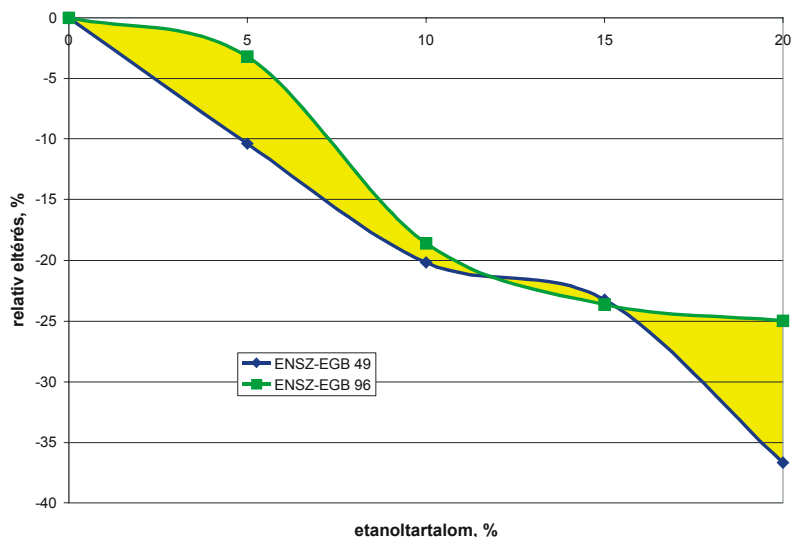
63. ábra. CO-kibocsátás fajlagos eltérése a gázolajos kibocsátáshoz viszonyítva az etanolhányad függvényében

Az 63. ábrán a CO-kibocsátás alakulása figyelhető meg. 5 % etanoltartalom környékén 5...7 % csökkenéssel minimuma van a görbének, ezután a görbe emelkedni kezd és 20 %-os keveréknél már mintegy 15 %-os többlet látható.



64. ábra. HC-kibocsátás fajlagos eltérése a gázolajos kibocsátáshoz viszonyítva az etanolhányad függvényében

A szénhidrogén-kibocsátás az etanol hatására az ENSZ EGB 49 méréseknél lineárisan, a kisebb terheléseket figyelembevevő ENSZ EGB 96 méréseknél nagyobb etanoltartalmaknál rohamosan emelkedik (64. ábra). 20 % etanol hatására már csaknem kétszer akkora a HC-kibocsátás, mint gázolajos üzemben.



65. ábra. Részecske-kibocsátás fajlagos eltérése a gázolajos kibocsátáshoz viszonyítva az etanolhányad függvényében

Ezzel szemben a részecske-kibocsátás az etanol hatására jelentősen csökken (65. ábra). 20 %-nyi etanol hatására már 25...35 %-os csökkenés olvasható ki a diagramból.

XX. ENSZ-EGB 49.03 SZ. ELŐÍRÁS SZERINTI MINŐSÍTŐ MÉRÉS

A minősítő mérés vizsgálati hajtóanyag-keverékének kiválasztása

Az etanol alkalmazása belsőégésű motorok hajtóanyaga összetevőjeként vagy egyes különálló üzemeltetőknél, vagy országos szinten lehetséges. Ha az Európai Bizottságnak az Európa Parlament és Tanács részére készített javaslatát [67] tartjuk szem előtt – mely a tagországok részére évente növekvő mennyiségű biohajtóanyag felhasználását írja elő – akkor a második lehetőségnek van realitása.

Mivel azonban a rendelkezésre álló etanol mennyisége korlátozott, a vizsgálatok folytatását a vizsgált gázolaj-etanol keverékek közül a legkisebb etanoltartalmú E5 jelű keverékkel tartjuk célszerűnek. Ezt egyéb okok is alátámasztják: a kisebb mennyiségű etanol

- csak kissé rontja a gázolaj cetánszámát és kenőképességét, ami kevesebb adalék hozzáadásával kompenzálható,
- oldhatósága gázolajban könnyebben, kevesebb emulgeátor adalékolásával – esetleg emulgeátor nélkül – érhető el,
- nem rontja jelentősen a motor jellemzőit (teljesítmény, hatósugár), ezért
- nem igényli a motorbeállítások megváltoztatását (ennek akkor van jelentősége, ha a területet nem fedő ellátás miatt a motornak hol gázolajjal, hol keverékkel kell üzemelnie),
- az NO_x- és CO-kibocsátásnak az E5 keverékkel minimuma van, és
- már ez a kis etanolmennyiség is teljes terhelésnél közel 20 %-kal, a teljes üzemi tartományban 5...10 %-kal csökkenti a motor füstölésére jellemző fényelnyelést.

Fentiek alapján felkértük

- a MOL Kutatási-Fejlesztési Osztályát az E5 gázolaj-etanol keverék motorikus szempontból lényegesebb tulajdonságainak megállapítására, és
- a Közlekedéstudományi Intézet Rt. Motortechnikai és Levegőtisztaság-védelmi Tagozatát az E5 gázolaj-etanol keverékkel üzemelő motor minősítő vizsgálatainak elvégzésére.

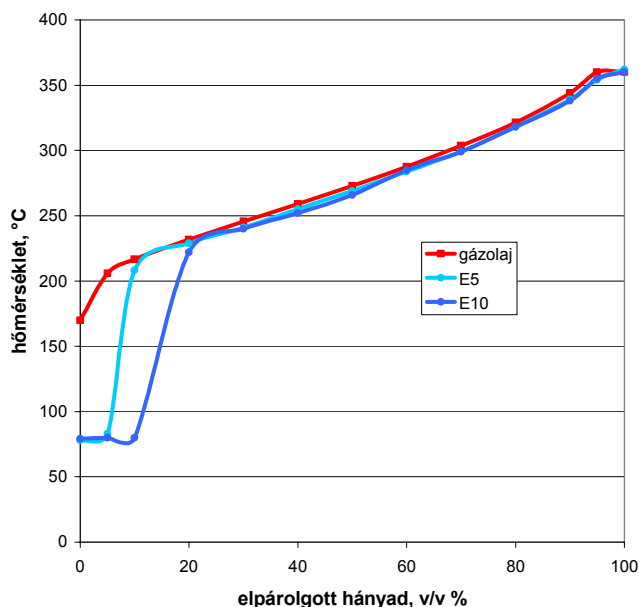
Az E5 keverék motorikus tulajdonságai

A MOL Kutatási-fejlesztési Osztálya az összehasonlítás alapjául szolgáló gázolaj és az E5 és E10 gázolaj-etanol keverékek desztillációs tulajdonságait, lobbanáspontját, viszkozitását, cetánszámát és a kenési tulajdonságokra jellemző HFRR-számot határozta meg. A méréseredményeket – kiegészítve a szabványok által előírt értékekkel a 36. táblázatban közöljük.

