

## Az elektromos autók jövőjéről

### On the future of electric cars

*Dr. FERENCZ András*

A Temesvári „Politehnica” Műszaki Egyetem nyugalmazott adjunktusa  
Email: ferencza@gmail.com

#### Összefoglaló

*Mivel a modern társadalom élete nem képzelhető el megfelelő közlekedési eszközök nélkül, így a gépkocsik életszükségletté váltak. A belsőégésű motorokkal működő járművek légszennyezése elősegítette az elektromos autók újra felfedezését. A dolgozatban elemezem, hogy ezek a jelenleg létező modern járművek milyen nyereséget hozhatnak az emberi társadalomnak.*

**Kulcsszavak:** elektromos autó, áramforrások, lítium-ion akkumulátor, tüzelőanyag cella, hatótávolság

#### Abstract

*Since the life of modern society cannot be imagined without adequate means of transport, cars have become a necessity. Air pollution from vehicles powered by internal combustion engines has helped rediscover electric cars. In my dissertation I analyze the benefits these modern vehicles currently have for human society.*

### 1. RÖVID TÖRTÉNELEM

Hálózatfüggetlen használható elektromos járművekről csak az ólomakkumulátor feltalálása után beszélhetünk (feltaláló Gaston Planté 1859), bár voltak próbálkozások cserélhető elemmel (a skót Robert Anderson villamos szekere, az amerikai Thomas Davenport mozdonya 1832-1839). Camille Alphonse Faure 1881-ben egy akkumulátorral működő villamos triciklit szerkesztett, míg az első négykerekű elektromos gépkocsinak Angliában Thomas Parker 1884-ben, Németországban Andreas Flocker volt a megalkotója 1888-ban. [1,2,3]

Bár Karl Benz 1886-ban már szabadalmaztatta a belsőégésű motorral működő háromkerekű gépkocsiját, az 1890-es évek végén az Egyesült Államok gépkocsi parkjának csak 22%-a működött belsőégésű motorral, 38% elektromos meghajtással és 40% gőzgéppel.

1897-ben New Yorkban a Pope Manufacturing által gyártott (500 db/év) elektromos taxikat használtak, bár sebességük nem haladta meg a 30 km/h-t és autonómiájuk az 1 órát, de a csendes és szagtalan működésük volt a meghatározó.

A 100 km/h sebességet is először egy Camille Jenatzy által vezetett elektromos autó a „La Jamais Contente” (Az örök elégedetlen) érte el 1899 április 29-én. (Végsebesség 106 km/h, két 25 kW teljesítményű villanymotor hajtotta az autót).

A belsőégésűmotoros autók térhódítása a Ford T sorozatgyártásával kezdődött 1907-ben. Az alacsonyabb ár és az üzemanyag által biztosított nagyobb autonómia által 1912-től lassan kiszorították az elektromos autókat, úgy, hogy 1930-ban már a számuk elenyésző.

Az 1970-80 közötti kőolajválság idején ismét érdeklődni kezdtek az elektromos autók újra feltámasztása iránt, a Temesvári Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán is komoly kutatásokat végeztek ilyen céllal. A 70-es évek kutatásai vezettek az új, nagyobb kapacitású áramforrások felfedezéséhez (Lítium-ion akkumulátorok, tüzelőanyag cellák újra felfedezése stb.), amelyek segítenek az egyre elviseltelebb, a szénhidrogéneket égető belsőégésű motorok által okozott környezetszennyezés fékezéséhez. Míg 1900-ban csak 9504 autót gyártottak, 2016-ra az éves termelés meghaladta a 88 milliót [4,5]. Az előrejelzések szerint 2035-ben a Föld autóállománya a 2 milliárdos

darabszámot is meghaladja. Egyes kutatók szerint az új autók károsanyag-kibocsátását mintegy 80 százalékkal kell csökkenteni ahhoz, hogy elkerüljük a klímaváltozást.

