

## Elektromos közlekedési eszközök növekvő elterjedésének hatása a villamosenergia termelő rendszerekre

Szentesi Miklós Gergely\*. Dr. habil. Lakatos István\*\*

\*Széchenyi István Egyetem  
Magyarország (e-mail: szentesi.miklos.gergely@gmail.com).

\*\* Széchenyi István Egyetem  
Magyarország (e-mail: drlakatosi@gmail.com).

**Abstract:** Napjainkban a robbanás szerűen fejlődő technológiáknak köszönhetően egyre nagyobb mennyiségben jelenik meg az életünkben az elektronika. Ezen elektronikai fejlődés és egyre nagyobb szerepvállalás természetesen járműveinkben is hasonló mértékben teret hódít, melynek köszönhetően útjainkon alternatív hajtású gépjárművek tűnnek fel egyre nagyobb részesedéssel. Ezen járművek a hagyományos belsőégésű motorú járművekkel szemben jóval kisebb mértékben bocsájtanak ki károsanyagot, csendesebbek, nagyobb hatásfokúak és mindemellett biztonságosabbak is, mint korábbi elődjeik. Mivel jelen időnkben az elektromos motorok egyre nagyobb teret hódítanak járműveink hajtásában, így számolni kell a motorok hajtásához szükséges megnövekedett elektromos energiaigénnyel is, mely tényezőtől nem tekinthet el egyik elektromos áramszolgáltató sem. Ez a folyamatosan növekvő és jelentkező elektromos energiaigény miatt szükségessé válik az elektromos kiszolgáltató hálózatainkkal kapcsolatos fejlesztés, innováció. Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy a közúti közlekedésben résztvevő elektromos meghajtású eszközök milyen jelentős energetikai igénnyel lépnek fel a szolgáltatók irányába és ez a megnövekedett energiaigény milyen jelentős környezeti terheléssel jár.

### 1. BEVEZETÉS

A dolgozat célja, egy olyan összefogó körkép megalkotása és vizsgálata mely a közeljövőben égető kérdésként fog nap, mint nap előfordulni a mérnökök életében. A dolgozat így fő előtérbe helyezi az elektromos közlekedési eszközök és a villamosenergia termelő rendszerek közötti kapcsolatot.

Napjainkban a 21. század egyik fő központi kérdése a környezetszennyezés és a globális felmelegedés. Elmondható, hogy függőségünk a kőolaj iránt elképesztő mértékben növekszik. Ezen függőségnek több oka van: egyre több közlekedési eszközt használunk, melyeket még mindig belsőégésű motorral hajtunk általában, illetve a konstans növekvő energiaigényünket legtöbbször fosszilis tüzelőanyagok elégetésével vagy atomenergia felhasználásával elégítjük ki.

Az elektromos áram iránt fellépő óriási szükséglet a fosszilis erőművek kibocsájtását meghatározóan nagymértékben növeli a környezetkárosító hatásukat.

Ezek mellett természetesen felmerül a kérdés, hogy milyen módon tudjuk csökkenteni a környezetkárosító hatásunkat? Ez csak úgy lehetséges, ha csökkentjük az üvegházhatású gázok kibocsájtását, mely magával vonzza a belsőégésű motorok egyre nagyobb mértékű kiszorítását a járműpiacról. Ezzel egy élehetőbb, „zöldebb” bolygót lehet és szükséges kialakítanunk.

A növekvő közlekedési eszközök meghajtásának módja így belső égésűről idővel átalakul teljesen elektromos és egyéb alternatív meghajtásúra. Ezen tendencia jelen korunkban már bizonyos százalékban jelen van járműállományunkban, s folyamatosan terjeszkedik. Fontos, hogy a téma vizsgálata alatt ne legyünk szűk látókörűek, próbáljunk meg minden olyan eszközt figyelembe venni, amely villamos energetikai szempontból közlekedési célt szolgálnak, hisz csak akkor fogunk átfogó körképet kapni a vizsgált helyzetről.

Az elektromos hajtású közlekedési eszközök előnyei közé sorolható a csendesség, nulla emisszió, kimagaslóan jó dinamikai tulajdonságok. Hátrányaik az elhasznált akkumulátor későbbi sorsa jelenleg tisztázatlan, korlátozott az akkumulátorok gyárthatósága (nyersanyagkészlet korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre), nem teljesen kiépített töltőhálózat (gyors vagy lassú) és viszonylag magas értékesítési ár.