36. táblázat. Az E5 gázolaj-etanol keverék tulajdonságai

		MSZ 1627	MSZ EN 590	mért (számított) jellemzők		
				gázolaj	E5	E10
Sűrűség 15 °C-on,	kg/mm ³	820-860	820-845	0,840	0,837	0,835
Cetánszám	-		min. 51	59	52	47
Desztillációs jellemzők: átdesztillált mennyiség,	v/v %	max. 65	max. 65	30 %	30 %	30 %
		250 °C-ig	max. 65	30 %	30 %	30 %
	350 °C-ig	min. 85	min. 85	90 %	90 %	90 %
95 %-os pont	°C		max. 360	360	354	355
Kinematikai viszkozitás,	mm ² /s	20 °C-on 3,0-8,0	40 °-on 2,0-4,5	2,98	2,71	2,46
Lobbanáspont (PM)	°C	min. 55	min. 55	61	13	10
HFFR	µm		max. 460	355	331	368

A mérések alapján megrajzolt desztillációs görbét a 66. ábrán közöljük.



66. ábra. Desztillációs görbe

A táblázat és a diagram azt mutatják, hogy az E5 gázolaj-etanol keverék a szabvány előírásait – a lobbanáspont kivételével – teljesíti. A lobbanáspont értéke viszont az alkohol hatására gyakorlatilag az alkoholnak megfelelő értékre csökken. (Erre utal a desztillációs görbe kezdeti szakasza is.) Ennek az a következménye, hogy – amint erre a jelentés első részében is felhívtuk a figyelmet – a gázolaj-etanol keverékek tűzveszélyessége a benzín (és az etanol) tűzveszélyességével azonos.

A minősítő vizsgálat

A minősítő vizsgálatot a Közlekedéstudományi Intézet Rt. akkreditált motorlaboratóriumában, az Intézet munkatársai végezték [24], az erről szóló 21. sz. mérési jegyzőkönyvet a melléklet tartalmazza. A káros anyagok előírás szerinti súlyozott számtani középértékeit és a megengedett határértékeket a 37. táblázat tartalmazza

37. táblázat. A minősítő mérések eredményei

Káros anyag	Teljesített érték		EU2 határérték	EU3 határérték
NOx-kibocsátás:	5,65	g/(kW.h)	7,00	5,00
CO-kibocsátás:	1,34	g/(kW.h)	4,00	2,10
HC-kibocsátás:	0,25	g/(kW.h)	1,10	0,66
PT-kibocsátás:	0,0902	g/(kW.h)	0,15	0,10

A mért értékek és a megengedett határértékek összevetése alapján megállapítható, hogy a gyártó által gázolajjal EU2 minősítéssel szállított motor az E5 gázolaj-etanol keverékkel is megfelel ennek az előírásnak (és egy komponens kivételével az EU3 előírásnak is).

A Közlekedéstudományi Intézet Rt. minősítési javaslatát a melléklet tartalmazza.

XXI. GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK

A számítások során [72], az etanol motorhajtóanyagként való alkalmazásának gazdasági körülményeit, lehetőségeit vizsgáltuk. A vizsgálatot egy városi forgalomban közlekedő Rába D10-es motoros szóló autóbusz, illetve egy 120 egységjárműves buszgarázs mintáján végeztük el. A módszer a következőképpen épült fel:

Először számításba vettük azokat a tényezőket, ahol az etanol alkalmazása többletköltségeként jelentkezik. Ezek a költségeket két nagy csoportra bontottuk, mégpedig időbeliségük szerint: egyszeri illetve folyamatos költségekre. Az E5 gázolaj-etanol keverék használatakor egyszeri költségekkel nem keletkeznek, mert a motor átalakítása nem szükséges, a tárolási kapacitás a rendelkezésre áll, s a technológiája megfelelő. A folyamatos költségek az etanol és a gázolaj árkülönbségén és az azonos teljesítmény eléréséhez szükséges mennyiségi különbségen alapulnak.

A költségek után megvizsgáltuk azokat a területeket, ahol az etanol alkalmazása előnyös. Ez a terület további elemzési lehetőségeket is rejt magában – például mezőgazdasági szektorban várható megtakarítások – azonban a terjedelmi korlátok miatt ezek vizsgálatától eltekintettünk¹. A felhasználás során jelentkező előnyök közül a legfontosabb a levegőszennyezés és a kárelhárítási költségek csökkenése. Az externális hatásokat internalizálva megbecsültük ezeknek a feltehető értékét. A költségek és a megtakarítások ezek után kerültek összevetésre.

Az alábbiakban a bevezetésre javasolt E5 gázolaj-etanol keverék hajtóanyagra végzett számításokat közöljük.

Folyamatos költségek

Árkülönbség

Az etanol alkalmazásakor az egyik folyamatosan jelentkező többletköltség az etanol és az alkohol árának különbsége miatt adódik. Ez természetesen nem feltétlen jelentkezik költségként, előjele a két hajtóanyag árának egymáshoz viszonyított nagyságától függ, ezért előjelesen értelmeztük.

Az összehasonlítást a nagybani fogyasztók számára elérhető árakon, igénybe vehető kedvezmények figyelembevételével tettük meg. Bár jelenleg az etanolnak nem létezik üzemanyagcélú felhasználása Magyarországon, de a különféle jogszabályok meghatározzák, hogy milyen törvényi és gazdasági háttér áll rendelkezésre.

A biodízelhez hasonlóan az etanolt is terheli ÁFA, melyet azonban a nagyfelhasználók visszaigényelhetnek. Az etanolt célszerű lenne a MOL üzemeiben a gázolajjal keverni.

Az árösszetevőket a 2004 szeptemberében érvényes árakat figyelembevéve bemutató 38. táblázat utolsó két oszlopából jól látszik, hogy az etanol árának a versenyképessége a gázolaj árával azon múlik, hogy a motorhajtóanyagként felhasznált alkoholtermékeket terheli-e jövedéki adó illetve ÁFA, avagy ettől mentességet élveznek.

