

**Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet**



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Villamos meghajtású járművek ellátásához szükséges dinamikus szimulációk

Szerzők:

Ruff Engelbert Csaba

villamosmérnöki szak, IV. évfolyam

Szigethy László

villamosmérnöki szak, IV. évfolyam

Szijártó Gábor

villamosmérnöki szak, IV. évfolyam

Konzulens:

Dr. Kádár Péter PhD

Egyetemi docens

Budapest, 2012

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
2.	A kutatási feladat leírása.....	4
3.	Szakirodalmi áttekintés.....	5
4.	Kérdésfelvetés	7
5.	Kutatási feladat bemutatása	7
5.1.	Járműhasználati szokások feltérképezése, bevezetés.....	7
5.1.1.	Közlekedés – ezen belül az elektromos autó gazdasági szerepe	7
5.1.2.	A politika jelenléte az EV ágazatban.....	9
5.1.3.	Az EV technológia magyarországi megjelenése és a világban történő terjedésének sajátosságai	9
5.1.4.	Az EV és a környezetvédelem.....	10
5.1.5.	Az E-mobilitás társadalmi frontja.....	10
5.1.6.	Járműhasználati szokások feltérképezése.....	11
5.1.7.	Fogyasztói csoportok meghatározása, következményei.....	14
5.2.	Töltőállomások műszaki hátterének bemutatása	15
5.2.1.	Elektromos járművek specifikus csatlakozói	15
5.2.2.	Kompatibilitás	16
5.2.3.	Töltési idők.....	18
5.2.4.	A töltés folyamata.....	18
5.2.5.	Töltő rendszer szabályozása	19
5.2.6.	AC és DC töltőállomások.....	19
5.3.	Járműtípusok.....	20
5.3.1.	Technikai-történelmi áttekintés	20
5.3.2.	Az EV működése	20
5.3.3.	7 darab konkrét járműtípus bemutatása	22
5.3.4.	Összehasonlító táblázat.....	27
5.4.	Fali töltő üzemi mérése PQube-bal.....	27
6.	Következtetések.....	28
7.	Javaslatok:	31
8.	Összefoglalás	31

1. Bevezetés

A közlekedés kiemelkedő jelentőséggel bír civilizációnkban, és így környezettudatos fejlődése kulcsfontosságú az emberiség jövője szempontjából. A személy- és áruszállítás állapota jól mutatja a fejlettségi szintjét egy adott régiónak, országnak vagy akár egy egész kontinensnek. (dr. Csepi, 2008) Az olajárak állandó növekedése (lásd 1. számú melléklet) és a robbanó motorral hajtott járművek számának folyamatos emelkedése (2. ábra) hamarosan az üzemanyag hiány megjelenését vonhatja maga után (3. ábra).

„Hazánk számára a legnagyobb hatású változást jelentette az Európai Unióhoz való csatlakozásunk.” (Dr. Kerekes, Dr. Péterfalvi, Wimmer, 2007). Az EU Fenntarthatósági Fejlődés stratégiájában a közlekedés fejlesztése kiemelkedő szereppel bír az „üvegházhatást okozó gázok kibocsátása elleni küzdelemben” (Európai Községek Bizottsága, 2005). 2012-ben az elektromos közlekedés (E-mobilitás) szimbolizálja az energiatudatos, a környezetért és a jövőért felelős gondolkodásmódot. A technológia több mint 100 éve adott, azonban ezeknek a közlekedési eszközöknek a terjedése mégis akadályokba ütközik. 1960-ban még csak 30 ezer személygépkocsi volt forgalomban Magyarországon (KSH, 2006) Az az utóbbi években kb. évente több mint 45 ezer darabbal növekszik a járműállomány (KSH, 2012) és a járművek száma eléri a 3,6 milliót (KSH, 2011).

Elméletben tegyük fel, hogy 2020-ra valóban 45 000 villamos meghajtású jármű fog Magyarországon közlekedni. Hogy jelenik meg ez a fogyasztásváltozás térben és időben, milyen hatással lehet a villamos hálózatra? A dolgozat részletesen ismerteti a jelenlegi *járműhasználati szokásokat*, a villamos meghajtású *járművek típusait* és az őket kiszolgáló *elektromos töltők* fajtáit. A fenti három szempontra alapozva *dinamikus szimulációt* végeztünk, mely Magyarországon a villamos meghajtású járművek terjedését vizsgálja 2012-től 2020-ig. A töltőberendezések gyakorlati üzemének megismeréséhez számos mérési sorozatot végeztünk elektromos fali töltőkön és utcai töltőoszlopokon. Az ELMŰ töltő-infrastruktúrájának energiaforgalmi adatai alapján következtetést vontunk le a jövőbeli járművek töltése okozta hálózati visszahatásokra. Ezt a részt valósidejű mérési sorozat támasztja alá, melyet az ELMŰ Váci úti töltőoszlopánál telepített műszerrel mértünk. A jelenlegi szimuláció alapján kapott eredmények segítségével szolgálhatnak például egy nagyvárosban a töltőoszlopok helyének kiválasztásában a villamos meghajtású járművek specialitásainak és a járműhasználat sajátosságainak figyelembe vételével.

2. A kutatási feladat leírása

Azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy ***megbecsüljük a villamos meghajtású járművek jövőbeli elterjedését***. A kutatás során megvizsgáltuk a járműhasználati szokásokat Magyarországon, majd ezen adatok alapján fogyasztói csoportokat hoztunk létre, melyek más-más célra használhatják az elektromos járműveket. Dolgozatunk során célkitűzésünk volt minél tágabban analizálni a magyar vezetési szokásokat, és minél több csoportot létrehozni, így a lakosság jelentős hányadát lefedtük. A vizsgálat másik területe az elektromos járművek műszaki adottságait, lehetőségeit tárta fel, és a kapott eredményeket hozzárendelte az egyes felhasználói csoportokhoz. A kutatás harmadik felében az elektromos töltő állomások műszaki paramétereit vizsgáltuk, mert az elektromos járművek elterjedéséhez szükséges a megfelelően fejlett töltő infrastruktúra.

A három vizsgálati terület adatai alapján megalkottunk egy ***MATLAB***-os szimulációt, mely prognosztizálja az elektromos járművek elterjedését Magyarországon 2020-ig. Az áramszolgáltatóknak és más villamosiparban tevékenykedő vállalatoknak, valamint a villamos rendszerirányítóknak, az Energia Hivatalnak és a Magyar Villamos Műveknek (MVM) egy olyan jövőbeli scenárió-t állítottunk fel, amelyet tehát három részre osztottunk fel. Ennek eredményeképpen a Magyarországon megbecsült villamos meghajtású ***járművek által generált energia és teljesítmény igények térbeli elosztását feltérképeztük és vizualizáltuk***. Feladatunknak tűztük ki az elektromos autótípusok és a járműveket vezető emberek használati szokásaiból következő elektromos feltöltések villamos hálózatra tett hatását. ***Méréseket végeztünk egy elektromos töltőoszlopnál feszültségminőség mérés céljából.***

A munka során segítséget kaptunk Dr. Kádár Pétertől (ÓE egyetemi docense). Ő nemcsak a konzulensünk, hanem az ötletgazdánk is volt egyben. A Tanár Úr segített az elméleti részek gyakorlati alkalmazásokba való átültetésével. Nemcsak az Óbudai Egyetemen foglalkoztunk a témával. Megkerestünk két áramszolgáltatót. Az E.ON-nál Hollandi Gábort, aki a vállalatban belüli E-mobilitás szervezet tagja. Az ELMŰ-nél Bessenyei Tamás Igazgató Úr is előrelendítette a munkánkat. Az egyes méréseket Szabó Ferencsel (munkatárs) végeztük el, aki a Műszaki támogatás osztályán dolgozik. A villamos hálózatra gyakorolt hatásokat elektromos autó töltése során az ELMŰ-vel közösen vizsgáltuk, és végeztünk méréseket a PQube nevű mérőműszerrel. A Schneider Electric vállalat biztosította számunka az eszközöket és egy elektromos autót (Citroen C-Zero, mely a felsorolt elektromos autótípusok közé is bekerült), és ha elakadtunk, szakértelmükkel segítettek, hogy a problémán túllendüljünk. Ezen lehetőségeket

felhasználva méréseket végeztünk elméleti modelljeink alátámasztására, és az elektromos jármű rendszeres használatával, tesztelésével tovább színesítettük a fogyasztói lehetőségek palettáját.

3. Szakirodalmi áttekintés

Európában vannak már olyan kísérleti projektek, tanulmányok, amelyekben autógyártók, áramszolgáltatók és a politika (kormányok és önkormányzatok) együttműködve azon dolgoznak, hogy kiépítsék, népszerűsítsék, és teszteljék ezt az új üzletágat (lásd később járműhasználati szokások gazdasági része).

Magyarországon 2010-ben jelent meg először egy olyan átfogó, e-mobilitással foglalkozó összefoglalás (ETV-Erőterv), amely az elektromos járműhajtás technológiájának állásáról, fejlődési irányáról ad áttekintést. Bemutatja részletesen az elektromos autók töltését, a technológia környezeti hatásait. Az elterjedés becslése és a felfutást befolyásoló tényezők olvashatóak a kötet végén. Az utóbbi években készült, villamos meghajtású járművekkel foglalkozó kiadványok:

1. Elektrotechnika, szerkesztette Tóth Péterné, kiadó: Magyar Elektrotechnikai Egyesület, 2012. április. Villamos autókról és az okos hálózatokról közérthetően, pp. 5-7, szerző: Haddad Richárd. E-mobility – A villamos autók hatása a villamos hálózatra, pp. 9-13, szerzők: Farkas Csaba, Szabó Kristóf István. Nincs új a nap alatt... Villanyautók – egykor, szerző: Dr. Jeszenszky Sándor
2. ETV-Erőterv Zrt. Energetikai Tervező és Vállalkozó zártkörűen működő részvénytársaság. E-mobility Elektromos meghajtású járművek, I. kötet, Háttér információk feldolgozása. 2010. november 22.
3. Magyar Szolár Szövetség, Toyota Prius Plug-in Hybrid Tesztvezetés és az ELMŰ Töltőoszlopok Használatának Tapasztalatai, 2012. március 8-19.

A villamos meghajtású járművekkel foglalkozó nemzetközi szakirodalom a hazainál jóval szélesebb körű, 2006-tól jelentek meg az első publikációk. Magyarországon még nem kiforrott a téma, amit mi sem mutat jobban, mint, hogy külföldön már rengeteg szakdolgozat és doktori disszertáció témája az EV (Electric Vehicle).

1. Elektrotechnika, szerkesztette Tóth Péterné, kiadó: Magyar Elektrotechnikai Egyesület, 2012. április. E-Mobility 2020 Technologien – Infrastruktur – Märkte VDE-Studie, szerző: Günther Volz

2. Communities and Local Government. Review of permitted development for charging points for electric cars, Will French, 2009. november
3. Electric Transportation Engineering Corporation. Electric Vehicle Charging Infrastructure Deployment Guidelines British Columbia, 2009. július
4. City of Westminster. Installation of Two On-Street Recharging Points for Electric Vehicles, 2006. december
5. Tohoku University Sendai, A LP based Solution to Determine Maximum Number of Available Electric Vehicle Fast-Chargers without Distribution Voltage Deterioration, Masanori Abe, Hiroumi Saitoh
6. RWE Autostrom, Statusbericht zum Projekt „e-mobility“, Dr. Gaul, 2009. augusztus
7. The Boston Consulting Group, Batteries for Electric Cars: Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020, 2010
8. University of Canterbury, Can Control system for an Electric Vehicle, Abdel Azzeh
9. Institute of Parallel and Distributed Systems University of Stuttgart, Development of a User Interface for Electric Cars, Thomas Walter, 2010. december 3.
10. Electric Power Research Institute, Transportation Electrification: A Technology Overview, 2011. július
11. Department of Energy Technology, Electric Vehicle Based Battery Storages For Large Scale Wind Power Integration In Denmark, Jayakrishnan R. Pillai, 2010. december
12. University of Windsor, Plug-in Hybrid Electric Vehicle Control Strategies Utililizing Multiple Peaking Power Sources, Kevin J. Martin, 2010
13. Defence Academy of the United Kingdom, Power and Energy Management of Multiple Energy Storage Systems in Electric Vehicles, Leon C Rosario, 2007. június

A villamos meghajtású járművekkel kapcsolatos hazai kutatások és publikációk között a legmagasabb szintet a villamosipari vállalatok képviselik (ELMŰ, E.ON, ABB).

1. A BME Filozófia és Tudománytörténeti Tanszék. Paksi Dániel, BME óraadó tanár, előadása: A technológiai fejlődés útfüggése, 2012/13
<http://www.filozofia.bme.hu/orak/1480>
2. ABB elektromos autó (EV) infrastruktúra. Suhajda Gábor, ABB Kft PP-PS divízió, Energetikai Szakkollégiumi előadás, 2012. február 23.
<ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Energetika.../eloadas-ppt-ABB-2.pdf>

3. ELMŰ Hálózati Kft. - Pöry Erőterv Zrt. Elektromos mobilitás – E-mobility, Lehetőségek és feladatok az elosztó hálózati engedélyes számára, előadók: Arnold Ákos, Bessenyei Tamás, 2011. szeptember 12.

4. E.ON Fenntarthatósági Programja, Energia új utakon. Új lendület elektromos meghajtással.

<http://www.eon-hungaria.com/szerepvallalas/energiaujutakon>

Magyarországon az elmúlt években számos elektromos autóval foglalkozó szakcikk jelent meg.

4. Kérdésfelvetés

2012-ben közel 10-20 villamos meghajtású jármű közlekedik az utakon, **2020-ra becslések** szerint ez a szám elérheti a **45 000**-et. E körben milyen típusú járművek elterjedése jósolható (átlagautó definiálása)? Ehhez milyen vezetési habitusok társulhatnak (átlag járműhasználat)? Hogy jelenik meg ez a fogyasztásváltozás térben és időben (vizualizáció)?

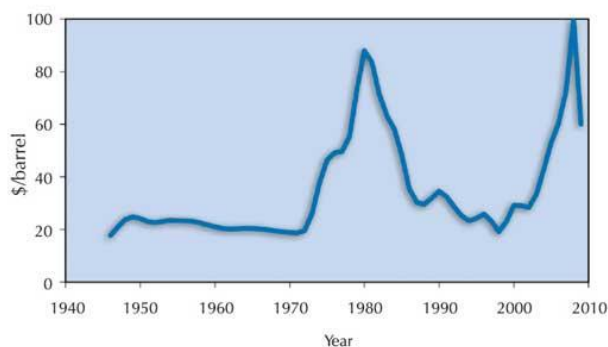
5. Kutatási feladat bemutatása

5.1. Járműhasználati szokások feltérképezése, bevezetés

A járműhasználati szokások feltérképezése igen komplex feladat: **gazdasági-politikai-technológiai-környezeti** és **társadalmi szempontokból** is meg kell **vizsgálni** az igényeket, hogy azután következtetések legyenek levonhatóak az **átlag járműhasználati szokásokra**.

5.1.1. Közlekedés – ezen belül az elektromos autó gazdasági szerepe

A dolgozat bevezetőjében már szó esett a fosszilis energiahordozók helyzetéről. A Földön 2010-ben átléptük az 1 000 milliomodik járművet, ez azt jelenti, hogy ha a Föld



5. ábra: kőolaj árának alakulása

népességére (kb. 7 milliárd fő) vetítjük ezt a számot, akkor hét emberre jut egy-egy autó (4. ábra) (Wards Auto, 2011). A járművek számának folyamatos növekedése és a kőolaj árral (5. ábra) való arányos növekedése és az ezzel fordított arányosan csökkenő kőolaj kapacitások illusztrálják, hogy miért

Forrás: <http://www.reopen911.info/news/wp-content/uploads/>

válhat a XXI. század egyik kulcskérdésévé az E-mobilitás.

A világ kőolajtermelése alig emelkedett az elmúlt évtizedben, azonban a világ fejlődő részeiben rohamosan nő az olaj iránti kereslet. „Az aggodalmat az olajpiac bizonytalanságával kapcsolatosan az is fokozza, hogy a legnagyobb termelők országaiban egyre nagyobb vagyoni aránytalanságok vannak az egyes emberek között, nagy ütemben szaporodik a lakosság, és rengeteg politikai és gazdasági probléma keletkezik.” (Lendvai Zoltán, 1996). Már itt is érzékelhető, hogy a közlekedés „motorja” az üzemanyag, de ezt nemcsak finansziális, hanem társadalmi szempontból is analizálni szükséges. Erre a dolgozatban később térnénk rá.

Az *Európai Unió Fenntartható Fejlődési Stratégiája 2020-ra* kimondja, hogy **20%-kal kevesebb üvegházhatású gáz-kibocsátást** kell elérni (EU, 2011. évi jelentés). Ehhez minden egyes uniós tagállamnak olyan eredményeket kell elérnie, amelyek a légszennyezést jellemző mutatókat lejjebb viszik. A következő nyilvános konzultáció tájékoztatást adhat a közlekedés megújításáról és CO₂-kibocsátás csökkentésére irányuló stratégiáról (EU, 2009).

