

Elektromos járművek töltőinfrastruktúrájának kiépítéséhez a felhasználói elvárások feltárása

Dr. Csiszár Csaba – Csonka Bálint

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki kar (KJK)
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék (KUKG)
telefon: 70/336 0612, 20/446 4682
e-mail: csiszar.csaba@mail.bme.hu, csonka.balint@mail.bme.hu

Kivonat: Az elektromos járművek töltőinfrastruktúra fejlesztésének megalapozásához töltési keresleti igénymodellt, a töltési helyszínek kijelölését támogató módszert és információs rendszer fejlesztési modellt dolgoztunk ki. Ezen feladatoknál meghatározó lépés volt a felhasználói igények feltárása kérdőíves kikérdezéssel. Lakóhely típusonként határoztuk meg a használók közlekedési szokásait és elvárásait az elektromos járművek üzemeltetésével, azon belül elsősorban a jármű töltésével kapcsolatban. A kérdőíves felmérésben közel 500-an vettek részt az ország minden területéről. A kérdőív eredménye alapján meghatároztuk, hogy először hol és kik körében várható az elektromos járművek elterjedése. Meghatároztuk, hogy mely jellemzők befolyásolják egy töltőállomás kihasználtságát és melyek az ideális töltőállomás paraméterei felhasználói szempontból. Végül a kérdőív segítségével az elektromos járművet használókat támogató információs rendszerrel szemben támasztott felhasználói követelményeket is meghatároztuk.

Kulcsszavak: elektromobilitás, közlekedési szokások, felhasználói elvárások, töltés, kérdőíves felmérés

Bevezetés

A külső hálózatról tölthető elektromos járművek elterjedésének egyik alapfeltétele a töltő infrastruktúra kiépítése. Ehhez a felhasználói elvárások, a töltési igények megismerése szükséges. Számos, a töltési igényeket számító modell létezik, azonban ezek kimenete jelentős különbségeket mutat, így nincs egy egységesen alkalmazható módszer. A magyarországi töltési igények meghatározása céljából, kérdőíves kikérdezéssel tártuk fel a jelenlegi és a potenciális felhasználók igényeit. A kutatás során az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

- Milyen ütemben várható az elektromos járművek elterjedése?
- Mely tényezők befolyásolják a töltési igényeket (különös tekintettel a közlekedési és a demográfiai jellemzőkre)?
- Mely helyszínek a leginkább alkalmasak a töltőállomások számára?

Ennek megfelelően áttekintettük a témához kapcsolódó szakirodalmat és összefoglaltuk a legfontosabb megállapításokat. Meghatároztuk a kérdőíves kikérdezésre adott válaszok alapján a potenciális felhasználók elvárásait, a szükséges szolgáltatások körét a töltőállomások közelében és a kedvező töltő típusokat helyszínenként.

1. Irodalmi áttekintés

Számos tanulmány foglalkozik az elektromos járművek használatát és a töltő infrastruktúra kihasználtságát befolyásoló jellemzők és a felhasználói elvárások meghatározásával. Az [1] tanulmányban városi környezetben alkalmazható töltőállomás kijelölő módszer kapcsán határozták meg a töltési igényt befolyásoló demográfiai jellemzőket. A kutatás eredménye alapján a potenciális elektromos jármű vásárló: 18 és 45 év közötti, vezető beosztású, magas jövedelemmel rendelkező férfi, akinek nincs garázsa de a háztartásban több jármű is van, valamint naponta használ autót rövid távolságokra (<20 km).

A [2] tanulmányban a honnan-hová mátrix adatai és az elektromos jármű használatának valószínűsége alapján határozták meg a töltőállomások számára kedvező helyszíneket. Az elektromos jármű használatának valószínűségét háztartási (pl. demográfiai) és gazdasági jellemzők alapján becsülték. A háztartási jellemzők a következők: háztartásonkénti járműszám, a járművek életkora, a naponta megtett út átlagos hossza, üzemanyag fogyasztás mértéke, jövedelem, iskolai végzettség, nem, életkor, a zöld

technológiák iránti érdeklődés, lakóhely jellege. A gazdasági jellemzők a következők: áram és üzemanyag ára, az elektromos jármű ára. A [3] tanulmányban a lakóhely jellege és az elektromos jármű használat valószínűsége közötti összefüggést vizsgálták. Az interjúk eredményei alapján a városi lakosok számára a legvonzóbb az új technológia, amit elsősorban rövid utakra használnának. A leginkább szkeptikusak a vidéki lakosok voltak, az alacsony hatótáv és a töltőinfrastruktúra hiánya miatt. A megkérdezettek a töltőállomás telepítés szempontjai közül a legfontosabbnak a járulékos szolgáltatásokat, a könnyű hozzáférhetőséget és a megbízhatóságot emelték ki.

A [4] és [5] tanulmányban a hosszútávú utazások töltési igényeinek kiszolgálásához szükséges töltőinfrastruktúra jellemzőit határozták meg. Közös mindkettőben, hogy elsősorban a forgalom nagyság befolyásolja a töltőállomás és töltőpont számot. A [4] tanulmányban emellett figyelembe vették a demográfiai jellemzőket, és meghatározták az ország átjárhatóságához szükséges minimális szolgáltatási színvonalat. Az [5] tanulmányban vizsgálták az elektromos autók számát, az otthoni parkolás és az utcai töltés lehetőségét is.