¹ A magyarországi bevezetés gazdasági háttérééről lásd: Juhász Tamás – Zöldy Máté: A bioetanol bevezetése Magyarországon – Gazdasági áttekintés, BME Környezetgazdaságtan tanszék 2001 TDK

A gazdasági tárca álláspontjának ismeretében érdemes számításokat végezni az etanol jövedéki adótól mentes változatára is. (L. melléklet)

38. táblázat Árösszetevők alakulása etanol és gázolaj 1 literére vonatkoztatva

Árösszetevő	Gázolaj ¹	Etanol	Etanol (jövedéki adóval)
Termelői ár	86,69 Ft	182 Ft	160 Ft
Jövedéki adó	92,73 Ft	-	1670 Ft
Útalap (jöv. adó 26,32%-a)	24,41 Ft	-	439,54 Ft
Körny. Véd. Termékdíj (a jövedéki adó 3%-a)	2,78 Ft	-	50,1 Ft
ÁFA	43,2 Ft (20%)	45,5 Ft (25%)	467,5 Ft (25%)
KKKSZ	4,21 Ft	-	-
Értékesítési ár	219,28 Ft	227,5 Ft	2337,5 Ft

A két motorhajtóanyag párhuzamos és együttes használata tovább árnyalja a képet. A nagybani fogyasztók – az autóbussz üzemeltetők (Volán üzemegységek, BKV illetve a többi autóbussz-üzemeltető) – részére megvalósuló árképzést mutatja a 39. táblázat, melyben az etanolt és a gázolajat vetjük össze:

39. táblázat. Etanol és gázolaj árának alakulása a nagyfogyasztóknál

Összetevő		Gázolaj			Etanol		
Értékesítési ár, Ft		227,00			283,04		
Nagybani kedvezmény	%	0,5%	1,0%	1,5%	0,5%	1,0%	1,5%
	Ft	1,13	2,27	3,40	1,41	2,83	4,24
Útadó visszatérítés, Ft		24,41			-		
ÁFA visszatérítés, Ft		43,86			70,75		
Nagyfogyasztói ár, Ft		157,60	156,46	155,33	210,86	209,44	208,03

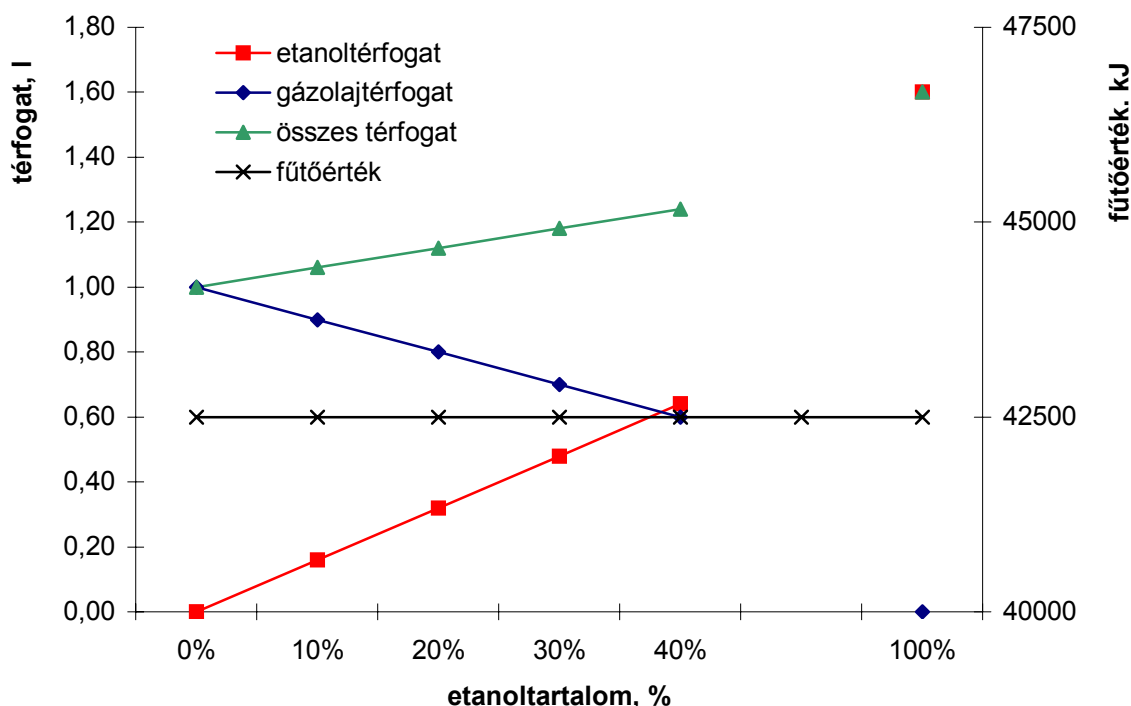
A táblázatból jól látható, hogy az értékesítési árhoz képest adott fél-másfél százalékos kedvezménynél a gázolaj árelőnye körülbelül 53 Ft literenként az etanollal szemben.

Volumetrikus különbség

Az etanol fűtőértéke kisebb, mint a gázolajé, s ezt a fűtőérték különbséget az etanol mennyiségének növelésével lehet áthidalni. A számítás során ezt a fűtőérték-különbséget vettük a volumetrikus különbség alapjának. Ez azt jelenti, hogy a számítások eredményei szerint a valós különbség az etanol üzem számára kedvezőbb, vagyis kisebb. Ugyanis az etanol-levegő és a gázolaj-levegő keverékek fűtőértéke

¹ MOL árszakértői közlés alapján

csaknem megegyezik. Ennek oka az etanol jóval kisebb légszükséglete [71]. A fűtőértékhiány kompenzálható az etanol részarányának a fűtőérték különbségnek megfelelő arányú növelésével. Megközelítőleg 1,6-szor több etanolra van szükség, ha a gázolaj energiatartalmát etanoltöbbslettel kívánjuk elérni. Az azonos fűtőérték eléréséhez szükséges etanol mennyiséget mutatja meg a 67. ábra.



67. ábra. Gázolaj és etanol térfogat azonos energiatartalom eléréséhez különböző keverékarányoknál

Folyamatos költségek összesítése

A folyamatos költségek összesítése során a két költségelem együttes hatását vizsgálom meg. A két elem, vagyis az árkülönbség és a fűtőérték különbségből fakadó mennyiségi eltérés, nem függetlenek egymástól. Az etanol, az 5% etanol tartalmú elegy és a gázolaj ára közötti különbséget mindkét tényező figyelembevételével a 40. táblázatban foglaltuk össze.