„Az *Ír* kormány szerint a CO₂-kibocsátásuk nagyon hasonló az európaihoz. 2020-ig fel szeretnék váltani a járművek 10%-át villamos hajtásra. A tervezet alapján ez közel 230 ezer elektromos járművet jelenthet. Portugáliában azt várják, hogy a villamos autók fogyasztása: 15-20 kWh/100 km lesz. Átlagos használatot tekintve, ami 10-15 000 km/év/járművet jelent, 1 millió autó esetén (ez 20% penetráció) lassú töltési ciklusban (3,68 kW) - főleg munkaidő után 3,86 GW csúcsot eredményez. Az olasz Enel üzleti potenciált lát a villamos autók megjelenésében. Számításuk szerint a villamos autó várható éves energiaigénye mindössze csak 2 250 kWh, ami 0,12 EUR/kWh energiaár mellett 276 EUR. A villamos hajtású járművekre történő áttérés komoly része lesz a 2020-ig elérendő 20%-os primer energiafelhasználás-csökkenésnek. Az EV számát 2020-ig 3,8 millióra prognosztizálják. Az ír vizsgálatokkal megegyezően a 34%-nyi, közterületen parkoló autók töltésének megoldásán dolgoznak, hisz a többi jármű, valamilyen zárt helyen könnyen csatlakoztatható a hálózathoz. Dániában a szélerőművek aránya már most eléri a 20%-ot. Elvárásuk, hogy a töltés folyamata is legyen „smart”, illeszkedjen a meglevő adottságokhoz. Hollandia sem marad le az EV terjedésében, az elemzők 2020-ra 200000 elektromos autót prognosztizáltak. Ehhez komoly infrastrukturális és disztribúciós rendszert kívánnak felépíteni. Japánban 1971 óta foglalkoznak villamos motoros személyautókkal a Mitsubishi i-MiEV kutató és fejlesztő mérnökei. A gyár tervei szerint 2013-ig összesen mintegy 30 000 ilyen autót fognak legyártani, Németországban 2010

decembere óta kaphatóak az elektromos autók, az akkumulátorokra 5 év garanciát vagy 100 000 km hatótávolságot adnak. Manapság Németországban a kb. 45 millió autó közül 1600-at hajt villamos motor. „A *bemutatott európai törekvések mutathatják a fejlődés irányát*, és a töltőállomások terjedése fogja elősegíteni a villamos autók terjedését.” (Haddad Richárd, 2011/04). Itt említenék meg, hogy a fejezet után a töltőrendszerekkel is foglalkozunk, ami a járműhasználatok feltérképezése után tekinthető meg.

A 2020-as tervezetet figyelembe véve *Magyarországon* 3 lehetséges forgatókönyvet tart elképzelhetőnek a PwC. „Az optimista verzió szerint 2020-ra 5%, a realisztikus szerint 1,2%, a pesszimista szerint pedig 0,7%-os arányt érhetnek el az elektromos autók a teljes járműállományon belül.

5.1.2. A politika jelenléte az EV ágazatban

Ahogy az előző részben olvasható volt, az országos stratégiai tervek és a magas szintű kormányzati támogatások mutatják, hogy külföldön komolyan gondolják az E-mobilitást. Nap, mint nap olvashatóak, hallhatóak nagyméretű kutatás-fejlesztési programok. A politikai támogatottság megkerülhetetlen, az elektromos járművek vásárlásának pénzügyi támogatása a legtöbb országban már elérhető.

Példaként kormányzati K+F programokat említenék meg, az Egyesült Államok 150 milliárd dollárt fordít tiszta energia technológiák kutatására (10 éves fejlesztés), és 2 milliárd dollárt akkumulátorok kutatására. Kína 1 milliárd eurót költ elektromos járművek fejlesztésére, és 2 milliárd eurót fordít pilot projektekre nem kevesebb, mint 13 régiójában. Az Európai Unió által elindított *Európai zöld autókezdemenyezés 1 milliárd euró befektetést* jelent (2010-13) (E.ON, 2012). A villamos meghajtású járművek terjedésének támogatására szánt összegek szemléletes bemutatása a mellékletben látható (6. ábra).

5.1.3. Az EV technológia magyarországi megjelenése és a világban történő terjedésének sajátosságai

Az e-mobilitásnak Magyarországon is a figyelem középpontjába kell kerülnie, ugyanis a nyugat-európai változások hazánkat is változásra kényszerítik. Megjelenhetnek új gazdasági törekvések.

De nem beszélhetnénk a témáról, ha a technológia nem érett volna meg rá. Ha a katalizátorok, üzemanyagcellák és stb. drágák, nem készülnek el időben, akkor hiába kész a gazdaság vagy a társadalom (5.1.5-ös fejezet).

„Az akkumulátortechnológiák jelentik a legnagyobb kihívást. A lítium-ion akkumulátorok jelentős szerepet fognak játszani az elektromos járművek terjedésében. A

költségcsökkentés mellett a biztonság és a megbízhatóság az EV-kben lévő lítium-ion akkumulátorok piaci bevezetésének legfontosabb tényezői. A teljesítményelektronikai járműalkatrészeknél a lényeges fejlesztési célok, a költségek csökkentése (Life-Cycle), a szükséges gyártási volumen (teljesítménysűrűség növelése), valamint a megbízhatóság növelése a cél.”(Gólem tanulmány)

5.1.4. Az EV és a környezetvédelem

Ma a villamos meghajtással közlekedő járművek jelenthetik az energiatudatos, a környezetért és a jövőért felelős gondolkodásmódot. „Az 1970-es években úgy tűnt, hogy az industrializációs korszaknak és a mértéktelen szennyezésnek vége. Azonban a becslések szerint a közlekedő járművek száma 2050-re megkétszereződhet, ami jelentősen növeli majd a légkör szennyezettségét”. (Paksi Dániel, 2012) Az elektromos mobilitás fejlődését befolyásoló tényezők és a környezetvédelem együtt kell, hogy értelmezendő legyen, ugyanis az egyik nem tud eredményeket elérni a másik rész nélkül. Az E-mobilitás nélkül ma már elérhetetlen a környezetvédelmi célok teljesítése, azaz a CO₂ csökkentése a közlekedésben, a fenntartható várospolitikai (környezetvédelmi zónák). (E.ON, 2012)



Budapest
légszennyezettsége

Emellett az e-mobilitás nagy lehetőségeket kínál a klímavédelem, az erőforrások kíméletes felhasználása és az iparpolitika egymással történő ésszerű összekapcsolása területén. Például az áram decentralizált, megújuló energiaforrásokból – mindenekelőtt szél- és napenergiából - származó változó betáplálását okos hálózatok és okos mérés (Smart Grid, Smart Metering) segítségével a villamos autók mobil akkumulátorában lehetne tárolni. (Paksi Dániel, 2012)

5.1.5. Az E-mobilitás társadalmi frontja

A technológiával foglalkozó részben (5.1.3-as fejezet) már említettük a társadalom szerepét az E-mobilitásban. Szociológusok tanulmányai szerint a társadalom életkörülményeit, lehetőségeit, szokásait meghatározza a technológiai környezet. A fogyasztói szokások kialakulása, a státusszimbólumok megjelenése és a munkafeltételek is visszavezethetők a technológiai változásokhoz.

A fejlett nyugati országok felismerték, hogy a hagyományos autók CO₂-kibocsátása súlyos környezetkárosító következményekhez vezet. Egyes országokban eljutottak arra a

szintre, hogy az újonnan forgalomba kerülő járművek egy részétől teljesen emissziómentes üzemmódot követeljenek meg. A közlekedés fejlődésével az áru- és személyszállítás a XXI. század elejére kiemelkedő fontosságú tényezővé vált, hogy ma már szinte el se lehet képzelni, mi történne, ha ez a kialakult infrastruktúra összeomlana, vagy működése bizonytalanná válna.

A villamos meghajtású járműveket befolyásoló gazdasági-politikai-technológiai-környezeti és társadalmi tényezők áttekintése után térjünk rá az 1. kutatási témánkra.

5.1.6. Járműhasználati szokások feltérképezése

A használati szokásoknál rövid áttekintést adunk a jelenlegi járműállomány helyzetéről. Az utakon ma uralkodó közlekedési morálról, kultúráról. Kutatásunk során két konkrét járműhasználati szokást is prezentálunk. Megvizsgáltunk egy tanulmányt, ami a különböző életkorú fogyasztói csoportok vezetési szokásait analizálta. Érdekességnek megemlíti az amerikai vezetési szokásokat, a mellékletben pedig részletezzük, hogy miben különbözik az európai használati szokásoktól. Megalkottunk egy lehetséges útmutatót, aminek a segítségével az emberek eldönthetik, hogy szükségük van-e villamos meghajtású járműre (7. folyamatábra) Mindezek segítségével összegezzük a járműhasználati szokásokat és fogyasztói csoportokat határozzuk meg.

A *személygépkocsi állomány* gyarapodása szekvenciális 2003-ban 2 777 219, míg 2007-ben 3 012 165 Magyarországon, a világon pedig már – ahogy már korábban említettük – a járművek száma átlépte a bűvös 1 milliárdot. (Farkas András, 2012). Manapság közel 3,6 millió jármű lehet forgalomban hazánkban, ezek közül – becslésünk szerint – mindössze 10-20 darab lehet villamos meghajtású.

Az *autóhasználati kultúra betartatása* egyre komolyabb szempont az alcímben említett vizsgálatnál. „Nem nehéz rájönni, hogy a „hajtós sofőrök” autói többet fogyasztanak, előbb kopnak el a fékjeik, a kuplungjaik, a gumik, ezek az üzemeltetési költségek növekedésével járnak.” (Dombóvári Mihály, 2011/09) Egy másik felmérés a magyarországi vezetési szokásokat helyezte a középpontba. „A kutatás célcsoportját azok a **18-59 éves autóvezetők** adják, akik vagy Budapesten, vagy vidéki nagyvárosokban legalább naponta vezetnek autót.” A kutatásból kiderült, hogy a célcsoport tagjai **hetente** átlagosan **7 órát** töltenek autóvezetéssel, a legtöbben, **27%-uk 3-5 órát** tölt az autójában. A fővárosiak több időt töltenek autóvezetéssel, átlagosan heti 8 órát (NRC Piackutató Kft, 2010).

A következő bekezdésben a magyarok közlekedési eszközökkel kapcsolatos szokásait fogjuk taglalni. Először az **egyéni járműhasználati** szokásokat vizsgáljuk meg – melyek az autóra, robogóra, motorra korlátozódnak. **Két konkrét példával** illusztráljuk a **magyar járműhasználati szokásokat** (1-es és 2-es táblázat).

Az **adatgyűjtés** a megfigyelés módszerén alapszik, azaz megfigyeltük, de nem tettünk fel kérdéseket, de figyelmünket mégis a ténylegesen lezajló magatartásokra és cselekvésekre irányítottuk. Nem mentes azonban a megfigyelés a szubjektív elemektől, bizonyos fokig szerepet játszott a megfigyelők szubjektuma a megfigyelés eredményében.

Külső megfigyelés segítségével a megfigyelő nem keveredik a megfigyelték közé, kívül marad az eseményeken, jelenléte csak a történések rögzítésére korlátozódik.

Lehet korcsoportok, munkatevékenység szerint osztályozni a járművezetői csoportokat. Mi egy csoportból választottunk ki egy-egy példát. Az első (lásd 1. táblázat) egy középkorú hölgy, foglalkozását tekintve orvos, aki az autót munkába járásra használja, illetve, hogy A-B pontba eljusson, akkor szükséges, de nem nélkülözhetetlen számára a jármű. A 2. csoport esetén egy céges autót állítottunk a megfigyelés középpontjába (2. táblázat). Egy középkorú férfit, aki informatikus, és munkája miatt használ vállalati autót. A két csoport példa bemutatása során az utazási időt és annak napi elosztását mutatja be az 8-as és 9-es ábra.

Vizsgáltunk speciális esetet is, például nyaralás során milyen járműhasználati szokások keletkeznek, miben térnek el a hétköznapi használattól. Egy példával illusztráljuk egy magyar család egy hetes balatoni vakációját (10-es ábra).

Egy tanulmány megvizsgálta az emberek **járműhasználati szokásait különböző életkorú csoportokat** meghatározva. „Kutatások során három korcsoport mentén vizsgálták meg: 17–24 év közöttiek, 25–44 év közöttiek és 45 év felettiek. Minden korcsoportban azonos módon tudatában voltak a környezetvédelem fontosságának és annak is, hogy az autóhasználatuk erre milyen hatással van.” Fontosnak ítélték meg az autó minél alacsonyabb fogyasztásával elérhető spórolást, melyet véleményük szerint elsősorban a kevesebb autóhasználattal tudnak elérni. A felmérés eredményei azonban éles **kontrasztot** mutattak a **fiatalabb és idősebb emberek** vezetési szokásai **között**, ami egyértelműen mutatja azt, hogy a takarékos vezetési szokások a kor előre haladtával sokat fejlődnek. Legkevésbé a **17–24 év** közötti korosztály vezet **üzemanyag-takarékos** módon. A **fiatalabb vezetők** ráadásul **gyakrabban használják** az autót, akár 1-2 kilométeres távolságra is, többet foglalkoznak azzal, hogy az autójuk milyen státuszszimbólumot képvisel, és cinikusabbak a zöld autókkal (pl.: hibrid és elektromos autókkal vagy alternatív

üzemanyagokkal) szemben is. **Nem megfelelő informáltság** az oka annak, hogy a fiatalok ilyen rossz szokásokkal bírnak. Például, amikor tájékoztatták őket arról az információról, hogy **elektromos autó vásárlása esetén támogatásban** részesülhetnek, ez a korosztály lett az, amelyik a legszívesebben vásárolna elektromos autót (energyrethinking.org).

Fontos megemlíteni, hogy az **elektromos járművek** nem csak a privát használatban lehetnek jelen, hanem a **hivatalos szférában** is (ezt támasztja alá, hogy az egyik konkrét példa, vállalati autóról szól). Az E-mobilitás megjelenésénél különbséget kell tenni a magánjellegű használatra és a vállalati célokra vásárolt járművek között. „A flottavásárlók a legfontosabb ügyfelek, nem árt tudni, milyen használati szokásaik vannak.” Az elmúlt években a flottaértékesítések piaca is szűkült a válság miatt. Az importőrök és a flottakezelők jelzései szerint az **autóhasználati szokások** is **megváltoztak**. A korábban jellemző 3 év vagy 90.000 km csereperiódus kitolódott 4 év vagy 120.000 km, sőt 5 év vagy 150.000 futott kilométerre. Kisteherautóknál a 250.000 km futásteljesítmény a cseréig teljesen átlagos érték. „Nem ritka a cég, ahol "fogyasztási versenyt" folytatnak, a legalacsonyabb fogyasztást elérő autósok számíthatnak bónuszra.”(Dombóvári Mihály, 2011/09)

Más kontextusba is áthelyezhető, ha nem csak egyéni használatra vetített szokásokat vizsgálunk meg, ugyanis más a helyzet az **áruszállítás terén**.

Tömegközlekedésnél szó eshet akár a trolibuszok, a villamosok, a HÉV, az elővárosi vasutak, a vasutak fejlesztéséről, ami tovább lendíthetné az E-mobilitást. Az utaskilométer teljesítmény az egyéni célra használt és a tömegközlekedési eszközök között 60-40% arányban oszlik meg. Az Európai Unió 27 tagállama közül Magyarországon volt a közösségi közlekedés a legmagasabb arányú, az uniós átlag egyébként 18%. 2003 óta tartó tendencia, amelye ennek az aránynak a romlását mutatja (Farkas András, 2012).

Az öreg kontinensen kívül, az USA is fontos szerepet tölthet be abban, hogy hogyan alakul és merre tart a technológia fejlődése, így a következő pontban az amerikaiak járműhasználati szokásairól ejtenénk pár szót. Az Amerikai Egyesült Államok polgárai vezetési szokásainak feltérképezése nagy fontossággal bír, ugyanis a jelenlegi gazdasági helyzet szerint az USA az egyik olyan nagyhatalom, amely meghatározza a világ gazdaságát. Mivel az európaiak és amerikaiak vezetési szokásai jelentősen eltérnek - elég, ha csak a nagy távolságokat említem meg -, így érdemes a 1. számú mellékletben egy kicsit elmélyedni, hogy európaiaként közelebb kerülhessünk az amerikai autózási igényekhez. Hogy mekkora hangsúly van az USA álláspontján, mi sem tükrözi jobban, minthogy 240 millió gépjármű közlekedik az Egyesült Államokban.