Az eddigiektől eltérően, tisztán gazdasági oldalról közelítették meg a töltőállomások helyszínének kijelölését a [6] és [7] tanulmányban. A [6] tanulmányban üzleti modellt készítettek, aminek része volt az elektromos járművet használók költsége is. Ezt a költséget jelentősen befolyásolja a futásteljesítmény, ami részben a lakóhely jellegétől, valamint az otthoni töltés lehetőségétől függ. A [7] tanulmányban a töltéshez kapcsolódó egyéb, a helyszíntől függő költségeket határozták meg felhasználói szempontból. Ezek a gyaloglási távolság, valamint az elérhető közlekedési módok és szolgáltatások köre.

A [8] tanulmányban szintén a városi töltőállomások kijelöléséhez határozták meg a töltési igényeket. A potenciális helyszíneket a közelben felmerülő parkolási igények távolsága és a várható járműszám alapján értékelték. A több mint 10 ezer jármű mozgásának megfigyelésével készült tanulmány eredménye alapján a leginkább alkalmas helyszínek a benzinkutak, repterek, bevásárló központok, autó- és autóbusz parkolók. A kidolgozott modell hátránya, hogy alkalmazásához jelentős mennyiségű, területspecifikus adatra van szükség. Az előzőhöz hasonló módon határozták meg a töltési igény térbeli megoszlását a [9] tanulmányban. Az átlagos utazási távolságok és a jármű koordináták rögzítése alapján csoportképzéssel jelölték ki a leggyakrabban látogatott helyszíneket, ahová töltőállomások telepítése javasolt.

A [10] és [11] tanulmány szerzői a taxik nyomon követéséből származó jármű trajektóriák alapján határozták meg a töltőállomások helyszíneit Pekingben. A cél az volt, hogy a leginkább forgalmas csomópontokat fedjék le töltőállomásokkal. A telepítésnek két irányát is meghatározták:

- Töltőállomások telepítése benzinkutakon: előnye, hogy a jelenlegi közlekedési szokásokhoz igazodik. A technológia elterjedésének kezdetén előnyös, mert kiszámíthatóvá teszi az utazást.
- Parkolóhelyekhez kötött töltőtelepítés: a töltés nem külön tevékenységként, hanem egy másik tevékenység kiegészítéseként (pl.: vásárlás mellett) jelenik meg.

A [12] és [13] tanulmányban a jelenlegi elektromos jármű használatból kiindulva határozták meg a töltőállomások kihasználtságát befolyásoló tényezőket. Bár valós használati adatokkal dolgoztak, a módszer hátránya, hogy kis számú elektromos jármű használó vett részt a vizsgálatban. A [12] tanulmányban korreláció analízissel keresték a kapcsolatot a töltések száma, a gépjármű forgalom nagysága és az időjárás között. Bár a felhasználói jellemzőket nem vizsgálták részletesen, megállapították, hogy a töltési igények jellemzően a délelőtti időszakban és hideg időben a legnagyobbak. A [13] tanulmányban a töltés szám és a töltőállomások helyszínei közötti összefüggést vizsgálták. A kutatás eredménye, hogy a legnépszerűbb az otthoni töltés, amit a parkolók és benzinkutak követnek.

A bemutatott tanulmányok eredményei alapján megállapítható, hogy a töltőtelepítés során 3 szempontot mindenképpen érdemes figyelembe venni: a környezet demográfiai jellemzőit, a közlekedés (forgalomnagyság) sajátosságait és az elérhető szolgáltatások jellemzőit. Ezek alapján a töltőállomások várható forgalma is becsülhető. Bár az elektromos jármű használatában területegységenként számos hasonlóság adódik, mégsem lehet egy egységesen mindenhol alkalmazható módszert kidolgozni a különbségek miatt.

Összefoglalva, az elektromos jármű használatot befolyásoló legfontosabb tényezők az irodalomkutatás alapján:

- Demográfiai jellemzők:
 - nem,
 - életkor,
 - lakóhely jellege.
 - háztartásonkénti járműszám.
- Közlekedési jellemzők:
 - háztartásonkénti járműszám,
 - átlagos napi futásteljesítmény,
 - nagy távolságú utazások aránya,
 - parkolás jellemzői.
- Szolgáltatás jellemzők:
 - elérhető szolgáltatások köre,
 - sorbanállási idő.

2. Kérdőíves felmérés módszere

A kutatás során online kérdőíves felmérést végeztünk annak érdekében, hogy a jelenlegi, illetve a potenciális, jövőbeni elektromos autó használók közlekedési és töltési szokásait, igényeit és elektromobilitással kapcsolatos preferenciáit feltárjuk.

