

## Az elektromos járművek elterjedésének energiapiaci hatásai

**Felsmann Balázs**

Budapesti Corvinus Egyetem,  
balazs.felsmann@uni-corvinus.hu

*Kulcsszavak: energiastratégia, elektromos járművek, környezetgazdaság, koevolúció, üzleti modellek*

### 1. Bevezetés

Az elektromos<sup>1</sup> járművek terjedése sok kutató és elemző szerint a következő évtized egyik robbanásszerű technológia-innovációs áttörése lehet. Kétségtelen, hogy az elmúlt két évben dinamikus fejlődés indult meg az ilyen meghajtású autók értékesítésében. 2013-ban már két európai országban is 5% feletti piaci részarányt hasítottak ki maguknak, Norvégiában a 2012-es 3,3%-ról 6,1%-ra, míg Hollandiában egy év alatt 1%-ról 5,6%-ra nőtt a részarányuk az újautó-értékesítésből (Mock és Yang, 2014). Bár a hazai számok egyelőre elenyészőek, a 2013-as értékesítési adatok szerint mindössze 10 teljesen elektromos hajtású személygépkocsit és 496 hibrid autót helyeztek forgalomba hazánkban,<sup>2</sup> a hazai tervek is ambiciózusak. A Nemzeti Energiastratégia szerint „a közlekedés olajfüggettségének csökkentését szolgálja az elektromos (közúti és vasúti)- és hidrogénhajtás (közúti) arányának 9%-ra... növelése 2030-ra” (NES 2012. 16. oldal). Amennyiben a hazai autóállomány ilyen arányban elektromos járművekből állna, az a jelen technológiai tudásunk szerint 0,65-0,8 terawattórával növelné meg a hazai villamosenergia-keresletet 2030-ra. Bár ez a szám a teljes magyar energiarendszer adatai alapján nem tűnik jelentős rendszerszintű változásnak, tekintettel az elektromos autók koncentrált jelenlétére a nagyvárosokban, egyes térségekben az elosztóhálózat jelentős többletterhelését eredményezheti. A szükséges hálózati fejlesztések és a töltési infrastruktúra bővítése azonban nem egyszerűen technikai kérdés. Olyan komplex szemléletmódra van szükség, amely a környezeti, társadalmi és politikai célrendszert egyaránt megfelelően kiszolgáló üzleti modellek kialakításával az elektromos autózás elterjedésének hosszútávon fenntartható támogatására törekszik. Az előadás rövid áttekintést kíván nyújtani azokról a szempontokról, amelyek mérlegelése fontos, hogy az elektromos autózás hazai fejlődése a komplex módon értelmezett fenntarthatóság irányába mutasson.

<sup>1</sup> Az elektromos járműveknek számos változata ismert. Az ún. plugin hibrid (PHEV), a hatótávnyövelt hibrid és tisztán elektromos (BEV). Említeni kell még a tüzelőanyagcellát (HFC). Az előadás az első három technológiára fókuszál, de az energiapiaci következtetések jelentős része a tüzelőanyagcellás járművekre is helytálló lenne.

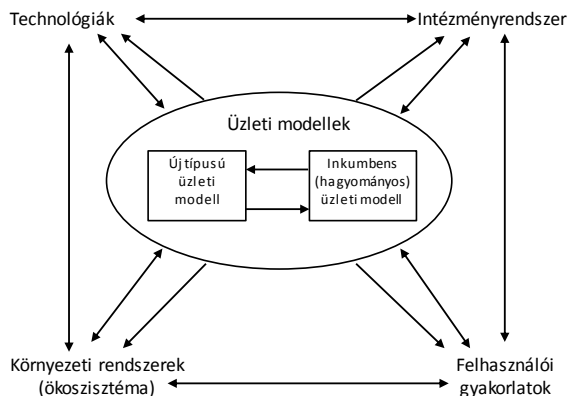
<sup>2</sup> A hibrideknél számos, egymástól eltérő műszaki megoldás van, a leginkább keresett modellek 2013-ban a Lexus (140 darab) és a Toyota (320)különböző típusai. Valamennyi tiszta elektromos hajtású újonnan értékesített autó Nissan Leaf volt. Forrás: <http://energiaoldal.hu/25-kal-tobb-elektromos-auto-fogyott-magyarorszagon/>