5.1.7. Fogyasztói csoportok meghatározása, következményei

Mind a befolyásoló tényezők, mind a járműhasználati szokások analizálása után **3 csoportra** osztanánk fel a járművezetőket. Az **1. csoport a személyautókat** használók (családi, vállalati, taxi). A **2. csoport a kétkerekű közlekedési eszközök** lennének (robogókat kiemelve). A **3. csoport pedig a nagyobb tömegű járműveket** képviseli (fuvarozás, busz, tömegközlekedés). Ahogy a konkrét példánál már olvasható volt, az egyik a családi kategóriába sorolható, míg a másik ugyanazon csoport vállalati részlegébe. Ha a járműhasználat fejezetre visszatekintünk, ott említésre kerültek a **nyaralási szokások**. Általánosságban elmondható, hogy csak a helyszínre utazás jelent nagyobb távolságot, amit az elektromos járművel is problémamentesen meg lehetne oldani, a helyi közlekedés nem jelentős. Ezt erősíti meg saját felmérésünk is, ami során a következőket tapasztaltuk: nyaralás esetén az oda-visszaút ami intenzív autó használatot jelent, a pihenés alatt általában jelentéktelen az autóhasználat. Egy másik járműhasználati szokással kapcsolatos paraméter, az 1. csoportból egy másik kategória kiemelése. A **taxi** társaságok és a fuvarvállalatok vonatkozásában próba jelleggel felmérhető lenne mennyire alkalmas az elektromos autó bevezetése. Városon belül egy utas átlagosan 10-15 km-t utazik (ez egy nagyon szélsőséges eset, budapesti távolság, vidéki városokban még kevesebb), amihez hozzászámolva az utashoz vezető út ugyanekkora értékével, akkor is csak 20-30 km-nél tartunk, feltételezve, hogy nem intés, vagy taxi állomáson történik az utas felvétel, hanem telefonos megrendelésre. Ugyanis az előző esetek során még kedvezőbb a távolság az elektromos járművek számára. **Áruszállítás** esetén, ha még kiskereskedelmi viszonylatba is helyezzük, akkor se biztos, hogy egy töltéssel elegendő távolságot tud megtenni elektromos autóval a sofőr. Sőt, ha bele vesszük azt is, hogy mirelit terméket, gyorsan romlandót, vagy élő állatot szállít, abban az esetben a töltési idő meg se várható. Ekkor még szó se esett arról, hogy nagyobb terhekkel a hatótávolság drasztikusan csökken, bár a jelenleg piacon lévő elektromos autó kínálatnak aerodinamikai tulajdonságai jobbak, mint a tehergépkocsiké és a kamionoké.

Az egyértelműen látszik, hogy a villamos meghajtású járművek számos előnye mellett az Achilleusz sarka a hatótávolság. Éppen ezért olyan csoportokat határoztunk meg, és azon belül olyan kategóriákat, amelyek eme negatívumot elfedik. Jól mutatja ezt a 3. csoportban a városnéző busz, a helyi tömegközlekedés és a reptéren belüli busz esete. A fogyasztói csoportok alapjául azt vettük, hogy az elektromos járművek a mai technológiai állás szerint városi közlekedésre a legalkalmasabbak.

5.2. Töltőállomások műszaki hátterének bemutatása

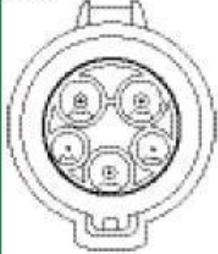
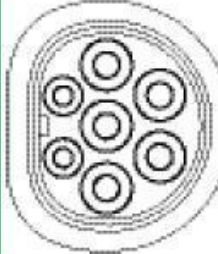
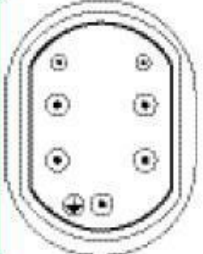
„Az elektromos járművek elterjedéséhez megfelelő töltőállomás infrastruktúrát kell létrehozni, ezért egy hatékony, könnyen hozzáférhető és megfelelő lefedettségű elektromos töltőállomás hálózatra van szükség” (Schrack, 2011). Jelenleg az ilyen típusú járműveket üzemeltetők az otthonukban, illetve néhány nyilvános töltőállomáson (pl.: ELMŰ Váci úti székháza vagy a Balaton körüli E.ON-os töltőállomások) tölthetik fel a járműveiket. Magyarországon jelenleg 21 darab nyilvános töltő állomás van és körülbelül hasonló számú, házilag épített töltő. Becslésünk szerint 50 darab jármű töltő lehet ma használatban az országban, de számuk folyamatosan bővül.

A járműtől elindulva az első, ami eltér a hagyományos járműtől az a csatlakozó típusa a töltés nyílásnál (T1, T2, T3). A csatlakozókhoz eltérő típusú töltési módok léteznek (1-4 mód). Minden egyes módhoz tartozik egy töltési időintervallum. Az elektromos járművek és a töltőállomások a töltés során kommunikálnak egymással, és jelzéseket adnak a felhasználónak a töltési folyamat állapotáról. A villamos és jármű ipari vállalatok különböző megoldásokat kezdtek el fejleszteni, melyek számos egyedi felhasználási területet eredményeztek az elektromos töltő állomások terén mint például (Schrack, 2011)

- Töltőoszlopok
- Mélygarázs rendszerek
- Központilag vezérelt rendszerek
- Fali töltők
- Kerékpártöltők
- ChaDeMo töltők

5.2.1. Elektromos járművek specifikus csatlakozói

A lenti 11. ábrán látható három csatlakozó típus a legelterjedtebb Európában az elektromos járművek töltésére. (a normál schuko csatlakozó mellett) Az elterjedés főbb okai a jó mechanikai tűrőképesség a biztonság és az egyszerű kezelhetőség volt. A „type 3” különlegessége hogy tartalmaz ívöltő ami növeli a töltés biztonságát bár a nagy teljesítményű elektromos „kutak” többsége tartalmaz egy reteszt mely arra hivatott hogy töltésközben hirtelen ne tudjuk a csatlakozót kirántani.

Hévíleges adatok	T1	T2	T3
Fázis	Egy fázis	Egy fázis/ három fázis	Egy fázis/ három fázis
Aramerősség	32 A	70 A (egyfázis) 63 A	32 A
Feszültség	250 V	500 V	500V
Csatlakozók száma	5	7	5 vagy 7
Ívöltő eszköz	Nincs	Nincs	Van
Ábra			

11. ábra: csatlakozó típusok (T1, T2, T3)

5.2.2. Kompatibilitás

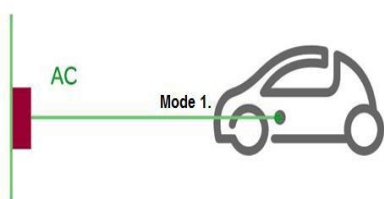
(http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_62196 nyomán)

Az elektromos autók töltése jogilag nincs még szabályozva így bármilyen töltőrendszerre csatlakoztathatjuk járművünket feltéve, ha az azzal kompatibilis.

Az IEC szabvány szerint 4 féle töltési mód van:

- **1-es mód:** Lassútöltési mód valamilyen normál rendszeresített csatlakozó (Schuko) aljzatról (1 vagy 3 fázisú rendszerhez)
- **2-es mód:** Lassútöltési mód, de valamilyen EV specifikus védelmi rendszerrel ellátott csatlakozó (Park & Charge rendszerhez)
- **3-as mód:** Lassú vagy gyors töltési mód valamilyen EV specifikus multi pin-es szabályozott és védelemmel ellátott csatlakozóról (SAE J1772 és IEC 62196)
- **4-es mód:** gyors töltés kifejezetten erre a technológiára kifejlesztett töltőrendszerrel ChADeMo szabvány szerint

1-es mód normál otthoni rendszerű töltés

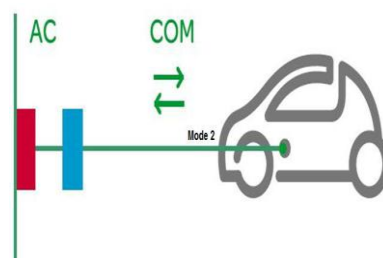


Ez a normál akkumulátor töltésnek felel meg amit a robbanómotoros autók akkumulátorainál már megszokhattunk. A fali töltők kisméretű könnyen használható rendszerek melyek ideálisak az otthoni hosszú idejű töltésre. (6-8 óra) A felhasználó egy normál 1 vagy 3 fázisú akkumulátor töltőt használ melyet a közcélú hálózat táplál.

A normál háztartási hálózat egy fázisú terhelhetősége magyar országon 16 A volt. Ezért a háztartásokban ez az elterjedtebb, de manapság már 32 A is vételezhetünk külön csatlakozási díj nélkül. A töltő megoldásokra példák a mellékletben található (2. számú).

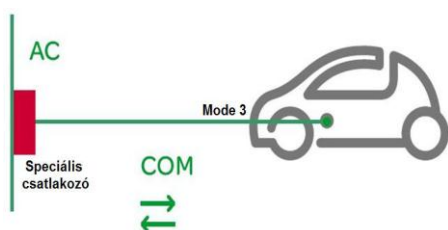
2-es mód Park & Charge

Ezt a rendszer Európában Bern-ben telepítették először, inkább egy pilot projektnek tekinthető, mint egy konkrét infrastrukturális megoldásnak. Az installáció során egy normál villás csatlakozójú rendszert hoztak létre melyet egy a kábelbe épített védelmi rendszerrel láttak el.



Egy illetve háromfázisú töltésre képes fázisonként 16 A-rel. A piacon kapható elektromos kerékpárokhoz, robogókhoz általában adnak saját töltőt. Az e-kerékpár töltőoszloppal akár 6 biciklit lehet egyszerre tölteni. (További adatok a 3. számú mellékletben találhatóak)

3-as mód IEC 62196 szabvány

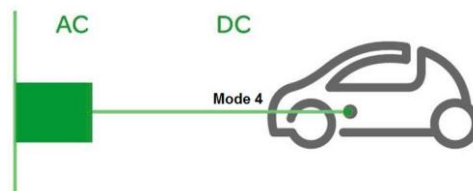


Ez IEC által tett szabványosítási kísérlet terjedt el leginkább Európában, de mivel három különböző csatlakozási módot definiál így az európai országokban még mindig nagy az eltérés.

Amiben mind három mód megegyezik, hogy előír egy kommunikációs lábat is a töltő csatlakozóján mely kommunikál az akkumulátorral és nem csak a védelmet, de az energia szabályzást is ellátja. Ez a rendszer lehetővé teszi mind a nagyteljesítményű AC töltést mind pedig a DC töltést is. (4. számú melléklet)

4-es CHAdeMO

A „DC fast charger” (DC gyors töltők) sokkal gyorsabban (15-30 perc alatt) képesek feltölteni az elektromos járműveket mint az AC rendszerek. A CHAdeMO egy olyan gyorsöltő eljárás márkanéve, amit az Egyesület (mely szintén a CHAdeMO nevet viseli) iparági szabványnak javasol világszerte.



CHAdeMO a CHArge de Move rövidítése, melynek jelentése „töltés a mozgásért”, ezen kívül egy japán szójátékot is rejt: a japán „O cha demo ikaga desuka” magyarul annyit tesz, hogy „Igyunk egy teát, míg feltöltődik”. A töltés magas egyen feszültségen, 500V-on történik miközben a maximális töltési áram 125 A. Ezzel a közel 62,5 kW teljesítménnyel akár 15 perc alatt is kb. 80%-os töltöttséget érhetünk el. A töltő rendszer és a jármű közt CAN-bus kommunikáció van. (5. számú melléklet)

5.2.3. Töltési idők

(http://en.wikipedia.org/wiki/Level_1,_2,_and_3_charging#Level_1.2C_2.2C_and_3_charging nyomán)

A töltési időt rengeteg minden befolyásolja nem csak az áram nem és a betáplálható teljesítmény hanem az akkumulátor állapota és a környezeti hőmérséklet is. Ezen táblázat adatai csak egy összehasonlítási képet mutatnak.

töltési idő	betáplált teljesítmény	feszültség (V)	maximális áram (A)
6-8 óra	1 fázis -3,5kW	230AC	16
2-3 óra	3-fázis -10kW	400AC	16
3-4óra	1-fázis-7kW	230AC	32
1-2óra	3fázis -24kW	400AC	32
15-30 perc	3fázis- 63kW	400AC	63
15-30	egyen áram	400-500DC	100-125

3. táblázat: Töltési idők

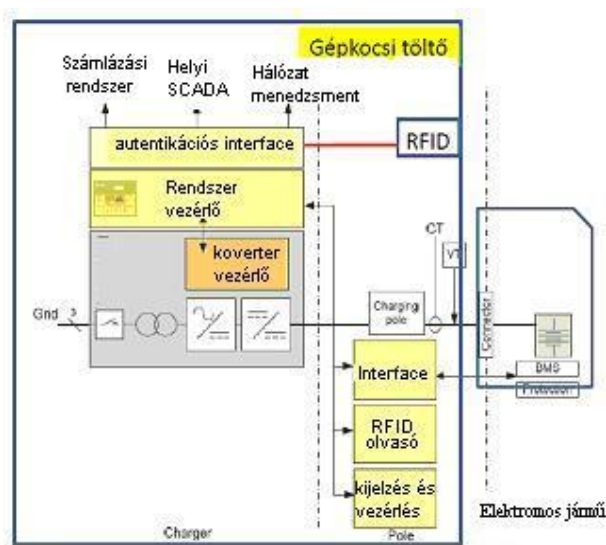
5.2.4. A töltés folyamata

Az elektromos töltő állomások könnyen kezelhetőek bárki számára. Használatuk nem nehezebb egy normál benzinkúti töltő oszlop használatánál. Az alábbiakban egy egyszerű magyarországi példát írok le az ELMŰ Váci úti töltő oszlopának tankolás folyamatáról.

1. helyezze a töltő kábelt a csatlakozóba, az autót pedig zárja le
- 2.Kezdeményezze a töltést a 06118-88 számon, amíg a LED világít, az oszlop tölt. A töltés végeztével kérjük, újra hívja a fenti számot
- 3.Ha LED elaludt távolítsa el a töltőkábelt és az autó indulhat.

Ez a megoldás természetesen csak kisszámú járművel működik. A modern töltő állomások melyeket nagyszámú jármű töltésére terveztek folyamatos kapcsoltban állnának egy irányító központtal és így telefonálás helyett csak egy start és egy stop gombot kéne megnyomni. Lényeges különbség az üzemanyagos töltéshez képest, hogy az elektromos töltés jóval hosszabb időt vesz igénybe. Még a CHAdeMO-s gyors töltő rendszerek esetében is minimum 20 perc.

5.2.5. Töltő rendszer szabályozása (ABB_eloadas_e-mobility.pdf, 2012)



12. ábra: töltőoszlop blokk vázlata

Az elektromos járművek elterjedéséhez megfelelő töltőállomás infrastruktúrát kell létrehozni. Ehhez nem csak gyors nagy teljesítményű csatlakozásra van szükség, hanem egy intelligens, megbízható szabályozó és azonosító rendszerre. Az elektromos járművek nagyszámban történő töltése mindenképpen hatással lesz a villamos hálózatra.

A másik fontos kérdés a kihelyezett gyors töltő állomásokon a fogyasztó azonosítása és a fizetési tranzakció lebonyolítása. Ez történhet akár a megszokott pénzbedobós módon vagy bankkártyával. De ez mindenképp lassú és kényelmetlen lenne ezért inkább egy RFID-s megoldás kezd kialakulni mely lehetővé teszi a vételező számára, hogy a fizetési művelet később történjen például a villanyszámla fizetésekor. A töltőállomások és az irányító központ közti kommunikációra már létrehoztak egy nyílt protokollt Open Charge Point Protocol (OCPP) néven. A 12. számú ábra egy olyan töltő oszlopot blokk vázlata mely kommunikál a járművel és villamos hálózat irányítás technikájával illetve egy számla menedzsment rendszerrel.

5.2.6. AC és DC töltőállomások

Az AC rendszerű töltő oszlopok jelenleg a legelterjedtebbek. A gyártók kínálatában nagy számban találhatunk, ilyen rendszereket legyen szó akár egy otthoni 3kW-os alkalmazásról (2. számú melléklet) vagy egy több járművet kiszolgáló 22kW-os rendszerről. (3.számú melléklet) A „DC fast charger” töltők sokkal gyorsabban (15-30 perc) képesek feltölteni az elektromos autókat mint az AC rendszerek ebből kifolyólag úgy néz ki a világ is ebbe az irányba kezd el haladni számos gyártó készített DC gyorstöltőket (5. számú melléklet) az előzőekben röviden ismertetett Chademo szabvány alapján. De mivel a különböző autógyártók eltérő megoldásokat kínálnak járműveik töltéséhez megjelentek olyan töltő oszlopok is melyek mind AC mind DC gyorstöltő oldallal is rendelkeznek.