40. táblázat Etanol-gázolaj emulziók ár-összehasonlító táblázata

	Gázolaj	E5	Etanol
etanol tartalom, liter	0,00	0,08	1,6
etanol ára, Ft	0	10,47	209,5
gázolaj tartalom, liter	1,00	0,949	0,00
gázolaj ára, Ft	156,46	148,57	0
összes térfogat, liter	1,00	1,03	1,6
összesített ár, Ft	156,46	161,54	335,36

A táblázatból kitűnik, hogy az etanol tartalom újabb 5%-val való növelése 5,08 Ft költségtöbbletet jelent literenként.

Az etanol költségelőnyei

Az etanol használatakor bekövetkező károsanyagkibocsátás-csökkenés természetesen függ attól, hogy milyen módszert használunk az etanol elégetésre. A szemléletesebb összehasonlítás végett tiszta etanolra is elvégeztük az externális költségek számítását. A gázolaj-etanol keverékeknél a következőképpen alakulnak a szennyező gázok: Az SO₂ és a korom részaránya az etanol részarányának megfelelően csökken, a CO-kibocsátás körülbelül változatlan marad részterhelésnél, de teljes terhelésnél az etanol részarányának mintegy felével csökken, az NO_x-kibocsátás pedig mindkét üzemmódban kismértékben csökken. A csökkenéseket és a hozzájuk rendelhető externális költségeket tartalmazza a 41. táblázat.

41. táblázat. Az egyes komponensekre eső externális költségcsökkenés a keverék összetétele és a terhelés függvényében

Szennyező		SO ₂	NO ₂	CO	por, korom	összesen
Költség, Ft/ukm		0,13	0,24	0,04	0,20	0,62
Gázolaj	részterhelés	0	0	0	0	0
	teljes terhelés	0	0	0	0	0
E5	részterhelés	0,01	0,01	0	0,01	0,03
	teljes terhelés	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Etanol		0,14	0,23	0,01	0,20	0,58

A táblázat utolsó oszlopa megmutatja, hogy az egyes keverési arányok mekkora költségmegtakarítást eredményeznek egy utaskm-re vonatkoztatva. Az externális költségek számításának utolsó lépéseként most már csak az van hátra, hogy az egy utaskm-re vonatkozó értékeket átszámoljuk egy megtett km-re, lehetőleg olyan módon, hogy a terhelések is súlyozva szerepeljenek az összegben. A vizsgálat során elsősorban a nagyvárosi autóbusz-közlekedésre végeztünk számításokat. A részterhelés és a teljes terhelés arányát 3/2-nek vettük fel. A városi buszok átlagos utas befogadó képességét 100 főnek véve, s a városi tömegközlekedésre jellemző 0,6 járműkihasználtságot feltételezve 1 autóbusz által megtett km 60 utaskm-rel egyenlő. Ezzel a feltételezésekkel a számítások eredményeit a 42. táblázat tartalmazza, most már nem utaskm-re, hanem a jármű által megtett km-re vonatkoztatva.

42. táblázat. A szennyezők externális költségcsökkenése 1 járműkm-re vonatkoztatva

Szennyező költsége, Ft/ukm	Összesen, súlyozva	1 járműkm-re vonatkoztatva
Gázolaj	0,00	0
E5	0,03	1,75
Etanol	0,58	34,91

A táblázat utolsó oszlopában látható, hogy ha 5 % etanoltartalmú gázolaj-etanol keverékekkel üzemelünk, akkor 1,74 Ft/járműkm-rel csökkennek a környezetet terhelő költségek. Ez az összeg az etanol alkalmazásakor egyértelmű előnyként jelentkezik, hiszen az etanol, illetve a gázolaj-etanol keverékek alkalmazása ennyivel kevesebb kárt okoz a környezetben.

Költségszámítás

A költségszámítás során a költségnemeket és a megtakarítási formákat összesítettük. 5% etanoltartalomnál az egyszeri költségek elhanyagolhatók, ezért csak a folyamatos költségek jelentenek különbséget.

A folyamatos költségek összehasonlítása a 43. táblázatban látható, melynek adatai a 41. és 42. táblázatból származnak. A 43. táblázat kiemelt 3. és 5. sorának az összehasonlításához szükséges a vizsgált autóbusz tüzelőanyag-fogyasztásának ismerete. A korszerű szőlő autóbuszok – az útviszonyoktól és a forgalmi körülményektől függően – körülbelül 32 literet fogyasztanak 100 km-en (BKV norma). Az egy liter tüzelőanyagra számított költségeket az externális költségekkel való összehasonlíthatáshoz 32 literre kell átszámítani. Ezeket a valós költségek. Az externális költségeket egy utaskilométerre számoltuk ki, és 60 %-os járműkihasználtság feltételezésével 100 járműkm-re számítottuk át. Ezek a valós megtakarítások. A valós költségek és a valós megtakarítások egymáshoz viszonyítása adta meg, hogy az etanol motorhajtóanyagként való használata nemzetgazdasági szinten kifizetődő-e, s ha igen mennyire. Ezeket az értékeket a keverék összetétel függvényében mutatja meg a 43. táblázat:

43. táblázat. Folyamatos költségek összehasonlítása

	Gázolaj	E5	E5 adalék nélkül	Etanol	
összesített ár	156,46	161,54	159,12	209,44	Ft/l
bruttó ktg.	5006,94	5169,35	5091,70	6702,33	Ft/32 liter
valós ktg.	0	162,41	84,77	1695,40	Ft/32 liter
ext. megtak.	0	1,74	1,74	34,90	Ft/km
valós megtak.	0	174,53	174,53	3490,76	Ft/100 km
különbség	0	12,12	89,76	1795,36	Ft

