

A MODERN ELEKTROMOSAUTÓ-HASZNÁLAT FENNTARTHATÓSÁGA ÉS GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉSE

SUSTAINIBILITY AND ECONOMIC EVALUATION OF MODERN ELECTRIC CAR USAGE

Tóth Bálint

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink globális fogyasztói társadalma által egyre nagyobb igény mutatkozik fenntartható és megfizethető elektromos autók iránt. Jelen tanulmány legfőbb célja, hogy komparatív analízist végezzen a fogyasztók számára jelenleg elérhető elektromos és fosszilis energiával meghajtott autómokkeltek tekintetében.

A tanulmány során elvégzett komparatív analízis eredményeképp megállapítható, hogy az utóbbi évtizedben hiába indult el egyfajta fejlődés mind az elektromos autók meghajtása, mind a gyártási technológiájuk tekintetében, sajnálatos módon a fenntarthatóságuk továbbra sem kedvező a népesség döntő hányadát alkotó szegmentum számára. A társadalmi középosztály részét képező fogyasztók értékelése alapján az elektromos autók átlagos beszerzési ára továbbra is túl magas ahhoz, hogy gazdaságilag jövedelmező legyen üzemeltetni őket, ugyanakkor a luxusautók kategóriájában a beszerzési árkülönbség eltörpülhet, akár teljes mértékben meg is szűnhet. Amíg az elektromos autók körében használatos akkumulátor-gyártási technológia nem fejlődik jelentős mértékben, illetve a gépjárművek beszerzési ára nem csökken le szignifikánsan, addig nem tekinthető az elektromos autózás minden szegmentum számára egyértelműen fenntartható alternatívának.

Kulcsszavak: környezeti hatás, fenntartható fejlődés, elektromos autók, jövedelmezőség

ABSTRACT

Nowadays there is a growing rate of interest towards sustainable and affordable electric cars from the global consumer society. The main objective of this study is to execute a comparative analysis between the currently available car models operating with fossil fuel and electricity.

As a result of the executed comparative analysis, I came to the conclusion that although a certain level of improvement has begun by means of the drivetrain and production technology of electric cars, unfortunately their level of sustainability and profitability still have not reached a level where they could be considered as favorable for the vast majority of the population. The economic evaluation of electric cars from the perspective of the middle class shows that the retail price of electric models are still too high to be operated favorably. On the other hand the price gap between the retail price of luxurious cars operating with different types of energy can be significantly smaller, or even zero in some cases. As long as the technology used during the production of batteries does not improve in a reasonable spectrum, or the retail price does not descend significantly operating an electric car cannot be considered as an obviously sustainable substitute.

Keywords: environmental effect, sustainable development, electric cars, profitability

BEVEZETÉS

Az elektromos autózás igen nagy múlttal rendelkezik, gyökerei egészen a XX. század elejéig nyúlnak vissza. Fontos azonban megjegyeznünk, hogy a korabeli elektromos autók teljesítmény tekintetében messze elmaradtak napjaink modern modelljeitől. Ezen lemaradás ugyanakkor koránt sem volt annyira egyértelmű az akkoriban kapható belsőégésű motoros járművekhez képest.

A XX. század elején az egyik legelőrehaladottabb és legközkedveltebb elektromos modell a Detroit Electric volt, a maga 130 kilométeres hatótávjával. A Detroit Electric belsőégésű motoros versenytársának leginkább a híres Ford T-modell bizonyult a maga körülbelül 60 kilométeres hatótávjával. Sokan megkérdőjelezhetik, hogy ha a korban a Ford T modell nem a legnagyobb hatótávval rendelkező személygépjármű volt, akkor vajon miért válhatott mégis ilyen híressé (TÓTH, 2020)? A kérdésre a válasz legfőképp abban keresendő, hogy míg a Detroit Electric ára körülbelül 2650 dollár volt 1915-ben, addig a konkurens Ford T-modell már 390 amerikai dollárért a fogyasztóé lehetett (11). Míg Henry Ford elve az volt, hogy az autót futószalagos eljárással, magas munkamegosztással a leghatékonyabb előállítani, addig a Detroit Electric egyedileg összeszerelt járműnek bizonyult. Fontos különbség volt az is, hogy Ford elvei alapján az autó árázásának alkalmazkodnia kell a társadalom átlagos megélhetési keretéhez, akkor optimális az autó ára, ha annak megvételét a saját gyári munkása is megteheti. A Detroit Electric ezzel szemben a társadalom úri rétegét célozta meg, aki az autót a városi luxus bevásárlónegyedbe való eljutásra használta. Részben ezzel is magyarázható, a Detroit Electric alacsonyabb végsebessége.