5.3. Jármtípusok

A járműhasználati szokások és töltőtípusok analizálása után a járműtípusokat vizsgáltuk meg. Először szeretnénk bemutatni az *elektromos járművek* érdekes *múltját*, utána a ma kapható járművek rövid műszaki háttérét (működési elvüket), majd *felsorolunk* a jelenleg kapható járművekből *hét darab konkrét példát*, végül egy *kitekintést* teszünk a *jövőre*. (átlag autó típus definiálása)

5.3.1. Technikai-történelemi áttekintés

Hogy megértsük az elektromos közlekedés jelenlegi helyzetét a piacon, vissza kell tekinteni a múltba, egészen az 1900-as évekig, amikor az autók jelentős többsége villamos meghajtású volt. „Az 1890-es években a villanyautó megbízhatóbb, komolyabb járműnek számított, mint benzines rokona.” Olyan közlekedés esetén, ahol jellemző a gyakori megállás, rövid várakozás, majd újabb indulás, ezekben az esetekben a benzinmotornál alkalmasabb volt a villamos hajtás.” (Jeszenszky, 2011)

Mégis két okra vezethető vissza az elektromos autók eltűnése: „az egyik, hogy az elektromos autók egy töltéssel maximálisan 100-150 km-t tudtak megtenni. A másik oka a viszonylag alacsony sebesség volt, ugyanis a 70-80 km/h-s sebesség azonnal tönkre tette volna az akkumulátorokat, és az 50 km/h-s sebességet is csak pár pillanatra tudták elérni. 1900 és 1910 között az átlagos utazó sebesség 30 km/h körül mozgott.” (Pájer Tibor, 2006) Az előbbi két műszaki problémára a villamos szakemberek abban az időben nem tudtak megoldást találni. A fentebb említett két indokhoz hozzátehetnénk a '20-30-as években kialakuló, egyre erősödő olaj lobbát, illetve a tömeggyártás elkezdődését (T-Modell), amik így összesítve kedvezőtlenül hatottak az elektromos járművek terjedésére.

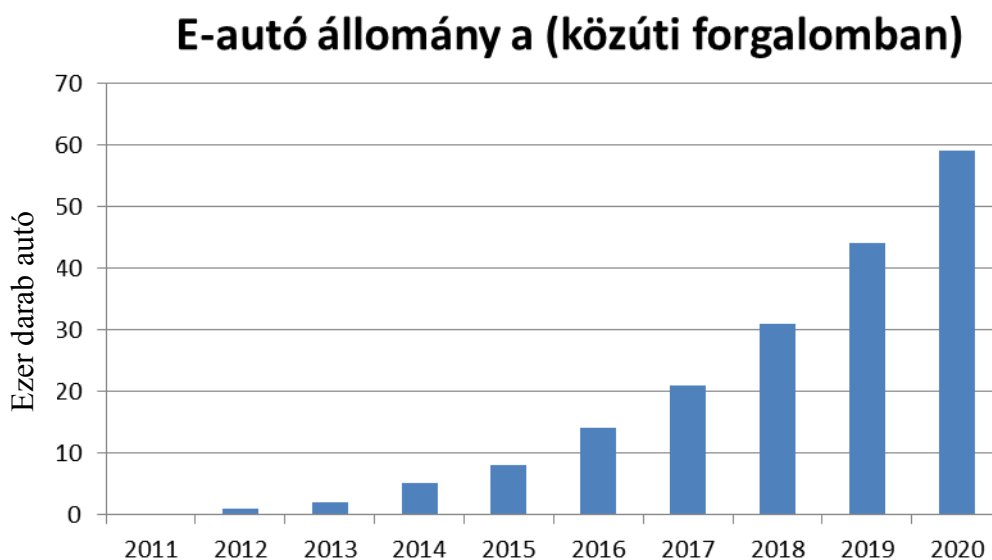
Ez ma már történelem, és a technológia újra felvirágozni látszik. „Manapság egyre több szó esik a villanyautóról, mint a jövő közlekedési eszközéről.” (Jeszenszky, 2011)

5.3.2. Az EV működése

A villamos meghajtású jármű négy részben tér el a hagyományos közlekedési eszközöktől: villamos motor, akkumulátorkészlet, inverter, fedélzeti akkumulátor. A villamos motor 300-400 voltos, háromfázisú váltakozó áramát az akkumulátor egyenáramával táplált inverter szolgáltatja. Ez szabályozza az áramerősséget, a frekvenciát és a feszültséget, a pedál állásának megfelelően. Lítium-ionos akkumulátor általában mangán-oxidos technológiával készül (LiMn₂O₄ alapú mangán-oxid katód). A technika mai állása szerint ez nyújtja a legjobb lehetőséget a kívánt üzemi jellemzők és a biztonság elérésében. Az akkumulátorok modulokból állnak, minden rész 4-8 darab 3-4 V-os, 50 Ah-ás kapacitású cellából áll. A sorba kapcsolt 88 cella 15-20 kWh villamos energiát képes tárolni, 300-400

V névleges feszültségen. Az egyes cellák feltöltését központilag szabályozza a vezérlés. (Citroen C-Zero leírás, 2011) Működés közben a villanymotor mozgási energiává alakítja az akkumulátorból felvett elektromos energiát. Az akkumulátor lehetővé teszi, hogy fékezéskor visszapótlódjon az elhasznált energia egy része – ezt hívják regeneratív fékezésnek. (<http://www.zoldauto.info/technologiak/elektromos-autok>)

Egy prognózis szerint a magyarországi elektromos járműállomány területén jelentős emelkedés várható (12. ábra). A növekedési trendet talán még jobban illusztrálja az elektromos autók becsült aránya az összes autóhoz képest (13. ábra). (E.ON) Hogy az eloszlás milyen lehet a jövőben az elektromos járművek típusai között, azt nehéz megbecsülni, mi a következő hat konkrét példát szeretnénk bemutatni, amelyek valamilyen szinten lefedhetik a mostani járműhasználati szokások jelentős részét (5.1-es fejezet).



12. ábra: elektromos járművek várható növekedése (E.ON, 2012)

5.3.3. 7 darab konkrét járműtípus bemutatása

Citroen C-Zero

A C-Zero egy feltöltéssel 130 km-t képes megtenni, ami általános használatnál teljes mértékben elegendő. Az autó akkumulátorai az ülések alatt, az alvázra erősítve helyezkednek el, ez egyrészt kedvez az akkumulátorok védelmének, másrészt viszonylag alacsony emiatt az autó súlypontja is. Kutatásunk során ezzel a típussal konkrét méréseket végeztünk.



Jelleg:	személyautó
Hatótáv:	130 km
Töltési idő:	6 óra (gyorstöltővel 80%-ra 0,5 óra)
Súly:	-
Sebesség:	130 km/h
Teljesítmény:	49 kW (67 LE)
Kapacitás:	16 kWh
Fajlagos kap.:	0,123 kWh/km

Vectrix VX-1 Li+ (elektromos robogó)



Jelleg:	robogó
Hatótáv:	110-250 km
Töltési idő:	2 óra (80%) (1,5 kW, 110V-220V (50/60Hz))
Súly:	-
Sebesség:	110 km/h
Teljesítmény:	20 kW (a 30Ah-s, a 42-es nem ismert)
Kapacitás:	5.4 kWh (LiFeP04, 42 Ah)
Fajlagos kap.:	0,0216 – 0,0491 kWh/km

„A Vectrix elektromos robogó, amit sajnálatos módon nem lehet kapni Magyarországon, pedig a gyártása nem is egy távoli országban zajlik, hanem a közeli Lengyelországban. [...] Bár nem egy olcsó robogó, de ez már tényleg megfelelő alternatívája lehet egy benzines

nagyrobogónak!” (<http://www.evs.hu/cikkek/evscikk0805/evscikk20080624.htm>)

Tesla Roadster (http://hu.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster)

A mai elektromos jármű kínálatban szinte már mindegyik járműtípus megtalálható, így a következőnek egy igazi sportautót szeretnénk bemutatni.



Jelleg: sportautó
Hatótáv: 394 km
Töltési idő: 3,5 óra (70 A-es töltővel)
Súly: 1220 kg
Sebesség: 201 km/h
Teljesítmény: 185 kW
Kapacitás: 53 kWh (lítium ion
akkumulátorral)
Fajlagos kap.: 0,134 kWh/km

Chevrolet Volt

„Ez az első elektromos autó, amely önmagában képes elektromos áramot termelni, ezzel több, mint 600 km-re bővítve saját hatótávolságát egy beépített aggregátornak köszönhetően.”
(<http://www.chevrolet.hu/autok/volt/>)



Bizonyos sebesség felett azonban a benzinmotor is besegít a hajtásba. A Volt nem hybrid, és nem is egy 100%-ig akkumulátorral működő elektromos autó, hanem a kettő kombinációja, egy **bővített hatótávú elektromos autó**.

Jelleg: személyautó
Hatótáv: 80 km elektromosan
(600 km 1,4 literes benzin meghajtású
generátorral)
Töltési idő: 4 óra (230V, 1x16A)
Súly: -
Sebesség: 200 km/h
Teljesítmény: 111 kW

Kapacitás: 16 kWh (lithium ion akkumulátorral)

Fajlagos kap.: 0,2 kWh/km

Nissan Leaf



„A név egy rövidítés, ami teljes hosszában úgy szól, hogy Leading, Environmentally friendly, Affordable Family car, vagyis előremutató, környezetbarát és **megfizethető** családi autó. A Leaf a világ első, semmi másra, mint elektromos hajtásra tervezett tömeggyártású autója.” Magyarországon 2013-ban hozzák forgalomba

(http://www.vezess.hu/teszt/szaz_kilometer_ket_liter_benzin/26461/).

Jelleg: személyautó

Hatótáv: 120 km

Töltési idő: 4 óra (230V, 1x16A)

Súly: 1521 kg

Sebesség: 120 km/h

Teljesítmény: 80 kW

Kapacitás: 24 kWh (lithium ion akkumulátorral)

Fajlagos kap.: 0,2 kWh/km

Peugeot Partner Electric

A Peugeot Partner Electric rögtön kétféle tengelytávval lesz kapható, ugyanis a rövidebb verzióban a teljes hossz 4.380 mm, míg a hosszabbiknál 4.630 mm, így a befogadóképesség 3,3, illetve 3,7 köbméteres. A teljes terhelhetőség azonban mindkét esetben 685 kilogramm, így az egy töltéssel megtehető maximális távolság 170 kilométer körül van.



Jelleg: kisáruszállító

Hatótáv: 170 km

Töltési idő: 6-9 óra (gyorstöltés 80%-ra fél óra)
Súly: ? kg (685 kg terhelhetőség)
Sebesség: ? km/h
Teljesítmény: 49 kW (67 LE)
Kapacitás: 20 kWh (lítium-ion akkumulátorral)
Fajlagos kap.: 0,12 kWh/km

http://www.technet.hu/auto/20120911/jovore_erkezhethet_az_elektromos_peugeot_partner/

IVECO Daily Electric

„Az Iveco korán kezdte a villanyautózást: már 1986-ban kifejlesztette, és gyártani kezdte az első teljesen elektromos meghajtású Dailyt.



Az Iveco Daily Electric család tagjai két különböző össztömegű – 3,5 t szimplakerekes (Daily 35 S) és 5,2 t duplakerekes (Daily 50 C) – változatban kaphatók, maximális hasznos terhelésük 2,958 tonna is lehet. A furgonváltozatok 7-17 köbméteres raktérfogatú választékban állnak rendelkezésre. A Daily 50C hatótávja 3 akksival 100, 4 akksival 130 kilométer lehet teljes terheléssel.” (

[http://automenedzser.hu/auto_teszt/2011/10/25/Iveco_Daily_Electric_teszt_felvillanyozva_5104LC\)](http://automenedzser.hu/auto_teszt/2011/10/25/Iveco_Daily_Electric_teszt_felvillanyozva_5104LC)

Jelleg: kishaszongépjármű
Hatótáv: 90-130 km
Töltési idő: 8 óra (háromfázisú 380V/32A)
Súly: 5,2 tonna össztömeg (2105 kg hasznos teher)
Sebesség: 70 km/h
Teljesítmény: 40 kW névleges és 80 kW csúcsteljesítmény
Kapacitás: 21 kWh (NaNiCl₂) 76 Ah
Fajlagos kap.: 0,1615 – 0,2347 kWh/km

BYD e-Bus 12

„Az eBUS-12 egy kínai gyártó, a BYD terméke, a legkorszerűbb akkumulátoros hajtásnak köszönhetően egy feltöltéssel akár 250 kilométer megtételére is képes, a végsebessége pedig eléri az óránként 70 kilométert. A villamos hajtású jármű közlekedése során káros anyagot nem bocsát ki, emiatt a jövő városi buszközlekedésének ideális eszköze lehet.”



<http://bkk.hu/2012/07/elektromos-autobuszt-tesztelunk-budapesten/>

2012 nyarán, Budapest utcáin tesztelésre került a 26-os, a 88-as, a 102-es, a 105-ös, a 112-es, a 172E, a 178-as és a 240E jelzésű autóbuszok vonalain.

Jelleg:	autóbusz
Hatótáv:	250 km
Töltési idő:	3-5 óra
Súly:	13,8 tonna (megengedett össztömeg: 18 tonna)
Sebesség:	70 km/h
Teljesítmény:	110 kW névleges és 160 kW csúcsteljesítmény
Kapacitás:	258 kWh (FE) 600 Ah
Fajlagos kap.:	1,032 kWh/km

<http://www.byd.com/auto/ElectricBus.html#p2>

Egy teljesebb listát illusztrál a 14. ábra, amely remekül reprezentálja nemcsak a múltat és a jelent, hanem megmutatja a jövőben piacra kerülő elektromos járműveket is. További járműtípusok kerülnek bemutatásra a 6. számú mellékletben.

5.3.4. Összehasonlító táblázat

A hét felsorolt jármű segítségével megállapíthatunk egy átlagos típust. Az elemzéshez segítséget nyújtott a 3. számú táblázat.

	Jelleg	Hatótáv [km] (elektromosan)	Töltési idő [h]	Sebesség [km/h]	Teljesítmény [kW]	Fajlagos kapacitás [kWh/km]
Citroen C-Zero	személy	130	6	130	49	0,123
Vectrix	robogó	110-250	2	110	20	0,0216 – 0,0491
Tesla Roadster	sport	394	3,5	201	185	0,134
Chevrolet Volt	hibrid	80	4	200	111	0,2
Nissan Leaf	személy	120	4	120	80	0,2
IVECO Daily	kishaszon	90-130	8	70	80	0,1615 – 0,2347
BYD e- Bus 12	autóbusz	250	3-5	70	110	1,032
Tipizált		130	5	130	50	0,2
3. táblázat: járművek összehasonlítása						

5.4. Fali töltő üzemi mérése PQube-bal

A mérést az Óbudai Egyetemen (melléklet, 15. ábra) és a saját háztartásunkban végeztük a Schneider Electric háztartásméretű Wallbox töltőjével és egy Citroen C-Zero típusú járművel. A teljesítmény és áram értékek méréséhez PQube mérőműszert használtunk. A járművet három órán keresztül töltöttük körülbelül 50 %-os akkumulátor töltöttségi szintről. A töltő névleges adatait ismertettük a töltő állomások fejezetben. A mérés a várt értékeknek megfelelően alakult, az 16. számú ábrán jól látszik, hogy a töltő közel a névleges teljesítménnyel (3 kW) tölti a járművet, eközben 14 A-t ad le (17. számú ábra). Ahogy az akkumulátor kezdi elérni a 100%-os töltöttségi szintet úgy a töltő áram csökkenni kezd. Ez a folyamat addig folytatódik, míg a töltő áram az állandó érték 15%-ára nem csökken. Ezután a töltőberendezés lekapcsol. A töltő feszültsége a mérés során a névleges érték ($U_n=230V$) 5%-án belül volt.

6. Következtetések

Villamos meghajtású járművek fogyasztás becslését lehet tipizált számítással:

$$\text{Típusautó} \times \text{szokás típussal} \times \text{db szám} = \text{töltési igény (MWh)}$$

A részletes számolásnál vettünk heti megtett átlagos távolságokat (km), megszoroztuk a járművek fajlagos kapacitásával (kWh/km). 12 fogyasztói csoportot határoztunk meg ezekből az adatokból. Majd éves felbontásba helyeztük át. Megbecsültük, hogy bizonyos csoportoknál mennyi tipizált jármű várható az egyes években (4. táblázat 2012-ben, 5. táblázat 2020-ban). Összesített diagram megmutatja, hogy megyeszékhelyenként milyen fogyasztásváltozások várhatóak a következő 8 évben (6. táblázat). Szemléletesen mutatja be a villamos meghajtású járművek várható fogyasztás növekedését a 18. ábra. A MATLAB program segítségével térben és időben elhelyeztük a villamos meghajtású járművek által generált (19 és 20. ábra)

„Az Európai Unióban az előrejelzések szerint 2020-ra már tízmillió elektromos autó lesz az utakon, nem utolsó sorban annak köszönhetően, hogy az egyes államok és az Unió is kedvezményekkel segíti majd azok elterjedését. Hazánkban egyelőre nincs szó ilyesmiről, középtávú célnak 25 000 elektromos autót jelölt meg az egyik áramszolgáltató – mindezt 2020-ra tartják reálisnak.” (<http://automotor.hu/hirek/elmu-25-000-elektromos-auto-budapesten-383382>). Az egyéni *közlekedés területén folyamatos növekedés* tapasztalható, ami a *motorizált közlekedési módok* fokozódó térnyerésére vezethető vissza. Ebből kifolyólag sokkal *környezetkárosítóbb ágazat tör előre*, mintha elektromos járművek jelennének meg helyette.