## 2. Elméleti háttér – a környezeti tényezők és az üzleti stratégiák komplex kölcsönhatása

Számos elméleti modell született az egyes környezeti tényezők és a vállalati stratégiák közötti kölcsönhatások leírására. Foxon (2011) széles áttekintést ad az ökológiai közgazdaságtani, a szocio-technológiai és az evolúciós elméletekről az alacsony üvegházhatású (ÜHG) gázkibocsátású gazdaságra történő átmenetet elemző tanulmányában, majd ezeket szintetizálva javaslatot tesz egy komplex közelítésmódra. Az általa kidolgozott koevolúciós keretrendszer a technológiák (*technologies*), a környezeti rendszerek (*ecosystems*), az intézményrendszer (*institutions*), a felhasználói gyakorlatok (*user practices*) és az üzleti stratégiák (*business strategies*) kölcsönös egymásra hatásának elemzésére épül. A koevolúció legfontosabb üzenete az egymást befolyásoló kölcsönös hatásmechanizmusok felismerése. E közelítésmódban nem elsődleges az ok-okozati kapcsolatok feltárása, sokkal inkább annak vizsgálata, hogy a felsorolt tényezők kétirányú kölcsönhatásai milyen változásokat indukálnak a többi alrendszerben, illetve ezek a változások hogyan vezetnek fokozatosan a teljes rendszer átalakulásához. A környezetgazdászokkal párhuzamosan hasonló elméleti következtetésre jutottak a stratégiai menedzsment kutatók is a makro- illetve iparági környezet és a vállalati stratégiák összefüggéseinek vizsgálata során. Volberda és Lewin (2003) kiemelik a vezetői szándékok (*managerial intentionality*) és a környezeti hatások közötti kétirányú összefüggéseket, Rodrigues és Child (2003) illetve Child, Rodrigues és Tse (2012) kiterjesztették a koevolúciós gondolkodást az állami intézményrendszerrel erős függőségben lévő gazdasági szektorokra, hangsúlyozva a politikai és intézményi alrendszer meghatározó hatását ezen iparágak fejlődési irányára. Hannon, Foxon és Gale 2013-ban továbbfejlesztették Foxon 2011-es elméleti keretrendszerét. Az üzleti stratégiákat felcserélték az üzleti modellek<sup>3</sup> fogalmával és a modell középpontjába helyezték (1. ábra). Az üzleti stratégiák középpontba állítása és a „hagyományos” és „újszerű” üzleti modellek szembeállítása az eredeti elméleti keretnél erőteljesebben hangsúlyozza az átalakulásban érdekelt vállalatok és üzleti érintettek szerepét. A modell alkalmazása segítséget nyújthat abban, hogy az átalakulásban érdekelt üzleti szereplők ne egyszerűen egy új technológiai lehetőségként gondoljanak az elektromos autózásra, ami felváltja a korábbi olajalapú közlekedési megoldásokat, hanem az új rendszer egyes elemeit külön-külön elemezve tárják fel az azokban rejlő stratégiai innovációk lehetőségeit.

---

<sup>3</sup> A szerzők az üzleti modelleket Osterwalder és Pigneur (2010) „Üzleti modell vászon” (Business model canvas) terminológiájának megfelelően értelmezik.



**1. ábra – Az üzleti modellek és a széles értelemben vett szocio-technológiai rendszerek közötti koevolúciós kapcsolatrendszer (Forrás: Hannon, Foxon és Gale, 2013)**