Az online kérdőíves felmérés előnye a személyes kikérdezéssel szemben az alacsonyabb költségek mellett a gyorsabb lebonyolítás, a kérdőív széleskörű terjesztésének lehetősége, ezáltal a célszemélyek könnyebb elérése, illetve a megbízhatóan -és hitelesen- alkalmazható anonimitás. Az online felületen elérhető önkitöltős kérdőíveket ráadásul nem szükséges utólag kódolni, így a beérkezett nagy mennyiségű adat feldolgozása egyszerűbbé válik. A hátrányok között említendő a kiszámíthatatlan visszaérkezési arány. A kérdőív fókusz csoportjába a jelenlegi elektromos jármű használók és a potenciális vásárlók tartoztak.

A kérdőív kérdései a következő témakörökre tértek ki:

- Jelenlegi gépjárműves közlekedési szokások.
- Elektromos autó tulajdonlás/ vásárlási hajlandóság.
- Töltéssel kapcsolatos elvárások (pl.: szolgáltatások, töltési idők, fizetési módok).
- Személyes adatok (nem, életkor, lakóhely jellege).

A témaköröket a nemzetközi irodalom és a saját tapasztalatok alapján határoztuk meg. A kérdőív 18 kérdést tartalmazott, ugyanis 25 kérdés fölött valószínűsíthetőleg romlik a válaszok információtartamának megbízhatósága [14]. A válaszok alapján azonosítottuk a töltőinfrastruktúrával szemben támasztott felhasználói elvárásokat, valamint becsültük az elektromobilitás elterjedésének ütemét a töltési igények becslése céljából. A válaszokat a következő szempontok szerint csoportosítottuk:

- Lakóhely jellege: Budapest, belváros/ Budapest, külváros/ Budapest agglomerációja/ Nagyváros (100 000 lakos felett)/ Kisváros/ Község vagy kisebb település.
- Elektromos autó használat: használ, tisztán elektromost/ használ, tölthető hibridet/ nem, de szívesen használna tisztán elektromost/ nem, de szívesen használna hálózatról tölthető hibridet/ nem használna egyiket sem.

A kérdőívet számos felületen meghirdettük, illetve elküldtük az elektromobilitással foglalkozó szervezetek részére is.

3. Kérdőíves felmérésből származó adatok feldolgozása

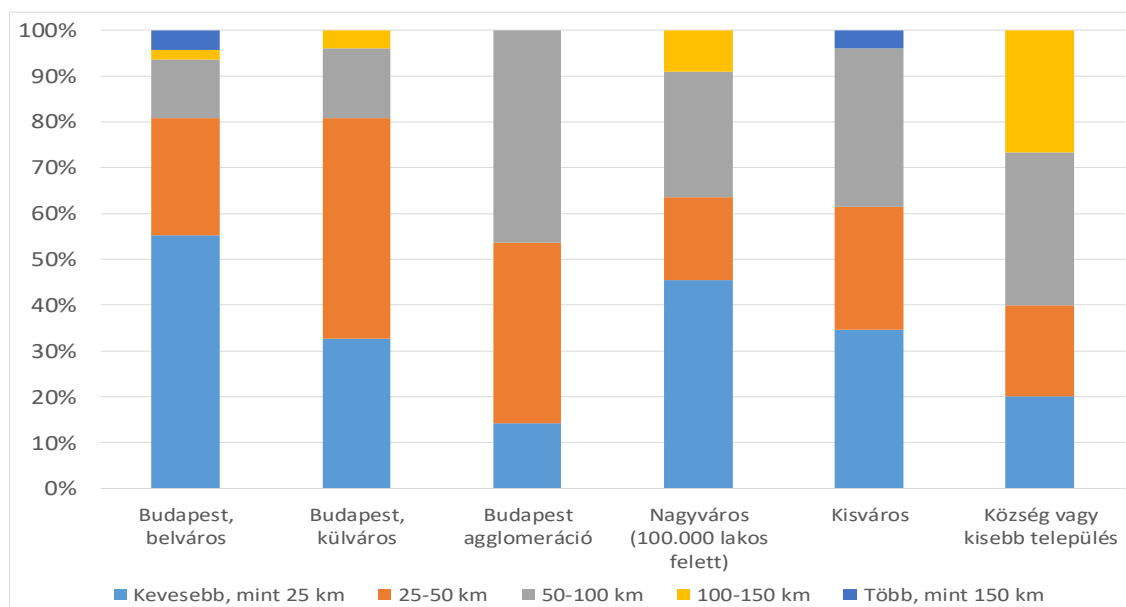
Az online kérdőív 2016.08.31-én vált elérhetővé, amit 2016.10.17-ig összesen 478 fő töltött ki. Az értékelés során nem vettük figyelembe azon kitöltők válaszait (45 fő), akik nem rendelkeznek elektromos járművel, és nem is tervezik annak jövőbeni használatát. A kitöltők között összesen 27 olyan személy szerepelt, akik jelenleg is rendelkeznek tisztán elektromos, vagy egyéb, elektromos hálózatról tölthető járművel, ugyanakkor számos potenciális használót is sikerült elérni.

A felmérés során a fiatalabb korosztályok létszáma felülreprezentált, mivel a jelenlegi alacsony számú elektromos jármű használó mellett a potenciális jövőbeni járműhasználókra fókuszáltunk.