Induljunk ki az Európai Unió 2020-ra tervezett stratégiájából (20%-kal kevesebb üvegházhatású gáz kibocsátása). Egy átlagos autó CO₂-egyenérték kibocsátása kb. 170 g/km. *Villamos meghajtású járművek esetén*, ha még a töltés okozta káros anyag emissziót is figyelembe vesszük, akkor a jelenlegi magyarországi energia összetétel mellett kb. 60-70 g CO₂/ km a kibocsátásuk (hibridek esetén ez 100-110 g CO₂/ km) (Palotai Zoltán, 2012). Ez azt jelenti, hogy ha a magyarországi autóállomány összes autója a fenti paraméterrel rendelkezne (70 g CO₂/ km), akkor *59%-os javulást* eredményezne a 20%-hoz képest. Szó esett a járműhasználat részben a különböző országok törekvéseiről. Magyarországra vetítve, ha 2020-ra 45 ezer autót becslünk, akkor *lassú töltés ciklusban* (3kWh) *0,135 GWh csúcsot* eredményez, ami nem jelentős, de ha hazánk össz autójának a felével számolunk (1,8 Milliő), akkor ez már 5,4 GWh. Ha a *gyors töltést* nézzük (50 kWh), abban az esetben 45 ezer autó esetén *2,25 GWh*, míg a két példával 90 GWh. *Fogyasztás* vonatkoztatásában 2020-ra 45 ezer autó esetén 1 nap átlag 20 km-rel számolva

18 kWh-át, 1 hét 126 kWh-át, 1 hónap alatt 0,5 GWh-át, 1 év alatt 6 GWh-át jelenthet. A villamos meghajtású járművek éves energiaigénye **6 GWh-nál 50 Ft/kWh tarifával számolva 302 millió forint.** Ha a PWC becslését vesszük alapul, akkor realista verzió esetén 43 ezer elektromos autó fogja róni a köröket Magyarországon (optimista 180 ezer, pesszimista 25 ezer). Különböző éves km átlagokkal számolva (10 ezer – 15 ezer – 30 ezer) a következő adatokat kaptuk: 90 GWh, 135 GWh, 270 GWh. **Magyarország éves energia igényéhez viszonyítva** (35-40 TWh) **0,34%-át** teszi ki a villamos meghajtású járművek fogyasztása. Számításaink adatait továbbá alátámasztják az Intelligent Energy Europe felmérései (Intelligent Energy): Egy személyautó átlagos CO₂ kibocsátása kilométerenként: flotta átlag személygépkocsi (175 g CO₂ /km), új személygépkocsi Magyarország (156 g CO₂ /km), új személygépkocsi EU (166 g CO₂ /km). Egy átlagos napi utazás hossza: hétköznap átlagos személygépkocsi futás 10-12 km/nap, éves személygépkocsi futás 12000 km/év; 32 km/nap (üdülés+ hétvége).

Ha a villamos meghajtású járművek és a környezetvédelem fejezetét nézzük (5.1.4-es rész), akkor megállapítható, hogy a közlekedés ezen formája a **szmogriadók** időpontjaiban különösen hangsúlyos **lehet**. Hiszen egyes nagyvárosokban kifejezetten nagy problémát jelent a megemelkedett por koncentráció, ami egy helyben áll, abban az esetben, ha nincs szélmozgás. Így akár a jövőben hosszabb időkre is elképzelhető a robbanó motoros járművek használatának tiltása.

A **globális és európai trendeket** követve Magyarországon is fontos lenne felkelteni az emberek figyelmét. Cél, hogy a Nyugat-Európában már megvalósult támogatási rendszer Magyarországon is elérhető legyen, például ingyenes parkolás, a buszsáv használata, vagy az elektromos autók vásárlása, illetve a töltőinfrastruktúra-építés elősegítése kedvezményekkel. Magyarországon jelenleg a nemzetgazdaság számára ráfizetéssel járhat az E-mobilitásba való befektetés, hosszabb távon mégis megéri támogatni az elektromos járművek terjedését. Az elterjedés egyetlen jelentős infrastrukturális feltétele a töltőállomás-hálózat kiépítése, a tapasztalatok szerint minden elektromos autó után másfél töltőállomást kell létrehozni a kényelmes használat érdekében – ez azt is jelenti, hogy még a pesszimista várakozások szerint is jóval több, mint 40 ezer töltőállomásra lesz szükség. A töltőállomások mintegy 60 százalékának a fogyasztó lakásánál kell létesülnie, célszerűsége például az éjszakai töltés érdekében.

A közlekedési eszközt munkába, iskolába vagy A-B pontba való menet esetén veszik igénybe. Eltérő szokások fedezhetők fel, előfordul olyan, hogy valaki napi 10-15 km-en belül utazik járművel naponta, ami heti viszonylatban 75 km. A másik véglet az, aki

naponta 100-150 km-t ingázik a munkahely és a lakóhely között. Ez heti felbontásban akár 500 km is lehet. Tekintetbe véve, hogy Magyarország vertikálisan 400-500 km, míg horizontálisan 200-300 km, így megállapítható, hogy nincsenek akkora távolságok, ezek a jármű használati szokások Magyarországra jellemzőek, más a helyzet nagyobb országokban, vagy ha akár az Egyesült Államokat nézzük. Egyértelmű, hogy nagyobb távlatokra az elektromos járművek nem alkalmazhatóak jelenleg, hiszen a hatótávolságuk a tudomány mai állása szerint átlagosan 100-150 km. Viszont városi közlekedésre a legmegfelelőbbek a környezetvédelem és a költséghatékonyság jegyében. A növekvő olajárak miatt ideális alternatívává válhat az elektromos autó. Egyre többen teszik le az autót, és használják az egyéb közlekedési eszközöket, mint például a tömegközlekedést, biciklit, robogót.

A járműhasználat után a töltőállomások fontosságára térnénk ki. Az infrastruktúra hiánya gátolhatja a hosszabb utak megtételét. Számos nagyvállalat kínál megoldásokat a töltő infrastruktúra kialakításának problematikájára. Ezek között sok a tengeren túli cég, melyek más csatlakozásokkal, megoldásokkal dolgoznak, mint ami Európában megszokott, ennek ellenére az elért eredményeiket figyelembe kell venni, különösen igaz ez a japán megoldásokra, melyeket javarészt egyenlőre saját nyelven (japánul) publikálják, így nem igazán tudom bemutatni. Az elektromos töltő állomások fejlesztésében számos kis cég is megjelent, de az ő megoldásaik inkább egy-egy állomásra, nem pedig egy nagy infrastruktúrára alkalmazhatóak. Amit gyenge pontnak találtam, az a kommunikáció, mint látható, csak GPRS-es. Ebből kifolyólag úgy néz ki a világ is ebbe az irányba kezd haladni, számos gyártó készített DC gyorsöltőket az előzőekben röviden ismertetett Chademo szabvány alapján. Valójában ennél a rendszernél mutatkoznak a jövőbe mutató nagy infrastrukturális fejlesztések. **3-as módú töltés, elektromos bicikli, robogó:** Ez a típusú elektromos töltőállomás ideális különböző szabadidő központoknak, sportlétesítményeknek és bevásárlóközpontoknak. A töltés alatt a felhasználó valószínűleg nem az autó közelében fog tartózkodni, tehát gondoskodni kell annak biztonságáról és a felhasználó idejének hasznos eltöltéséről. Ezért valószínűleg ilyen „elektromos kutak” bevásárló központok közelében vagy egyéb tömegcsomópontok közelében épülnek majd. A munkába érkezéskor a munkahelyen hagyja az ember általában az autóját, ez egy jó lehetőség a töltésre, még akár hosszabb, pár órán át tartóra is.

AC rendszerű töltők, jelenleg háztartási használatra csak AC rendszerű töltő van 16A vagy 32A kivitelben (Európában). Világszerte nagyrészt ilyen kutak üzemelnek. A töltőrendszer használata egyszerű és biztonságos. Az elektromos járművekben lévő akkumulátorok erre

a technológiára vannak kiképezve. A hálózati szennyezés mértéke még nagy mennyiségű fogyasztó esetén is az elfogadhatón belül mozog. A kimeneti feszültség és az áram a töltés ideje alatt stabil, a maximális kimeneti teljesítményhez közeli (méréssel igazolva).

DC rendszerű töltők, a töltési idő 20 perc. Egyelőre kis számban üzemelnek. Erős lobbí van mögöttük nagy cégek által. A kimeneti feszültség nem stabil (csak katalógus alapján tudni). Pontos működés ismeretlen. A jövő a kombinált típusú töltők elterjedése lehet: AC és DC töltők.

7. Javaslatok:

Számításaink szerint 2020-ban az ország éves villamos energia fogyasztásának 0,2 %-át fogják az elektromos járművek felhasználni. Magyarországon elektromos járművek használói az áramszolgáltatók és néhány vállalat. A *következő lépés* a városon belüli áruszállítók, taxi társaságok, futárszolgálatok lehetnének. Érdemes lenne teszt jelleggel, hasonlóan az előbb említett 3 nagyvállalathoz elektromos járművek beszerzését és használatát elindítani. Erősíteni lehetne a következő követelést: teljesen emissziómentes közlekedést néhány területen (belváros)

8. Összefoglalás

A dolgozat részletesen ismerteti a jelenlegi **járműhasználati szokásokat**, a villamos meghajtású **járművek típusait** és az őket kiszolgáló **elektromos töltők fajtáit**. A fenti három szempontra alapozva **dinamikus szimulációt** végeztünk, mely a Magyarországon prognosztizálható villamos meghajtású járművek terjedését vizsgálja 2012-től 2020-ig.

„Az Európai Unióban az előrejelzések szerint 2020-ra már tízmillió elektromos autó lesz az utakon, nem utolsósorban annak köszönhetően, hogy az egyes államok és az Unió is kedvezményekkel segíti majd azok elterjedését. Hazánkban egyelőre nincs szó ilyesmiről, középtávú célnak 25 000 elektromos autót jelölt meg az egyik áramszolgáltató – mindezt 2020-ra tartják reálisnak.” (<http://automotor.hu/hirek/elm-25-000-elektromos-auto-budapest-383382>). Az egyéni *közlekedés területén folyamatos növekedés* tapasztalható, ami a *motorizált közlekedési módok* fokozódó térnyerésére vezethető vissza. Ebből kifolyólag sokkal *környezetkárosítóbb ágazat tör előre*, mintha elektromos járművek jelennének meg helyette. A dolgozat során megállapítottuk, hogy „komoly infrastrukturális és disztribúciós rendszer kiépítése szükséges.

Rengeteg területe van az e-mobilitásnak, amivel lehetne foglalkozni, szeretünk is volna, de az idő szabta határok gátolták ezt. A jövőben a munka továbbfejlesztéseként a villamos meghajtású járművek töltésével kapcsolatos **jogszabályi háttér**et fogjuk áttekinteni, különös tekintettel a töltő-infrastruktúra kialakítására. Javaslatokat teszünk a jogi szabályozás módosítására, illetve kiegészítésére. Megemlíthetnénk továbbá az elektromos járművek műszaki vizsgáztatását, forgalomba helyezését. Közúti jelzőtáblák (töltőpont jelzése), parkolás és töltés kezelése (töltőhely kijelölése és jelölése). Töltőhely szabadon tartása, parkolási díjfizetés. Elektromos jármű vásárlás támogatása. Szabványosítási teendők: villamos biztonság: érintésvédelem, javítás, baleset. Tűzvédelem. Töltési folyamat és eszközök: csatlakozó, töltő, akku, azonosítása.

Jövő (külföldön terjedő trend) lehet 2013-15 között helyi integráció / Smarthome megvalósulása. Integráció az ügyfél rendszerbe helyi energiatermeléskor (pl. napelemek), multitarifás díjak kialakítása. 2015-17 között központilag-vezérelt terhelés. Integráció az elosztóhálózatoknál. 2017-20 terhelés irányítását a hálózat üzemeltető vagy energiaszolgáltató között, kétirányú energiaáramlás az elektromos járművek és a hálózat között. Visszatáplálás a hálózatba, a járművek akkumulátoraiból kitáplálás az áramcsúcsok fedezésére.

Irodalomjegyzék

dr. Csepi Lajos (2008). A közlekedés jelentősége, nemzetgazdasági pozíciója, fő stratégiai feladatok. „A közlekedés helyzete, jövője ma Magyarországon”, Balatonföldvár, 2008. május 13-15 Előadáskivonítók

Ian Francis, (2009). Hydrocarbons: a fossil but not (yet) extinct.
<http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/energy>

Dr. Salma Imre (2006): TENDENCIÁK A
VÁROSI LEVEGŐMINŐSÉG ALAKULÁSÁBAN, Magyar Tudományos Akadémia
folyóirata, Budapest

http://astro.u-szeged.hu/oktatas/csillagaszat/6_Naprendszer/01030301Fold/fold.html

Dr. Kerekes I., Dr. Péterfalvi J., Wimmer J. (2007): Infrastruktúra és közlekedés Oktatási segédlet. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Erdőfeltárási Tanszék. 35. o.

Európai Községek Bizottsága (2005): A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE A
TANÁCSNAK ÉS AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A fenntartható fejlődés
stratégiájának felülvizsgálatáról, Cselekvési program. Brüsszel

KSH (2006): Személygépkocsik, http://www.ksh.hu/szamlap/eletunk_szg.html

KSH (2011): Apad és öregedik a magyar autópark
http://www.vezess.hu/hirek/apad_oregedik_magyar/35605/

KSH, MTI (2012): KSH - Az új autók száma 48 ezer Magyarországon 2011-ben
<http://www.piacutatasok.hu/2012/03/ksh-az-uj-autok-szama-48-ezer.html>

Paksi D., (2012). A Gólem. Az elektromos autó társadalma. BME Filozofia és
Tudománytörténeti Tanszék

E.ON (2012). Energia új utakon, Az E.ON Fenntarthatósági Programja. Új lendület
elektromos meghajtással.

http://astro.u-szeged.hu/oktatas/csillagaszat/6_Naprendszer/01030301Fold/fold.html

Lendvai Zoltán (1996). World Watch
<http://www.lelegzet.hu/archivum/1996/05/1034.hpp.html>

Fenntartható fejlődés az Európai Unióban, 2011. évi jelentés az EU fenntartható fejlődési
stratégiájának eddig elért eredményeiről

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/224-HU/HU/224-HU-HU.PDF

Európai Bizottság, A gépjárművek CO₂-kibocsátásának csökkentése, 2009
http://ec.europa.eu/reducing_co2_emissions_from_cars/index_hu.htm

NRC Piackutató Kft 2010 Autóvezetési szokások, vezetési morál

<http://www.zoldauto.info/hirek/eletkor-fuggvenye-a-tudatos-vezetes>

energyrethinking.org

(Ian Francis, (2009). Hydrocarbons: a fossil but not (yet) extinct. Diagram letöltve:
<http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/energy>)

Pájer Tibor (2006): <http://fenykapu.free-energy.hu/pajert/index.htm?FoAblak=../pajert37/VATorten.html>

Dr. Jeszenszky Sándor: 2011/04 Villanyautók – egykor 30.o.