Az alacsony ÜHG kibocsátású közlekedésre történő átállás lehetséges jövőképeinek elemzése kiváló lehetőség arra, hogy a koevolúciós keretrendszer minden elemére kiterjedő kölcsönhatások kerüljenek feltárára. A *környezeti rendszerekkel* kapcsolatban az alacsony ÜHG kibocsátású energiarendszerek irányába történő elmozdulás szükségessége egyértelműen hatással van az elektromos autózásra. Fontos szempont a torlódások, a zajterhelés és a közlekedési balesetek által okozott káros környezeti hatások csökkenése is, amelyek a légszennyezés és az ÜHG kibocsátás externális költségeivel együtt összességében évi 230 milliárd eurós nagyságrendre tehető (COWI et al., 2013). A *technológia rendszereknél* az akkumulátortechnológia, az elosztóhálózat fejlesztése illetve az elektromos autók és az okos hálózatok (*smart grid*) lehetséges integrációs modelljei kiemelt hatást gyakorolnak a lehetséges jövőbeni fejlődési pályákra. Az *intézményrendszer* oldaláról Magyarország európai uniós tagságával összefüggésben vállalt kötelezettségeink hatásai valamint a hazai szakpolitikai stratégiai dokumentumokban felvázolt hosszú távú célok és az ezek elérése érdekében létrehozandó intézményi modellek elemzése kiemelt fontosságú. Lényeges, hogy az intézményrendszer milyen ösztönző eszközökkel képes és kész támogatni az elektromos járműhasználat terjedését. Az elektromos autók egyelőre kizárólag közvetlen és/vagy indirekt támogatások révén versenyképesek a hagyományos járművekkel összehasonlítva. Az újautó-vásárlások közvetlen támogatása, a különböző adókedvezményeken keresztül érvényesülő pénzügyi ösztönzők, a benzin és gázolaj illetve a villamosenergia-költségek különbsége vagy a közvetett előnyök (kedvezményes parkolás, kedvezményes behajtás forgalomcsökkentett városi területekre, buszsáv használata) egyaránt befolyásolja az elektromos autók terjedésének sebességét. Nem utolsó sorban a *felhasználói gyakorlatok* – autóhasználati szokások, az autók töltésével kapcsolatos szokások és elvárások, az elektromos autók akkumulátorainak rendszerszintű szolgáltatások céljaira történő feljárnásáért elvárt ellenérték, stb.

– megértése és befolyásolhatóságuk vizsgálata ugyancsak kulcsfontosságú annak érdekében, hogy az elektromos autókra épülően egy fenntarthatóbb közlekedési rendszer jöjjön létre.

### **3. Az elektromos autózás helyzete és várható jövőképe 2030-ig**

#### **Globális és európai trendek**

Az Európai Bizottság részére készült átfogó tanulmány (Proff és Kilian, 2012) szerint 2020-ig a globális új személygépkocsi-értékesítésen belül 9%-os részesedést érhetnek el a részben vagy teljesen elektromos hajtású járművek. A 2020-ra prognosztizált 86 millió darabos újautó-értékesítés 2030-ra várhatóan 99 millió járműre emelkedik, miközben az elektromos járművek részaránya 31%-ra emelkedik az új értékesítésekből, ami nagyságrendileg 4,6 millió új elektromos autó üzembe helyezését jelenti 2030-ban. 2020-ra az elektromos autók részaránya a teljes autóállományból az egyes európai piacokon 3-8% közé várható, európai állományuk elérheti az 5 milliót. A növekedési tendenciák alapján 2025-re az European Green Cars Initiative 15 millió elektromos autót prognosztizál az EU-n belül. Egy másik tanulmány (Loisel et al. 2014) két eltérő németországi forgatókönyvet elemezve mérsékelt dekarbonizáció esetén 1,1 millió, erőteljes dekarbonizáció esetén 4,8 millió tisztán elektromos (BEV) járművet prognosztizál.

2012-ről 2013-ra dinamikus volt a szektor fejlődése, bár országonként nagyok a különbségek. A Tiszta Közlekedés Nemzetközi Tanácsa (*The International Council on Clean Transportation – ICCT*) megbízásából készült tanulmány (Mock és Yang, 2014) szoros párhuzamot von az egyes országokban alkalmazott direkt és indirekt ösztönzők és az elektromos járművek terjedésének üteme között. Az elektromos autók elterjedésének két élharcosa Norvégia 6,1%-os és Hollandia 5,6%-os részarányával a 2013-as újautó-értékesítésből. Jelentős még az egyesült államokbeli Kalifornia állam növekedési üteme is, ahol a 2012-es 2,2%-ról 4,0%-ra nőtt az elektromos járművek aránya az értékesítésből. Mindhárom országot jellemzi, hogy a jármű beszerzési árához mérten jelentősek a fiskális támogatások. Norvégiában 70%-ot meghaladó, Hollandiában 50% feletti és Kaliforniában is 35% körüli a pénzügyi ösztönzők mértéke a beszerzési ár hányadában. Úgy tűnik egyelőre a támogatások mértéke a terjedési ütem fő magyarázó tényezője.