## 2. AZ ELEKTROMOS MEGHAJTÁS ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI

Az elektromos meghajtás sokkal jobban megfelel a járművek követelményeinek, mint a belsőégésű motor, csak az üzemanyag által biztosított nagy autonómiának volt a döntő szerepe az utóbbi elterjedésének. Az elektromos autók előnyei: működése közben nincs károsanyag kibocsátás, nagy nyomaték (könnyű indítás), energiatakarékos fékezés, csendes, rezgésmentes működés, kisebb fogyasztás, az akkumulátorok súlya miatt alacsony súlypont (nagyobb közlekedési stabilitás), egyszerűbb szerkezet, tehát kisebb meghibásodási lehetőség.

A jelenlegi hátrányok a tiszta elektromos járművek esetében az akkumulátorok által biztosított kisebb autonómia, (ami a tüzelőanyagcellás és a hibrid járműveknél nem áll fenn), magasabb ár (amit az akkumulátor ára vagy a tüzelőanyagcella ára okoz), hosszú feltöltési idő, a jármű klimatizációja csökkenti az autonómiát. [1,6]

## 3. AZ ELEKTROMOS AUTÓK FAJTÁI

Mivel a meghajtás elektromos, a *hibrid járművek* is ebbe a kategóriába tartoznak. A hibrid autóknál a belsőégésű motor egy villamos generátort hajt, ami villamos árammal táplálja a járművet hajtó villanymotort és táplálja az akkumulátort. Lakott területeken az akkumulátort használva nincs károsanyag kibocsátás. Az újabb hibrid járműveknél megjelent a *konnektoros hibrid* változat (plug-in, jelzése PHEV), ami lehetővé teszi, hogy nem kell a belsőégésű motort megindítani föltétlenül, ha lemerült az akkumulátor [7].

A hibrid autók egyik változata a *hatótáv növelt elektromos autó* a REX (range extender), ahol egy kisebb belsőégésű motor az akkumulátor újratöltésével segíti a hatótávolság növelését. Szintén növeli a hatótávolságot az új 2020-ban piacra kerülő Hyundai Sonata Hybrid tetejére beépített 205 W teljesítményű napelem. A 2L-es benzinmotor 112 kW, a villanymotor 39 kW, a fogyasztás 4,525 l/100km (52 mpg).

A *tüzelőanyag cellás* járműveknél (FCEV) a hajtó villanymotorok működéséhez szükséges áramot a hidrogénnel működő tüzelőanyag cella állítja elő, ami fordított elektrolízis segítségével a levegő oxigénjével villamos áramot és vizet termel. Az autonómiája nagy, hasonló a benzinmotoros járművekéhez, csak sokkal drágábbak ezeknél. A hidrogént 95%-ban a földgázból állítják elő amit magas hőmérsékleten vízgőzzel kezelnek, de jelenleg Németországban a megújuló energiát termelő szélerőművek többlet energiáját is használják a víz felbontására. A FCEV autók hidrogén tartalva 700 bar nyomáson tárolja a hidrogént, de egy nagyon érdekes változaton dolgoznak a Iasi Műszaki Egyetem kutatói izraeli együttműködéssel. Az általuk szerkesztett tartály üveg kapilláris csövekből áll, ahol 70 bar nyomás alatt tárolják a hidrogént. Sajnos jelenleg még nagyon magas a FCEV autók ára. A Toyota Miraj Németországban 78 ezer euróba kerül és hidrogén töltési lehetőség is sokkal kevesebb mint a tiszta elektromos autóknál, amelyek még otthon is tölthetők. [9.]

A *tiszta elektromos autók* általában Lítium-ion akkumulátorokkal működnek. A hatótávolságuk az akkumulátor kapacitásától és a fogyasztástól függ. Jelenleg az egyik legnagyobb kapacitású akkumulátor a Tesla S Model-en van, 85 kWh, de a súlya 750 kg. Az Li-ion akkumulátor ára magas. Egyetlen árat tudok a General Motors Chevrolet Bolt 38.000\$ értékű autójának a 60 kWh akkumulátora 15.734\$. A közeljövőben a Tesla és a Mercedes is több akkumulátorgyárat épít, így remélhetőleg csökken az ár [8.].