<http://www.evs.hu/cikkek/evscikk0805/evscikk20080624.htm>

http://hu.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster

<http://www.chevrolet.hu/autok/volt/>

http://www.vezess.hu/teszt/szaz_kilometer_ket_liter_benzin/26461/

http://automenedzser.hu/auto_teszt/2011/10/25/Iveco_Daily_Electric_teszt_felvillanyozva_51O4LC

<http://www.eon-hungaria.com/szerepvallalas/energia-uj-utakon/e-mint-elektromos-auto/e-auto-tipusok>
www.eon-hungaria.com/download/00/21/35/Elektromos%20autogyartas%20prognosis.pdf
)

http://www.technet.hu/auto/20120911/jovore_erkezhethet_az_elektromos_peugeot_partner/

<http://www.byd.com/auto/ElectricBus.html#p2>

<http://bkk.hu/2012/07/elektromos-autobuszt-tesztelunk-budapesten/>

<http://www.origo.hu/auto/20120402-bmw-i8-concept-spyderbemutato.html>

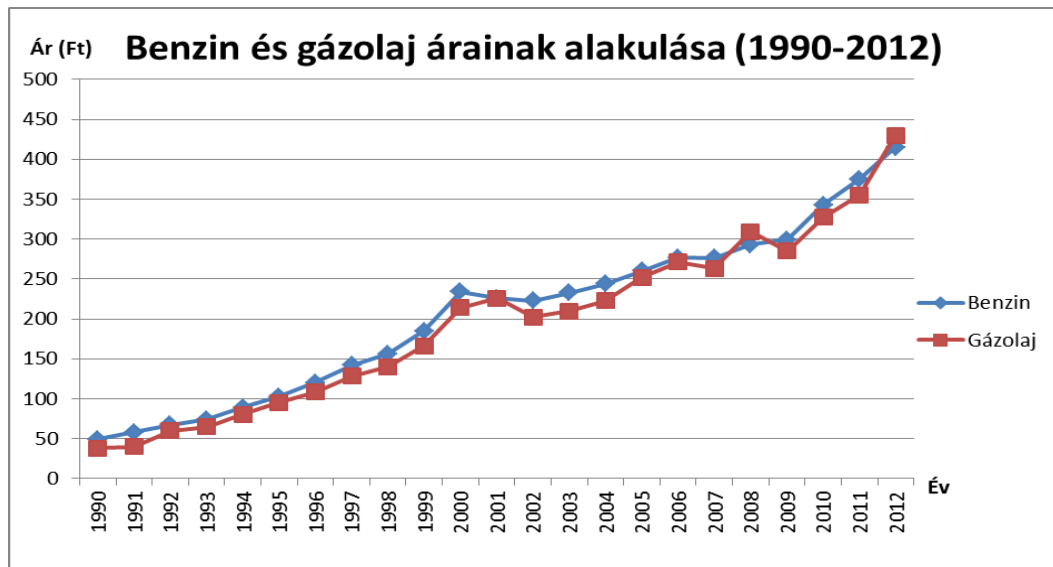
http://www.vezess.hu/hirek/valodi_elektromos_auto_fiattol/15848/

http://www.mee.hu/sites/default/files/u9/3.%20Bessenyei%20Tam%C3%A1s,%20Arnold%20%C3%81kos%20-%20lehetosegek_0912.pdf

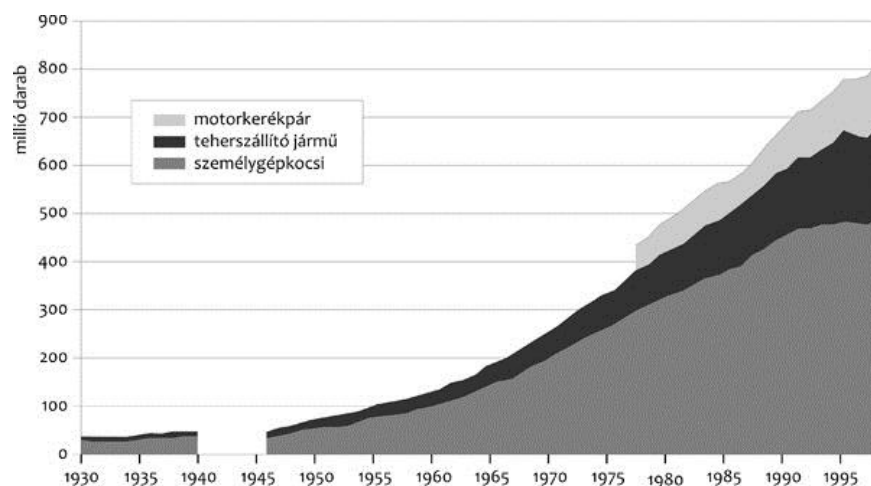
Palotai Zoltán, (2012) Ökológia - levegőminőség javulás

Intelligent Energy Europe

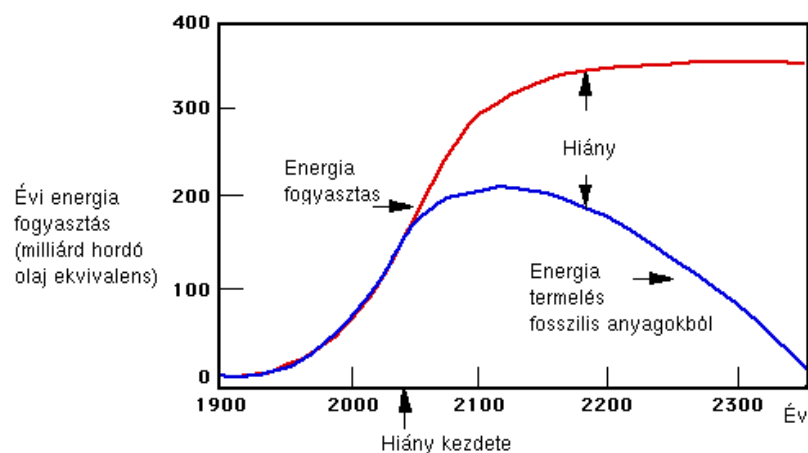
Mellékletek



1. ábra: benzin és gázolaj árainak alakulása (Forrás: KSH, MOL)



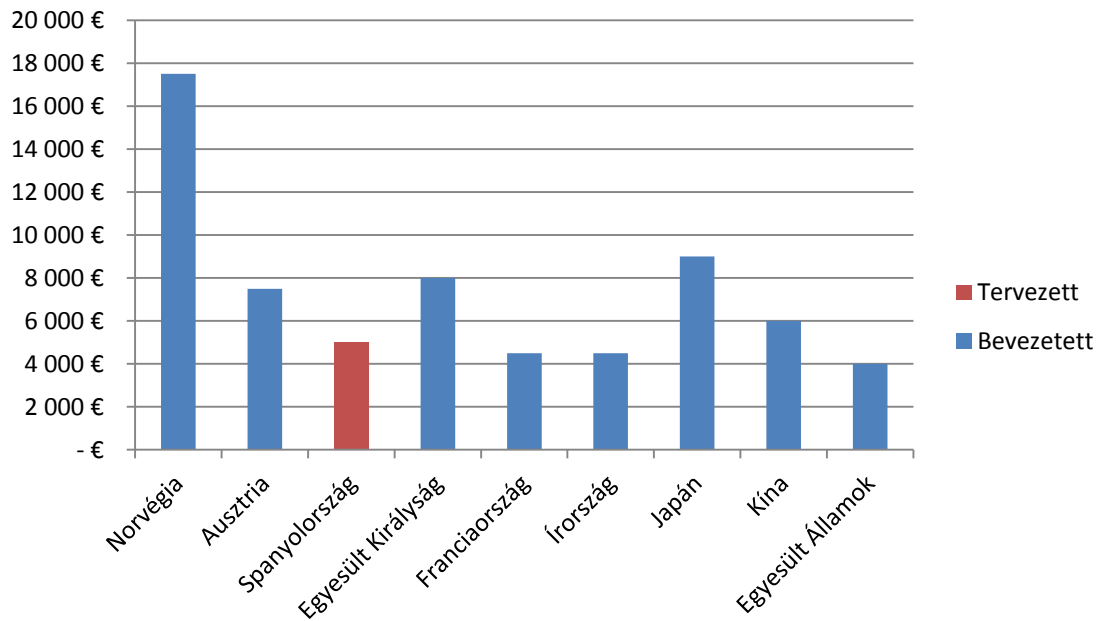
2. ábra: A járművek számának alakulása az 1930-as évektől 2000-ig (Salma I, 2006)



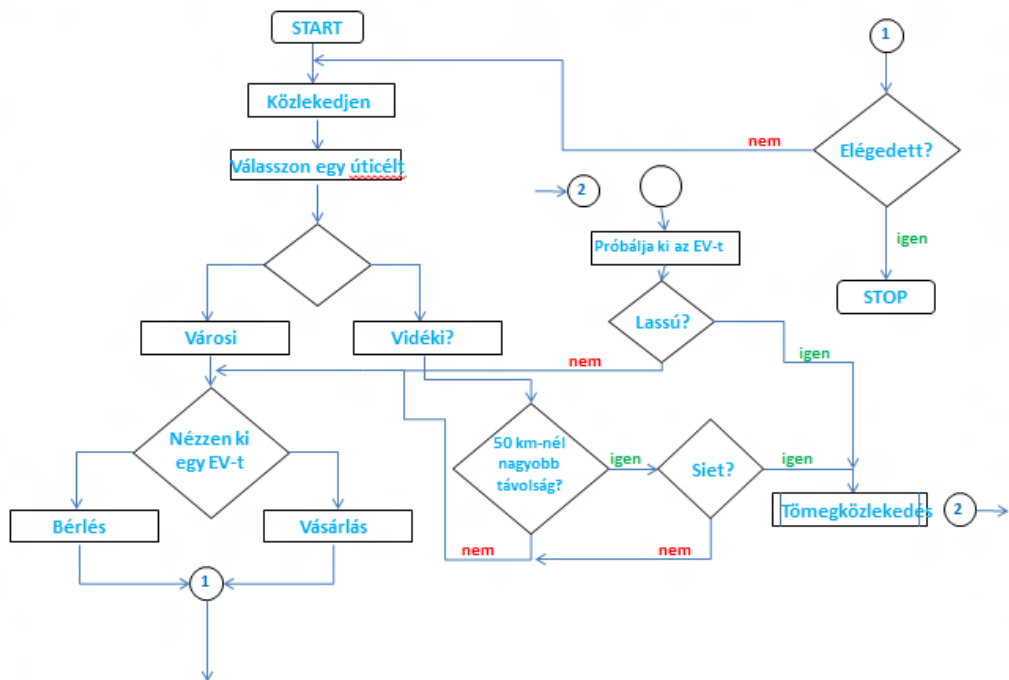
3. ábra: energia-hiány megjelenése (http://astro.u-szeged.hu/oktatas/csillagaszat/6_Naprendszer/01030301Fold/fold.html)



4. ábra: 7 emberenként 1 autó



6. ábra: E-mobilitás támogatása országonként (Fraunhofer Intézet, 2010)



7. ábra: ki közlekedjen elektromos autóval, segítséget nyújt a folyamatábra

1. táblázat:

Renault Clio 1.6 benzines 90kW, automata váltó, átlagfogyasztás: 10-11 liter

<i>dátum</i>	2012.03.29	2012.03.30	2012.03.31	2012.04.01	2012.04.02	2012.04.03
<i>nap</i>	Csütörtök	Péntek	Szombat	Vasárnap	Hétfő	Kedd
<i>távolság (km)</i>	11 km	12 km	20 km	0 km	13 km	11 km
<i>időtartam (perc)</i>	20	40	70	0	30	50
<i>időpont (mettől-meddig [hh.pp])</i>	14.00-14.10 és 8.10-20	7.45-8.00 és 13.15-13.40	10.00-10.30 és 18.30-19.10		13.55-14.10 és 20.00-20.15	7.40-8.00 és 14.15-14.45
<i>átlag fogyasztás (l/100km)</i>	10,6	10,8	11,3		11,6	11,6
<i>helyiség</i>	város	város	város	város	város	város

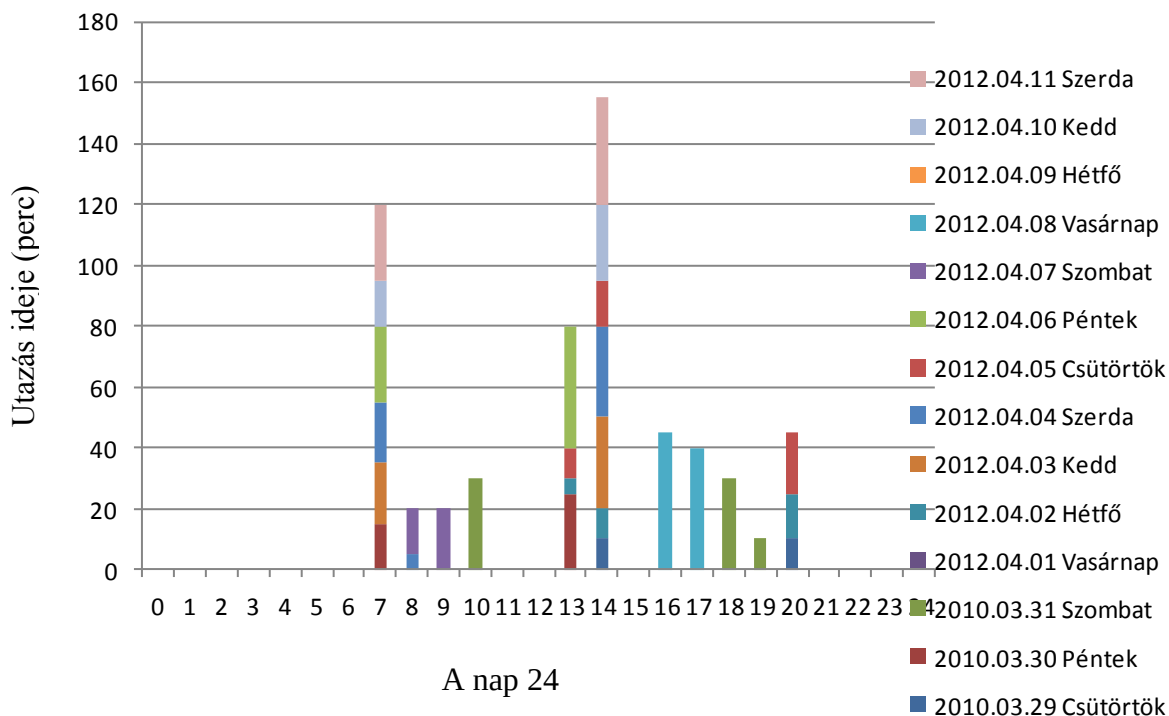
2012.04.04	2012.04.05	2012.04.06	2012.04.07	2012.04.08	2012.04.09
Szerda	Csütörtök	Péntek	Szombat	Vasárnap	Hétfő
12 km	12 km	13 km	6 km	15 km	0 km
55	45	45	35	95	0
7.40-8.05 és 14.10-14.40	13.50-14.15 és 20.10-20.30	7.35-8.00 és 13.20-14.00	10.25-10.40 és 11.25-11.45	18.15-19:00 és 19.15-19:55	
11,5	11,6	11,1	10,9	10,8	
város	város	város	város	város	város
2012.04.10	2012.04.11	14 nap			
Kedd	Szerda				
12 km	16 km	153 km			
40	55	580 perc			
7.45-8.00 és 14.15-14.40	7.35-8.00 és 14.10-14.45				
10,6	10,6	11,08			
város	város	város			
Egy nap átlagosan:		10,9 km			

2. táblázat:

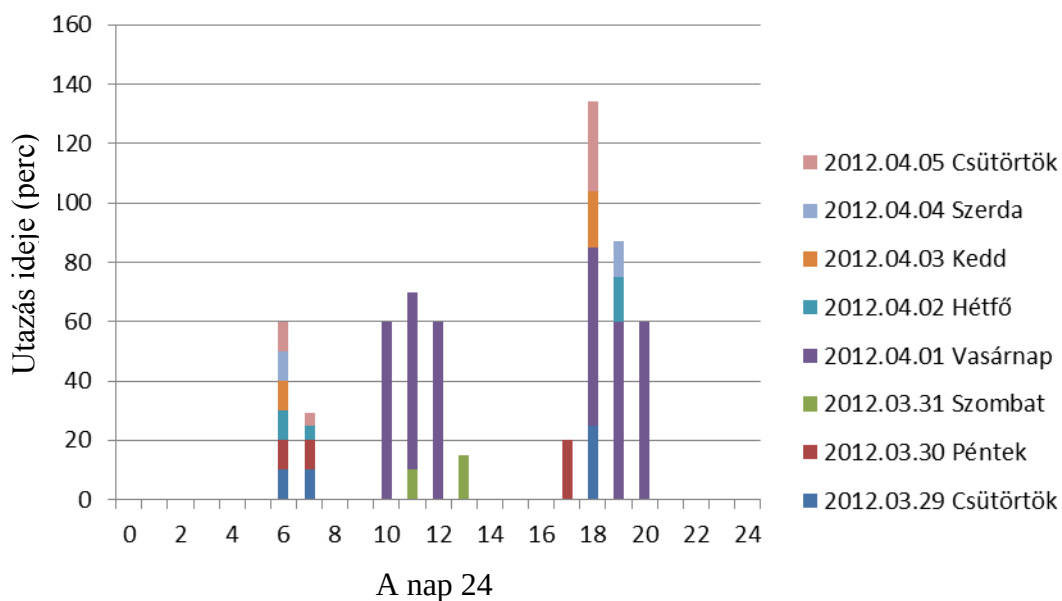
. Opel Vectra 1.8, benzines (céges autó)

dátum	2012.03.29	2012.03.30	2012.03.31	2012.04.01	2012.04.02
nap	Csütörtök	Péntek	Szombat	Vasárnap	Hétfő
távolság (km)	39 km	43 km	22 km	440 km	39 km
időtartam (perc)	45	40	25	360	30
időpont (mettől-meddig [hh,pp])	6.50-7.10 és 18.00-18.25	6.50-7.10 és 17.00-17.20	11.00-11.10 és 13.00-13.15	10.00-13.00 és 18.00-21.00	6.50-7.05 és 19.00-19.15
átlag fogyasztás (l/100km)	9,9	10,1	10,1	7,5	9,1
helyiség	város	város	város	vidék/város	város

