

## Digitális eszközrendszerek a gépjárművekben, mint az autonomizálódó közlekedés fejlesztésének információforrásai

Busznyák Tibor\*. Prof. Dr. habil. Lakatos István\*\*

\*Széchenyi István Egyetem  
Magyarország (e-mail: tibroclassix@gmail.com).

\*\*Széchenyi István Egyetem  
Magyarország (e-mail: drlakatosi@gmail.com)

---

Abstract: Kutatásunk a modern kor járműipari, és jármű üzemeltetési feltételrendszerének optimalizálását tűzte ki célul. A fogyasztás és ezzel együtt a káros anyag kibocsátás szabályozása a mindennapok része, ezért vizsgáltuk meg, hogy milyen módszerekkel tudjuk előre jelezni. Meghatároztuk a GPS által szolgáltatott domborzatmodell és a fedélzeti diagnosztika által szolgáltatott fogyasztásadatok közti összefüggéseket. Mindezeket képlet formájában is felírtuk, ezáltal egyszerűen származtatható egyik a másikból. A kutatás másik részében gondolatokat fogalmazunk meg arra vonatkozóan, hogy a nagypontosságú, adatszolgáltató eszközök (ITS, GPS) adatforgalom stabilitásra vonatkozó megbízhatatlansága milyen más, független forrásból (OBD) rendelkezésre álló eszközrendszerrel csökkenthető.

---

### 1. BEVEZETÉS

A modern kor egyik legdinamikusabban fejlődő ágazata az autópálya. Nem telik úgy fél év, hogy valamelyik tradicionális gyártó ne jelentene be egy új modellt, vagy ráncfelvarrást. Az egyik legkritikusabb pont a tüzelőanyag fogyasztás csökkentése, ezáltal a káros anyag kibocsátás redukálása. Ezek mellett azonban a felhasználók elvárják, hogy az autójuk magas szintű biztonságot nyújtson, teljesítménye megfelelő szintű legyen. A hajtás mellett a gépjármű biztonsági kérdései is előtérbe kerültek.

A közlekedés a modern világban egyre összetettebb. A sofőrtől egyre nagyobb kompetenciát és rutint igényelnek. Sorozatban jelennek meg az elektromos, illetve részben elektromos koncepciók. Az emberi tényező ilyen helyzetekben hatványozottan kiszámíthatatlan. Ezzel el is jutottunk fő témánkhoz, hiszen erre kínálnak egy megoldást a vezetéstámogató rendszerek. Biztos alapot ad, hogy a gépjárművekben rohamosan terjed az korszerű informatikai eszközök felhasználása.

A vezetéstámogató rendszerek első lépcsője a járműinformatika, ezzel együtt szót kell ejtenünk a gépjármű automatizáltsági fokáról (GoA - Grade of Automation). Az automatizáltsági fok tájékoztatást ad arról, hogy a sofőr és a gépjármű közt milyen a munkamegosztás, mely esetben avatkozik be a vezérlés, mely esetben a sofőr. Ha a gépjármű képes önállóan közlekedni, információt szerez a környezetétől, megoldja a hirtelen fellépő vészhelyzeteket, elkerüli adott időben a balesetet, tovább boncolható a kérdéskör.

Az automatizáltság mértéke lehetőséget ad arra, hogy a járművet bevonjuk valamilyen hálózatba, a jármű és az infrastruktúra közti kapcsolat (V2X-Vehicle to Everything) megvalósításához. A hálózat összefogja mindazon járműveket, melyek ilyen módon részt vesznek a közlekedésben, információt adhat a bejárni kívánt útvonalokról, ezáltal elkerülhetők a torlódások. Egy ilyen rendszer felállítása nagyban hozzájárulhat a biztonságos, kiszámítható közlekedéshez. A V2X a Vehicle-to-Everything rövidítése, és a jármű és az azt körülvevő egységek illetve környező infrastruktúra kapcsolatát jelenti. A V2X lehetővé teszi a közlekedésben résztvevő járművek egymással, valamint az őket körülvevő közúti infrastruktúrával, annak részegységeivel való kommunikációját. Ez az Intelligens Közlekedési Rendszerrel (ITS – Intelligent Transportation System) együttműködve egy sokkal optimálisabban működő közlekedést hozhat létre. Ezért az ilyen rendszerek alapjait biztosító lehetséges adatbázisok feltérképezése fontos feladat.