#### **Az elektromos autózás hazai helyzete és fejlődési tervei**

Hazánk egyelőre nem dicsekedhet érdemi jelenléttel az elektromos hajtású járművek piacán, ám a szándékok ambíciózusak. 2014. október 15-én a nemzetgazdasági miniszter részvételével jelentették be a Jedlik Ányos Klaszter megalakulását (Kormányportál, 2014). A klaszter célja, hogy elősegítse az elektromos járművek elterjedését. A témakör kiemelt hangsúlyt kapott a Nemzeti Energiastratégiában (NES, 2012) is. A NES megfogalmazása szerint 2030-ra el kell érni, hogy az elektromos hajtás aránya 9%-ra nőjön, ami abban az esetben valósulhat meg, ha addigra mintegy 360-400 ezer elektromos jármű közlekedik majd a hazai utakon. Ehhez éves átlagban 24-

27 ezer ilyen járművet kell forgalomba helyezni a következő másfél évtizedben. Mivel a fejlődési ütem nem lesz lineáris, a 2020-as évtized második felében az újonnan forgalomba helyezett autók többségének már elektromos hajtásúaknak kell lenniük ahhoz, hogy ez az arány elérhető legyen. A 2030-ra vizionált közel 400 ezer elektromos jármű már érdemi fogyasztóként jelenik meg a hazai energiarendszerben. A fentebb már idézett német tanulmány (Loiser et. al, 2014) 2 TWh éves áramfogyasztást becsül a mérsékelt dekarbonizáció, 8,9 TWh áramfogyasztást az erőteljes dekarbonizációs forgatókönyv megvalósulása esetén. Ez egy autóra becsülve 1850 kWh körüli éves átlagos áramfogyasztást jelent. A németországi tanulmány adatai összecsengenek saját számításainkkal, amelyeket 2020-ra végeztünk el az elektromos autók várható hazai elterjedéséről készített prognózis (PwC, 2012) alapján az elektromos meghajtású járművek megjelenése miatt várható villamosenergia-többletigény becslésére.<sup>4</sup> Számításainkban kismértékben lefelé korrigáltuk a PwC által 2020-ra várt számokat, tekintettel arra, hogy az elemzésük elkészítése óta eltelt két évben alig volt előrelépés a hazai elektromos autók terjedése területén. Eredményeink alig térnek el az idézett német tanulmányban becsült fajlagos villamosenergia-felhasználási értékektől (2115 kWh/év a mi számításainkban illetve 1818-1854 kWh/év a német tanulmányban). Az adatok alapján a hazai tervek megvalósulása esetén a 2030-ra várható hazai elektromos járműállományt figyelembe véve éves szinten 0,65-0,8 terawattórával nőhet a magyarországi villamosenergia-igény.

<b>Forgatókönyv</b>	<b>Állomány</b>	<b>Éves becsült futásteljesítmény</b>	<b>Éves többlet villamosenergia-igény</b>
<b>Pesszimista</b>	23.000 db	345 millió km	48.645 MWh ~0,05 TWh
<b>Realista</b>	40.000 db	600 millió km	84.600 MWh ~0,09 TWh
<b>Optimista</b>	167.000 db	2.505 millió km	353.205 MWh ~0,35 TWh
<b>Teljes autóállomány, ha elektromos autókból állna</b>	3.332.495 db	49.987 millió km	7.048.167 MWh ~7,05 TWh

1. táblázat – a magyarországi elektromos járművek 2020-ra becsült villamosenergia-fogyasztása eltérő állományi adatok mellett (saját számítás)

#### 4. Az elektromos járművek elterjedését befolyásoló koevolúciós hatások

A norvég és a holland piacbővülés üteme igazolja, hogy az elektromos járművek elterjedésének üteme már elsősorban nem technológiai kérdés, sokkal inkább az egyes egymással

<sup>4</sup> A számítások elvégzésében nyújtott segítségért ezúton is szeretném köszönetemet kifejezni volt hallgatónknak, Zsótér Mártonnak, akinek 2014-ben a BCE-n megvédett MSc. szakdolgozata részletesen tartalmazza a számításoknál használt metodológiát.

kölcsönhatásban lévő koevolúciós tényezők együttes változásának függvénye. A továbbiakban áttekintjük az egyes tényezők lehetséges változásait, amelyek kölcsönösen befolyásolják a koevolúciós keretrendszer további elemeit.