Sokakban felmerülhet a kérdés, hogy vajon mennyire lehetett könnyű az említett két modellt „üzemanyaggal feltölteni”? Nos, a korabeli elektromos autó töltési viszonyok jóval előrehaladottabbak voltak, mint azt elsőre gondolnánk (PEVEC et al., 2020). A legtöbb nagyvárosban a luxus bevásárlóutcák nyilvános töltőoszlopokkal voltak felszerelve, melyek néhány óra elteltével képesek voltak hetekre elegendő árammal ellátni a luxus villanyautókat. Míg az elit a ruhaboltokban a számára megfelelő kelmet, vagy selyemruhát válogatta, addig a villanyautójuk fel is töltött az üzlet előtt parkolva. Ezzel szemben, a Ford T-modelleket leginkább a városi benzinkutakon tankolták, ha pedig hosszabb útra szeretett volna menni a felhasználó, akkor az egyetlen megoldást a jármű teli üzemanyagkannákkal való megrakodása jelentette.

Sajnálatos módon, a világháború közeledtével, és az azt követő gazdasági válsággal az akkoriiban használt elektromos autók, valamint a hozzájuk kapcsolódó infrastruktúra nagy része megszűnt, megsemmisült.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Munkám folyamán sorra vettem az elektromos autók technológiai fejlődésének alappilléreit, melyek segítségével elhelyezhető létjogosultságuk napjaink világgpiaci versenyében. A globalizációs világfolyamatok élettani hatásait figyelembe véve rávilágítottam olyan folyamatokra, melyek jelentős mértékben lelassíthatóak, csökkenthetőek, vagy akár teljes mértékben el is tűntethetőek az elektromos autók térnyerésével. Komparatív analízist végeztem hasonló felszereltségű, de különböző energiával meghajtott autómokdellek között, átlagfogyasztás, károsanyagkibocsátás, illetve beszerzési árak tekintetében.

EREDMÉNYEK

Modern elektromos autók jövedelmezősége

A modern elektromos autómokdellek már jóval kedvezőbb áron megvásárolhatóak, mint elődeik. Ez nagy részben azon folyamatnak köszönhető, hogy a modern világkereskedelmi rendszer alappilléreivé vált a sorozatgyártás és az alkatrészek standardizálása az elektromos autók gyártásának tekintetében is (WILBERFORCE et al., 2017). Egyre gyakrabban jelenik meg az elektromos autók körében is a különböző modellek közös alvázra történő felépítése, amely jelentős mértékű energia, idő és költségcsökkentéssel jár a gyártók számára.

Ugyanakkor megállapítható, hogy egy átlagos elektromos autó beszerzési költsége még mindig jóval magasabb a technológiai forradalom ellenére is, mint egy ugyanazon kategóriájú belsőégésű modellé. Tekintsük példának a Nissan által gyártott, hasonló paraméterekkel rendelkező két városi kisautót, az elektromos Nissan Leafet (12) és a benzines Nissan Micrat (13). Egy újonnan vásárolt Nissan Leaf alapára állami támogatás nélkül 9.999.999 Ft, míg a Nissan Micra

beszerzési ára csupán 4.699.000 Ft. A két modell árdifferenciája mintegy 5.300.000 forintos tétel. Egy átlagos középosztálybeli fogyasztó számára ez a differencia kulcsfontosságú tényező lehet a vásárlás során.

