

## Tüzelőanyag-fogyasztás normázása üzem közbeni mérések alapján

Feigli Ferenc\*, Szalay Zsolt\*\*, Kánya Zoltán\*\*\*

\* műszaki igazgató, FKF Zrt.

Budapest, Tel: +36 (1) 459-6700; e-mail: FeigliF@fkf.hu

\*\* egyetemi docens, BME Gépjárművek Tanszék

Budapest, Tel: +36 (1) 463-3226; e-mail: zsolt.szalay@auto.bme.hu

\*\*\* műszaki vezető, Inventure Autóelektronikai Kutató és Fejlesztő Kft.

Budapest, Tel: +36 (1) 381-0970; e-mail: zoltan.kanya@inventure.hu

**Absztrakt:** Az FKF Zrt. a vállalati szintű üzemanyag-felhasználás optimalizálása érdekében a fogyasztási normatáblázat felülvizsgálatát kezdeményezte valós körülmények közötti fogyasztás-mérésekre alapozva. Az Inventure Autóelektronika a mérések során a közterület-fenntartó feladatokat ellátó különböző célgépek valós körülmények közötti tüzelőanyag-felhasználását vizsgálta munkafolyamatonkénti bontásban. A publikáció a mérések menetét, a mérés során szerzett tapasztalatokat és az eredmények felhasználását mutatja be.

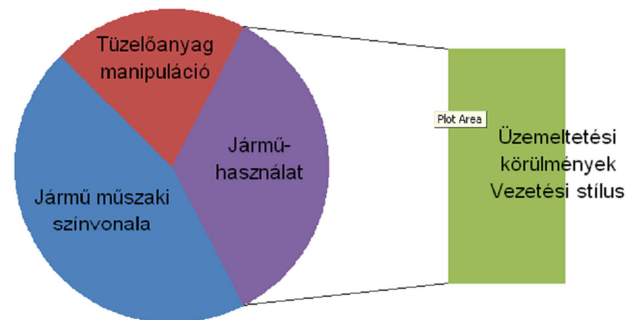
### BEVEZETÉS, ELŐZMÉNYEK

Az FKF Zrt. a vállalati szintű üzemanyag-felhasználás hatékonyságának növelésére irányuló törekvései keretében elrendelte a hulladékgyűjtési és a köztisztasági célgépek reprezentatív mintájának (15 db célgép) fogyasztásmérését az egyes gépek munkafolyamatonkénti bontásában. Elsődleges követelmény volt, hogy a mért tevékenység leginkább tükrözze a valós viszonyokat, a járművek fogyasztásmérése üzemi körülmények között, tényleges munkavégzés közben történjen, továbbá a célgépek egyes munkafázisonkénti fogyasztási értékei is meghatározásra kerüljenek. Az adatok kiértékelése alapján célul tűztek ki egy napi szinten alkalmazható fogyasztási norma meghatározását az egyes célgép csoportokra vonatkozóan.

Az üzemanyag-felhasználás hatékonyságának javítása általában is fontos szempont, de kiemelt figyelmet kap gazdasági válság esetén. Járműflották esetében általában akkor mondhatjuk, hogy az energiateljesítmény hatékonyságát sikerült javítani, ha ugyanazt a fuvarfeladatot vagy kevesebb tüzelőanyag-felhasználással, azaz kevesebb gázolaj elvételezésével sikerül végrehajtani, vagy több fuvarfeladatot végezhető el változatlan tüzelőanyag-felhasználás mellett. [1]

Magyar sajátosság, hogy a nehezen tervezhető járműbeszerzések miatt az állami tulajdonban levő vállalatok járműparkja meglehetősen heterogén összetételű, a legkülönbözőbb korú, illetve állapotú járművekből áll. Az is előfordul, hogy egy idősebb haszongépjármű karbantartásához, alkatrészekkel történő ellátásához másik két-három ugyanolyan típusú autót „pihentetnek” az udvaron műszaki és forgalmi nélkül. A folyamatos meghibásodások mellett további jelentős költséggel bír ezeknek a járműveknek a mindennapi üzemeltetése, ahol is a tüzelőanyag fogyasztás a legjelentősebb költség. [2]

A magyar (és közép-európai) gyakorlati tapasztalatokra alapozva kijelenthetjük, hogy a járműflották üzemeltetése során jelentkező üzemanyag-költségek 3 fő összetevője a hatásosan felhasznált, az eltulajdonított és az elpocsékolott üzemanyag (lásd 1. ábra).