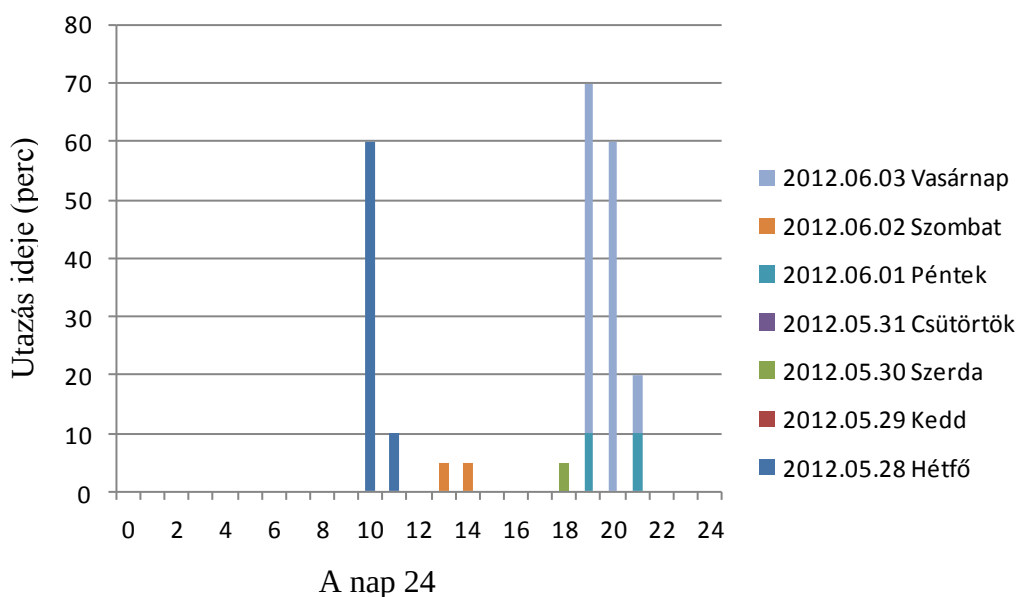
2012.04.03	2012.04.04	2012.04.05	8 nap
Kedd	Szerda	Csütörtök	
37	20 km	55 km	695 km
29	22	44	595 perc
6.50-7.00 és 18.30-18.49	6.50-7.00 és 19.00-19.12	6.50-7.04 és 18.00-18.30	
10,2	10,1	9,0	9,5
város	város	város	város/vidéki



8. ábra: egy privát autó utazási ideje napi eloszlásban



9. ábra: egy vállalati autó utazási ideje napi eloszlásban



10. ábra: egy nyaralás során utazási idő napi eloszlásban

1. számú melléklet:

„ Az USA-ban ismert, hogy errefelé még a "nanny" (dada) is Lexus-sal jár. A nagyvárosoktól eltekintve, egészen mások a települések, autó nélkül nem lehet élni. A legközelebbi bolt jó esetben is 2-3 mérföld; és járda nincs. Nincsenek se plázák, se hipermarketek a városokban, viszont 10 kilométeres körzetben minden megtalálható. A főutak mellett egymást követik a "mall"-nak nevezett létesítmények, amik néha pláza jellegűek, néha csak egy-egy éttermet és boltot jelentenek. Bár tömegközlekedés itt éppen

van, csak a forgalmas helyekre lehet eljutni. Az autó tehát kötelező, és egy hétvégi túra vagy rokonlátogatás érdekében vezetni egy fél napot, nem ügy. Nem árt megemlíteni, hogy néha átesnek a ló túloldalára. A "drive thru" a McDonald's jóvoltából ismert, azonban van már drive thru ATM, bank és gyógyszerár is.

A közlekedési szabályok - Fontos kiemelni, hogy az államok között nagy a különbség a szabályozást illetően, ebben az esetben ez a rész elsődlegesen New Jersey-re érvényes. A sebességhatárok 25-45-55-65 mérföldperóra (40, 72, 88, 104 km/h). Városon kívül általában a 45mph (72 km/h) a korlátozás, de gyakran felemelik 50-re (80 km/h). Az 55 mph (88 km/h) a többsávos főutakon jellemző csak, míg a 25 mph (40 km/h) városon belül.

Dugók helyett itt inkább torlódások vannak. Az interstate-en a forgalom nem áll meg, csak lelassul, akár 15-20 mph-ra (24-32 km/h), de folyamatosan lehet előre gurulni. Nincs közben dudálás és leállósáv használat, sávot lehet váltani, ha szükséges.

A vezetési morálról - Az ismert sztereotípiá, hogy nyugatra haladva egyre kulturáltabbak a vezetési szokások. Ez az óceánon túl is igaz marad. Nem kapkodnak az autósok, nem előzgetnek és szlalomoznak össze-vissza, a gyalogosoknak megállnak, nem másznak rá az emberre, nem villognak, nem dudálnak (ok nélkül). Természetesen kivételek akadnak. A mentőt és tűzoltót viszont mindenki úgy kezeli, ahogy kell, 2x2 sávos úton is lehúzódik mindenki a szélére.

Az autóparkról - Suzuki nincs, de nem csak, mint márka hiányzik az utakról, hanem mint kategória is. Sok az amerikai márka (Ford, Chrysler, Chevrolet), de a távol keleti is (Toyota, Honda, Hyundai), és akad nem kevés Audi és Mercedes is, de európaiak közül csak ez a kettő. Kis városi autók elvéve láthatóak csak; Hummer-ek és Ford Mustang-ok annál gyakrabban. Sok az SUV és a pick-up is.

Az automata sebességváltók - Kényelmes, de egyben rossz. Egy kisebb autóval eleve rossz helyzetből indul egy Lincoln Navigator-ral szemben, ha pirostól indul enyhe emelkedőn. Nehéz kihúzni a kocsit (nem a versenyzés miatt, hanem a forgalom tempójának felvétele érdekében), mert az automata sebességváltó természetesen nincs tudatában, hogy mikor ildomos váltani. Hasonlóan a sebességváltó miatt (történetesen, hogy nem kell hozzányúlni), nagyon gyakori a lámpáknál az előrecsorgás. Sokan egyébként is rosszul ítélik meg a lassítás ütemét, és messze állnak meg az előttük levőtől. Emiatt megállnak, majd féklámpa kialszik, előre csorognak 3 métert, megint féklámpa.

Az utak jellege - Általában elmondható, hogy az utak jó minőségűek. A főutak 2x2, 2x3 sávosak, az interstate-ek néha 2x2 sávosak, máskor 4x3 sávosak. Nagy városok környékén

a be- és kivezetőkön vannak „carpool lane”-ek, ahova 2 vagy 3 utassal szabad csak behajtani.

A benzin olcsó, éppen 2.6\$ 1 gallon (3.78 liter), ami kb. 120 Ft per litert jelent. A tévében ennek ellenére egymást érik a hibrid autók hirdetései, és minden autó, nem csak a hibrid, azzal próbál kitűnni, hogy mennyire takarékos.” (http://autozz.blog.hu/2009/10/29/vezetesi_szokasok_az_egyesult_allamokban)

2. számú melléklet

Schrack „home” (beltéri)		
Alkalmazás:	beltéri, IP 65	
Telepítés:	falra szerelt	
Aljzatok:	1 db 230V 16A	
Számláló:	opció	
Kezelhetőség:	Ki / be kapcsoló biztosítékok jelzőlámpák	

Schneider Electric Wall boks		
Szabvány	IEC 6185161	
Névleges áram	16 A-32A	
Működési feszültség	200-250 V	
Védelem	IP 41 type 3	
frekvencia	50-60 Hz	
Működési hőmérséklet	25 C°- 50 C°	

3. számú melléklet:

Schrack kerékpár töltőoszlop/ töltőállomás

Műszaki információ

Burkolat: műanyag (1750*220*130mm)

Alkalmazás: beltéri vagy kültéri IP, 44

Telepítés: csavaros rögzítés

Aljzatok: 6 db 230V 50 Hz

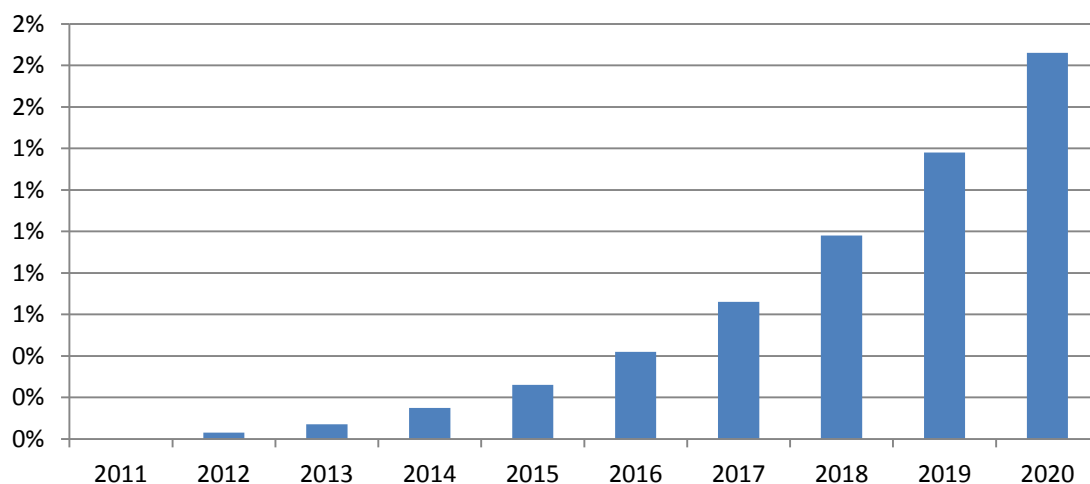
4. számú melléklet

SIEMENS Sitraffic Epos-I Charging point		AV model 1 EVSE
		
Bemeneti áram maximum	3-fázis: 80A	40A
	3-fázis: 63A	
	3-fázis: 40A	
Kimeneti áram maximuma	1-fázis: 16 A (3.7 kW)	30A
	3-fázis: 16 A (11 kW) vagy 32 A (22 kW)	
Feszültség	400/230V	208-240 V
Csatlakozás	230 V/ 16 A CEE 7/4 típus (Schuko), 3 pólus	SEA J1772
	400 V/ 16 A Cee típus, 5 pólus	
	IEC 62196 "Mennekes" típus 7 pólus	
Kommunikáció	GPRS	IEEE 802.11(Wifi), GPRS

5. számú melléklet

evTronic  AV EV 60 		
Bemeneti áram maximum	3-fázis: 90A	3-fázis: 84A
Kimeneti áram maximuma	125A 36kW	200A (kW)
Bementi Feszültség	400V	480
Kimentí feszültség	500V nem szabályzott	50-600V
Csatlakozás	Chademo	Chademo
Kommunikáció	Wifi ,Ethernet	Wifi ,Ethernet

E-autók aránya az összes autóhoz (%) kumulált



13. ábra: elektromos járművek várható aránya az összes járműhez képest

6. számú melléklet:

BMW i8 (concepció)



„Új modelleszáddal, az i sorozattal képzelem el az elektromos jövőt a BMW. Az i3-ast és az i8-ast már a Genfi Autószalonba is elvitték, hogy a közönség szokja a benzinkút helyett konnektorról tölthető BMW-eket. A két tanulmányautó közül egyelőre az i8 körül nagyobb a felhajtás, hiszen nem csupán az alternatív hajtási módok és a vezetési élmény ötvözését, hanem egy valóban sportautós hangulatú BMW piacra dobását is eredményezheti.”

(<http://www.origo.hu/auto/20120402-bmw-i8-concept-spyderbemutato.html>)

Szintén bővített hatótávolságú elektromos autó

Jelleg: személyautó (sportautó)
 Hatótáv: 50 km tisztán elektromosan (össz: 700 km)
 Töltési idő: 2 óra
 Súly: 1,500 kg
 Sebesség: 250 km/h (elektronikusan korlátozva)
 Teljesítmény: 96 kW villamos motor
 Kapacitás: 7.2 kWh (lithium ion akkumulátorral)
 Fajlagos kap.: 0,144 kWh/km

REVA L-ion

A négykerekű motorkerékpár alternatívája.

Ideális, takarékos városi „kisautó”, és az ára sem annyi, mint nagyobb testvéreié. „A REVA L-ion Svájcban teljesítette a téli tesztet, így 2011. május 1-től rendelhető.” ()



Jelleg:	négykerekű motorkerékpár
Hatótáv:	100 km
Töltési idő:	4 óra (1 óra gyorsöltővel)
Súly:	400 kg (akkumulátorok nélkül)
Sebesség:	80 km/h
Teljesítmény:	13 kW
Kapacitás:	9 kWh
Fajlagos kap.:	90 Wh/km

Fiat Fiorino E Cargo



Jelleg:	kishaszon
Hatótáv:	100 km
Töltési idő:	3-4 óra (230V, 1x16A)
Súly:	1521 kg
Sebesség:	120 km/h
Teljesítmény:	30 /60 kW
Kapacitás:	24 kWh (lithium ion akkumulátorral)
Fajlagos kap.:	0,2 kWh/km

„A Fiorino Electric elsősorban kis és közepes csomagok városi szállítására alkalmas, akár korlátozott forgalmú területeken is, mint a piacok, kórházak.”

Ez egy Elmű által átalakított autó, nem sorozatgyártású. De érkezik a Fiat által sorozatgyártásra szánt modell is, előreláthatóan az év végére.

http://www.vezess.hu/hirek/valodi_elektromos_auto_fiatol/15848/

http://www.mee.hu/sites/default/files/u9/3.%20Bessenyei%20Tam%C3%A1s,%20Arnold%20%C3%81kos%20-%20lehetosegek_0912.pdf

Mercedes-Benz SLS AMG

„Párizsban rántották le a leplet az elektromos Mercedes-Benz SLS AMG szériaváltozatról, a sportkocsi az Electric Drive utónevet kapta. A kupében összesen négy elektromotor található a kerekekhez közel, összteljesítményük 751 lóerő 1000 Nm-es csúcnyomaték mellett. Ezzel az elektromos sportkocsi minden idők legerősebb szériagyártású AMG modellje.” www.automobil.hu

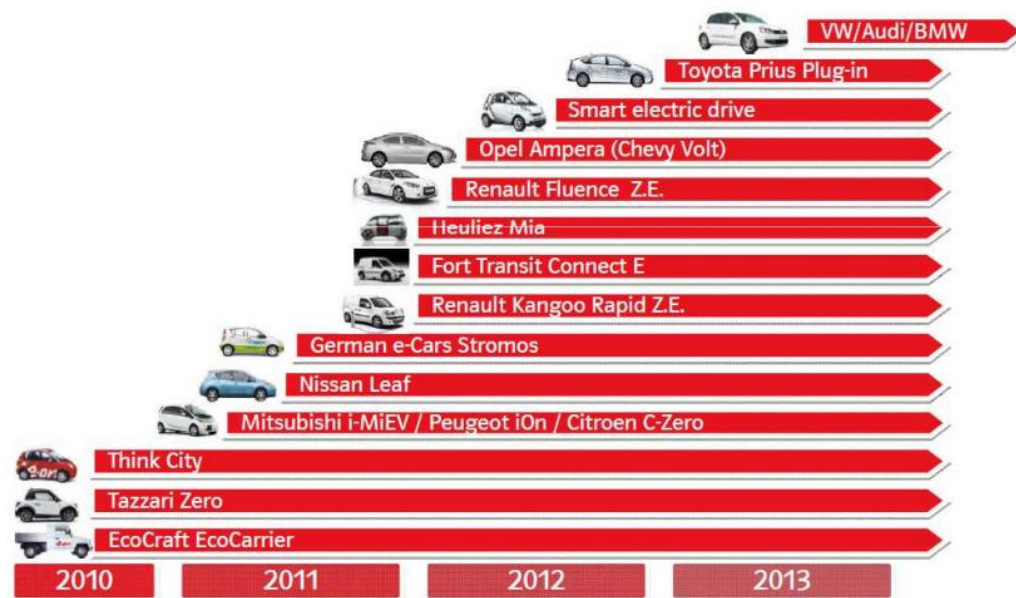


Jelleg: sportkocsi
Hatótáv: 250 km
Töltési idő: ? óra
Súly: ? kg
Sebesség: 250 km/h
Teljesítmény: 751 LE
Kapacitás: 60 kWh
Fajlagos kap.: 0,24 kWh/km

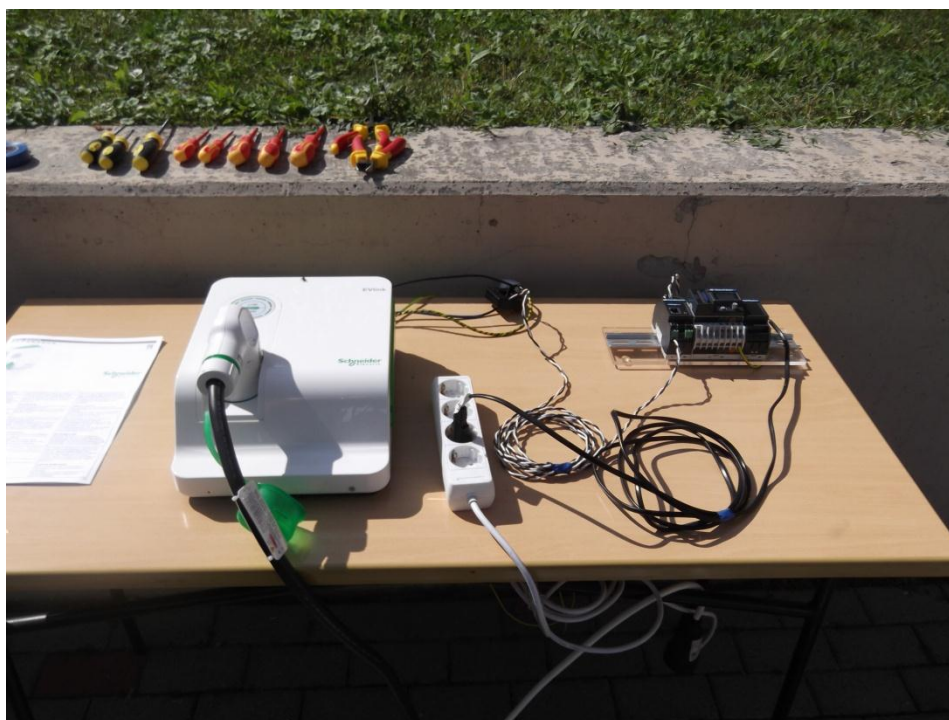
Futurisztikus

Az elektromos autók sorozatgyártásánál a jövőben a fő célok a minél kisebb össztömeg, a minél nagyobb hatótáv, minél kisebb fajlagos kapacitás, valamint az akkumulátor csomagok élettartamának maximalizálása, párhuzamosan az általuk elfoglalt hely, illetve súly minimalizálásával lesznek.

