



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék
Tudományos Diákköri Konferencia 2015

**Az elektromobilitással összefüggő utazói döntéseket támogató
módszer és alkalmazás koncepciójának kidolgozása**

Készítette:

Pauer Gábor, közlekedésmérnöki szak (MSc)

Konzulens:

Dr. Csiszár Csaba

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. A kutatás előzményei, aktualitása, célkitűzései és módszerei	2
3. Az elektromos járművek technológiai hátterének összefoglalása, az elektromobilitás helyzetelemzése.....	5
3.1. Az elektromos járművek főbb jellemzőinek, töltési lehetőségeinek rendszerezése.....	5
3.2. Nemzetközi és hazai helyzetértékelés, várható tendenciák összefoglalása.....	8
4. Az elektromobilitás elterjedését gátló és ösztönző tényezők rendszerbe foglalása	10
4.1. A szabályozási környezet kedvezményeinek, problémáinak feltárása, megoldási javaslatok megfogalmazása.....	11
4.2. Az elterjedést ösztönző intézkedési lehetőségek összefoglalása.....	13
5. Döntéstámogató költségmodell és számítási módszer kidolgozása	19
5.1. A modell és a számítási módszer ismertetése	19
5.2. A költségmodell és számítási módszer alapján működő saját alkalmazás bemutatása	25
5.3. Különböző típusú járművek költségeinek összehasonlítása a kidolgozott módszer segítségével.....	27
6. Az elektromobilitást támogató utazói információs alkalmazások elemzése, értékelése... 34	
6.1. Az értékelési szempontok rendszere	34
6.2. A kiválasztott alkalmazások funkcióinak és jellemzőinek összefoglalása, értékelése	35
7. Korszerű információs alkalmazás koncepciójának kidolgozása	39
7.1. Az ideális applikáció jellemzői, funkciói	39
7.2. Az innovatív, új funkciók részletes kidolgozása	42
8. Összefoglalás.....	47
Irodalomjegyzék.....	48
Ábra- és táblázatjegyzék	54
Mellékletek.....	57
Függelékek	71

1. Bevezetés

Napjainkban mind az európai, mind a hazai közlekedéspolitika kiemelt figyelmet szentel a közlekedés környezeti hatásainak javítására. A közlekedési rendszerek fenntarthatóságának megteremtése, a hatékony energiagazdálkodás az egyik legfontosabb kihívás a következő évtizedekben. A hagyományos tüzelőanyaggal működő járműflotta fokozatos lecserélése egyéb, alternatív üzemanyagokkal, meghajtásokkal rendelkező járművekre az efelé tett úton jelentős lépésnek tekinthető.

A közlekedés a légszennyezés egyik fő okozója. Magyarországon az üvegházhatású gázok kibocsátásának körülbelül 17 %-áért a közlekedési szektor felelős (az EU28 átlaga ugyanezen tekintetben 19%) [32], melyen belül a legszámottevőbb kibocsátási forrást a közúti közlekedés jelenti (90 %-os részesedéssel). Fontos tehát a gyakorlatilag zéró emisszióval működő elektromos meghajtású járművek térnyerése. A belsőégésű motorral működő járművek kiváltása csökkenti az egyes nemzetgazdaságok szénhidrogénigényét, így növelve az ország energiabiztonságát. Az elektromobilitás széleskörű megjelenése a hazai járműiparra, kutatási és fejlesztési tevékenységekre is pozitívan hat, új fejlesztési-forrásokat nyit, valamint munkahelyek teremtésével jár.

A jelen technológiai fejlettség mellett a széleskörű elterjedést egyéb intézkedésekkel lehet/szükséges elősegíteni: például a beszerzést és üzemeltetést enyhítő pénzügyi ösztönzők, a használatot támogató jogszabályi intézkedések, vagy a különböző információs szolgáltatások bővítése. A kidolgozott és a dolgozatban bemutatott, az utazók vásárlási döntéseit támogató költségmodell és számítási módszer, illetve az ezt magába integráló, egyéb funkciókkal is kiegészített korszerű információs alkalmazás az elektromobilitás elterjedéséhez közvetlenül és hatékonyan járul hozzá.

2. A kutatás előzményei, aktualitása, célkitűzései és módszerei

Az Európai Unió az elektromos közlekedés elterjesztését stratégiai céljának tekinti, melyet több forrással és programmal is ösztönöz (pl. Horizon 2020). A közelmúltban elfogadott 2014/94/EU irányelvben tagállamait 2016-ig egy-egy nemzeti szakpolitika kidolgozására kötelezi az alternatív, környezetbarát üzemanyagok és közlekedés elterjesztése érdekében. A Magyarországon elkészült Jedlik Ányos Terv megfelel az irányelvnek, a program az elektromos járművek elterjedését ösztönzi, és az ehhez szükséges műszaki-technológiai és gazdasági felkészülést szolgálja. A Jedlik Terv elfogadásával és a Jedlik Cselekvési Terv végrehajtásával hazánk az egyik első uniós tagállammá válik, mely rendelkezik az irányelv szerinti stratégiával. Az elektromobilitás széleskörű megjelenése tehát a küszöbön álló folyamat, melynek megvalósulása a közlekedési szereplők közös érdeke. Mindezek a választott kutatási témám aktualitását támasztják alá.

Kutatásom célja: az elektromobilitás elterjedését az utazók döntéseinek megkönnyítésével elősegítő számítási modell és korszerű információs alkalmazás koncepciójának kidolgozása. Az elektromos járművek piaci ára jelenleg még viszonylag magas, a beszerzési ár mellett azonban fontos megvizsgálni azt is, hogyan alakulnak az ilyen meghajtású járművek teljes életciklus alatt felmerülő egyéb költségei. A kidolgozott költségmodell a különböző paraméterű járművek beszerzési, üzemeltetési és karbantartási költség tényezőinek figyelembe vétele mellett segíti az utazók járművásárlási döntéseit. A számítási módszer segítségével meghatározható, milyen üzemeltetési körülmények között éri meg elektromos autót vásárolni, illetve az elterjedést ösztönző pénzügyi támogatások hatásai is számszerűsíthetők.

Az elektromos járművek terjedését a technológia fejlődése, a különböző pénzügyi és jogszabályi ösztönző intézkedések mellett a mindennapi használat megkönnyítését szolgáló információs alkalmazások is támogatják. Ennek érdekében egy olyan korszerű, a kidolgozott költségmodellt magában foglaló, utazói döntéseket támogató információs alkalmazás koncepcióját dolgoztam ki, mely az elektromos járművek használatát a vásárlási döntések mellett számos egyéb funkció (töltőinfrastruktúra foglalása és igénybevétele, automatikus fizetés megvalósítása stb.) keresztül segíti elő.

A kutatás folyamatát, fázisait az 1. ábra szemlélteti.



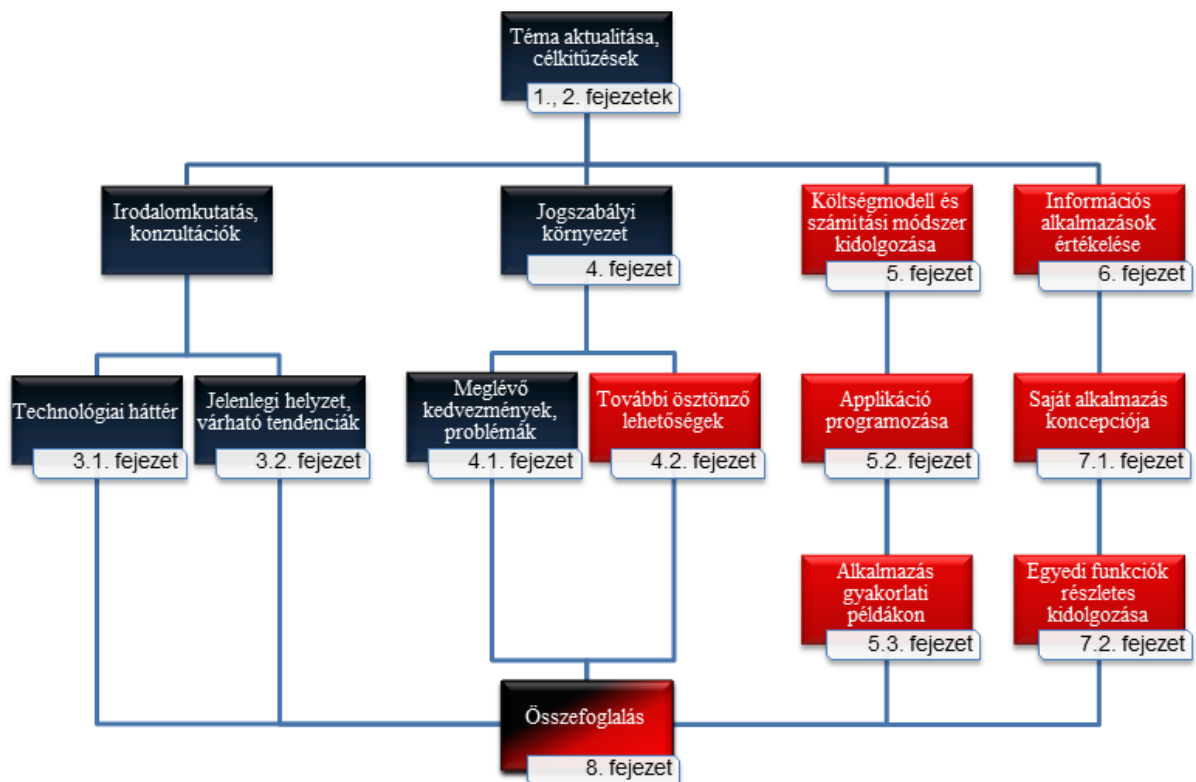
1. ábra: A kutatás folyamata (saját kutatási eredmény)

Kutatásom során összegyűjtöttem és rendszereztem az elektromobilitással kapcsolatos alapfogalmakat, ismertette a technológiai hátteret, az elektromos járművek és töltési lehetőségeik főbb paramétereit, jellemzőit. Mindehhez gyakorlati és tudományos, szakmai irodalomkutatást és feldolgozást végeztem, illetve autóiipari szakértőkkel konzultáltam, az ezek során szerzett ismereteket az adott fejezeteknél foglaltam össze. Ismertettem az elektromobilitás jelenlegi helyzetét, várható tendenciáit, valamint rendszerbe foglaltam az elterjedést gátló tényezőket, majd az ösztönző pénzügyi és jogszabályi módosításokra tettem javaslatot. Ezt követően a beszerzési, üzemeltetési és egyéb költségtényezőket figyelembe vevő költségmodellt és számítási módszert dolgoztam ki. A módszer alapján számítógépen futtatható applikációt fejlesztettem, melynek segítségével a különböző típusú autókkal

kapcsolatos költségek alakulását gyakorlati példákon keresztül szemléltettem. Végül, a már meglévő, elektromobilitást támogató külföldi utazói információs alkalmazások elemzését és értékelését követően a saját, korszerű, utazói döntéseket támogató információs alkalmazás koncepcióját alakítottam ki. Az egyes részfeladatok elvégzése során számos különböző módszert alkalmaztam, például:

- rendszerezés, értékelés, összehasonlítás,
- SWOT analízis,
- multikritériumos elemzés,
- adatbázis- és folyamattervezés,
- alkalmazásfejlesztés, programozás.

A dolgozat felépítését, a fejezetek egymásra épülését a 2. ábrán foglaltam össze. A kutatás legfontosabb részeit, a főbb, innovatív eredményeket tartalmazó pontokat piros háttérszínnel emeltem ki.



2. ábra: A dolgozat felépítése (saját kutatási eredmény)

3. Az elektromos járművek technológiai hátterének összefoglalása, az elektromobilitás helyzetelemzése

Az elektromos járművek belsőégésű motor helyett elektromotort és motorvezérlőt használó, alternatív hajtású közlekedési eszközök. Az energia tárolására legtöbbször hálózatról újratölthető akkumulátort alkalmaznak. Tulajdonságaik révén képesek az egyes országok energiabiztonságának javítására, az olajárak volatilitása által gyakorolt hatások kiküszöbölésére, a nagyobb városok fokozódó zaj- és légszennyezettségének, illetve az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére.

3.1. Az elektromos járművek főbb jellemzőinek, töltési lehetőségeinek rendszerezése

Az elektromos járműveket az alkalmazott motor(ok) fajtája és a hajtáslánc kialakítása szerint osztályozhatjuk. A tisztán elektromos járművek meghajtását kizárólag elektromos motor végzi. Mellettük megkülönböztethetünk hagyományos, belsőégésű motort is alkalmazó hibrid, valamint plug-in hibrid járműveket is. Míg a hibridek energiáját kizárólag a belsőégésű motor, és a fékezés energiáját visszatöltő rendszer biztosítja, addig a plug-in hibrid járművek külső forrásból is tölthetők. Az elektromos járművek energiaforrásaként az akkumulátorok szolgálnak. A jelenleg kapható autó modellek legnagyobb hányada lítium alapú akkukat használ, melyek elődeikhez képest előnyösebb tulajdonságokkal bírnak (magasabb energiasűrűségűek, olcsóbbak, jól viselik a gyorsöltéseket [3]). Ennek ellenére az elektromobilitás legfőbb műszaki korlátját az akkumulátor technológia jelenlegi fejlettségi szintje képezi, a tárolható energia mennyisége, ezáltal pedig az elektromos módban megtehető utazások távolsága igen korlátozott, súlyuk és áruk jelentős tételt képez, élettartamuk és biztonsági vonatkozásaik pedig további problémákat vethetnek fel. Az egyes járműkialakítások és akkumulátor típusok további jellemzőit az 1. mellékletben részleteztem.

A jelenlegi elektromos járművek főleg városi körülmények között teljesítenek jól. A villanymotor kiváló energiahatékonysága és nagy nyomatéka következtében menetdinamikájuk kb. 50-80 km/h sebességig egyáltalán nem marad el a belsőégésű motorral szerelt járművekéhez képest. Az autók zajkibocsátása igen alacsony, lokális szennyezőanyag emissziójuk nincs. Álló helyzetben, járó motorral a start-stop technológiának köszönhetően egyáltalán nem, illetve alacsony sebességnél is alig fogyasztanak üzemanyagot, a regeneratív

fékezés pedig még tovább javítja az energiahatékonyságukat. Az egy töltéssel megtehető távolság ennek ellenére mindössze kb. 100-200 km között alakul, mely a környezeti körülményektől függően, nagy sebességnél történő használat esetén, vagy a klíma/fűtés üzemeltetésével tovább csökkenhet. Az elektromos járművekkel kapcsolatos főbb gazdasági és környezeti előnyöket, valamint hátrányokat az 1. táblázatban foglaltam össze.

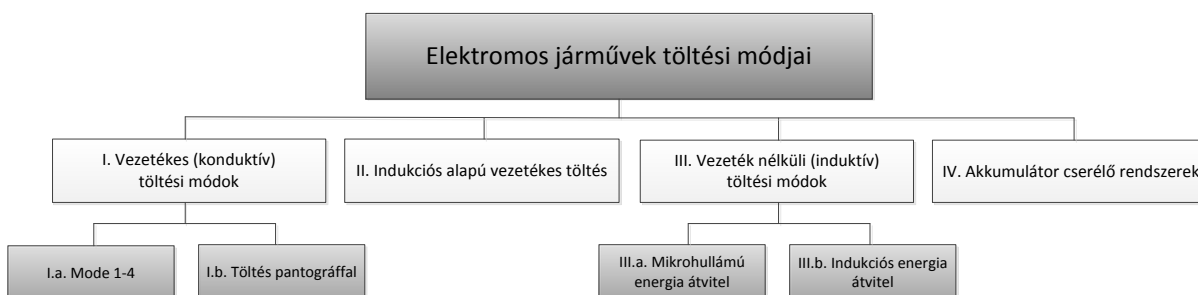
1. táblázat:

Az elektromos autók gazdasági és környezeti előnyei, hátrányai (saját kutatási eredmény)

	Előnyök	Hátrányok
Gazdasági	alacsony üzemanyagköltség	magasabb vételár (25-50 %-kal)
	az értékesíthető CO ₂ kvóta mennyisége nő	az akkumulátorok magas költsége
	a csökkenő légszennyezéssel csökkenő externális költségek*	az államháztartás csökkenő üzemanyag felhasználásból származó veszteségei
	javuló energiabiztonság	a töltőinfrastruktúra kiépítési költségei
	az iparág munkahelyeket teremt	az energiaigény növekedése
Környezeti	zéró lokális kibocsátás	a villamos energia termelésekor kibocsátott emisszió
	csökkenő légszennyezés*	
	csökkenő zajszennyezés egészségügyi helyzet javulása	az akkumulátorok kezelése (veszélyes hulladék)

* Csak az alacsony légszennyezésű energiamixszel előállított energia (megújuló energiaforrások, atomenergia) esetén, egyébként az erőművek kibocsátása meghaladhatja a lokálisan jelentkező környezeti előnyöket [4].

Az elektromos járművek akkumulátorainak töltésére a hagyományos, vezetékes töltési mód mellett egyéb, vezeték nélküli eljárások is születtek. Az indukciós elvű töltési módok megjelenése mellett ugyanakkor a vezetékes töltések időtartama is jelentősen csökkenthetővé vált. A 3. ábrán a töltési lehetőségeket csoportosítottam. Az egyes módok főbb jellemzőit, egymáshoz viszonyított előnyeit és hátrányait a 2. táblázatban rendszereztem, részletes technológiai leírásukat (működési elv, töltési idő diagram, SWOT elemzés stb.) a 2. mellékletben foglaltam össze. Az eredmények (töltési lehetőségek paraméterei) a következő feladatrészek során kerülnek felhasználásra.



3. ábra: Az elektromos járművek töltési módjainak csoportosítása (saját kutatási eredmény)

2. táblázat:

A töltési módok jellemzőinek összefoglalása (saját kutatási eredmény)

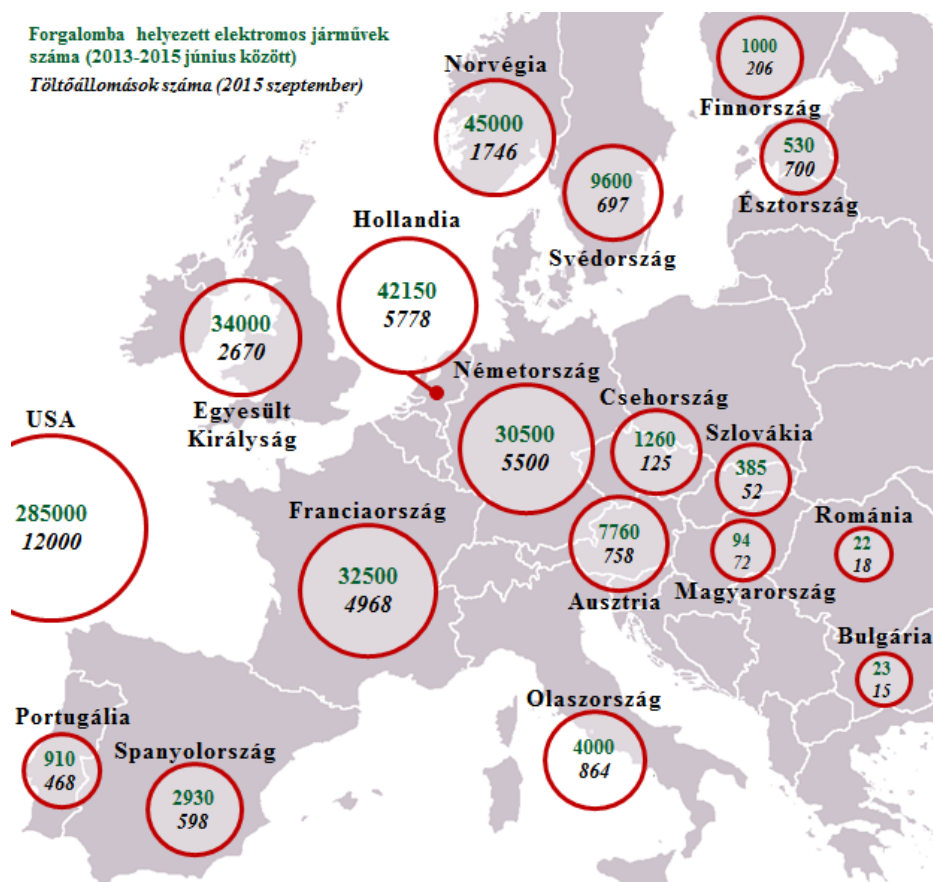
	I. Vezetékes (konduktív) töltés	II. Indukciós alapú vezetékes töltés	III.a. Mikrohullámú energia átvitel	III.b. Vezeték nélküli indukciós töltés	IV. Akkumulátor cserélő rendszerek
1. Töltési időtartam/sebesség	kialakítástól függő (20 perc-8 óra)	kialakítástól függő (15 perc-8 óra)	teljesítménytől függő (néhány perc-3 óra)	gyors (néhány perc)	gyors (a csere ideje néhány perc)
2. Hatásfok	magas (~90 %)	magas (~90 %)	közepes (76-84 %)	közepes (85-90 %)	-
3. Kiépítés költsége, bonyolultsága	legolcsóbb egyszerű kialakítás	közepes költség bonyolultabb kialakítás	kiépítése költséges	kiépítése költséges jelentős útmunkák szükségesek	kiépítése költséges (több akkumulátor, területigényes csereáll.)
4. Mozgás közbeni tölthetőség	csak álló helyzetben	csak álló helyzetben	mozgás közbeni töltés	mozgás közbeni töltés	csak álló helyzetben
5. Kényelem	vezeték csatlakoztatása szükséges	vezeték csatlakoztatása szükséges	beavatkozás nem szükséges	beavatkozás nem szükséges	beavatkozás nem szükséges
6. Biztonság	áramütések kockázata fenn áll	áramütések kockázata nem áll fenn	a mikrohullámmal átvitt energia hatása káros	hatása nem tisztázott	biztonságos
7. Járműbe telepítendő elemek	nem szükséges	nem szükséges	szükséges (vevő antenna)	szükséges (felvevő modul, szabályozó egység)	nem szükséges
8. Töltési hatékonyság	környezeti hatásoktól független	környezeti hatásoktól független, töltő tekercsei közti légrés nagysága befolyásolja	a környezeti körülmények befolyásolják	környezeti hatásoktól független, a tekercsek távolsága befolyásolja	környezeti hatásoktól független

3.2. Nemzetközi és hazai helyzetértékelés, várható tendenciák összefoglalása

Az elektromobilitás szempontjából nemzetközi szinten az Európai Unió mellett az Amerikai Egyesült Államok, valamint Kína tartoznak az legmeghatározóbb régiók közé. Az egyes országok helyzetének jellemzésére az alábbi indikátorok szolgálnak:

- az értékesített elektromos hálózatra csatlakoztatható járművek száma,
- a töltőinfrastruktúra kiterjedtsége (térbeli lefedettség, darabszám),
- politikai célok, kormányzati támogatások, ösztönző intézkedések megléte.

Jelenleg az európai országok elektromos járműszámai és töltőállomás-hálózati kiterjedtsége között jelentős különbségek vannak. A vezető országokban éves szinten több ezer tisztán elektromos, plug-in hibrid és hatótáv növelt járművet értékesítenek, a kisebb, keletebbre található országokban azonban ezek a számok mindössze maximum százas nagyságrendűek. A régiók közt fellelhető különbségek az elektromos töltőállomás-hálózat nagyságán is megfigyelhetők (4. ábra).



4. ábra: Töltőállomások és forgalomba helyezett elektromos járművek száma (saját szerkesztés,[33], [34], [35], [41], [42] alapján)

Itthon jelenleg 72 helyszínen találhatunk nyilvános töltőpontokat, elhelyezkedésükre a Budapest központúság jellemző. Ez a használhatóságra nézve nem előnyös, hiszen a ~100 km-es hatótávolságú elektromos autók országosan így nem használhatóak ki. Az e-mobilitás támogatásának egyik legfontosabb lépése a teljes országot lefedő töltőhálózat kiépítése, melynek eléréséhez az EU 2020-ig 7000 töltőpont telepítését irányozza elő ([26], [27]).

Az egyes államok kormányzatai maguk is ösztönzik az elektromobilitást. Az országok jellemzően a mentességek halmazából válogatnak, például fizessen-e az elektromos gépjárművel rendelkező tulajdonos regisztrációs adót, forgalmi adót, útdót, vagy gépjármű adót (pl. USA, Hollandia, Dánia, Ausztria, Magyarország). Egy-egy országban a beszerzésekhez nyújtanak támogatást (pl. Franciaország, Svédország, Kína). A töltőinfrastruktúra telepítés ösztönzésére sok ország szintén jelentős pénzügyi kedvezményeket biztosít (például Nagy-Britannia, Franciaország). Amerikában az ösztönzési politika része, hogy a kormányzat egyre szigorodó szabályokat hoz az újonnan gyártott gépjárművek károsanyag-kibocsátására vonatkozóan, míg Kínában az elektromobilitás helyzetén a keresleti oldal támogatása mellett a hibrid és plug-in hibrid autók tömeggyártásának fellendítésével igyekeznek segíteni [36].

A PwC nevű cég [36], [37] tanulmányaiban a hazai elektromobilitás várható tendenciáit és annak hatásait vizsgálta. Becsléseik szerint a plug-in hibrid és tisztán elektromos gépjárművek együttes száma 2023-ban realista esetben 52.000 körül alakul, míg megfelelő ösztönzési rendszer kialakításával akár a 139.000-et is meghaladhatja. A növekvő elektromobilitás hazai villamosenergia-rendszerre gyakorolt hatása egyelőre nem jelentős, az eredmények alapján további energiatermelő kapacitások létesítése rövid távon nem szükséges.

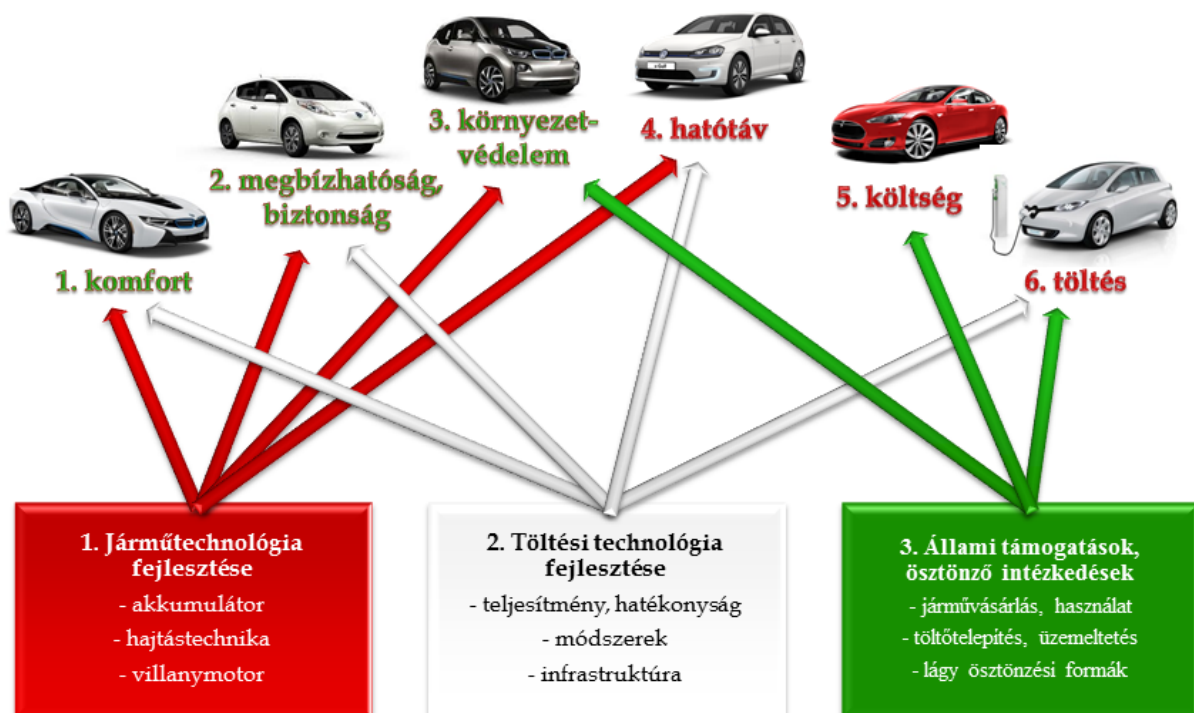
Az elektromos járművek pozitív hatást eredményeznek a lokális károsanyag-kibocsátás terén, a globális hatásokat tekintve azonban csak a megújuló energiaforrásokból származó energiával működtetett autók tekinthetők egyértelműen környezetbarátnak. A felhasználás helyén csökkenő légszennyezés és zajterhelés a pozitív egészségügyi hatások révén közvetett pénzügyi megtakarítást is eredményez, emellett olyan hasznok is figyelembe vehetők, melyek kevésbé, vagy csak nehezen számszerűsíthetők (pl. új beruházási lehetőségek, kutatási és fejlesztési források, bővülő nemzetközi kapcsolatok). A gazdasági hatások tárgyalása során, a negatív oldalon a gépjárművek elterjesztéséhez szükséges pénzügyi ösztönzők értékével, illetve az államháztartás csökkenő üzemanyag felhasználásból származó veszteségeivel kell számolni. A tanulmányok alapján a nemzetközi szinten megfigyelhető terjedéssel összhangban hazánkban is várható az elektromos járművek térnyerése.

4. Az elektromobilitás elterjedését gátló és ösztönző tényezők rendszerbe foglalása

Az elmúlt években az elektromos autók ára jelentősen csökkent, miközben az új modellek technológiailag fejlettebbé, felszereltebbé váltak, a gyártók pedig egyre hosszabb idejű és szélesebb körű garanciát vállalnak [7]. A technológia elfogadását befolyásoló legfontosabb tényezők:

1. komfortérzet,
2. biztonság és megbízhatóság,
3. környezetvédelem,
4. hatótávolság,
5. költségek,
6. töltési idők és lehetőségek.

Az első három tényező tekintetében a jelenlegi elektromos járművek már versenyképesek, sőt, sok esetben jobbak hagyományos, belsőégésű motorral hajtott versenytársaiknál. A költségek azonban még jelentős csökkentésre, a hatótávolság és a töltőinfrastruktúra kiépítettsége pedig további növelésre szorulnak [38]. Az 5. ábrán a terjedést ösztönző intézkedések hatásait szemléltettem.



5. ábra: A elektromobilitás elterjedését támogató tényezők hatásai (saját kutatási eredmény)

A gyors elterjedés legfőbb gátja, hogy az elektromos járművek technológiája terén (az akkumulátor-fejlesztésben) továbbra sem történt olyan érdemi áttörés, mely az elektromos gépjárművek technikai korlátait (pl. hatótávolság, élettartam) és beszerzési költségeit jelentősen csökkentené. A töltési technológiák fejlődésének, az infrastruktúra bővítésének szerepe szintén fontos, a vezeték nélküli töltési módok a hatótávolságot jelentősen megnövelik, ezáltal pedig a komfortérzet és megbízhatóság növekedéséhez is hozzájárulnak. Az elektromobilitás térnyerésére a technológiák fejlesztése mellett a különböző állami támogatások, pénzügyi mechanizmusok, ösztönző intézkedések életbe léptetése szintén pozitív módon hat [7]. Az EU irányelvei egyértelműen deklarálják, hogy kormányzati lépések, e mögött pedig dedikált pénzügyi mechanizmusok bevezetése szükséges ahhoz, hogy az elektromos meghajtású gépjárművek elterjedése már kritikus tömeget jelentsen, aminek hozadékaként a környezeti terhelés csökkenése kimutatható [20]. Az [5] tanulmány egy különböző forgatókönyveken alapuló modell segítségével a németországi piacot vizsgálja, megállapításai szerint a kormány ösztönző intézkedései az elektromos járművek piaci részesedését jelentősen növelhetik 2030-ra.

A hazai szabályozási környezet jelenleg már tartalmaz ugyan néhány kedvezményt az elektromos meghajtású járművekre vonatkozóan, az elterjedés ösztönzésére azonban számos további intézkedéstípus is alkalmazható. Ezeket rendszerszemléletben foglaltam össze.

4.1. A szabályozási környezet kedvezményeinek, problémáinak feltárása, megoldási javaslatok megfogalmazása

A jelenlegi jogszabályi környezet elektromos járművekre vonatkozó kedvezményei a következők:

- a kizárólag elektromos meghajtású gépjárművek után nem kell regisztrációs adót fizetni,
- forgalomba helyezési illeték, gépjármű átírási illeték nincs,
- gépjármű adót, cégautó adót és helyi adót sem kell fizetni,
- a visszterhes vagyonszerzési illeték alól a kizárólag elektromos hajtómotorral működő gépjárművek szintén mentesek [28], [29], [30].

Ezen kedvezmények a járművásárlás szempontjából csak csekély mértékben tekinthetők érdemi ösztönzőknek; a széleskörű elterjedéséhez további támogatások, engedmények, adókedvezmények és használatot könnyítő feltételek szükségesek. A szabályozási környezet

jelenleg sok ponton hiányos, összehangolatlan, illetve az elektromobilitás terjedését gátló, kedvezőtlen feltételeket tartalmaz, melyeket a következő pontokban foglaltam össze:

- hiányzik a töltőállomások építésére és üzemeltetésére vonatkozó jogi szabályozás,
- jelenleg villamosenergia-értékesítés csak villamosenergia-kereskedői engedéllyel lehetséges,
- az ún. „völgyidőszaki” áram csak korlátozottan áll rendelkezésre.

Az elektromos töltőállomások építésére és üzemeltetésére vonatkozó jogi szabályozás hiánya miatt egy-egy töltőállomás telepítése során az érintett hálózat-szakasz engedélyeztetése és a kiépítés 1,5 évig is húzódhat. A jövőben a töltőállomások telepítésének és üzemeltetésének egyértelmű, egyszerű feltételeket biztosító jogi szabályozása szükséges, az engedélyeztetési folyamat egyszerűsítése, gyorsabbá tétele indokolt, melynek segítségével a teljes kivitelezés időtartama néhány hónapra redukálható.

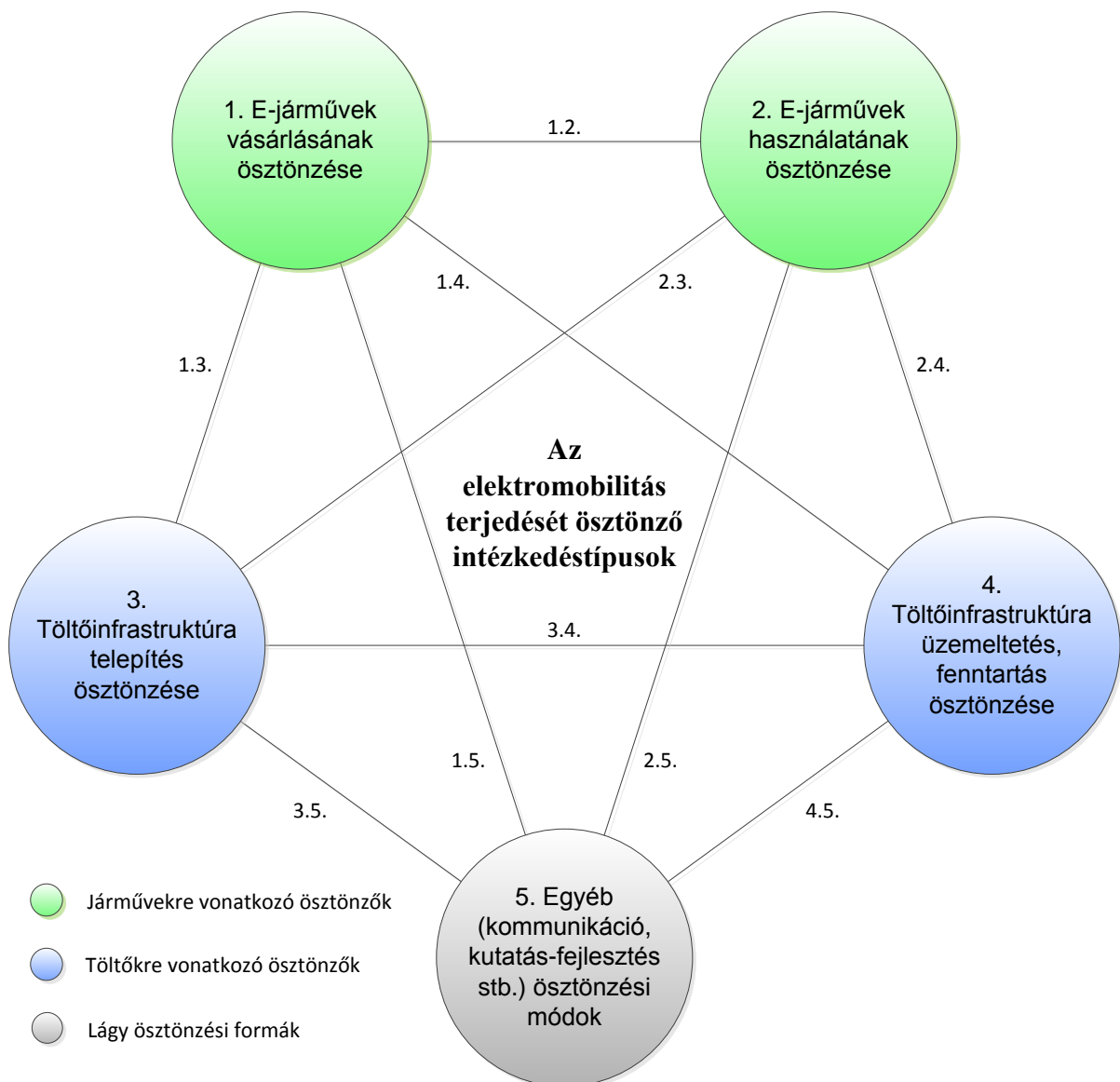
A jelenlegi szabályozási környezet a töltőberendezést használó ügyfelekkel történő elszámolást a töltőoszlop tulajdonosának/üzemben tartójának csak akkor teszi lehetővé, ha az rendelkezik villamosenergia-kereskedői engedéllyel. Megoldás: a vonatkozó szabályozási környezet olyan módosítása, mely az elektromos járművek villamosenergia-ellátására jogosító külön engedélyt vezet be. A szabályozásban figyelemmel kell lenni arra, hogy a felhasználók eseti alapon (szerződéses viszony nélkül) is igénybe vehessék a szolgáltatást, a külön engedélyes pedig szabadon szerezhesse be a továbbértékesítendő villamos energiát bármely uniós kereskedőtől.

A jelenlegi jogszabályi környezet szerint a téli időszakban maximum 6, nyári időszakban maximum 5 óra állhat rendelkezésre az éjszakai völgyidőszakban [31], mely nem elegendő arra, hogy az ekkor termelt olcsó villamos energia segítségével az elektromos járművek akkumulátorai teljesen feltölthetők legyenek (normál töltéssel). A 4/2011 (I.31) NFM rendelet alapján a szolgáltató határozza meg, hogy a vezérelt áram mely időintervallumokban érhető el. A probléma megoldása összetett kérdés, a völgyidőszaki villamosenergia-ellátás időtartamának bővítésének, összevonásának lehetősége számos egyéb vizsgálatot igényel. A V2G (vehicle-to-grid) technológia terjedése ugyanakkor az elektromos rendszer egyensúlyát és a piac kiegyenlítését kétféle módon is elősegítheti [6]. Egyrészt csúcsidőszakon kívüli töltéssel és csúcsidőszaki visszatáplálással, mely a járműhasználók villamosenergia-számlájának csökkenését is segítené (a mélyvölgyi időszakban alacsonyabb áron felvett energiát elraktározza a jármű, majd ezt az energiát magasabb áron visszatáplálja a

csúcsidejében), másrészt tartalékkapacitás biztosításával. Az elektromos járművek a hálózat szempontjából így főként a csúcsidejében fellépő terhelések kiegyenlítésére, a megújuló energiaforrások áramának befogadására, valamint hálózatoptimalizálásra használhatók.

4.2. Az elterjedést ösztönző intézkedési lehetőségek összefoglalása

A további ösztönző intézkedések terén öt fő kategóriát különböztettem meg, melyeket a 6. ábrán foglaltam össze.



6. ábra: Az elektromobilitás elterjedését ösztönző intézkedéstípusok (saját kutatási eredmény)

Az intézkedéstípusok közötti kapcsolatok az egyes ösztönző csoportok elektromobilitás terjedésére, valamint egymásra gyakorolt hatásait mutatják. A járművásárlás támogatása ösztönzi a használatot is, míg a használatot megkönnyítő lehetőségek vonzóbbá teszik az elektromos autók vásárlását (1.2.). A töltőinfrastruktúra telepítésének támogatása és az üzemeltetés, fenntartás megkönnyítése hasonlóan oda-vissza hatnak egymásra (3.4.). A töltőpontok számának bővülése az elektromos járművek számának növekedésére és a futásteljesítményre (használatra) is pozitívan hat, miközben az országos gépjármű-flottában nagyobb arányban megjelenő elektromos járművek a piaci szereplőket töltőinfrastruktúra telepítésére és üzemeltetésre ösztönözhetik (1.3., 2.3., 1.4., 2.4.). Az olyan egyéb intézkedések, mint a tudatformálás, tájékoztatás, elektromos közlekedéssel kapcsolatos kommunikáció és kutatás-fejlesztés mind a járművásárlás és használat, mind pedig a töltőállomás telepítés és üzemeltetés terén pozitív elmozdulást eredményezhetnek; miközben az elektromobilitás növekedése a kommunikációs és kutatás-fejlesztési feladatok szerepét még tovább erősíti és ösztönzi (1.5., 2.5., 3.5., 4.5.).

A 3.-7. táblázatokban az elektromobilitás terjedését ösztönző intézkedési lehetőségeket az öt intézkedéscsoportba soroltan dolgoztam ki. Az ösztönző lehetőségek mellett feltüntettem, hogy az adott intézkedés pénzügyi, avagy egyéb módon támogatja az elektromos járművek használatát, illetve jelöltem az adott kedvezmény, intézkedés által támogatott felhasználói csoportokat is.

A 3. táblázatban az elektromos járművek vásárlását ösztönző intézkedéseket foglaltam össze. A vásárlást főleg pénzügyi eszközökkel támogathatjuk (ÁFA csökkentése, kedvezmények, támogatások), mérsékelve ezzel az elektromos járművek beszerzési költségeit és megkönnyítve megjelenésüket bizonyos szolgáltatásokat végző vállalatok (pl. taxi társaságok, kommunális szemét szállítók) flottáiban [7]. Az elektromos járművek számának növekedése emellett a különböző hatóságok (értve ez alatt az önkormányzatokat, központi költségvetési szerveket, állami tulajdonban lévő gazdasági társaságokat) gépjármű beszerzéseinek szabályozásával is elősegíthető.

3. táblázat:

Az elektromos járművek vásárlását támogató intézkedések (saját kutatási eredmény)

1. E-jármű vásárlás	Típus		Támogatottak			Megjegyzés
	Pénzügyi	Nem pénzügyi	Vállalatok	Lakosság	Hatóságok	
E-járművek közbeszerzési eljárásokba emelése		x			x	Az elektromos hajtású járművek prioritást élvezzenek.
ÁFA mérséklése	x		x	x	x	
Adóalap kedvezmény	x		x		x	Az e -jármű beszerzési árának (vagy egy részének) leírhatósága.
SZJA kedvezmény	x			x		
Központi költségvetési szervek és állami tulajdonban lévő gazdasági társaságok gépjármű beszerzéseinek szabályozása		x			x	Az új gépjárművek bizonyos százaléka e-jármű legyen, vagy egy határértéknél kevesebb CO ₂ -t bocsásson ki.
Az e-járművek tulajdonosainak állami támogatás nyújtása napelemek felszereléséhez	x		x	x	x	
Államilag támogatott hitelek nyújtása e-jármű beszerzésre	x		x	x	x	
Kommunális szemét szállítására szolgáló e-járművek beszerzésének támogatása	x		x		x	
Személytaxi-szolgáltatást végző és fuvarozó társaságok e-jármű beszerzéseinek támogatása	x		x			Kiterjeszhető a társaságokkal szerződő taxisok beszerzéseinek támogatására is.

A 4. táblázatban az elektromos járművek használatát ösztönző és könnyítő lehetőségeket foglaltam össze. Az intézkedések közt egyaránt találhatók pénzügyi (különböző díjak alóli mentesség vagy kedvezmény) és egyéb (kivételes jogok, megkülönböztetett parkolóhelyek biztosítása stb.) beavatkozások is. Ezen intézkedések bevezetése legtöbb esetben az összes használói réteget támogatja.

4. táblázat:

Az elektromos járművek használatát ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)

2. E-jármű használat	Típus		Támogatottak			Megjegyzés
	Pénzügyi	Nem pénzügyi	Vállalatok	Lakosság	Hatóságok	
Közlekedési kedvezmények biztosítása		x	x	x	x	Az elektromos autók közlekedési korlátozások alóli mentessége (pl. szmogriadó esetén).
Buszsáv használatának engedélyezése		x	x	x	x	Kijelölt időszakra, meghatározott helyekre stb. korlátozható.
Elektromos autósávok kijelölése		x	x	x	x	Olyan több sávú közutak esetén, ahol nincs buszsáv, ill. a közút és a forgalom ezt lehetővé teszi.
Várakozási díj fizetése alóli mentesség (vagy sávos kialakítás)	x		x	x	x	Korlátozható kizárólag a töltővel ellátott helyekre is, de a dinamikus használat érdekében időkorlát bevezetése javasolt.
Intermodális csomópontokon ingyenes várakozási területek kijelölése	x		x	x	x	Pl. vasútállomások, repülőterek mellett, közlekedési csomópontok környékén.
Dedikált parkolóhelyek e-járművek számára, töltőinfrastruktúrával		x	x	x	x	A P+R és egyéb közcélú parkolók, irodaházak, parkolóházak, kijelölt területek legjobb helyein.
Kijelölt parkolóhelyek bizonyos százalékának fenntartása e-járművek számára		x	x	x	x	Az országos fő- és mellékútviszony hálózaton érte.
Útdíj fizetése alóli mentesség vagy kedvezmény	x		x	x	x	
Dugódíj fizetése alóli mentesség vagy kedvezmény	x		x	x	x	A dugódíj bevezetése esetén alkalmazható pénzügyi ösztönző.
Külön környezetterhelési adó kivétele a nem elektromos járművekre	x		x	x	x	
Zöld emissziós területek kijelölése, e-járművek zónába való behajtásának engedélyezése		x	x	x	x	A helyben lakók kivételével csak elektromos gépjárművel behajtható területek kijelölése.
Tömegközlekedés igénybevételi díja alóli mentesség vagy kedvezmény biztosítása az e-jármű tulajdonosoknak	x			x		Teljes helyváltoztatási folyamatok, mobilitási láncok (átszállások) támogatása.

Az 5. és 6. táblázatokban a töltőinfrastruktúra telepítést, valamint üzemeltetést elősegítő pénzügyi támogatásokat és nem pénzügyi ösztönzőket (pl. építési engedély mentesség biztosítása töltőinfrastruktúra telepítéskor) foglaltam össze. A szigorúbb beavatkozások közé tartozik például a különböző vállalatok, szolgáltatók, vagy önkormányzatok töltőpont telepítésre kötelezése.

5. táblázat:

Töltőinfrastruktúra telepítést ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)

3. Töltőpont létesítés		Típus		Támogatottak			Megjegyzés
Ösztönző neve	Pénzügyi	Nem pénzügyi	Vállalatok	Lakosság	Hatóságok		
Adóalap kedvezmény	x		x		x	A töltőállomás beszerzési árának (vagy egy részének) leírhatósága.	
A kormányzat nyilvános töltőpontokat telepít		x					
Töltőpont telepítésre kötelezés		x	x		x	Irodaházakban, parkolóházakban, parkolásra kijelölt területeken stb.	
Vissza nem térítendő támogatás töltőinfrastruktúra telepítésére	x		x	x	x		
Államilag támogatott hitelek nyújtása töltőinfrastruktúra telepítésére	x		x	x	x		
Építési engedély mentesség töltőinfrastruktúra telepítésénél		x	x	x	x		

6. táblázat:

Töltőinfrastruktúra üzemeltetést, fenntartást ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)

4. Töltőpont üzemeltetés		Típus		Támogatottak			Megjegyzés
Ösztönző neve	Pénzügyi	Nem pénzügyi	Vállalatok	Lakosság	Hatóságok		
Megújuló energiát hasznosító töltőpontok állami támogatása	x		x	x	x		
Fenntartható üzemeltetői modell kialakítása		x	x	x	x		

Végül a 7. táblázatban foglaltam össze az előző intézkedéstípusokba nem illeszkedő ösztönzőket, melyek az elektromobilitás terjedését a potenciális felhasználók tudatformálásán keresztül, az elektromos járművek és közlekedés ismertetése révén, illetve egyéb módokon

(kutatás-fejlesztés, üzemi tesztek támogatása, elektromos gépjármű fogalmának és kedvezményeinek kiterjesztése) segítik elő. Ezen csoportba sorolható a dolgozatban kidolgozott, utazói döntéseket támogató, költségmodellt magába építő információs alkalmazás bevezetése is.