1. ábra: A tüzelőanyag költségek összetétele [3]

### A TÜZELŐANYAG FOGYASZTÁS MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI [2]

*CAN busz technológia*

Az újabb – jellemzően az elmúlt 10 évben gyártott – CAN busszal felszerelt járművek esetén a jármű motorvezérlő egységbe gyárilag beprogramozott tüzelőanyag befecskendezési jellegző határozza meg a különböző állapotokhoz (terhelés, fordulatszám, motor hőmérséklet stb.) és környezeti viszonyokhoz (hőmérséklet, nyomás, stb.) tartozó befecskendezési időkezdését, a folyamat hosszát és a befecskendezett mennyiséget. Ezen járműveken tehát a modern motorvezérlő jelei alapján lehet nagy pontossággal tüzelőanyag fogyasztást mérni.



CAETS

„IFFK 2012” Budapest

Online: ISBN 978-963-88875-3-5

CD: ISBN 978-963-88875-2-8



Paper 06

Copyright 2012. Budapest, MMA.

Editor: Dr. Péter Tamás



Inventure  
Automotive Electronics  
www.inventure.hu

### Tankszint mérési módszerek

Mechanikus (régebbi) dízel rendszereknél, ahol még nincs elektronikus motorvezérlő egység - ami a befecskendezési folyamatokat irányítaná - más megoldást kell keresni a fogyasztás mérésére. Egyik lehetőség a tüzelőanyag tartályban lévő folyadék szintjének mérése, majd a szint csökkenéséből az elfogyasztott mennyiségek becslése. A gyárilag a járművekbe épített (általában úszós) konstrukciók mérési felbontása nem alkalmas a tankszint (ezáltal a fogyasztás) precíz mérésére, többnyire csak a tankolás tényének megállapítására alkalmas. Az utólagos tankszint szenzor megoldások közül a kapacitív technológia terjedt el leginkább. Megfelelő a pontossága, robosztus a kialakítása, továbbá az ára is rendkívül kedvező. A technológia hátránya azonban, hogy a mérés függ a jármű helyzetétől (dőlési szögétől), a hőmérsékletkülönbségtől (mérés megkezdése, illetve a befejezése közötti hőmérsékletkülönbsége a tüzelőanyagnak). További gondot jelent, hogy nehézkes a menet közben történő folyamatos adatrögzítés. Ekkor ugyanis a folyadék folytonos mozgásban van, így annak a szintje állandóan változik. Figyelembe kell venni azt is, hogy a tartályban a folyadék szintjét a tüzelőanyag szivattyún kiáramló és a visszafolyó ágban visszaérkező üzemanyag egyaránt változtatja, ami egy minimális időkülönbséggel ugyan, de nincs szinkronban egymáshoz képest.

### Turbinalapátos átfolyásmérők

A piacon számos olyan átfolyásmérő berendezés kapható, mely a jármű motorjába be- és kifolyó tüzelőanyag mennyiségek folyamatos méréséből állapítja meg a fogyasztási adatokat. Működésükben és a beszerelés módjukban közel megegyeznek, a legfontosabb paramétereik itt is a pontossággal, a viszkozitással és a mérési határokkal kapcsolatosak. Egyik típusuk a tárcsás (turbinalapátos) mérőegység, melyben az átfolyó tüzelőanyag egy turbinakereket forgat meg. Egy fordulatmérővel rögzíti a megtett fordulatok számát, ami egy bizonyos számot elérve impulzusjelet küld a tároló/kiértékelő egységnek. Minden fordulatszámhoz egy közelítő átfolyt mennyiség tartozik, így a térfogatáram adott. A mérés pontosságát az egység pontosságán és megbízhatóságán kívül az átfolyó tüzelőanyag viszkozitása és a sebessége határozza meg a résvesztéseknek köszönhetően. Vagyis kisebb elfogyasztott mennyiség esetén a mérés pontatlanabb.