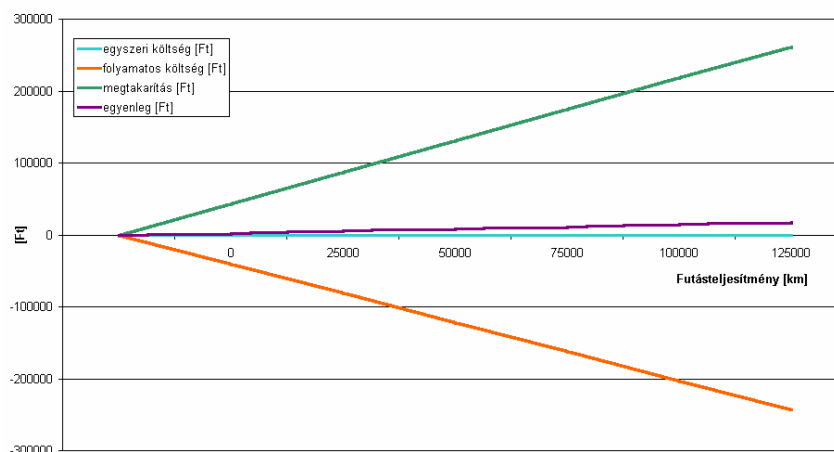
A táblázat utolsó sora megmutatja, hogy az externális költségek figyelembevételével az etanol használata 32liter/100km fogyasztást feltételezve a kibocsátott szennyezőanyagok okozta károk költségeit is figyelembe véve előnyösebb a gázolajnál. Ez alapján azt a következtetést vonható le, hogy a gázolaj-etanol keverékekkel üzemelő autóbuszok motorhajtóanyagként való alkalmazhatóságát a folyamatos költségek elemzése alátámasztja. Az adalék nélküli változat mutatja meg az elméleti ár arányt, az adalékolt oszlop pedig a mérésekben felhasznált, adalékolt keverék árát.

A bevezetéssel kapcsolatos egyszeri költségek

A bioetanol bevezetésével kapcsolatos költségek három nagy csoportba oszthatóak. A számítás során a kiszolgáló létesítmények átalakításból jelentkező költséget elhanyagolhatónak tekintettem lévén, hogy nincs szükség nagyobb tartályokra a jelenlegiek nem teljes kihasználtsága miatt, míg anyaguk megfelel az etanol támasztotta körülményeknek. Az etanol-gázolaj emulzió bevezetésekor 5%-os etanol tartalomnál nincs szükség a motorban alkatrészek cseréjére. A harmadik költségem a motorhajtóanyaggal kapcsolatba kerülő személyzet továbbképzése. Ez szükséges, mert az emulzióknak a tulajdonságai néhány esetben – például lobbaspont (tűzveszélyesség) – jelentősen megváltoznak. Az átképzés költségei 80 fő esetén körülbelül 100 ezer forintra tehetőek [72].

Összesített költség számítás

Az egyszeri és a folyamatos költségek összesítését mutatja meg a 68. ábrán közölt diagram.



68. ábra. Költségek és megtakarítások etanol üzem bevezetése és használata esetén

A könnyebb értelmezhetőség kedvéért 120 egységjárműves autóbuszgarázs összesített költségeit, egy szülő autóbuszokra számítottuk át, a diagramban már ez az egy autóbuszra vonatkozó érték szerepel. Ezen okok miatt a vízszintes tengelyen az egy járműre vonatkozó szállítási teljesítmény szerepel.

Az ábrából látható, hogy az 5%-os etanolhányadnál az egyszeri bevezetéssel kapcsolatos költségek elhanyagolhatóak, a megtakarítások pedig ellensúlyozzák a kiadásokat. Természetesen ez az eredmény az externális megtakarításoknak köszönhető, melyeknek a pénzként való megjelenítése a gazdasági életben igencsak bonyolult feladat.

XXII. ÖSSZEFOGLALÁS

Az OMFB – 00466/2003. sz. kutatási szerződés keretében vizsgáltuk a megújuló energiaforrásokhoz sorolható etanolfelhasználási lehetőségeket a hazánkban működtetett dízelmotorok tüzelőanyagaként.

A feladat fontosságát alátámasztja az Európai Unióban megjelent 2003/30/EC sz. Irányelv (O.J. L. 123, 17.3.2003), amely célul tűzte ki, hogy a tagországok 2005. december 31-ig a közlekedés céljából felhasznált tüzelőanyag 2% energia hányadát bio-, illetve más, megújuló tüzelőanyaggal helyettesítsék. Ez az irányelv írja elő, hogy 5 % feletti részarányban kevert bio-motorhajtóanyag használata esetén szükséges megvizsgálni ezen hajtóanyag alkalmazásának hatását a nem átalakított járművekben történő felhasználáskor..

A kísérleti mérések megkezdése előtt a műszaki és a gazdasági szempontok értékelése alapján megállapítottuk, hogy az etanol dízelmotor-tüzelőanyagkénti felhasználási lehetőségei közül reális lehetőségei a korlátozott mennyiségű etanol és a gázolaj keverékének (mikroemulzió) vannak. A keverékhez annyi és olyan minőségű adalékanyagot kell adni, amely

- az etanol hatására lecsökkent cetánszámot eredeti értékre növeli,
- az etanol által lecsökkentett kenőképességet a szükséges értékre növeli és
- a keverék stabilitását szélsőséges időjárási körülmények között, esetleg víz jelenlétében is megőrzi.

Az értékelést hazai gyártmányú, RÁBA típusú motor fékpadai vizsgálat sorozat alapján végeztük. A vizsgálatok módszerét a jelenleg érvényes nemzetközi motoremissziós előírások alapján határoztuk meg.

Vizsgálatainkat 5, 10, 15 és 20 % alkoholt tartalmazó adalékolt keverékkel végeztük, méréseinkhez összesen 1800 l gázolajat és 150 l etanolt használtunk el.

A vizsgálatok folyamán motorindítási vagy egyéb nehézség ill. üzemzavar nem fordult elő.

A méréseredmények az egyes jellemzők alakulásával kapcsolatosan a következőket mutatják:

- az alkoholos keverékkel *teljes terheléssel* a motor fordulatszám függvényében mért
 - teljesítménye az etiléntartalomtól függően kb. 2...5 %-kal kisebb,
 - g/(kW·h) mértékegységben kifejezett fajlagos CO-kibocsátása kissé, füstölése lényegesen csökken és
 - fajlagos NO_x- és HC-kibocsátása gyakorlatilag nem változott.
- az alkoholos keverékkel *részterheléssel* üzemelő motor azonos feltételek (fordulatszám, forgatónyomaték) mellett
 - jelentősen kevesebb részecske-kibocsátású,
 - kissé kevesebb NO_x-kibocsátású,

- kissé nagyobb CO-kibocsátású és
- a terhelés csökkenésével egyre nagyobb HC-kibocsátású.