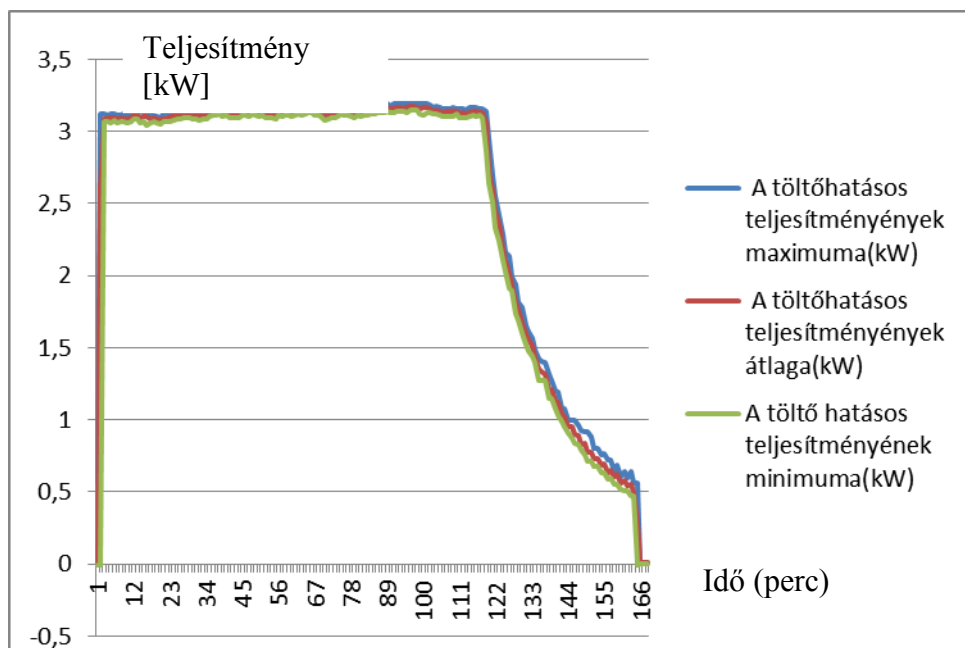
Jelleg: személyautó
Hatótáv: 350 km
Töltési idő: 3 óra
Súly: 1150 kg
Sebesség: 170 km/h (elektromosan korlátozva)
Teljesítmény: 60 kW
Kapacitás: 60 kWh
Fajlagos kap.: 0,1714 kWh/km



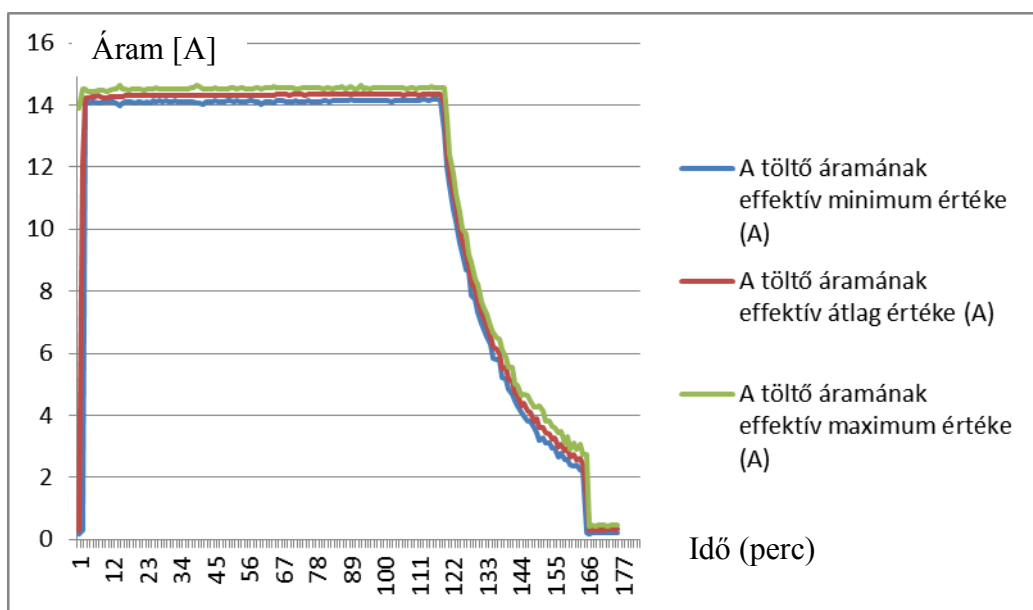
14. ábra: Elektromos járművek piacra lépési áttekintése (E.ON, 2012)



15. ábra: mérés az Óbudai Egyetemen a fali töltővel



16. ábra: C-Zero elektromos töltésének alakulása a teljesítmény-idő függvényében



17. ábra: C-Zero elektromos töltésének alakulása az áram-idő függvényében

2012	Békéscsaba	Budapest	Debrecen	Eger	Győr	Kaposvár	Kecskemét	Miskolc	Nyíregyháza	Pécs	Sárgatárján	Sopron	Szeged	Székesfehérvár	Széksárd	Szolnok	Szombathely	Tatabánya	Veszprém	Zalaegerszeg
zóna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
családi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vállalati	-	5	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vállalati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
szervizautó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
taxi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
robogás (telephelyen belül)	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
robogás fuvar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
robogó	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fuvarozás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
repülő busz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
városrendőrszolgálat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
helyi tömegközlekedés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Összes jármű száma (db):	-	10	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Összes energiaszükséglet (MWh):	-	5 330	-	-	2 847	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6 16

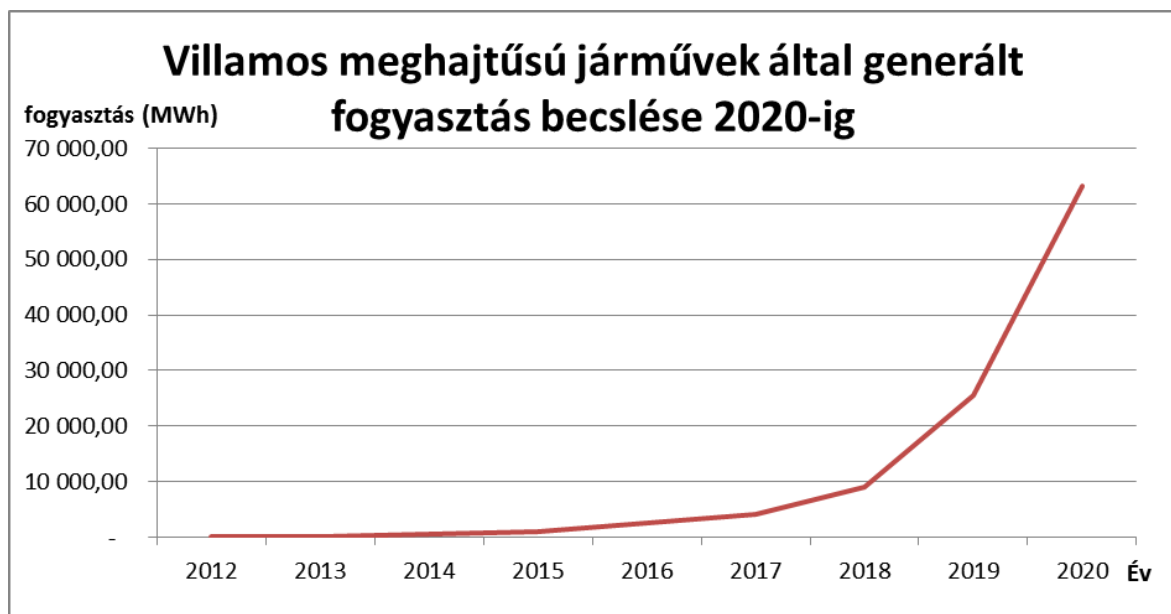
4. táblázat: járművek és fogyasztásuk becslése 2012-ben

2020	Békéscsaba	Budapest	Debrecen	Eger	Győr	Kaposvár	Kecskemét	Miskolc	Nyíregyháza	Pécs	Salgótarján	Sopron	Szeged	Székesfehérvár	Széksárd	Szolnok	Szombathely	Tatabánya	Veszprém	Zalaegerszeg
családi	10	11 000	1 000	30	2 000	90	900	30	20	750	35	450	800	350	150	60	900	400	250	100
vállalati	6	5 000	300	15	750	15	450	15	25	200	15	200	150	150	70	35	150	150	100	60
vállalati	4	3 000	290	10	500	20	150	10	10	100	10	150	120	100	50	20	100	100	150	20
személyautó	4	900	80	2	100	2	90	2	5	40	5	30	35	20	5	5	35	30	5	25
taxi	-	500	5	1	40	1	4	1	2	10	-	5	5	5	2	1	1	1	2	1
robotgép (lakóhelyen belül)	15	1 000	200	20	600	30	400	15	20	150	30	100	100	100	100	60	150	150	60	60
robotgép (kint)	6	700	350	25	450	20	350	20	30	200	50	200	200	200	60	90	200	120	80	80
robotgép	10	1 100	200	30	350	15	400	20	25	200	30	250	200	100	90	75	300	90	60	120
flotta	-	350	30	5	70	10	50	5	5	50	5	2	35	15	20	15	30	30	20	25
regióni busz	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
világosított busz	-	15	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-
helyi tömegközlekedés	-	75	20	6	20	5	10	1	2	16	2	1	10	2	5	10	-	-	5	6
Összes jármű száma (db)	55	23 648	2 275	143	4 883	168	3 105	119	144	1 715	182	1 388	1 870	910	569	326	1 578	1 071	732	506
Összes energiaszükséglet (MWh)	42 458	35 636 380	3 273 452	197 428	6 397 066	258 723	3 658 866	133 338	147 428	2 355 704	173 290	1 515 098	2 569 372	1 252 992	529 363	344 471	1 891 406	1 262 856	994 833	526 666

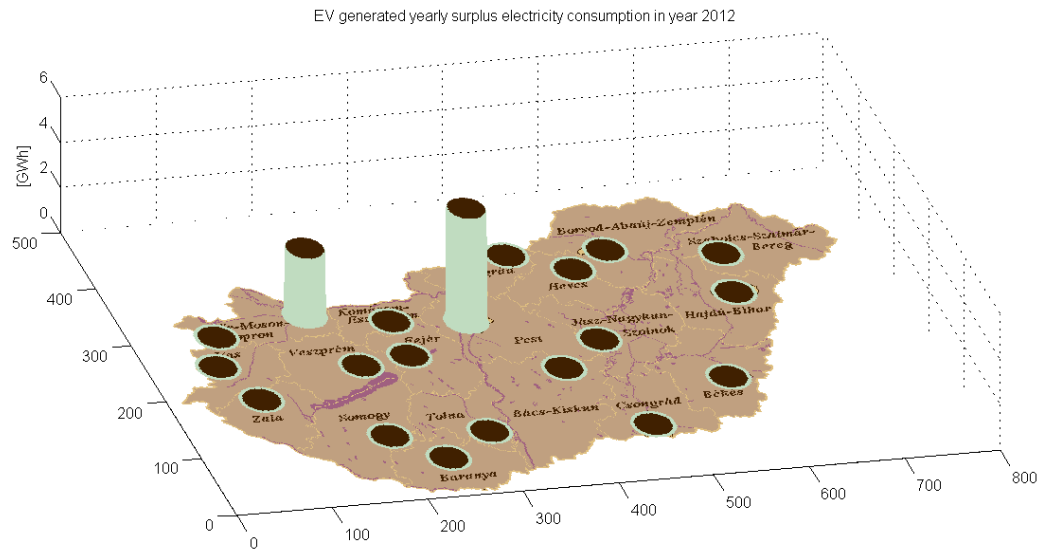
5. táblázat: járművek és fogyasztásuk becslése 2020-ban

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Békéscsaba						7 865	23 296	42 458	42 458
Budapest	5 330	68 635	191 373	382 746	1 272 700	1 746 862	4 278 300	15 693 210	35 636 380
Debrecen		2 717	60 224	152 654	215 748	242 268	387 478	1 194 882	3 273 452
Eger						14 014	19 045	19 045	197 428
Győr	2 847	69 352	123 534	174 845	353 626	943 826	1 641 536	2 572 986	6 397 066
Kaposvár						15 444	19 968	103 997	258 723
Kecskemét		5 928	80 558	168 100	218 525	379 205	1 206 083	2 273 066	3 658 866
Miskolc						7 982	12 818	51 415	133 338
Nyíregyháza						11 726	16 601	44 135	147 428
Pécs			11 830	80 558	168 100	222 440	265 223	507 853	2 355 704
Salgótarján						6 123	8 346	45 110	173 290
Sopron				10 166	80 558	126 838	173 677	491 925	1 515 098
Szeged			10 865	65 517	125 876	172 091	205 452	614 302	2 569 372
Székesfehérvár						24 934	221 525	427 752	1 252 992
Széksárd						9 451	85 150	235 048	589 363
Szolnok						9 958	44 951	96 262	344 471
Szombathely				9 334	65 517	140 579	203 174	413 111	1 891 406
Tatabánya					13 559	70 902	128 505	325 426	1 262 856
Veszprém						17 992	50 045	185 674	994 833
Zalaegerszeg						7 969	56 157	116 594	526 666
Összesen (MWh):	8 177	146 632	478 384	1 043 921	2 514 210	4 178 470	9 047 332	25 454 252	63 221 192

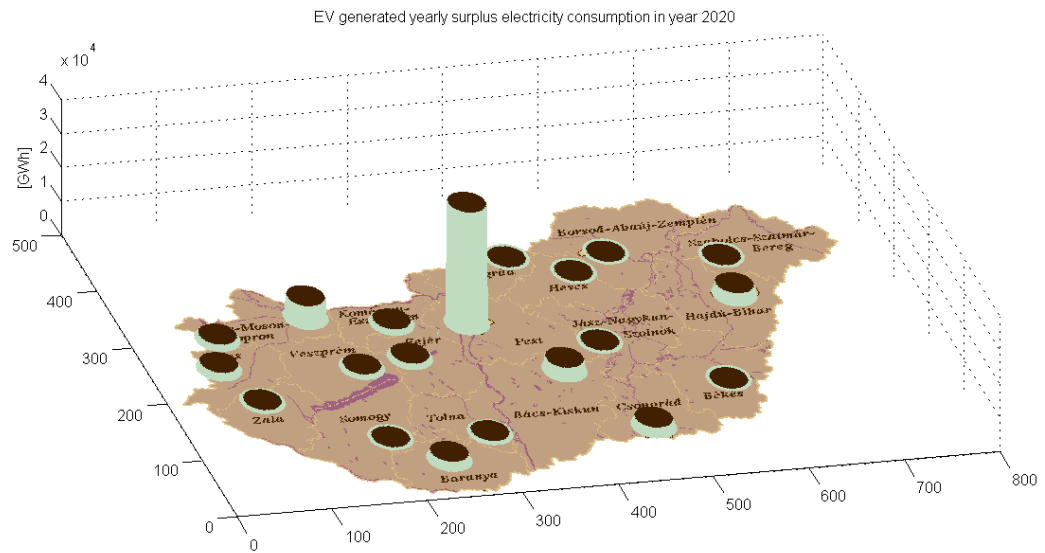
6. táblázat: összesített, fogyasztások megjelenítése megyeszékhelyenként



18. ábra: villamos meghajtású járművek várható fogyasztásváltozása



19. ábra: MATLAB-os szimuláció 2012-nél



20. ábra: MATLAB-os szimuláció 2020-nál