### A VIZSGÁLT JÁRMŰPARK

Az FKF Zrt. feladatainak ellátása során speciális célgépeket és ehhez csatolt felépítményeket (adaptereket) használ a hulladék tömörítésére és elszállítására, közterületek tisztítására, locsolására. A vizsgált 15 célgép reprezentatív mintaként került kiválasztásra a közterület-fenntartási feladatokat ellátó célgépek közül. A kiválasztásnál fontos szempont volt, hogy az összes olyan járműtípus fogyasztás-mérésére sor kerüljön, melyek nem rendelkeznek CAN buszos adatkiolvasási lehetőséggel. A célgépek között a

legkülönbözőbb munkafeladatokat ellátó gépek is megtalálhatók voltak: hulladékgyűjtő (tömörítő felépítménnyel szerelt), locsoló, homlokrakodó, és önfelszedő célgépek is. A járművek közül 9 darab rendelkezik korszerű CAN-buszos rendszerrel, így ezen célgépek esetén a precíziós átfolyásmérés mellett a CAN bus technológián alapuló fogyasztásmérést is végeztünk párhuzamosan.



2. ábra: Az FKF Zrt. egyik köztisztasági célgépe

### A FOGYASZTÁSMÉRÉS MENETE

A mérések megkezdése előtt iránymutatást kaptunk az üzemeltetőtől, hogy a mérendő munkafolyamatokat tipikusan hol és milyen módon kell elvégezni. Kiemelt figyelmet fordítottunk arra, hogy a mérés során a járművekkel végzett tevékenység leginkább tükrözze a valós viszonyokat. A munkavégzés feltételeit (terhelés mértékét, útvonalat, felépítmény fordulatszámot) az üzemeltető határozta meg.

A fogyasztásmérést egy nagy pontosságú átfolyásmérő berendezéssel végeztük, mely segítségével nemcsak egy hosszabb mérési időszak fogyasztását lehet meghatározni, hanem a pillanatnyi fogyasztási értékek is mérhetők. A mérőműszer kalibrált mérési pontossága 1%-on belül volt.

Az átfolyásmérő az alábbi részegységeket tartalmazza:

- Pierburg PLU 166H-60 típusú átfolyásmérő
- elektromos tápszivattyú
- szűrő
- nyomáshatároló szelep
- buborékleválasztó
- visszacsapó szelep
- hőcserélő
- nyomásmérő

Az átfolyásmérőt a mérési sorozat megkezdése előtt, hiteles űrmértékkel kalibrálni kellett.



3. ábra: A beszerelt átfolyásmérő egy Mercedes Rotopress célgéphe

### A MÉRÉS ÁLTALÁNOS TAPASZTALATAI

A vizsgált járművek fogyasztását minden esetben 100km-es útra [1/100km], valamint 1 üzemórára [1/h] vonatkoztatva is meghatároztuk. A mérési tapasztalatok szerint munkajellegű tevékenységeknél (hulladékgyűjtés, seprés, lombszívás, rakodás) az üzemórára vetített, míg a nagyobb helyváltoztatásoknál (városi és országúti vegyes szakaszok) a 100km-re vetített átlagfogyasztás adatok alapján lehet a munkafolyamatokat elemezni, összehasonlításokat végezni. A mérések során rögzített járműsebesség és pedálpozíció (gáz, fék) adatok alapján a forgalmi viszonyok (illetve a gyűjtési körülmények) becsülhetőek. A közel azonos átlagsebességű szakaszok esetén lehetőségünk van a mérési szakaszok összehasonlító elemzésére.

Általánosságban elmondható, hogy minél kisebb egy célgép átlagsebessége városi viszonyok között (a nagyobb forgalom miatt), annál nagyobb a fajlagos fogyasztása. Ennek megfelelően a városban mért fogyasztási értékek jelentős (0-45%) szórást mutattak a forgalmi viszonyoktól függően. Ezzel ellentétben az országúti elemeket tartalmazó vegyes szakasz mérésénél kimutatható, hogy az átlagsebesség növekedésével növekszik a jármű fogyasztása is. Ebből következően a járműveknél meg lehet állapítani egy fogyasztási szempontból optimális sebességértéket.

A lakossági hulladékgyűjtés során azt tapasztaltuk, hogy a gyűjtött hulladék mennyisége, összetétele viszonylagos állandóságot, kiegyensúlyozottságot mutat, ezzel szemben a szelektív járatok esetében a hulladék mennyisége és fajsúlya nehezebben becsülhető előre. Ennek megfelelően a kommunális hulladékgyűjtéshez adódott fogyasztások könnyebben meghatározhatók, míg a szelektív hulladékgyűjtés fogyasztási értékei nagyobb szórást mutatnak.

Megállapítható, hogy önfelszedő célgépeknél (a felépítményen külön motor alkalmazása esetén), konkrét munkavégzési fázisban a mért fogyasztások a különböző üzemállapotokban 6-7-szeresei is lehetnek az alapjárat munkavégzés fogyasztásának. Például a tányérseprés munkafolyamat, alapjárat (1000 1/min) fordulatszám mellett 1,65 liter/h-s fogyasztást eredményez, míg maximális fordulatszám (2300 1/min) 11,5 liter/h-ra adódik ugyanez az érték.

A mérések során külön kell kezelni a városi és ürítési (városi és országúti vegyes) munkafolyamatokat, valamint az egyes tevékenységekhez tartozó munkafázisokat. Az azonos munkafolyamatban mért üzemanyag fogyasztás mennyiségek összehasonlíthatóak, valamint meghatározható egy munkafolyamatra jellemző átlagfogyasztási érték.

### A MÉRÉS EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE [4]

A hulladékgyűjtő célgépek esetén a **városi szakaszok** fogyasztásának mérésekora a telephelyről a munkahelyre való kiszállítás és a munkahelyről telephelyre való visszaérkezés szakaszok között jelentős (jellemzően 10-20%) eltérések adódtak. Ez a jelentős különbség az eltérő terhelési és forgalmi viszonyok miatt alakult ki.

Járat fogyasztások				
Házszám:	4847			
Jármű típus:	MB Axor 1824			
Gyártási év:				
Felépítmény:	billéncs			
Munkafázis	Tevékenység	Átlagsebesség	Átlagfogyasztás	
			l/100km	l/h
Telephely-->munkahely	Szállító-->18 ker KT	27,92 km/h	25,4 l/100km	5,084 l/h
	18 ker KT-->Szállító	29,76 km/h	20,9 l/100km	6,225 l/h
Ürítés	Szállító-->Pzámor	49,85 km/h	24,0 l/100km	11,949 l/h
	Pzámor--> Szállító	50,14 km/h	20,4 l/100km	10,231 l/h
Gyűjtés	álló motor	10,53 km/h	27,0 l/100km	2,843 l/h
	járó motor	15,76 km/h	25,7 l/100km	4,044 l/h

4. ábra: A városi forgalom hatása a fogyasztásra

A **vegyes (városi és országúti) szakaszokon** szintén jelentős eltéréseket tapasztaltunk. Ennek oka a domborzati viszonyokban kereshető elsősorban, továbbá a forgalom és a terhelés hatása is számottevő. Általánosságban elmondható, hogy a pusztazámorei hulladéklerakó felé mért szakaszok fogyasztása 10-20%-kal magasabb, mint ugyanezen szakaszon a visszafelé irányban mért fogyasztás. Ennek alapvető oka, hogy a hulladéklerakó felé általában jelentős plusz teherrel, míg visszafelé teljesen üresen közlekednek a járművek.

Járat fogyasztások				
Házszám:	1722			
Jármű típus:	MB SK 2631			
Gyártási év:	1999			
Felépítmény:	MUT Rotopress			
Munkafázis	Tevékenység	Átlagsebesség	Átlagfogyasztás	
			l/100km	l/h
Telephely-->munkahely	Ecseri út -> Nyúl utca	32,76 km/h	35,9 l/100km	11,743 l/h
	Kopár utca -> Ecseri út	17,92 km/h	48,4 l/100km	8,681 l/h
Ürítés	Ecseri út -> Pusztazámor	53,18 km/h	29,9 l/100km	15,884 l/h
	Pusztazámor -> Ecseri út	63,92 km/h	23,9 l/100km	15,284 l/h
Gyűjtés		1,67 km/h	320,9 l/100km	5,354 l/h

5. ábra: Terhelésváltozásának hatása a vegyes fogyasztásra

A munkafázisok fogyasztásmérésekor is meglehetősen nagy szórás adódott a fogyasztási eredményekben a különböző munkavégzési körülmények hatására. Ennek oka az eltérő hulladék mennyiségekben és a felrakóhelyek közötti eltérő távolságban rejlik.