Az alfejezetekben az egyes kérdésekre adott válaszokat elemezzük.

3.1 Naponta átlagosan mekkora távolságot tesz meg (vagy tenne meg) autóval?

A válaszok megoszlását az 1. ábra szemlélteti. A **napi átlagos futásteljesítmény a kérdőív alapján kb. 40,2 km.** Azoknak az aránya, akik átlagosan naponta legalább 100 km-t megtesznek, a község és kisebb település kategória kivételével sehol nem éri el a 10%-ot, az utóbbi kategória esetén is csak 20%. Napjainkban az elektromos járművek között olyan típus is megtalálható, amelyik akár 200 km-t is képes megtenni egy feltöltéssel, de a 100 km feletti hatótáv is átlagosnak mondható. Ugyanakkor a hatótáv jelentősen függ a használat jellegétől, különösen az átlagsebességtől, és az időjárástól (járművön belüli hűtés-fűtés).

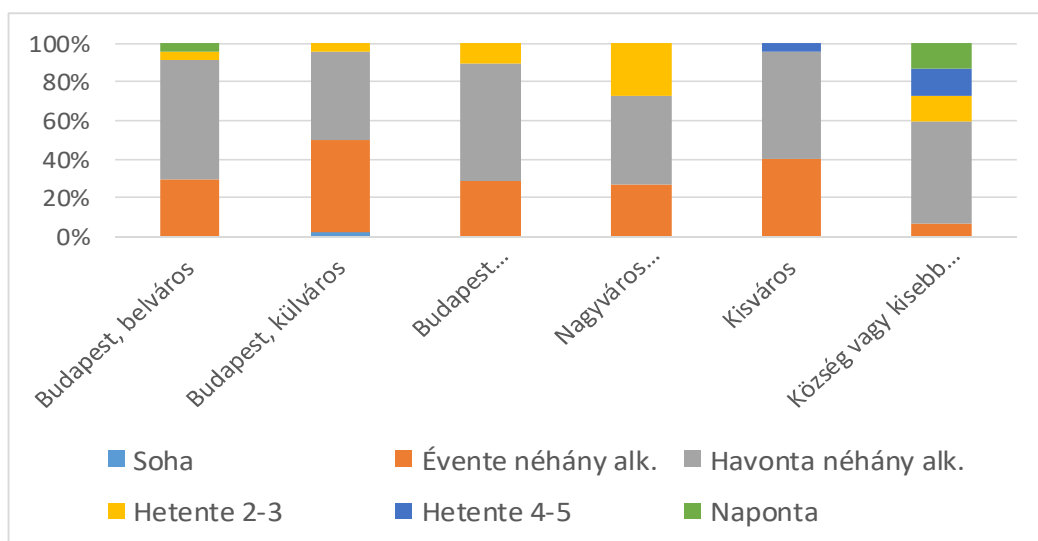


1. ábra: Naponta átlagosan autóval megtett utazási távolság – lakóhely szerint

Megvizsgáltuk a kérdésre adott válaszok megoszlását az elektromos autó használat szerint is. Az elektromos autót használók napi átlagos futásteljesítménye 60 km feletti, ennek oka, hogy a magas beszerzési árat a magas futásteljesítménnyel lehet kiegyensúlyozni az alacsony energiaárak miatt. Azoknak a napi futásteljesítménye, akik azt választották, hogy nem szívesen használnának elektromos autót, nem haladja meg az elektromos járművek mai jellemző hatótávját.

3.2 Milyen gyakran tesz meg autóval 100 kilométernél többet egy nap alatt?

A válaszok megoszlását a 2. ábra mutatja be.



2. ábra: A 100 kilométernél hosszabb utazások gyakorisága lakóhely szerint

Azoknak az aránya, akik évente csak néhány alkalommal vagy ritkábban tesznek meg 100 kilométernél többet 29-42% között ingadozik általában. A község és kisebb település csoport esetében ez az érték 13%. Ezen felhasználókat csak mérsékelten befolyásolja az elektromos autók korlátozott hatótávja. Azok a válaszadók, akik havi rendszerességgel, vagy gyakrabban tesznek meg 100 km-nél hosszabb távot, lesznek az országos átjárhatóságot biztosító töltőállomások rendszeres használói. Az ő részarányuk Budapest külvárosában a legkisebb (58%), és a községekben/ kisebb településeken a legnagyobb (87%).

Megvizsgáltuk az elektromos autó használat szerint a válaszok megoszlását. A várakozásokkal ellentétben éppen a tisztán elektromos járművet használók tesznek meg a leggyakrabban 100 kilométernél hosszabb utakat.

3.3 Figyelembe véve az Ön járműhasználati szokásait, kérjük adja meg az Ön számára elfogadható elektromos autó alábbi használati jellemzőit!

Megvizsgáltuk, hogy a megkérdezettek milyen paraméterekkel rendelkező elektromos autót használnának. Az összesített válaszokat elektromos autó használat szerinti bontásban az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatban nem szerepel azoknak a válasza, akik elutasítják az elektromos járműveket.