7. táblázat:

Egyéb, terjedést ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)

5. Egyéb ösztönzők	Típus		Támogatottak			Megjegyzés
	Pénzügyi	Nem pénzügyi	Vállalatok	Lakosság	Hatóságok	
Elektromos gépjármű fogalmának egységesítése a jogszabályokban		x	x	x	x	A különböző törvényekben használt terminológiák egységesítése.
Elektromos gépjármű fogalmának kiterjesztése		x	x	x	x	Plug-in hibrid és növelt hatótávú plug-in hibrid kategóriájú járművekre is.
Elektromos közlekedéssel kapcsolatos kommunikáció		x	x	x		Az egyéb stratégia célokkal (pl. egyéni közlekedés csökkentése, car-sharing növelése) összhangban.
E-járművekre vonatkozó tájékoztatás erősítése		x	x	x		
Budapesti koncepció alkotása az elektromobilitásról		x				Az elkészült közlekedésfejlesztési stratégiákba, koncepciókba illetve
Autószerelők, buszsofőrök e-járművekre vonatkozó képzése		x				
Elektromos hajtású autóbuszok üzemi tesztjeinek támogatása	x		x		x	
Kutatás-fejlesztési támogatások	x		x	x	x	
Az elektromobilitással összefüggő utazói döntéseket támogató alkalmazások		x	x	x	x	Vásárlás előkészítése, töltő- és járműhasználat megkönnyítése stb.

Az intézkedési lehetőségek az elektromobilitás szélesebb körű elterjedéséhez tehát különböző módokon, pénzügyi és egyéb eszközökkel is hozzájárulnak. A támogatások, kedvezmények, pénzügyi beavatkozások érvénybe léptetése előtt államháztartási, vagy fővárosi, kerületi szintű költségvetési vizsgálatok elvégzése lehet indokolt. A jármű használatot, üzemeltetést könnyítő intézkedések (pl. buszsáv használatának engedélyezése, dedikált parkolóhelyek biztosítása) bevezetése előtt kapacitásvizsgálat, forgalomszámlálás, forgalmi modellezés és hatásvizsgálatok elvégzése szükséges. Az ösztönző rendelkezések hatékony megvalósítása érdekében a piac különböző szereplői és az egyes intézkedések során bevonandó érintett szervezetek hatékony együttműködése elengedhetetlen.

5. Döntéstámogató költségmodell és számítási módszer kidolgozása

Felmérések alapján a használók tudatában vannak az elektromos járművek környezetbarát jellegének, biztonságosnak tartják, azonban a magas beszerzési költség, valamint az üzemeltetési költségekkel kapcsolatos bizonytalanságaik visszatartják őket a vásárlástól [5]. A kidolgozott költségmodell és számítási módszer célja egy rögzített üzemeltetési időtartam alatt felmerülő összes, járművel kapcsolatos költségparaméter azonosítása és értékének meghatározása, az elektromos jármű használat hosszú távú pénzügyi előnyeinek bizonyítása. A módszer az előző fejezetben ismertetett pénzügyi ösztönző intézkedések hatásainak számszerűsítésére is kiválóan alkalmas.

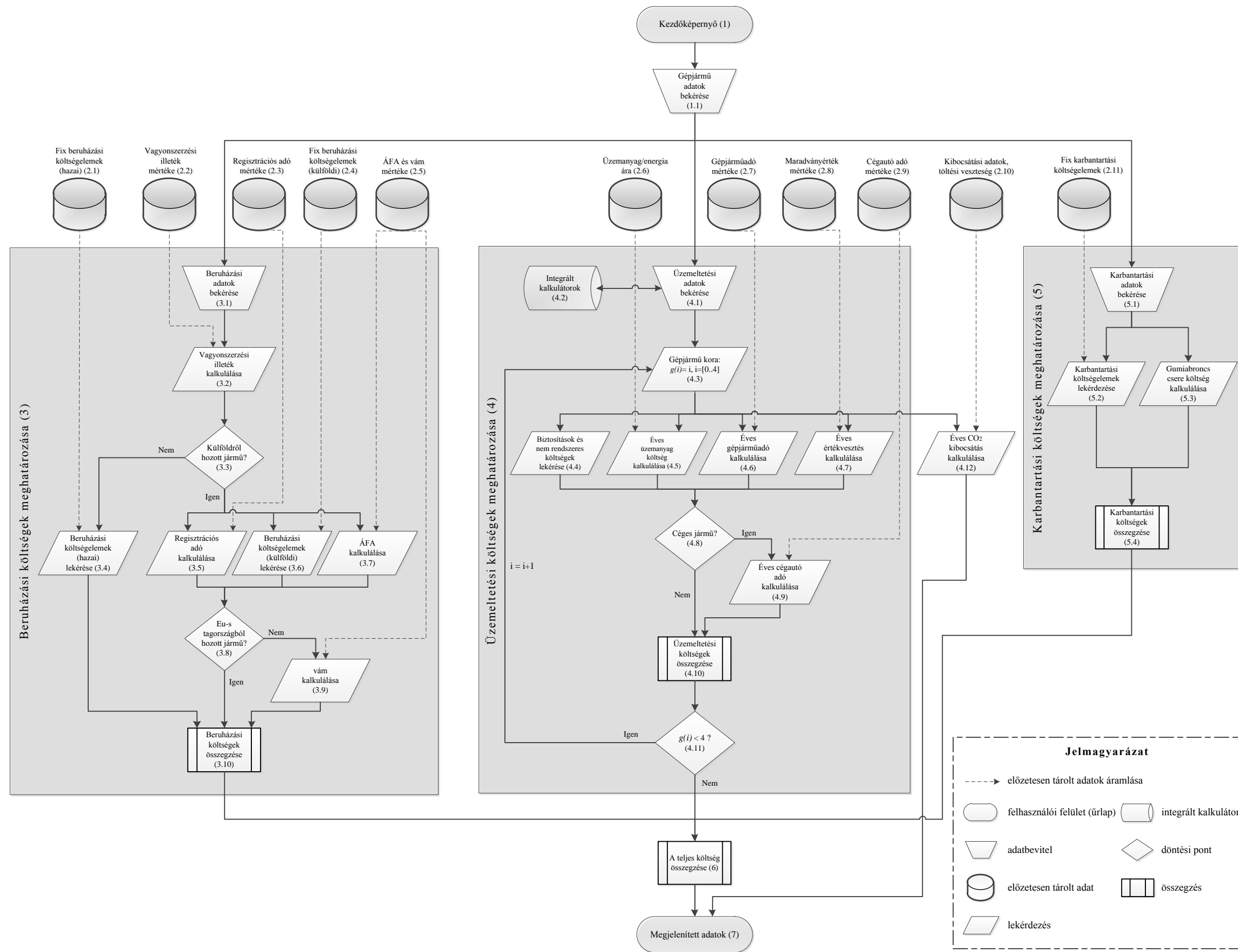
5.1. A modell és a számítási módszer ismertetése

A számítási módszer a teljes ráfordítást a beruházási, üzemeltetési, illetve a karbantartási költségek összegeként határozza meg. A paraméterek száma igen nagy, számos összetevő figyelembe vétele nehezen oldható meg, sok esetben egyszerűsítéseket, lehatárolásokat kellett alkalmazni. Az időben változó tényezők értékének jövőbeli alakulása nem ismert, így a számítások során kapott eredmények megbízhatósága függ a bemenő adatok megbízhatósági szintjétől. Az alkalmazott lehatárolások és egyszerűsítések a következők:

- A kidolgozott modell csak az új autók vásárlását kezeli.
- A vizsgált üzemeltetési időintervallum a vásárlástól számított 5 év.
- A kötelező gépjármű felelősségbiztosítás és a casco értéke nehezen kalkulálható, így értékét a felhasználó adja meg. Az értékek meghatározását online kalkulátorok segítik.
- Az időben változó paraméterek értékét (pl. üzemanyag/energia ára) a modell elkészítésekor érvényes nagyságukon vettem figyelembe.

A kidolgozott számítási módszer folyamatait, az adatok és lekérdezések (adat behívások, számítások) kapcsolatait a 7. ábrán szemléltettem. A különböző típusú információkat és műveleteket eltérő jelölések (pl. 'dobozok') szimbolizálják.

A modell paraméter struktúráját a 8. táblázatban ismertettem. Az adatokat a számítási folyamatban betöltött szerepük alapján csoportosítottam, és jelöltem a folyamatábrán való elhelyezkedésüket is. A felhasznált paraméterek egy része előzetesen tárolt adat (sárga színekkel jelölve), míg másik részüket a felhasználó adhatja meg (zöld színekkel jelölve).



7. ábra: A kidolgozott számítási módszer működési folyamata (saját kutatási eredmény)

8. táblázat:

A költségmodellben alkalmazott adatok struktúrája (saját kutatási eredmény)

	Jelölés a 7. ábrán	Megnevezés	Jele	Mértékegység	Érték
Jármű alapadatai	1.1	gépjármű típusa	x_1	-	benzines/dízel/ elektromos/hibrid
	1.1	környezetvédelmi osztály	x_2	-	0-16
	1.1	teljesítmény	x_3	[kW]	
	1.1	hengerűrtartalom	x_4	[cm ³]	
	1.1	vételár	x_5	[Ft]	
Adatok a beruházási költségek számításához	2.1	rendszámtábla ára	a_1	[Ft]	8500
	2.1	forgalmi engedély kiállítása	a_2	[Ft]	6000
	2.1	törzskönyv kiállítása	a_3	[Ft]	6000
	2.2	vagyonszerzési illeték segédtable	S_1	-	(lásd: 1. függelék)
	2.3	regisztrációs adó segédtable	S_2	-	(lásd: 1. függelék)
	2.4	külföldi jármű ügyintézésének, okmányainak költsége	b_1	[Ft]	30000
	2.5	ÁFA mértéke	c_1	[%]	27
	2.5	vám mértéke	c_2	[%]	10
	3.1	döntés (külföldön vásárolt jármű)	d_1	-	igen/nem
	3.1	döntés (EU tagországban vásárolt jármű)	d_2	-	igen/nem
3.1	szállítás költsége	x_6	[Ft]		
Adatok az üzemeltetési költségek számításához	2.6	benzin ára	k_1	[Ft/l]	340
	2.6	gázolaj ára	k_2	[Ft/l]	350
	2.6	energia ára	k_3	[Ft/kWh]	36
	2.7	gépjárműadó segédtable	S_3	-	(lásd: 1. függelék)
	2.8	maradványérték segédtable	S_4	-	(lásd: 1. függelék)
	2.9	cégautó adó segédtable	S_5	-	(lásd: 1. függelék)
	4.3	üzemeltetési év	i	-	$i=[0..4]$
	4.1	éves átlagos futásteljesítmény	x_7	[km]	
	4.1	jármű átlagos fogyasztása	x_8	[l/100km] v. [kWh/100km]	
	4.1	kötelező gépjármű felelősségbiztosítás éves értéke	x_9	[Ft]	
	4.1	casco éves értéke	x_{10}	[Ft]	
4.1	nem rendszeres költségek éves értéke	x_{11}	[Ft]		
4.1	döntés (céges autó)	d_3	-	igen/nem	
Adatok a karbantartási költségek számításához	2.11	műszaki vizsga ára (4. évben)	e_1	[Ft]	22000
	2.11	5 éves karbantartási csomag ára benzines autók esetén	p_1	[Ft]	245000
	2.11	5 éves karbantartási csomag ára dízel autók esetén	p_2	[Ft]	331000
	2.11	5 éves karbantartási csomag ára elektromos autók esetén	p_3	[Ft]	110000
	2.11	5 éves karbantartási csomag ára hibrid autók esetén	p_4	[Ft]	200000
	5.1	vásárolt gumiabroncs szettek száma	x_{12}	[db]	
	5.1	gumiabroncs szett költsége	x_{13}	[Ft]	
	5.1	havonta félretett összeg	x_{14}	[Ft]	

A számítási módszer részletes ismertetése:

Adatbevitel: A felhasználó az 1.1, 3.1, 4.1 és 5.1 lépésekben adja meg a számításhoz szükséges jármű- és felhasználó specifikus adatokat. Ezt követően, az előzetesen tárolt adatok (2.1-2.11) felhasználásával a számítási folyamat megvalósulhat.

Beruházási költségek meghatározása (3): Ennél a részfolyamatnál az algoritmus két döntési ponttal rendelkezik. Erre azért van szükség, mert a felhasznált költségelemek az itthon, és a külföldön vásárolt járművek esetén különböznek (3.3 döntés); külföldi beszerzés esetén pedig csak az EU-n kívüli országokból hozott jármű után szükséges vámot fizetni (3.8 döntés). A számítási lépések részleteit a 9. táblázat ismerteti.

9. táblázat:

A beruházási költség meghatározásának számításai (saját kutatási eredmény)

Jelölés a 7. ábrán	Lekérdezés megnevezése	Jele	Összefüggés
3.2	Vagyonszerzési illeték kalkulálása	$f_1(x_1, x_3)$	if $x_1 = \text{=elektromos}$ then $f_1 = 0$, else $f_1 = S_1(x_3) * x_3$
3.4	Beruházási költségelemek (hazai) behívása	f_2	$f_2 = a_1 + a_2 + a_3$
3.5	Regisztrációs adó kalkulálása	$f_3(x_1, x_2, x_4)$	if $x_1 = \text{=elektromos}$ then $f_3 = 0$, else if $x_1 = \text{=hibrid}$ then $f_3 = 76000$, else $f_3 = S_2(x_1, x_2, x_4)$
3.6	Beruházási költségelemek (külföldi) behívása	$f_4(x_6)$	$f_4 = b_1 + x_6$
3.7	ÁFA kalkulálása	$f_5(x_5)$	$f_5 = x_5 * c_1$
3.9	Vám kalkulálása	$f_6(x_5)$	$f_6 = x_5 * c_2$
3.10	Beruházási költségek összegzése	$f_b(d_1, d_2, x_{1-6})$	if $d_1 = \text{=nem}$ then $f_b = f_1 + f_2$, else if $d_2 = \text{=igen}$ then $f_b = f_1 + f_3 + f_4 + f_5$, else $f_b = f_1 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6$

Üzemeltetési költségek meghatározása (4): Az üzemeltetési költségek meghatározása során az algoritmus egy döntési ponttal rendelkezik: céges járművek esetén cégautó adót kell fizetni (4.8 döntés).

Az 5 éves időszakra vonatkozó költségeket éves lépésekben számítjuk. Az üzemeltetési éveket i változóval jelöltem, értéke a $[0..4]$ intervallumon növekszik. A gépjárművek korát $g(i)$ -vel jelölöm, ennek értéke minden üzemeltetési év során pontosan i -vel egyenlő (a 0. üzemeltetési évben mindig 0, mivel a lehatárolásoknak megfelelően a módszer csak az új autók vásárlását kezeli). A 4.11 jelölésű művelettel végrehajtott visszacsatolás az egyes

üzemeltetési évek során jelentkező költségek egymás után történő összegezhetőségének megvalósítására szolgál. Az első évre vonatkozó költségelemek összegzése után az üzemeltetési évet 1-el növeljük ($i=i+1$), ekkor a gépjármű kora ($g(i)$) is 1-el növekszik. Az új üzemeltetési év költségeit a frissített gépjármű kor adattal számítjuk. Az eljárás befejeződik, amikor $g(i)$ értéke eléri a 4-et, így pontosan 5 év adatait összegezzük.

A kötelező gépjármű felelősségbiztosítás és a casco éves értéke a felhasználótól bekért adatok. Az interneten elérhető kalkulátor programok számos szempont alapján több biztosítási csomagot ajánlanak, melyek közül a felhasználó kiválaszthatja a számára legmegfelelőbbet. Az 'idegen' kalkulátor programok integrálása (4.2) a bevitt adatok meghatározását segíti. Az üzemeltetési költség számítása során alkalmazott lépések részleteit a 10. táblázat ismerteti.

10. táblázat:

Az üzemeltetési költség meghatározásának számításai (saját kutatási eredmény)

Jelölés a 7. ábrán	Lekérdezés megnevezése	Jele	Összefüggés
4.4	Biztosítások és nem rendszeres költségek behívása (éves értékek)	$f_7(x_9, x_{10}, x_{11})$	$f_7 = x_9 + x_{10} + x_{11}$
4.5	Éves üzemanyag költség kalkulálása	$f_8(x_1, x_7, x_8)$	if $x_1 = \text{dízel}$ then $f_8 = \frac{x_8}{100} * k_2 * x_7$, else if $x_1 = \text{elektromos}$ then $f_8 = \frac{x_8}{100} * k_3 * x_7$, else $f_8 = \frac{x_8}{100} * k_1 * x_7$
4.6	Éves gépjárműadó kalkulálása	$f_9(x_1, x_3, i)$	if $x_1 = \text{elektromos}$ then $f_9 = 0$, else $f_9 = S_3(g(i)) * x_3$
4.7	Éves értékvesztés kalkulálása	$f_{10}(x_1, x_5, x_7)$	$f_{10} = \frac{x_5 * (1 - S_4(x_1, x_7))}{5}$
4.9	Éves cégautó adó kalkulálása	$f_{11}(x_1, x_2, x_3)$	if $x_1 = \text{elektromos}$ then $f_{11} = 0$, else $f_{11} = 12 * S_5(x_2, x_3)$
4.10	Üzemeltetési költségek összegzése	$f_{\bar{u}}(d_3, x_{1-3}, x_5, x_{7-11})$	if $d_3 = \text{nem}$ then $f_{\bar{u}} = 5 * (f_7 + f_8 + f_9 + f_{10})$, else $f_{\bar{u}} = 5 * (f_7 + f_8 + f_9 + f_{10} + f_{11})$

Karbantartási költségek meghatározása (5): A karbantartási költségek kalkulálása szintén 5 éves időintervallumra történik, de nem évenként meghatározva. A jármű rendszeres szervizeltetését, a kopó alkatrészek és különböző olajok cseréjét az 5 éves karbantartási csomagok (p_{1-4}) fedezik, melyek díjának mértékét a Nissan által rendelkezésemre bocsátott adatok alapján tekintetem. A karbantartási költség számítása során alkalmazott lépések részleteit a 11. táblázat ismerteti.

11. táblázat:

A karbantartási költség meghatározásának számításai (saját kutatási eredmény)

Jelölés a 7. ábrán	Lekérdezés megnevezése	Jele	Összefüggés
5.2	Karbantartási költségelemek lekérdezése	$f_{12}(x_1, x_{14})$	if $x_1 = \text{benzines}$ then $f_{12} = p_1 + e_1 + 60 * x_{14}$, else if $x_1 = \text{dízel}$ then $f_{12} = p_2 + e_1 + 60 * x_{14}$, else if $x_1 = \text{elektromos}$ then $f_{12} = p_3 + e_1 + 60 * x_{14}$, else $f_{12} = p_4 + e_1 + 60 * x_{14}$
5.3	Gumiabroncs csere költség kalkulálása	$f_{13}(x_{12}, x_{13})$	$f_{13} = x_{12} + x_{13}$
5.4	Karbantartási költségek összegzése	$f_k(x_1, x_{12-14})$	$f_k = f_{12} + f_{13}$

A teljes költség meghatározása (6): Az előző táblázatokban definiált adatok és lekérdezések segítségével a vizsgálati időtartam alatt felmerülő teljes költség (TC) meghatározható (1):

$$TC = f_b(d_1, d_2, x_{1-6}) + f_{ü}(d_3, x_{1-3}, x_5, x_{7-11}) + f_k(x_1, x_{12-14}) \quad (1)$$

A teljes költség tehát a beruházási, az üzemeltetési (5 évre) és karbantartási (5 évre) költségek összegeként számítható.

CO₂ kibocsátás meghatározása (4.12): A költségek kalkulálása mellett a számítási módszer az egyes járművek vizsgált időtartam alatt kibocsátott CO₂ mennyiségének meghatározására is kiterjed. Az ehhez szükséges kiegészítő adatokat a 12. táblázatban foglaltam össze [9], [43].

12. táblázat:

Az emisszió számításához használt kiegészítő adatok (saját kutatási eredmény)

	Jelölés a 7. ábrán	Megnevezés	Jele	Mértékegység	Érték
Adatok a kibocsátáshoz	2.10	benzin elégetésekor keletkező CO ₂ mennyisége	v_1	[kg/l]	2,34
	2.10	gázolaj elégetésekor keletkező CO ₂ mennyisége	v_2	[kg/l]	2,68
	2.10	villamos energia előállításakor keletkező CO ₂ mennyisége	v_3	[kg/kWh]	0,37
	2.10	töltési veszteség (elektromos autó)	w_1	[%]	12

A bevezetett jelölések segítségével az 5 éves ciklusra vonatkozó CO₂ kibocsátás ($f_{CO_2}(x_1, x_7, x_8)$) nagyságának számítása a (2) összefüggés szerint történik. Benzines, dízel és hibrid autók esetén az emisszió lokális, míg elektromos autók esetén az energiát előállító erőműnél történik a kibocsátás. Az elektromos járművekre vonatkozó összefüggésnél a jármű töltése során fellépő veszteségeket is figyelembe vettem, a benzines, dízel, hibrid járművek esetén töltési veszteség nincs.

$$\begin{aligned} & \text{if } x_1 = \text{dízel then } f_{CO_2} = x_7 * v_2 * \frac{x_8}{100}, \text{ else} \\ & \text{if } x_1 = \text{elektromos then } f_{CO_2} = x_7 * v_3 * \frac{x_8}{100} * \left(\frac{w_1}{100} + 1\right), \text{ else} \\ & f_{CO_2} = x_7 * v_1 * \frac{x_8}{100} \end{aligned} \quad (2)$$

Továbbfejlesztési lehetőségek:

A kidolgozott számítási módszer számos költségelemet magában foglaló becslést ad az új gépjárművek vásárlása, valamint 5 éves üzemeltetése alatt fellépő költségekről. A kidolgozás kezdetén tett lehatárolások és egyszerűsítések feloldásával a modell továbbfejlesztését tervezem, ennek fő irányai:

- Használt járművek figyelembe vétele ($g(0) \neq 0$).
- Újabb gépjármű fajták figyelembe vétele (pl. plug-in hibrid járművek).
- A vizsgálat időtartamának szabad megválasztása (i változó nem korlátos).
- Az előzetesen tárolt, de időben változó paraméterek dinamikus kezelése (értékük automatikus frissítése a lekérdezés napjára vonatkozóan).
- A számítások során az időben változó paraméterek jövőbeli értékeire tett előrebecslések alkalmazása.

5.2. A költségmodell és számítási módszer alapján működő saját alkalmazás bemutatása

A járművásárlók pénzügyi döntéseinek támogatása érdekében számítógépen futtatható alkalmazást készítettem a Visual Studio 2013 nevű szoftver segítségével, C# programozási nyelven. Az alkalmazás az előző alfejezetben ismertetett adatstruktúrák és lekérdezések alapján határozza meg a beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségelemeket. A felhasználói felületet (input képernyő) és a megjelenített eredményeket (output képernyő) a 8.-9. ábrákon szemléltettem. A 2. függelékben található 20.-21. ábrákon a forráskód részleteit

tüntetem fel. A 20. ábrán a CO₂ kibocsátás számítása látható, míg a 21. ábra a felhasználó számára megjelenített űrlap kódjának egy részletét szemlélteti.

8. ábra: Az elkészített alkalmazás input felülete (saját kutatási eredmény)

A felhasználói felületen beviendő adatok egy része legördülő listából választható, másik részük szabadon beírható. A beruházási/üzemeltetési/karbantartási költségek számítása a pipa eltávolításával kikapcsolható, ilyenkor az ehhez szükséges mezők szürkévé válnak, azaz nem kitölthetők. A nem egyértelmű mezők fölé állva a program segéd-buborékokat jelenít meg (pl. Éves futásteljesítmény [km] ► "Becsülje meg, mennyit autózik egy évben"). A kötelező gépjármű felelősségbiztosítás és a casco értékek mellett található linkekre ("díjszámítás") kattintva a megfelelő online kalkulátorok oldala nyílik meg. Az adatok bevitele után a számítási folyamat a "Számol" gombra kattintva indítható el.

Beruházási költségek		Üzemeltetési költségek (5 évre)		Karbantartási költségek (5 évre)	
Vételár:	6000000	Éves biztosítás és nem rendszeres költségek:	70000	Karbantartási költségek:	387000
Rendszám:	0	Éves üzemanyagköltség:	351900	Gumiabroncs cserék költsége:	60000
Forgalmi engedély:	0	Éves gépjárműadó (1.-4.év):	40710		
Törzskönyv:	0	Éves gépjárműadó (5.év):	35400		
Vagyonszerzési illeték:	88500	Éves értékvesztés:	630000		
Regisztrációs adó:	65000	Éves cégautó adó:	0		
Áfa:	1620000				
Vám:	600000				
Ugyintézés:	30000				
		Összes üzemeltetési költség (5 év):	5457740 Ft	Összes karbantartási költség (5 év):	447000 Ft
Összes beruházási költség:	8703500 Ft				
		Teljes költség (5 év):	14608240 Ft		
		<i>Összes kibocsátott CO₂:</i>	<i>12109,5 kg</i>		

9. ábra: Az elkészített alkalmazás output felülete (saját kutatási eredmény)

Az eredmények jól tagoltan, az egyes költségelemeket részletesen feltüntetve jelennek meg. A felhasználók számára az alkalmazás az üzemeltetés teljes időtartama alatt kibocsátott CO₂ mennyiségét is kiírja.