További – nem elhanyagolható – előnye az etanolos keverékekkel üzemelő motoroknak, hogy (egyrészt az etanol kisebb széntartalma miatt, másrészt az etanol zárt CO₂-körfolyamata miatt) CO₂-kibocsátásuk kisebb; valamint az etanol kénmentessége miatt az égéstermékek kevesebb kén-dioxidot és kén-trioxidot tartalmaznak.

Az elvégzett elemzés alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a gázolajhoz kevert kismennyiségű (5%) etanollal működtetett motor változatlan üzemviteli jellemzők mellett kedvezőbb környezetvédelmi hatást eredményezett. Ez a megállapítás érvényes a közúti gépjárművek, valamint más, belsőégésű motorral hajtott erőgépek (traktor, nem közúti pl. építőgépek) vonatkozásában.

Hangsúlyozandó, hogy az etanol-gázolaj keverék tűzveszélyességi szintje a benzinnel azonos. Ez a gázolajnál megszokotthoz képest más előírásokat, fokozott odafigyelést igényel.

A további, hazai bevezetést megelőző nagyüzemi vizsgálatokat 5% etanolt tartalmazó gázolajjal tartjuk célszerűnek. Vizsgálandó még a gázolaj-etanol keverék téli körülmények közötti stabilitása, a stabilitáshoz szükséges emulgeátor mennyisége, a keverék tartós használatának esetleges korróziós hatása a motor szerkezeti anyagainra.

Ezek sikeressége után kerülhet sor egyes járművek, majd kisebb járműflotta tartós üzemi próbáira.

XXIII. A PÁLYÁZATI MUNKÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓK**Jelentések:**

1. BAJNÓCZY, G. et al. : Etanoltartalmú dízelolaj kémiai és fizikai tulajdonságai, BME Kémiai Technológia Tanszék, 2003.
2. Közlekedéstudományi Intézet Kht.: A bioetanol alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a hazánkban működő jármű- és traktormotorok tüzelőanyagaként, Témafelelős: Pollák Iván, 252-072-2-3, 2004

Cikkek:

3. ZÖLDY M.: Bioetanol, mint Otto- és dízelmotorok hajtóanyaga, Járművek, 2001/12, 48. évf.
4. ZÖLDY, M. – EMŐD, I. – POLLÁK, I.: The technical and economical preparation of investigations carried out with ethanol-diesel oil mixtures 1. rész, Periodoca Politechnica, megjelenés alatt
5. ZÖLDY, M. – EMŐD, I. – POLLÁK, I.: The technical and economical experiences of investigations carried out with ethanol-diesel oil mixtures 2. rész, Periodoca Politechnica, megjelenés alatt

Diplomamunkák, tudományos diákköri dolgozatok:

6. ÁDÁM, Zs.: Etanol-gázolaj keverékkel működő dízelmotor vizsgálata. Diplomamunka, konzulens: dr. Emőd István, BME 2003.
7. HALÁSZ, D.: Etanol felhasználása dízelmotorban, Diplomamunka, konzulens: dr. Emőd István, BME 2004.
8. ZÖLDY, M.: Biológiai úton előállított etanol, mint Otto- és dízelmotorok hajtóanyaga, konzulens: dr. Emőd István, OTDK 2003.
9. ZÖLDY, M.: Tüzelőanyagok keverésének hatása a dízelmotorban lejátszódó égésfolyamatokra, konzulens: dr. Emőd István, OTDK 2003.
10. ZÖLDY, M.: Bioetanol autóbuszokban való alkalmazásának költségvizsgálata, BME, konzulens: dr. Tánczos Lászlóné, OTDK 2003.

XXIV. A TERVEZETT ÉS TÉNYLEGES KÖLTSÉGEK**SZERZŐDÉSBEN RÖGZÍTETT FORRÁSOK FELHASZNÁLÁSA**

A OMFB-00466/2003. számú szerződés 1. sz. mellékletében rögzített 1.számú feladat teljesítésének ráfordításai táblázatosan				
Költségnemek	Támogatás (Ft)	Saját forrás (Ft)	Egyéb külső forrás (Ft)	Összesen (Ft)
Működési költségek (1+2+3)	5 800 000			5 800 000
Személyi juttatások (1)	1 836 500			1 836 500
Munkaadókat terhelő járulékok (2)	521 500			521 500
Dologi költségek (3)	3 442 000			3 442 000
- külső megbízás:	2 000 000			2 000 000
- egyéb dologi kiadás	1 442 000			1 442 000
Felhalmozási költségek (4+5)	0			0
Immateriális javak beszerzése (4):	0			0
⊗Gépek, berendezések, felszerelések beszerzése ¹ (5)	0			0
Költségek összesen: (1+2+3+4+5)	5 800 000			5 800 000

Igényelt OM támogatás összesen: 5 800 000.-Ft, azaz **Ötmillió-nyolcszázezer forint elszámolása.**

XXV. IRODALOMJEGYZÉK**Könyv:**

11. DEZSÉNYI GY. - EMŐD I. - FINICHIU L.: Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata, 2. kiadás. Tankönyvkiadó, 1992.
12. EMŐD I. - FINICHIU L.: Növényi olaj -- környezetvédő motorhajtó anyag a közlekedésben és a mezőgazdaságban. Környezetvédelmi Füzetek. 1-28.old. OMIKK 1995.
13. EMŐD I. - FODOR ZS.: Villamos autók. Bibliográfia. A BME Központi Könyvtára Tudományos Műszaki Bibliográfiák 21.sz. 1986.
14. HANCSÓK J. – KOVÁCS F.: A biodízel. Környezetvédelmi Füzetek. 1-56.old. OMIKK 2002.
15. HANCSÓK J. – VARGA Z.: A biobenzin. Környezetvédelmi Füzetek. 1-71.old. OMIKK 2003.
16. HANCSÓK J., LAKATOS I., VALASEK I.: Üzemanyagok és felhasználásuk, Budapest: Tribotechnik Kft., 1998.
17. Kraftfahrtechnisches Taschenbuch/Bosch, 23. kiadás. Vieweg, 1999.
18. MOLLENHAUER, K. (szerk): Handbuch Dieselmotoren, Springer 1997.

