

## Intelligens autóbuszok fejlesztési szempontjai

Dr. Sárközi György Tibor\*. Szigeti Márk\*\*

\*c. egyetemi tanár, Miskolc, Magyarország  
(e-mail: drsarkozi.gyorgy@upcmail.hu)

\*\* Evopro Group, Budapest, Magyarország  
(e-mail: szigeti.mark@evopro-group.com)

Abstract: This article gives insight into the product development principles of intelligent buses of the future used for public transport in cooperative intelligent transport systems. A special actuality is assured to it through the Hungarian Bus Manufacturing Strategy accepted by the Hungarian Government in 2016 and the digitalization of the Hungarian industry by the Industry 4.0 technological solutions.

### 1. BEVEZETÉS

A magyar autóbuszgyártás, amely gazdag hagyományokra tekinthet vissza, újabb lehetőségek elé tekint azáltal, hogy a hazai ipar fejlesztésére a kormány elfogadta az Irinyi Tervet, amelyben az egyik kiemelt iparágként lett meghatározva. A magyar autóbuszgyártás fejlesztési stratégiájában fontos szerepet kap a hazai közösségi közlekedés autóbuszal szolgáltató vállalkozásainak igénye, ugyanakkor a gyártóknak tekintettel kell lenniük az autóbuszgyártással kapcsolatos trendekre is, abból a célból, hogy a magyar autóbuszok a külföldön is versenyképes termékeként jelenjenek meg. Ezért – az Ipar 4.0 program lehetőségeit is kihasználva – a gyártmány- és gyártásfejlesztés során célszerű figyelembe venni az intelligens járművekre vonatkozó technológiai trendeket és megoldásokat.

### 2. AZ EGYÜTTMŰKÖDŐ INTELLIGENS KÖZLEKEDÉSI RENDSZEREK: C-ITS

Az intelligens közlekedési rendszerek (ITS) fejlesztése során újabb betű került a közlekedési szakmában immár egy ideje jól ismert rövidítés elé: a C, amely egyaránt utal a „connectivity” és a „cooperation” angol szavakra. A járművek közötti konnektivitással a személygépkocsi gyártók és technológiai partnereik kezdtek el foglalkozni az ú.n.: „Connected Car” koncepció keretében. A technológiai fejlődés kapcsán, az intelligens fedélzeti eszközök elterjedésével a közösségi közlekedésben is előtérbe került a koncepció gyakorlati alkalmazása a fenntartható, intelligens közúti közösségi közlekedési rendszerek járműveinél, az autóbuszoknál: „Connected Bus” megnevezéssel. A koncepció evolúciójának kezdetéről az „Innovatív és fenntartható közlekedés” 2014. évi konferenciáján már hangzott el előadás jelen cikk.

A konnektivitás feltétele hogy jelen legyenek azok az eszközök egy járműben, amelyek az összeköttetést

biztosítanak más, a járműben lévő eszközökkel és/vagy olyan eszközökkel, hálózatokkal és szolgáltatásokkal, amelyek a járművön kívül található, beleértve ebbe más járműveket és a járművek környezetét jelentő infrastruktúrát is. Az internet hozzáférést általában a LAN hálózatok biztosítják.

A konnektivitás a közösségi közlekedési rendszerekben az együttműködő képesség, interoperabilitás elengedhetetlen előfeltétele. Ezt a fajta konnektivitást a közlekedési rendszerekben az ITS valósítja meg.

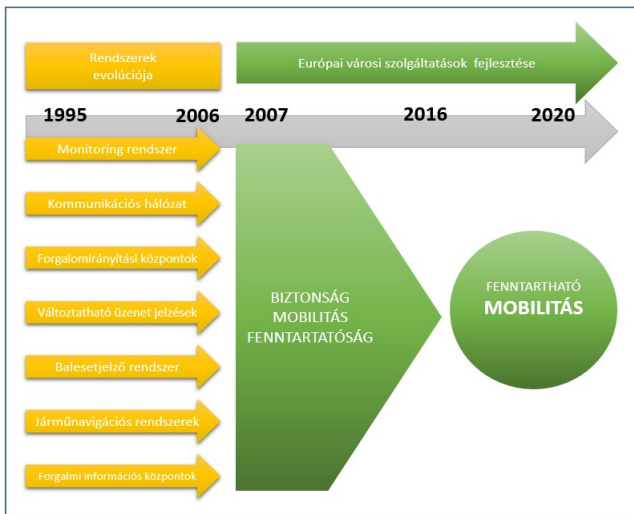
#### 2.1 Az intelligens közlekedési rendszerek (ITS)