Az European Alternative Fuels Observatory adataira támaszkodva látható, hogy hazánkban alternatív hajtásként főleg a CNG, LPG a két fő jellemző melyek mellett megjelentek a tisztán elektromos árammal hajtott járművek is. Alternatív hajtású járművekről az esetben beszélünk, ha egy jármű mozgását nem csak a hagyományos üzemanyagokkal, hanem más energiával, pl.: LPG, elektromos áram stb.-vel biztosítjuk. Hibrid járműről akkor beszélünk, ha a belsőégésű motor mellett egy segéd villanymotort is alkalmazunk a jármű hajtására.

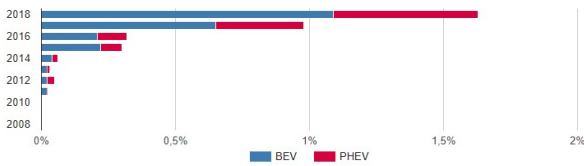


CAETS

„XII. IFFK 2018” Budapest  
Online: ISBN 978-963-88875-3-5  
CD: ISBN 978-963-88875-2-8

Paper 15  
Copyright 2018 Budapest, MMA.  
Editor: Dr. Péter Tamás

Magyarországon a teljes járműállomány 1,09%-a BEV, azaz Battery Electric Vehicle (teljesen elektromos jármű), míg 0,54%-a pedig PHEV (Plug in Hibrid Electric Vehicle) 2018-ban.



Ábra 1. BEV és PHEV jármű jelenléte a teljes járműállományban Magyarországon

Magyarországon abban az esetben, ha egy jármű elektromos áram felhasználásával, azaz nulla emisszióval képes legalább 50 km-t megtenni, akkor zöld alapú rendszámot kaphat, mellyel mutatjuk, hogy azon jármű nem az átlagos járművek közé tartozik.

## 2. ELEKTROMOS JÁRMŰVEK ELTERJEDÉSE

Az elektromos járművek elterjedése során teljesen biztosra vehetjük, hogy nem fog olyan globális válsághelyzetet okozni (áramkimaradás, energiaválság stb.), mely során a globális energiaellátó rendszernek hirtelen, túl nagy mennyiségű áramra lenne szüksége, ennek ellenére teljes mértékben át fogják formálni energiafelhasználási tendenciáinkat. Az elektromos energiaszolgáltatóknak így el kell fogadniuk, hogy a folyamatosan növekvő elektromos járművek száma miatt, egyre nagyobb igényt fogunk tartani az elektromos energiára. Ahogy nő az elektromos járművek penetrációja, olyan mértékű energiaigény növekedés lesz várható, amelynek a fizikai korlátjai jelenleg nem megoldottak helyi szinten. Ez csak akkor megoldott, ha az elektromos eszközeinket ún. lassútöltéssel töltjük, hálózati 220V-ról.

Abban az esetben, ha az elektromos járművek túl gyorsan váltják le a belsőégésű társaikat, és meglehetősen nagy igény alakul ki a gyorsöltők alkalmazására, várhatóan a villamoshálózat nem fogja tudni lokális szinten azt lekezelni. Ez a növekvő igény olyan kihívások elé fogja állítani a villamosmérnököket, melyek jelenleg kivitelezhetetlenek. Gondoljunk csak bele, a töltőrendszerek kialakítása és elhelyezése (folyamatos felügyelet, nagyon magas telepítési költség, hűtött átalakítók, komplett vezérlőegységek), summa-summarum olyan magas költségekkel terhelik a társadalmat, melyek miatt egy gyorsöltő oszlop kihelyezése komoly gazdasági alátámasztást fog igényelni.