## **Természeti környezet**

A természeti környezet által generált hatások közül kiemelkednek a légszennyezés és a globális felmelegedés elleni küzdelemmel kapcsolatos változások. Magyarországon sajnálatos módon az Európai Unión belül az egyik legmagasabb a 2,5 mikrométer (PM<sub>2,5</sub>) alatti szálló por által okozott becsült környezeti károk összege. Az EU Közlekedési Bizottsága részére készített elemzés szerint (Ricardo-AEA, 2014) hazánkban az egy tonnányi PM<sub>2,5</sub> szennyezés 222 ezer euró környezeti kárt okozott a városias térségekben, míg az ország egészére vetítve 51 ezer euró ez az érték. Egy másik EU-s szakpolitikai elemzés (COWI, 2013) az európai közlekedés városi területeket érintő externális költségei közül 27 milliárd euróra becsüli a levegőminőség romlásával és az ÜHG kibocsátással kapcsolatos éves költségeket. A COWI tanulmány ugyancsak számszerűsíti a zajterhelés (évi 40 milliárd eurós környezeti hatás) és a torlódások miatti externális veszteségek mértékét a városi övezetekben (80 milliárd euró/év). Az elektromos autók előnye, hogy lokális emissziójuk nincs, zajterhelésük kisebb és amennyiben elterjesztésüket indirekt módon bizonyos közlekedési könnyítésekkel is támogatják (pl. buszsáv használata) úgy – legalábbis tulajdonosuk számára – csökkenthetik a torlódások miatti egyéni veszteségeket.

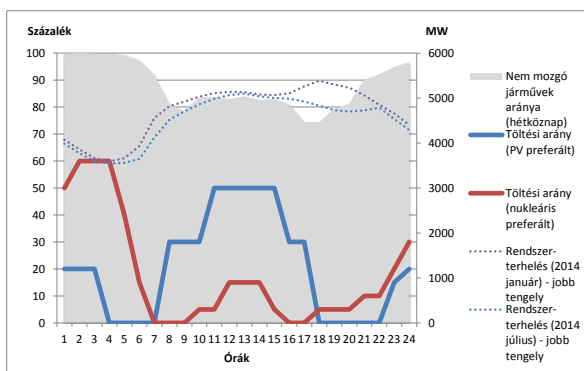
## **Technológiák**

Az előadás kereteit messze meghaladja, hogy a különböző teljesen vagy részben elektromos hajtású járművek technológiai részleteit bemutassa. Az elektromos autózás és a villamosenergia-piac közötti kapcsolatrendszer szempontjából ugyanakkor érdemes kiemelni három összefüggést. Az első az erőművi mix és az elektromos autók töltése közötti összefüggés vizsgálata, a második az elosztóhálózat fejlesztése tekintetében levonható következtetések, a harmadik az elektromos autók bekapcsolásának lehetőségei a villamos energia rendszer szabályozásába.

Az energiatermelés szerkezetét és az elektromos autózás terjedését a Nemzeti Energiastratégia is igyekszik összekapcsolni, bár vitatható módon, amikor az alábbiak szerint fogalmaz: „*A közlekedés elektrifikációja elsősorban az atomerőművi villamos energiára építhető*” (NES, 2012, 16. oldal). A 3. fejezetben bemutattuk, hogy 2030-ra még az ambiciózus hazai elektromos autó tervek teljesülése esetén is csak elenyésző többletigényt fognak támasztani ezek a járművek ahhoz képest, hogy a tervezett Paks-2 erőmű – legalábbis elvben – 2025-től üzembe áll. Az új erőműnek 2026-tól minimum 15 TWh többlet zsinóráramot kellene megfelelő áron értékesítenie a jelenlegi zsinórtermelő Paks-1 és a Mátrai Erőmű termelésén felül ahhoz, hogy esélye legyen a megtérülésre. Összehasonlításképpen 2013-ban 30,3 TWh volt a hazai erőművek együttes termelése, amiből Paks-1 15,4 TWh, a Mátrai Erőmű 6,2 TWh. Az adatokból nyilvánvaló, hogy az elektromos

autózás 2030-ra 1 TWh-t sem elérő áramigénye nem fogja megoldani az éjszakai órákban termelt felesleges nukleáris többletáram értékesítési gondjait.

Az áramtermelés összetétele ugyanakkor hatással lehet a töltési infrastruktúra célszerű kialakítására. A 2. ábra illusztrálja, hogy az elektromos járművek milyen jellemző napon belüli ütemezésben tölthetik fel akkumulátoraikat, ha nukleáris (zsinór) illetve megújuló (fotovoltaikus) termelésre optimalizáljuk az infrastruktúrát.