Az egyik legrövidebb megfogalmazás szerint az ITS a mobilitás kommunikációra képes infrastruktúrája.



1. ábra: Az ITS (forrás: ETSI, <http://www.etsi.org>)

Az ITS platform evolúcióját a következő ábra mutatja:



2. ábra: Az ITS evolúciós folyamata (forrás: Easyway; <http://www.easyway-its.eu>, saját szerkesztés)

Az ITS platform rendszereit értelemszerűen az alábbi két csoportba sorolhatjuk:

Jármű bázisra épülő rendszerek (*Vehicle based systems*)

- Adaptív fényszórók (*Adaptive headlights*)
- Holttér figyelés (*Blind spot monitoring*)
- Gazdaságos vezetéstámogatás (*Eco-driving support*)
- Vészfékezés (*Emergency braking*)
- Sávtartás támogatás (*Lane keeping support*)
- Akadály és – ütközésfigyelmeztetés adaptív sebességszabályozással (*Obstacle and collision warning including ACC*)

Infrastruktúra bázisra épülő rendszerek (*Infrastructure based systems*)

- eCall
- Dinamikus navigáció (*Dynamic navigation*)
- Dinamikus forgalom menedzsment (*Dynamic traffic management*)
- Kiterjesztett környezeti információk (*Extended environmental information (extended FCD)*)
- Helyi veszélyre figyelmeztetés (*Local danger warning - VMS*)

-Valós idejű forgalmi és utazási információk (*Real-time traffic and travel information*)

-Sebességtúllépés figyelmeztetés (*Speed alert*)

-Gazdasági vezetés coaching (*Eco-driving coaching*)

## 2.2 Az együttműködni képes közlekedési rendszerek

Az Európai Unió C-ITS platformját a Bizottság 2014 júliusában indította el. A platform 2016 januárjában fogadta el zárójelentését, amelyet az Európai Bizottság honlapján nyilvános konzultáció tárgyává tettek abból a célból, hogy az érintett felek lehetséges kezdeményezései elősegítsék és felgyorsítsák az közlekedési rendszerek *interoperabilis* működését. A C-ITS platform fő célkitűzése, hogy megtalálja azokat a megoldásokat és szcenáriókat, melyekkel biztosíthatja az interoperabilitás a jármű és jármű (*vehicle-to-vehicle*, azaz *V2V*) és a jármű és infrastruktúra (*vehicle-to-infrastructure*, azaz *V2I*) kommunikáció révén a fenntartható mobilitási szolgáltatásokban.

A C-ITS platform munkáját 10 munkacsoport támogatja, amelyek közül a 6. munkacsoport foglalkozik a járműgyártás szempontjából releváns technológiai és technikai kérdésekkel.

## 2.3 A C-ITS technológiai megoldások

A platform zárójelentése egyértelműen utal arra, hogy a járművek növekvő konnexitívása és digitalizációja magát a járműgyártó ipart is erőteljesen megváltoztatja azáltal, hogy a korábban csak fizikai kapcsolódással kinyerhető specifikus járműadatok már távoli hozzáféréssel megismerhetővé válnak.

## 2.4 A C-ITS jelentősége a hazai közszolgáltató közlekedési rendszerben

A hazai intelligens közlekedési rendszer megvalósítása során a C-ITS platform eredményeit mind a közlekedési szolgáltatások szervezésében, összehangolásában, mind a hazai autóbuszgyártás fejlesztésében célszerű hasznosítani. Az intelligens közlekedés nem nélkülözheti azokat az intelligens járműveket, amelyek képesek egymással együttműködni az állam számára takarékos és fenntartható személyszállítási láncok megvalósításában. A valós idejű és prediktív adatok által vezérelt mobilitási rendszer csak olyan autóbuszokkal valósítható meg, melyeknek gyártása során már a járművek integráns részét képezik az IoT és M2M technológiák elemei.

A következő fejezet a magyar autóbuszgyártás előtt álló kihívásokat tekinti át.

### 3. AZ INTELLIGENS AUTÓBUSZGYÁRTÁS

#### 3.1. Irinyi Terv és Program

Az Irinyi Terv, az újraiparosítás stratégiai dokumentuma, kijelölte a hazai ipar súlyponti területeit, melyek között a nemzeti autóbusszgyártás is kiemelt szerephez jut. A hosszú távon is versenyképes gyártmányok kifejlesztése szempontjából fontos az előző fejezetekben ismertetett közlekedési trendek figyelembe vétele. Az Irinyi Tervben megfogalmazottak szerint „a közösségi közlekedés gépjármű modernizációs igénye kiemelt lehetőséget biztosít a hazai autóbusszgyártás fejlesztésére”. Ez megeremti annak a lehetőségét, hogy a hazai vállalatok kiléphessenek az exportpiacokra is, ehhez azonban elengedhetetlen a hazai referenciák megléte, ezek generálására.

#### 3.2 Ipar 4.0

A korszerű autóbusszok gyártmányfejlesztése mellett fontos magának a tervezési és gyártási folyamatnak is az újradefiniálása, digitalizálása, ami az Ipar 4.0 elvek alkalmazásával valósítható meg.

A digitális technológiák alkalmazása (azaz az „ipar digitalizálása”), a gépek közötti kommunikáció (M2M), a dolgok internete (IoT) teljesen új lehetőségeket nyitnak meg a gyártó vállalatok számára a termékek és megoldások gyors és hatékony fejlesztéséhez, gyártásához. ez jelentős hatással van a velük kapcsolatban lévő logisztikai szolgáltatókra is. Az Ipar4.0 a termelővállalatok új típusú működését is jelenti, amelyben a beszállítóktól, a vevőktől és a belső működésből előálló adatokat az új technológiák felhasználásával gyűjtik, elemzik (Cloud, Big Data) és hatékonyabban, valós időben használják (3d nyomtatás, új generációs, autonóm robotok, gép-gép kommunikáció, stb.). Az Ipar4.0 az ágazatokon belüli piaci erőviszonyokat módosítja – szenzorok-, hardver- és szoftverszállítók szerepe felértékelődik a tradicionális beszállítókhoz képest -, és egyúttal új központi kompetenciákat igényel (IT, elektronika, robotika, bio- és nanotechnológia). Az Ipar4.0 új megközelítést igényel: a korábbi specialisták mellett interdiszciplináris szakértők is kellenek, az elemzőknek/mérnököknek/programozóknak üzleti modelleken, gyártási technológiákon, adatkezelési módszereken átívelő tudás kell, decentralizálhatja a termelést; nagy létesítmények helyett költséghatékonyabb lehet helyben gyártani (pl. továbbított adatok alapján). Lehetőséget biztosít az Ipar 4.0 a magasabb tőkeintenzitás és nyereségrata eléréséhez a technológia által lehetővé váló tömeges szabványosítás és hálózatosított termelés bevezetése miatt.

#### 3.3. A jövő magyar intelligens busza

##### 3.3.1. Az intelligens tömegközlekedési eszközökben rejlő lehetőségek

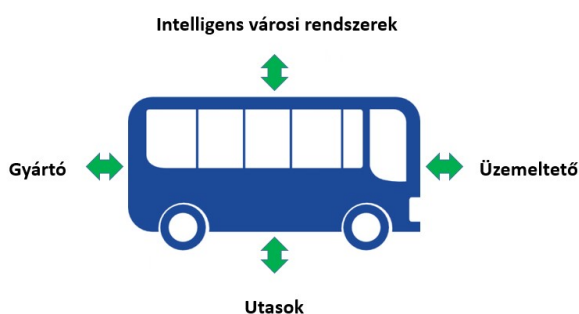
Az intelligens városi és együttműködő közlekedési rendszerek nélkülözhetetlen elemei a közúti forgalomban résztvevő intelligens tömegközlekedési eszközök. Ahhoz, hogy ezek a járművek a rendszer részei lehessenek, a jelenlegihez képest egy következő, magasabb szintre kell emelni őket. Ehhez számos, már most is elérhető intelligens elemet vagy rendszert kell integrálni a járművekbe. Ezek egy részét akár utólag is be lehet építeni, és ezzel „okosabbá” tenni őket. Ez részben megoldást is adhat a még nem ilyen elvek alapján tervezett közlekedési eszközök korszerűvé tételére. A következő generációs járművek fejlesztésénél azonban az már megkerülhetetlen kérdés, hogy melyek azok az elemek, amelyeket a gyártóknak azért kell integrálniuk a járműveikbe, hogy alkalmassá tegyék ezeket a jövőben a városok intelligens rendszereihez történő kapcsolódására. A teljes járművet, működését, komponenseit vagy a jármű környezetét leíró információkra nem csak az intelligens városi rendszerekbe integrálhatóság miatt lenne egyre nagyobb szükség. Már a rendelkezésre álló technikákkal is lehetőség nyílik arra, ami korábban csak meglehetősen korlátozottan volt elérhető. A gyártó a termékéről akár online kaphat folyamatos információkat és visszacsatolást, nem csak meghibásodás vagy az esedékes karbantartás esetén. Ezek a fajta infokommunikációs megoldások azért is fontosak, mert a szenzorok által folyamatosan küldött adatokból, az ezeket bányászni és szűrni képes programokkal, algoritmusokkal, sokkal jobban megismerhetjük a termékünket, annak használati módját és viselkedését. Bizonyos mintázatokat felismerve és beazonosítva előre tudunk jelezni tönkremenettel, üzemképességgel, biztonsággal és használattal kapcsolatos olyan információkat, melyek valós idejű megismerésére korábban nem volt lehetőség. Ezen a megismerési és tanulási folyamatok automatizálása (*machine learning*) a lehetőségek tárházát nyithatja meg előttünk.



3. ábra: A „machine learning” folyamata  
(forrás: <http://www.invma.co.uk/knowledge/what-is-machine-learning>)

A technológia alkalmazása ezáltal összességében jobb, optimálisabb járművek készítését teszi lehetővé a gyártóknak.

Az üzemeltetőknek a megfelelő adatok gyűjtése arra adhat lehetőséget, hogy a járművek állapotát, az utaslétszámot, annak összetételét, az utasok áramlását, a környezet körülményeit stb. folyamatosan monitorozhassák. Ennek tükrében még inkább optimalizálható lehet a járatrendszer, amivel a költségeket és erőforrásokat takaríthatnak meg, az utasok elégedettségét pedig növelhetik. Az adott város vagy városrész számára pedig szintén kedvező, ha egy optimális és intelligens közlekedési hálózattal rendelkezik, ami akár az igényeknek és változásoknak megfelelően rugalmasan alakítható. Mindezek alapján jól látszik, hogy a járműgyártás kiemelt fejlesztési szempontja a jövő közösségi közlekedési járműveinek intelligensebbé tétele és integrálása különböző szintű rendszerekbe. Alkalmassá kell tenni a járműveket az önmagáról és a környezetéről szerzett minél szélesebb körű információk begyűjtésére és folyamatos továbbítására. Az intelligens rendszerek szempontjából mind a vertikális, mind a horizontális integráció szem előtt tartása fontos szempont. Ezen járművek összekapcsolása az intelligens városok rendszereivel erős alapot nyújthat a közúti autonóm tömegközlekedési járművek fejlesztéséhez.



4. ábra: Az intelligens busz kommunikációs csatornáinak irányai

5.

### 3.3.2. Változások a fejlesztésben, gyártásban

A CAx rendszerek megjelenésével, elterjedésével és folyamatos fejlődésével a járműfejlesztés alapvető változáson ment keresztül. A virtuális térben felépített modellek, szimulációk, adatbázisok és az ezeket kezelő rendszerek egyre szerteágzóbbak és intelligensebbek lettek. Ezáltal a fejlesztési idő egyre inkább csökkenthető, illetve egységnyi idő alatt több/komplexebb munka végezhető el. Ennek a fejlődésnek egy következő lépcsőfoka a napjainkban is zajló negyedik ipari forradalom (Ipar 4.0, azaz *Industry 4.0*) és az ehhez kapcsolódó egyéb innovatív technológiák (IoT, Big Data analízis, „*Machine Learning*”, „*Augmented Reality*” stb.) beszívargása a fejlesztői rendszerekbe és a termék teljes életciklusába.

Ezek gyakorlati alkalmazására jó példa lehet a PTC amerikai CAD/PLM/IoT rendszerfejlesztő cég komplex rendszere, amely az alábbi területekre kínál megoldása

- a „*Creo*” CAD-es rendszer direkt inputként, online tudja fogadni a fizikai termékbe integrált szenzorok adatait, és ennek megfelelően mozgatja a modellt (digitális ikerpár - *Digital Twin*). Ez alapvető online analízist tesz lehetővé, és közvetlen becsatornázza a mért adatokat a tervező szoftverbe.
- A „*field service*” részére (a PLM rendszerből mindig *up-to-date* modellek és az integrált IoT platform alapján) azonnali állapotjelentést tud adni a szenzor jelekből és egy megfelelő eszköz (pl. egy tablet) segítségével a kiterjesztett valóság (*Vuforia - Augmented Reality*) segítségével azonnal szemléletes térbeli munka utasítások állíthatók elő.
- A „*ThingWorx*” IoT keretrendszer a termékek kezelésére, összekapcsolására (*Keeware*), a bejövő adatok tárolására (*Axeda Machine Cloud - M2M*), elemzésére, prediktív modellek felépítésére (*Coldlight Neuron Predictive Analytics Platform*) alkalmas komplex rendszer. A tesztelesek/működés során a felszenzorozott járművek és komponenseik viselkedéséből a különböző jelenségekre minták állíthatók elő. Valós időben monitorozva a járműbe már eleve integrált szenzorok jeleit, ezek a minták felismerhetők és szükség esetén az ezeknek megfelelő intézkedések alkalmazhatók. Ennek segítségével többek között a fejlesztés is nagymértékben felgyorsítható és a platform lehetőséget nyújt a termék életciklusának végigkísérésére, analizálására is.

A technológia arra is alkalmassá teheti a járműveket, hogy szoftverfrissítéssel javítani, fejleszteni lehessen a bennük lévő rendszereket, vagy akár újabb, mindaddig rejtett funkciókat lehessen aktiválni. Az ipari automatizálásban az „ipari dolgok internete” (*IIoT - Industrial Internet of Things*) olyan gépekből, kontrollerekből, stb. áll, amelyek forradalmi változásokat hozhatnak az autóbuszok gyártásában is. Az IIoT mint következő evolúciós lépés a gyártási folyamatokban sokkal nagyobb mennyiségű adathoz, sokkal gyorsabban és sokkal nagyobb hatékonysággal biztosít hozzáférést, mint a korábbi ipari rendszerek. Az autóbuszok a termék oldalon állnak, ezért ezen a téren újító szándékú „forradalmi szemlélet” szükséges az IoT adta lehetőségek implementálásához. Mivel a negyedik ipari forradalom egy kialakulóban lévő folyamat, a résztvevők és szerepek köre, valamint a lehetőségek még jelentősen formálódnak. Egyrészt a trendet kihasználó innovatív vállalkozások kínálnak megoldásokat, míg másrészt a felhasználók, a megoldásokat alkalmazó cégek állnak, melyeknek maguknak is keresztül kell menniük egy változási folyamaton, amely képessé teszi őket az innovatív technológiák alkalmazására.

Az Ipar 4.0 evolúciójába illeszkedő magyar intelligens autóbuszgyártási ökoszisztéma kialakulásához a következő kérdések szakmai megválaszolása szükséges:

- Hogyan tudjuk termékeinket, vállalatunkat, stratégiánkat átformálni a változásoknak megfelelően?
- Milyen megoldásokat érdemes választani a különböző területeken?
- Mennyire átjárhatóak, összekapcsolhatók a megoldásokat kínáló rendszerek?
- Vannak-e szabványok az IoT terén? Ha nincsenek, akkor milyen egységesítési, szabványosítási törekvések vannak?
- Hogyan garantálható az adatok biztonsága?
- Lehet-e, kell-e, (ha igen, milyen mértékben) formáló szerepet betölteni ezek alakulásában?
- Állami szinten létezik-e erre irányuló, a buszgyártókkal, szolgáltatókkal, városokkal, intézetekkel egyeztetett fejlesztési stratégia?

Elmondható, hogy a kialakult helyzet meglehetősen összetett, emiatt a megfelelő döntések meghatározása nehézséget okozhat a szereplők számára. Mindezek ellenére azt azonban látni kell, hogy az ipar és a világ e felé tart, tehát az átalakulás hosszútávon nem elkerülhető és aki meghatározó szerepet szeretne betölteni, annak most kell lépnie.

#### 4. Összefoglalás

Ha körülnézünk a világban, megállapíthatjuk, hogy több városban már autonóm busz prototípusok járnak az utakat és a gyártók és közlekedési vállalkozások tesztelik őket (Lausanne – Svájc, Trikala – Görögország, Zhengzhou – Kína, Wageningen – Hollandia), fejlesztve a bennük lévő, fejlesztési időszakban lévő technológiát. A jövőben várható elterjedésük, és az autonóm autóbuszok egyre inkább közeledni fognak a jelenleg használt autóbuszok méreteihez és befogadóképességéhez. A világ fejlett közlekedési kultúrával rendelkező részeiben elterjedő vannak okos városi rendszerek és intelligens közlekedési eszközök, lehetőséget teremtenek arra is, hogy megfelelő összefogás és kezdeményezések esetén Magyarország is (a helyi gyártók, üzemeltetők, oktatási és kutató intézmények és az állami szereplők együttműködésével) az élvonal közelébe, hosszabb távon akár az élvonalba kerülhessen. Érdemes lenne ezt a lehetőséget megfontolni és aktív szerepvállalással, akár egy megfelelő munkacsoport létrehozásával az intelligens autóbuszok gyártásának megvalósulását hazánkban elősegíteni. Ez a cikk is, ehhez szeretetne a maga lehetőségével hozzájárulni.

#### IDÉZETT SZAKIRODALOM:

Dr. Sárközi György (2014) Konnektivitás a közösségi közlekedésben: Connected Bus; Innováció és fenntartható felszíni Közlekedés, IFFK-Konferencia, 2014. augusztus 25-27. Óbudai Egyetem, Online: ISBN 978-963-88875-3-5; CD: ISBN 978-963-88875-2-8 Editor: Péter Tamás

Dr. Sárközi György, Veres Mihály (2016) Az adatvezérelt együttműködő közszolgáltatások fejlesztési lehetőségei és irányai a Nemzeti Mobilfizetési Zrt. által kidolgozott Nemzeti Smart City Technológiai Platform alkalmazásával, IFFK 2016, Óbudai Egyetem

Irinyi Terv

<http://www.ptc.com/internet-of-things/solutions>

<http://gizmodo.com/5-cities-with-driverless-public-buses-on-the-streets-ri-1736146699>

<https://inductiveautomation.com/what-is-iiot>

PwC - Industry 4.0: Building the digital enterprise (<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>)

Függelék : SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS RÖVIDÍTÉSEK

LAN	-Local Area Network
CAX	-Computer-aided technologies
CAD	-Computer-aided design
IoT	-Internet of Things (a dolgok internete)
IIoT	-Industrial Internet of Things
M2M	-Machine-to-Machine
PLM	-Product Lifecycle Management