

Elektromos járművek terjedésének korlátai, a hatótáv becslés problémája

Varga Imre Milán*, Dr. habil. Lakatos István**

*Győr, Széchenyi István Egyetem, Msc szakos hallgató
Magyarország (e-mail: mrmilovan016@gmail.com).

**Győr, Széchenyi István Egyetem, Közúti és Vasúti Járművek Tanszék, tanszékvezető
Magyarország (e-mail: drlakatosi@gmail.com).

Absztrakt: A belső égésű motor által hajtott járművek mellett egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a részben elektromos, esetleg teljesen elektromos hajtású járművek. Elterjedésüknek azonban több gátoló tényezője is van. Jelen írásban a hatótávolság problémára koncentrál a szerző. Az alacsony hatótávolság az akkumulátorok korlátozott kapacitása miatt csak a probléma egyik fele. Nagyon fontos a felhasználó felé adott visszajelzés, hogy az általa vezetett autóval töltés nélkül hány kilométer megtételére képes. Emiatt a hatótávolságra megadott becslésnek kellő pontosnak kell lennie. Jelen írásban a hatótávolság becslő modell lehetséges fejlesztéseinek taglalására kerül sor.

1. BEVEZETÉS

A XXI. század központi témájává vált a globális felmelegedés, a káros anyag kibocsátás, a környezetszennyezés, a fenntartható fejlődés, a kőolaj kitermelő országoktól való függőség. A témával kapcsolatosan az autópia is jelentős mértékben érintett, hiszen a naponta kitermelt 95 millió hordó kőolaj két harmad részét belső égésű motorokban égetjük el. A közlekedés tehát nagy részben felelős a CO₂ kibocsátásért, illetve nagymértékben függ a kitermeléstől. A CO₂ ezen felül nem számít káros anyagnak, hiszen tökéletes égés során is CO₂ és víz (H₂O) keletkezik. A belső égésű motorokban lezajló tökéletlen égés miatt azonban egészségre káros égéstermékek is keletkeznek.

Részben a CO₂ kibocsátás és egyéb káros anyag emisszió miatt tehát alternatív hajtásmódok kutatása és alternatív hajtású járművek gyártása kezdődött meg. Az elektromos energia járműhajtásra való alkalmazása nem új ötlet, ezzel már a XIX. század végén is foglalkoztak, azonban gazdasági és egyéb okok miatt végül a hagyományos (belső égésű) járművek terjedtek el. Jelen évszázadban tehát látszólag ismét egy hasonló szituációval néz szembe az emberiség, azonban lehetséges, hogy ezúttal az elektromos hajtás kerül kedvezőbb pozícióba.

Elektromos járművek használatával tehát – lokális szinten – zéró kibocsátás produkálható, emellett egy ilyen jármű több előnnyel is bír. Egy elektromos jármű hajtáslánca jóval egyszerűbb, nagyobb hatásfokú – ami nagyon fontos, hiszen az energiahatékonyság napjainkban kulcsfontosságú kérdés –, nem vesz át káros rezgéseket a motortól, amely nagyobb nyomatékot képes leadni alacsony fordulatszámra is, és amelynek hajtásához szükséges „üzemanyag” sok helyen ingyenesen beszerezhető. Fontos kiemelni továbbá, hogy az

elektromos hajtású járművek nem emittálnak egészségre káros anyagokat. Forgalomba helyezésükkel tehát – elméletileg – egy zöldebb, élhetőbb világ megvalósíthatósága válhat valóra.

2. AZ ELEKTROMOS HAJTÁSÚ JÁRMŰVEK TERJEDÉSÉNEK KORLÁTAI

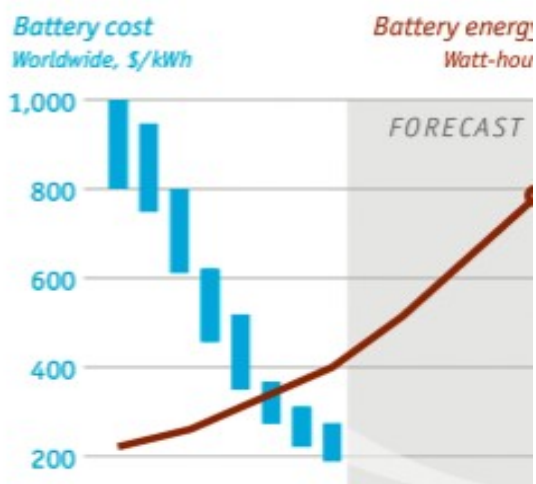
Az elektromos járművek természetesen hátrányokkal is bírnak. Más a helyzet például globális, mint lokális emisszió terén, hiszen az elektromos áramot is elő kell állítani, mely hazánkban csupán 7,1 %-ban történik megújuló forrásból [1].