**2. ábra - Eltérő napon belüli elektromos jármű töltési arányok a különböző energiatermelési módok preferálása esetén (illusztráció)**

Az ábrán piros illetve kék vonallal ábrázoltunk két illusztratív töltési arányt az elektromos járművekre. Az ábra jobb tengelyén szaggatott vonalakkal szerepeltettük a hazai villamosenergia-rendszer havi átlagos terhelését a MAVIR adatai alapján. A szürke háttérrel jelzett arányszám egy németországi vizsgálat eredménye, ami az elektromos járművek várható napon belüli használatát elemezte a járműhasználati szokások alapján (Loisel et al., 2014). Az adatsorból látszik, hogy minden napszakban jelentős a parkoló járművek száma, ami gyakorlatilag szabad kezet nyújt abban a tekintetben, melyik töltési modellt preferáljuk. Ha a rendszerben sok a fölösleges zsinóráram, úgy célszerű egy olyan infrastruktúra kialakítása, ami főként az éjszakai, legalacsonyabb terhelésű időszakokban tölti az elektromos autókat (piros vonal). Ebben az esetben a töltést elsődlegesen otthon (a jármű éjszakai telephelyén) célszerű végezni. Ezzel szemben, ha az a célunk, hogy a napközben termelődő megújuló áramnak (a várhatóan dinamikusan növekvő napelemes termelésnek) találjunk felhasználási módot, úgy célszerűbb a töltést napközben, a munkahelyeken illetve az autók napközbeni parkolóhelyein megoldani (kék vonal). A napközbeni töltésnek számos előnye lehet, amelyeket érdemes részletesebben tovább elemezni. (1) A munkahelyi illetve P+R parkolók relatív koncentráltabbak, így a szükséges elosztóhálózati fejlesztés és töltési infrastruktúra hatékonyabban telepíthető, mint a lakóövezetekben. (2) Nappali töltés esetén a városi övezetekben felhasználható a közvilágítási rendszer gyakorlatilag teljes kapacitása az elektromos járművek töltésére, hiszen ez az alrendszer ilyenkor gyakorlatilag nincs terhelve. Már ma is létezik megoldás a közvilágítási lámpaoszlopokhoz illeszthető töltőkre.

Számos tanulmány elemzi az egyes napon belüli töltési modellek előnyeit és hátrányait. Garcia-Villalobos et al. (2014) tanulmányukban részletesen vizsgálják négy eltérő töltési modell várható hatásait. Elemzésük felhívja a figyelmet arra, hogy az optimális töltés kiválasztását célszerű egy erre szakosodott speciális szereplő (aggregátor) koordinációjára bízni. Az aggregátor szerződéses kapcsolatban áll a járműtulajdonosokkal, akiknek egyéni preferenciái alapján dönt a járművek töltésének módjáról. Az aggregátor ugyanakkor egyben egyfajta speciális virtuális erőműként is működhet amennyiben biztosított a feltöltött akkumulátorokból történő visszatáplálás lehetősége a hálózatba – (*vehicle-to-grid*) (Garcia-Villalobos et al., 2014, Mwasilu et al., 2014, Hota et al., 2014).

## **Felhasználói gyakorlatok**

A töltési infrastruktúra kialakítása, a járművek bevonása a primer és szekunder rendszerszabályozásba nem csupán technikai kérdés, de legalább ilyen mértékben a használati szokások függvénye. Az, hogy otthon vagy inkább napközben a munkahelyünkön töltjük szívesen az autónkat, elsősorban valószínűleg attól függ, hogy ki fizeti az üzemanyagot, ami immár nem benzin vagy gázolaj, hanem áramköltség. Ha a munkahelyünktől juttatásként kapjuk a töltést (ami a céges járműveknél elég könnyen elképzelhető), úgy valószínűleg arra fogunk törekedni, hogy a számunkra ingyenesen elérhető vállalati töltőpontokon „tankoljunk”. Ha magánautónk van, úgy töltési preferenciánk nagymértékben összefügg azzal, hogy részt veszünk-e háztartási méretű kiserőművel (napelemes rendszerekkel) a villamosenergia-termelésben. Ha igen, úgy valószínűleg az lesz a preferenciánk, hogy a saját termelésű áramunkat a lehető legkedvezőbbben hasznosítsuk. Egyszerű fogyasztóként a piaci árakra leszünk leginkább érzékenyek és várhatóan azokat a megoldásokat fogjuk pártolni, amelyek rugalmas döntéseket tesznek lehetővé a kereskedőnktől kapott árszignál alapján. de a jövőbeni felhasználói gyakorlatunk megválasztása tekintetében még inkább elrugaszkozhatunk jelenlegi szokásainktól. Marletto (2014) felhívja a figyelmet, hogy az átmenet az új típusú városi közlekedés modelljébe nem feltétlenül a jelenlegi folyamatok extrapolációja, amit mint hagyományos modellt „AUTO-city”-nek nevez. Az ennek alternatívájaként bemutatott „ECO-city” egy új integráció, amelyben az egyéni járművek használatát fokozatosan felváltják a közösségi közlekedés, az osztott gépkocsihasznalet (*car-sharing*) és a közösségi kerékpározás együttműködő fejlesztése révén kialakuló integrált városi közlekedési rendszerek.