Tanulmány:

19. EMŐD I. - FINICHIU L. - KESZTHELYI K. - VARGA F.: Növényi eredetű tüzelőanyagok motorikus vizsgálata. Megbízó: Ardex Biotermelő Részvénytársaság. 1-43. old. + mellékletek. 1991.
20. EMŐD I. - FINICHIU L. - KESZTHELYI K. - VARGA F.: Állati eredetű tüzelőanyagok motorikus vizsgálata. Megbízó: INEX Kft. 1-47. old. + mellékletek. 1991.
21. EMŐD I. - FINICHIU L. - KESZTHELYI K. - VARGA F.: Alternatív motorhajtóanyag előállítás és felhasználási lehetőségek. I-IV. kötet. (Szerkesztette: dr. Tóth László). Tanulmány az OMFB részére. 3.1.2, 3.1.3, 4.1.4 és 4.2.4 fejezetek. 165. old. Gödöllő, 1992.
22. EMŐD I. - FINICHIU L. - KESZTHELYI K. - VARGA F.: Repceolaj-metilészter tüzelőanyaggal végzett autóbuszüzemi kísérletek. Kutatási jelentés. 1-61. old. 1992.
23. EMŐD I. - FINICHIU L. - KESZTHELYI K. - VARGA F.: Repceolaj-metilészter tüzelőanyaggal végzett járműüzemi kísérletek. Megbízó: Gépfit Kft. 1-59. old. 1992.
24. EMŐD I.: Alkohol hajtóanyag alkalmazása Otto-motorokban. Megbízó: Győri Olajipari Rt. 1-20. old. 1995.
25. HERSENER, J.-L. – MEIER, F.: Energetisch nutzbares Biomassepotential in der Schweiz, Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Staaten und den USA, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, April 1999.

26. KASS, M. - THOMAS, F. - STOREY, J. – DOMINGO, N. – WADE, J.: Effects of Blending Ethanol with Diesel Fuel on Exhaust Emissions from a Heavy-Duty Diesel Engine (Emissions From a 5.9 Liter Diesel Engine Fuelled With Ethanol Diesel Blends), SAE Paper No. 2001-01-2018.
27. Közlekedéstudományi Intézet Kht.: A bioetanol alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a hazánkban működő jármű- és traktormotorok tüzelőanyagaként, Témafelelős: Pollák Iván, 252-072-2-3, 2004
28. MCCORMICK, R. - PARISH, R.: Milestone Report: Technical Barriers to the Use of Ethanol in Diesel Fuel. = National Renewable Energy Laboratory, 2001. p.1-20.
29. Schweizerische Gesamtenergiestatistik 1999. Bundesamt für Energie, 2000.

Folyóirat cikk:

30. BULLA M.: Áttekintés az alternatív erőforrásokról. = Környezet és fejlődés 5.k. 7.sz. 1995. p.19-23.
31. EMŐD I. - FINICHIU L. - KESZTHELYI K. - VARGA F.: Repceolaj-metilészter motorhajtóanyag hatása a kenőolajra II. = Járművek, Mezőgazdasági Gépek. 42.k. 4.sz. 1995. p.136-139.
32. EMŐD I.: Környezetkímélő Motorhajtóanyagok. = Környezet és fejlődés, 5.k. 7.sz. 1995. p.24-26.
33. EMŐD I.: Lerakódások benzinmotorokban. = Járművek, Mezőgazdasági Gépek. 42.k. 9.sz. 1995. p.305-307.
34. EMŐD I.: Repceolaj-metilészterrel üzemelő dízelmotorok teljesítménye, tüzelőanyag-fogyasztása és környezeti hatásai = Járművek, Mezőgazdasági Gépek.
35. HEINRICH, W.: Entwicklung und Erprobung von Alkoholkraftstoffen für Nutzfahrzeug-Dieselmotoren. = MTZ Motortechnische Zeitschrift. 48.k. 3.sz. 1987. p.91-98.
36. POITRAT-ADEME, E.: The Potential of Liquid Biofuels in France. = Renewable Energy. 16.k. 1999. p.1084-1089.
37. SATGE DE CAROA, P. - MOULOUNGUIA, Z - VAITILINGOMB, G. - BERGEC, J.Ch.: Interest of combining an additive with diesel-ethanol blends for use in diesel engines. = Fuel 80 (2001). p. 565–574.
38. STUCKL, S - BIOLLAZ, D.: Treibstoffe aus Biomasse = MTZ Motortechnische Zeitschrift. 62.k. 4.sz. 2001. p.308-312.
39. SYASSEN, O.: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe I. = MTZ Motortechnische Zeitschrift. 53.k. 11.sz. 1992. p.510-517.
40. SYASSEN, O.: Chancen und Problematik nachwachsender Kraftstoffe II. = MTZ Motortechnische Zeitschrift. 53.k. 12.sz. 1992. p.560-568.
41. WEIDMANN, K. - MENRAD, H.: Fahrzeugkonzept und Flottenversuche mit Alkohol-Diesel-Mischkraftstoffen. = Motortechnische Zeitschrift. 46.k. 10.sz. 1985. p.373-377.
42. N.n.: A biodízel és bioetanol mint alternatív motorikus üzemanyag, Magyar tudomány 2002

43. ZÖLDY M.: Bioetanol, mint Otto- és dízelmotorok hajtóanyaga, Járművek, 2001/12, 48. évf.
44. ZÖLDY, M. – EMŐD, I. – POLLÁK, I.: The technical and economical preparation of investigations carried out with ethanol-diesel oil mixtures 1. rész, Periodoca Politechnica, megjelenés alatt
45. ZÖLDY, M. – EMŐD, I. – POLLÁK, I.: The technical and economical experiences of investigations carried out with ethanol-diesel oil mixtures, 2. rész, Periodoca Politechnica, megjelenés alatt

Előadás:

46. AAKKO, P.- ... - MAKELA, T.: Emission from Heavy-duty Engine with and without Aftertreatment Using Selected Biofuels. F02E195, Fisita 2002.
47. AJAVA, E. A., - BACHCHAN, S., - BHATTACHARYA T. K.: Performance of a Stationary Diesel Engine Using Vaporized Ethanol as Supplementary Fuel. FISITA 2002.
48. ALAN, - HANSEN, P.-.LYNE, Q.: Ethanol-Diesel blends: A step towards a bio-based fuel for Diesel engines, ASAE Meeting Presentation, Paper Number: 01-6048
49. EMŐD I. - ABONYI TÓTH I.: Környezetbarát motorhajtóanyagok. Kutatás és Oktatás a Környezetvédelemért Konferencia. Veszprém, 1993.
50. EMŐD I. - FINICHIU L. - VARGA F.: A biodízel program eddigi tapasztalatai a 19. VOLÁN-nál Győrben. Energiatakarékosság, Energetikai együttműködés Konferencia. Győr, 1993.
51. EMŐD I. - FINICHIU L. - VARGA F.: Alternatív tüzelőanyagokkal Magyarországon végzett kísérletek. IX. Nemzetközi Közúti Fuvarozási és Közlekedésbiztonsági Konferencia. Budapest, 1992.
52. EMŐD I. - VARGA F.: Egyéb megoldások a dízelmotorok környezetvédelmi üzemeltetésében, a repceolaj alkalmazása dízelmotorokban. Autózás és Környezetvédelem '94. Debrecen, 1994.
53. EMŐD I.: Alternatív gépkocsihajtások környezetszennyezése. Smog-Stop Környezetvédelmi Konferencia. Budapest, 1992.
54. EMŐD I.: Alternatív tüzelőanyagok felhasználásának lehetőségei az autóbusz üzemben. XXIII. Autóbusz Szakértői Tanácskozás. Tata, 1992.
55. EMŐD I.: Repceolajjal, mint motorhajtóanyaggal végzett hazai kísérletek. Folyékony bio-hajtóanyagok előállítása és felhasználása II. Kerekasztal-tanácskozás. Nyíregyháza, 1993.
56. EMŐD I.: Repceolaj-metilészter, mint belsőégésű motorok hajtóanyaga. Intact '94. Budapest, 1994. március 22-25.
57. RICKEARD, D. – KHSEHGI, H.: European Fuel and Vehicle Options for the Future. F02E199, FISITA 2002.

Internet

58. AAE Technologies Inc.
<http://www.aaetechnologies.com/>
59. AJAVA, E. A., - BACHCHAN, S., - BHATTACHARYA T. K.: Experimental study of some performance parameters of a constant speed stationary diesel engine using ethanol+diesel blends as fuel. Biomass and Bioenergy 17 (1999) 357-365
www.elsevier.com/locate/biombioe
60. Alcohol and cotton oil as alternative fuels for internal combustion engines
<http://www.fao.org/docrep/T4470E/t4470e08.htm>
61. European Emission Regulations
<http://www.automotivecatalists.com>
62. IFT Technology Based Fuel, Solutions for a Sustainable Future: Enhanced E-Diesel
http://www.internationalfuel.com/prod_e_diesel.shtml
63. Jövedékiadó-mentesség a bioetanol-gyártóknak
<http://www.jogiforum.hu/103424964030852>
64. OxiDiesel. An oxygenated Diesel Fuel Formulation for Compression-Ignition Engines
<http://www.ccities.doe.gov/conference/pdfs/andlinger.pdf>
65. Product & Processes Pure Energy
<http://www.oxydiesel.com/oxyindex.html>
66. Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen (92/81 EWG.)
<http://www.europa.eu.int/comm/energy/library/comm2001-547-de.pdf>

Diplomamunka, tudományos diákköri dolgozat

67. ÁDÁM Zs.: Etanol-gázolaj keveréssel működő dízelmotor vizsgálata. Diplomamunka, BME 2003.
68. HALÁSZ D.: Etanol felhasználása dízelmotorban, Diplomamunka BME 2004
69. ZÖLDY M.: Biológiai úton előállított etanol, mint Otto- és dízelmotorok hajtóanyaga. OTDK 2003
70. ZÖLDY M.: Tüzelőanyagok keverésének hatása a dízelmotorban lejátszódó égésfolyamatokra, OTDK 2003
71. ZÖLDY, M.: Bioetanol autóbuszokban való alkalmazásának költségvizsgálata, BME OTDK 2003

Törvény, rendelet, szabvány

72. 1/2000. (VII. 21) KöViM-KöM együttes rendelete, Magyar Közlöny 2000/76. szám
73. 14. számú melléklet a 44/2001. (XII. 18.) KöViM rendelethez, Magyar Közlöny 2001/147/II. szám
74. ENSZ-EGB 24. sz. előírás

75. ENSZ-EGB 49.03. sz. előírás: Egységes feltételek kompressziógyújtású és földgázzal, valamint propán-butángázzal működő motorok és ilyen motorokkal szerelt járművek jóváhagyására a motor szennyezőanyag-kibocsátása szempontjából.

76. ENSZ-EGB 96. sz. előírás

77. MSZ 1627

MELLÉKLETEK**Motormérési jegyzőkönyvek**

2004/1 ENSZ-EGB 24 teljes terheléses mérések gázolajjal

2004/2 ENSZ-EGB 24 teljes terheléses mérések gázolajjal (ismételt mérés)

2004/3 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) mérések gázolajjal

2004/4 ENSZ-EGB 96 nem közúti járműmotor mérések gázolajjal

2004/5 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) mérések gázolajjal (ismételt mérés)

2004/6 ENSZ-EGB 24 teljes terheléses mérések E15 gázolaj-etanol keverékkel

2004/7 ENSZ-EGB 96 nem közúti járműmotor mérések E15 gázolaj-etanol keverékkel

2004/8 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) mérések E15 gázolaj-etanol keverékkel

2004/9 ENSZ-EGB 24 teljes terheléses mérések E10 gázolaj-etanol keverékkel

2004/10 ENSZ-EGB 96 nem közúti járműmotor mérések E10 gázolaj-etanol keverékkel

2004/11 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) mérések E10 gázolaj-etanol keverékkel

2004/12 ENSZ-EGB 24 teljes terheléses mérések E5 gázolaj-etanol keverékkel

2004/13 ENSZ-EGB 96 nem közúti járműmotor mérések E5 gázolaj-etanol keverékkel

2004/14 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) mérések E5 gázolaj-etanol keverékkel

2004/15 Pontonkénti dóziszváltoztatás hatásának mérése

2004/16 Pontonkénti dóziszváltoztatás hatásának mérése

2004/17 ENSZ-EGB 24 teljes terheléses mérések E20 gázolaj-etanol keverékkel

2004/18 ENSZ-EGB 96 nem közúti járműmotor mérések E20 gázolaj-etanol keverékkel

2004/19 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) mérések E20 gázolaj-etanol keverékkel

2004/21 ENSZ-EGB 49.03 (ESC) szerinti minősítő mérések E5 gázolaj-etanol keveréssel

Motorhajtóanyag minőségi bizonyítványok

Az E15 keverék kenőképességi vizsgálatának mérési jegyzőkönyvei

Az E5 keverék ENSZ-EGB 49.03 (ESC) szerinti minősítő oklevele