1. táblázat: Elfogadható elektromos autó paraméterek

Megkérdezettek csoportja	Hatótávolság [km]	Töltési idő útközben, nyilvános villám-töltőknél [perc]	Vételár [millió Ft]
Mindenki	226,4	14,7	4,8
Tisztán elektromos autót használók	201,2	19,5	8,2
Egyéb, hálózatról tölthető elektromos autót használók	166,7	19,2	7,7
Szívesen használna tisztán elektromos autót	234,5	15,5	4,5
Szívesen használna elektromos hálózatról is tölthető autót	222,8	13,4	4,6

Az elvárt átlagos hatótávolság az összes megkérdezett válasza alapján 226 km, ami jelentősen nagyobb, mint a jelenlegi tisztán elektromos autók jellemző hatótávja (150 km). A külső hálózatról tölthető hibrid járművek hatótávja az elfogadhatónál jelentősen magasabb. Azok számára, akik jelenleg nem használnak elektromos autót, de a jövőben szívesen használnának, az elfogadható hatótáv 234 és 222 kilométer.

A töltési idő a villám-töltő állomásokon jelenleg kb. 30 perc. Az elfogadható töltési idő ennek közel a fele az összes megkérdezett válasza alapján és csoportonként sincs jelentős eltérés. Bár jelenleg jellemzően 60kW a villám-töltők teljesítménye, a közeljövőben várhatóan megjelennek a 150kW és annál nagyobb teljesítményű töltőoszlopok. Így a töltési idő várhatóan csökkenni fog, mely csökkenést azonban a növekvő akkumulátor kapacitások ellensúlyoznak. Ezért fontos a töltés közbeni szolgáltatásokat a napi tevékenységi láncba illeszteni.

Az elfogadható vételár 4,77 millió Ft az összes megkérdezett válasza alapján. A jelenleg is tisztán elektromos autót használók számára az elfogadható ár ennek közel kétszerese (8,19 millió Ft). Ennek az lehet az oka, hogy ők jobban ismerik az árakat, és annak tudatában mondták meg az elfogadható értéket. Jellemzően ma egy új, tisztán elektromos autó 3 millió Ft-tal drágább a hagyományos üzemű és azonos kategóriájú autóknál.

3.4 Az alábbi helyszíneken milyen gyakorisággal használna töltőpontokat?

A válaszadók helyszín típusonként adták meg, hogy milyen gyakran töltenék ott elektromos járműveiket. Az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Egy elektromos járművet átlagosan naponta 2,57 alkalommal töltenek. Ez megegyezik a külföldi tapasztalatokkal, melyek szerint egy járművet többször töltenek rövidebb ideig. Az elektromos autót használók elsősorban otthon, munkahelyen, otthonhoz közel közterületen és benzinkutakon töltenék járműveiket. Népszerű töltési pontok az áruházak parkolói is, ahol körülbelül 5 naponta töltenék járműveiket a felhasználók. Mivel sokan a nagybevásárlást heti 1 alkalommal végzik, akkor valószínűleg mindig töltenék a járműveiket. A megkérdezettek válaszai között általában nincs jelentős különbség aszerint, hogy hol laknak. A kivételek:

- Budapest belvárosában közel kétszer annyian töltenék a járműveiket az otthonhoz közeli közterületen (0,47 töltés/nap/jármű), mint a többi lakóhely esetén. Emiatt érdemes a belvárosban nyilvános töltőpontokat elhelyezni.
- A kisvárosban élők kevesebb, mint fele annyiszor (0,12 töltés/nap/jármű) töltenék a járműveiket benzinkúton, mint a többi válaszadó.

A megkérdezettek válaszai között általában nincs jelentős különbség aszerint, hogy milyen járművet használnak. A kivételek:

- A külső hálózatról tölthető hibridet használók szinte minden nap (0,94 töltés/nap/jármű) töltik otthon a járműveiket. A tisztán elektromos autót használók esetében ez az érték 0,69.
- A munkahelyi töltés gyakorisága a külső hálózatról tölthető hibridet használók esetén 0,25-tel magasabb (0,85) a tisztán elektromos autót használókéhoz képest (0,60).
- A tisztán elektromos autót használók ötször gyakrabban töltenének a posta, bank és közhivatalok egyikénél (0,25), mint a külső hálózatról tölthető hibridet használók (0,05).

Ezek alapján megállapítottuk, hogy a nyilvános töltőállomásokat elsősorban a tisztán elektromos járművekre érdemes méretezni.

2. táblázat: Töltési gyakoriság helyszínenként

Helyszín	Töltési gyakoriság [töltés/nap/jármű]
Otthon	0,72
Otthonhoz közel, közterületen	0,27
Munkahelyen	0,59
Áruházak, piacok parkolójában	0,18
Közhivatalok, posta, bank közelében	0,09
P+R parkolóknál	0,15
Autóbusz- és vonatállomások közelében	0,08
Benzinkutakon	0,25
Turisztikai célpontoknál, kulturális és sportlétesítményeknél	0,12

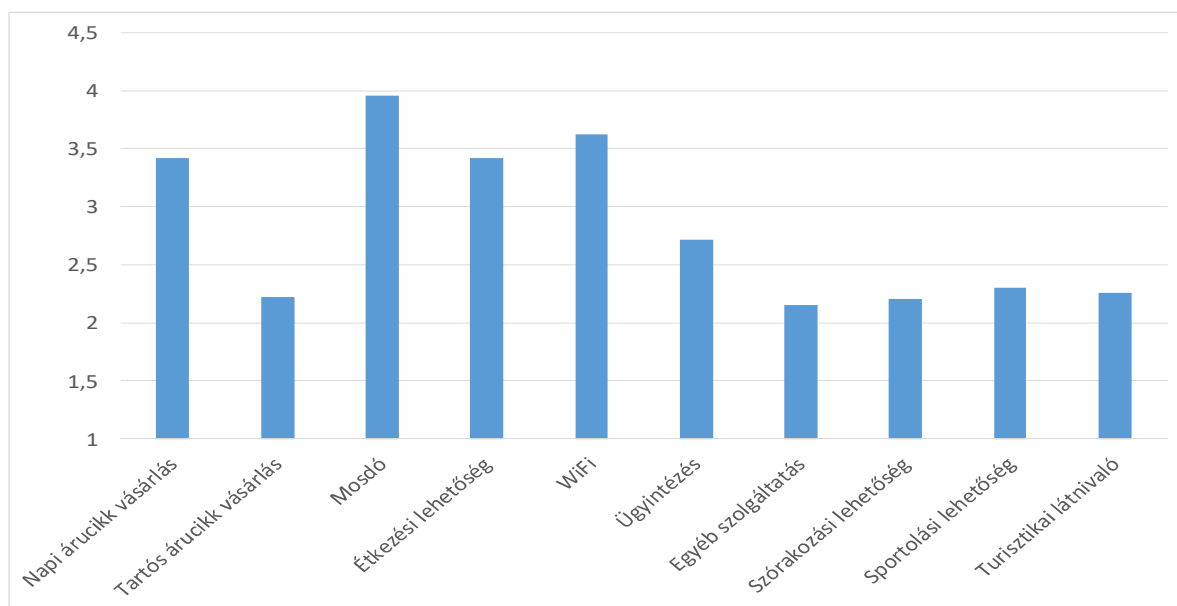
3.5 Mennyi ideig töltené elektromos autóját a következő helyszíneken?

Megvizsgáltuk, hogy mennyi ideig töltenék elektromos járműveiket a felhasználók az egyes helyszíneken. A válaszok alapján meghatároztuk az átlagos töltési időket helyszínenként (3. táblázat). Az értékek alapján lehet kiválasztani az adott helyszínen telepítendő töltőtípust: lassú, gyors vagy villámtöltő.

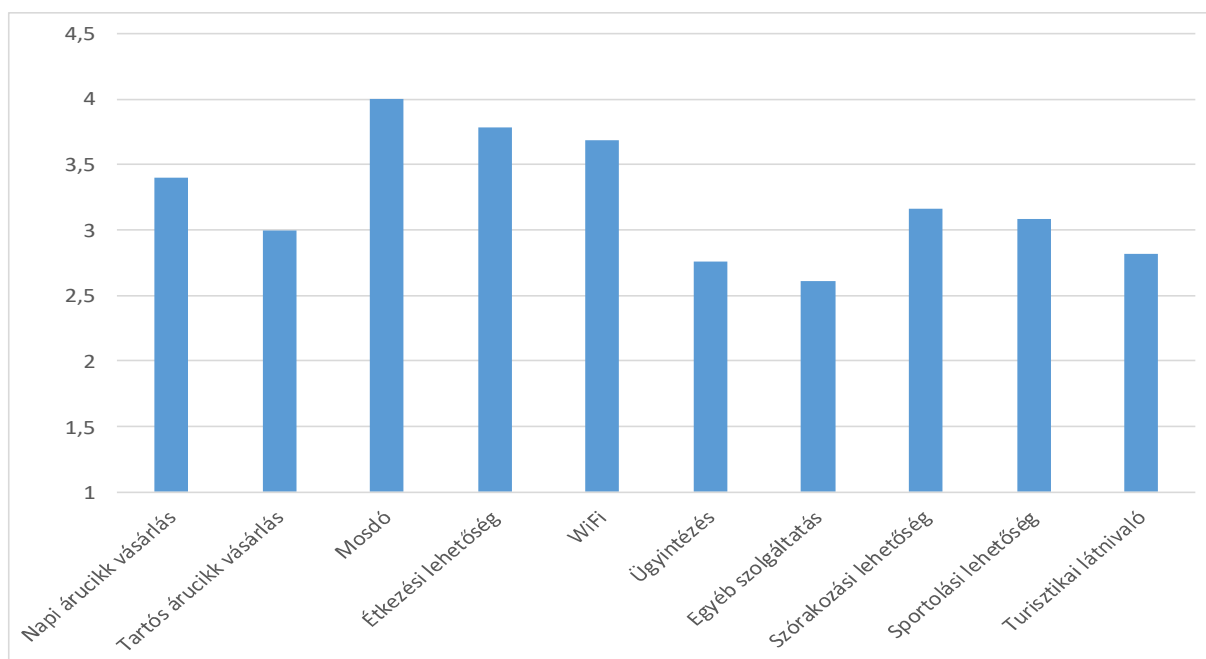
3. táblázat: Töltési idő helyszínenként

Helyszín	Töltési idő [óó:pp/töltés]
Otthon	5:58
Otthonhoz közel, közterületen	1:50
Munkahelyen	4:44
Áruházak, piacok parkolójában	0:43
Közhivatalok, posta, bank közelében	0:21
P+R parkolókbán	2:09
Autóbusz- és vonatállomások közelében	1:21
Benzinkutakon	0:21
Turisztikai célpontoknál, kulturális és sportlétesítményeknél	1:15

3.6 Milyen szolgáltatások meglétét tartja fontosnak rövid (kb. 30 perces) és hosszú idejű (kb. 2-4 óra) töltésnél a töltőállomás közelében?



3. ábra: Szolgáltatások fontossága rövid idejű töltésnél



4. ábra: Szolgáltatások fontossága hosszú idejű töltésnél

A megkérdezettek a szolgáltatásokat 1-5-ig terjedő skálán értékelték, ahol az 1 az egyáltalán nem fontos és 5 a kiemelten fontos. **A rövid ideig tartó töltések során a mosdó, WiFi, étkezési lehetőség, és a napi szükségletet kielégítő árucikkek vásárlási lehetősége a legfontosabbak** (3. ábra).

A hosszabb ideig tartó töltések során ugyanúgy a mosdó, WiFi, étkezési lehetőség, és a napi szükségletet kielégítő árucikkek vásárlási lehetősége a legfontosabbak. Ugyanakkor a különbség csökkent az egyes szolgáltatások között: a nagyobb időigényű szolgáltatások iránt is arányaiban megnőtt a kereslet (4. ábra).

4. Eredmények

A kérdőíves kikérdezés eredményeit is felhasználva a következő területeken értünk el eredményeket:

- Elektromobilitás elterjedési ütemének becslése.
- Töltési igények jellemzői alapján a töltőtípusok és a szükséges darabszámok becslése, valamint a javasolt szolgáltatások körének meghatározása.

4.1 Elektromobilitás elterjedési ütemének becslése

Figyelembe véve az átlagos napi futásteljesítményt kijelenthető, hogy a megkérdezettek jelentős részének már most megfelelő alternatívát kínál egy elektromos autó. Továbbá, ha a használó a lakó- és/vagy munkahelyén tudja a járművét tölteni, akkor általában nem használ nyilvános töltőállomást.

Ugyanakkor az elfogadható elektromos autó paraméterek ellentmondanak annak, hogy sokak számára megfelelő alternatíva a hagyományos járművekkel szemben. Az alacsony hatótáv problémája a tisztán elektromos járműveket érinti. A kérdőíves kikérdezés eredménye alapján csak akkor lehet a többség számára elfogadható alternatíva, ha a tisztán elektromos autók jellemző hatótávja eléri a 240 kilométert. Addig a külső hálózatról tölthető hibrid elektromos autók elterjedése várható.

A hagyományos és elektromos üzemű új autók közötti jelentős árkülönbség miatt várhatóan a használt elektromos autók iránt nő meg először a kereslet.

A megkérdezetteknek kevesebb, mint 1,5%-a válaszolt úgy, hogy az elektromos járművel szemben támasztott elvárásai nem haladják meg a ma kapható elektromos autók tulajdonságait. Ez alapján az újonnan vásárolt, tisztán elektromos járművek széleskörű elterjedése nem várható a közeljövőben. Ugyanakkor, ha a vételárát nem vesszük figyelembe, akkor már a válaszadók közel 13%-ának megfelelő egy ma kapható tisztán elektromos jármű. Tehát az elektromos járművek vásárlásának támogatása és a piaci árak csökkenése jelentősen növeli a potenciális vásárlók számát.

4.2 Töltési igényjellemzők alapján a töltőállomások paramétereinek becslése

A kérdőíves válaszok alapján meghatároztuk, hogy milyen töltő típus szükséges egy adott helyszín típusnál, az adott helyszín típusnál a töltőpontok hány %-át helyezük el, valamint, hogy milyen szolgáltatásokkal fokozható ott a kihasználtság (4. táblázat). Például 100 nyilvános töltőoszlop elhelyezésekor érdemes 13-at P+R parkolóknak elhelyezni.

4. táblázat: Töltőtípusok és a töltőállomások részaránya helyszín típusonként

Helyszín típus	Töltőtípus	Részarány [%]	Javasolt szolgáltatás
Otthonhoz közel, közterületen	lassú	24	Mosdó, WiFi, üzletek, étkezési lehetőség
Áruházak, piacok parkolója	gyors	16	
Közhivatalok, posta, bank közelében	gyors	8	
P+R parkolóban	lassú	13	
Autóbusz és vonatállomások közelében	gyors	7	
Benzinkutakon	villám	22	Mosdó, WiFi, étkezési lehetőség
Turisztikai célpontoknál, kulturális és sportlétesítményeknél	gyors	11	Mosdó, WiFi, üzletek, étkezési lehetőség

Konklúzió

A kutatás főbb eredményei:

- Az elektromobilitás várható elterjedési ütemének becslése.
- A töltőállomások számára kedvező helyszín típusok meghatározása töltő típussal és javasolt szolgáltatásokkal.