## 4. AZ ELEKTROMOS AUTÓK JÖVŐJÉRŐL

Az elektromos autók előtt nagy jövő áll, amit környezetszennyezés csökkentésének követelménye ír elő. Jelenleg a tiszta elektromos autók sem teljesen környezet kímélők, mert az ország energetikai hálózatától függ, hogy miből állítják elő a pillanatnyilag betöltött elektromos energiát. Például Romániában ma 2020. február 10-én 15 és 20 órakor a Transelectrica energiamérlegét az 1. táblázat mutatja be.

ENERGIAFORRÁS	15 ÓRA		20 ÓRA	
	MW	%	MW	%
Hidro	1946	24,10	2435	27,76
Szénhidrogén	1885	23,35	1899	21,65
Szél	1640	20,31	2015	22,97
Atom	1388	17,19	1421	16,20
Szén	995	12,32	931	10,61
Nap	146	1,81	0	0,00
Biomassza	74	0,92	70	0,80

Tehát a felhasznált energiának délben 36,59, este 33,06 százaléka termel széndioxidot. Ha az akkumulátorok feltöltésére újrahasznosítható energiát használunk akkor csak az akkumulátor előállítása közben történt széndioxid kibocsájtást kell figyelembe venni. Svájci, ausztriai, német és svéd kutatóintézetek vizsgálatai a lítium- ion akkumulátorok szürke energiája által kibocsájtott széndioxidra irányultak figyelembe véve a lítium kitermelését, szállítását, tárolását, az akkumulátor gyártásától a hulladékkezelésig. A gyártáshoz felhasznált energia 912 MJ/kWh (253,3 kWh/kWh). A vizsgálatok az akkumulátorok minőségétől és a vezetők gyakorlatától függően különböző indirekt kibocsájtást eredményeztek: 50-140 g/kWh [10], ami az egyik legnagyobb a Tesla S-nél használt 85 kWh kapacitású akkumulátornál is csak maximum 12,1 kg széndioxidot jelent, ami elhanyagolható. Jeff Dahn, a halifaxi egyetem laboratóriumában, a Tesla gyárral kötött szerződés alapján egy új típusú Li-ion akkumulátort, a LiNi<sub>0,5</sub>Mn<sub>0,3</sub>Co<sub>0,2</sub>O<sub>2</sub>/grafit-ot tesztelt, amelyik több mint 4000 töltési ciklust bír ki (ami kb. 1,6 millió kilométert jelent, amit az autó 20 év alatt tesz meg). Ez nagyon gazdaságossá teszi az elektromos autót [12.].

Egy nagyon nagy hátránya ezeknek az autóknak az hosszú feltöltési idő, a kisebb állomásokon és otthon órákat is eltart. A lassú töltők teljesítménye 3-7 kW, az áramerősség 16 A, a töltési idő 8-12 óra. Ugyanezek az adatok a gyorsöltőnél 7-22 kW, 32 A, 1-3 óra, a villámtöltőnél 20-50 kW, fázisonként 80-143 A, 20-30 perc. A töltési idő az akkumulátor kapacitásától függ. [14]

Egy nagyon érdekes áramforrást, az alumínium-levegő elemet (vagy tüzelő cellát) találtak fel az izraeli Phinergy vállalat szakemberei, amelyik a Citroen C1 autón kipróbálva 1600 km megtételét biztosította, csak minden 320 km megtétele után kellett vízzel feltölteni. Az elemet (mint minden villamos elemet) nem lehet feltölteni. Használat után ki kell cserélni. Az elem anódja egy alumínium lemez (lehet cink is, de sokkal nehezebb), a katód a levegő oxigénje, az elektrolit kálium hidroxid (KOH). A katód egy fémlémezzel van fődve, minek anyaga gyártási titok. A használt elem súlya 100 kg, amiből 25 kg alumínium. Az energia-sűrűség 8 kWh/kg. A gyártók remélik, hogy nemsokára ugyan azzal az elemmel elérhetik a 3000 km-t. Az elem cseréje percek alatt megvalósítható (rövidebb idő alatt, mind a benzintartály feltöltése). Az elem működése közben az alumínium lemezek alumínium hidroxiddá válnak, ami nem hulladék, mert felhasználható (például a gyógyászatban). Nem szabad elfelejteni, hogy az elem által termelt áram nem nyereség, mert tudni kell, hogy 1 kg alumínium előállításához 13,46-15,6 kWh villamos energia szükséges. Ezeket az elemeket nem javasolják mindennapi használatra, csak kiegészítőként egy hosszabb út megtételére. Átveheti a kis benzinmotor helyét a REX típusú hibrid autóknál.