Ezen differencia némileg redukálódik, ha a kedvező fenntartási költségeket is figyelembe vesszük. A villanyautók nem szorulnak olaj és légszűrő cserére, ráadásul a meghajtás jellegéből adódó, úgynevezett regeneratív fékezés hatására jelentős mértékben csökkenthető a fékbetétek kopása is. Nem szabad megfeledkezni a legtöbb önkormányzat által biztosított díjmentes parkolási lehetőségről, valamint az éves gépjárműadóbefizetésének mentességéről sem.

Mindezek mellett az üzemanyag kérdésköre is számottevően csökkentheti a vételár által okozott kezdeti többletköltséget. Míg az említett benzines, Nissan Micra kisautó autópályán normál körülmények között 5,7 litert 95-ös benzint fogyaszt a Nissan adatai alapján, addig egy Nissan Leaf körülbelül 23,2 KW-ot fogyaszt (14). Ez a fogyasztás 2021 áprilisának átlagos üzemanyag (15) és energiaárainak (16) alapján körülbelül 1,96 literes fogyasztásnak tekinthető. A két autó közötti fogyasztáskülönbség körülbelül 3,74 liternyi 100 megtett kilométer során. Ha a fogyasztáskülönbségből adódó árkülönbözettel csökkentjük a Nissan Leaf 5,3 millió forintos többletköltségét, megkapjuk, hogy az elektromos meghajtású Leaf körülbelül 338.226 megtett kilométer után egyenlíti ki a vásárláskori többletköltséget. A probléma az, hogy a jelenlegi villanyautók gyártása során használt akkumulátortechnológia nem teszi lehetővé, hogy egy akkumulátorcsomaggal képes legyen az autó ennyi kilométert a használat szempontjából jelentősnek mondható degradáció nélkül megtenni. Egy új akkumulátorcsomag beszerzése pedig jelenleg több millió forintos beruházást jelent.

A két modell közötti árrést tovább csökkenteni képes tétel lehet a különböző állam által adott vételárkedvezmény is, ugyanakkor ezen vételárkedvezmények időszakosan kerülnek az aktuális politikai ösztönzőcsomag részeként bevezetésre, limitált normatívával.

Ökológiai lábnyom

Az elektromos autókkal kapcsolatban két leggyakrabban felmerülő kérdés az, hogy vajon ténylegesen kedvezőbb-e a megtérülési idejük, mint a belsőégésű motoros társaiknak, valamint, hogy vajon ténylegesen környezetkímélőbbek-e, mint fosszilis tüzelőanyaggal üzemelő társaik (BROUWER et al., 2011). A jövedelmezőséget illetően a fentebb említett példám alá tudja támasztani, hogy az átlagos, középosztálybeli felhasználó számára már nem biztos, hogy megtérül a vételárak közti különbség. Fontos azonban azt is figyelembe vennünk, hogy a luxusautók piacán a fogyasztók kevésbé érzékenyek a beszerzési árra, ezáltal a hasonló kategóriájú elektromos és belsőégésű autómokellek megtérülése más mintát mutathat. Erre a jelenségre jó példa lehet, ha összevetjük a legkedveltebb luxus elektromosautó modellt, a Tesla Model S Long Range-t, (17) illetve a hasonló kategóriájú BMW 7-es (18) modellt (1. táblázat).

A prémium autók piacát figyelembe véve szembevetendő, hogy a különböző meghajtással rendelkező autótípusok közötti árkülönbség nagyságrendileg eltörpül, vagy akár teljes mértékben meg is szűnhet. Megállapítható tehát, hogy az előző fejezetben kiszámolt eredménnyel ellentétben, van olyan piaci szegmenst, mely számára jövedelmezőbb lehet egy elektromos autó beszerzése, valamint fenntartása.