A globális emisszió mellett számolni kell a következő korlátokkal:

- Egy villanyautó értékesítése ára jóval magasabb, mint egy hasonló kategóriájú belső égésű motorral hajtott járműé,
- A technológia még kevésbé kiforrott,
- A növekvő villamos-energiaigényt valamilyen, lehetőleg zöld, megújuló forrásból fedezni kell,
- A fokozódó villamos-energia fogyasztás az áramellátás szabályozásában is problémákat okozhat,
- A világnak csak kis térségben van megfelelően kiépített villamos töltő-hálózat,
- Az autó energiatárolójának töltése jóval több ideig tart,
- Az autók töltéséhez több fajta csatlakozó áll rendelkezésre,
- Igaz, az elektromos áram jóval olcsóbb a különböző üzemanyagokhoz képest, azonban tárolása jóval drágább. Az akkumulátor technológia kevésbé

előrehaladott, még a Lítium-alapú akkumulátorok energiasűrűsége is meglehetősen alacsony.

A Lítium-alapú akkumulátorok alacsony energiasűrűsége következtében a jármű energiatárolójának tömege nagymértékben megnövekedhet. A tervezők egyik fő feladata, az akkumulátor kapacitása és tömege közötti optimalizálás, természetesen az ár figyelembe vétele mellett. Az alacsony energiasűrűség és magas ár miatt tehát nem lehetséges egyszerre gyártói és felhasználói szempontból is kedvező döntést hozni. Az alábbi diagramon látható azonban, hogy a fent felvázolt aránytalanság egyre inkább kiegyenlítődik, azáltal, hogy az autópálya szereplői rengeteg tőkét investálnak az akkumulátorok energiasűrűségével kapcsolatos kutatásokba.



Ábra 1. Lítium alapú akkumulátorok árának és energiasűrűségének változása

Egyelőre a piacon előforduló új elektromos modellek esetén még nem érezzük a fent leírt hatást.

Modell	Ár	Hatótávolság (km)
Tesla Model 3 Alap	35 000	354
Tesla Model 3 Long Range	44 000	499
Chevrolet Bolt	37 495	383
Chevrolet Volt	34 095	85
Nissan Leaf	30 680	172
BMW i3	42 400	183
Hyundai Ioniq	29 500	200
Volkswagen e-Golf	28 995	203
Ford Focus Electric	29 120	161
Toyota Prius Prime	27 100	40
Fiat 500e	31 800	135

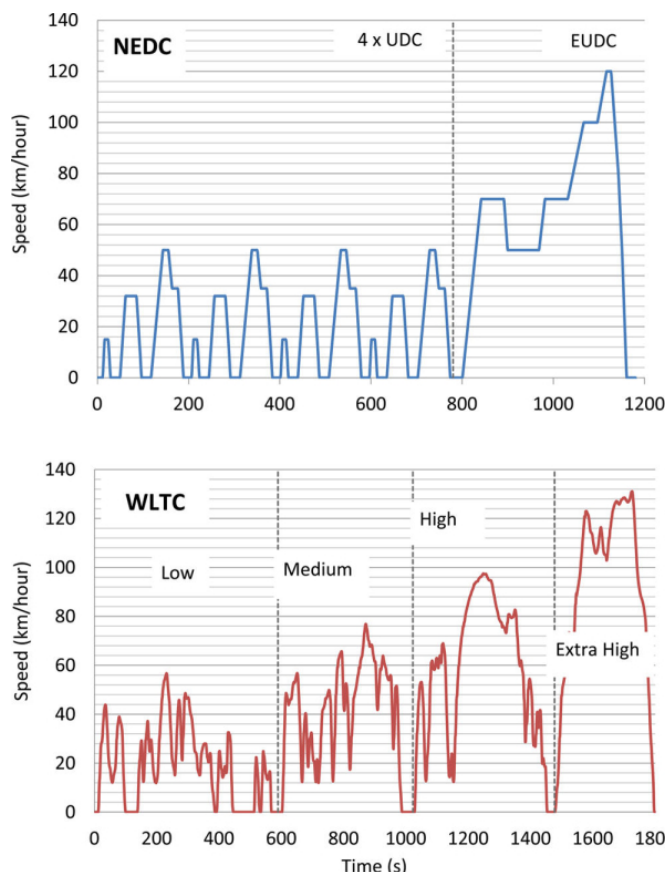
Ábra 2. Az amerikai piacon jelenleg forgalomba hozható elektromos járművek ára és hatótávja.