Románia is készül az elektromos autózásra [13], majdnem minden jelentősebb településen létezik 22 és 50 kW teljesítményű töltő állomás és 2020-ban meg fog jelenni a 150 kW és a 350 kW teljesítményű állomás is és az adott Kaufland üzleteknél ingyenes töltés is elérhető.

A közeljövő nem jelenti a belsőégésű motorok végét, mert az alacsonyabb ár versenyképesnek tartja, de az egyre szigorúbb környezetvédelmi szabályok kötelezik a gyártókat az alacsonyabb fogyasztású gépek előállítására. Nőni fog a hibrid autók száma, főleg a PHEV változat. A teljesen elektromos autók száma nőni fog és közülük fognak megjelenni az önvezető autók is, amelyek fejlesztésére egyre nőnek a befektetések [15]. Ha 2050-re sikerül a terv szerint megvalósítani a fúziós erőműveket, akkor győz az elektromos autó. Egyelőre, főleg Európában, a tüzelőanyag cellás autónak a magas ára miatt bizonytalanabb a jövője.

**IRODALOMJEGYZÉK**

1. Paul Dan Oprea –Stănescu: Autovehicule electrice, hibride și cu pile de combustie. Editura Politehnica Timișoara 2015.
2. Deepack Bhadana: Evolution of electric cars. <https://www.digit.in/features/car-tech/evolution-of-electric-cars-32934.html>
3. Gyirán Róbert: Az elektromos autók történetének 4 mérföld köve. <https://alapjarat.hu/tech/az-elektromos-autok-tortenete>
4. Boros Jenő: Túl a 2,7 milliárd autón. <http://www.autoszektor.hu/hu/content/tul-27-milliard-auton>
5. Internet: Kíváncsi rá, hogy hány autót használnak a földön? <http://hir6.hu/cikk/135815/kivancsi-ra-hany-autot-hasznalnak-a-foldon>
6. Vas Antal: Az elektromos autók előnyei és hátrányai. <https://firstrow.hu/az-elektromos-autok-elonyei-es-hatranyai/>
7. Internet: Elektromos autó. <https://villanyautosok.hu/elektromos-auto/>
8. Internet: <https://www.villanylap.hu/hirek/4582-kiderult-hogy-mennyibe-kerul-a-villanyauto-akkumulatora/>
9. Internet: <https://villanyautosok.hu/2017/06/16/ezert-nem-eletkepes-az-uzemanyagcellas-auto/>
10. Dr. Anisits Ferenc, Dr. Tóth László: A lítium-akkumulátorok gyártásának és újrahasznosításának CO<sub>2</sub> mérlege. Mezőgazdasági technika 2017. Október
11. Internet: <https://autotechnika.hu/cikkek/motor-eroatvitel/10805/aluminium-levego-energiaforras/>
12. Internet: <https://villanyautosok.hu/2019/09/08/uj-tesla-akku-16-millio-kilometer-es-20-eves-elettartam/>
13. Internet: <https://0-100.ro/2019/01/22/unde-incarci-o-masina-electrica-in-2019-si-cat-costa-e-romania-pregatita-pentru-electromobilitate/>
14. Internet: <https://gateconnection.hu/elektromos-auto-tolto-tipusok-fontos-tudnivalok/>
15. Internet: <https://www.portfolio.hu/uzlet/20191128/az-onvezeto-autoipar-jovoje-mit-tartogat-a-technologiai-forradalom-408623>