### 2.1 Átlagosan fellépő plusz energiaigény lassú töltés esetén

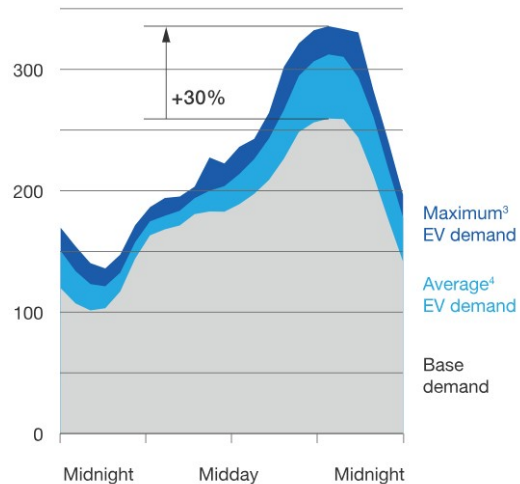
Szerencsére a Mc.Kinsey elemzésnek köszönhetően látható, hogy a közeljövőben az elektromobilitás növekedése közel sem fog akkora mértékű „töltőoszlop függőséget” vagyis energiaválságot okozni, mint amennyire azt gondoltuk

Ez magyarázható az elektromos járművek hatótávjának folyamatos növekedésével, s egyre hatékonyabb energiafelhasználásukkal.

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy nem lesz szükség az elektromos járművek töltésére, csupán annyit jelent, hogy a töltési igény ritkábban fog előfordulni, viszont jóval nagyobb energiafelvételt fog magával vonzani. Ennek köszönhetően arra kell felkészülnie az áramszolgáltatóknak, hogy várhatóan bizonyos napszakokban jelentős mértékben meg fog ugrani az elektromos hálózat terhelése. Mint ahogy a diagram is mutatja, az elektromos járművek valószínűleg nem lesz hirtelen nagy igényük az elektromos hálózatban lassú töltés esetén, csupán gyorsöltés esetén lesz kirívóan magas az energiaigény teljes rendszert tekintve.

A Mc Kinsey analízis alapján elmondható, hogy egy átlagos, 150 otthonból álló lakóövezet esetén, ha az elektromos járműállomány eléri a 25%-ot, az a 150 otthonra levetítve +30%-os energiaigényt jelent lassútöltés esetén a délutáni/esti időszakban.

Feeder circuit load,<sup>1</sup> 150 homes with 2 vehicles per household,<sup>2</sup> with 25% electric-vehicle (EV) penetration, kilowatts



Ábra 2. átlagosan fellépő plusz energiaigény lassútöltés esetén lokális szinten

A világ fejlődésével, s technológia egyre nagyobb megjelenésével, az elektromos autók energiaigénye Németországot felhasználva példaként, valószínűleg nem fog túlzottan nagy energiaigényt mutatni 2030-ig sem, lényegében a teljes energiaigényből 1%-ot fog adni, ami jelen esetben +5 GW energiát fog jelenteni. 2050-re ez az érték nagyjából +4%-kal fog növekedni, ami hozzátevélegesen 20 GW energiát jelent. Lényegében ez a teljes pluszban fellépő energia igény valószínűleg fedezhető lesz részben megújuló energiákból, mint pl.: szél, Nap, egyéb.

Ennek ellenére, hogy akár 20 GW energiáról beszélünk, rendszer szinten ez a plusz igény elhanyagolhatóan kevés százalékot fog jelenteni.

Ugyanakkor a változó energiafelhasználás lokális szinten komoly kihívásokhoz fog vezetni.

Az elektromos járművek vásárlása főként az elővárosi/városi területeken fog valószínűleg elterjedni. Tehát akár egy országszinten alacsony E-jármű mennyiséggel rendelkező országnál is lehetnek helyi megnövekedett mennyiségű

területek, mint pl.: München, Frankfurt, Stuttgart. Ezen lakossági területek illetve egyéb közösségi gyorstöltők esetében lesz a legjelentősebb megmutatkozás. Mindamellet, hogy ez jelentős, a csúcsidőszakban fellépő plusz energiaigény nem olyan drámai, mind azt a világ gondolja. Mindez annak tudható be, hogy egy háztartás energiaigényét kényelmesen megduplázza egy elektromos jármű, de ha ez le van vetítve több háztartásra (olyanra is ahol nincs elektromos jármű) akkor ez a kiugrás ezen területeken csökkenni fog még azokon a napokon is, mikor jelentősen nagy az energiafelhasználás.

Viszonyításképp: Mégis, valójában mennyi egy átlagos használat mellett egy BEV jármű fogyasztása?

Személyes tapasztalatból elmondhatom, hogy egy teljesen elektromos jármű használata elővárosi/városi környezetben 22 kWh-s akkumulátorpakkal, kb. 210 km megtételére képes. Ez azt jelenti, hogy a jármű fogyasztása városi távokon kb. 11,3 kWh-13,2 kWh/100km-t jelent. Ezen fogyasztási adatok Renault Zoé járműre vonatkoznak. Ennél a járműnél a töltési idő szintén kérdéses, hálózati „lassú” vagy az ún.: „véstöltő” esetén a jármű feltöltéséhez szükséges idő, közel 2-5%-os akkumulátor feltöltöttség mellett kb. 18-20 óra. A 3\*32A-os töltőoszlopról a jármű töltése pedig alig vesz igénybe 1,5-2 órát.

## 2.2 Energiafelhasználási séma átformálódása

Míg az elektromos jármű eladások valószínűleg nem fogják a teljes elektromos energiaigényt döntően befolyásolni, de szinte teljességgel biztos, hogy át fogják formálni a jelenleg alkalmazott energiafelhasználási sémánkat. Az energiafelhasználási séma legnagyobb átalakulása a délután/esti időszakában lesz megfigyelhető, amikor az emberek hazaérnek a munkából vagy a napi teendők elvégzése után töltőre teszik járműveiket. Mivel elektromos közlekedési eszközeink akkumulátorral, azaz energia tárolóval vannak ellátva, így ezen eszközök kiváló tároló forrásként szerepelnek az energiatermelési ciklikusságában. Mélyebbre nézve a napi gyakorlatban, azt látjuk, hogy a nappal szükséges a legnagyobb mennyiségű elektromos energia igény és ezt az elektromos közművek szolgáltatónak ki kell tudni elégíteniük. Ez egyben azt jelenti, hogy az energiatermelő rendszereinket nagy kapacitással kell üzemeltetnünk. Ennél a pontnál lép érvénybe a következő kérdés: hogyan szabályozzuk egy energiatermelő- és elosztó rendszert a leghatékonyabban, hogy sem az iparági, sem a társadalmi externália költségeink ne „szálljanak el”?

Az köztudott, hogy a villamos energia előállító rendszereink nagyon nehezen szabályozhatók. Lehetséges villamosenergia előállító rendszerszabályozások pl. a fordulatszám-, frekvencia-, és teljesítményszabályozás. Mindennek a magyarázata az, hogy az energiatermelés szinte konstans hatásfokkal működik.

Pl. az atomhasadás egy olyan fizikai folyamat, mely, ha elindításra kerül, fizika és a maghasadás törvényei nehezen állítható meg, folyamatos, évekig zajló folyamatról beszélhetünk.

Ugyan ilyen probléma jelentkezik a megújuló energiatermelő rendszerekkel, mivel a szél és a napsütés sem befolyásolható érdemben az emberi tevékenység, közbelépés által, gyakorlatilag majdnem teljesen kiszolgáltatott műszaki helyzetben állunk, ezen termelőrendszerekkel. A termelőrendszerek közül szabályozható a fosszilis tüzelőanyaggal működő erőművek, illetve a vízierőművek. (De sajnos itt sincs lehetőség gyors teljesítmény szabályzásra, itt is vannak el nem hanyagolható műszaki és időbeni korlátjaink.)

Így, hogy ezen elektromos rendszerek szabályozása kevésbé oldható meg műszakilag, az előállított energiamentiség éjjel és nappal közel azonos. A nappali elektromos energia igény elég jelentős a tevékenységek napi beindítása és fenntartása miatt, így a megtermelt energia jelentős része felhasználásra kerül, sőt némely esetekben annak hiánya is felléphet. A probléma hármas:

Első: a fogyasztás nem csak napszakfüggő, hanem évszaktól és hónaptól is függ.

Második probléma: az éjszaka megtermelt elektromos energiával jelentkezik. Mivel éjszaka a gazdasági aktivitás lényegesen lecsökken a nappali aktivitáshoz képest, ezért jelentős többletenergia marad „felhasználatlanul”. Ennek megoldására találták ki az éjszakai áram fogalmát, és egyben gazdasági egységét is. Ezzel ösztönzik a fogyasztókat az éjszakai „főlös” energiamentiség felhasználására.. Ennek az éjszakai többletenergia felhasználásának tárolására jók az elektromos közlekedési eszközök, mert a fel nem használt energiátöbbletet gazdaságosan lehet tárolni. (Ismereteink szerint éjszaka viszont 10-ed annyi energiakapacitás lekötés van a felhasználás szempontjából, mint nappal.)

Harmadik probléma: a következő fejezetben általam kifejtett, pluszban fellépő energiaigény, melyet valamilyen módon fedezni kell.

## 3. GYORSTÖLTŐK KIHELYZÉSÉRE NÖVEKVŐ IGÉNY

### 3.1 Elektromos közlekedési eszközök és elektromos hálózat kapcsolata gyorstöltés esetén

Minél több elektromos közlekedési eszközt fogunk használni, annál nagyobb igényt fogunk tartani a töltési sebesség növekedésére és az ezzel együtt megnövekedett energiaigényre, melyek mellett még elvárjuk a töltési idő lecsökkentését is. Vegyük alapul, hogy 100 járművet, amennyiben 3kW-al töltünk, akkor annak az egyidejű elektromos energiaszükséglete legalább 300kW. Ez azt fogja jelenteni számunkra, hogy a villamos hálózatunkat folyamatosan fejlesztenünk illetve modernizálnunk kell. Ezen fejlesztés és modernizáció nem csak hatalmas tökebefektetéssel, hanem jelentős időszükséglettel is jár.

A villamosenergia elosztó rendszerek szerintem egyik legjobb fejlesztési lehetősége az volna, ha ezen rendszerek integrálva lennének egymásba, folyamatos lenne a különböző rendszerek közötti kommunikáció, s így egy úgynevezett okoshálózatot hoznánk létre. Ezen okoshálózatok lényege szerintem abban rejlik, hogy nem csak lokális, országos, de akár földrészre kiterjedő szinten is képesek lennének kommunikálni egymással a hálózatok. Ennek én azért látom



értelmét, mivel a fejlett országokban a nagyobb az elektromos közlekedési eszközök részvétele a járműállományban, így azon területeken meglehetősen nagyobb igény van az elektromos energiára.

Véleményem szerint, ha az elektromos ellátó rendszereink földrész szinten (pl.: Európa, vagy azon belül az EU országai) is össze lennének kötve egy jól működő okos megoldást biztosító szoftverek felügyelete mellett, akkor megvalósítható lenne egy olyan stratégia, mellyel mindenki jól járna. Természetesen egy ilyen komoly hálózat kiépítéséhez óriási globális összefogás és akarat szükséges. Gondolok itt például egész Európa energiaellátó rendszereinek összekötése. Ez azt jelenthetné, egy példát hozva, mivel pl.: Magyarországon az éjszakai „többlet” energia csak bizonyos része felhasználható, így azon területeken, ahol fellépne magasabb éjszakai energiaigény, oda át lehetne csoportosítani az általunk megtermelt energiát. Itt figyelembe kell venni a földrajzi és az óra eltérésekből adódó napi életritmus különbségeket is.

Fix elképzelést hozva, ha okos és automata hálózatot hozok létre, és este felrakom tölteni az elektromos járművet a szomszédommal egyidőben, viszont az én járművem nem tölt, míg a szomszéd járműve folyamatosan tölt, nem kell félnem, hogy reggelre nem tölt fel járművem, mivel okos az energiaellátó rendszer egyik sajátossága, hogy amint megjelenik a rendszerben többlet elektromos energia vagy szabad energiakapacitás, mely felhasználható, a járművem majd elkezdi automatán tölteni. Okos és automata hálózat helyett akár okos és félautomata hálózatot is létrehozhatnánk, mely elképzeléseim szerint az alábbi formát öntené: az alapeset ugyan az, mind a szomszéd és én is este felrakom tölteni járművet. A különbség a két rendszer között annyi csupán, hogy akár az okostelefonjainkkal is össze lehetne kötni az energiaellátó rendszert. Ez egy applikáció segítségével működhetne, mely folyamatosan figyelne a rendszer terheltségét. Abban az esetben, ha a rendszerben fellép kihasználható erőforrás, a telefonunkra egy értesítést kapnánk, mely jelezné, hogy várhatóan pár percen belül elkezdhető a töltés. Az okostelefonos alkalmazás emellett még a járművel is össze lenne kötve, mely applikációval egy egyszerű „kattintással” elindíthatjuk a jármű töltését, megadhatjuk, hogy mennyi töltöttségi szintet kívánunk elérni, legkésőbb mikorra töltsön fel a jármű, legkorábban mikor kívánom használni a járművet, fel kívánom-e fűteni az utasteret vagy éppen hűteni kívánom-e és még sok más egyéb extra tulajdonságot. Mindezt akár úgy is, hogy éjjel „ki sem kell szállnom az ágyamból”.

Túlkínálat jelenik meg például, ha egy erőmű 100 MW energiát termel, de csak 95 MW energiaigény lép fel, a maradék 5 MW energia túlkínálat, mely mindenképpen átcsoportosítható lenne energiakeresletű országokra, régiókra.

Vagy egy megújuló energiával működő rendszert hozva példaként, Portugália és Oroszország közötti 4 órás időzónaeltérés véleményem szerint már okot adhat arra, hogy átcsoportosítsunk energiakapacitást. Míg Oroszországban már lement a Nap, és plusz igény mutatkozik energiára, akár

a Portugáliában működő pl.: napelemek és szélturbinák bizonyos mértékben hozzá tudnának járulni az orosz elektromos igény kielégítéséhez, mivel ott még éppen magasan „jár” a Nap. Úgy gondolom, hogy egy ilyen hálózattal nem feltétlenül „eladás és vásárlás” címén kellene megoldani az energia pótlást, illetve „kölcsonzést”, hanem lehetne úgymond egymásnak biztosítani az energiát „adok-kapok” elven is, majdnem egy barter üzlet lenne. Ez alatt arra gondolok, hogy amikor nekem van szükségem elektromos energiára, akkor én kölcsönzök, amikor más országnak, akkor pedig más ország kölcsönöz tőlem (persze ha van érdemi elektromos „felesleges” energiátöbbletem!). Nyilván vannak az így megtermelt elektromos energia előállítás költségeiben országok között közgazdasági különbségek, melyek teljes mértékben nem hagyhatók figyelmen kívül!

Mindez, ha gazdaságilag „nem éri meg”, azaz, ha a gazdasági számítások azt mutatják, hogy ezen „adok-kapok” rendszer csak tartozást termel egy országnak, akkor érdemes lenne megvizsgálni, hogy a kereslet és a kínálat hogyan egyeztethető össze egymással. Egy okos energiaellátó hálózatnak a fő célja éppen ez lenne, hogy kiegyensúlyozza az így megjelenő keresletet és kínálatot. Természetesen ez felveti a következő kérdést. Ha esetleg vannak megújuló energiaforrásaink, akkor hogyan tudom összehangolni a keresletet és a kínálatot? Folytatva a gondolatmenetet, ez azért lehet érdekes számunkra, mert messze nem biztos, hogy akkor fog fújni a szél, vagy sütni a Nap, amikor nekem energiára van szükségem. Ezért is merül fel, hogyan tudom kiegyensúlyozni a piacot? Mi történik, ha csúcsfogyasztások lépnek fel?

Ha a Győr mellett található Tesla Supercharger töltőkapukra gondolunk, melyek teljesítménye: 120kW, 350A és 480V egy egyszerű számítással belátható, hogy abban az esetben (bár ennek kicsi a valószínűsége), ha egyszerre töltünk maximális teljesítménnyel 10 járművet, óriási energiaigény lép fel.  $P=U \cdot I$  alapján, a fellépő teljesítmény:  $350 \cdot 480 = 168000W$ , azaz 168kW egy autóra vetítve. Tíz autóra vetítve ez az érték 1,68MW, mely már akár egy nagyobb szélturbina által megtermelt energiamennyiséggel egyenlő. Ezen egyszerű példából is látszik, hogy a Superchargerek esetében helyi szinten elképesztően fejlett, és jól strukturált, biztosan működő energiaellátó infrastruktúrára van szükségünk.

### 3.2 Milyen fajta „járható utak” jöhetnek szóba villamosenergia ellátó rendszerek fejlesztésében?

Folytatva a gondolati síkot, abban az esetben, ha tömegesen jelentkezik az igény a gyorsöltőkre, akkor biztosan át kell alakítanunk a villamosenergia kiszolgáló hálózatokat.

Mind, ahogy azt korábban is említettem egyik járható út az okoshálózatok kialakítása. Másik járható út véleményem szerint, hogy gyakorlatilag olyan erőművekre lenne szükség, amiket akkor tudok bekapcsolni, ha csúcsfogyasztás van, ellenkező esetben kikapcsolnám, vagy lényegesen csökkenteném ezen erőművek energiatermelő kapacitását. Jelen technológiai fejlettségünk még ezt a második fajta „megoldást” sajnos nem tudja kielégíteni.

### 3.3 Standardizált akkumulátor csomagok

Jelenlegi technológiai állás szerint, az akkumulátorok folyamatos gyorsöltéssel történő töltése csökkenti a várható élettartamát az akkumulátor csomagoknak. Ez azt jelenti, hogy minél többször töltünk egy akkumulátort gyorsöltéssel, idővel úgy fog csökkenni az akkumulátor várható élettartama. Ez felvet egy kérdést, érdemes-e standardizálni az akkumulátorokat és gyorsan cserélhetővé tenni őket a járművek hajtásának érdekében? Megéri-e számunkra az, ha az elektromos közlekedési eszközeinkben az akkumulátorokat cserélő csereállomásokot hozunk létre, ahol, ha lemerül menetközben a közlekedési eszköz akkumulátora, csak behajtunk egy ilyen „cserekútra”, ahol pár perc alatt lemerült akkumulátorját egy teljesen feltöltöttre kicserélheti? Évszázadokon át így működtek Európa szerte a postakocsi állomások és hálózatok, tehát jól működő példa már van előttünk.

Mivel az éremnek mindig két oldala van, így megnézve a rosszabbik opció, ez túlzottan nagy akkumulátor darabszámot jelenthet, melyen akkumulátorok gyártása jelentős környezeti terhelést vonz maga után. Másik negatív tényező, hogy hol tároljuk ezen megnövekedett mennyiségű akkumulátorainkat?

A két negatív tényező mellett két pozitív tényező sorolható fel. Egyik a minimális várakozási időt igénylő akkumulátor csere, melynek köszönhetően folytathatjuk tovább utunkat, maximális hatótávval. Másik pozitív tényező lenne, hogy ezáltal, ha folyamatosan tölténénk a „raktáron” lévő akkumulátorainkat, akkor vélhetően nem okoznánk csúcserő energiaingadozásokat a villamosenergia ellátó rendszereinken. Ennek köszönhetően a villamosenergia fogyasztási görbe egy átlagos napra vetítve (kép 2) „kisimulna”.

#### 4. KONKLÚZIÓ

Ha az emberiség célja egy tényleg zöldebb, élhetőbb bolygó kialakítása, akkor csökkentenie kell az üvegházhatású gázok kibocsájtását, és a környezetszennyezést. Ez azt jelenti számunkra, hogy törekedni kell a „zöld energiára történő átváltásra, azaz, megújuló energiaforrásokból kell fedezni a megnövekedett villamosenergia szükségletet.

Mivel folyamatosan növekszik az elektromos közlekedőeszközök száma a járműflottában, így növelni kell a megtermelt villamosenergia mennyiségét és az ellátó rendszert fel kell készíteni a változási csúcsokra, továbbá az energiaszolgáltatóknak is fel kell készülniük, s igazodnia kell ezen trendhez. Ez csak akkor valósulhat meg, ha a ténylegesen zéró emissziójú járművek nagy teret hódítanak a járműállományból és a másik lényegi szempont az akkumulátorok valamiféle egységesítése, szabványosítása a gyors cserék érdekében. Elmondható tehát, hogy ezen átalakulás fő kulcsa a megújuló energia és az okos villamosenergia hálózat kialakítása.

## 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:

<http://www.eafo.eu/content/hungary>

[Ábra 2] : Online elérhető:

<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-potential-impact-of-electric-vehicles-on-global-energy-systems>

[1] Online jegyzet elérhető:

<http://www.uni-miskolc.hu/~elkborzo/MAVIR-szabalyozas20050512.pdf>

[2] Online jegyzet elérhető:

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook2017.pdf>

[3] Online jegyzet elérhető:

[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook\\_2013.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook_2013.pdf)

[4] Online jegyzet elérhető:

<http://formula.hu/auto/2018/03/15/brutalis-robbanas-jon-a-hazai-hibrid-piacon>

[5] Online jegyzet elérhető:

[https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/2017/11/RAC\\_Foundation-\\_BEIS\\_Electric\\_Vehicle\\_Inquiry.pdf](https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/2017/11/RAC_Foundation-_BEIS_Electric_Vehicle_Inquiry.pdf)

[6] Online jegyzet elérhető:

<https://www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-41181129>

[7] Online jegyzet elérhető:

<http://www.cars21.com/assets/link/JRC%2520rep.pdf>