## **Intézményrendszer**

Az intézményrendszer egyaránt lehet támogató vagy éppen gátló az egyes fejlődési irányok tekintetében. Ahogyan arra már korábban is utaltunk a direkt és indirekt támogatások (beszerzési ártámogatás, adókedvezmények, különleges használati jogok) alapvető hatással vannak az elektromos járművek terjedésének ütemére. De ugyancsak erős a szakpolitikai alrendszerek hatása. A villamos energia és a kőolajszármazékok egymáshoz viszonyított áralakulása befolyásolja a hagyományos és elektromos járművek fenntartási költségét. Az egyedi járművek töltési-betáplálási



műveleteit összehangoló aggregátorra (virtuális erőmű operátorra) vonatkozó engedélyek és a tevékenység részletes ágazati szabályai meghatározzák, hogy milyen addicionális bevételekre számíthatnak az elektromos járművek tulajdonosai, ha részt vesznek a rendszerszabályozásban. A magán- és céges autók jövőbeni aránya jelentős részben az egyes közterhek és adók mértékének függvénye. A céges autók dominanciája ugyanakkor előtérbe helyezi a nappali töltés megoldásának módját vagy az otthon feltöltött járművek „tankolási költségének” áterhelési lehetőségét a jármű üzemeltetőjére, ami szintén intézményes megoldásokat kíván. A felsorolás hosszan folytatható lenne, de talán a fenti problémafelvetések is kellően illusztrálják az intézményrendszer szerepének fontosságát.

## Új típusú üzleti modellek

Az elektromos autók elterjedése számos új üzleti modell lehetőségét kínálja:

- 1) Autógyártók – számukra az elektromos járművek hagyományos értékesítési modelljein túlmenő lehetőséget kínál a változóban lévő fogyasztói szokásokra építő osztott-járműhasználat üzleti modellje. (Ilyen kísérletbe kezdett például a Toyota Japánban).
- 2) Akkumulátorgyártók és az akkumulátorok cseréjét és másodlagos hasznosítását végző vállalkozások – számukra lehetőség az akkumulátorok folyamatos cseréje és a járművekben már nem használható, de még működőképes akkumulátor felhasználása akár energetikai tároló rendszerekben.
- 3) Elosztók és a töltési infrastruktúra kiépítői, üzemeltetői – az egyszerű üzemeltetésen túlmutató mérési, információs szolgáltatások.
- 4) Villamosenergia-kereskedők – dinamikus árazás a járműhasználati szokások és a villamosenergia-piaci lehetőségek figyelembevételével.
- 5) Aggregátorok, virtuális erőművek – az elektromos járművek bekapcsolása a rendszerszabályozási feladatokba.

Látható, hogy az elektromos autózásra történő átmenet nem egyszerű technológiaváltás, hanem egy olyan komplex átmenet, amely számos területen kínál lehetőségeket új innovatív üzleti gyakorlatok elterjesztésére. Az üzleti innovációk és a környezeti rendszerek közötti kölcsönös hatások alapvetően befolyásolhatják az új közlekedési rendszerek hosszú távú sikerét.