Míg a kisautók piacán lévő megtérülési idővel ellentétben levezetésre került, hogy a luxusautók tekintetében nem feltétlen szükséges több százezer kilométert megtenni ahhoz, hogy jövedelmező legyen az autó fenntartása, arra a kérdésre, hogy vajon környezetkímélőbbek-e az elektromos autók, mint belsőégésű társaik, még mindig nem adtam választ. Kisautók tekintetében az esetek nagy százalékában hamarabb kerül az akkumulátorcsomag selejtezésre, mint ahogy egy hasonló kategóriájú belsőégésű motoros autó élettartama lejárna. Ez azért probléma, mert főként az akkumulátorcsomag legyártása jár egy elektromos autó gyártási folyamatának során a legnagyobb energiafelhasználással, szén-dioxid kibocsátással.

1. táblázat: **Különböző meghajtású luxusautók komparatív analízise**

Megnevezés	Tesla Model S Long Range	BMW 7
Üzemanyag típusa	elektromos áram	95-ös benzin
Alapmodell beszerzési ára euróban	72 990	79 720
A jármű meghajtásának legyártása során kibocsátott CO ₂	10 tonna (akkumulátor)	5 tonna (motorikus elemek)
A jármű karosszériájának legyártása során kibocsátott CO ₂	5 tonna	5 tonna
Kumulált, gyártáskor kibocsátott CO ₂	15 tonna CO ₂	10 tonna CO ₂
Megtett kilométerenként kibocsátott CO ₂	0 gramm	140 gramm
Kumulált CO ₂ kibocsátás 35 720 megtett kilométernél	15 tonna	15 tonna
Kumulált CO ₂ kibocsátás 300 000 megtett kilométernél	15 tonna	52 tonna

Forrás: Saját számítás a vizsgált két autómодell specifikációi alapján

Vajon hogyan alakul az ökológiai lábnyom a luxusautók piacán? Példaként a már korábban említett Tesla Model S Long Range-t és a BMW 7-es modelljét vettem. Ugyan a legtöbb autógyár nem közli a legyártott akkumulátorcsomag által előidézett CO₂ kibocsátás mértékét, a legelfogadottabb érték erre vonatkozóan az, hogy minden egyes legyártott KW-nyi kapacitás körülbelül 100 kg CO₂ kibocsátást eredményez (19). Az említett két autómодell specifikációinak implementációjával érdekes eredményre jutottam. Egy prémium kategóriás elektromos autó legyártása a példa alapján akár másfélszeres ökológiai lábnyomot is előidézhet egy hasonló kategóriájú belsőégésű motoros járművel szemben.

Ugyanakkor egy fontos tényezőt még figyelembe szükséges venni, ami pedig az üzemeltetés során fellépő károsanyag-kibocsátás. Tegyük fel, hogy a Tesla Model S CO₂ kibocsátása üzemeltetés közben nulla, nem keletkeznek kipufogógázok. Ezzel szemben egy BMW 7-es modell viszont jelentős szén-dioxid és egyéb károsanyagkibocsátással rendelkezik az üzemanyag és meghajtás jellegéből adódóan (DE PREZ, 2019). Tegyük fel, hogy a teljes autó élettartama alatt 300 000 kilométert szeretnénk megtenni mindkét járművel. Ezzel szemben, a jármű teljes életciklusa alatt a BMW 52 tonna, míg a Tesla 15 tonna CO₂ kibocsátását eredményezi. A különbség több mint háromszoros. Természetesen érheti a Tesla-t az a kritika, hogy egy akkumulátorcsomaggal nem képes megtenni 300 000 kilométert. Tegyük fel, hogy 150 000 kilométernél ki kell cserélni a teljes akkumulátorcsomagot. Ez esetben a Tesla ökológiai lábnyomához hozzáadódik még 10 tonna szén-dioxid kibocsátás. Ugyanakkor ez az érték még mindig csak 25 tonna a BMW 52 tonnájával szemben, és arra, hogy a BMW a szén-dioxid mellett milyen egyéb egészségre és környezetre egyaránt káros gázokat bocsát ki, még nem került kitérítés.

Zöld-e az elektromos autót ellátó energia?

Bár a korábbiakban sikeresen bebizonyítottam, hogy egy Tesla Model S Long Range ökológiai lábnyoma jóval kisebb, mint egy ugyanazon kategóriájú BMW 7-es modellé, fontos kiemelni, hogy a számolás során azt a kikötést tettem, hogy a Tesla Model S szén-dioxid kibocsátása nulla, ugyanis nem keletkezik kipufogógáz. Bármennyire is szeretnénk, ha abszolút emissziómentes lenne az elektromos autós közlekedés, sajnálatos módon a legtöbb esetben mégsem az, mégpedig a villanyautók töltésére felhasznált áram előállításának módja miatt.

Bár az Európai Uniónak kulcsfontosságú napirendi pontja volt az úgynevezett „2020 stratégia”, mely keretein belül az Unió áramellátását döntően megújuló energiaforrásra igyekeztek átállítani, sajnálatos módon nem minden tagállam váltott arányaiban jelentős mértékű zöld ener-

giára. Amennyiben pedig egy adott ország energiaellátásának nagyrésztét nem megújuló energiaforrások biztosítják, felmerülhet az a jogos vélemény, hogy az elektromos autózás lényegében nem jár kevesebb környezetszennyezéssel, csupán a károsanyagkibocsátás máshol összpontosul. A legjobb precedens erre a folyamatra Norvégia vagy akár maga Kína is lehet, ahol hiába burjánzik az elektromos autók piaca, a járműveket tápláló elektromos áram arányait tekintve nagyrésztben fosszilis energiahordozókból kerül kinyerésre.

Hazánk földrajzi elhelyezkedéséből adódóan nem rendelkezik jelentős mértékben hasznosítható szélenergiával, vízenergiával. Ebből kifolyólag az ország fő áramellátási egysége a Paksi atomerőmű, mely önmagában 2014-ben mintegy 53,6%-át adta (MAYER, 2016) az éves magyar áramellátásnak. Az atomenergiát nemzetközi berkekben számtalan kritika éri, hogy nem számít megújuló energiaforrásnak, ugyanakkor standard körülmények között a környezetkárosító hatása jóval alacsonyabb, mint a főleg Németország területén korábban használatos szénérőműveknek. Ilyen tekintetben tehát hazánk egyfajta arany középutat képvisel az áramellátás tekintetében. Fontos azonban megjegyeznünk, hogy hazánkban egyre több olyan háztartás is fellelhető, ahol a tetőszerkezeten napelemek, napkollektorok ékeskednek. A hazai elektromos autós körökben egyre több olyan felhasználó van, aki a nemzeti energiahálózat igénybevétele helyett inkább a saját napeleme által megtermelt energiát használja fel a villanyautó töltésére. Az említett esetben, vagy ha az adott ország áramellátása vitathatatlanul megújuló energiaforrásból származik, ténylegesen élhetünk azzal a feltevéssel, hogy az elektromos autó CO₂-emisszió mentesen közlekedik.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Megállapítható tehát, hogy bár az elektromos autók térnyerése jóval nagyobb mértékű, mint a történelem során bármikor, sajnálatos módon a jelenlegi elektromos autó piac még nem jelent egyértelmű megoldást a gépjárműforgalom által generált, óriási mértéket öltő környezetszennyezésre. Ez az állítás egyrészt a jelenleg kapható, a társadalom nagy része számára is elérhető kategóriájú autók magas beszerzési árából eredeztethető, másrészt pedig a jelenlegi akkumulátortechnológia sajátosságaiból. Amint a társadalmi középosztály is képes lesz megengedni magának, hogy beszeressen egy elektromos autót, mely kompromisszumok nélkül képes olyan mértékben kielégíteni szükségleteiket, mint egy ugyanazon kategóriájú, de mégis olcsóbb belsőégésű motoros jármű, elkezdődhet az elektromos autók minden eddiginél nagyobb szabású hódítása.

Természetesen ehhez az is elengedhetetlen, hogy a jelenleg használatos akkumulátorgyártási technológia jelentős fejlődésen essen át, ugyanis a napjainkban használatos technológia a magas beszerzési ár mellett sem tudja kiszolgálni a teljes felvevőpiacot. Mindemellett a hamar bekövetkező degradáció miatt jelentős mértékkel nagyobb ökológiai lábnyommal is jár, mint az alapesetben optimális lenne.

Az akkumulátor gyártási technológiájának fejlődésén túl elengedhetetlen az energiahálózat megreformálása is. Hiába szorul vissza szignifikánsan az elektromos autók térnyerésével a nagyvárosi szmog és savaseső, bolygónk ökoszisztémája ugyanolyan sérüléseket fog továbbra is elszenvedni, ha nem hagyunk fel a fosszilis, és egyéb nem megújuló energiaforrások használatával.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) BROUWER et al. (2011): Energy use, cost and CO₂ emissions of electric cars. *Journal of Power Sources*. 196. vol. 4. issue, pp 2298-2310. (2) DE PREZ, M. (2019): New BMW 7 Series: prices, specifications and CO₂ emissions. Letöltés: <https://www.fleetnews.co.uk/news/manufacturers-news/2019/01/17/new-bmw-7-series-prices-specifications-and-co2-emissions> (3) MAYER GY. (2016): Kiugróan sikeres évet zárt a paksi atomerőmű. *Elektrotechnika*. CIX. évf. I-II. sz. pp. 32-33. (4) PEVEC et al. (2020): A survey-based assessment of how existing and potential electric vehicle owners perceive range anxiety. *Journal of Cleaner Production*. Volume 276. (5) TÓTH B. (2020): Az elektromos autók létjogo-

sultsága In PEME XX.PhD. On-line Konferencia II.-kötet. 2020.12.16. (szerk.: KONCZ I. – SZOVA I.). PEME, Budapest, pp. 127-137. ISBN 978-615-5709-12-8 (6) WILBERFORCE et al. (2017): Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars. International Journal of Hydrogen Energy. 42.vol. 40. issue, pp. 25695-25734.

Internetes források:

- (I1) https://hu.wikipedia.org/wiki/Ford_T-modell (letöltve 2021.04.15.)
(I2) <https://www.nissan.hu/jarmuvek/uj/leaf.html> (letöltve 2021.04.15.)
(I3) https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/hu/brochures/Pricelists/All_New_Micra_MY19_HU_K14C.pdf (letöltve 2021.04.15.)
(I4) <https://ev-database.org/car/1106/Nissan-Leaf#:~:text=Real%20Energy%20Consumption%20between%2011%20%2D%20232%20Wh%2Fkm> (letöltve 2021.04.15.)
(I5) https://nav.gov.hu/nav/szolgáltatások/üzemanyag/üzemanyagárak/2021_üzemanyagárak.html
(I6): <https://www.eon.hu/hu/lakossagi/aram/egyetemes-szolgáltatói-arak.html>
(I7): https://www.tesla.com/en_eu/models (letöltve 2021.04.15.)
(I8) <https://www.bmw.hu/hu/topics/details/pricelist-brochure-download.html> (letöltve 2021.04.15.)
(I9): <https://www.fleetnews.co.uk/news/manufacturer-news/2019/01/17/new-bmw-7-series-prices-specifications-and-co2-emissions> (letöltve 2021.04.15.)

SZERZŐ:

Tóth Bálint

Gazdálkodási és menedzsment BA szakos hallgató
Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar
tothb2000@gmail.com

*A publikáció az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00007 azonosító számú
„Tehetségből fiatal kutató” – A kutatói életpályát támogató tevékenységek a felsőoktatásban. c.
projekt támogatásával valósult meg.*