A kutatás legfontosabb megállapításai:

- A közlekedési szokások alapján a legtöbb megkérdezett számára, megfelelő alternatívát jelent az elektromos jármű használata, azonban az alacsony hatótáv és a magas beszerzési ár miatt a közeljövőben a hibrid járművek elterjedése (is) várható.
- A megkérdezettek az elektromos járművet elsősorban otthon vagy munkahelyen töltik/ töltenék.
- A várható töltési gyakoriságok alapján a töltőállomások számára leginkább kedvező helyszínek az otthonhoz közeli közterület, benzinkút, áruházak, piacok parkolója és a P+R parkoló.
- Villám töltőt csupán benzinkutaknál javasolt elhelyezni.

A kutatás folytatásának irányai:

- Töltési igény modell kidolgozása az eredmények alapján a városi (helyi) igények kiszolgálására és az országos átjárhatóság biztosításához.
- Töltőtelepítési modell kidolgozása az igénymodell alapján.
- Smart grid hálózathoz csatlakozott járművek töltés optimalizáló módszerének kidolgozása utas és üzemeltetői oldalról.
- Döntéstámogató információs rendszer tervezése a járműből és a közlekedés irányító rendszerből érkező valós idejű adatok felhasználásával.

Irodalomjegyzék

- [1] Namdeo, Anil - Tiwary, Abhishek - Dziurla, Robert: Spatial planning of public charging points using multi-dimensional analysis of early adopters of electric vehicles for a city region, Technological Forecasting & Social Change 2014/89 188-200
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.032>
- [2] Xi, Xiaomin - Sioshansi, Ramteen - Marano, Vincenzo: Simulation–optimization model for location of a public electric vehicle charging infrastructure, Transportation Research Part D 2013/22 60-69
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.014>
- [3] Philipsen, Ralf - Schmidt, Teresa - Ziefle, Martina: A Charging Place to Be - Users' Evaluation Criteria for the Positioning of Fast-charging Infrastructure for Electro Mobility, Procedia Manufacturing 2015/3 2792 – 2799 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.742>
- [4] Sathaye, Nakul - Kelley, Scott: An approach for the optimal planning of electric vehicle infrastructure for highway corridors, Transportation Research Part E 2013/59 15-33
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2013.08.003>

- [5] Soylu, Tamer - Anderson, John E. - Böttcher, Nicole - Weiß, Christine - Chlond, Bastian – Kuhnimhof, Tobias: Building Up Demand-Oriented Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Germany. International Scientific Conference on Mobility and Transport Transforming Urban Mobility, mobil.TUM 2016, München 2016. június 6-7.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.079>
- [6] Madina, Carlos - Zamora, Inmaculada - Zabala, Eduardo: Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models, Energy Policy 2016/89 284-293
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.007>
- [7] Zhu, Zhi-Hong - Gao, Zi-You - Zheng, Jian-Feng – Du, Hao-Ming: Charging station location problem of plug-in electric vehicles, Journal of Transport Geography 2016/52 11–22
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.002>
- [8] De Gennaro, Michele - Paffumi, Elena - Martini, Giorgio: Customer-driven design of the recharge infrastructure and Vehicle-to- Grid in urban areas: A large-scale application for electric vehicles deployment, Energy 2015/82 294-311 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.01.039>
- [9] Andrenacci, Natascia – Ragona, Roberto – Valenti, Gaetano: A demand-side approach to the optimal deployment of electric vehicle charging stations in metropolitan areas, Applied Energy 2016/182 39-46 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.137>
- [10] Shahraki, Narges - Cai, Hua - Turkey, Metin - Xu, Ming: Optimal locations of electric public charging stations using real world vehicle travel patterns, Transportation Research Part D 2015/41 165-176 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2015.09.011>
- [11] Cai, Hua - Jia, Xiaoping - Chiu, Anthony S.F. - Hu, Xiaojun - Xu, Ming: Siting public electric vehicle charging stations in Beijing using big-data informed travel patterns of the taxi fleet, Transportation Research Part D 2014/33 39-46 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2014.09.003>
- [12] Xydas, Erotokritos - Marmaras, Charalampos - Cipcigan, Liana M. - Jenkins, Nick - Carroll, Steve - Barker, Myles: A data-driven approach for characterising the charging demand of electric vehicles: A UK case study, Applied Energy 2016/162 731-771
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.151>
- [13] Morrissey, P., Weldon, P., O'Mahony, M. (2016) Future standard and fast charging infrastructure planning: An analysis of electric vehicle charging behaviour. Energy Policy 89: 257-270.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.001>
- [14] Bliemer, Michiel C. J. - Rose, John Matthew: Efficiency And Sample Size Requirements for Stated Choice Experiments, Transportation Research Board 88th Annual Meeting, Washington DC 2009 január 11-15.