## 5. Összefoglalás

Előadásom célja az volt, hogy az elektromos autózás elterjedése kapcsán bemutassam, hogy hatnak egymásra az egyes környezeti alrendszerek és az üzleti stratégiák. A komplex technológiai, ökológia, intézményi és társadalmi változások számos lehetőséget biztosítanak arra, hogy átfogóan gondoljuk újra a jelenlegi közlekedési modelleket. Bemutattam, hogy az elektromos autózás számos lehetőséget kínál az innovációra. De csak a környezeti, társadalmi ÉS üzleti szempontok kölcsönös figyelembe vételével végiggondolt új megoldások biztosíthatják a komplex, hosszú távon fenntartható új modellek létrejöttét. A koevolúciós keretrendszer ehhez jó elemzési háttérrel

adhat, de valóban jó megoldásokat csak az érintett szakmai, politikai, üzleti és társadalmi csoportok folyamatos párbeszéde, együtt gondolkodása hozhat.

## Hivatkozások

- [1] Child, J., Rodrigues, S. B. and Tse, K-T. K. 2012. The Dynamics of Influence in Corporate Co-Evolution. *Journal of Management Studies*, Volume 49, Issue 7, pp. 1246–1273.
- [2] COWI, ECORYS and CENIT 2013. Study to Support an Impact Assessment of the Urban Mobility Package. Final Report. European Commission, DG MOVE, October 2013.
- [3] Garcia-Villalobos J., Zamora I., San Martín J.I., Asensio F.J., Aperribay V. 2014. Plug-in electric vehicles in electric distribution networks: A review of smart charging approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38 (2014) pp. 717-731.
- [4] Foxon T. J. 2011. A coevolutionary framework for analysing a transition to a sustainable low carbon economy. *Ecological Economics*, Vol. 70, pp.2258-2267.
- [5] Hannon M. J., Foxon T. J., Gale W. F. 2013. The co-evolutionary relationship between Energy Service Companies and the UK energy system: Implications for a low-carbon transition, *Energy Policy*, Vol:61, pp. 1031-1045.
- [6] Hota A.R., Juvvanapudi M., Bajpai P. 2014. Issues and solution approaches in PHEV integration to smart grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 30 (2014) pp. 217-229.
- [7] Kormányportál 2014. Megalakult a Jedlik Ányos Klaszter. 2014. október 15. <http://www.kormany.hu/hu/nemzetgazdasagi-miniszterium/hirek/megalakult-a-jedlik-anyos-klaszter> Letöltve: 2014.11.01. 20:13.
- [8] Loisel R., Pasaoglu G., Thiel C. 2014. Large-scale deployment of electric vehicles in Germany by 2030: An analysis of grid-to-vehicle and vehicle-to-grid concepts. *Energy Policy* 65 (2014) pp.432-443.
- [9] Marletto G. 2014. Car and the city: Socio-technical transition pathways to 2030. *Technological Forecasting and Social Change* 87 (2014) pp. 164-178.
- [10] Mock P. and Yang Z. 2014. Driving electrification: A global comparison of fiscal incentive policy for electric vehicles. White paper. The International Council on Clean Transportation, Washington DC.
- [11] Mwasilu F., Justo J.J., Kim E-K., Do T. D., Jung J-W. 2014. Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 34 (2014) pp. 501-516.
- [12] Nemzeti Energiatérkép 2030. 2012. Kiadó: Nemzeti Fejlesztési Minisztérium ISBN 978-963-89328-1-5.
- [13] Osterwalder, A., Pigneur, Y., 2010. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers and Challengers*. Wiley Desktop Editions, Wiley, Hoboken.
- [14] Proff H. and Kilian D. 2012. Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles: Final Report, December 19<sup>th</sup> of 2012. University of Duisburg-Essen.
- [15] PwC 2012. Kitekintés az elektromos autók jövőjére: Az elektromos járművek szegmensének várható fejlődése Magyarországon. 24 oldal. Elérhető: <http://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/e-car-survey-hu.pdf>
- [16] Ricardo-AEA 2014. Update of the Handbook on External Costs of Transport: Final Report. Report for the European Commission: DG MOVE, Ricardo-AEA/R/ED57769 Issue Number 1, 8<sup>th</sup> January 2014.
- [17] Rodrigues, S. B. and Child, J. 2003. Co-evolution in an Institutionalized Environment. *Journal of Management Studies*, Vol. 40, pp. 2137-2162, December 2003.
- [18] Volberda, H. W. and Lewin, A. Y. 2003. Co-evolutionary dynamics within and between firms: from evolution to co-evolution. *Journal of management Studies*, 40, 8, pp. 2105-2130.