A fenti táblázatban egy 2017-es amerikai piackutatás eredménye látható. Mégpedig a különböző tisztán, vagy

részben elektromos modellek ára USD-ben és a gyártó által kiszámított hatótáv olvasható. Az itt látható modellek átlagosan kb. 200 km-t képesek megtenni teljesen elektromos üzemben a gyártó által mért ciklus szerint. Ez a távolság napi használatra nem minden esetben elegendő és nem minden esetben lehetséges ekkora távolság megtétele.

3. HATÓTÁVOLSÁG DEFINIÁLÁSA A GYÁRTÓ ÁLTAL

A gyártók egy előre meghatározott mérési ciklus szerint adják meg a jármű várható fogyasztását. A fogyasztó számára ugyancsak fontos lenne, hogy a jármű a valós mindennapi életben is hasonló fogyasztási értékeket produkáljon, mint a méréseken. Ennek feltétele a megfelelő mérési ciklus, illetve mérési körülmények megválasztása. Korábban az NEDC ciklus szerint mért fogyasztási értékek számítottak mérvadónak, azonban ezek idővel egyre inkább eltértek a közúton mért valós idejű fogyasztási eredményektől. Emiatt vezették be a WLTC újra definiált mérési ciklust. Lent látható a kettő közötti különbség, amiből jól látszik, hogy az új ciklus szerint a motort szélesebb terhelési tartományban járatják, illetve a terhelés intenzitása is sokkal gyakrabban változik. Ezáltal jóval több üzemállapotában lehetséges egy konstrukció vizsgálata.



Ábra 3. Az NEDC és WLTP ciklusok közötti különbség

4. VALÓS IDEJŰ HATÓTÁVOLSÁG BECSLÉS

A jármű haladása közben a fedélzeti computer folyamatosan előre jelzi a várható hatótávolságot, amely távolságot az elindulás utáni, illetve a korábban megtett bizonyos számú km alatt mért átlagfogyasztásból határoz meg.



Ábra 4. Renault Zoe kijelzője

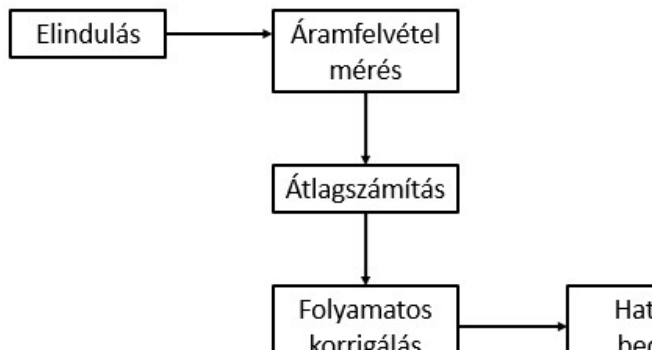
Ez a távolság azonban rohamosan csökkenhet (szélsőséges esetben akár km-enként 1,5 km-t is), ha a pillanatnyi fogyasztás az eddig megtett útra vonatkozó átlagfogyasztáshoz mérten az útviszonyok, vezetői stílus és egyéb környezeti paraméterek következtében nagymértékben megnövekszik. Ez a hatás a felhasználót is elbizonytalanítja, hiszen ha ez a szituáció a valóságban is megtörténik, akkor a jármű nem képes betölteni szerepét, mégpedig hogy a felhasználót eljuttatja A-ból B pontba.