Járat fogyasztások				
Házszám:	2274			
Jármű típus:	MB Actros 2632			
Gyártási év:	2009			
Felépítmény:	MUT Variopress			
Munkafázis	Tevékenység	Átlagsebesség		Átlagfogyasztás
				l/100km
Telephely->munkahely	Ripl-Rónai utca -> 4. ker. KT	20,27 km/h	39,6 l/100km	8,070 l/h
Ürités	15.ker->Dunakeszi	43,65 km/h	41,1 l/100km	17,951 l/h
Gyűjtés		13,04 km/h	53,4 l/100km	6,960 l/h
		15,75 km/h	45,2 l/100km	7,010 l/h
		9,32 km/h	58,6 l/100km	5,461 l/h

6. ábra: Hulladék gyűjtési körülmények hatása a fogyasztásra

A hulladékgyűjtő célgépek napi fogyasztását befolyásolják az alábbi tényezők:

- hulladék mérete, mennyisége, fajsúlya
- hulladékgyűjtő helyek közötti átlagos távolság
- forgalom mértéke
- munkába induláskor a kezdeti rakottság mértéke
- napi üritések száma

Az önfelszedő járműveknél általánosan megállapítható, hogy a felépítmény fogyasztása nem elsősorban a végzett munkafázis jellegétől függ, hanem sokkal inkább a felépítmény fordulatszámától és a kompresszor állapotától.

Részterhelési értékek 4305			
Alapmotorral kúszás (2-3 km/h): 3-4 l/h			
Kismotor fordulatszám	Munkafázisok		
	Tányérseprű	T+H	Lombszívás
1500	4,652 l/h	3,703 l/h	NA
1900	10,262 l/h	9,897 l/h	NA
2100	14,680 l/h	14,987 l/h	11,014 l/h
2400	NA	NA	14,008 l/h

7. ábra: Felépítmény motor fordulatszámának hatása a fogyasztásra

### CAN-BUSZOS MÉRÉSEK

A 15 vizsgált járműből 9 rendelkezett a korszerű CAN-busz rendszerrel, melyről fogyasztás jellegű információk is kinyerhetőek. Az Inventure Autóelektronika a mérés során felszerelte ezeket a járműveket fogyasztási adatgyűjtővel, mely segítségével nagyfelbontású (milliliteres) fogyasztás mérésére volt lehetőség párhuzamosan az átfolyásmérővel.

A CAN-buszon és az átfolyásmérő által mért adatokat a következő táblázat szemlélteti:

Házszám	Átfolyásmérő	INV CAN	CAN-en mérhető folyamat
2275	34,6 l	35,0 l	Teljes folyamat
4847	26,9 l	26,5 l	Teljes folyamat
3127	29,6 l	29,0 l	Teljes folyamat
4303	46,9 l	47,5 l	Alapgép
4301	49,8 l	51,0 l	Alapgép
2274	28,0 l	29,5 l	Teljes folyamat
4409	13,5 l	14,0 l	Alapgép
4305	15,6 l	16,3 l	Alapgép
2126	27,6 l	27,2 l	Teljes folyamat

8. ábra: Fogyasztási eredmények alakulása CAN-es adatgyűjtéssel

Amint az a táblázatból is látható a CAN-buszos fogyasztási adatok viszonylag nagy pontossággal követik az átfolyásmérő által mért elfogyasztott üzemanyag mennyiségét.

### ÖSSZEFOGLALÁS

A mérési eredmények és a tapasztalatok alapján az FKF Zrt kontrollig csoportja összeállította az egyes járműtípusokra és a különböző üzemmállapotokra vonatkozó normákat, illetve korrekciós faktorokat, melyek azóta vállalati szinten bevezetésre kerültek.

Az üzemi körülmények között elvégzett fogyasztás-mérések megalapozták az FKF Zrt.nél az üzemanyag-fogyasztási normák felülvizsgálatát. A korábban alkalmazott, tapasztalati értékeken alapuló normarendszert mérési eredményekre alapozott új normarendszer váltotta fel.

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Szalay Zs, Trencsényi B., Kánya Z., „Városi flották energiahatékonysági szempontból történő irányítása”
- [2] Gubovits A., Szalay Zs., „Tüzelőanyag fogyasztási rendszer kidolgozása CAN busz nélküli járművekre”
- [3] Vajda G., Szalay Zs., „Üzleti intelligencia rendszerek fejlesztése a hatékony flottamenedzsment szolgáltatásban”
- [4] „FKF járművek fogyasztásmérése” mérési jelentés Budapest, 2011. Inventure Autóelektronika



CAETS

„IFFK 2012” Budapest  
Online: ISBN 978-963-88875-3-5  
CD: ISBN 978-963-88875-2-8



Paper 06  
Copyright 2012. Budapest, MMA.  
Editor: Dr. Péter Tamás