### 2. MÉRÉS

Az adatbázisok feltérképezéséhez több járható út is van, eldönthetjük, hogy a jármű, vagy az infrastruktúra oldaláról indulunk. Ha egy jármű szinte mindig intelligens infrastruktúrán belül közlekedik, akkor a járműbe épített rendszerek száma és komplexitása nagyban csökkenthető, mivel az információkat a környező infrastruktúra biztosítja a szenzorok helyett. Ez leginkább olyan járművekre alkalmas, amelyek meghatározott útszakaszokon illetve területeken belül közlekednek, mint például a tömegközlekedés egységei.

Ilyen járművek köré egyszerűbb is infrastruktúrát építeni, többnyire az előre meghatározott útvonalak miatt is. A másik esetben önálló egységként tekintünk a járműre. Infrastruktúra nélkül, saját szenzor és érzékelő rendszereire támaszkodva, lényegében bárhol közlekedhet, nem feltétlenül szükséges kiépített ITS kiszolgáló egység jelenléte.

Utóbbi kérdéskör tárgyalásánál merült fel a gondolat, hogy a gépjármű saját szenzorrendszere mennyire egyszerűsíthető, képes lehet-e az alapvetően gépjárműhöz tartozó OBD (fedélzeti diagnosztika) az ITS-hez szorosan kapcsolódó segédrendszeri feladatokat ellátni?

A korábbi években kísérleteket folytattam digitális eszközrendszerek feltérképezésére, amelyek biztosíthatják a gépjármű V2X szempontjából történő vizsgálatát, elsősorban a fogyasztás kérdéskörére kihegyezve. Sikerült meghatározni egy módszert arra vonatkozóan, hogy milyen kapcsolatrendszerrel írható le az OBD rendszer (Dömötör és mtsi., 2016) által szolgáltatott tüzelőanyag fogyasztás (légnyelés) és az RTK-GPS (globális helymeghatározás valós idejű, mozgás közbeni mérés) terepi felmérés során előállított domborzat.

A következőkben röviden bemutatásra kerül a mérési és adatfeldolgozási struktúra. A méréseket egy modern Ford B-Max típusú személygépjárművel végeztük.

A gépjárműre egy időben felhelyezésre került egy OBD és egy GPS eszköz, így a bejárt útvonal egyszerre két független módszerrel is modellezhető. A GPS minden időpillanatban szolgáltat teradatokat, míg az OBD fogyasztás értékeket. A két adatsort összehasonlítva megtudhatjuk van-e kapcsolat (ArcGIS, 2010). A mérést megelőzően a GPS-t és az OBD-t illeszteni kell a gépjárműre.

Az OBD eszköz (Lakatos, 2007) egyszerűen felhelyezhető, mindösszesen csatlakoztatni kell az eszközt a gépjármű szabványos csatlakozójához.

A GPS felhelyezésekor a vevőegység összes szabadságfokát le kell kötni, miután libellával biztosítottuk merőlegességét a kerékalppontok által kifeszített síkra.

Az OBD eszköz (Lakatos, Nagyszokolyai, 2003) a mérés során csak légnyelést szolgáltatott, amit átszámíthatunk a mindennapokban elterjedt tüzelőanyag fogyasztásra, ahol a

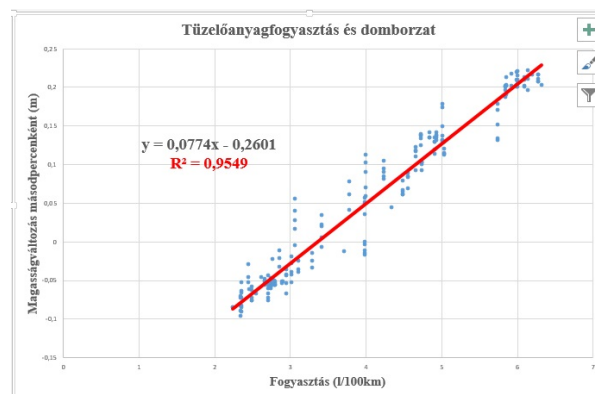
$$\lambda = \frac{10(1+U)}{14.64} \quad (1)$$

képlet alkalmazandó:

- U: a lambda szonda által mért feszültség szint,
- 14,64: az elméleti keverési arányhoz ( $\lambda=1$ ) tartozó légtömeg (Berezky, Varga, 2014).

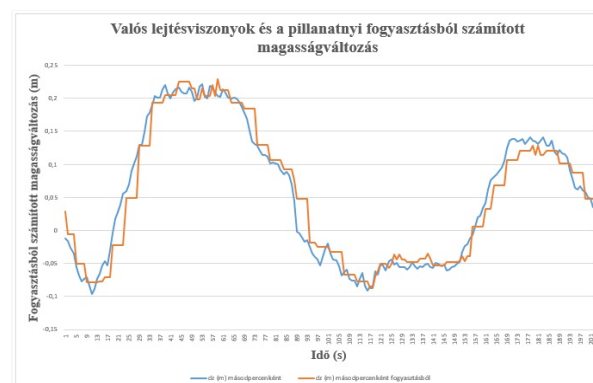
## 2.1 Domborzat és fogyasztás kapcsolata állandó sebességek mellett

Első körben állandó sebességek mellett, sebességtartó automatika mellett elemezzük az adatokat, korrelációs függvényt adunk meg a fogyasztás és a domborzati viszonyok változékonysága közti kapcsolat definiálására (M. G. Lee és mtsi., 2011) A determinációs együttható százalékos formában adja vissza nekünk a megfeleltethetőséget (1.ábra).



1. ábra: Lineáris trendvonal illesztése, a függvény és a korreláció

A mérési koncepció alapfelvetése, miszerint lehetséges adott állandó sebesség mellett a domborzati viszonyokból következtetni a fogyasztásra, legalább 95%-kal bizonyítást nyert. A következőkben a korrelációs függvény segítségével illeszttem és a 2. ábrán diagramokon szemléltetem a két adatsort.

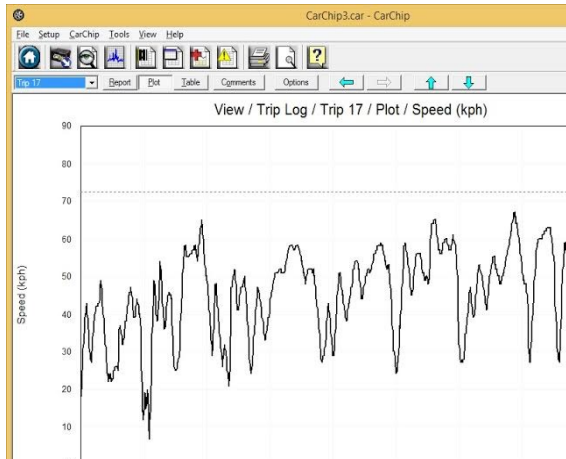


2. ábra: Trendek állandó sebesség, váltakozó domborzat mellett

Miután 30 km/h sebességnél kiválóan megfeleltethető egymásnak a két adatsor, magasabb sebességeknél, 40 és 50 km/h továbbra is állandó sebességek mellett is mértünk. Az eredmények tanulságosak, 40 km/h esetén a determinációs együttható 91,6%, míg 50 km/h-nál 83,7%. Megfigyelhető, hogy a korreláció romlik, magasabb sebességeknél tehát más magyarázó változókat is be kell vezetni.

## 2.2 Domborzat és fogyasztás kapcsolata változó sebességek mellett

Az egyváltozós analízis után tovább bővítjük a paraméterrendszer. Megvizsgáljuk, miként alakul a megfeleltethetőség, ha folyamatosan változó sebesség mellett mérünk. A napló a 3. ábrán látható. Tulajdonképpen egy mindennapi helyzetet igyekszünk modellezni, tervezett gyorsításokkal, lassításokkal. Az elemzés során időben változó sebesség, változó magasságemelkedés mellett modellezzük a fogyasztást.



3. ábra: Változó sebességű szakasz naplója

A fogyasztásra a tengerszint feletti magasság változása mellett a sebesség változékonyságával igyekszünk becslést adni, az új paraméterek miatt új matematikai eszközt kell bevetni. Ez az eszköz a lineáris regresszió, ahol több magyarázó változó mellett következtethetünk a magyarázandó változóra, 95 %-os szignifikancia szinten.

Az új változók kiválasztásánál érdemes megvizsgálni a gépjármű energiaigényét.

Menetterhelési egyenlet:

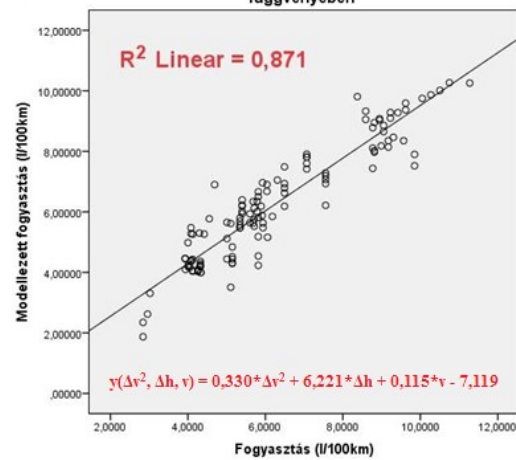
$$F = (\mu mg) + (mg \sin[(\alpha)]) + \left(\frac{1}{2} \rho C_d A v^2\right) + (ma) \quad (2)$$

Az egyenlet jobb oldalát vizsgálva kitűnik, hogy a magasságváltozás mellett a sebesség, illetve annak változása lesz majd meghatározó, így előálltak az új bevezetendő paramétert (paramétereket):

- a gyorsítási munka  $\sim \Delta(v^2)$ ,
- a helyzeti energiából adódó magasságváltozás  $\sim \Delta h$ ,
- a közegellenállás legyőzése  $\sim v$ ,
- üzemvesztések (U).

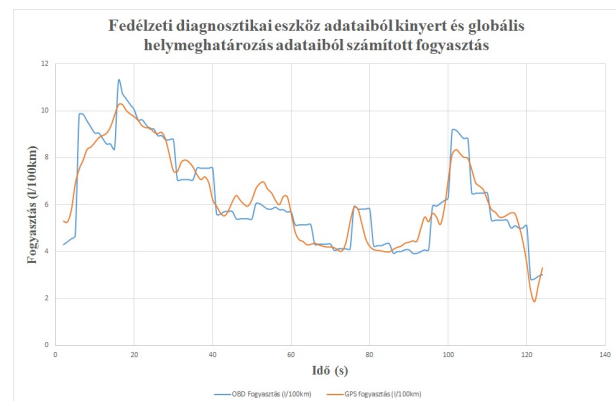
Ezek alapján elvégezhető a regressziós analízis. Az eredmények a 4. ábrán láthatók.

Fogyasztás előre jelzése, a gyorsítási munka, a domborzat és a közegellenállás függvényében



4. ábra: Fogyasztás előrejelzés

Míndezek után illeszttem egymáshoz a valós és a modellezett fogyasztás diagramjait. Az 5. ábrán jól látható, hogy a változási trendek megfeleltethetők, több változó mellett történő analízis során is nagy a hasonlóság a két görbe között.



5. ábra: Fogyasztás görbék lefutásai

Ezek a mérések és eredmények tehát a két független eszközrendszer, a GPS és az OBD szinergiájának kihasználhatóságára adtak bizonyítékot, amelyek kibővítve integrálhatók a V2X rendszerbe. Valós forgalmi viszonyok mellett, nem pedig próbapadon végzett, laboratóriumi körülmények között adódtak az eredmények, melyek fő pillérei a következők:

- Domborzatmodell OBD-val,
- Fogyasztás modellezése GPS adatok alapján

### 3. NAGYPONTOSSÁGÚ GPS INFRASTRUKTÚRA HIÁNYOSSÁGAI

A mérések során számtalan példa merült fel arra, vonatkozóan, hogy mennyire összetett feladat egy nagypontosságú, mozgás közbeni terepi GPS mérés (Geotrade, 2008).

Tekintettel arra, hogy nem laboratóriumi körülmények között végeztük a méréseket, a kiszolgáló egységekkel való kapcsolatot kizárólag mobil hálózaton keresztül lehetett megoldani. Több nehézség is felmerült, melyek azonban mind olyan dolgokra irányították rá a figyelmet, melyek a későbbi mérésekhez hasznosnak bizonyultak. Együttal kiderült az is, mennyire fontos a tesztfázis és a tervezés bármilyen precíziós mérés előtt.

A gondolatmenet első körében a peremfeltételek közül a hálózat stabilitása tűnt a legnehezebben megoldható körülménynek. Mivel a tesztfázisban is olyan útvonalra volt szükség, ahol jól behatárolhatók voltak az emelkedések és süllyedések, a forgalom sem annyira befolyásol, nem utolsó sorban könnyen megközelíthető, a lehetőségek meglehetősen korlátozottak voltak.

Mikor a tesztfázis első mérése elkezdődött, kiderült, hogy ugyan az adatforgalom stabilitása adott, a műholdak nem álltak rendelkezésre a megfelelő számban. Nagyon fontos tanulság ez, hiszen kritikus peremfeltétel, hogy egy időben a GPS vevőegységnek legalább öt műhoddal kapcsolatban kell lennie, hogy az RTK mérési stílus alkalmazható legyen.

Öt ilyen műhold egyidejű adatszolgáltatása esetén képes a vezérlőegység, a megfelelő hibaérték mellett, pontosan dolgozni. Ez a hibaérték geodéziai pontosságú felmérésnél vízszintesen 4-5 cm, függőlegesen 5-7 cm. Ez az elérhető pontosság szempontjából megfelelő érték. A tesztfázis első szakaszában kiderült, hogy a GPS műholdak száma nem volt megfelelő. Ezt az égboltra való elégtelen rálátás okozta, ezt okozhatta például az árnyékoló elektromos felső vezeték, hegyvonulatok, de akár a magasabb fák is. Ezen zavaró körülmények miatt a tesztfázis következő szakaszában erre tekintettel kellett lenni.

Nagy kiterjedésű váltakozó, de behatárolható terepviszonyú területre volt szükség. A választás az ostffyasszonyfai Pannónia-Ring gyorsasági autó- és motorversenypályára esett. Nagy reményekkel kecsegtetett, ugyanis az égbolt tisztán belátható, a forgalom gátló hatásai pedig teljesen kizárhatók. Ezt a tesztet egy újabb feltétel hiánya gátolta. A pályához legközelebb lévő, számunkra hozzáférhető pontosító adatokat szolgáltató bázisállomás légvonalban 40 km-re, Szombathelyen található. Az inicializálás, tehát a kapcsolat kiépülése a bázisállomással nem, vagy nehézkesen történt meg, egész egyszerűen túl messze volt egymástól a kiszolgáló és a vevő egység. A teszt első fázisakor kiderült, hogy a GPS műholdak rendelkezésre állása és a kapcsolódást gátló tereptárgyak kiküszöbölése szükséges, a második fázisban a bázisállomással való kommunikáció és az ehhez szükséges minimum GPRS lefedettség meglétének fontosságára

A tárgyalt két szakaszból tehát leszűrtük a megfelelő konzekvenciákat, melyből felállítható a GPS terepi felmérésre vonatkozó peremfeltételrendszer.

- GNSS műholdak megfelelő számú jelenléte
- GNSS műholdakkal való zavartalan kapcsolat biztosítása
- pontosító adatokat szolgáltató bázisállomás
- pontosító adatokat szolgáltató bázisállomással való zavartalan kapcsolat biztosítása

A fentiekből levonható, hogy a nagypontosságú GPS mérések bizonytalansága napjainkban valós közlekedési helyzetekben nagymértékű. Nagy biztonsági kockázatokat válthatunk ki, ha helyettesíteni tudjuk. Ilyen alternatíva lehet az útvonalak magassági adatbázisának és az egyes járművekben külön-külön hozzáférhető OBD adatoknak az együttes használata az online kapcsolatok kiváltására.

### 4. AZ OBD, MINT VEZETÉSTÁMOGATÓ ESZKÖZ

A modern gépjárműveknél alapvető tartozék az ODB, viszont a geodéziai pontosságú GPS nem. A kutatás bizonyítékát adta annak, hogy az OBD olyan problémák megoldására is alkalmas lehet, amelyekre nem is gondolnánk.

Tekintsünk néhány példát. A kor egyik legnagyobb kihívása a biztonság kérdésköre. A közlekedés megannyi biztonságkritikus helyzetet hozhat, melyek az autonomizálódó gépjárművektől azonnali beavatkozást követelnek. Amennyiben rendelkezésre áll egy már felmért terepi adatbázis az utakról (valaki felmérte korábban stb...), akkor abból a minta létrehozható. A tárgyalt kapcsolatrendszerrel megadható a leképezés (Domborzatmodellről OBD, OBD-ről Domborzatmodell), így a korábbi GPS mintát összehasonlítva az autóból valós időben bejövő OBD mintákkal eldönthető, hogy hol tartózkodik az autó.

### 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Amennyiben rendelkezésre áll a bejárási kívánt útvonalak magassági adatbázisa, a modern gépjárműveknél alapvető tartozék, az ODB adataiból GPS vagy ITS rendszer segítségével nélkül is meghatározható a gépjármű helyzete. Ez egy harmadik, a GPS vagy az ITS szenzoroktól független rendszer. Önvezető autóknál, utasvédelem szempontjából ez egy segéd adatbázis lehet, hiszen, amennyiben kiesik a V2X erre vonatkozó komponense, vagy a GPS kapcsolat, ez adhat visszacsatolást. Elkerülhetők a nem várt események, így az OBD nem csak adatgyűjtő, de vezetéstámogató, szerepkörben is alkalmazható

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk kutatásaihoz az Új Széchenyi Terv keretein belül az EFOP-3.6.2-16-2017-00016 számú projekt biztosított forrást. A kutatás az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

- ArcGIS (2010). ESRI Arc GIS Editing Tutorial.  
<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/pdf/editing-tutorial.pdf>
- Bereczky A., Varga Z. (2014). Motor és erőátviteli rendszerek mechatronikája Könyv: BME MOGI, 8. Keverékképzés az Ottó-motorokban 13. Belsőégésű motorok fedélzeti diagnosztikája. ISBN 978-963-313-172-5
- Dömötör F., Sólyomvári K., Weltsch Z., Vehovszky B. (2016). Járműdiagnosztika Egyetemi tananyag 63-64.old. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Budapest. ISBN 978-963-279-634-5
- Geotrade (2008). Trimble Survey Controller Help Revision A October 2008.  
<http://www.geotrade.hu/index.php?page=letoltes&spage=fajl&id=220>
- Lakatos I. (2007). Korszerű környezetvédelmi diagnosztika. 3-5. old. Konferenciakiadvány: Innováció és fenntartható felszíni közlekedés. Budapest.
- Lakatos I., Nagyszokolyai I. (2003). Gépjármű-diagnosztika és –vizsgálat Tankönyv: Műszaki Könyvkiadó, 7. OBD, EOBD (fedélzeti diagnosztika). Budapest ISBN: 978-963-336-960-9
- M. G. Lee, Y. K. Park, K. K. Jung, J. J. Yoo (2011). Estimation of Fuel Consumption using In-Vehicle Parameters. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, Vol. 4, No. 4.