5. HATÓTÁVOLSÁG BECSLÉS JELENLEGI MŰKÖDÉSE

Hatótávolságot leginkább befolyásoló hatások:

- Domborzati viszonyok
- Forgalom
- Vezetői stílus

Sok esetben a fedélzeti computer, mivel csupán az előzőekben megtett kilométerekre vonatkozó átlagfogyasztásra alapozik, nem vesz figyelembe minden fent felsorolt befolyásoló tényezőt. Így aztán előfordulhat, hogy a becsült hatótávolság - például az út végén található meredek emelkedő és hirtelen szembeszél miatt - pontatlan, ezáltal a tervezett és előzetesen „tűrésen belüli” út nem teljesíthető. A számítógép kalkulációjában a vezetői stílus, illetve a forgalom egy múltbeli eseményekre alapozó applikáció során szerepet játszik, azonban az út és környezeti viszonyokat a jármű nem látja előre, nem képes előre jelezni.



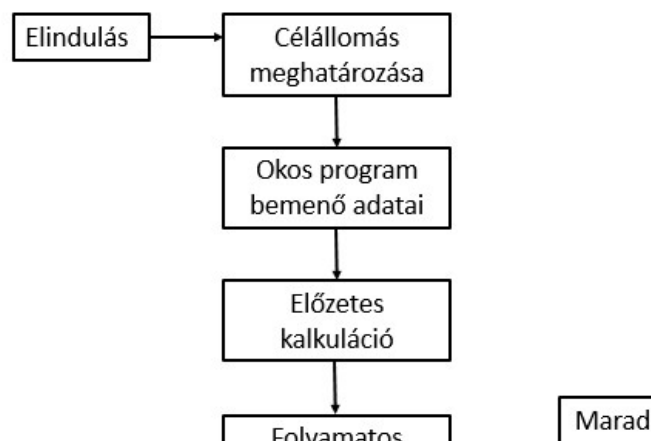
Ábra 5. Hatótáv számítás elvi vázlat

Az előbbi modell szerinti kalkuláció tehát kellemetlenségeket, a bizalom elvesztését okozhatja. Ezt elkerülendő lehetséges egy olyan „okos” modell megalkotása, mely figyelembe veszi a következőket:

- Domborzati viszonyok
- Forgalom
- Időjárás
- Akkumulátor hőmérséklet
- Vezetői stílus
- Járműtömeg
- Elektromos fogyasztók használata
- Stb.

A következőkben ezzel a modellel kapcsolatos felvetések megosztására kerül sor.

6. HATÓTÁVOLSÁG BECSLÓ MODELL FEJLESZTÉSI JAVASLATOK

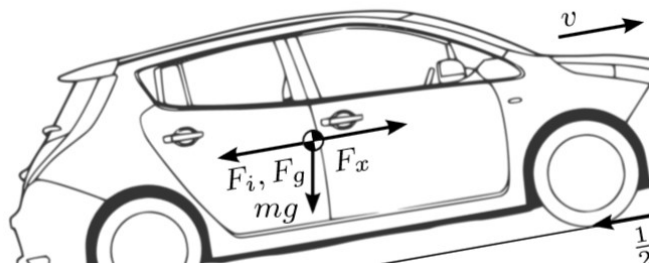


Ábra 6. Hatótáv becslő okos modell elvi vázlat

A program működési elve, hogy hozzávetőlegesen minden megtett kilométer után a hatótáv 1 km-t csökken. Ezt úgy

érhetjük el, ha előre ismerjük az autó jövőbeli pályáját, illetve különböző bemenő adatok állnak rendelkezésre.

Ha ismerjük a tervezett útvonalat, akkor a jármű útja során egy egyszerű járműdinamikai modell segítségével minden időpillanatban pontosabban kiszámíthatjuk a járműre ható erőket, mivel ismerjük a domborzati viszonyokat.



Ábra 7. Járműdinamikai modell vázlata

A domborzati viszonyok mellett természetesen ismernünk kell a hajtáslánc veszteségét, illetve a sofőr vezetési „szokásait”, azaz, hogy hozzávetőlegesen mekkora sebességgel halad az adott útvonalon, mennyire vezet energiatakarékosan, stb. Ebből első körben tehát lehetséges egy közelítő kalkuláció elvégzése.

$$P = (F_a + F_r + F_g + F_i) \cdot v, \text{ ahol}$$

F_a – Légellenállási erő

F_r – Súrlódási erő

F_g – gravitációs erő talajjal vízszintes kon

F_i – tehetetlenségi erő

„ sebesség

Ábra 7. A jármű teljesítményszükséglete a rá ható erők, illetve a sebesség szorzata.