5.3. Különböző típusú járművek költségeinek összehasonlítása a kidolgozott módszer segítségével

A kidolgozott költségmodellt és számítási módszert magába ágyazó alkalmazás segítségével a különböző típusú (benzines/dízel/elektromos/hibrid) gépjárművek költségelemei gyakorlati példákon keresztül vethetők össze. Az alkalmazás használatával megállapítható, hogy (meghatározott üzemeltetési körülmények között) pénzügyi szempontból melyik típusú jármű használata a legkedvezőbb. Az összehasonlított járművek adatait, és a számítás során felhasznált paramétereket a 13. táblázatban ismerttettem. Helyes megállapítások levonhatósága érdekében az összevetéshez olyan járműveket választottam, melyek kategóriájukban, méretükben és felszereltségükben hasonló, hétköznapi autók, műszaki paramétereikről pedig megfelelő mennyiségű adat érhető el.

13. táblázat:





Az összehasonlított járművek adatai (saját kutatási eredmény)

ADATOK		 Volkswagen Golf Comfortline BMT 1.4 TSI	 Volkswagen Golf Comfortline BMT 1.6 TDI	 Nissan Leaf	 Toyota Prius
x ₁	Gépjármű típusa	benzines	dízel	elektromos	hibrid
x ₂	Környezetvédelmi osztály (x ₂)	15	14	5	5
x ₃	Teljesítmény	92 kW	81 kW	80 kW	73 kW
x ₄	Hengerűrtartalom	1395 cm ³	1598 cm ³	-	1798 cm ³
x ₅	Vételár	6.773.000 Ft	7.187.000 Ft	8.780.000 Ft	8.880.000 Ft
d ₁	Külföldön vásárolt jármű	nem	nem	nem	nem
d ₂	EU tagországban vásárolt jármű	igen	igen	igen	igen
x ₆	Szállítás költsége	0 Ft	0 Ft	0 Ft	0 Ft
x ₇	Éves átlagos futásteljesítmény	16.400 km	16.400 km	16.400 km	16.400 km
x ₈	Fogyasztás	7 l/100km	5,5 l/100km	17 kWh/100km	4,7 l/100km
x ₉	KGFB éves értéke	20.000 Ft	20.000 Ft	20.000 Ft	20.000 Ft
x ₁₀	Casco éves értéke	80.000 Ft	80.000 Ft	80.000 Ft	80.000 Ft
x ₁₁	Nem rendszeres költség éves értéke	25.000 Ft	25.000 Ft	25.000 Ft	25.000 Ft
d ₃	Céges autó	nem	nem	nem	nem
x ₁₂	Vásárolt gumibroncs szettek száma	1 db	1 db	1 db	1 db
x ₁₃	Gumibroncs szett költsége	60.000 Ft	60.000 Ft	60.000 Ft	60.000 Ft
x ₁₄	Havonta félretett összeg	1000 Ft	1000 Ft	1000 Ft	1000 Ft

A járművekre vonatkozó alapadatok (vételár, teljesítmény stb.) katalógus értékek, a fogyasztás meghatározásakor azonban inkább a valóságot jobban leképező, autós teszteken mért fogyasztás adatokkal dolgoztam. A felhasználótól függő jellemzőket (biztosítási díjak, gumibroncs költségek stb.) minden típusnál ugyanazon értéken vettem figyelembe. Az üzemeltetési költségeket jelentősen befolyásoló futásteljesítményt egy 2014-ben végzett felmérés ([39]) alapján 16400 km-nek választottam. A kalkuláció eredményeit a 14. táblázatban foglaltam össze.

14. táblázat:

A költség összehasonlítás eredményei (saját kutatási eredmény)

EREDMÉNYEK	 Volkswagen Golf Comfortline BMT 1.4 TSI	 Volkswagen Golf Comfortline BMT 1.6 TDI	 Nissan Leaf	 Toyota Prius
Gépjármű típusa	benzines	dízel	elektromos	hibrid
Vételár	6.773.000 Ft	7.187.000 Ft	8.780.000 Ft	8.880.000 Ft
Vagyonszerzési illeték	69.000 Ft	60.750 Ft	0 Ft	47.450 Ft
Beruházási költségelemek	20.500 Ft	20.500 Ft	20.500 Ft	20.500 Ft
Összes beruházási költség (f_b)	6.862.500 Ft	7.268.250 Ft	8.800.500 Ft	8.947.950 Ft
Biztosítás és nem rendszeres költség (5 év)	625.000 Ft	625.000 Ft	625.000 Ft	625.000 Ft
Üzemanyagköltség (5 év)	1.951.600 Ft	1.578.500 Ft	501.840 Ft	1.310.360 Ft
<i>Fajlagos üzemanyagköltség</i>	<i>23,8 Ft/km</i>	<i>19,25 Ft/km</i>	<i>6,12 Ft/km</i>	<i>15,98 Ft/km</i>
Gépjármű adó (5 év)	154.560 Ft	136.080 Ft	0 Ft	122.640 Ft
Értékvesztés (5 év)	4.151.849 Ft	4.642.802 Ft	4.987.040 Ft	5.106.000 Ft
<i>Fajlag. üzemeltetési költség</i>	<i>83,94 Ft/km</i>	<i>85,15 Ft/km</i>	<i>74,56 Ft/km</i>	<i>87,37 Ft/km</i>
Összes üzemeltetési költség (f_ü)	6.883.009 Ft	6.982.382 Ft	6.113.880 Ft	7.164.000 Ft
Karbantartási költségek (5 év)	327.000 Ft	413.000 Ft	192.000 Ft	282.000 Ft
Gumiabroncs cserék költsége (5 év)	60.000 Ft	60.000 Ft	60.000 Ft	60.000 Ft
Összes karbantartási költség (f_k)	387.000 Ft	473.000 Ft	252.000 Ft	342.000 Ft
<i>Kibocsátott CO2 (5 év)</i>	<i>13.432 kg</i>	<i>12.087 kg</i>	<i>5.777 kg</i>	<i>9.018 kg</i>
Teljes költség (TC)	14.132.509 Ft	14.723.632 Ft	15.166.380 Ft	16.453.950 Ft

Az 5 éves üzem során felmerülő teljes költséget (TC) tekintve az elektromos autó elmarad a kizárólag belsőégésű motorral működő versenytársaihoz képest. Ugyanakkor a beruházási költségek közt meglévő különbségek az elektromos autónál jelentkező alacsonyabb üzemeltetési és karbantartási összegek révén a vizsgált időszak végére lecsökkennek: a benzineshez képesti 2 millió forint 1 millióra, a dízelhez képesti 1,6 millió pedig 440 ezerre. A hibrid autó esetén a magasabb vételárat az üzemeltetési költségek sem voltak képesek kompenzálni.

A táblázat értékei alapján elmondható, hogy hazai járművásárlás esetén a meglévő kedvezmények csak elenyésző mértékben támogatják az elektromos autók beszerzését. Külföldön vásárolt járművek esetén a regisztrációs adó kedvezménye miatt a beruházási költségek közti különbség további 65-85000 forinttal csökkenhet. A különbségek enyhítésére az 5. fejezetben tárgyalt, járművásárlást támogató pénzügyi ösztönzők (pl. ÁFA mérséklése, adóalap és SZJA kedvezmények, cégek beszerzéseinek támogatása) jelenthetnek megoldást.





Az elektromos autók tulajdonosai az üzemanyagköltség terén jelentős előnyt élveznek, kilométerre vetített fajlagos üzemanyagköltségük negyede a benzines járművékének. A nyilvános töltőoszlopok jelenlegi ingyenes elérhetősége következtében ez a különbség a valóságban még szignifikánsabb lehet. Emellett az 5. fejezetben javasolt, jármű használatot támogató intézkedések (pl. parkolási díj, útdíj fizetés alóli mentesség stb.) az elektromos autók nem rendszeres költségeit is csökkenthetik. Az üzemeltetési költségek terén a legnagyobb tételt az értékvesztésből fakadó rejtett költségek jelentik. A nagyobb vételárú járművek értéke magasabb összeggel csökken. Érdekes adat, hogy a benzines autó fajlagos üzemeltetési költsége a kisebb értékvesztés következtében alacsonyabb, mint a dízel és hibrid járművéké (az elektromos autóénál azonban közel 10 Ft/km-el drágább).

A karbantartási díjak a teljes költség alacsony hányadát teszik ki, a típusok közti különbségek az egyes meghajtási módok számára elérhető 5 éves karbantartási csomagok árából adódnak. A CO₂ kibocsátás terén a hibrid és elektromos járművek kedvező hatásai egyértelműek, a benzines és dízel autókhoz képest az 5 év alatt 3-4000, illetve 6-8000 kg emisszió spórolható meg. Az [1] tanulmányban használt monetarizálási adatok alapján ez a társadalom számára összesen kb. 21000, illetve 42000 Ft pénzügyi megtakarítást eredményez (járművenként).

Az elektromos autók üzemeltetése során elérhető megtakarítások az átlagos, 16400 km-es futásteljesítménnyel számolva tehát nem kompenzálják teljes mértékben a magasabb vételárat. Érdekes azonban megvizsgálni a költségek alakulását ennél magasabb futásteljesítmény mellett is. A nagyobb vállalatok céges járművei évi 30000 km-t is megtesznek, míg a taxik futásteljesítménye napi 150 km körül alakul, ez évi 55000 km-t jelent [44]. A nem elektromos meghajtású céges autók után ráadásul jelentős összegű cégautó adót kell fizetni. A következő, 15. táblázat egy éves szinten átlag 40000 km-t futó, céges autóra vonatkozó eredményeket szemlélteti. A számítás során az előző példához képest más adat nem került módosításra, a karbantartási költségeket a magasabb futásteljesítmény miatt a benzines és dízel autónál 25 %-al, az elektromos és hibrid autónál 40 %-al megnöveltem.

15. táblázat:

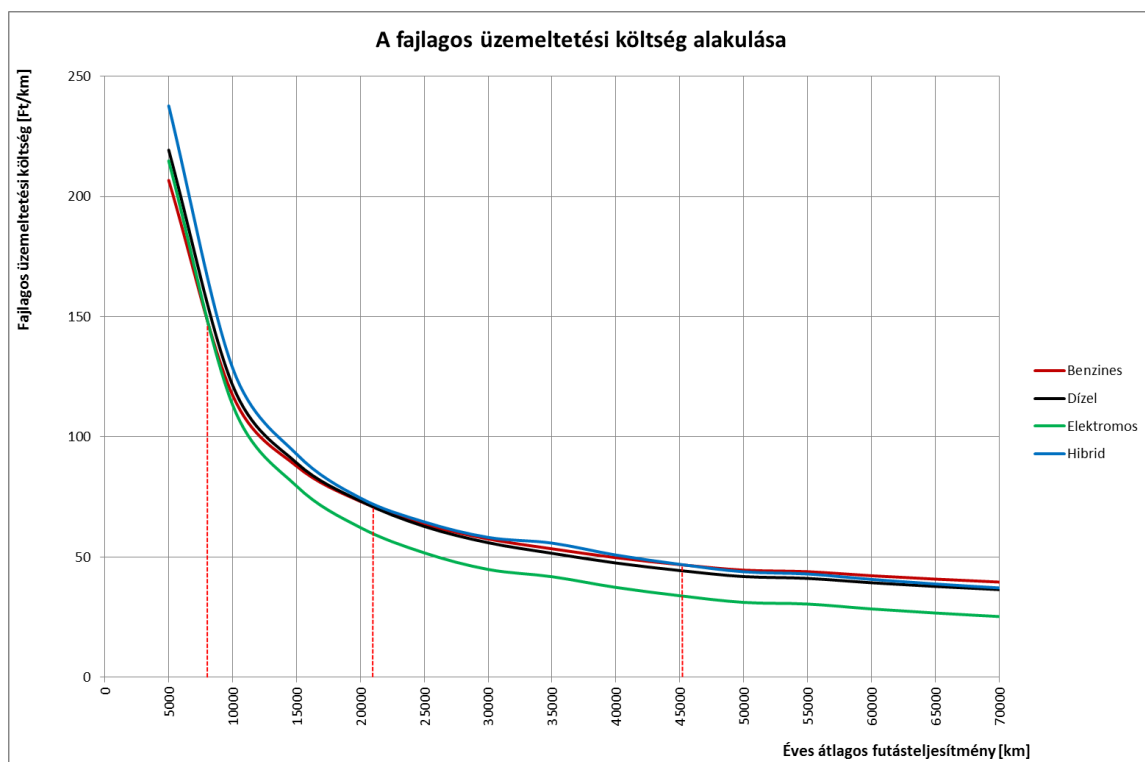
Céges autók költségeinek összehasonlítása (saját kutatási eredmény)

EREDMÉNYEK	 Volkswagen Golf Comfortline BMT 1.4 TSI	 Volkswagen Golf Comfortline BMT 1.6 TDI	 Nissan Leaf	 Toyota Prius
Gépjármű típusa	benzines	dízel	elektromos	hibrid
Éves átlagos futásteljesítmény (x ₇)	40.000 km	40.000 km	40.000 km	40.000 km
Céges autó (d ₃)	igen	igen	igen	igen
Össz. beruházási költség	6.862.500 Ft	7.268.250 Ft	8.800.500 Ft	8.947.950 Ft
<i>Fajlag. üzemeltetési költség</i>	<i>53,01Ft/km</i>	<i>50,13 Ft/km</i>	<i>37,34 Ft/km</i>	<i>53,44 Ft/km</i>
Össz. üzemeltetési költség	10.602.010 Ft	10.026.240 Ft	7.468.200 Ft	10.687.640 Ft
Össz. karbantartási költség	483.750 Ft	591.250 Ft	441.000 Ft	478.800 Ft
<i>Kibocsátott CO₂ (5 év)</i>	<i>32.760 kg</i>	<i>29.480 kg</i>	<i>14.090 kg</i>	<i>21.996 kg</i>
Teljes költség (TC)	17.948.260 Ft	17.885.740 Ft	16.709.700 Ft	20.114.390 Ft

A beruházási költségek az előző példaszámításhoz képest nem módosultak, az üzemeltetési költségek azonban a magasabb futásteljesítmény miatt jelentősen növekedtek. A költségek növekvésére legnagyobb hatással az üzemanyagköltség növekedése volt (benzines autó esetén +2,8 millió, elektromosnál +700 ezer ft), a cégautó adó 5 évi értéke pedig +660 ezer forint kiadást jelent (benzines, dízel és hibrid autók esetén). A maradványértékek csökkenésének hatására minden jármű típus esetén valamelyest megnöttek az értékvesztésből eredő költségek is (kb 400-600 ezer forinttal).

A megadott peremfeltételek mellett a teljes költségeket tekintve az elektromos autó érte el a legjobb eredményt. Az autóikat sokat használó cégek és taxi társaságok számára a környezettudatos arculat erősítése mellett tehát pénzügyi szempontból is kedvező az elektromos járművekre történő beruházás. A korábban javasolt e-jármű beszerzési támogatások megvalósulása esetén a megtérülés még nagyobb mértékű lehet. A taxik különös jelentősége emellett, hogy az őket igénybevevő számos közlekedő közvetlen közlekedésről győződhet meg a technológia működőképességéről. A pénzügyi és egyéb előnyöket árnyalja, hogy napi 120-140 kilométeres futásteljesítmény felett az elektromos autók számára napi egynél több feltöltés lehet szükséges (a Nissan Leaf hatótávolsága a megadott 17 kWh/100km fogyasztással 140 km). A nap közbeni feltöltés a gyorsított technológiákkal azonban viszonylag rövid időn belül (15-30 perc) megoldható.

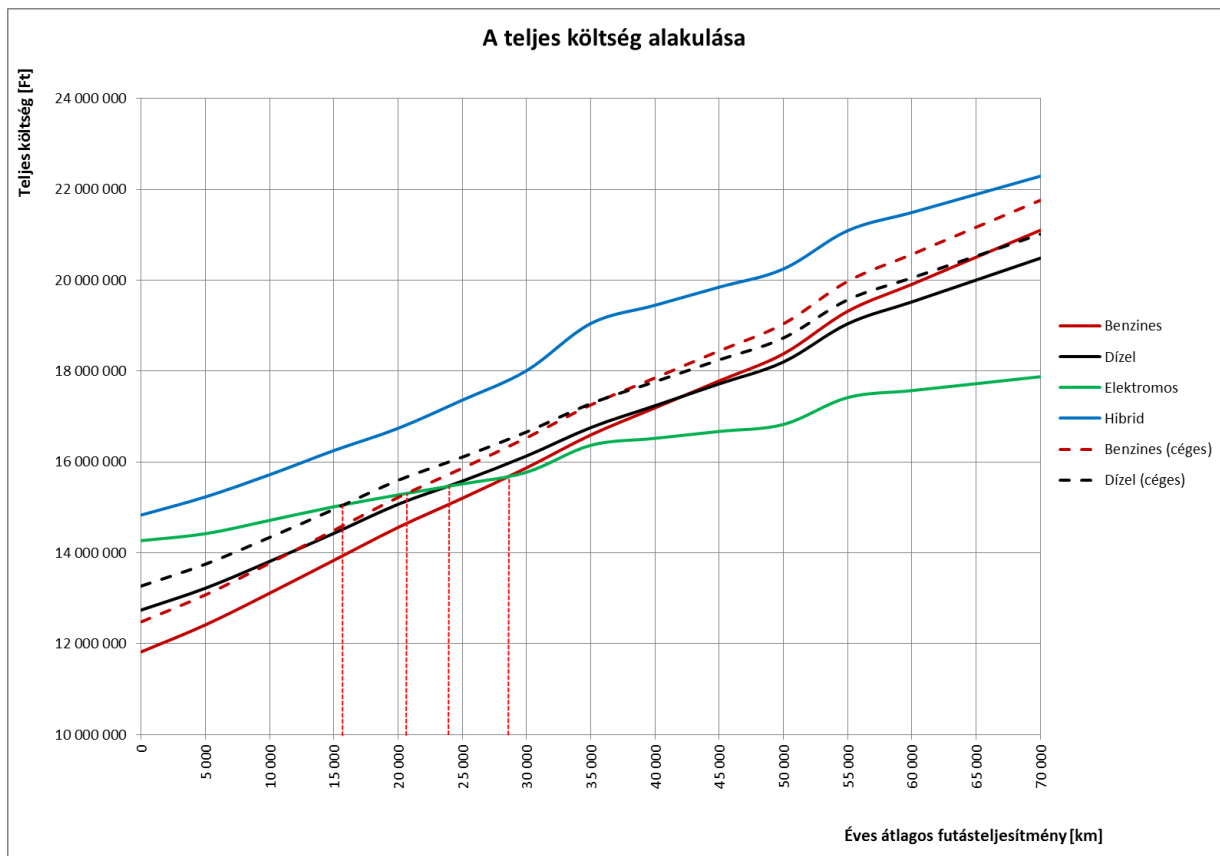
Az üzemeltetés jellege (céges, vagy magán jármű), és az éves átlagos futásteljesítmény a felhasználótól függő adatok. Ezek módosítása az üzemeltetési költségekre jelentős hatást gyakorol, mely állítást az előző példák eredményei konkrét számokkal támasztják alá. A példákon keresztül az is látszik, hogy az a futásteljesítmény növelésekor a teljes üzemeltetési költség értéke ennél kisebb ütemben növekszik, ezáltal a kilométerre vetített fajlagos üzemeltetési költségek csökkennek. A fajlagos üzemeltetési költségek alakulását a 10. ábra szemlélteti. A felhasznált paraméterek (vétélár, járműadatok, biztosítási költségek stb.) az előző példaszámítások adataival megegyeztek.



10. ábra: A fajlagos üzemeltetési költségek alakulása az éves átlagos futásteljesítmény függvényében (saját kutatási eredmény)

A grafikon alapján megállapítható, hogy a megadott peremfeltételek mellett alacsony éves futásteljesítmény esetén a benzines járműnek a legalacsonyabbak a fajlagos üzemeltetési költségei, évi 45000 km felett azonban ezen típus használata a legköltségesebb. Körülbelül évi 8000 km-es futásteljesítmény felett az elektromos jármű üzemeltetési költsége a legkedvezőbb. A dízel jármű fajlagos üzemeltetési költsége körülbelül évi 21000 km-es futásteljesítmény felett ért el a benzines járműnél alacsonyabb értékeket.

Annak vizsgálata érdekében, hogy a magán-, illetve céges tulajdonú elektromos járművek magasabb beruházási költségei mekkora éves futásteljesítmény felett térülnek meg, elkészítettem a teljes költség alakulását szemléltető 11. ábrát is.



11. ábra: A teljes költségek alakulása az éves átlagos futásteljesítmény függvényében (saját kutatási eredmény)

A kidolgozott modellben az éves futásteljesítmény csak az üzemeltetési költségek alakulására gyakorol hatást, a karbantartási költségek számításakor nem kerül figyelembe vételre. A grafikonról leolvasható, hogy magántulajdonú gépjárművek esetén a megadott paraméterek esetén az elektromos jármű magasabb beruházási költségei a dízelhez képest kb. 24000, a benzineshez képest pedig kb. 28000 km-es évi futásteljesítmény felett térülnek meg. Céges járművek esetén ugyanezen határok kb. 15500, illetve 20500 km-re adódnak. A hibrid jármű a vizsgált intervallumon mind beruházási költségét, mind az üzemeltetést tekintve kedvezőtlenebb versenytársaival szemben.

A bemutatott számítások és grafikonok eredményei ugyan csak a megadott lehatárolások és példaként alkalmazott paraméterek mellett érvényesek, de jól szemléltetik, hogy adott éves futásteljesítmény felett az elektromos járművek alacsonyabb üzemeltetési költségekkel bírnak a belsőégésű motoros járművekhez képest. Ezen különbségek eredményeképpen pedig a magasabb beruházási költségeik már az 5 éves élekciklus periódus alatt is megtérülnek.

6. Az elektromobilitást támogató utazói információs alkalmazások elemzése, értékelése

Az információs alkalmazások fejlődése, elterjedése az elektromobilitás elfogadásához az utazók döntéseinek, műveleteinek megkönnyítése révén járul hozzá. Az elérhető alkalmazások köre folyamatosan bővül, többségük azonban csupán a töltőinfrastruktúra használatát könnyíti meg, illetve ritkább esetben a járművek használatát támogatja.

6.1. Az értékelési szempontok rendszere

Az elemzés első lépéseként meghatároztam a meglévő információs alkalmazások legfontosabb jellemzőit (1.-2.2.) és funkcióit (3.-6.), melyek az összehasonlító értékelés keretét biztosították:

1. Az alkalmazás általános jellemzői: elérhetőség weben, mobil applikáción keresztül, térbeli lefedettség, tárolt töltőállomások száma és kategóriája (nyilvános/otthoni), választható nyelvek száma, testreszabhatóság (pl. felhasználó járművének típusa, nézet, mértékegységek).

2. Töltőállomás keresés jellemzői: vizuális keresőfelületen (hagyományos térképes, műholdas vagy terep nézetben), kategorizált, rendezhető listákkal, szűrési lehetőségek, kedvencnek jelölt és korábban használt állomások mentése, külön elérhetősége.

2.1. Keresési eredmények vizuális megjelenítése a térképen: dinamikus adatok feltüntetése (foglaltság, GPS alapján számított távolság), térképen megjelenített egyéb információk (pl. csatlakozók száma, töltési teljesítmény), pop-up ablakból elérhető kiegészítő információk köre (pl. csatlakozók típusai, nyitva tartás, díj).

2.2. Keresési eredmények szöveges megjelenése: az elérhető statikus (pl. üzemeltető, csatlakozók adatai, fizetés menete, megjegyzések) és dinamikus (pl. foglaltság időtartama, paraméterek alapján számított költségek és távolság) információk mennyisége, kiegészítő adatok (pl. környezeti adatok, környéken elérhető szolgáltatások, megjegyzések) megjelenítése, információ hozzáadási lehetőség (kommentek, új állomások felvétele, hibás adatok jelentése).

3. Kiválasztott töltőhöz való eljutás támogatása: a választott töltő távolságának számítása, útvonaltervezés és navigáció, indulási pont megadásának módja (cím alapján, vagy

koordináták alapján automatikusan), az útvonal paramétereinek (pl. fizetős utak, autópályák elkerülése, forgalmi adatok figyelembe vétele) beállíthatósága.

4. *Töltési folyamat támogatása:* a töltési folyamatról tájékoztatás (töltés és fizetés menete), töltési folyamat megvalósítása (indítás/befejezés) az alkalmazás segítségével, töltés közbeni real-time értesítések küldése, töltési adatok gyűjtése, tárolása.

5. *Fizetés és foglalás:* költségek megjelenítése, kedvezmények figyelése, automatikus fizetés az alkalmazáson keresztül, fizetési opciók (pl. bankkártya, számla, paypal) köre, számlák tárolása, töltőpontok előre foglalásának lehetősége.

6. *A jármű használatának támogatása:* kommunikáció a járművel (információk lekérése, továbbítása), használat közbeni real-time értesítések (pl. előre definiált kritikus energiaszint elérése) küldése, emlékeztetők, környezeti előnyök (pl. megspórolt energia mennyisége és költsége, emisszió) számítása.

6.2. A kiválasztott alkalmazások funkcióinak és jellemzőinek összefoglalása, értékelése

A jelenleg elérhető információs alkalmazások közül hat olyan applikációt elemeztem és értékeltem, melyek széles körben használtak, népszerűek, vagy egyedi funkciókat tartalmaznak:

Holtoltsek.hu: A magyarországi töltőállomásokról legátfogóbb képet nyújtó hagyományos webes alkalmazás. Elsődleges célja: statikus információk nyújtása és térképes keresőfelület biztosítása; az elektromos járművek és töltőállomások használatát funkcionálisan nem támogatja. A tárolt információk igen széleskörűek (pl. egyedüli alkalmazásként tartalmaz információkat a töltő körüli parkolóhelyek számáról, illetve az elektromos motorokkal, kerékpárokkal való kompatibilitásról). Innovatív megoldása a beépített útvonal tervezési funkció, mely az útvonal (energiafelhasználást befolyásoló) magassági profiljáról is képet nyújt.

PlugSurfing: Európai töltőállomásokat nyilvántartó, az alkalmazással kompatibilis töltőpontok használatát elősegítő hagyományos webes és mobil applikáció. Legnagyobb előnye, hogy dinamikus információk (foglaltság, foglalás kezdete óta eltelt idő, távolság) megjelenítésére, valamint a töltés indításának és fizetésének alkalmazással történő megvalósítására is lehetőséget nyújt. Adatbázisát az ügyfelek ajánlásai alapján folyamatosan

bővítik. Hátránya, hogy útvonaltervezésre és navigációra nem képes, real-time értesítéseket nem tud küldeni, a jármű használatát nem támogatja.

Charge&Drive: A Fortum nevű energiaipari cég által a skandináviai államokban üzemeltetett töltőrendszerek webes információs alkalmazása. Térképes keresőfelületének előnye, hogy a szabad/foglalt csatlakozók töltési teljesítmény szerinti kategorizálását is szemlélteti. Az alkalmazás kiemelhető funkciója a töltések árára és módjára vonatkozó részletes tájékoztatás, valamint a korábbi töltéseink adatainak gyűjtése. Hátránya, hogy adatbázisa kevés kiegészítő információt nyújt, nem szerkeszthető, a töltők szöveges listázása nem érhető el. A jármű használatát nem, a töltéseket pedig csak a tájékoztatás terén támogatja.

ChargePoint: A ChargePoint nevű cég webes és mobil alkalmazása. Az applikáció az Amerikai Egyesült Államok nyilvános töltőinfrastruktúrájára vonatkozó adatok és keresési felület mellett a cég saját üzemeltetésű állomásain automatikus fizetésre is lehetőséget nyújt. Bizonyos funkciókkal (használati adatok figyelése, real-time értesítések küldése, megspórolt üzemanyag és emisszió számítása, emlékeztetők) a járműhasználatot is támogatja. Számos egyedi funkcióval rendelkezik, ilyen például a töltés árának számítása, illetve a különböző útvonaltervező és navigációs szoftverekkel való integritása.

PlugShare: Az összes földrészt lefedő, legnagyobb töltőállomás adatbázissal rendelkező, webes felületen és mobilon is elérhető közösségi alapú alkalmazás. Egyedi funkciója, hogy segítségével a felhasználók otthoni csatlakozóikat is megoszthatják, kapcsolatba léphetnek egymással. Vizuális keresőfelületének újdonsága a terep nézet elérhetősége, mely a domborzati viszonyokat szemlélteti. Legnagyobb hátránya, hogy dinamikus adatokat nem, vagy csak részben kezel, a töltőállomások foglaltsági állapotáról így nem szolgáltat mindig aktuális információt, a járműhasználatot pedig nem támogatja.

GreenCharge: Az elektromos járművek használatát támogató mobil applikáció. Az alkalmazás a járműtől automatikus szinkronizációk útján adatokat képes fogadni (egyirányú kommunikáció). Fő funkciója a vezetési és töltési szokások figyelemmel követése és megjelenítése, statisztikák nyújtása, valamint a környezeti hatások számítása. Az alkalmazás által szolgáltatott információk testreszabhatók, illetve megoszthatók. Legnagyobb hiányossága, hogy a töltők keresését és használatát nem támogatja.

A kiválasztott információs alkalmazások tulajdonságait és minősítő jellemzőit a 16., elérhető funkcióit pedig a 17. táblázatban foglaltam össze. Az alkalmazások felületéről készített képek, valamint részletesebb szöveges értékelésük a 3. mellékletben található.

16. táblázat:

Az elemzett információs alkalmazások jellemzői (saját kutatási eredmény)

Általános jellemzők		Holtoltsek.hu	PlugSurfing	Charge&Drive	ChargePoint	PlugShare	GreenCharge
1. Az alkalmazás jellemzői	a, Elérhetőség	web	web/ mobil app	web	web/ mobil app	web/ mobil app	mobil app
	b, Választható nyelvek	magyar/angol/német	angol/német/holland	angol	angol	angol	angol
	c, Lefedettségek/kompatibilitás	nemzetközi	nemzetközi	nemzetközi	országos	világ	Leaf/Prius/Focus
	d, Tárolt töltőállomások száma	~70	~15000	~1000	~10000	>60000	-
	e, Tárolt töltőállomások típusa	csak nyilvános	csak nyilvános	csak nyilvános	csak nyilvános	nyilvános és otthoni	-
	f, Testreszabhatóság	✘	✓	✘	✓	✓	✓
	g, Visszajelzési lehetőség	✘	✓	✘	✓	✓	✓
2. Töltő keresés jellemzői	a, Vizuális keresőfelület	térkép/műholdas	térkép/műholdas	térkép	térkép/műholdas	térkép/műhold/terep	-
	b, Kategorizált listák	✓	✓	✘	✓	✘	✘
	c, Szűrési szempontok száma	5	6	3	5	6	-
	d, Töltőállomások mentése	✘	kedvenc	✘	kedvenc/ korábbi	kedvenc	✘
2.1. Vizuális megjelenítés	a, Csatlakozószám jelzése térképen	✘	✘	✓	✓	✘	✘
	b, Töltési teljesítmény jelzése térképen	✘	✘	✓*	✘	✓	✘
	c, Foglaltság dinamikus jelzése	✘	✓*	✓*	✓*	✘	✘
	d, Pop-up ablak adatmennyisége	kevés	megfelelő	kevés	megfelelő	megfelelő	✘
2.2. Szöveges megjelenítés	a, Statikus alapinformáció mennyisége	sok	közepes	kevés	közepes	változó	✘
	b, Dinamikus és számított adatok	távolság	foglaltság/ táv.	foglaltság*/ táv.	foglaltság*/ táv/ díj*	távolság/forgalom	✘
	c, Kiegészítő információk köre	kevés	közepes	nincs	közepes	változó	✘
	d, Információ hozzáadhatósága	✓	✓	✘	✓	✓	✘

17. táblázat:

Az elemzett információs alkalmazások funkciói (saját kutatási eredmény)

Funkciók		Holtoltsek.hu	PlugSurfing	Charge&Drive	ChargePoint	PlugShare	GreenCharge
3. Töltőhöz vezetés	a, Útvonaltervezés	✓	✗	✓	✓	✓	✗
	b, Indulási pont megadási módja	cím megadása	-	automatikus	automatikus/ cím	automatikus/ cím	✗
	c, Útvonal paraméterezhetősége	✓	✗	✗	✓	✓	✗
	d, Navigáció	✗	✗	✗	✓	✓	✗
4. Töltés támogatása	a, Informálás a töltés menetéről	✗	✓*	✓*	✓*	✓*	✗
	b, Indítás/befejezés az alkalmazással	✗	✓*	✗	✓*	✓*	✗
	c, Töltés közbeni real-time értesítések	✗	✗	✗	✓	✓*	✓
	d, Adatok gyűjtése, tárolása	✗	✓	✓*	✓*	✓*	✓
5. Fizetés és foglalás	a, Töltés költségeinek feltüntetése	✗	✓	✓*	✓*	✓*	✗
	b, Kedvezmény, ajánlat figyelés	✗	✗	✗	✓	✗	✗
	c, Automat. fizetés az alkalmazással	✗	✓**	✗	✓*	✓*	✗
	d, Fizetési opciók	-	bankkártya/ számla/ paypal	bankkártya/ WyWallet (SMS)	bankkártya/ paypal	bankkártya	-
	e, Számlák, fizetési adatok tárolása	✗	✓	✓*	✓*	✓*	✓
	f, Töltőpont előre lefoglalhatósága	✗	✗	✗	✗	✗	✗
6. Jármű-használat	a, Kommunikáció a járművel	✗	✗	✗	✓	✗	✓
	b, Haszn. közbeni real-time értesítések	✗	✗	✗	✓	✗	✓
	c, Környezeti előnyök számítása	✗	✗	✗	✓	✗	✓

*Csak a saját üzemeltetésű/ alkalmazással kompatibilis töltőállomások esetén.

**Az alkalmazással kompatibilis németországi, hollandiai, belgiumi, ausztriai és luxemburgi állomások esetén.

7. Korszerű információs alkalmazás koncepciójának kidolgozása

A meglévő, elektromobilitást támogató információs alkalmazások (szolgáltatások) elemzése, értékelése során feltártam azok legfőbb hiányosságait. Ezek figyelembe vételével, valamint saját innovatív ötletek alapján meghatároztam az alkalmazások új funkciókkal való bővítési lehetőségeit:

- (1.) vásárlók beruházási döntéseinek támogatása; tájékoztatás a beszerzési, üzemeltetési, karbantartási költségekről,
- (2.) várható töltési idők dinamikus számítása és megjelenítése a töltés kezdete előtt,
- (3.) töltőállomások előre, adott időintervallumra történő lefoglalásának megvalósítása és kezelése,
- (4.) tájékoztatás a töltőpontok környékén elérhető szolgáltatásokról, szabadidő eltöltési lehetőségekről,
- (5.) legkisebb energiafelhasználású útvonal megtervezése.

Ezen új, részben személyre szabott funkciók beépítése az energiagazdálkodás, az útvonaltervezés és a töltések helyének és időpontjának (időtartamának) megtervezése szempontjából kiemelten fontosak, az utazói döntéseket közvetlenül támogatják.

7.1. Az ideális applikáció jellemzői, funkciói

Kutatásom során kidolgoztam a jelenleg elérhető alkalmazások előnyös tulajdonságait egyesítő, a gyengeségeket elkerülő, a kigondolt új funkciókat magába ágyazó saját („ideális”) applikáció koncepcióját.

A jellemzők és funkciók összefoglalásakor az előző fejezetben meghatározott szempontok mentén dolgoztam, kiegészítve azokat az értékelés során gyűjtött egyéb tapasztalatokkal, ötletekkel, valamint az új funkciókkal (18.-19. táblázatok). Az összeállított koncepció komplex, ezért a javasolt alkalmazás készítését két fejlesztési fázisra bontottam (fejlesztési fokozatok elve, [8]). Az 1.0-ás verzió az alapvető jellemzőket és a könnyebben megvalósítható funkciókat egyesíti, míg a 2.0-ás változatot az összetettebb funkciók, a továbbfejlesztési lehetőségek, irányok meghatározásával alakítottam ki. A szempontrendszerbe illesztett, új, kitalált funkciókat zöld háttérrel emeltem ki.

18. táblázat:

A javasolt alkalmazás jellemzői, fejlesztési fázisok szerint (saját kutatási eredmény)

Általános jellemzők		1.0 verzió	2.0 verzió
1. Az alkalmazás jellemzői	a, Elérhetőség	web/mobil app (IOS, Android)	egyéb operációs rsz.-eken keresztül is (Windows, Blackberry, Symbian)
	b, Választható nyelvek	angol	egyéb nyelvek is
	c, Lefedtettség/kompatibilitás	nemzetközi (Európa és Amerika)	világ
	d, Tárolt töltőállomások száma	a meglévő alkalmazások nyilvántartásainak integrációja	folyamatos frissítés az újonnan épített és megosztott pontokkal
	e, Tárolt töltőállomások típusa	nyilvános állomások	felhasználók által megosztott privát töltőpontok is
	f, Testreszabhatóság	manuálisan	automatikusan, a jármű által szolgáltatott adatok alapján
	g, Visszajelzési lehetőség	értékelés (osztályzás)	szöveges visszajelzések kezelése is
2. Töltő keresés jellemzői	a, Vizuális keresőfelület	térkép/műholdas	terep nézet is
	b, Kategorizált listák	elérhetők	rendezhetőség több választható szempont alapján
	c, Szűrési szempontok köre	csak statikus szempontok	dinamikus adatokat használó szempontok is
	d, Töltőállomások mentése	kedvencek jelölés lehetősége	korábban használt állomások külön mentése is
2.1. Vizuális megjelenítés	a, Csatlakozószám jelzése térképen	igen	szabad/ foglalt csatlakozók számának külön jelzése
	b, Töltési teljesítmény jelzése	igen	a kompatibilis csatlakozótípusok külön jelzése
	c, Foglaltság dinamikus jelzése	igen	foglalás kezdete óta eltelt idő, várható felszabadulás jelzése
	d, Pop-up ablak adatmennyisége	fontos információk feltüntetése	személyre szabott információk
2.2. Szöveges megjelenítés	a, Statikus alapinformáció mennyisége	sok	bővítés a meglévő alkalmazások adatbázisainak integrációjával
	b, Dinamikus és számított adatok	foglaltság/távolság/forgalom	várható töltési idő (2.)/díj is
	c, Kiegészítő információk köre	sok, kiegészülve a környéken elérhető szolgáltatásokkal (4.)	dinamikus információk a szolgáltatásokról (4.)
	d, Információ hozzáadhatósága	a felhasználók új információkat adhatnak hozzá (ellenőrzés, jóváhagyás szükséges)	a felhasználók a meglévő adatokat is szerkeszthetik (ellenőrzés, jóváhagyás szükséges)

19. táblázat:

A javasolt alkalmazás funkciói, fejlesztési fázisok szerint (saját kutatási eredmény)

Funkciók		1.0 verzió	2.0 verzió
3. Töltőhöz vezetés	a, Útvonaltervezés	meglévő útvonaltervezőkkel való integráció (Google, Apple, Waze)	integráció multimodális utazástervezőkkel, dinamikus információk felhasználásával
	b, Indulási pont megadási módja	cím megadásával	automatikusan (GPS alapján) is
	c, Útvonal paraméterezhetősége	meglévő szempontok (fizetős utak elkerülése, forg. adatok stb.) szerint	legkisebb energiafelhasználás szerint (5.)
	d, Navigáció	navigációs szoftverekkel való integráció (Google, Apple, Waze)	navigálás közben helytől függő plusz információk szolgáltatása
4. Töltés támogatása	a, Informálás a töltés menetéről	szövegesen elérhető	akusztikus tájékoztatás
	b, Indítás/befejezés az alkalmazással	wireless állomásokon megvalósítható	az alkalmazás felismerhetővé tétele RFID-kártyás töltőpontokon is (pl. QR-kód beolvasás)
	c, Töltés közbeni real-time értesítések	értesítések a töltés állapotáról	a számított töltési idő alapján személyre szabott emlékeztetők (2.)
	d, Adatok gyűjtése, tárolása	a felhasználó számára	adatok továbbítása a töltőállomások üzemeltetőinek
5. Fizetés és foglalás	a, Töltés költségeinek feltüntetése	igen	összevetés a közelben elérhető szabad töltőállomások költségeivel
	b, Kedvezmény, ajánlat figyelés	igen, jelölés a kezelőfelületen	személyre szabott értesítések
	c, Automatikus fizetés az alkalmazással	megvalósítható	a kompatibilis állomások számának folyamatos bővítése
	d, Fizetési opciók	bankkártya/számla/paypal	lehetőségek körének bővítése
	e, Számlák, fizetési adatok tárolása	tárolás és exportálhatóság	statisztikák készítése a felhasználónak
	f, Töltőpont előre lefoglalhatósága	megvalósítható (3.)	a töltési művelet beillesztése a napi tevékenységi lánc alapú utazásszervezésbe
6. Járműhasználat támogatása	a, Kommunikáció a járművel	az alkalmazás a járműtől adatokat fogad (pl. töltöttségi állapot)	az alkalmazás a jármű felé adatok továbbítására is képes (pl. foglalt töltő koordinátái)
	b, Használat közbeni real-time értesítések	töltőkkel, foglalásokkal kapcsolatos értesítések	a jármű által küldött adatok felhasználása is
	c, Környezeti előnyök számítása	megtakarított költségek, emisszió, összevetés egyéb járműtípusokkal	statisztikák alapján a felhasználók rangsorolása, jutalmazása
	d, Beruházási, üzemeltetési, karbantartási költségekkel kapcsolatos tájékoztatás	a kidolgozott költségmodell integrálásával (1.)	a naplózott vezetési szokások alapján a modell paramétereinek (pl. átlagos éves futásteljesítmény) automatikus kalibrálása (1.)

Az 1.0 verzió a webes felület mellett a két legelterjedtebb mobil operációs rendszer (Android, IOS) felhasználóinak készül, adatbázisa a meglévő alkalmazások nyilvántartásainak felhasználása következtében igen széleskörű. A működtetés legfontosabb előfeltétele a háttérben integrált adatbázis létrehozása, mely térben kiterjedt, megbízható, aktuális információkat tárol. A verzió tartalmazza a jelenlegi applikációk legtöbb egyedi megoldását (dinamikus és számított adatok kezelése, útvonaltervezés és navigáció, töltési folyamat, automatikus fizetés, járműhasználat támogatása stb.).

A 2.0 verzió elérési felülete és adatbázisa az előzőnél kiterjedtebb, funkciói az alapverzió megoldásainak továbbfejlesztett változatai. A megjelenített információk köre bővített, egyes funkciók a jármű által gyűjtött adatok felhasználására képesek (öntanuló jelleg). Az alkalmazás és jármű közti kétirányú kommunikáció az alkalmazás testreszabhatóságát jelentősen javítja, automatikussá teszi. A verzió emellett az üzemeltetőknek nyújtott visszacsatolásokkal (szöveges értékelés az alkalmazás üzemeltetőjének, töltési adatok küldése a töltőállomás üzemeltetőjének) is kiegészül, mely funkció az információs szolgáltatások továbbfejlesztésének alapja.

7.2. Az innovatív, új funkciók részletes kidolgozása

(1.) Vásárlók beruházási döntéseinek támogatása; beszerzési, üzemeltetési, karbantartási költségekre vonatkozó tájékoztatás:

A funkciót az 5. fejezetben kidolgozott költségmodell és számítási módszer applikációba történő integrálása valósítja meg. Elsősorban a jármű vásárlókat segíti, azonban az üzemeltetési és karbantartási költségek figyelembe vétele az elektromos autóval már rendelkező felhasználókat is támogatja. Az applikáció által a vezetési szokásokról gyűjtött adatok alapján a modell paraméterei automatikusan pontosíthatóak, személyre szabhatóak.

(2.) A várható töltési idők dinamikus számítása:

A várható töltési idők előrebecslése a mozgási folyamat tervezése, valamint a töltőállomás választása során nyújt segítséget a felhasználónak. A töltési idő a jármű akkumulátor-kapacitásának, töltöttségi állapotának, illetve a választott töltő teljesítményének és a töltés határfokának függvénye.

A töltési idő kiszámításának módja (3):

$$t = \frac{Q_a \cdot (100 - SOC_a)}{P_t \cdot \eta} \quad (3)$$

ahol:

- (t): a töltési idő [h],
- (Q_a): a jármű akkumulátorának kapacitása [kWh],
- (SOC_a): az akkumulátor töltöttségi szintje (State Of Charge) [%],
- (P_t): a választott töltőpont töltési teljesítménye [kW],
- (η): a töltés hatásfoka [%].

A funkció megvalósításához az applikációnak képesnek kell lennie a járműtől érkező, részben real-time adatok (akku kapacitás, töltöttségi szint) fogadására. A töltési teljesítmények az egyes töltőállomások csatlakozóihoz rendelt adatok. A hatásfok a képletben azért szerepel, mert a kábel, a töltőberendezés és az akku melegedése folytán a töltés során veszteség jelentkezik. Ennek átlagos értéke [9] tanulmány alapján 12% körül alakul, a számítási folyamat során ezen érték kerül felhasználásra (később az egyes járművek historikus töltési adatai alapján az alkalmazás az értéket pontosíthatja).

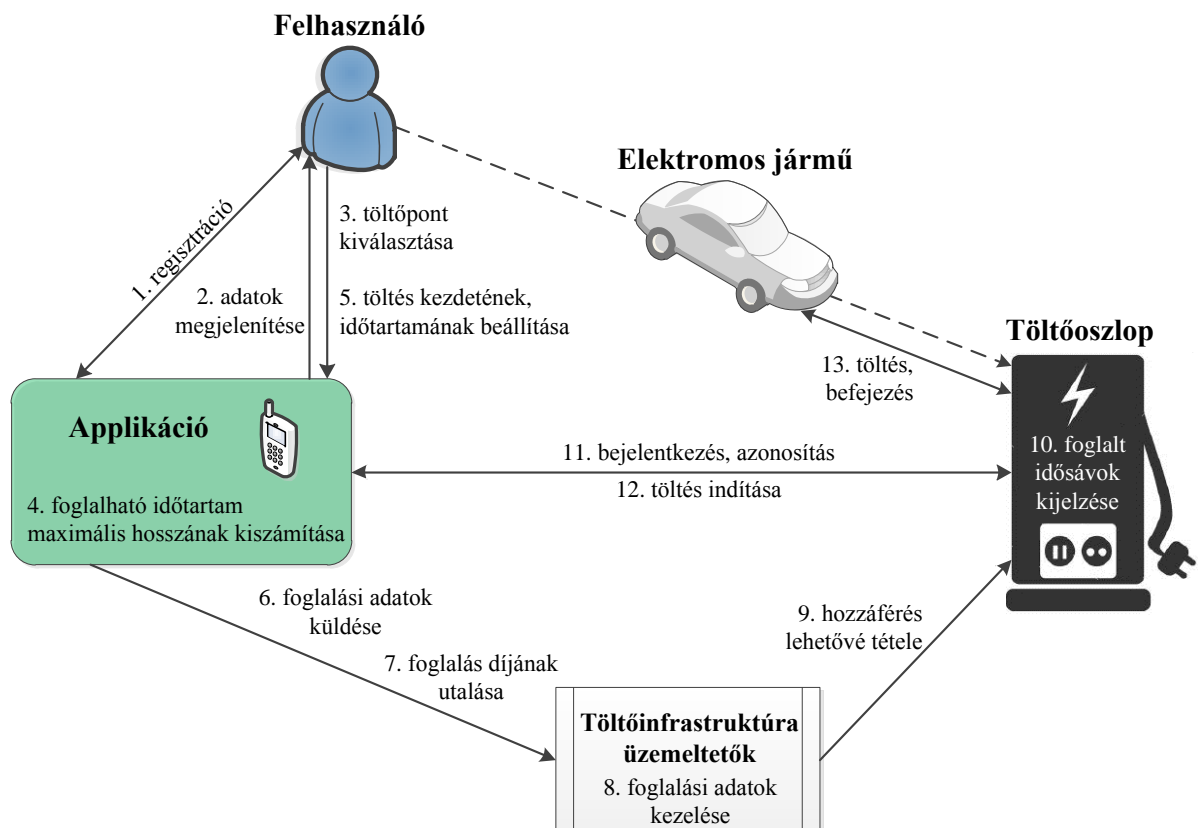
(3.) Töltőállomások foglalása:

A töltőállomások foglalási lehetősége az utazások tervezését jelentősen megkönnyíti, az elektromobilitás elfogadását a megbízhatóság fokozásával támogatja. Megvalósítása számos korszerű technológiai megoldást, és az eszközök közötti kommunikációt igényli. Így a funkció koncepciójának kidolgozása során (első megközelítésben) a következő lehatárolásokat alkalmaztam:

- A megvalósítás olyan töltőállomásokon lehetséges, melyek rendelkeznek érintő képernyős kijelzővel és saját, vezérelhető töltőkábelrel.
- Ezeken az állomásokon a felhasználók az ad-hoc töltések kezdetekor is kötelezően megadják a töltés időintervallumát (hasonlóan, mint az előzetes foglaláskor).
- A töltőállomás képes kommunikálni az applikációval és a járművel (alkalmazáson belüli felhasználói profilok azonosítása; jármű töltöttségi szintjének nyomon követése).
- A foglalás tárgyát az egyes töltőállomások csatlakozói képezik (egy állomás több csatlakozóval is rendelkezhet).

- A foglalási funkció használatához az alkalmazáson belüli regisztráció elengedhetetlen, a fizetési adatok és jármű paraméterek (akkumulátor kapacitás) megadásával.
- A foglalás díjköteles, a lefoglalt időpont előtt legkésőbb 24 órával azonban díjmentesen lemondható.

A foglalás menetét (információkezelési műveletek), a funkció megvalósításához szükséges kapcsolatokat, valamint a lefoglalt állomáson történő töltési folyamatot a következő, 12. ábrán szemléltettem.



12. ábra: Foglalási folyamat és töltés a lefoglalt töltőpontnál (saját kutatási eredmény)

A folyamat alapvető szereplői az elektromos jármű és tulajdonosa, az információs alkalmazás, a töltőállomások üzemeltetői, valamint a lefoglalt töltőoszlop. A működés részfolyamatait a 20. táblázatban foglaltam össze.

20. táblázat:

A foglalási funkció működésének részfolyamatai (saját kutatási eredmény)

Részfolyamat		A művelet leírása
1.	regisztráció	a felhasználó az alkalmazáson belül profilt hoz létre, megadja a fizetési adatokat és járműve paramétereit
2.	adatok megjelenítése	az applikáció megjeleníti a foglalható töltőkre vonatkozó információkat (cím, csatlakozók száma és teljesítménye, szabad idősávok stb.)
3.	töltőpont kiválasztása	a felhasználó személyes preferenciái alapján töltőpontot választ
4.	foglalható időtartam maximális hosszának kiszámítása	az alkalmazás meghatározza azt az időtartamot, mely alatt a választott töltő a jármű akkumulátorát teljesen lemerült állapotról képes feltölteni (a számítás az előző kidolgozott funkció (várható töltési idők dinamikus számítása) alapján történik)
5.	töltés kezdetének, időtartamának beállítása	a felhasználó meghatározza a foglalás kezdeti időpontját és hosszát
6.	foglalási adatok küldése	az applikáció továbbítja a foglalási adatokat a töltő üzemeltetőjének
7.	foglalás díjának utalása	az applikáció a megadott fizetési adatok alapján automatikusan elutalja a foglalás díját a töltő üzemeltetőjének (a foglalási díj előre fizetendő, az időpont lemondása esetén a felhasználó az összeget, vagy a lemondás időpontjának függvényében annak egy részét visszakapja)
8.	foglalási adatok kezelése	a töltőinfrastruktúra üzemeltető fogadja, feldolgozza, tárolja és archiválja a beérkezett foglalási adatokat
9.	hozzáférés lehetővé tétele	az üzemeltető továbbítja a foglalási adatokat a töltőoszlop vezérlő egységéhez, biztosítva ezzel a hozzáférést a felhasználók számára
10.	foglalt idősávok kijelzése	a töltőoszlop kijelzőjén feltüntetésre kerülnek a foglalt idősávok (ez az ad-hoc töltést végző autósok informálása szempontjából is fontos)
11.	bejelentkezés, azonosítás	az érkezést követően a felhasználó az applikáción keresztül bejelentkezik (a töltőpont az alkalmazáshoz rendelt felhasználói profilt azonosítja)
12.	töltés indítása	a felhasználó a kábel csatlakoztatását követően a töltési folyamatot a töltőoszlop kijelzőjén, vagy az alkalmazáson keresztül elindítja
13.	töltés, befejezés	a töltési folyamat a teljes töltöttség elérésekor, vagy a foglalási időtartam lejártakor automatikusan leáll, a kábel bárki által eltávolíthatóvá válik (ez biztosítja, hogy a több parkolóhellyel rendelkező töltőoszlopoknál a következő felhasználó a csatlakozót azonnal igénybe tudja venni)

(4.) A környéki szolgáltatásokról, szabadidő töltési lehetőségekről történő tájékoztatás:

A nyilvános töltőállomások környékén elérhető szolgáltatásokról és lehetőségekről történő informálás a töltések időintervallumát (gyorstöltők esetén 15-60 perc, egyéb nyilvános pontokon jellemzően 2-6 óra) a járművezetők számára jobban kihasználhatóvá teszi. A tájékoztatás célja tehát az, hogy a haszontalannak tűnő töltési időt az utazók minél hasznosabb tevékenységgel tölthessék el. Mindeközben az applikáción keresztül a töltési folyamat állapota folyamatosan nyomon követhető. A megvalósításhoz az információs alkalmazáson belül a tárolt töltőpontokhoz hozzárendelendő a közelben található szolgáltatások listája, melyet a felhasználók által szerkeszthető, bővíthető formában érdemes megvalósítani. Az összerendelés megvalósításával egy töltőállomás kiválasztásakor elérhetőek a környékbeli lehetőségek, ugyanakkor az egyes szolgáltatásokra való szűréskor megjeleníthetők a közelben található töltőállomások is. A funkció a szolgáltatásokról nyújtott dinamikus információk (pl. éttermek napi menüje) elérhetővé tétele által fejleszhető tovább.

(5.) A legkisebb energiafelhasználású útvonalra való tervezés:

Az elektromos autók korlátozott hatótávolsága miatt az útvonaltervezéskor fontos szempont a leginkább energiatakarékos útvonal meghatározása. Gyakran nem a legrövidebb, vagy legkisebb időtartamú útvonal a leginkább energiatakarékos, ugyanis a sűrűn előforduló csomópontok, vagy a nagy forgalom gyakori megállásokra és gyorsításokra kényszeríthet, mely az energiafelhasználás szempontjából nem előnyös. A [10] publikációban leírt algoritmus az útvonaltervezés során real-time és előrebecsült forgalmi adatok, illetve a járművek és az infrastruktúra releváns adatainak (gördülési ellenállás, gyorsulás, hálózati topológia, magasság profil stb.) figyelembe vétele mellett az elektromos járművek számára legkisebb energiafelhasználású útvonalat keresi (és egy drezdai példán szemlélteti). A módszer alkalmazása kiterjedt adatgyűjtési technológiát és nagy mennyiségű pontos adatot igényel; a real-time és előrebecsült forgalmi értékek függvényében az optimális útvonal az időben is változhat. A funkció applikációban való implementálása komoly fejlesztési (kutatói) feladat, azonban megvalósításával a felhasználók a hatékonyabb energiafelhasználás szempontjából hasznos információkhoz juthatnak.

Az ismertetett funkciók, illetve a jelenlegi applikációk előnyös tulajdonságainak egyesítése révén az „ideális”, innovatív alkalmazás az elektromobilitás elfogadásához és elterjedéséhez az utazói döntések támogatása, valamint a jármű- és töltőhasználat megkönnyítése révén közvetlenül járul hozzá.

8. Összefoglalás

Kutatásom során az elektromobilitás elterjesztésének lehetőségeivel és az utazói döntéseket támogató módszerekkel/alkalmazásokkal foglalkoztam. Széleskörű irodalomkutatást végeztem, szakértőkkel konzultáltam, valamint elektromobilitási rendezvényeken vettem részt. Az összegyűjtött tudásanyag és tapasztalatok alapján összefoglaltam az elektromos járművekkel kapcsolatos technológiai jellemzőket, nemzetközi és hazai helyzetértékelést végeztem, valamint a térnyerést támogató intézkedési lehetőségeket fogalmaztam meg, rendszerszemléletben csoportosítva.

A járművásárlók pénzügyi döntéseinek megkönnyítése érdekében olyan költségmodellt és számítási módszert alakítottam ki, mely a beruházási ráfordítások mellett az üzemeltetés során felmerülő egyéb költségtényezőket is figyelembe veszi. Futtatható alkalmazást fejlesztettem, melynek segítségével a módszer működését gyakorlati példákon keresztül is szemléltettem. Az applikáció az elektromos járművekkel kapcsolatos alacsonyabb üzemeltetési költségek, illetve az elterjedést támogató pénzügyi ösztönzők hatásainak számszerűsítésére is alkalmas.

Kutatásom másik fő részeként a jelenlegi információs alkalmazásokat elemeztem, majd egy saját, korszerű, az előnyös tulajdonságokat egyesítő applikáció koncepcióját dolgoztam ki. Alkalmazásom innovatív jellegét a kialakított költségmodell és számítási módszer, illetve egyéb, részletesen kidolgozott új funkciók integrálása biztosítja. Az elvégzett munkám az elektromobilitás szélesebb körben történő elterjedéséhez az utazói döntések támogatásával, valamint az elektromos járművek használatának megkönnyítésével járul hozzá.

A kutatás során tapasztalt legfőbb kihívást a technológia újszerűsége jelentette. A fejlődés irányainak előre becslése igen nehéz, az elektromos autók alkatrészeinek (pl. akkumulátor) előregedéséről gyakorlati tapasztalatok pedig még nem állnak rendelkezésre. Az üzemeltetéssel és karbantartással kapcsolatos költségelemek azonosítására és meghatározására vonatkozóan az autóiipari szereplők, márkakereskedők is csak feltételezésekkel tudnak élni.

A kutatást a következő irányokban kívánom folytatni:

- az elterjedést ösztönző intézkedések várható hatásainak időbeli jellemzőinek vizsgálata,
- a számítási módszerben alkalmazott lehatárolások, egyszerűsítések feloldása, a költségelemek pontosítása az e-járművekkel kapcsolatos tapasztalatok szélesedésével,
- az információs alkalmazásokkal kapcsolatos utazói igények/elvárások felmérése kérdőíves kikérdezéssel, a kidolgozott koncepció bővítése a visszajelzések alapján.

Irodalomjegyzék

Könyvek:

[1] *European Commission. EUR 21951 EN- ExternE- Externalities of Energy- Methodology 2005 Update.* Luxembourg, (2005). pp. 4. ISBN 92-79-00423-9.

[2] *B. Scrosati, J. Garche, W. Tillmetz. Advances in Battery Technologies for Electric Vehicles.* Woodhead Publishing Series in Energy, (2015). pp. 454-460. ISBN 978-1-78242-377-5.

Tudományos folyóiratcikkek:

[3] *J. Ying Yong, V.K. Ramachandaramurthy, K.M. Tan, N. Mithulananthan. A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects,* Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 49, (2015), pp. 365-385. doi:10.1016/j.rser.2015.04.130

[4] *J. Buekers, M. Van Holderbeke, J. Bierkens, L. Int Panis. Health and environmental benefits related to electric vehicle introduction in EU countries.* Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 33, (2014), pp. 26-38.
doi:10.1016/j.trd.2014.09.002

[5] *J-A. Bühne, D. Gruschwitz, J. Hölscher, M. Klötzke, U. Kugler, C. Schimeczek. How to promote electromobility for European car drivers? Obstacles to overcome for a broad market penetration,* European Transport Research Review, Volume 7, Issue 3, (2015). doi 10.1007/s12544-015-0178-0

[6] *G. Haddadian, N. Khalili, M. Khodayar, M. Shahidehpour. Security-constrained power generation scheduling with thermal generating units, variable energy resources, and electric vehicle storage for V2G deployment,* International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 73, (2015), pp. 498-507. doi:10.1016/j.ijepes.2015.05.020

[7] *E. Figenbaum, N. Fearnley, et al. Increasing the competitiveness of e-vehicles in Europe.* European Transport Research Review, Volume 7, Issue 3, (2015). doi 10.1007/s12544-015-0177-1

[8] *D. Esztergár-Kiss, Cs. Csiszár. Evaluation of Multimodal Journey Planners and Definition of Service Levels,* International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, Volume 13, Issue 3, (2015), pp. 154-165. doi 10.1007/s13177-014-0093-0

- [9] *S. Deilami, A.S. Masoum, P.S. Moses, M.A.S. Masoum. Real-Time Coordination of Plug-In Electric Vehicle Charging in Smart Grids to Minimize Power Losses and Improve Voltage Profile*, IEEE Transactions on Smart Grid, Volume 2, Issue 3, (2015), pp. 456-467. doi 10.1109/TSG.2011.2159816
- [10] *M. Krumnow, A. Liebscher, J. Krimmling, F. Hanisch, B. Bäker. Energy-efficient routing strategies based on real-time traffic information*, Periodica Polytechnica Transportation Engineering, (2015).
- [11] *S. Manzetti, F. Mariasiu. Electric vehicle battery technologies: From present state to future systems*, , Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 51, (2015), pp. 1004-1012. doi:10.1016/j.rser.2015.07.010
- [12] *S. Fui Tie, C. Wei Tan. A review of energy sources and energy management system in electric vehicles*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 20, (2013), pp. 82-102. doi:10.1016/j.rser.2012.11.077
- [13] *K. A. Kalwar, M. Aamir, S. Mekhilef. Inductively coupled power transfer (ICPT) for electric vehicle charging- A review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 47, Kuala Lumpur, Malajzia, (2015), pp. 462-475. doi:10.1016/j.rser.2015.03.040
- [14] *M.V. Reddy, K. S. Hemanth, CH.Venkat Mohan. Microwave Power Transmission" A Next Generation Power Transmission System*, IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE), Volume 4, Issue 5, (2013), pp. 24-28. doi: 10.9790/1676-0452428
- [15] *N. Shinohara, N. Niwa, K. Takagi, K. Hamamoto, S. Ujigawa, J-P. Ao et al. Microwave building as an application of wireless power transfer*. Wireless Power Transfer, Volume 1, Issue 01, (2014), pp. 1–9. doi: 10.1017/wpt.2014.1
- [16] *Z. Bi, L. Song, R. De Kleine, C. C. Mi, G. A. Keoleian. Plug-in vs. wireless charging: Life cycle energy and greenhouse gas emissions for an electric bus system*, Applied Energy, Volume 146, (2015), pp. 11-19. doi:10.1016/j.apenergy.2015.02.031
- [17] *Y. J. Jang, S. Jeong, Y. D. Ko. System optimization of the On-Line Electric Vehicle operating in a closed environment*, Computers & Industrial Engineering, Volume 80, Daejeon, Dél-Korea, (2015), pp.222-235. doi:10.1016/j.cie.2014.12.004
- [18] *R. Rao, X. Zhang, J. Xie, L. Ju. Optimizing electric vehicle users' charging behavior in battery swapping mode*, Applied Energy, Volume 155, 2015.10.01, pp. 547-559. doi:10.1016/j.apenergy.2015.05.125

[19] *D. Földes, Cs. Csiszár. Route Plan Evaluation Method for Personalized Passenger Information Service*, Transport Journal 2015, Volume 30, (2015), pp. 273-285. doi 10.3846/16484142.2015.1086889

Konferencia kiadványok:

[20] *Mészáros F., Andrejszki T. Az elektromos mobilitás fejlődésének lehetőségei*. In: Szabó Valéria, Fazekas István (szerk.) *Környezettudatos energiatermelés és -felhasználás: III. Környezet és Energia Konferencia*, Debrecen, Magyarország, 2014.05.09-2014.05.10. Debrecen: MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, Paper B11. ISBN: 978-963-7064-31-9

[21] *Siemens, Mobility Division. High power charging system for electric buses*, *UITP World Congress and Exhibition 2015*, Milan, (2015).
URL: <http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2015/mobility/2015-06-uitp/background-ebus-e.pdf>, (letöltve: 2015.09.17)

[22] *K.W. Klontz, A. Esser, R.R. Bacon, D.M. Divan, D.W. Novotny, R.D. Lorenz. An Electric Vehicle Charging System with 'Universal' Inductive Interface*, Proceedings of 1993 conference record of the: IEEE power conversion conference, Yokohama, Japán, (1993), pp. 227-232. doi: 10.1109/PCCON.1993.264219

[23] *N. Shinohara, Y. Kubo, H. Tonomura. Wireless charging for electric vehicle with microwaves*, In: *Electric Drivers Production Conference (EDPC), 2013 3d International*. Nürnberg, Németország, 2013.10.29-2013.10.30. Kyoto University, Uji, Japan. ISBN: 978-1-4799-1102-8. doi 10.1109/EDPC.2013.6689750

[24] *S. Ahn, J. Y. Lee, D. H. Cho, J. Kim. Magnetic Field Design for Low EMP and High Efficiency Wireless Power Transfer System in On-Line Electric Vehicles*, *CIRP Design Conference*, Daejeon, Dél-Korea, (2011), pp.233-239.
URL: <http://olevtech.com/wp-content/uploads/2012/08/CIRP-Design-2011-Paper35.pdf>, (letöltve: 2015.07.02)

[25] *I. S. Suh. Application of Shaped Magnetic Field Resonance (SMFIR) Technology to Future Urban Transportation*, *CIRP Design Conference*, Daejeon, Dél-Korea, (2011), pp. 226-232.
URL: <http://koasas.kaist.ac.kr/bitstream/10203/23718/1/-CIRP-Design-2011-Paper34-Suh.pdf>, (letöltve: 2015.07.02)

Irányelvek, törvények, rendeletek:

[26] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2014/94/EU IRÁNYELVE (2014. október 22.) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről. (2014).

URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014L0094&from=EN>, (letöltve 2015. 08. 26.)

[27] *EURÓPAI BIZOTTSÁG: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának bevezetéséről.* Brüsszel, COM(2013).

URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013PC0018&from=EN>, (letöltve 2015. 08. 25.)

[28] 2003. évi CX. törvény a regisztrációs adóról.

URL: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0300110.TV, (letöltve: 2015.09.02)

[29] 1990. évi XCIII. törvény az illetékekről.

URL: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99000093.TV, (letöltve: 2015.09.02)

[30] 1991. évi LXXXII. törvény a gépjárműadóról.

URL: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99100082.TV, (letöltve: 2015.09.02)

[31] *Nemzeti Fejlesztési Minisztérium.* 4/2011. (I.31.) NFM rendelet a villamos energia egyetemes szolgáltatás árképzéséről. Budapest, (2011).

URL:

https://www.eon.hu/download.php?url=download/4_2011_FNM_rend_2011_02_18.pdf, (letöltve: 2015. 09. 01)

Letölthető elektronikus dokumentumok:

[32] *Eurostat. Greenhouse gas emissions by sector (source: EEA).*

URL:

<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdcc210&language=en> (letöltve: 2015.09.02)

[33] *European Automobile Manufacturers Association (ACEA): NEW ELECTRIC VEHICLE REGISTRATIONS IN THE EUROPEAN UNION.* (2015).

URL:

http://www.acea.be/uploads/press_releases_files/ACEA_Electric_Vehicle_registrations_Q4_14-13.pdf, (letöltve 2015. 08. 25.)

[34] *European Automobile Manufacturers Association (ACEA)*: **NEW ALTERNATIVE FUEL VEHICLE REGISTRATIONS IN THE EUROPEAN UNION.** (2015).

URL:

http://www.acea.be/uploads/press_releases_files/AFV_registrations_Q2_2015_FINAL.pdf,
(letöltve 2015. 08. 25.)

[35] *Electric Drive Transportation Association (EDTA)*. **Electric Drive Sales Dashboard.** (2015).

URL: <http://electricdrive.org/index.php?ht=d%2Fsp%2Fi%2F20952%2Fpid%2F20952>,
(letöltve: 2015.09.11.)

[36] *Pricewaterhouse Coopers (PwC)*: **Merre tart az elektromos autók piaca? A plug-in elektromos hibrid és a tisztán elektromos gépjárművek jövője Magyarországon.** (2014).

URL:

http://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/merre_tart_az_elektromos_autok_piaca-e-car_2014.pdf, (letöltve 2015. 07. 30.)

[37] *Pricewaterhouse Coopers (PwC)*: **Kitekintés az elektromos autók jövőjére. Az elektromos járművek szegmensének várható fejlődése Magyarországon.** (2012).

URL: <https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/e-car-survey-hu.pdf>, (letöltve 2015. 07. 30.)

[38] *Automotive World (AW)*: **Technology Roadmap: Battery electric vehicles.** (2013).

URL: <http://www.oesa.org/Doc-Vault/Knowledge-Center/Product-Technologies-Content/AW-Technology-Roadmap-Battery-Electric-Vehicles-2013.pdf>, (letöltve 2015. 09. 10.)

[39] *Medián Közvélemény- és Piackutató Intézet*. **A magyarországi autók éves átlagos futásteljesítménye.** (2014).

URL: http://www.piackutatasok.hu/2014/09/median-magyarorszagi-autok-eves-atlagos.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+piackutatasok+%28..sPiackutat%C3%A1sok%29, (letöltve: 2015.10.20.)

[40] **Villamos járművek várható töltési idejének összefoglalása.**

URL: http://www.e-autozas.hu/technologia_infrastruktura, (letöltve 2015.07.04)

Weboldalak:

[41] <https://chargemap.com/>

[42] https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_vehicle_network

[43] http://hvg.hu/cegauto/20130214_Mennyire_zold_egy_zold_auto

[44] <http://realista.hu/news/details/127657>

[45] <https://play.google.com/>

[46] <http://www.greenchargeapp.com/>

Ábra- és táblázatjegyzék

Ábrajegyzék:

1. ábra:	A kutatás folyamata (saját kutatási eredmény).....	3
2. ábra:	A dolgozat felépítése (saját kutatási eredmény)	4
3. ábra:	Az elektromos járművek töltési módjainak csoportosítása (saját kutatási eredmény)	6
4. ábra:	Töltőállomások és forgalomba helyezett elektromos járművek száma (saját szerkesztés,[33], [34], [35], [41], [42] alapján).....	8
5. ábra:	A elektromobilitás elterjedését támogató tényezők hatásai (saját kutatási eredmény)	10
6. ábra:	Az elektromobilitás elterjedését ösztönző intézkedéstípusok (saját kutatási eredmény)	13
7. ábra:	A kidolgozott számítási módszer működési folyamata (saját kutatási eredmény) ..	20
8. ábra:	Az elkészített alkalmazás input felülete (saját kutatási eredmény)	26
9. ábra:	Az elkészített alkalmazás output felülete (saját kutatási eredmény)	27
10. ábra:	A fajlagos üzemeltetési költségek alakulása az éves átlagos futásteljesítmény függvényében (saját kutatási eredmény)	32
11. ábra:	A teljes költségek alakulása az éves átlagos futásteljesítmény függvényében (saját kutatási eredmény)	33
12. ábra:	Foglalási folyamat és töltés a lefoglalt töltőpontnál (saját kutatási eredmény).....	44
13. ábra:	Becsült töltési idők a teljesítmény függvényében (saját szerkesztés, [40] alapján)	60
14. ábra:	A holtoltsek.hu weben elérhető alkalmazása (forrás: lekérdezés saját adatok alapján)	64
15. ábra:	A PlugSurfing mobil alkalmazás felülete (forrás: lekérdezés saját adatok alapján) ...	65
16. ábra:	A Charge&Drive webes felülete (forrás: lekérdezés saját adatok alapján)	66
17. ábra:	A ChargePoint mobil alkalmazása (forrás: [45]).....	67
18. ábra:	A PlugShare mobil alkalmazás kezelőfelülete (forrás: lekérdezés saját adatok alapján)	68
19. ábra:	A GreenCharge mobil alkalmazás felülete (forrás: [46])	69
20. ábra:	Részlet az alkalmazás programkódjából I. (saját kutatási eredmény)	73
21. ábra:	Részlet az alkalmazás programkódjából II. (saját kutatási eredmény).....	73

Táblázatjegyzék:

1. táblázat:	Az elektromos autók gazdasági és környezeti előnyei, hátrányai (saját kutatási eredmény)	6
2. táblázat:	A töltési módok jellemzőinek összefoglalása (saját kutatási eredmény)	7
3. táblázat:	Az elektromos járművek vásárlását támogató intézkedések (saját kutatási eredmény)	15
4. táblázat:	Az elektromos járművek használatát ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)	16
5. táblázat:	Töltőinfrastruktúra telepítést ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)	17
6. táblázat:	Töltőinfrastruktúra üzemeltetést, fenntartást ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény).....	17
7. táblázat:	Egyéb, terjedést ösztönző intézkedések (saját kutatási eredmény)	18
8. táblázat:	A költségmodellben alkalmazott adatok struktúrája (saját kutatási eredmény) 21	
9. táblázat:	A beruházási költség meghatározásának számításai (saját kutatási eredmény) 22	
10. táblázat:	Az üzemeltetési költség meghatározásának számításai (saját kutatási eredmény)	23
11. táblázat:	A karbantartási költség meghatározásának számításai (saját kutatási eredmény)	24
12. táblázat:	Az emisszió számításához használt kiegészítő adatok (saját kutatási eredmény)	24
13. táblázat:	Az összehasonlított járművek adatai (saját kutatási eredmény)	28
14. táblázat:	A költség összehasonlítás eredményei (saját kutatási eredmény)	29
15. táblázat:	Céges autók költségeinek összehasonlítása (saját kutatási eredmény).....	31
16. táblázat:	Az elemzett információs alkalmazások jellemzői (saját kutatási eredmény) ...	37
17. táblázat:	Az elemzett információs alkalmazások funkciói (saját kutatási eredmény).....	38
18. táblázat:	A javasolt alkalmazás jellemzői, fejlesztési fázisok szerint (saját kutatási eredmény)	40
19. táblázat:	A javasolt alkalmazás funkciói, fejlesztési fázisok szerint (saját kutatási eredmény)	41
20. táblázat:	A foglalási funkció működésének részfolyamatai (saját kutatási eredmény)...	45
21. táblázat:	Az akkumulátor típusok jellemzői (saját szerkesztés, [3], [11] alapján).....	58
22. táblázat:	A vezeték nélküli, indukciós energia átvitel SWOT-analízise (saját szerkesztés, [2] alapján).....	62

23. táblázat:	A vagyonszerzési illeték mértéke (S_1) [Ft/kW] (forrás: [29])	71
24. táblázat:	A regisztrációs adó mértéke (S_2) [Ft/db] (forrás: [28])	71
25. táblázat:	A gépjárműadó mértéke (S_3) [Ft/kW] (forrás: [30]).....	71
26. táblázat:	A maradványértékek számításához alkalmazott táblázat (S_4) (forrás: saját kutatási eredmény).....	72
27. táblázat:	A cégautó adó mértéke (S_5) [Ft/hó] (forrás: [30])	72

Mellékletek

1. Melléklet: Az elektromos járművek felépítésének részletes ismertetése

Hajtáslánc kialakítása: Az elektromos járműveket a járművekben alkalmazott motor(ok) fajtája és a hajtáslánc kialakítása szerint osztályozhatjuk. A tisztán elektromos járművek meghajtását kizárólag elektromos motor végzi, így a jármű mindig töltés-kisütő üzemmódban működik. Az energiát tároló akkumulátor-csomagok külső forrásból, illetve regeneratív fékezés útján tölthetők. Működés közben a villanymotor az akkumulátorból felvett energiát mozgási energiává alakítja, melynek a kerekekhez történő eljuttatására két tipikus megoldás terjedt el:

- az elektromos motor a hagyományos belsőégésű motor helyét váltja fel, és a termelt energiát erőátvitellel juttatják a kerekekhez, vagy
- minden meghajtott kereket saját kerékagy motorral látnak el [11].

A hibrid és plug-in hibrid autókat a hajtáslánc kialakítása alapján három fő csoportba sorolhatjuk: soros, párhuzamos, vagy vegyes hibridek. A soros hibrid esetében a belsőégésű egy generátort hajt, melynek árama egyrészt a villanymotort táplálja, másrészt az akkumulátor töltéséért felelős. A belsőégésű motor és a hajtott kerekek kapcsolatának hiánya lehetővé teszi, hogy a motor állandó fordulatszámon és nyomatékon járjon. Ez a motorüzem a hirtelen váltások kiküszöbölése, a károsanyag-kibocsátás és a hatékonyság terén is kedvező. A párhuzamos hibrid típus ennél is hatékonyabb, a kerekeket a villanymotoron kívül a belsőégésű motor is képes hajtani (szükség esetén a két motor együtt is működhet) [12]. A vegyes hibridek az előző két megoldás előnyös tulajdonságait egyesítik, azonban kialakításuk bonyolultabb és jóval költségesebb. Működési elvük abban tér el a soros hibridektől, hogy egy tengelykapcsoló zárásával a belsőégésű motor nyomatéka közvetlenül is eljuttatható a kerekekhez csakúgy, mint a párhuzamos hibridek esetén. A plug-in hibridek a sima hibridekkel ellentétben külső forrásból is tölthetők, nagyobb akkumulátorokat tartalmaznak, és hosszabb távokat (10-30 km) képesek megtenni tisztán elektromos üzemmódban [3].

Akkumulátor: Az akkumulátorok az elektromos járművek energiaforrásaként szolgálnak. Az akkumulátor technológia az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen ment keresztül, a lítium-alapú akkumulátorok megjelenése pedig számos előrelépést hozott. A jelenleg kapható autó modellek legnagyobb hányada lítium-ion (Li-ion), lítium-polimer (LiPo) vagy lítium-

vas-foszfát (LiFePO₄) akkumulátorokkal működik. Ezen akkumulátorok elődeikhez képest magasabb teljesítmény és energiasűrűségűek, könnyebbek, olcsóbbak, nem mérgezőek, és jól viselik a gyorsöltéseket is [3]. Technológiájuk még nem teljesen érett és bizonyos szempontokból korlátozott (pl. az üzemzavarok tűz- és robbanásveszélyt idézhetnek elő, drága előállítás, korlátozott élettartam), azonban a jövő elektromos autóinak potenciális akkumulátoraiként tartják őket számon. Néhány alternatív, igen nagy teljesítményt nyújtó technológia (Li-S, Li-air, ZN-air) is fejlesztési stádiumban van, azonban ezen akkumulátorok elérhető élettartama jelenleg még túl alacsony [3]. A 21. táblázatban az elektromos járművekben valaha alkalmazott, és lehetséges jövőbeli akkumulátor típusok főbb jellemzőit foglaltam össze.

21. táblázat:

Az akkumulátor típusok jellemzői (saját szerkesztés, [3], [11] alapján)

Típus	Energiasűrűség [Wh/kg]	Fajlagos teljesítmény [W/kg]	Életciklus	Hatékonyság [%]	Előállítási költség [\$/kWh]
Pb-acid	35-40	180	500-1000	70-92	60
Ni-Cd	50-80	150-200	1350-2000	70-90	250-300
Ni-MH	70-95	250-1000	1350-3000	66	200-250
Na-NiCl ₂	90-125	1500	1200-1500	n.a.	230-345
Li-ion	118-250	1800	1000-2000	99,9	150
LiPo	130-225	3500	1000-2000	99,8	150
LiFePO ₄	120	2000-4500	>2000	n.a.	350
Zn-air	460	80-140	200	n.a.	90-120
Li-S	350-650	3500	300	n.a.	100-150
Li-air	1300-2000	400	100-500	n.a.	n.a.

2. Melléklet: Az elektromos járművek töltési módjainak részletes jellemzői

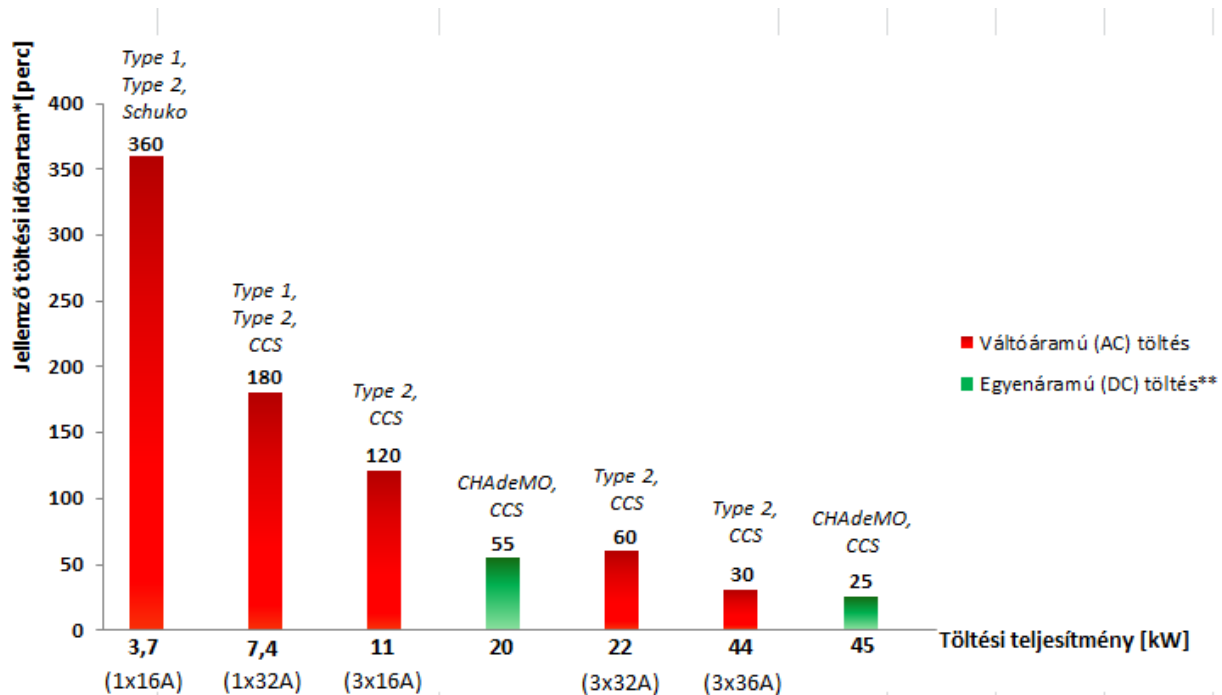
I.a. Hagyományos, vezetékes töltési módok:

Az elektromos jármű gyártók különböző csatlakozó aljzatokat használnak az akkumulátor töltésére. A szabványok a töltési módokat a töltési teljesítmény, valamint a beépített védelmi és szabályozó funkciók alapján 4 csoportba (Mode 1,2,3,4), a váltakozó árammal töltő csatlakozó típusokat pedig méreteik, illetve az átvihető áram/feszültségi szint alapján 3 fő kategóriába (Type 1,2,3) sorolják [2]. Az egyenáramú gyorstöltésekhez CHAdeMO, vagy CCS (Combined Charging System) csatlakozó használható.

A magyarországi nyilvános töltőállomásokon a töltés menetének fő jellemzői:

- Az első töltés előtt „villamosenergia-vásárlási és e-töltő használati szerződést” kell kötni, személyesen.
- A töltés a kábel csatlakoztatása után mobil applikáción keresztül, vagy egy telefonszám hívásával indítható és állítható le.
- A töltés jelenleg a legtöbb helyen ingyenes, csakúgy, mint a töltés során igénybevett parkolóhely.
- Mobil applikáción keresztül történő töltés esetén a töltési adatok gyűjthetőek, külföldön pedig már a töltések automatikus fizetésére is lehetőség nyílik.

A 13. ábra a váltó- és egyenáramú töltés esetén becsült töltési időket szemlélteti az átvihető teljesítmény szintek függvényében, a használható csatlakozó típusok feltüntetésével együtt. Egy hagyományos, otthon is elvégezhető, váltóárammal történő feltöltés több órát vesz igénybe, azonban az újabb generációs akkumulátorok lehetővé teszik a magasabb teljesítménnyel történő feltöltést is háromfázisú töltőoszlopnál, mellyel a töltés ideje 0,5-1 órára csökkenthető. Emellett léteznek ún. gyorstöltők, melyek egyenárammal működnek, és ahol az arra alkalmas járművek töltési ideje mindössze 20-30 perc.



13. ábra: Becsült töltési idők a teljesítmény függvényében (saját szerkesztés, [40] alapján)

* A töltési idő (t) kiszámítása (4):

$$t = \frac{Q_a}{P_t \cdot \eta} \quad (4)$$

az ennek során alkalmazott jelölések (feltételezések):

- a jármű akkumulátorának kapacitása (Q_a): 22 kWh,
- P_t a diagram vízszintes tengelyén jelzett töltési teljesítmény,
- az akkumulátor a töltés megkezdésekor „üres”,
- a használt kábel és csatlakozó típusok lehetővé teszik a megadott töltési teljesítmény továbbítását a járműhöz ($\eta=1$, azaz a hatásfok 100%).

** DC töltés esetén az „üres” akkumulátor általában a teljes kapacitás 80%-ára tölthető fel.

I.b. Töltés pantográffal:

A konduktív töltési módok közé tartozik az elektromos autóbuszok és teherautók számára kifejlesztett pantográfos töltési rendszer is. A megállóba telepített töltőkhöz, illetve kiépített felsővezetékekhez behúzható pantográf segítségével csatlakoznak, melyen keresztül akár 200 kW töltési teljesítményt is elérhetnek, így néhány perc alatt akár 10-15 km megtételére elegendő energiát nyerhetnek [21]. Ez a megoldási mód főleg nagy méretű járművek esetén alkalmazható, jól kiépített felsővezeték-rendszerrel rendelkező városok esetén nyújt valós, költséghatékony alternatívát.

II. Vezetékes, indukciós alapú töltés:

Az indukciós töltési technológia (Inductive Power Transfer- IPT) az elektromágneses indukció elvén működik, az energiát egy transzformátor egymáshoz igen közel elhelyezett primer és szekunder tekercsei közti légrése továbbítja. A tekercsek fizikailag látszólag kapcsolódnak egymáshoz, azonban elektromosan izoláltak, így elkerülük a közvetlen fém-fém kapcsolat biztonsági kockázatait. A töltés a hagyományos vezetékes módhoz hasonlóan az autó csatlakoztatását követően kezdődik meg. A technológia segítségével nagy energiákat lehet magas hatásfok mellett átvinni, azonban a tekercsek közti légrése növekedése esetén a töltési teljesítmény drasztikusan csökken [13], [22].

III.a. Mikrohullámú energia átvitel:

A mikrohullámú energia átviteli rendszer (Microwave Power Transfer- MPT) esetén a hálózatról nyert, egyenárammá (DC) konvertált energia a mikrohullám generátort táplálja [14]. A generátorban található rezonáló üregeken áthaladva az áram mikrohullámú elektromágneses sugárzást hoz létre, melyet a vevőantenna fogad és alakít vissza a jármű elektromos rendszere által hasznosítható energiává. A technológia segítségével több méteres távolságból is viszonylag jó hatásfokú energia-átvitel érhető el. Hátránya a nagy méretű antenna, a kiépítés magas költsége, a töltés hatékonyságának környezeti körülményekre való érzékenysége, és a mikrohullámmal átvitt nagy energiamennyiség emberi szervezetre gyakorolt hatásainak tisztázatlansága [13], [23].

A hátrányok kiküszöbölése érdekében végzett fejlesztések közül kiemelkedő a [15] tanulmányban bemutatott "Mikrohullámú Épület". A technológia a mikrohullámoknak ösvényt képző hullámvezetőt alkalmaz, mely a szóródást gátolja, ezáltal az antenna mérete és a kapcsolódó költségek is csökkennek, a biztonság nő, az átvihető energia mennyisége azonban jelenleg igen alacsony.

III.b. Vezeték nélküli indukciós töltés:

Az elektromos járművek töltési módjainak jövőbe mutató fejlesztési iránya a vezeték nélküli töltési módok kialakítása, melyekkel a töltések végrehajtása automatikussá válik és menet közben is megvalósulhat.

A vezeték nélküli indukciós töltés lényege, hogy az úton haladó járművek az út felszíne alá telepített kábelek felett állva, vagy azok felett haladva érintés nélkül, elektromágneses indukció révén folyamatosan nyerik energiájukat [24]. A módszer az elektromos jármű töltésének és használhatóságának számos problémáját enyhíti, erősségeit, gyengeségeit, a

technológiában rejlő lehetőségeket és veszélyeket (SWOT-analízis) a következő, 22. táblázatban foglaltam össze.

22. táblázat:

A vezeték nélküli, indukciós energia átvitel SWOT-analízise (saját szerkesztés, [2] alapján)

Erősségek	Gyengeségek
<ul style="list-style-type: none"> • A teljes életciklus során kevesebb energiát igényel, kevesebb üvegházhatású gáz kibocsátás [16]. • A járművek töltése menet közben automatikus [17]. • Környezeti hatások elleni védettség (pl. eső). • Nem használnak el a villamos érintkezők. • Áramütések kockázata nem áll fenn. • A városképet nem rontja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alacsony hatásfok. • Magas költségek. • A töltő infrastruktúra komplex, kiépítése bonyolult. • A töltőrendszer járműbe telepítendő elemeinek súlya és mérete. • A megfelelő hatásfok eléréséhez pontos pozicionálás és minimális méretű légrés szükséges.
Lehetőségek	Veszélyek
<ul style="list-style-type: none"> • A működés közbeni töltéssel a szükséges akkumulátorok mérete csökkenthető. • Ez a járművek súlyának és árának csökkenését eredményezi. • A vezetékes gyorsöltők igénybevétele csökken. • Több típusú jármű igénybe veheti [25]. 	<ul style="list-style-type: none"> • A különböző járműtípusokkal való kompatibilitás megoldandó. • Automatikus induktív töltőrendszerek megjelenése. • Kérdéses a társadalom elfogadási hajlandósága (emberi szervezetre, elektronikus eszközökre gyakorolt hatások).

IV. Akkumulátor cserélő rendszerek:

A járművek meglévő akkumulátorainak újra töltése helyett az automatizált akkumulátor cserélő rendszerek a lemerült akkumulátor eltávolítása után egy teljesen feltöltött egységet helyeznek a járműbe, kiküszöbölve ezzel a töltés jelentős időszükségletét. A csere folyamata néhány percet vesz igénybe, a lemerült akkumulátorokat az eltávolítást követően a csereállomáson töltik fel, melynek előnye, hogy a töltést hálózati szempontból optimalizált módon lehet végrehajtani, elősegítve a hálózati terhelés kiegyenlítését [18]. Az akkumulátor cserés megoldás elterjedését akadályozza a csereállomás kiépítésének magas költsége (mely egy gyorsöltő állomás építési költségének körülbelül 15-20-szorosa), helyigénye, illetve az,

hogy a technológia a járművek kialakításának egységesítését, az akkumulátorok elhelyezési módjának szabványosítását igényli.

„Ideális” töltési mód nem létezik, az egyes technológiák különböző előnyökkel és hátrányokkal bírnak egymáshoz képest; a korszerűbbnek számító, vezeték nélküli módok legtöbb esetben még fejlesztés alatt álló, kísérleti stádiumban lévő alternatívák. A járműflották töltési módjainak kiválasztásakor számos szempont szerint mérlegelve, a környezeti, pénzügyi és egyéb lehetőségek figyelembe vétele mellett szükséges dönteni, megfontolva esetleg az egyes lehetőségek kombinálását is. Fontos szempont, hogy az adott térségben minden előforduló elektromos járműtípus tölthető legyen. A hagyományos, vezetékes töltési mód előnye, hogy a technológia viszonylag olcsón, széles körben elérhető, töltőpontot gyakorlatilag bárhol létrehozhatunk, ahol elektromos hálózat található. Ugyanakkor ez a mód a töltéskor a mozgás megszakítását és manuális beavatkozást igényel, jelentős kényelmetlenséget okozva az autósoknak, illetve értékes idők elvesztegetését például az autóbuszok, taxik számára. A vezetékes töltési módok hátrányainak kiküszöbölésére a folyamatos fejlesztés alatt álló vezeték nélküli töltési módok nyújthatnak alternatívát. Ezen technológiák kialakítása és használata azonban napjainkban még igen bonyolult és költséges, hatásfokuk pedig jelenleg elmarad a vezetékes módokétól. Az akkumulátor cserélő rendszerek alkalmazása szintén gyors „feltöltést” jelent az autósoknak, kivitelezése ugyanakkor rendkívül magas költségekkel jár (cserélő állomás, rendszer kiépítése, akkumulátorok vásárlása), ráadásul az elektromos járművek egységes kialakítását igényli.

3. Melléklet: A kiválasztott információs alkalmazások funkcióinak részletes összefoglalása

Holtoltsek.hu: A weboldal a magyarországi nyilvános töltőállomások mellett néhány környékbeli ország (Horvátország, Szlovénia, Szlovákia) területéről is tartalmaz adatokat. Adatbázisa jóval kisebb a nyugati államok töltőinfrastruktúráját felölelő többi információs alkalmazáshoz képest, viszont szerkeszthető, a felhasználók az általuk ismert, az adatbázis által még nem tartalmazott állomások felvételét ajánlhatják. A weboldal elsődleges célja: statikus információk nyújtása és térképes keresőfelület biztosítása; az elektromos járművek és töltőállomások használatát funkcionálisan nem támogatja. A tárolt statikus információk igen széleskörűek (pl. egyedüli alkalmazásként tartalmaz információkat a töltő körüli parkolóhelyek számáról, illetve az elektromos motorokkal, kerékpárokkal való kompatibilitásról), azonban a felhasználók az adatbázisban tárolt állomások adataihoz plusz információkat nem tudnak hozzáadni. Innovatív megoldása a beépített útvonal tervezési funkció, mellyel az általunk választott töltőállomáshoz megadott címtől tervez útvonalat, mely paraméterezzhető (fizetős utak, autópályák elkerülése), szöveges formában is végigkövethető, emellett pedig az útvonal magassági profiljáról is képet nyújt (14. ábra).

The image shows a screenshot of the Holtoltsek.hu website. The top part features a search interface titled "Töltőállomás keresése" with various filters for vehicle type, connector type, power, and cost. Below this is a map showing a route from a starting point (A) to a charging station (B) in Budapest. The bottom part of the screenshot displays a route planning tool with a list of directions and distances. To the right, there is a logo for "greenetik" and a text box titled "ELEKTROMOS TÖLTŐÁLLOMÁSOK" which states that the service is for private individuals, companies, and government organizations.

Töltőállomás keresése

Város, vagy irányítószám

- jármű fajta -

- csatlakozó típus -

- áram -

- nyitvatartás -

- költségek -

Keresés Visszaállítás

Város vagy irányítószám Budapest, Stoczek utca

Fizetős utak elkerülése Autópályák elkerülése

Útvonaltervezés

Budapest, Stoczek u., 1111 Magyarország

3,3 km - kb. 8 perc

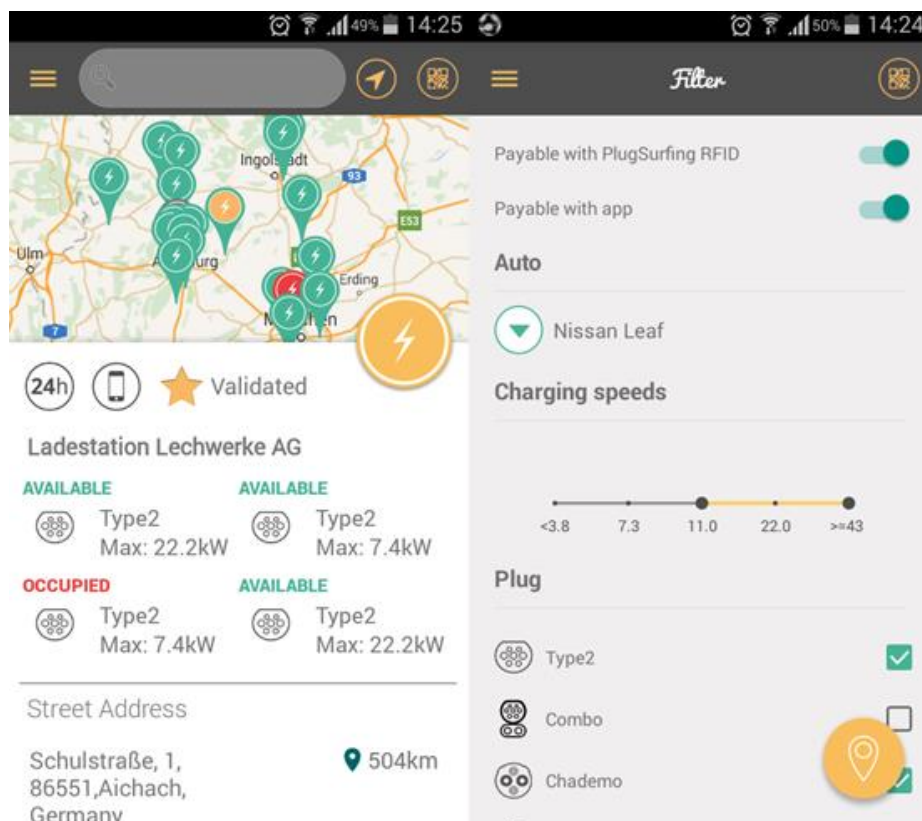
1. Haladjon tovább észak felé itt: Stoczek u., Kruspér u. irányába 0,1 km
2. Forduljon balra, a következő útra: Bertalan Lajos u. 0,3 km
3. Forduljon balra, a következő útra: Bartók Béla út 2,4 km
4. Forduljon balra, a következő útra: Somogyi út 0,4 km
5. Forduljon jobbra, a következő útra: Etele tér 25 m

A cél jobbra lesz

greenetik
ELEKTROMOS TÖLTŐÁLLOMÁSOK
magánszemélyeknek,
cégeknek
és önkormányzatoknak
hirdetés

14. ábra: A holtoltsek.hu weben elérhető alkalmazása
(forrás: lekérdezés saját adatai alapján)

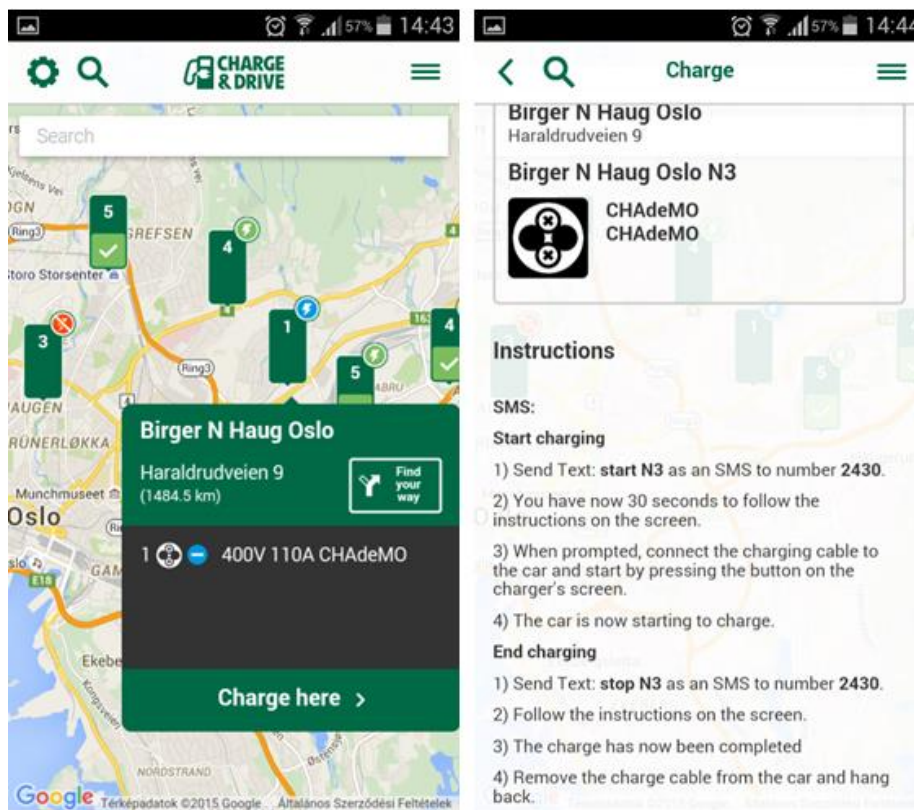
PlugSurfing: A weben és mobiltelefonon keresztül is elérhető applikáció Európa szerte több mint 15000 nyilvános töltőállomásról tartalmaz információkat. A tárolt állomások jelentős hányada (Németország, Hollandia, Belgium, Svájc, Luxemburg, Ausztria területén) az alkalmazással kompatibilis, így dinamikus információk (foglaltság, foglalás kezdete óta eltelt idő, távolság) megjelenítésére, valamint a töltés indításának és fizetésének alkalmazással történő megvalósítására is lehetőséget nyújt. Az adatbázist az ügyfelek ajánlásai alapján folyamatosan bővítik, az elérhető statikus alap- (nyitva tartás, ár, csatlakozó típusok stb.) és kiegészítő (pl. zöld energia használata) információk viszonylag széleskörűek, ráadásul a felhasználók az egyes állomások adatai mellé szöveges kommenteket írhatnak. A töltőállomás-kereső felületen az alkalmazással való kompatibilitás mellett a töltési teljesítményre, üzemeltetőre, illetve a járművünk típusának kiválasztásával automatikusan a vele kompatibilis töltőtípusokra is szűrhetünk (testreszabhatóság) (15. ábra).



15. ábra: A PlugSurfing mobil alkalmazás felülete (forrás: lekérdezés saját adatok alapján)

Az alkalmazás legnagyobb előnye, hogy a vele kompatibilis állomásokon a töltési folyamat egyszerűen, az applikáció kezelőfelületén indítható és fejezhető be, a töltési adatokat és számlákat gyűjti, a fizetés pedig minden hónap végén automatikusan történik a regisztrációkor megadott beállításaink alapján. Hátránya, hogy útvonaltervezésre és navigációra nem képes, real-time értesítéseket nem küld, a jármű használatát nem támogatja.

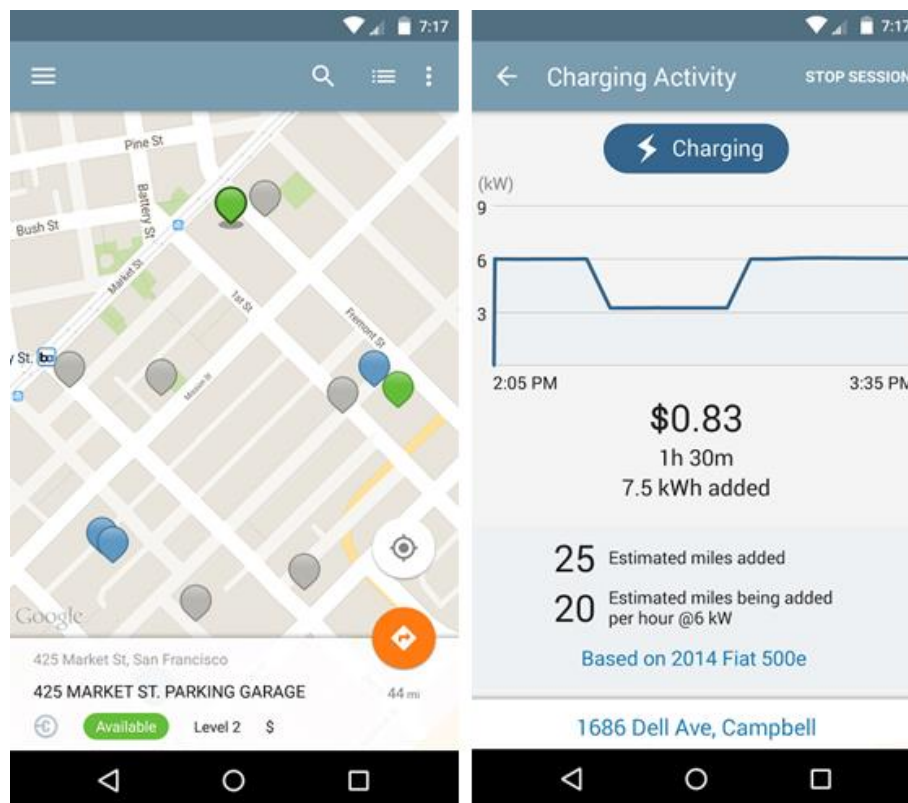
Charge&Drive: Hagyományos webes felületű alkalmazás, mely a skandináv régióban (Norvégia, Svédország, Finnország) üzemeltetett nyilvános töltőállomásokról nyújt átfogó képet. Az applikáció adatbázisa nem szerkeszthető a felhasználók által, azonban az alkalmazást üzemeltető cég saját állomásainak dinamikus adatai mellett a régió számos egyéb töltőállomásáról is tartalmaz statikus információkat. Térképes keresőfelületének előnye, hogy a szabad/ foglalt csatlakozók töltési teljesítmény szerinti kategorizálását is szemlélteti, mely a gyorsöltési lehetőségekre vonatkozó információk elérhetőségét jelentősen könnyíti (16. ábra). A felületen nem érhető el a töltőállomások szöveges listázása, illetve az egyes pontokról tárolt alap- és kiegészítő adatok köre is igen szűk a többi vizsgált alkalmazáshoz képest. GPS koordinátáink lekérdezésének engedélyezése után az applikáció a választott töltőállomástól való távolságot kiszámítja, valamint pozíciónktól induló útvonaltervezésre is képes, azonban egyéb indulási cím, illetve paraméterek nem adhatóak meg, navigációs funkció sem érhető el.



16. ábra: A Charge&Drive webes felülete (forrás: lekérdezés saját adatai alapján)

Az alkalmazás kiemelhető funkciója a töltések árára és módjára vonatkozó részletes tájékoztatás, valamint a korábbi töltéseink adatainak gyűjtése. A fizetésre jelenleg két mód áll rendelkezésre (SMS-el indított töltés esetén a telefonszámláról, RFID kártyás töltéskor bankszámláról).

ChargePoint: A jelenleg elérhető információs alkalmazások közül kiemelkedő a világ legnagyobb elektromos autós töltőállomás-hálózatát üzemeltető, amerikai ChargePoint vállalat webes felületen, illetve mobiltelefonon is elérhető applikációja. Az alkalmazás a nyilvános töltőinfrastruktúrára vonatkozó adatok és keresési felület mellett saját üzemeltetésű állomásain automatikus fizetésre is lehetőséget nyújt, illetve bizonyos funkciókkal (használati adatok figyelése és real-time értesítések küldése, megspórolt üzemanyag és emisszió számítása, emlékeztetők) a járműhasználatot is támogatja. A töltőállomásokról tárolt információk igen széleskörűek (pl. alapadatok, helyszíni fotók, sofőrök megjegyzései stb.), az alkalmazás pedig lehetőséget nyújt az egyes pontok kedvencnek jelölésére, illetve hibás adatok jelentésére is (17. ábra).

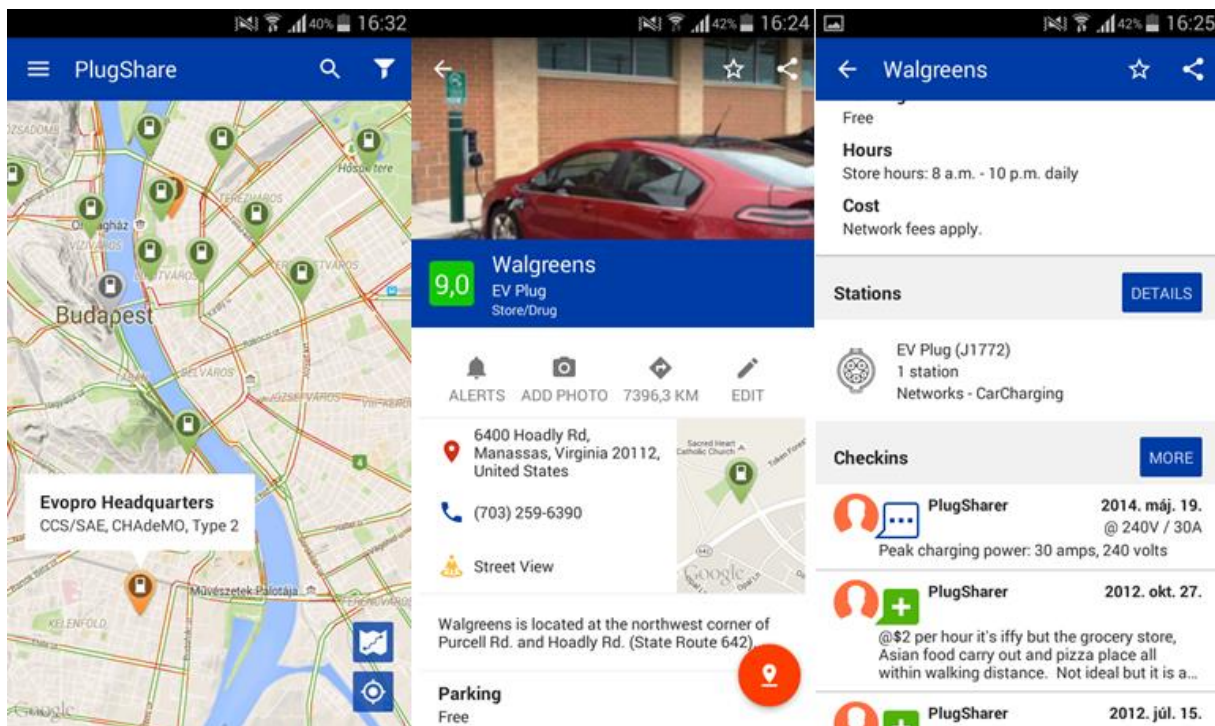


17. ábra: A ChargePoint mobil alkalmazása (forrás: [45])

Az applikáció számos egyedi funkcióval rendelkezik, ilyen a töltés árának számítása (járműtípus, érkezési idő és várható töltési időtartam alapján), a különböző útvonaltervező/navigációs szoftverekkel (Waze, Google Maps and Apple Maps) való integráltság, a saját üzemeltetésű állomásokon az applikációval történő töltés közbeni real-time értesítések küldése, valamint a járműhasználat aktív támogatása (adatok fogadása, értesítések). További érdekes lehetőség, hogy az alkalmazáson keresztül lehetőségünk van általunk választott helyszínre (pl. kávézó parkolója) töltőállomás építését kérni.

PlugShare: Webes felületen és mobil applikáción keresztül is elérhető, közösségi alapú töltőállomás kereső alkalmazás: a nyilvános töltőpontokról elérhető információk mellett a felhasználók otthoni csatlakozóikat is megoszthatják, kapcsolatba léphetnek egymással. Térbeli lefedettsége az egész világra kiterjed, így hatalmas adatbázissal rendelkezik (>60000 nyilvános és otthoni töltőállomás), melyet a felhasználók javaslatai mellett automatikusan is bővít egyéb nyilvántartások alapján.

Az alkalmazás vizuális keresőfelületének újdonsága a terep nézet elérhetősége, mely a térképeshöz hasonló, de a domborzati viszonyokat is szemlélteti (18. ábra). Szintén kiemelendő a foglalt, a szabad nyilvános, az otthoni, illetve a gyorstöltő állomások külön színnel való feltüntetése. Az applikáció testre szabható, járművünk típusának megadásával a kompatibilis töltőpontokra automatikusan szűrhetünk, a megjelenített információk körét, mértékegységeket szabadon állíthatjuk. A keresőfelület legnagyobb hiánya, hogy a töltőállomások listázása nem érhető el.



18. ábra: A PlugShare mobil alkalmazás kezelőfelülete

(forrás: lekérdezés saját adatok alapján)

Egyedi funkció, hogy a megjelenített információkhoz a felhasználók nem csak megjegyzéseket, valamint fényképeket adhatnak hozzá, hanem az alap adatokat is szerkeszthetik, illetve az állomásokon bejelentkezhetnek (sikeres töltés/ probléma/ osztályzás). Az elérhető információk köre így attól függ, mennyi adatot visznek fel az

ügyfelek. A környéken lévő új állomások megjelenésekor értesítés kérhető, a töltőpontokhoz útvonal tervezhető (integráltság a Google, Apple és Waze útvonaltervező és navigációs funkcióival). Az elektromobilitást támogató alkalmazások körében szintén egyedülálló, hogy a végpont nem csak a kiválasztott töltőállomás lehet, hanem bármely pont, az útvonal menti, meghatározott maximális távolságra lévő töltőállomások feltüntethetőek. A PlugShare a Waze információi alapján valós idejű forgalmi adatokat is szolgáltat, melyeket az útvonaltervezésnél figyelembe is vesz. Az alkalmazás legnagyobb hátránya, hogy egyéb dinamikus adatokat nem, vagy csak részben kezel (távolságot az integrált alkalmazások számítják, foglaltságot a felhasználók manuálisan állíthatják be), a töltőállomások foglaltsági állapotáról így nem szolgáltat mindig aktuális információt. Az alkalmazás a járműhasználatot egyáltalán nem, a töltési folyamatot és az automatikus fizetést pedig csak néhány esetben (SemaConnect, AeroVironment és GE WattStation állomások) támogatja.

GreenCharge: Mobil alkalmazás, mely azon kevés applikációk közé tartozik, melyek az elektromos járművek használatát támogatják (ugyanakkor a töltőállomások keresésére és az infrastruktúra használatára nem nyújt lehetőséget). Térbeli lefedettsége helyett a járműtípusokkal való kompatibilitása szerint értékelhető.



19. ábra: A GreenCharge mobil alkalmazás felülete

(forrás: [46])

Az applikáció csatlakoztatható a járműhöz, mely adatokat képes továbbítani felé (egyirányú kommunikáció). Az átvitel automatikus szinkronizációk útján történik. Az alkalmazás fő funkciója a vezetési és töltési szokások figyelemmel követése és megjelenítése, valamint a környezeti hatások számítása (19. ábra). A töltés során hátralévő töltési idő, a töltöttségi állapot és hatótávolság mellett a befejezett töltések adatai, a belső égésű motoros autókhoz képest elért megtakarítások (átlagos értékekhez viszonyítva), illetve környezetterhelési adatok érhetőek el. Az alkalmazás által szolgáltatott információk testre szabhatók, illetve megoszthatók (Facebook, Twitter, e-mail).

Függelékek

1. Függelék: A költségmodell adatstruktúrájában szereplő segédtablák

A 8. táblázatban feltüntetett segédtablázatok (S_1 - S_5) a következő értékekkel bírnak:

23. táblázat:

A vagyonszerzési illeték mértéke (S_1) [Ft/kW] (forrás: [29])

Teljesítmény [kW] /Kor [év]	0-3
0-40	550
41-80	650
81-120	750
>120	850
Elektromos autó	0

24. táblázat:

A regisztrációs adó mértéke (S_2) [Ft/db] (forrás: [28])

Hengerűrtartalom [cm3]/ Környezetvédelmi osztály	>11	9-11	6-8	4	0-4
benzin 0-1100; dízel 0-1300	45000	180000	270000	360000	540000
benzin 1101-1400; dízel 1301-1500	65000	260000	390000	520000	780000
benzin 1401-1600; dízel 1501-1700	85000	340000	510000	680000	1020000
benzin 1601-1800; dízel 1701-2000	135000	540000	810000	1080000	1620000
benzin 1801-2000; dízel 2001-2500	185000	740000	1110000	1480000	2220000
benzin 2001-2500; dízel 2501-3000	265000	1060000	1590000	2120000	3180000
benzin 2500-; dízel 3000- Hibrid	400000	1600000	2400000	3200000	4800000
Elektromos autó	0	0	0	0	0

25. táblázat:

A gépjárműadó mértéke (S_3) [Ft/kW] (forrás: [30])

Életkor	Adó
0-3 év	345
4-7 év	300
8-11 év	230
12-15 év	185
>15 év	140
Elektromos autó	0

26. táblázat:

A maradványértékek számításához alkalmazott táblázat (S₄) (forrás: saját kutatási eredmény)

Járműtípus/ Éves futástelj. [km]	0-5000	5001- 10000	10001- 15000	15001- 20000	20001- 25000	25001- 30000	30001-
Benzin	0,44*	0,425	0,406	0,387	0,38	0,369	0,35
Dízel	0,41	0,395	0,376	0,354	0,35	0,34	0,32
Elektromos	0,477	0,461	0,4442	0,432	0,422	0,41	0,36
Hibrid	0,46	0,45	0,435	0,425	0,4	0,372	0,3

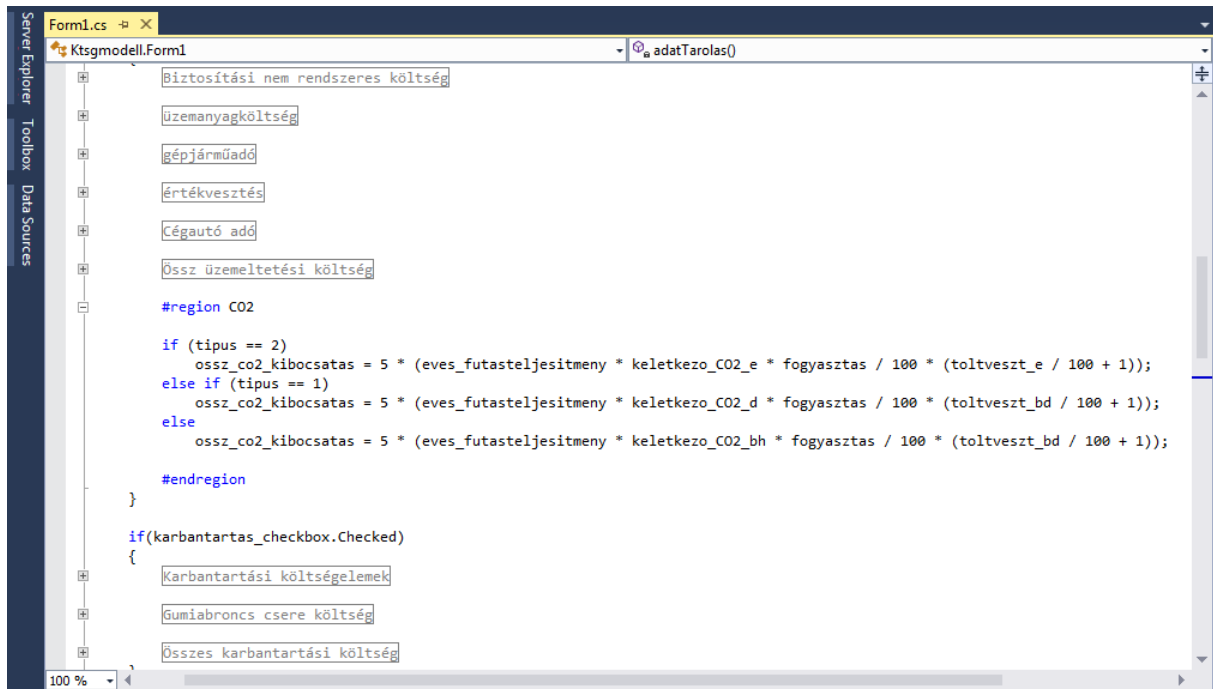
*Az értékeket tapasztalati úton, a jelenlegi használtautó-piaci árak segítségével határoztam meg, az 5.3. fejezetben vizsgált járműtípusok alapján (5 éves korokra vonatkozóan).

27. táblázat:

A cégautó adó mértéke (S₅) [Ft/hó] (forrás: [30])

Teljesítmény [kW]/ Környezetvédelmi osztály	0-4	5	6-10	11-16
0-50	16500	7700	8800	7700
51-90	22000	8800	11000	8800
91-120	33000	11000	22000	11000
>120	44000	22000	33000	22000
Elektromos autó	0	0	0	0

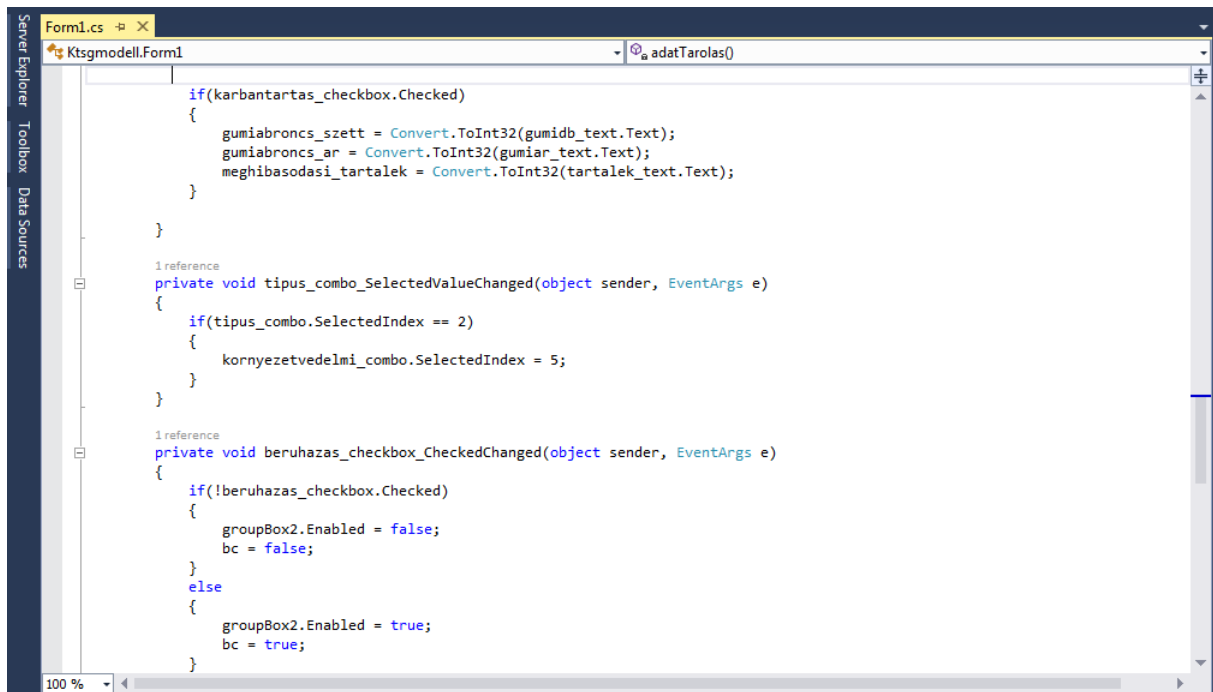
2. Függelék: A költségmodell alapján működő alkalmazás bemutatása



```
Form1.cs [X]
Ktsgmodell.Form1
    adatTarolas()
    Biztosítási nem rendszeres költség
    Üzemanyagköltség
    Gépjárműadó
    Értékvesztés
    Cégaató adó
    Össz üzemeltetési költség
    #region CO2
    if (tipus == 2)
        ossz_co2_kibocsatas = 5 * (eves_futasteljesitmeny * keletkezo_CO2_e * fogyasztas / 100 * (toltveszt_e / 100 + 1));
    else if (tipus == 1)
        ossz_co2_kibocsatas = 5 * (eves_futasteljesitmeny * keletkezo_CO2_d * fogyasztas / 100 * (toltveszt_bd / 100 + 1));
    else
        ossz_co2_kibocsatas = 5 * (eves_futasteljesitmeny * keletkezo_CO2_bh * fogyasztas / 100 * (toltveszt_bd / 100 + 1));
    #endregion
    }
    if(karbantartas_checkbox.Checked)
    {
        Karbantartási költségelemek
        Gumiabroncs csere költség
        Összes karbantartási költség
    }

```

20. ábra: Részlet az alkalmazás programkódjából I. (saját kutatási eredmény)



```
Form1.cs [X]
Ktsgmodell.Form1
    adatTarolas()
    if(karbantartas_checkbox.Checked)
    {
        gumiabroncs_szett = Convert.ToInt32(gumidb_text.Text);
        gumiabroncs_ar = Convert.ToInt32(gumiar_text.Text);
        meghibasodasi_tartalek = Convert.ToInt32(tartalek_text.Text);
    }
    }
    1 reference
    private void tipus_combo_SelectedValueChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        if(tipus_combo.SelectedIndex == 2)
        {
            környezetvedelmi_combo.SelectedIndex = 5;
        }
    }
    1 reference
    private void beruhazas_checkbox_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        if(!beruhazas_checkbox.Checked)
        {
            groupBox2.Enabled = false;
            bc = false;
        }
        else
        {
            groupBox2.Enabled = true;
            bc = true;
        }
    }

```

21. ábra: Részlet az alkalmazás programkódjából II. (saját kutatási eredmény)