Felmerülhet a kérdés, hogy mi történik, ha nem ismerjük a célállomást? Mivel az általános életben megfigyelés alapján általában kiszámítható, hogy a felhasználó milyen útvonalon fog közlekedni, így az adott útvonal akár akkor is megismerhető, megjósolható, ha a felhasználó az úti célt nem ütötte be a GPS-be. Mindaddig, amíg a jármű „bizonytalan” útvonalon halad alkalmazható a korábbi átlagfogyasztással megjósolt módszer.

Az első körben definiált közelítő kalkulációnak tartalmaznia kell továbbá a korábban felsorolt változók okozta esetleges fogyasztáscsökkenést, növekedést. Ez lényegében annyit jelent, hogy a program indulás előtt és után időközönként ellenőrzi az aktuális útszakaszt, időjárást, hőmérséklet-változást, stb.

Ezáltal figyelembe tudjuk venni, a forgalom hatását az átlagsebességre, az esetleges dugókat, az időjárás-változás hatását, szélsőségeket, illetve a gumiabroncs és az aszfalt között megváltozott tapadási tényezőket.

Egy okos program segítségével a futómű rugóinak alaphelyzetben való benyomódásából képes megállapítani a jármű pillanatnyi tömegét, amelyet a járműdinamikai modellben paraméteresen adhatunk meg.

A program valós életben vett működéséhez azonban több dologra is szükség van:

- A sofőr járművezetési „profiljára”,
- Folyamatos internetkapcsolatra a forgalom és időjárás lekérdezése miatt,
- Egy bonyolult programozott rendszerre, amely GPS jel alapján dokumentálja a gyakran látogatott útszakaszokat, útvonalakat,
- Egy bonyolult rendszerre, amely kellően rövid idő alatt felismeri a kívánt úti célt, esetleg rákérdez arra,
- Egy bonyolult rendszerre, melyben a különböző változók fogyasztásra vetített hatása számszerűsítve van.

A program kulcsa tehát, hogy első lépésben meghatározza a jövőbeli útvonalat, második lépésben pedig a standard becsléshez képest, mely a járműdinamikai modellből származtatható a különböző változók hatását veszi figyelembe (például az átlagos szélsőségeket felhasználva kiszámítja a lecsökkent közegellenállási erőt).

7. KONKLÚZIÓ

Az elektromos járművek hatótávolságának pontos definiálása egyrészt a gyártó által, másrészt pedig út közben a jármű vezérlője által nagy jelentőséggel bírnak a felhasználó szempontjából. A hatótávolságot a jelenleg működő rendszerekhez képest pontosabban is meg lehetne határozni. E meghatározásnak több módja van, egy ilyen koncepciót próbált megformálni a szerző. A koncepciót mellesleg nem olyan nehézkes megvalósítani, ha bizonyos egyszerűsítő feltételekkel élünk.

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.

REFERENCIÁK

[Ábra 1]: Online elérhető:

<https://www.economist.com/graphic-detail/2017/08/14/the-growth-of-lithium-ion-battery-power>

[Ábra 2]: Online elérhető:

<https://www.portfolio.hu/vallalatok/cegauto/itt-az-ujabb-orult-osszehasonlitas-az-olcso-tesla-mas-elektromos-autok-ellen.260335.html>

[Ábra 3]:

<http://www.greencarcongress.com/2015/07/20150709-jrc.html>

[Ábra 4]:

<https://villanyautosok.hu/2018/01/15/renault-zoe-41-kwh-q90-teszt/>

[Ábra 7]:

www.mdpi.com/2032-6653/6/1/204/pdf

[1] Online jegyzet elérhető:

<https://www.mavir.hu/web/mavir/a-teljes-brutto-villamosenergia-felhasznalas-megoszlasa>

[2] Online jegyzet elérhető:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7428106/>

[3] Online jegyzet elérhető: